

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ماشین‌های ثابت کشاورزی (برق) (جلد دوم)

رشته ماشین‌های کشاورزی

زمینه کشاورزی

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۴۸۱۱



اسلامی، محمد حسن	۶۳۱
ماشین‌های ثابت کشاورزی (برق) (جلد دوم) / مؤلف : محمد حسن اسلامی . - تهران :	۳/
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.	م ۵۲۸ الف /
۱۷۵ ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۴۸۱۱)	۱۳۹۱
متون درسی رشته ماشین‌های کشاورزی، زمینه کشاورزی.	
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف	
درسی رشته ماشین‌های کشاورزی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش فنی و حرفه‌ای	
کاردانش وزارت آموزش و پرورش.	
۱. ماشین‌های کشاورزی. الف. اسلامی، محمد	
دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و	

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادهای و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های
فنی و حرفه ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

tvoccd@roshd.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب گاه (وب سایت)

محتوای این کتاب در چهل و یکمین جلسه مورخ ۸۸/۱۲/۳ کمیسیون تخصصی رشته ماشین های
کشاورزی دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کاردانش با عضویت حمید احدی،
سید اسماعیل امید خدا، سید امیر ذکی، هوشنگ سردار بنده، فرشید مریخ، نبی الله مقیمی تأیید شده است.

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کاردانش

نام کتاب : ماشین های ثابت کشاورزی (برق) (جلد دوم) - ۳۵۸/۷۲

مؤلف : محمد حسن اسلامی

ویراستار ادبی : دکتر حسین داودی

مجری : انتشارات گویش نو

نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل چاپ و توزیع کتاب های درسی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت : www.chap.sch.ir

رسم : محمد سیاحی، علیرضا حجر گشت

صفحه آرا : سیده فیروزه هاشمی

طراح جلد : سید همایون موسوی

ناشر : انتشارات گویش نو : تهران - خیابان انقلاب - خیابان فخر رازی - خیابان شهید نظری شرقی - پلاک ۶۲ - واحد B ۱۲-

تلفن : ۵۰-۴۹-۶۶۹۵۶

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ سوم ۱۳۹۱

حق چاپ محفوظ است.

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۱۸۹۶-۰ ISBN 978-964-05-1896-0



از شماست که مردان و زنان بزرگ تربیت می شود. شما باید تحصیل کوشش کنید که برای فضایل اخلاقی،
فضایل اعلیٰ مجرب شوید. شما برای آتیه مملکت ما جوانان نیرومند تربیت کنید. دامن شما یکت بدرسه ای است که
در آن جوانان بزرگ تربیت بشود. شما فضایل تحصیل کنید تا که دکان شما در دامن شما به فضیلت برسند.
امام خمینی (ره)

به نام آنکه هستی نام از او یافت

سخن ناشر:

کاروان فرهنگ و تمدن بشری چنان در حال پیشرفت و رشد و تعالی است که لحظه‌ای درنگ، رسیدن به آن را ناممکن می‌سازد از آنجا که آینده هر جامعه‌ای بستگی به تعلیم و تربیب کودکان و جوانان آن جامعه دارد. دفتر برنامه‌ریزی و تالیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش سعی دارد با بهره‌گیری از منابع غنی و پربار دینی و آموزه‌های اصیل اسلامی و ملی، تغییر و تحولی مبتنی بر روش‌های نوین علمی و تکنولوژی روز دنیا، در کتابهای درسی بوجود آورد.

در این راستا انتشارات گویش نو افتخار تالیف و آماده‌سازی تعدادی از این کتاب‌ها را بر عهده دارد و با همراهی استادان کوشا و نظارت دقیق و ارشادی کمیسیون‌های تخصصی و ورزیده دفتر تالیف و برنامه‌ریزی این وظیفه خطیر را به انجام رسانیده است. در پایان ضمن قدردانی از زحمات مؤلفان عزیز، خوشحال می‌شویم که مدرسان محترم و هنرآموزان و هنرجویان ساعی با ارائه نظرات صائب و پیشنهادهای و انتقادات سازنده خود و ارسال آنها به دفتر انتشارات ما را در غنا بخشیدن به این متون و بالا بردن کیفیت چاپ‌های بعدی یاری کنند.

انتشارات گویش‌نو

goyeshno@yahoo.com

۹	 مقدمه
۱۱	 فصل اول مفاهیم و کمیت‌های الکتریکی
۱۲	 تولید انرژی الکتریکی
۱۲	 با استفاده از انرژی آب
۱۲	 با استفاده از سوخت
۱۳	 با استفاده از انرژی‌های نو
۱۴	 انتقال انرژی الکتریکی
۱۵	 توزیع انرژی الکتریکی
۱۶	 کمیت‌های الکتریکی
۱۶	 شدت جریان
۱۷	 اختلاف پتانسیل الکتریکی
۱۸	 مقاومت الکتریکی
۲۰	 مدار الکتریکی
۲۱	 اتصالات مقاومت‌ها
۲۶	 اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی
۲۶	 مولتی‌متر
۲۷	 نکات ایمنی در استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری
۲۹	 قانون اهم
۳۳	 توان الکتریکی
۳۴	 ضریب بهره‌ی (راندمان) الکتریکی
۳۵	 جریان متناوب
۳۸	 جریان مستقیم
۳۹	 خازن
۳۹	 ساختمان خازن
۴۰	 مشخصات خازن
۴۵	 بوبین (سیم پیچ)
۴۷	 فصل دوم حفاظت و ایمنی در برق
۴۸	 خطاهای ناشی از جریان برق
۴۸	 اتصال بدنه
۴۸	 اتصال کوتاه
۴۹	 اتصال زمین
۴۹	 فیوز
۴۹	 از نظر زمان قطع
۴۹	 از نظر ساختمان

۵۲	حفاظت الکتریکی
۵۲	انواع حفاظت
۵۳	برق گرفتگی
۵۳	انواع برق گرفتگی
۵۴	اقدامات لازم برای نجات شخص برق گرفته
۵۵	انواع حفاظت اشخاص در مقابل برق گرفتگی
۵۵	حفاظت توسط سیم زمین
۵۷	حفاظت توسط عایق کاری
۵۸	حفاظت توسط ولتاژ کم
۵۸	حفاظت توسط کلید محافظ جان (FI)
۵۹	توصیه‌های ایمنی

۶۳	فصل سوم مدارات روشنایی
۶۴	ابزار و وسایل سیم کشی
۶۴	پیچ گوشتی
۶۴	فازمتر
۶۵	سیم چین
۶۵	سیم لخت کن
۶۶	انبردست
۶۶	دم باریک
۶۶	ابزار پرس سرسیم و فیش‌ها
۶۷	سیم‌ها و اتصالات آن‌ها
۶۷	ساختمان سیم‌ها
۶۷	هادی‌های مورد استفاده در سیم‌کشی
۶۷	انواع سیم‌ها
۶۹	اتصالات سیم‌ها
۷۱	بست کمربندی سیم‌ها
۷۳	کابل
۷۳	تعریف کابل
۷۳	ساختمان کابل‌ها
۷۶	لوازم و تجهیزات کابل کشی
۷۸	روکش برداری کابل
۷۸	مراحل اتصال کابل شو به وسیله‌ی لحیم‌کاری
۷۹	طریقه‌ی اتصال کابل شوی پیچی به کابل
۸۱	کلیدها
۸۴	لامپ‌ها

۸۸	 نقشه‌های مدارهای الکتریکی
۸۸	 رسم نقشه‌های الکتریکی
۸۸	 علائم الکتریکی
۸۹	 سیم‌کشی
۹۰	 انواع سیم‌کشی
۹۰	 روش‌های سیم‌کشی توکار
۹۱	 مدار الکتریکی

۱۰۱	 فصل چهارم ماشین‌های الکتریکی
۱۰۲	 مغناطیس
۱۰۲	 خطوط نیروی مغناطیس و میدان مغناطیسی
۱۰۳	 ترانسفورماتور تک فاز
۱۰۴	 ساختمان ترانسفورماتور
۱۰۴	 سیم‌پیچ ترانسفورماتور
۱۰۴	 هسته‌ی ترانسفورماتور
۱۰۴	 اساس کار ترانسفورماتور
۱۰۵	 انواع ترانسفورماتور
۱۰۷	 موتورهای الکتریکی
۱۰۷	 انواع موتورهای الکتریکی
۱۱۰	 اصول کار موتورهای آسنکرون سه‌فاز
۱۱۱	 پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه‌فاز
۱۱۴	 انتخاب موتورهای الکتریکی
۱۱۶	 اتصال موتور برای تأمین قدرت مکانیکی
۱۱۹	 الکتروموتورهای تک فاز

۱۲۵	 فصل پنجم راه‌اندازی موتورهای الکتریکی
۱۲۶	 پلاک اتصالات موتور (تخته کلم)
۱۲۸	 آزمایش اتصال بدنه
۱۲۸	 اتصال سیم‌پیچ‌های موتور
۱۲۸	 اتصال ستاره
۱۲۹	 اتصال مثلث
۱۳۰	 راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی
۱۳۰	 کلیدهای دستی
۱۳۱	 کاربرد کلید دستی
۱۳۱	 برق‌رسانی به موتورهای الکتریکی
۱۳۴	 تغییر جهت گردش موتورهای سه‌فاز

۱۳۷	 راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز آسنکرون
۱۴۰	 پلاک اتصال موتورهای تک‌فاز (تخته کلم)
۱۴۰	 راه‌اندازی موتورهای الکتریکی تک‌فاز
۱۴۳	 تغییر جهت گردش در موتورهای تک‌فاز
۱۴۵	 راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای مغناطیسی
۱۴۵	 اجزای تشکیل دهنده‌ی مدارهای کنترل
۱۴۵	 کلید مغناطیسی یا کنتاکتور
۱۴۸	 شستی استاپ استارت
۱۴۸	 رله‌ی حرارتی (بی متال)
۱۵۰	 کلید محافظ موتور
۱۵۰	 لامپ‌های سیگنال
۱۵۱	 کلیدهای تابع فشار (کلیدهای گازی)
۱۵۱	 کلیدهای شناور (فلوتر سویچ)
۱۵۲	 رله‌ی زمانی (تایمر)
۱۵۳	 کلید تابع حرارت (ترموستات)
۱۵۳	 حروف و اعداد پلاستیکی
۱۵۳	 کمربند کابل
۱۵۴	 نقشه خوانی مدارهای الکتریکی
۱۵۵	 نقشه‌ی مدار قدرت
۱۵۵	 نقشه‌ی خارجی
۱۵۶	 نقشه‌ی مونتاژ
۱۷۰	 تغییر جهت گردش در موتورهای سه‌فاز
۱۷۳	 راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز آسنکرون در شبکه‌ی تک‌فاز
۱۷۵	 منابع

مقدمه

امروزه با پیشرفت سریع تکنولوژی در صنایع مختلف و در زمینه‌های گوناگون از جمله کشاورزی کمتر دستگاهی را می‌توان یافت که با جریان برق کار نکند. به همین منظور کاربران دستگاه‌ها و ماشین‌آلات علاوه بر راه‌اندازی ماشین‌آلات می‌بایست بتوانند عیوب جزئی آنها را نیز تشخیص داده و رفع نمایند. این موضوع در رشته‌ی کشاورزی و کار با ماشین‌های کشاورزی و در مناطقی که به متخصصین و تعمیرکاران برق دسترسی وجود ندارد، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. لذا در این کتاب برآن شدیم تا هنرجویان این رشته را با موضوعات مورد نیاز در حوزه برق آشنا کنیم.

در فصل اول کتاب به تبیین مفاهیم و کمیت‌های الکتریکی در رشته برق پرداخته شده است که مباحث پایه‌ای برق را که الفبای آشنایی هنرجویان با برق شناخته می‌شود، دنبال می‌کند. فراگرفتن دقیق این فصل از اهمیت زیادی برخوردار است و به یادگیری بهتر فصول دیگر کتاب کمک شایانی می‌کند.

در فصل دوم به مبحث مربوط به نکات ایمنی پرداخته می‌شود و به نکات اساسی در ارتباط با حفاظت شخص در برابر برق‌گرفتگی که هنرجویان در کارهای عملی با آن مواجه می‌شوند اشاره دارد.

در فصل سوم مدارات پایه در رشته برق مورد توجه قرار گرفته و کارهای عملی مربوط به آن کار می‌شود.

در فصل چهارم و پنجم موضوع ماشین‌های الکتریکی ارائه و کارهای عملی مربوط به راه‌اندازی موتورهای الکتریکی در کارگاه انجام خواهد شد.

مطمئناً کتاب حاضر خالی از اشکال نیست امیدوارم نکات و نظرات خود را به آدرسی که در ابتدای کتاب درج شده است برای بنده ارسال بفرمایید.

مؤلف

هدف کلی

شناخت تجهیزات الکتریکی متداول در کشاورزی
و توانایی کاربرد آنها و تعویض قطعات معیوب

زمان بندی پیشنهادی برای تدریس کتاب

فصل	نظری	عملی	جمع
اول	۶	۴	۱۰
دوم	۴	۴	۸
سوم	۶	۲۸	۳۴
چهارم	۸	۴	۱۲
پنجم	۶	۵۰	۵۶
	۳۰	۹۰	۱۲۰

فصل اول

مفاهیم و کمیت‌های الکتریکی

هدف‌های رفتاری - با یادگیری این فصل هنرجو می‌تواند:

- تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را توضیح دهد.
- شبکه‌های فشار قوی، فشار متوسط و فشار ضعیف را با هم مقایسه کند.
- نحوه‌ی توزیع برق به مناطق شهری و روستای را از نظر سطح ولتاژ توضیح دهد.
- موارد استفاده از برق در کشاورزی را توضیح دهد.
- کمیت‌های الکتریکی (جریان، اختلاف پتانسیل، مقاومت، توان، راندمان، فرکانس و اختلاف فاز را توضیح دهد.
- مدار الکتریکی را توضیح دهد.
- عناصر مدار الکتریکی و مشخصات آن‌ها را توضیح دهد.
- قانون اهم را به کار بندد.
- اتصالات مقاومت‌ها را توضیح دهد.
- انواع مولتی‌متر و موارد کاربرد آن را بیان کند.
- روش استفاده از مولتی‌متر را توضیح دهد.
- مولتی‌متر را برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی به کار برد.
- جریان متناوب را تشریح کند.
- خازن را تعریف کند.
- مشخصات فنی خازن را توضیح دهد.
- سیم‌پیچ را توضیح دهد.

عملی	نظری	
۴	۶	ساعت

مقدمه:

در یک مجموعه‌ی کشاورزی از انرژی الکتریکی بسیار استفاده می‌شود. از روشنایی اتاق‌ها، کارگاه‌ها، سالن‌های مرغداری و گاوداری تا راه‌اندازی الکتروپمپ‌های موجود در یک مزرعه، سیستم‌های آبیاری نوین، نقاله‌ها، فن‌های تهویه، شیر دوش‌ها، آسیاب و میکسرهای همگی تجهیزاتی هستند که در آن‌ها انرژی الکتریکی به کار رفته است. لذا یکی از نیازهای هنجاریان رشته‌ی کشاورزی، داشتن اطلاعات مربوط به برق می‌باشد. در این فصل درباره‌ی تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی توضیحاتی داده می‌شود و برخی مفاهیم پایه برق مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تولید انرژی الکتریکی

به محلی که در آن انرژی الکتریکی تولید می‌شود نیروگاه برق گفته می‌شود. در نیروگاه برق برای تولید انرژی الکتریکی از طریق مولدهای الکتریکی، به یک انرژی مکانیکی نیاز است تا بتوان این مولدها را به حرکت در آورد. انرژی مکانیکی می‌تواند نیروی آب، نیروی بخار آب، نیروی یک موتور احتراقی و غیر آن‌ها باشد. تولید انرژی الکتریکی به روش‌های زیر امکان پذیر است:

◀ با استفاده از انرژی آب



یکی از ساده‌ترین روش‌های تولید انرژی الکتریکی استفاده از انرژی آب است در این روش پس از احداث سد و انباشته کردن آب در پشت آن، از نیروی آب برای چرخاندن توربین و مولد برق استفاده می‌کنند. مولد برق پس از چرخش، انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. (شکل ۱-۱).

شکل ۱-۱ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی آب

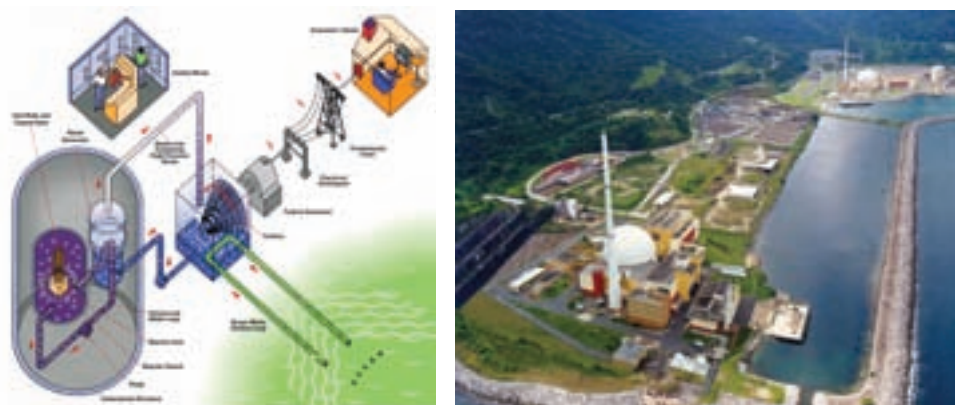
◀ با استفاده از سوخت

استفاده از سوخت‌های مختلف یکی از شیوه‌های تولید انرژی الکتریکی است. انرژی حرارتی حاصل شده از سوخت (گاز) در زیر دیگ‌های بخار باعث تبخیر آب می‌شود. بخار آب با فشار به پره‌های توربین برخورد می‌کند و توربین را به حرکت در می‌آورد. این حرکت به محور مولد منتقل می‌شود و مولد، انرژی الکتریکی تولید می‌کند (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی حاصل از سوخت

نیروگاه‌های هسته‌ای نیز اساس کاری شبیه نیروگاه‌های حرارتی دارند تنها تفاوت این نیروگاه‌ها در سوخت آن‌ها است. در نیروگاه هسته‌ای برای تهیه سوخت از اورانیوم استفاده می‌کنند. برای این منظور هسته‌ای اتم اورانیوم را می‌شکافند. فرآیند **شکافت هسته‌ای** در رآکتور هسته‌ای انجام می‌شود. انرژی گرمایی حاصل از شکافت هسته‌ی اورانیوم بسیار زیاد است، لذا از آن برای تولید بخار آب استفاده می‌کنند (در اثر شکافت نیم کیلوگرم **اورانیوم** انرژی معادل بیش از ۱۵۰۰ تن زغال سنگ به دست می‌آید). بخار آب تولید شده وارد توربین می‌شود و آن را به حرکت در می‌آورد. در نتیجه مولد برق به کار می‌افتد و برق تولید می‌کند. ایران در زمینه‌ی تکنولوژی هسته‌ای، چه از لحاظ تأمین انرژی الکتریکی و چه از نظر بهره برداری‌های صلح آمیز آن در زمینه‌های صنعت، کشاورزی، پزشکی و خدمات، به موفقیت‌های بسیار چشم گیری دست یافته است (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی هسته‌ای

با استفاده از انرژی‌های نو

■ انرژی خورشیدی

در این روش انرژی تابشی خورشیدی بدون استفاده از دستگاه‌های متحرک، مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. دستگاهی که این عمل را انجام می‌دهد «**سلول خورشیدی**» یا «**باتری خورشیدی**» نام دارد. نمونه‌ای از باتری‌های خورشیدی را در ماشین حساب‌ها یا روشنایی چراغ‌های خیابان‌ها دیده اید. خورشید بعنوان منبع این انرژی، از بین نمی‌رود و به محیط زیست آسیب نمی‌رساند (شکل ۱-۴). ایران در منطقه‌ای قرار گرفته است که در ایام سال آفتاب زیادی دارد. لذا اگر این روش به صورت علمی در بخش کشاورزی و روستایی مورد استفاده قرار گیرد می‌تواند حجم زیادی از نیاز برق کشور در این بخش را تأمین کند.



شکل ۱-۴ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی خورشید

■ انرژی باد



در این روش برای چرخاندن پره‌های توربین از انرژی باد استفاده می‌شود. محور توربین به محور مولد برق متصل است و حرکت را به آن انتقال می‌دهد با حرکت مولد، انرژی الکتریکی تولید می‌شود. به این نیروگاه، «نیروگاه بادی» می‌گویند این نیروگاه، در محل‌هایی احداث می‌شود که باد در آن نقاط، در تمام فصل‌های سال بوزد. نمونه‌ای از این نیروگاه در شهر منجیل از استان گیلان احداث شده است (شکل ۵-۱).

شکل ۵-۱ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی باد

پژوهش



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

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 برق رسانی شوند، انتقال می‌یابد. مقدار ولتاژ خطوط انتقال برق در ایران ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت است. (شکل ۶-۱). برای کاهش هزینه‌های انتقال، در ابتدای خطوط انتقال، ولتاژ برق افزایش داده می‌شود و پس از انتقال در مقصد، ولتاژ در چند مرحله کاهش می‌یابد.



شکل ۶-۱ انتقال انرژی الکتریکی توسط دکل‌ها

توزیع انرژی الکتریکی



گفتیم که انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه، توسط خطوط انتقال به مراکز مصرف می‌رسد. در مدخل مراکز مصرف، که عمدتاً شهرها و روستاها و مناطق مسکونی هستند، ابتدا ولتاژ خیلی زیاد انتقالی تا حدی (۱۳۲ و ۶۳ کیلو ولت) کاهش می‌یابد. با این حال هنوز ولتاژ زیاد است. این ولتاژ در مرحله‌ای دیگر به مقدار ۲۰ کیلو ولت کاهش می‌یابد و پس از آن در مزارع کشاورزی و محلات در مرحله‌ای آخر به ولتاژهای ۴۰۰ ولت سه فاز و ۲۳۰ ولت یک فاز (قابل استفاده برای مصرف کننده‌ها، تبدیل و توزیع می‌شود. پخش انرژی الکتریکی نیز توسط کابل‌های زمینی یا سیم‌های هوایی انجام می‌گیرد (شکل ۷-۱).

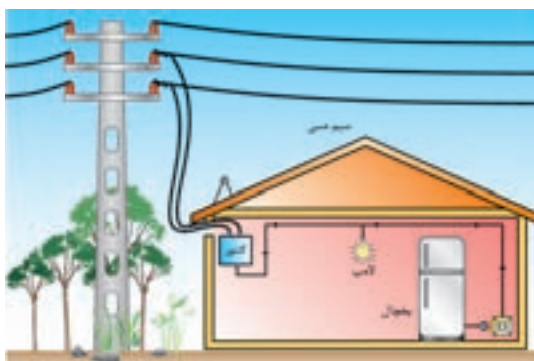
شکل ۷-۱ تبدیل ولتاژ ۲۰ کیلو ولت به ۴۰۰ و ۲۳۰ ولت

توزیع برق در شبکه‌ی برق ایران، در محلات و خیابان‌ها به صورت پنج سیمه و توسط تیرهای برق صورت می‌گیرد. در شکل ۸-۱ هر کدام از این سیم‌ها نام‌گذاری شده‌اند.



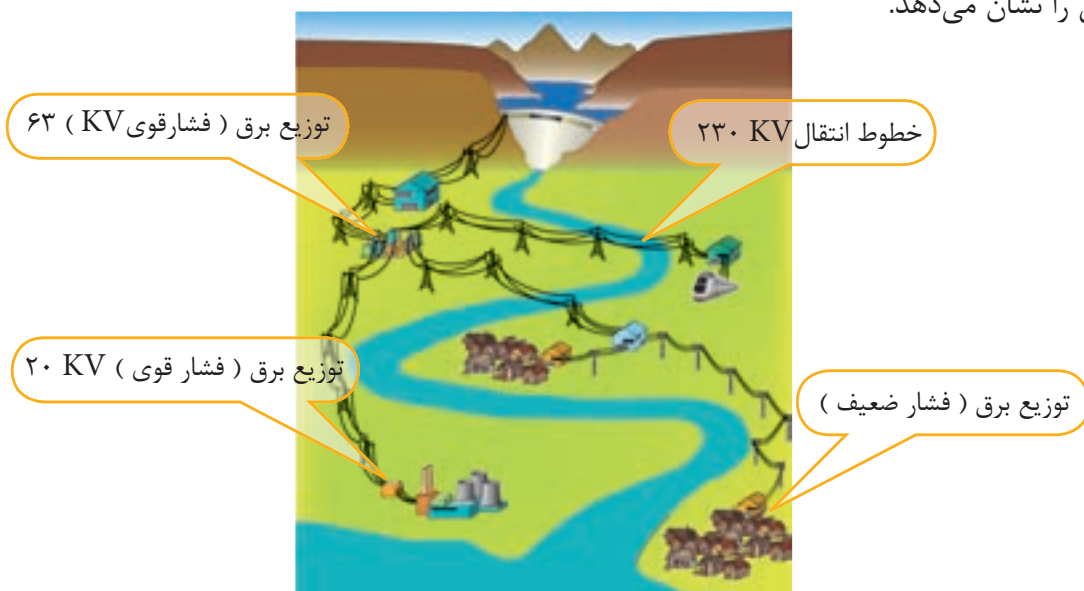
شکل ۸-۱ نام‌گذاری سیم‌های تیر چراغ برق

برای مشترکانی مانند منازل مسکونی و واحدهای تجاری، که مصرف کننده‌های تک فاز دارند، باید کابلی دو سیمه با یک فاز و یک نول اختصاص داده شود.



شکل ۹-۱ نحوه‌ی اتصال برق منازل مسکونی

اما برای صنایع و کشاورزی که مصرف کننده‌های سه فاز (مانند الکتروموتورهای سه فاز) دارند باید کابل چهار سیمه با سه فاز و یک نول اختصاص داده شود. شکل ۱۰-۱ دیاگرام ساده ای از تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۱ دیاگرام ساده از تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

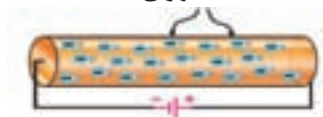
در این قسمت به تشریح مفاهیم پایه در برق می‌پردازیم. هنرجویان با درک این مفاهیم می‌توانند موضوعات مرتبط با برق را در فصول بعدی کتاب که جنبه‌ی عملی دارد، به سادگی فرا گیرند.

کمیت‌های الکتریکی

◀ شدت جریان

هرگاه بخواهیم از انرژی الکتریکی برای انجام کاری استفاده کنیم لازم است الکتریسیته تولید شده را در مدار جاری کنیم. به عبارت دیگر اگر بتوانیم با دادن انرژی به یک اتم، الکترون‌های آن را آزاد و آن را در یک مسیر حرکت دهیم « **جریان الکتریکی** » به وجود می‌آید. تعداد الکترون‌هایی که انرژی هم جهت دارند میزان شدت جریان الکتریکی را تعیین می‌کنند (شکل ۱۱-۱).

الکترون‌ها



شکل ۱۱-۱ حرکت الکترون‌ها در یک سیم

شدت جریان الکتریکی را با حرف (I) نشان می‌دهند. بنا بر تعریف، مقدار بار الکتریکی (الکترون‌های آزاد) که از یک نقطه‌ی سیم طی مدت زمانی معین عبور می‌کند « شدت جریان الکتریکی » می‌نامند. حرکت الکترون‌های آزاد در درون سیم به صورت « ضربه‌ای » صورت می‌گیرد. یعنی الکترون‌ها با یکدیگر برخورد می‌کنند و از اتمی به اتم دیگر منتقل می‌شوند. سرعت این ضربه‌ها در حدود سرعت سیر نور (۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) است. ضربه‌های انرژی را که از یک الکترون به الکترون دیگر برخورد می‌کند و باعث جا به جایی

آن می‌شود را در اصطلاح جریان الکتریکی می‌نامند. در شکل (۱۲-۱) ضربه‌های انرژی وارد شده به الکترون‌ها را مشاهده می‌کنید. این ضربه مانند وارد کردن ضربه‌ی یک گوی به چند گوی چسبید به هم است.



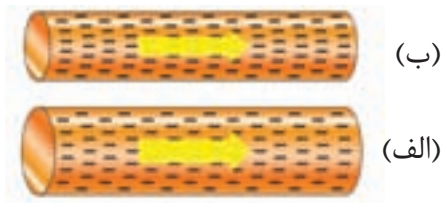
الف- ضربه‌های انرژی وارد شده به الکترون‌ها در یک سیم
شکل ۱۲-۱

در مدارهای الکتریکی برای اندازه‌گیری شدت جریان از وسیله‌ای به نام آمپر متر که علامت اختصاری آن **A** است، استفاده می‌شود (شکل ۱۳-۱).



شکل ۱۳-۱ تصاویر دو نمونه آمپر متر

از تراکم جریان در تعیین بیشینه شدت جریان قابل تحمل در سیم‌ها استفاده می‌شود. به عنوان مثال اگر بخواهیم شدت جریانی معادل ۵ آمپر را از دو سیم طبق شکل ۱۴-۱ 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.



شکل ۱۴-۱ تراکم جریان در سیم‌ها

◀ اختلاف پتانسیل الکتریکی

نیروی را که باعث به وجود آمدن جریان الکتریکی در مدار می‌شود «نیروی محرکه‌ی الکتریکی» می‌نامند. بنا به تعریف هر بار الکتریکی که بتواند بار الکتریکی دیگری را با عمل جذب یا دفع به حرکت در آورد کاری انجام می‌شود. لذا به نیروی محرکه‌ای که بتواند بار الکتریکی را به حرکت در آورد «**پتانسیل الکتریکی**» می‌گویند. «پتانسیل الکتریکی» یا به اختصار «ولتاژ»، «توانایی انجام کار» نیز نامیده می‌شود.

پتانسیل الکتریکی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد:

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

هرگاه کار (W) بر حسب ژول و مقدار بار الکتریکی (Q) بر حسب کولن باشد پتانسیل الکتریکی (V) بر حسب

ولت به دست 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 تک فاز)
 - ۳۸۰ ولت - ولتاژ مراکز صنعتی (برق سه فاز)
- در رسم مدارها پیل (باتری) را با علامت $\text{---}||\text{---}$ نشان می‌دهیم (شکل ۱۵-۱).



شکل ۱۵-۱ و باتری خودرو

برای اندازه‌گیری ولتاژ از وسیله‌ای به نام ولت‌متر که علامت اختصاری آن به صورت V است استفاده می‌شود.



شکل ۱۶-۱ تصاویر ولت‌متر

مقاومت الکتریکی

«مقاومت الکتریکی» خاصیتی از ماده است که در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود مخالفت نشان می‌دهد. این مخالفت گاهی مانند مقاومت الکتریکی سیم‌های رابط به صورت ناخواسته و مزاحم در مدارهای الکتریکی وجود دارد. این مقاومت در مدار تلفات الکتریکی ایجاد می‌کند. مقاومت می‌تواند عاملی از پیش تعیین شده به صورت یک مصرف کننده در مدارهای الکتریکی قرار می‌گیرد. رشته سیم حرارتی (المنت) دستگاه جوجه کشی مقاومتی است که، نه تنها مزاحم نیست بلکه می‌تواند حرارت مورد نیاز دستگاه را تولید کند. مقدار مقاومت الکتریکی را بر حسب اهم (Ω) می‌سنجند. علامت اختصاری مقاومت و عنصر واقعی آن در شکل ۱۷-۱ نشان داده شده است.



ب- مقاومت الکتریکی



الف- علامت اختصاری مقاومت الکتریکی

شکل ۱۷-۱



دستگاهی که مقدار مقاومت را می‌سنجد «**اُهم متر**» نام دارد و در شکل ۱۸-۱ نشان داده شده است.

شکل ۱۸-۱ نحوه‌ی اندازه‌گیری مقاومت با اُهم متر

مقدار مقاومت الکتریکی به عوامل فیزیکی و الکتریکی گوناگونی بستگی دارد.

عوامل فیزیکی مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی

هرگاه سه قطعه سیم با مشخصات داده شده در شکل (۱۹-۱) را در اختیار داشته باشیم و مقدار مقاومت‌های هر یک از آن‌ها جداگانه را اندازه بگیریم به نتایجی می‌رسیم که نشان دهنده‌ی ارتباط بین عوامل مؤثر در مقاومت الکتریکی یک‌هادی است. برای بررسی عوامل، به موارد توجه می‌کنیم:

- مقاومت سیم (الف) را اندازه می‌گیریم و آن را به عنوان مقاومت مبنا یادداشت می‌کنیم.
- مقاومت سیم (ب) را که سطح مقطع آن نصف سطح مقطع سیم الف است اندازه می‌گیریم. مشاهده می‌شود مقدار مقاومت این سیم به دو برابر مقدار مقاومت مبنا افزایش یافته است.
- در مرحله سوم مقاومت سیم (پ) را که طول آن نصف طول سیم (الف) است، اندازه می‌گیریم، مشاهده می‌شود مقدار مقاومت این سیم به نصف مقدار مقاومت سیم الف (مقاومت مبنا) کاهش یافته است.
- با مقایسه‌ی مقاومت سیم‌های الف، ب و پ در می‌یابیم که مقاومت یک سیم با طول آن رابطه‌ی مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد.



شکل ۱۹-۱ سیم‌ها در طول‌ها و سطح مقطع‌های متفاوت

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

مقدار مقاومت سیم را می‌توان از رابطه‌ی زیر به دست آورد:

R - مقاومت سیم بر حسب اُهم

L - طول سیم بر حسب متر

A - سطح مقطع سیم بر حسب میلی‌متر مربع - مقاومت مخصوص سیم

قبل از توضیح قوانین اساسی برق لازم است به بررسی برخی از تعاریف پایه‌ای بپردازیم و با تعدادی از اجزای مدارهای الکتریکی آشنا شویم.

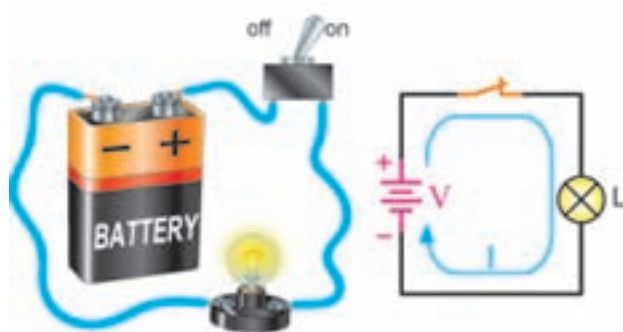
مدار الکتریکی

مسیری را که شامل منبع تغذیه، مصرف کننده و سیم‌های رابط باشد «**مدار الکتریکی ساده**» گویند. در یک مدار الکتریکی، **منبع تغذیه** (مولد)، تامین کننده انرژی است و می‌تواند باتری یا ژنراتور باشد. **مصرف کننده** (بار)، انرژی الکتریکی را به انرژی مورد نیاز تبدیل می‌کند. وظیفه **سیم‌های رابط**، انتقال انرژی الکتریکی از منبع تغذیه به مصرف کننده است. در شکل (۲۰-۱) تصویر یک مدار الکتریکی ساده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۰-۱ مدار الکتریکی ساده

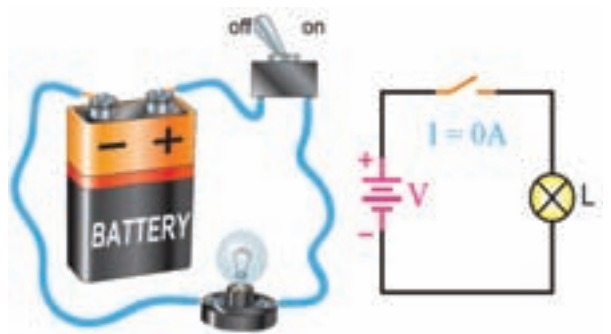
در مدارهای الکتریکی، علاوه بر سه عامل اصلی فوق، از اجزای دیگری نیز استفاده می‌شود. از جمله این اجزا می‌توان کلید، فیوز و وسایل اندازه‌گیری را نام برد. اگر اجزای فوق در مدار الکتریکی وجود نداشته باشند ایرادی در کار پیش نمی‌آید، ولی مدار بدون کنترل و حفاظت خواهد بود.



شکل ۲۱-۱ مدار الکتریکی بسته (کامل)

کلید در مدارهای الکتریکی نقش قطع و وصل کننده‌ی جریان را دارد.

اگر برای عبور جریان الکتریکی، مسیر کاملی از طریق قطب مثبت باتری، سیم‌های رابط و مصرف کننده به قطب منفی وجود داشته باشد آن مدار را «**مدار بسته**» یا «**مدار کامل**» می‌گویند. در شکل (۲۱-۱) نمونه‌ای از یک مدار الکتریکی بسته را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۲-۱ مدار الکتریکی باز

در صورتی که مسیر عبور جریان به دلایلی مانند قطع شدن سیم‌های رابط، سوختن فیوز، قطع مصرف کننده یا قطع شدن کلید کامل نباشد مدار را «**مدار باز**» یا «**مدار ناقص**» می‌گویند (شکل ۲۲-۱).



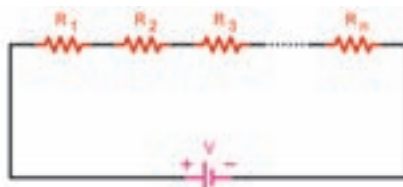
در یک مدار الکتریکی، مصرف کننده در برابر عبور جریان از خود مقاومت نشان می‌دهد لذا در مدار با علامت اختصاری مقاومت نشان داده می‌شود (شکل ۲۳-۱).

شکل ۲۳-۱ مدار الکتریکی بسته

اتصالات مقاومت‌ها

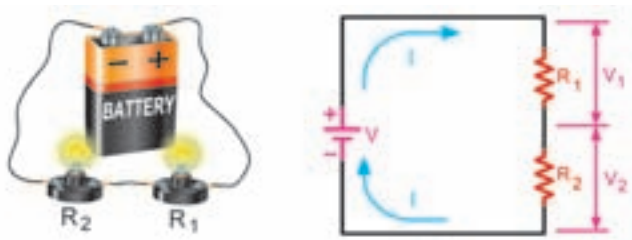
■ اتصال سری

هرگاه دو یا چند (n) مقاومت به صورت متوالی (دنبال هم - پشت سرهم) به یکدیگر اتصال داده شوند، مدار را «**سری**» گویند. در این مدار مقاومت‌ها طوری به هم متصل می‌شوند که انتهای عنصر اول به ابتدای عنصر دوم و انتهای عنصر دوم به ابتدای عنصر سوم وصل شده باشد، اگر به همین ترتیب تا آخرین عنصر ادامه یابد می‌گوییم مدار به صورت سری بسته شده است (شکل ۲۴-۱).



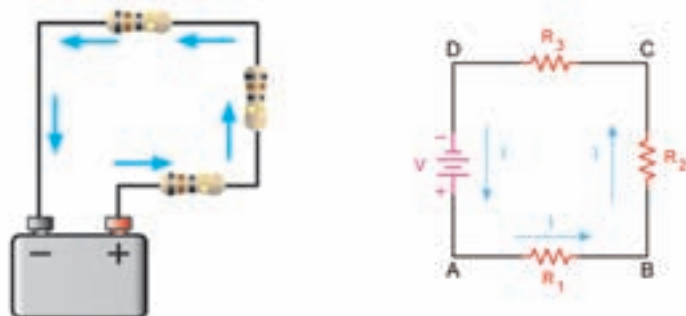
شکل ۲۴-۱ اتصال سری مقاومت‌ها

شکل ۲۵-۱ یک نمونه واقعی و نقشه فنی مدار سری را که در آن دو لامپ اتصال دارد، نشان می‌دهد.



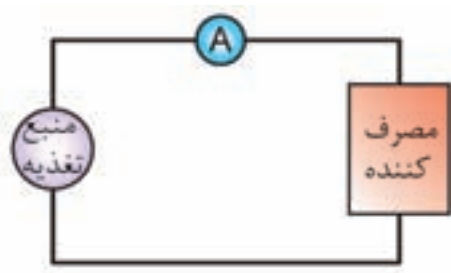
شکل ۲۵-۱ اتصال سری دو لامپ

در مدار سری برای عبور جریان الکتریکی همواره فقط یک مسیر وجود دارد (شکل ۲۶-۱).



شکل ۲۶-۱ شدت جریان یکسان در تمام عناصر مدار سری

دستگاه اندازه‌گیری آمپر متر در مدار به صورت سری قرار می‌گیرد.



ب- مدل مداری

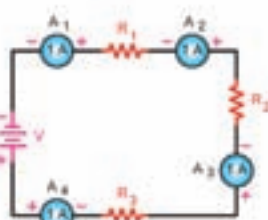
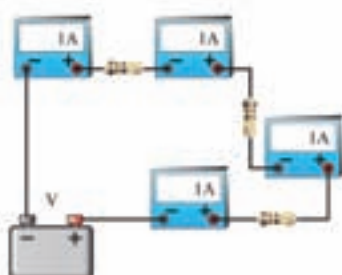


الف تصویر واقعی

شکل ۲۷-۱ نحوه‌ی اتصال آمپر متر در مدار الکتریکی

عامل مشترک در مدار سری: چنانچه مداری

را مطابق شکل (۲۸-۱) اتصال دهید مشاهده می‌کنید که هر یک از آمپر مترها جریان‌های مساوی (یک آمپر) نشان می‌دهند.



شکل ۲۸-۱ آمپر مترها در یک مدار سری جریان یکسانی نشان می‌دهند.

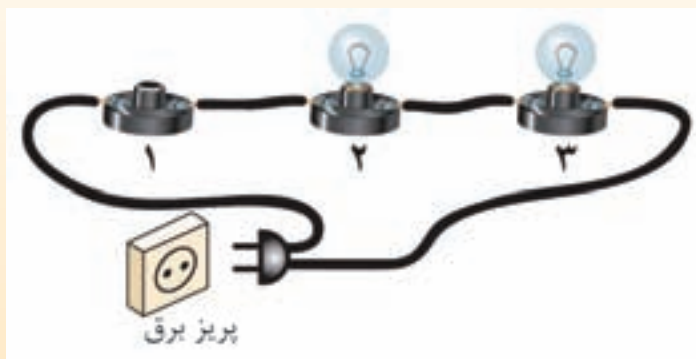
الکتریکی یک مسیر وجود دارد در نتیجه شدت جریان در تمام مقاومت‌ها مساوی و ثابت است. به همین دلیل، در مدارهای سری شدت جریان را می‌توان به عنوان یک عامل مشترکی برای تمام عناصر موجود در مدار دانست. در این مدار، برای شدت جریان رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$$

نکته

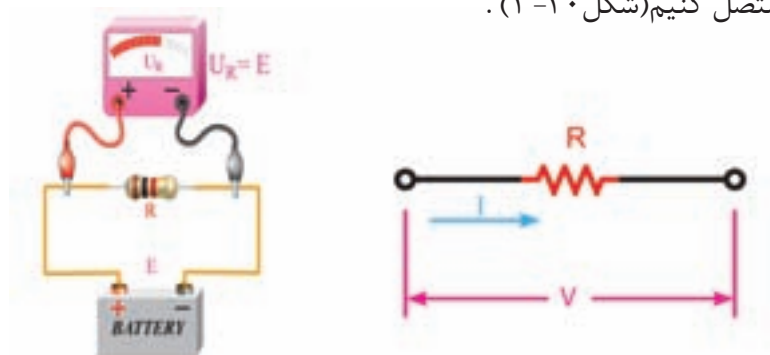


در مدار سری، اگر یکی از مصرف کننده‌ها از مدار خارج شوند به دلیل این که فقط یک مسیر برای عبور جریان وجود دارد، همه‌ی مصرف کننده‌ها از مدار خارج می‌شوند. در شکل ۲۹-۱ اگر یکی از لامپ‌ها باز (قطع) شود بقیه‌ی لامپ‌ها نیز خاموش می‌شوند.



شکل ۲۹-۱

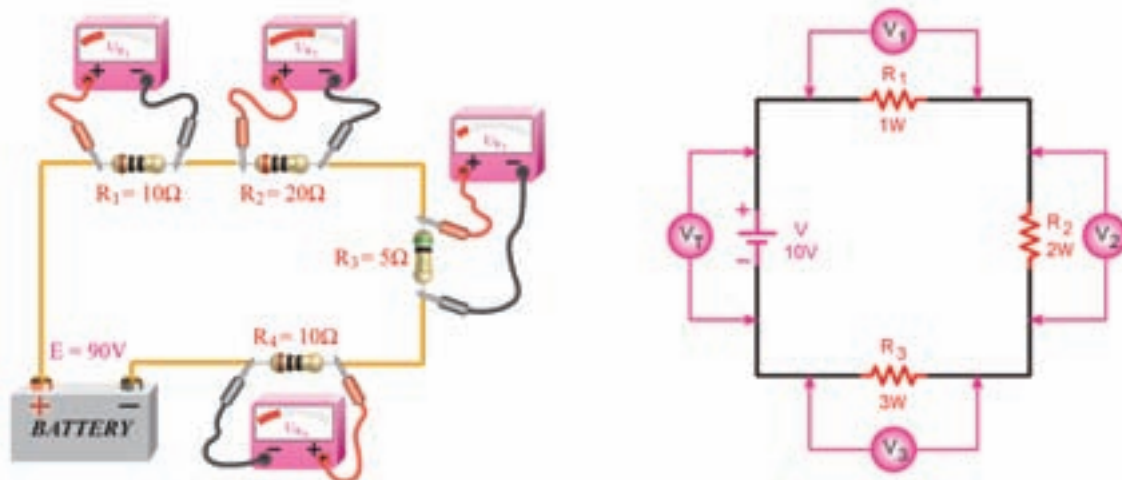
عامل غیر مشترک در مدار سری: بر اثر عبور جریان الکتریکی از هر مقاومت الکتریکی، در دو سر آن افت ولتاژی به وجود می‌آید. مقدار این ولتاژ توسط ولت‌متر اندازه‌گیری می‌شود. برای این کار کافی است دو سر ولت‌متر را به دو سر مقاومت الکتریکی متصل کنیم (شکل ۳۰-۱).



شکل ۳۰-۱ افت ولتاژ در دو سر یک مقاومت

مقدار ولتاژ را بر اساس قانون اهم می‌توان از رابطه $V = R \cdot I$ محاسبه کرد. چون جریان در مدار سری ثابت است لذا طبق این رابطه، مقدار افت ولتاژ در دو سر مقاومت با مقدار اهم آن رابطه‌ی مستقیم دارد. یعنی در صورت افزایش مقاومت (R) مقدار ولتاژ (V) نیز افزایش می‌یابد.

برای مثال اگر مداری را مطابق شکل ۳۱-۱ ببندیم ولت مترها مقادیر ولتاژی متفاوتی را در دو سر مقاومت‌ها نشان می‌دهند ولت مترهای ۱، ۲ و ۳ مقدار ولتاژهای دو سر مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 و ولت متر V_T مقدار ولتاژ کل مدار را نشان می‌دهند.

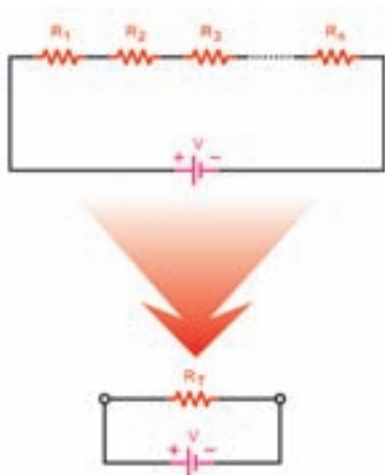


شکل ۳۱-۱ مجموع افت ولتاژهای در مدار سری با ولتاژ منبع تغذیه برابر است.

در مدار بسته‌ی شکل ۳۱-۱ ولتاژ کل منبع تغذیه به نسبت مقدار مقاومت‌ها بین مقاومت‌های مدار تقسیم می‌شود بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

مقاومت معادل در مدار سری: مقاومت کل یا «مقاومت معادل» به مقاومتی گفته می‌شود که بتواند به تنهایی اثر همه مقاومت‌های موجود در مدار را داشته باشد و جای‌گزین آن‌ها شود و شدت جریان تغییری نکند.



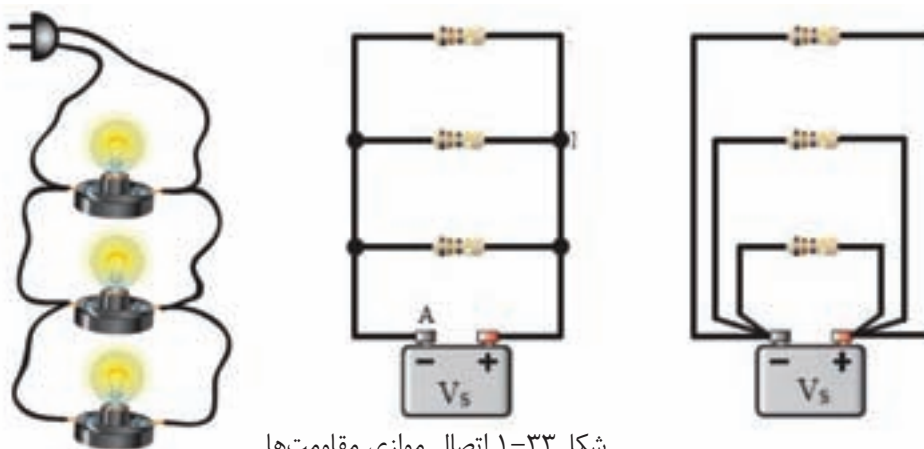
شکل ۳۲-۱ مقاومت معادل

با توجه به خصوصیات مطرح شده در مورد مدارهای سری، رابطه‌ی نهایی مقاومت معادل R_T به صورت زیر به دست می‌آید.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

■ اتصال موازی مقاومت‌ها

اگر دو یا (n) مقاومت، به ترتیبی اتصال داده شوند که یک طرف هر یک از آن‌ها به یکدیگر و طرف دیگر آن‌ها نیز به یکدیگر متصل شوند این اتصال را «**اتصال موازی**» می‌گویند. شکل (۳۳-۱) تصویر سه مقاومت و سه لامپ را، که به صورت موازی اتصال دارند، نشان می‌دهد.



شکل ۳۳-۱ اتصال موازی مقاومت‌ها

در این مدارها یک طرف مقاومت‌ها در نقطه‌ی A و طرف دیگر مقاومت‌ها در نقطه‌ی B به هم وصل شده‌اند. بین دو نقطه‌ی A و B قطب‌های (+) و (-) باتری اتصال داده شده است. برای اندازه‌گیری ولتاژ، ولت‌متر در مدار به صورت موازی قرار می‌گیرد (شکل ۳۴-۱).



ب) مدل مداری

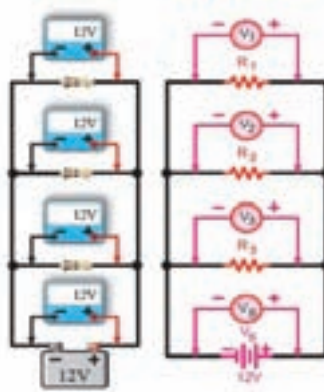


الف) تصویر واقعی

شکل ۳۴-۱ نحوه‌ی اتصال ولت‌متر در مدار

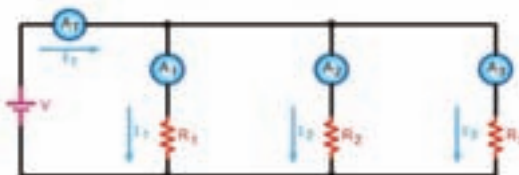
عامل مشترک در مدار موازی: در مدارهای موازی چون دو سر هر مقاومت مستقیماً به دو سر باتری متصل است، بنابراین ولتاژ دو سر همه‌ی مقاومت‌ها با هم مساوی‌اند. مساوی بودن ولتاژ در مدار موازی عامل مشترک مدار در نظر گرفته می‌شود. با اتصال مداری طبق شکل ۳۵-۱ مطلب فوق تأیید می‌شود (شکل ۳۵-۱).

پس برای مدارهای موازی می‌توان رابطه‌ی زیر را نوشت:

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = V_4$$


شکل ۳۵-۱ برابر بودن ولتاژ عناصر مدار موازی با ولتاژ منبع تغذیه

عامل غیر مشترک در مدار موازی: در مدارهای موازی عاملی را که برای تمام عناصر مقدار ثابتی ندارد «عامل غیر مشترک» می‌نامیم. جریان در هر شاخه‌ی یک مدار موازی به نسبت عکس مقدار مقاومت‌های هر شاخه، تقسیم می‌شود. یعنی شاخه‌ای که مقدار مقاومت کم‌تری دارد جریان بیش‌تری از خود عبور می‌دهد.



شکل ۳۶-۱ در مدار موازی شاخه‌ای که مقدار مقاومت کم‌تری دارد جریان بیش‌تری از خود عبور می‌دهد.

رابطه‌ی جریان کل را می‌توان بر اساس این قانون به صورت مقابل نوشت:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

مقاومت معادل در مدار موازی: برای محاسبه مقاومت معادل در مدار موازی می‌توان از رابطه‌ی نهایی R_T زیر

استفاده کرد.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$



- مقدار مقاومت معادل هر مدار موازی، از کوچکترین مقاومت موجود در مدار نیز کم‌تر است.
- بین دو مقاومت موازی شده با منبع تغذیه، مقاومتی که مقدار کم‌تری دارد جریان بیش‌تری را از خود عبور می‌دهد.

اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی

برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی مانند جریان، ولتاژ و مقاومت الکتریکی، از دستگاه‌هایی که به همین منظور ساخته شده است استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری ولتاژ از ولت متر، اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی از اهم متر و اندازه‌گیری جریان الکتریکی از آمپر متر، استفاده می‌شود. به طور کلی وقتی کلمه‌ی متر به صورت پسوند با واحد کمیت‌های اندازه‌گیری می‌آید، نام دستگاهی می‌شود که آن کمیت را اندازه می‌گیرد، مثل آمپر متر، ولت متر، اهم متر و... از آن جایی که در هر کار فنی به برقی به هر سه دستگاه اندازه‌گیری ولت متر، اهم متر و آمپر متر، نیاز است لذا برای سهولت کار از دستگاه اندازه‌گیری به نام «**آوومتر**» که هر سه کمیت ولتاژ، جریان و مقاومت الکتریکی را می‌تواند یکجا اندازه‌گیری کند، استفاده می‌شود. نام گذاری آوومتر از حروف ابتدایی آمپر، ولت و اهم صورت گرفته است. نام دیگر این دستگاه **مولتی متر** است.

مولتی متر

مولتی متر به معنی دستگاه اندازه‌گیر چند منظوره است، به عبارت دیگر دستگاهی که بتواند چند کمیت مختلف را اندازه بگیرد مولتی متر نامیده می‌شود. مولتی مترها از نظر ساختمان در دو نوع آنالوگ (عقربه‌ای) و دیجیتال ساخته می‌شود. سیمای ظاهری هر مولتی متر از سه قسمت تشکیل شده است.

- ۱- صفحه نشان دهنده
- ۲- سلکتور یا دگمه‌ی انتخاب کننده
- ۳- ترمینال‌های ورودی و دگمه‌های تنظیم کننده



شکل ۳۷- ۱ مولتی متر آنالوگ و دیجیتال

برای اندازه‌گیری یک کمیت الکتریکی مراحل زیر را انجام دهید:

۱. مولتی متر را روشن کنید.
۲. یکی از پراب‌ها (سیم‌های مولتی متر) را در محل یکی از ترمینال‌های ورودی یعنی (COM) قرار دهید.
۳. نوع کمیت مورد اندازه‌گیری را تعیین کنید و پراب دیگر را متناسب با نوع کمیت مورد نظر، در محل ترمینال

ورودی دیگر، مثلاً V یا A قرار دهید.

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

۵. محدوده‌ی مقدار اندازه‌گیری (رنج) را تعیین و سلکتور را روی آن رنج قرار دهید. برای این که دستگاه اندازه‌گیری آسیب نبیند دقت کنید که رنج انتخابی روی دستگاه از رنج کمیت اندازه‌گیری بیش‌تر باشد. مثلاً اگر می‌خواهید مقدار ولتاژ برق شهر (۲۲۰ ولت) را اندازه‌گیری کنید رنج انتخابی توسط سلکتور باید بیش‌تر از ۲۲۰ باشد.

۶. دو سر دو پراب را به محل مورد نظر اتصال دهید. به نوع اتصال سری یا موازی دقت کنید.

۷. مقدار اندازه‌گیری شده را قرائت کنید.

نکات ایمنی در استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری



۱. در برخی از مواقع که در اندازه‌گیری با مولتی‌متر دچار اشتباه می‌شوید فیوز داخل آن عمل می‌کند در این صورت سیم داخل فیوز ذوب و قطع می‌شود. در این حالت باید فیوز را عوض کنید. شکل ۱-۳۸ یک نمونه فیوز را نشان می‌دهد. در هنگام تعویض فیوز، به مقدار جریانی که روی قسمت فلزی آن حک شده است، دقت کنید.



شکل ۱-۳۸ فیوز مولتی‌متر

۲. در ابتدای هر اندازه‌گیری با مولتی‌متر آنالوگ با یک پیچ‌گوشی پیچ تنظیم صفر را طوری تنظیم کنید که عقربه دقیقاً روی عدد صفر قرار گیرد.

۳. برای اندازه‌گیری کمیتی که مقدار آن را نمی‌دانید ابتدا از بالاترین سطح (رنج) اندازه‌گیری شروع کنید.

۴. وقتی سلکتور را روی آمپر می‌گذارید مولتی‌متر را، حتماً به صورت سری و هنگام اندازه‌گیری ولتاژ، آن را به صورت موازی در مدار قرار دهید.

۵. هنگام اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی باید جریان برق را قطع کنید.

۶. در صورتی که هنگام جابجا کردن مولتی‌متر به آن ضربه وارد شود حساسیت خود را از دست می‌دهد.



هدف: اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی

وسایل مورد نیاز: باتری، سیم رابط، کلید، سرپیچ، لامپ، مولتی‌متر و پیچ گوشتی

مراحل انجام کار:

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

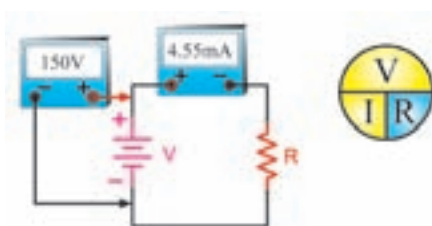


شکل ۳۹- ۱ اندازه‌گیری ولتاژ

۲. مولتی‌متر را روشن کنید. پراب‌ها را به ترمینال‌های ورودی

COM و V وصل کنید. سلکتور را روی کمیت ولتاژ از نوع « DC »

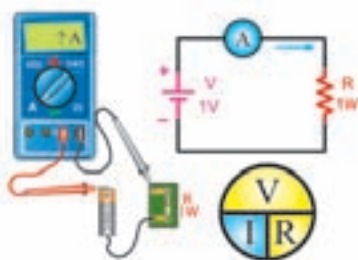
و در رنج مولتی‌متر را روی بیش‌ترین مقدار قرار دهید. سر دو پراب را به دو سر لامپ اتصال دهید و مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده را بخوانید (شکل ۳۹- ۱).



شکل ۴۰- ۱ اندازه‌گیری جریان

۳. پراب‌ها را به ترمینال‌های ورودی « COM » و « A » وصل کنید.

سلکتور را روی کمیت جریان از نوع « DC » و در 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 آمپرمتتر را در مدار سری کرده‌اید. حال مقدار جریان اندازه‌گیری شده را بخوانید (شکل ۴۰- ۱).



۴. مدار الکتریکی را باز کنید. پراب‌ها را به ترمینال‌های ورودی

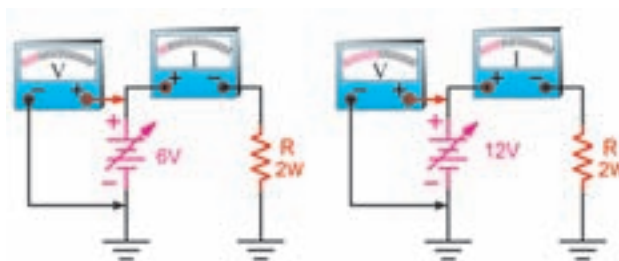
« COM » و « Ω » وصل کنید. سلکتور را روی کمیت اهم و رنج آن را روی بیش‌ترین مقدار قرار دهید. سر دو پراب را به دو سر مقاومت اتصال دهید و مقدار مقاومت الکتریکی را اندازه‌گیری شده را بخوانید (شکل ۴۱- ۱).

شکل ۴۱- ۱ اندازه‌گیری مقاومت

۵. شرح کار و نتایج حاصل شده را در دفتر گزارش کار یادداشت نمایید.

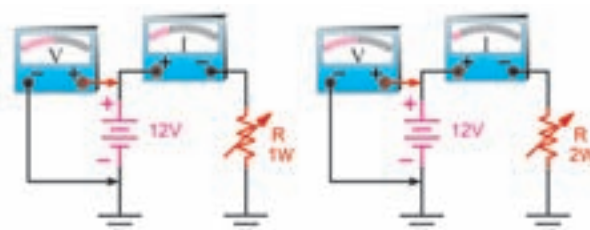
قانون اهم

اگر مقاومت یک مدار را ثابت نگه داریم و ولتاژ منبع تغذیه را افزایش دهیم شدت جریان افزایش می‌یابد (شکل ۴۲-۱).



شکل ۴۲-۱ مقاومت ثابت، ولتاژ متغیر

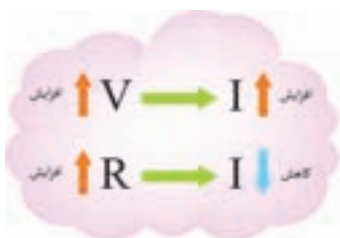
همچنین اگر ولتاژ منبع تغذیه را ثابت نگه داریم و مقدار مقاومت مدار را افزایش دهیم جریان مدار کاهش می‌یابد (شکل ۴۳-۱).



شکل ۴۳-۱ ولتاژ ثابت، مقاومت متغیر

یعنی می‌توانیم بنویسیم:

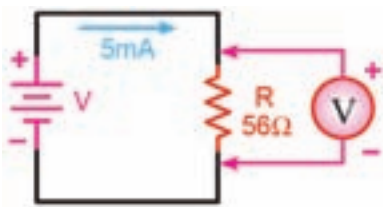
نتایج آزمایش‌های اهم به نام قانون اهم شناخته می‌شود، رابطه‌ی قانون اهم را می‌توانیم به سه صورت بنویسیم.



$$\begin{aligned} \frac{V}{I} &= R \\ I &= \frac{V}{R} \\ V &= IR \\ R &= \frac{V}{I} \end{aligned}$$

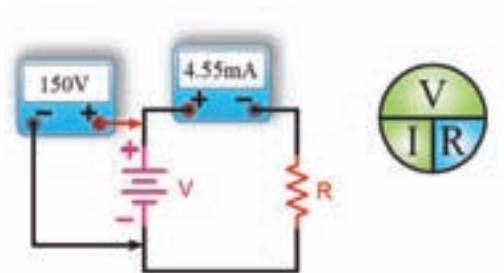
همان گونه که مشاهده می‌شود اگر دو جزء از معادله معلوم باشد می‌توان به آسانی جزء سوم را به دست آورد.

مثال: در مدار شکل (۴۴-۱)، ولت متری که در دو سر مقاومت قرار دارد چه ولتاژی را نشان می‌دهد؟
حل:



شکل ۴۴-۱

$$\begin{aligned} V &= R \times I \\ V &= 56 \times 5 \times 10^{-3} = 28 \text{ V} \end{aligned}$$

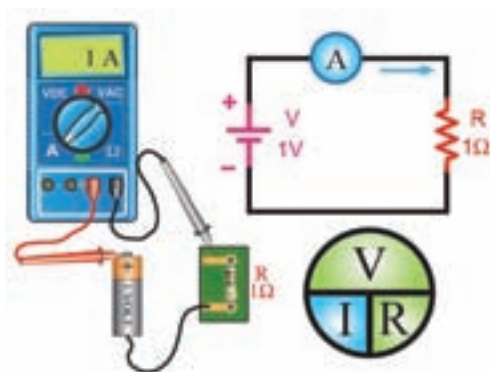


شکل ۱-۴۵

مثال: در مدار شکل (۱-۴۵) مقدار مقاومت چند کیلو اهم است؟

حل:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{150}{4/55 \times 10^{-3}} = \frac{150 \times 10^{-3}}{4/55 \times 10^{-3}} = 33 \times 10^3 = 33K\Omega$$



شکل ۱-۴۶

مثال: جریان عبوری از مقاومت مدار شکل (۱-۴۶) چند میلی آمپر است؟

حل:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1}{1} = 1 A$$

$$1 A = 1000 mA$$

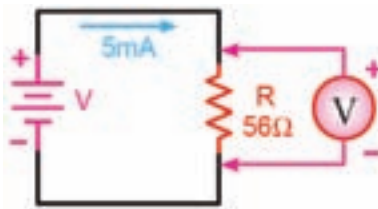


هدف: بررسی قانون اهم

وسایل مورد نیاز: باتری، سیم رابط، کلید، سرپیچ، لامپ، آمپر متر، ولت متر و اهم متر

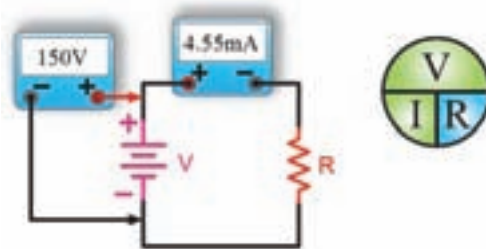
مراحل انجام کار:

۱. مطابق شکل ۴۷-۱ مداری را ببندید (مقادیر عناصر با توجه به امکانات کارگاه انتخاب شود).
 ۲. آمپر متر را به صورت سری در مدار قرار دهید و مقدار اندازه گیری شده را توسط آن یادداشت نمایید.
 ۳. ولت متر را به دو سر مصرف کننده متصل نمایید. مقدار اندازه گیری شده را یادداشت نمایید.
- آیا مقدار اندازه گیری شده توسط ولت متر با مقدار محاسبه شده از طریق رابطه یکسان است؟



شکل ۴۷-۱

۴. مقادیر عناصر را تغییر دهید و مداری با مقدار مقاومت نا معلوم مطابق شکل ۴۸-۱ ببندید.



شکل ۴۸-۱

۵. آمپر متر و ولت متر را در مدار قرار داده و مقادیر ولتاژ منبع تغذیه و جریان مدار را اندازه گیری کرده و یادداشت نمایید.

۶. مقدار مقاومت را طبق رابطه محاسبه کنید.

۷. ضمن باز کردن مقاومت از مدار، مقدار آن را با اهم متر اندازه گیری کنید.

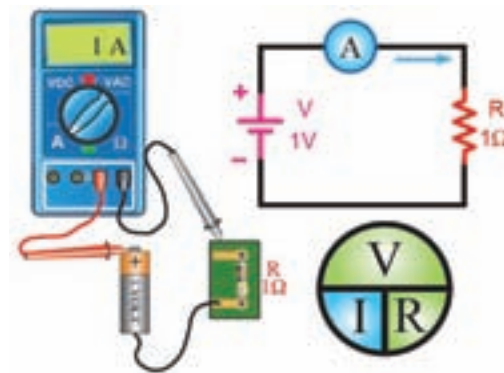
۸. مقدار اندازه گیری شده مقاومت توسط اهم متر را با مقدار محاسبه شده از طریق رابطه، مقایسه نمایید.

۹. مقاومت یک اهمی را به یک منبع تغذیه ی یک ولتی (مطابق شکل ۴۹-۱) متصل کنید.

۱۰. مقدار جریان مدار را از طریق رابطه محاسبه نمایید.

۱۱. آمپر متر را در مدار به صورت سری قرار دهید و مقدار جریان مدار را اندازه گیری نمایید.

۱۲. مقدار اندازه گیری شده ی جریان را با مقدار محاسبه شده، مقایسه کنید.



شکل ۴۹-۱

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

نکته



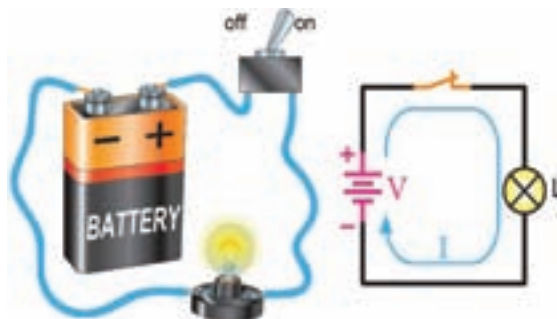
یکی از حالاتی که ممکن است در مدارهای الکتریکی به وجود آید حالت « اتصال کوتاه » است. این حالت می‌تواند موجب عمل کردن فیوز مدار یا حتی سوختن برخی از قطعات آن شود.

حالت اتصال کوتاه در مدار به شرایطی گفته می‌شود که مقاومت مصرف کننده (بار) به صفر برسد، یعنی با سیمی که مقاومتی ندارد دو سر مصرف کننده به یکدیگر متصل شوند. در صورت وقوع چنین حالتی جریان بسیار زیادی از مدار خواهد گذشت، زیرا با قرار دادن مقدار صفر در مخرج رابطه‌ی زیر جریان بسیار زیاد شده، وسایل الکتریکی، که در مسیر این جریان زیاد قرار بگیرند، خواهند سوخت (شکل ۵۰-۱) و (شکل ۵۱-۱).

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



دو سر لامپ اتصال کوتاه شده
شکل ۵۱-۱



مدار الکتریکی در حالت عادی
شکل ۵۰-۱

توان الکتریکی

مقدار کار انجام شده در واحد زمان را « توان » یا « قدرت » گویند و آن را از رابطه‌ی زیر می‌توان به دست آورد.

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

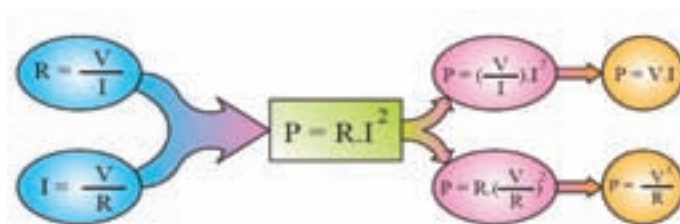
W - مقدار کار انجام شده بر حسب ژول (J),
 t - مدت زمان انجام کار بر حسب ثانیه (S),
 P - توان (قدرت) بر حسب ژول بر ثانیه (S/S) یا وات (W).
 یک وات توان را می‌توان چنین تعریف کرد:

هرگاه برای انجام کاری در مدت زمان یک ثانیه یک ژول انرژی استفاده شود می‌گوییم یک وات قدرت (توان) صرف شده است. از آن جایی که با رابطه‌ی الکتریکی آشنا هستیم پس می‌توان رابطه‌ی توان را بر پایه آن به این صورت نیز محاسبه کرد:

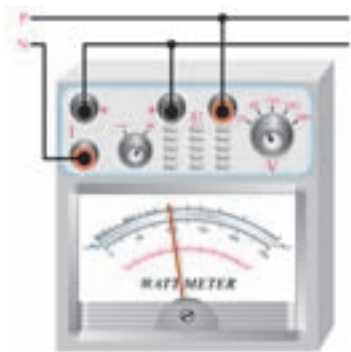
$$P = R \times I^2$$

اگر در رابطه به کمک قانون اهم یک بار به جای R و بار دیگر به جای I معادل هر یک را قرار دهیم دو رابطه‌ی دیگر برای توان به دست می‌آید.

نمودار تصویر رو به رو چگونگی مراحل به دست آوردن روابط را نشان می‌دهد.



نمودار ۱-۱



توان الکتریکی را با واحد دیگری به نام «اسب بخار» نیز بیان می‌کنند. هر اسب بخار ۷۳۶ وات است.

مقدار توان مصرفی در مدارهای الکتریکی را با وسیله‌ای بنام «وات متر» اندازه‌گیری می‌کنند. علامت اختصاری این وسیله به صورت است و شکل واقعی یک نمونه‌ی وات متر را در شکل (۵۲-۱) مشاهده می‌کنید.

شکل ۵۲-۱ طرز اتصال وات متر

توان مصرفی کل یک مدار الکتریکی که از چند جزء تشکیل شده است از حاصل جمع توان‌های تک تک عناصر مدار به دست می‌آید. برای محاسبه‌ی توان هر یک از عناصر لازم است دو کمیت از سه کمیت V و I و R معلوم باشد تا بتوان یکی از روابط P را به کار برد.

حاصل ضرب توان در زمان را «انرژی» می‌گویند. برای اندازه‌گیری انرژی الکتریکی از کنتور استفاده می‌کنند. امروزه کنتورها به صورت تک فاز و سه فاز دیجیتالی ساخته می‌شوند. این کنتورها قادرند مقدار انرژی الکتریکی مصرفی را در سه فاصله زمانی در شبانه روز ثبت کنند. این سه فاصله‌ی زمانی شامل زمان‌های کم مصرف، مصرف متوسط و اوج مصرف است. این نوع کنتورها سه تعرفه هستند یعنی برای مصرف برق در هر یک از این زمان‌ها باید بهای متفاوتی پرداخت. برای مصرف برق در زمان اوج مصرف (اوج مصرف در کشور ما در تابستان بین ساعات ۱۹ تا ۲۳ و در زمستان بین ساعات ۱۸ تا ۲۲ است). باید هزینه‌ی بیشتری پرداخت.



شکل ۵۳-۱ کنتورهای تک فاز و سه فاز دیجیتالی

ضریب بهره‌ی (راندمان) الکتریکی

طبق اصل «بقای انرژی» انرژی هیچ‌گاه از بین نمی‌رود و فقط از نوعی به نوع دیگر تبدیل می‌شود. شکل (۵۴-۱) در هنگام تبدیل انرژی‌ها به یکدیگر، مقداری از انرژی به مصرف مفید نمی‌رسد و به نوعی دیگر از انرژی تبدیل می‌شود که مورد نظر ما نیست. این انرژی را «انرژی تلف شده» می‌نامند. مثلاً در یک موتور الکتریکی، که انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود بخشی از انرژی الکتریکی که موتور دریافت کرده است به صورت‌های زیر تلف می‌شود:

الف) اصطکاک قسمت‌های مکانیکی گردنده

ب) حرارت در سیم‌های حامل جریان

ج) حرارت در سیم پیچی و هسته



از طرف دیگر مقدار توان تلف شده در همه دستگاه‌ها یکسان نیست. لذا لازم است تا با عاملی میزان کارایی هر وسیله را بیان کنیم معمولاً از اصطلاح « کارایی » یا « راندمان » برای این منظور استفاده می‌شود. نمودار (۱-۲) وضعیت مصرف کننده‌ها را از نظر ورودی و خروجی نشان می‌دهد. نمودار ۱-۲

به طور کلی نسبت توان گرفته شده (خروجی) به توان داده شده (ورودی) را « بازده » گویند. ضریب بهره، که معرف مقدار عددی راندمان است همیشه بر حسب درصد بیان می‌شود. هر قدر عدد راندمان بیش‌تر باشد نشان دهنده آن است که کیفیت کاری دستگاه بهتر است. اگر توان ورودی را با (P_1) و توان خروجی را با (P_2) و ضریب بهره را با « η » نشان دهیم رابطه‌ی آن به صورت زیر خواهد شد:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$



در محاسبه‌ی میزان راندمان یک وسیله‌ی الکتریکی باید به نوع توان یا انرژی ورودی و خروجی آن توجه کرد و در محاسبه مقدار راندمان یا کارایی آن را در نظر داشت. مثلاً همان طوری که در شکل (۵۴-۱) مشاهده می‌شود در یک موتور الکتریکی توان ورودی آن (P_1) از نوع انرژی الکتریکی، ولی توان خروجی آن (P_2) از نوع انرژی مکانیکی است.

شکل ۵۴-۱ توان و تلفات در موتور الکتریکی

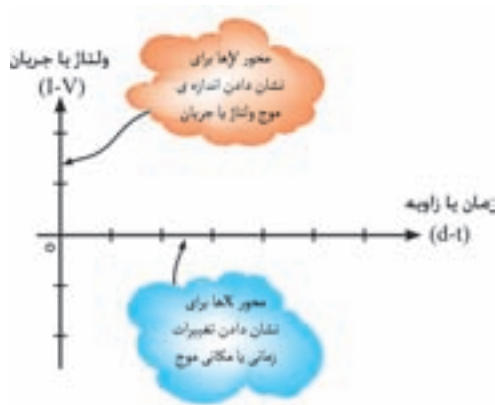


هم چنین در یک لامپ، توان ورودی (P_1) انرژی الکتریکی است و توان خروجی (P_2) از نوع انرژی نورانی است.

شکل ۵۵-۱ توان و تلفات در لامپ معمولی

جریان متناوب

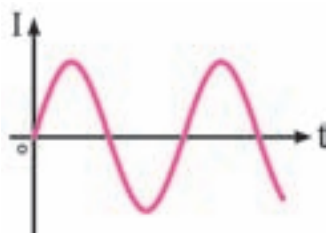
در هر مدار بسته ای که ولتاژ وجود داشته باشد جریان الکتریکی نیز جاری خواهد شد. جریان متناوب به جریانی گفته می‌شود که در طی مدت زمان مشخص، اندازه و جهت آن تغییر می‌کند و این شرایط به صورت تناوبی ادامه می‌یابد. تغییرات ولتاژ با جریان در مدارهای الکتریکی را به صورت « شکل موج » نشان می‌دهند. برای رسم شکل موج محورهای مختصاتی مطابق شکل (۵۶-۱) نیاز داریم. محور عمودی بیانگر اندازه‌ی ولتاژ یا جریان



و محور افقی معرف زمان است. بالای محور افقی را قسمت مثبت موج و پائین محور افقی را قسمت منفی موج می‌گویند. شکل ۵۶- ۱ محورهای مختصاتی برای رسم شکل موج

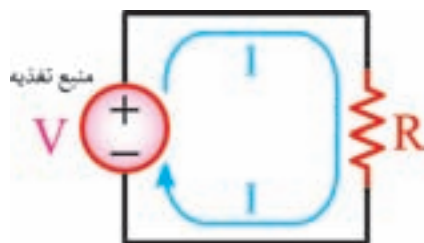
در جریان متناوب معمولاً شکل موج سینوسی از سایر انواع موج‌ها متداول‌تر است. شکل موج برق شهر متناوب است (شکل ۵۷- ۱).

شکل ۵۷- ۱ موج سینوسی



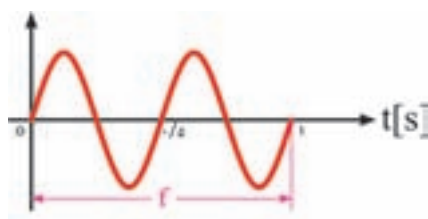
جریان الکتریکی متناوب همیشه در یک جهت نیست. توضیح این که ابتدا در یک جهت جریان می‌یابد، سپس جهت خود را عوض می‌کند و در خلاف جهت قبل جاری می‌شود (شکل ۵۸- ۱).

شکل ۵۸- ۱ جریان متناوب در مدار الکتریکی



مشخصات جریان متناوب:

سیکل: به شکل موجی می‌گویند که مقدار و جهت آن تغییر می‌کند، یعنی از صفر شروع می‌شود و به مقدار بیشینه (ماکزیمم) می‌رسد سپس مقدار آن صفر و به مقدار کمینه (مینیمم) می‌رسد بعد از آن به صفر بر می‌گردد.



فرکانس: به تعداد سیکل‌ها (نوسانات) در مدت زمان یک ثانیه «فرکانس» می‌گویند. واحد فرکانس هرتز (Hz) است. فرکانس برق ایران ۵۰ هرتز است. برای مثال در شکل (۵۹- ۱) مقدار فرکانس ۲ هرتز است.

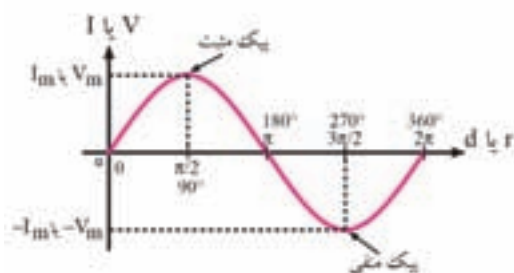
شکل ۵۹- ۱ فرکانس

برای اندازه‌گیری فرکانس از فرکانس متر استفاده می‌شود (شکل ۶۰- ۱). فرکانس متر به صورت موازی به مدار اتصال داده می‌شود.



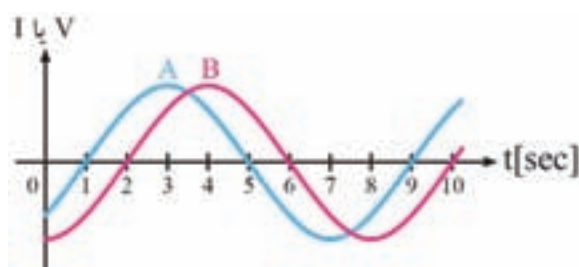
شکل ۶۰- ۱ فرکانس متر

مقدار ماکزیمم (پیک): به حداکثر مقداری که ولتاژ و جریان سینوسی در هر سیکل دارد مقدار ماکزیمم گویند. (شکل ۶۱-۱)



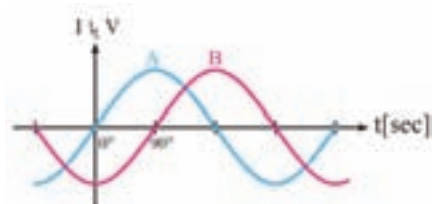
شکل ۶۱-۱ مقدار ماکزیمم موج

اختلاف فاز: فاز اصطلاحی است که ارتباط زمانی یا مکانی دو یا چند موج را بیان می‌کند. برای تعیین میزان اختلاف بین دو یا چند موج از اصطلاح اختلاف فاز استفاده می‌کنند. در شکل ۶۲-۱ موج A و B به اندازه‌ی یک ثانیه با هم اختلاف زمانی دارند. موج A یک ثانیه نسبت به موج B جلوتر است.



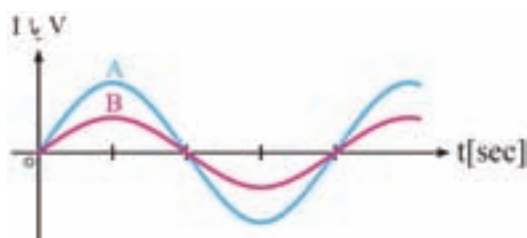
شکل ۶۲-۱ اختلاف فاز یک ثانیه

در شکل (۶۳-۱) موج A به اندازه‌ی ۹۰ درجه از موج B جلوتر است یا به عبارتی دیگر، دو موج A و B به اندازه‌ی ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند.



شکل ۶۳-۱ اختلاف فاز ۹۰ درجه

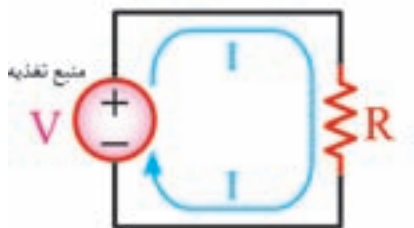
در شکل (۶۴-۱) دو موج با هم هم فازند و هیچ اختلاف فازی ندارند. چون نقطه‌ی شروع هر دو موج یکسان است.



شکل ۶۴-۱ دو موج هم فاز

◀ جریان مستقیم

اگر قطب‌های منبع ولتاژ مدار هرگز تغییر نکند جهت جریان ثابت می‌ماند و به آن «جریان مستقیم یا DC» می‌گویند (شکل ۶۵-۱).



شکل ۶۵-۱ مدار با جریان مستقیم

اگر جریان دی سی (DC) از قطعه سیمی عبور کند، جریان از قطب مثبت شروع و به قطب منفی ختم می‌شود. در این حالت تعدادی الکترون از قطب مثبت به قطب منفی منتقل می‌شوند (شکل ۶۶-۱).



شکل ۶۶-۱

موج‌هایی که دارای قسمت منفی نیستند موج مستقیم نامیده می‌شوند. برق باتری‌ها دارای موج مستقیم است (شکل ۶۷-۱).



شکل ۶۷-۱ موج جریان مستقیم

خازن

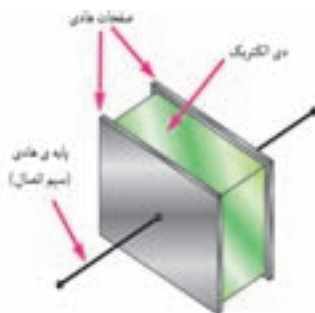
خازن از وسایلی است که می‌تواند مقداری الکتریسیته را در خود ذخیره کند، همان گونه که یک مخزن آب برای ذخیره کردن آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۶۸-۱، تصویر ظاهری تعدادی از انواع خازن‌ها، که در موتورهای الکتریکی کاربرد زیادی دارند، نشان داده شده است.



شکل ۶۸-۱ نمونه‌های مختلف خازن

◀ ساختمان خازن

خازن از دو صفحه‌ی هادی، که بین آن‌ها عایق (دی الکتریک) قرار دارد، تشکیل می‌شود. شکل (۶۹-۱) طرح ساده یک خازن مسطح و علامت اختصاری آن را نشان می‌دهد.



شکل ۶۹-۱ ساختمان داخلی و علامت اختصاری خازن

خازن از دو قسمت اصلی تشکیل شده است.

الف) صفحات خازن: صفحات خازن‌های هستند و معمولاً از ورقه‌های نازک از جنس آلومینیوم روی یا نقره ساخته می‌شوند.



شکل ۷۰-۱ صفحات خازن

ب) ماده‌ی عایق (دی الکتریک): ماده‌ی عایق به کار رفته بین صفحات خازن را دی الکتریک گویند. این ماده‌ی عایق می‌تواند هوا، خلأ، کاغذ، شیشه، میکا، روغن و... باشد.

◀ مشخصات خازن

برخی از مشخصات فنی خازن عبارت‌اند از:

الف) ظرفیت: مقدار توانایی یک خازن در ذخیره کردن الکتریسیته را «**ظرفیت خازن**» می‌گویند. به عبارت دیگر ظرفیت خازن برابر است با مقدار باری که باید روی یکی از صفحات خازن ذخیره شود تا پتانسیل آن نسبت به صفحه‌ی دیگر به اندازه‌ی یک ولت افزایش یابد. ظرفیت خازن را با حرف C نمایش می‌دهند و آن را با واحد فاراد می‌سنجند. مقدار ظرفیت خازن را روی بدنه‌ی آن یا در برگه‌ی مشخصات (کالانما) آن مشخص می‌کنند. ظرفیت خازن را می‌توان از رابطه‌ی زیر به دست آورد:

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

که در آن:

C - ظرفیت خازن (بر حسب فاراد)

Q - بار الکتریکی ذخیره شده در صفحات (بر حسب کولن)

V - ولتاژ دو سر خازن (بر حسب ولت) است.

چون فاراد واحد بسیار بزرگی است. لذا از واحدهای کوچک‌تر مانند میکروفاراد یا $\frac{1}{1000000}$ فاراد استفاده می‌شود. که آن را با μF نشان می‌دهند. $1F = 10^6 \mu F$



ظرفیت خازن $10 \mu F$

اولین موضوعی که در انتخاب یک خازن باید به آن توجه کرد ظرفیت آن است. در شکل (۷۱-۱) مقدار ظرفیت خازن $12 \mu F$ توسط کارخانه سازنده بر روی بدنه آن حک شده است. بسیار اتفاق می‌افتد که مقدار ظرفیت خازن مورد نیاز ما در حوزه خازن‌های استاندارد موجود در بازار نیست. به همین دلیل باید به کمک چند خازن، مقدار ظرفیت خازن معادل را بسازیم. توجه به ظرفیت خازن در انتخاب و ساختن خازن معادل بسیار مهم است.

شکل ۷۱-۱



ولتاژ کار ۴۵۰ ولت

ب) ولتاژ کار: به حداکثر ولتاژی که می‌توان به خازن اعمال کرد، به طوری که عایق دی الکتریک آن آسیب نبیند، ولتاژ کار خازن می‌گویند. توجه به مقدار این ولتاژ بسیار مهم است. مقدار ولتاژ اعمال شده به خازن باید مساوی یا کم‌تر از مقدار ولتاژ کار خازن باشد. مقدار ولتاژ کار را روی خازن می‌نویسند یا توسط کارخانه سازنده در برگه‌ی مشخصات (کاتالوگ) آن آورده می‌شود.

شکل ۷۲-۱

ج) **تُلرانس**: به حداکثر انحراف مجاز مقدار ظرفیت خازن نسبت به ظرفیت اسمی آن گویند. همان طور که در شکل - ۱ نشان داده شده است، تُلرانس ظرفیت خازن ده درصد است. یعنی ظرفیت خازن ده درصد بیش تر یا ده درصد کم تر از مقدار ظرفیت درج شده روی آن می تواند باشد.

تُلرانس ظرفیت خازن ده درصد



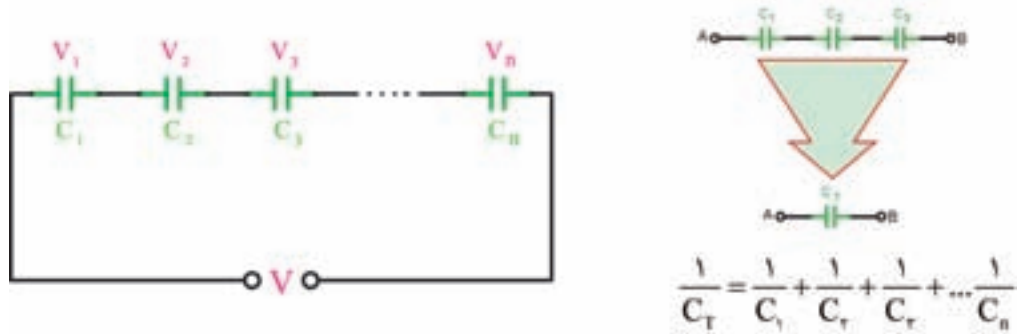
شکل ۷۳- ۱

د) **ضریب حرارتی**: به حداکثر میزان تغییر ظرفیت خازن به ازای تغییر یک درجه ی حرارت آن ضریب حرارتی می گویند.



اگر خازنی مورد نیاز باشد که در محدوده‌ی ظرفیت‌های استاندارد نباشد، می‌توان با متصل کردن چند خازن به صورت سری، موازی یا ترکیبی، خازن مورد نظر را به دست آورد. اصطلاحاً به خازنی که می‌تواند جای‌گزین تمام خازن‌های مدار شود **خازن معادل** گویند.

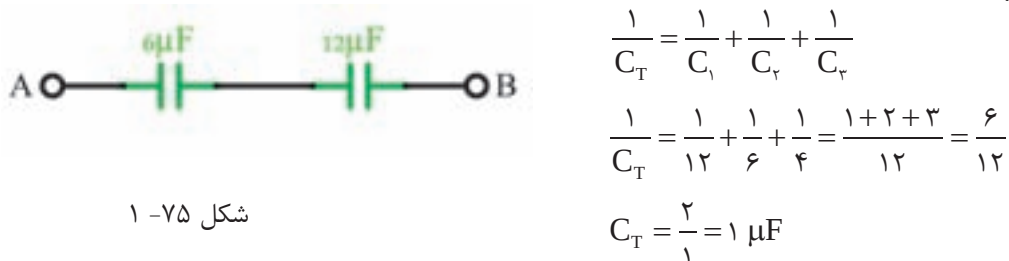
الف) **اتصال سری خازن‌ها:** اتصال دو (یا n) خازن مانند شکل (۷۴-۱) اتصال سری است. ظرفیت خازن معادل در مدار سری را می‌توان از رابطه‌ی زیر به دست آورد:



شکل ۷۴-۱ اتصال سری خازن‌ها

همانگونه از رابطه‌ی نهایی مشخص است ظرفیت خازن معادل در مدارهای سری مانند رابطه‌ی مربوط به مقاومت‌های موازی است.

مثال: ظرفیت خازن معادل از دو نقطه‌ی A و B در شکل (۷۵-۱) چند میکروفاراد است؟ پاسخ:



شکل ۷۵-۱

اگر دو خازن به طور سری بسته شوند می‌توانیم از رابطه‌ی ساده شده‌ی نهایی به صورت زیر استفاده کنیم.

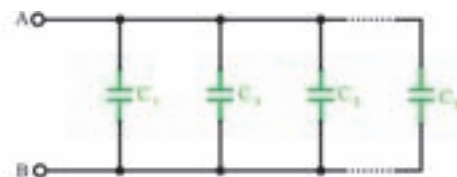
$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C_T} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 \times C_2} \Rightarrow C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

نکته

خازن‌ها را پیش از اتصال در مدار، ابتدا دشارژ (تخلیه) کنید. برای دشارژ خازن لازم است دو سر آن را با یک مقاومت به یکدیگر متصل کرد.

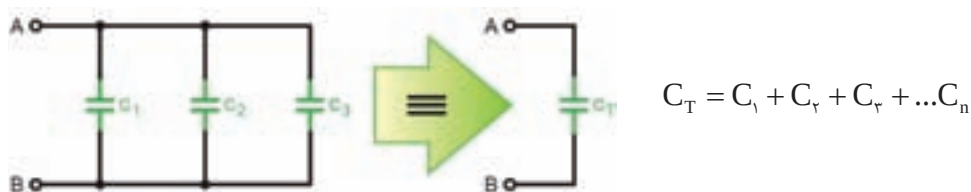


ب) اتصال موازی خازن‌ها: هرگاه دو (یا n) خازن مطابق شکل (۷۶-۱) به یکدیگر وصل شوند این اتصال را «موازی» گویند.



شکل ۷۶-۱ اتصال موازی خازن‌ها

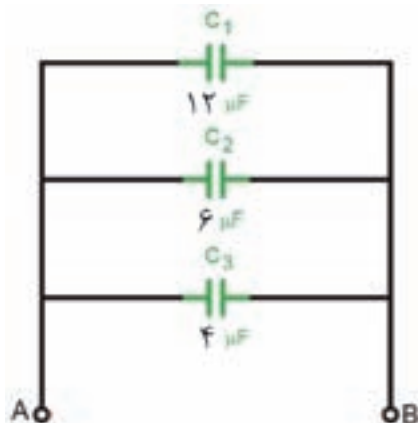
رابطه‌ی ظرفیت خازن معادل در مدار موازی را از رابطه‌ی زیر می‌توان به دست آورد:



شکل ۷۷-۱ خازن معادل

همان گونه از رابطه‌ی نهایی مشخص است ظرفیت خازن معادل در مدارهای موازی مانند رابطه مربوط به مقاومت‌های سری است.

مثال: ظرفیت خازن معادل از دو نقطه‌ی A و B در شکل (۷۸-۱) چند میکروفاراد است؟



شکل ۷۸-۱

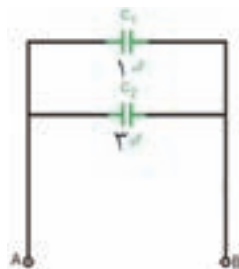
پاسخ:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 = 12 + 6 + 4 = 22 \mu F$$

مثال: خازن‌های ۱، ۳، ۶ و ۱۲ میکروفارادی موجود است، اما خازن مورد نظر ما با ظرفیت چهار میکروفاراد در دسترس نیست چگونه از میان این خازن‌ها، خازن معادل را می‌سازید.

پاسخ: $C_T = C_1 + C_2 = 1 + 3 = 4 \mu F$

روش اول: می‌توانیم طبق شکل مقابل دو خازن ۱ و ۳ میکروفارادی را با هم موازی کنیم در نتیجه داریم:



شکل ۷۹-۱

روش دوم: می‌توانیم طبق شکل مقابل دو خازن ۱۲ و ۶ میکروفارادی را با هم سری کنیم، در نتیجه داریم:



$$C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4 \text{ MF}$$

شکل ۸۰-۱

همانگونه که از حل دو روش ملاحظه می‌کنید، نتیجه دو روش یکسان است.

بوبین (سیم پیچ)

اگر مقداری سیم به دور محور یا هسته‌ای پیچیده شود بوبین یا سیم‌پیچ به وجود می‌آید. این سیم پیچ می‌تواند انرژی الکتریکی را به صورت میدان مغناطیسی در خود ذخیره کند. به «سیم‌پیچ»، «سلف» نیز می‌گویند. در شکل ۸۱-۱ یک نمونه بوبین به همراه علامت اختصاری آن نشان داده شده است. از سیم‌پیچ‌ها یا سلف‌ها در ساخت انواع رله‌های مغناطیسی و موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود.

شکل ۸۱-۱ سیم‌پیچ



ساختمان بوبین:

یک بوبین از دو قسمت اصلی تشکیل می‌شود.

الف) سیم‌پیچ: مقداری سیم با روکش عایق لاک‌ی که روی یک قرقره پیچیده شده است.



شکل ۸۲-۱ سیم‌پیچ روی قرقره پیچیده شده

ب) هسته: جنس هسته از مواد مغناطیسی مانند آهن، ساخته شود که تمام خطوط میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط سیم پیچ را به راحتی از خود عبور دهد. نقش هسته تقویت میدان مغناطیسی تولید شده توسط سیم‌پیچ است. در شکل ۸۳-۱ یک نمونه هسته نشان داده شده است.



شکل ۸۳-۱ هسته‌ی آهنی

۱. نحوه‌ی توزیع برق به مناطق شهری و روستای را از نظر سطح ولتاژ توضیح دهید؟
۲. کمیت‌های الکتریکی جریان، اختلاف پتانسیل، مقاومت، توان، راندمان، فرکانس، اختلاف فاز را تعریف کنید؟
۳. یک مدار الکتریکی را به همراه تمام اجزای آن ترسیم کنید؟
۴. عناصر مدار الکتریکی و مشخصات آن‌ها را توضیح دهید؟
۵. قانون اهم را شرح دهید؟
۶. انواع اتصالات مقاومت‌ها را نام ببرید و خصوصیات هر یک را توضیح دهید؟
۷. انواع مولتی‌متر را از نظر ساختمان نام ببرید و نحوه‌ی اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی را با آن‌ها 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 و ساختمان و مشخصات خازن‌ها را توضیح دهید؟
۱۱. سیم پیچ و ساختمان آن را توضیح دهید؟

فصل دوم

حفاظت و ایمنی در برق

هدف‌های رفتاری - با یادگیری این فصل هنرجو می‌تواند:

- انواع خطاهای ناشی از جریان برق را توضیح دهد.
- انواع فیوز را نام ببرد و کاربرد هر یک را توضیح دهد.
- ساختمان و طرز کار هر یک از فیوزها را شرح دهد.
- موارد ایمنی هنگام فعال کردن فیوز عمل کرده را توضیح دهد.
- حفاظت الکتریکی را تعریف کند. و هر یک از انواع حفاظت را توضیح دهد.
- برق گرفتگی را توضیح دهد.
- اقدامات لازم را برای نجات شخص برق گرفته شرح دهد.
- هر یک از انواع حفاظت شخص را توضیح دهد.
- کلید حفاظت جان را توضیح دهد.
- سیستم اتصال زمین را توضیح دهد.
- فیوز را در مدار الکتریکی قرار دهد.

عملی	نظری	
۴	۴	ساعت

مقدمه:



به دلیل اقتصادی بودن تولید انرژی الکتریکی و همچنین تبدیل ساده‌ی آن به انرژی‌های دیگر، استفاده از این انرژی تا سال‌ها برقرار خواهد بود ولی خطرات این انرژی بر روی بدن انسان هرگز تغییر نخواهد کرد و استفاده از آن همیشه و در همه جا با خطراتی روبه‌رو بوده است. مهم‌ترین این خطرات به شرح زیرند:

الف) خطر برق گرفتگی: خطر برق گرفتگی موجب از دست دادن جان انسان و ... می‌گردد.

ب) خطر آتش سوزی: اتصال کوتاهی که در مسیر جریان برق رخ می‌دهد باعث ایجاد جرقه و سوختن سیم‌های برق و وسایل الکتریکی و همچنین آتش سوزی می‌شود که با خسارات زیادی همراه است (شکل ۱-۲).

شکل ۱-۲- آتش سوزی حاصل از ایجاد جرقه و سوختن سیم‌های برق

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

خطاهای ناشی از جریان برق

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

◀ اتصال بدنه

اتصال سیم حامل جریان برق به بدنه دستگاهی را «**اتصال بدنه**» می‌گویند. با توجه به این که اکثر دستگاه‌های الکتریکی طوری طراحی می‌شوند که قسمت‌های الکتریکی به وسیله عایق از بدنه مجزا باشند، ممکن است بر اثر گذشت زمان و کهنگی دستگاه یا گرمای ناشی از عبور جریان در سیم‌ها قسمتی از عایق از بین برود و در نتیجه قسمت برق دار موجب برق گرفتگی شود. در این حالت باید سریعاً وسیله را از برق جدا کرد و در صدد تعمیر آن برآمد (شکل ۲-۲).



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

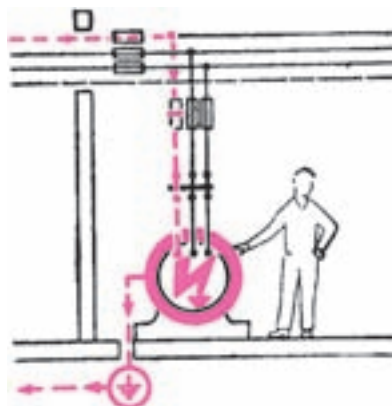
◀ اتصال کوتاه

اتصال دو سیم لخت (بدون روکش) را، که نسبت به هم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی دارند «**اتصال کوتاه**»

می‌گویند. حالت اتصال کوتاه در مدار به شرایطی گفته می‌شود که مقاومت مصرف‌کننده (بار) به صفر برسد. یعنی با سیمی که مقاومتی ندارد دو سر مصرف‌کننده 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 رابطه‌ی جریان بسیار زیاد خواهد شد. و وسایل الکتریکی که در مسیر این جریان زیاد قرار بگیرند خواهند سوخت.

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

◀ اتصال زمین



اتصال یکی از سیم‌های حامل جریان برق به زمین را «اتصال زمین» می‌گویند. شکل ۲-۳ انواع خطاهای اتصال را در یک سیستم الکتریکی نشان می‌دهد.

شکل ۲-۳ خطای اتصال بدنه، اتصال کوتاه و اتصال زمین

فیوز

فیوز یک وسیله‌ی حفاظتی است که در تأسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و نیز برای قطع کردن دستگاه‌های معیوب از شبکه برق، به کار می‌رود. این وسیله باید طوری انتخاب شود که هنگام اتصال کوتاه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن و قبل از اینکه صدمه‌ای به سیم‌ها و تأسیسات الکتریکی برسد، مدار را قطع کند. فیوزها به صورت سری در مدار اتصال داده می‌شود و همیشه در مسیر سیم فاز قرار می‌گیرد. فیوزها از جنبه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند.

◀ از نظر زمان قطع:

فیوز تند کار: فیوز تندکار در کوتاه‌ترین زمان، مصرف‌کننده را از برق قطع می‌کند. به همین دلیل در مصارف روشنایی استفاده می‌شود.

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

◀ از نظر ساختمان:

فیوز از نظر ساختمان در انواع مختلف ذوب شونده (فشنگی)، اتوماتیک (آلفا) و مینیاتوری ساخته می‌شود.

■ فیوز ذوب شونده (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 تاخیری با علامت $\curvearrowright$ مشخص می‌شوند. شکل (۴-۲) نمای ظاهری و داخلی این نوع فیوز را نشان می‌دهد.



ب- نمای برش خورده

الف- نمای ظاهری

شکل ۴-۲- فیوز فشنگی



توجه : مقررات بین المللی، ترمیم فیوز فشنگی را منع کرده است و در صورت خراب شدن یا عمل کردن فیوز، باید فشنگ آن را تعویض کرد.

رنگ پولک فشنگ این فیوزها نشان دهنده‌ی جریان فیوز است. در شکل ۵-۲ دو فیوز با آمپرهای مختلف نشان داده شده است. فیوز با پولک سبز رنگ، ۶ آمپر و فیوز با پولک قرمز رنگ ۱۰ آمپر است.

شکل ۵-۲- جریان فیوز مطابق با رنگ پولک

■ 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 پایه‌ی فیوز پیچ می‌شود. وقتی این فیوز عمل می‌کند، دگمه‌ی سیاه رنگ از محل خود به سمت بیرون می‌آید، که پس از رفع عیب باید آن را به سمت داخل فشار داد. هر گاه بخواهیم فیوز را از مدار خارج کنیم باید دگمه‌ی قرمز رنگ روی آن را فشار دهیم تا دگمه‌ی سیاه رنگ از محل خود بیرون بیاید (شکل ۶-۲).



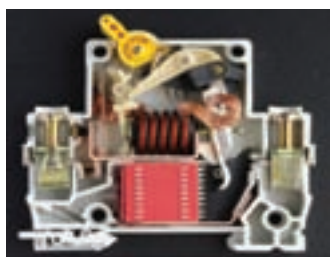
شکل ۶-۲- نمای ظاهری فیوز اتوماتیک

■ 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 قطع و وصل تشکیل شده است. این فیوزها در دو نوع B و C ساخته شده‌اند. نوع B در مصارف روشنایی به کار می‌رود و تند کار است و نوع C در راه اندازی الکتروموتورها مورد استفاده قرار می‌گیرد و کند کار است. فیوز باید با توجه به نوع مصرف کننده و جریان عبوری از آن انتخاب شود (شکل ۷-۲) و (شکا ۸-۲).



الف- فیوز تندکار (نوع B) ب- فیوز کندکار (نوع C)
شکل ۷-۲- فیوز مینیاتوری



ج- تابلو فیوز مینیاتوری د- ساختمان داخلی
شکل ۸-۲- فیوز مینیاتوری

فیوز مینیاتوری دارای زبانه ای است که وقتی به سمت بالا باشد فیوز وصل می‌شود و وقتی که عمل می‌کند این زبانه به سمت پایین می‌افتد. وقتی این فیوز عمل می‌کند تا سرد شدن عنصر حرارتی در آن فیوز مجدداً وصل نمی‌شود. فیوزهای مینیاتوری روی یک ریل فلزی نصب می‌شوند (شکل ۹-۲).



شکل ۹-۲- طرز قرارگیری فیوز مینیاتوری روی ریل

مقادیر فیوزها: مقادیر استاندارد فیوزها ۱۰، ۱۶، ۲۰، ۲۵، ۳۵، ۵۰، ۶۳، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۵ و... آمپر است.



هدف: قرار دادن فیوز در یک مدار الکتریکی ساده و آزمایش آن
وسایل مورد نیاز: سیم نمره ۱/۵ میلیمتر مربع - فیوز مینیاتوری - لامپ ۲۲۰ ولت - سرپیچ

مراحل انجام کار:

۱. مطابق نقشه سیم فاز را به یکی از پیچ‌های فیوز متصل کنید.
۲. از پیچ دیگر فیوز سیمی به یک سر لامپ متصل کنید.
۳. سیم نول را به سر دیگر لامپ اتصال دهید.
۴. توسط فیوز مدار را برق‌دار کنید تا جریان جاری شده و لامپ روشن شود.
۵. با نظارت استادکار در مدار اتصال کوتاهی ایجاد کنید (مثلاً دو سر لامپ را به یکدیگر متصل کنید) تا فیوز عمل کند.
۶. اتصال کوتاه را رفع کرده و مجدداً فیوز را وصل کنید.

حفاظت الکتریکی

تعریف: به اقداماتی که باید در تأسیسات الکتریکی انجام داد، تا این که خطرات ناشی از جریان برق (صدمه زدن به اشخاص و دستگاه‌های الکتریکی) به حداقل ممکن برسد، « **حفاظت الکتریکی** » می‌گویند.

انواع حفاظت:

■ حفاظت سیم‌ها و کابل‌ها

وقتی برای مدت زمانی نسبتاً طولانی، جریان بیش از حد نرمال (جریان اضافی) یا در مدت بسیار کمی جریان بسیار شدیدی (جریان اتصال کوتاه) از سیم‌ها عبور کند، سیم‌ها گرم می‌شوند این گرمای بیش از حد باعث صدمه دیدن عایق آن‌ها شده و به آتش‌سوزی و خسارت‌های زیاد به تأسیسات الکتریکی منجر می‌گردد. برای حفاظت سیم‌ها می‌توان از رله و فیوزها استفاده نمود. این وسایل باید طوری انتخاب شوند که در صورت بروز اضافه جریان یا اتصال کوتاه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه‌ای به سیم‌ها و تجهیزات الکتریکی برسد، مصرف‌کننده را از برق قطع کند. معمولاً در محل‌های مسکونی برای حفاظت سیم‌های روشنایی از فیوز ۱۰ آمپر و برای سیم‌های پریزهای تک‌فاز از فیوز ۱۶ آمپر استفاده می‌شود.

■ حفاظت مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی

مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی باید در مقابل خطاهای احتمالی از قبیل اتصال کوتاه و اضافه جریان حفاظت شوند. برای حفاظت این دستگاه‌ها معمولاً قبل از مصرف‌کننده، از فیوزها و رله‌های حرارتی طوری استفاده می‌شود که در صورت بروز خطا، مصرف‌کننده به طور کلی از برق جدا شود. بخش عمده‌ی مصرف‌کننده‌ها در تأسیسات الکتریکی را موتورهای تشکیل می‌دهند. از این رو در مورد نحوه‌ی حفاظت آن‌ها بیش‌تر توضیح می‌دهیم. معمولاً برای حفاظت موتورهای الکتریکی از کلید محافظ موتور استفاده می‌شود. با این کلید در فصل پنجم آشنا می‌شوید.

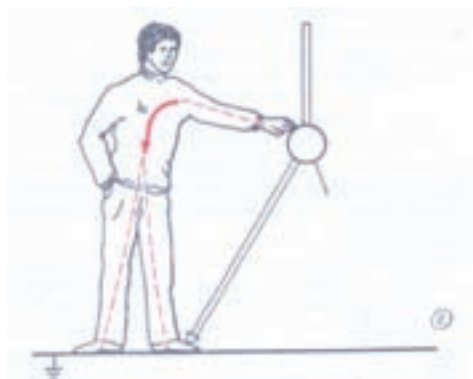
■ حفاظت اشخاص

تحقیقات نشان می‌دهد که پنجاه درصد از برق گرفتگی‌ها در اثر تماس مستقیم با سیم حامل برق در حمام، استخر، حیاط، زیر زمین، پارک‌ها یا مکان‌های مرطوب است، به طوری که جریان برق مستقیماً از بدن افراد عبور می‌کند و بقیه به علت فرسودگی سیم‌ها و یا عایق نبودن صحیح دستگاه‌های برقی صنعتی و خانگی یا سیم‌کشی‌های غلط اتفاق می‌افتد.

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

برق گرفتگی

عبور جریان برق از بدن را «**برق گرفتگی**» می‌گویند. برق گرفتگی در شخص زمانی به وجود می‌آید که شخص در مسیر عبور جریان برق قرار گیرد. در این صورت جریان برق از طریق پوست وارد بافت‌های بدن می‌شود و باعث پختگی آن‌ها، انقباض ماهیچه‌ها، عضلات و همچنین قلب می‌شود. ایست قلبی، خفگی و سوختگی نیز از عوارض دیگر برق گرفتگی است در صورتی که شدت برق گرفتگی بالا باشد باعث مرگ حتمی خواهد شد. برق گرفتگی به میزان شدت جریان، ولتاژ، سطح تماس و مدت زمان عبور برق از بدن شخص بستگی دارد (شکل ۱۰-۲).



شکل ۱۰-۲ شخص در مسیر عبور جریان برق قرار گرفته است.

انواع برق گرفتگی

■ تماس مستقیم

در این نوع برق گرفتگی شخص مستقیماً با یکی از سیم‌های برق تماس پیدا می‌کند و دچار برق گرفتگی می‌شود (شکل ۱۱-۲-الف).

■ تماس غیر مستقیم

در این روش برق گرفتگی بدلیل تماس شخص، با قسمت‌های فلزی دستگاه‌های برقی، که اتصال بدنه پیدا کرده اند، اتفاق می‌افتد (شکل ۱۱-۲-ب).



ب) تماس با بدنه فلزی دستگاه که اتصال بدنه پیدا کرده
شکل ۱۱- ۲



الف) تماس مستقیم با سیم برق

اقدامات لازم برای نجات شخص برق گرفته:

مرحله‌ی اول: شخص برق گرفته را باید از منبع برق جدا کرد این عمل با قطع کردن کلید مدار یا قطع فیوز صورت می‌گیرد. اگر قطع کردن برق امکان نداشت، باید شخص را توسط یک عایق از منبع برق جدا کرد. برای این کار باید با استفاده از ماده‌ی نارسانا منبع برق را از مصدوم دور نمود. هرگز نباید مستقیماً به مصدوم دست زد (شکل ۱۲- ۲).



شکل ۱۲- ۲ طریقه جدا کردن شخص برق گرفته

مرحله‌ی دوم: باید علائم حیاتی شخص برق گرفته را بررسی کرد، مثلاً نبض دارد یا نه. اگر نبض داشت و تنفس نمی‌کشید باید تنفس مصنوعی را شروع کرد. در صورت احیای تنفس باید به پزشک مراجعه شود (شکل ۱۳- ۲).



شکل ۱۳- ۲ نحوه گرفتن نبض و تشخیص تنفس

انواع حفاظت اشخاص در مقابل برق گرفتگی

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

- حفاظت توسط سیم اتصال زمین
- حفاظت توسط عایق کاری
- حفاظت توسط ولتاژ کم
- حفاظت توسط کلید محافظ جان FI.

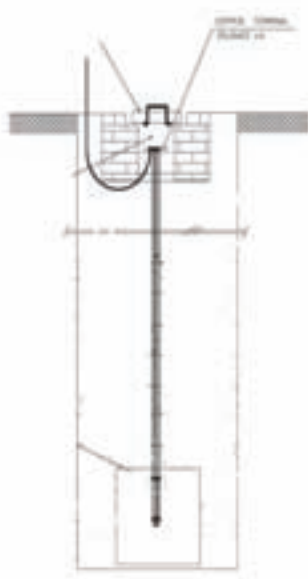
هر کدام از انواع حفاظت شخص دارای خصوصیتی هستند که به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

حفاظت توسط سیم زمین

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

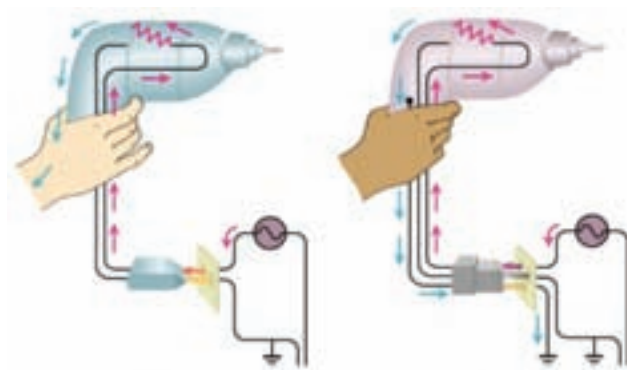
■ سیستم اتصال زمین (چاه ارت):

برای این که سیم اتصال بدنه دستگاه را به زمین متصل کنند، چاهی حفر می‌کنند عمق چاه در مناطق مختلف به دلیل خصوصیات خاک منطقه متفاوت است. ولی بهترین عمق چاه ارت آن است که عمق آن به قسمت نمناک و مرطوب زمین رسیده باشد. زیرا مقاومت الکتریکی خاک مرطوب کم است. پس از آماده کردن چاه، صفحه یا تسمه ای را در انتهای آن قرار می‌دهند و با یک سیم مسی به بیرون چاه هدایت می‌کنند. اطراف صفحه را با مواد کاهنده‌ی مقاومت، مانند زغال و نمک یا بنتونیت پر می‌کنند. سیم خروجی از این چاه ابتدا وارد تابلوی برق می‌شود. سپس از آن جا منشعب شده و به بدنه‌ی فلزی دستگاه‌ها اتصال می‌یابد.



شکل ۱۴- ۲ چاه ارت

در شکل ۱۵-۲ (الف) دستگاه اتصال بدنه پیدا می کند و به محض تماس شخص با دستگاه جریان از بدن او می گذرد و دچار برق گرفتگی می شود. ولی در شکل ۱۵-۲ (ب) بدن شخصی که با دستگاه تماس پیدا کرده به عنوان یک هادی و سیم ارت به صورت هادی دیگر، با یکدیگر اتصال موازی تشکیل می دهند. اگر قسمت های الکتریکی دستگاه به بدنه اتصالی پیدا کند بدلیل این که جریان برق همیشه از مسیری عبور می کند که کمترین مقاومت را دارد تمامی جریان از سیم با مقاومت کم (سیم ارت) عبور می کند و به انسان آسیبی نمی رساند.

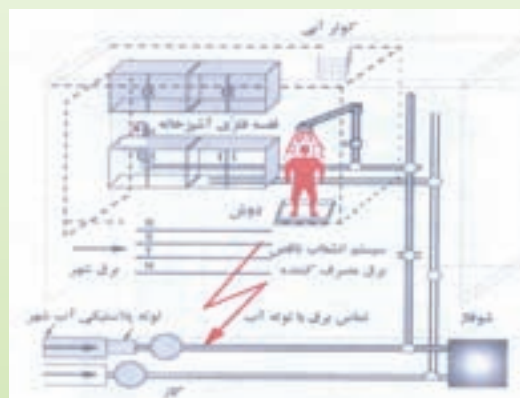
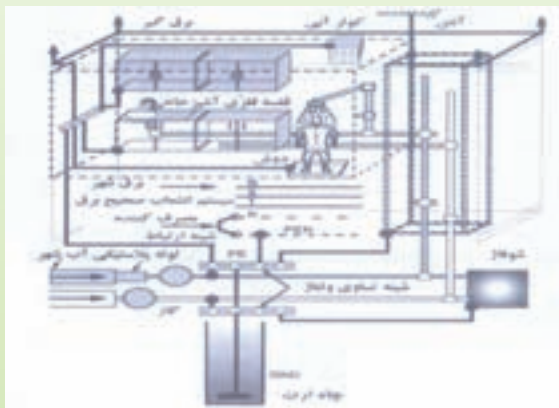


الف) پریز با سیم ارت ب) پریز بدون سیم ارت
شکل ۱۵-۲ پریز

نکته



استفاده از لوله های فلزی آب شهری در گذشته بسیار معمول بوده است ولی امروزه، که بیش تر از لوله های پلاستیکی استفاده می شود. این روش قابل استفاده نیست. در ساختمان ها باید مشترکین، با آماده کردن سیستم اتصال زمین، کلیه قطعات اسکلت فلزی، لوله های آب و گاز و شومیز، وان حمام، دوش، نرده و درهای فلزی و غیر آن را به سیم اتصال زمین متصل نمایند. در شکل ۱۶-۲ (الف) سیستم اتصال زمین برای ساختمان وجود ندارد و به همین دلیل با اتصال سیم حامل جریان به قسمت فلزی تأسیسات، شخص دچار برق گرفتگی می شود، اما در شکل ۱۶-۲ (ب) این عیب رفع شده است.



ب) تأسیسات با سیستم اتصال زمین

الف) تأسیسات بدون سیستم اتصال زمین

شکل ۱۶-۲

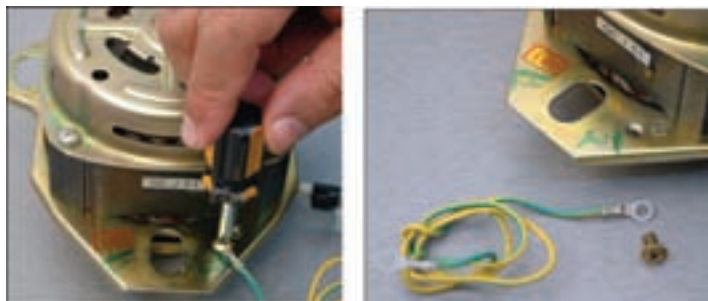
- برخی از وسایلی که اتصال سیم زمین به آن‌ها الزامی است عبارت اند از:
۱. چراغ و پایه‌ی چراغ‌های حیاط و روشنائی پارک‌ها، وسایل فلزی از قبیل پل و نرده و غیره در معابر عمومی. وسایل تفریحی در پارک‌ها.
 ۲. لوازم خانگی برقی مانند سماور، پلوپز، بخاری برقی، ماشین لباسشویی، کولر و سایر لوازم فلزی آشپزخانه.
 ۳. پریزهای منازل و کارگاه‌ها.
 ۴. ماشین آلات ثابت در کشاورزی و صنایع و وسایل دیگر الکتریکی.

بازدید



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

رنگ استاندارد روکش سیم زمین سبز و زرد است این سیم در وسایل الکتریکی به بدنه‌ی دستگاه‌ها پیچ می‌شود (شکل ۱۷-۲).



شکل ۱۷-۲ اتصال سیم ارت به بدنه دستگاه‌ها

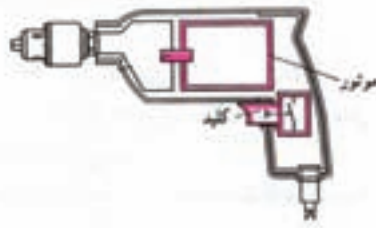
هم‌چنین کلیه‌ی وسایل الکتریکی پس از تولید از عایق بودن شان برای اطمینان آزمایش می‌شوند تا هیچ‌گونه ارتباط الکتریکی بین سیم‌های هادی آن با بدنه فلزی دستگاه وجود نداشته باشد (شکل ۱۸-۲).



شکل ۱۸-۲ آزمایش اتصال بدنه

حفاظت توسط عایق کاری

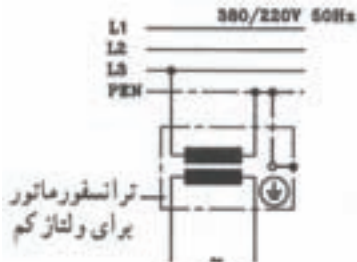
در این روش تمام قسمت‌هایی که امکان اتصال برق با بدن انسان را دارد عایق می‌کنند. در مورد دستگاه‌هایی که ساکن هستند می‌توان کف زمین را عایق کاری نمود. ولی در دستگاه‌های قابل حمل یا متحرک مانند دریل برقی، جاروبرقی و... برای جلوگیری از برق دار شدن بدنه فلزی آن‌ها، کارخانه سازنده، آن دستگاه را با یک لایه‌ی اضافی دیگر عایق می‌کند. در این روش نیازی به اتصال زمین وجود ندارد (شکل ۱۹-۲). این نوع حفاظت دارای علامت مشخصه □ روی وسایل الکتریکی است.



شکل ۱۹-۲ عایق مضاعف در دستگاه های متحرک

حفاظت توسط ولتاژ کم

در این روش از ولتاژهای کم تر از ۵۰ ولت، که برای انسان خطرناک نیست، برای حفاظت استفاده می شود. این ولتاژ به یک ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم پیچ جداگانه مجهز می شود. این روش در دستگاه های پزشکی، اسباب بازی های الکتروموتوری و ... کاربرد دارد (شکل ۲۰-۲).



شکل ۲۰-۲ ترانس کاهنده ولتاژ

حفاظت توسط کلید محافظ جان (FI)

اساس کار این کلید بر پایه ی اختلاف جریان بین سیم های رفت و برگشت یک دستگاه الکتریکی است. در حالت کار عادی دستگاه، اختلاف جریانی بین سیم های رفت و برگشت وجود ندارد. اما در صورتی که دستگاه دچار اتصال بدنه شود مقداری از جریان به زمین نشت می کند و بین سیم های رفت (فاز) و برگشت (نول) اختلاف جریان به وجود می آید که باعث می شود در نتیجه این کلید مصرف کننده را از شبکه ی برق قطع می کند. این وسیله به اندازه ای حساس است که می تواند جریان های نشتی کوچک را (که باعث عملکرد فیوز نمی شود ولی می تواند برای شروع یک آتش سوزی یا برق گرفتگی کافی باشد) حس کند و منبع تغذیه را در چند دهم یا صدم ثانیه قطع می نماید. شکل ۲۱-۲ تصویر ظاهری کلید محافظ جان تک فاز را نشان می دهد. این کلید دارای یک پیچ اتصال با شماره ۱ و پیچ دیگری با نام N برای اتصال سیم فاز و نول ورودی اصلی است. پیچ های ۱ و N برای اتصال به مصرف کننده است. روی این کلیدها جریان و ولتاژ قابل تحمل آنها نوشته می شود. این کلیدها در نوع یک فاز و سه فاز ساخته می شوند.



شکل ۲۱-۲ کلید محافظ جان سه فاز و تک فاز

نکته



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



۱. هرگاه بر روی تابلو برق علامت زیر را مشاهده کردید از باز کردن در تابلو و دست زدن به قسمت‌های داخلی آن خودداری کنید.

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



۳. سیم‌های برق باید دارای روپوش عایق باشد و از پیچیده شدن آن‌ها به دور اشیاء تیز و برنده جلوگیری کنید. شکل ۲۲-۲ کابلی را نشان می‌دهد که توسط شیء بُرنده عایق خود را از دست داده و استفاده از آن بسیار خطرناک است و باعث برق گرفتگی خواهد شد.

شکل ۲۲-۲ کابلی که روکش عایق آن با شیء بُرنده بریده شده است



۴. از یک‌پریز برق برای چند وسیله برقی استفاده نکنید. زیرا پریز و سیم‌های آن برای شدت جریان خاصی طراحی شده است اگر مصرف کننده‌های متعددی از این پریز تغذیه کنند جریان بالا می‌رود و سیم‌های پریز گرم می‌شوند. در نتیجه، عایق سیم‌ها می‌سوزند و ممکن است برق گرفتگی و آتش سوزی ایجاد شود (شکل ۲۳-۲).
شکل ۲۳-۲ انشعاب غیر استاندارد از پریز برق



۵. سیم‌های پوشیده و زخمی وسایل الکتریکی را تعویض کنید. (شکل ۲۴-۲)

شکل ۲۴-۲ سیم‌های پوشیده



۶. در حال کار با برق دقت کنید که زیر پایتان مرطوب نباشد و چوب خشک یا مواد پلاستیکی، که عایق خوبی هستند در زیر پا قرار دهید. و قبل از روشن کردن هر وسیله‌ی برقی یا وصل کلید از خشک بودن کامل دست هایتان اطمینان حاصل کنید.

شکل ۲۵-۲ کف پوش عایق



۷. اگر دو شاخه‌ی یک وسیله‌ی برقی شکسته است هر چه سریع‌تر آن را با دو شاخه‌ی سالم تعویض کنید. (شکل ۲۶-۲).

شکل ۲۶-۲



در محیط کارگاه و برای انجام کارهای عملی از لباس کار، کلاه ایمنی و کفش ایمنی استفاده کنید (شکل ۲۷-۲).



شکل ۲۷-۲

هنگام کار با دستگاه‌های پرسر و صدا و خطر آفرین، از گوشی و عینک مخصوص استفاده کنید (شکل ۲۸-۲).



شکل ۲۸-۲ استفاده از عینک و گوشی مخصوص

۱. روش‌های حفاظت الکتریکی را نام ببرید؟
۲. برق‌گرفتگی را تعریف کنید؟
۳. انواع حفاظت شخص را نام ببرید؟
۴. سیستم اتصال زمین را شرح دهید؟
۵. نحوه‌ی کار رله‌ی محافظ جان در حفاظت شخص را بیان کنید؟
۶. چرا تماس شخصی با بدنه‌ی دستگاهی که دارای سیم ارت است، خطر کم‌تری دارد؟

فصل سوم

مدارات روشنائی

هدف‌های رفتاری - با یادگیری این فصل هنرجو می‌تواند:

- کاربرد ابزارهای مورد نیاز در سیم‌کشی را بیان کند.
- سیم‌ها و انواع اتصالات آن‌ها را توضیح دهد.
- موارد کاربرد انواع سیم و کابل را توضیح دهد.
- با توجه به علایم روی کابل و سیم، مشخصات فنی و موارد استفاده‌ی آن‌ها را شرح دهد.
- ساختمان و قسمت‌های مختلف کابل‌ها را شرح دهد.
- روکش کابل‌ها را برای بستن کابل شو از روی سیم‌ها جدا کند.
- کابل شوی مناسب را انتخاب، و روی سیم پرس، پیچ یا لحیم کند.
- ساختمان و طرز کار وسایل الکتریکی مورد نیاز در سیم‌کشی را توضیح دهد
- انواع سیم‌کشی را توضیح دهد.
- مدار الکتریکی یک‌پل، دوپل، تبدیل و مدار الکتریکی لامپ فلورسنت را توضیح دهد و کاربرد هر یک را بیان کند.
- مدار الکتریکی یک‌پل، دوپل، تبدیل و مدار الکتریکی لامپ فلورسنت را ببندد.

عملی	نظری	
۲۸	۶	ساعت

مقدمه:

در تأسیسات الکتریکی، وسایل برقی متنوعی به کار می‌رود و با پیشرفت تکنولوژی هر روز متنوع‌تر و با قابلیت بیش‌تری وارد بازار می‌شوند در این فصل، ابتدا با وسایل الکتریکی و سپس، مدارات روشنایی و نقشه‌های الکتریکی آن‌ها آشنا می‌شوید.

ابزار و وسایل سیم‌کشی

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

◀ پیچ‌گوشتی

یکی از پر مصرف‌ترین ابزارها در سیم‌کشی تأسیسات الکتریکی و کارهای برقی، پیچ‌گوشتی است. پیچ‌گوشتی انواع بسیار دارد. هر قدر دسته‌ی پیچ‌گوشتی بزرگ‌تر باشد، راحت‌تر می‌توان با آن پیچ را باز و بسته کرد. نکته‌ی مهم در استفاده از پیچ‌گوشتی در کارهای برقی عایق بودن دسته‌ی آن است که موجب برق‌گرفتگی نشود. (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳ پیچ‌گوشتی

چون پیچ‌ها در انواع یک شیاره، دو شیاره و غیره ساخته می‌شوند، انواع پیچ‌گوشتی ساده، چهارسو و مورد نیاز خواهد بود (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳ انواع پیچ و پیچ‌گوشتی

◀ فازمتر

فازمتر وسیله‌ای شبیه پیچ‌گوشتی است، که علاوه بر باز و بسته کردن پیچ‌های کوچک، برای تشخیص سیم فاز از نول، نیز به کار می‌رود (شکل ۳-۳). یادآوری می‌شود نام فازمتر در حقیقت یک اصطلاح رایج عامیانه است و در اصل باید به آن فازنما گفته می‌شد، زیرا این وسیله فقط فاز را از نول مشخص می‌کند.



شکل ۳-۳ فازمتر

اگر نُک فازمتر به سیم فاز اتصال داده شود و یکی از انگشتان دست روی پیچ فلزی انتهایی فازمتر قرا گیرد لامپ فازمتر روشن می‌شود، اما اگر نُک فازمتر به سیم نول تماس داده شود لامپ روشن نخواهد شد. هنگام کار با سیم‌های برق، برای اطمینان از برق دار نبودن سیم‌ها، حتماً آن‌ها را با فازمتر امتحان کنید (شکل ۴-۳).



شکل ۴-۳

◀ سیم چین

سیم‌چین دارای دو لبه‌ی تیز است که برای بریدن سیم‌ها به کار می‌رود (شکل ۵-۳). سیم‌چین دسته‌ای عایق برای جلوگیری از برق گرفتگی دارد. روی دسته‌ی عایق سیم‌چین مقدار ولتاژ قابل تحمل نوشته شده است هنگام کار، باید به به سالم بودن عایق دسته‌ی سیم‌چین و تناسب ولتاژ قابل تحمل آن با شبکه‌ای که در حال کار با آن هستید دقت کنید.



شکل ۵-۳ سیم چین

نکته



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

◀ سیم لخت کن

از سیم‌لخت‌کن برای برداشتن روکش عایق سیم استفاده می‌شود. سیم لخت کن نیز مانند سیم‌چین دسته‌ای عایق دارد. سیم لخت کن بر دو نوع ساده و خودکار (اتوماتیک) است:

الف) سیم‌لخت‌کن ساده: این سیم لخت کن از دولبه تشکیل شده است. به وسیله‌ی پیچ و مهره‌ای می‌توان فاصله‌ی بین لبه‌ها را کم و زیاد کرد. چون لبه‌ی داخلی شیارها تیز است، اگر در داخل این شیارها سیم روپوش داری قرار داده شود که قطر داخلی آن به اندازه‌ی قطر دایره باشد، با کمی فشار و سپس کشیدن سیم‌لخت‌کن، روکش سیم جدا می‌شود (شکل ۶-۳).



شکل ۶-۳ سیم لخت کن دستی

ب) سیم لخت کن خودکار (اتوماتیک): این سیم لخت کن نیاز به تنظیم ندارد و ساده ترین آن ها دارای دو لبه ی متحرک است. روی این لبه ها شیارهایی تعبیه شده است که با روی هم قرار گرفتن آن ها، سوراخ هایی با قطرهای مختلف تشکیل می شود. آن گاه سیم را داخل این شیارها قرار می دهند. وقتی می خواهیم سیم را لخت کنیم، ابتدا شیار مناسب را انتخاب می کنیم. آن گاه سیم را داخل آن قرار می دهیم، سپس دسته ی سیم لخت کن را فشار می دهیم. لبه های صاف پایین می آید و سیم را نگه می دارد. حال اگر کمی بیش تر فشار دهیم لبه های تیز روکش قسمت انتهایی سیم را خارج می کند (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۳ سیم لخت کن اتوماتیک

◀ انبردست

انبردست برای نگاه داشتن قطعه کار و لخت کردن یا بریدن سیم (در صورت نبود سیم چین و سیم لخت کن) استفاده می شود انبردست های مخصوص کارهای برقی دارای دسته ی عایق هستند. از نظر فنی نباید انبردست را به جز در مواقع ضروری، به جای سیم چین یا سیم لخت کن به کار برد.

◀ دم باریک

دم باریک وسیله ای شبیه انبردست است، با این تفاوت که نک آن از انبردست بلندتر و باریک تر است دم باریک برای فرم دادن و گرفتن سیم یا قطعه، به کار می رود. دم باریک نیز مانند انبردست دسته ی عایق دارد در مواقعی که جا تنگ است و امکان کاربرد انبردست وجود ندارد، به جای آن از دم باریک استفاده می شود. (شکل ۸-۳).



شکل ۸-۳ دم باریک

◀ ابزار پرس سرسیم و فیش ها

برای اتصال سیم برق به دستگاه یا وسیله الکتریکی از سرسیم یا فیش استفاده می کنند. این اتصال باید قابل جدا شدن باشد. اغلب اتصالاتی که در سیم کشی دستگاه های الکتریکی وجود دارد از نوع جداشدنی هستند. در این نوع سیم کشی ها، تعمیرات آسان است (شکل ۹-۳).



شکل ۹-۳ سرسیم و فیش



برای اتصال فیش به سر سیم‌ها از دستگاه پرس استفاده می‌کنند. در شکل ۱۰-۳، انواع گوناگون دستگاه‌های پرس سر سیم آمده است.

شکل ۱۰-۳- دستگاه پرس

سیم‌ها و اتصالات آن‌ها

ساختمان سیم‌ها

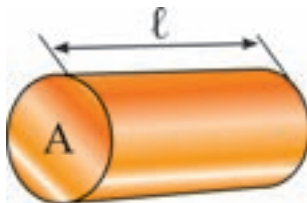
سیم‌ها از دو قسمت هادی و عایق تشکیل شده‌اند. جنس هادی سیم‌ها عموماً مسی یا آلومینیومی است. ولی از مس، به دلیل هدایت بهتر (نسبت به دیگر فلزات) بیش‌تر استفاده می‌شود. عایق سیم‌ها از موادی پلاستیکی است که آن را به صورت لایه‌ای روی هادی روکش می‌کنند (شکل ۱۱-۳).



شکل ۱۱-۳- ساختمان سیم

هادی‌های مورد استفاده در سیم‌کشی

چون در مدارهای الکتریکی از انواع مختلف هادی‌ها استفاده می‌شود لازم است که اشکال و مشخصات الکتریکی متداول‌ترین آن‌ها را بشناسید. برای مقایسه‌ی مقدار مقاومت و اندازه‌ی فیزیکی یک هادی با هادی دیگر از اندازه سطح مقطع سیم با واحد میلی‌متر مربع و برای طول آن، با واحد متر، استفاده می‌شود. مثلاً سیم شماره‌ی یک و نیم به معنی آن است که سطح مقطع سیم $1/5$ میلی‌متر مربع است. اندازه‌ی استاندارد سیم‌ها $0/75$ ، 1 ، $1/5$ ، $2/5$ ، 4 ، 6 ، 10 ، 16 ، 25 ، 35 ، 50 و ... میلی‌متر مربع است. شکل ۱۲-۳ سطح مقطع سیم (A) را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۳ سطح مقطع سیم

انواع سیم‌ها

معمولاً جنس، عایق و نوع کاربرد سیم‌ها با حروف مشخص و استاندارد شده، روی روکش خارجی آن‌ها نوشته می‌شوند. به طوری که طبق استاندارد، هر حرف معنی خاص خود را دارد. در جدول ۱-۳ تعدادی از این حروف آمده است.

جدول ۱-۳

نوع سیم	کاربرد	تصویر	حروف مشخصه
سیم مفتولی (تک لا)	در تابلوهای برق و تأسیسات نصب ثابت در محیط‌های خشک و داخل لوله (روی دیوار یا داخل دیوار).		NYA
سیم افشان			NYAF

در جدول (۱-۳) هر یک از حروف مفهوم ویژه‌ای دارند. مثلاً N علامت سیم مسی است که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده باشد. Y به معنی روکش پلاستیک (P. V. C) است. عمده‌ترین انواع سیم‌های عایق دار مورد استفاده در تأسیسات برقی را می‌توان به سه دسته‌ی کلی زیر تقسیم نمود. در زیر با نمونه‌هایی از این تقسیم‌ها آشنا می‌شوید.

سیم‌های مفتولی: هادی این نوع سیم‌ها از مس استاندارد شده و پوشش آن، از ماده‌ی پی. وی، سی است و در سطح مقطع‌های ۱/۵ تا ۲۴۰ میلی‌متر مربع، ساخته می‌شود. (شکل ۱۳-۳).



شکل ۱۳-۳ سیم مفتولی

سیم‌های نیمه افشان: ساختمان این سیم مشابه سیم‌های مفتولی است. تنها به جای 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 نیاز به انعطاف بیش‌تری نسبت به سیم‌های مفتولی است، از این سیم استفاده می‌شود.



شکل ۱۴-۳ سیم نیمه افشان

سیم‌های افشان: ساختمان این نوع سیم مانند سیم‌های مفتولی و نیمه افشان است. به جای چند رشته، از

تعداد رشته‌های بیش‌تر و نازک‌تری در آن استفاده شده است. رشته ای کردن سیم‌ها باعث می‌شود تلفات در سیم کاهش یابد و حرارت حاصل از عبور جریان در آن کم‌تر شود. قابلیت انعطاف این سیم نسبت به سیم‌های نیمه افشان بیش‌تر است (شکل ۱۵-۳).



شکل ۱۵-۳ سیم‌های افشان

در جدول ۲-۳ شدت جریان مجاز و هم‌چنین فیوز مربوطه برای سیم با عایق پلاستیکی نشان داده شده است.

جدول ۲-۳

شدت جریان فیوز (آمپر)	شدت جریان مجاز سیم (آمپر)	سطح مقطع سیم (میلی‌متر مربع)
۱۰	۱۲	۱
۱۶	۱۶	۵.۱
۲۰	۲۱	۵.۲
۲۵	۲۷	۴
۳۵	۳۵	۶
۵۰	۴۸	۱۰
۶۳	۶۵	۱۶
۸۰	۸۸	۲۵
۱۰۰	۱۱۰	۳۵
۱۲۵	۱۴۰	۵۰

اتصالات سیم‌ها

منظور از اتصالات سیم‌ها به هم بستن هادی‌ها یا اتصالات آن‌ها به وسایل الکتریکی است. صحت اتصالات نیز بسیار حائز اهمیت است. زیرا یک مدار الکتریکی وقتی درست کار می‌کند که اتصالات معیوب نداشته باشد. اتصال باید از نظر مکانیکی محکم و از نظر الکتریکی هادی خوب باشد. نمونه‌ای از تقسیم بندی این اتصالات به صورت زیر است.

◀ **اتصالات غیر لحیمی:**

به اتصالاتی گفته می‌شود که پس از اتصال نیز قابل باز شدن باشند. در این اتصال‌ها و بست‌های انتهایی لحیم به کار برده نمی‌شود ولی هادی‌ها با فشار، محکم به هم متصل می‌گردند، این نوع اتصال‌ها تماس الکتریکی کافی برقرار می‌کنند. استحکام مکانیکی این اتصالات نیز مناسب و در حد مطلوب است. اتصال غیر لحیمی خود به سه صورت کلی زیر به کار می‌رود.

■ **اتصالات پیچی:** اتصالات پیچی با پیچ و مهره انجام می‌شود و واشرها از آسیب رساندن مهره با سر پیچ به قطعه در هنگام کشش جلوگیری می‌کنند. (شکل ۱۶-۳). برای اتصال سیم‌های نول یا سیم اتصال زمین (ارت) از اتصال پیچی روی یک تسمه‌ی مسی (شین) در تابلوهای برق استفاده می‌شود.



شکل ۱۶-۳ اتصال پیچی



■ **اتصالات فیشی (سرسیمی):** برای قرار دادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ باید از سر سیم‌های فیشی استفاده کرد. همانطوری که در شکل ۱۷-۳ مشاهده می‌شود تعدادی از اتصالات سر سیمی نشان داده شده است. این فیش‌ها (سرسیم‌ها) دارای انواع مختلف حلقه‌ای، تیغه‌ای، کشویی و میله‌ای هستند که هر یک از آن‌ها در زمینه‌های خاصی کاربرد دارند.

شکل ۱۷-۳ - سرسیم

شکل ۱۸-۳ تصویر چند نمونه سر سیم‌های فیشی را، که به سیم‌ها متصل شده‌اند، نشان می‌دهد.



شکل ۱۸-۳

■ **اتصالات ترمینالی:** در این اتصال منبع تغذیه با مصرف‌کننده از طریق یک ارتباط دهنده به نام ترمینال متصل می‌شود. که از دو سمت دارای پیچ اتصال است. در شکل ۱۹-۳ یک نمونه ترمینال نشان داده شده است.



شکل ۱۹-۳- ترمینال

◀ اتصالات لحیمی

لحیم کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله‌ی یک فلز یا آلیاژ سوم است. در این فرایند آلیاژ یا فلز لحیم کننده به نقطه‌ی ذوب خود می‌رسد ولی فلزات مورد اتصال ذوب نمی‌شوند، در نتیجه اتصال فلزات لحیم شونده به یکدیگر صورت می‌گیرد.

لحیم: لحیم معمولاً آلیاژی مرکب از سرب و قلع است. قلع با آب و هوا ترکیب نمی‌شود. به همین جهت پوشش بسیار خوبی برای فلزاتی نظیر مس است و از اکسید شدن آن جلوگیری می‌کند.

وسایل لحیم کاری: برای لحیم کاری چند قطعه به یکدیگر، ابتدا باید آن‌ها را گرم نمود و سپس لحیم کرد. برای تأمین حرارت لازم از وسیله‌ای به نام هویه استفاده می‌شود. نُک هویه، که حرارت را به اتصال می‌رساند معمولاً از جنس مس است. زیرا مس حرارت را بهتر از فلزات دیگر منتقل می‌کند. هویه‌ها به وسیله‌ی جریان الکتریکی گرم می‌شوند و آن‌ها را در دو نوع مقاومتی و ترانسفورماتوری می‌سازند.



شکل ۲۰-۳- هویه‌های قلمی و هفت تیری

بست کمربندی سیم‌ها

برای دسته‌بندی و نظم دادن به سیم‌هایی که مربوط به یک مسیر یا قسمت خاص هستند در تابلوهای برق و دستگاه‌ها از کمربندهای پلاستیکی مطابق شکل ۲۱-۳ جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۲۱-۳- بست کمربندی



هدف: اتصالات سیم‌ها به روش پرس و ترمینالی

ابزار و وسایل مورد نیاز: سیم نمره ۱. ۵ میلی‌متر مربع - سیم‌چین - سیم‌لخت‌کن - پرس سرسیم - ترمینال پلاستیکی و پیچ‌گوشتی.

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 کدام از سیم‌ها را به اندازه‌ی یک سانتی‌متر لخت کنید.
۳. قسمت لخت شده‌ی سیم‌ها را داخل سر سیم‌ها قرار دهید و به کمک انبر پرس، مانند شکل ۲۲-۳ سر سیم را روی سیم پرس کنید.



شکل ۲۲-۳ پرس کردن سرسیم

۴. هشت رشته سیم نمره ۱. ۵ میلی‌متر مربع را در اندازه‌های ۱۵ سانتی‌متری با سیم‌چین قطع کنید.
۵. توسط سیم‌لخت‌کن سر هر کدام از سیم‌ها را به اندازه‌ی ۱ سانتی‌متر لخت کنید.
۶. قسمت لخت شده‌ی سیم‌ها را مانند شکل ۲۴-۳ داخل ترمینال قرار دهید و به کمک پیچ‌گوشتی پیچ ترمینال را محکم کنید. دقت کنید تا همه‌ی قسمت لخت شده‌ی سیم زیر پیچ ترمینال قرار گیرد و از بیرون مشاهده نشود.



شکل ۲۴-۳ قرار گرفتن سیم‌ها زیر پیچ‌های ترمینال



شکل ۲۳-۳ یک نمونه ترمینال پلاستیکی

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

کابل

امروزه در صنعت و کشاورزی، بیش تر برق رسانی ها به انواع ماشین ها و تجهیزات الکتریکی با کابل انجام می شود. کاربرد کابل ها در این زمینه بسیار وسیع و دارای اهمیت زیادی است. کارخانجات کابل سازی کابل ها را در اندازه ها و کاربردهای گوناگون و با ساختمان های داخلی متفاوت تولید می کنند (شکل ۲۵-۳).



شکل ۲۵-۳- چند نمونه کابل

◀ تعریف کابل

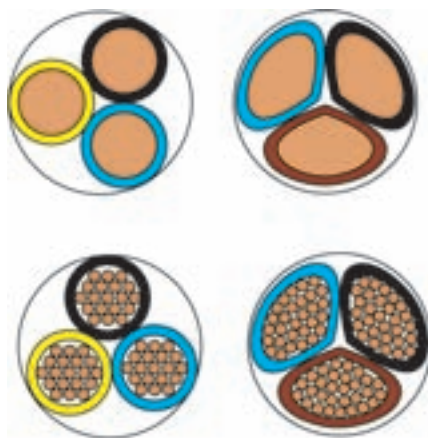
کابل یک یا چند هادی (تک رشته یا چند رشته ای) است، به طوری که هر هادی به وسیله ی عایق واحدی عایق کاری شده و مجموعه ی هادی های عایق دار نیز در داخل یک پوشش دیگر قرار گرفته باشد. صولا هر نوع هادی، که بتواند جریان برق را از داخل خود عبور دهد و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد، به طوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و در روی سطح سیم نسبت به زمین دارای ولتاژ باشد، «کابل» نامیده می شود.

◀ ساختمان کابل ها

کابل ها همواره از دو قسمت اصلی هادی و عایق تشکیل شده اند. تفاوت کابل ها ناشی از کاربرد آن هاست. یعنی نوع کارشان موجب می شود که جنس، شکل، سطح مقطع و تعداد هادی ها و عایق ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این تفاوت ها موجب تقسیم بندی کابل ها می گردند. قسمت های اصلی کابل ها عبارت اند از:

■ هادی کابل ها

هادی ها از سیم مسی و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیوم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می شوند. سطح مقطع هادی ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کاربرد، در اندازه های گوناگون و شکل های متفاوت درست می شود. در این جا کابل ها را از نظر سطح مقطع هادی، تعداد رشته و هم چنین از نظر کاربرد، به صورت زیر، مورد بررسی قرار می دهیم.



- هادی ها از نظر تعداد رشته به دو شکل تک رشته (مفتولی) و چند رشته (افشان) مطابق شکل ۲۶-۳ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی های تک رشته از حرف اختصاری (e) و کابل های چند رشته از حرف اختصاری (m) استفاده می شود.

شکل ۲۶-۳ کابل های تک رشته و چند رشته

- هادی‌ها از نظر شکل سطح مقطع نیز به دو شکل گرد و مثلثی (شکل ۲۷-۳) وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های گرد از حرف اختصاری (I) و کابل‌های مثلثی از حرف اختصاری (S) استفاده می‌شود.



شکل ۲۷-۳ مقطع کابل‌ها

- کابل‌ها را از نظر کاربرد به دو دسته‌ی کابل‌های مسلح و کابل‌های غیر مسلح می‌توان تقسیم نمود. کابل‌های مسلح برای تحمل ضربه‌ها، فشار، نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای محافظاند و کابل‌های غیر مسلح فاقد محافظاند.

■ عایق کابل‌ها

با توجه به این که کابل‌ها در زیرزمین یا روی تجهیزات فلزی نصب می‌شوند، نباید هیچ گونه اتصال الکتریکی بین هادی و زمین برقرار گردد. به عبارت دیگر، باید ولتاژ روی بدنه‌ی عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل، نوع عایق کابل از مواد مختلفی انتخاب می‌شود، که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیراند:

- پی وی سی (PVC)، که به نام پروتودور معروف است.

- مواد لاستیکی

- پلی اتیلن، که به نام «XLPE» معروف است.

- کاغذهای آغشته به روغن مخصوص



شکل ۲۸-۳ کابل پی وی سی

برای تشخیص راحت‌سیم‌های مختلف کابل‌ها و جلوگیری از اشتباه، عایق سیم‌های داخل کابل‌ها را با رنگ‌های مختلف تولید می‌کنند.

■ غلاف کابل

عایق برخی کابل‌ها با یک یا چند لایه پوشیده می‌شود این لایه (یا لایه‌ها) کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت می‌کند این لایه هم‌چنین می‌تواند برای ممانعت از نفوذ رطوبت به داخل کابل ایجاد شود. به این لایه اصطلاحاً «غلاف کابل» یا «زره» می‌گویند. در ساده‌ترین حالت، مطابق شکل (۲۹-۳) کابل دارای یک غلاف از مواد پی وی سی است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله نفوذ رطوبت محافظت می‌کند.



شکل ۲۹-۳ کابل دارای غلاف

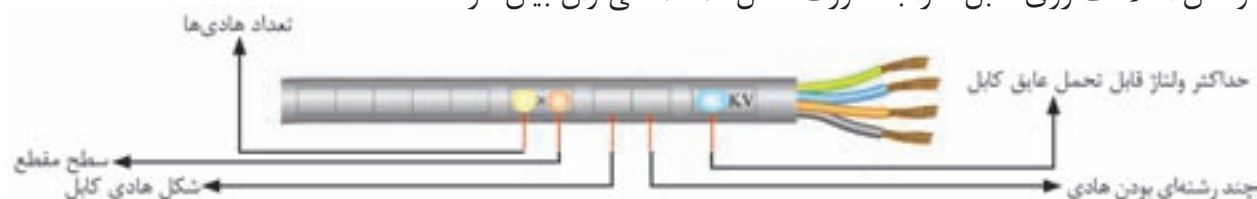
حال اگر کابل در جاهایی مورد استفاده قرار گیرد که نیروهای دیگری، مانند نیروی مکانیکی به آن وارد می‌شود ضرورت دارد، با استفاده از زره فولادی یا زره آلومینیومی، که در تمام طول کابل به صورت مفتول یا ورق تعبیه می‌گردد، محافظت مکانیکی شود. برای مثال می‌توان از کابل‌هایی که برای توزیع انرژی الکتریکی در شهرها،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

انتخاب کابل

عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابل‌ها: به طور کلی برای انتخاب کابل باید به موارد زیر توجه کرد.

- ولتاژ نامی
 - جریان مورد نیاز بار و میزان تحمل کابل در برابر جریان عبوری
 - شرایط محیطی (دمای محیط، میزان فشار و کشش وارد بر کابل، رطوبت محیط و اثرات خوردگی محل نصب کابل)
- از بین عوامل فوق برای تعیین سطح مقطع کابل باید به جریان مورد نیاز مصرف کننده، میزان تحمل کابل در برابر عبور جریان و افت ولتاژ مجاز، توجه خاص داشته باشیم.

نحوه‌ی استخراج اطلاعات از روی کابل‌ها: روی بدنه‌ی کابل‌ها از یک سری حروف، که نشان دهنده‌ی نوع عایق به کار رفته در کابل است و هم چنین یک سری اعداد، که نشان دهنده‌ی 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 برای تشخیص زمینه‌ی کاربرد کابل‌ها می‌توان استفاده کرد. با توجه به توضیحات فوق، ساختار کلی نوشتن اطلاعات روی کابل‌ها را به صورت شکل ۳-۳۰، می‌توان بیان کرد:



شکل ۳-۳۰ استخراج اطلاعات از روی کابل

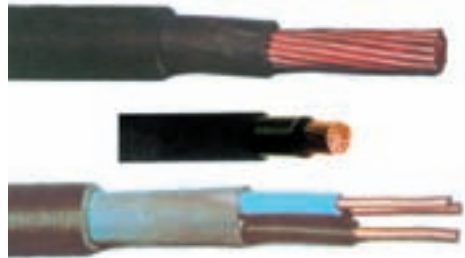
برای بیان جنس هادی و عایق به کار رفته در کابل‌ها و هم چنین برای توضیحات بیش‌تر، از حروف اختصاری استفاده می‌شود. در جدول ۲-۳ به چند نمونه‌ی آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۲-۳

توضیحات	حروف اختصاری
کابل‌های نُرْم شده بر اساس استاندارد وی، دی، ای (VDE) آلمان	N
عایق پروتودور	(در ردیف حروف Y اولین) Y
روپوش پروتودور	(در ردیف حروف Y دومین) Y
نوع هادی از جنس آلومینیوم	(اولین حرف) A
غلاف خارجی دوبل	(دومین حرف) A
کابل مسلّح با نوار فلزی	B
غلاف سربی	K

مثال : کابل(NYY)

این نوع کابل برق، برای کابل کشی در محل هایی که احتمالاً ضربه‌ی مکانیکی نباشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختمان این نوع کابل‌ها از رشته‌های هادی مسی نُرْم شده(N) هستند، که به وسیله‌ی پی. وی، سی عایق(Y) می‌شوند و همچنین جنس غلاف آن‌ها هم از جنس پی وی سی(Y) است. مقطع هادی این نوع کابل‌ها گرد یا سه گوش است(شکل ۳۱-۳).



شکل ۳۱-۳

پژوهش



اطلاعات مربوط به کابل یکی از دستگاه‌های برقی کشاورزی را از روی آن استخراج کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

لوازم و تجهیزات کابل کشی

برای اجرای عملیات مختلف روی کابل‌ها، به لوازم و تجهیزاتی نیاز است که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

■ قیچی کابل‌بری

برای بریدن کابل‌ها و هادی‌های مسی و آلومینیومی از قیچی کابل بری دستی، استفاده می‌شود. در شکل ۳۲-۳ نمونه‌هایی از قیچی کابل بری دستی نشان داده شده است.



شکل ۳۲-۳ قیچی کابل بری

■ وسیله‌ی روکش برداری کابل

این وسیله دارای دستگیره‌ای است که یک تیغ برش و یک غلتک روی آن قرار دارد. هنگام روکش برداری کابل، غلتک در پشت کابل قرار می‌گیرد، و با کشیدن آن روی کابل عایق روی آن برداشت می‌شود. فاصله‌ی بین غلتک و تیغه قابل تنظیم است. بنابراین، امکان لخت کردن همه گونه کابلی(با ضخامت عایق‌های مختلف)، وجود دارد(شکل ۳۳-۳).



شکل ۳۳-۳- روکش بردار کابل

■ بست کابل

در کابل کشی‌های روی دیوار از بست کابل استفاده می‌شود. برای انتخاب بست‌های مختلف لازم است به اندازه‌ی قطر خارجی کابل و نوع کابل کشی دقت کرد. بست‌ها را با میخ‌های فولادی یا پیچ و رول پلاک به روی دیوار محکم می‌کنند و سپس کابل روی آن‌ها بسته می‌شود.

■ کابل شوها (سر کابل‌ها)



برای اتصالات جدا شدنی سیم‌ها، از فیش یا سر سیم‌های مخصوص استفاده می‌کنند. سر سیم‌ها، با توجه به سطح مقطع سیم، در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شود. کابل شوها را در انواع مختلف پرسی، لحیمی و پیچی می‌سازند. برای به دست آوردن اتصال صد در صد و قابل اطمینان، اغلب کابل شوها را به هادی‌های کابل، لحیم یا پرس می‌کنند (شکل ۳۴-۳).

شکل ۳۴-۳- سر کابل

برای اتصال کابل‌های افشان (از مقطع یک میلی‌متر مربع به بالا و کابل‌های مفتولی از ۱۰ میلی‌متر مربع به بالا)، باید از کابل شو استفاده شود. کابل‌های مفتولی به مقطع ۶ میلی‌متر مربع و کم‌تر را می‌توان مستقیماً به دستگاه مربوطه متصل نمود.

■ پرس کابل شو

برای پرس کابل شوهای فلزی به سر هادی‌ها از پرس دستی استفاده می‌شود. شکل ۳۵-۳، نمونه‌ای از پرس دستی را، به همراه انواع کابل شوهای پرس شده، نشان می‌دهد.



شکل ۳۵-۳ کابل شوی پرس شده

روکش برداری کابل

برای در آوردن عایق روی کابل، ابتدا در محیط کابل و در محل مورد نظر به وسیله چاقو یا شیار درآر محیطی شیار دایره‌ای ایجاد می‌کنیم سپس در امتداد طول کابل با چاقو یا روکش بردار کابل، خط برش ایجاد و عایق را جدا می‌کنیم.

کار عملی ۲-۳



هدف: اتصال کابل شو به کابل‌ها به روش پرس

وسایل مورد نیاز: قیچی کابل‌بری- چاقوی روکش برداری کابل- کابل شو - کابل - پرس کابلشو

مراحل کار:

۱. سیم روکش‌دار نمره‌ی ۱۶ را با چاقوی کابل‌بری (یا سیم‌لخت‌کن) لخت کنید، به طوری که قسمت لخت شده به اندازه‌ی سوراخ کابل شو به اضافه‌ی ۵ میلی‌متر باشد.
۲. سر سیم‌لخت شده را در سوراخ کابل شو داخل نمایید، به طوری که سر سیم یک تا ۳ میلی‌متر از سوراخ کابل شو بیرون آید و با عایق سیم نیز، حدود سه میلی متر (از انتهای کابل شو) فاصله داشته باشد.
۳. با پرس دستی، کابل شو را به سیم پرس کنید (شکل ۳۶-۳).



شکل ۳۶-۳

مراحل اتصال کابل شو به وسیله‌ی لحیم کاری

۱. عایق سر کابل را به اندازه‌ی لازم (به اندازه‌ی طول حلقه‌ی کابل شو + حدود پنج میلی متر) جدا کنید و سر کابل را تمیز کنید.
۲. سر کابل را، که عایق آن برداشته شده است، در کابل شو داخل نمایید.
۳. دنباله‌ی عایق سر کابل را با پیچاندن نخ نسوز از خطر سوختن محافظت کنید.
۴. کابل را با کابل شو به طور عمودی نگه دارید. محل لحیم کاری را روغن لحیم بزنید. برای لحیم کاری، دنباله‌ی کابل شو را که بالای محل لحیم کاری قرار دارد، به وسیله‌ی چراغ کوره ای یا سر پیک گازی، گرم کنید. با گذاشتن لحیم روی آن سعی کنید که لحیم به داخل کابل شو نفوذ کند.
۵. نخ نسوز را باز کنید و روی محل لحیم کاری را با نوار عایق بپوشانید و کابل شو را با سر تخت آن و بدون هیچ واسطه ای روی محل اتصال زیر پیچ محکم کنید.



هدف: اتصال کابل شو به روش لحیم کاری

وسایل مورد نیاز: قیچی کابل بری- چاقوی روکش برداری کابل- لحیم- کابل شو- کابل.

مراحل انجام کار:

۱. یک کابل «NYCY» به طول لازم (حدود ۶۰ سانتی متر) انتخاب کنید.
۲. روکش اصلی کابل را به طول لازم حدود ۲۵ سانتی متر با چاقوی کابل بری بردارید. مواظب باشید که روکش سیمها زخمی نشود.
۳. عایق سر سیمها را به طول لازم جدا کنید (طول سوراخ کابل شو حدود پنج میلی متر).
۴. سر سیمهایی را که عایق آنها برداشته شده است، در کابل شو داخل نمایید. به طوری که حدود دو میلی متر از قسمت انتهایی سوراخ کابل شو پایین تر قرار گیرد.
۵. دنباله‌ی عایق سر سیمها را با پیچاندن نخ نسوز، از خطر سوختن روکش سیم محافظت کنید.
۶. کابل را همراه با کابل شوهای مربوط به طور عمودی نگه دارید.
۷. بالای محل لحیم کاری کابل شو را با چراغ کوره‌ای یا سر پیک گازی گرم کنید و لحیم را جلوی سوراخ کابل شو قرار دهید تا لحیم به داخل کابل شو نفوذ کند.

نکته ایمنی



مواظب باشید که افراد دیگر در مسیر نك چاقوی شما قرار نگیرند (شکل ۳۷-۳).



شکل ۳۷-۳

در صورت استفاده از شعله برای لحیم کاری مواظب باشید تا افراد و تجهیزات از آسیب مصون باشند.

طریقه‌ی اتصال کابل شوی پیچی به کابل

کابل شوهای پیچی برای مقاطع بزرگ یک تا ۱۲۰ میلی متر مربع، و سیمهای چند لا تا ۱۵۰ میلی متر مربع مورد استفاده دارند و نحوه‌ی اتصال آنها به کابل به ترتیب زیر است:

۱. کابل شوی انتخابی باید با قطر سیم هادی متناسب باشد و صحیح انتخاب شود.
۲. پیچ‌ها یک نواخت محکم شوند و سیم نباید در این حال تغییر شکل دهد. فاصله‌ی بین بست‌های بالا و پایین باید در هر دو طرف یکسان باشد. به علاوه پس از اتصال، باید یک فشار اتصال کافی (حداقل یک کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) بین دو قسمت بست به وجود آید (شکل ۳۸-۳).



شکل ۳۸-۳ کابل شوی پیچی

اصول کلی نصب کابل‌ها

- حداقل فاصله‌ی بین کابل‌های موازی هم ولتاژ، به اندازه‌ی قطر کابل ضخیم‌تر مجاور در نظر گرفته شود.
- در مواردی که کابل از داخل تجهیزات فلزی و لبه دار و تیز عبور می‌کند و ممکن است کابل را دچار خراشیدگی نماید باید، با استفاده از بوشن یا وسایل دیگر، کابل را حفاظت نمود.
- در موقع نصب یا کشیدن کابل، بهتر است تنش یا کشش روی هادی‌های کابل و هم چنین روی پوشش خارجی کابل وارد نشود.
- در مواردی که کابل در معرض تغییرات درجه‌ی حرارت قرار دارد، باید پیش بینی‌های لازم برای عایق‌بندی حرارتی آن صورت گیرد.
- کابل‌هایی که به تأسیسات قابل حمل و متحرک نصب می‌شوند باید در نقطه‌ی اتصال به دستگاه کاملاً بسته و محکم شود، به طوری که هیچ نیرویی به ترمینال‌های برق متصل به کابل وارد نشود.
- در زمان نصب کابل، باید شعاع خمش را، متناسب با تعداد رشته، سیم و عایق به کار رفته در آن، در نظر گرفت.
- در مواردی که یک کابل با کابلی دیگر یا با لوله‌ها تقاطع داشته باشد باید از یک لوله‌ی محافظ، با قطر متناسب با قطر کابل و طول حداقل یک متر، استفاده نمود و کابل را از داخل آن عبور داد.
- کلیه‌ی کابل‌ها باید یک تکه باشند و از کاربرد مفصل دو راهی در وسط خط خودداری شود.
- در سیم‌کشی، وسایل مختلفی به کار برده می‌شود که شناخت آن‌ها، موجب توانایی انتخاب و کاربرد درست آن‌ها می‌شود. در این قسمت اجزای ضروری مدار برای سیم‌کشی تشریح می‌شود.

کلیدها

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

توصیه‌های ایمنی



کلید های کنترل مدارها (از جمله چراغ‌ها) به دلیل رعایت نکات ایمنی باید هادی فاز را قطع و وصل کنند. قطع و وصل هادی نول برای کنترل مدار ممنوع است.

■ کلید یک پل

این کلید دارای یک پل، به عبارت دیگر، دارای یک دگمه برای قطع و وصل و یک مسیر برای عبور جریان است. دگمه‌ی قطع و وصل ممکن است به صورت فشاری، بالا و پایین یا دوار باشد. محفظه و سایر قسمت‌های عایق این کلید از جنس پلاستیک است به طوری که می‌تواند ولتاژ معینی را تحمل کند. کلید یک پل در دو نوع توکار و روکار ساخته می‌شود. تصویر ظاهری و علائم اختصاری این کلید در شکل ۳۹-۳ نشان داده شده است.



ج- شمای حقیقی و فنی



ب- توکار
شکل ۳۹-۳، کلید یک پل



الف (روکار)

■ کلید دو پل

این کلید از دو کلید یک پل تشکیل شده است، این دو کلید که در مجاورت هم قرار گرفته و در یک محفظه‌ی کائوچویی گذاشته شده اند و به جای داشتن چهار پیچ، که محل قرار گرفتن سیم هاست، از سه پیچ که یکی از آنها مشترک است، استفاده می‌شود. با کلید دو پل می‌توان دودسته لامپ را به دلخواه روشن و خاموش کرد. تصویر ظاهری و علائم اختصاری این کلید در شکل ۴۰-۳، نشان داده شده است.



ج- شمای حقیقی و فنی



ب- توکار
شکل ۴۰-۳، کلید دو پل



الف- روکار

■ کلید تبدیل (تعویض)

این کلید از یک محفظه و سه پیچ، که محل اتصال سیم‌هاست، تشکیل شده با دگمه ای اهرمی و یک پلاتین، که پیچ مشترک را به دل خواه به پیچ‌های دیگر اتصال می‌دهد. معمولاً از کلید تبدیل در سالن‌ها که دارای درب‌های ورودی و خروجی هستند، استفاده می‌شود تا بتوان از دو نقطه‌ی ورودی و خروجی، روشنایی را کنترل کرد. تصویر ظاهری و علائم اختصاری این کلید در شکل ۴۱-۳، نشان داده شده است.



ج- شمای حقیقی و فنی

ب- توکار
شکل ۴۱-۳ کلید تبدیل

الف- روکار

■ پریزها

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

همان طور که در فصل گذشته آموختیم، برای حفاظت اشخاص و کاهش خطرات برق گرفتگی، از سیستم حفاظت توسط سیم زمین استفاده می‌شود. در سیستم حفاظت توسط سیم زمین، بدنه‌ی دستگاه‌ها به وسیله‌ی سیمی به زمین وصل می‌شود و خطر برق گرفتگی در اثر تماس با بدنه‌ی دستگاه را از بین می‌برد. پریزهای برق مجهز به اتصال زمین، دارای سه پیچ هستند که یکی از آن‌ها مربوط به اتصال سیم زمین است (شکل ۴۲-۳).



ب) شمای حقیقی و فنی

الف) تصویر ظاهری
شکل ۴۲-۳ پریز برق

نکته



کلیه‌ی پریزها باید مجهز به هادی حفاظتی باشند.
یادآوری: استفاده از پریزهای دو کنتاکت یا از انواع پریزهای مخصوص (بر حسب مورد)، فقط در صورتی مجاز خواهند بود که از روش‌های ایمنی مخصوص استفاده شده باشد.

■ جعبه‌ی تقسیم

در سیم‌کشی، اغلب لازم است که از سیم‌ها انشعاب گرفته شود. به همین دلیل در مسیر سیم‌ها جعبه‌ای به نام جعبه‌ی تقسیم قرار داده می‌شود. جعبه‌ی تقسیم در دو نوع روکار و توکار ساخته می‌شود. جعبه‌ی تقسیم در نقشه‌های الکتریکی مطابق شکل ۴۳-۳ (ب) نشان داده می‌شود.



ب- شمای حقیقی و فنی



الف- تصویر ظاهری

شکل ۴۳-۳ جعبه تقسیم

■ دوشاخه

برای اتصال مصرف‌کننده‌های الکتریکی به پریز برق از وسیله‌ای به نام دو شاخه استفاده می‌کنند. دوشاخه دارای دو میله‌ی فلزی است که روی پایه‌ای پلاستیکی نصب می‌شود و دو سر سیم را به آن وصل می‌کنند. همچنین کارخانه‌های سازنده وسایل الکتریکی، بدنه‌ی فلزی دستگاه‌ها را با سیم اتصال بدنه دستگاه به دوشاخه آن وسایل متصل می‌کنند. به همین دلیل دوشاخه دارای زائده‌ی فلزی هستند که از طریق پریز سیم زمین را به دستگاه مرتبط می‌کنند.



ب) دوشاخه با اتصال زمین

الف) دو شاخه معمولی بدون اتصال زمین

شکل ۴۵-۳ چند شاخه با اتصال زمین

شکل ۴۴-۳ دوشاخه

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



هدف: ساختن سیم سیار

وسایل مورد نیاز: ۴ سیم رشته ای با سطح مقطع یک و نیم یا کابل ۴ رشته، پرز، دوشاخه یا سه شاخه، سیم چین، انبردست، پیچ گوشتی و فاز متر

مراحل انجام کار:

۱. از یک کابل ۴ رشته با سطح مقطع $2/5 \text{ mm}^2 \times 1/5$ (۴ یک متر را جدا کنید).
۲. روکش کابل را با چاقوی کابل بری از دو سر کابل به اندازه ای که داخل سه شاخه قرار گیرد، جدا کنید.
۳. سرهای ۴ رشته سیم را به اندازه نیم سانتیمتر لخت کنید.
۴. سر سیمهای لخت شده را زیر پیچهای نری و مادگی قرار داده و محکم کنید. و درب نری و مادگی را ببندید.



شکل ۴۶-۳

■ سرپیچ

سرپیچ وسیله‌ای است که لامپ را به آن می‌پیچند. سرپیچ‌ها در دو نوع آویز و دیواری ساخته می‌شوند. سرپیچ دیواری را روی سطح کار نصب می‌کنند. سرپیچ آویز را به سطح کار می‌آویزند. در شکل ۴۷-۳ چند نمونه سر پیچ آویز و دیواری را مشاهده می‌کنید. جنس سرپیچ از پلاستیک یا چینی است. بعضی از سرپیچ‌ها مانند پیچ و مهره ساخته شده‌اند که به هم اتصال پیدا می‌کنند. در موقع بستن لامپ به سر پیچ باید دقت کرد که دو کنتاکت سرپیچ به هم اتصال نداشته باشد.



(ب) دیواری حباب دار

(الف) آویز

شکل ۴۷-۳ انواع سر پیچ

لامپ‌ها

لامپ وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می‌کند و برای روشنایی استفاده می‌شود. اولین لامپ روشنایی (رشته ای) 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 مختلف؛ از قبیل لامپ‌های رشته ای، لامپ فلورسنت و لامپ جیوه‌ای یا سدیمی (سدیمی فشار قوی - سدیمی فشار ضعیف)، لامپ‌های نئون ساخته شده اند. (شکل ۴۸-۳).



رشته‌ای



سدیمی



جیوه‌ای



فلورسنت (کم مصرف)



فلورسنت (مهتابی)



(LED)



هالوژن

شکل ۳-۴۸ نمونه‌هایی از انواع لامپ‌ها

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

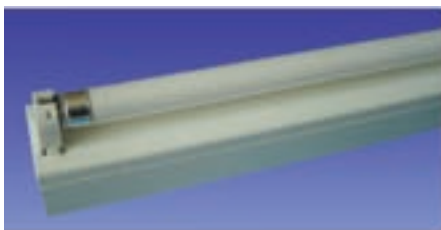
آیا می‌دانید:



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

■ لامپ‌های فلورسنت معمولی :

لامپ‌های معمولی فلورسنت با ولتاژ ۲۲۰ ولت روشن می‌شوند. شکل ۳-۴۹ شکل ظاهری لامپ فلورسنت را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴۹ لامپ فلورسنت

وسایل اصلی مورد نیاز برای روشن کردن لامپ فلورسنت به شرح زیرند:

الف) ترانس مهتابی: در لامپ‌های گازی، ابتدا ولتاژ زیاد مورد احتیاج است. ترانس مهتابی این اضافه ولتاژ را تأمین می‌کند.



ب) علامت اختصاری

الف) شکل ظاهری

شکل ۵۱-۳ ترانس لامپ فلورسنت

ب) استارتر (راه انداز خودکار): استارتر وظیفه‌ی راه‌اندازی اولیه‌ی لامپ مهتابی را بر عهده دارد و پس از روشن شدن لامپ از مدار خارج می‌شود. شکل ۵۲-۳ شکل ظاهری استارتر را نشان می‌دهد.



شکل ۵۲-۳ استارتر لامپ فلورسنت

اجزای مورد نیاز برای اتصال لامپ فلورسنت: وسایل کمکی دیگری از قبیل پایه‌ی لامپ (سوکت لامپ)، پایه‌ی استارتر و... نیز مورد نیاز است.

پایه‌ی لامپ فلورسنت: پایه‌ی لامپ فلورسنت از جنس پلاستیک مخصوص ساخته می‌شود. در دو سر لامپ زائده‌های فلزی وجود دارد که این زائده‌ها به فیلامان لامپ وصل‌اند و در داخل سوکت‌های لامپ فلورسنت جای می‌گیرند.

پایه استارتر: برای استارتر نیز پایه‌ی جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است یا روی یکی از پایه‌های لامپ فلورسنت محل مخصوصی برای آن تعبیه شده است (شکل ۵۳-۳).



شکل ۵۳-۳ پایه

■ لامپ کم‌مصرف

لامپ کم‌مصرف خود نوعی لامپ فلورسنت است. در سال‌های اخیر، به دلیل توجه بیشتر به مصرف بهینه‌ی انرژی الکتریکی و نیز از آن جایی که روشنایی بخش عمده‌ای از مصرف برق را شامل می‌شود، و همچنین تلفات نود درصدی لامپ‌های رشته‌ای استفاده از لامپ‌های کم مصرف بسیار توسعه یافته است. جایگزینی لامپ‌های رشته‌ای با لامپ‌های کم مصرف، به طور متوسط هزینه‌ی برق را به یک سوم کاهش می‌دهد. لامپ کم مصرف، بسته به توان مصرفی و رده‌ی برچسب راندمان انرژی، از یک چهارم تا یک ششم یک لامپ رشته‌ای با نور معادل،

انرژی الکتریکی مصرف می‌کند (شکل ۵۴-۳).



شکل ۵۴-۳ لامپ 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 رشته ای برای محل هایی که مدت زمان روشن و خاموش بودن آن‌ها کوتاه و تعداد دفعات قطع و وصل آن‌ها زیاد است مناسب هستند.

■ رله‌ی زمانی

رله‌های زمانی در انواع مختلف و با ساختمان‌های گوناگونی ساخته می‌شوند. برای این که تعدادی لامپ را از چند نقطه، با زمان بندی مشخص، روشن و خاموش کنند از نوعی رله‌ی زمانی استفاده می‌شود. در مدار روشنایی با رله‌ی زمانی، با فشار به یک شستی که به جای کلید به کار گرفته شده است، رله شروع به کار می‌کند و لامپ‌ها روشن می‌شوند و پس از گذشت زمان معینی که قابل تنظیم است، خاموش می‌شوند (شکل ۵۵-۳).



شکل ۵۵-۳ رله‌ی زمانی

روی رله‌های زمانی معمولاً دکمه‌ای وجود دارد که سه حالت خاموش، روشن دائم و روشن زمانی توسط آن انتخاب می‌شود.

■ دایمر

دایمر وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان ولتاژ را تغییر داد و شدت نور لامپ را کم یا زیاد کرد. معمولاً دایمر به صورت سری با مصرف کننده قرار می‌گیرد و ولتاژ ورودی را کنترل می‌کند. دایمر از نظر ظاهری شبیه به یک کلید معمولی است که دارای ترمینال‌های ورودی و خروجی است (شکل ۵۶-۳).



شکل ۵۶-۳ دایمر

پژوهش



برخی از کاربرد های رله زمانی و دایمر را در حوزه کشاورزی بررسی کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

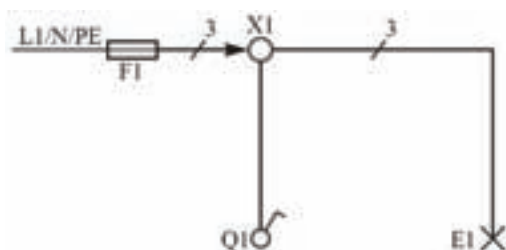
نقشه‌های نقشه‌های الکتریکی

رسم نقشه‌های الکتریکی

مدارهای الکتریکی را به صورت‌های مختلفی رسم می‌کنند. مهم‌ترین آن‌ها شمای «فنی» و «حقیقی» هستند که در ادامه توضیح داده می‌شوند.

■ شمای فنی (نقشه‌ی تک خطی مدار)

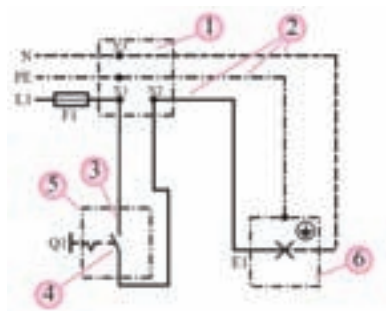
شمای فنی، نمای ساده‌ی یک خطی است که علاوه بر نشان دادن تعداد و نوع تجهیزات به کار رفته، ارتباط و اتصال قسمت‌های اصلی مدار را نشان می‌دهد. می‌توان گفت، شمای فنی لوله‌های سیم‌کشی رابط بین اجزای مدار را نشان می‌دهد و تعداد سیم‌هایی را که از داخل لوله می‌گذرد مشخص می‌کند تعداد سیم‌ها به وسیله‌ی رسم خطوط کوتاه مایل روی قسمت‌های مختلف مشخص می‌شود. اگر تعداد سیم‌های موازی ۳ یا بیش‌تر شود، می‌توان تعداد سیم‌ها را با عدد نشان داد (شکل ۵۷-۳).



شکل ۵۷-۳ شمای فنی (تک خطی)

■ شمای حقیقی:

شمای حقیقی، نقشه‌ی عملی است و برای نشان دادن طریقه‌ی اتصال کلیه‌ی سیم‌های رابط از منبع تغذیه به کلیدها و مصرف‌کننده‌ها و تا حدودی محل واقعی قرار گرفتن اجزای مدار به کار می‌رود (شکل ۵۸-۳).



شکل ۵۸-۳ شمای حقیقی

علائم الکتریکی

برای این که نقشه‌ها در تمام نقاط دنیا یکنواخت باشند و نقشه‌خوان‌های مختلف، از یک نقشه، درک یکسانی داشته باشند باید علائم الکتریکی در نقشه طبق استانداردهای مشخص رسم شوند و تمام برقکاران نیز با آن علائم آشنا گردند تا اگر نقشه‌ای را می‌خوانند بتوانند دیدگاه نقشه‌کش را استنباط کنند و به کار ببرند. در جدول ۳-۳

علائم الکتریکی منطبق بر استاندارد (IEC) آمده است. هر برقکار باید اطلاعات کافی از علائم اختصاری این جداول آگاهی داشته باشد.

جدول ۳-۳- علائم اختصاری

نام	علامت اختصاری	نام	علامت اختصاری
سیم فاز		کلید دو پل	
سیم نول		کلید تبدیل	
سیم محافظ (سیم ارت)		رله زمانی	
لامپ و چراغ		اتصال به زمین	
لامپ فلورسنت		شستی زنگ	
سیم کشی روکار		جعبه تقسیم	
سیم کشی توکار		فن	
پریز		کنتور	
موتور الکتریکی		آژیر	
کلید یک پل		تابلوی تقسیم دیواری	
فیوز			

سیم کشی

انواع سیم کشی

اصولاً سیم کشی به دو صورت روکار و توکار انجام می گیرد:

■ سیم کشی روکار:

معمولاً در سیم کشی روکار سیم ها را از روی سطح تمام شده ی کار به صورت آزاد یا در داخل لوله یا داکت عبور می دهند. در این روش، کلیه ی سیم ها و لوله ها در معرض دید هستند و به همین دلیل عیب یابی در این نوع سیم کشی آسان است (شکل ۵۹-۳)



ب- سیم کشی داخل لوله

الف- سیم کشی داخل داکت

شکل ۵۹-۳



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

◀ سیم‌کشی توکار

در این نوع سیم‌کشی، باید سیم را از داخل دیوار یا سقف یا کف عبور داد. برای این منظور لوله‌های مخصوصی را زیر گچ‌کار می‌گذارند و سیم‌ها را از داخل آن‌ها عبور می‌دهند.



◀ روش‌های سیم‌کشی توکار

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

شکل ۶۰-۳- سیم‌کشی

■ سیم‌کشی با جعبه تقسیم:

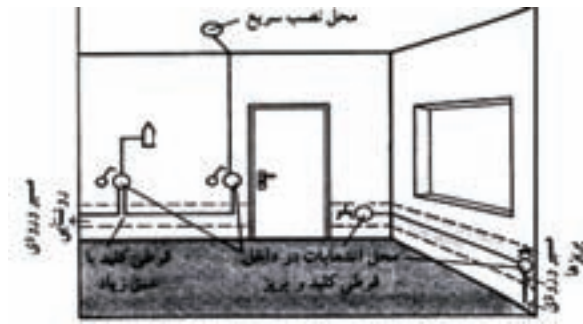
در این روش، سیم‌ها را از قسمت بالای دیوار و از داخل لوله به صورت افقی عبور می‌دهند. محل قوطی تقسیم در نقاط معین (در بالای کلید یا پریز) و به فاصله‌ی حدود ۳۰ سانتی متر از سقف، در نظر گرفته می‌شود و انشعابات مورد نیاز در داخل آن انجام می‌گیرد. در گذشته از این روش بیش‌تر استفاده می‌شد، ولی امروزه به دلیل این که تجهیزات سیم‌کشی توسعه یافته و مسائل دیگری از جمله عیب‌یابی، در سیم‌کشی مطرح است، از این روش کم‌تر استفاده می‌شود. لذا این روش به نام روش کلاسیک و آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۶۱-۳ سیم‌کشی با جعبه تقسیم

■ سیم‌کشی کلید به کلید

در این روش، انشعاب سیم‌ها، به جای قوطی تقسیم در قوطی کلید یا قوطی پریز (مطابق شکل ۶۲-۳) انجام می‌شود. در روش کلید به کلید، لازم است قوطی‌ها فضا و عمق بیش‌تری داشته باشند، در این روش که امروزه، بسیار پرکاربرد است معمولاً مدار پریزها، از مدارهای روشنایی جداگانه اجرا می‌شود.



شکل ۶۲- ۳ سیم کشی کلید به کلید



شکل ۶۳- ۳ تابلوی توزیع

■ سیم کشی با تابلوی توزیع محلی

در این روش از سیم کشی توکار، سیم‌ها (با توجه به توزیع برق و تقسیم‌بندی محل‌های متفاوت از تمام وسایل) به طور مجزا به داخل تابلوی توزیع آورده می‌شوند (شکل ۶۳- ۳).

محل نصب این تابلو باید در جایی باشد که آوردن لوله‌ها برای سیم کشی به محل تابلوی مرکزی امکان پذیر باشد. در این روش معمولاً جعبه‌ی تقسیم مرکزی (تابلوی توزیع محلی) را در راهرو یا در محل‌های مناسب دیگری نصب می‌کنند. در این روش در مقایسه با دو روش دیگر، اقدام به هرگونه عیب یابی و تغییر، راحت‌تر انجام می‌گیرد.



شکل ۶۴- ۳ سیم کشی با تابلوی توزیع

مدار الکتریکی

برای کنترل مصرف کننده‌هایی مانند لامپ رشته ای، باید از یک کلید قطع و وصل استفاده شود. کلید در مسیر رفت، بین منبع تغذیه و مصرف کننده نصب می‌شود.

نکته ایمنی



از سیم‌هایی که پوشیده شده یا از چند نقطه به هم اتصال داده شده اند نباید برای سیم کشی استفاده شود، زیرا کاربرد چنین سیم‌هایی، خطر آتش سوزی و برق گرفتگی را به همراه دارد.



هدف: بستن مدار الکتریکی کلید یک پل

وسایل و ابزار مورد نیاز: سیم افشان با سطح مقطع یک و نیم، سرپیچ، کلید یک پل، لامپ، جعبه‌ی تقسیم، سیم‌چین، انبردست، پیچ‌گوشتی و فازمتر.

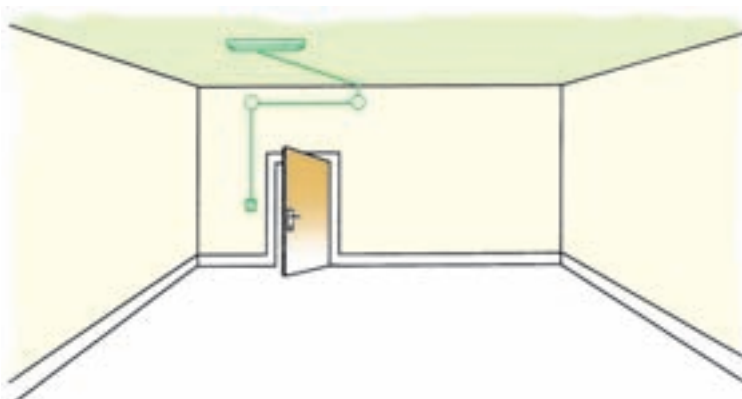
طریقه‌ی اتصال: در این مدار، ابتدا سیم فاز به کنتاکت ته فیوز وصل می‌شود. سپس از کنتاکت سر فیوز به جعبه‌ی تقسیم می‌رود. سیم فاز از جعبه‌ی تقسیم به یکی از ترمینال‌های کلید یک پل وصل می‌شود. از ترمینال دوم کلید یک پل، سیم برگشت به یکی از ترمینال‌های سر پیچ وصل می‌شود. آن‌گاه سیم نول به ترمینال بدنه‌ی سر پیچ متصل می‌شود (شکل ۶۵-۳).



الف) شمای حقیقی



ب) شمای فنی



ج) تصویر واقعی سیم‌کشی

شکل ۶۵-۳ مدار الکتریکی کلید یک پل

مراحل انجام کار

۱. مدار الکتریکی کلید یک پل را، با رعایت نکات ایمنی، سیم‌کشی کنید.
۲. با نظارت استادکار، صحت مدار را آزمایش کنید.
۳. در صورت بروز عیب، با فازمتر مدار را بررسی و عیب آن را پیدا و سپس رفع کنید. یا پس از قطع فیوز مدار، مدار را با اهم متر عیب یابی کنید.
۴. توسط دستگاه اندازه‌گیری، ولتاژ منبع تغذیه و هم‌چنین ولتاژ و جریان مصرف کننده را اندازه‌گیری کنید.
۵. مدار را از شبکه‌ی برق جدا کنید.
۶. طرز کار مدار را شرح دهید.
۷. گزارش کار خود را در دفتر گزارش کار یادداشت نمایید.

کاربرد



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

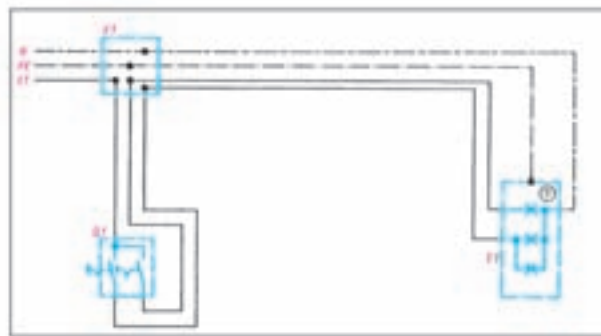


هدف: بستن مدار الکتریکی کلید دوپل

وسایل مورد نیاز سیم رشته ای با سطح مقطع یک و نیم، سرپیچ، کلید دو پل، لامپ، جعبه تقسیم، سیم

چین، انبردست، پیچ گوشتی و فازمتر

طریقه‌ی اتصال: سیم فاز را بعد از عبور از فیوز، به طریقی که قبلاً توضیح داده شد، به تقسیم می‌بریم و از آن جا به پیچ مشترک کلید دوپل، که معمولاً به رنگی متفاوت از پیچ‌های دیگر است، وصل می‌کنیم. از دو پیچ غیر مشترک کلید، دو سیم به نام سیم‌های برگشت فاز به کنتاکت ته دو سرپیچ می‌بریم و به آن وصل می‌کنیم. سرپیچ‌ها را از کنتاکت بدنه به طور مستقیم به نول شبکه متصل می‌نمائیم. اگر تعداد لامپ‌ها بیش‌تر از دو تا باشند، سرپیچ‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند، به طوری که در هر دسته دو یا چند سرپیچ با هم موازی باشند. در این صورت سیم برگشت و هم چنین سیم نول به نقطه‌ی اتصال مشترک سر پیچ‌ها وصل می‌شوند (شکل ۶۶-۳).



الف- شمای حقیقی



ب- شمای فنی

شکل ۶۶-۳ مدار الکتریکی کلید دو پل

مراحل انجام کار

۱. پیچ‌های کلید دو پل را با اهم متر آزمایش و سپس، پیچ‌های غیر مشترک و پیچ مشترک را مشخص کنید.
۲. مدار الکتریکی کلید دو پل را با رعایت نکات ایمنی یک بار با دو لامپ سری و بار دیگر با دو لامپ موازی سیم‌کشی کنید.
۳. با نظارت استادکار درستی مدار را آزمایش کنید.
۴. در صورت بروز عیب در مدار، آن را پیدا کرده و سپس رفع کنید. توسط اهم متر می‌توان، سالم بودن سرپیچ و کلید را آزمایش کرد.
۵. توسط دستگاه اندازه‌گیری، ولتاژ منبع تغذیه و هم‌چنین ولتاژ و جریان مصرف‌کننده‌ها را اندازه‌گیری کنید.
۶. مدار را از شبکه‌ی برق جدا کنید.
۷. طرز کار مدار را شرح دهید.
۸. گزارش کار خود را در دفتر گزارش کار یادداشت نمایید. (نتایج دو نوع اتصال لامپ‌ها را ذکر کنید).

کاربرد



این مدار در محل‌هایی به کار می‌رود، که دو لامپ یا دو دسته لامپ از یک نقطه کنترل می‌شوند.



هدف: بستن مدار الکتریکی کلید تبدیل

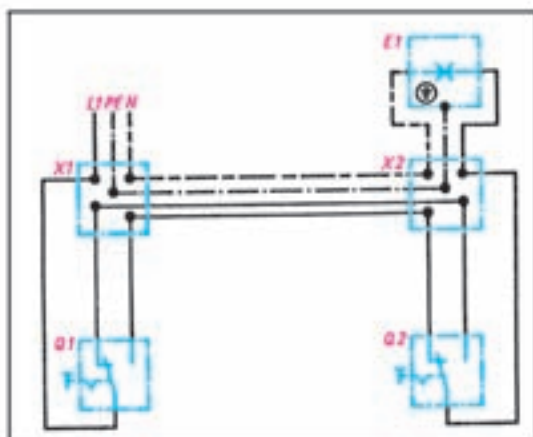
وسایل مورد نیاز: سیم رشته‌ای با سطح مقطع یک و نیم، سرپیچ، کلید تبدیل، لامپ، جعبه تقسیم، سیم‌چین،

انبردست، پیچ‌گوشتی و فازمتر

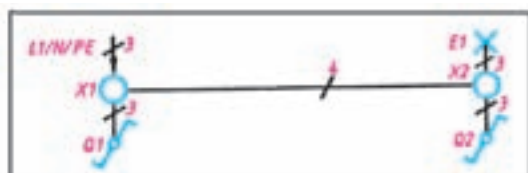
طریقه‌ی اتصال: سیم فاز، بعد از عبور از فیوز، به پیچ مشترک یکی از کلیدها وصل می‌شود. از دو پیچ غیر

مشترک کلید تبدیل، دو سیم برگشت به دو پیچ غیر مشترک کلید تبدیل دوم می‌رود. از پیچ مشترک کلید

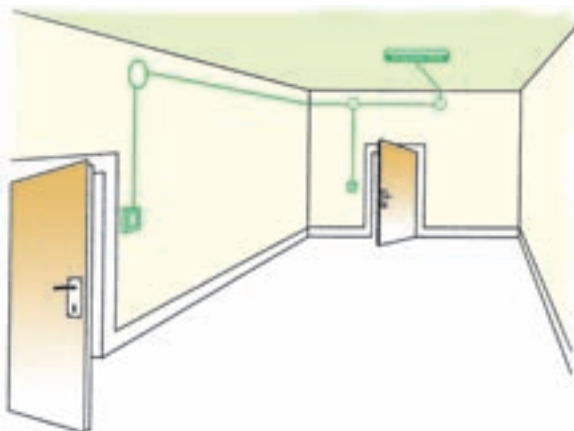
دوم یک سیم به طرف ته سر پیچ برده می‌شود و سیم نول به طور مستقیم به طرف دوم سرپیچ لامپ متصل می‌شود. (شکل ۶۷-۳).



الف) شمای حقیقی



ب) شمای فنی



ج) تصویر واقعی سیم‌کشی

شکل ۶۷-۳ مدار الکتریکی کلید تبدیل

مراحل انجام کار:

۱. پیچ‌های کلید تبدیل را با اهم متر آزمایش و سپس، پیچ‌های غیر مشترک و پیچ مشترک را مشخص کنید.
۲. مدار الکتریکی کلید تبدیل را، با رعایت نکات ایمنی، سیم‌کشی کنید.
۳. با نظارت استادکار، صحت مدار را آزمایش کنید.
۴. در صورت بروز عیب، آن را در مدار پیدا و رفع کنید.
۵. توسط دستگاه اندازه‌گیری، ولتاژ منبع تغذیه و هم‌چنین ولتاژ و جریان مصرف کننده را اندازه‌گیری کنید.
۶. مدار را از شبکه‌ی برق جدا کنید.
۷. طرز کار مدار را شرح دهید.
۸. گزارش کار خود را در دفتر گزارش کار یادداشت نمایید.

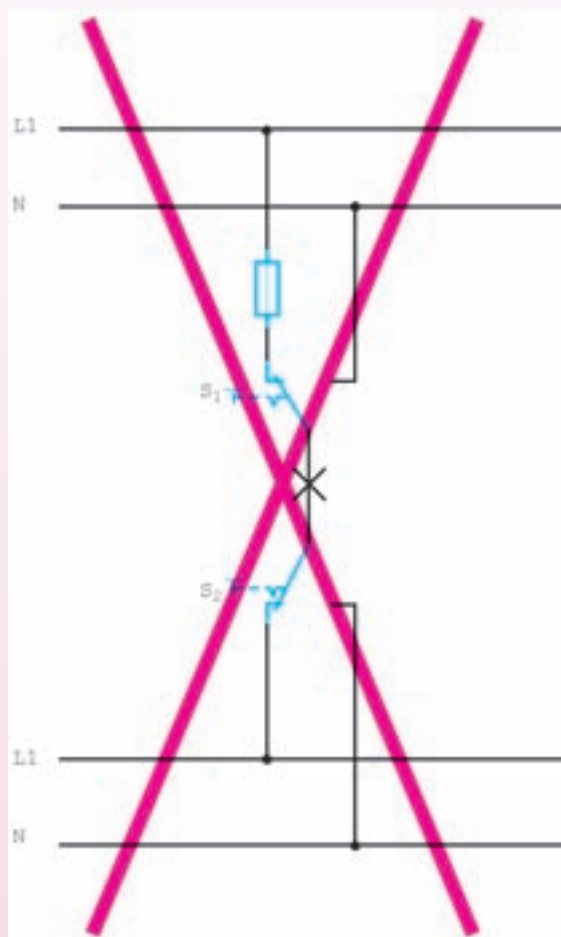
کاربرد



این مدار برای خاموش و روشن کردن یک لامپ یا یک گروه لامپ از دو نقطه مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً از آن برای سالن‌های بزرگی که دو خروجی دارند، استفاده می‌شود.



ممکن است در محیط کار با نوعی دیگر از اتصال تبدیل مواجه شوید. این روش هرچند با صرفه جویی در مصرف سیم همراه است اما به هیچ وجه ایمن، علمی و فنی نیست و مراجع ذی صلاح استفاده از این اتصال را قانونی نمی‌دانند (مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳).
در این روش سیم فاز و نول را به ترمینال های غیر مشترک در کلید متصل می‌کنند و ترمینال های مشترک این دو کلید به دو سر لامپ اتصال داده می‌شوند (شکل ۶۸-۳).



شکل ۶۸-۳



این مدار برای خاموش و روشن کردن یک لامپ یا یک گروه لامپ از دو نقطه مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً از آن برای سالن های بزرگی که دو خروجی دارند، استفاده می‌شود.



هدف: بستن مدار الکتریکی لامپ فلورسنت (مهتابی) با کلید یک پل

وسایل مورد نیاز: سیم رشته‌ای با سطح مقطع یک و نیم، پایه‌ی مهتابی، ترانس مهتابی، استارتر، کلید یک پل،

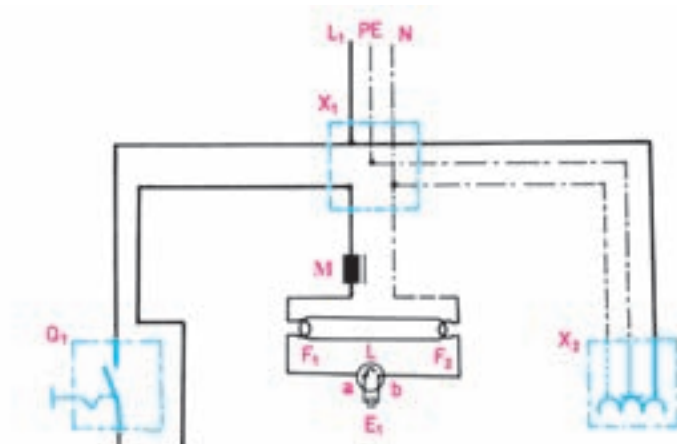
لامپ مهتابی، جعبه تقسیم، سیم‌چین، انبردست، پیچ‌گوشی و فازمتر

طریقه‌ی اتصال: سیم فاز، بعد از عبور از فیوز، به پیچ کلید یک پل وصل می‌شود. از پیچ دیگر کلید سیمی به

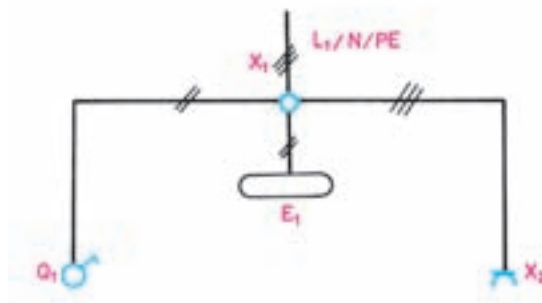
ترانس مهتابی و از پیچ دیگر ترانس سیمی به یکی از سرهای لامپ متصل می‌کنیم. سیم نول نیز مستقیماً به سر

دیگر لامپ وصل می‌شود. در این حالت، از هر دو طرف دیگر لامپ یک محل اتصال باقی مانده است، که آن دو را

به استارتر متصل می‌کنیم (شکل ۶۹-۳).



(الف) شمای حقیقی



(ب) شمای فنی



(ج) تصویر واقعی

شکل ۶۹-۳ مدار الکتریکی لامپ فلورسنت با کلید یک پل

۱. ساختمان سیم‌ها را توضیح دهید و انواع آن را نام ببرید؟
۲. انواع اتصالات سیم‌ها را توضیح دهید؟
۳. کابل را تعریف کنید و ساختمان آن را توضیح دهید؟
۴. ساختمان کلیدهای یک پل، دو پل و تبدیل را توضیح دهید و شمای حقیقی و فنی آن‌ها را ترسیم کنید؟
۵. انواع لامپ‌ها را نام ببرید. و توضیح دهید در انتخاب لامپ چه عواملی تأثیر گذار است؟
۶. وظیفه‌ی رله‌ی زمانی و دایمر چیست؟
۷. انواع نقشه‌ها را نام ببرید؟
۸. انواع سیم‌کشی را توضیح دهید؟
۹. روش‌های سیم‌کشی توکار را توضیح دهید؟
۱۰. شمای حقیقی و فنی مدارهای الکتریکی کلید یک پل، دو پل و تبدیل را ترسیم کنید؟

فصل چهارم

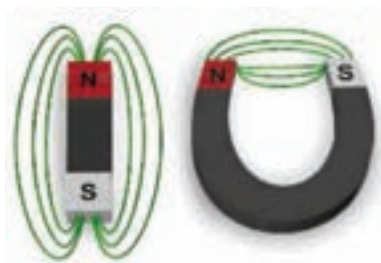
ماشین‌های الکتریکی

هدف‌های رفتاری - با یادگیری این فصل هنرجو می‌تواند:

- مغناطیس و میدان مغناطیسی را تعریف کند.
- ترانسفورماتور را تعریف کند.
- ساختمان ترانسفورماتورهای تک فاز را شرح دهد.
- اساس کار ترانسفورماتور را شرح دهد.
- ترانسفورماتور کاهنده و افزایشنده را توضیح دهد.
- ماشین‌های الکتریکی را تعریف کند.
- انواع ماشین‌های الکتریکی را نام ببرد.
- انواع موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان الکتریکی را نام ببرد.
- انواع موتورهای سه‌فاز را نام ببرد.
- خصوصیات و انواع موتورهای آسنکرون را بیان کند.
- ساختمان داخلی و طرز کار موتورهای آسنکرون القایی را شرح دهد.
- روش‌های راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز آسنکرون در شبکه‌ی سه‌فاز را توضیح دهد.
- اطلاعات روی پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه‌فاز را توضیح دهد.
- مفهوم حفاظت بین‌المللی و کلاس حرارتی در موتورهای الکتریکی را شرح دهد.
- انواع موتورهای تک فاز را نام ببرد.
- ساختمان داخلی و طرز کار موتورهای القایی تک فاز را شرح دهد.
- چگونگی راه‌اندازی انواع موتورهای تک فاز را شرح دهد.

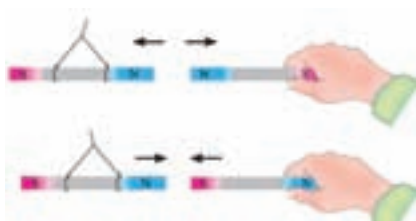
عملی	نظری	
۴	۸	ساعت

مغناطیس



به خاصیت مغناطیسی‌ای که در اطراف آهنربای دائمی، وجود دارد و بر اجسام مغناطیسی دیگر اثر می‌گذارد مغناطیس طبیعی می‌گویند (شکل ۱-۴). مغناطیس از جمله مباحثی است که در موتورهای الکتریکی کاربرد دارد.

شکل ۱-۴ مغناطیس طبیعی

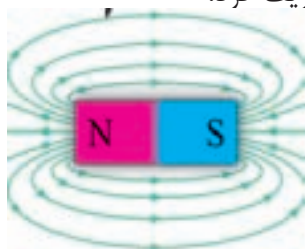


برای تشخیص قطب‌های یک آهن ربا باید هر یک از آنها را به ترتیب به قطب‌های مشخص یک آهن ربا دیگر، که آویزان است، نزدیک کنید. اگر دو قطب همدیگر را دفع کردند «همنام» و اگر دو قطب یکدیگر را جذب کردند، «غیرهمنام» هستند (شکل ۴).

شکل ۲-۴ جذب و دفع قطب‌های آهنرباها

خطوط نیروی مغناطیس و میدان مغناطیسی

یک آهن‌ربا می‌توان بدون اینکه با یک قطعه آهن تماس داشته باشد، آن را جذب نماید یا از یک فاصله دور 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 به صورت زیر تعریف کرد:



به فضایی از اطراف جسم مغناطیسی که بر اجسام مغناطیسی دیگر اثر می‌گذارد، «میدان مغناطیسی» می‌گویند. میدان مغناطیسی را می‌توان با خطوطی به نام «خطوط نیروی میدان مغناطیسی» نشان داد. میدان مغناطیسی عبارت است از کلیه‌ی خطوط میدان مغناطیسی‌ای که از آهن ربا خارج می‌شود. جهت این خطوط از قطب شمال (N) به سمت قطب جنوب (S) است (شکل ۳-۴).

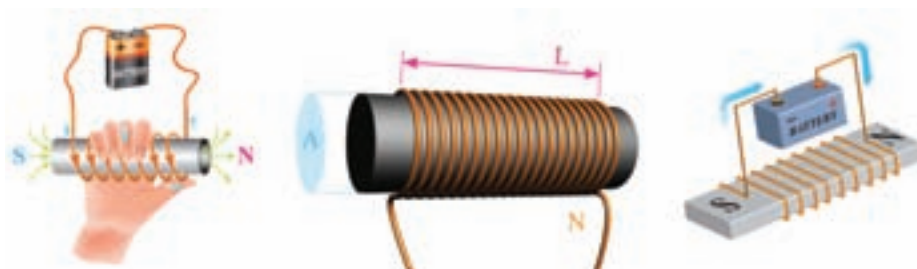
شکل ۳-۴ خطوط نیروی مغناطیسی

با عبور جریان الکتریکی از داخل یک سیم، خاصیت مغناطیسی در اطراف آن سیم پدید می‌آید، که اصطلاحاً به آن خاصیت الکترومغناطیسی می‌گویند (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴ خاصیت مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان

هرگاه یک سیم صاف را مطابق شکل ۴-۵ به صورت چند حلقه (سیم پیچ) در آوریم، میدان مغناطیسی به وجود آمده در اطراف حلقه‌ها با هم جمع می‌شوند و میدان مغناطیسی قوی‌تری پدید می‌آید.

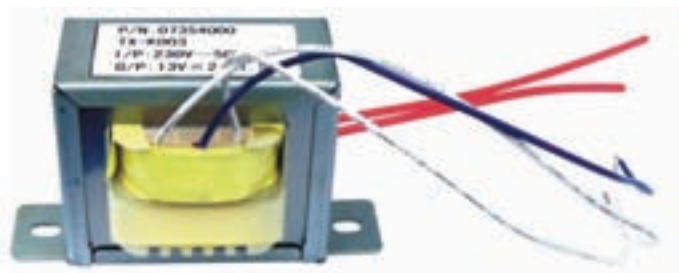


شکل ۴-۵ سیم پیچ و میدان مغناطیسی اطراف آن

در برخی از ماشین‌های بوجاری، از میدان مغناطیسی برای جدا کردن دانه‌ها استفاده می‌شود. در این روش دانه‌ها بر اساس اختلاف بین خصوصیات مغناطیسی شان جدا میشوند. دانه‌ها تحت تأثیر یک میدان مغناطیسی قوی قرار می‌گیرند و دانه‌هایی که دارای خصوصیت مغناطیسی قوی‌تری هستند از دیگر دانه‌ها جدا می‌شوند.

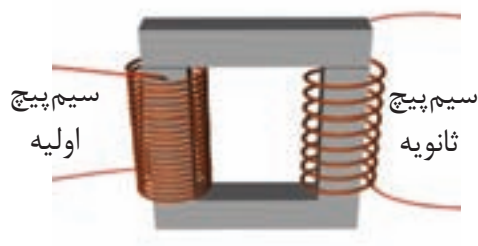
ترانسفورماتور تک فاز

ترانسفورماتور، یک مبدل (تبدیل کننده) 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 ولی مقادیر ولتاژ و جریانی آن را تغییر می‌دهد (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶

ساختمان ترانسفورماتور

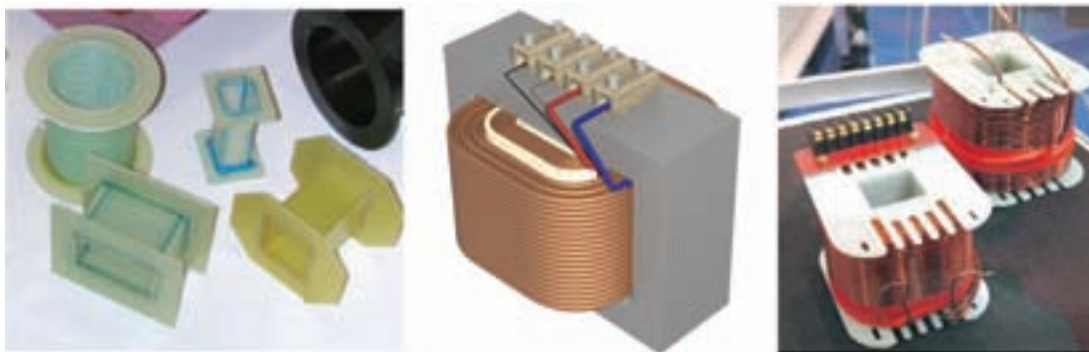


شکل ۴-۷

ترانسفورماتور از یک هسته‌ی 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 نمی‌شود. سیم‌پیچ متصل به منبع ولتاژ «سیم‌پیچ اولیه» نام دارد. این سیم‌پیچ، انرژی الکتریکی را تحت ولتاژ V_1 و جریان I_1 دریافت می‌کند. سیم‌پیچی که به مصرف کننده متصل می‌شود «سیم‌پیچ ثانویه» نامیده می‌گردد. این سیم‌پیچ، انرژی الکتریکی را تحت ولتاژ V_2 و جریان I_2 به مصرف کننده می‌دهد (شکل ۴-۷).

■ سیم پیچ ترانسفورماتور:

برای سیم پیچی ترانسفورماتور، معمولاً از جنس مس استفاده می شود. سطح مقطع سیم های ترانس متناسب با جریان مورد نیاز مصرف کننده محاسبه می شود. سیم پیچ ترانسفورماتورهای کوچک را معمولاً روی قرقره های پلاستیکی (ترموپلاست) می پیچند و در آن از سیم های لاکه با مقطع گرد استفاده می شود. تعداد دور سیم پیچ ها را با حرف N نشان می دهند (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸

■ هسته ی ترانسفورماتور

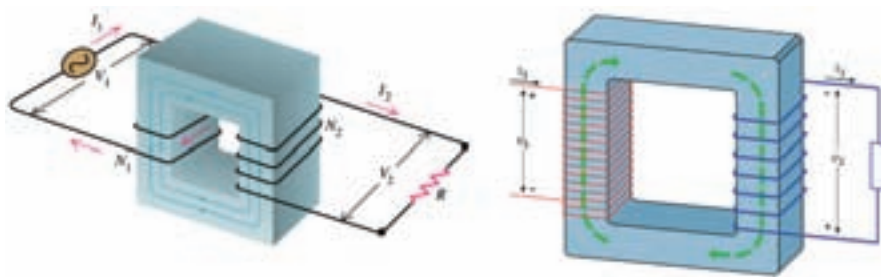
جنس هسته ی ترانسفورماتور از آهن است و به شکل های مختلف ساخته می شود. برای کاهش تلفات در ترانسفورماتورها، هسته ی آن را ورق ورق می سازند. ورقه ای که شکل «EI» دارند، از جمله ورق های پر کاربرد برای هسته ی ترانسفورماتورها است. در شکل ۴-۹ هسته ترانس و چند نمونه از ورق های مختلف نشان داده شده است.



شکل ۴-۹

◀ اساس کار ترانسفورماتور

اساس کار ترانسفورماتور بر مبنای اثر میدان های مغناطیسی (القای متقابل) بین سیم پیچ های اولیه و ثانویه است. هرگاه سیم پیچ اولیه ی ترانسفورماتوری را مطابق شکل ۴-۱۰ به یک منبع ولتاژ متناوب با ولتاژ V_1 وصل کنیم، جریانی از آن عبور می کند و در فضای اطراف سیم پیچ اولیه میدان مغناطیسی تولید می شود. این میدان پس از عبور از هسته ی ترانس، سیم پیچ های ثانویه را قطع میکند و باعث القای ولتاژ V_2 در آن می شود. هرگاه مصرف کننده های (بار) به ثانویه ترانسفورماتور متصل شود چون مسیر آن بسته می شود در نتیجه جریان I_2 در آن جاری می شود.



شکل ۴-۱۰

در یک ترانسفورماتور ایده‌آل رابطه‌ی ۴-۱ همواره صادق است، که به آن رابطه‌ی اساسی ترانسفورماتور می‌گویند. (۴-۱)

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

کمیت‌های به کار رفته در این رابطه عبارت‌اند از:

V_1 ولتاژ منبع تغذیه	V_2 ولتاژ دو سر مصرف کننده
N_1 تعداد حلقه‌های اولیه	N_2 تعداد حلقه‌های ثانویه
I_1 جریان سیم پیچ اولیه	I_2 جریان سیم پیچ ثانویه

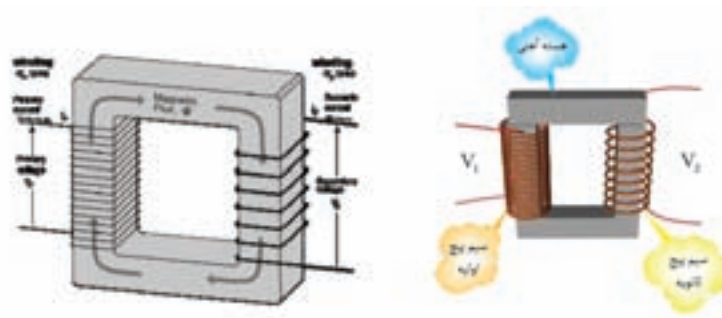
سطح مقطع سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتور نشان دهنده‌ی مقدار جریان قابل تحمل آنهاست. هرچه سطح مقطع سیم‌پیچ بزرگتر باشد جریان بیشتری می‌تواند از آن عبور کند. بدیهی است سیم‌پیچ با سطح مقطع سیم کوچکتر، جریان عبوری کمتری را تحمل می‌کند.

انواع ترانسفورماتور

ترانسفورماتورها را از نظر مقدار ولتاژ خروجی نسبت به ولتاژ ورودی به دو دسته می‌توان تقسیم کرد:
الف) ترانسفورماتور کاهنده ب) ترانسفورماتور افزایشنده

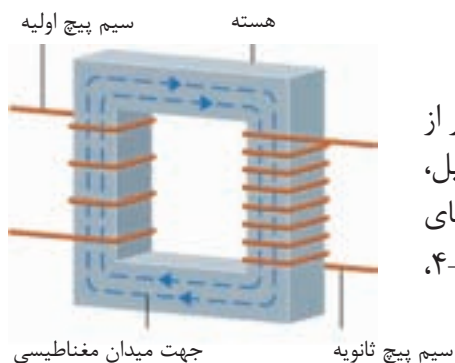
■ ترانسفورماتور کاهنده

در ترانسفورماتور کاهنده لازم است، ولتاژ ثانویه کمتر از ولتاژ اولیه باشد، یعنی: $V_2 < V_1$. لذا تعداد دور سیم پیچ‌های ثانویه را کمتر از تعداد دور سیم پیچ‌های اولیه ($V_2 < V_1$) انتخاب می‌کنند. شکل ۴-۱۱ تصاویری از ترانسفورماتور کاهنده را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۱ ترانسفورماتور کاهنده

معمولاً از این ترانسفورماتورها زمانی استفاده می‌شود که ولتاژ کار مصرف کننده کمتر از ولتاژ منبع تغذیه باشد مانند ترانسفورماتورهایی که در لوازم خانگی (مانند رادیو ضبط صوت و...) به کار می‌روند. در آداپتورها نیز از این نوع ترانسفورماتور استفاده می‌شود.



شکل ۴-۱۲ ترانسفورماتور افزایشی

■ ترانسفورماتور افزایشی

ترانسفورماتور افزایشی ترانسفورماتوری است که ولتاژ ثانویه آن بیشتر از اولیه است، یعنی: $V_2 > V_1$. با توجه به تعریف فوق و رابطه‌ی ضریب تبدیل، می‌توان نتیجه گرفت که در ترانسفورماتور افزایشی تعداد دور سیم پیچ‌های ثانویه بیشتر از سیم پیچ‌های اولیه است، یعنی: $N_2 > N_1$. در شکل ۴-۱۲، تصویری از این ترانسفورماتورها را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۳ نك چین جوجه

از این ترانسفورماتورها در مواردی که مصرف کننده به ولتاژی بیشتر از ولتاژ موجود نیاز داشته باشد، استفاده می‌شود. از جمله‌ی این موارد می‌توان ترانسفورماتورهای انتقال انرژی الکتریکی در شبکه‌های برق را نام برد. ترانسفورماتور در دستگاه نك چین جوجه کاربرد دارد. در این دستگاه از ترانسفورماتور کاهنده استفاده می‌شود که سیم پیچ اولیه‌ی آن را توسط دوشاخه به برق شهر (ولتاژ ۲۲۰ ولت) و دو سر سیم پیچ ثانویه آن را با یک قطعه‌ی آهنی، به یکدیگر متصل می‌کنند. در نتیجه جریان زیادی از قطعه آهنی می‌گذرد و آن را بسیار گرم می‌کند از این قطعه برای چپیدن نك جوجه استفاده می‌شود. در (شکل ۴-۱۳) یک نمونه دستگاه نك چین جوجه را مشاهده می‌کنید.

کاربرد دیگر میدان مغناطیسی در الکتروموتورهاست، که در ماشین‌های کشاورزی کاربرد فراوان دارند (شکل ۴-۱۴)



شکل ۴-۱۴ سیم پیچ‌های یک موتور الکتریکی

موتورهای الکتریکی

موتورهای الکتریکی می‌توانند برای به کار انداختن انواع و اقسام وسایل به کار می‌روند. امروزه برای تامین توان مورد نیاز انواع ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی مانند ماشین بوجاری، ماشین جوجه‌کشی، سالن پرورش طیور، نقاله، دستگاه‌های دانخوری اتوماتیک، دستگاه پرکن، دستگاه کاه خردکن، دستگاه توزیع دان، آسیا، شیر سردکن و شیر دوش، همگی به موتورهای الکتریکی مجهز هستند. به طوری که می‌توان گفت در بسیاری از ماشین‌های کشاورزی از موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود. به همین جهت داشتن اطلاعات کافی در زمینه اصول کار، ساختمان داخلی و طرز کار موتورها برای هنرجویان رشته ماشین‌های کشاورزی، تقریباً یک امر ضروری است. آشنایی با این موارد شما را در رفع عیوب ساده، تعویض قطعات یا انتخاب موتور مناسب با کار مورد نظر در ماشین‌های کشاورزی یاری می‌کند. شکل ۱۵-۴ دو نمونه از کاربرد موتور الکتریکی را، در کشاورزی نشان می‌دهد.



ب) موتور پمپ



الف) هواکش دستگاه جوجه‌کشی

شکل ۴

برخی از مزایای کاربرد موتورهای الکتریکی نسبت به موتورهای احتراقی عبارتند از:

- قیمت ارزانتر
- راه‌اندازی کم هزینه
- استفاده آسان
- سر و صدا و حجم کم
- تأثیر کم سرما و گرمای محیط بر آنها
- آلودگی نشدن هوا امکان قرار گرفتن در وضعیت‌های مختلف
- سرویس و نگهداری آسان

با توجه به دلایل بیان شده، یکی از سیاست‌های دولت در چند ساله‌ی اخیر این است که در ایستگاه‌های پمپاژ بخش کشاورزی، به جای موتورهای احتراقی، از موتورهای الکتریکی استفاده شود.

◀ انواع موتورهای الکتریکی

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

۱. موتورهای جریان متناوب (AC)

۲. موتورهای جریان مستقیم (DC)

بیشتر موتورهایی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند از نوع 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 همه‌ی شرایط سرعت ثابتی دارند.
 - **موتورهای آسنکرون**: این موتورها وقتی زیر بار قرار می‌گیرند کمی سرعت‌شان افت می‌کند. از آن جایی که موتورهای سنکرون در ماشین‌های کشاورزی کمتر به کار می‌روند از توضیح آن در این کتاب خودداری می‌کنیم و به موتورهای آسنکرون می‌پردازیم.
- موتورهای جریان متناوب آسنکرون به دو دسته‌ی کلی سه‌فاز و تک‌فاز تقسیم می‌شوند.



ب) موتور سه فاز



الف) موتور تک‌فاز

شکل ۴-۱۶ موتورهای AC

◀ **ساختمان موتور آسنکرون**

ساختمان این موتورها از دو قسمت اصلی استاتور و روتور تشکیل شده است (شکل ۴-۱۷).



شکل ۴-۱۷ استاتور و روتور موتور آسنکرون

- **استاتور (ساکن)**: استاتور عبارت از یک استوانه‌ی تو خالی است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک که نسبت به هم عایق هستند ساخته شده است. در داخل این استوانه شیارهایی تعبیه شده است و سیم پیچ‌ها درون آن، قرار می‌گیرند.



ب) بدون سیم پیچی

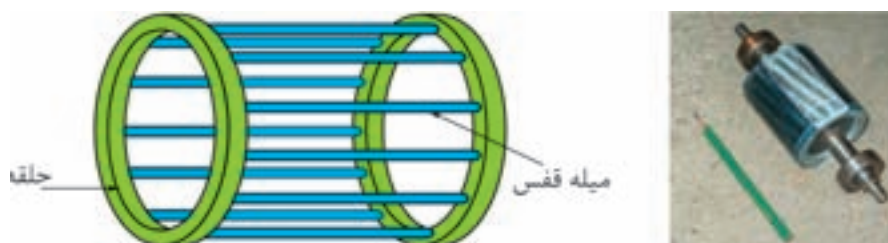


الف) سیم پیچی شده

شکل ۴-۱۸ استاتور

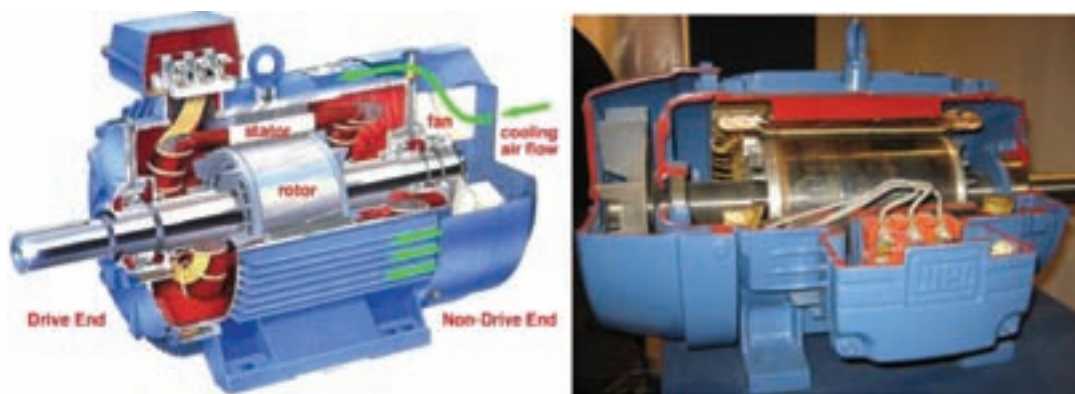
■ **روتور (گردنده):** روتور عبارت از یک استوانه‌ای تو پر است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک، که نسبت به هم عایق هستند، ساخته شده و روی محوری قرار گرفته است. در داخل این استوانه‌ی توپر، شیارهایی تعبیه شده که هادی‌های روتور در آن قرار می‌گیرد.

هادی‌های روتور به صورت میله‌ای هستند این میله‌ها از هر دو طرف به دو حلقه انتهایی، متصلاند. چون شکل به دست آمده برای این روتور، شبیه یک قفس فلزی است (شکل ۱۹-۴). به همین دلیل این گونه موتورهای القایی را « **روتور قفسی** » می‌گویند. حدود ۹۰٪ موتورهای الکتریکی جریان متناوب از نوع روتور قفسی هستند.



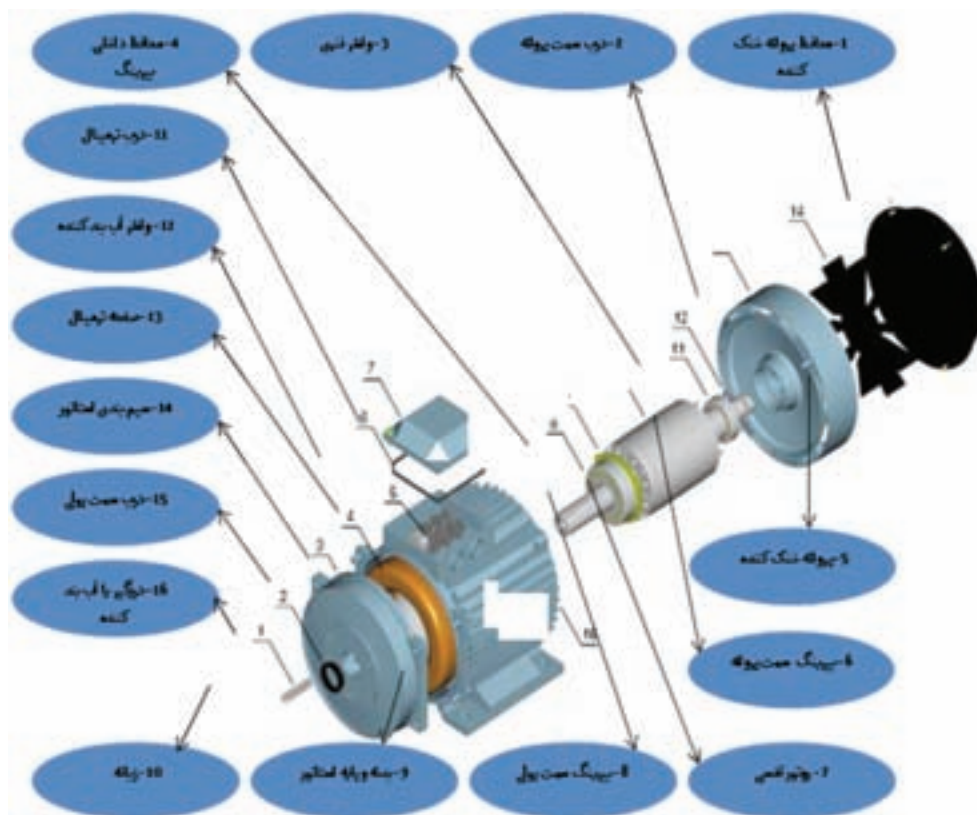
شکل ۱۹-۴ روتور

در شکل ۲۰-۴ نماهای برش خورده یک موتور سه فاز آسنکرون نشان داده شده است



شکل ۲۰-۴ نماهای برش خورده‌ی موتور آسنکرون سه فاز

شکل ۲۱ - ۴ نقشه‌ی تفکیکی (انفجاری) یک الکترو موتور را با ذکر نام قسمت‌های مختلف آن نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲۱ نقشه‌ی انفجاری یک موتور سه فاز آسنکرون

اصول کار موتورهای آسنکرون سه فاز

وقتی آهنی باریک را روی یک پایه قرار می‌دهیم و آهنربایی را به آن نزدیک می‌کنیم مشاهده می‌کنیم به طرف آن می‌رود. حال اگر آهنربا را به صورت دایره‌ای حول ورق آهنی بچرخانیم مشاهده می‌کنیم که ورق آهنی نیز جهت حرکت آهنربا را دنبال می‌کند و در جهت حرکت میدان مغناطیسی آهنربا می‌چرخد. لذا می‌توان نتیجه گرفت در صورتی که میدان مغناطیسی حول قسمت گردنده بچرخد، قسمت گردنده نیز به صورت دورانی به چرخش در خواهد آمد (شکل ۴-۲۲).



شکل ۴-۲۲ ورق آهنی حرکت آهنربا را دنبال می‌کند.

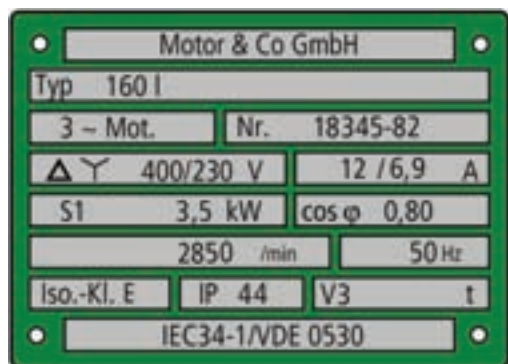
در موتورهای الکتریکی سه فاز به جای آهنربا از سه دسته سیم پیچ استفاده می‌شود. این سیم پیچ‌ها در شیارهای استاتور قرار می‌گیرند و با اتصال به شبکه برق میدان مغناطیسی مورد نیاز را به وجود می‌آورند. این میدان مغناطیسی به وجود آمده نیز گردان است (شکل ۴-۲۳).



شکل ۴-۲۳ سیم پیچ‌های موتور الکتریکی

پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز

برای انتخاب درست موتور سه فاز باید به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجه نمود. شکل پلاک موتور و اطلاعات نوشته شده روی آنها متفاوت است. شکل یک نمونه پلاک موتور سه فاز و توضیح برخی اطلاعات ارائه شده در آن در (شکل ۲۴-۴) آمده است.



شکل ۲۴-۴ یک نمونه پلاک موتور الکتریکی سه فاز

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه‌ی سازنده
۲	مدل (تیپ ماشین)
۳	تعداد فاز (یک فاز یا سه فاز)
۴	موتور یا مولد
۵	شماره‌ی بدنه
۶	نوع اتصال موتور (ستاره یا مثلث)
۷	ولتاژ کار موتور (بر حسب ولت)
۸	جریان موتور (بر حسب آمپر)
۹	نوع کار موتور (پیوسته یا موقت)
۱۰	قدرت موتور (بر حسب اسب بخار)
۱۱	ضریب قدرت موتور
۱۲	سرعت موتور (بر حسب دور در دقیقه)
۱۳	فرکانس موتور (بر حسب هرتز)
۱۴	حفاظت بین المللی
۱۵	استاندارد مورد استفاده در ساخت موتور

تحقیق



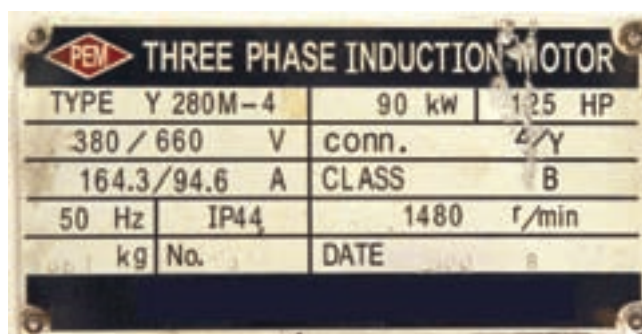
پلاک موتور الکتریکی چند ماشین کشاورزی را بررسی و مشخصات آن را یادداشت نمایید.

در 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 Protection) و دو رقم کد استفاده می‌شود. اولین رقم، درجه‌ی 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 آنست که این موتور در مقابل اجسام خارجی بزرگتر از قطر 1 mm و همچنین در مقابل پاشیده شدن آب حفاظت شده است. در جدول ۱-۴ حفاظت بین المللی موتورهای الکتریکی آمده است.

نوع ایمنی	توضیح	نماد
ایمنی تماس و ایمنی جسم خارجی		
IP 0X	بدون ایمنی تماس، بدون ایمنی جسم خارجی	—
IP 1X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگتر از 50 mm	—
IP 2X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگتر از 12 mm	—
IP 3X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگتر از 2.5 mm	—
IP 4X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگتر از 1 mm	—
IP 5X	ایمنی در مقابل رسوب گرد و غبار مضر به داخل	1
IP 6X	ایمنی در مقابل نفوذ گرد و غبار	2
ایمنی آب		
IP X0	بدون ایمنی آب	—
IP X1	ایمنی در مقابل ریزش عمودی قطرات آب	1
IP X2	ایمنی در مقابل ریزش مایل قطرات آب (150° نسبت به عمود)	2
IP X3	ایمنی در مقابل پاشش آب	3
IP X4	ایمنی در مقابل پاشیدن آب	4
IP X5	ایمنی در مقابل فوران آب، مثلاً از نازل	5
IP X6	ایمنی در مقابل جریان آب	6
IP X7	ایمنی در مقابل غوطه‌ور شدن	7
IP X8	ایمنی در مقابل غوطه‌وری کامل	8
نمادهای انواع ایمنی (مفهوم را در جدول بالا ببینید)		
1	2	3
4	5	6
7	8	Pa

جدول ۱-۴ حفاظت بین المللی موتورهای الکتریکی

در شکل ۲۵-۴ دو نمونه پلاک موتور سه فاز و شرح هر کدام در جدول مربوط نشان داده شده است.



موتور القایی سه فاز

تور: ۱۲۵ اسب بخار ۹۰ کیلو وات	تیپ: Y۲۸۰M-۴
نوع اتصال سیم پیچ ها: ستاره/مثلث	ولتاژ نامی سیم پیچ های موتور در اتصال ستاره/مثلث: ۶۶۰ ولت/۳۸۰ ولت
کلاس: B	جریان نامی موتور در اتصال ستاره/مثلث: ۹۴/۶ آمپر. ۱۶۴/۳ آمپر
سرعت موتور: ۱۴۸۰ دور در دقیقه	حفاظت بین المللی: IP۴۴
تاریخ تولید: سال ۲۰۰۰ میلادی	شماره: ۲۵۷
وزن موتور: ۶۶۷ کیلو گرم	فرکانس: ۵۰ هرتز
کشور سازنده: چین	

الف



ب

موتور القایی سه فاز

تیپ: ۴۱۱۲M	تعداد فاز: ۳ فاز	فرکانس: ۵۰ هرتز	حفاظت بین المللی: IP۵۴	توان: ۴ کیلو وات	حالت کاری: S۱
سرعت: ۱۴۱۵ دور در دقیقه		ضریب قدرت: ۰/۸۴		ولتاژ: ۶۶۰ ولت در اتصال ستاره ۳۸۰ ولت در اتصال ثلث	
جریان: ۵/۱ در اتصال ستاره ۸/۸ آمپر در اتصال مثلث	CL: F	سال تولید: ۱۳۸۶	شماره سریال: ۰۰۱۸۹	شماره ی استاندارد: ۳۴-۱	وزن: ۳۰/۵ کیلوگرم

شکل ۲۵-۴ دو نمونه پلاک موتور سه فاز

■ کلاس حرارتی

از آنجایی که افزایش بیش از حد دما روی خواص مکانیکی و عایقی ماشین های الکتریکی تأثیر می گذارد، لذا روی بدنه ی آنها حداکثر دمای مجاز ماشین مشخص شده است. اصطلاحاً به این دما « کلاس حرارتی » یا « کلاس عایقی » گفته می شود و آن را روی پلاک ماشین با حروف اختصاری به صورت ISOL یا CONTCLASS، نشان می دهند.

انتخاب موتورهای الکتریکی

اگر بخواهیم موتوری را برای کار خاصی انتخاب کنیم باید به نکات زیر توجه کنیم.

■ **تناسب قدرت موتور با کار مورد نظر** برای این منظور لازم است قدرتی که کار مورد نظر را انجام دهد برحسب «وات» یا «اسب بخار» تعیین شود و سپس باید موتوری متناسب با آن قدرت انتخاب کرد.

■ **میزان جریاندهی تابلوی برق** ظرفیت جریان دهی تابلوی برق باید در حد سه برابر جریان نامی موتور باشد تا بتواند جریان راه اندازی موتور را تأمین کند. بهترین روش برقرسانی آن است که یک نقطه‌ی توزیع مرکزی داشته باشیم و سپس برای هر قسمت یک تابلوی فرعی جداگانه تهیه کنیم.

■ **سرعت دورانی مورد نیاز موتور (RPM)** اگر نسبت به سرعت از پیش تعیین شده‌ی مورد نیاز برای انجام کار بی‌اطلاع هستید، بهتر است دنبال دستگاهی مشابه باشید. یا اینکه موتوری با دور استاندارد انتخاب کنید. و سپس، با تغییر ولتاژ تغذیه‌ی آن، به کمک اتوترانسفورماتور یا با استفاده از جعبه دنده، تعداد دور مناسب کار را به دست آورید.

برای اندازه‌گیری سرعت دورانی موتورهای الکتریکی، از دستگاهی به نام دورسنج استفاده می‌شود (شکل ۲۶-۴).



شکل ۲۶-۴ دورسنج دیجیتالی با حس‌کننده‌ی نوری و مکانیکی

شکل ۲۷-۴ نحوه‌ی قرارگیری این دورسنج را روی محور موتور الکتریکی به صورت مکانیکی نشان می‌دهد. بدیهی است برای اندازه‌گیری سرعت به صورت نوری باید حس‌گر نوری را به سمت محور و در نزدیکی آن قرار دهیم.



شکل ۲۷-۴ نحوه‌ی اندازه‌گیری سرعت دورانی 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. معمولاً شرایط کاری موتورها یکی از دو حالت «کار مداوم» یا «کار متناوب» است. حالت کاری موتور روی پلاک با حرف S به همراه یک عدد مشخص می‌شود که در زمان انتخاب باید به آنها توجه کرد.

■ **نوع (تیپ) موتور** - در انتخاب نوع موتور به عواملی همچون نوع شبکه (سه فاز - تک فاز)، هزینه خرید، شرایط و تجهیزات راه اندازی، گشتاور و جریان نامی موتور باید توجه کرد.

فیوز موتورهای الکتریکی حتما باید متناسب با جریان درج شده روی پلاک مشخصات موتور که جریان کار موتور است، انتخاب شود.

■ **وضعیت نصب موتور** - وضعیت نصب، یکی از عوامل فیزیکی است که در انتخاب یک موتور باید به آن توجه داشت، زیرا نوع یاتاقان های موتور برای وضعیت نصب ویژه ای طراحی شده است و اگر موتور در وضعیت نامناسبی نصب شود، عمر مفید دستگاه در آن وضعیت، کاهش می یابد.

در جدول ۲۴ چگونگی نصب موتورهای الکتریکی بر اساس استاندارد (IEC) نشان داده شده است.

شکل ساختمانی ماشینهای الکتریکی					
شرح	شکل	علامه IEC -	شرح	شکل	علامه IEC -
ماشین برای وضعیت عمودی			ماشین با یاتاقان سبزی		
مانند V3، اما سر آزاد محور در سمت پایین		V4	با دو یاتاقان سبزی و طوق (فلنج) نصب		B5
IM 3211			IM 3001		
با دو یاتاقان نمونه، پایه برای نصب روی دیوار، سر آزاد محور در سمت پایین		V5	با دو یاتاقان سبزی و یک سر آزاد محور، برای نصب روی دیوار		B6
IM 1011			IM 1051		
با دو یاتاقان سبزی، طوق نصب و سر آزاد محور در سمت پایین		V10	مانند B6، اما سر آزاد محور در سمت چپ		B7
IM 4011			IM 1061		
مانند V10، اما سطح نصب بر روی طرف پیشانی (جلو)		V18	مانند B6، اما برای نصب از سقف		B8
IM 3611			IM 1071		
ماشین بدون یاتاقان و با یاتاقان مجزا			با دو یاتاقان سبزی و طوق (فلنج) نصب		B10
بدون محور، بدنه دارای پایه		A2	IM 4001		
با دو یاتاقان سبزی و یک یاتاقان مجزا		C2	با دو یاتاقان سبزی و سطح نصب بر روی سمت پیشانی (جلو)		B14
IM 6010			IM 3601		
ماشین برای وضعیت عمودی			با دو یاتاقان نمونه و طوق نصب، سر آزاد محور در سمت پایین		V1
IM 3011			مانند V1، اما سر آزاد محور در سمت بالا		V2
IM 3231			مانند V1، اما طوق نصب و سر آزاد محور در سمت بالا		V3
IM 3031			یاتاقان عرضی در بالا، طوق اتصال در پایین، نصب بر روی ستون حامل، آوار چوبی، حلقه چاه		W1
IM 8015					

◀ اتصال موتور برای تأمین قدرت مکانیکی

اگر بخواهیم موتوری را برای دستگاهی انتخاب یا با موتور قبلی آن جایگزین کنیم باید به سیستم اتصال موتور به دستگاه توجه داشته باشیم. دو حالت برای اتصال موتور به دستگاه وجود دارد: الف) اتصال مستقیم و بدون تغییر سرعت ب) اتصال با مبدل برای تغییر سرعت

■ اتصال مستقیم و بدون تغییر سرعت

در صورتی که سرعت دستگاه با سرعت موتور یکی باشد از اتصال مستقیم استفاده می‌شود این کار با نصب مستقیم قطعه‌ی گردنده ماشین روی محور موتور (کوپل کردن) امکان‌پذیر است (شکل ۴). معمولاً در موتورهای الکتریکی، که برای به حرکت درآوردن پمپ‌های چاه آب، پمپ‌های گریز از مرکز و تهویه‌ی هوای سالن پرورش طیور استفاده می‌شوند، انتقال قدرت مستقیم صورت می‌گیرد.



شکل ۴-۲۸ سیستم انتقال قدرت مستقیم

■ سیستم مبدل سرعت

اگر سرعت لازم برای وسیله‌ی مورد نظر با سرعت موتور انتخاب شده یکی نباشد. از دستگاه‌های تغییر دور مانند جعبه دنده (گیربکس)، تسمه و چرخ تسمه یا زنجیر و چرخ زنجیر، برای تبدیل سرعت استفاده می‌شود (شکل ۴-۲۹).



الف) کاربرد تسمه و چرخ تسمه در ماشین بوجاری
ب) تغییر دور موتور با جعبه دنده
شکل ۴-۲۹ کاربرد موتور ماشین‌های کشاورزی با تغییر دور



هدف: شناسایی قطعات مکانیکی و الکتریکی الکتروموتور
ابزار و وسایل مورد نیاز: پیچ گوشتی ضربه خور، آچار رینگ، آچار بوکس و چکش
مراحل انجام کار:

۱. یک موتور الکتریکی را به همراه ابزار مناسب از انبار تحویل بگیرید. (شکل ۴-۳۰)



شکل ۴-۳۰

۲. پیچ‌های درپوش جلو و عقب موتور را مطابق شکل ۴-۳۱ توسط آچار، مناسب باز کنید.



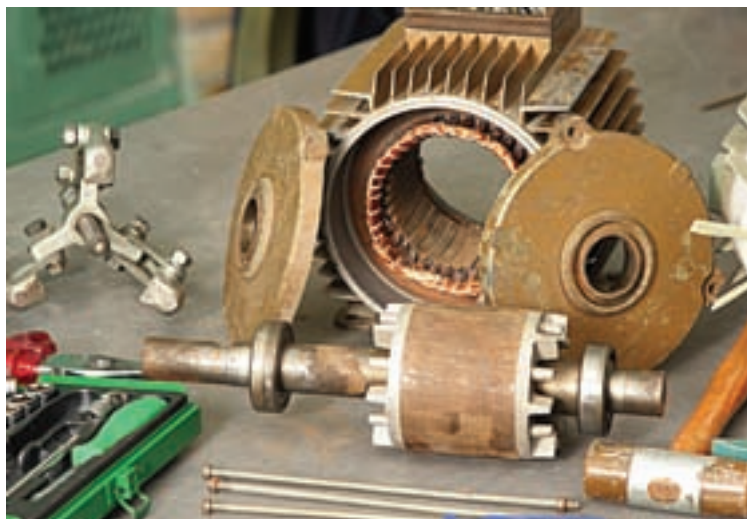
شکل ۴-۳۱

۳. نک پیچ‌گوشتی را روی درپوش‌ها بگذارید و با چکش، ضربه آرامی به آن وارد کنید تا درپوش‌ها از محل خود خارج شوند (شکل ۴-۳۲).



شکل ۴-۳۲

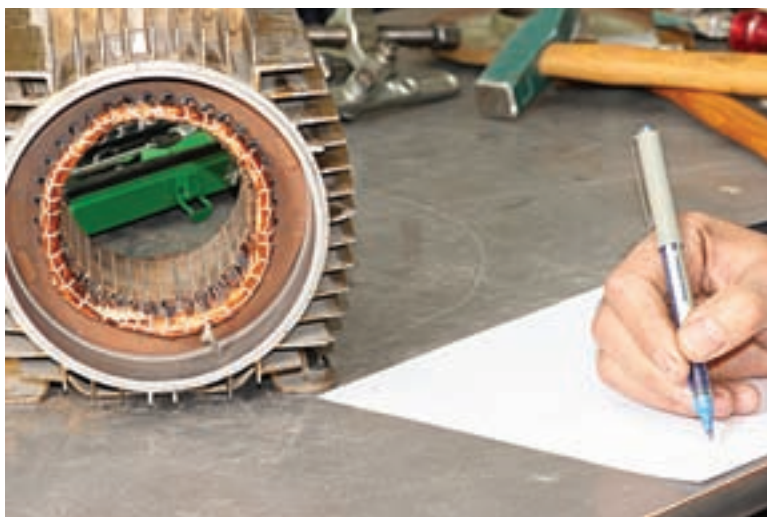
۴. روتور را از داخل استاتور بیرون بکشید (شکل ۴-۳۳).



شکل ۴-۳۳

۵. یاتاقان‌ها (بلبرینگ‌ها)، محور روتور (شفت)، استاتور، سیم‌پیچ‌ها، تخته کلم و نوع اتصال موتور را شناسایی کنید.

۶. مشاهدات خود را در دفتر گزارش کار ثبت کنید (شکل ۴-۳۴).

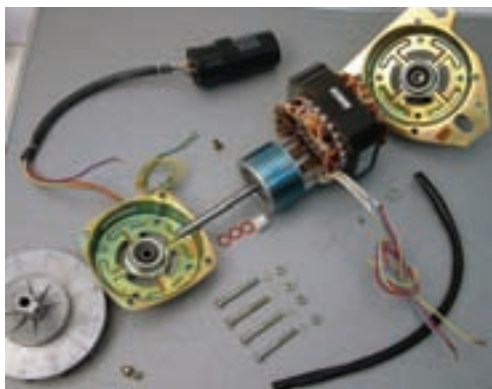


شکل ۴-۳۴

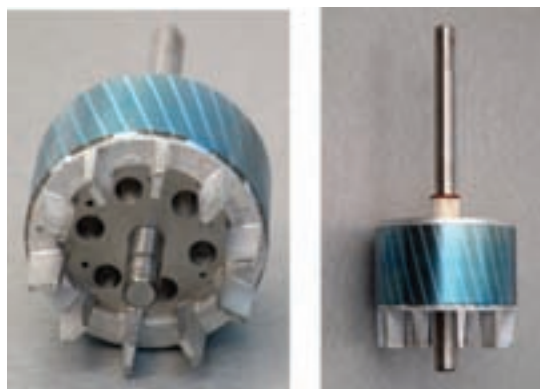
الکتروموتورهای تک فاز

■ 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 سه فاز آسنکرون روتور قفسی است، با این تفاوت که در استاتور آنها دو نوع سیم پیچی «سیم پیچ اصلی» و «سیم پیچ راه انداز یا کمکی» وجود دارد. موتورهای تک فاز برای راه اندازی نیاز به جریان متناوب تک فاز (N و L) دارند. این موتورها از اندازه های کوچک $\frac{1}{4}$ اسب بخار تا حدود ۵ اسب بخار ساخته می شوند (شکل ۳۵-۴).



شکل ۳۶-۴ اجزای موتور آسنکرون تک فاز



شکل ۳۵-۴ استاتور و روتور موتور آسنکرون تک فاز

■ اصول کار الکتروموتورهای تک فاز

اصول کار اغلب موتورهای تک فاز مانند موتورهای سه فاز بر خاصیت القایی استوار است. در نتیجه، برای به حرکت درآمدن به میدان دوار نیاز دارند. این موضوع در موتورهای سه فاز، به دلیل وجود سه سیم پیچ و سه جریان متناوب، که با یکدیگر اختلاف فاز متقارن دارند، امکان پذیر بود اما در موتورهای تک فاز، با یک سیم پیچی و یک جریان، امکان ایجاد میدان دوار نیست. به همین دلیل، برای راه اندازی موتورهای تک فاز، از یک سیم پیچ دیگر (برای کمک به سیم پیچ اصلی در راه اندازی موتور) به صورت موقت استفاده می شود. به این سیم پیچ، که در راه اندازی به کمک سیم پیچ اصلی می آید، **سیم پیچ کمکی** یا **راه انداز** (استارت) می گویند. این سیم پیچ، قادر است در لحظه ی راه اندازی، به همراه سیم پیچ اصلی، گشتاور قابل توجهی به محور روتور اعمال کند و باعث چرخش آن شود. از آنجایی که وظیفه سیم پیچ کمکی فقط راه اندازی موتور است، می توان پس از اینکه موتور به راه افتاد آن را از مدار خارج کرد.

■ انواع موتورهای تک فاز

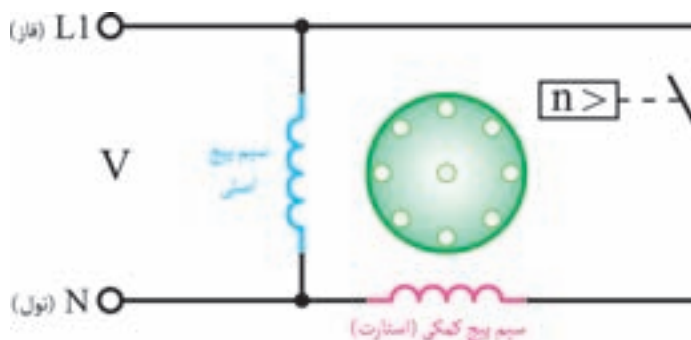
- موتورهای تک فاز را بر اساس ساختمان داخلی و روش راه اندازی به صورت زیر می توان طبقه بندی کرد:
۱. موتورهای القایی (فاز شکسته - خازن دار)
 ۲. موتورهای اونیورسال

موتور با فاز شکسته: در موتورهای القایی تک فاز با فاز شکسته، یک سیم پیچ اصلی و یک سیم پیچ کمکی در موتور وجود دارد. این دو سیم پیچ با هم به صورت موازی قرار می گیرند. سیم پیچ راه انداز پس از راه اندازی و

رسیدن سرعت موتور به ۷۵٪ سرعت نامی به وسیله‌ی کلید تابع دور (کلید گریز از مرکز)، از مدار خارج می‌شود. قدرت این موتورها معمولاً بین $\frac{1}{4}$ تا $\frac{1}{3}$ اسب بخار است (شکل ۳۷-۴).



(ب) شکل ظاهری



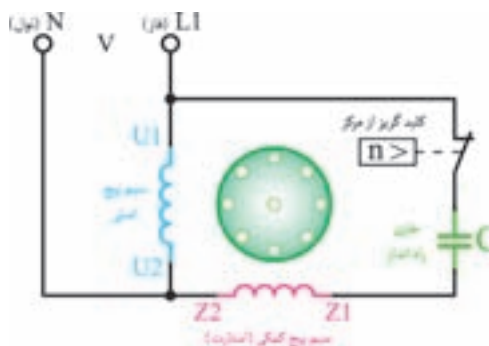
(الف) مدار الکتریکی

شکل ۳۷-۴ موتور تکفاز با فاز شکسته

موتور با راه‌انداز خازنی: در موتورهای تک فاز با راه‌انداز خازنی برای افزایش گشتاور موتور در لحظه راه‌اندازی، از خازن به صورت سری با سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود. خازن مورد نظر از نوع الکتrolیتی با ظرفیت بالاست و معمولاً به صورت جداگانه روی بدنه‌ی موتور نصب می‌شود. در مدار سیم‌پیچ راه‌انداز با خازن، از یک کلید گریز از مرکز (تابع دور) نیز استفاده می‌شود، که سیم پیچ کمکی و خازن را در ۷۵٪ دور نامی موتور از مدار خارج می‌کند. این موتورها از قدرت $\frac{1}{8}$ اسب بخار به بالا (رنجهای استاندارد در صنعت) ساخته می‌شوند (شکل ۳۸-۴).



(ب) شکل ظاهری



(الف) مدار الکتریکی



(د) خازن



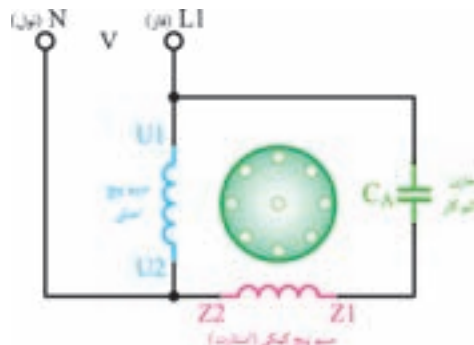
(ج) کاربرد موتور تکفاز

شکل ۳۸-۴ موتور تکفاز با خازن راه‌انداز

موتور با خازن دائم کار: در این موتورها از یک خازن روغنی، که با سیم پیچ راه انداز سری شده است، استفاده می شود. این موتورها کلید تابع دور ندارند و سیم پیچ راه انداز به همراه خازن، پس از راه اندازی نیز در مدار باقی می ماند. شکل ۳۹-۴ مدار الکتریکی موتور تک فاز با خازن دائم کار را به همراه شکل ظاهری یک نمونه از این نوع موتورها نشان می دهد. قرار داشتن خازن به صورت دائم در مدار، گشتاور در حالت کار را افزایش می دهد.



(ب) شکل ظاهری



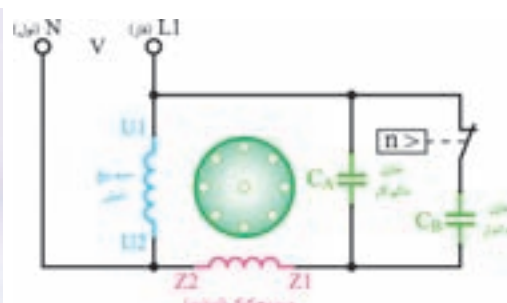
(الف) مدار الکتریکی

شکل ۳۹-۴ موتور تک فاز با خازن دائم کار

موتور تک فاز دو خازنی: در این موتورها از یک خازن به صورت لحظه ای و یک خازن به صورت دائم کار استفاده می شود. این دو خازن با یکدیگر به صورت موازی و هر دو با سیم پیچ راه انداز به صورت سری قرار گرفته اند. پس از راه اندازی و رسیدن دور موتور به ۷۵٪ دور نامی خازن راه انداز توسط کلید گریز از مرکز از مدار خارج می شود، ولی خازن دائم کار به همراه سیم پیچ راه انداز در مدار باقی می ماند. خازن راه انداز از نوع الکتrolیتی و خازن دائم کار از نوع روغنی است. این موتورها ترکیبی از خصوصیات دو نوع موتور قبل را دارند، یعنی هم دارای گشتاور راه اندازی و هم گشتاور کار خوبی هستند (شکل ۴۰-۴).



(ب) شکل ظاهری



(الف) مدار الکتریکی

شکل ۴۰-۴ موتور تک فاز دو خازنی

آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای تک فاز

برای استفاده صحیح از موتورها لازم است تا پلاک مشخصات آنها را مورد توجه قرار دهیم.

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه‌ی سازنده
۲	شماره‌ی نوع ماشین (تیپ ماشین)
۳	نوع جریان (مستقیم یا متناوب تک فاز سه فاز)
۴	نوع ماشین (موتور یا مولد)
۵	شماره‌ی تولید ماشین
۶	ولتاژ نامی
۷	جریان نامی
۸	توان نامی
۹	حالت کاری (دایم یا موقت)
۱۰	ضریب توان
۱۱	سرعت نامی
۱۲	فرکانس نامی (فرکانس کار)
۱۳	ظرفیت خازن راه انداز (الکترولیتی - CA)
۱۴	ظرفیت خازن دایم کار (روغنی - CB)
۱۵	نوع محافظت موتور
۱۶	شماره‌ی استاندارد



در شکل ۴-۴۱ پلاک مشخصات یک موتور تک فاز دو خازنی را مشاهده می‌کنید.

۱. ترانسفورماتور را تعریف کنید؟
۲. ساختمان ترانسفورماتورهای تک فاز را شرح دهید؟
۳. اساس کار ترانسفورماتور و چگونگی القا را شرح دهید؟
۴. ترانسفورماتور کاهنده و افزایشده را تعریف کنید؟
۵. انواع موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان و تعداد فاز نام ببرید؟
۶. ساختمان موتورهای الکتریکی را توضیح دهید؟
۷. اصول کار موتورهای الکتریکی سه فاز را توضیح دهید؟
۸. اطلاعات پلاک مشخصات شکل ۴۲-۴ را استخراج کنید؟



شکل ۴۲-۴

۹. در انتخاب موتور الکتریکی به چه نکاتی باید دقت کرد؟
۱۰. انواع سیستم‌های انتقال قدرت در موتورهای الکتریکی را توضیح دهید؟
۱۱. اصول کار موتورهای الکتریکی تک فاز را توضیح دهید؟
۱۲. طرز کار موتورهای الکتریکی تک فاز القایی را شرح دهید؟
۱۳. مدار الکتریکی انواع موتورهای تک فاز القایی را ترسیم کنید؟
۱۴. کاربرد هر یک از موتورهای الکتریکی تک فاز القایی را بیان کنید؟

فصل پنجم

راه‌اندازی موتورهای الکتریکی

هدف‌های رفتاری - با یادگیری این فصل هنرجو می‌تواند:

- پلاک اتصالات (تخته کلم) موتور سه فاز را شرح دهد.
- سر و ته سیم‌پیچ‌های موتور را تشخیص دهد.
- سالم بودن سیم‌پیچ‌های موتور الکتریکی را آزمایش کند.
- پلاک اتصالات (تخته کلم) موتور تک فاز را شرح دهد.
- یک موتور تک فاز را با کلید زبانه‌ای به صورت چپ‌گرد راست‌گرد راه‌اندازی کند.
- موتورهای سه‌فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای (۱، ۰، ۲) راه‌اندازی کند.
- موتور سه‌فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای (۱، ۰، ۲) چپ‌گرد راست‌گرد، راه‌اندازی کند.
- موتور سه‌فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای به صورت ستاره - مثلث راه‌اندازی کند.
- ساختمان و طرز کار و کاربرد تجهیزات جانبی مدارهای فرمان (شامل کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتور) فیوز، بی‌متال، تایمر، و لامپ سیگنال) را شرح دهد.
- نقشه‌های تک خطی، مسیر جریان، مونتاژ و ترمینالی را بخواند.
- موتور سه‌فاز را به صورت چپ‌گرد راست‌گرد و به وسیله‌ی کنتاکتور راه‌اندازی نماید.

عملی	نظری	
۵۰	۸	ساعت

مقدمه:

امروزه موتورهای الکتریکی در ماشین‌های کشاورزی نقش مهمی را ایفا می‌کنند به طوری که کمتر ماشینی دیده می‌شود که موتور الکتریکی در آن به کار نرفته باشد. لذا در استفاده از این ماشین‌ها باید راه‌اندازی موتورهای الکتریکی، سرویس و نگهداری و رفع عیوب ساده‌ی آنها را فرا گرفت تا در مواقع ضروری بدون حضور متخصصین برق بتوان مشکلات الکتریکی پیش آمده را رفع کرد. همچنین، آگاهی از نحوه‌ی کارکرد سیستم‌های الکتریکی ماشین‌های کشاورزی، کاربر را در استفاده‌ی صحیح از دستگاه کمک می‌کند و باعث طول عمر بیشتر دستگاه نیز خواهد شد. به دلیل این که در بیشتر موارد موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی یا مغناطیسی راه‌اندازی می‌شود ضروری است که هنرجویان با ساختمان، طرز کار، کاربرد و همچنین با نقشه‌های فنی مدارهای راه‌اندازی آشنا شوند و مهارت‌های لازم را به دست آورند.

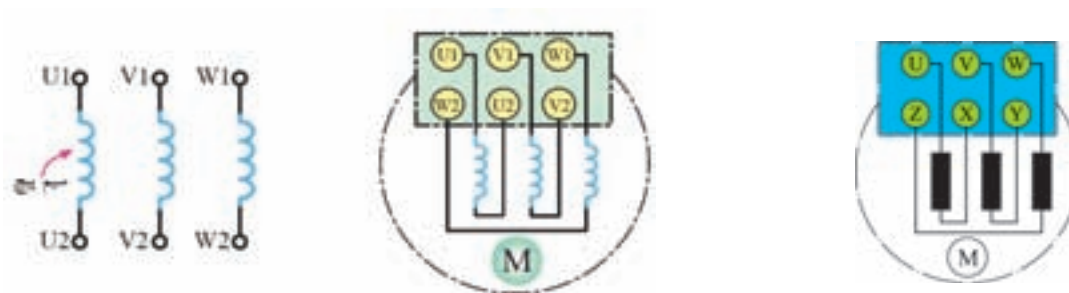
پلاک اتصالات موتور (تخته کلم)

در فصل قبل با ساختمان و طرز کار موتورهای الکتریکی آشنا شدید. برای راه‌اندازی موتورها باید آنها را به شبکه‌ی برق متصل کرد. برای اتصال سیم‌پیچ‌های درون موتور سه‌فاز به شبکه‌ی برق، سرسیم‌ها از داخل به ترمینال موتور هدایت می‌شوند، که اصطلاحاً به آن جعبه اتصالات موتور، «تخته کلم» می‌گویند (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱ پلاک اتصالات موتور الکتریکی سه فاز

موتورهای الکتریکی سه‌فاز سه دسته سیم‌پیچ دارند و سر و ته کلاف‌های سیم‌پیچی آنها، با دو حرف مشخص می‌شوند. برای نامگذاری سر سیم‌پیچ‌ها اول تا سوم در استاندارد (VDE آلمان) به ترتیب از حروف U ، V و W و برای ته کلاف‌ها به ترتیب از حروف X ، Y و Z استفاده می‌شود. اما در استاندارد (IEC کمیته‌ی بین المللی الکتروتکنیک) به ترتیب سر کلاف‌ها با حروف (U_1 ، V_1 و W_1) و ته کلاف‌ها با حروف (U_2 ، V_2 و W_2) نامگذاری می‌شوند. نحوه‌ی قرار گرفتن سر سیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته کلم مطابق شکل ۵-۲ است.



ب) استاندارد IEC

الف) استاندارد VDE

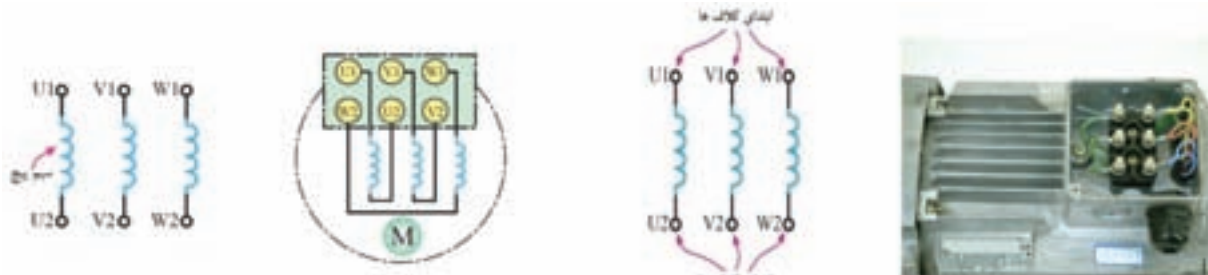
شکل ۵-۲ نحوه‌ی قرار گرفتن سر سیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته کلم



هدف: اطمینان از سالم بودن سیم پیچ های (کلاف ها) الکتروموتور

مراحل اجرای کار:

۱. در تخته کلم موتور سه فاز را باز کنید و محل اتصال سر و ته کلاف ها را به همراه حروف مشخصه یادداشت کنید.



شکل ۵-۳ نحوه ی قرار گرفتن سر سیم ها در زیر پیچ های تخته کلم



شکل ۵-۴

۲. آوومتر موجود در کارگاه را در حالت اهم متری قرار دهید. و دو سر سیم اهم متر را، مطابق شکل ۵-۴، به پیچ های تخته کلم وصل کنید. توجه داشته باشید دو پیچی که دو سر اهم متر را به آنها متصل می کنید باید مربوط به یک کلاف باشد. (مثلا U_1 و U_2) در این صورت لازم است عقربه ی اهم متر تا انتهای صفحه منحرف شود. انحراف عقربه ی اهم متر تا انتها نشان دهنده ی این است که کلاف هیچ گونه قطعی ندارد و سالم است.



شکل ۵-۵

۳. محل سر سیم های اهم متر را، مطابق شکل ۵-۵ تغییر دهید. و سالم بودن سیم پیچ را آزمایش کنید.

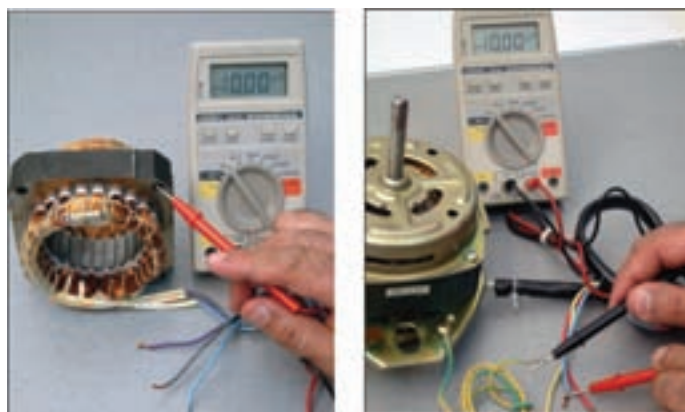


شکل ۵-۶

۴. مانند شکل ۵-۶، محل قرار گرفتن سر سیم های اهم متر را تغییر دهید و سالم بودن کلاف سوم را آزمایش کنید.



در صورتی که پیچ‌های نشان داده شده در تصاویر، با یکدیگر ارتباطی غیر از حالات نشان داده شده، داشته باشند عقربه‌ی اهم متر منحرف نخواهد شد و عدد صفر را نشان خواهد داد. در این صورت سیم‌پیچ‌های موتور سالم نیستند و نباید موتور را به شبکه‌ی برق متصل و راه‌اندازی نمود.



شکل ۵-۷ آزمایش اتصال بدنه

آزمایش اتصال بدنه

در موتور سالم هرگاه یک سر اهم متر به بدنه‌ی فلزی موتور و سر سیم دیگر آن به هر یک از سیم پیچ‌های تخته کلم وصل شود، عقربه نباید منحرف شود. به عبارت دیگر نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین سیم‌پیچ‌های موتور و بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از لامپ آزمایش یا اهم متر در رنج‌های بالا، نداشتن اتصال بدنه را آزمایش کرد. (شکل ۷-۵)

ایمنی



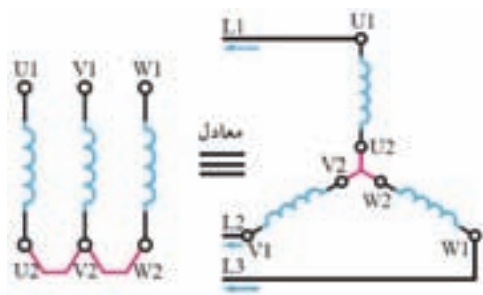
در صورتی که موتور اتصال بدنه داشته باشد هنگام اتصال آن به شبکه‌ی برق ممکن است افراد دچار برق‌گرفتگی شوند.

اتصال سیم‌پیچ‌های موتور

برای راه‌اندازی موتور باید سر سیم‌پیچ‌های آن به شبکه‌ی برق سه فاز متصل شوند. شبکه‌ی برق سه فاز دارای سه سیم است که با حروف $L_1 - L_2 - L_3$ نامگذاری شده‌اند. این سه سیم باید به سر سیم‌پیچ‌های موتور یعنی به $U_1 - V_1 - W_1$ اتصال داده شوند. بر مبنای نحوه‌ی اتصال سر و ته سیم‌پیچ‌ها به همدیگر و اتصال شبکه به آنها روش‌های اتصال مختلف به شرح زیر وجود دارند:

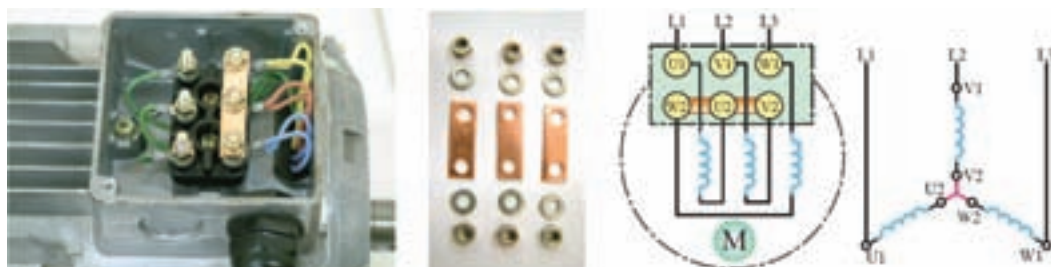
اتصال ستاره

اگر سرکلاف‌ها یعنی $U_1 - V_1 - W_1$ به شبکه‌ی برق سه فاز $L_1 - L_2 - L_3$ متصل شوند و ته سیم‌پیچ‌ها، یعنی $U_2 - V_2 - W_2$ به همدیگر متصل می‌شوند. اتصال ستاره به وجود می‌آید. این اتصال به سبب شکل قرارگیری سیم‌پیچ‌های آن نسبت به هم، اتصال ستاره نامگذاری شده است (شکل ۸-۵).



شکل ۵-۸ اتصال ستاره سیم‌پیچ‌های موتور

روی تخته کلم برق سه فاز $L_1 - L_2 - L_3$ به زیر پیچ‌های $U_1 - V_1 - W_1$ و پیچ‌های $U_2 - V_2 - W_2$ توسط دو تسمه‌ی مسی به یکدیگر متصل می‌شوند. شکل ۵-۹ چگونگی ایجاد اتصال ستاره را با استفاده از تسمه مسی روی تخته کلم با حروف اختصاری جدید را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۹ اتصال ستاره

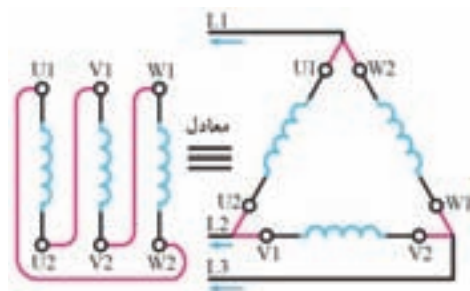
برای اتصال سه پیچ به هم پس از قرار دادن ورقه‌های مسی (شکل ۵-۱۰)، مهره‌های مربوط به اتصالات تخته کلم را محکم کرده و به این وسیله، انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید.



شکل ۵-۱۰

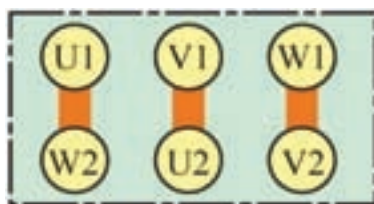
اتصال مثلث

در این اتصال ته هر کلاف به سر کلاف بعد متصل می‌شود. این اتصال به سبب شکل قرارگیری سیم‌پیچ‌های آن نسبت به هم، اتصال مثلث نامگذاری شده است (شکل ۵-۱۱). در این روش سیم‌های $L_1 - L_2 - L_3$ به ترتیب به $U_1 - V_1 - W_1$ وصل می‌شوند.



شکل ۵-۱۱ اتصال مثلث سیم‌پیچ‌های موتور

شکل ۵-۱۲ نیز چگونگی ایجاد اتصال مثلث را، با استفاده از تسمه‌ی مسی روی تخته کلم، با حروف اختصاری جدید نشان می‌دهد.



شکل ۵-۱۲ اتصال مثلث در تخته کلم موتور

راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی

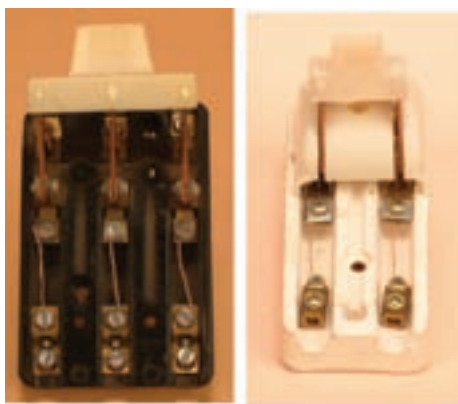
برای راه اندازی و کنترل الکتروموتورها از کلیدهای خاصی استفاده می کنند. ابتدا به معرفی انواع کلیدها می پردازیم.

◀ کلیدهای دستی

کلیدهای دستی در ماشین های کشاورزی کاربرد فراوانی دارد و بسیاری از ماشین ها مانند نقاله با کلید دستی روشن و خاموش می شوند. از نظر ساختمان، کلیدها به دو نوع اهرمی و زبان های تقسیم می شوند.

■ کلید اهرمی

این کلید (مطابق شکل ۵-۱۳) دارای انواع مختلف یک فاز، دو فاز و سه فاز است. در این کلید، نیرو به وسیله یک اهرم به تیغه های متحرک کلید وارد می شود و آنها را به کنتاکت های ثابت وصل می کند. از این کلید بیشتر در مدارهای جریان کم استفاده می شود. در صنعت به آن « کلید چاقویی » یا « کلید کاردی » نیز می گویند.

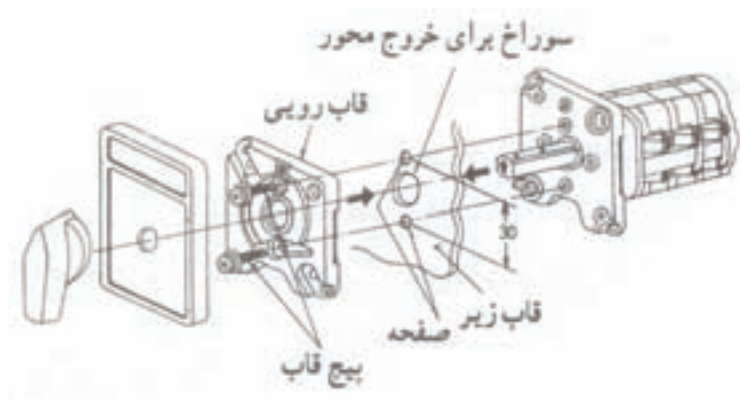


شکل ۵-۱۳ کلید اهرمی (چاقویی)

■ کلید زبانه ای

امروزه در صنعت از کلید زبان های، به دلیل مزایای زیاد آن نسبت به کلیدهای دیگر، بیشتر استفاده می شود (چون نسبت به کلید اهرمی عمر زیادتری دارد، و جریان بیشتری را از خود عبور می دهد). در این کلید استوانه را طوری طراحی می کنند که چندین برجستگی و فرورفتگی داشته باشد و با حرکت استوانه به دور محور خود، زبانه بالا و پایین برود (شکل ۵-۱۴).

زبانه ی مزبور کنتاکت های متحرک (پلاتین) را به کنتاکت های ثابت، وصل یا از آنها جدا (قطع) می کند. کلید زبان های به صورت های توکار و روکار ساخته می شود. در صنعت به این کلیدها « کلید سلکتور » هم می گویند.



شکل ۵-۱۴ نقشه ی تفکیکی کلید زبانه ای تابلویی

در کلیدهای زبانه‌ای، علاوه بر اتصالات داخلی، ممکن است در خارج نیز چند پیچ به وسیله‌ی یک قطعه فلز مسی ثابت به یکدیگر اتصال یابند (شکل ۱۵-۵).



شکل ۱۵-۵ تصویر ظاهری کلید زبانه‌ای تابلویی

کاربرد کلید دستی

این کلید 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)؛

۴. تغییر وضعیت اتصال سیم‌پیچ‌ها (ستاره مثلث)

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

به منظور به روز کردن اطلاعات هنجریان، استانداردهای جدید همراه استانداردهای قدیم آورده شده است. هنجریان برای هماهنگ شدن با شرایط جدید تکنولوژی و نوآوری‌های صنعتی باید استانداردهای جدید و قدیم را فرا گیرند و برای تبدیل نقشه‌های قدیمی و جدید به یکدیگر مهارت‌های لازم را کسب کنند.

برق‌رسانی به موتورهای الکتریکی

برق‌رسانی و راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز از اهمیت خاصی برخوردار است. در انتخاب قطعاتی مانند فیوز، کلید، نوع سیم و سطح مقطع آن باید توجه خاص داشت، زیرا انتخاب اشتباهی هر یک از موارد یاد شده ممکن است به وقوع حالات زیر منجر شود:

- راه‌اندازی نشدن موتور به علت کم بودن جریان نامی فیوز نسبت به جریان نامی موتور؛
- سوختن فیوز به دلیل کم بودن جریان نامی فیوز، نسبت به جریان نامی موتور؛
- سوختن قطعات داخل مدار به علت زیاد بودن جریان نامی فیوز، نسبت به جریان نامی موتور؛
- گرم شدن یا ایجاد جرقه‌های شدید بین کنتاکت‌های کلید، به دلیل کم بودن جریان نامی کلید؛
- گرم شدن یا سوختن کابل به کار رفته در مدار به علت کم بودن سطح مقطع انتخابی، نسبت به سطح مقطع

مورد نیاز.

اتصال موتورهای الکتریکی سه فاز به شبکه‌ی برق با کلید قطع و وصل (۱-۰)

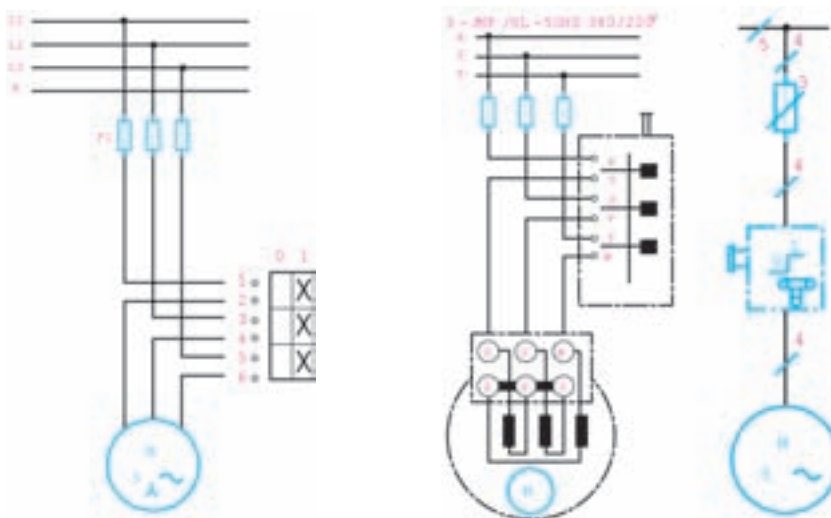
اصول کار

کلید زبانه‌ای (۱-۰) دو حالت قطع و وصل دارد. برای راه‌اندازی موتور سه فاز یک بار باید سه فاز L_1 ، L_2 و L_3 را به سرهای U_1 ، V_1 و W_1 در موتور اتصال دهد و در حالت دوم باید این اتصال را قطع کند. حالت کاری این کلید به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} L_1 &\longrightarrow U_1 \\ L_2 &\longrightarrow V_1 \\ L_3 &\longrightarrow W_1 \end{aligned}$$

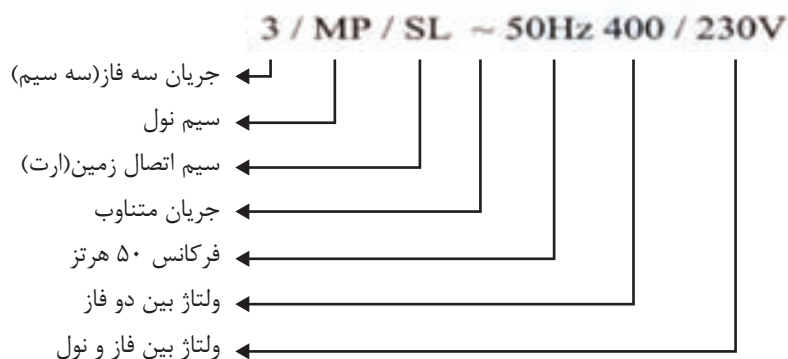
شمای حقیقی و فنی

در شکل ۵-۱۶، شمای حقیقی و فنی کلید زبانه‌ای برای راه‌اندازی یک موتور سه فاز نشان داده شده است. با توجه به نقشه‌ی این مدار در استاندارد IEC، سه فاز L_1 ، L_2 و L_3 به ترمینال‌های ۱ و ۳ و ۵ اتصال می‌یابد و ترمینال‌های خروجی ۲ و ۴ و ۶ به سرهای موتور U_1 ، V_1 و W_1 متصل می‌شوند.



الف) استاندارد قدیم
ب) استاندارد جدید
شکل ۵-۱۶ شمای حقیقی و فنی راه‌اندازی موتور الکتریکی سه فاز

علائم اختصاری در استاندارد قدیم به شرح زیر است.





اگر یکی از فازهای موتور الکتریکی سه فاز در حین کار قطع شود به اصطلاح می‌گویند موتور دو فاز شده است در این شرایط موتور با سر و صدای غیر طبیعی و زیاد کار می‌کند و جریان الکتریکی زیادی از شبکه‌ی برق می‌کشد. به همین سبب موتور الکتریکی سریعاً داغ می‌کند و پس از چند لحظه اگر توسط کاربر یا عناصر حفاظتی مدار، مانند بی‌متال (کنترل فاز) از شبکه‌ی برق جدا نشود، خواهد سوخت.

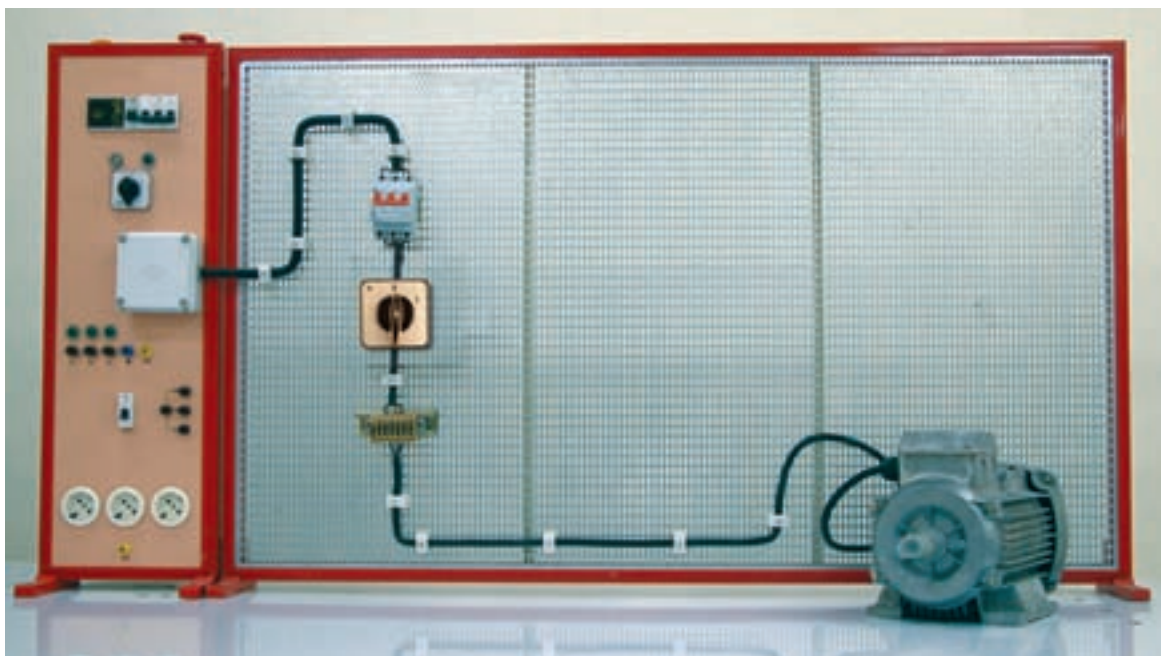
کار عملی ۲-۵



هدف: راه‌اندازی یک موتور (شکل ۱۷-۵) سه فاز به کلید زبانه ای (۱-۰) .

مراحل انجام کار:

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.
۲. مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.
۳. با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را ببرید و لخت کنید.
۴. کلید زبانه‌ای، فیوزها و ترمینال را نصب کنید.
۵. کابل‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال صحیح انجام دهید.
۶. قبل از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.
۷. فیوزها را وصل کنید و کلید را از حالت صفر به یک ببرید و موتور را پس از تأیید مربی راه‌اندازی نمایید.



شکل ۱۷-۵ نحوه‌ی کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون با کلید زبانه‌ای (۱-۰)

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

پس از انجام کار عملی به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱. اگر یکی از فازهای موتور سه فاز قطع باشد، هنگام وصل کلید، موتور چه رفتاری را از خود نشان می‌دهد؟

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

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

۴. کاربردهایی از راه‌اندازی موتورهای کشاورزی را نام ببرید.

◀ تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز

در بسیاری از موارد دستگاه‌های الکتریکی، نظیر ماشین توزیع دان در قفس‌ها و...، نیازمند تغییر جهت گردش از راست‌گرد به چپ‌گرد یا به عکس‌اند. یکی از روش‌های این کار استفاده از کلیدهای زبانه‌ای چپ‌گرد - راست‌گرد (شکل ۵-۱۸) است.



شکل ۵- شکل ظاهری کلید زبانه‌ای چپ‌گرد - راست‌گرد

■ اصول کار

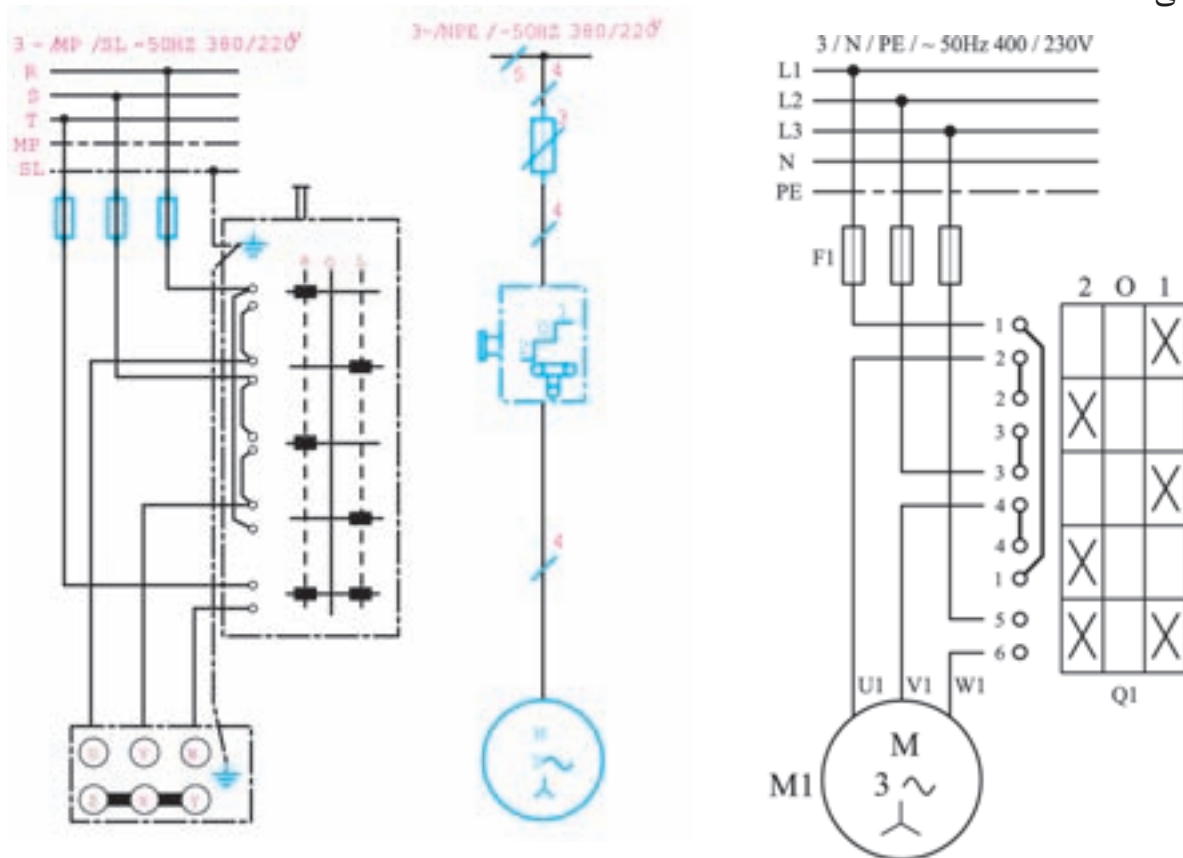
کلید زبانه‌ای (۱-۰) دارای سه حالت (۰) قطع، (۱) راست‌گرد و (۲) چپ‌گرد است. در حالت اول باید سه فاز L_1 ، L_2 و L_3 را به سرهای U_1 ، V_1 و W_1 در موتور اتصال داد و در حالت دوم باید محل اتصال دو فاز از سه فاز ورودی را برای اتصال به سرهای U_1 ، V_1 و W_1 به طور دلخواه عوض کرد. حالت کاری این کلید به صورت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

حالت اول	حالت تغییر جهت داده شده
$L_1 \rightarrow U_1$	$L_1 \rightarrow U_1$
$L_2 \rightarrow V_1$	$L_2 \rightarrow W_1$
$L_3 \rightarrow W_1$	$L_3 \rightarrow V_1$

از مقایسه‌ی حالت‌های چپ‌گرد و راست‌گرد با یکدیگر مشاهده می‌شود که در این دو حالت، محل اتصال دو فاز با هم عوض می‌شود و فاز سوم در دو حالت بدون تغییر باقی می‌ماند.

■ شمای حقیقی و فنی

شکل ۱۹-۵ شمای حقیقی و فنی راهاندازی موتور الکتریکی را به صورت چپ گرد - راست گرد با کلید زبانهای نشان می‌دهد.



الف) استاندارد جدید
ب) استاندارد قدیم

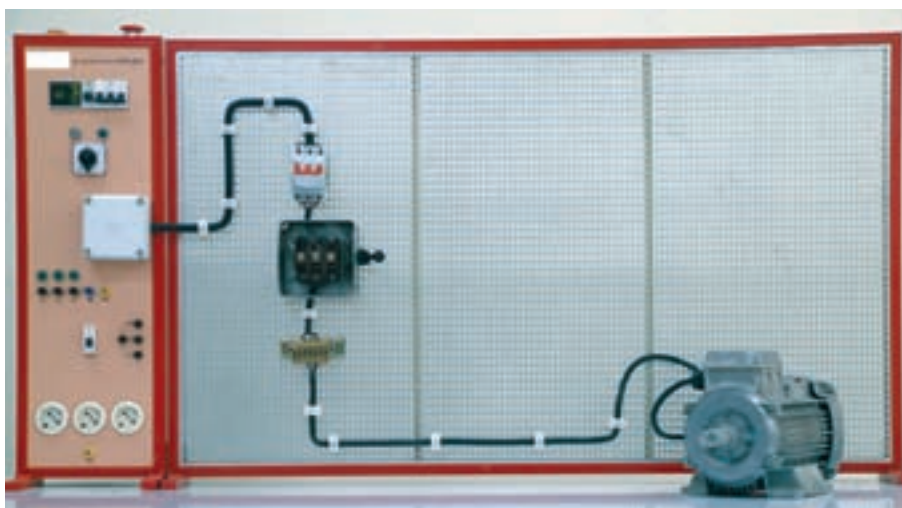
شکل ۱۹-۵ شمای حقیقی و فنی راهاندازی موتور الکتریکی به صورت چپ گرد - راست گرد با کلید زبانهای



هدف: راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد - راست گرد با کلید زبانه‌ای (۱۰-۲)

مراحل انجام کار:

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.
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.
۵. کابل کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال صحیح انجام دهید.
۶. قبل از راه اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.
۷. فیوزها را وصل کنید و موتور را پس از تأیید مربی به صورت راست گرد و چپ گرد راه اندازی نمایید.
۸. گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار یادداشت نمایید.



شکل ۲۰-۵ نحوه‌ی کابل کشی و برق رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۲-۱-۰)

پرسش



پس از انجام کار عملی به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱. آیا مقدار ولتاژ اعمال شده به موتور با ولتاژ درج شده روی پلاک مشخصات مطابقت دارد؟
۲. کاربردهایی از تغییر جهت گردش موتورهای ماشین‌های کشاورزی را بنویسید.

◀ راهاندازی موتورهای سه فاز آسنکرون

در شبکه‌ی سه فاز نحوه‌ی اتصال موتورهای سه فاز آسنکرون به شبکه‌ی الکتریکی را اصطلاحاً «**راهاندازی**» می‌گویند. موتورهای آسنکرون اگر به صورت مستقیم به شبکه‌ی سه فاز وصل شوند در لحظه‌ی راهاندازی، جریان خیلی زیادی (حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی موتور) از سیم‌پیچی‌های موتور عبور می‌کند. اگر قدرت یا به عبارتی جریان نامی موتور بالا باشد، جریان زیاد راهاندازی میتواند صدماتی به موتور وارد کند. برای رفع این مشکل راه اندازی موتورهای آسنکرون، با وسایلی به نام «**راه انداز**» انجام می‌شود تا جریان راهاندازی کمتری از شبکه دریافت کنند.

موتورهای سه فاز معمولاً با یکی از روش‌های زیر راهاندازی می‌شوند.

■ **راهاندازی به صورت مستقیم** - این روش برای موتورهایی که زیر بار راهاندازی نمی‌شود یا توان کمی (کمتر از ۷/۵ کیلووات) دارند، استفاده می‌شود. در راهاندازی مستقیم، کابل خروجی موتور مستقیماً به شبکه‌ی برق سه فاز متصل می‌شود.

■ **راهاندازی به صورت ستاره مثلث** - در موتورهای با توان بالا (بیش از ۷/۵ کیلووات) در لحظه راهاندازی، جریان خیلی زیادی (حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی موتور) از سیم‌پیچی‌های موتور عبور می‌کند و می‌تواند صدماتی به موتور وارد کند. لذا، ابتدا موتور را به صورت ستاره راهاندازی می‌کنند (زیرا جریانی به میزان یک سوم کمتر نسبت به اتصال مثلث می‌کشد) پس از راه اندازی اتصال موتور را به مثلث تغییر می‌دهند. این کار در مدت چند ثانیه انجام می‌شود.

■ تغییر اتصال موتورهای سه فاز

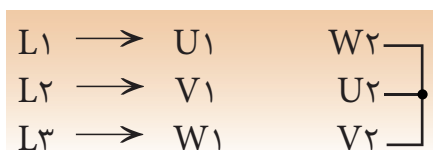
در شکل ۲۱-۵ تصویر یک کلید زبانه‌ای ستاره - مثلث نشان داده شده است.



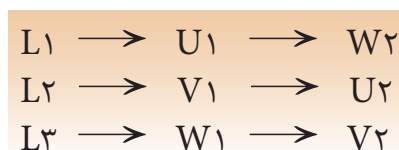
شکل ۲۱-۵ تصویر یک کلید زبانه‌ای ستاره - مثلث

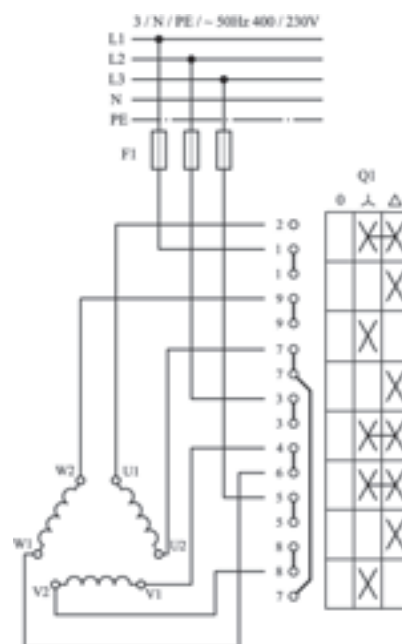
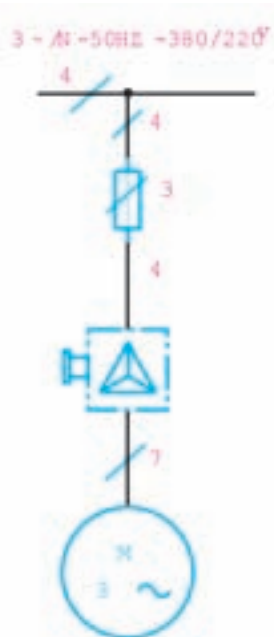
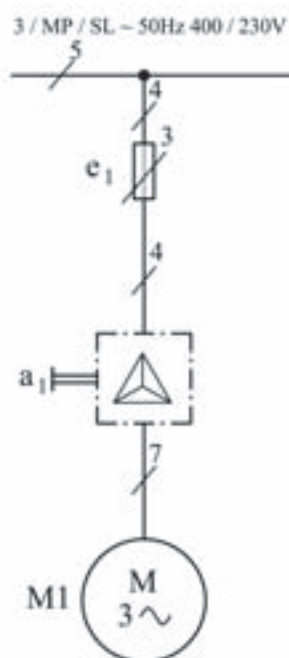
اصول کار کلید زبانه ای ($\Delta - \circ - Y$) دارای سه حالت ($\circ$) قطع، (Δ) ستاره و (Y) مثلث است. در حالت ستاره ابتدا باید سرهای U_2 ، V_2 و W_2 به همدیگر متصل شوند سپس سه فاز L_1 ، L_2 و L_3 را به سرهای U_1 ، V_1 و W_1 در موتور اتصال دهند. در حالت مثلث باید ته هر کلاف به سر کلاف بعدی متصل شود و سه فاز L_1 ، L_2 و L_3 به سرهای U_1 ، V_1 و W_1 متصل شوند. حالت کاری این کلید به صورت زیر است:

اتصال ستاره



اتصال مثلث





الف استاندارد جدید
 ب استاندارد قدیم
 شکل ۲۲-۵ شمای حقیقی و فنی راهاندازی موتور الکتریکی، به صورت ستاره مثلث با کلید زبان‌های

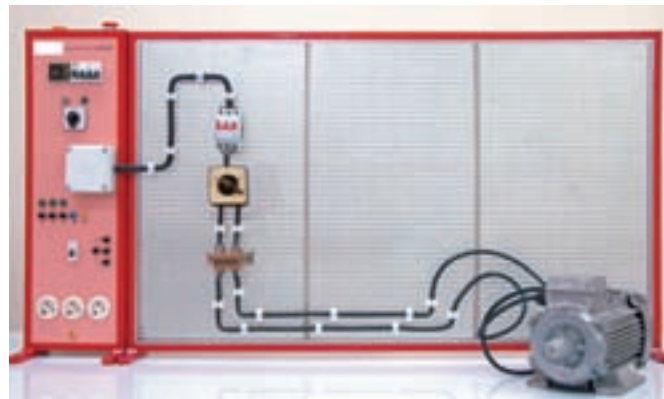


هدف: راهاندازی موتور سه فاز به صورت ستاره - مثلث با کلید زبانه‌ای (Δ -Y-0)

مراحل انجام کار:

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.
۲. مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.
۳. با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را ببرید و لخت کنید.
۴. کلید زبانه ای، فیوزها و ترمینال را نصب کنید.
۵. کابل کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال صحیح انجام دهید.
۶. قبل از راهاندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.
۷. فیوزها را وصل کنید و کلید را از حالت صفر به یک ببرید و موتور را پس از تأیید مربی راهاندازی نمایید.
۸. نتایج کار عملی را در دفتر گزارش کار خود یادداشت کنید.

در شکل ۲۳-۵، نحوه‌ی کابل کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون ستاره - مثلث توسط کلید زبانه‌ای (Δ -Y-0) را به صورت واقعی مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۳-۵ کابل کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون ستاره - مثلث با کلید زبانه‌ای (Δ -Y-0)

پرسش



پس از انجام کار عملی به سوالات زیر پاسخ دهید:

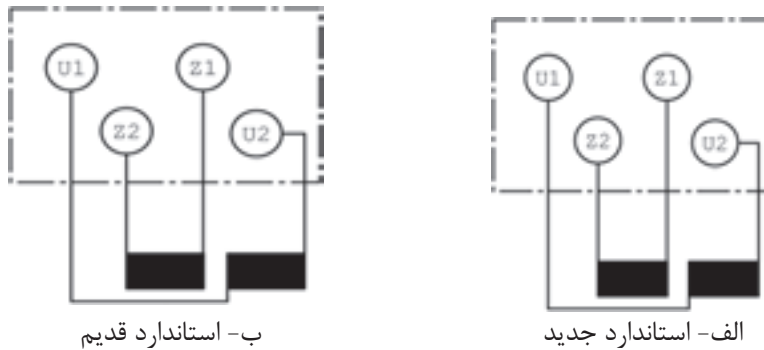
۱. ولتاژ اعمال شده به موتور الکتریکی چه مقدار است؟ آیا این مقدار با مقادیر مشخص شده روی پلاک مشخصات مطابقت دارد؟

۲. با سرعت سنج سرعت دورانی موتور را اندازه‌گیری کنید و با مقدار مشخص شده روی پلاک مشخصات مطابقت دهید؟

۳. کاربردهایی از راهاندازی موتورهای به صورت ستاره‌مثلث در ماشینهای کشاورزی را نام ببرید؟

پلاک اتصال موتورهای تک فاز (تخته کلم)

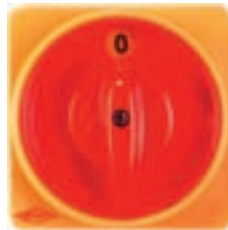
به طور کلی روی تخته کلم موتورهای تک فاز در استاندارد (VDE آلمان) از حروف U و V برای مشخص کردن سر و ته سیم پیچ اصلی و از حروف W و Z برای سیم پیچ کمکی استفاده می شود (شکل ۵-۲۴). اما در استاندارد (IEC) از حروف U₁ و U₂ برای نشان دادن سرهای سیم پیچ اصلی و از حروف Z₁ و Z₂ برای مشخص کردن سرهای سیم پیچ کمکی استفاده می شود (شکل ۵-۲۴).



شکل ۵-۲۴ نقشه ی تخته کلم موتورهای تک فاز

راه اندازی موتورهای الکتریکی تک فاز

ساختمان داخلی و طرز کار کلید دستی تک فاز زبانه ای مشابه کلید سه فاز است (شکل ۵-۲۵).



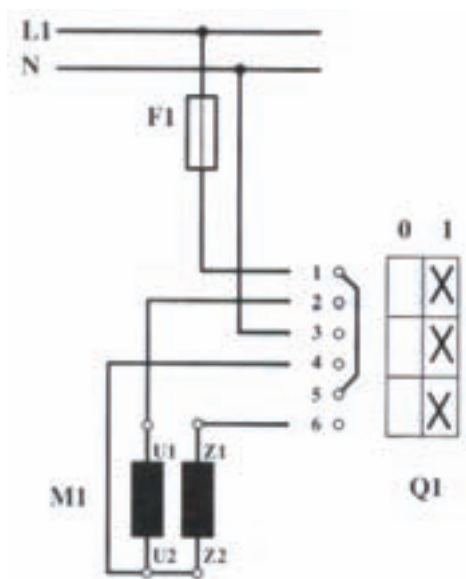
شکل ۵-۲۵ تصویر کلید ۰-۱ زبانه ای تک فاز

نکته



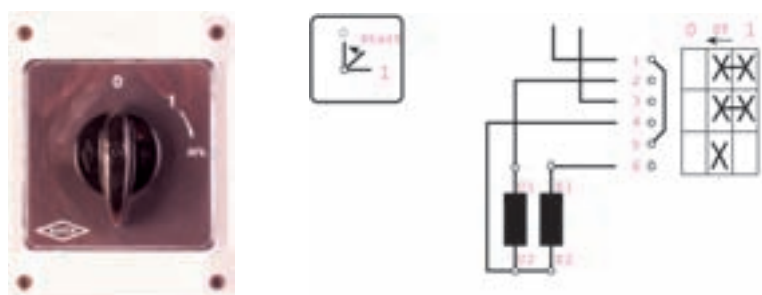
معمولاً سیم نول را نیز مانند سیم فاز از طریق کلید به سر سیم های موتور اتصال می دهند.

مدار راهاندازی موتور تکفاز با کلید زبانه‌ای را در شکل ۵-۲۶ مشاهده می‌کنید. در این نقشه و در لحظه‌ی اول راهاندازی، پیچ‌های ۱ با ۲، ۳ با ۴ و ۵ با ۶ اتصال دارند. بنابراین U_1 با L_1 ، Z_1 با L_1 و U_2 با N وصل می‌شوند و تا زمانی که کلید قطع نشود موتور به کار خود ادامه می‌دهد.



شکل ۵-۲۶ شمای حقیقی راهاندازی موتور تک فاز با کلید زبانه‌ای

نوع دیگر کلید دستی تک فاز زبانه‌ای با راه انداز نیز وجود دارد. این کلید به گونه‌ای طراحی شده که دارای سه حالت ۰ و استارت و ۱ است. در حالت صفر ارتباط الکتریکی موتور با شبکه‌ی برق قطع است. در حالت استارت هر دو سیم پیچی موتور تغذیه می‌شوند. و در حالت ۱، سیم پیچ راه انداز از مدار خارج می‌شود و موتور تنها با سیم پیچ اصلی به کار خود ادامه خواهد داد. نحوه‌ی اتصال پیچ‌های این کلید به این 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 و ۶ قطع می‌شود و در نتیجه سیم پیچ راه انداز از مدار خارج می‌شود (شکل ۵-۲۷).



شکل ۵-۲۷ شمای حقیقی راهاندازی موتور تک فاز با کلید زبانه‌ای



هدف: راه اندازی موتور تک فاز

مراحل انجام کار:

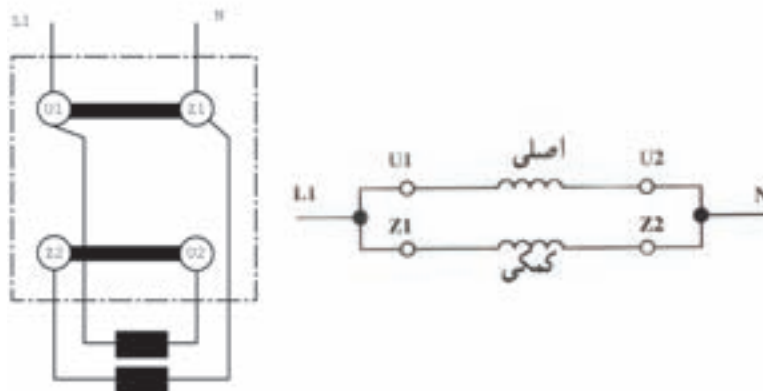
۱. اطلاعات موتور الکتریکی تک فاز را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.
۲. مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.
۳. با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را ببرید و لخت کنید.
۴. کلید زبانه‌ای، فیوز و ترمینال‌ها را نصب کنید.
۵. فاز ونول را به پیچ‌های ۱ و ۳ کلید اتصال دهید.
۶. از پیچ‌های ۲ و ۴ کلید سیم‌های کابل را خارج کنید و از طریق ترمینال به حروف U_1 و U_2 و از پیچ ۶ به Z_1 اتصال دهید.
۷. در روی تخته کلم موتور U_2 را به Z_2 وصل کنید.
۸. قبل از راه اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.
۹. موتور را پس از تأیید مربی راه اندازی نمایید. برای راه اندازی، فیوز را وصل کنید و کلید را از حالت صفر به یک ببرید.



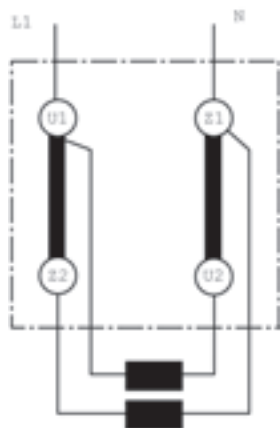
شکل ۲۸-۵ کابل کشی و برق‌رسانی به یک موتور تک فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۱-۰)

تغییر جهت گردش در موتورهای تک فاز

برای تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی تک فاز باید جهت جریان الکتریکی در سیم پیچی کمکی (راه انداز) را عوض کنیم، یعنی جای سر و ته سیم پیچ متصل شده به فاز و نول عوض شود. بر اثر این جابجایی، جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده در فضای داخلی استاتور و در نتیجه، نیروی وارد شده بر روتور عوض می شود. با عوض شدن نیروی وارد شده، جهت گردش موتور نیز عکس حالت اول می شود.



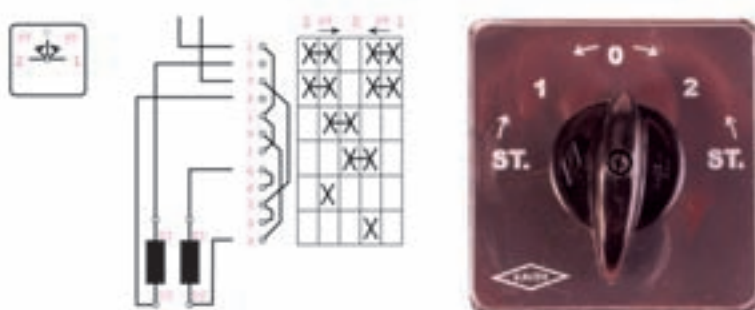
شکل ۲۹-۵ نقشه ی تخته کلم و اتصال سیم پیچ های موتور تک فاز در جهت راست گرد



شکل ۳۰-۵ تصویرمداری و تصویر تخته کلم موتور تک فاز در حالت چپ گرد را نشان می دهد.

شکل ۳۰-۵ نقشه ی تخته کلم و اتصال سیم پیچ های موتور تک فاز در جهت چپ گرد

شکل ۳۱-۵ تصویر ظاهری کلید و شمای حقیقی مدار الکتریکی راه اندازی موتور الکتریکی تک فاز را به صورت راست گرد و چپ گرد، نشان می دهد.



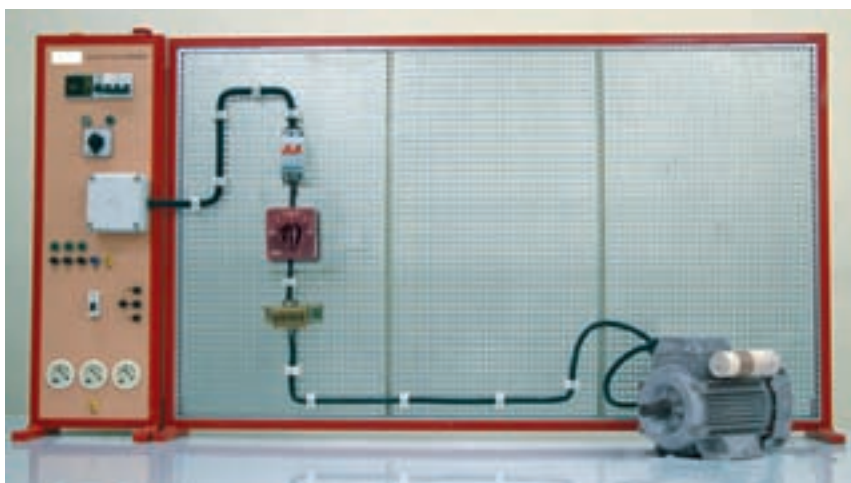
شکل ۳۱-۵



هدف: راهاندازی موتور تک فاز به صورت راست گرد و چپ گرد

مراحل انجام کار:

۱. اطلاعات موتور الکتریکی تک فاز را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.
۲. مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.
۳. با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را ببرید و لخت کنید.
۴. کلید زبانه‌ای، فیوز و ترمینال‌ها را نصب کنید.
۵. فاز ونول 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. 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 تا موتور راهاندازی شود.



شکل ۵-۳۲ نحوه‌ی کابل کشی و برق‌رسانی به یک موتور تک فاز آسنکرون توسط کلید زبانه ای (۱-۰)

راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای مغناطیسی

در ماشین‌های کشاورزی ممکن است، علاوه بر کلیدهای دستی از کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتورها) نیز برای راه‌اندازی استفاده شود. این روش راه‌اندازی امکانات جدیدی را برای کنترل ماشین‌ها به وجود می‌آورد که در ادامه به آن اشاره خواهد شد.

◀ اجزای تشکیل دهنده مدارهای کنترل

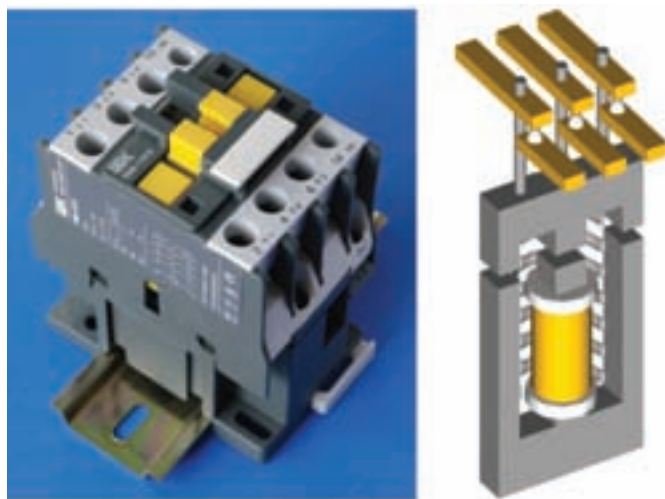
برای کار با مدارهای کنترل باید وسایل تشکیل دهنده آنها را به طور کامل شناخت و با اصول ساختمان و موارد استفاده این وسایل آشنا شد. در این قسمت برخی از وسایلی که در مدارهای فرمان و کنترل ماشین‌های الکتریکی به کار می‌روند، توضیح داده می‌شود.

■ کلید مغناطیسی یا کنتاکتور

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

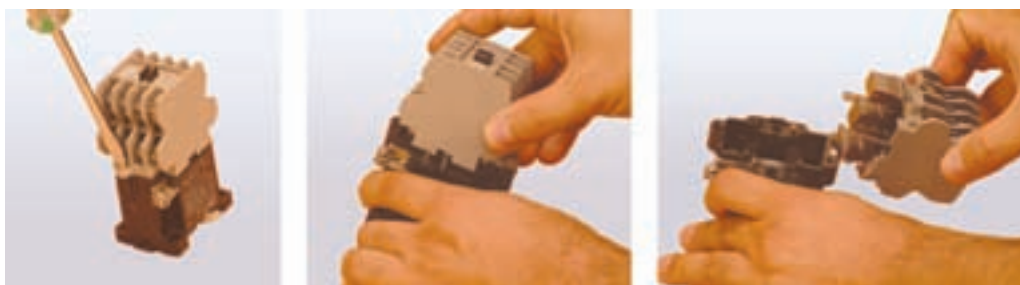
■ ساختمان کنتاکتور

این کلید از دو هسته به شکل E یا U، که یکی ثابت و دیگری متحرک است، تشکیل می‌شود. در میان هسته‌ی ثابت یک بوبین یا سیم پیچ قرار دارد. وقتی بوبین به برق متصل می‌شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی، نیروی کششی فنر را خنثا می‌کند و هسته‌ی فوقانی را به هسته‌ی تحتانی اتصال می‌دهد و باعث می‌شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال‌های ورودی و خروجی کلید متصل شود یا باعث گردد کنتاکت‌های بسته‌ی کنتاکتور باز شوند. در صورتی که مدار تغذیه‌ی بوبین کنتاکتور قطع شود، در اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد هسته‌ی متحرک دوباره به حالت اول باز می‌گردد (شکل ۳۳-۵).



شکل ۳۳-۵ کنتاکتور و طرح ساده‌ای از آن

در شکل ۳۴-۵ ساختمان داخلی کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۴-۵ تصویر داخلی کنتاکتور



کنتاکتورها دارای تعدادی تیغه هستند. این تیغه‌ها وظیفه‌ی وصل و قطع مدارها را به عهده دارند. و دو نوعاند. یکی تیغه‌های قدرت، که ضخیم‌ترند و قابلیت عبور جریان زیادی را دارند و برای اتصال موتور به شبکه‌ی برق سه فاز از این تیغه‌ها استفاده می‌شود. هر کنتاکتور دارای سه تیغه‌ی قدرت است، که در حالت عادی باز هستند و پس از این که کنتاکتور عمل کرد، بسته می‌شوند و برق را به موتور سه فاز می‌رسانند. کنتاکتورها، علاوه بر تیغه‌های قدرت دارای تیغه‌های ظریف تری به نام 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 و تیغه‌های قدرت با اعداد یک رقمی نام گذاری می‌شوند (شکل ۳۵-۵).

شکل ۳۵-۵ پیچ‌های مربوط به کنتاکت‌های فرمان و قدرت

■ تعداد تیغه‌های کنتاکتور

تعداد تیغه‌ها معمولاً با دو عدد که با علامت « / » از هم جدا شده‌اند بیان می‌شوند. عدد سمت چپ، تعداد کل تیغه‌های کنتاکتور و عدد سمت راست تعداد تیغه‌های بسته و باز کنتاکتور را مطابق شکل ۳۶-۵ نشان می‌دهد.



شکل ۳۶-۵

■ مزایای استفاده از کنتاکتورها

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

- مصرف کننده از راه دور کنترل می‌شود.
- سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.
- از نظر حفاظتی مطمئن‌ترند و حفاظت مناسب‌تر و کامل‌تر دارند.
- عمر مؤثرشان بیشتر است.
- هنگام قطع برق، مدار مصرف کننده نیز قطع می‌شود و به استارت مجدد نیاز پیدا می‌کند؛ در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری می‌گردد.

■ مشخصات فنی کنتاکتور

نوع کنتاکتور: با توجه به نوع مصرف کننده و شرایط کار، کنتاکتورها، قدرت و جریان عبوری مشخصی برای ولتاژهای مختلف دارند. بنابراین، باید به جدول و مشخصات کنتاکتور توجه کافی مبذول کرد و کنتاکتور را متناسب با مصرف کننده انتخاب کرد. تا در هنگام اتصال به شبکه کنتاکت های آن، جریانی را که مصرف کننده از شبکه می کشد، تحمل کنند.

به این منظور، باید با مقادیر نامی مربوط به کنتاکتورها آشنا شوید. این مقادیر برای کلیدهای اهرمی و زبان های نیز، وجود دارد. در اینجا نمونه ای از این مقادیر، که معمولاً مهمترین آنها روی بدنه ی کلید نوشته می شوند، ارائه شده است.

HL 08/53 VDE

Ui 500V

I_e 10 A

I_{thz} 16 A U_e 220 V

برای انتخاب کنتاکتورها در قدرت های مختلف می توانید از جدول ۱-۵ استفاده کرد.

جدول ۱-۵ انتخاب کنتاکتور، فیوز و بی متال

قدرت در ولتاژ V _{۳۸۰}		جریان (A)			ردیف
KW	HP	کنتاکتور	بی متال	فیوز	
۰/۳۷	۰/۵	۹	۱-۱/۶	۲	۱
۰/۵۵	۰/۷۵	۹	۱/۶-۲/۵	۲-۴	۲
۰/۷۵	۱	۹	۱/۶-۲/۵	۲-۴	۳
۱/۱	۱/۵	۹	۲/۵-۴	۴-۶	۴
۱/۵	۲	۹	۲/۵-۴	۴-۶	۵
۲/۲	۳	۹	۴-۶	۶-۸	۶
۳	۴	۹	۴-۶	۸-۱۲	۷
-	-	۹	۵/۵-۸	۸-۱۲	۸
۴	۵/۵	۱۶	۷-۱۰	۱۰-۱۲	۹
۵/۵	۷/۵	۱۶	۱۰-۱۳	۱۲-۱۶	۱۰
۷/۵	۱۰	۱۶	۱۳-۱۵	۱۶-۲۰	۱۱
-	-	۱۶	۱۳-۱۸	۱۶-۲۰	۱۲
۱۰	۱۳/۵	۲۵	۱۸-۲۵	۲۰-۲۵	۱۳
۱۱	۱۵	۲۵	۱۸-۲۵	۲۵	۱۴
۱۵	۲۰	۴۰	۲۳-۳۲	۳۲-۴۰	۱۵

■ شستی استاپ استارت

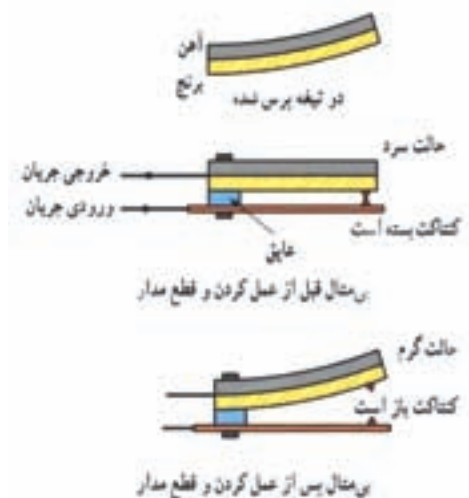
شستی‌ها از جمله وسایل فرمان هستند، که تحریک آنها به وسیله‌ی دست انجام می‌گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوت طراحی می‌شوند. شستی‌هایی که پس از تحریک، دو کنتاکت وصل را قطع می‌کنند شستی «**استاپ(قطع)**» و شستی‌هایی که پس از تحریک، دو کنتاکت قطع را وصل می‌کنند شستی «**استارت(وصل)**» نامیده می‌شوند. شستی‌هایی که هر دو عمل را در یک زمان اجرا می‌کنند، به شستی «**استاپ استارت دابل**» معروف اند. شستی‌هایی را که با چرخاندن کلیدی می‌توان در شرایط کار یا قطع به صورت پایدار نگاه داشت «**سلکتورهای سوئیچی**» می‌گویند. شکل ۳۷-۵ تصاویری از چند نمونه شستی و کلید سوئیچ را نشان می‌دهد.



شکل ۳۷-۵ شستی استارت و استاپ

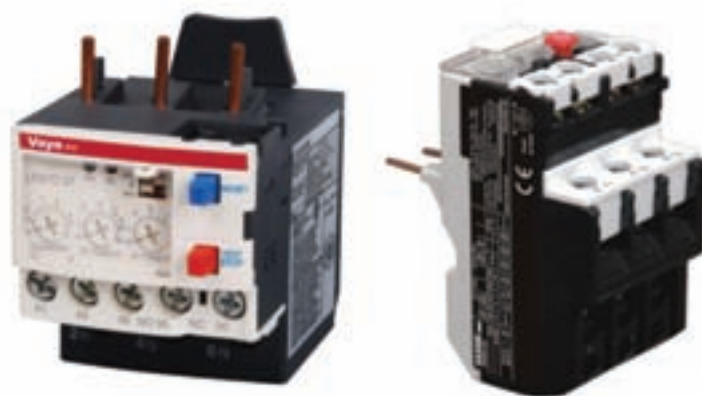
■ رله‌ی حرارتی(بی‌متال)

دستگاه‌های الکتریکی را باید در مقابل خطرات و خطاهای احتمالی حفاظت کرد. یکی از راه‌های حفاظت موتورهای الکتریکی، استفاده از رله‌ی حرارتی و رله‌ی مغناطیسی است. رله‌ی حرارتی، موتور را در مقابل اضافه بار(بار زیاد) حفاظت می‌کند. به این ترتیب که، در اثر بار زیاد، موتور الکتریکی جریان زیادی از شبکه‌ی برق دریافت کند، رله‌ی حرارتی که در مدار موتور قرار گرفته است، با عبور جریان زیاد، گرم می‌شود و مدار را قطع می‌کند. رله‌ی حرارتی از دو تیغه فلزی با ضریب انبساط طولی مختلف، ساخته شده است که به صورت پرسی به هم متصل شده‌اند(شکل ۳۸-۵). عبور جریان بیش از حد مجاز از این تیغه، هر دو فلز را گرم و موجب افزایش طول آنها می‌شود، چون ازدیاد طول یکی از فلزات بیشتر از دیگری است، تیغه خم می‌شود و انتقال حرکت آن به کنتاکت، مدار را قطع می‌کند. پس از قطع مدار، تیغه سرد شده، به حالت قبل برمی‌گردد و مدار را می‌بندد.



شکل ۳۸-۵ نحوه‌ی عملکرد رله‌ی حرارتی(بی‌متال)

از خاصیت بی‌متال در فیوزها، رله‌های بی‌متال استفاده می‌شود. این رله‌ها قابل تنظیم‌اند و در مقابل اضافه جریان (اضافه بار) از ۱/۰۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی، موتور را قطع می‌کند. نمونه‌ی سه فاز رله‌ی حرارتی، سه پل قدرت برای عبور جریان اصلی مصرف‌کننده، و دو کنتاکت فرمان دارد. یکی کنتاکت بسته، برای قطع مدار تغذیه‌ی کنتاکتور و دیگری باز، که پس از عمل بی‌متال، بسته می‌شود و برای اطلاع دادن از خطای حاصل در مدار به کار می‌رود. بعضی از این رله‌ها کلیدی دارند که برای دو حالت دستی و اتوماتیک طراحی شده‌اند. در حالت دستی پس از عمل رله باید با دست آن را به حالت اول برگرداند. در حالت اتوماتیک، رله پس از مدت زمانی معین به حالت اول باز می‌گردد (شکل ۳۹-۵).

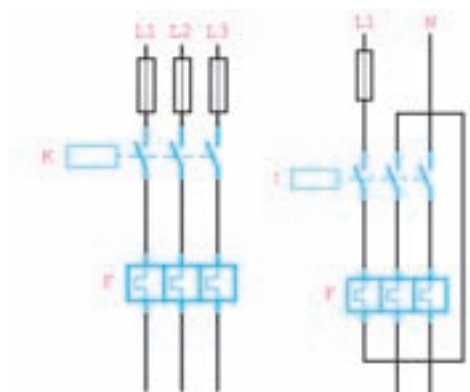


شکل ۳۹-۵ تصویر ظاهری بی‌متال



در شکل ۴۰-۵ نحوه‌ی اتصال یک نمونه رله‌ی حرارتی زیر کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

شکل ۴۰-۵ نحوه‌ی قرارگیری بی‌متال زیر کنتاکتور

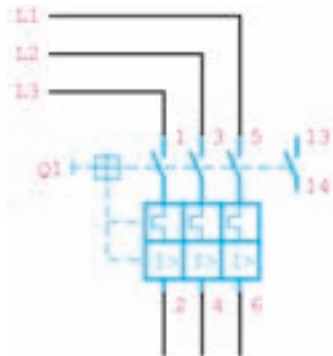


در شکل ۴۱-۵ مدار الکتریکی نحوه‌ی اتصال رله‌ی حرارتی را در شبکه‌ی برق سه فاز و تک فاز را مشاهده می‌کنید.

شکل ۴۱-۵ شمای حقیقی مدار کنتاکتوری همراه بی‌متال

■ کلید محافظ موتور

این کلید، موتور را در مقابل بار اضافی، که روی آن قرار می‌گیرد و همچنین اتصال کوتاه، حفاظت می‌کند. به این صورت که اگر در اثر اضافه‌باری که روی موتور قرار می‌گیرد یا قطع یکی از فازهای شبکه‌ی برق (که به آن اصطلاحاً دو فازشدن موتور می‌گویند) جریان، کمی بیشتر از جریان نامی موتور شود، کلید، موتور را از شبکه‌ی برق قطع می‌کند. اگر خطایی مانند اتصال کوتاه در موتور پیش آید در اثر عبور جریان زیاد نیز کلید موتور را قطع می‌نماید. کلید محافظ موتور می‌تواند جایگزین فیوز و بی‌متال در مدار راه‌اندازی موتور شود (شکل ۴۲-۵).



الف شکل ظاهری
شکل ۴۲-۵ کلید محافظ موتور و نحوه‌ی اتصال آن به شبکه‌ی برق

■ لامپ‌های سیگنال

لامپ‌های علامت دهنده یا لامپ‌های سیگنال در کلیه‌ی دستگاه‌های ماشین‌های کشاورزی و تابلوهای توزیع برق و فرمان به موتورها و وسایل الکتریکی به کار می‌رود. از این لامپ به صورت لامپ خبر استفاده می‌شود و می‌تواند روشن بودن، خاموش بودن یا عیب دستگاه و... را نشان دهد. لامپ‌های سیگنال را، قبل از هر بار کار انداختن دستگاه، باید به وسیله‌ی کلید مخصوص امتحان کرد و از سالم بودن مدار و هم چنین لامپ آن کاملاً مطمئن شد تا در صورت بروز خطا در مدار بتواند به خوبی عمل کند.



شکل ۴۳-۵ لامپ‌های سیگنال



شکل ۴۵-۵ کاربرد لامپ‌های سیگنال در
دستگاه جوجه‌کشی و تابلوی برق

■ کلیدهای تابع فشار (کلیدهای گازی)

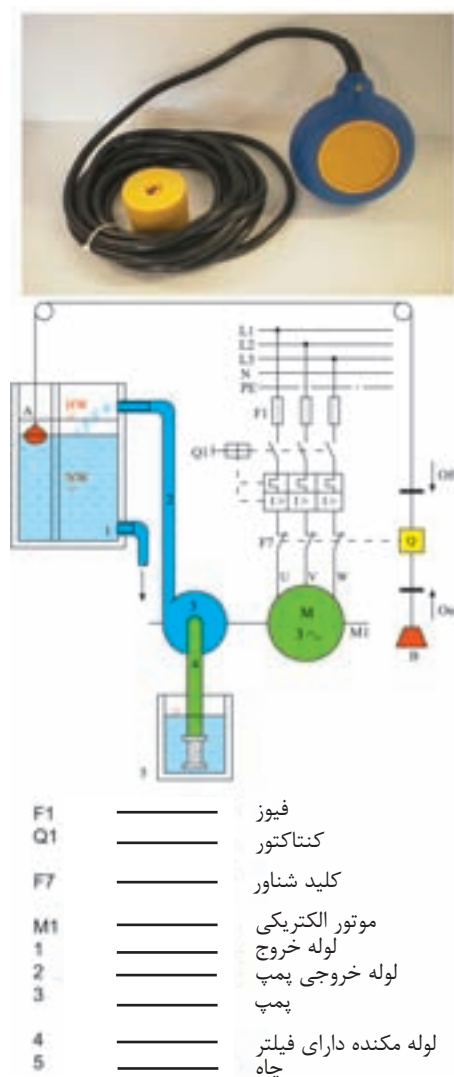
این کلیدها برای کنترل سطح گاز داخل مخازن و کمپرسورها، تنظیم فشار آب داخل لوله‌ها و روشن و خاموش کردن خودکار این دستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. عامل فرمان این کلید، فشار گاز یا مایع داخل مخزن است. فشار گاز مؤثر بر صفحه‌ی داخلی کلید نیرویی وارد میکند که باعث تحریک می‌شود و یک کنتاکت باز را می‌بندد یا کنتاکت بسته‌ای را باز می‌کند. حرکت برگشت را می‌توان به وسیله‌ی فنر تأمین کرد (شکل ۴۵-۵).



شکل ۴۵-۵ کلید تابع فشار

■ کلیدهای شناور (فلوتر سویچ)

کلیدهای شناور برای کنترل سطح آب یا مایعات داخل منبع‌ها و مخازن مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختمان این کلید از وزنه‌ی تعادل، یک قسمت شناور و یک میکروسویچ تشکیل شده است. هنگامی که قسمت شناور را، با توجه به شکل‌کار، تنظیم می‌کنند با تغییر سطح مایع داخل مخزن، شناور تغییر مکان می‌دهد و با فرمان دادن به میکروسویچ داخل کلید باعث قطع و وصل مدار می‌شود. این کلید در مخازن هوایی آب نیز کاربرد دارد. زمانی که مقدار آب در مخزن به یک حداقل رسید پمپ شروع به کار می‌کند با پمپاژ آب به داخل مخزن، زمانی که سطح آب به اندازه تنظیم شده رسید، پمپ خاموش می‌شود. خاموش و روشن شدن الکتروموتور پمپ، تابع سطح آب داخل مخزن است. در شکل ۴۶-۵ نمونه‌یی از این کلید به همراه یک نمونه مدار کاربردی آن نشان داده شده است.



شکل ۴۶-۵ مدار کلید شناور

■ رله‌ی زمانی (تایمر)

رله زمانی یکی از وسایل فرمان دهنده‌ی مدار است که کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارد. این رله در انواع موتوری (الکترومکانیکی) و الکترونیکی ساخته می‌شود.

■ تایمر موتوری یا الکترومکانیکی



این نوع تایمر از یک موتور کوچک تشکیل شده است که از طریق چرخ دنده یک دیسک را در مقابل میکروسویچ می‌چرخاند. با گردش موتور، زمان تایمر شروع می‌شود. تایمر پس از گردش، به سبب برخورد با زائده‌ی دیسک، متوقف می‌شود و فرمان می‌دهد. آنگاه کنتاکت‌های تایمر عمل می‌کنند. زمان وصل این رله‌ها از دهم ثانیه تا به طور دائم قابل تنظیم است (شکل ۴۷-۵).

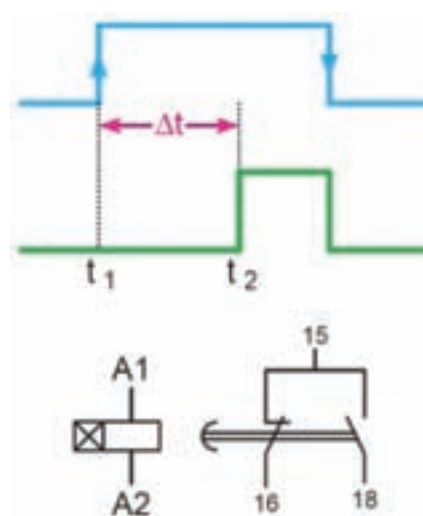
شکل ۴۷-۵ رله‌ی زمانی (تایمر) موتوری

■ تایمر 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 (شکل ۴۸-۵).

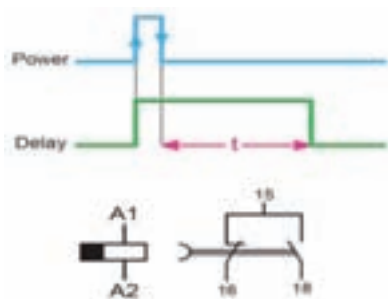


شکل ۴۸-۵ رله‌ی زمانی (تایمر) الکترونیکی



تایمرهای متداول در صنعت برق از نوع تأخیر در وصل هستند. این نوع تایمر، با پایان زمان تنظیم شده، عمل می‌کند و مدار بسته می‌شود (شکل ۴۹-۵).

شکل ۴۹-۵ شمای فنی و نمودار زمانی عملکرد تایمر با تأخیر در وصل



تایمر تأخیر در قطع، در پایان زمان تنظیم شده، عمل می‌کند و مدار باز می‌شود (شکل ۵۰-۵).

شکل ۵۰-۵۰ شمای فنی و نمودار زمانی عملکرد با تأخیر در قطع

■ کلید تابع حرارت (ترموستات)



ترموستات نوعی رله‌ی حرارتی است که در مقابل تغییرات درجه‌ی حرارت محیط از خود حساسیت نشان می‌دهد. این وسیله در دستگاه‌های جوجه‌کشی و سالن‌های پرورش طیور کاربرد فراوان دارد و وظیفه‌ی کنترل دمای محیط را به عهده دارد. در صورتی که درجه‌ی حرارت از حد تنظیمی فراتر رود، کلید عمل می‌کند. به طوری که کنتاکت باز را می‌بندد یا کنتاکت بسته‌ای را باز می‌کند. از موارد دیگر کاربرد ترموستات در سیستم گرمایش گلخانه‌هاست (شکل ۵۱-۵).

شکل ۵۱-۵ ترموستات

■ 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 ۵۲-۵).



شکل ۵۲-۵ حروف و اعداد پلاستیکی

■ کمر بند کابل

در مواردی که تعداد زیادی سیم در مسیر کانال قرار گرفته باشد یا به دلایلی سیم‌ها در مسیر خارج از کانال واقع شوند، برای مشخص کردن و دسته بندی سیم‌هایی که مربوط به یک قسمت خاص اند از کمر بند کابل برای بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده میشود. روشهای دیگری برای دسته بندی سیم‌ها در تابلوهای برق (از جمله استفاده از لوله‌های خرطومی، کانال‌های شیار دار و نوارهای بانداژ پلاستیکی) وجود دارد، که در شکل ۵۳-۵ مشاهده می‌نمایید.



ب) کاربرد حروف و اعداد پلاستیکی



الف) نوارهای بانداژ پلاستیکی

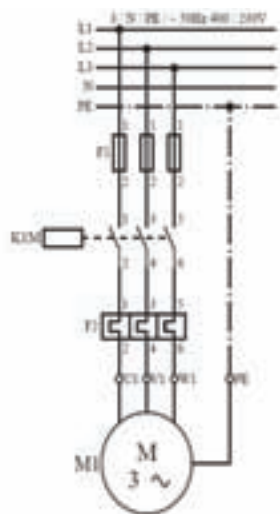
شکل ۵-۵۳

نقشه خوانی مدارهای الکتریکی

برای اتصال مدارهای الکتریکی، باید بتوانید نقشه مدارهای الکتریکی را بخوانید. این نقشه‌ها معمولاً با استفاده از نمادها و علائم استاندارد رسم می‌شوند. جدول ۵-۲ نمونه‌هایی از این علائم را نشان می‌دهد.

جدول ۵-۲

	کلید تابع فشار
	کلید شناور
	تایمر با تأخیر در قطع (رله و کنتاکت)
	تایمر با تأخیر در وصل (رله و کنتاکت)
	لامپ سیگنال
	بوبین کنتاکتور
	شستی وصل (استارت)
	شستی قطع (استاپ)
	شستی وصل و قطع (استارت استاپ دابل)
	میکروسوییچ
	کنتاکت باز کنتاکتور
	کنتاکت بسته کنتاکتور
	کنتاکت بسته بی‌متال
	رله‌ی حرارتی



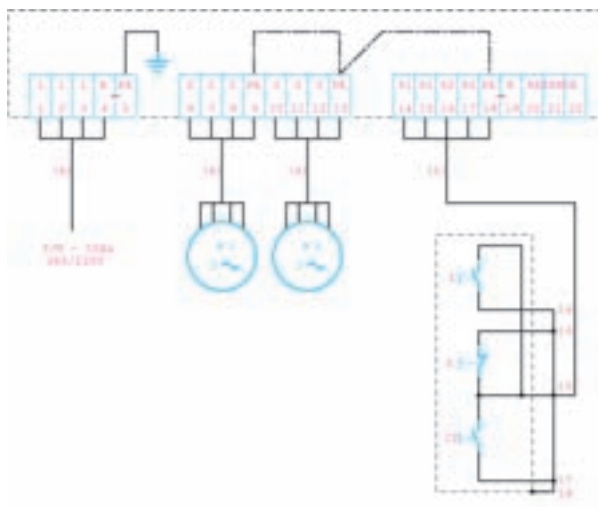
شکل ۵-۵۴ نقشه‌ی مدار قدرت

■ نقشه‌ی مدار قدرت

به آن قسمت از مدار حقیقی، که انرژی الکتریکی را از شبکه‌ی برق دریافت و به مصرف کننده منتقل می‌کند، «**مدار قدرت**» می‌گویند. مدار قدرت الکترو موتورها، جریان جذب شده‌ی موتور را از خود عبور می‌دهد. در نقشه‌های صنعتی، مدار قدرت با لوازم و وسایل الکتریکی (برای اندازه‌گیری و کنترل مدار)، همراه هستند (شکل ۵-۵۴).

■ نقشه‌ی خارجی

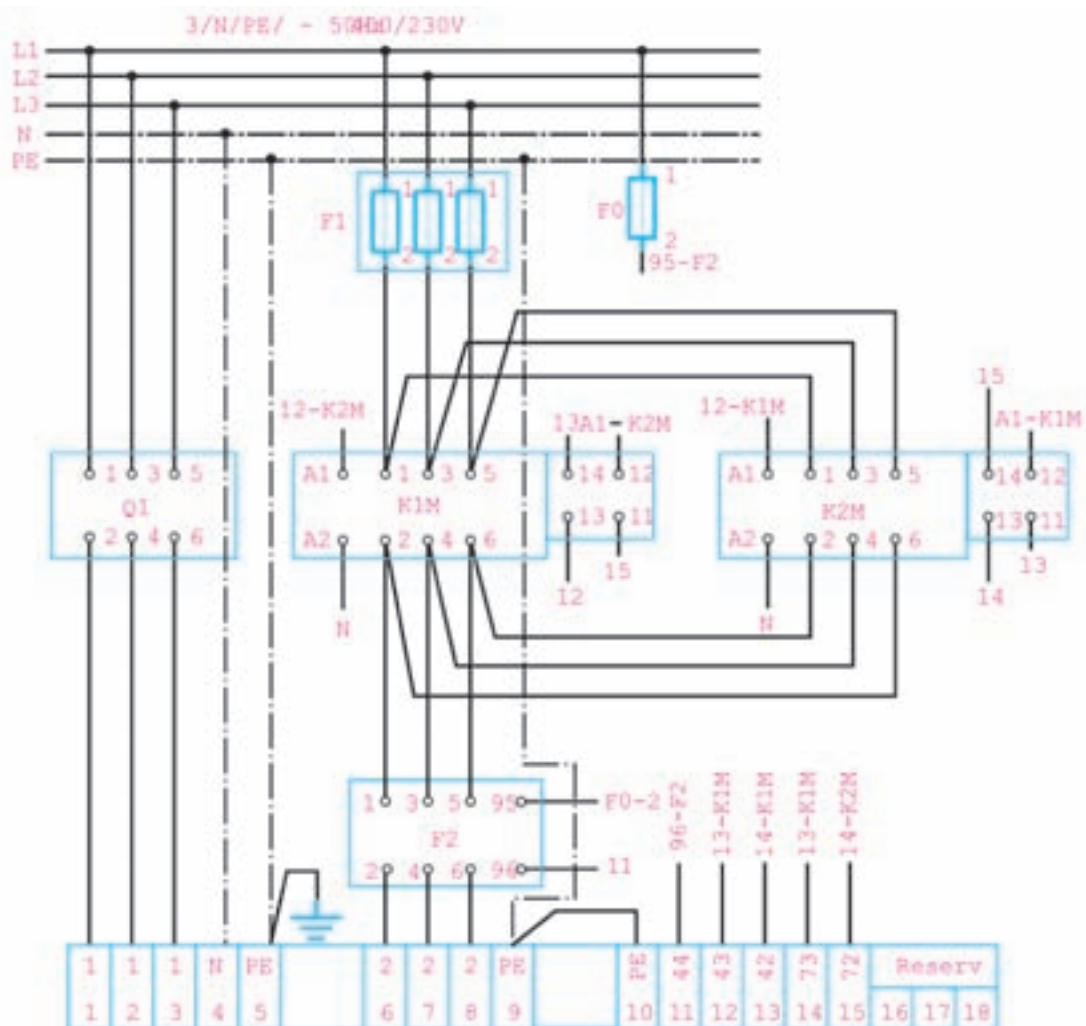
از نقشه‌ی خارجی برای مشخص کردن دستگاه‌های الکتریکی مانند موتور، میکروسویچ، شستی و...، که خارج از تابلوی فرمان قرار می‌گیرد (نیز برای اتصال آنها به تابلوی فرمان)، استفاده می‌شود. این، مهم‌ترین نقشه برای مونتاژ تأسیسات الکتریکی است و در آن وسایلی، که باید به ترمینال‌های تابلو فرمان اتصال یابند و در خارج از تابلو فرمان هستند، نیز ترسیم می‌شود. معمولاً در این نقشه تک تک سیم‌های اتصال را ترسیم نمی‌کنند، بلکه مانند شکل ۵-۵۵، آنها را به صورت یک دسته (یک خط) ترسیم می‌کنند و در روی آن، تعداد سیم‌ها را در داخل یک پرانتز می‌نویسند. هم چنین، در ابتدا و انتهای آن تک تک سیم‌ها را با شماره‌ی ترمینال مشخص می‌کنند. هنگام مونتاژ نیز سیم‌های اتصال در دسته‌های جدا از هم یا به وسیله‌ی کابل کشیده می‌شود.



شکل ۵-۵۵ نقشه‌ی خارجی

■ نقشه‌ی مونتاژ

برای اجرا و سیم‌کشی مدار قدرت و مدار فرمان، علاوه بر نقشه‌ی مسیر جریان، از نقشه‌ی مونتاژ نیز استفاده می‌شود. همان‌طور که گفته شد، این نقشه تنها برای مونتاژ وسایل الکتریکی در تابلوی فرمان و سیم‌بندی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای ترسیم نقشه‌ی مونتاژ شکل ظاهری هر یک از دستگاه‌ها را، با در نظر گرفتن موقعیت مکانی آنها در داخل تابلو، رسم می‌کنند (شکل ۵-۵۶).



شکل ۵-۵۶ نقشه‌ی مونتاژ



هدف: راه اندازی موتور الکتریکی سه فاز با کنتاکتور
تجهیزات مورد نیاز:

وسیله	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
فیوز قدرت	F۱	مینیاتوری
فیوز فرمان	F۰	مینیاتوری ۶A
بی مثال	F۲	-
کنتاکتور	K۱M	AC۳
شستی استاپ	•	رنگ قرمز
شستی استارت	I	رنگ مشکی و سبز
کابل	-	NYN
موتور سه فاز	M۱	-

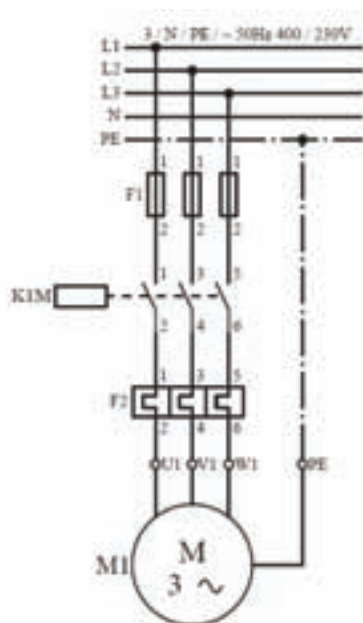
شرح کار: یک موتور سه فاز به آسنکرون روتور قفسی، باید توسط کنتاکتور به شبکه‌ی برق اتصال یابد. خواسته‌ی ما، فقط اتصال این موتور به شبکه و قطع آن است. مدار الکتریکی قدرت و مدار فرمان راه اندازی این موتور را به تفکیک بررسی می‌کنیم.



مدار قدرت برای راه اندازی این موتور به یک کنتاکتور K۱M و یک شستی وصل I و یک شستی قطع • نیاز است. کنتاکتور K۱M باید موتور را به شبکه اتصال دهد (شکل ۵۷-۵).

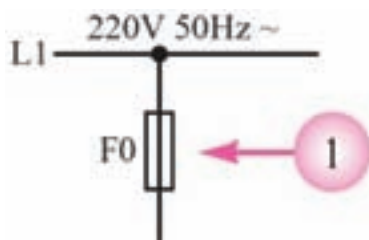
شکل ۵۷-۵ مدار قدرت

سه سیم برق سه فاز را به پیچ‌های مربوط به تیغه‌های قدرت، که دارای تحمل جریان بیشتری هستند، متصل می‌کنیم (پیچ‌های شماره‌ی ۱، ۳، ۵) و از پیچ‌های دیگر قدرت (پیچ‌های شماره‌ی ۲، ۴، ۶) سه سیم به می‌گیریم و به موتور الکتریکی اتصال می‌دهیم. بین شبکه‌ی برق و کنتاکتور سه عدد فیوز سر راه هر کدام از سیم‌های



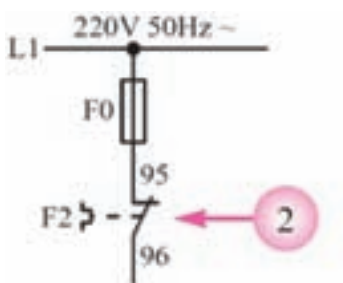
برق سه فاز قرار می‌دهیم. همچنین، بین کنتاکتور و موتور الکتریکی رله حرارتی (بی‌متال) قرار می‌گیرد (شکل ۵-۵۸).

شکل ۵-۵۸ نقشه‌ی مدار قدرت



مدار فرمان

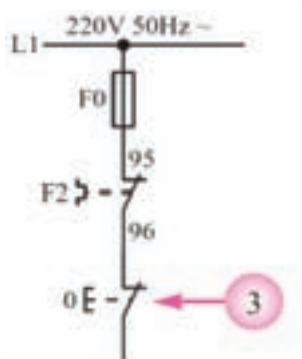
در مدار فرمان، موارد زیر را مرحله به مرحله بررسی می‌کنیم.
۱. نصب فیوز، به صورت سری با کل مدار، در تمام مدارهای الکتریکی لازم است لذا، وجود آن را برای حفاظت مدار در مقابل اتصال کوتاه، بررسی می‌کنیم (شکل ۵-۵۹)



شکل ۵-۵۹

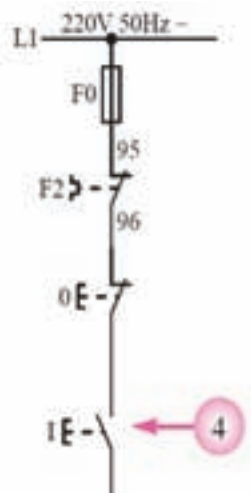
۲. در مدار فرمان، بعد از فیوز از کنتاکت فرمان بی‌متالی که در مدار قدرت ذکر شد، به صورت سری با فیوز قرار می‌گیرد (شکل ۵-۶۰).

شکل ۵-۶۰



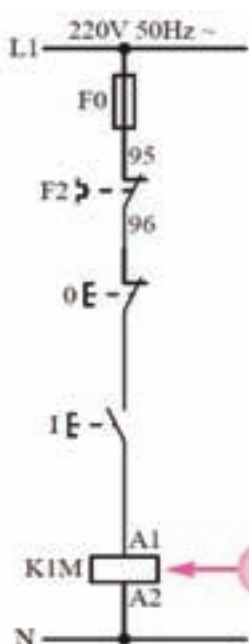
۳. در مرحله‌ی بعد، باید یک شستی استاپ به صورت سری با اجزای دیگری که تا کنون گفته شد، اتصال داد. وظیفه‌ی استاپ قطع کل مدار است (شکل ۵-۶۱).

شکل ۵-۶۱



۴. برای شروع به کار هر مدار فرمان، باید از یک وسیله‌ی وصل کننده مانند یک شستی استارت استفاده کرد که محل قرار گرفتن آن پس از شستی استاپ است (شکل ۵-۶۲).

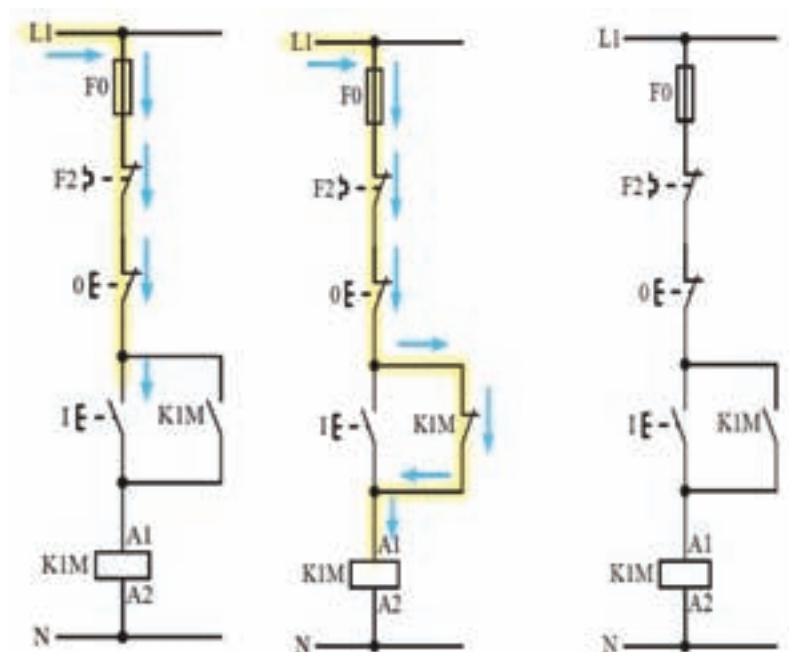
شکل ۵-۶۲



۵. در انتهای مسیر باید از بوبین (سیم پیچ) کنتاکتور استفاده کرد. بوبین کنتاکتور دو سر دارد که یک سر آن، به انتهای استاپ و سر دیگر به سیم نول متصل می‌شود (شکل ۵-۶۳).

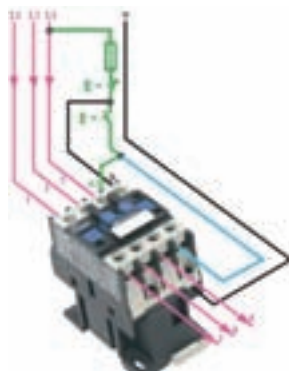
شکل ۵-۶۳ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی موتور به صورت لحظه‌ای

در این مدار اگر شستی استارت وصل شود، جریان الکتریکی از فیوز، بی‌متال و استاپ عبور می‌کند و پس از استارت به یکی از سرهای بوبین کنتاکتور می‌رسد چون، سر دیگر بوبین به سیم نول متصل است بوبین برقرار می‌شود و جذب می‌کند. در این لحظه تیغه‌های قدرت و فرمان آن تغییر وضعیت می‌دهند. (تیغه‌های باز، بسته می‌شوند و بالعکس). مشکلی که در این مدار وجود دارد این است که تا زمانی که دست ما روی شستی استارت باشد برق به بوبین می‌رسد. به محض این که دستان را از روی شستی برداریم مسیر جریان برق قطع شده و موتور خاموش خواهد شد. برای رفع این مشکل باید مسیر دیگری به موازات مسیر عبور جریان در استارت به وجود بیاوریم تا با قطع شدن شستی استارت، آن مسیر کار موتور را دایمی کند. به این منظور، یکی از تیغه‌های باز کنتاکتور را با شستی استارت موازی می‌کنیم (شکل ۵-۶۴). به تیغه باز کنتاکتور که مدار را در حالت دایمی و پایدار نگه می‌دارد، «تیغه‌ی نگهدارنده» می‌گویند.



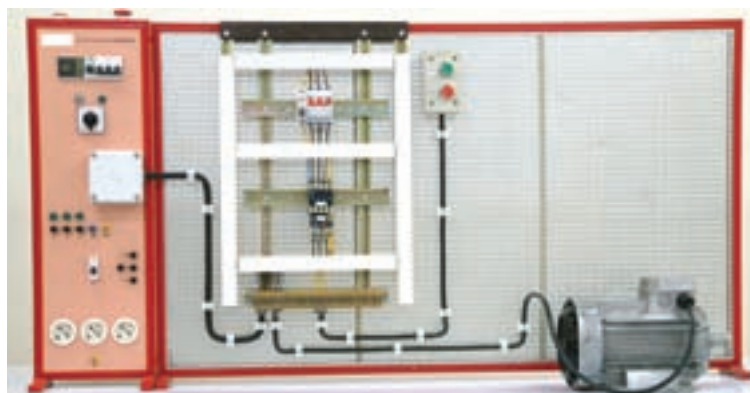
شکل ۵-۶۴ مدار فرمان راهاندازی موتور به صورت دایم

شکل ۵-۶۵ تصویر شماتیک مدار فرمان و قدرت راهاندازی موتور سه فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۶۵ مدار فرمان و قدرت راهاندازی موتور سه فاز

شکل ۵-۶۶ تصویر تابلوی برق مدار راهاندازی موتور الکتریکی سه فاز را با تجهیزات مورد نیاز نشان می‌دهد.



شکل ۵-۶۶ تصویر تابلوی برق مدار راهاندازی موتور الکتریکی سه فاز را با تجهیزات مورد نیاز

۶. به نحوه‌ی قرار گرفتن سرسیم‌ها در زیر پیچ و شکل قرارگیری مناسب کابل‌ها، در کنار هم، دقت کنید.



شکل ۵-۶۷ نصب کنتاکتور و ترمینال روی ریل

برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز باید هر سه فیوز را همزمان با هم وصل کرد. برای این منظور زائده ای روی این سه فیوز قرار دارد که هر سه فیوز را به هم متصل می‌کند. به همین خاطر با وصل فیوزها هر سه با هم وصل می‌شوند (شکل ۵-۶۸).



شکل ۵-۶۸ وصل همزمان سه فیوز در مدارات راه‌اندازی موتورهای سه فاز

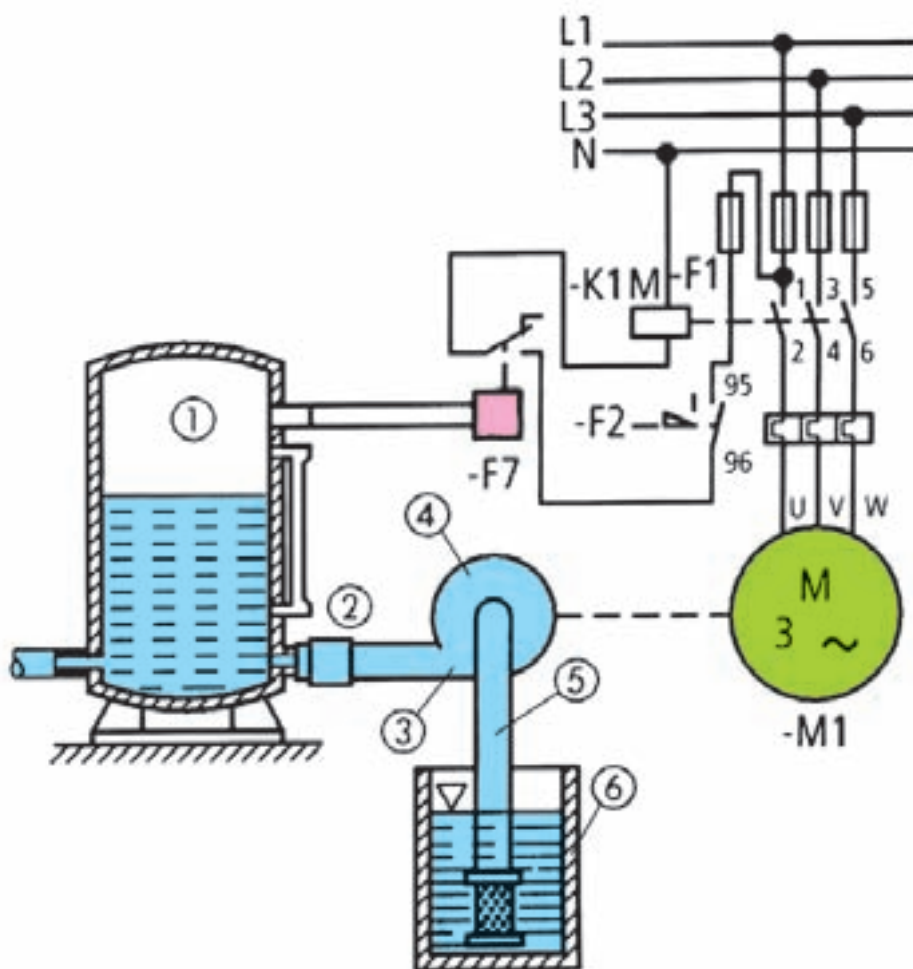
پرسش



در صورتی که به جای یک فیوز سه فاز، از سه فیوز یک فاز استفاده شود چه مشکلی در هنگام اتصالی مدار یا فعال کردن فیوزها برای دستگاه‌های سه فاز اتفاق می‌افتد؟



نحوهی عملکرد مدار شکل ۵-۶۹ را بررسی کنید.

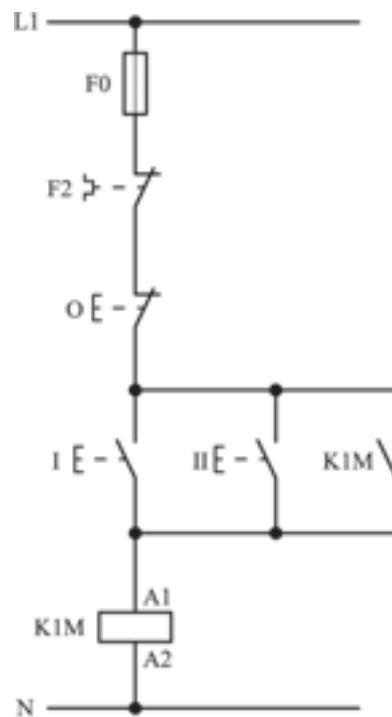


شکل ۵-۶۹



هدف کنترل موتور سه فاز از دو محل وسایل مورد نیاز موتور سه فاز، کنتاکتور، فیوز، کابل، استارت - استاپ و بیمتال مراحل کار

الف - مدار قدرت: این مدار، شبیه مدار قدرت کنترل موتور از یک محل است
ب - مدار فرمان: برای این که بتوانیم یک موتور سه فاز را از دو محل کنترل (روشن و خاموش) کنیم باید دوشستی استارت و استاپ به مدار فرمان اضافه کنیم. برای این کار در مدار فرمان دو شستی استارت را با یکدیگر موازی می‌بندیم و دو شستی استاپ را نیز با هم سری می‌کنیم. هر کدام از شستی‌های استاپ که فشرده شوند مسیر جریان برق کنتاکتور را قطع می‌کند تا موتور خاموش می‌شود همچنین هر یک از شستی‌های استارت که فشرده شوند جریان برق به کنتاکتور خواهد رسید و موتور روشن می‌شود با برداشتن دست از روی شستی‌های استارت، مسیر جریان برق کنتاکتور با کنتاکت K1M بسته خواهد ماند (شکل ۷۰-۵).



شکل ۷۰-۵



هدف: راه اندازی موتور سه فاز به صورت لحظه ای و دائم
تجهیزات مورد نیاز:

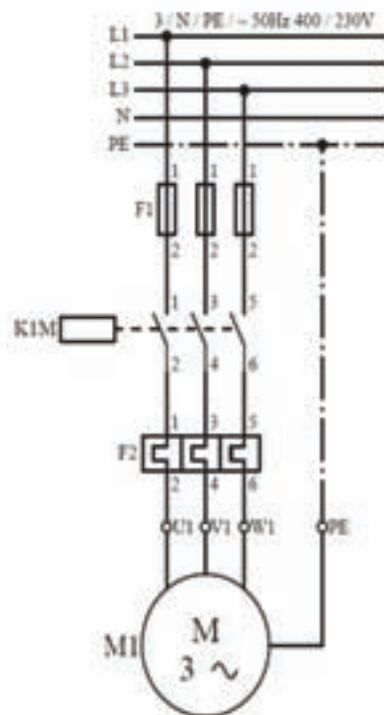
وسیله	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
فیوز قدرت	F۱	مینیاتوری
فیوز فرمان	F۰	مینیاتوری ۶A
بی متال	F۲	
کنتاکتور	K۱M	AC۳
شستی استاپ	•	رنگ قرمز
شستی استارت	I	رنگ سبز
پدال (یا شستی دابل)	II	رنگ مشکی و سبز
کابل	-	-
موتور سه فاز	M۱	-

شرح کار در یک ماشین بوجاری، از یک موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به قدرت ۱/۵ کیلو وات استفاده شده است. برای اتصال دائمی این موتور به شبکه برق، از یک شستی و برای قطع آن از شستی دیگری استفاده می شود. این موتور علاوه بر این دو شستی، باید بتوان با یک پدال (که با فشار پا به کار می افتد) نیز موتور را به طور موقت به شبکه متصل کرد. از این پدال، برای مواقعی که بخواهیم زمان کار موتور تحت کنترل باشد استفاده می شود و باید تا زمانی که توسط پا روی آن فشار وارد می شود، موتور بچرخد و زمانی که پا از روی پدال برداشته شد، مدار موتور نیز قطع گردد.



شکل ۷۱-۵ راه اندازی ماشین بوجاری با پدال

مدار قدرت و مدار فرمان راه اندازی این موتور به صورت زیر است.
مدار قدرت موتور این ماشین باید به طریقی ساده، توسط یک کنتاکتور، به شبکه ی برق اتصال یابد و به وسیله ی فیوز و بی متال، در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت شود (شکل ۷۱-۵).



شکل ۵-۷۲ نقشه‌ی مدار قدرت

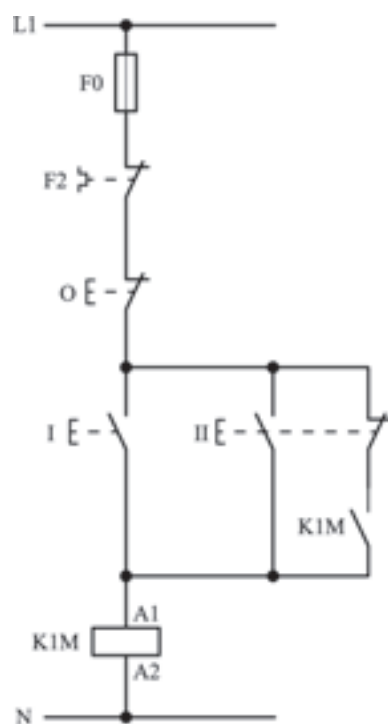
مدار فرمان با توجه به مطالب خواسته شده در این ماشین، برای راهاندازی و کار با آن، در مجموع سه شستی لازم است. از شستی I برای حالت کار دائم ماشین و از شستی II، که توسط پا فرمان می‌گیرد (پدال)، برای کار لحظه‌ای آن استفاده میشود. برای قطع کامل مدار نیز شستی ۰ به کار می‌رود. در مدار فرمان، ابتدا با در نظر گرفتن وظیفه‌ی شستی I (مانند کار عملی قبل)، مدار را برای کار دائم طراحی می‌کنیم. در این صورت شکل ۵-۷۱ به دست می‌آید.



می‌دانیم اگر کنتاکت نگاه دارنده‌ی K1M، که با شستی استارت I موازی شده است، در مدار وجود نداشته باشد با حذف فشار وارد شده به شستی مدار کنتاکتور نیز قطع خواهد شد. پس برای کار موقت ماشین، باید شستی II را به طریقی در مدار کنتاکت باز مربوط به شستی I به صورت موازی قرار دهیم، در این صورت کنتاکت باز K1M نیز با آن موازی میشود و با فشردن شستی II دوباره موتور به طور دائم به شبکه وصل خواهد شد. به این ترتیب، اتصال شستی‌ها از دو محل فرمان می‌گیرد. برای رفع این مشکل، باید راهی پیدا کرد که با فشار دادن به شستی II مدار کنتاکت باز K1M قطع شود.

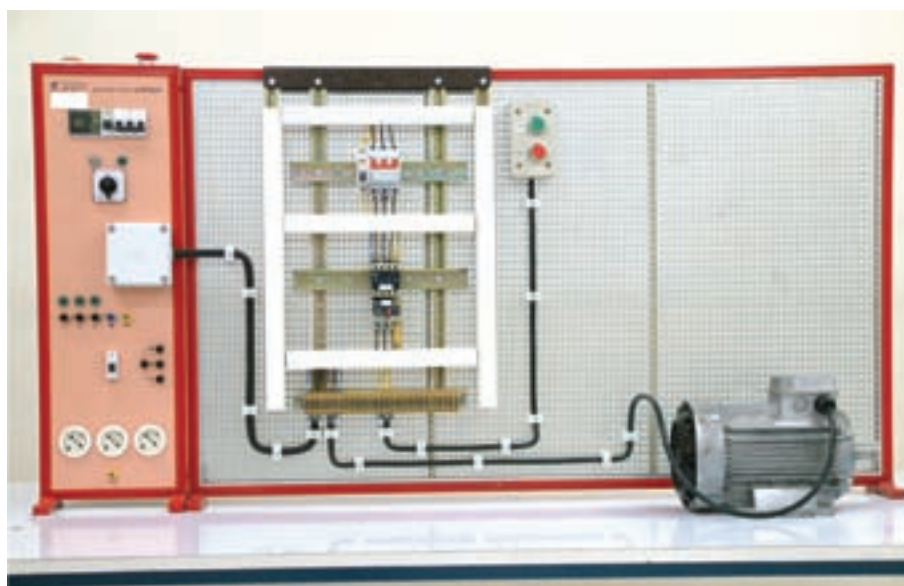
ساده‌ترین راه این است که از خود شستی II برای این منظور استفاده کنیم. بنابراین، شستی II را دوبل انتخاب می‌کنیم و کنتاکت بسته‌ی آن را در مسیر شستی I و کنتاکت باز K1M قرار می‌دهیم تا با فشار به آن، مسیر کنتاکت نگاه دارنده باز شود. در شکل ۵ مدار فرمان کامل به همراه وسایل حفاظتی، ترسیم شده است.

شکل ۵-۷۳ نقشه‌ی مدار فرمان



شکل ۵-۷۴ نقشه‌ی مدار فرمان

شکل ۵-۷۵ تصویر تابلوی برق مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی سه فاز را با تجهیزات مورد نیاز نشان می‌دهد.



شکل ۵-۷۵



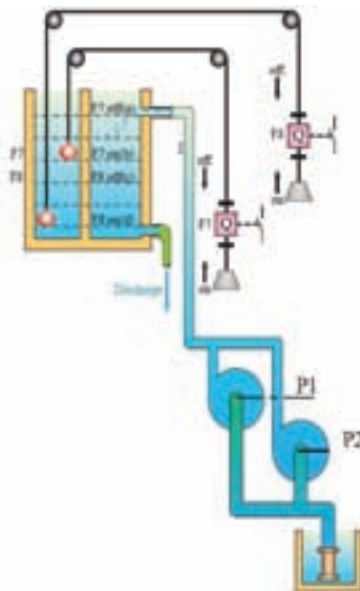
هدف راهاندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری
تجهیزات مورد نیاز:

وسیله	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی	وسیله	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
تابلو مونتاژ	-	-	کنتاکتور	K ₁ M و K ₂ M	AC ₃
فیوز قدرت	F ₁	مینیاتوری	شستی استاپ	•	رنگ قرمز
فیوز فرمان	F ₀	مینیاتوری ۶A	شستی استارت	I و II	رنگ مشکی و سبز
بی‌متال	F ₂ و F ₃	-	کابل	-	۴
	-	-	موتور سه فاز	M ₁ و M ₂	

شرح کار: برای پر کردن آب یک منبع، از دو پمپ سه فازه مانند شکل ۷۶-۵ استفاده می‌شود. مدار این دو پمپ باید شرایط زیر را داشته باشد:

در صورتی که سطح آب از محل پایین‌تر برود پمپ شماره ۱ شروع به کار کند و پس از پر شدن منبع در محل قطع شود.

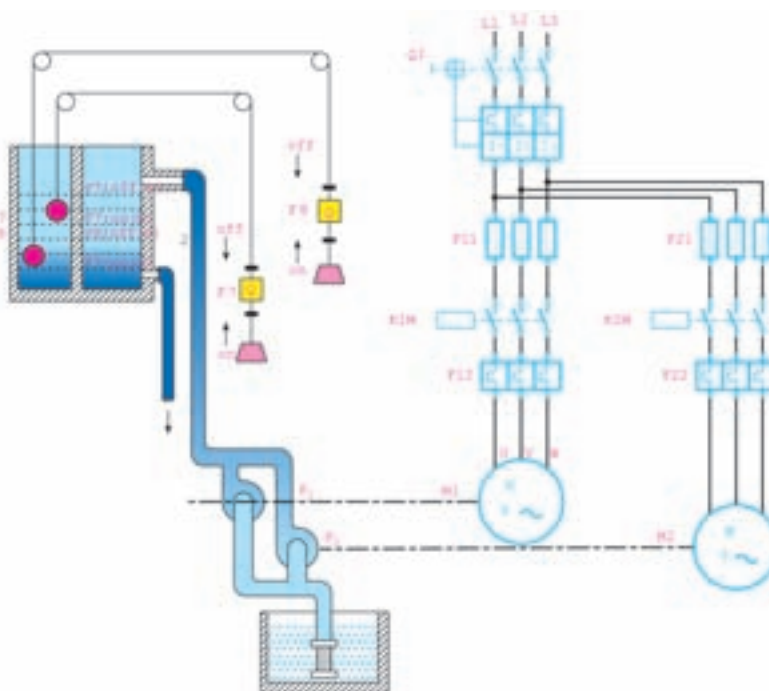
در صورتی که خروج آب از منبع بیشتر از ورود آب توسط پمپ شماره ۱ باشد و سطح آب از محل پایین‌تر برود، پمپ شماره ۲ نیز به کار بیفتد و در صورت رسیدن آب به ارتفاع قطع شود.



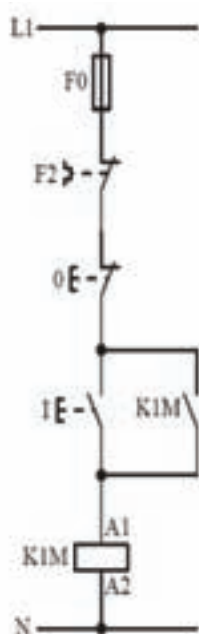
شکل ۷۶-۵ شکل ظاهری عملکرد پمپ چاه آب

مدار قدرت برای مدار قدرت به یک کنتاکتور جهت هر یک از موتورهای نیاز است. بنابراین، برای موتور M₁، کنتاکتور K₁M و برای موتور M₂، کنتاکتور K₂M را در نظر می‌گیریم و مدار قدرت آن را مانند شکل ۷۷-۵ ترسیم

می‌کنیم. حفاظت برای اتصال کوتاه و حفاظت برای بار زیاد، در مورد هر یک از موتورها به طور جداگانه در نظر گرفته می‌شود. از کلید Q۱، به صورت کلید اصلی برای قطع و وصل مدار استفاده می‌شود.



شکل ۵-۷۷ عملکرد پمپ چاه آب به همراه مدار فرمان



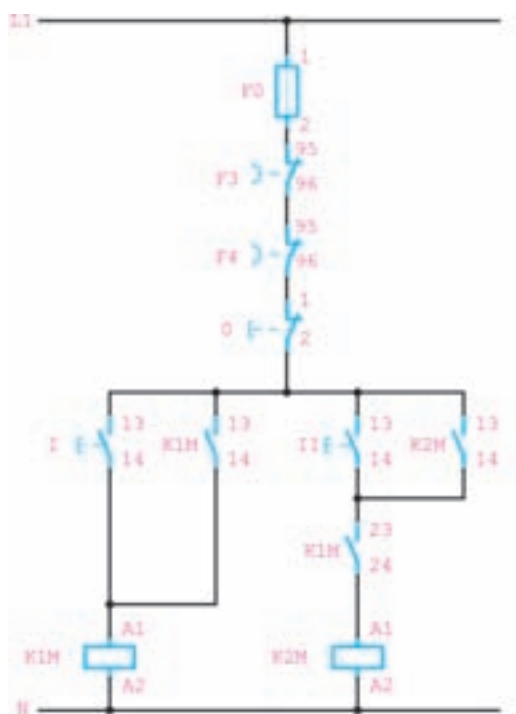
شکل ۵-۷۸ نقشه‌ی مدار فرمان

مدار فرمان : برای اجرای این کار عملی در کارگاه به سه شستی احتیاج

است که شستی I (به جای کلید شناور F۷) برای راه‌اندازی پمپ M۱، شستی II (به جای کلید شناور F۸) برای راه‌اندازی موتور M۲ و شستی ۰ برای قطع مدار به کار می‌روند.

ابتدا برای راه‌اندازی موتور M۱ از کنتاکتور K۱M استفاده می‌کنیم، به طوری که با فشار به شستی I کنتاکتور K۱M جذب و توسط کنتاکت باز خود، نگاه داشته شود (شکل ۵-۷۸).

موتور M۲ نباید بدون موتور M۱ کار کند. این موضوع را باید در مدار فرمان پیش‌بینی کرد. از این رو باید ترتیبی اتخاذ شود که در صورت کار نکردن موتور M۱، مدار بوبین کنتاکتور K۲M نتواند وصل شود. برای این کار می‌توانیم از یک کنتاکت باز K۱M به طور سری در مدار بوبین K۲M استفاده کنیم. به این ترتیب ملاحظه



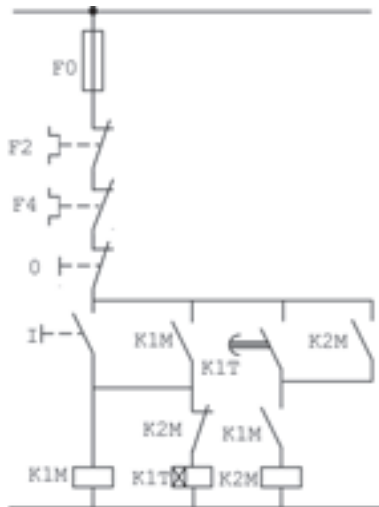
می‌شود که اگر کنتاکتور $K1M$ وصل نباشد و شستی II فشار داده شود، به علت باز بودن مسیر بوبین $K2M$ ، موتور $M2$ کار نخواهد کرد. برای قطع کل مدار نیز از شستی ۰ به طور سری در مدار استفاده می‌کنیم. قطع‌کننده‌های حرارتی $F3$ و $F4$ نیز به طور سری با کل مدار قرار می‌گیرند تا در صورت اضافه بار برای هر یک از موتورها، کل مدار قطع شود. فیوز $F0$ نیز برای حفاظت مدار فرمان استفاده می‌شود. مدار فرمان کامل این کار عملی، در شکل ۵-۷۹ نشان داده شده است.

شکل ۵-۷۹ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری



هدف راه اندازی دوالکتر موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری اتوماتیک
وسایل مورد نیاز : تایمر تأخیر در وصل، موتور الکتریکی سه فاز، کابل، کنتاکتور، فیوز سه فاز و استارت -استاپ

مراحل انجام کار



شکل ۸۰-۵

الف - مدار قدرت: مدار قدرت این مدار مانند مدار کار عملی ۹-۵ است.
ب - مدار فرمان: در این مدار، الکتروموتور M_1 به صورت دستی و با استارت I فرمان می گیرد. پس از این که موتور سه فاز روشن شد، تایمر باید فعال شود به همین منظور، برق تایمر را از دو سر بوبین کنتاکتور K_{1M} تأمین می کنیم پس از گذشت زمانی که روی تایمر تنظیم شده است باید موتور M_2 نیز روشن شود لذا تیغه‌ی باز تایمر را در مسیر کنتاکتور K_{2M} قرار می دهیم تا پس از زمان تنظیمی رئوی تایمر این تیغه بسته شود. تیغه‌ی باز K_{2M} را نیز با تیغه‌ی باز تایمر موازی می کنیم تا پس از قطع تایمر روشن بماند. برای خارج کردن تایمر از مدار، می توان از تیغه‌ی بسته‌ی K_{2M} در مسیر آن استفاده کرد.

تغییر جهت گردش در موتورهای سه فاز

در ماشین توزیع دان در قفس ها یک واگن به همراه یک موتور الکتریکی با سرعت ده متر در دقیقه حرکت می کند و خوراک را در ناودان می ریزد. پس از رسیدن به انتهای مسیر، جهت حرکت موتور عکس می شود و واگن برمی گردد. برای ایجاد تغییر جهت گردش در موتورهای سه فاز کافی است به طور دلخواه جای دو سیم فاز از سر سیم ورودی به سیم پیچ های استاتور موتور را عوض کرد. در اثر این جابه جایی جهت میدان مغناطیسی دوار در استاتور تغییر میکند. به این ترتیب جهت نیروی القایی بر عکس می شود و در نتیجه موتور بر خلاف جهت قبلی به حرکت در می آید. هنگام انتخاب فیوز برای راه اندازی موتورها حتماً به پلاک موتور توجه کنید. (شکل ۸۱-۵)



شکل ۸۱-۵ دقت به پلاک موتور هنگام انتخاب فیوز

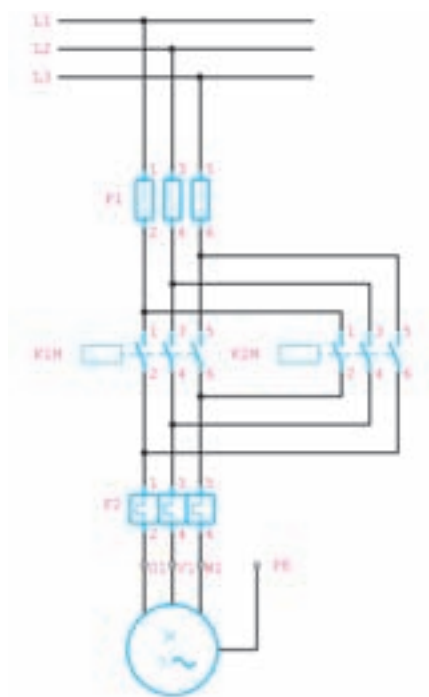


هدف تغییر جهت گردش یک موتور سه فاز
تجهیزات مورد نیاز:

وسیله	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
فیوز قدرت	F۱	مینیاتوری
فیوز فرمان	F۰	مینیاتوری ۶A
بی متال	F۲	
کنتاکتور	K۱M	AC۳
شستی استاپ	.	رنگ قرمز
شستی استارت	I	رنگ سبز
پدال (یا شستی دابل)	II	رنگ مشکی و سبز
کابل	-	-
موتور سه فاز	M۱	-

شرح کار:

مدار قدرت در این کار عملی، لازم است با دادن فرمان به یک موتور آسنکرون سه فاز، جهت چرخش آن عوض شود. برای این کار لازم است که اتصال دو فاز در روی ترمینال موتور با هم تعویض گردند. برای اجرای این عمل به وسیله کنتاکتور، باید برای حالت راست گرد، توسط کنتاکتور K۱M، L۱، L۲ و L۳ به ترتیب به U۱، V۱ و W۱ و برای حالت چپ گرد، توسط کنتاکتور L۱، K۲M به W و L۲ به V۱ و L۳ به U۱ مانند شکل ۸۲-۵ اتصال یابند. با کمی دقت در شکلملاحظه می شود که کنتاکتورهای K۱M و K۲M نباید حتی برای یک لحظه نیز با هم اتصال یابند، زیرا بین دو فاز L۱ و L۳، توسط هر دو کنتاکتور، اتصال کوتاه ایجاد می شود. این مطلب را در مدار فرمان، باید در نظر داشت.



شکل ۸۲-۵ نقشه ی مدار قدرت

مدار فرمان در مدار فرمان برای هر حالت راست گرد و چپ گرد باید یک شستی استارت در نظر گرفت همچنین باید دقت کرد که تأخیرهای زمانی در قطع و وصل کنتاکتورها، اشکالی در مدار ایجاد نکند. همچنین در مرحله ی وصل یک کنتاکتور باعث قطع کنتاکتور دیگر می شود، باید این نکته را کاملاً مراعات کرد و دقت نمود که اتصال کوتاه

لحظه‌ای بین فازها واقع نشود. بنابراین، باید مدار فرمان را طوری طراحی کرد که کنتاکت‌های بسته‌ی هر کدام از کنتاکتورها بر سر راه بوبین کنتاکتور دیگر باشد تا هر وقت یک کنتاکتور عمل کرد کنتاکتور دیگر حتماً در حالت قطع باشد (شکل ۵-۸۳).

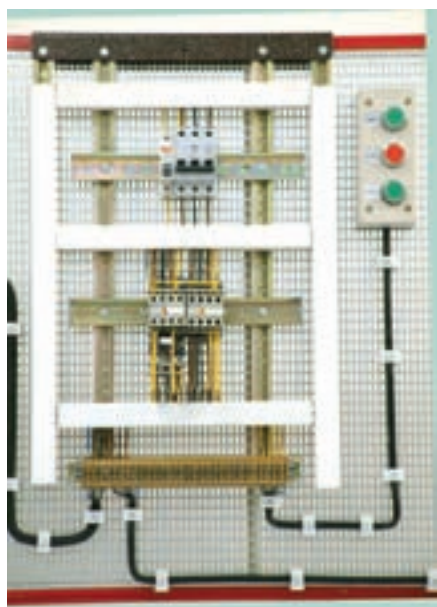


شکل ۵-۸۳ نقشه‌ی مدار فرمان

مدار شکل ۵-۸۳، این ایراد را دارد، 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 به وجود می‌آید. برای رفع این مشکل می‌توان دو شستی استارت را از نوع دوبل انتخاب کرد و مداری مانند شکل ۵-۸۴ طراحی کرد.



شکل ۵-۸۴ نقشه‌ی مدار فرمان



شکل ۵-۸۵ تصویر تابلوی برق مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی سه‌فاز را با تجهیزات مورد نیاز نشان می‌دهد.

شکل ۵-۸۵



هنگام قرار دادن سیم زیر پیچ دقت کنید سیم به اندازه‌ی کافی لخت شود و تمام قسمت لخت شده‌ی هادی آن، زیر پیچ قرار گیرد.

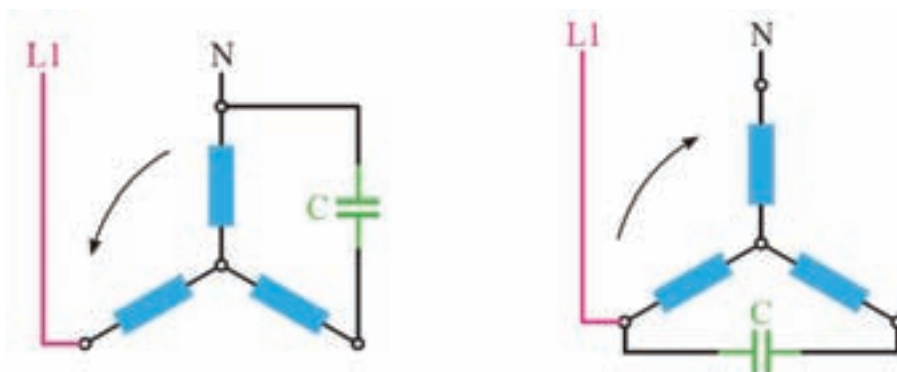


شکل ۸۶-۵

راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز آسنکرون در شبکه‌ی تک‌فاز

در صورت دسترسی نداشتن به شبکه‌ی سه‌فاز، می‌توان یک موتور سه فاز 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 نحوه‌ی اتصال، قدرت الکتروموتور نسبت به حالت اتصال سه فاز حدود ۶۰٪ کاهش می‌یابد. ظرفیت خازن مناسب را می‌توان به صورت تجربی برای هر اسب بخار، ۵۰ میکرو فاراد و برای هر کیلو وات توان موتور، ۷۰ میکرو فاراد در نظر گرفت.

نحوه‌ی قرار گرفتن خازن در مسیر سیم‌پیچی‌های موتور نیز به دو صورت راست‌گرد و چپ‌گرد می‌تواند باشد. شکل ۸۷-۵ وضعیت اتصال خازن به سیم‌پیچ‌های موتور را نشان می‌دهد.



شکل ۸۷-۵ وضعیت اتصال خازن در مدار راه‌اندازی موتور سه فاز با برق تک‌فاز برای تغییر

۱. چگونه اتصال بدنه‌ی یک موتور الکتریکی را آزمایش می‌کنید؟
۲. تخته کلم موتور سه‌فاز را در اتصال ستاره و مثلث ترسیم نمایید؟
۳. انواع کلیدهای دستی را توضیح دهید؟ و کاربرد آنها را نام ببرید؟
۴. چگونگی تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی سه فاز را توضیح دهید؟
۵. تخته کلم موتور تک فاز را ترسیم نمایید؟
۶. چگونگی تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی تک فاز را توضیح دهید؟
۷. مزایای استفاده از کنتاکتور را نسبت به کلیدهای دستی نام ببرید؟
۸. نحوه‌ی کار رله‌ی حرارتی (بی‌متال) را توضیح دهید؟ نقشه اتصال آن را به برق سه فاز و تک‌فاز ترسیم کنید؟
۹. نحوه‌ی کار کلید محافظ موتور را توضیح دهید؟ نقشه اتصال آن را به برق سه فاز ترسیم کنید؟
۱۰. کلیدهای تابع فشار و شناور را توضیح دهید؟
۱۱. انواع تایمر را توضیح دهید؟
۱۲. انواع نقشه‌های الکتریکی را در مدارات کنترلی توضیح دهید؟
۱۳. راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز را با برق تک فاز توضیح دهید. مدار آن را ترسیم کنید؟

۱. رحیمیان پرور، علی. جاهد بزرگان، هادی، ۱۳۸۸، کارگاه سیم کشی (۱)، اداره‌ی 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، اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی
۳. قیطرانی، فریدون. نظریان، فتح الله. اسلامی، محمد حسن. ۱۳۸۸. مبانی تکنولوژی برق صنعتی. اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی
۴. خدادادی، شهرام. اسلامی، محمد حسن. ۱۳۸۸. برق تاسیسات. اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی
۵. مبحث سیزدهم، طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان‌ها. از سری مباحث مقررات ملی ساختمان ۱۳۸۲. نشر توسعه ایران
۶. خدادادی، شهرام، ۱۳۸۸، مبانی الکتریسیته، شرکت صنایع آموزشی وابسته به آموزش و پرورش
۷. خدادادی، شهرام، ۱۳۸۴، راه اندازی موتورهای سه فاز و تک فاز، (جلد اول تا سوم)، شرکت صنایع آموزشی وابسته به آموزش و پرورش.
۸. کاتالوگ‌های شرکت‌های مختلف سازنده
۹. سایت‌های مرتبط

