

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

راه اندازی موتورهای سه فاز و تک فاز

(جلد اول)

شاخه : کاردانش

زمینه : صنعت

گروه تحصیلی : برق

زیر گروه : الکترو تکنیک

رشته های مهارتی : برق صنعتی، تابلو سازی برق صنعتی

شماره رشته های مهارتی : ۳۲۳-۱۰۱-۱۰۱-۳۱۷ و ۱۰۱-۱۰۱-۱۰۱-۱۰۱

کد رایانه ای رشته های مهارتی : ۹۹۶۹ و ۹۹۵۸

نام استاندارد مهارتی مبنا : بر ق کار صنعتی درجه (۲)

کد استاندارد متولی : ۸ ۵۵/۱۵/۲/۴

شماره درس : نظری ۹۹۲۶ و عملی ۹۹۲۷

۱۳۹۲	خدادادی، شهرام راه اندازی موتورهای سه فاز و تک فاز (جلد اول) / مؤلف : شهرام خدادادی - تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب های رسانه ایران، ۱۳۹۲	۶۲۱
۱۳۹۲	۱۳۹۲ ص : مصور - (شاخه کاردانش؛ شماره درس نظری ۹۹۲۶ و عملی ۹۹۲۷) متن درسی شاخه کاردانش، زمینه صنعت، گروه تحصیلی برق، زیر گروه الکترو تکنیک، رشته های مهارتی برق صنعتی برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش ۱ موتورهای برقی جریان متناوب الف ایران وزارت آموزش و پرورش دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش ب عنوان	/ ۴۶

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

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

tvoccd@roshd.ir

پیام نگار(ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وبگاه (وبسایت)



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

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

نام کتاب : راه اندازی موتورهای سه‌فاز و تک‌فاز (جلد اول) - ۶۰۴/۸

مؤلف : شهرام خدادادی

ویراستار فنی : مجتبی انصاری پور

نظرارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

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

تلفن : ۰۹۲۶۶ - ۸۸۳۰ ۹۲۶۶، دورنگار : ۸۸۳۱۱۶۱ - ۰۹

و بسایت : www.chap.sch.ir

رسام : حامد موسوی، محمد سیاحی

صفحه‌آرا : آمنه درویش

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخشن)

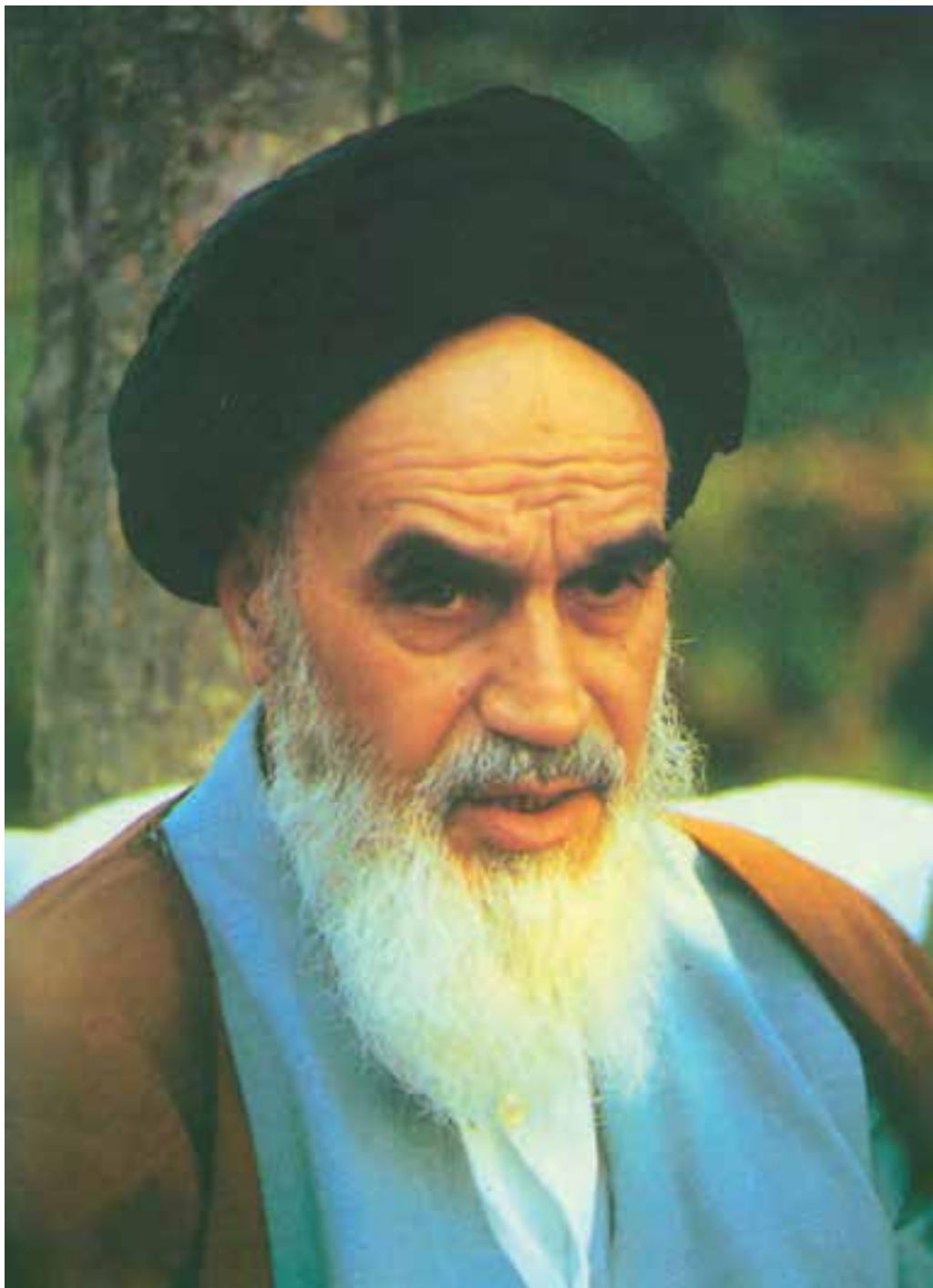
تلفن : ۰۹۹۸۵۱۶۱ - ۵، دورنگار : ۰۹۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵

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

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ اول برای سازمان ۱۳۹۲

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۰-۷-۱۲۹۰-۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1290-7



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

امام خمینی «قلس سرّه الشّریف»



PowerEn.ir

POWEREN.IR

مقدمه‌ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنامه‌ریزی تأليف «پودمان‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخه کاردانش» بر مبنای استانداردهای کتاب «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه کاردانش، مجموعه ششم» صورت گرفته است. بر این اساس ابتدا توانایی‌های هم خانواده (Harmonic Power) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم خانواده به صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit) دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم خانواده باهم مجدداً دسته‌بندی شده و پودمان مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمیسیون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم پویا بر برنامه‌ریزی و تأليف پودمان‌های مهارت نظارت دائمی دارد. به منظور آشنایی هر چه بیش تر مربیان، هنرآموزان و هنرجویان شاخه کاردانش و سایر علاوه‌مندان و دست‌اندرکاران آموزش‌های مهارتی با روش تدوین، «پودمان‌های مهارت»، توصیه می‌شود الگوهای ارائه شده در نمون برگ‌های شماره (۱)، (۲) و (۳) مورد بررسی قرار گیرد. در ارائه دسته‌بندی‌ها، زمان موردنیاز برای آموزش آن‌ها نیز تعیین می‌گردد، با روش مذکور یک «پودمان» به عنوان کتاب درسی موردن تأیید وزارت آموزش و پرورش در «شاخه کاردانش» چاپ سپاری می‌شود.

به طور کلی هر استاندارد مهارت به تعدادی پودمان مهارت (M_1 و M_2 و ...) و هر پودمان نیز به تعدادی واحد کار (U_1 و U_2 و ...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی ویژه (P_1 و P_2 و ...) تقسیم می‌شوند. نمون برگ شماره (۱) برای دسته‌بندی توانایی‌ها به کار می‌رود. در این نمون برگ مشاهده می‌کنیم که در هر واحد کار چه نوع توانایی‌هایی وجود دارد. در نمون برگ شماره (۲) واحدهای کار مرتبط با پودمان و در نمون برگ شماره (۳) اطلاعات کامل مربوط به هر پودمان درج شده است. بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخه کاردانش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تأليف کتاب‌های درسی

فنی و حرفه‌ای و کاردانش

مقدمه

کتاب حاضر با عنوان راه اندازی موتورهای سه فاز و تک فاز، بر اساس استاندارد مهارت برق صنعتی درجه دو تهیه شده است. کوشش شده تا مطالب درسی همراه با تصاویر به صورت خودآموز و پوادمانی تدوین شود تا امر یادگیری را سهل تر کند. همچنین در سراسر کتاب سعی شده تا در رسم عالیم و نقشه‌ها از آخرین استاندارد جهانی IEC استفاده شود این کتاب مشتمل بر سه فصل است:

در فصل اول ساختمان داخلی، طرز کار تجهیزات مربوط به راه اندازی مدار به همراه مدارهای الکتریکی کلیدی و کنتاکتوری موتورهای سه فازه آسنکرون روتور قفسی را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

فصل دوم شامل بررسی اصول کار، اجزا و انواع موتورهای تک فاز با مدارهای راه اندازی کلیدی و کنتاکتوری است.

در فصل سوم اجزا، انواع و اصول کار ترانسفورماتورهای تک فاز همراه با تعدادی آزمایش‌های مقدماتی و روابط پایه‌ای مورد بحث قرار می‌گیرد.

متناوب با فصل‌های سه گانه، کارهای عملی پیش‌بینی شده است و فرآگیران موظف هستند تا با راهنمایی‌های مریان خود کارهای عملی را در زمان‌های تعیین شده انجام دهند.

روش اجرای کارهای عملی به این صورت است که پس از توضیحات هر کار، در قسمت مربوط به مراحل اجرای کار ابتدا از فرآگیران می‌خواهیم نقشه را ترسیم کنند و سپس با توجه به تصاویر عملی، مدار را روی تابلو اتصال دهند.

در انتهای فصل‌های اول و دوم، خودآزمایی‌های عملی ارائه شده که به عنوان الگوهای امتحانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین تکالیف عملی در نظر گرفته شده است که فرآگیران می‌توانند در ساعت غیر درسی یا در منزل به انجام آن‌ها بپردازنند.

در پایان، وظیفه‌ی خود می‌دانم که از اعضای محترم کمیته‌ی هماهنگی و کمیته‌ی تخصصی رشته‌ی الکترونیک سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی که در تدوین این کتاب نهایت همکاری و راهنمایی‌های لازم را مبذول داشته‌اند صمیمانه تشکر کنم. امیدوارم این تلاش هر چند کوچک مورد رضای حق تعالی و استفاده هنرجویان عزیز قرار گیرد. انشاء الله

مؤلف

این کتاب در سال ۱۳۸۹ و بر اساس استاندارد مهارت و آموزشی برق کار صنعتی درجه ۲ با کد استاندارد ۱۵/۲/۴-۵۵/۸ مورد بازنگری قرار گرفته و بازسازی‌های لازم روی آن صورت گرفته است

فهرست

جلد اول

	— مقدمه
۱	واحد کار اول: راه اندازی موتورهای سه فاز
۳	- پیش آزمون (۱)
۵	۱_۱- آشنایی با الکتروموتورهای سه فاز
۵	۱_۱_۱- موتورهای آسنکرون (غیر همزمان)
۸	۱_۱_۲- موتورهای سنکرون (همzman)
۸	۱_۲- اصول کار و موارد استفاده ای الکتروموتورهای سه فاز
۸	۱_۲_۱- میدان دوار
۱۰	۱_۲_۲- موتورهای آسنکرون القایی
۱۱	۱_۲_۳- لغزش (عقب ماندگی)
۱۲	۱_۲_۴- گشتاور (ممان M)
۱۲	۱_۲_۵- راه اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون
۱۴	۱_۲_۶- توان موتور در اتصال های ستاره و مثلث
۱۶	۱_۲_۷- تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز
۱۶	۱_۲_۸- راه اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون در شبکه‌ی تک فاز
۱۷	۱_۲_۹- موتور آسنکرون روتور سیم پیچی
۱۸	۱_۲_۱۰- موتور سنکرون
۲۰	۱_۳- آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز
۲۲	۱_۳_۱- شرح تکمیلی برخی از علائم روی پلاک
۲۵	۱_۳_۲- کلاس حرارتی
۲۵	۱_۳_۳- پلاک اتصالات موتور (تخته کلم)
۲۹	۱_۴- کار عملی شماره (۱)
۳۴	۱_۵- نکاتی درباره انتخاب موتورهای الکتریکی
۳۸	۱_۶- توصیه های مؤثر برای استفاده ای بهینه از انرژی در موتورهای الکتریکی
۴۰	۱_۷- برق رسانی به موتورهای الکتریکی

۴۰	۱-۸- انتخاب کابل
۴۱	۱-۹- نکاتی چند در خصوص انتخاب فیوز
۴۴	۱-۱۰- آشنایی با کلیدهای دستی سه فاز
۴۴	۱-۱۱- کلید دستی سه فاز اهرمی ساده
۴۵	۱-۱۲- کلید دستی سه فاز زبانه‌ای ساده
۴۷	۱-۱۳- مدار راه اندازی موتور سه فاز با کلید زبانه‌ای ساده
۴۸	۱-۱۴- کار عملی شماره (۲)
۵۱	۱-۱۵- کلید دستی سه فاز چپ گرد - راست گرد زبانه‌ای
۵۲	۱-۱۶- کار عملی شماره (۳)
۵۴	۱-۱۷- کلید دستی ستاره - مثلث زبانه‌ای
۵۶	۱-۱۸- کار عملی شماره (۴)
۵۸	۱-۱۹- کار عملی شماره (۵)
۶۳	۱-۲۰- کار عملی شماره (۶)
۶۸	۱-۲۱- کار عملی شماره (۷)
۷۱	۱-۲۲- کلید زبانه‌ای ستاره مثلث چپگرد - راستگرد
۷۳	۱-۲۳- کار عملی شماره (۸)
۷۴	۱-۲۴- کلید زبانه‌ای موتور سه فاز دو سرعته با سیم پیچ جداگانه
۷۶	۱-۲۵- کار عملی شماره (۹)
۷۷	۱-۲۶- کلید زبانه‌ای موتور سه فاز دو سرعته دالاندر
۷۹	۱-۲۷- کار عملی شماره (۱۰)
۸۰	۱-۲۸- کلید زبانه‌ای دالاندر چپگرد - راستگرد
۸۲	۱-۲۹- کار عملی شماره (۱۱)
۸۳	۱-۳۰- مشخصه‌های کلیدهای دستی
۸۴	۱-۳۱- آشنایی با کنتاکتور؛ شستی استپ و استارت
۹۱	۱-۳۲- شستی استپ و استارت
۹۳	۱-۳۳- کلید سوئیچ
۹۳	۱-۳۴- لامپ سیگنال
۹۴	۱-۳۵- چگونگی قرار گرفتن و تعیین رنگ تجهیزات کنترل و نمایش دهنده‌ها
۹۶	۱-۳۶- آشنایی با رله‌های حرارتی و مغناطیسی
۱۰۱	۱-۳۷- آشنایی با رله‌های زمانی

۱۰۶	۳۸- آشنایی با انواع لیمیت سوئیچ ها و فلوتر سوئیچ ها
۱۰۸	۳۹- کلیدهای تابع دور
۱۰۸	۴۰- رله کنترل فاز
۱۱۰	۴۱- رله کنترل بار
۱۱۱	۴۲- آشنایی با کلیدهای روغنی
۱۱۲	۴۳- علائم اختصاری و حروف شناسایی مدارهای صنعتی
۱۱۷	- ضمیمه ۱ - میدان مغناطیسی دوار
۱۱۸	- ضمیمه ۲ - سازمان های فنی
۱۱۹	- ضمیمه ۳ - برنامه زمانی تنگهداری ماشین ها
۱۲۰	- ضمیمه ۴ - عیب یابی موتورهای سه فاز
۱۲۲	منابع و مآخذ

هدف کلی پودمان

راه اندازی موتورهای سه فاز و تک فاز

ساعات آموزشی			عنوان توانایی	توانایی
جمع	عملی	نظری		
۲۸	۴	۲۴	راه اندازی موتورهای سه فاز	۱۹
۴۴	۳۶	۸	راه اندازی موتورهای تک فاز	۲۱
۲۴	-	۲۴	ترانسفورماتور تک فاز	۲۲

واحد کار اول

راه اندازی موتورهای سه فاز

هدف کلی

راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز با کلیدهای دستی و کنتاکتور

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

- ۱- انواع موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان الکتریکی مصرفی را نام ببرد.
- ۲- انواع موتورهای سه فاز را نام ببرد.
- ۳- خصوصیات استاتور و رotor موتورهای آسنکرون را شرح دهد.
- ۴- خصوصیات و انواع موتورهای سنکرون را بیان کند.
- ۵- چگونگی تولید میدان دوار را با رسم شکل توضیح دهد.
- ۶- ساختمان داخلی و طرز کار موتورهای آسنکرون القایی را شرح دهد.
- ۷- مفاهیم لغزش و گشتاور را بیان کند.
- ۸- روش‌های راه اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون در شبکه‌ی سه فاز را توضیح دهد.
- ۹- اتصالات ستاره و مثلث را از نظر ولتاژ و جریان و توان با هم مقایسه کند.
- ۱۰- چگونگی تغییر جهت گردش در موتورهای سه فاز را شرح دهد.
- ۱۱- نحوه‌ی راه اندازی موتور سه فاز در شبکه‌ی تک فاز را به همراه رسم مدارهای مربوطه توضیح دهد.
- ۱۲- ساختمان داخلی و طرز کار موتورهای آسنکرون و روتور سیم پیچی را شرح دهد.
- ۱۳- اطلاعات روی پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز را توضیح دهد.
- ۱۴- پلاک اتصالات (تخته کلم) موتور را شرح دهد.
- ۱۵- اتصالات ستاره و مثلث در استانداردهای قدیم و جدید (IEC) را رسم کند.
- ۱۶- نکات مهم در انتخاب موتورهای الکتریکی و برق رسانی به آنها را نام ببرد.
- ۱۷- نحوه‌ی انتخاب سطح مقطع کابل در جریان تک فاز و سه فاز را شرح دهد.
- ۱۸- موارد ضروری در انتخاب فیوز مناسب برای مدار را توضیح دهد.
- ۱۹- سر و ته کلاف‌های موتور را عملاً تشخیص دهد.
- ۲۰- انواع کلیدهای دستی سه فاز را نام ببرد.
- ۲۱- ساختمان داخلی و طرز کار کلید دستی سه فاز اهرمی ساده را شرح دهد.
- ۲۲- مدار راه اندازی موتور سه فاز با کلید اهرمی ساده را رسم کرده و عملاً بیندد.

- ۲۳- ساختمان داخلی و طرز کار کلید دستی سه فاز زبانه‌ای ساده را شرح دهد.
- ۲۴- مدار راهاندازی موتور سه فاز با کلید زبانه‌ای ساده را رسم کرده و بینند.
- ۲۵- ساختمان داخلی و طرز کار کلید دستی سه فاز چپ گرد - راست گرد اهرمی را شرح دهد.
- ۲۶- مدار راهاندازی موتور سه فاز با کلید دستی سه فاز چپ گرد - راست گرد اهرمی را رسم کند.
- ۲۷- ساختمان داخلی و طرز کار کلید دستی سه فاز چپ گرد - راست گرد زبانه‌ای را رسم کند.
- ۲۸- ساختمان داخلی و طرز کار کلید دستی سه فاز ستاره مثلث زبانه‌ای را شرح دهد.
- ۲۹- مدار راهاندازی موتور سه فاز با کلید دستی سه فاز ستاره مثلث زبانه‌ای را رسم کند.
- ۳۰- مدار راهاندازی موتور سه فاز با کلید دستی سه فاز ستاره مثلث زبانه‌ای را بینند و آن را به شبکه اتصال دهد.
- ۳۱- مدار ستاره متعادل و نامتعادل لامپی را اتصال دهد و ولتاژها و جریان‌های خطی و فازی را اندازه‌گیری کند.
- ۳۲- مدار مثلث متعادل و نامتعادل لامپی را اتصال دهد و ولتاژها و جریان‌های خطی و فازی را اندازه‌گیری کند.
- ۳۳- ساختمان داخلی، طرز کار و مزایای استفاده از کنتاکتور را توضیح دهد.
- ۳۴- مشخصات کنتاکتور را از روی جدول مشخصات آن استخراج کند.
- ۳۵- چگونگی انتخاب کنتاکتور برای موارد مشخص را انجام دهد.
- ۳۶- ساختمان داخلی، ظاهری و مشخصات شستی‌های استپ و استارت را توضیح دهد.
- ۳۷- طرز کار و کاربرد کلید سوئیچ را بیان کند.
- ۳۸- ساختمان داخلی، ظاهری، انواع و کاربرد لامپ‌های سیگنال و رله‌ی حرارتی را توضیح دهد.
- ۳۹- ساختمان داخلی و طرز کار رله‌ی مغناطیسی را بیان کند.
- ۴۰- ساختمان داخلی، انواع، طرز کار و کاربرد رله‌های زمانی و لیمیت سوئیچ را توضیح دهد.
- ۴۱- علائم اختصاری مدارهای صنعتی را رسم کند.
- ۴۲- حروف مشخصه‌ی مدارهای صنعتی را بیان کند.
- ۴۳- با نصب قطعات روی تابلوی برق، آن را برای اتصال مدارهای الکتریکی آماده کند.
- ۴۴- وسایل و قطعات مورد نیاز در اتصال مدارهای صنعتی را معرفی کند.

پیش آزمون(۱)

۱- موتور کدامیک از وسایل زیر سه‌فازه است؟

الف) یخچال ب) پنکه‌ی سقفی ج) کولر د) پمپ آب چاه عمیق

۲- در اتصال ستاره، کدام حروف سرهای موتور به یکدیگر اتصال داده می‌شوند؟

الف) V_1, U_2, V_1 ب) U_2, V_2, V_1

ج) U_2, V_2, W_1 د) U_1, W_1, V_2

۳- اختلاف فاز بین سیم‌پیچی‌های موتور سه‌فاز، چند درجه‌ی الکتریکی است؟

الف) ۳۰ ب) ۶۰ ج) ۹۰ د) ۱۲۰

۴- اساس کار موتورهای سه‌فاز بر چه مبنای است؟

الف) میدان مغناطیسی ساکن ب) میدان مغناطیسی دور

ج) اختلاف فاز بین سیم‌پیچ‌ها د) فرکانس شبکه

۵- حداکثر سرعت موتورهای سه‌فاز القایی در شبکه‌ی ایران تقریباً چند دور است؟

الف) ۳۰۰۰ ب) ۲۵۰۰ ج) ۱۵۰۰ د) ۳۷۵۰

۶- کدام مورد در اتصال مثلث یک مصرف کننده‌ی سه‌فاز، صحیح است؟

الف) $V_L = V_P$ ب) $v_p = \sqrt{3}v_L$

ج) $I_p = \sqrt{3}I_L$ د) $I_L = I_p$

۷- آسنکرون یعنی:

الف) دارای سرعت بالا ب) همزمانی

ج) غیرهمزانی د) دارای قدرت زیاد

۸- چرا بدنه‌ی موتورهای الکتریکی صنعتی سه‌فاز را به صورت پره‌پره می‌سازند؟

الف) برای افزایش استحکام ب) برای بهبود تبادل حرارتی موتور

ج) جهت کاهش ضریب بهره د) برای زیبایی ظاهری پوسته‌ی موتور

۹- در تابلوهای صنعتی کدام قطعه برای راهاندازی موتورهای سه‌فاز با داشتن قابلیت کنترل از راه دور استفاده می‌شود؟

الف) کلید فیوز ب) فیوز مینیاتوری

ج) بی‌متال د) کنتاکتور

۱۰- میزان سطح آب در داخل یک مخزن آب را با کدام وسیله می‌توان

کنترل کرد؟

الف) فلوترسوئیچ ب) لیمیت‌سوئیچ

ج) کلید سوئیچ د) بی‌متال

• مقدمه

موتورهای الکتریکی می‌توانند برای به‌کار اندختن انواع و اقسام وسایل به کار روند به طوری که می‌توان گفت در کمتر خانه یا کارگاهی است که از موتورهای الکتریکی استفاده نشود. به همین جهت داشتن اطلاعات کافی در زمینه‌ی اصول کار، ساختمان داخلی و طرز کار موتورها برای ما تقریباً یک امر ضروری است. آشنایی با این موارد ما را در رفع عیب، تعویض قطعات یا سیم پیچی موتورها و یا انتخاب موتور نو مناسب با کار مورد نظر یاری می‌کند. شکل ۱-۱ کاربرد موتور در صنعت را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱

از جمله دلایل استفاده‌ی روزافزون از موتورهای الکتریکی نسبت به کارهای دستی و یا سیستم‌های مکانیکی عبارتند از:

– توانایی انجام کار مناسب

– قیمت ارزان تر

– راهاندازی کم هزینه

– دوام زیاد در صورت مراقبت و استفاده‌ی صحیح

– استفاده‌ی آسان

– سر و صدا و حجم کم

– مقاوم در برابر اضافه بار موقت

– تأثیر کم سرما و گرمای محیط بر آن‌ها

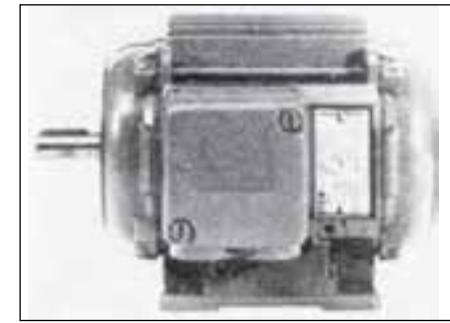
– جلوگیری از آلودگی هوا

– لرزش کم در حین کار

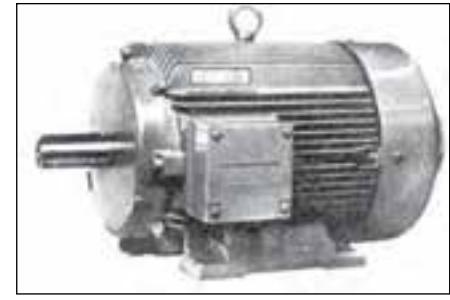
– امکان قرارگرفتن در وضعیت‌های مختلف

– جزیی بودن خسارات در هنگام آتش‌سوزی

– سرویس و نگهداری آسان



شکل ۱-۲



شکل ۱-۳

شکل‌های ۱-۲ و ۱-۳ تصاویری از موتورهای الکتریکی را نشان می‌دهد.

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 موتورهای با جریان متناوب (AC) هستند. موتورهای جریان متناوب خود به دو گروه کلی

تقسیم می‌شوند:

- موتورهای سه‌فاز

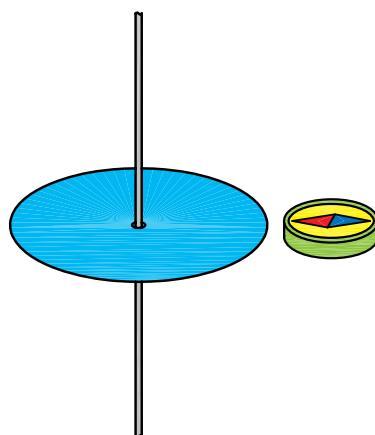
- موتورهای تک‌فاز



شکل ۱-۴



شکل ۱-۵



شکل ۱-۶

در شکل های ۱-۴ و ۱-۵ نمونه هایی از موتورهای سه فاز و تک فاز را مشاهده می کنید.

۱-۱- آشنایی با الکتروموتورهای سه فاز

اساس کار موتورهای القایی برای اولین بار در سال ۱۸۲۴ توسط آرگو^۱ عنوان شد. وی با آزمایش ساده‌ای موفق به درک ک این مطلب شد که اگر یک صفحه‌ی آهن بدون خاصیت مغناطیسی مدور و یک قطب نما را بر روی یک محور مطابق شکل (۱-۶) و به موازات هم قرار دهیم به طوری که یک یا دو قطب قطب نما در نزدیکی لبه‌ی صفحه قرار گیرد، با گرداندن صفحه‌ی غیر مغناطیسی، قطب نما نیز به گردش در می‌آید و یا با گرداندن قطب نما، صفحه، حول محور خود شروع به گردش می‌کند و همیشه جهت حرکت یکی (قطب نما یا صفحه‌ی دوار) مشابه جهت حرکتی است که به دیگری وارد می‌شود.

مоторهای سه فاز جریان متناوب به دو دسته‌ی کلی زیر تقسیم می‌شوند:

- موتورهای آسنکرون
- موتورهای سنکرون

مоторهای الکتریکی جریان متناوب

مоторهای آسنکرون مotorهای سنکرون

۱-۱-۱- موتورهای آسنکرون (غیرهمزمان)

ساختمن این موتورها از دو قسمت اصلی تشکیل شده است:

الف - استاتور (ساکن): استاتور عبارت از یک استوانه‌ی تو خالی است که از کنار هم قرار گرفتن چند ورقه‌ی نازک فولاد سیلیس دار که نسبت به هم عایق هستند ساخته شده و ضخامت هر ورق 0.5 میلی‌متر است.

برای حفاظت سیم پیچ و ورقه‌ای استاتور، کل مجموعه در داخل یک پوسته‌ی چدنی قرار می‌گیرد. در شکل ۱-۷ تصویر یک نمونه ورق استاتور را مشاهده می‌کنید.

1 - Arago

2 - Stator

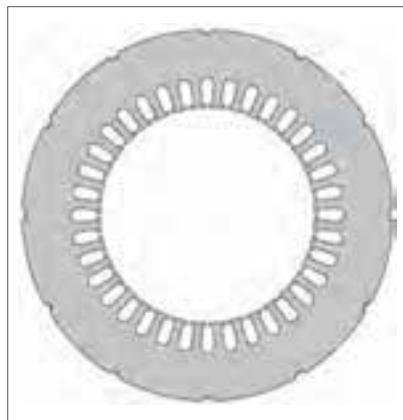
از شیارهای ورق استاتور برای جازدن سیم پیچی ها استفاده می شود. شکل ۱-۸ یک استاتور جمع شده را به طوری که سیم پیچی یک کلاف در داخل آن قرار گرفته نشان می دهد.

شکل ۱-۹ تصویر ورق های جمع شده ای استاتور، پوسته ای چدنی که در روی آن قرار می گیرد و سیم پیچ های مربوطه را نشان می دهد.

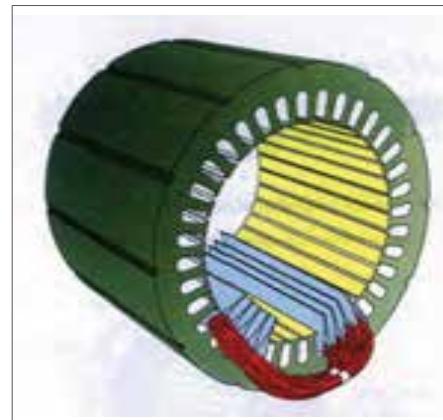
ب—روتور (گردنه): روتور موتورهای آسنکرون از یک هسته ای آهنی به شکل استوانه تشکیل شده که بر روی محوری تعییه شده است (شکل ۱-۱۰).

این استوانه تپر نیز مشابه استاتور از کنار هم قرار گرفتن ورقه های نازک فولادی که نسبت به هم عایق هستند ساخته می شود. در داخل شیارهای آن ها هادی های روتور جاسازی می شود.

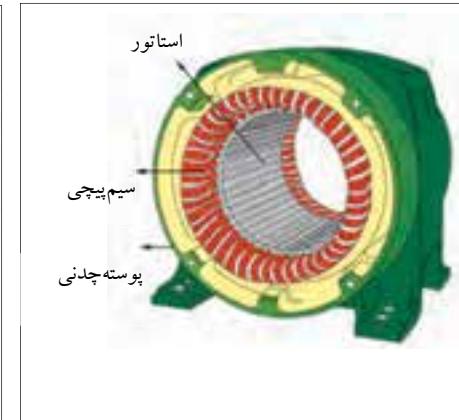
در شکل ۱-۱۱ تصاویری از یک روتور با ورق های جدا از هم و همچنین شکل تکمیل شده آن را مشاهده می کنید.



شکل ۱-۷



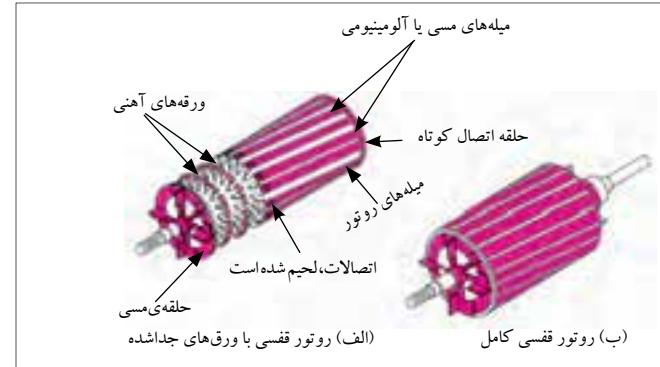
شکل ۱-۸



شکل ۱-۹



شکل ۱-۱۰



شکل ۱-۱۱

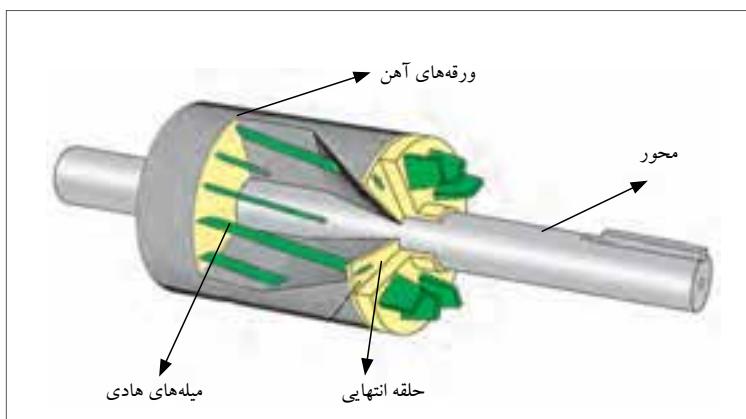
روتور موتورهای آسنکرون به دو شکل روتور قفسی و روتور سیم پیچی ساخته می شود.

در نوع روتور قفسی از تعدادی میله‌ی مسی، آلومینیومی یا آلیاژهای دیگر در فضای اطراف استوانه استفاده می شود (شکل ۱-۱۲).

این میله‌ها از هر دو طرف به دو حلقه‌ی انتهایی، اتصال کوتاه، لحیم، پرج یا جوش کاری می شوند. چون شکل به دست آمده برای این روتور، شبیه یک قفس فلزی است (شکل ۱-۱۳). به این گونه موتورهای القایی «روتور قفسی» می گویند. بیشتر موتورهای الکتریکی جریان متناوب دارای روتور قفسی هستند (شکل ۱-۱۴).

در نوع روتور سیم پیچی موتورهای آسنکرون سه‌فاز، به جای استفاده از میله‌های آلومینیومی، از سه دسته سیم پیچی که داخل شیارهای روتور قرار گرفته و به صورت ستاره وصل شده‌اند استفاده می شود (شکل ۱-۱۵).

بر روی محور این روتورها از سه حلقه (رینگ) که نسبت به هم عایق شده‌اند برای عبور جریان القایی از سیم پیچی‌های روتور استفاده می شود. شکل ۱-۱۶ نمونه‌ای از این روتورها را نشان می دهد.



شکل ۱-۱۲



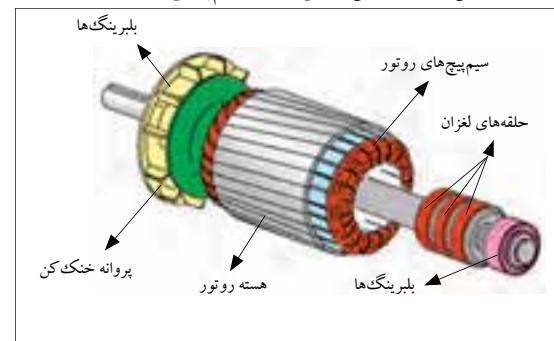
شکل ۱-۱۳- قسمت قفس روتور



شکل ۱-۱۵- شکل واقعی روتور سیم پیچی شده



شکل ۱-۱۴- روتور قفسی تکمیل شده



شکل ۱-۱۶- طرح واره روتور سیم پیچی شده

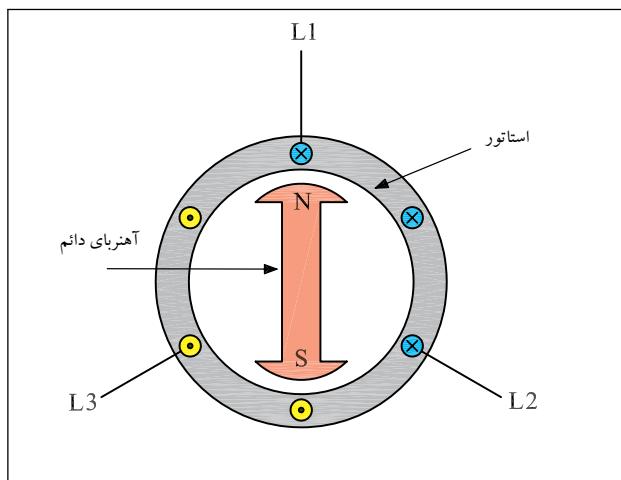
تذکر:



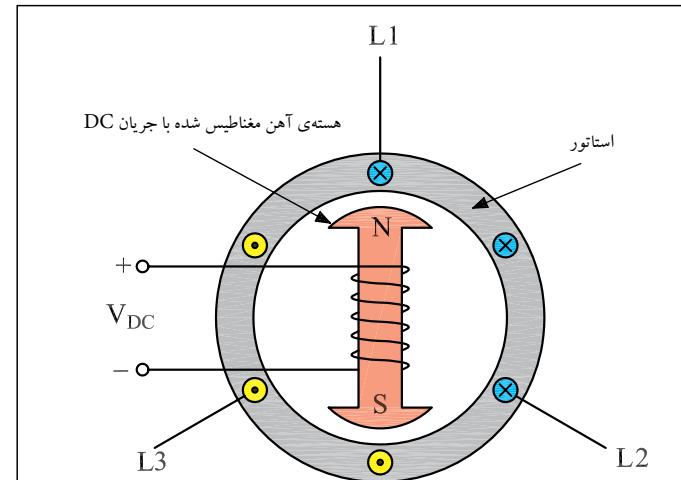
از موتورهای آسنکرون روتور سیم پیچی شده برای راه اندازی نرم و کاهش جریان راه اندازی یا به عبارتی افزایش گشتاور راه اندازی استفاده می شود.

۱-۱-۲- موتورهای سنکرون (همزمان)

این موتورها در بارهای مختلف دارای دور کاملاً ثابتی هستند. استاتور موتورهای سنکرون شبیه استاتور موتورهای آسنکرون سه فاز می باشد اما روتور آنها دارای یک دسته سیم پیچی مناسب با قطب های استاتور بوده و به وسیله ای جریان مستقیم تغذیه می شود (شکل ۱-۱۷). در قدرت های کم می توان از آهنرباهای دائمی در روتور استفاده کرد (شکل ۱-۱۸).



شکل ۱-۱۷- موتور سنکرون با روتور آهنربای دائم



شکل ۱-۱۸- موتور سنکرون با روتور سیم پیچی شده

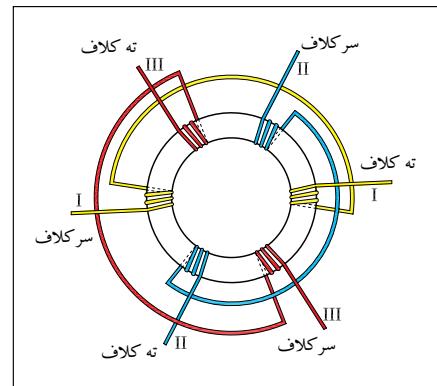
۱-۲- اصول کار و موارد استفاده ای الکتروموتورهای سه فاز

۱-۲-۱- میدان دور

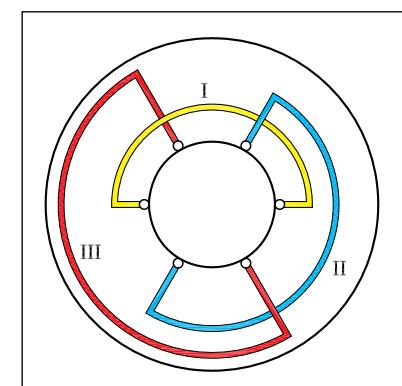
هر گاه سه گروه کلاف با اختلاف فاز مکانی 120° درجه الکتریکی مطابق شکل های ۱-۱۹ و ۱-۲۰ در داخل استاتور یک موتور سه فاز آسنکرون توزیع شوند و سپس ابتدای این کلاف ها را به شبکه سه فاز متصل و انتهای کلاف ها را به هم وصل کنیم، هر یک از سیم پیچ های موتور، حامل جریان می شوند.

در شکل ۱-۲۱ مشاهده می‌شود جریان‌های سه‌فاز با یکدیگر 120° درجه اختلاف فاز دارند بنابراین میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف هر یک از سیم‌پیچ‌ها نیز با اختلاف فاز 120° درجه ایجاد می‌شود.

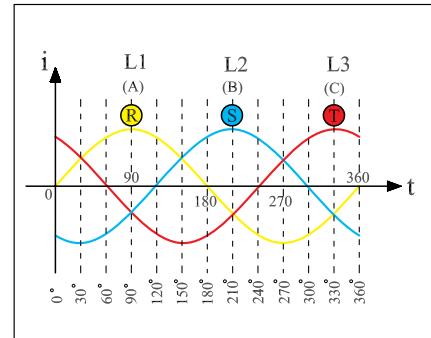
سه میدان مغناطیسی تولید شده می‌توانند با همراهی یکدیگر یک میدان مغناطیسی دووار ایجاد کنند. در شکل ۱-۲۲ جریان متناوب سه‌فاز که چهار لحظه‌ی آن به نام‌های a، b، c و d مشخص شده دیده می‌شود.



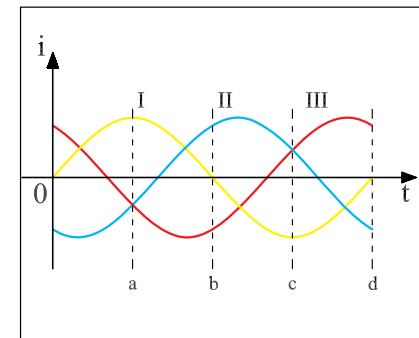
شکل ۱-۱۹



شکل ۱-۲۰



شکل ۱-۲۱



شکل ۱-۲۲

وضعیت میدان مغناطیسی اطراف استاتور در لحظه‌های مختلف شکل موج سه‌فاز شکل‌های ۱-۲۳، ۱-۲۴، ۱-۲۵ و ۱-۲۶ نشان داده شده است.

میدان مغناطیسی در طی یک سیکل جریان متناوب موقعیت خود را تغییر می‌دهد و در این فاصله‌ی زمانی در فضای داخلی استاتور شروع به حرکت و دوران می‌کند.

این میدان دوّار با سرعت ثابت در فضای درون استاتور گردش می‌کند. اصطلاحاً به تعداد دور یا سرعت میدان دوّار «سرعت سنکرون» نیز می‌گویند. تعداد دور سرعت سنکرون یا به عبارتی سرعت میدان دوّار از رابطه‌ی (۱) به دست می‌آید.

$$(1) \quad n_s = \frac{f \times 60}{P} [R.P.M]$$

- فرکانس شبکه [برحسب هرتز]

p - تعداد زوج قطب‌های استاتور

n_s - سرعت میدان [برحسب دور در دقیقه]

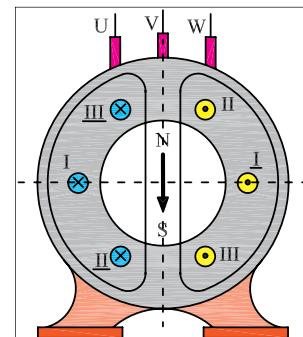
۱-۲-۱- موتورهای آسنکرون القایی

اصول کار موتورهای آسنکرون به این صورت است: در داخل میدان مغناطیسی، یک روتور استوانه‌ای شکل از جنس آهن که در محیط آن سیم‌های مسی یا آلومینیومی تعییه شده قرار دارد. میدان دوّار موجود در استاتور، این هادی‌ها را قطع می‌کند و در نتیجه ولتاژی در آن‌ها القا می‌شود (شکل ۱-۲۷).

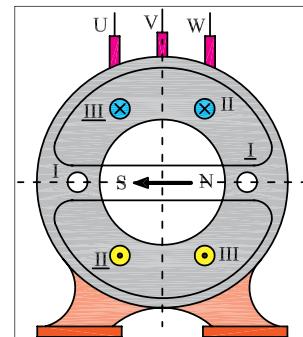
دو حلقه، سرو و هادی‌ها را به هم اتصال می‌دهند در نتیجه‌ی که مدار بسته به وجود می‌آورند که جریان القایی در هادی‌های این مدار جاری می‌شود.

در این حالت وضعیت هر میله روتور مشابه هادی حامل جریانی است که در داخل یک میدان مغناطیسی قرار دارد در نتیجه از طرف میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان نیرو وارد می‌شود و ایجاد گشتاور می‌کند تا روتور حول محور خود به گردش درآید (شکل ۱-۲۸).

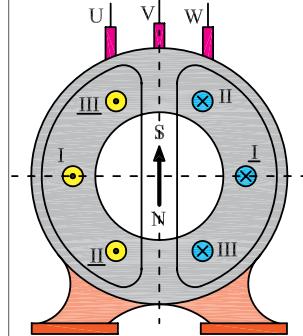
همان‌طوری که بیان شد چون جریان روتور از اثر القای میدان دوّار استاتور در هادی‌های روتور ایجاد شده است، این نوع موتورها را «مоторهای القایی» یا «اندو-کسیونی» می‌نامند. از آنجایی که در موتورهای القایی، هادی‌های روتور می‌باشد به وسیله‌ی میدان دوّار قطع شوند در این موتورها هیچ وقت تعداد دور روتور نمی‌تواند با تعداد دور میدان دوّار برابر باشد. در این موتورها همیشه سرعت روتور کمتر (یا عقب‌تر) از سرعت می‌یدان دوّار است، به همین دلیل این موتورها به موتورهای «آسنکرون» معروفند (شکل ۱-۲۹).



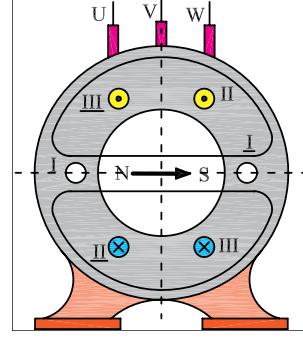
شکل ۱-۲۳



شکل ۱-۲۴



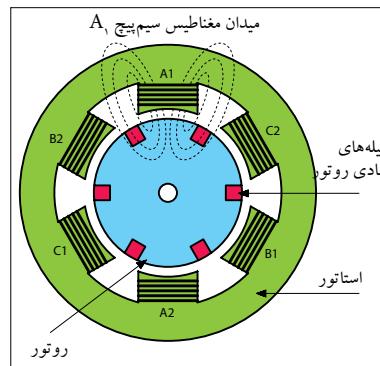
شکل ۱-۲۵



شکل ۱-۲۶

۱- برای کسب اطلاعات بیش‌تر درباره میدان مغناطیسی دوّار به ضمیمه‌ی (A) انتهای کتاب مراجعه کنید.

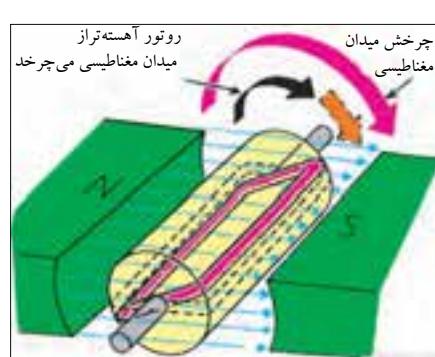
2 - R.P.M - Revolutions Per Minute (دور در دقیقه)



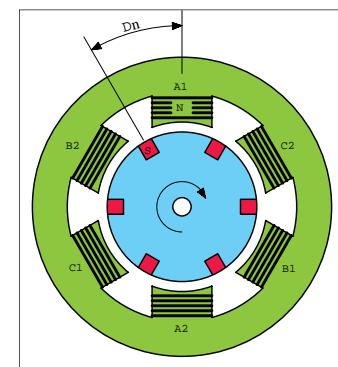
شکل ۱-۲۷



شکل ۱-۲۸



شکل ۱-۲۹



شکل ۱-۳۰

۱-۲-۳- لغزش (عقب ماندگی)

در موتورهای آسنکرون سرعت روتور همواره کمتر از سرعت میدان دوار است.

اختلاف سرعت گردش روتور با سرعت میدان دوار را «سرعت لغزش» می‌گویند. شکل ۱-۳۰ اختلاف سرعت بین میدان استاتور و روتور را نشان می‌دهد.

$$(2) \quad \Delta n = n_s - n_r$$

n_s - سرعت میدان دوار
 n_r - سرعت روتور
 Δn - سرعت لغزش

لغزش را با حرف S نشان می‌دهند و معمولاً بر حسب درصد بیان می‌کنند که از رابطه (۳) قابل محاسبه است.

$$(3) \quad \%S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100$$

- لغزش

توضیح:

برای اندازه‌گیری سرعت موتورهای الکتریکی از دستگاهی به نام «دورسنج» یا «تاکومتر» استفاده می‌شود. در شکل ۱-۳۱ یک نمونه دورسنج دیجیتالی هم حسکننده‌ی نوری و هم قسمت مکانیکی دارد را مشاهده می‌کنید. شکل ۱-۳۲ نحوه‌ی اندازه‌گیری دور به صورت مکانیکی (قرار دادن غلتک روی محور در حال چرخش) را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۱

۱-۲-۴- گشتاور (ممان — M)

براساس قانون‌های فیزیک، گشتاور را از رابطه‌ی $M = F \times r$ می‌توان به‌دست آورد. در موتورهای الکتریکی نیروی وارده، همان نیرویی است که از طرف میدان دوّار بر سیم‌های حامل جریان رotor وارد می‌شود. شعاع چرخش، فاصله‌ی هادی‌های rotor تا مرکز rotor می‌باشد. بنابراین گشتاور موجب گردش motor می‌شود.

$$\text{شعاع چرخش} \times \text{نیرو} = \text{گشتاور}$$



شکل ۱-۳۲

$$M = F \times r$$

یادآور می‌شود که گشتاور موتورهای الکتریکی را از رابطه‌ی مقابله‌ی زیر می‌توان به‌دست آورد که در آن:

$$M = \frac{P}{\omega}$$

W - توان خروجی (مفید) موتور بر حسب

ω - سرعت زاویه‌ای موتور بر حسب Rad/s

M - گشتاور موتور بر حسب N.m

سرعت زاویه‌ای براساس سرعت motor در هر دقیقه (n) از رابطه‌ی $W = M \cdot \omega$ به‌دست می‌آید.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

۱-۲-۵- راه اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون

در شبکه‌ی سه فاز نحوه‌ی اتصال موتورهای سه فاز آسنکرون به شبکه‌ی الکتریکی را اصطلاحاً «راه‌اندازی» می‌گویند.

موتورهای آسنکرون را می‌توان به صورت مستقیم به شبکه‌ی سه فاز وصل کرد. در این صورت در لحظه‌ی راه‌اندازی، جریان خیلی زیادی (حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی motor) از سیم‌پیچی‌های motor عبور می‌کند. اگر قدرت و یا



(A)



(B)

شکل ۱-۳۳

به عبارتی جریان نامی موتور بالا باشد، جریان زیاد راه اندازی می تواند صدماتی به موتور وارد کند.

از این رو موتورهای آسنکرون باید به طریقی راه اندازی شوند که جریان راه اندازی کمتری از شبکه دریافت کنند. به همین دلیل راه اندازی با وسایلی به نام «راه انداز» انجام می شود. موتورهای سه فاز معمولاً با یکی از روش های زیر راه اندازی می شوند:

* راه اندازی به صورت مستقیم

* راه اندازی به صورت ستاره مثلث

* راه اندازی به وسیله مقاومت راه انداز

تصاویر شکل ۱-۳۳ نمونه های کاربردی موتورهای سه فاز را نشان می دهد.

جدول ۱-۱ محدوده های توان موتورهای سه فازه در ولتاژ های مختلف برای راه اندازی به روش های نام برده شده را نشان می دهد.

از روش مقاومت راه انداز برای راه اندازی موتورهای روتور سیم پیچی و از روش ستاره مثلث برای راه اندازی موتورهای روتور فقسی استفاده می شود. امروزه برای راه اندازی موتورهای با توان زیاد، از راه اندازهای الکترونیکی معروف به راه انداز نرم استفاده می شود.

جدول ۱-۱- طرز اتصال موتورهای سه فاز با قدرت های نامی مختلف به شبکه

روش های راه اندازی	قدرت نامی	
	در شبکه ۲۳۰ V	در شبکه ۴۰۰ V
راه اندازی به صورت مستقیم	۱/۵ KW تا ۳ KW	۲/۲ KW تا ۴ KW
راه اندازی به صورت ستاره مثلث	۳ KW تا ۵/۵ KW	۴ KW تا ۱۱ KW
راه اندازی به وسیله مقاومت راه انداز	۷/۵ KW	۱۵ KW

۱-۲-۶ - توان موتور در اتصال‌های ستاره و مثلث

یکی از ساده‌ترین و معمول‌ترین روش‌های راهاندازی موتورهای آسنکرون روتور قفسی، روش ستاره مثلث است. قبل از اتصال موتور به صورت ستاره یا مثلث لازم است ابتدا به پلاک موتور توجه شود و ولتاژ قابل تحمل سیم‌پیچ‌های موتور مورد بررسی قرار گیرد. عددی که روی پلاک نوشته می‌شود **مُعرَّف ولتاژ** قابل تحمل هر سیم‌پیچی است. ولتاژ خط شبکه‌ی سه‌فاز ایران ۳۸۰ ولت است، از طرفی بر روی پلاک برخی موتورها دو عدد (دو ولتاژ) نوشته می‌شود. از جدول ۱-۲ برای تشخیص نوع اتصال موتور در شبکه‌ی ایران می‌توان استفاده کرد.

جدول ۱-۲

مشخصات پلاک موتور	نحوه اتصال موتور به شبکه برق ایران
۲۳۰λ	نمی‌توان با شبکه سه‌فاز ایران راهاندازی کرد
۲۳۰Δ	به صورت ستاره
۴۰۰λ	به صورت ستاره
۴۰۰Δ	به صورت ستاره مثلث می‌توان راهاندازی کرد و در نهایت باید اتصال مثلث باشد
۴۰۰ / ۲۳۰λ / Δ	به صورت ستاره
	به صورت ستاره مثلث راهاندازی می‌شود و در نهایت باید مثلث بسته شود

• پیش از این ولتاژ‌های پلاک موتور مقادیر ۳۸۰ و ۲۲۰ ولت بوده که در استاندارد جدید به مقادیر فوق تغییر یافته است.

توانی که روی پلاک موتورهای الکتریکی نوشته می‌شود، توان خروجی با توان مفید است.

از رابطه‌ی (۱) برای محاسبه‌ی توان هر فاز استفاده می‌شود.

$$(1) \quad P_p = V_p \cdot I_p \cdot \cos \phi$$

چون همه‌ی مشخصات سیم‌پیچی‌های هر سه‌فاز موتور یکسان است، برای محاسبه‌ی توان کل سه‌فاز به صورت مقابل می‌توان عمل کرد.

$$(2) \quad p = 3 P_p \quad \text{توان سه فاز}$$

$$P = \sqrt{3} V_p \cdot I_p \cdot \cos \varphi$$

$$p = \sqrt{3} V_p \cdot \frac{V_p}{Z_p} \cdot \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \frac{V_L}{\sqrt{3}} \cdot \frac{V_L}{\sqrt{3} Z_p} \cdot \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \frac{V_L}{\sqrt{3} Z_p} \cdot \cos \varphi$$

$$P = \frac{V_L}{Z_p} \cdot \cos \varphi$$

حال با توجه به رابطه‌ی جریان (طبق قانون اهم) و همچنین در نظر گرفتن روابط ولتاژها و جریان‌های خطی و فازی اتصال ستاره^۱ می‌توانیم به جای مقادیر ولتاژ، جریان و توان روابط (۱) و (۲) معادل آن‌ها را قرار داد و رابطه‌ی نهایی توان کل موتور در حالت ستاره را مطابق روش مقابل محاسبه کنیم و رابطه‌ی نهایی (۳) را به دست آوریم.

به همین ترتیب برای محاسبه‌ی توان کل موتور سه‌فاز در حالت مثلث، مشابه حالت ستاره و به صورت مرحله‌ی ۴ به بعد می‌توان عمل کرد.

– توان هر فاز از رابطه‌ی (۴) محاسبه می‌شود.

– توان کل سه‌فاز موتور طبق رابطه‌ی (۵) به دست می‌آید.

– معادله‌ی (۴) را در معادله‌ی (۵) قرار می‌دهیم.

– با توجه به رابطه‌ی قانون اهم به جای I_p معادل آن را قرار می‌دهیم.

$$(3) \quad \text{توان کل ستاره } P_\lambda = \frac{V_L}{Z_p} \cdot \cos \varphi$$

$$(4) \quad P_p = V_p \cdot I_p \cdot \cos \varphi$$

$$(5) \quad P = \sqrt{3} P_p$$

– توان کل (P_λ) از رابطه‌ی نهایی توان کل، مطابق رابطه‌ی (۶) به دست می‌آید.

از مقایسه‌ی توان موتور در حالت ستاره با توان موتور در حالت مثلث و محاسبه‌ی مقدار نسبت این توان‌ها می‌توان به نتیجه‌ای مطابق رابطه‌ی (۷) دست یافت.

توضیح:

۱- توان نامی روی بدنه‌ی موتورهایی که امکان راماندازی به صورت ستاره مثلث را دارند نشان‌دهنده‌ی توان موتور در حالت مثلث است.

۲- در حالت ستاره توان موتور $\frac{1}{3}$ توان نامی است؛ در این شرایط نباید موتور زیر بار قرار گیرد.

$$(6) \quad \text{توان کل مثلث } P_\Delta = \frac{V_L}{Z_p} \cdot \cos j$$

$$\frac{P_\lambda}{P_\Delta} = \frac{\frac{V_L}{Z_p} \cdot \cos \varphi}{\frac{\sqrt{3} V_L}{Z_p} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{V_L}{Z_p} \cdot \cos \varphi \cdot Z_p}{\sqrt{3} \frac{V_L}{Z_p} \cdot \cos \varphi \cdot Z_p}$$

$$\frac{P_\lambda}{P_\Delta} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$(7) \quad \frac{P_\lambda}{P_\Delta} = \frac{1}{\sqrt{3}} P_\Delta$$

۱- برای کسب اطلاعات و یادآوری مطالب گذشته به فصل ۱۱ کتاب مبانی الکتریسیته مراجعه کنید.

۱-۲-۷- تغییر جهت گردش در موتورهای سه فاز

برای ایجاد تغییر جهت گردش در موتورهای سه فازه 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 پوسته ای استاتور تغییر می کند. به این ترتیب جهت نیروی محرکه ای القایی، جریان القایی و در نتیجه جهت نیروی وارد بر رotor عوض می شود و در خلاف جهت قبلی به حرکت درمی آید. شکل های ۱-۳۴ و ۱-۳۵ وضعیت سیم پیچ های موتور در حالت راست گرد و چپ گرد را نشان می دهند.

تذکر: تعویض جای دو فاز هیچ گونه ارتباطی با وضعیت اتصال سیم پیچ های استاتور ندارد و موتور می تواند در حالت ستاره () یا مثلث () باشد.

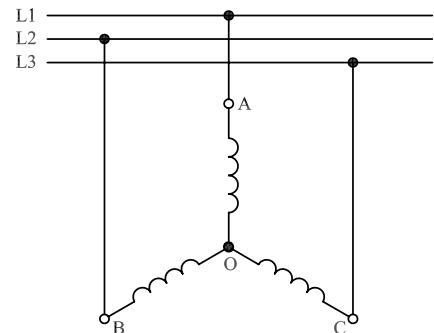
طبق قرارداد اتصال فازها به صورت شکل ۱-۳۶ به سر سیم های موتور را حالت «راست گرد» و اتصال فازها مطابق شکل ۱-۳۷ را حالت «چپ گرد» نامند.

تمرين: وضعیت اتصال سیم پیچ های موتور سه فاز با اتصال مثلث در حالت های راست گرد و چپ گرد را رسم کنید.

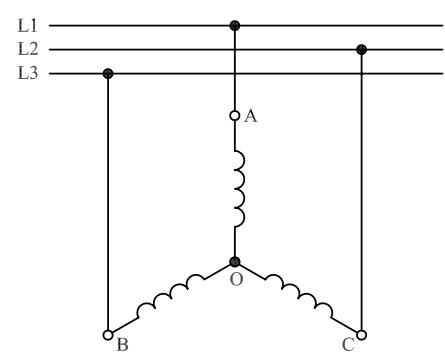
۸-۱- راه اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون در شبکه‌ی تک فاز

در صورت عدم دسترسی به شبکه‌ی سه فازه، می توان یک موتور سه فاز آسنکرون را در شبکه‌ی تک فاز راه اندازی کرد. برای این که در این شرایط موتور دارای قدرت و گشتاور راه اندازی مناسب باشد معمولاً از یک خازن روغنی در مدار سیم پیچی استاتور استفاده می شود. ظرفیت خازن مناسب را می توان از جدول ۱-۳ محاسبه کرد.

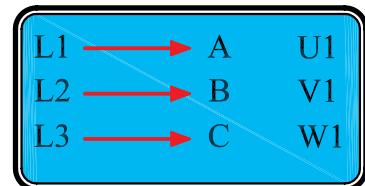
چون وضعیت اتصال سیم پیچی های موتور به صورت ستاره یا مثلث است، نحوه‌ی قرار گرفتن خازن در مسیر سیم پیچی های استاتور موتور نیز به دو صورت می تواند باشد. شکل های ۱-۳۸ و ۱-۳۹ وضعیت سیم پیچی های موتور را در حالت ستاره راست گرد و شکل های ۱-۴۰ و ۱-۴۱ وضعیت سیم پیچی های موتور در حالت ستاره چپ گرد را نشان می دهد.



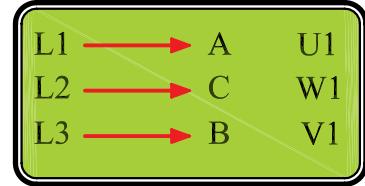
شکل ۱-۳۴- حالت راست گرد اتصال ستاره



شکل ۱-۳۵- حالت چپ گرد اتصال ستاره



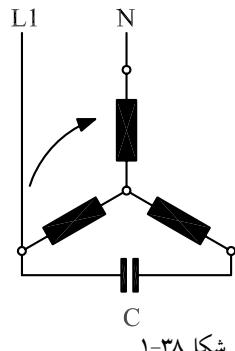
شکل ۱-۳۶



شکل ۱-۳۷

جدول ۱-۳- ظرفیت خازن روغنی راه انداز موتور سه فاز در شبکه‌ی تک فاز

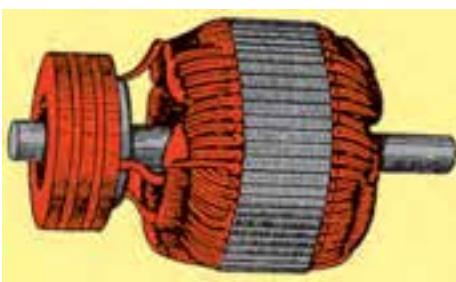
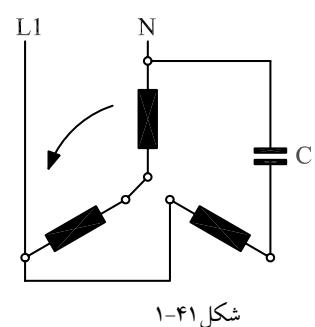
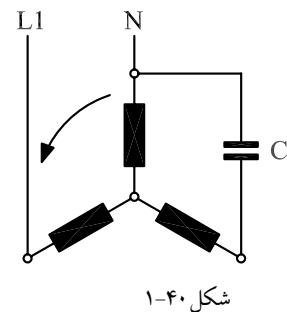
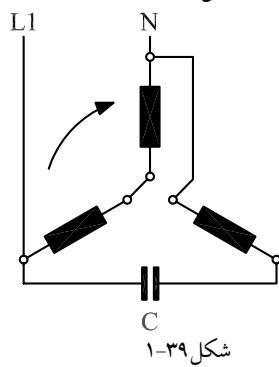
ظرفیت خازن به ازای هر اسب کیلووات توان	ظرفیت خازن به ازای هر میکروفاراد
۷۰	۵۰



جدول ۴-۱ ویژگی های موتورهای سه فازه را نشان می دهد.

جدول ۴-۱ ویژگی های موتور سه فاز

سیم بندی و اتصال برای راست گرد	موتور با روتور قفسه ای	موتور با روتور	موتور سنکرون قفسه ای
سیم بندی و اتصال برای راست گرد			
همچنین با روتوردار ای آهنربای دائم			
تغییر جهت گردش	جایه جا کردن دو سر سیم بیرونی به طور مثال L_1 یا L_2		
	۷ تا ۳	۱ تا ۷	(با قفسه ای راه انداز)
	۳ تا ۴	۲ تا	(با قفسه ای راه انداز)
قابلیت تحمل اضافه بار کوئاتامدلت	نک قفسه ای ۱،۶ تا ۲ دو قفسه ای ۱۶ تا ۳	۲،۵ تا ۱،۶	۱ تا ۴
رایج ترین روش راه اندازی موتور کم	اتصال مستقیم به شبکه با تغییر تعداد قطب ها برای دور	با مقاومت های راه انداز در مدار روتور	اتصال مستقیم به شبکه بدون تحریک (با قفسه ای راه انداز)
کنترل دور موتور	تغییر تعداد قطب ها به ندرت از طریق تغییر فرکانس	از طریق مقاومت های رو تور به ندرت از طریق تغییر فرکانس	به ندرت از طریق تغییر فرکانس
حدود تنظیم دور موتور	تغییر تعداد قطب های رو تور تا ۱:۸	از طریق مقاومت های رو تور تا ۱:۳	۱:۳
		با کنترل فرکانس تا ۱:۲۰	



۴-۱-۲-۹ - موتور آسنکرون روتور سیم پیچی

روتور این نوع موتورها از سه دسته سیم پیچی تعبیه شده در آن تشکیل شده است. معمولاً اتصال سیم پیچی های رو تور از داخل به صورت ستاره ای است. سرهای خروجی این سه دسته سیم پیچی، از داخل موتور خارج شده و توسط سه حلقه ای لغازان (رینگ) واقع روی محور به جاروبیک های ساکن (زغال ها) وصل شده است (شکل ۱-۴۲). این سه جاروبیک از خارج به یک مقاومت متغیر (رئوستا) که به شکل ستاره بسته شده است متصل می شود (شکل ۱-۴۳).

همان‌طوری که در بحث موتورهای القایی نیز اشاره شد، در آغاز حرکت، چون روتور هنوز ساکن است و میدان با سرعت سنکرون می‌گردد هادی‌های روتور توسط خطوط میدان مغناطیسی با سرعت سنکرون قطع می‌شوند، در سیم‌پیچی روتور جریان قوی تری القا می‌شود. علت به وجود آمدن جریان زیاد در موقع راهاندازی موتورهای القایی، کم بودن مقاومت سیم‌پیچی روتور است. به طوری که اگر موتورهای القایی را به طور مستقیم به شبکه وصل کنیم در لحظه‌ی اول حدود ۳ تا ۷ برابر جریان اسمی از شبکه دریافت می‌کنند.

در موتورهای روتور سیم‌پیچی به کمک حلقه‌های لغزندۀ و وارد کردن مقاومت در مسیر هر دسته سیم‌پیچی روتور به هنگام راهاندازی، مقاومت روتور افزایش یافته و در نتیجه جریان راهاندازی کاهش می‌یابد. در شکل‌های ۱-۴۳ و ۱-۴۴ دو نمونه مقاومت راهانداز را مشاهده می‌کنید.

پس از راهاندازی موتور به تدریج مقاومت موجود در مدار روتور را کاهش می‌دهیم و در نهایت از مدار خارج می‌کنیم.

در چنین موتورهایی به جهت اضافه شدن مقاومت مدار روتور و بهتر شدن میزان ضریب قدرت روتور، گشتاور راهاندازی نسبت به موتورهای القایی مشابه بهتر شده و موتور نرم‌تر راهاندازی می‌شود. در شکل ۱-۴۵ ۱-۴۶ ظاهری و در شکل ۱-۴۶ اجزای داخلی یک موتور روتور سیم‌پیچی را مشاهده می‌کنید.

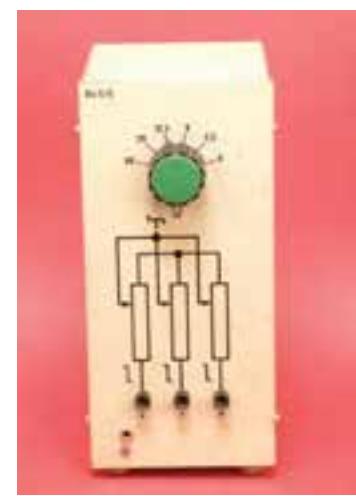
۱-۲-۱۰- موتور سنکرون

اساس کار موتور سنکرون بر پایه‌ی تأثیر میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان است. موتورهای سه‌فازه سنکرون که در صنعت به کار می‌روند اغلب از نوعی هستند که در روی روتور از سیم‌پیچی استفاده می‌شود که با جریان مستقیم تحریک می‌شود (شکل ۱-۴۷).

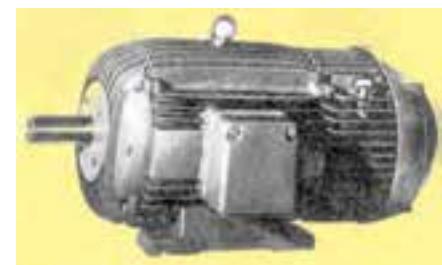
مotaورهای سنکرون که روتور آن‌ها سیم‌پیچی شده است به تنها یک و به خودی خود راه نمی‌افتد بلکه نیاز به یک محرک دارند. از جمله‌ی این محرک‌ها می‌توان جریان مستقیم (dc) اعمال شده به سیم‌پیچی روتور و یا یک موتور خارجی را که جهت به گردش درآوردن مغناطیس طبیعی به کار می‌رود نام برد (شکل ۱-۴۸).



شکل ۱-۴۳



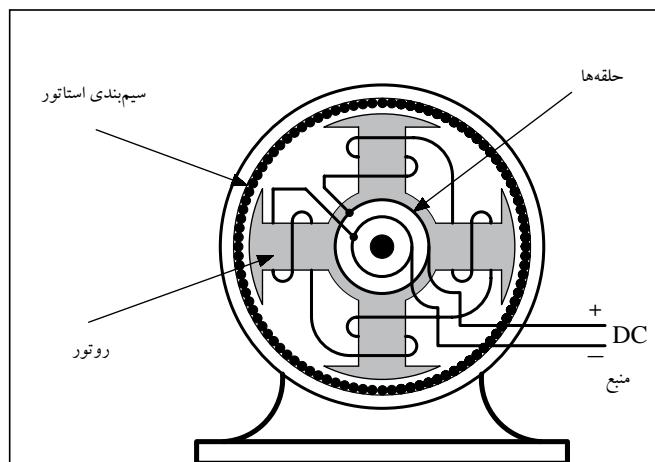
شکل ۱-۴۴



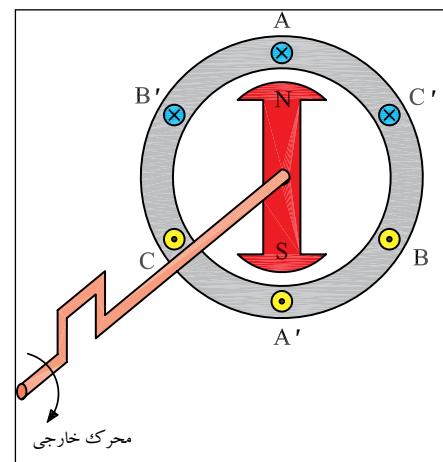
شکل ۱-۴۵-۱- موتور روتور سیم‌پیچی



شکل ۱-۴۶-۱- اجزای موتور روتور سیم‌پیچی



شکل ۱-۴۷



شکل ۱-۴۸

در جدول ۱-۵ انواع موتورهای سه‌فازه القایی به همراه مزایا، معایب و نمونه‌های کاربردی برای هر یک مشاهده می‌شود.

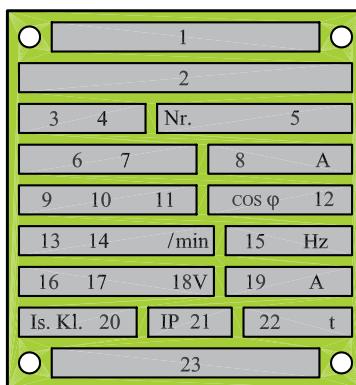
جدول ۱-۵- انواع موتورهای سه فاز القایی

نمونه‌های کاربرد	مزایا و معایب موتور	نوع موتور
ماشین‌های ابزار، پمپ‌ها، دمنده‌های هوا، بالابرها، کوچک، جرثقیل‌های بزرگ، ماشین‌های بافنده‌گی بافر کانس دورانی ثابت	<ul style="list-style-type: none"> • ارزان‌تر از موتورهای دیگر، ساختمان ساده، ساختار محکم، دارای بازوی‌های نگهدارنده، بدون پارازیت در رادیو در زمان کار، ضربی اطمینان کاری بزرگ، روتور دارای عایق کاری سیم پیچ‌های نیست، فرکانس دورانی تا حدی مستقل از بار است. 	مزایا
	<ul style="list-style-type: none"> • در اتصال مستقیم به برق جریان راهاندازی بزرگ است، گشتاور اولیه به خصوص بزرگ نیست، در فرکانس ۵۰ Hz فرکانس دورانی بیش تراز $3000/\text{min}$ نیست، تنظیم بدون پله فرکانس دورانی فقط با صرف هزینه مناسب و از طریق مدارهای الکترونیکی ممکن است. 	معایب
بالابرهاي متوسط و بزرگ، در موارد استثنایي ماشین ابزارهاي بزرگ، سنگ‌شکن‌ها، گرداننده وسائل مختلف در صنعت نمایش	<ul style="list-style-type: none"> • در مقایسه با نوع روتور قفسه‌ای جریان راهاندازی کوچک، گشتاور اولیه بزرگ امکان دارد، فرکانس دورانی از طریق جابه‌جایی مقاومت‌های راهانداز قابل کنترل محدود می‌شود، اتصال ترمیزی امکان‌پذیر است. 	مزایا
	<ul style="list-style-type: none"> • به طور چشم‌گیری گران‌تر از موتور با روتور قفسه‌ای، کار همراه با تولید جرقه، دارای پارازیت رادیو، نیاز به راهانداز دارد، جاروبک‌های زغالی و حلقة لغزان نیازمند مراقبت بیشتری است، فرکانس دورانی مانند موتور با روتور قفسه‌ای محدود می‌شود. 	معایب

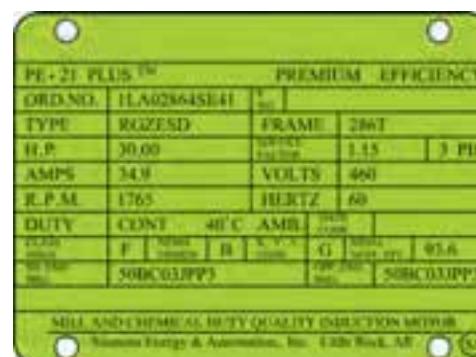
۱-۳- آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز

برای انتخاب صحیح و مناسب موتور سه فاز می بایست به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجه نمود. شکل پلاک مشخصات موتورهای سه فاز همچنین اطلاعات نوشته شده روی آنها متفاوت است. شکل های ۱-۴۹، ۱-۵۰ و ۱-۵۱ سه نمونه پلاک موتور سه فازه را نشان می دهد.

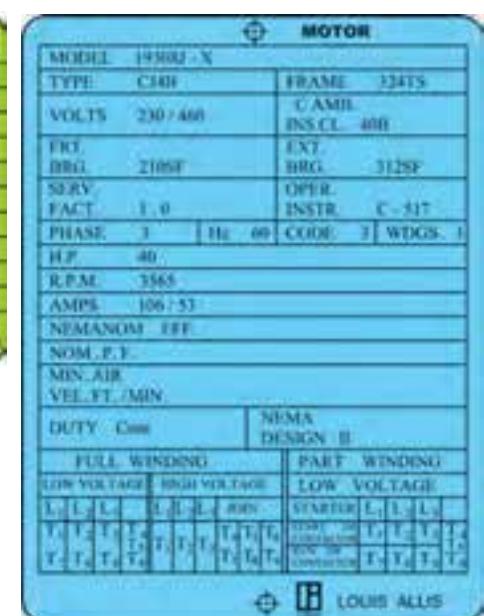
اگر مشخصات نوشته شده روی پلاک موتورها را با یکدیگر مقایسه کنیم مشاهده می شود که این پلاک ها تفاوت هایی با هم دارند. در شکل های ۱-۵۲، ۱-۵۳، ۱-۵۴ و ۱-۵۵ بخش های مختلف یک نوع پلاک موتورهای سه فازه مشاهده می شود. در جدول ۱-۶ توضیحات مربوط به هر قسمت آمده است.



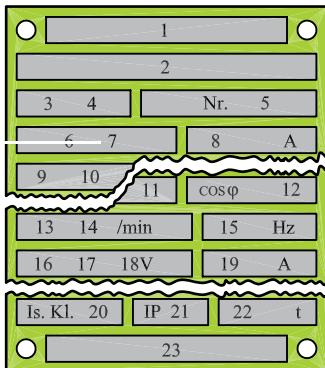
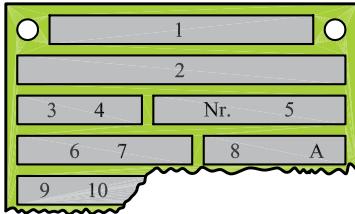
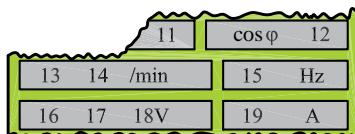
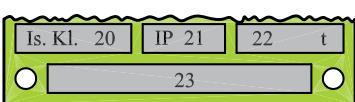
شکل ۱-۴۹



شکل ۱-۵۰



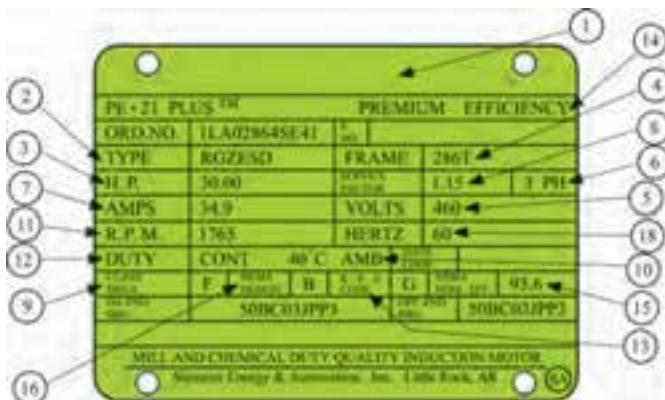
شکل ۱-۵۱


شکل ۱-۵۲

شکل ۱-۵۳

شکل ۱-۵۴

شکل ۱-۵۵

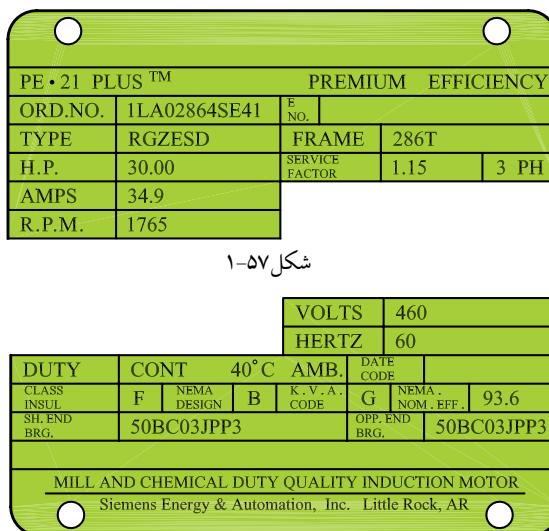
جدول ۱-۶

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نامه کارخانه (نام و آرم)
۲	نامه نوع ماشین (تیپ ماشین)
۳	نوع جریان مانند: G (جریان مستقیم)، E (جریان تکفاز)، D (جریان سه‌فاز)
۴	نوع کار (Gen – ژنراتور)؛ Mot – موتور
۵	شماره تولید ماشین
۶	نوع اتصال سیم‌بیچ استاتور در ماشین‌های سنکرون و القابی، به علاوه:
	تعداد کلاف و مدار
۷	ولتاژ نامی
۸	جریان نامی
۹	توان نامی (تحویلی) یا قدرت ظاهری خروجی در موتورها و ژنراتورها
۱۰	نامه واحدها kW, W, kVA, VA
	موتورها بر حسب (W یا kW) و مولدات بر حسب (VA یا kVA)
۱۱	نوع کار (در کار دائمی SI=وزمان کار نامی یا مدت زمان روشن بودن نسبی. مثال: ۰.۲۳۰ min)
۱۲	ضریب توان نامی cos φ.
	در ماشین‌های سنکرون در صورتی که توان رآکتیو دریافت شود، باید نامه u (تحریک ناقص) اضافه شود.
۱۳	جهت چرخش (از طرف سر محور موتور نگاه می‌شود): → (راست گرد) ← (چپ گرد)
۱۴	سرعت نامی. (علاوه بر این در موتورهای با تحریک سری بیشتر سرعت ۴ در مولداتی با تورین آبی، سرعت میانی تورین؛ در موتورهای چرخ‌دنده‌دار سرعت آخرین چرخ دنده n_z ارائه می‌شود).
۱۵	فرکانس نامی
	در ماشین جریان مستقیم و ماشین سنکرون
۱۶	در روتور با حلقه‌ی لغزان Lfr یا Err
۱۷	نوع اتصال سیم‌بیچ روتور
۱۸	ولتاژ تحریک نامی به V (ولت)
۱۹	جریان تحریک در کار نامی. اگر جریان کوچک‌تر از باشد، اطلاعات حذف می‌شود.
۲۰	گروه مواد عایق کننده (Y,A,E,B,F,H,C). اگر سیم‌بیچ استاتور و روتور به گروه‌های مختلفی متصل باشند، ابتدا گروه سیم‌بیچ استاتور و سپس گروه سیم‌بیچ روتور بیان می‌شود. (کلاس عایقی) (متلاً F/B).
۲۱	نوع محافظت طبق DIN ۴۰۰۵۰، مثلاً IP44
۲۲	وزن تقریبی به ن، برای وزن‌های کم تر از یک تن اطلاعاتی داده نمی‌شود.
۲۳	توضیحات اضافی، به طور مثال ... / VDEO ۵۳۰ مقدار متوسط خنکی با تهیه هوا آزاد یا خنک شدن با آب.

توضیحات مربوطه به نمونه‌ی دیگری از پلاک موتورهای سه‌فازه که در شکل‌های ۱-۵۶، ۱-۵۷ و ۱-۵۸ نشان داده شده در جدول ۱-۷ آمده است.



شکل ۱-۵۶



شکل ۱-۵۷

شکل ۱-۵۸

جدول ۱-۷

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

۱-۳-۱- شرح تکمیلی برخی از علائم روی پلاک

در ردیف یازدهم جدول ۱-۶ نوع کار و مدت زمان روشن بودن ماشین به طور نسبی بیان می‌شود. هشت حالت کاری طبق استاندارد تعریف شده است که با حروف S₁ تا S₈ نشان داده می‌شوند. مفهوم هر یک از حروف مطابق جدول ۱-۸ است.^۱ مثلاً اگر روی پلاک موتوری در ردیف نوع کار S₅ نوشته شده باشد نشان می‌دهد که این موتور تحت بار نامی، در درجه حرارت پایدار و بدون وقفه کار می‌کند بدون این که از دماهی مجاز موتور تجاوز کند.

۱- به خاطر سپردن مطالب مربوط به نوع کار و زمان روشن بودن ماشین (جدول ۱-۸) اجباری نیست.

جدول ۸-۱- انواع کار ماشین‌ها

نوع کار	شرح و مثال
کار پیوسته S1	ماشین تحت بار نامی به درجه حرارت پایدار و ثابت می‌رسد. کار ماشین می‌تواند بدون وقفه انجام شود، بدون این که از دمای معجاز تجاوز کند. مثال: پمپ فاضلاب.
کار کوتاه مدت S2	زمان کار در مقایسه با وقفه بعد از آن کوتاه است. کار با بار نامی فقط در زمان داده شده معجاز به انجام است. زمان‌های بارگذاری استاندارد: ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه. مثال: موتور محركه سیرن.
کار موقت S3	زمان روشن بودن ED فقط بخشی از مدت زمان سیکل است. ED های استاندارد: ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۶۰. اگر مدت زمان سیکل معلوم نباشد، آن را ۱۰ دقیقه در نظر می‌گیرند. در نوع کار S3 مرحله راهاندازی هیچ اثری بر روی دمای ماشین نمی‌گذارد. مثال برای S3: موتور بالابر (روتور با حلقه لغزان)
S4	در S4 کار شبیه S3 است، با این حال جریان راهاندازی، ماشین را بیشتر گرم می‌کند. اطلاعات مثلاً: h / راهاندازی ۵۰۰، ED S4 ۲۵ .
S5	مثال برای S4: موتور محرك برای بالابر کوچک (روتور قفسه‌ای). در S5 کار شبیه S4 است، با این حال در اینجا یک ترمز الکتریکی (ترمز جریان مستقیم، ترمز جریان معکوس) در نظر گرفته شده، که در گرم شدن نیز سهم است. اطلاعات مثلاً: h / راهاندازی ۵۰۰، جریان معکوس ۲۵، ED ۲۵ .
کار پیوسته با بار موقت S6	این نوع کار شبیه نوع کار S3 است با این حال این ماشین در طی وقفه در حالت بی‌باری می‌ماند و خاموش نمی‌شود. اطلاعات مثلاً: S6 ۱۰ min / ۶۰ min یا بهتر ۴۰ min / ۲۵ min .
S7	این ماشین در کار بدون وقفه است و بدین جهت از طریق راهاندازی مداوم و ترمز الکتریکی بیش از حد معمول گرم می‌شود. اطلاعات مثلاً: h / راهاندازی ۱۰۰، ترمز با جریان مستقیم، ED S7 .
S8	مثال: موتور محركه برای ماشین‌های تراش مرکزی (ماشین ابزار خودکار) این نوع کار شبیه S7 است، با این حال به جای راهاندازی و ترمز با تغییر دور، به طور مثال از طریق تغییر قطب‌ها، کار را بیش می‌برد. اطلاعات: S8 ۳۰۰۰ min⁻¹ / ۱۵۰۰ min⁻¹ ۵ min⁻¹ .
کار بدون وقفه	کاربرد: خط تولید خودکار

در ردیف بیست و دوم جدول ۱-۶ که نوع محافظت (ایمنی) به کار رفته در مقابله تماس و نفوذ اجسام خارجی و آب بیان می‌شود از دو حرف IP^۱ و دو رقم کد استفاده می‌شود اولین رقم درجه‌ی ایمنی در مقابله تماس و نفوذ اجسام خارجی و دومین رقم درجه‌ی ایمنی در مقابله نفوذ آب را نشان می‌دهد. گاهی اوقات نیز از کد ۳ رقمی استفاده می‌شود که یک رقم آن مربوط به شرایط محیطی است. در جدول ۱-۹ معانی هریک از رقم‌های اول و دوم بعد از را مشاهده می‌کنید. همچنین بر روی برخی دستگاه‌ها از علائم خاصی مشابه، علائم جدول ۱-۹ استفاده می‌شود. توضیحات هریک را می‌توان از جدول‌ها استخراج کرد.^۲

به عنوان مثال اگر بر روی پلاک موتوری IP^{۴۴} نوشته شده باشد بیان‌گر آنست که این موتور در مقابله اجسام خارجی بزرگ‌تر از قطر ۱mm و همچنین در مقابله پاشیده شدن آب حفاظت شده است.

جدول ۱-۹

نوع ایمنی	توضیح	نشانه
ایمنی تماس و ایمنی جسم خارجی		
IP-X	بدون ایمنی تماس، بدون ایمنی جسم خارجی	-
IP ₁ X	ایمنی در مقابله جسم خارجی بزرگ‌تر از ۵۰mm	-
IP ₂ X	ایمنی در مقابله جسم خارجی بزرگ‌تر از ۱۲mm	-
IP ₃ X	ایمنی در مقابله جسم خارجی بزرگ‌تر از ۲/۵mm	-
IP ₄ X	ایمنی در مقابله جسم خارجی بزرگ‌تر از ۱mm	-
IP ₅ X	ایمنی در مقابله رسوب گرد و غبار مضر به داخل	۱
IP ₆ X	ایمنی در مقابله نفوذ گرد و غبار	۲
ایمنی آب		
IP X ₀	بدون ایمنی آب	-
IP X ₁	ایمنی در مقابله ریزش مایل قطرات آب (۱۵۰° انسیت به عمود)	۳
IP X ₂	ایمنی در مقابله پخش آب	۳
IP X ₃	ایمنی در مقابله پاشیدن آب	۴
IP X ₄	ایمنی در مقابله فوران آب، مثلاً از نازل	۵
IP X ₅	ایمنی در مقابله جریان آب	۶
IP X ₆	ایمنی در مقابله غوطه‌ور شدن	۷
IP X ₇	ایمنی در مقابله غوطه‌وری کامل	۸

نشانه انواع ایمنی (مفهوم را در جدول بالا بینید)



۱- International Protection (ایمنی بین‌المللی)

۲- به خاطر سپردن جزئیات جدول ۱-۹ ضروری و اجباری نیست.

اصطلاحات و شرایط خاص، نحوه ریزش آب مندرج در جدول ۱-۸ به همراه معانی هریک در شکل ۱-۵۹ نشان داده شده است.

علامت	معنی	علامت	معنی
	دستگاه عایق‌بندی اینمی شده است (II) (طبقه اینمی)		اتصال سیم اینمی
	مقاوم در مقابل اتصال کوتاه، مشروط		اتصال سیم زمین
	مقاوم در مقابل اتصال کوتاه، غیرمشروط		آزمایش شده طبق VDE
	برای دستگاه پزشکی		روی چوب نصب شود (ضد آتش)
	غیرقابل استفاده در وان حمام		خازن در صورت معیوب شدن خلیل گرم نمی شود (ضد آتش)

شکل ۱-۶۰



شکل ۱-۵۹

بر روی ماشین‌ها از علائم اختصاری اینمی نیز استفاده می‌شود. معانی هریک از این علائم مطابق شکل ۱-۶۰ است.

۲-۱-۳- کلاس حرارتی

از آنجایی که افزایش بیش از حد دما بر روی خواص مکانیکی و عایقی ماشین‌های الکتریکی تأثیر می‌گذارد لذا بر روی بدنه آن‌ها حداً کثر دمای مجاز ماشین مشخص شده است. اصطلاحاً به این دما «کلاس حرارتی» یا «کلاس عایقی» گفته می‌شود و بر روی پلاک ماشین با حروف اختصاری به صورت CONTCLASS یا ISOL نشان می‌دهند.

جدول ۱-۱۰ حروف اختصاری مربوط به کلاس‌های حرارتی ماشین‌های الکتریکی را نشان می‌دهد. لازم به توضیح است اعدادی که در جدول مشاهده می‌شود از حاصل جمع دمای فرضی محیط (40°C) و دمای کار کرد ماشین به دست آمده است. لذا برای به دست آوردن ماکزیمم دمای ماشین در شرایط کاری می‌بایست دمای 40°C درجه را از عدد داخل جدول کم کرد. مثلاً ماکزیمم دمای قابل تحمل موتوری با کلاس F برابر است با:

$$\text{دما} = 155 - 40 = 115^{\circ}\text{C}$$

۳-۱- پلاک اتصالات موتور (تخته کلم)

برای اتصال سیم‌پیچ‌های موتور سه‌فاز، سر سیم‌ها از داخل پوسته به یک محفظه یا ترمینال موتور هدایت می‌شوند که اصطلاحاً به آن «تخته کلم» می‌گویند (شکل ۱-۶۱).

به طور کلی سر و ته کلاف‌های یک موتور سه‌فاز، با دو حرف مشخص می‌شوند.

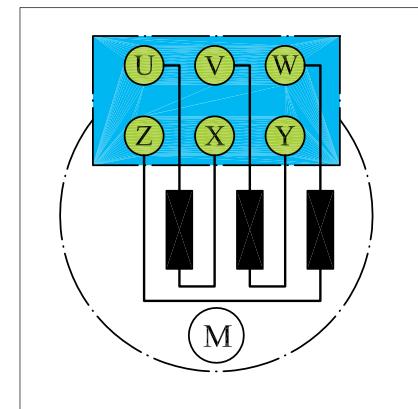


شکل ۱-۶۱

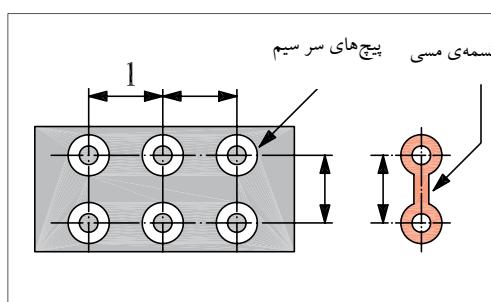
در استاندارد قدیمی برای نشان دادن سر کلافها به ترتیب برای کلاف اول تا سوم از حروف V، U و W و برای نمایش ته کلافها به ترتیب از حروف X، Y و Z استفاده می‌شود. نحوه قرار گرفتن سر سیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته کلم مطابق شکل ۱-۶۲ است. علت این که ته کلافها مشابه سر کلافها به ترتیب از کلاف اول تا سوم نوشته نمی‌شود بدین خاطر است که در صورت نیاز به ایجاد اتصالات ستاره یا مثلث بتوان بدون استفاده از کلید مربوطه و با قرار دادن چند تسمه‌ی مسی در زیر پیچ‌ها موتور را به صورت ستاره یا مثلث اتصال داد.

شکل ۱-۶۳ تصویری از پیچ‌های تخته کلم را به همراه تسمه‌ی مسی نشان می‌دهد.

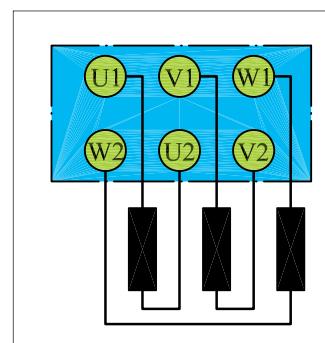
در استاندارد (IEC) برای نشان دادن سر کلافها به ترتیب از کلاف اول تا سوم از حروف U₁، V₁ و W₁ و برای مشخص کردن ته کلافها به ترتیب از حروف U₂، V₂ و W₂ استفاده می‌شود. شکل ۱-۶۴ وضعیت قرار گرفتن سیم‌پیچ‌ها و پیچ‌های تخته کلم را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۶۲

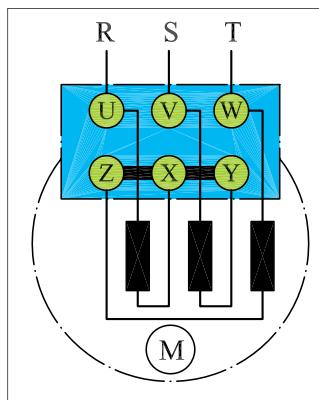


شکل ۱-۶۳

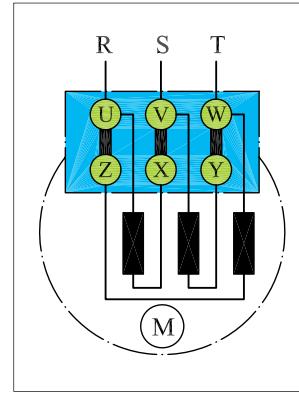


شکل ۱-۶۴

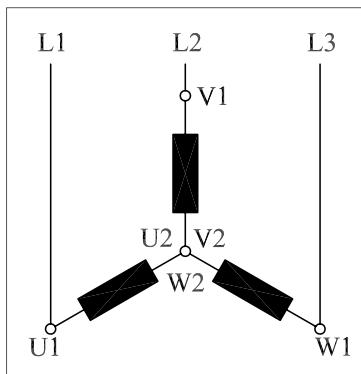
شکل‌های ۱-۶۵ و ۱-۶۶ چگونگی ایجاد اتصال ستاره و اتصال مثلث با استفاده از تسمه‌ی مسی بر روی تخته کلم با حروف اختصاری VDC (آلمانی) را نشان می‌دهد.



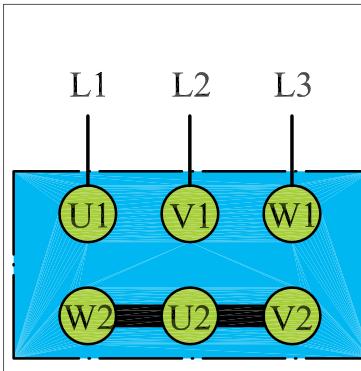
شکل ۱-۶۵ - اتصال ستاره



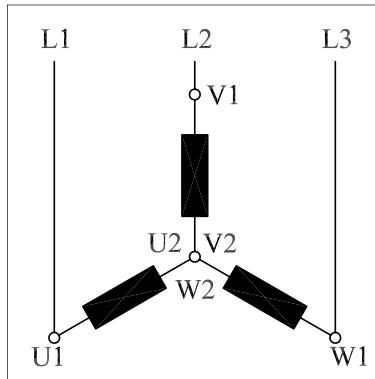
شکل ۱-۶۶ - اتصال مثلث



شکل ۱-۶۷- وضعیت اتصال کلافها در حالت ستاره



شکل ۱-۶۸- تخته کلم موتور در حالت مثلث

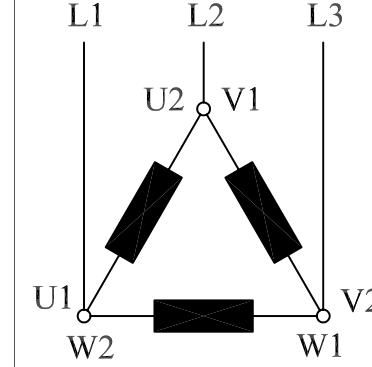


شکل ۱-۶۹- وضعیت اتصال کلافها در حالت مثلث

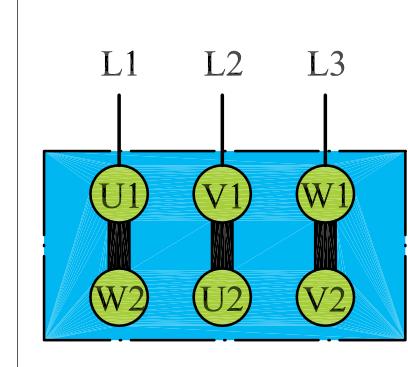
به ترتیب شکل های ۱-۶۸ و ۱-۶۷ اتصال کلافهای موتور و نحوه اتصال سرهای موتور در استاندارد IEC حالت ستاره را نشان می دهند. در شکل های ۱-۶۹ و ۱-۷۰ به ترتیب اتصال کلافهای موتور و نحوه اتصال سرهای موتور در استاندارد IEC حالت مثلث را مشاهده می کنید. همان طور که قبل اشاره شد برای تغییر جهت موتور ضروری است جای دو فاز در روی سیم پیچی های موتور عوض شود.

شکل های ۱-۷۱ و ۱-۷۲ نحوه اتصال سیم های شبکه به تخته کلم موتور برای ایجاد حالت راست گرد و چپ گرد در اتصال ستاره را نشان می دهند.

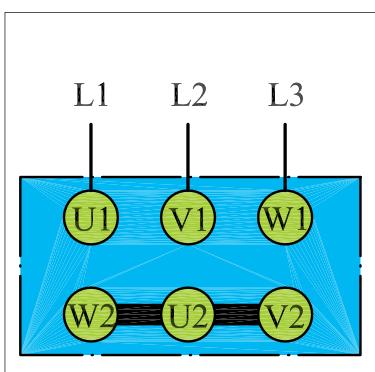
شکل های ۱-۷۳ و ۱-۷۴ نحوه اتصال سیم های شبکه به تخته کلم موتور برای ایجاد حالات راست گرد و چپ گرد در اتصال مثلث را نشان می دهند.



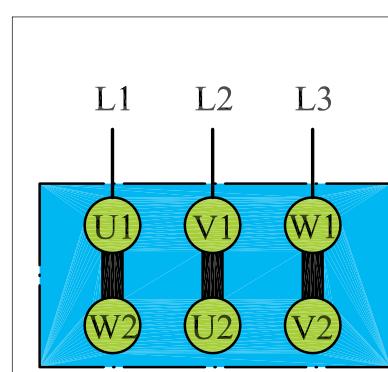
شکل ۱-۷۱- اتصال ستاره راست گرد



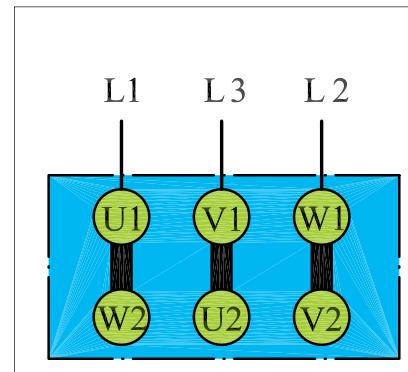
شکل ۱-۷۲- اتصال ستاره چپ گرد



شکل ۱-۷۰- تخته کلم موتور در حالت مثلث



شکل ۱-۷۳- اتصال مثلث راست گرد



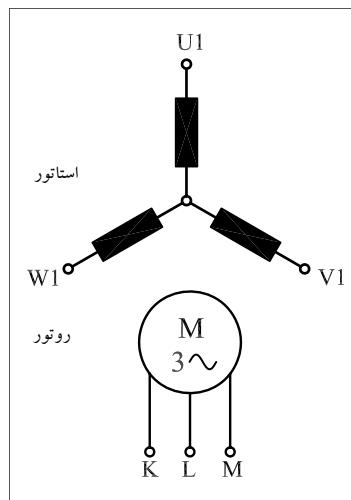
شکل ۱-۷۴- اتصال مثلث چپ گرد

سیم پیچی استاتور موتورهای آسنکرون روتور سیم پیچی شده، مشابه استاتور موتورهای آسنکرون روتور قفسی نامگذاری می‌شود. حروف w, u, v, L, M, K یا v, u, w, L, M, K نیز برای نشان دادن سر سیم‌های روتور به کار می‌رود.

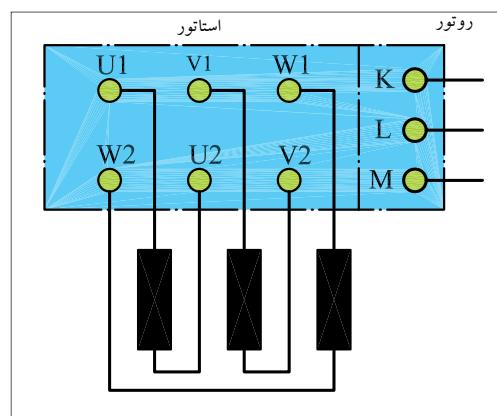
در شکل‌های ۱-۷۵ و ۱-۷۶ وضعیت سیم‌پیچی‌های روتور روتور سیم پیچی و تخته کلم آن را می‌بینید.

شکل‌های ۱-۷۷ و ۱-۷۸ اتصال کلاف‌ها و تخته کلم موتورهای سه‌فازه روتور سیم پیچی در حالت ستاره را نشان می‌دهد.

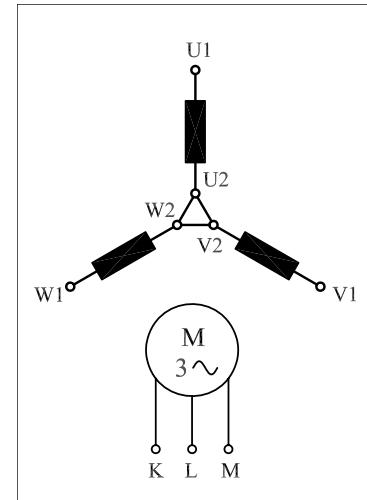
در شکل‌های ۱-۷۹ و ۱-۸۰ اتصال کلاف‌ها و تخته کلم موتورهای سه‌فازه روتور سیم پیچی در حالت مثلث مشاهده می‌شود.



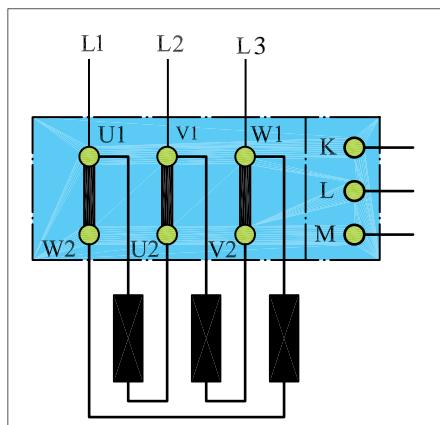
شکل ۱-۷۵- اتصال کلاف‌ها



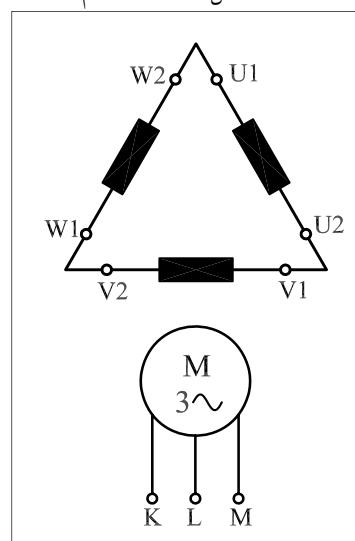
شکل ۱-۷۶- تخته کلم



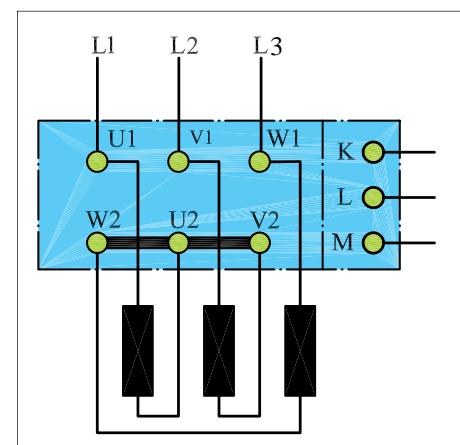
شکل ۱-۷۷- اتصال کلاف‌ها



شکل ۱-۷۸- تخته کلم



شکل ۱-۷۹- اتصال کلاف‌ها



شکل ۱-۸۰- تخته کلم


ساعت آموزشی

نظری	عملی	جمع

۴-۱ کار عملی (۱)



هدف: تشخیص سروته کلاف‌های موتورو اطمینان از سالم بودن کلاف‌ها

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای انجام کارهای عملی از وسایل ارائه شده در جدول زیر استفاده کنید.

جدول ابزار و وسایل مورد نیاز در کارگاه

ردیف	تصویر یک نمونه وسیله	نام وسیله و ابزار کار	مقدار مورد نیاز هر میز
۱		پیچ گوشتی دوسو	۱ عدد
۲		پیچ گوشتی چهارسو	۱ عدد
۳		فاز متر	۱ عدد
۴		دمبریک	۱ عدد
۵		سیم چین	۱ عدد
۶		سیم لخت کن	۱ عدد
۷		انبر دست	۱ عدد
۸		چاقوی کابل بری	۱ عدد
۹		قیچی کابل بری	۱ عدد
۱۰		بست کابل	۳۰ عدد
۱۱		کابل	۳۰ عدد
۱۲		سیم افشار میلی متر (با حداقل سطح مقطع ۱/۵ میلی متر مربع)	۳۰ متر

ادامه جدول ابزار و وسایل مورد نیاز در کارگاه

ردیف	تصویر یک نمونه وسیله	نام وسیله و ابزار کار	مقدار مورد نیاز هر میز
۱۳		ترمینال کائوچوبی	۲۵ عدد
۱۴		ترمینال پلاستیکی	۲۴ عدد
۱۵		ریل فلزی	۲ متر
۱۶		آوومتر	۱ عدد
۱۷		آچار تخت (رینگی) در اندازه‌های مختلف	۱ سری
۱۸		آچار آلن (در اندازه‌های مختلف)	۱ سری
۱۹		تجهیزات مربوط به نصب مدارهای برق صنعتی (کنتاکتوری)	۱ سری

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری های پر در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۴-۱- نکات حفاظتی و اجرایی



(a)



(b)



(c)



(d)

شکل ۱-۸۱

■ هنگام اجرای آزمایش برای قرار دادن موتور، از میز کارگاهی مناسب استفاده کنید (شکل ۱-۸۱a).

■ قبل از اتصال آوومتر یا آچار از باز بودن کابل برق اطمینان یابید و سپس تسمه‌های مسی بین سر کلافها را باز کنید (شکل ۱-۸۱b).

■ هنگام کار از دست زدن به سر سیم‌های آوومتر (در حالت اهم‌تری) خودداری کنید (شکل ۱-۸۱c).

■ وقتی پیچ و مهره‌های تخته کلم را باز می‌کنید یا می‌بندید دقت کنید آچار از روی مهره‌ها رد نشود. زیرا رد شدن آچار از روی مهره سبب ساییده شدن مهره می‌شود (شکل ۱-۸۱d).

۱-۴-۲- شرح کار

تخته کلم موتور سه‌فازی را مطابق شکل ۱-۸۲ باز کنید و محل اتصال سر و ته کلافها را به همراه حروف مشخصه یادداشت کنید.

آوومتر موجود در کارگاه را در حالت اهم‌تری قرار دهید.

دو سر سیم اهم‌تر را مطابق شکل ۱-۸۳ به پیچ‌های تخته کلم وصل کنید. در این صورت عقربه‌ی اهم‌تر می‌باشد تا انتهای صفحه منحرف شود.

محل سر سیم‌های اهم‌تر را مطابق شکل ۱-۸۴ تغییر دهید. در این حالت نیز عقربه‌ی اهم‌تر می‌باشد تا انتهای صفحه منحرف شود.

در مرحله‌ی سوم نیز مانند شکل ۱-۸۵ محل قرار گرفتن سر سیم‌های اهم‌تر را تغییر دهید.

در این شرایط نیز می‌باشد عقربه تا انتهای صفحه منحرف شود.

تذکرہ:



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



شکل ۱-۸۲



شکل ۱-۸۳



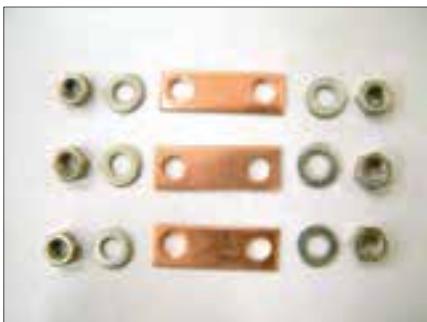
شکل ۱-۸۴



شکل ۱-۸۵

شکل ۱-۸۶ ۱ تسمه های مسی مربوط به اتصالات تخته کلم را به همراه مهره و واشر نشان می دهد. برای ایجاد اتصالات آنها را از انبار تحویل بگیرید با به کار گیری آچار مخصوص مهره مربوط به اتصالات تخته کلم مطابق شکل ۱-۸۷ ۱ انتهای کلاف ها را به یکدیگر وصل کنید.

در شکل ۱-۸۸ ۱ تخته کلم یک موتور را که به حالت ستاره وصل شده مشاهده می کنید. با استفاده از اهم متر، مقدار مقاومت سر و ته کلاف های هر فاز موتور را اندازه گیری کنید.



شکل ۱-۸۶



شکل ۱-۸۷



شکل ۱-۸۸

$$\begin{aligned}
 R_1 &= R(U_1 - U_2) = R(U - X) = \Omega \\
 R_2 &= R(V_1 - V_2) = R(V - y) = \Omega \\
 R_3 &= (W_1 - W_2) = R(W - Z) = \Omega
 \end{aligned}$$



شکل ۱-۸۹

در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور هرگاه یک سیم اهم متر به بدن و سر سیم دیگر به هریک از سیم پیچ‌های تخته کلم وصل شود، عقر به باید منحرف شود. به عبارت دیگر باید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدن وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از مگر، لامپ تست یا اهم متر در رنج‌های بالا، عدم وجود اتصال بدن را آزمایش کرد.

با کمک آچار اتصال ستاره را باز کنید.



شکل ۱-۹۰

با به کار گیری آچار مخصوص مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته کلم را مطابق شکل ۱-۸۹ به یکدیگر وصل کنید.

در شکل ۱-۹۰ تخته کلم یک موتور را که به حالت مثلث وصل شده مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهم متر، مقدار مقاومت بین ترمینال‌های موتور را اندازه‌گیری کنید.

$$R_1 = R(U_1 - V_1) = \frac{2}{3} R(U_1 - U_2) = \dots\dots\dots \Omega$$

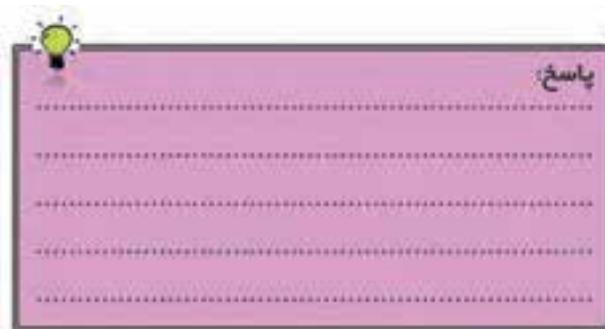
$$R_2 = R(V_1 - W_1) = \frac{2}{3} R(V_1 - V_2) = \dots\dots\dots \Omega$$

$$R_3 = (W_1 - U_1) = \frac{2}{3} R(W_1 - W_2) = \dots\dots\dots \Omega$$

در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور باید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدن وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از مگر یا اهم متر در رنج‌های [KW]، عدم اتصال سیم‌ها به بدن را آزمایش کرد.

با کمک آچار اتصال مثلث را باز کنید.

سؤال: آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟



۱-۴-۳ - مراحل اجرای کار

دو موتور سه فاز با توان های مختلف را از انبار تحویل بگیرید و کلیه مراحل قسمت ۱-۴-۳ را بر روی آنها آزمایش کنید.

۵-۱- نکاتی درباره انتخاب موتورهای الکتریکی

در صورتی که بخواهیم موتوری را برای کار خاصی انتخاب کنیم به نکات زیر می بایست توجه کرد.

۱- تناسب قدرت موتور با کار مورد نظر

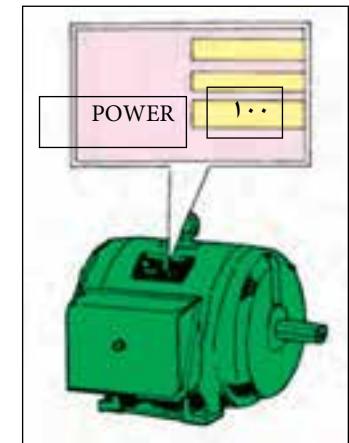
برای این منظور می بایست قدرتی که لازم است تا کار مورد نظر را انجام دهد بر حسب «وات» یا «اسب بخار» تعیین و سپس موتوری متناسب با آن قدرت انتخاب کرد (شکل ۱-۹۱).

۲- درنظر گرفتن مقررات شرکت برق

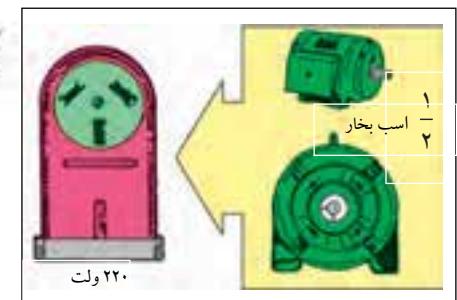
طبق استاندارد شرکت برق استفاده از موتورهای تا قدرت ۵ اسب بخار در شبکه تک فاز مجاز است. برای قدرت های بیش از ۵ اسب بخار حتماً می بایست از شبکه سه فاز استفاده شود (شکل ۱-۹۲).

۳- توجه به میزان جریان دهی تابلوی برق

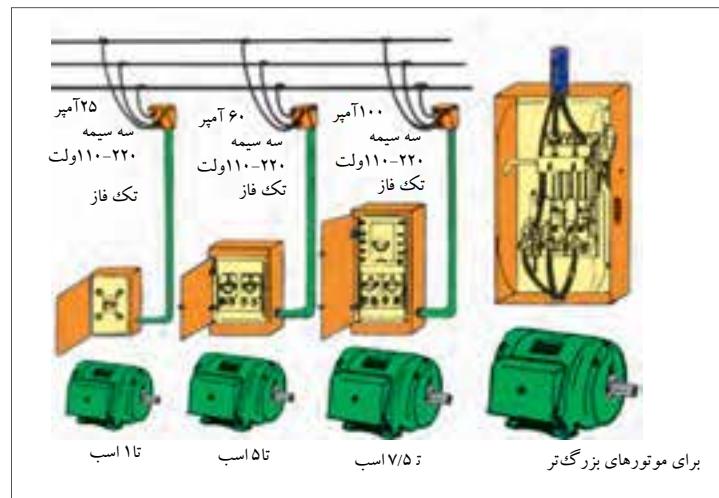
ظرفیت جریان دهی تابلوی برق می بایست حدوداً سه برابر جریان نامی موتور باشد تا توانایی تأمین جریان راه اندازی موتور را داشته باشد. بهترین روش بررسانی آن است که یک نقطه ای توزیع مرکزی داشته باشیم و سپس برای هر قسمت یک تابلوی فرعی جداگانه تهیه کنیم (شکل ۱-۹۳).



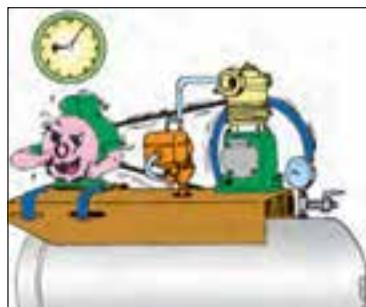
شکل ۱-۹۱



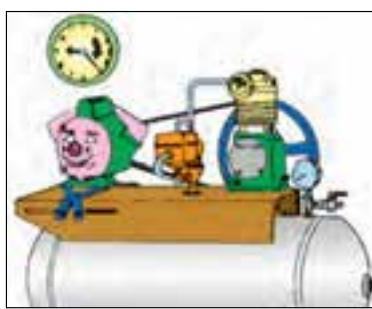
شکل ۱-۹۲



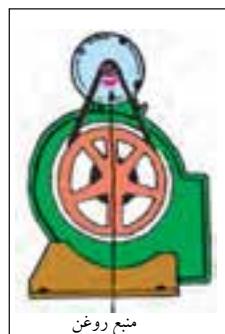
شکل ۱-۹۳



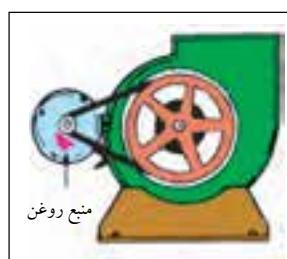
شکل ۱-۹۴ - موتور تا هنگامی که نیاز باشد کار کند.



شکل ۱-۹۵ - موتور برای مدتی خاموش



شکل ۱-۹۶ - نصب در کف



شکل ۱-۹۷ - نصب روی دیوار



شکل ۱-۹۸ - نصب از سقف

تعیین سرعت مورد نیاز موتور (RPM)

اگر سرعت مورد نیاز برای انجام کار را به صورت از پیش تعیین شده نمی‌دانید، بهتر است دنبال دستگاهی مشابه باشد و یا اینکه موتوری با دور استاندارد انتخاب کنید و سپس با تغییر ولتاژ تغذیه‌ی آن به کمک اتوترانسفورماتور و یا با استفاده از گیربکس و چرخ دنده، تعداد دور مناسب کار را بدست آورید.

در نظر گرفتن شرایط کاری موتور

منظور از شرایط کاری آن است که بررسی کنیم موتوری که برای کار موردنظر انتخاب می‌شود چه مدت در حالت خاموش و چه مدت تحت بار کامل می‌تواند باشد. معمولاً شرایط کاری موتورها یکی از دو حالت (I) موتور با کار مداوم (II) موتور با کار متناوب است. این مطلب بر روی پلاک موتورها مشخص می‌شود که در زمان انتخاب می‌باشد به آن توجه کرد (شکل‌های ۱-۹۴ و ۱-۹۵).

تعیین نوع (تیپ) موتور

در انتخاب نوع موتور به عواملی همچون نوع شبکه (سه‌فاز- تک‌فاز) هزینه‌ی خرید؛ شرایط و تجهیزات راهاندازی، گشتاور و جریان نامی موتور باید توجه کرد.

وضعیت نصب موتور

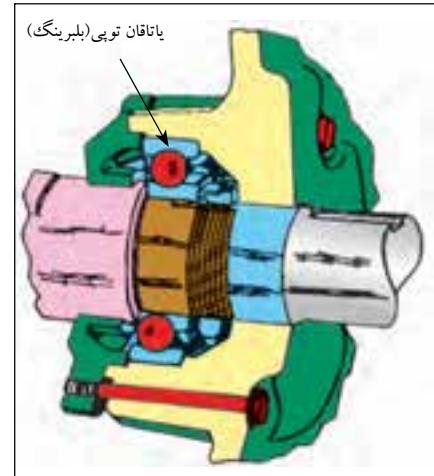
وضعیت نصب، یکی از عوامل فیزیکی است که در انتخاب یک موتور باید به آن توجه داشت زیرا وضعیت نصب نوع یاتاقان و چگونگی روغن کاری موتور را تعیین می‌کند. اگر به دو عامل فوق، یعنی نوع یاتاقان و شرایط روغن کاری توجه خاص نشود موتور انتخابی مناسب نبوده و کار موردنظر امکان دارد عمر آن نیز کاهش یابد. نصب موتور در یکی از حالات کف، روی دیوار و آویز از سقف اثر و نیروهایی را بر محور و یاتاقان‌های موتور وارد می‌آورد. شکل‌های ۱-۹۶، ۱-۹۷ و ۱-۹۸ وضعیت‌های مختلف را نشان می‌دهد.

یاتاقان‌های به کار رفته در موتورهای الکتریکی یکی از دو نوع (I) استوانه‌ای و (II) توپی (بلبرینگی) است. شکل‌های ۱-۹۹ و ۱-۱۰۰ تصاویری از این دو نوع یاتاقان را نشان می‌دهد.

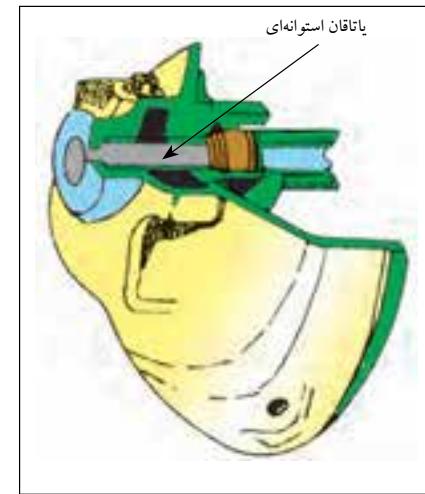
در جدول ۱-۱۱ چگونگی نصب موتورهای الکتریکی براساس استاندارد IEC نشان داده شده است.^۱

جدول ۱-۱۱- ماشین های الکتریکی

شكل ساخته ای ماشین های الکتریکی					
ملائم IEC - کد	شكل	شرح	ملائم IEC - کد	شكل	شرح
ماشین برای وضعیت عمودی					
B5 IM 3001		با دو پالانکن سبزی و طبق (فلانچ) نسبت ارتفاع (فلانچ) نسبت ۱:۱.۵	V4 IM 3211		مانند V3 اما سر آزاد محور در سمت پایین
B6 IM 1051		با دو پالانکن سبزی و یک سر آزاد محور ایستاده محور در سمت روی دیوار	V5 IM 1011		با دو پالانکن نمایه، یا به سر آزاد نصب روی دیوار، سر آزاد محور در سمت پایین
B7 IM 1061		مانند B6 اما سر آزاد محور در سمت چپ	V10 IM 4011		با دو پالانکن سبزی، طبق نسبت و سر آزاد محور در سمت پایین
B8 IM 1071		مانند B6 اما سر آزاد نصب از سقف	V18 IM 3611		مانند V10 اما سطح نصب بر روی طرف (پستانکی) (جلو)
B10 IM 4001		با دو پالانکن سبزی و طبق (فلانچ) نسبت ارتفاع (فلانچ) نسبت ۱:۱.۵	A2 IM 5510		بدون محور، بندنه درازی پایه
B14 IM 3601		با دو پالانکن سبزی و سطح نصب بر روی پستانکی (جلو)	G2 IM 5010		با دو پالانکن سبزی و یک پالانکن محور ایستاده
ماشین برای وضعیت عمودی					
V1 IM 3011		با دو پالانکن نمایه و طبق نصب، سر آزاد محور در سمت پایین	D1 IM 7008		با یک پالانکن محور و محور طبقدار
V2 IM 3231		مانند V1 اما سر آزاد محور در سمت بالا	D9 IM 7201		با دو پالانکن محور ایستاده سر
V3 IM 3031		مانند V1 اما سطح نصب و سر آزاد محور در سمت بالا	W1 IM 8015		پالانکن عرضی در یک یا چهار پالانکن، نصب بر روی سطون حائل، چهار چوبی، چلهه چاه.



شکل ۱-۹۹



شکل ۱-۱۰۰

۱- به خاطر سپردن جزئیات جدول ضروری و اجباری نیست.



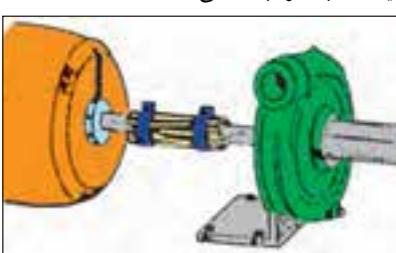
شکل ۱-۱۰۱- بدنه ضد-چکه



شکل ۱-۱۰۲- بدنه ضد ترشح که بیشتر برای جلوگیری از ترشح مایعات به داخل موتور به کار می‌رود.



شکل ۱-۱۰۳- بدنه کاملاً بسته، در محیط‌های بسیار کثیف و غبارآلود به کار می‌رود.



شکل ۱-۱۰۴- کوپلینگ لوله‌ای قابل انعطاف



شکل ۱-۱۰۵- کوپلینگ فلنجی

انتخاب نوع بدنه موتور

انتخاب نوع بدنه‌ی موتور به محیطی که می‌باشد در آن کار کند بستگی دارد. عوامل محیطی ممکن است موجب بروز اختلال در کار موتور می‌شود. از جمله‌ی این عوامل می‌توان به موارد مزاحم زیر اشاره کرد.

الف - گرد و غبار

ب - رطوبت

ج - گرما

د - احتمال وارد شدن ضربه

ه - ریختن مایعات

در شکل‌های ۱-۱۰۱، ۱-۱۰۲، ۱-۱۰۳ و ۱-۱۰۴ نمونه‌هایی از بدنه‌ی موتورها نشان داده شده است که نسبت به آب و گرد و غبار عایق هستند. علاوه بر بدنه به پایه و سیستم تهویه‌ی هوای داخل موتور نیز باید توجه داشت. استفاده از پایه‌ی لاستیکی لرزش و سر و صدای موتور را تا حد زیادی کاهش می‌دهد.

انتخاب سیستم حفاظتی مناسب

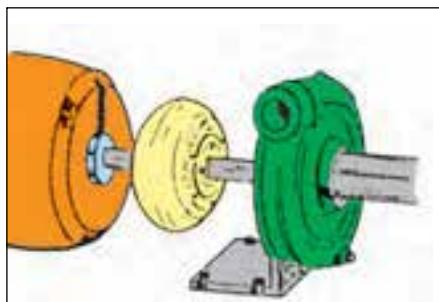
ضروری است برای هر موتور، حفاظت‌های الکتریکی مختلفی را پیش‌بینی کرد. این موارد به تفصیل در صفحات بعد بررسی خواهد شد.

انتخاب سیستم انتقال قدرت مناسب

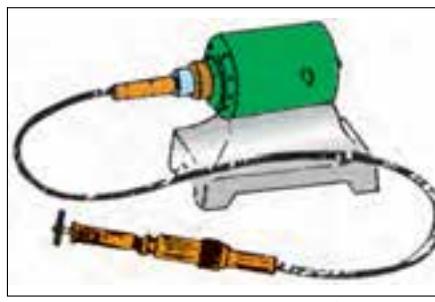
اگر موتوری را بخواهیم برای دستگاهی جای گزین و یا انتخاب کنیم حتماً باید به سیستم انتقال قدرت آن توجه داشته باشیم. برای انتقال قدرت دو نوع سیستم وجود دارد: I سیستم انتقال قدرت مستقیم II سیستم مبدل سرعت در صورتی که سرعت دستگاه با سرعت موتور یکی باشد از سیستم انتقال قدرت مستقیم می‌توان استفاده کرد. این کار با هم محور کردن رotor با محور دستگاه (کوپل کردن) به چهار صورت امکان‌پذیر است.

شکل ۱-۱۰۴- کوپلینگ لوله‌ای قابل انعطاف، شکل ۱-۱۰۵- کوپلینگ فلنجی، شکل ۱-۱۰۶- کوپلینگ فلنجی نرم و شکل ۱-۱۰۷- اشت فلنجی قابل انعطاف را نشان می‌دهد.

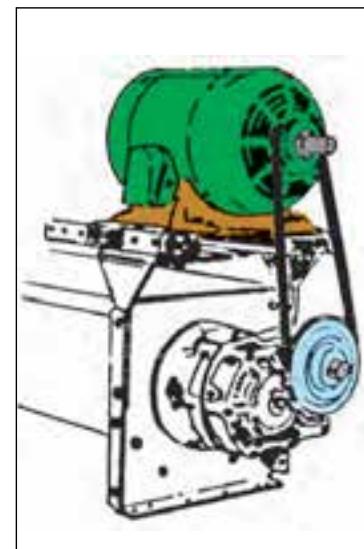
از سیستم مبدل سرعت، زمانی استفاده می‌شود که سرعت لازم برای وسیله‌ی مورد نظر با سرعت موتور انتخاب شده یکی نباشد. در این صورت با یکی از سه روش نشان داده شده در شکل‌های ۱-۱۰۸، ۱-۱۰۹ و ۱-۱۱۰ عمل تبدیل سرعت انجام می‌شود.



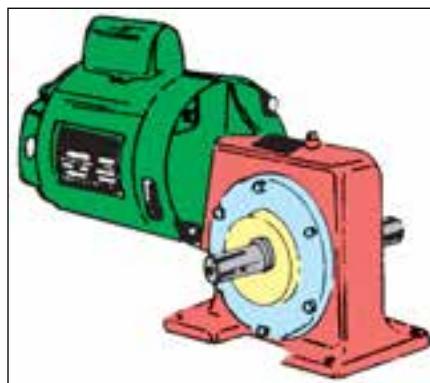
شکل ۱-۱۰۶- کوپلینگ فلنچی نرم



شکل ۱-۱۰۷- شفت قابل انعطاف



شکل ۱-۱۰۸- انتقال قدرت با پولی و تسمه



شکل ۱-۱۰۹- انتقال قدرت با چرخ و زنجیر (gearbox)



شکل ۱-۱۱۰- انتقال قدرت با چرخ و زنجیر

توضیح:



روش تغییر سرعت با تسمه و پولی از همه رایج تر و دارای محدودیت کمتر است.

۶- توصیه های مؤثر برای استفاده بینه ای از انرژی در موتورهای الکتریکی

جهت کاهش مصرف انرژی، انتخاب موتور باید بر مبنای بار نامی مورد نیاز صورت گیرد.

بسته به شرایط، هنگامی که موتور هیچ کار مفیدی انجام نمی دهد، می تواند تا ۵ درصد بار نامی جریان بکشد. این مطلب به ویژه در مورد موتورهایی که به



شکل ۱-۱۱۱

جعبه‌دنده و یا خط نقاله وصل شده‌اند صحت داشته و مجدداً بر لزوم برنامه‌ریزی صحیح برای زمان کار موتور تأکید می‌کند. بهترین عملکرد موتور در محدوده‌ی بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد بار نامی است.

از آن جا که موتورها در محیط خنک کارآیی بهتری دارند لازم است تا گرمای ایجاد شده توسط موتور به محیط انتقال یابد.

قابل ذکر است چنانچه دمای کار موتور از ۲۷ تا ۳۲ درجه سانتی گراد افزایش یابد، به میزان ۲ درصد به تلفات انرژی آن افزوده می‌شود.

موتورهای القایی دو نوع تلفات دارند: بخشی که با تغییر بار موتور تغییر می‌کند و بخش دیگر که ثابت است. تلفات نوع اول شامل تلفات سیم‌پیچی روتور و استاتور و تلفات نوع دوم شامل تلفات مکانیکی، (اصطکاک یاتاقان‌ها) و تلفات آهنی شامل تلفات هیسترزیس و فوکو در هسته استاتور و روتور است.

اگر بتوان با کاهش سرعت موتورهای سه‌فازی که بر روی پمپ‌ها و فن‌ها نصب می‌شود، سرعت سیال را کنترل کرد، صرفه‌جویی بسیاری حاصل می‌شود زیرا با کاهش سرعت پمپ، سرعت سیال به طور متناسب کم می‌شود در حالی که قدرت لازم برای فن یا الکتروموتورها با توان سوم سرعت کم می‌شود. این پتانسیل صرفه‌جویی در انرژی باعث کاربرد محرکه‌های دور متغیر شده است. دستیابی به ۸۰ درصد صرفه‌جویی در توان مصرفی، از این طریق امکان‌پذیر است.

معمولًا تعویض موتور، زمانی صورت می‌گیرد که تعمیر آن اقتصادی نباشد. به طور کلی مقایسه‌ی قیمت موتور جدید، هزینه‌ی تعمیرات متعدد و هزینه‌های ناشی از افزایش مصرف، معیارهای تعیین‌کننده‌ای برای زمان تعویض موتور خواهد بود.



شکل ۱-۱۱۲

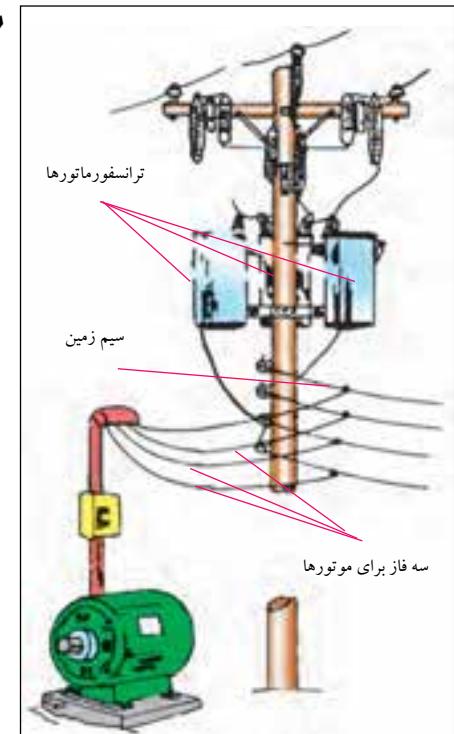
از جمله موارد کاهش انرژی مصرفی موتور، کم کردن تلفات آن است. برای کاهش تلفات مکانیکی، بازدید از یاتاقانها و روغن کاری آنها و برای کاهش تلفات سیم‌بندی، به کارگیری موتور در محدوده‌ی توان مجاز آن مؤثر است.

انتخاب موتورهایی با راندمان کاری خوب (با توجه به پلاک موتور) در کاهش میزان انرژی مصرفی مؤثر است.

۱-۷- برق رسانی به موتورهای الکتریکی

برق رسانی و راهاندازی موتورهای سه‌فاز از اهمیت خاصی برخوردار است. در انتخاب قطعاتی مانند فیوز، کلید، نوع سیم و سطح مقطع آن می‌بایست توجه خاص داشت چرا که در صورت انتخاب اشتباه هریک از موارد، احتمال وقوع حالات زیر است:

- عدم توانایی در راهاندازی 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 کن tact های کلید یا کنتاکتور 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.



شکل ۱-۱۱۳

۱-۸- انتخاب کابل

برای برق رسانی و راهاندازی موتورهای سه‌فاز معمولاً از کابل استفاده می‌شود.

انتخاب نوع و سطح مقطع هادی کابل به عوامل زیر بستگی دارد.

- قدرت مصرف کننده یا جریان مصرف کننده.
- فاصله‌ی مصرف کننده تا منبع انرژی الکتریکی (تابلو برق).
- نوع مصرف کننده (روشنایی یا موتوری).
- نوع جریان الکتریکی (جریان مستقیم – تک‌فاز یا سه‌فاز).
- چون هادی‌های به کار رفته در مدارهای الکتریکی، دارای مقاومت هستند



شکل ۱-۱۱۴

- در اثر عبور جریان از داخل آن‌ها افت ولتاژ ایجاد می‌شود.
- در انتخاب سیم یا کابل مناسب موارد زیر را در نظر بگیرید:
- جریان عبوری از کابل از جریان مجاز کابل کم‌تر باشد.
 - سطح مقطع طوری انتخاب شود که افت ولتاژ از حد مجاز تجاوز نکند.
 - هادی‌های انتخاب شده استحکام مکانیکی کافی داشته باشند.
- شکل ۱-۱۱۴ تصاویری از کابل‌های چندرشته‌ی افشار و مفتولی رانشان می‌دهد.

جدول ۱-۱۲ حداکثر افت ولتاژ بر حسب درصد در شبکه‌های ولتاژی مختلف را نشان می‌دهد.

در شبکه‌های DC یا AC (۳۸۰ / ۲۳۰)، مقدار درصد افت ولتاژ برای مصرف کننده‌های روشنایی، ۱/۵ درصد و برای مصرف کننده‌های موتوری ۳ درصد ولتاژ شبکه در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱-۱۲

ولتاز نامی شبکه	وضعیت شبکه	مشترک انشعاب	شبکه توزیع ۲۰kV	شبکه توزیع ۴۰۰V	پست ۴۰۰/۲۰kV	شبکه توزیع kV ۳۰
حداکثر افت ولتاژ	% ۱	% ۲	% ۳	% ۴	% ۱۰	



شکل ۱-۱۱۵

۱-۹- نکاتی چند در خصوص انتخاب فیوز

برای خطوط ساده که جریان مصرف کننده و فاصله آن تا تابلو کم است از فیوزهای ذوب شونده می‌توان استفاده کرد.

در شبکه‌های گسترده‌ی صنعتی بهتر است علاوه بر فیوزهای ذوب شونده از فیوزهای بی‌متالی یا مغناطیسی استفاده شود تا از خطر دوفاز شدن موتور در حین کار جلوگیری شود.

در صورت معلوم بودن کابل یا سیم، فیوز مدار نیز طوری انتخاب شود که مدار صدمه نبیند.

جریان نامی فیوزها براساس توان، ولتاژ و روش راه‌اندازی (مستقیم یا ستاره مثلث) تعیین شود.

جریان نامی تعیین شده‌ی فیوز براساس قدرت موتور هیچ‌گاه نباید از جریان نامی مجاز فیوز سری با آن بیش‌تر باشد.

جدول ۱-۱۳- شدت جریان مجاز در هر سیم مسی با پوشش عایقی (لاستیکی یا پلاستیکی) و فیوز مربوطه برای درجه حرارت محیط 25°C و برای سیم با عایق لاستیکی $T_L = 60^{\circ}\text{C}$ و برای سیم با عایق پلاستیکی

$$(U/u = 0.6/1\text{KV}) \Gamma_L = 7.0^{\circ}\text{C}$$

جدول ۱-۱۳

قطعه سیم mm'	گروه ۱		گروه ۲		گروه ۳	
	شدت جریان سیم	شدت جریان فیوز	شدت جریان سیم	شدت جریان فیوز	شدت جریان سیم	شدت جریان فیوز
	A	A	A	A	A	A
۰/۷۵	-	-	۱۳	۱۰	۱۶	۱۶
۱	۱۲	۱۰	۱۶	۱۶	۲۰	۲۰
۱/۵	۱۶	۱۶	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵
۲/۵	۲۱	۲۰	۲۷	۲۵	۳۴	۳۵
۴	۲۷	۲۵	۳۶	۳۵	۴۵	۵۰
۶	۳۵	۳۵	۴۷	۵۰	۵۷	۶۳
۱۰	۴۸	۵۰	۶۵	۶۳	۷۸	۸۰
۱۶	۶۵	۶۳	۸۷	۸۰	۱۰۴	۱۰۰
۲۵	۸۸	۸۰	۱۱۵	۱۰۰	۱۳۷	۱۲۵
۳۵	۱۱۰	۱۰۰	۱۴۳	۱۲۵	۱۶۸	۱۶۰
۵۰	۱۴۰	۱۲۵	۱۷۸	۱۶۰	۲۱۰	۲۰۰
۷۰	۱۷۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۲۴	۲۶۰	۲۵۰
۹۵	۲۱۰	۲۰۰	۲۶۵	۲۵۰	۳۱۰	۳۰۰
۱۲۰	۲۵۰	۲۵۰	۳۱۰	۳۰۰	۳۶۵	۳۵۵
۱۵۰	-	-	۳۵۵	۳۵۵	۴۱۵	۴۲۵
۱۸۵	-	-	۴۰۵	۳۵۵	۴۷۵	۴۲۵
۲۴۰	-	-	۴۸۰	۴۲۵	۵۶۰	۵۰۰
۳۰۰	-	-	۵۵۵	۵۰۰	۶۴۵	۶۰۰
۴۰۰	-	-	-	-	۷۷۰	۷۱۰
۵۰۰	-	-	-	-	۸۸۰	۸۵۰

گروه ۱ = سیم‌های عایق یک رشته‌ای در لوله مانند

گروه ۲ = سیم‌های کابل مانند چند رشته‌ای مثل سیم NyA و سیم لوله‌ای - سیم زرهی - سیم با روپوش سربی

گروه ۳ = سیم‌های یک رشته‌ای که آزادانه در هوا کشیده شده‌اند، در صورتی که فاصله دو سیم حداقل مساوی

قطر سیم باشد. سیم روی مقره - سیم‌های یک رشته‌ای مخصوص مصرف کنندگان متحرک



شکل ۱-۱۶

جدول ۱-۱۴- جریان قابل تحمل فیوزهای مینیاتوری

Cat Nos Depth 57mm	ظرفیت قطع کنندگی ● ۶... A according to NFC ۴۰۰ ۶۱ EEC ۱۹ ● ۱... A according to IEC ۱-۱۵۷	۴۰ C ³ - positions: On-Off-Trip Shielded terminals - capacity ۲۵ mm ²															
تک پل																	
(۱ Protected pole) ۴۱۵/۳۸۰-۲۴۰/۲۲۰ V~																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nominal rating (In)</th><th>No. of ۱۷,۵ mm modules</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۰۴۰۲۰</td><td>۱۰ A</td></tr> <tr> <td>۰۶۰۲۰</td><td>۱۶ A</td></tr> <tr> <td>۰۷۰۲۰</td><td>۲۰ A</td></tr> <tr> <td>۰۸۰۲۰</td><td>۲۵ A</td></tr> <tr> <td>۰۹۰۲۰</td><td>۳۲ A</td></tr> </tbody> </table>			Nominal rating (In)	No. of ۱۷,۵ mm modules	۰۴۰۲۰	۱۰ A	۰۶۰۲۰	۱۶ A	۰۷۰۲۰	۲۰ A	۰۸۰۲۰	۲۵ A	۰۹۰۲۰	۳۲ A			
Nominal rating (In)	No. of ۱۷,۵ mm modules																
۰۴۰۲۰	۱۰ A																
۰۶۰۲۰	۱۶ A																
۰۷۰۲۰	۲۰ A																
۰۸۰۲۰	۲۵ A																
۰۹۰۲۰	۳۲ A																
دو پل																	
(۲ Protected poles) ۳۸۰/۴۱۵/V~																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>۰۲۰۳۴</td><td>۱۰ A</td><td>۲</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۳۵</td><td>۱۶ A</td><td>۲</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۳۶</td><td>۲۰ A</td><td>۲</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۳۷</td><td>۲۵ A</td><td>۲</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۳۸</td><td>۳۲ A</td><td>۲</td></tr> </tbody> </table>			۰۲۰۳۴	۱۰ A	۲	۰۲۰۳۵	۱۶ A	۲	۰۲۰۳۶	۲۰ A	۲	۰۲۰۳۷	۲۵ A	۲	۰۲۰۳۸	۳۲ A	۲
۰۲۰۳۴	۱۰ A	۲															
۰۲۰۳۵	۱۶ A	۲															
۰۲۰۳۶	۲۰ A	۲															
۰۲۰۳۷	۲۵ A	۲															
۰۲۰۳۸	۳۲ A	۲															
سه پل																	
(۳ Protected poles) ۳۸۰/۴۱۵/V~																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>۰۲۰۴۹</td><td>۱۰ A</td><td>۳</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۵۰</td><td>۱۶ A</td><td>۳</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۵۱</td><td>۲۰ A</td><td>۳</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۵۲</td><td>۲۵ A</td><td>۳</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۵۳</td><td>۳۲ A</td><td>۳</td></tr> </tbody> </table>			۰۲۰۴۹	۱۰ A	۳	۰۲۰۵۰	۱۶ A	۳	۰۲۰۵۱	۲۰ A	۳	۰۲۰۵۲	۲۵ A	۳	۰۲۰۵۳	۳۲ A	۳
۰۲۰۴۹	۱۰ A	۳															
۰۲۰۵۰	۱۶ A	۳															
۰۲۰۵۱	۲۰ A	۳															
۰۲۰۵۲	۲۵ A	۳															
۰۲۰۵۳	۳۲ A	۳															
چهار پل																	
(۴ Protected poles) ۳۸۰/۴۱۵V~																	
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>۰۲۰۷۹</td><td>۱۰ A</td><td>۴</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۸۰</td><td>۱۶ A</td><td>۴</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۸۱</td><td>۲۰ A</td><td>۴</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۸۲</td><td>۲۵ A</td><td>۴</td></tr> <tr> <td>۰۲۰۸۳</td><td>۳۲ A</td><td>۴</td></tr> </tbody> </table>			۰۲۰۷۹	۱۰ A	۴	۰۲۰۸۰	۱۶ A	۴	۰۲۰۸۱	۲۰ A	۴	۰۲۰۸۲	۲۵ A	۴	۰۲۰۸۳	۳۲ A	۴
۰۲۰۷۹	۱۰ A	۴															
۰۲۰۸۰	۱۶ A	۴															
۰۲۰۸۱	۲۰ A	۴															
۰۲۰۸۲	۲۵ A	۴															
۰۲۰۸۳	۳۲ A	۴															

با استفاده از جدول ۱-۱۳ علاوه بر فیوز مناسب جهت راهاندازی موتور می توان سطح مقطع کابل را نیز تعیین کرد. توصیه می شود برای مسیرهای طولانی از محاسبهای را بر اساس سطح مقطع پیشنهادی انجام دهید تا فلت و لثاث کمتر از مقدار مجاز (%) باشد.

فیوز مناسب موتورهای آسنکرون روتور قفسی که به طور مستقیم به شبکه وصل می شوند می بایست از نوع کند کار بوده و جریان نامی فیوز انتخاب شده می تواند ۱/۵ یا ۲/۵ برابر جریان نامی موتور باشد.

برای موتورهای آسنکرون روتور سیم پیچی نیز باید از فیوز کند کار با جریان انتخابی برابر یک تا ۱/۵ برابر جریان نامی موتور استفاده کرد.

در مدارهایی که از ترانسفورماتور استفاده شده است برای حفاظت در مقابل اتصال کوتاه و در مدار سیم پیچ اولیه می توان فیوزی با جریان نامی حدود ۲ برابر جریان نامی موتور و در مدار ثانویه از فیوزی با جریان نامی برابر جریان نامی موتور استفاده کرد.

برای حفاظت مدارهایی که در آنها خازن قرار می گیرد از فیوزی با ۱/۵ برابر جریان نامی خازن استفاده می شود.

۱-۱-آشنایی با کلیدهای دستی سه فاز

از کلیدها برای قطع و وصل مصرف کننده‌ها در شبکه‌های الکتریکی استفاده می‌شود. کلیدها براساس نیرویی که سبب عملکرد آن‌ها می‌شود به دو دسته‌ی «ساده» و «مرکب» تقسیم می‌شوند:

کلیدهای ساده به کلیدهایی گفته می‌شود که برای تغییر حالت، احتیاج به انرژی مکانیکی دارند. مانند کلیدهای یک پل و دوپل یا سه‌فاز (شکل ۱-۱۷).



شکل ۱-۱۷

کلیدهای مرکب برای تغییر حالت احتیاج به یک انرژی واسطه‌ای مانند انرژی الکتریکی یا الکترومغناطیسی دارند. از جمله‌ی این کلیدها می‌توان به رله‌های مغناطیسی و کنتاکتورها اشاره کرد (شکل ۱-۱۸).

کلیدهای ساده خود به دو دسته‌ی لحظه‌ای و دائم کار تقسیم می‌شوند. به کلیدهایی که با اعمال نیروی مکانیکی عمل می‌کنند و با قطع نیرو، به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردند، کلیدهای «لحظه‌ای» گفته می‌شود. شستی‌ها از جمله‌ی این کلیدها هستند (شکل ۱-۱۹).

کلیدهای دائم کار پس از قطع نیروی مکانیکی وارد بر آن‌ها به حالت اولیه برنمی‌گردند. این قبیل کلیدها به صورت‌های «اهرمی»، «غلتکی» و «زبانه‌ای» وجود دارند (شکل ۱-۱۰).



شکل ۱-۱۸



شکل ۱-۱۹



شکل ۱-۱۰

۱-۱-کلید دستی سه فاز اهرمی ساده

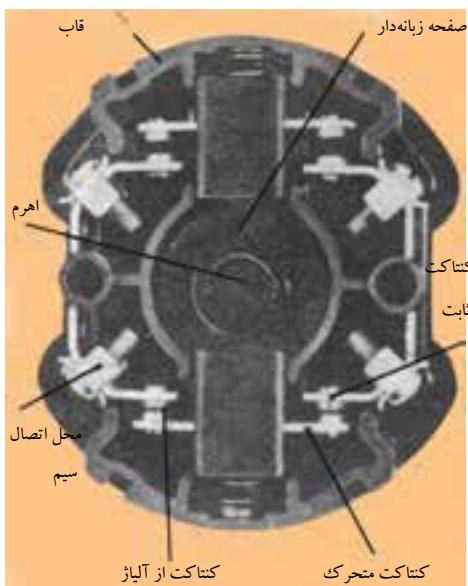
این کلید از جمله ساده‌ترین نوع کلیدها است. در ساختمان داخلی آن از یک سری کنتاکت‌های ثابت استفاده شده که در بین این کنتاکت‌های یک تیغه‌ی متحرک قرار گرفته و با وارد شدن نیروی خارجی به اهرم آن، تیغه حرکت کرده و ارتباط بین دو طرف کلید را برقرار می‌کند. این کلیدها را معمولاً تحت عناوین «کلیدهای چاقویی» و یا «کلیدهای کاردی» می‌شناسند. از آنجایی که در لحظه‌ی قطع و یا وصل کلید، بین دو کنتاکت، جرقه تولید می‌شود و از طرف دیگر چون قسمت محافظ مناسب (جرقه‌گیر) در این کلیدها پیش‌بینی شده است.



شکل ۱-۱۲۱



شکل ۱-۱۲۲



شکل ۱-۱۲۳

براساس استانداردهای معتر، استفاده از آن‌ها مجاز نمی‌باشد، ولی در موارد کمی از این کلیدها برای قطع و وصل مدارهای جریان کم استفاده می‌شود. نوع سه‌فاز این کلید دارای ۶ پیچ است که سه پیچ آن برای ورودی و سه پیچ دیگر برای خروجی استفاده می‌شود. کلید اهرمی ساده دارای دو حالت قطع (O) و وصل (I) است.

در این نوع کلیدها مجموعه‌ی تیغه‌ها در داخل یک قاب قرار دارند تا حفاظت بیشتری شده باشد.

شکل‌های ۱-۱۲۱ و ۱-۱۲۲ به ترتیب، نمونه‌هایی از کلید اهرمی تک‌فاز و سه‌فاز را نشان می‌دهند.

۱-۱۲- کلید دستی سه فاز زبانه‌ای ساده

ساختمان داخلی این کلیدها را در شکل ۱-۱۲۳ مشاهده می‌کنید. اجزای این کلید و وظایف هر کدام عبارت است از:

— قاب: حفاظت کننده‌ی اجزای داخلی کلید

— فنر: ایجاد کننده‌ی نیروی مخالف جهت بازگشت به حالت اولیه

— اهرم: انتقال دهنده‌ی نیروی مکانیکی خارجی به کلید

— صفحه‌ی زبانه‌دار: صفحه‌ی متحرکی که با گردش حول محور خود حالت کلید را عوض می‌کند.

— کنتاکت‌های ثابت: از این کنتاکت‌ها به صورت ثابت روی بدنه‌ی کلید به عنوان ورودی و خروجی جریان استفاده می‌شود.

— کنتاکت‌های متحرک: پلاتین‌هایی از جنس آلیاژ نقره‌اند و بر روی تکیه‌گاه سوار می‌شوند و توسط حرکت صفحه‌ی زبانه‌دار بالا و پایین رفته و مدار را وصل یا قطع می‌کنند.

طرز کار این کلید بدین صورت است که با چرخاندن اهرم، صفحه‌ی زبانه‌دار تغییر وضعیت می‌دهد و در فضای داخل استوانه می‌چرخد. چون روی صفحه‌ی متحرک، برجستگی و فرورفتگی‌هایی وجود دارد. بر اثر گردش اهرم این صفحه حرکت می‌کند و زبانه‌هایی را بالا و پایین می‌برد. زبانه‌ی مزبور کنتاکت‌های متحرک را به کنتاکت‌های ثابت وصل و یا آن‌ها را از هم جدا می‌کند. با تغییر در تعداد و یا محل زبانه‌های روی صفحه‌ی زبانه‌دار، می‌توان در کلیدهای زبانه‌ای تغییراتی ایجاد کرد و کلید را برای کاربردهای مختلف ساخت.

نمونه‌ی گردان این کلیدها را در شکل ۱-۱۲۴ و نمونه‌ی اهرمی آن را که به «کلید چدنی» نیز معروف است در شکل ۱-۱۲۵ مشاهده می‌کنید.

امروزه به دلیل ساختمان ساده، قیمت مناسب، عمر طولانی و تنوع در عملکرد، کلیدهای زبانه‌ای در سطح وسیعی تولید و به کار گرفته می‌شوند. قبل اشاره کردیم که کلیدهای چاقویی (اهرمی) به دلیل اینمنی پایین نامطلوب هستند و نیز کلیدهای غلتکی از چرخه‌ی تولید خارج شده‌اند به همین دلیل در این کتاب کارهای عملی مربوط به کلیدهای دستی با استفاده از کلیدهای زبانه‌ای مطرح شده است.

در شکل ۱۲۶–۱ تصویر انواع مختلف کلید زبانه‌ای گردان را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۱۲۴

در کاتالوگ کلیدهای زبانه‌ای، اغلب با شکل‌هایی وضعیت قرار گرفتن تیغه‌ها و جدول‌های وضعیت‌های کاری کلید نشان داده می‌شود.

در شکل‌های ۱-۱۲۷ و ۱-۱۲۸ دو نمونه از این جدول‌های وضعیت‌ها نشان داده شده است. در این جدول‌ها علامت X داخل هر کادر نشان‌دهنده مربع شکل، نشان‌دهنده مشخص می‌کند که کدام یک از کنتاکت‌ها به یکدیگر وصل می‌شوند.



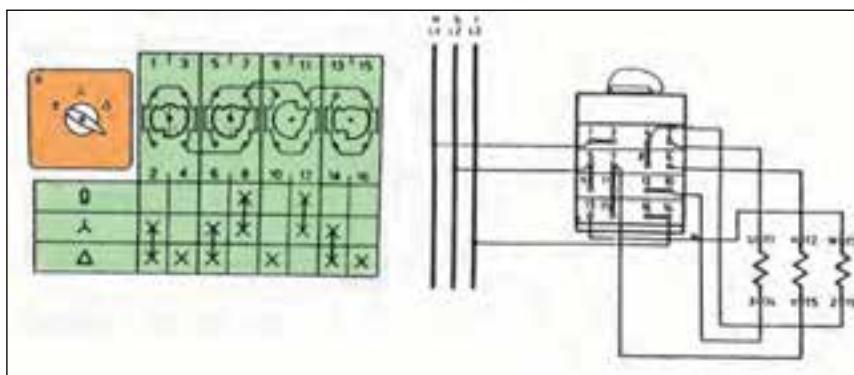
شکل ۱-۱۲۵

شکل ۱-۱۲۹ تصویر گسترده اجزای یک نمونه کلید گردان (تابلویی) را نشان می‌دهد. از این شکل برای بستن کلید بر روی تابلو می‌توان استفاده کرد. زیرا مراحل سوار کردن قسمت‌های مختلف کلید بر روی هم را نشان می‌دهد.

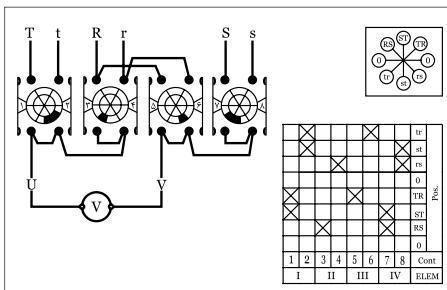
در شکل ۱-۱۳۰ تصاویر نمونه‌های از کلیدهای زبانه‌ای گردان که در زمینه‌های مختلف کاربرد دارند را مشاهده می‌کنید.



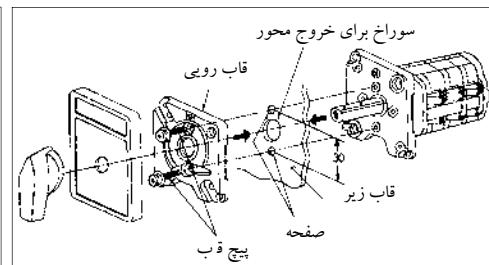
شکل ۱-۱۲۶



شکل ۱-۱۲۷- کلیدستاره مثلث



شکل ۱-۱۲۸- کلیدستاره مثلث



شکل ۱-۱۲۹- تصویر گسترده کلید

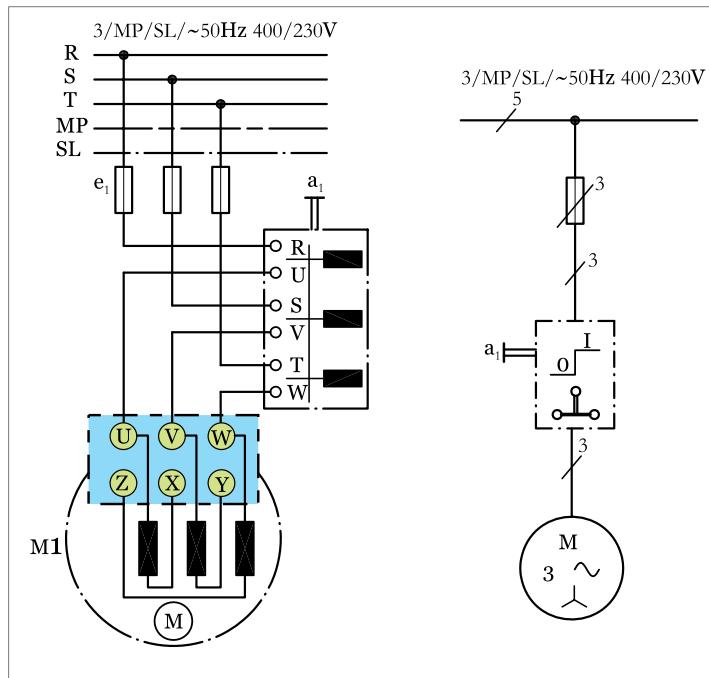


شکل ۱-۱۳۰-۱. تصویر ظاهری
دو نمونه کلید زبانه‌ای گردان

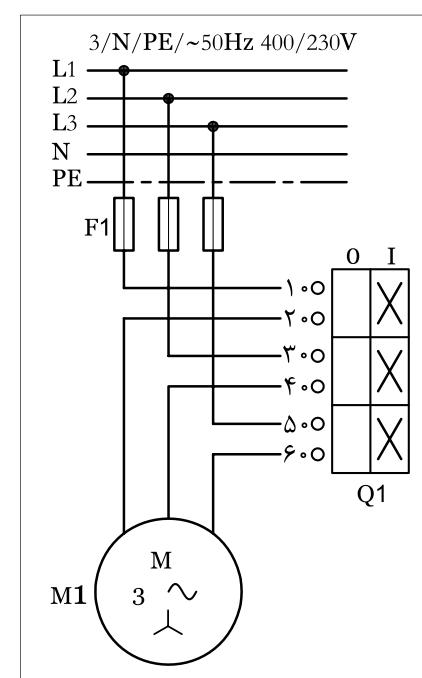
۱۳-۱- مدار راه اندازی موتور سه فاز با کلید زبانه‌ای ساده

مدار راه اندازی یک موتور سه فاز به وسیله‌ی کلید اهرمی ساده (I-O) زبانه‌ای در استاندارد VDE مطابق شکل ۱۳۱-۱ است.

در استاندارد IEC کلید زبانه‌ای سه‌فاز ساده به صورت شکل ۱۳۲-۱ نشان داده می‌شود. لازم به ذکر است در استاندارد IEC نوع کلید از روی شمای آن مشخص نبوده نمی‌باشد، ضمناً سه‌فاز و نول را با علامات L₁, L₂, L₃ و N شان داده می‌شوند.



شکل ۱۳۱-۱- اتصال موتور سه فاز به شبکه به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای سه فاز ساده



شکل ۱۳۲-۱- شمای کلید زبانه‌ای در استاندارد IEC

تذکر:



- از مریان عزیز تفاضامی شود که در ابتدای هر کار عملی، موارد زیر را به کارآموzan یادآور شوند.
- ۱- چون ولتاژ کار مدار زیاد است و احتمال برق گرفتگی شدید وجود دارد همیشه در ضمن توضیح هر کار عملی تذکرات لازم در خصوص رعایت نکات اینمی بیان شود.
 - ۲- فاصله‌های مناسب برای نصب (مونتاژ) قطعات روی تابلو برق را با توجه به امکانات موجود تعیین کنید. سعی شود فاصله‌های بین قطعات در کارهای مشابه مساوی باشد تا کارآموzan بتوانند از سیم‌ها و کابل‌های بریده شده در کارهای مختلف استفاده کنند.
 - ۳- به کارآموzan تذکرهای لازم پیرامون حفظ و نگهداری قطعات، ابزار کار و همچنین بریدن و باز کردن سیم‌ها و کابل‌ها داده شود تا ضایعات و تلفات کمتری در سیم و کابل داشته باشند.



ساعات آموزشی

نظری	عملی	جمع

۱-۱۴ کار عملی (۲)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز ساده زبانه ای (نوع گردان یا تابلویی)

وسایل و تجهیزات موردنیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول مقابل استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	m۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

تذکر:

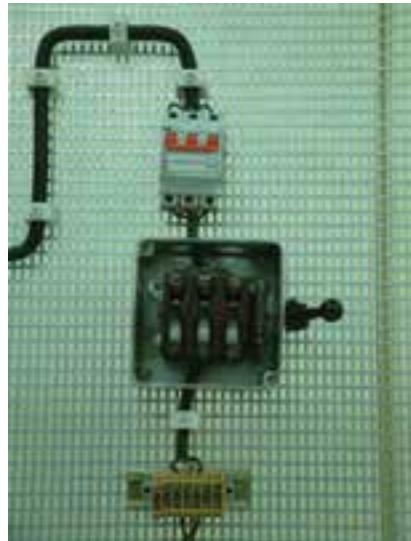


کلید تابلوی مورد استفاده برای انجام کار بایستی قبل در داخل قوطی یا روی پایه مناسب نصب شود.

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعت کار عملی محسوب شده است.

۱-۱۴-۱- نکات حفاظتی و اجرایی

- قبل از وصل کلید، تمامی سیم‌هایی که زیر پیچ‌ها قرار داده‌اید را مورد بازبینی قرار دهید تا کاملاً زیر پیچ بوده و با تابلو ارتباط نداشته باشد (شکل ۱-۱۳۳-a).



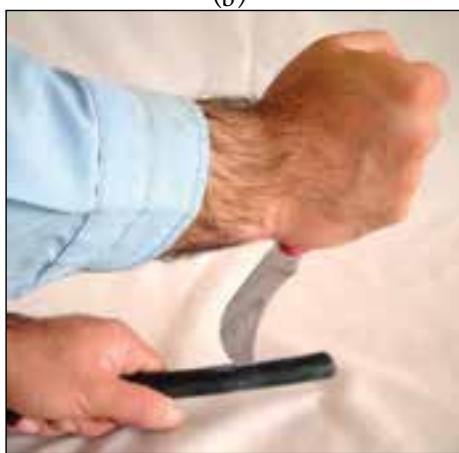
(a)



(b)



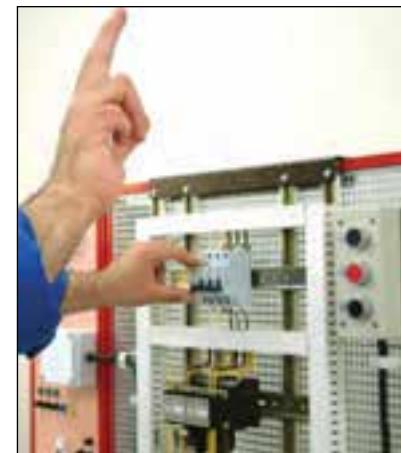
(c)



(d)



(e)



(f)

شکل ۱-۱۳۳

۱-۱۴-۲-مراحل اجرای کار

وسایل و قطعات مدار را مطابق شکل ۱-۱۳۴ روی تابلو نصب کنید.



شکل ۱-۱۳۴-۱-نمای تابلو و قطعات نصب شده روی آن

در نصب وسایل دقت کنید، کابل بین قطعات، مسیر مستقیم داشته باشد تا بتوان از محل های ورودی و خروجی کلید به راحتی از کابل انشعاب گرفته و اتصال داد (شکل ۱-۱۳۵).

با استفاده از نقشه‌ی داده شده در شکل ۱-۱۳۲ سیم‌های کابل را مطابق شکل ۱-۱۳۶ به پیچ‌های ورودی فیوز مینیاتوری سه‌فاز وصل و از پیچ‌های خروجی فیوز سه‌فاز اصلی را به پیچ‌هایی از کلید که با حروف L₁, L₂, L₃ و R, S, T مشخص شده‌اند وصل کنید.

پیچ‌هایی از کلید که با حروف U₁, U₂, U₃ و W₁, W₂, W₃ مشخص شده‌اند را به سه سر U, V, W یا U, V, W کلاف‌های موتور مطابق شکل ۱-۱۳۷ وصل کنید.



شکل ۱-۱۳۵-۱-نمای قطعات نصب شده روی تابلو

تخته کلم موتور را بررسی کنید تا انتهای کلاف‌های موتور مطابق شکل ۱-۱۳۸ به صورت ستاره وصل شده باشند.

فیوز مینیاتوری را وصل کنید. کلید را در حالت وصل قرار دهید و کار کرد موتور در حالت ستاره را مشاهده کنید.

مشخصات وسایلی که در این مدار به کار برده‌اید را در جدول ۱-۱۵ بنویسید.



شکل ۱-۱۳۶-نمای قطعات نصب شده با کابل ورودی برق

جدول ۱-۱۵

ردیف	نام وسیله یا قطعه	مشخصات
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		

تمرین

نقشه‌ی مونتاژ وسایل مدار و نقشه‌ی اتصال موتور به کلید در استاندارد قدیم IEC را در دفتر گزارش کار رسم کنید.



شکل ۱-۱۳۷-۱-نمای قطعات نصب شده به همراه کابل و موتور متصل شده



شکل ۱-۱۳۸



شکل ۱-۱۳۹



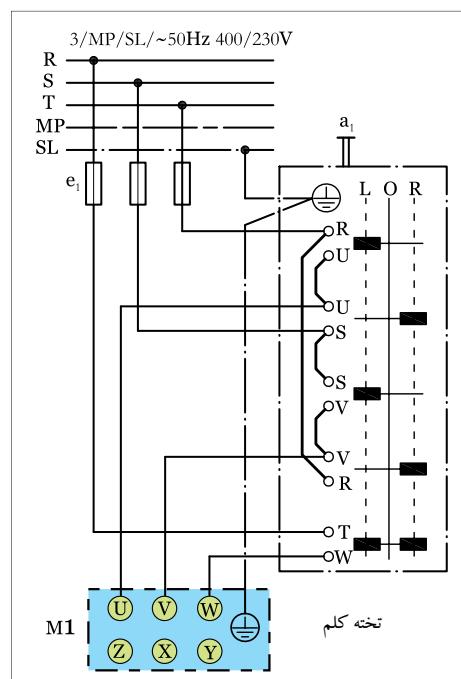
شکل ۱-۱۴۰

۱-۱۵ - کلید دستی سه فاز چپ گرد — راست گرد زبانه ای

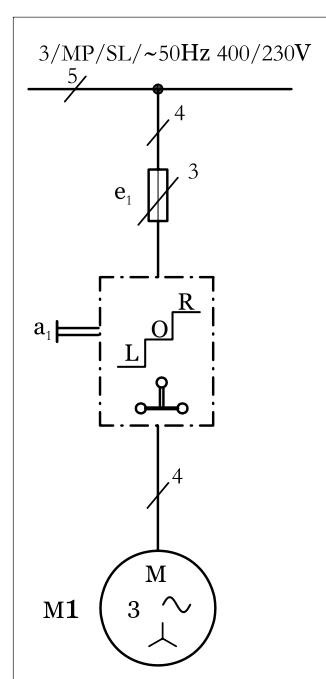
همان طوری که در قسمت کلیدهای ساده اصول کار کلید زبانه ای توضیح داده شد، در این کلید نیز مشابه کلید زبانه ای ساده در اثر چرخاندن اهرم، صفحه زبانه دار، تغییر وضعیت می دهد و در این صورت بر اثر قرار گرفتن فرو رفتگی ها و برجستگی ها جلوی پایه های پلاتین های تیغه هایی بسته یا باز می شوند در شکل a-۱۴۱ شماتی حقيقی کلید چپ گرد — راست گرد زبانه ای در استاندارد (VDE) نشان داده شده است. در وضعیت R کلید، سه فاز S، R و T شبکه به ترتیب به ترمینال های V، U و W موتور وصل می شوند و موتور در جهت راست گرد است. در وضعیت L کلید جای دو فاز R و S روی ترمینال های موتور با هم عوض شده و موتور در جهت چپ می چرخد. در وضعیت صفر، کلید موتور خاموش است. در شکل b-۱۴۱ شماتی فنی مدار کلید چپ گرد — راست گرد زبانه ای را مشاهده می کنید.

شکل ۱-۱۳۹-۱ تصویر واقعی یک کلید زبانه ای تابلویی و شکل ۱-۱۴۰ تصویر کلید زبانه ای روکار را نشان می دهد.

شماتی حقيقی مدار کلید چپ گرد — راست گرد زبانه ای در استاندارد IEC به صورت شکل ۱-۱۴۲ است. همان گونه که در شکل مشخص شده در وضعیت (۱) کلید، ترمینال های ۱، ۳ و ۵ به ترتیب به ترمینال های ۲، ۴ و ۶ و سه فاز L۱، L۲ و L۳ شبکه به ترمینال های U۱، V۱ و W۱ موتور متصل شده و موتور به صورت راست گرد به گردش درمی آید.

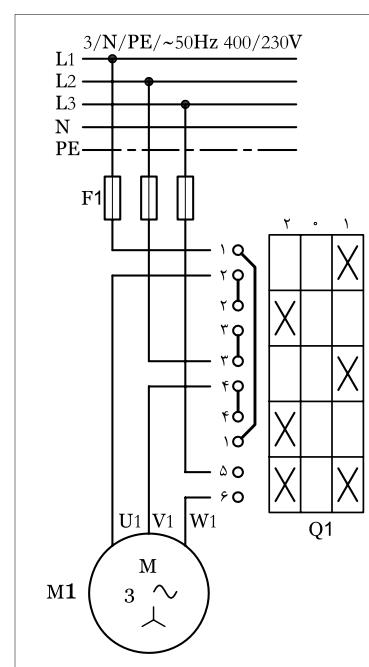


(a) شماتی حقيقی



(b) شماتی فنی مدار

در شکل ۱-۱۴۱-۱ مدار کلید چپ گرد و راست گرد زبانه ای در استاندارد (VDE)



در شکل ۱-۱۴۲-۱ شماتی حقيقی مدار کلید چپ گرد و راست گرد زبانه ای در استاندارد (IEC)



ساعات آموزشی

نظری	عملی	جمع

۱۶- کار عملی (۳)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز چپ گرد- راست گرد زبانه ای تابلویی (گردن)

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسائل معرفی شده در جدول مقابل استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	m۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

تذکرہ:



کلید تابلوی مورد استفاده برای انجام کار بایستی قبل از دخول قوطی یا روی پایه مناسب نصب شود.

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.



شکل ۱-۱۴۳

۱-۱۶-۱- مراحل اجرای کار

وسایل و قطعات مدار را مطابق شکل ۱-۱۴۳ روی تابلو نصب کنید.

در نصب وسایل دقت کنید که کابل بین قطعات، مسیر مستقیم داشته باشد تا بتوان از محل های ورودی و خروجی کلید به راحتی کابل را انشعب گرفته و اتصال داد (شکل ۱-۱۴۴).

با استفاده از نقشه داده شده در شکل ۱-۱۳۸ سیم های کابل را مطابق شکل ۱-۱۴۵ به پیچ های ورودی فیوز مینیاتوری سه فاز وصل کنید و از پیچ های خروجی فیوز سه فاز اصلی را به پیچ هایی از کلید که با حروف U، V، W و L_۱ یا S، R و T مشخص شده اند وصل کنید.

پیچ هایی از کلید که با حروف U_۱، V_۱ و W_۱ یا U، V و W مشخص شده اند را به سه سر U_۱، V_۱ و W_۱ یا U، V و W کلاف های موتور مطابق شکل ۱-۱۴۶ وصل کنید.

تخته کلم موتور را بررسی کنید تا انتهای کلاف های موتور مطابق شکل ۱-۱۴۷ به صورت مثلث وصل شده باشند.

فیوز مینیاتوری را وصل کنید. کلید را در حالت راست گرد (R یا ۱) قرار فرار داده و وضعیت کار کرد و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید.

کلید را به حالت اول باز گردانید و سپس در حالت چپ گرد (L یا ۲) قرار دهید و وضعیت کار و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت قطع (O) قرار دهید.

مشخصات وسایلی که در این مدار به کار برده اید را در جدول ۱-۱۶ بنویسید.



شکل ۱-۱۴۴



شکل ۱-۱۴۵



شکل ۱-۱۴۶

جدول ۱-۱۶

ردیف	نام وسیله یا قطعه	مشخصات
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		

تمرین

نقشه مونتاژ وسایل مدار و نقشه اتصال موتور به کلید در استاندارد قدیم و IEC را در دفتر گزارش کار رسم کنید.

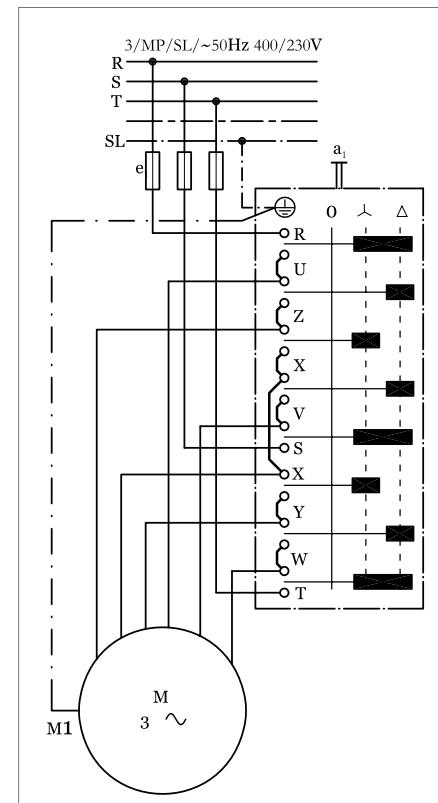
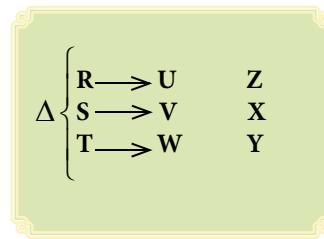
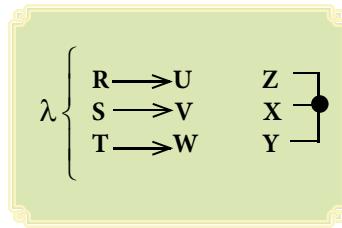


شکل ۱-۱۴۷

۱-۱۷- کلید دستی ستاره — مثلث زبانه‌ای

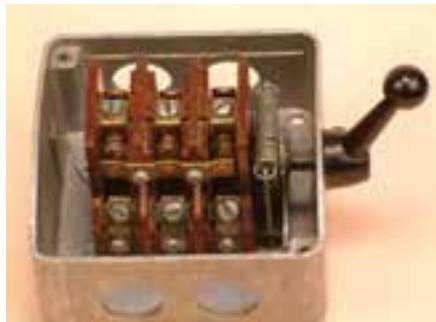
در شکل (a) شمای حقیقی کلید زبانه‌ای ستاره مثلث در استاندارد VDE مشاهده می‌شود. هر گاه کلید را یک مرحله حرکت دهیم تا از وضعیت صفر درآید و در وضعیت ستاره قرار گیرد یک سری زبانه‌ها (پلاتین‌ها) به سمت جلو حرکت می‌کند و تعدادی از پیچ‌های کلید را به یکدیگر اتصال می‌دهد. به همین ترتیب اگر کلید در وضعیت مثلث قرار گیرد این حالت برای برخی پیچ‌ها به صورت اتصال‌های جدید اتفاق می‌افتد ولی در برخی پیچ‌های کلید، عمل قطع صورت نمی‌گیرد بلکه در حالت دوم نیز عمل اتصال مجدد تکرار می‌شود.

شکل (b) شمای فنی کلید زبانه‌ای ستاره مثلث نشان داده شده است.



(a) نقشه (شمای) حقیقی

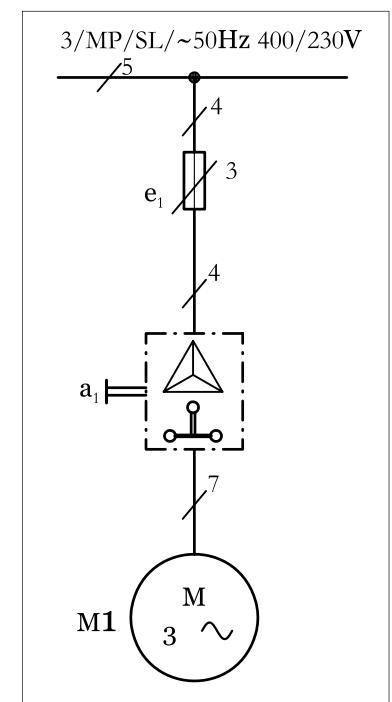
در شکل ۱-۴۹ تصویر واقعی کلید ستاره مثلث زبانه‌ای (نوع بدنه‌ی چدنی) و در شکل ۱-۱۵۰ تصویر یک نمونه کلید ستاره مثلث (نوع تابلویی) را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۱۴۹



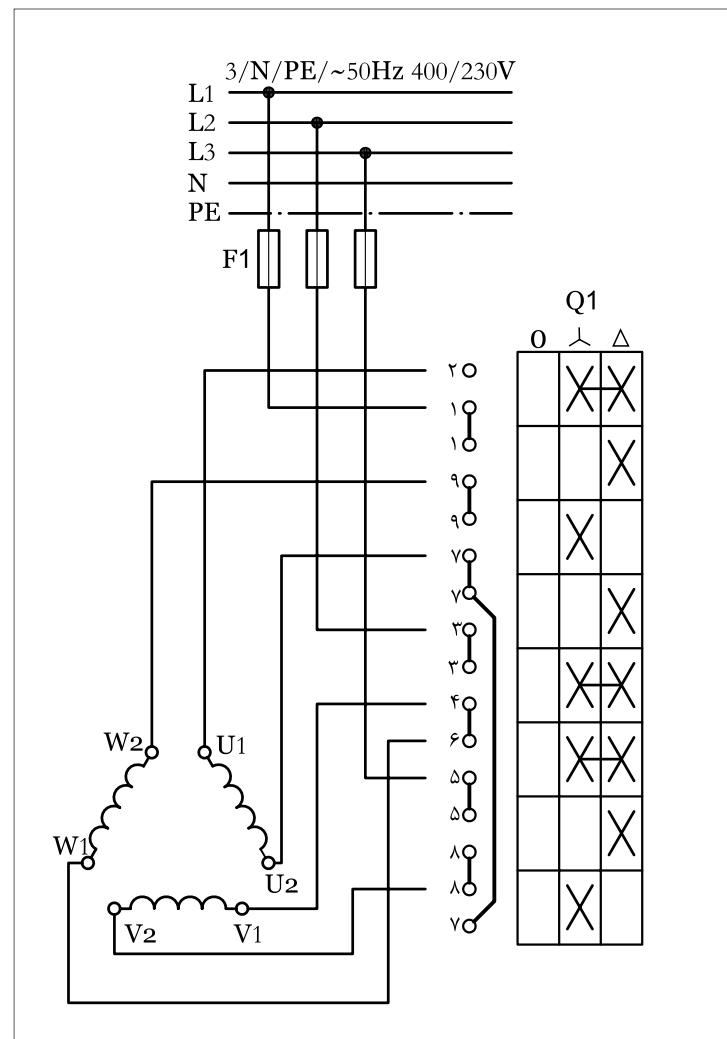
شکل ۱-۱۵۰



(b) نقشه (شمای) فنی

کلید ستاره مثلث در استاندارد جدید (IEC) به صورت شکل ۱-۱۵۱ است. خطوطی که به صورت افقی مرکز، دو ضربدر هر ستون را در کلید به هم وصل می‌کند نشان‌دهنده‌ی آن است که آن زبانه‌ی کلید در هر دو حالت وصل قرار دارد و با تغییر وضعیت، کلید قطع نمی‌شوند.

شکل ۱-۱۴۸



شکل ۱-۱۵۱

$$\lambda \left\{ \begin{array}{l} L_1 \rightarrow U_1 \\ L_2 \rightarrow V_1 \\ L_3 \rightarrow W_1 \end{array} \right. \quad W_2 \quad \left. \begin{array}{l} U_2 \\ V_2 \\ W_2 \end{array} \right. \quad \Delta \left\{ \begin{array}{l} L_1 \rightarrow U_1 \rightarrow W_2 \\ L_2 \rightarrow V_1 \rightarrow U_2 \\ L_3 \rightarrow W_1 \rightarrow V_2 \end{array} \right.$$

ساعات آموزشی		
نظری	عملی	جمع

۱-۱۸ کار عملی (۴)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز ستاره مثلث زبانه‌ای تابلویی

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول مقابل استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	m۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

تذکرہ:



کلید تابلوی مورد استفاده برای انجام کار بایستی قبلًا در داخل قوطی یا روی پایه مناسب نصب شود.

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.



شکل ۱-۱۵۲



شکل ۱-۱۵۳



شکل ۱-۱۵۴



شکل ۱-۱۵۵

۱-۱۸-۱- مراحل اجرای کار

وسایل و قطعات مدار را مطابق شکل ۱-۱۵۲ روی تابلو نصب کنید.
در نصب وسایل دقت کنید که کابل بین قطعات، مسیر مستقیم داشته باشد
تا بتوان از محل های ورودی و خروجی کلید به راحتی کابل را انشعاب گرفته
و اتصال داد (شکل ۱-۱۵۳).

با استفاده از نقشه‌ی داده شده شکل ۱-۱۵۱ سیم‌های کابل را مطابق شکل
۱-۱۵۴ به پیچ‌های ورودی فیوز مینیاتوری سه‌فاز وصل کنید و از پیچ‌های
خروجی فیوز، سه‌فاز اصلی را به پیچ‌هایی از کلید که با حروف L_1 , L_2 و L_3
 S , R و T مشخص شده‌اند وصل کنید.

پیچ‌هایی از کلید که با حروف U_1 , V_1 و W_1 (یا U_2 , V_2 و W_2) و
(یا x , y و Z) مشخص شده‌اند را به پیچ‌هایی همنام خود روی تخته کلم وصل کنید.
(شکل ۱-۱۵۵).



توجه: تخته کلم موتور را بررسی کنید تا توسط تسمه‌های مسی به صورت
ستاره یا مثلث ثابت وصل نباشد.

فیوز را وصل کنید. کلید را ابتدا در حالت قرار داده و شرایط کاری، سرعت
و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید.

سپس کلید را در وضعیت قرار دهید و شرایط کاری، سرعت و جهت
حرخش موتور را مشاهده کنید.

کلید را در وضعیت قطع (O) قرار دهید.

مشخصات وسایل به کار رفته در مدار را در جدول ۱-۱۷ بنویسید.

جدول ۱-۱۷

ردیف	نام وسیله یا قطعه	مشخصات
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		

تمرین

نقشه‌ی مونتاژ وسایل مدار و نقشه‌ی اتصال موتور به کلید در استاندارد IEC
را در دفتر گزارش کار رسم کنید.

ساعت آموزشی		
نظری	عملی	جمع

۱-۱۹ کار عملی (۵)

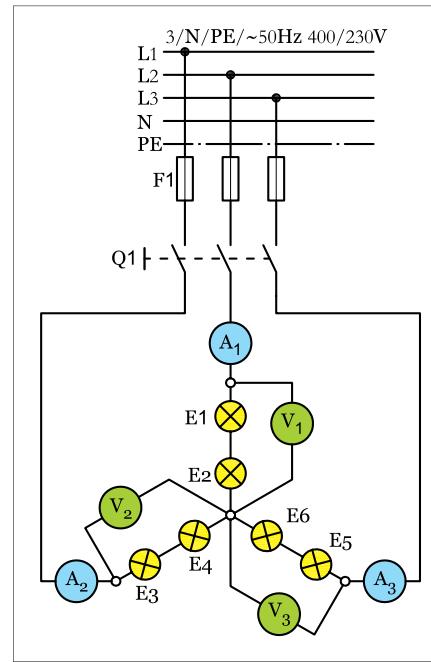


هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره متعادل و نا متعادل

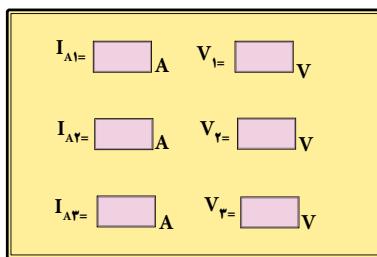
وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار	
۶ عدد	-	سپیچ لامپ	
۶ عدد	E	لامپ رشتہای ۱۰۰W	
از هر کدام ۱ عدد	E	لامپ رشتہای ۶۰W, ۱۵۰W	
۱ عدد	F1	فیوز مینیاتوری سه‌فاز	
۱ عدد	Q1	کلید سه‌فاز قطع و وصل زبانه‌ای	
۳ عدد	A	آمپر متر باحداکثر ۵A رنج	
۳ عدد	V	ولت متر باحداکثر ۵۰۰V رنج	

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می باید. این زمان عملا جزء ساعت‌های کار عملی محسوب شده است.



شکل ۱-۱۵۶

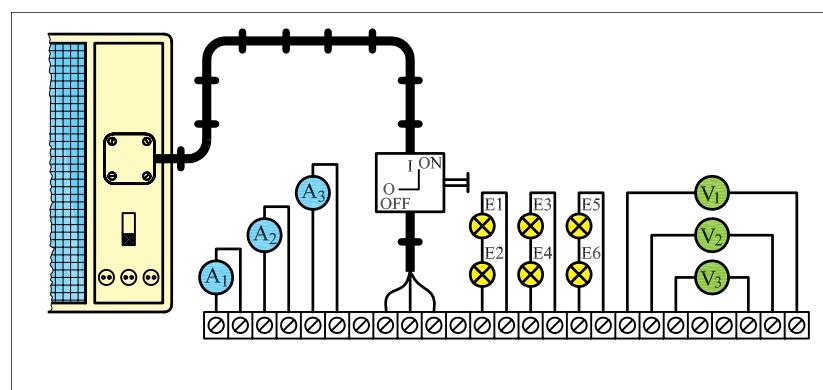


۱-۱۹-۱ - مراحل اجرای کار الف — اتصال ستاره متعادل

مرحله I

مدار شکل ۱-۱۵۶ را با کمک شش لامپ ۱۰۰W مطابق شکل ۱-۱۵۷ روی تابلو برق بیندید. اتصال‌های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید.

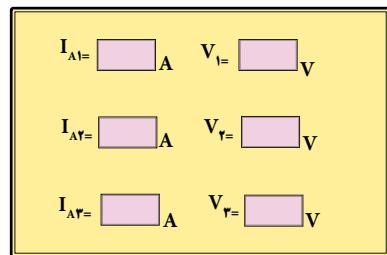
فیوز مینیاتوری را وصل کنید و سپس کلید Q1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید.



شکل ۱-۱۵۷

مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

کلید را در حالت OFF قرار دهید و مدار را خاموش کنید.



مرحله II

یکی از فیوزها را قطع کنید و دو فیوز دیگر را در حالت وصل بگذارید. کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مرحله (I) مقایسه کنید چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

III مرحله

کلید Q1 را قطع کنید.

لامپ های E1 و E2 را از روی سرپیچ باز کنید.

کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مراحل I و II مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

فیوز مینیاتوری سه فاز F1 و کلید Q1 را قطع کنید.

IV مرحله

محل قرار گرفتن آمپر مترها و ولت مترها را مطابق مدار شکل ۱-۱۵۸ تغییر دهید.

ابتدا فیوز و سپس کلید را در حالت وصل قرار دهید.

مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

مقادیر اندازه گیری شده معرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

پاسخ

از مقایسه مقادیر اندازه گیری شده در دو مرحله I و IV چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ

آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

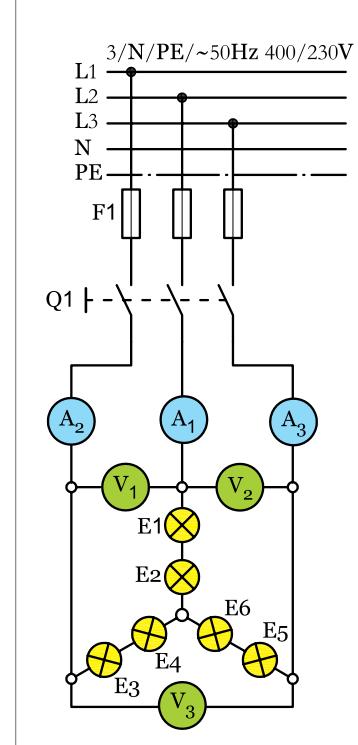
پاسخ

$$I_{A1} = \boxed{} A \quad V_1 = \boxed{} V$$

$$I_{A2} = \boxed{} A \quad V_2 = \boxed{} V$$

$$I_{A3} = \boxed{} A \quad V_3 = \boxed{} V$$

پاسخ

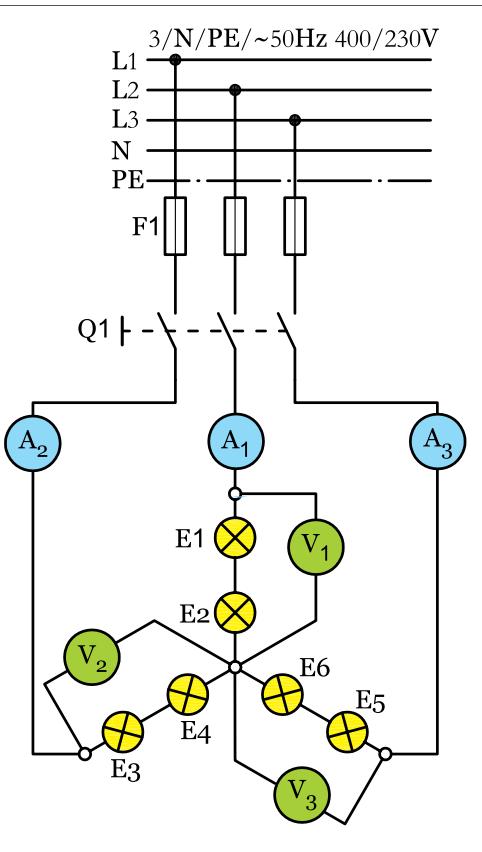


شکل ۱-۱۵۸

$$I_{A1} = \boxed{} A \quad V_1 = \boxed{} V$$

$$I_{A2} = \boxed{} A \quad V_2 = \boxed{} V$$

$$I_{A3} = \boxed{} A \quad V_3 = \boxed{} V$$

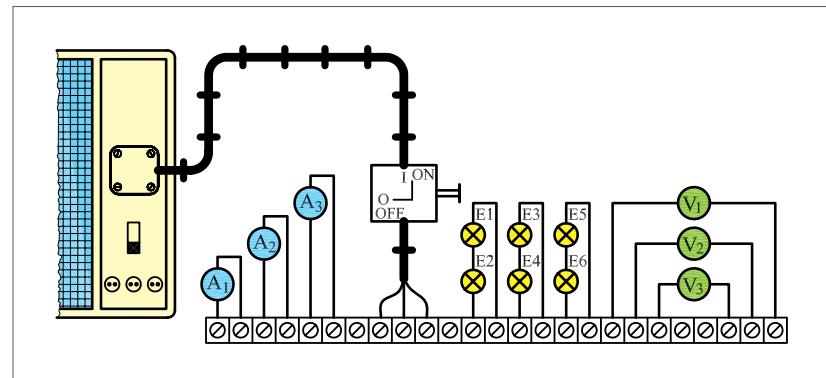


شکل ۱-۱۵۹

ب — اتصال ستاره نامتعادل

مرحله V

مدار شکل ۱-۱۵۹ را مطابق شکل ۱-۱۶۰ روی تابلو برق بیندید. اتصال‌های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید.



شکل ۱-۱۶۰

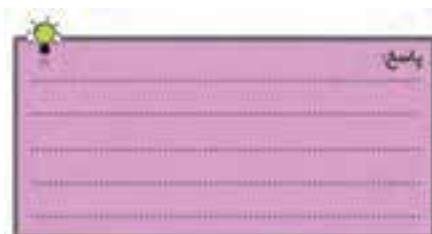
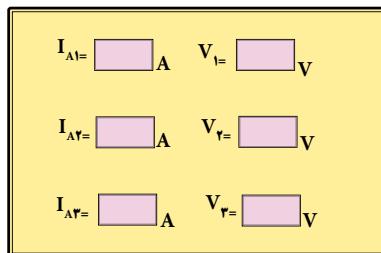
توان لامپ‌های موجود در مدار را به صورت زیر، روی سرپیچ‌ها قرار دهید.

$E_1 = 100\text{W}$	$E_3 = 60\text{W}$	$E_5 = 150\text{W}$
$E_2 = 100\text{W}$	$E_4 = 60\text{W}$	$E_6 = 150\text{W}$

فیوز مینیاتوری F1 را وصل کنید و سپس با وصل کلید Q1 ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید.

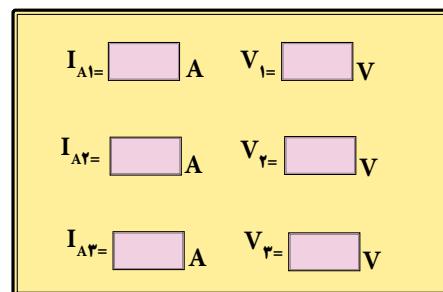
مقادیر اندازه‌گیری شده مصرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

فیوز مینیاتوری F1 و کلید Q1 را در حالت خاموش قرار دهید.

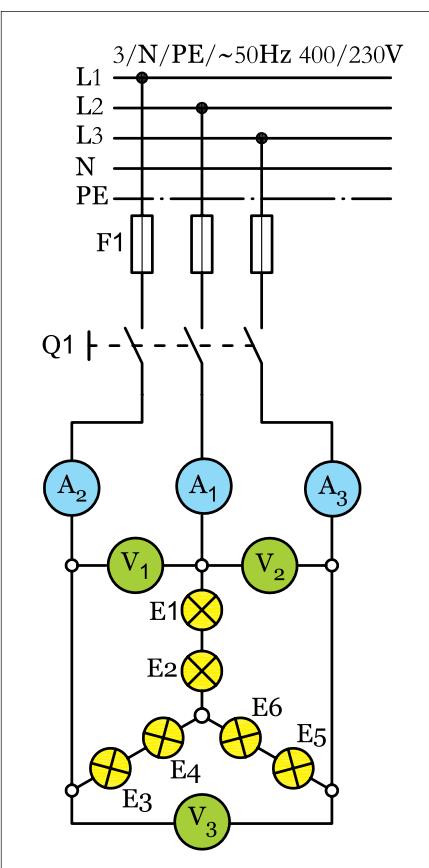


مرحله VI

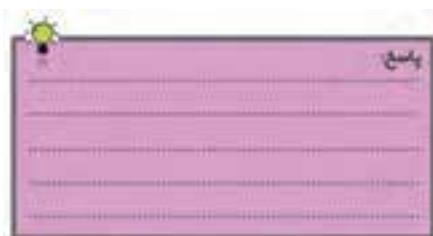
محل قرار گرفتن آمپر مترها و ولت مترها را مطابق شکل ۱-۱۶۱ تغییر دهید.
مقادیر ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید.



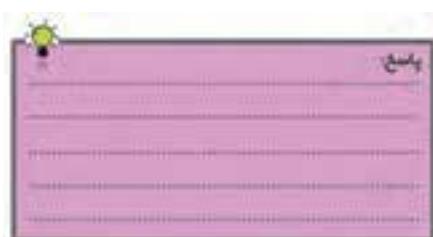
مقادیر اندازه گیری شده معرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی
اتصال ستاره است؟



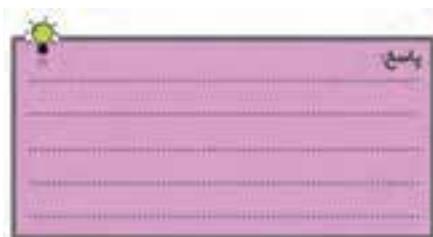
شکل ۱-۱۶۱



از مقایسه مقادیر اندازه گیری شده در دو مرحله V و VI چه نتیجه ای
می گیرید؟



آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟




ساعت آموزشی

نظری	عملی	جمع

۱-۲۰ کار عملی (۶)



هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژ‌های خطی و فازی در اتصال مثلث متعادل و نا متعادل

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حروف مشخصه	نام وسایل و ابزار	
۶ عدد	-	سرپیچ لامپ	
۶ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۱۰۰W	
از هر کدام ۱ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۶۰, ۱۵۰W	
۱ عدد	F1	فیوز مینیاتوری سه‌فاز	
۱ عدد	Q1	کلید سه‌فاز قطع و وصل زبانه‌ای	
۳ عدد	A	آمپر متر باحداکثر رنج ۵A	
۳ عدد	V	ولت متر باحداکثر رنج ۵۰۰V	

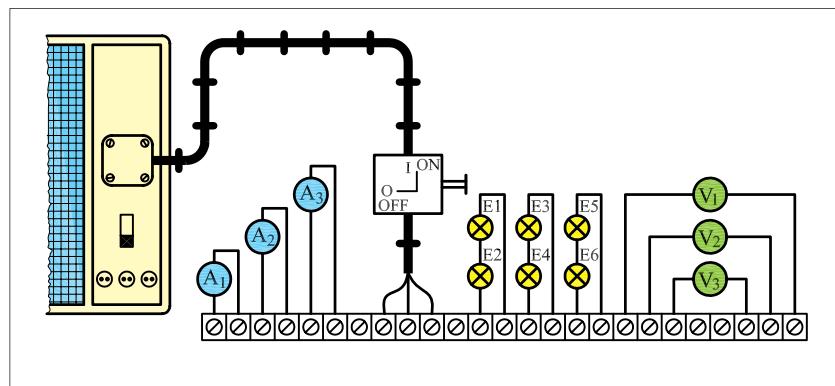
اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می باید. این زمان عملا جزء ساعت‌های کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۰-۱ - مراحل اجرای کار

الف — اتصال مثلث متعادل

مرحله I

مدار شکل ۱-۱۶۲ را با کمک شش لامپ ۱۰۰W مطابق شکل ۱-۱۶۳ روی تابلوی برق بیندید. اتصال‌های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید.



شکل ۱-۱۶۳

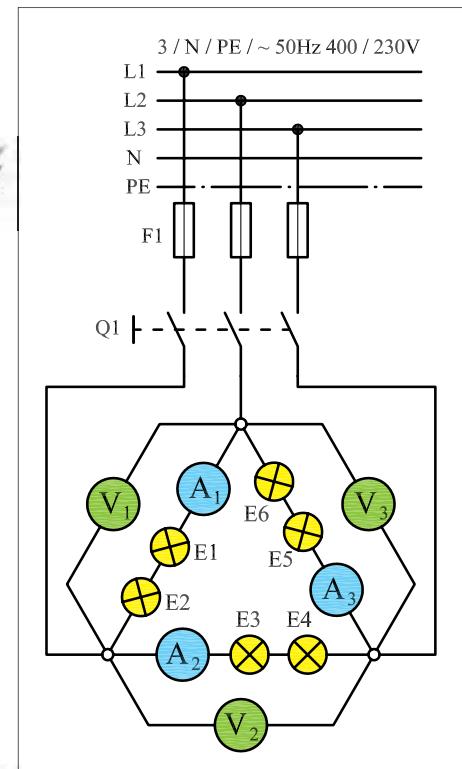
فیوز مینیاتوری را وصل کنید و سپس کلید Q1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها آمپرmetrها را بخوانید.

مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

کلید را در حالت OFF قرار دهید و مدار را خاموش کنید.

مرحله II

یکی از فیوزها را قطع کنید و دو فیوز دیگر را در حالت وصل بگذارید. کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپرmetrها را بخوانید و یادداشت کنید. نتایج این مرحله را با مرحله I مقایسه کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

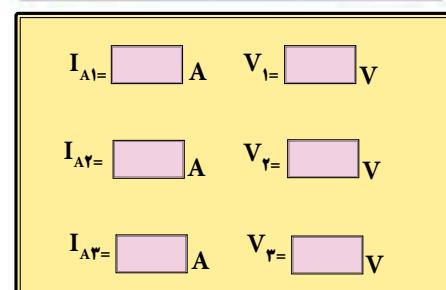
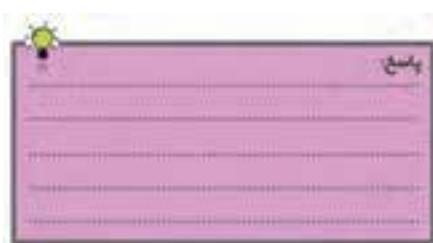
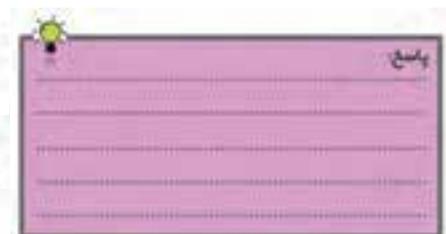


شکل ۱-۱۶۲

$$I_{A1} = \boxed{} A \quad V_1 = \boxed{} V$$

$$I_{A2} = \boxed{} A \quad V_2 = \boxed{} V$$

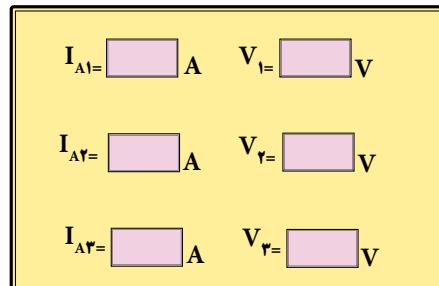
$$I_{A3} = \boxed{} A \quad V_3 = \boxed{} V$$



$$I_{A1} = \boxed{} A \quad V_1 = \boxed{} V$$

$$I_{A2} = \boxed{} A \quad V_2 = \boxed{} V$$

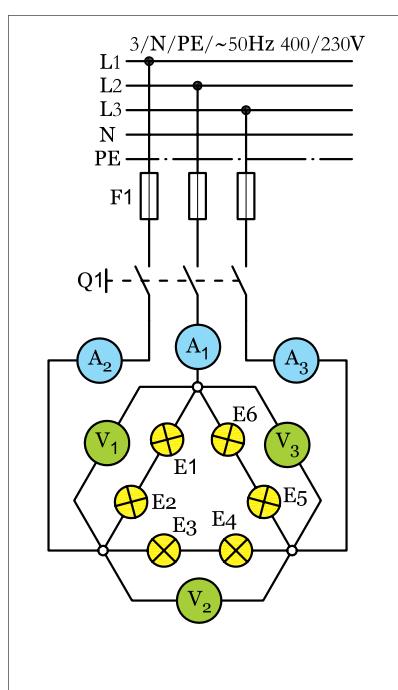
$$I_{A3} = \boxed{} A \quad V_3 = \boxed{} V$$



مرحله III

کلید Q1 را قطع کنید.
لامپ‌های E1 و E2 را از روی سرپیچ باز کنید.
کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپرメترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مراحل I و II مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
فیوز مینیاتوری سه‌فاز F1 و کلید Q1 را قطع کنید.



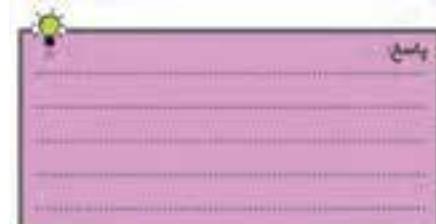
شکل ۱-۱۶۴



مرحله IV

محل قرار گرفتن آمپرmetrها و ولت‌mترها را مطابق مدار شکل ۱-۱۶۴ تغییر دهید.

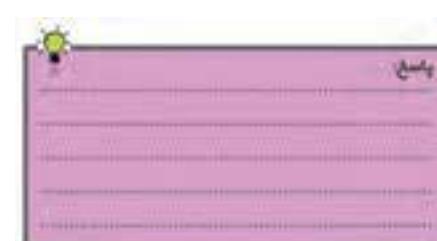
ابتدا فیوز F1 و سپس کلید Q1 را در حالت وصل قرار دهید.
مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولت‌mترها و آمپرmetrها را بخوانید و یادداشت کنید.



مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

از مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده در دو مرحله‌ای I و IV چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟



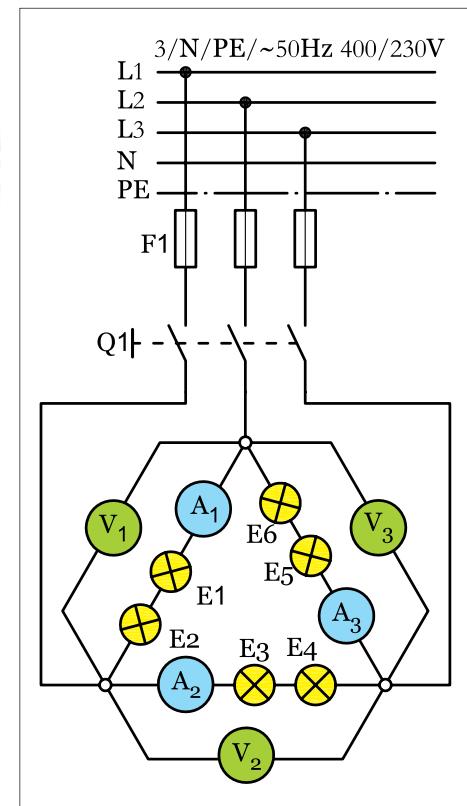
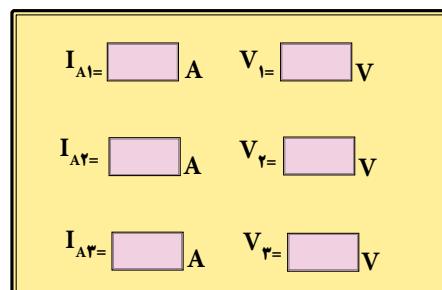
ب — اتصال مثلث نامتعادل

مرحله

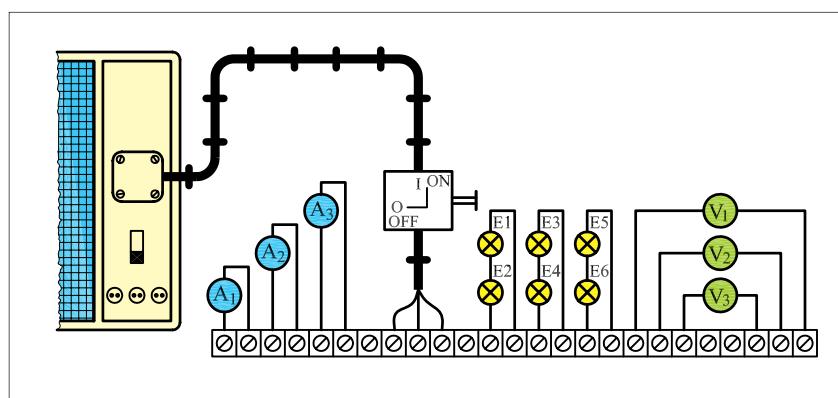
مدار شکل ۱-۱۶۵ را مطابق شکل ۱-۱۶۶ روی تابلوی برق بیندید. اتصال‌های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید. توان لامپ‌های موجود در مدار را به صورت زیر، روی سرپیچ‌ها قرار دهید.

$$\begin{array}{lll} E_1 = 100 \text{W} & E_3 = 60 \text{W} & E_5 = 150 \text{W} \\ E_2 = 100 \text{W} & E_4 = 60 \text{W} & E_6 = 150 \text{W} \end{array}$$

فیوز مینیاتوری F_1 را وصل کنید و سپس با وصل کلید Q_1 ولتاژ و جریان هریک از ولتمترها و آمپرmetrها را بخوانید.



شکل ۱-۱۶۵

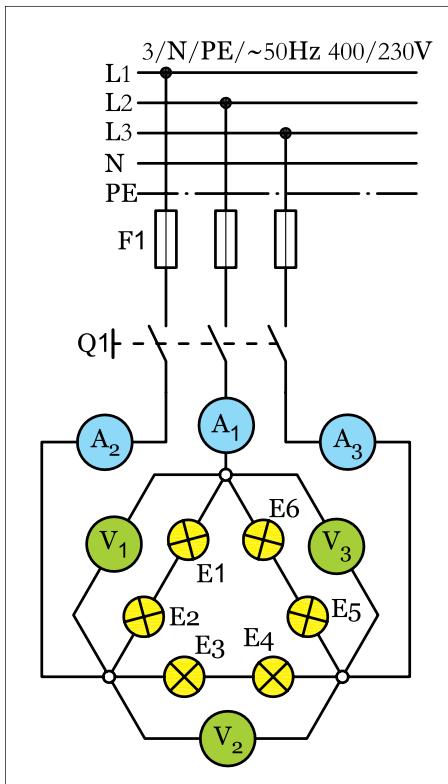


شکل ۱-۱۶۶

مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

فیوز مینیاتوری F_1 و کلید Q_1 را در حالت خاموش قرار دهید.

پاسخ



شکل ۱-۱۶۷

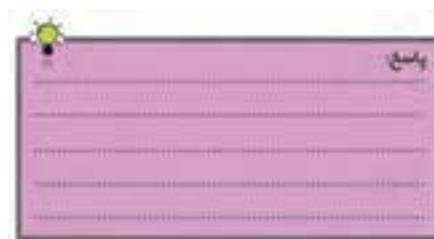
مرحله VI

محل قرار گرفتن آمپر مترها و ولت مترها را مطابق شکل ۱-۱۶۷ تغییر دهید.

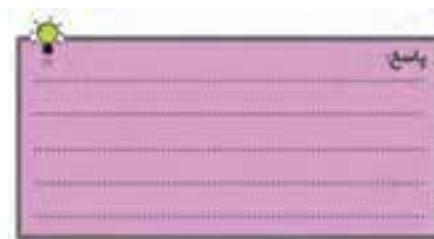
مقادیر ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید.

$I_{A1} =$	<input type="text"/> A	$V_1 =$	<input type="text"/> V
$I_{A2} =$	<input type="text"/> A	$V_2 =$	<input type="text"/> V
$I_{A3} =$	<input type="text"/> A	$V_3 =$	<input type="text"/> V

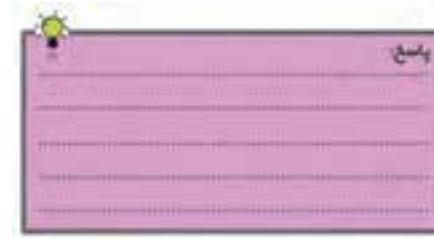
مقادیر اندازه گیری شده معرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟



از مقایسه مقادیر اندازه گیری شده در دو مرحله V و VI چه نتیجه ای می گیرید؟



آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟





ساعت آموزشی

نظری عملی جمع

۱-۲۱ کار عملی (۷)



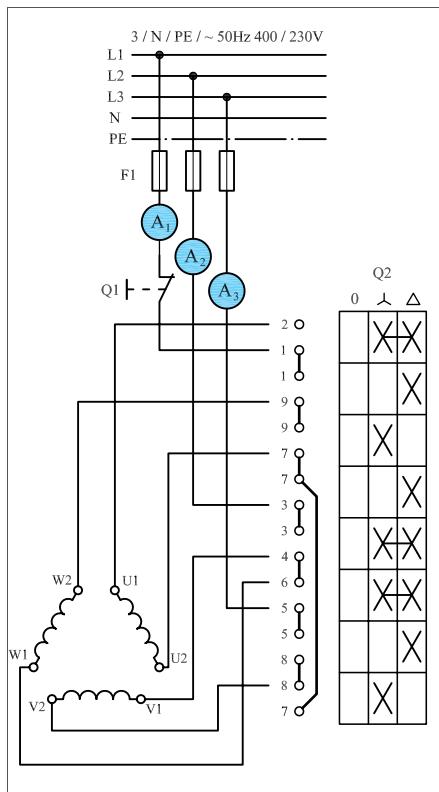
هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژهای فازی و خطی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی

وسایل و تجهیزات مورد ناز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار	
۱ عدد	M1	مотор سه فاز	
۱ عدد	Q1	کلید سه فاز ستاره مثلث زبانه‌ای	
۱ عدد	F1	فیوز مینیاتوری سه فاز	
۳ عدد	A	آمپر متر با حد اکثر ۵A رنج	
۳ عدد	V	ولت متر با حد اکثر ۵۰V رنج	

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می‌یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۱-۱ - مراحل اجرای کار



شکل ۱-۱۶۸

I مرحله

وسایل را طبق مدار شکل ۱-۱۶۸ با راهنمایی معلم خود روی تابلوی برق نصب کنید و مدار را بیندید.



توجه: در مراحل مختلف این آزمایش اجازه ندهید تا موتور به مدت زیادی دوفاز کار کند.

فیوز مینیاتوری سه فاز F1 را وصل کنید و کلید تک پل Q1 را در حالت وصل قرار دهید.
کلید Q2 را روی حالت قرار دهید و جریان هریک از آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

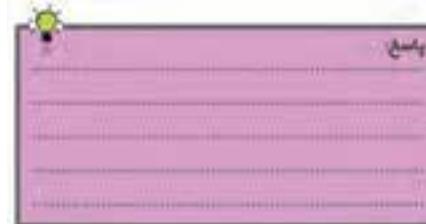
$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A

وضعیت کلید Q2 را به حالت تغییر دهید و سپس جریان هریک از آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A

نتایج حاصل از جریان های اندازه گیری شده در حالت و را با هم مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

کلید Q2 را به حالت (O) در آورید و مدار را خاموش کنید.



مرحله II

کلید Q2 را در وضعیت قرار دهید تا موتور به گردش درآید.

در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید تا فاز L1 قطع شود. حال جریان آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

کلید تک پل Q1 را به حالت وصل باز گردانید.

وضعیت کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید.

در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید تا فاز L1 قطع شود. حال جریان آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

کلید Q1 را وصل کنید و سپس کلید Q2 را در حالت (O) قرار دهید تا موتور خاموش شود.

فیوز سه فاز F1 را در حالت خاموش قرار دهید تا مدار موتور از شبکه جدا شود.

$$I_{A1} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A2} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A3} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A1} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A2} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A3} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

مرحله III

محل کلید تک پل Q1 را مطابق شکل ۱-۱۶۹ تغییر دهید به طوری که بتوان ارتباط سیم پیچ سوم موتور W2 را با کلید قطع کرد.

فیوز سه فاز F1 را در حالت قرار دهید.

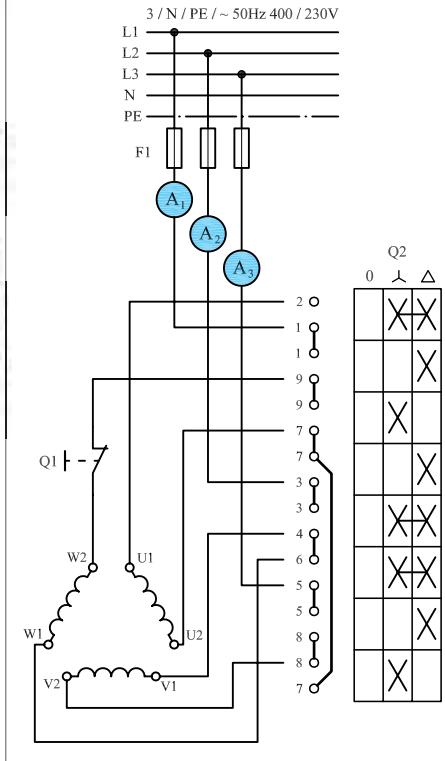
کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید تا موتور به گردش درآید.

در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید و جریان آمپر مترها را بخوانید و یادداشت نمایید.

$$I_{A1} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A2} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A3} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$



شکل ۱-۱۶۹

$$I_{A1} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A2} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

$$I_{A3} = \boxed{\text{---}} \text{ A}$$

کلید تک پل Q1 را به حالت وصل باز گردانید.

وضعیت کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید.

در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید و جریان آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید



کلید تک پل را به حالت وصل باز گردانید.
وضعیت کلید ستاره مثلث را به حالت (O) باز گردانید و فیوز سه‌فاز را نیز قطع کنید.

نتایج حاصل از آزمایش‌های II و III (حالت قطع فاز و قطع سیم پیچی موتور) را با هم مقایسه کنید و در صورت وجود اختلاف، علت را توضیح دهید.

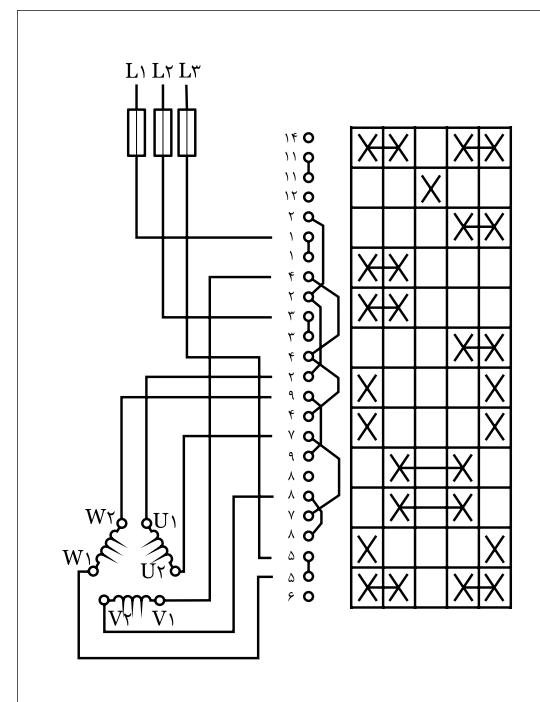
نتایج اندازه‌گیری‌ها در حالات مشابه مدارهای لامپی و موتوری را با هم مقایسه کنید و در صورت وجود اختلاف، علت را توضیح دهید.

۱-۲۲- کلید زبانه‌ای ستاره مثلث چیگرد - راستگرد

در کارهای قبلی با نحوه عملکرد و اصول کار کلید چیگرد - راستگرد و همچنین کلید ستاره مثلث بصورت جداگانه آشنا شده‌اید.

در گذشته‌ای نه چندان دور برای اتصال یک موتور ستاره مثلث که بتواند بصورت چیگرد - راستگرد نیز کار کند لازم بود از این دو کلید بصورت دنبال هم (سری) استفاده شود.

اما در شرایط فعلی کلیدهای ستاره مثلث چیگرد - راستگرد موجود می‌باشد و ضرورتی برای وصل مدار به آن صورت نیست. در شکل (۱-۱۷۰) نقشه کلید ستاره مثلث چیگرد - راستگرد را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۱۷۰

همانگونه که مشاهده می کنید این کلید دارای ۵ حالت می باشد.

این کلید دو وضعیت \perp و Δ در حالت راستگرد (حالت ۱) و دو وضعیت \perp و Δ در حالت چپگرد (حالت ۲) و یک حالت خاموش (حالت ۰) درین این دو حالت است.

بادقت در نقشه این کلید مشاهده می شود در حالت راستگرد وضعیت جریان رسانی به کلاف های موتور در شرایط ستاره و مثلث به اختصار مطابق شکل (۱-۱۷۱) است. در شکل (۱-۱۷۲) وضعیت اتصال کلاف های کلید در حالت چپگرد را نشان می دهد همانطوری که مشاهده می کنید در این وضعیت جای دوفاز L₁ و L₂ عوض شده است.

امروزه در کاتالوگ کلیدهای سه فازه از نقشه های دیگری برای نشان دان وضعیت عملکرد کنتاکت های داخل کلید استفاده می شود که تصویر ستاره - مثلث چپگرد - راستگرد آن در شکل (۱-۱۷۳) نشان داده شده است.

حالت راستگرد (۱)

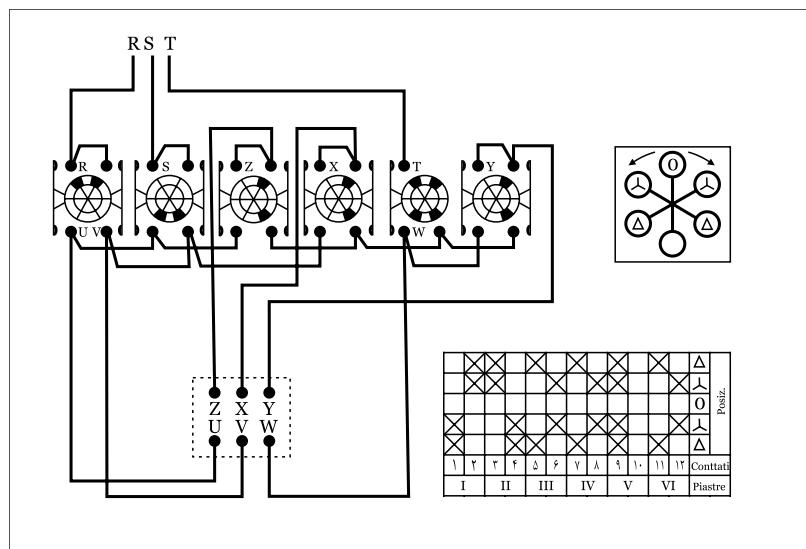
حالت ستاره (\perp)	حالت مثلث (Δ)
L ₁ → U ₁	L ₁ → U ₁ → W ₂
L ₂ → V ₁	L ₂ → V ₁ → U ₂
L ₃ → W ₁	L ₃ → W ₁ → V ₂
	

شکل (۱-۱۷۱)

حالت چپگرد (۱)

حالت ستاره (\perp)	حالت مثلث (Δ)
L ₁ → U ₁	L ₁ → V ₁ → W ₂
L ₂ → V ₁	L ₂ → U ₁ → U ₂
L ₃ → W ₁	L ₃ → W ₁ → V ₂
	

شکل (۱-۱۷۲)



شکل (۱-۱۷۳)

ساعت آموزشی		
نظری	عملی	جمع

۱-۲۳ کار عملی (۸)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به صورت ستاره مثلث چپگرد - راستگرد

وسایل و تجهیزات مورد ناز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسائل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

نام وسایل و ابزار	حرف مشخصه	تعداد
	M1	۱ عدد
	Q1	۱ عدد
	F1	۱ عدد

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعت کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۳-۱ - مراحل اجرای کارعملی

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره‌گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.



شکل (۱-۱۷۴)

سه فاز L₁, L₂, L₃ را به داخل کلید وصل و ضمانت پیچ‌های U_۱, V_۱, W_۱ و U_۲, V_۲, W_۲ تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ستاره (Δ) و مثلث (Δ) شرایط راستگرد (وضعیت ۱) و سپس در حالت ستاره (Δ) و مثلث (Δ) چپگرد (وضعیت ۲) قرار داده وضعیت کار کرد موتور را مشاهده کنید.



شکل (۱-۱۷۵)

کلید را در حالت (O) قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت O) کنید.
مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول (۱-۱۸) بنویسید.

جدول ۱-۱۸

ردیف	نام وسیله یا قطعه	مشخصات
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		

۱-۲۴ - کلید زبانه‌ای موتور سه فاز دو سرعته با سیم‌پیچ جداگانه

همانطوری که می‌دانید تغییر تعداد قطب‌های سیم‌پیچی با سرعت موتور رابطه دارد بر همین اساس در برخی موتورهای سه فاز برای ایجاد دو سرعت مختلف در یک موتور از دو گروه سیم‌پیچی جداگانه که هر یک برای تعداد قطبی مشخص طراحی و سیم‌پیچی آن در فضای داخلی استاتور قرار داده شده استفاده می‌شود.



شکل (۱-۱۷۶)

در این موتورها از هر سیم‌پیچی سرهای جداگانه‌ای روی تخته کلم آن قرار می‌گیرد و نحوه اتصال سیم‌پیچی‌های آن نیز مستقل (ستاره یا مثلث) است.
سرهای مربوط به سرعت اول (سرعت کمتر) را با اندیس ۱ و سرهای مربوط به سرعت دوم (سرعت بیشتر) را با اندیس ۲ نشان می‌دهند.

سرعت اول

$$\begin{aligned} L_1 &\longrightarrow 1U \\ L_2 &\longrightarrow 1V \\ L_3 &\longrightarrow 1W \end{aligned}$$

سرعت دوم

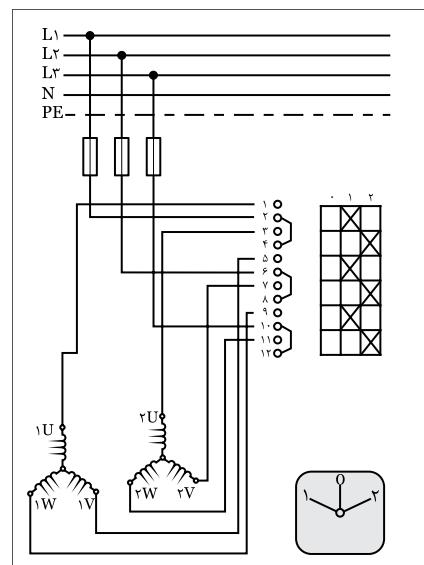
$$\begin{aligned} L_1 &\longrightarrow 2U \\ L_2 &\longrightarrow 2V \\ L_3 &\longrightarrow 2W \end{aligned}$$

شکل (۱-۱۷۷)

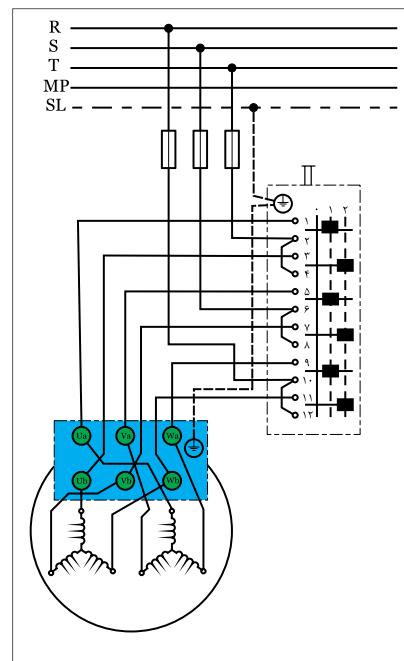
در شکل (۱-۱۷۶) تصویر واقعی یک موتور سه فاز دو سیم پیچ جداگانه مشاهده می کید.

شکل (۱-۱۷۷) خلاصه ای از نحوه اتصال موتور دو سرعته سیم پیچ جداگانه را نشان می دهد.

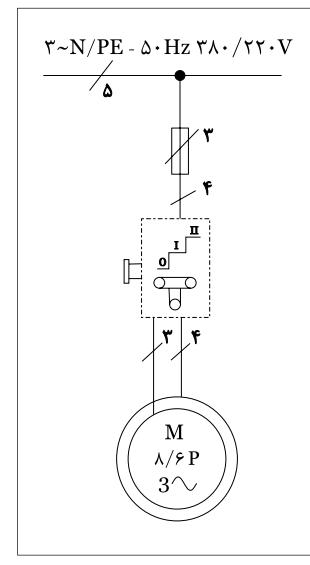
در تصاویر شکل (۱-۱۷۸) مدار مربوط به چگونگی اتصال کلیدهای زبانه ای خاص این نوع موتورها در دو استاندارد VDE و IEC به همراه شمای فنی (تک خطی) مدار آنها نشان داده شده است.



الف) شمای حقیقی اتصال موتور سیم پیچ جداگانه دو سرعته در استاندارد IEC



ب) راه اندازی موتور با دو سیم پیچ جدا دو سرعته با اتصال ستاره در استاندارد VDE



ج) شمای فنی موتور دو سرعته با دو سیم پیچ جدا

شکل (۱-۱۷۸)



شکل (۱-۱۷۹)

در شکل (۱-۱۷۹) تصویر واقعی یک نمونه کلید زبانه ای موتور دو سرعته سیم پیچ جداگانه نشان داده شده است.

ساعت آموزشی		
جمع	عملی	نظری

۱-۲۵ کار عملی (۹)



هدف: راهاندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته با سیم پیچ جداگانه

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسائل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعت کار عملی محسوب شده است.



شکل (۱-۱۸۰)



شکل (۱-۱۸۱)

۱-۲۵ - مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره‌گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.

سه فاز، L_1 ، L_2 ، L_3 را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های U_1 ، U_2 ، W_1 ، W_2 ، V_1 ، V_2 تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت ۰ قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت ۰) کنید.

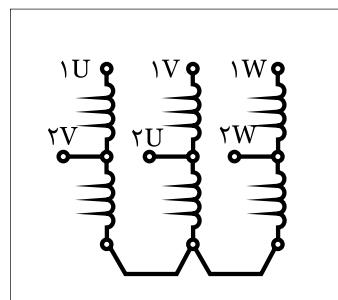
مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول (۱-۱۹) بنویسید.

جدول ۱-۱۹

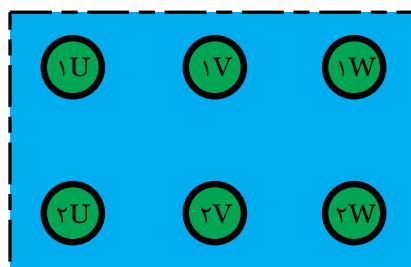
ردیف	نام وسیله یا قطعه	مشخصات
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		

۱-۲۶ - کلید زبانه‌ای موتور سه فاز دو سرعته دالاندر

مотор سه فاز دالاندر یک موتور سه فاز دو سرعته‌ای است که نسبت سرعت‌های آنها $\frac{1}{2}$ است. یعنی سرعت کم این موتورها نصف سرعت زیاد آنها است. در این موتورها برای رسیدن به مهم از سه گروه کلاف که دارای سر سیم‌هایی از نصف کلاف نیز هستند استفاده می‌شود. در شکل (۱-۱۸۲) کلاف‌های یک موتور سه فاز دالاندر را به همراه حروف اختصاری سرکلاف‌ها نشان داده شده است.



شکل (۱-۱۸۲)



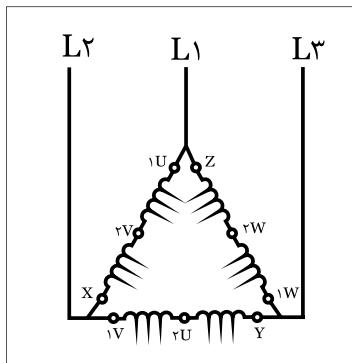
شکل (۱-۱۸۳)

سر سیم‌های موتور دالاندر روی تخته کلم موتور بصورت شکل (۱-۱۸۳) است. حروف بکار رفته بهمراه رقم (۱) مربوط به دور کند و حروف با رقم (۲) نشان داده شده است.

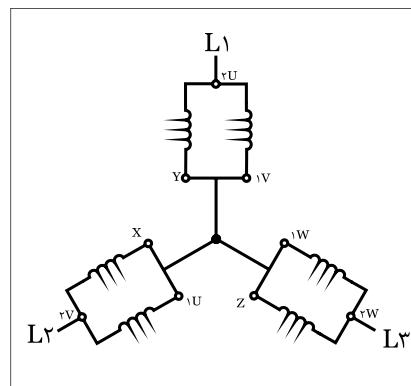
در موتورهای والاندر از یک گروه کلاف برای دو منظور استفاده شده و نحوه اتصال آن شرایط خاصی دارد.

شکل (۱-۱۸۴) چگونگی اتصال کلافهای موتور والاندر در شرایط دور کند که تحت عنوان "اتصال مثلث سری" معروف است را نشان می‌دهد.

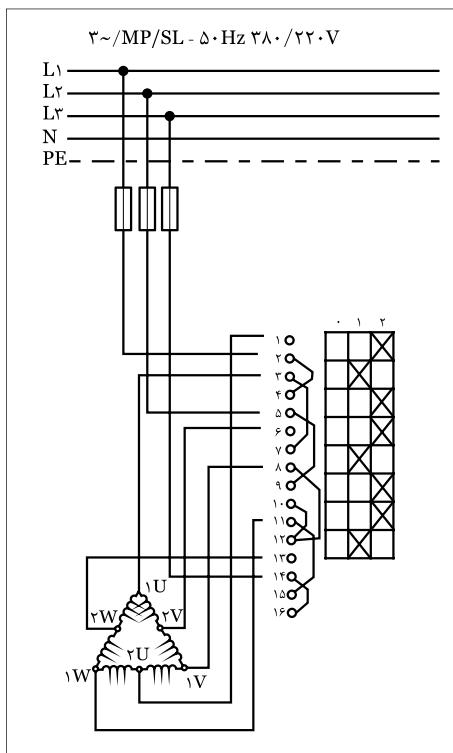
نحوه اتصال کلافهای موتور والاندر در شرایط دور تند که بنام "اتصال ستاره موازی" یا "ستاره دوبل" معروف است را در شکل (۱-۱۸۵) مشاهده می‌نمایید.



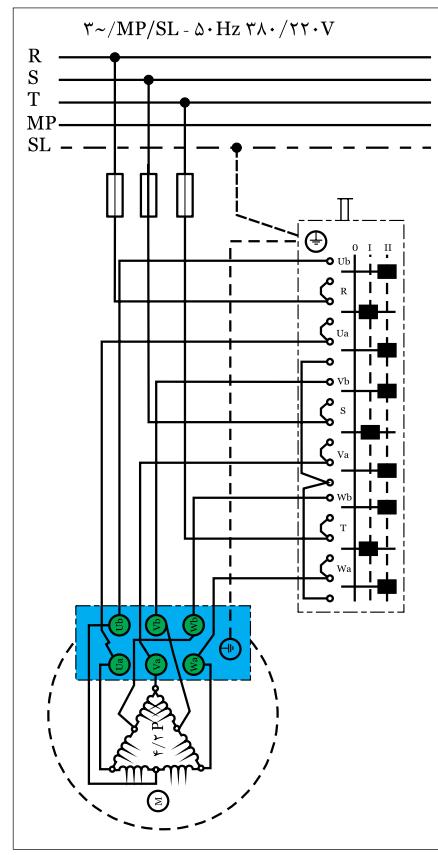
شکل (۱-۱۸۴)



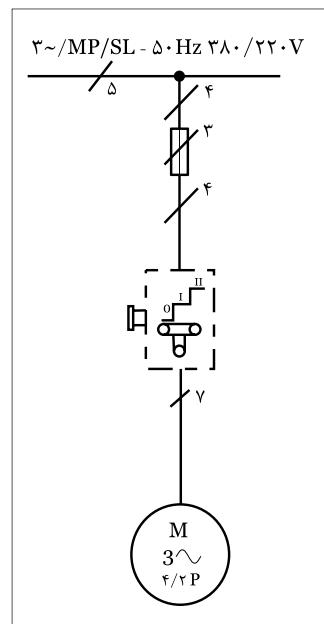
شکل (۱-۱۸۵)



الف) شمای حقیقی مدار والاندر در استاندارد IEC



ب) شمای فنی مدار والاندر در استاندارد VDE



ج) شمای حقیقی مدار والاندر در
استاندارد VDE

شکل (۱-۱۸۶)

ساعت آموزشی		
نظری	عملی	جمع

۲۷-۱ کار عملی (۱۰)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته دالاندر

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسائل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M1	
۱ عدد	Q1	
۱ عدد	F1	

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۷-۱ - مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره‌گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.



شکل (۱-۱۸۷)

سه فاز L₁، L₂، L₃ را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های U_۱، U_۲، W_۱، W_۲، V_۱، V_۲ تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کار کرد موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت ۰ قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت ۰) کنید.

مشخصات وسائل بکار رفته در مدار را در جدول (۱-۲۰) بنویسید.



شکل (۱-۱۸۸)

جدول ۱-۲۰

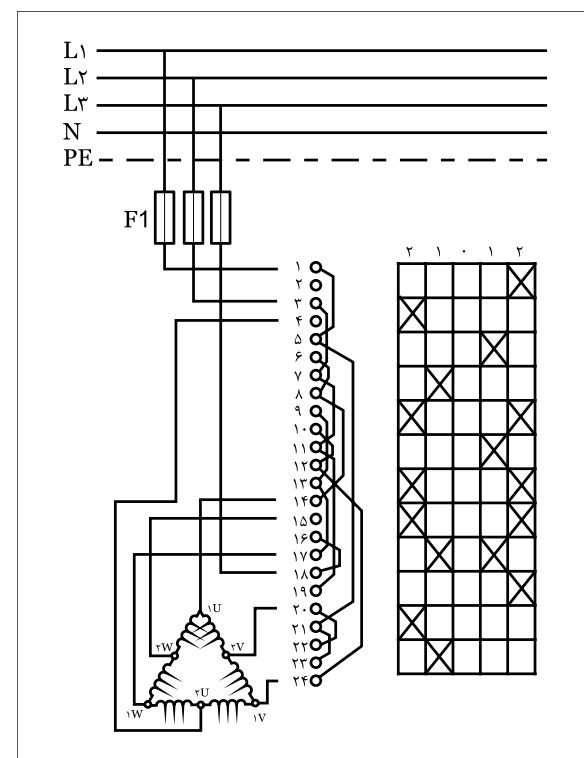
مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

۱-۲۸ - کلید زبانه‌ای دالاندر چپکرد - راستگرد

در مباحث گذشته با اصول کار و همچنین نحوه عملکرد دالاندر و همچنین کلید چپکرد - راستگرد بصورت مستقل آشنا شده‌اید.

در گذشته برای اینکه یک موتور دالاندر بصورت چپکرد یا راستگرد نیز کار کند از این دو کلید بصورت مستقل و دنبال هم (بصورت سری) استفاده می‌شد. اما در حال حاضر که کلیدهای دالاندر چپکرد - راستگرد موجود می‌باشد ضرورتی برای وصل مدار به آن صورت نیست. در شکل (۱-۱۸۹) نقشه کلید دالاندر چپکرد - راستگرد را مشاهده می‌کنید.

همانگونه که مشاهده می‌کنید این کلید دارای ۵ حالت می‌باشد.



شکل (۱-۱۸۹)

دو وضعیت دور کند و دور تند در حالت راستگرد (حالت ۱) و دو وضعیت کند و تند در حالت چپگرد (حالت ۲) و یک حالت خاموش (حالت ۰) درین این دو حالت است.

حالت راستگرد (۱)		حالت چپگرد (۲)	
دور کند	دور تند	دور کند	دور تند
$L_1 \rightarrow ۱U$	$L_1 \rightarrow ۲U$	$L \rightarrow ۱U$	$L \rightarrow ۲U$
$L_2 \rightarrow ۱V$	$L_2 \rightarrow ۲V$	$L \rightarrow ۱V$	$L \rightarrow ۲V$
$L_3 \rightarrow ۱W$	$L_3 \rightarrow ۲W$	$L \rightarrow ۱W$	$L \rightarrow ۲W$
$۲U$ $۲V$ $۲W$	باز هستند	$۱U$ $۱V$ $۱W$	به یکدیگر وصل می شوند.
			به یکدیگر وصل می شوند.

شکل (۱-۱۹۰)

شکل (۱-۱۹۱)

ساعت آموزشی		
نظری	عملی	جمع

۱-۲۹ کار عملی (۱۱)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته دالاندر به صورت چیگرد - راستگرد

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسائل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعت کار عملی محسوب شده است.



شکل (۱-۱۹۲)



شکل (۱-۱۹۳)

جدول ۱-۲۱

۱-۲۹-۱ - مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره‌گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.

سه فاز L₁ ، L₂ ، L₃ را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های U_۱ ، V_۱ ، W_۱ و U_۲ ، V_۲ ، W_۲ تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کار کرد موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت ۰ قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت ۰) کنید.

مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول (۱-۲۱) بنویسید.

۱-۳۰ - مشخصه‌های کلیدهای دستی

امروزه در کنار نقشه حقیقی کلیدها یا کاتالوگ‌ها و حتی روی قاب و بدنه آنها از یکسری علایم که نشان دهنده کاربرد و نحوه عملکرد آن می‌باشد استفاده می‌شود. جدول (۲۲ - ۱) تصویری از چند نمونه کلید بهمراه زمینه کاربردی آنها را نشان می‌دهد.

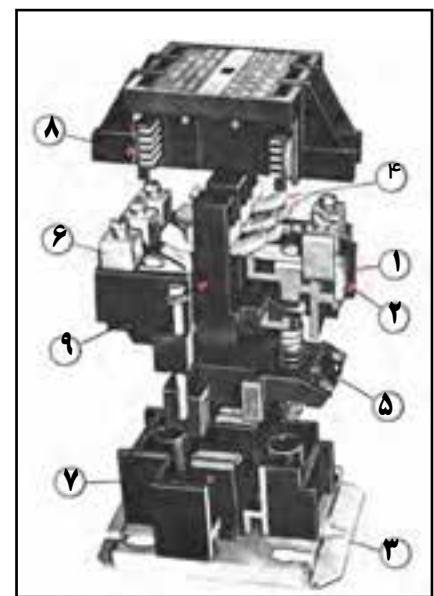
جدول ۱-۲۲

نام کلید	
(۰-۱)	قطع و وصل ساده
(۱-۰-۲)	معکوس کننده جهت گردش موتور (چپ گرد، راست گرد)
(۰-Δ)	ستاره- مثلث
(Δ- ۰- Δ)	ستاره- مثلث، چپ گرد، راست گرد
(۱- ۲- ۳)	چند سرعته (۱- ۲- دو سرعته) و (۳- ۱- سه سرعته)
Start	راهاندازی موتورهای تک فاز
L ₁ -L ₂ -L ₃ -L ₁	انتخاب کننده فاز (برای دستگاه‌هایی اندازه گیری - مانند کلید ولت‌متر)

۱-۳۱ - آشنایی با کنتاکتور، شستی استپ و استارت

۱-۳۱-۱ - کنتاکتور

در تقسیم‌بندی کلیدها، کنتاکتور به عنوان یک کلید مرکب معرفی شد چرا که فرمان قطع و وصل آن به کمک انژری واسطه‌ای به نام الکتریسیته انجام می‌شود. به عبارت دیگر کنتاکتور را می‌توان یک کلید الکترومغناطیسی تعریف کرد. ساختمان داخلی کنتاکتور از یک سیم پیچ یا هسته‌ی مغناطیسی تشکیل می‌شود. هسته‌ی مغناطیسی دو تکه است. روی قسمت ثابت بین نصب می‌شود. قسمت دیگر متحرک است و توسط فنرهایی از قسمت ثابت جدا نگه داشته می‌شود. روی بدنه‌ی کنتاکتور تعدادی ترمینال و کنتاکت به طور ثابت قرار می‌گیرد. بر روی هسته‌ی متحرک نیز تعدادی تیغه نصب می‌شود. این تیغه‌ها می‌توانند کنتاکت‌ها را وصل یا قطع کنند.



شکل (۱-۱۹۴)

وقتی بین کنتاکتور تحریک یعنی به ولتاژ نامی وصل شود، هسته‌ی آن مغناطیس می‌شود و بخش ثابت هسته، بخش متحرک را به سمت خود جذب می‌کند و کنتاکت‌های متحرک ارتباط الکتریکی بین کنتاکت‌های ثابت دو طرف کنتاکتور را برقرار می‌سازد یا این ارتباط را قطع می‌کند. در این شرایط فنرهایی که در زیر هسته‌ی متحرک قرار دارند فشرده شده و آماده می‌مانند تا هنگام قطع تغذیه‌ی بین بین قسمت متحرک را به جای اول خود باز می‌گردانند. درنتیجه ارتباط الکتریکی بین کنتاکت‌های ثابت با جایه‌جا شدن کنتاکت‌های متحرک قطع یا مجدداً وصل می‌شود.

شکل ۱-۱۹۴-۱ تصویریک کنتاکتور را به همراه اجزای تشکیل دهنده آن نشان می‌دهد. در شکل‌های ۱-۱۹۵ و ۱-۱۹۶ مراحل باز کردن یک مدل کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

در کنتاکتورها دو نوع کنتاکت پیش‌بینی شده است. برخی از آن‌ها در حالت خاموش کنتاکتور، قطع هستند که اصطلاحاً به آن‌ها کنتاکت‌های باز (NO)^۱ یا بسته‌شونده و یک سری از کنتاکت‌های نیز در حالت خاموش کنتاکتور وصل هستند که اصطلاحاً به آن‌ها کنتاکت‌های بسته یا بازشونده (NC)^۲ می‌گویند.

در شکل ۱-۱۹۷ اقسامت‌های متحرک که بسته کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱۹۸ اجزای کنتاکتور باز شده را نشان می‌دهد.

مشخصات کنتاکتور

۱- حامل کنتاکت‌های ثابت (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسب باشد)

۲- ترمینال

۳- صفحه فلزی انتهایی برای نصب قسمت‌های ثابت روی آن

۴- کنتاکت‌های ثابت و متحرک (این کنتاکت‌ها باید در یک خط قرار گرفته و از پوشش اکسید نقره به منظور بالابردن ضرب اطمینان در مقابل کار زیاد، در روی آن‌ها استفاده شود).

۵- بین کنتاکتور (در این کنتاکتور این بین طوری ساخته شده که در مقابل عوامل جوی و نیروهای مکانیکی، مقاوم باشد).

۶- ترمینال‌های ورودی و خروجی (این ترمینال‌ها طوری طراحی می‌شوند که بپارهی قابل دسترسی باشند).

۷- سیستم هسته آهنی ثابت و متحرک

۸- قسمت کنترل جرقه (این قسمت باید دارای مقاومت زیاد در برابر گرمای حاصل از جرقه ایجاد شده در هنگام قطع کنتاکتور باشد).

۹- حامل کنتاکت‌های متحرک (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسب باشد).

۱ - NO - Normally Open

۲ - NC - Normally Close



شکل (۱-۱۹۵)



شکل (۱-۱۹۶)



شکل (۱-۱۹۷)



شکل (۱-۱۹۸)

شکل های ۱-۱۹۹ و ۱-۲۰۰ تصویر چند نمونه کنتاکتور را نشان می دهد. بوبین کنتاکتورها برای تغذیه با ولتاژ متناوب (AC) و ولتاژ مستقیم (DC) ساخته شده اند. در صورت تغذیه بوبین کنتاکتور با ولتاژ متناوب قسمت متحرک، تحت تأثیر نیروی مغناطیسی ایجاد شده، جذب قسمت ثابت می شود. این نیرو دارای مقداری متغیر است.

زمانی که این نیرو کمتر از نیروی مقاوم فر باشد قسمت متحرک از قسمت ثابت جدا می شود و با افزایش مقدار نیرو و غلبه بر نیروی مقاوم، فر به جای اول خود باز می گردد.



شکل (۱-۱۹۹)



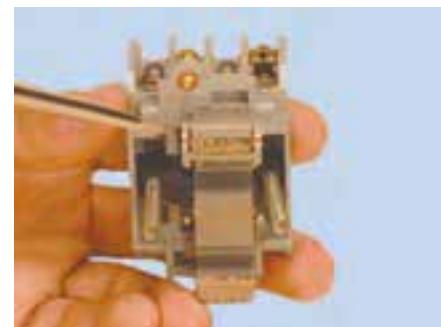
شکل (۱-۲۰۰)

این رفت و برگشت‌های متوالی خیلی سریع صورت می‌گیرد. در نتیجه بین دو قسمت ثابت و متحرک هسته سروصدای لرزش ایجاد می‌کند. برای رفع سر و صدا و لرزش، در کف قطب قسمت ثابت از یک حلقه‌ی اتصال کوتاه استفاده می‌کنند. در اثر القا، در این حلقه‌ها جریان به وجود می‌آید. جریان حلقه‌ها میدان مغناطیسی ایجاد می‌کنند. این میدان مغناطیسی به کمک میدان اصلی می‌آید و باعث می‌شود تا نیروی مغناطیسی همیشه از نیروی مقاوم فرها بیشتر باشد و به این ترتیب از لرزش هسته جلوگیری می‌شود.

در صورتی که بوین کنتاکتور برای تغذیه با ولتاژ مستقیم (DC) طراحی شده باشد، نیروی مغناطیسی ایجاد شده در هسته دارای مقدار ثابت است و نیازی به تعییه‌ی حلقه‌ی اتصال کوتاه در کف قطب هسته نیست ولی پس از وصل باید یک مقاومت با بوین سری شود تا از سوختن آن جلوگیری کند.

در شکل‌های ۱-۲۰۱ و ۱-۲۰۲ چگونگی قرار گرفتن حلقه‌های اتصال کوتاه روی هسته‌ی ثابت و متحرک کنتاکتور مشاهده می‌کنید.

شکل‌های ۱-۲۰۳ و ۱-۲۰۴ نحوه‌ی خارج کردن حلقه‌ی اتصال کوتاه از هسته را نشان می‌دهد.



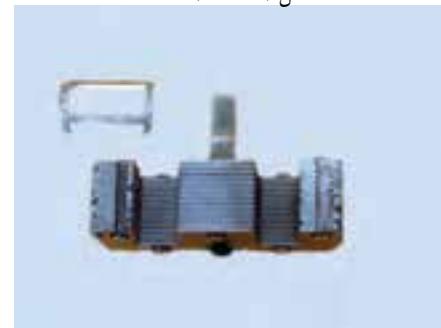
شکل (۱-۲۰۱)



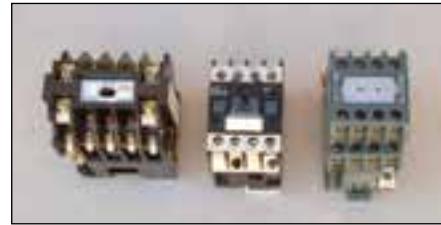
شکل (۱-۲۰۲)



شکل (۱-۲۰۳)



شکل (۱-۲۰۴)



شکل (۱-۲۰۵)

۳-۳-۱- مزایای استفاده از کنتاکتورها نسبت به کلیدها

- قابلیت تعداد دفعات قطع و وصل زیاد (عمر مکانیکی زیاد)

- امکان صدور فرمان از چند محل

- داشتن قابلیت طراحی مدارهای فرمان اتوماتیک

- بالابودن سرعت قطع و وصل

- جلوگیری از راهاندازی ناخواسته دستگاهها پس از قطع برق

- امکان کنترل از راه دور

- تفکیک مدار فرمان از مدار جریانرسان به مصرف کننده (مدار قدرت)

- داشتن درجه‌ی ایمنی بیشتر

شکل ۱-۲۰۵ سه مدل مختلف کنتاکتور را نشان می‌دهد.

پلاک مشخصات کنتاکتور: بر روی بدنه‌ی کنتاکتورها یک سری مشخصات

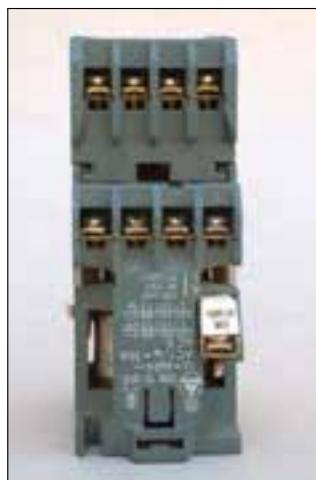
به صورت برچسب یا به صورت کلیشه نوشته می‌شود. نمونه‌هایی از این‌ها در

شکل‌های ۱-۲۰۶، ۱-۲۰۷ و ۱-۲۰۸ نشان داده شده است.

این مشخصات عبارتند از:

ولتاژ عایقی نامی (U_i): میزان استحکام عایقی تضمین شده توسط شرکت

سازنده برای قسمت‌های تحت ولتاژ است.



شکل (۱-۲۰۶)

ولتاژ کارنامی (Ue): ماکزیمم ولتاژ قابل تحمل بین کنتاکت‌های ثابت و متحرک هنگام قطع و وصل را گویند.

ولتاژ نامی بوین (U_{th}): ولتاژی که بوین با آن کار می‌کند یا به عبارتی ولتاژ تغذیه‌ی بوین کنتاکتور را گویند.

جريان نامی (I_{th}): جریانی که مجاز است از کنتاکت‌های قدرت کنتاکتور عبور کند.

جريان مجاز (I_{th2}): جریان مجازی که کنتاکتور می‌تواند تحمل کند به طوری که در زمان نامحدود و بدون قطع و وصل کار کند.

جريان مجاز (I_{th1}): جریان مجاز عبوری از کنتاکتور به‌ازای یک بار قطع و وصل در هفته را گویند.

جريان مجاز (I_{th}): جریان مجاز عبوری از کنتاکتور برای یک بار قطع و وصل در یک شیفت کاری است.

طول عمر: در کلیدها طول عمر مکانیکی بر مبنای تعداد دفعات قطع و وصل آن‌ها بیان می‌شود. به همین منظور از یک حرف و یک عدد به عنوان ضریب استفاده می‌شود. جدول ۱-۲۳ حروف اختصاری و مفهوم هریک را نشان می‌دهد. مثلاً D³ به معنی طول عمری برابر ۳ مرتبه قطع و وصل است.

جدول ۱-۲۳

حرف اختصاری	A	B	C	D	E	F
ضریب	۱۰ ^۳	۱۰ ^۴	۱۰ ^۵	۱۰ ^۶	۱۰ ^۷	۱۰ ^۸

۱-۳۱-۴- طبقه‌بندی کاربرد کنتاکتورها: در انتخاب یک کنتاکتور علاوه‌بر جریان نامی، جریان راهاندازی، نوع جریان و نوع مصرف کنتاکتور استحکام پلاتین‌ها نیز می‌بایست توجه داشت. شکل‌های ۱-۲۰۹ و ۱-۲۱۰ تصاویر نمونه‌های مختلفی از پلاتین کنتاکتورها با جریان‌های قابل تحمل مختلف نشان می‌دهد.



شکل (۱-۲۰۸)



شکل (۱-۲۰۹)



شکل (۱-۲۱۰)

جدول ۱-۲۴ طبقه‌بندی کاربردی کنتاکتور با توجه به نوع جریان آن‌ها را نشان می‌دهد.

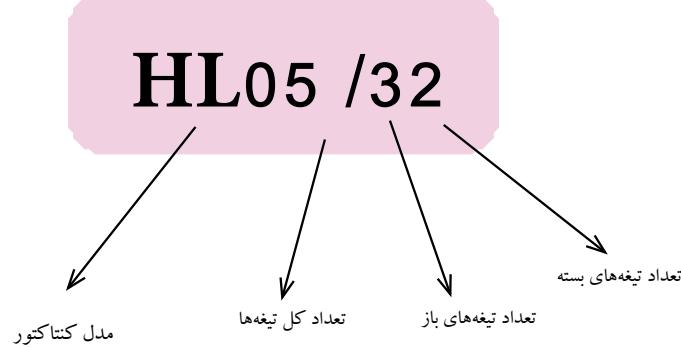
جدول ۱-۲۴

نوع جریان	علامت طبقه‌بندی	مثال برای مورد استفاده
جریان متناوب	AC1	بار غیراندوکتیو – بار با اندوکتیویته ضعیف – گرم کن بر قی
	AC2	بدون ترمز جریان مخالف
	AC2'	با ترمز جریان مخالف
	AC3	قطع موتور در هنگام کار
	AC4	برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم – ترمز با جریان مخالف – تغییر جهت موتور در حال کار
	AC11	کوپل مغناطیسی
جریان مستقیم	DC1	بار غیراندوکتیو – بار با اندوکتیویته ضعیف – گرم کن بر قی
	DC2	قطع موتور در هنگام کار
	DC3	برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم – ترمز با جریان مخالف – تغییر جهت موتور در حال کار
	DC4	قطع موتور در هنگام کار
	DC5	برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم – ترمز با جریان مخالف – تغییر جهت موتور در حال کار
	DC11	کوپل مغناطیسی

۱-۳۱-۵ - تعداد تیغه‌های کنتاکتور: تعداد تیغه‌ها معمولاً به کمک دو

عدد که به واسطه‌ی یک علامت (/) از هم جدا شده‌اند بیان می‌شوند. عدد سمت چپ، تعداد کل تیغه‌های کنتاکتور و عدد سمت راست که اغلب دورقمی است تعداد تیغه‌های بسته و باز کنتاکتور را به این صورت نشان می‌دهند. عدد دهگان نشان‌دهنده‌ی تعداد تیغه‌های باز و عدد یکان نشان‌دهنده‌ی تعداد تیغه‌های بسته است (شکل ۱-۲۱).

قسمتی از پلاک کنتاکتور



شکل ۱-۲۱

جدول ۱-۲۵

VDE- DIN	نرم آلمانی
UTE-NF	نرم فرانسوی
B.S	نرم انگلیسی
G.S.A	نرم کانادایی
I.E.C	نرم کمیسیون بین المللی الکترو تکنیک

۳۱-۶-۱-۶ فُرم (استاندارد) کنتاکتور: ساخت کنتاکتورها بر اساس استاندارد مشخص صورت می‌پذیرد از جمله‌ی این استانداردهای مهم می‌توان به موارد جدول ۱-۲۵ اشاره کرد.
کنتاکتورها دارای مشخصات دیگری نیز هستند که اغلب در کاتالوگ مشخصات آن‌ها ارائه می‌شود. در شکل‌های ۱-۲۱۲ و ۱-۲۱۳ دو نمونه جدول مشخصات کنتاکتورهایی از کارخانجات مختلف ارائه شده است.

TYPE C TRIPLE POLE BLOCK CONTACTORS						
تعداد تیغه‌های اصلی		3	3	3	3	3
تعداد تیغه‌های کمکی		1N/O	1N/O+1N/C	1N/O+1N/C	2N/O+2N/C	2N/O+2N/C
جریان بر حسب آمپر						
ماکزیمم جریان عبوری در دمای 40°C برای انواع مختلف	AC-1 & 1th.	20A	20A	25A	32A	50A
	AC-3 le 220V 440V 550V	12A	12A	16A	22A	35A
		9A	9A	12A	20A	32A
		7A	7A	8.5A	17A	24A
		0.29	0.32	0.32	0.56	0.95

شکل (۱-۲۱۲)

شکل (۱-۲۱۳)

توضیح:

برخی مواقع تعداد کنتاکت‌های باز و بسته‌ی موجود روی کنتاکتور مورد نظر برای اتصال مدار به اندازه‌ی کافی نیست در این صورت می‌توان با نصب تیغه‌های کمکی که بر روی کنتاکتور قرار می‌گیرند تعداد تیغه‌های باز و بسته را افزایش داد. شکل‌های ۱-۲۱۴ و ۱-۲۱۵ کنتاکتورهای مخصوصی که روی آن‌ها اهرم‌های قفل شدن وجود دارد و مجموعه‌ی تیغه‌های کمکی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۱۴



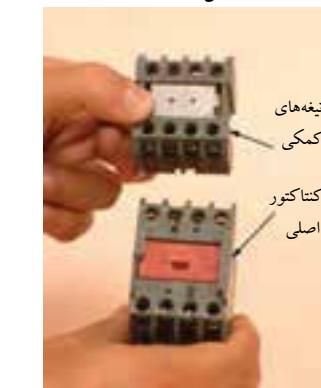
شکل ۱-۲۱۵

شکل ۱-۲۱۶ نحوه قرار دادن تیغه‌های کمکی (کنتاکتور کمکی) بر روی کنتاکتور اصلی را نشان می‌دهد.

برای جلوگیری از استهلاک و خرابی پیچ‌های کنتاکتورها از فیش‌های ثابتی که قابلیت نصب در زیر پیچ‌های کنتاکتور را دارند می‌توان استفاده کرد. (شکل ۱-۲۱۷). برای انتخاب کنتاکتور مناسب جهت راهاندازی موتور سه‌فاز روتور قفس می‌بایست علاوه بر جدول ۱-۲۴ به موارد دیگر مانند ولتاژ، فرکانس کار و قدرت موتور توجه شود. جدول ۱-۲۶ یک نمونه جدول انتخاب کنتاکتور را نشان می‌دهد. در این جدول به ازای توان‌های مختلف در شبکه‌ی سه‌فاز کنتاکتورهای گوناگونی توصیه شده است. نوع آن‌ها را با توجه به راهنمای سمت چپ جدول می‌توان تشخیص داد.

جدول ۱-۲۶ - انتخاب کنتاکتور برای موتورهای روتور قفسی

کیلو وات		اسپ		سیکل ۵۰-۶۰		جریان سه فاز				
حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداکثر	حداقل	۲۰۰ ولت	۳۸۰ ولت	۴۴۰ ولت	۵۰۰ ولت	۶۶۰ ولت
۰/۱	۲/۲	۰/۱۳	۳							
۲/۳	۳	۳/۱	۴							
۳/۱	۴	۴/۱	۵/۵							
۴/۱	۵/۵	۵/۶	۷/۵							
۵/۶	۷/۵	۷/۶	۱۰							
۷/۶	۹	۱۰/۱	۱۲/۵							
۹/۱	۱۰	۱۲/۶	۱۳/۵							
۱۰/۱	۱۱	۱۳/۶	۱۵							
۱۱/۱	۱۵	۱۵/۱	۲۰							
۱۵/۱	۱۸/۵	۲۰/۱	۲۵							
۱۸/۶	۲۲	۲۵/۱	۳۰							
۲۲/۶	۲۵	۳۰/۱	۳۵							
۲۵/۱	۳۰	۳۵/۱	۴۰							
۳۰/۱	۳۳	۴۰/۱	۴۵							
۳۳/۱	۳۷	۴۵/۱	۵۰							



شکل ۱-۲۱۶



شکل ۱-۲۱۷

شماره فنی کنتاکتور

LCI D09	
LCI D12	
LCI D16	
LCI D25	
LCI D40	
LCI D63	

قابل قطع در حالت کار عادی (3 AC)
۲۵۰۰۰...
با تأثید

IEC 158 UTE-NF C63110 VDE 0660



شکل (۱-۲۱۸)



۱-۳۲- شستی استپ و استارت

در مدارهای صنعتی برای فرستادن فرمان قطع و وصل به کنتاکتورها، از شستی استفاده می‌شود. شستی‌ها کلیدهای لحظه‌ای هستند. با فشار بر آن‌ها کنتاکت‌هایی وصل یا قطع می‌شوند.

شستی استارت (Start) برای وصل یعنی در مدار قرار گرفتن کنتاکتور و شستی استپ (Stop) برای قطع (از مدار خارج کردن) کنتاکتور به کار می‌رود.

شکل ۱-۲۱۸ تصویری از چند نمونه شستی استپ و استارت را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۲۱۹ نمونه‌هایی از شستی‌های فقط استپ، فقط استارت و دوبل را نشان می‌دهد. اصطلاحاً در بازار این نوع شستی‌ها به "نوع قارچی" معروف هستند.

شستی‌های استپ و استارت را به ترتیب با حروف «OFF» و «ON» یا «O» و «N» نشان می‌دهند. برخی موارد این شستی‌ها در مجموعه‌هایی بسته‌بندی شده و به صورت یک قاب وجود دارند. در شکل ۱-۲۲۰ نمونه‌هایی از این شستی‌ها را نشان می‌دهد. در برخی موارد بر روی شستی‌ها از اصطلاحات یا علائم خاصی همچون UP (بالا)، Down (پایین)، FORWARD (جلو) و REVERS (عقب) استفاده می‌شود (شکل ۱-۲۲۱).

همچنین در یک سری از شستی‌ها از علائم (فلش‌هایی) به صورت \nearrow \nwarrow \downarrow \uparrow برای نشان دادن وضعیت و چگونگی حرکت موتور و جهت‌های مختلف استفاده می‌شود.

شستی‌های استپ و استارت دو خانه یا بیشتر و حتی به صورت غیرساکن (آویز) نیز وجود دارند که بیشتر در کارخانجات و برای موارد متحرک همچون جرثقیل‌های سقفی کاربرد دارند. شکل ۱-۲۲۱ نمونه‌هایی از این شستی‌ها را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۲۲۰)



شکل (۱-۲۲۱)

در کنار حروف و یا اعدادی که برای بیان شرایط کاری شستی‌ها به کار می‌روند از شستی‌های رنگی مختلف برای نشان دادن وضعیت کاری نیز استفاده می‌شود.

شکل ۱-۲۲۲ یک نمونه از جدول کاتالوگ شستی‌ها را نشان می‌دهد.

در صورت افزایش تعداد شستی‌های لازم در مدار، می‌توان مطابق شکل ۱-۲۲۳

از قاب‌هایی با تعداد خانه‌های بیشتر نیز استفاده کرد.

نوع شستی	رنگ شستی
بک شستی	سیز
	قرمز
دو شستی	قرمز
	سیز
	قرمز

شکل ۱-۲۲۲



شکل ۱-۲۲۳



شکل ۱-۲۲۴

در جدول مربوط به کاتالوگ شستی‌ها و یا روی بدنه‌ی آن‌ها برای بیان تعداد و نوع تیغه‌های موجود در شستی از حروف اختصاری به همراه یک عدد استفاده می‌شود که مفهوم آن چنین است.

۱-NC یک تیغه‌ی بسته

۱-NO یک تیغه‌ی باز

۱-NC+1-NO یک تیغه‌ی باز و یک تیغه‌ی بسته

شکل ۱-۲۲۵-۱ ضمن نمایش شستی‌های مختلف این مطلب را بیان می‌کند.

نوع	رنگ	کد، نوع و تعداد تیغه‌ها
	●	CA-P1 (INO) CA-P2 (INC) CA-P11 (INO+INC)
	●	CA-PF1 (INO) CA-PF2 (INC) CA-PF11 (INO+INC)
	●	CA-PM1 (INO) CA-PM2 (INC) CA-PM11 (INO+INC)
	●	CA-PL1 (INO) CA-PL2 (INC) CA-PL11 (INO+INC)
	●	CA-PLM1 (INO) CA-PLM11 (INO+INC)

شکل ۱-۲۲۵

۱- گلید سوئیچ

کلیدهای قفل شونده (گلید سوئیچ‌ها) از نظر ساختمان داخلی، شبیه شستی‌ها هستند با این تفاوت که آن‌ها را می‌توان توسط یک سوئیچ قفل کرد. برای وصل مجدد نیاز به قرار دادن سوئیچ و باز کردن قفل است. از این کلیدها زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم درجه حفاظت را افزایش دهیم. در شکل ۱-۲۲۶ نمونه‌هایی از این نوع کلیدها را از نمای رو به رو و کنار نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۲۶

۱- لامپ سیگنال

لامپ سیگنال یا لامپ خبر در مدارهای فرمان برای نشان دادن وضعیت‌های کاری و یا خاموش بودن مصرف کننده‌های برق دار و یا بدون برق بودن تابلوها و نیز دیده شدن شستی‌ها استفاده می‌شود.

این لامپ‌ها در توانهای کم ۱ تا ۵ وات و در رنگ‌های مختلف (سبز، قرمز، نارنجی و ...) و معمولاً از نوع گازی ساخته می‌شوند. گاز این لامپ‌ها اغلب نئون است. ولتاژ کاربرخی از لامپ‌های سیگنال، کم می‌باشد. در چنین مواردی در پشت آن‌ها از که ترانسفورماتور کاهنده‌ی کوچک استفاده شده است.

شکل ۱-۲۲۷ نمونه‌های مختلفی از لامپ‌های سیگنال را نشان می‌دهد.

مدل و شکل ظاهری	مشخصات و کاربرد	رنگ
	Direct Supply included Bulb Lamp Holder E-10 Neon blub 110V- 440 V	
	Direct Supply included Bulb Lamp Holder BA-sS Neon blub 110V- 440 V	
	Trasformers Type Bulb 6 V E- 100. 15 W	

شکل ۱-۲۲۷

در ساختمان داخلی برخی شستی‌های استپ و یا استارت از لامپ سیگنال استفاده شده است. شکل ۱-۲۲۸ تصویر گسترده‌ی یک شستی را نشان می‌دهد که دارای لامپ سیگنال است.



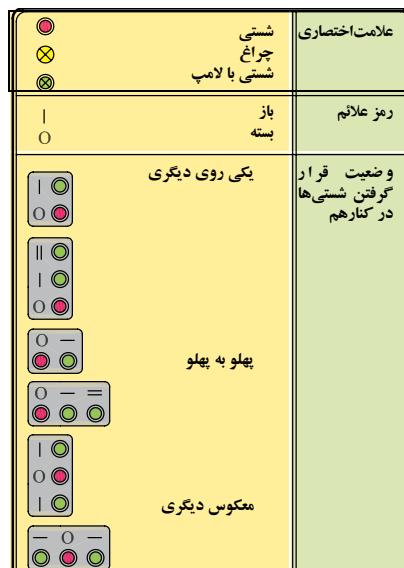
شکل ۱-۲۲۸

شکل ۱-۲۲۹ یک استپ و استارت با لامپ نئون را نشان می‌دهد. در شستی‌های لامپ‌دار از لامپ‌های نئون ۲۲۰ ولتی و یا ولتاژ پایین، به ندرت استفاده می‌شود. معمولاً از لامپ‌های ۱۳۰ ولتی با یک مقاومت سری با آن، یا یک لامپ ۶ ولت که در داخل آن ترانسفورماتوری قرار گرفته استفاده می‌شود. قدرت لامپ‌های ۶ ولتی، ۲ وات و قدرت لامپ‌های ۱۳۰ ولتی، حدود ۳ تا ۵ وات است. شکل‌های ۱-۲۳۰، ۱-۲۳۱ و ۱-۲۳۲ مدارهای داخلی این گونه شستی‌ها را نشان می‌دهد.

در شستی‌هایی که فاقد لامپ سیگنال هستند برای بیان مفهوم یا علامتی خاص، از نشانه‌های پلاستیکی مطابق شکل ۱-۲۳۳ استفاده می‌شود.

۱-۳۵ - چکونگی قرار گرفتن و تعیین رنگ تجهیزات کنترل و نمایش دهنده‌ها

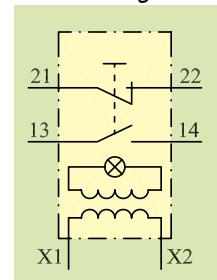
تجهیزات کنترل کننده (شستی‌ها) و نمایش دهنده‌ها (لامپ‌های سیگنال) در قالب یکی از شرایط نشان داده شده در شکل ۱-۲۳۴ در مدارها به کار می‌روند.



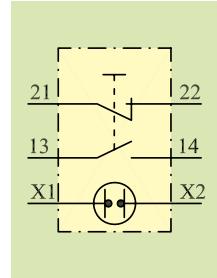
شکل ۱-۲۳۴



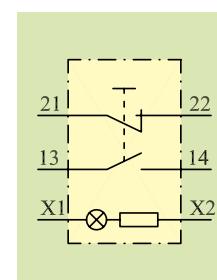
شکل ۱-۲۲۹



شکل ۱-۲۳۰ - لامپ‌های ۶ ولتی
(با ترانسفورماتور)



شکل ۱-۲۳۱ - لامپ‌های نئون
ولتاژ پایین و یا ۲۲۰ ولتی



شکل ۱-۲۳۲ - لامپ‌های ۱۳۰ ولتی



شکل ۱-۲۳۳

برای تعیین رنگ شستی های فشاری، خبردهنده های لامپی و شستی های لامپ دار به جدول ۱-۲۷ توجه کنید.

جدول ۱-۲۷

رنگ شستی های فشاری	
رنگ	فرمان
سبز	استارت، روشن
قرمز	شستی کوپک: است، خاموش شستی بزرگ: خاموش – اضطراری
زرد	شروع به برگشت خارج از جریان معمولی کار یا شروع برای رفع شرایط خطرناک
سفید، آبی و سیاه	هر عملی که هیچ کدام از رنگ های بالا برای آن صادق نیست. رنگ خبردهنده های لامپی برای نمایش وضعیت کاری
وضعیت کاری	
رنگ	
سبز	ماشین آماده شروع به استارت
سفید	بدون معنی خاص، مثلاً ماشین در حال کار
قرمز	وضعیت غیرعادی، خطر، اعلام خطر
زرد	توجه یا احتیاط
آبی	همه کارهایی که هیچ کدام از رنگ های بالا برای آن صادق نیست
رنگ های شستی های لامپ دار	
رنگ	معنی شستی های لامپ دار
سبز	آزاد بودن استارت به کار با روشن شدن شستی
سفید	ماشین در حال کار
قرمز	از شستی های لامپ دار قرمز صرف نظر شود به جای آن از شستی های قرمز فشاری معمولی استفاده شود.
زرد	توجه یا احتیاط
آبی	هر مفهومی که از رنگ های مذکور در بالا استباط نشود.

۱-۳۶ - آشنایی با رله های حرارتی و مغناطیسی ۱-۳۶-۱ - رله حرارتی

برای حفاظت موتورهای الکتریکی در مقابل اضافه بار (بار زیاد) از رله های حرارتی استفاده می شود. در شکل ۱-۲۳۵ چند نمونه از این نوع رله ها را مشاهده می کنید.

اساس کار این رله ها بر پایه ای اختلاف ضریب انبساط طولی دو فلز به کار رفته در آن است.

همان طور که در شکل ۱-۲۳۶ مشاهده می شود در ساختمان داخلی آنها از دو فلز آهن و برنج که بر روی هم پرس شده و به صورت یکپارچه دیده می شوند استفاده شده است.

بر اثر عبور جریان از بی متال، دو فلز گرم می شوند و طول آنها افزایش می یابد. از آن جایی که ضریب انبساط طولی یکی از فلزات بیشتر از دیگری است. دو فلز با هم به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کمتری دارد خم می شوند. در نتیجه مسیر عبور جریان کنتاکت ها باز و مدار قطع می شود.

در رله های حرارتی، سه تیغه بی متال تعییه شده که سیم حامل جریان چند حلقه به دور آن پیچیده می شود. در اثر عبور جریان اضافه بار، هادی ها گرم، حرارت به بی متال منتقل می شود و باعث خم شدن تیغه می شود. حرکت هر یک از بی متال ها به اهرمی فشار می آورد و با جایه جا شدن اهرم، یک میکروسوئیچ^۱ که دارای کنتاکت تبدیل باز و بسته است تغییر وضعیت می دهد و مدار فرمان را قطع می کند.

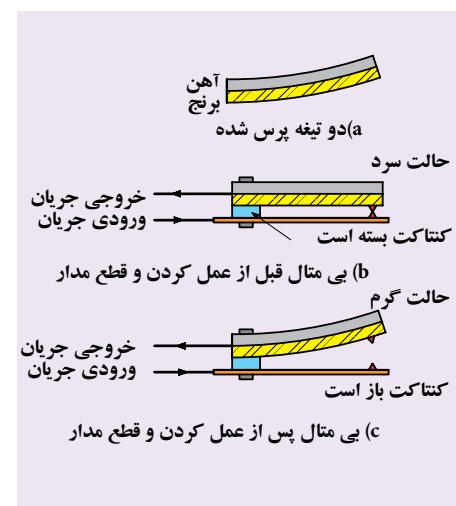
تیغه های مدار قدرت با شماره های یک رقمه ای از ۱ تا ۶ و ترمینال تیغه های فرمان که به صورت دوبل (بسته و باز) می باشند را با شماره های ۹۵ تا ۹۸ مشخص می کنند.

ترمینال های مدار قدرت و فرمان بی متال را در شکل ۱-۲۳۷ مشاهده می کنید.

شکل ۱-۲۳۸-۱ اجزای داخلی یک رله حرارتی (بی متال) را نشان می دهد.



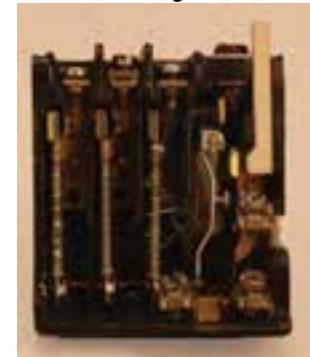
شکل ۱-۲۳۵



شکل ۱-۲۳۶

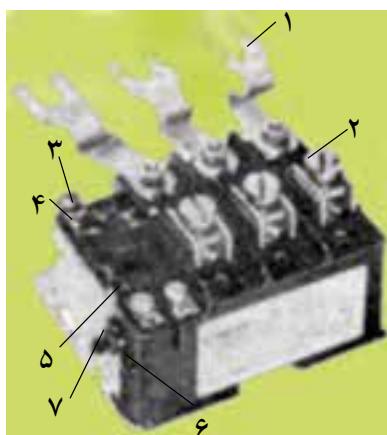


شکل ۱-۲۳۷



شکل ۱-۲۳۸

۱- در قسمت ۳۲-۱ در باره آن بحث می شود.



شکل ۱-۲۳۹ اجزای ظاهری بی‌متال

- ۱- اتصالی به کنتاکتور
- ۲- اتصالی به موتور
- ۳- ترمینال مشترک مدار فرمان
- ۴- پیچ تنظیم جریان
- ۵- ترمینال باز و بسته مدار فرمان
- ۶- پیچ تغییر وضعیت
- ۷- دکمه اتصال مجدد

شکل ۱-۲۳۹-۱ اجزای خارجی و محلهای اتصال آن به مدار را نشان می‌دهد.

در شکل ۱-۲۴۰ علامت اختصاری بی‌متال در استانداردهای قدیم و جدید نشان داده شده است.

بر روی بدن‌های بی‌متال‌ها، مشخصات الکتریکی و شماره‌ی ترمیال‌های ورودی و خروجی مدار فرمان و قدرت نوشته می‌شود. به کمک آن‌ها می‌توان به محدوده‌ی جریان نوع مصرف کننده و شماره ترمینال‌ها پی‌برد و آن‌ها را شناسایی کرده در شکل‌های ۱-۲۴۱ و ۱-۲۴۲ تصویر مشخصات دو نمونه از بی‌متال‌ها مشاهده می‌شود.

ورودی بی‌متال به صورت میله‌هایی است که در زیر پیچ‌های کنتاکتور قرار می‌گیرند. خروجی آن نیز به صورت ترمینال‌هایی است که به وسیله‌ی سیم از آن انشعاب می‌گیریم.

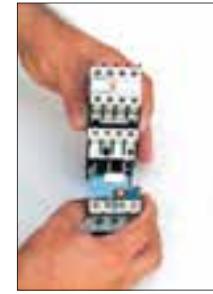
شکل a-۲۴۳ و b-۲۴۳-۱ نحوه قرار دادن بی‌متال در زیر پیچ‌های کنتاکتور را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۴۱



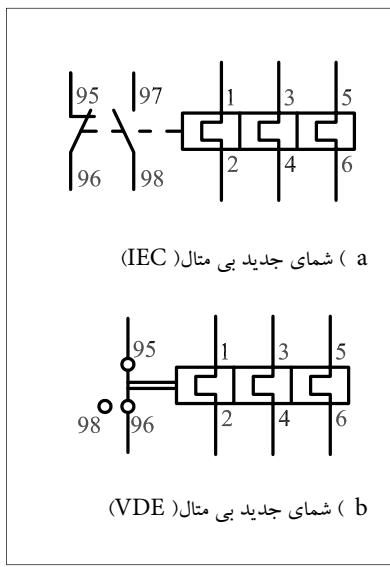
شکل ۱-۲۴۲



شکل ۱-۲۴۳-۱



شکل ۱-۲۴۳-۲



شکل ۱-۲۴۰

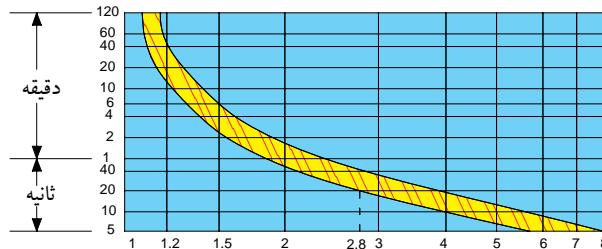
شکل ۱-۲۴۴-۱ چگونگی اتصال رله‌ی حرارتی در مدارهای سه‌فاز و تک‌فاز را نشان می‌دهد.

از قسمت فرمان رله‌ی حرارتی و با کمک گرفتن از لامپ سیگنال و یا وسایل خبردهنده‌ی دیگر همچون بوق یا آژیر برای نشان دادن وضعیت قطع رله در برابر جریان اضافی (اضافه‌بار) استفاده می‌شود. شکل ۱-۲۴۵-۱ طراحی و طرز کار این رله‌ها به گونه‌ای است که پس از عمل کردن بلا فاصله به حالت اول برنمی‌گردند و در همان شرایط قطع باقی می‌مانند تا مدار توسط فرد متخصص رفع عیب شود.

پس از برطرف شدن اشکال پیش آمده، برای وصل مجدد رله می‌بایست شستی مخصوص (راه اندازی مجدد) Reset را که معمولاً به رنگ آبی، قرمز یا سفید است فشار داد تا به حالت طبیعی (وصل) باز گردد (شکل ۱-۲۴۶).

مشخصات الکتریکی رلهٔ حرارتی

رلهٔ حرارتی دارای ولتاژ و جریان نامی برای اتصال به مدارهای الکتریکی است. برای تنظیم مقدار جریان قابل تحمل برای رله‌ها علاوه بر جریان نامی مصرف کننده، مدت زمان تحمل رله در مقابل جریان‌های زیاد نیز مطرح است. هر رله دارای منحنی کار جریان به ازای مدت زمان قابل تحمل خاصی است. در شکل ۱-۲۴۷ یک نمونهٔ آن مشاهده می‌شود.



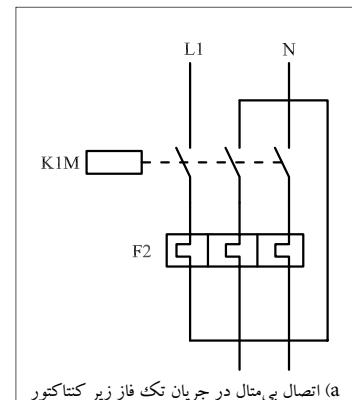
شکل ۱-۲۴۷- مثلاً اگر جریان مصرف کننده ۲۸ برابر جریان نامی شد پس از گذشت ۲۰ ثانیه رله، مدار را قطع می‌کند.

جدول ۱-۲۸ مدت زمان قطع رلهٔ حرارتی را در برابر افزایش بار مصرفی نشان می‌دهد.

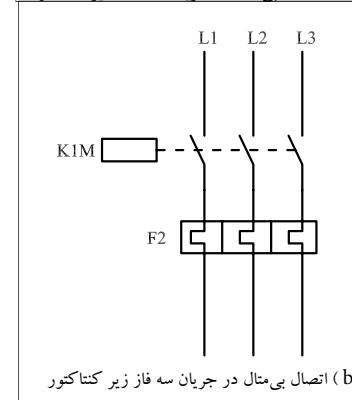
جدول ۱-۲۸

مدت زمان لازم جهت قطع رلهٔ حرارتی مناسب	مقدار افزایش جریان بار (I_L) نسبت به جریان تنظیمی رلهٔ حرارتی
مدار را قطع نکند	$\% 0 \times I_L$
بیش تر از ۲ ساعت	$\% 5 \times I_L$
کم تر از ۲ ساعت	$\% 20 \times I_L$
کم تر از ۲ دقیقه	$\% 50 \times I_L$
کم تر از ۵ ثانیه	$\% 600 \times I_L$

در انتخاب رلهٔ حرارتی (بی‌متالی) برای موتورهای روتور قفسی جدول‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. در اینجا دو نمونه جدول‌های ۱-۲۹ و ۱-۳۰ نشان داده شده است.



(a) اتصال بی‌متال در جریان تک فاز زیر کنکتور



(b) اتصال بی‌متال در جریان سه فاز زیر کنکتور

شکل ۱-۲۴۴

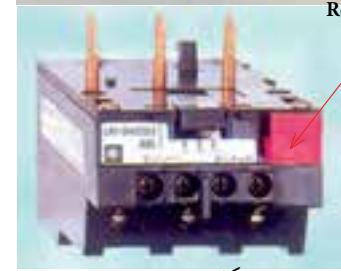


ترمینال‌های قسمت فرمان‌باز بی‌متال

شکل ۱-۲۴۵



دکمه Reset



شکل ۱-۲۴۶

جدول ۱-۲۹- انتخاب رله حرارتی (بی متال) برای موتورهای روتور قفسی

مشخصات	رله حرارتی	کامل کردن شماره فنی رله حرارتی						
		جریان سه فاز ۶۰-۵۰ سیکل						
		قدرت موتور						
		کیلووات	اسپ	۲۲۰ ولت	۳۸۰ ولت	۴۱۵ ولت	۵۰۰ ولت	۶۶۰ ولت
شماره فنی رله حرارتی	LR1 D09	۰/۳۷	۰/۵	307	306	306	305	304
	LR1 D12	۰/۵۵	۰/۷۵	308	307	306	306	305
	LR1 D16	۰/۷۵	۱	308	307	307	307	306
	LR1 D25	۱/۱	۱/۵	310	308	307	307	306
	LR1 D40	۱/۵	۲	312	308	308	308	307
	LR1 D63	۲/۲	۳	314	310	310	308	308
		۳	۴	316	312	312	310	308
		۴	۵/۵	321	314	312	312	310
		۵/۵	۷/۵	322	319	316	314	312
		۷/۵	۱۰	353	321	321	321	314
		۱۰	۱۳/۵	355	322	321	321	316
		۱۱	۱۵	357	327	322	321	316
		۱۵	۲۰	359	353	353	322	321
		۱۸/۵	۲۵	361	355	355	353	322
		۲۲	۳۰		357	355	355	353
		۲۵	۳۵		359	357	357	353
		۳۰	۴۰		361	359	357	355
		۳۳	۴۵		361	359	357	355
		۳۷	۵۰			361	361	357

شماره فنی رله حرارتی را با افزودن ^۳ شماره اندیکس کامل نمایید. برای مثال؛ برای ۵,۵ کیلووات ۳۸۰ ولت ^{۱۲} LR1-D316-12 رله حرارتی مستقیماً روی کنترلور نصب می‌شوند. رله حرارتی سری LR^۳ برای مصرف در مدارهای سه فاز نامتعادل به کار می‌رود. مانند گرمهکن‌های برقی - روشنایی متفرقه برای مصرف در شبکه ۶۶۰ ولت با ما مشورت فرماید.

جدول ۱-۳۰

اندازه جریان	وزن بر حسب kg	کنترلور	جریان تنظیمی	موتورهای سه فازه	حدوده	ماکریمم قدرت استاندارد برای	
و مدل فیوز	gM	g1	BS68				
				50/60 Hz AC3 duty 220V 380V 415V 440V 500V 660V			
				KW kW kW kW kW A			
				hp hp hp hp hp			
*	*	*	*	0,1-0,16	D09 to D32	LR1-D09301A65 0,25 - 2	
				0,120			
*	*	*	*	0,16-0,25	D09 to D32	LR1-D09302A65 0,50 - 2	
				0,120			
*	*	*	*	0,25-0,40	D09 to D32	LR1-D09303A65 1 2 2	
				0,120			
*	*	*	*	0,37 0,5	0,40-0,63	D09 to D32 LR1-D09304A66 1 2 2	
				0,120			
*	*	*	*	0,37 0,5	0,63-1	D09 to D32 LR1-D09305A65 2 4 4	
				0,120			
*	0,37 *	0,55	0,75	1,1	1-1,6	D09 to D32 LR1-D09306A65 2 4 6	
	0,5	0,75	1	1,5	0,120		
0,37	0,75	1,1	1,1	1,1	1,5-2,5	D09 to D32 LR1-D09307A65 4 6 10	
0,5	1	1,5	1,5	1,5	2	0,120	
0,75	1,5	1,5	1,5	2,2	3	2,5-4	D09 to D32 LR1-D09308A65 6 10 16
1	2	2	2	3	4	0,120	
1,1	2,2	2,2	2,2	3	4	4-6	D09 to D32 LR1-D09310A65 8 16 16
1,5	3	3	3	4	5,5	0,120	
1,5	3	3,7	3,7	4	5,5	5,5-8	D09 to D32 LR1-D09312A65 12 20 20
2	4	5	5	5,5	7,5	0,120	
2,2	4	4	4	5,5	7,5	7-10	D09 to D32 LR1-D09314A65 12 20 25
3	5,5	5,5	5,5	7,5	10	0,120	

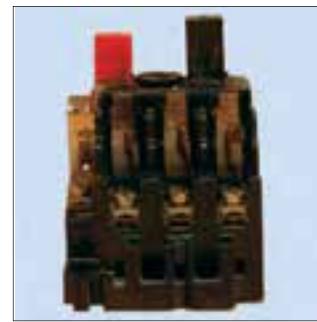
۲-۳۶-۱ - رله مغناطیسی

از جمله وسایلی که مصرف کننده‌های سه فازه را در مقابل اتصال کوتاه حفاظت می‌کند «رله مغناطیسی» یا «کلید حفاظتی» است. شکل‌های ۱-۲۴۸ و ۱-۲۴۹ نمایهای مختلفی از این رله‌ها را نشان می‌دهند.

در شکل ۱-۲۵۰ اجزای داخلی یک رله مغناطیسی را مشاهده می‌کنید. از جمله خصوصیات این کلیدها آن است که به هنگام بروز هر نوع خطا در مسیر هریک از فازها یا همه‌ی آن‌ها، مدار تمام فازها هم‌زمان قطع می‌شود. کلیدهای مغناطیسی می‌توانند به رله‌ی حرارتی نیز مجهز باشند.

شکل ۱-۲۵۱ تصویر یک رله مغناطیسی که مجهز به رله‌ی حرارتی نیز می‌باشد همراه شمای مداری آن را نشان می‌دهد. نحوه‌ی عملکرد آن به این صورت است که اگر روی یک موتور اضافه‌بار اتفاق بیافتد جریان بیشتری نسبت به جریان نامی موتور از اجزای حرارتی آن عبور می‌کند. در نتیجه عناصر بی‌متالی تغییر فرم می‌دهند و پس از مدتی مدار را قطع می‌کنند.

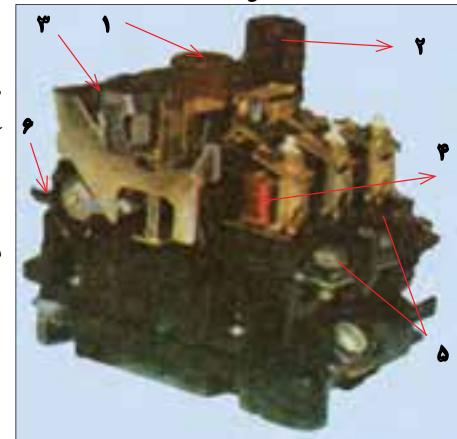
هر گاه اتصال کوتاهی در مدار روی دهد جریان زیادی از بین حفاظت کننده عبور می‌کند و فوران زیادی را در اطراف آن به وجود می‌آورد و در نتیجه اهرم آهنی را به طرف خود جذب می‌کند و سبب قطع کلید می‌شود.
رله‌های مغناطیسی در رنج‌های استاندارد شده‌ای از میلی‌آمپر تا کیلو‌آمپر ساخته می‌شوند.



شکل ۱-۲۴۸



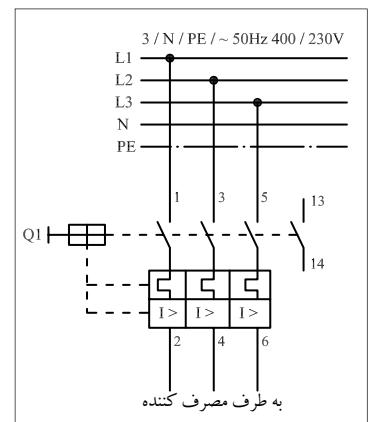
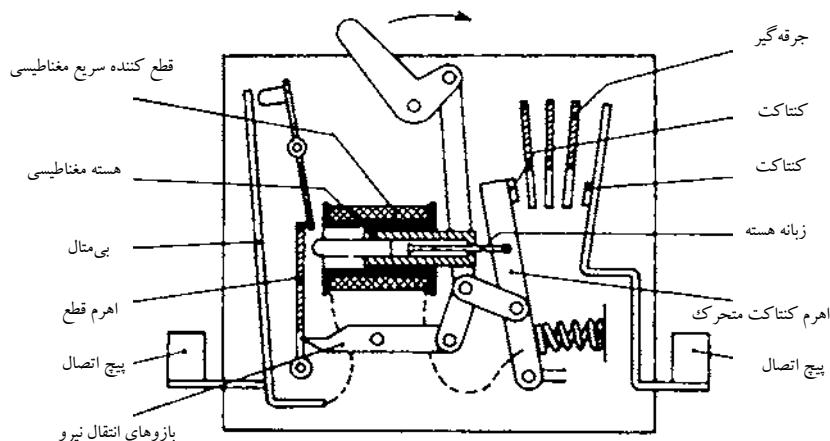
شکل ۱-۲۴۹



۱-دکمه قطع ۲-دکمهی وصل

۳-قطع کننده‌ی حرارتی ۴-قطع کننده‌ی مغناطیسی

۵-کنکات‌های ورودی ۶-کنکات‌های خروجی



شکل ۱-۲۵۱-۱-شمای فنی کلید حفاظت موتور

شکل ۲۵۲-۱ نمونه‌های مختلفی از این کلیدها با قدرت تحمل جریان اتصال کوتاهی معادل ۱۰۰ KA را نشان می‌دهد.

$P[\text{kW}]$	جریان اتصال کوتاه				
$I[\text{A}]$	0.06	0.09	0.12		
	0.21	0.31	0.41		
AC3,400-					

شکل ۲۵۲



شکل ۲۵۳

در صنعت این نوع رله‌ها به «کلید اتوماتیک» معروفند. از این نوع رله‌ها در مسیر برق ورودی کنتاکتورها بهجهت حفاظت کل مدار استفاده می‌شود.
شکل ۲۵۳-۱ تصاویری از این رله که در مسیر کنتاکتورها قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد.

به‌طور کلی استفاده از کلید حفاظت موتور برای موتورهای سه‌فازه در شرایط کاری دائم کار، خودکار یا آن‌هایی که محل فرمان‌شان دور است یا مستقیماً به برق وصل می‌شوند ضروری است. در این موارد استفاده از فیوزهای معمولی فشنگی توصیه نمی‌شود.

۱-۱-۳۷ - آشنایی با رله‌های زمانی

رله‌ی زمانی کلیدی است که پس از دریافت فرمان براساس تنظیمی که روی آن صورت گرفته پس از مدت زمانی عمل می‌کند و کنتاکت‌های داخلی بسته‌ی آن، باز و کنتاکت‌های باز، بسته می‌شوند. رله‌های زمانی را تحت عنوان تایمرها نیز می‌شناسند.

تایمرها دارای انواع مختلفی هستند. در اینجا چند نوع آن بررسی می‌شود.

۱-۱-۳۷-۱ - تایمر موتوری

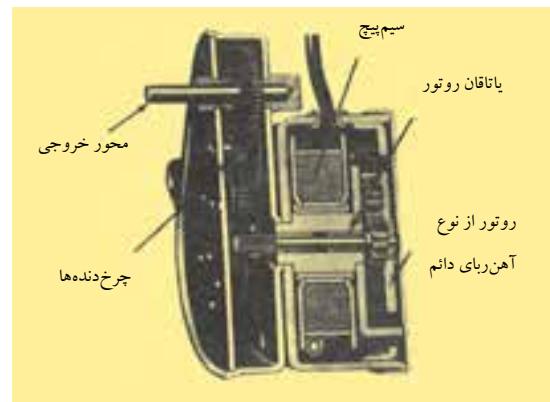
در این تایمرها از یک موتور سنکرون کوچک استفاده می‌شود که به محض اعمال ولتاژ به آن شروع به گردش می‌کند. این موتور به کمک چرخ‌دنده‌ها،

صفحه‌ای را می‌چرخاند. روی این صفحه‌ی زبانه‌ای قرار گرفته است. با گردش موتور پس از گذشت مدت زمان تنظیم شده، صفحه با کلیدی (میکروسوئیچ) برخورد می‌کند و در این حالت فرمان قطع و یا وصل فرستاده می‌شود. وضعیت تایمر تا زمانی که برق آن قطع نشود در همین شرایط باقی می‌ماند. در صورت قطع ولتاژ تغذیه‌ی موتور آن، صفحه‌ی زبانه‌دار توسط فنری که در زیر آن قرار گرفته به حالت اول خود باز می‌گردد و میکروسوئیچ آزاد می‌شود. در شکل ۱-۲۵۴ نمای رو به رو، تایمر را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۲۵۵ نمای جانبی این نوع تایمر را به همراه جزئیات نوشته شده روی بدنه آن و شکل ۱-۲۵۶ اجزای داخلی تایمر موتوری را نشان می‌دهد. با چرخاندن ولو می که روی تایمر قرار دارد می‌توان فاصله‌ی بین زائدی صفحه‌ی دوار تا میکروسوئیچ را تغییر داده و زمان رسیدن زائدی به میکروسوئیچ را به مقدار موردنظر تنظیم کرد. شکل ۱-۲۵۷ ساختمان داخلی تایمر موتوری را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۵۴



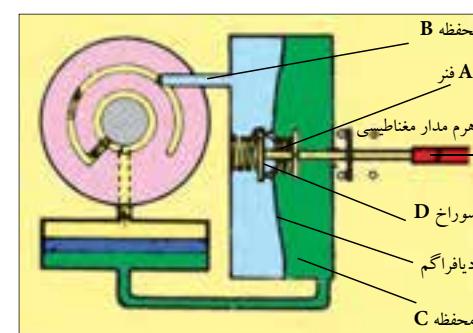
شکل ۱-۲۵۷



شکل ۱-۲۵۵

۳۷-۱ - تایمر بادی

ساختمان داخلی یک نوع از این رله‌ها در شکل ۱-۲۵۸ مشاهده می‌کنید.



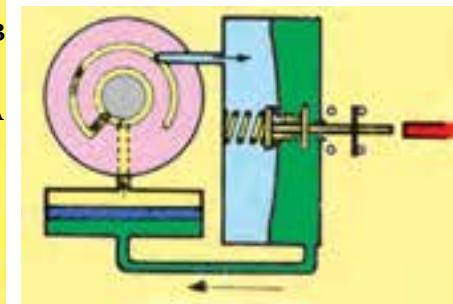
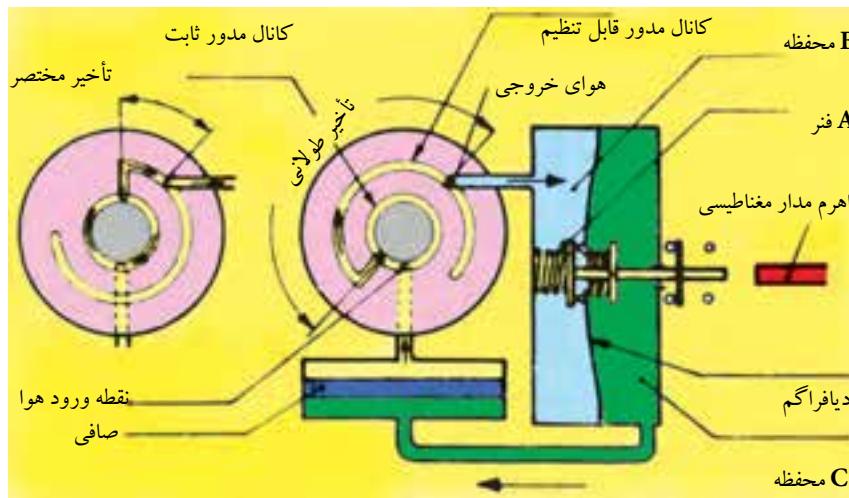
شکل ۱-۲۵۸



شکل ۱-۲۵۶

قبل از تحریک رله، اهرم، مدار مغناطیسی، فنر A و دیافراگم را فشار می‌دهد. هوای داخل محفظه‌ی B از طریق روزنه‌ی D که به طور لحظه‌ای باز شده به محفظه‌ی C رانده می‌شود.

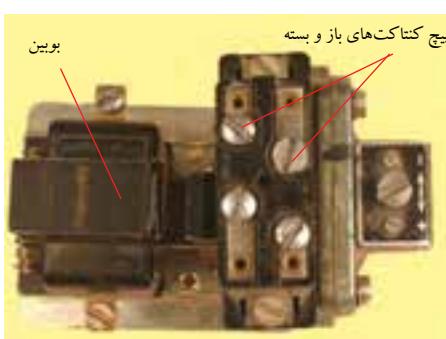
وقتی رله تحریک و اهرم مدار مغناطیسی کشیده شد. شکل ۱-۲۵۹ فنر A دیافراگم را دفع می‌کند و باعث ایجاد فشار کم در محفظه‌ی B می‌شود. هوای محفظه‌ی C از طریق یک صافی فلزی دوباره به محفظه‌ی B وارد می‌شود.



شکل ۱-۲۶۰

نسبت جریان این هوا به وسیله‌ی یک کanal با طول متغیر بین دو صفحه، کنترل می‌شود. مدت زمان تایmer به وضع قرار گرفتن دو دیسک بستگی دارد. این تنظیم، توسط دکمه تنظیم در محل انتخابی قرار می‌گیرد. همان‌طور که در شکل ۱-۲۶۰ مشاهده می‌شود در پایان زمان تأخیر، کن tact کار عمل می‌کند.

شکل دیگری از رله‌های بادی وجود دارد که از یک مخزن هوا، بویین و دیافراگمی که در مقابل آن قرار گرفته است تشکیل می‌شود. به محض اتصال برق به بویین، آن صفحه (دیافراگم) کشیده شده و هوا از طریق یک سوراخ که پیچی روی آن وصل شده است به داخل مخزن مکیده می‌شود. این کار تا زمانی که مخزن کاملاً پر شده و دیافراگم را به سمت خارج بفرستد ادامه می‌یابد (شکل ۱-۲۶۱).



در این رله با تغییر پیچ روی مخزن هوا می‌توان سرعت پرشدن مخزن را کم و زیاد کرد و در فرستادن زمان تایmer، تأخیر یا سرعت به وجود آورد (شکل ۱-۲۶۲).

یک نوع تایمربادی (پنوماتیکی) وجود دارد که می‌توان بر روی کنتاکتورها نصب کرد چرا که محور آن‌ها با محور هسته قفل شده و در صورت جذب هسته تایمربادی شده و هوا را به داخل می‌کشد. با چرخاندن ولوم روی تایمربادی می‌توان سرعت پرشدن مخزن هوای آن‌ها را تنظیم کرد. شکل ۱-۲۶۳^a تصویر ظاهری تایمربادی و شکل ۱-۲۶۳^b تصویر نصب شده تایمربادی روی کنتاکتور را نشان می‌دهد.



۱-۲۶۳(a) تایمربادی پنوماتیکی



۱-۲۶۳(b) تایمربادی پنوماتیکی نصب شده روی کنتاکتور

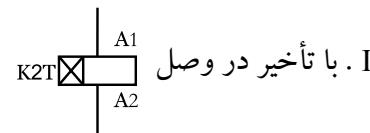
شکل ۱-۲۶۳

این تایمربادی مشابه دیگر تایمربادی دارای یک کنتاکت باز و یک کنتاکت بسته است. ساختمان داخلی آن‌ها از قطعات الکترونیکی همچون ترانزیستور و آی‌سی تشکیل می‌شود. اساس کار و بنای نگهداشت زمان در این تایمربادی، زمان شارژ خازن‌ها است.

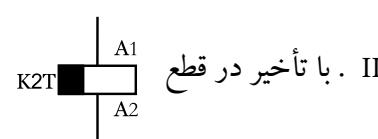
شکل ۱-۲۶۴ نمای ظاهری و شکل ۱-۲۶۵ نمای اجزای داخلی این تایمربادی را نشان می‌دهد.

با تغییر مقدار مقاومت و یا خازن، می‌توان مدت زمان شارژ و یا دشارژ خازن را افزایش یا کاهش داد. در تایمربادی‌های الکترونیکی نیز با چرخاندن ولوم تنظیم زمان در واقع مقدار مقاومت اهمی و یا ظرفیت خازن تغییر می‌کند. وضعیت و شماره‌ی تیغه‌های تایمربادی الکترونیکی بر روی بدنه آن نوشته می‌شود. در شکل ۱-۲۶۶ دو نمونه از این نوع را مشاهده می‌کنید.

در شکل کلی رله‌های زمانی (تایمربادی) را به دو دسته کلی زیر می‌توان تقسیم کرد.



I. با تأخیر در وصل



II. با تأخير در قطع

در تمامی تایمربادی‌ها لحظه شروع زمان سنجی آنها از لحظه وصل جریان به بویین آغاز می‌شود.

اصطلاحات تاخیر در وصل و تاخیر در قطع نشان دهنده نحوه عملکرد کنتاکت در آنها می‌باشد.

- در تایمربادی‌های با تاخیر در وصل با اتصال تغذیه بویین زمان سنجی آنها آغاز



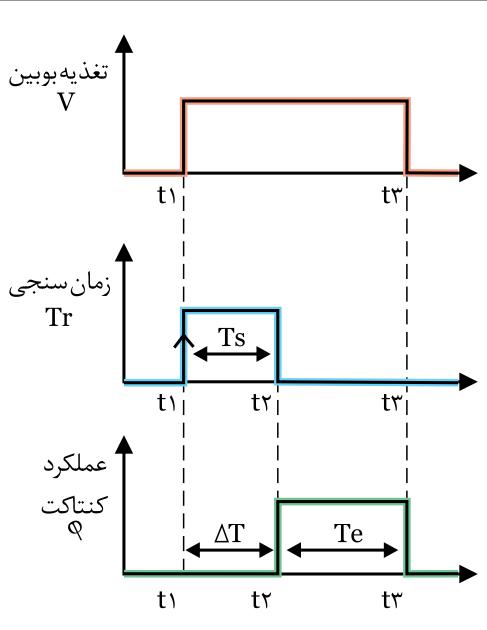
شکل ۱-۲۶۴-نمای ظاهری تایمربادی



شکل ۱-۲۶۵-نمای داخلی تایمربادی



شکل ۱-۲۶۶



شکل ۱-۲۶۷

می شود و پس از اتمام زمان تنظیمی کنتاکت تایمر عمل کرده و خروجی آن فعال می شود. این وضعیت وصل تا زمانی که برق تایمر وصل باشد باقی خواهد ماند. لذا برای استفاده مجدد از تایمرها لازم است تا برق بوین تایمر را قطع کنیم چرا که در این صورت کنتاکت به حالت اولیه خود باز می گردد.

شکل ۱-۲۶۷(۱) نمودار زمانی نحوه عملکرد این نوع تایمر هارانشان می دهد. همان‌گونه که در شکل مشخص است یک تاخیر زمانی (ΔT) بین لحظه وصل تغذیه بوین (t_1) تا در لحظه وصل کنتاکت تایمر (t_2) وجود دارد. لذا به همین دلیل است که به آن تایمر با تاخیر در وصل گویند.

۱- لحظه وصل جریان به بوین تایمر و لحظه شروع زمان‌شنجی

۲- لحظه پایان زمان سنجی و لحظه عملکرد کنتاکت (set)

۳- لحظه قطع جریان بوین تایمر و لحظه عملکرد کنتاکت (reset)

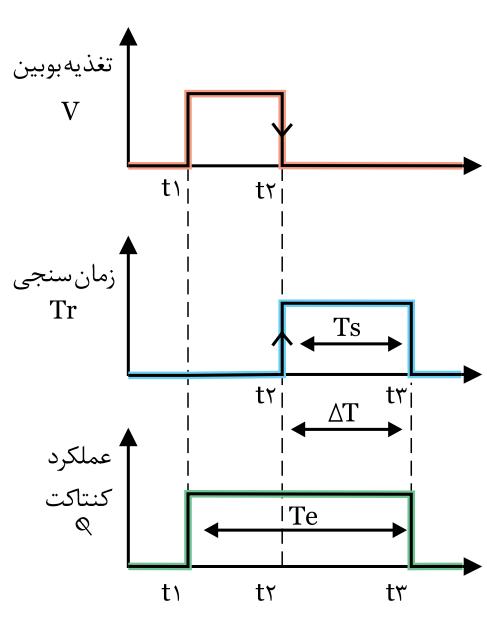
- مدت زمانی تنظیمی تایمر

- مدت زمان عملکرد تایمر

- مدت زمان تاخیر در وصل (فاصله بین زمان وصل تغذیه بوین تا
وصل کنتاکت تایمر)

در تایمر های با تاخیر در قطع با اتصال تغذیه بوین، کنتاکت تایمر عمل کرده و در همان شرایط باقی می ماند. در این گونه تایمرها زمان سنجی تایمر از لحظه قطع جریان بوین تایمر آغاز می شود. پس از اتمام زمان تنظیمی کنتاکت تایمر عمل کرده و قطع می شود در این حالت تایمر آماده دریافت راه اندازی مجدد است شکل ۱-۲۶۸(۱) نمودار زمانی نحوه عملکرد این نوع تایمرها را نشان می دهد.

همان‌گونه که در شکل مشخص است یک تاخیر زمانی (ΔT) بین لحظه قطع تغذیه بوین تایمر (t_2) تا لحظه قطع کنتاکت تایمر (t_3) وجود دارد. لذا به همین دلیل است که به آن تایمر با تاخیر در قطع گویند.



شکل ۱-۲۶۸

۱- لحظه وصل جریان ب بوین تایمر و لحظه عملکرد کنتاکت (set)

۲- لحظه قطع جریان بوین تایمر و لحظه شروع زمان سنجی

۳- لحظه پایان زمان سنجی و لحظه قطع جریان بوین کنت کتور

- مدت زمان تنظیمی تایمر

- مدت زمان عملکرد تایمر

- مدت زمان تاخیر در قطع (فاصله بین قطع تغذیه بوین تا قطع کنتاکت تایمر)

۱-۳۸-۱ - آشنایی با انواع لیمیت سوئیچ ها و فلوتر سوئیچ ها

۱-۳۸-۱ - لیمیت سوئیچ

لیمیت سوئیچ یک کلید فشاری است که فرمان مکانیکی محرک آن معمولاً عاملی غیر از دست می‌باشد. بر همین اساس چون از این نوع کلیدها در موارد مختلفی می‌توان استفاده کرد در ساخت آن‌ها نیز تنوع زیادی را می‌توان مشاهده کرد. ساختمان داخلی آن از دو یا چند کنتاکت هم محور باز و بسته تشکیل شده است.

در شکل ۱-۲۶۹ تصاویری از انواع لیمیت سوئیچ‌ها را مشاهده می‌کنید. از این کلیدها جهت محدود کردن حرکت دستگاه‌های متحرک در مسیرهای خطی یا دورانی استفاده می‌شود. از جمله‌ی آن‌ها می‌توان مسیر جرثقیل‌های سقفی، درب آسانسورها و نوارهای نقاله را نام برد.

اصطلاحاً به لیمیت سوئیچ‌های کوچک «میکرو سوئیچ» نیز گفته می‌شود. شکل ۱-۲۷۰ تصاویری از انواع لیمیت سوئیچ‌ها در اندازه‌ی کوچک‌تر را نشان می‌دهد.

علامت اختصاری میکرو سوئیچ در استاندارد IEC به صورت شکل ۱-۲۷۱ است.



شکل ۱-۲۷۱

شکل ۱-۲۷۲ نحوه‌ی باز کردن یک نوع لیمیت سوئیچ را به همراه پیچ‌های مربوط به کنتاکت باز و بسته نشان می‌دهد.

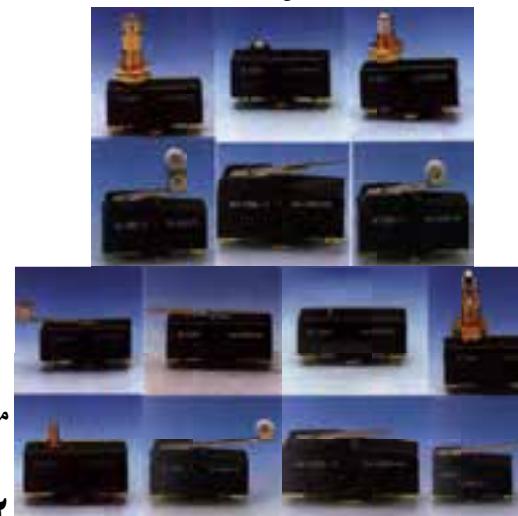
۱-۳۸-۲ - فلوتر سوئیچ

از جمله کلیدهای فشاری که در زمینه‌ی کنترل و محدود کردن سطح مایعات در داخل مخازن یا چاههای آب و فاضلاب به کار می‌رود «فلوتر سوئیچ‌ها» هستند. ساختمان داخلی این کلیدها مشابه لیمیت سوئیچ‌ها از یک کنتاکت باز و یک کنتاکت بسته تشکیل می‌شود. این سوئیچ کنترل کننده‌ها به صورت‌های مکانیکی و الکترونیکی ساخته می‌شوند.

برای تشخیص بالا و پایین بودن سطح مایع در محل موردنظر از شناورهای پلاستیکی و یا سنسورهای نوری نوع الکترونیکی استفاده می‌شود.



شکل ۱-۲۶۹



شکل ۱-۲۷۰



شکل ۱-۲۷۲



شکل ۱-۲۷۳



(a)



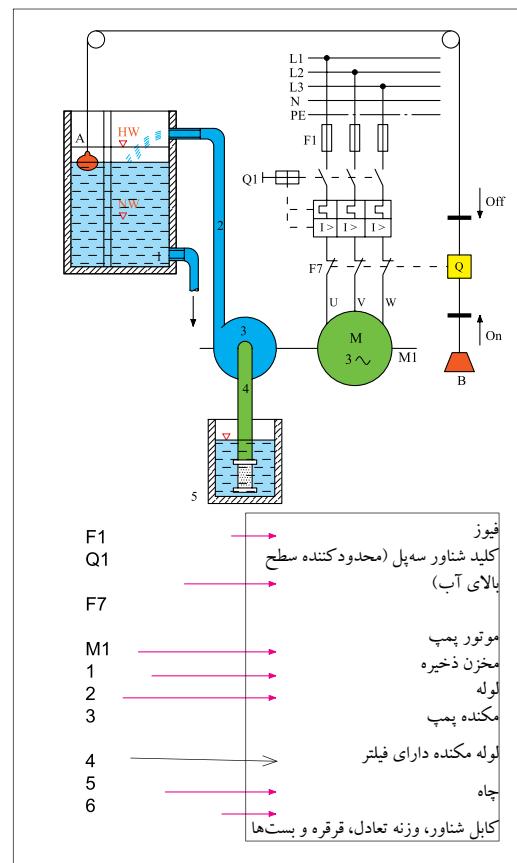
(b)



شکل ۱-۲۷۵

شکل ۱-۲۷۳ یک مدل آن نشان داده شده است.

در نوع پلاستیکی که فرمان به صورت مکانیکی فرستاده می‌شود از دو محفظه‌ی پلاستیکی به عنوان وزنهای روی سطح آب و خارج از مخزن استفاده می‌شود. مثلاً در شکل ۱-۲۷۴ اگر بخواهیم آب خارج شده از چاه را به طور غیرمستقیم و اتوماتیک تحت کنترل درآوریم از طریق یک نخ، وزنهای را خارج از مخزن B و وزنهای دیگری روی آب داخل مخزن A قرار می‌گیرد. بدین ترتیب وقتی میزان آب در مخزن کم شود شناور داخل مخزن در سطح پایین تری قرار می‌گیرد و در نتیجه از طریق تیغه‌ی وصل شده، فرمان وصل برای موتور فرستاده می‌شود و در صورت پرشدن مخزن، شناور داخل مخزن به سمت بالا می‌آید و موجب می‌شود تا تیغه‌ی فلوتر قطع و موتور خاموش می‌شود.

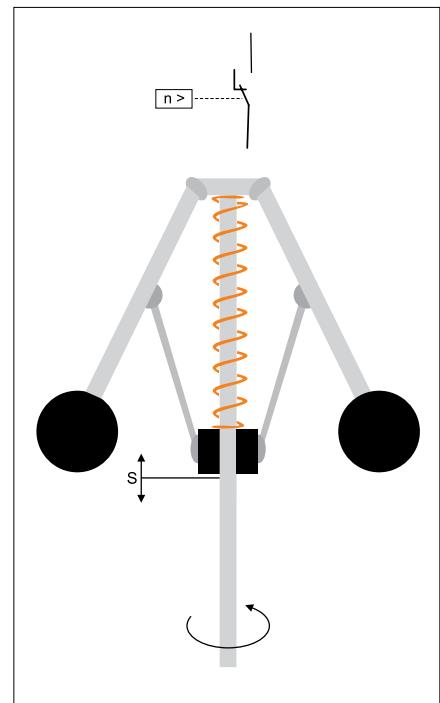


شکل ۱-۲۷۴

شکل های ۱-۲۷۵-۱ و ۱-۲۷۵-۲ نمونه‌هایی از فلوترسوئیچ‌ها را نشان می‌دهد. در شکل ۱-۲۷۵-۳ نحوه نصب یک نمونه فلوترسوئیچ را مشاهده می‌کنید.

۱-۳۹ - کلید های تابع دور

از کلید های تابع دور در موتورهای سه فاز و تک فازه با دو هدف مختلف استفاده می شود. علت به کار گیری کلید تابع دور در موتورهای سه فاز اغلب به جهت بالا بردن درجه حفاظت مدار در برابر افزایش سرعت احتمالی دستگاه (مانند میکسرا) و یا ترمزهای جریان مخالف استفاده می شود. یک نوع از این کلید ها که بیشتر در موتورهای سه فاز کاربرد دارد را در شکل (۱-۲۷۶) مشاهده می کنید. ساختمن این نوع کلید ها از یک محور، فر، دو بازو که در انتهای آنها دو وزنه قرار گرفته تشکیل می شود. این بازوها (طوق) که در ابتدا و انتهای توسط یک تکیه گاه هایی به فر متصل هستند و حول محور حرکت می کنند در صورت کم و زیاد شدن سرعت محور موتور به سمت بالا حرکت کرده و وزنه ها از طرفین به محور نزدیک یا دور می شوند. در صورت بالا رفتن سرعت قسمت (S) کلید مدار را قطع و در صورتی در سرعت کم باشد قسمت (S) کلید مدار در حالت وصل نگه می دارد.



شکل ۱-۲۷۶

نوع دیگری از کلیدهای تابع دور که بیشتر در موتورهای تک فاز (کولر) کاربرد دارند را در شکل (۱-۲۷۷) مشاهده می کنید. هدف از به کار گیری این کلید ها در موتورهای تک فاز خارج کردن سیم پیچی کمکی آنها در حداقل ۷۵ % دور نامی آنها است (اطلاعات بیشتر در بحث موتورهای تک فاز) در این کلید با افزایش قسمتی که در شکل با شماره (۱) نشان داده شده در اثر نیروی گریز از مرکز به سمت عقب کشیده شده و فر را فشرده می کند از طرفی دیگر در اثر برخورد با دو پلاتین بلند سبب می شود تایمر مداری آنها قطع شود. هر گاه سرعت کاهش یابد در این صورت نیروی فر پشت قطعه کائوچویی (۱) به آن فشار آورده و به جلو می راند در این صورت دوپلاتین مجدداً متصل شده و مدار خود را می بندد.



شکل ۱-۲۷۷

۱-۴۰ - رله کنترل فاز

از جمله وسایلی که امروزه در مدارهای الکتریکی به کار گرفته می شود "رله کنترل فاز" است. از این رله هم در مدارهای سه فاز و هم تک فاز می توان استفاده کرد. از این رله در زمینه تشخیص یا قطع خطاهای نامبرده شده استفاده می شود.

- قطع یک یا دو فاز

- جای جایی فازها (تغییر توالی فازها)

- عدم تقارن ولتاژ سه فاز

- شوک های ناشی از قطع و وصل متوالی برق



(الف)



(ب)

شکل ۱-۲۷۸

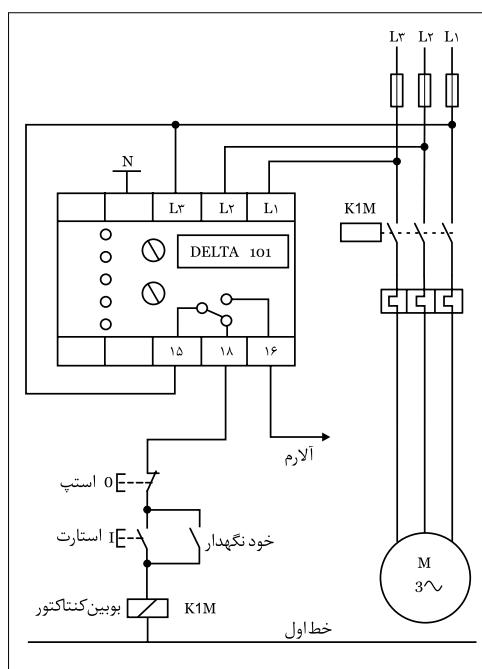
شکل (۱-۲۷۸) تصویر یک نمونه رله کنترل فاز را نشان می دهد. اصول کار این رله ها بین صورت است که پس از وصل شدن سه فاز و نول به ترمینال های L_1 , L_2 , L_3 , N , MP , T , S , R در صورت مناسب بودن ولتاژها و صحیح بودن ترتیب فازها چراغ لامپ نشان دهنده وجود ولتاژ تغذیه است به تنها ی روشن شده و بعد از زمان انتظار با روشن شدن چراغ R کناتکت شماره ۱۵ رله از پیچ شماره ۱۶ قطع شده و به کناتکت ۱۸ وصل شده و اجازه عمل به مدار مربوطه (مثالاً کنتاکتور و موتور) را می دهد.

در صورت بروز هر گونه اشکال در شبکه مانند دوفاز شدن ، جابه جایی فاز افزایش یا کاهش ولتاژ سیگنال خطای مربوطه روشن شده و با خاموش سیگنال خروجی (R) رله داخلی قطع می شود یعنی اتصال کناتکت داخل رله که در شرایط ۱۵ به ۱۸ است جدا شده و در وضعیتی که ۱۵ به ۱۶ وصل می شود قرار می گیرد. با این عمل مدار فرمان بوین کنتاکتور قطع شده و در نتیجه مدار جریان رسان به موتور نیز قطع می شود. در شکل (۱-۲۷۹) نحوه اتصال رله کنترل فاز در مدار فرمان راه اندازی یک موتور سه فاز مشاهده می کنید در اغلب این رله ها؛ اعلام خطای فاز و جا به جایی فاز با نشانگر (P) و اعلام خطای افزایش و کاهش ولتاژ با نشانگرهای U و U' انجام می پذیرد.

در برخی از این دستگاه از چند ولوم (پتانسیومتر) تنظیم استفاده شده که برای تنظیمات خاصی به کار می روند.

۱- پتانسیومتر تأخیر در قطع : با این پتانسیومتر می توان زمان تأخیر در قطع بعد از بروز خطای راه اندازی مدار (موتور) را در نظر گرفت.

۲- پتانسیومتر تنظیم حساسیت قطع فاز : با این پتانسیومتر میزان حساسیت رله در مقابل میزان نامتقارنی و ولتاژ شبکه جهت قطع مدار را تنظیم کرد. معمولاً در موتور هایی که ولتاژ برگشت زیادی دارند می توان از حساسیت حدود ۳ تا ۱۰ درصد و صورت عدم تقارن موجود در شبکه که مزاحم عمل عادی رله می شود می توان از حساسیتی حدود ۲۵ تا ۳۰ استفاده نمود.



شکل ۱-۲۷۹

قدکو:



برای اطمینان از صحیت تنظیمات انجام شده در رله می توان هنگام کار موتور با قطع یک فیوز، شبکه را دوفاز نموده و عملکرد کنترل فاز را مشاهده نمود.

۱-۱-۴۱ - رله کنترل بار

به طور معمول بر روی حفاظت موتور ها از بی متال هایی که روی کنتاکتورها قرار می گیرند استفاده می شود. از جمله معايب بی متال ها می توان به :

- بی متال ها عناصر مکانیکی هستند که با گذشت زمان حساسیت خود را از دست داده و به درستی عمل نمی کنند.

- با توجه به تنوع و زمینه های کاربردی مختلف کنتاکتورها باید از بی متال های خاص آنها استفاده کرد.

- از آنجایی که بی متال ها بر اساس تغییرات دما کار می کنند از تغییر دمای محیط می تواند روی عملکرد آنها تأثیر داشته باشد.

امروزه از رله های الکترونیکی خاص به نام "رله کنترل بار" که تصویر یک نمونه آن را در شکل (۱-۲۸۰) مشاهده می کنید استفاده می شود.

کنترل بار الکترونیکی یک کنترل کننده دقیق، بدون تأثیر پذیری از محیط و استهلاک مکانیکی با کارکرد طولانی برای محافظت دستگاه های سه فاز در برابر جریان های بیش از نیاز موتورها (بار^۱) است که جایگزین بی متال ها شده اند.

اغلب رله های کنترل بار جوابگوی استارت موتورها با زمان قطع قابل تنظیم

بوده و دارای خصوصیات زیر می باشند:

- قابلیت تحمل جریان راه اندازی با زمان قابل تنظیم
- قابلیت تنظیم زمان تأخیر در قطع برای اضافه جریان
- محافظت بار در برابر جریان های لحظه ای بیش از دو برابر مقدار تنظیمی
- دارای شرایط عملکردی قفل شونده اتوماتیک
- قابلیت تنظیم زمان تأخیر راه اندازی (۱ تا ۳۰ ثانیه)

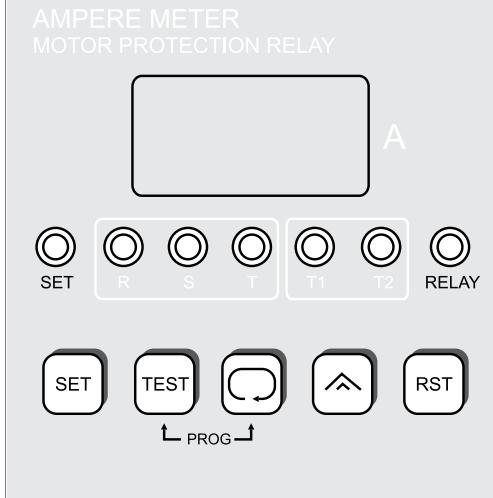
شکل (۱-۲۸۱) نحوه عملکرد اتصال این رله ها در مسیر مصرف کننده ها را نشان می دهد. نحوه عملکرد این رله ها بدین صورت است که با وصل ولتاژ تغذیه به ترمینال های A1,A2 رله خروجی عمل کرده و چراغ تغذیه (Power) آنها روشن خواهد شد در اینجاست در خیلی ترمینال ۱۵ از ۱۶ قطع و به ۱۸ وصل می گردد. مدار اینگونه رله به صورتی طراحی شده که از فرمان قطع ناخواسته به علت جریان زیاد استارت موتورها که معمولاً چند برابر جریان رسمی است جلوگیری می کند.



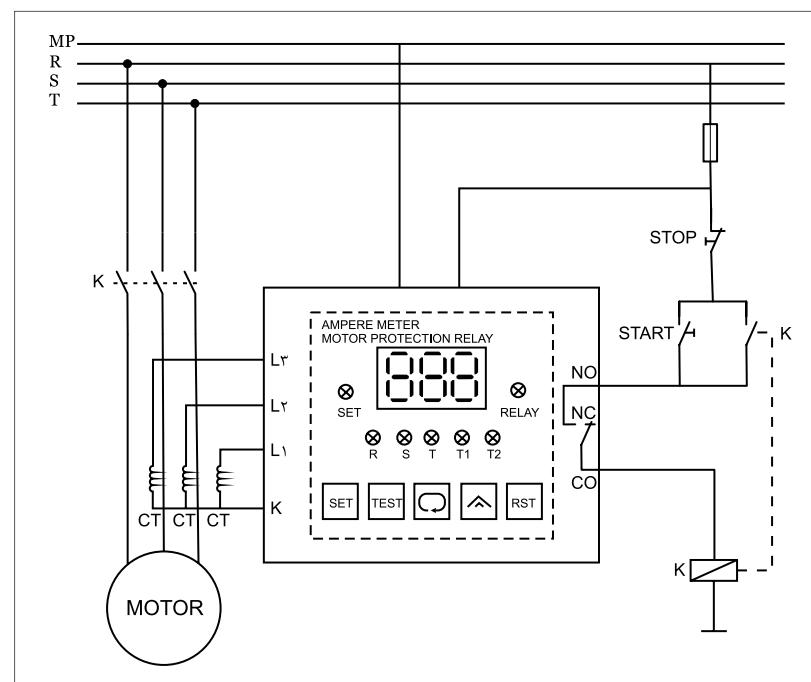
شکل ۱-۲۸۰



شکل ۱-۲۸۱



این زمان دو رله متناسب با توان موتور بین ۱ تا ۳۰ ثانیه قابل تنظیم است. اگر پس از پایان راه اندازی هنوز اضافه جریانی وجود داشته باشد نشان دهنده آن است که روی محور موتور اضافه بار وجود دارد در نتیجه رله متناسب با زمان تنظیمی روی آنها که معمولاً $4\frac{1}{2}$ ، 6 ، ... ثانیه است مدار را قطع می‌کند. در شکل (۱-۲۸۲) تصویر ظاهری و مدار داخلی یک نمونه رله اضافه بار که دارای صفحه نمایش (LCD) است نشان داده شده است.



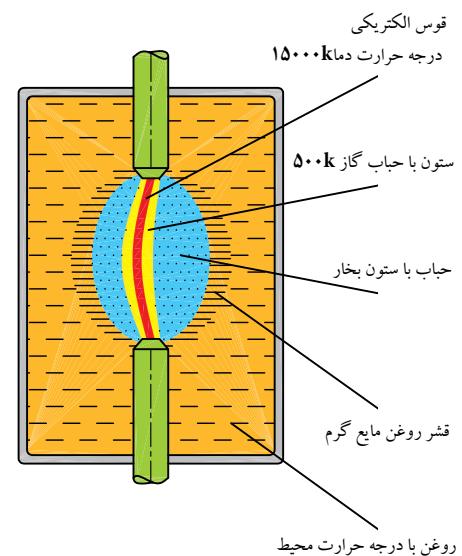
شکل ۱-۲۸۲

۱-۴۲ - آشنایی با کلیدهای روغنی

از آنجایی که در لحظات وصل و قطع کلیدها بین دو کنتاکت جرقه یا قوس الکتریکی به وجود می‌آید و گرمای حاصل از قوس الکتریکی باعث خرابی کنتاکت‌ها می‌شود در برخی موارد به جهت خنک کردن و ازین بردن جرقه‌های بین کنتاکت‌های کلید و افزایش عمر کنتاکت‌ها از کلیدهایی استفاده می‌شود که کنتاکت‌های آن در روغن قرار دارد. اصطلاحاً به این کلیدها، کلیدهای روغنی گفته می‌شود. در این کلیدها هرچه شدت جریان عبوری بیش تر باشد قوس الکتریکی شدیدتر می‌باشد.

چگونگی عملکرد روغن بدین صورت است که در موقع جدا شدن دو کنکات جریان رسان در محفظه‌ی روغن و ایجاد جرقه و قوس شدید بین دو کنکات، روغن اطراف جرقه به علت حرارت زیاد قوس بخار می‌شود. در نتیجه اطراف جرقه را حبابی از گاز فرا می‌گیرد و منجر به خاموش شدن قوس می‌شود (شکل ۱-۲۸۳).

در شکل ۱-۲۸۴ ۱ شمای داخلی و در شکل ۱-۲۸۵ ۱ شمای ظاهری دو نوع کلید روغنی را مشاهده می‌کنید. امروزه این نوع کلیدها ساخته نمی‌شوند و کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۱-۲۸۳

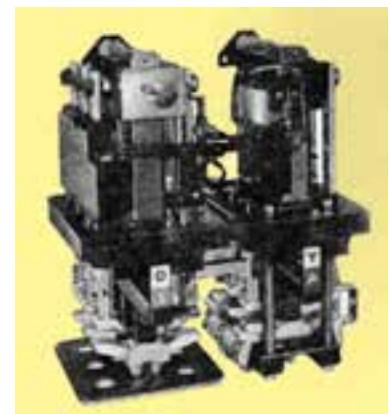
۱-۴۳-۱ - علائم اختصاری و حروف شناسایی مدارهای صنعتی

۱-۴۳-۱ - علائم اختصاری

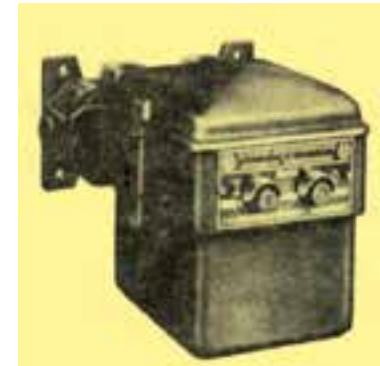
پیش از بررسی و اتصال مدارهای الکتریکی لازم است تا با برخی علائم اختصاری الکتریکی آشنا شویم. در جدول‌های ۱-۳۱ تا ۱-۳۵ نمونه‌های مختلفی از این علائم نشان داده شده است.

جدول ۱-۳۱

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	بویین کنکاتور
	رله‌های عملکرگر با مشخصه خاص
	رله با تأخیر در وصل
	رله با تأخیر در قطع
	رله با تأخیر در قطع و وصل
	رله دارای قطب
	رله با تحریک الکترومکانیکی
	رله با تحریک پس‌ماند مغناطیسی
	رله با تحریک حرارتی (بی‌متال)
	رله اضافه جریان (جریان زیاد)
	رله قطع کننده جریان معکوس



شکل ۱-۲۸۴-۱ - اجزای داخلی کلید ستاره مثلث



شکل ۱-۲۸۵-۱ - شمای ظاهری کلید سه فاز ساده

● محرک عملگرها (محرک وسایل)

● کلیدها و کنتاکت‌ها

جدول ۱-۳۲

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
--	محرک دستی
[E] --	محرک فشاری (با دست)
] --	محرک کششی
[F] --	محرک تغییر جهت
{O} ---	محرک با کلید
(O) ---	فعال شونده با بادامک و حسگرها
/ ---	محرک فشاری (با پدال)
[]	قفل مکانیکی
(M) - --	محرک موتوری
(D) - --	محرک کلید اضطراری
{ } - --	محرک حرارتی قابل تنظیم
{ } - - -	محرک حرارتی غیرقابل تنظیم
[] - --	محرک الکترومغناطیسی
{ } - - -	محرک با سطح سیال

جدول ۱-۳۳

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
- \	کلید یک فاز
- -	کلید سه فاز
E - \	شستی وصل (استارت)
E - /	شستی قطع (استیپ)
E - / - /	شستی وصل و قطع (استیپ و استارت دوبل)
o - \	کنتاکت باز لیمیت سوئیچ
o - /	کنتاکت بسته لیمیت سوئیچ
\	کنتاکت باز کنتاکتور
/	کنتاکت بسته کنتاکتور
- /	کنتاکت بسته (مدار فرمان) بی متال
{ }	کنتاکت بسته شونده سریع
{ }	کنتاکت باز شونده تأخیری
{ } - /	کنتاکت بسته کلید گردان
{ } - \	کنتاکت باز کلید گردان

● کلیدها و کنتاکت‌ها

● وسایل خبردهنده

جدول ۱-۳۴

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	کنتاکت باز کلید
	کنتاکت بسته کلید
	کنتاکت باز کلید تابع فشار
	کنتاکت بسته کلید تابع فشار
	کنتاکت باز کلید شناور (فلووتر)
	کنتاکت بسته کلید شناور (فلووتر)
	کنتاکت باز تایمر با وصل سریع
	کنتاکت باز تایmer با تأخیر در وصل
	کنتاکت بسته تایمر با قطع سریع
	کنتاکت بسته تایمر با تأخیر در قطع
	کنتاکت بسته کلید کششی
	کنتاکت باز کلید کششی
	کنتاکت تبدیل (تعویض کننده)
	کنتاکت تبدیل با حالت خاموش در وسط

جدول ۱-۳۵

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	لامپ خبر
	بیز
	بوق
	زنگ
	آذیر
	LED

۱-۴۳ - ۲ - حروف شناسایی

در مدارهای فرمان و قدرت برای مشخص کردن تجهیزات به کار رفته، از حرف شناسایی استفاده می‌شود.

جدول ۱-۳۶ حرف مشخصه‌ی نوع وسیله را به همراه مثال‌های نشان می‌دهد.

جدول ۱-۳۶

حروف شناسایی	تجهیزات	مثال‌ها
A	گروه‌های ساختاری و گروه‌های کوچک	تفویت کننده، تقویت کننده مغناطیسی، وسایل مركب
B	وسایل تبدیل انرژی غیرالکتریکی به انرژی الکتریکی و برعکس	سنسور (حس کننده)، حرارتی (ترموالکتریک)، سلول فتوالکتریک، گشتاورستخ، مبدل‌های کریستالی، میکروفون‌ها، بلندگو، رمز گذارها
C	خازن‌ها	خازن‌های الکتروولتی، خازن‌های غیرالکتروولتی، خازن‌های متغیر
D	عناصر تأخیردهنده، عناصر ذخیره ساز، عناصر بازنشی (دو وضعیت)	المان‌های تأخیری، المان‌های دیجیتالی، حافظه‌های مغناطیسی، ثبات‌ها، دیسک گردان، ضبط صوت‌ها، عناصر دارای یک ثبات، عناصر دارای دو ثبات
E	متفرقه	روشنایی، تجهیزات گرمایی، وسایل و تجهیزاتی که در گروه‌های دیگر تعریف نشده است.
F	وسایل حفاظتی	فیوزها، وسایل حفاظتی over voltage و رله‌های حفاظتی کلیدهای فیوزدار، وسایل قطع کننده، کلیدهای قطع و وصل اتوماتیک
G	ژنراتورها - منابع تغذیه	ژنراتورهای چرخان، مبدل‌های فرکانس چرخان، پاتری‌ها، اسیلاتورها (اسیلاتورهای کریستالی)، منابع تغذیه قدرت
H	وسایل خبردهنده (نمایشگر)	وسایل نمایشگر صوتی و نوری (بوق، آذین، لامپ، ساعت زنگدار)
K	کنتاکتورها و رله‌ها	کنتاکتورها، رله‌های فلاش، کنتاکتورهای کمکی، رله‌های زمانی
L	وسایل القابی	چوک، سیم‌بیچ، فیلتر
M	موتورهای الکتریک	موتور سه‌فاز، موتور تک‌فاز، موتور خطی
N	تقویت کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها (رگولاتورها)، وسایل الکترونیکی	تقویت کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها (رگولاتورها)
P	وسایل اندازه‌گیری و وسایل آزمایش (تست)	نشان‌دهنده‌ها، ثبات‌ها، شمارنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری، آpermتر، ولت‌متر، اسیلوسکوپ، ساعت‌ها، پالس‌دهنده‌ها
Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای ایزوله کننده، کلیدهای جداکننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور
R	مقاومت‌ها	مقاومت‌های ثابت، مقاومت‌های قابل تنظیم، پتانسیومترها، رنوستا، مقاومت راهانداز، مقاومت‌های شنت، مقاومت‌های حرارتی (ترمیستور)
S	کلیدها، سلکتورها (انتخاب کننده)	کلید فشاری، میکروسوئیچ، کلید کنترل، کلیدهای پالس‌دهنده
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله، مبدل‌های DC به AC
U	مدولاتورها، آشکارسازها، مبدل‌ها	جداکننده سیگنال، مبدل فرکانس، دمودولاتور، مبدل، سیگنال ژنراتور، اینورتر
V	نیمه‌هادی‌ها و لامپ‌ها	لامپ‌های الکترونی، لامپ‌های تخلیه، دیودها، ترانزیستورها، تریستورها، یکسوکننده‌ها
W	مسیرهای ارتباطی، آتن‌ها، لامپ‌ها	سیم‌ها، کابل‌ها، شین‌ها، آتن‌دوقطی، آتن‌های بشتابی (گیرنده)
X	دوشاخه و پریز، سوکت‌های نر و ماده، اتصال‌دهنده، فیش آزمایش (تست)	دوشاخه و پریز، سوکت‌های نر و ماده، اتصال‌دهنده، فیش آزمایش (تست)
Y	تجهیزات مکانیکی که با برق کار می‌کنند.	ترمیث‌ها، کلاچ‌ها، شیرها، چاپگرها، دوربینگار، دربازکن
Z	فیلترها، فیلترهای جریان کننده وسایل محدود کننده	شبکه‌ی متعادل کننده کابل، فیلترهای پارازیت گیر RC و LC

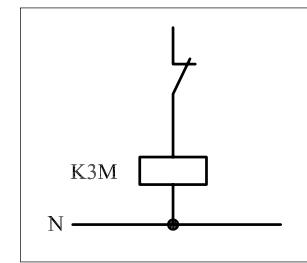
برخی موارد علاوه بر حروف شناسایی جدول ۱-۳۶، در مدارهای فرمان و قدرت از حروف شناسایی دیگر به همراه عدد استفاده می‌شود که به ترتیب حرف شناسایی دوم نشان‌دهندهٔ نوع عملکرد و مشخصهٔ عددی نشان‌دهندهٔ تعداد وسایل و تجهیزات به کار برد شده مشابه است. جدول ۱-۳۷ مفهوم حروف دوم شناسایی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۳۷

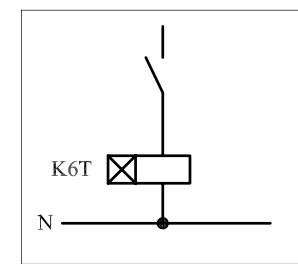
عملکرد	حروف شناسایی	عملکرد	حروف شناسایی
اندازه‌گیری	N	عملکرد کمکی بهخصوص قطع	A
نسبی و متناسب	P	جهت حرکت (f-جلو، b-عقب، r-بالا، L-پایین، c-جهت حرکت عقربه ساعت و خلاف جهت حرکت)	B
وضعیت کار (وصل، قطع و محدود)	Q	شمارش	C
راهاندازی مجدد و لغو حرکت	R	تمایز دهنده و تفکیک کننده	D
ذخیره کردن و ضبط کردن	S	عملکرد وصل (روشن)	E
تأخر داشتن و اندازه‌گیری زمان	T	حافظت	F
-	U	آزمایش (تست)	G
سرعت و شتاب	V	نشان دهنده و خبردهنده	H
اضافه کردن و جمع کردن	W	تلفیق یا ترکیب چند عمل	J
ضرب کردن و چند برابر کردن	X	عملکرد کلید فشاری	K
آلولوگ (قیاسی)	Y	نشانه گذاری	L
دیجیتال (رقمی)	Z	عملگر اصلی	M

به عنوان مثال اگر در مدار فرمانی روی یک وسیلهٔ حروف K3M نوشته شده باشد نشان می‌دهد که آن وسیله سومین کنتاکتور اصلی است که در مدار به کار رفته است (شکل ۱-۲۸۶).

به همین ترتیب اگر روی وسیله‌ای حروف K6T نوشته باشد معروف آن است که این وسیله ششمین رلهٔ زمانی (تايمر) است که در مدار مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۱-۲۸۷).



شکل ۱-۲۸۶



شکل ۱-۲۸۷

ضمیمه ۱

- میدان مغناطیسی دوار

در یک شبکه سه‌فاز عبور جریان به صورت پیوسته صورت می‌گیرد و در طی مدت زمانی که مدار وصل است از آن سیکل‌های متوالی عبور می‌کند به همین دلیل هر گاه جریان متناوب سه‌فازهای به سیم‌پیچی‌های یک موتور سه‌فاز وصل شود. در طی این مدت زمان میدان مغناطیسی دائم و به صورت پشت سر هم (متوالی) در فضای اطراف استاتور به وجود آمده و در حال حرکت خواهد بود.

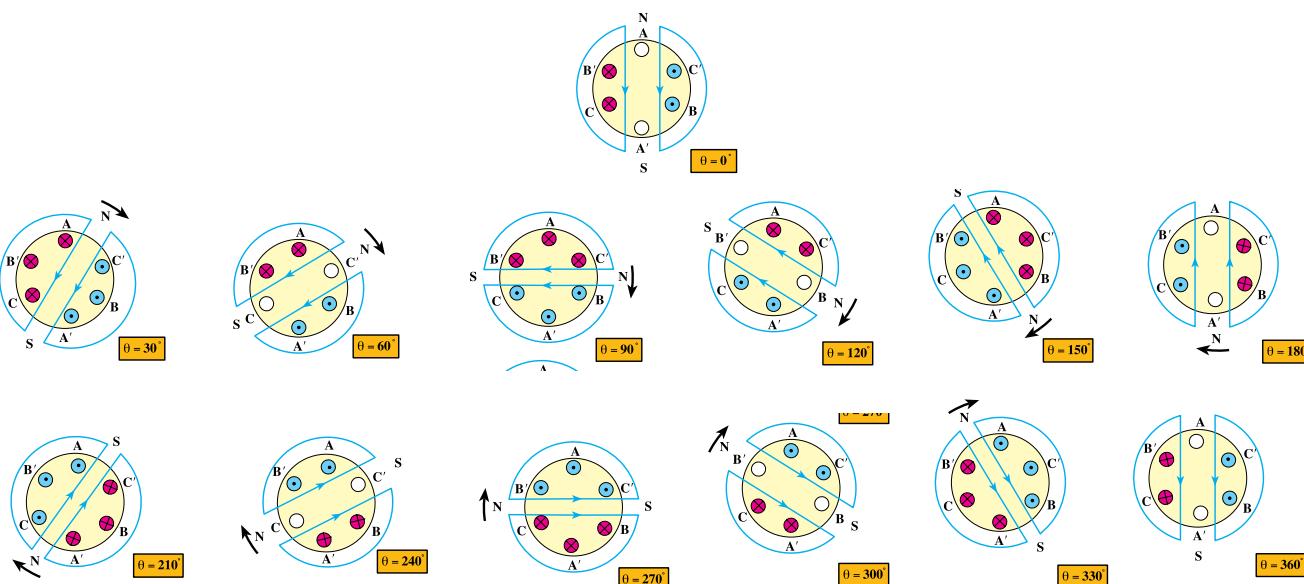
شکل ۱-۲۸۸ تصاویری از وضعیت میدان مغناطیسی ایجاد شده در فضای استاتور یک موتور سه‌فاز دو قطب را در زوایای 0° ، 30° ، 60° ، 90° ، 120° ، 150° ، 180° ، 210° ، 240° ، 270° ، 300° و 330° درجه نشان می‌دهد.

همان‌طوری که مشاهده می‌شود در فاصله زمانی که یک سیکل از شکل موج‌های سه‌فاز طی می‌شود قطب‌های N و S موتور نیز در هر 30° درجه تغییر وضعیت داده و 360° درجه را با یک دور چرخش طی می‌کند.

در شکل مقابل حروف A، B و C سر کلاف‌های هر فاز و حروف 'A'، 'B'، 'C' و ته کلاف‌های استاتور است.

یادآوری:

علامت نشان‌دهنده ورودی جریان و خروجی جریان را نشان می‌دهند.



شکل ۱-۲۸۸

ضمیمه ۲

- سازمان‌های فنی

یکی از مواردی که در مباحث برق مطرح است استاندارد بودن علائم، نقش‌ها و نکات فنی است. در جهان سازمان‌های فنی گوناگون در زمینه‌ی معرفی استانداردها و نکات مختلف فنی فعالیت دارند. در جدول ۱-۳۸ احصاری و نام هریک از این سازمان‌ها را مشاهده می‌کنید. نکته‌ی حائز اهمیت آن است که دو سازمان VDE^۱ و IEC^۲ در زمینه برق از سایر سازمان‌ها در دنیا بیشتر مطرح هستند. ما نیز در ارائه علائم و نقشه‌ها از استانداردهای این سازمان‌ها استفاده می‌کنیم.

جدول ۱-۳۸ - سازمان‌های فنی

علامت کوتاه	نام سازمان
ADB	انجمن کار مهندسان کارگاهی آلمان
ANSI	مؤسسه استاندارد آمریکا
ASA	انجمن استاندارد آمریکا
BSI	مؤسسه استاندارد انگلستان
CCIF	کمیته مشاوره بین المللی تلفن
CCIR	کمیته مشاوره بین المللی ارتباطات بی‌سیم
CCIT	کمیته مشاوره بین المللی تلگراف
CEE	کمیسیون بین المللی اصول کارشناسی تولیدات الکترونیک
CEI	کمیسیون بین المللی الکترونیک
CEN	کمیته اروپایی استاندارد
CIE	کمیسیون بین المللی روشنایی
DBP	اداره ثبت اختراقات آلمان فدرال
DIN	مؤسسه استاندارد آلمان
DKE	کمیسیون الکترونیک آلمان
EIA	اتحادیه صنایع الکترونیک
EV O ⁺	اتحادیه الکترونیکی اتریش
EVU	کارخانجات تأمین انرژی
FNE	کمیته استاندارد الکترونیک در مؤسسه استاندارد آلمان
FTZ	اداره مرکزی مخابرات
FeO	نگهداری تلفن
IEC	کمیسیون بین المللی الکترونیک
ISO	سازمان بین المللی استاندارد
JEDEC	شرکت متعدد توسعه دستگاه‌های الکترونیکی
NTG	شرکت فنی خبر
O ⁺ NA	مؤسسه استاندارد اتریش
O ⁺ NORM	استاندارد اتریش
O ⁺ VE	اتحادیه الکترونیکی اتریش
RAL	کمیته شرایط تحویل و تضمین کالا در مؤسسه استاندارد آلمان
REFA	اتحادیه مطالعات کار (کمیته دولتی تعیین زمان کار)
RMA	اتحادیه تولید کنندگان رادیو
SEV	اتحادیه الکترونیک سوئیس
SNV	اتحادیه استاندارد سوئیس
TAB	شرایط عضویت فنی VDEW
UIT	اتحادیه ارتباطات مخابراتی
VDE	اتحادیه برق‌کاران آلمان
VDEW	اتحادیه کارخانه‌های برق آلمان
VDI	انجمن مهندسان آلمان
VDMA	اتحادیه مؤسسات ماشین‌سازی آلمان
VSM	انجمن صنایع ماشین‌سازی سوئیس
ZVEH	اتحادیه مرکزی برق‌کاران دستی آلمان
ZVEI	اتحادیه مرکزی صنایع الکترونیک

ضمیمه ۳

- برنامه زمانی نگهداری ماشین‌ها

یک برقکار صنعتی جهت رسیدگی به ماشین‌های الکتریکی موجود در کارگاه می‌باشد برنامه زمانی داشته باشد تا از ماشین‌ها در ازای بیشترین عمر مفید، بالاترین بازده کاری را دریافت کند. جدول ضمیمه ۳ یک نمونه فرم برنامه زمانی جهت نگهداری ماشین‌های الکتریکی را نشان می‌دهد.

جدول ۳۹ - ۱ - برنامه زمانی نگهداری ماشین‌های الکتریکی

فاصله زمانی سرویس	نوع ماشین						کار تعییر و نگهداری
	روتور	باتاقان	نیاز	نیاز	نیاز	نیاز	
هفتگی					X		سطح روغن بازدید شود.
						X	بررسی لرزش و دمای باتاقان بالمس آن
				X			جاروبک‌های زغالی، نگهدارنده جاروبک‌ها و کموتاتور بازدید شود.
ماهانه		X	X				بازدید دقیق جاروبک‌های زغالی، وضعیت جاروبک‌ها، کموتاتور یا حلقه‌های لغزان
	X	X	X				بازدید تمام اتصالات الکتریکی
		X	X				آزمایش نیروی فشار بر جاروبک‌ها
هر سه ماه	X	X	X				سیم‌پیچ‌ها از نظر کیفی بازرسی شوند، در صورت نیاز سیم‌پیچ‌ها تمیز و خشک گردند.
		X	X				مقاومت عایقی سیم‌پیچ‌ها اندازه‌گیری شود.
			X				کموتاتور یا حلقه‌های لغزان از نظر لنگی دورانی آزمایش شوند، در صورت نیاز تراشکاری و پرداخت شود.
هر نیم سال					X		صفی روغن و گردش روغن در صورت وجود، بازرسی شود.
	X	X	X				ناظفات اساسی موتورها خاصه سیم‌پیچ‌ها، در صورت لزوم سیم‌پیچ‌ها خشک شوند. مقاومت عایقی سیم‌پیچ‌ها اندازه‌گیری شود.
			X	X			بازرسی باتاقان از نظر لقی بیش از حد مجاز و گرمای حین کار. اگر در باتاقان‌های غلتكی متعلقات روغن کاری موجود است، در صورت نیاز روغن کاری و گریس کاری شود. *
سالانه (نگهداری عمومی)	X	X	X				بازدید دقیق جاروبک‌ها، وضعیت جاروبک‌ها، کموتاتور یا حلقه‌های لغزان. در صورت نیاز تعییر شوند.
				X	X		بازرسی باتاقان از نظر لقی بیش از حد مجاز و گرمای حین کار. اگر در باتاقان‌های غلتكی متعلقات روغن کاری موجود است، در صورت نیاز روغن کاری و گریس کاری شود. *
		X	X				بازدید دقیق جاروبک‌ها، وضعیت جاروبک‌ها، کموتاتور یا حلقه‌های لغزان. در صورت نیاز تعییر شوند.
هر دو سال (به طور تقریبی بعد از ۵۰۰۰ ساعت کاری)				X			روغن باتاقان تعویض شود. جعبه باتاقان پیش از پر کردن روغن با بتزین کاملاً شسته شود.
					X		اگر متعلقات روغن کاری موجود است، در صورت نیاز روغن کاری و گریس کاری شود. *
هر سه سال (به طور تقریبی بعد از ۱۵۰۰۰ ساعت کاری)					X		باتاقان‌ها شسته شده و موتورهای بدون متعلقات روغن کاری با گریس تازه گریس کاری شود. به نوع و درجه مناسب گریس طبق دستورالعمل سازنده توجه شود. در ماشین‌های دارای متعلقات روغن کاری در صورت نیاز روغن کاری انجام شود. *

* روغن کاری و گریس کاری باتاقان‌های غلتكی دارای متعلقات روغن کاری طبق دستورالعمل روغن کاری از طرف سازنده انجام گیرد. فاصله زمانی روغن کاری بر حسب نوع طرح خلی متفاوت است.

ضمیمه ۴

- عیب یابی موتورهای سه‌فاز

از آن جایی که ممکن است در ضمن کار موتورهای سه‌فاز دچار مشکلی شوند در خاتمه‌ی این بحث جدول‌هایی ارائه شده که به اختصار چند عیب احتمالی موتورهای آسنکرون روتور قفسی و روتور سیم‌پیچی را بیان می‌کنند.

جدول ۴۰ - ۱ - عیوب ممکن در موتورهای آسنکرون سه فاز (روتور قفسه‌ای و روتور دارای حلقه‌لغزان)

رفع عیب	علت عیب	عیب
مотор به حرکت در نمی‌آید یا فقط به دور کمی می‌رسد.		
بر طرف نمودن پارگی بازرسی ماشین در حالت کار برای پیدا کردن اضافه بار اتصالات بازرسی شود.	پاره شدن کابل برق گشناور مقاوم سیار بزرگ است.	در یک کلاف هیچ جریانی وجود ندارد. موتور زیر باز به دور کامل نمی‌رسد. جریان کلاف‌ها مختلف است.
بارگذاری موتور سبب کاهش شدید دور آن می‌شود.		
موتور قوی تر به کار برد شود، به مشخصات موتور در روی پلاک آن توجه شود، اتصال استاتور در وضعیت مناسب قرار داده شود. کابلی با سطح مقطع بزرگتری به کار برد شود.	اصفهانه بار، موتور به جای مثلث به صورت ستاره وصل شده است.	شدت جریان بسیار بزرگ است.
گرمای بسیار شدید		
به مشخصات موتور در روی پلاک آن توجه شود. نحوه اتصال استاتور تصحیح گردد.	سطح مقطع کابل برق بسیار کوچک است.	ولتاژ موتور بسیار کم است.
ولتاژ شبکه آزمایش گردد. مسیر عبور هوا بازرسی و تمیز گردد. پروانه بادبزن تعویض گردد. جریان کلاف‌ها اندازه‌گیری شود، مقاومت کلاف‌ها اندازه‌گیری شود. در صورت نیاز کلاف سیم‌پیچ تازه‌ای به کار برد یا موتور بزرگتری به کار برد شود. ماشین در حالت کار بازرسی گردد. موتور بزرگتری به کار برد شود.	اصفهانه به جای خنک کردن موتور نامناسب است.	موتور حتی در حالت بی‌باری گرم می‌شود.
ولتاژ اندازه‌گیری شود. به پلاک مشخصات موتور توجه شود. به پلاک مشخصات موتور توجه شود، استاتور به شکل مناسب بسته شود. کلید ستاره-مثلث برای اطمینان از تغییر اتصال مثلث آزمایش شود. اتصال مثلث آزمایش شود.	اصفهانه بار در جعبه تقسیم موتور (تخته کلم) بسیار کم است.	کلاف‌های مجرأ در استاتور داغ می‌شوند.
استاتور به شکل مناسب بسته شود. نقاط اتصال آزمایش، تمیز و سمباده کاری شود.	اصفهانه به مثلث کلید ستاره- مثلث وجود اتصال بد در جعبه تقسیم و همچین در کابل‌ها در یاتاقان‌های غلکی: گریس فاسد شده است.	متوافق می‌شود.
یاتاقان را بیرون آورده، آزمایش کرده، و در صورت نیاز تعویض و گریس کاری شود.	در یاتاقان‌های لغزشی: روغن نامناسب، یاتاقان صدمه دیده است.	یک کلاف به شدت گرم می‌شود، موتور در بار کم یاتاقان‌ها گرم می‌شوند.

عيوب موتورهای با روتور دارای حلقه لغزان

عيوب	علت عيوب	رفع عيوب
زغالها جرقه می‌زنند.	سطح تماس کثیف است.	زغالها و حلقه‌های لغزان تمیز شود، حلقه‌های لغزان پرداخت شود.
	حلقه‌های لغزان زبر یا غیر دایره‌ای یا شیاردار می‌باشند.	با استفاده از ماشین تراش حلقه‌های لغزان یکنواخت و پرداخت گردند. بینید آیا آن‌ها شل شده‌اند، سپس آن‌ها را تعویض نمایید.
	سطح تماس نامناسب زغالها با حلقه‌های لغزان	زغالها با سمباده بسیار نرم پرداخت داده شود.
	فشار بسیار کمی بر زغالها وارد می‌شود.	فشار معمول به طور تقریبی $2N/cm^2$ است. فنرها به صورت استوانه بدون تاب تنظیم یا تعویض شوند.
حلقه‌های لغزان یا زغالها بسیار داغ می‌شود.	اضافه بار چنان‌چه وسیله‌ای برای دور نگهداشت زغال وجود دارد، در آن صورت ممکن است تماس زغال‌ها با حلقه‌های لغزان نامناسب باشد.	جریان دریافتی اندازه‌گیری شود. اضافه بار برطرف شود. وسیله دور نگهدازنه احتمالی تنظیم شود.
روتور داغ می‌شود، موتور به سختی راه می‌افتد و صدا می‌کند.	تماس نامناسب اتصالات در مدار روتور، به طوری که شاخه‌ای به طور کامل فعال نباشد.	همه نقاط تماس اتصالات از نظر استحکام مکانیکی و تمیزی بازرسی گردد. در صورت نیاز تمیز و محکم شود.
کاهش شدید دور موتور در زمان بارگذاری	تماس نامناسب اتصالات در مدار روتور، به طوری که در آن نقاط مقاومت بسیار زیاد است	جریان‌های روتور اندازه‌گیری شود. نقاط تماس اتصالات تمیز و محکم شود. زغالها و حلقه‌های لغزان بازرسی و در وضعیت مناسب قرار داده شوند.
	مقاومت راهانداز بسیار بزرگ، سیم رابط بین موتور و راهانداز بسیار ضعیف	سیم رابط قوی‌تری به کار برد شود.
موتور در حالت بی‌بار با مدار راهانداز باز به راه می‌افتد.	وجود اتصال کوتاه بین سیم‌پیچ‌های روتور	روتور با باره سیم‌پیچی شود. در صورت لزوم موتور تعویض شود.
جريان استاتور با وجود بار یکنواخت در نوسان است، چرخش غیریکنواخت موتور	مدار جریان روتور توسط نقاط اتصال نامناسب قطع می‌شود.	بازرسی برای نقاط اتصال شل، بازرسی برای وجود قطع شدگی سیم‌پیچ روتور

عيوب ممکن در موتورهای قفسه‌ای

روتور داغ می‌شود، موتور به سختی راه می‌افتد و صدا می‌کند	اتصال نامناسب بین میله‌های قفس و حلقه‌های اتصال کوتاه	روتور تعویض شود.
موتور شروع به چرخش می‌کند ولی با دور کم به چرخش ادامه می‌دهد.	نسبت تعداد شیارها بین روتور و استاتور مناسب نیست.	طراحی یا ساخت اشتباه. از سازنده مسئول شود. روتور تعویض گردد.
	مقاومت روتور بسیار کوچک است.	حلقه اتصال کوتاه پیچ و تاب داده شود
موتور با قطب قابل تغییر در دور تعیین شده نمی‌چرخد.	اشتباه در نوع اتصال	نوع اتصال بازرسی و در وضعیت درست قرار داده شود.

منابع و مأخذ



- ١- ماشین‌های الکتریکی مترجم: استفن چاپمن مترجم: صدوقی و ...
 - ٢- ماشین‌های الکتریکی (جلد ٤) مؤلف: بی‌ال تراڑا مؤلف: سعید شعاری‌نژاد
 - ٣- موتورهای الکتریکی مؤلف: هاری میلیف مؤلف: فریدون قیطرانی
 - ٤- فرمان الکتریکی مؤلف: برانعلی مشکاتی
 - ٥- کارکارگاهی (مدار فرمان) مؤلف: حسین رحمتی‌زاده
 - ٦- برق صنعتی مؤلف: فریدون علومی
 - ٧- جزوه‌ی درسی کارگاه مدار فرمان مؤلف: شهرام خدادادی
 - ٨- جداول‌های مهندسی برق
 - ٩- تعدادی از کتب موجود در زمینه برق صنعتی در حد تهیه تصویر
- ١٠ - Electrician's Technical Reference (motors) By: DAVID R.Carpenter
- ١١ - Wiring Manual - Automation and Power Distribution Moeller.
- ١٢- کاتالوگ‌های مختلف از شرکت‌های AEG - CAMSCO-Telemechanic- SEMENS - Noeller - ELCA - hellermann- Moeller.

