

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی

رشته الکتروتکنیک

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۲۱۳۷

اعتضادی، محمود	۶۲۱
تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی / مؤلفان : محمود اعتضادی، ناصر ساعتچی، عباس یوسفی. - تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱،	/۳۱
۰۲۸	
۵۹۶ الف ص. ۱۹۴ : مصور. - آموزش فنی و حرفه‌ای: شماره درس ۲۱۳۷)	(۲۱۳۷
متون درسی رشته الکتروتکنیک، زمینه صنعت.	۱۳۹۱
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تأییف کتاب‌های درسی رشته الکتروتکنیک دفتر برنامه‌ریزی و تأییف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.	
۱. برق - کارگاه. الف. ساعتچی، ناصر. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تأییف کتاب‌های درسی رشته الکتروتکنیک. ج. عنوان. د. فروست	

همکاران محترم و دانشآموزان عزیز :
پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران-صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تأثیف آموزش‌های
فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

tvoecd@medu.ir

www.tvoecd.medu.ir

پیام نگار(ایمیل)

وبگاه (وبسایت)

اصلاحات پیشنهادی استان‌های خراسان رضوی، فارس، سمنان، خراسان شمالی، کردستان،
خوزستان، کرمانشاه و آذربایجان شرقی پس از بررسی و تأیید در کمیسیون تخصصی رشتۀ الکترونیک
در کتاب لحاظ شده است.

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر برنامه‌ریزی و تأثیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش
نام کتاب : تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی - ۴۸۹

مؤلفان : محمود اعتضادی (سال ۷۳)، ناصر ساعتچی و عباس یوسفی (سال ۷۹)، شهرام خدادادی، محمدمحسن اسلامی و
علیرضا حجرگشت

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی
تهران- خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن : ۰۱۱۶۱-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۰۹۲۶-۸۸۳۰۹۲۶، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت : www.chap.sch.ir

رسم : فاطمه رئیسیان فیروز آباد، سروش ذو الریاستین و محمد سیاحی

صفحه‌آرا : مقصومه چهره آرا ضیابری

طرح جلد : مریم کیوان

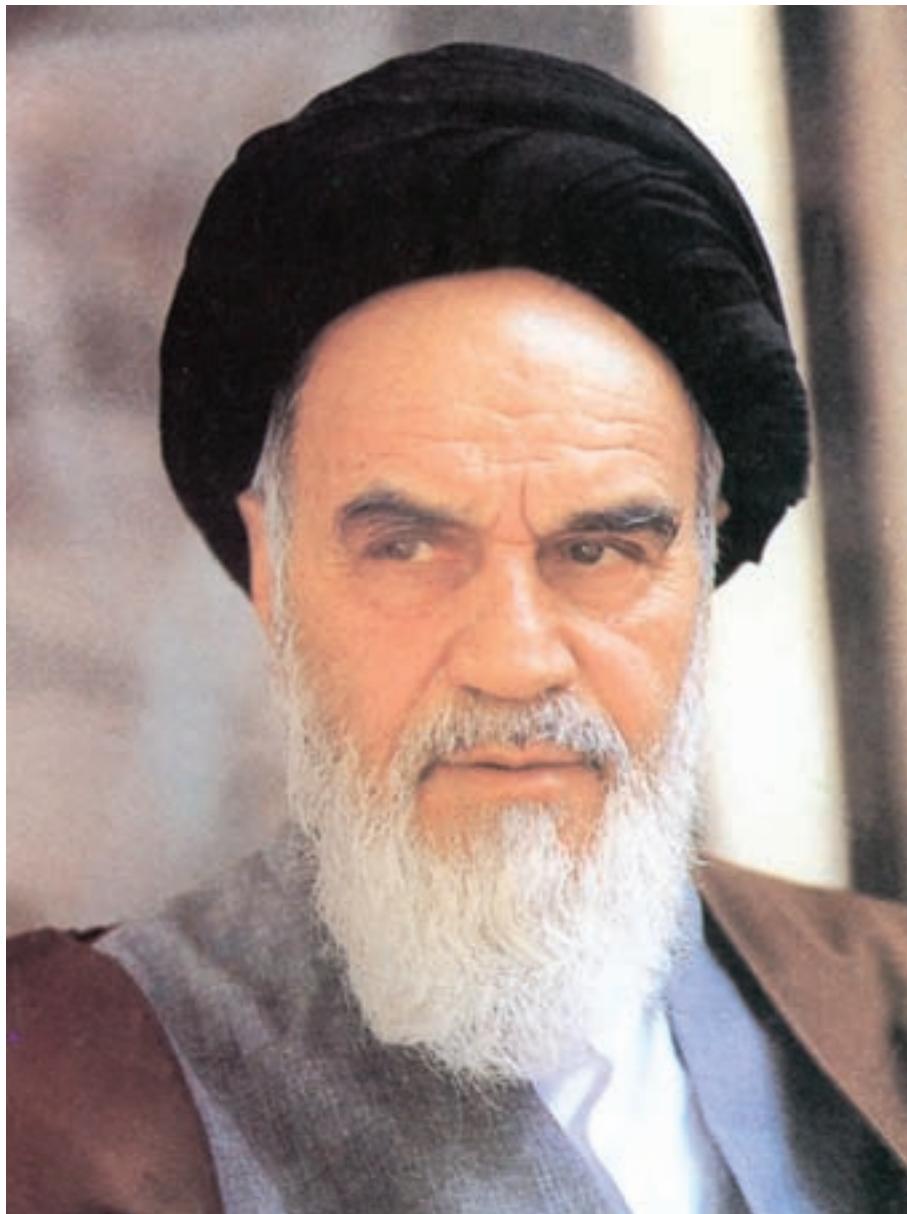
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارویخش)

تلفن : ۰۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۰۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

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

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ بازدهم ۱۳۹۱

حق‌چاپ محفوظ است.



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 پرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشّریف»

فهرست مطالب

مقدمه

۱

فصل اول – معرفی اجزای شبکه‌های الکتریکی سه‌فاز

۲۹

فصل دوم – کابل و کابل‌کشی

۵۶

فصل سوم – راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی

۷۳

فصل چهارم – راه اندازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز با کلید الکترومغناطیسی (کنتاکتور)

۱۴۴

فصل پنجم – راه اندازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز با رله‌های قابل برنامه‌ریزی

۱۸۸

ضمیمه

۱۹۴

منابع

بودجه‌بندی زمان تدریس کتاب (پیشنهادی)

ردیف	عنوان فصل	نظری	عملی	جمع ساعت
۱	معرفی اجزای شبکه‌های الکتریکی سه‌فاز	۴	۲۰	۲۴
۲	کابل و کابل‌کشی	۴	۱۲	۱۶
۳	راهنمازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی	۵	۲۷	۳۲
۴	راهنمازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز با کلیدهای الکترومغناطیسی	۲۴	۸۰	۱۰۴
۵	راهنمازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز با رله‌های قابل برنامه‌ریزی	۱۶	۴۸	۶۴
	جمع	۵۳	۱۸۷	۲۴۰

مقدمه

ریز محتوای کتاب تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی در سال ۷۳ بر پایه نظام «نیمسال واحدی» تهیه و مناسب با آن کتاب درسی برای هنرجویان رشته الکتروتکنیک تهیه شد. این شرایط تا سال ۷۸ ادامه داشت. در آن سال چون ساختار نظام آموزشی دوره متوسطه به صورت «سالی - واحدی» تعریف گردید در همان سال کمیسیون‌های تخصصی موظف شدن علاوه بر کاهش مشکلات اجرایی نظام ترمی، شکل جدیدی را برای دروس تخصصی پیش‌بینی نمایند که ساعات و محتوای دروس کارگاهی افزایش یابد. پس از بررسی‌های صورت گرفته مقرر شد کتاب قبلی تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی با اعمال اصلاحات و پیش‌بینی یکسری کارهای عملی پیش‌تر تهیه و به کتاب افزوده شود. این مهم در سال ۷۹ به‌موقع پیوست و اولین کتاب سیستم سالی واحدی تهیه شد.

از آن زمان به بعد تقریباً همه ساله پیشنهادات هنرآموزان محترمی که از طریق ارسال نامه، نشسته‌های سرگروه‌های آموزشی و دوره‌های ضمن خدمت مطرح می‌کردند پس از طرح در کمیسیون و تأیید اعضای گروه تخصصی چندین مرتبه (از سال ۸۱ تا ۸۶) مورد بازبینی و اعمال تغییرات جزئی قرار گرفته است. طی این سال‌ها از جمله خواسته‌های هنرآموزان گرامی وجود فصلی مشخص و جداگانه پیرامون آموزش کنترل کننده‌های برنامه‌پذیر در کار مدارهای برق صنعتی بوده است. لذا کمیسیون این مورد را به عنوان یکی از دستور کارهای اصلی جلسات سال ۸۶ قرار داد و پس از بحث‌های طولانی به این نتیجه رسیدند که آموزش رله‌های قابل برنامه‌ریزی می‌تواند به عنوان اولین گام در جهت به کارگیری مدارهای کنترلی در راه اندازی مدارهای صنعتی برای سطح هنرجویان رشته الکتروتکنیک مطرح شود.

بر همین اساس با برگزاری جلسات متعدد و همنگری با افراد مختلف و شاغل در امر آموزش و صنعت ریز محتوا تهیه و سپس با انتخاب مؤلف اقدام به تألیف مطلب جدید شد که حاصل این تلاش را در فصل پنج کتاب ملاحظه می‌کنید.

لازم به ذکر است در متن تهیه شده هدف آن بوده که مطالب پایه‌ای و ساده به همراه اصول برنامه‌نویسی بدون اشاره به نام رله‌ای خاص به دو روش نزدیکی و بلوکی آموزش داده شود. بهمین خاطر شیوه آموزش سبک جدیدی است و سعی شده با تصاویر گویا همراه باشد از جمله تصاویر نحوه استفاده از رله در کارهای عملی است که می‌تواند در امر آموزش بسیار مفید باشد.

لازم به ذکر است مبنای کارهای عملی فصل رله‌ها مدارهایی بوده که هنرجویان در فصل مدارهای راه‌اندازی با کنتاکتور آموزش دیده‌اند. علاوه بر این فصل جدید که به کتاب اضافه شده است در سایر فصول اول تا چهارم که مربوط به تولید انرژی الکتریکی، کلیدها، کابل و کابل‌کشی و مدارهای کنتاکتوری است بازسازی و تغییرات کلی داده شده است.

از آنجایی که نمی‌توان ادعا داشت مطالب تهیه شده خالی از اشکال است بهمین خاطر خواهشمند است هرگونه نظر یا راهکار جدیدی که بتواند در آموزش هنرجویان یا سطح علمی کتاب مفید باشد را از طریق ارسال نامه و یا آدرس پست الکترونیکی کمیسیون تخصصی رشته الکتروتکنیک سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ارسال فرماید.

مؤلفان

فصل اوّل

ساعات آموزش		
جمع	عملی	نظری
۲۴	۲۰	۴

معرفی اجزای شبکه‌های الکتریکی سه‌فاز

هدف‌های رفتاری : از هنرجو انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند :

- ۱- چگونگی تولید انرژی الکتریکی را شرح دهد.
- ۲- ساختمان یک آلترناتور را به صورت خلاصه توضیح دهد.
- ۳- دلیل استفاده از برق سه‌فاز را بیان کند.
- ۴- مفاهیم انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را شرح دهد.
- ۵- مصرف کننده‌های سه‌فاز ستاره و مثلث را شرح دهد.
- ۶- مقدار جریان و ولتاژ الکتریکی را در مصرف کننده‌های سه‌فاز ستاره و مثلث اندازه‌گیری کند.
- ۷- تفاوت ولتاژ و جریان فازی و خطی را توضیح دهد.
- ۸- آزمایش‌های مربوط به این بخش را اجرا کند.
- ۹- روابط بین جریان‌های خطی و فازی و ولتاژ‌های خطی و فازی را در مصرف کننده‌ها با اتصال ستاره و مثلث شرح دهد.
- ۱۰- بارهای متعادل و نامتعادل را تعریف کند.
- ۱۱- اطلاعات را از پلاک مشخصات موتورهای الکتریکی استخراج کند.

مقدمه

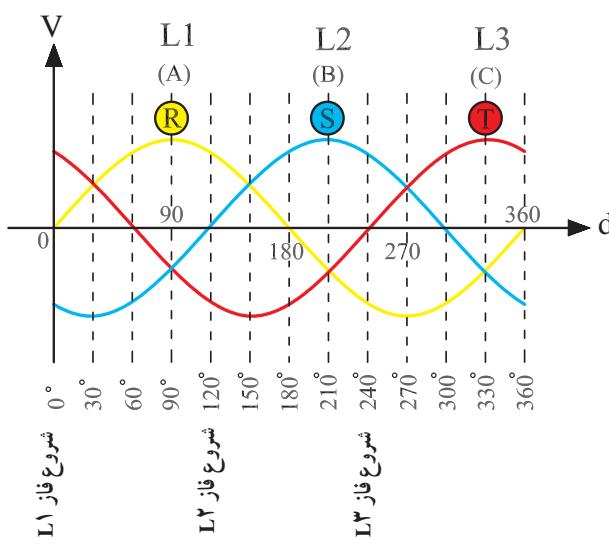
در سال ۱۸۸۲ میلادی ادیسون نخستین مؤسسه‌ی برق تجاری خود را برای تأمین روشنایی یکی از خیابان‌های شهر نیویورک افتتاح کرد. سه سال بعد ناصرالدین‌شاه برای روشنایی کاخ سلطنتی خود اولین مولد با قدرت حدود ۳ کیلووات را به ایران وارد نمود. رشد شهرنشینی و توسعه‌ی صنعت و استفاده از تجهیزات باعث شده که تولید انرژی الکتریکی در حال حاضر به حدود ۲۵۰۰۰ مگاوات برسد.



۱- تولید انرژی الکتریکی سه‌فاز (ژنراتور)

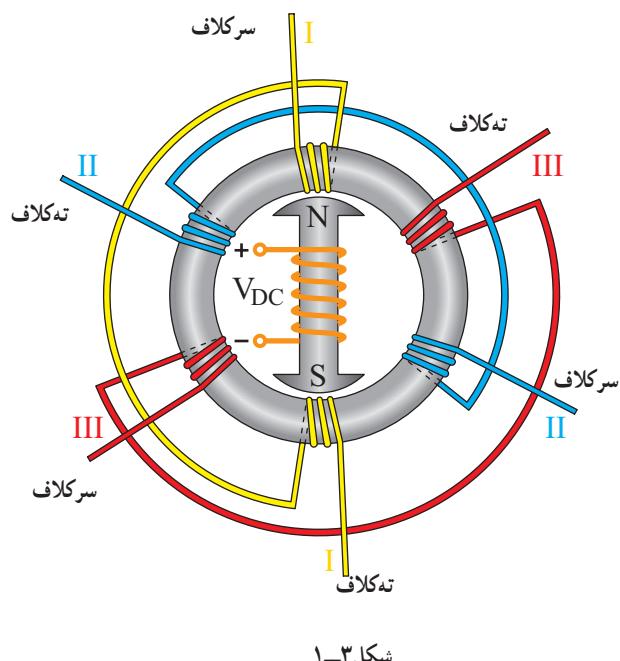
انرژی الکتریکی در نیروگاهها به وسیلهٔ مولدهای (ژنراتور) درجهٔ الکتریکی است.

سه‌فاز تولید می‌شود. این مولدها مطابق شکل ۱-۱ از دو قسمت اصلی زیر تشکیل شده‌اند.



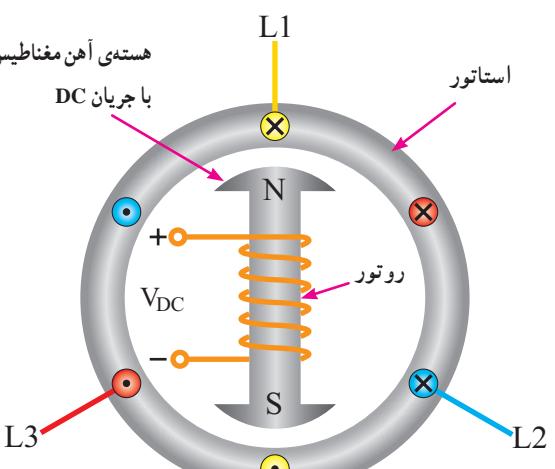
شکل ۱-۲

به طور ساده طرز قرارگیری سیم‌پیچ‌های استاتور در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.



شکل ۱-۳

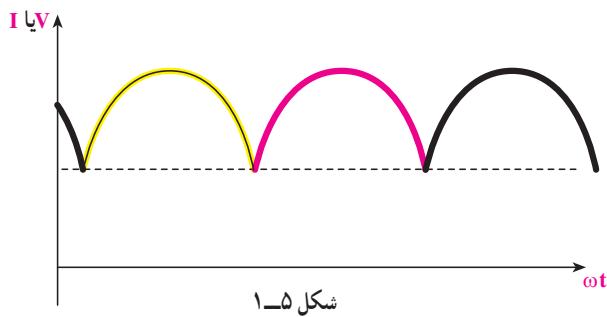
الف - استاتور
از یک هستهٔ آهنی شیاردار به صورت ثابت ساخته می‌شود. داخل شیارها سه‌گروه کلاف به صورتی قرار می‌گیرند که با هم 120° درجهٔ الکتریکی اختلاف فاز داشته باشند. انرژی الکتریکی تولیدی به صورت سه‌فاز از طریق استاتور به مدارهای خارج منتقل می‌گردد (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- مولد انرژی الکتریکی

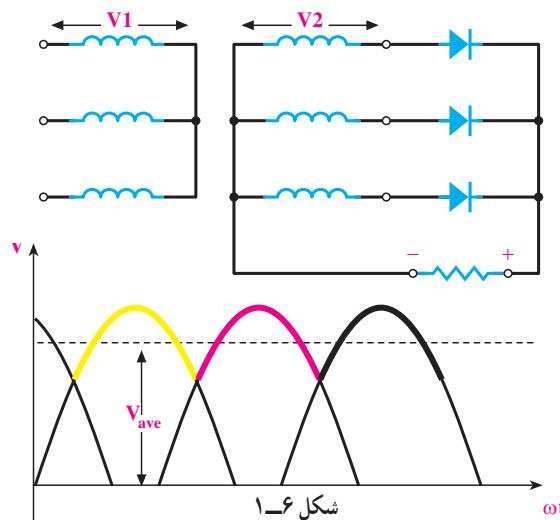
ب - روتور
قسمت گردنه‌ای مولد از هستهٔ آهنی شیاردار ساخته می‌شود و داخل این شیارها سیم‌های مسی برای تولید فوران مغناطیسی قرار می‌گیرد. این فوران با اعمال ولتاژ (DC) تولید می‌شود.

نیروی حرکتی الکتریکی (ولتاژ) تولید شده در مولدهای سه‌فاز (مطابق شکل ۱-۲) با شکل سینوسی و با اختلاف فاز 120°



شکل ۱-۵

- ج - در راهاندازی موتورهای سه فازه نیاز به سیم پیچ راهانداز نداریم و به همین دلیل حجم موتورها کاهش می‌یابد.
- د - در رکتیفایرها^۱ سه‌فاز، ولتاژ دی‌سی (DC) شده ریپل (ضربان) کم‌تری دارد یعنی ولتاژ خروجی جریان مستقیم در رکتیفایرها سه‌فاز، نسبت به ولتاژ یکسو شده در رکتیفایرها تک‌فاز، صاف‌تر است (شکل ۱-۶).



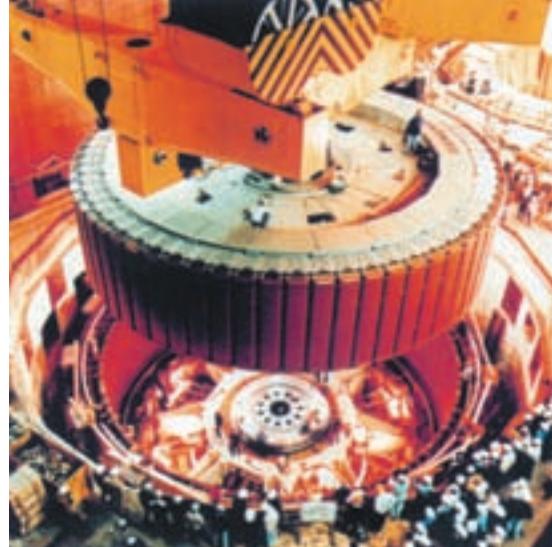
شکل ۱-۶

از آنجا که مقدار ولتاژ تولید شده در مولدات نمی‌تواند بیش از حد مجاز باشد و انتقال این ولتاژ با جریان‌های بالا موجب افزایش اتلاف انرژی در سیم‌ها و افت ولتاژ انتهای خط می‌شود بنابراین، در ابتدای خط مقدار ولتاژ تولید شده (توسط ترانسفورماتورها) افزایش و در انتهای خط در چند مرحله (جهت استفاده‌ی مصرف کنندگان صنعتی و خانگی) در حد ولتاژ مجاز (۳۸۰/۲۲۰) کاهش می‌یابد. برای این منظور به خطوط انتقال انرژی و هم‌چنین مراکز توزیع انرژی الکتریکی نیاز است. در ادامه به شبکه‌های انتقال و توزیع اشاره می‌کنیم.

در مولدات بزرگ انرژی الکتریکی در قسمت ثابت (استاتور) ماشین تولید می‌شود. ولی در مولدات کوچک معمولاً انرژی الکتریکی در قسمت گردنه (روتور) ایجاد می‌شود. به قسمتی که در آن انرژی الکتریکی تولید می‌شود آرمیچر می‌گویند. شکل ۱-۴، دو نمونه مولد انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد.



الف



ب

در نیروگاه‌ها انرژی الکتریکی همواره به صورت سه‌فاز تولید می‌شود؛ زیرا :

الف - اقتصادی‌تر است، بدلیل این که آلترناتورهای سه‌فاز، با توان مشابه حجم کم‌تری نسبت به آلترناتورهای تک‌فاز دارد.

ب - توان لحظه‌ای سه‌فاز در مصرف کننده هیچ‌گاه به صفر نمی‌رسد، بنابراین، توان شبکه سه‌فاز تغییرات کم‌تری نسبت به توان در شبکه تک‌فاز دارد (شکل ۱-۵).

۱- رکتیفایر : مبدل موج (AC) به (DC) به معنی یکسوکننده

۲- انتقال نیرو



شکل ۱-۷

انرژی تولید شده در نیروگاههای مختلف (آبی، دیزلی، گازی، چرخه‌ی ترکیبی، بخاری، اتمی و بادی) پس از افزایش به مقدار ولتاژهای (۴۰۰، ۲۳۰، ۱۳۲ و ۶۳) کیلو ولت به مناطق مصرف انتقال می‌یابد.

جایه‌جایی انرژی الکتریکی با ولتاژهای ۴۰۰ یا ۲۳۰ کیلوولتی را در اصطلاح انتقال نیرو می‌خوانند و هدف آن تبادل انرژی و توان بین مناطق و نواحی اصلی است که معمولاً در فاصله‌های دور از هم قرار گرفته‌اند. شکل ۱-۷، یک نمونه دکل فشار قوی را نشان می‌دهد.

۳- شبکه‌های فوق توزیع



شکل ۱-۸

رساندن انرژی و توان به مراکز مصرف بیشتر با خطوطهای ۶۳ (یا ۶۶) یا ۱۳۲ کیلو ولتی صورت می‌گیرد. این بخش از فعالیت نیرو رسانی را در اصطلاح شبکه‌های فوق توزیع می‌نامند. شکل ۱-۸، یک خط فوق توزیع ۶۳ کیلو ولتی را نشان می‌دهد.

۴- توزیع نیرو

می‌دهند. خطهای فشار ضعیف رایج در سراسر کشور از نوع $۱۱۰/۲۲۰$ ولتی و معمولاً به صورت ۵ سیمه‌اند. در شکل ۱-۱۱، خط توزیع فشار متوسط و ضعیف نمایش داده شده است.



شکل ۱-۱۱

همان طور که در شکل ۱-۱۱ مشاهده می‌کنید، این شبکه از پنج سیم تشکیل شده و ترتیب قرار گرفتن سیم‌ها و حروف اختصاری هریک از آن‌ها مطابق شکل ۱-۱۱ است.

در صنعت برق، توزیع انرژی برق اساساً در دو سطح فشار متوسط و فشار ضعیف صورت می‌گیرد.

۱-۴- خطهای فشار متوسط

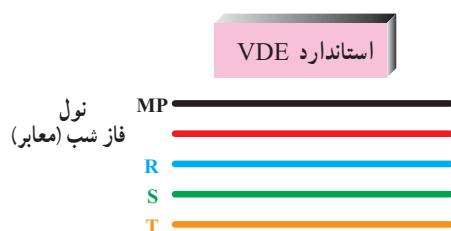
بیشتر شبکه‌های فشار متوسط در ایران از نوع ۲۰ کیلو ولتی‌اند؛ اما ولتاژهای ۳۳ و ۱۱ کیلو ولتی نیز پهنه‌های محدودی از کاربرد را دارند. در شکل ۱-۹، تصویری از یک شبکه‌ی توزیع فشار متوسط نمایش داده شده است.



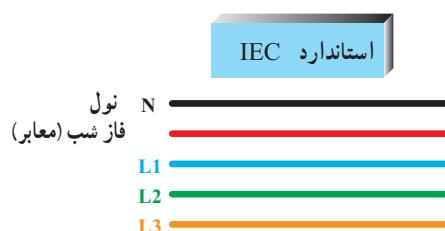
شکل ۱-۹

۱-۴- خطهای فشار ضعیف

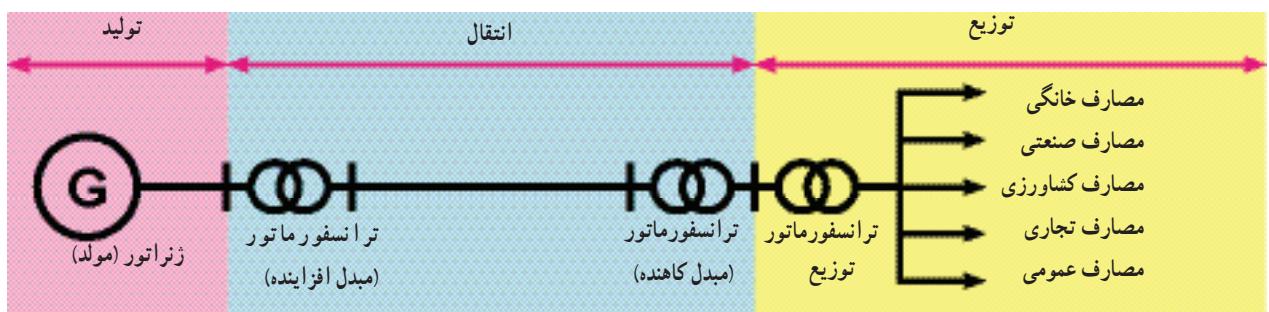
برق مصرف کنندگان عادی با خطهای فشار ضعیف تأمین می‌شود. این خطها آخرین قسمت از شبکه‌ی عظیم و گستردگی برق‌رسانی را پیش از تحویل انرژی به مصرف کننده تشکیل



شکل ۱-۱۱



شکل ۱-۱۲، تصویر شماتیک یا ساده یک سیستم قدرت را از تولید تا مصرف نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۲

۵- معرفی ولتاژها و جریان‌های شبکه‌ی سه‌فاز

در شکل کلی، ولتاژها و جریان‌های شبکه‌ی سه‌فاز با آن در شبکه‌ی فشار ضعیف ایران ۲۲۰ ولت است.

جریان خطی (I_L): به جریانی که از هر خط سیم فاز شبکه

عبور می‌کند جریان خطی می‌گویند.

جریان فازی (I_p): به جریانی که از هر مسیر فازی داخل

یک مصرف‌کننده عبور می‌کند جریان فازی می‌گویند.

در شکل ۱-۱۳، ولتاژها و جریان‌های خط و فاز نشان

عنوانی به شرح زیر معرفی شده و به کار می‌روند.

ولتاژ خطی (V_L): به مقدار ولتاژ (اختلاف پتانسیل)

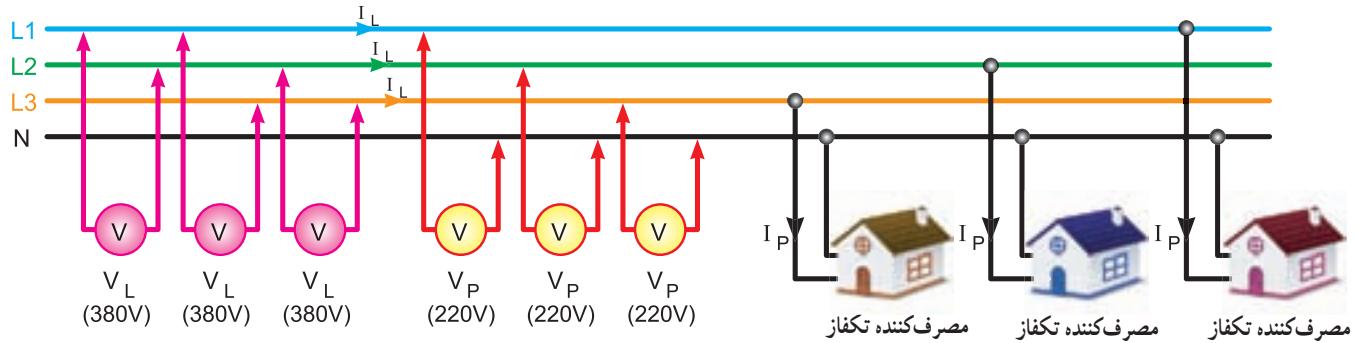
بین دو فاز یک شبکه‌ی سه‌فاز ولتاژ خطی می‌گویند، که در شبکه‌ی

فشار ضعیف ایران مقدار آن برابر ۳۸۰ ولت است.

ولتاژ فازی (V_p): مقدار ولتاژ (اختلاف پتانسیل)

دو سر هر مصرف‌کننده‌ی سه‌فاز را ولتاژ فازی می‌گویند. مقدار

داده شده است.



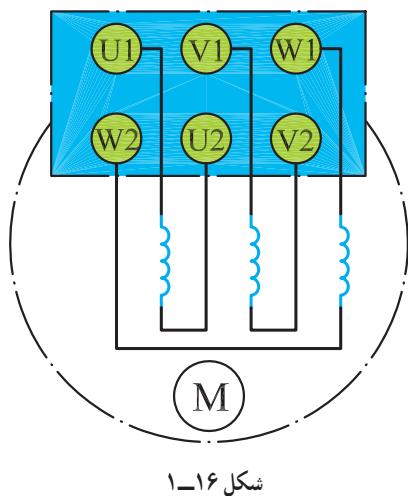
شکل ۱-۱۳

۱- در برخی موارد به اختلاف پتانسیل بین هر فاز و نول نیز ولتاژ فازی می‌گویند.

۶- پلاک اتصالات موتور (تخته کلم)

در استاندارد^۱ (IEC) برای نشان دادن سر کلافها به ترتیب از کلاف اول تا سوم از حروف (U۱، V۱ و W۱) و برای مشخص کردن ته کلافها به ترتیب از حروف (U۲، V۲ و W۲) استفاده می شود. شکل ۱-۱۶، وضعیت قرار گرفتن سیم پیچ ها و پیچ های تخته کلم را نشان می دهد.

از این پس در این کتاب سرهای موتور، براساس استاندارد (در نقشه ها) نام گذاری می شوند.



شکل ۱-۱۶

برای اتصال سیم پیچ های موتور سه فاز، سر سیم ها از داخل پوسته به یک محفظه یا ترمینال موتور هدایت می شوند که اصطلاحاً به آن «تخته کلم» می گویند (شکل ۱-۱۴).

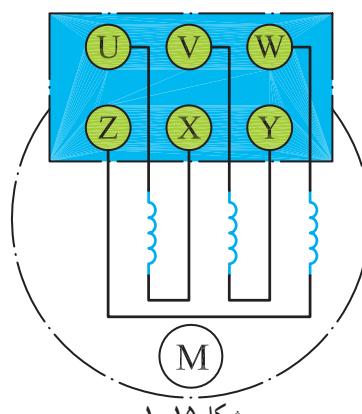
به طور کلی سرو ته کلاف های یک موتور سه فاز، با دو حرف مشخص می شوند.

تخته کلم



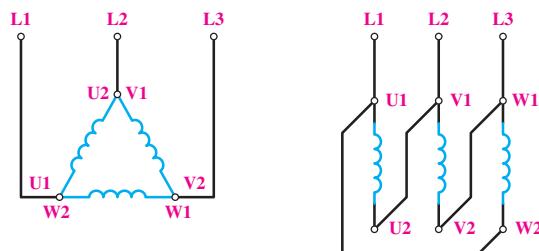
شکل ۱-۱۴

در استاندارد VDE قدیم 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 Y، X و Z استفاده می شود. نحوه قرار گرفتن سر سیم ها در زیر پیچ های تخته کلم مطابق شکل ۱-۱۵ است. دلیل این که ته کلافها، مشابه سر کلافها، به ترتیب از کلاف اول تا سوم نوشته نمی شود این است که در صورت نیاز به ایجاد اتصالات ستاره یا مثلث بتوان بدون استفاده از کلید مربوطه و با قرار دادن چند تسمه مسی در زیر پیچ ها، موتور را به صورت ستاره یا مثلث اتصال داد.

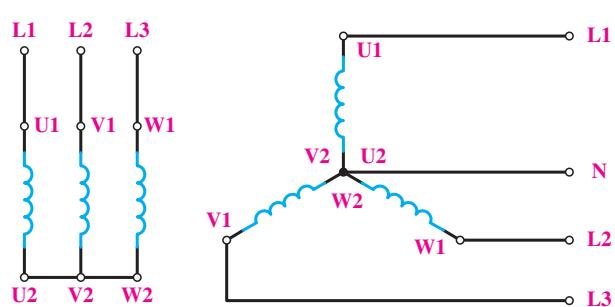


شکل ۱-۱۵

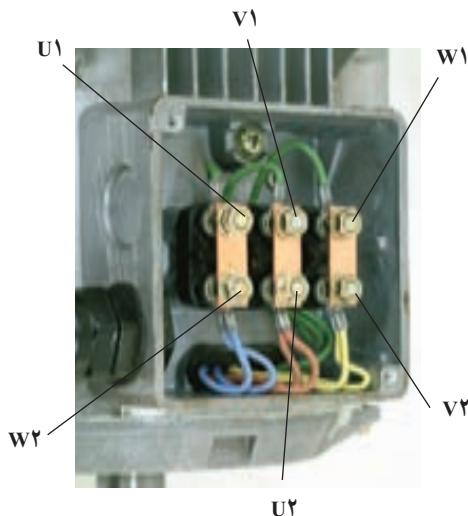
هر گاه به ابتدای سیم پیچ های (سر کلاف های U۱ و V۱ و W۱) موتور به ترتیب شبکه سه فاز L۱، L۲ و L۳ را وصل کرده و انتهای سیم پیچ ها (ته کلاف ها W۲، V۲ و U۲) را به یکدیگر وصل کنیم این اتصال را «اتصال ستاره» گویند. شکل های ۱-۱۷ و ۱-۱۸، نحوه اتصال ستاره را به صورت مداری و روی تخته کلم موتور نشان می دهند. گفتنی است به جهت خلاصه نویسی، برای بیان حالت ستاره در متون فنی از علامت استفاده می شود.



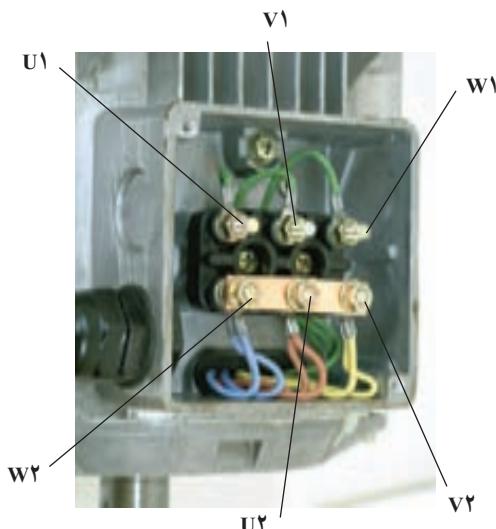
شکل ۱-۱۹- شکل مداری اتصال ستاره



شکل ۱-۱۷- شکل مداری اتصال ستاره

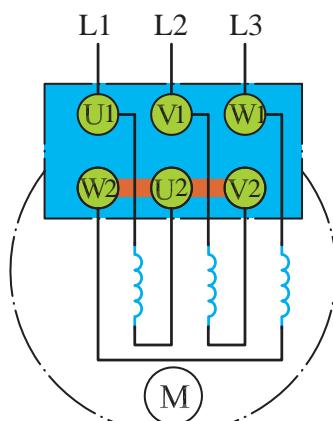


شکل ۱-۲۰- اتصال مثلث روی تخته کلم موتور



شکل ۱-۱۸- اتصال ستاره روی تخته کلم موتور

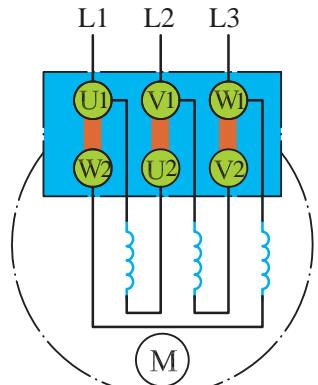
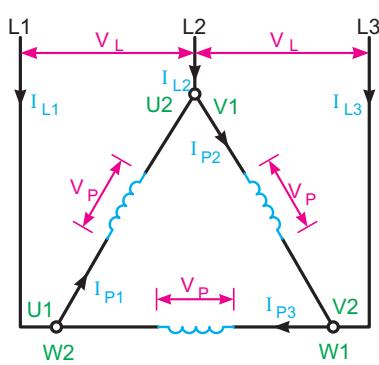
تصاویر شکل ۱-۲۱ چگونگی ایجاد اتصال ستاره و مثلث را به روش ترسیمی بر روی تخته کلم موتور سه‌فاز نشان می‌دهد.



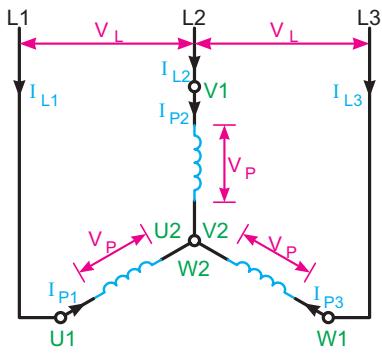
شکل ۱-۲۱

اتصال مثلث

هرگاه انتهای کلاف اول (U2) به ابتدای کلاف دوم (V1) و انتهای کلاف دوم (V2) به ابتدای کلاف سوم (W1) و به همین ترتیب انتهای کلاف سوم (W2) به ابتدای کلاف اول (U1) وصل شود، به این اتصال «اتصال مثلث» گویند. شکل‌های ۱-۱۹ و ۱-۲۰، نحوه اتصال مثلث را به صورت مداری و روی تخته کلم موتور نشان می‌دهد. جهت خلاصه‌نویسی، برای بیان حالت مثلث در متون فنی از علامت Δ استفاده می‌شود.



1-۲۱



1-۲۲

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

جريان و ولتاژ فازی و خطی

تصاویر شکل ۱-۲۲ پارامترهای ولتاژ و جریان خطی و
فازی را روی شکل اتصالات ستاره و مثلث موتور سه‌فاز نشان
می‌دهد.

کار عملی ۱



هدف : تشخیص سالم بودن کلافهای موتور
مراحل اجرای کار

- ۱- تخته کلم موتور سه فازی را مطابق شکل ۱-۲۳ باز کنید و محل اتصال سر و ته کلافها را به همراه حروف مشخصه یادداشت کنید.



شکل ۱-۲۵

- ۲- در مرحله سوم نیز، مانند شکل ۱-۲۶، محل قرار گرفتن سر سیم‌های اهم‌متر را دو سر کلاف سوم قرار دهید.
در این شرایط نیز لازم است عقربه تا انتهای صفحه منحرف شود.



شکل ۱-۲۶

تذکر : در صورتی که سیم‌بیچه‌های نشان داده شده در تصاویر با یکدیگر یا بدنه‌ی موتور ارتباط داشته باشند موتور سالم نیست و باید آن را در مدار قرار داد.



شکل ۱-۲۳

- ۳- آوومتر موجود در کارگاه را در حالت اهم‌متری قرار دهید.

- ۴- دو سر سیم اهم‌متر را، مطابق شکل ۱-۲۴، به پیچ‌های مربوط به کلاف اول در تخته کلم وصل کنید. در این صورت لازم است عقربه اهم‌متر تا انتهای صفحه منحرف شود.



شکل ۱-۲۴



شکل ۱-۲۹

$$R_1 = R_{(U_1 - U_2)} = \dots \Omega$$

$$R_2 = R_{(V_1 - V_2)} = \dots \Omega$$

$$R_3 = R_{(W_1 - W_2)} = \dots \Omega$$

۱-۹ در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور هرگاه یک سیم اهمتر به بدنه و سر سیم دیگر به هریک از سیم پیچ‌های تخته کلم وصل شود، عقره نباید منحرف شود. به عبارت دیگر نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر، لامپ تست یا اهم‌متر در رنج‌های بالا، نداشتن اتصال بدنه را آزمایش کرد.

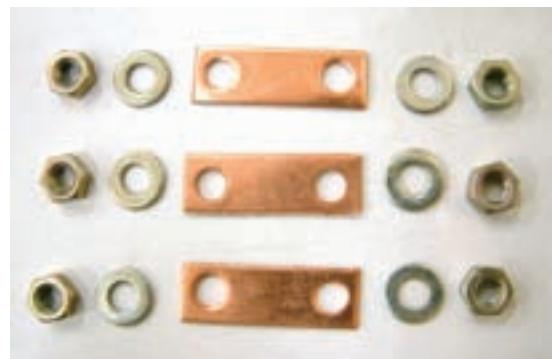
۱-۱۰ با کمک آچار اتصال ستاره را باز کنید.

۱-۱۱ با به کارگیری آچار مخصوص، تسمه‌های مسی و مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته کلم کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید (شکل ۱-۳۰).



شکل ۱-۳۰

۱-۶-۲۷ شکل ۱-۲۷، تسمه‌های مسی مربوط به اتصالات تخته کلم، را به همراه مهره و واشر نشان می‌دهد. برای ایجاد اتصالات، آن‌ها را از انبار تحویل بگیرید.



شکل ۱-۲۷

۱-۷ با به کارگیری آچار مخصوص، تسمه‌های مسی و مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته کلم، انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید (شکل ۱-۲۸).



شکل ۱-۲۸

۱-۸ در شکل ۱-۲۹ تخته کلم یک موتور را، که به حالت ستاره وصل شده است، مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهم‌متر، مقدار مقاومت سر و ته کلاف‌های هر فاز موتور را اندازه‌گیری کنید.

$$R_1 = R_{(U_1 - V_1)} = \dots \Omega$$

$$R_2 = R_{(V_1 - W_1)} = \dots \Omega$$

$$R_3 = R_{(W_1 - U_1)} = \dots \Omega$$

۱-۱۲- در شکل ۱-۳۱ تخته کلم یک موتور را، که به حالت مثلث وصل شده است، مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهمتر، مقدار مقاومت بین ترمینال‌های موتور را اندازه‌گیری کنید.

۱-۱۳- در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور نباید

هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر یا اهمتر در رنج‌های $[k\Omega]$ ، اتصال نداشتن سیم‌ها به بدنه را آزمایش کرد.

۱-۱۴- با کمک آچار اتصال مثلث را باز کنید.

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



شکل ۱-۳۱

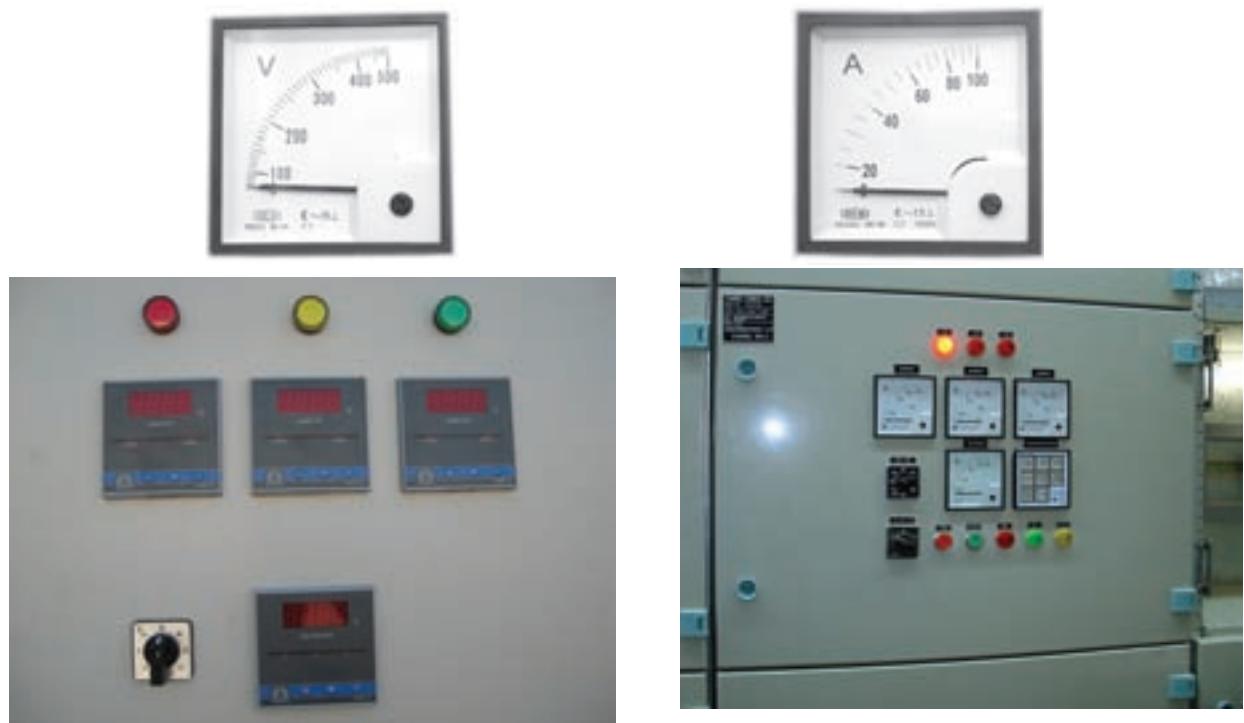
۷- اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی در مصرف‌کننده‌ها

به وسیله‌ی آن‌ها مقدار جریان مصرفی و ولتاژ مصرف‌کننده‌ها را می‌توان اندازه‌گرفت. این دستگاه‌ها براساس اهداف مورد نیاز به صورت‌های مختلف ساخته می‌شوند.

۱-۱- دستگاه‌های اندازه‌گیری تابلویی : این دستگاه‌ها معمولاً یک رنج دارند و کاربرد آن‌ها (در روی تابلوها) به منظور نشان دادن مقدار کمیت موردنظر است (نه آزمایش و اندازه‌گیری دقیق کمیت الکتریکی). در شکل ۱-۳۲، چند نمونه از آن‌ها نشان داده شده است.

برای اندازه‌گیری مقدار جریان، ولتاژ، توان، فرکانس و اختلاف فاز، دستگاه‌های اندازه‌گیری مناسب موردنیاز است. با اصول کار، ساختمان و طرز کار دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی در سال دوم آشنا شده‌اید. در کتاب حاضر به صورت عملی با طرز کار برخی از آن‌ها در مدار آشنا خواهید شد. در ابتدا به یادآوری مفاهیم قبلی می‌پردازیم.

۱-۱-۱- اندازه‌گیری مقدار جریان و ولتاژ متناوب آمپر متر و ولت متر دو دستگاه اندازه‌گیری هستند که



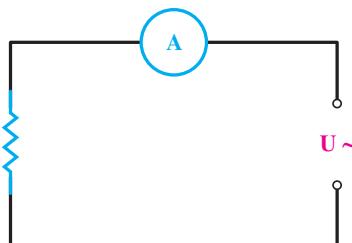
شکل ۱-۳۲

کمیت‌های الکتریکی مورد سنجش در این دستگاه‌ها در محدوده‌ی بسیار وسیع و بادقت قابل قبولی اندازه‌گیری می‌شوند. مالتی‌مترهای دیجیتال، نسبت به مالتی‌مترهای آنالوگ دارای تنوع، انعطاف و قیمت ارزان‌تری هستند. در شکل ۱-۳۳، نمونه‌ای از این دستگاه‌های اندازه‌گیری نشان داده شده‌اند.

۷-۱-۲- دستگاه‌های اندازه‌گیری پرتاپل (قابل حمل) : دستگاه‌های اندازه‌گیری پرتاپل در صنعت برق کاربردی وسیع دارند. این دستگاه‌ها به دو صورت آنالوگ و دیجیتال در کارخانجات ساخته می‌شوند. از آن جا که این دستگاه‌ها کمیت‌های مختلف (جریان، ولتاژ، مقاومت و...) را اندازه‌گیری می‌کنند، اصطلاحاً آوومتر ($A\ V\ \Omega$) و یا مالتی‌متر نامیده می‌شوند.



شکل ۱-۳۳



شکل ۱-۳۵

در صورتی که از مالتی‌متر استفاده می‌شود، در انتخاب رنج دقت شود (شکل ۱-۳۶).



شکل ۱-۳۶

۲- آمپر مترهایی که مطابق شکل ۱-۳۷، به صورت غیر مستقیم و بهوسیلهٔ ترانسفورماتور (مبدل) مقدار جریان های بسیار زیاد عبوری از هر سیم برق دار را اندازه‌گیری می‌کنند. از این ترانسفورماتورها معمولاً در تابلوهای توزیع انرژی جریان زیاد استفاده می‌شود که به آن‌ها ترانس جریان یا C.T می‌گویند.

۱-۳-۷-۱-۳-۳- دستگاه‌های اندازه‌گیری آزمایشگاهی: به منظور اجرای برخی تحقیقات علمی در آزمایشگاه و کنترل دقیق فرآیند تولید صنایع پیشرفته‌ی نظامی، اتمی و فضایی به دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی ای نیاز است که از دقت و کیفیت مرغوب‌تری (نسبت به دستگاه‌های اندازه‌گیری معمولی) برخوردار باشند. این دستگاه‌ها برای کالیبره (تنظیم) کردن دستگاه‌های اندازه‌گیری در مؤسسات استاندارد نیز به کار می‌روند. این وسایل اندازه‌گیری دارای ساختمانی پیچیده‌اند و نسبت به دستگاه‌های معمولی قیمت بالاتری دارند.

در شکل ۱-۳۴، نمونه‌ای از دستگاه‌های اندازه‌گیری آزمایشگاهی نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۴

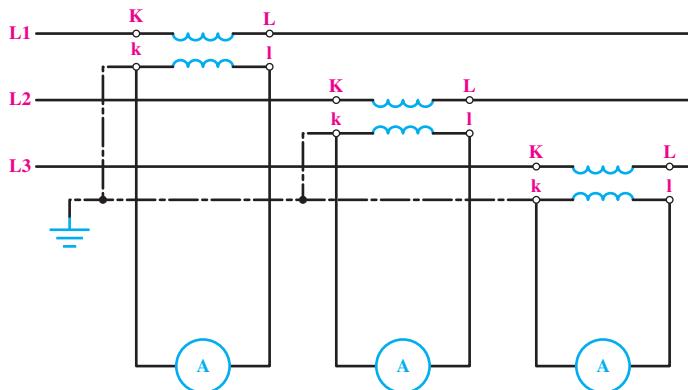
۱-۷-۲- اندازه‌گیری جریان متناوب

آمپر متر: مقدار جریان الکتریکی عبوری از یک مصرف‌کنندهٔ یک فاز یا سه‌فاز بهوسیلهٔ آمپر متر اندازه‌گیری می‌شود. این اندازه‌گیری به سه روش صورت می‌گیرد:

۱- آمپر مترهایی که، مطابق شکل ۱-۳۵، به طور مستقیم در مسیر جریان قرار می‌گیرند و مقدار کمیت مورد سنجش را اندازه‌گیری می‌کنند و آن را نمایش می‌دهند. در اندازه‌گیری به روش مستقیم باید به نکات زیر توجه شود:

- دستگاه قادر به اندازه‌گیری جریان متناوب باشد.

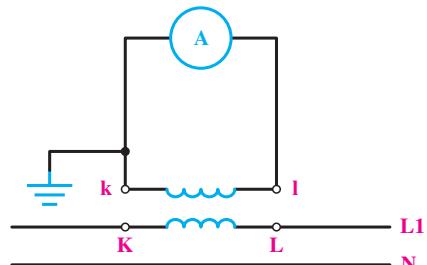
- جریان مورد سنجش از جریان مجاز آمپر متر بیشتر نباشد.



ب— اندازه‌گیری جریان زیاد در مدارهای سه‌فاز



الف— ترانسفورماتور (مبدل) جریان

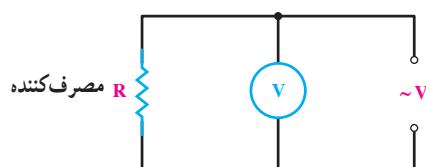


اندازه‌گیری جریان زیاد در مدار یک‌فاز

شکل ۱-۳۷

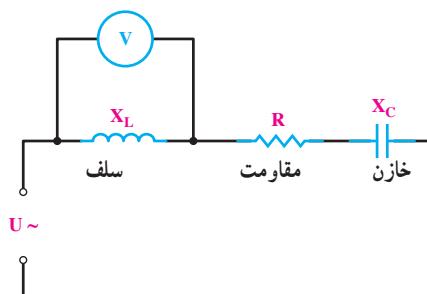
پتانسیل بین دو نقطه را اندازه‌گیری می‌کند، باید با دو سر مصرف‌کننده یا مولد (مطابق شکل ۱-۳۹) به صورت موازی قرار گیرد. با ولت‌متر به دو روش مستقیم و غیرمستقیم می‌توان اختلاف سطح الکتریکی را اندازه‌گیری نمود.

۳- آمپرمهای الکایی (انبری) که، مطابق شکل ۱-۳۸، به ساده‌ترین روش با قرار دادن سیم بین دو فک آمپرmetr مقدار جریان عبوری از سیم را اندازه‌گیری می‌کنند. این آمپرها براساس الکای الکترومغناطیس کار می‌کنند.



شکل ۱-۳۹

در روش مستقیم ولت‌متر (مطابق شکل ۱-۴۰) به دو سر مصرف‌کننده متصل می‌شود و مقدار ولتاژ را اندازه‌گیری می‌کند.



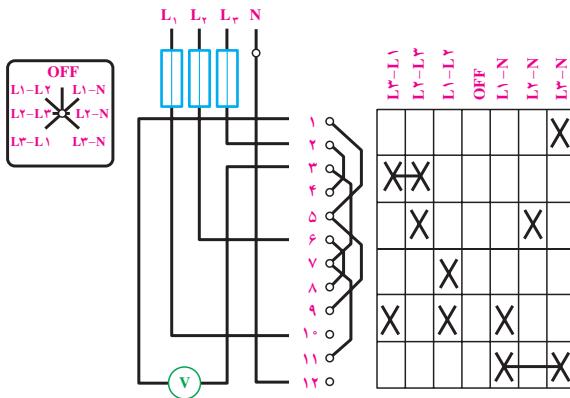
شکل ۱-۴۰



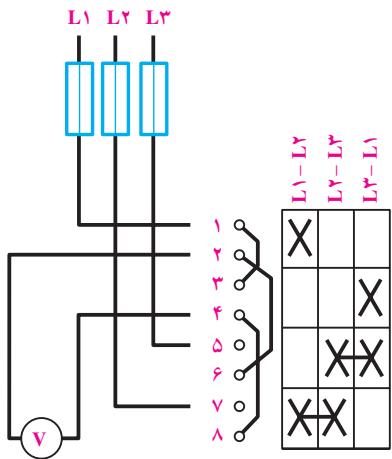
شکل ۱-۳۸

۳-۷-۳- اندازه‌گیری اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ)

مقدار ولتاژ دو سر یک مولد یا مصرف‌کننده همواره به وسیله‌ی ولت‌متر اندازه‌گیری می‌شود. چون ولت‌متر اختلاف



الف - اندازه‌گیری ولتاژ بین دو فاز و نول



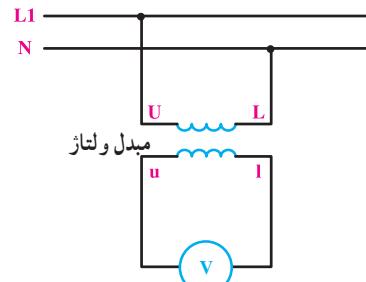
ب - اندازه‌گیری ولتاژ بین دو فاز



ج - شکل ظاهری

شکل ۱-۴۲

در روش غیرمستقیم ولت‌متر به وسیله‌ی یک مبدل ولتاژ یا ترانس ولتاژ (P.T) (مطابق شکل ۱-۴۱) به دو سر مصرف‌کننده با مولد متصل می‌شود. این روش در مواردی به کار می‌رود که ولتاژ کار مصرف‌کننده‌ها یا شبکه بیش از حد مجاز دستگاه اندازه‌گیری باشد و یا این که از نظر حفاظتی نتوان ولتاژ مورد اندازه‌گیری را مورد سنجش قرار داد.



شکل ۱-۴۱

۴-۷- کلید ولت‌متر

برای اندازه‌گیری مقدار ولتاژهای خطی و فازی در شبکه‌های سه فازه از یک ولت‌متر، به همراه کلید ولت‌متری (مطابق شکل ۱-۴۲-الف) استفاده می‌کنند. این کلید در حالت‌های مختلف، ولتاژهای بین خطوط (L₁, L₂) و (L₂, L₃) و (L₁, L₃) و L₁N و L₂N و L₃N را اندازه‌گیری می‌کند. توجه داشته باشید که در مسیر سه فاز L₁, L₂ و L₃ فیوز قرار می‌گیرد. در برخی از کلیدهای ولت‌متری فقط می‌توان ولتاژ بین دو فاز را اندازه‌گیری کرد (شکل ۱-۴۲-ب).

شکل ۱-۴۲-ج - شکل ظاهری یک نمونه کلید ولت‌متری را نشان می‌دهد.

توجه: لازم است اتصالات ستاره (\wedge) و مثلث (Δ) و وسایل اندازه‌گیری در زیر پیچ‌های ترمینال اجرا و روی تابلو نصب شود.

۷-۵- اندازه‌گیری جریان‌ها و ولتاژ‌ها در مصرف‌کننده‌های سه‌فاز ستاره



هدف: بررسی اتصال ستاره متعادل و نامتعادل

وسایل و ابزارهای موردنیاز

برای اجرای کارهای عملی از وسایل معرفی شده در جدول

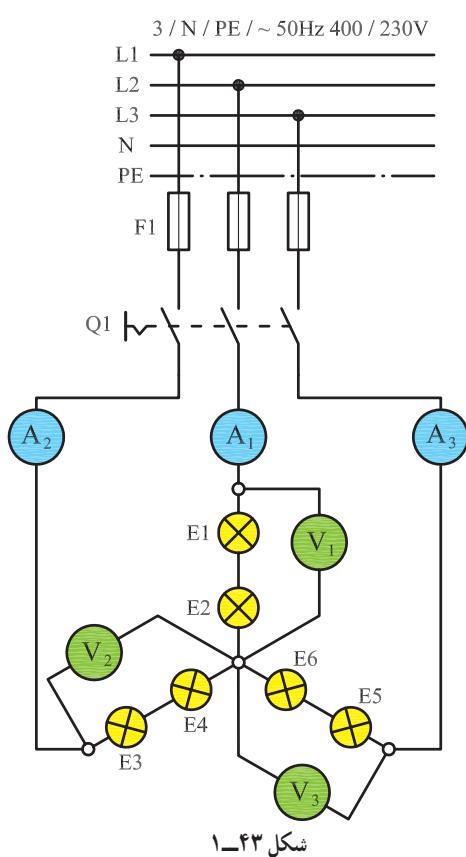
۱- استفاده کند.

- وسایل کارگاه را مانند وسایل شخصی خود بدانید.
- هزینه‌ی این وسایل را به‌طور غیرمستقیم خودتان تأمین کرده‌اید.

الف - مراحل اجرای اتصال ستاره متعادل

مرحله ۱

۱-۱- مدار شکل ۱-۴۳ را با کمک شش لامپ W مطابق شکل ۱-۴۴ روی تابلو برق بینید. اتصال بین قطعات مدار را توسط سیم و با استفاده از پیچ پایینی ترمینال‌ها برقرار کنید.



جدول ۱-۱

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۶ عدد	-	سریچ لامپ
۶ عدد	E	لامپ رشتهدای $100W$
از هر کدام ۲ عدد	E	لامپ رشتهدای $15W$ $6W$
۱ عدد	F1	فیوز مینیاتوری سه‌فاز
۱ عدد	Q1	کلید سه‌فاز قطع و وصل زبانه‌ای
۳ عدد	A	آمپر متر با حداکثر $5A$ رنج
۳ عدد	V	ولت متر با حداکثر $500V$ رنج

۲-۲- کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

۲-۱- فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید Q1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید.

$$\begin{array}{ll} I_{A_1} = \boxed{} A & V_1 = \boxed{} V \\ I_{A_2} = \boxed{} A & V_2 = \boxed{} V \\ I_{A_3} = \boxed{} A & V_3 = \boxed{} V \end{array}$$

پرسش :

۳- نتایج این مرحله را با مرحله‌ی (۱) مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

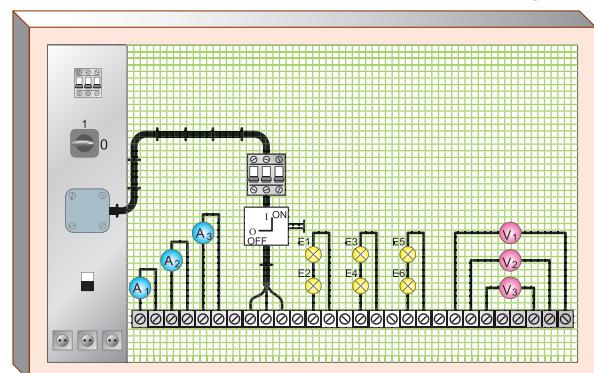
$$\begin{array}{ll} I_{A_1} = \boxed{} A & V_1 = \boxed{} V \\ I_{A_2} = \boxed{} A & V_2 = \boxed{} V \\ I_{A_3} = \boxed{} A & V_3 = \boxed{} V \end{array}$$

۴- قطع یک فاز چه اثری روی کمیت‌های دیگر می‌گذارد؟

۱-۳- کلید را در حالت OFF قرار دهید و مدار را خاموش کنید.

مرحله ۳

- ۱- فیوز F1 و کلید Q1 را قطع کنید.
- ۲- لامپ‌های E1 و E2 را از روی سریچ باز کنید.
- ۳- فیوز F1 و کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید و یادداشت کنید.
- ۴- فیوز مینیاتوری سه فاز F1 و کلید Q1 را قطع کنید.



شکل ۱-۴۶- تصویری از مدار لامپی با کلید قطع و وصل (۱) نصب شده روی تابلو

$$\begin{array}{ll} I_{A_1} = \boxed{} A & V_1 = \boxed{} V \\ I_{A_2} = \boxed{} A & V_2 = \boxed{} V \\ I_{A_3} = \boxed{} A & V_3 = \boxed{} V \end{array}$$

پرسش :

- ۱- مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟
- ۲- آیا بین جریان‌های عبوری از هریک از لامپ‌ها تفاوتی وجود دارد؟

پرسش :

- ۵- نتایج این مرحله را با مراحل (۱) و (۲) مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

مرحله ۲

- ۱- یکی از فیوزها را قطع کنید و دو فیوز دیگر را در حالت وصل بگذارید.

مرحله ۴

- ۶- مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟
- ۷- از مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده در دو مرحله ۱ و ۴ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- ۸- بین جریان عبوری از خط و جریان فاز چه رابطه‌ای برقرار است؟
- ۹- بین ولتاژ خط و ولتاژ فاز چه رابطه‌ای وجود دارد؟
- ۱۰- آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

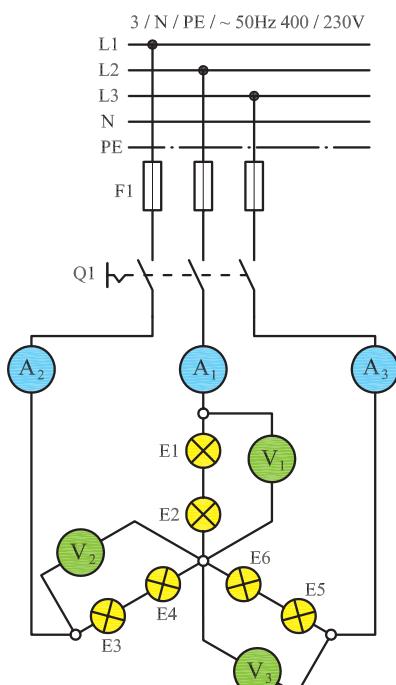
ویژه‌ی هنرجویان علاوه‌مند

در مورد نیاز و یا عدم نیاز به سیم نول در اتصال ستاره متعادل تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه کنید.

ب- مراحل اجرای اتصال ستاره نامتعادل

مرحله ۵

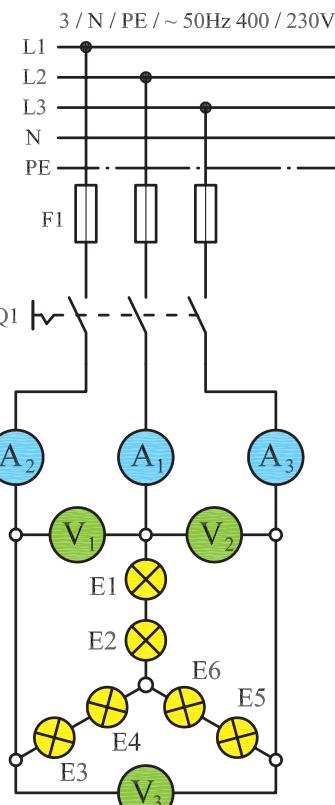
- ۵- اتصال ولتمترهای مدار را مجدداً مطابق شکل ۱-۴۳ به وضعیت قبلی شکل ۱-۴۲ بازگردانید.



شکل ۱-۴۶

۱-۴۱- محل قرار گرفتن ولتمترها را مطابق مدار شکل

۱-۴۵- تغییر دهید.



شکل ۱-۴۵

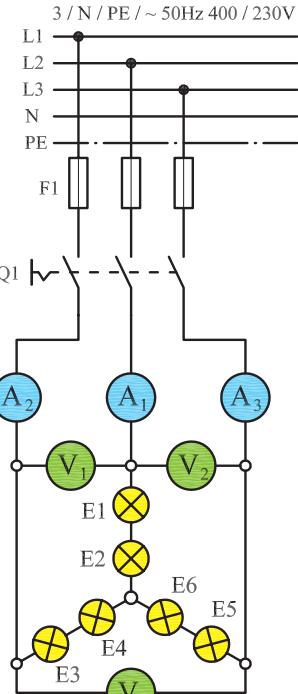
- ۴-۲- ابتدا فیوز F1 و سپس کلید Q1 را در حالت وصل

قرار دهید.

- ۴-۳- مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولتمترها و آمپرmetra را بخوانید و یادداشت کنید.

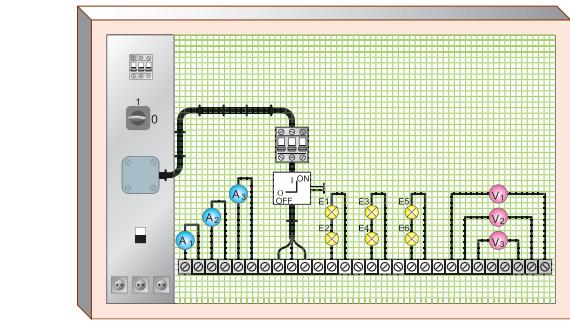
$I_{A_1} = \boxed{} A$	$V_1 = \boxed{} V$
$I_{A_2} = \boxed{} A$	$V_2 = \boxed{} V$
$I_{A_3} = \boxed{} A$	$V_3 = \boxed{} V$

- ۴-۴- کلید Q1 را در حالت OFF قرار داده و مدار را خاموش کنید.



شکل ۱-۴۸

۶-۲ - مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولتmetros و آمپرmetros را بخوانید.



شکل ۱-۴۷

۵-۲ - توان لامپهای موجود در مدار را، به صورت زیر، روی سریچها قرار دهید.

$$\begin{array}{lll} E1 = 100 \text{ W} & E3 = 60 \text{ W} & E5 = 150 \text{ W} \\ E2 = 100 \text{ W} & E4 = 60 \text{ W} & E6 = 150 \text{ W} \end{array}$$

۵-۳ - فیوز مینیاتوری F1 را وصل کنید و سپس با وصل کلید Q1، ولتاژ و جریان هریک از ولتmetros و آمپرmetros را بخوانید.

$I_{A_1} = \boxed{} \text{ A}$	$V_1 = \boxed{} \text{ V}$
$I_{A_2} = \boxed{} \text{ A}$	$V_2 = \boxed{} \text{ V}$
$I_{A_3} = \boxed{} \text{ A}$	$V_3 = \boxed{} \text{ V}$

۵-۴ - فیوز مینیاتوری F1 و کلید Q1 را در حالت خاموش قرار دهید.

پرسش :

۲ - مقادیر اندازهگیری شده معرف کدام یک از پارامترهای

پرسش :

۱ - مقادیر اندازهگیری شده معرف کدامیک از پارامترهای

ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

۳ - از مقایسه‌ی مقادیر اندازهگیری شده در دو مرحله ۵

ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

و ۶ چه نتجهای می‌گیرید؟

۴ - قطع یکی از فازها چه اثری روی کمیت‌های الکتریکی

مرحله ۶

۱ - محل قرار گرفتن ولتmetros را مطابق شکل ۱-۴۸ دیگر دارد؟

تغییر دهید.

۵ - آیا نتایج به دست آمده با مطالب تئوری مطابقت دارد؟

ویره‌ی هنجویان علاقمند

در مورد نیاز داشتن یا نداشتن اتصال ستاره‌ی نامتعادل به سیم نول، تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه کنید.

۱-۲- فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید Q1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپرmetrها را بخوانید.

$$I_{A_1} = \boxed{}_A$$

$$V_1 = \boxed{}_V$$

$$I_{A_2} = \boxed{}_A$$

$$V_2 = \boxed{}_V$$

$$I_{A_3} = \boxed{}_A$$

$$V_3 = \boxed{}_V$$

۱-۳- کلید را در حالت OFF قرار دهید و مدار را خاموش کنید.

پرسش :

- ۱- مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟
- ۲- بین ولتاژ دو سر مصرف‌کننده و ولتاژ بین دو خط چه رابطه‌ای وجود دارد؟

مرحله ۲

- ۱- یکی از فیوزها را قطع کنید و دو فیوز دیگر را در حالت وصل بگذارید.
- ۲- کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپرmetrها را بخوانید و یادداشت کنید.
- ۳- کلید Q1 را در حالت OFF قرار داده و مدار را خاموش کنید.

$$I_{A_1} = \boxed{}_A$$

$$V_1 = \boxed{}_V$$

$$I_{A_2} = \boxed{}_A$$

$$V_2 = \boxed{}_V$$

$$I_{A_3} = \boxed{}_A$$

$$V_3 = \boxed{}_V$$

۷-۶- اندازه‌گیری جریان‌ها و ولتاژها در مصرف‌کننده‌های سه‌فاز مثلث

کار عملی ۳

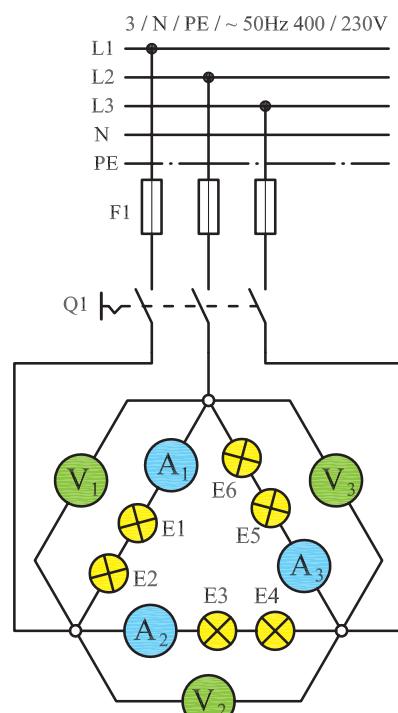


هدف : بررسی اتصال مثلث متعادل

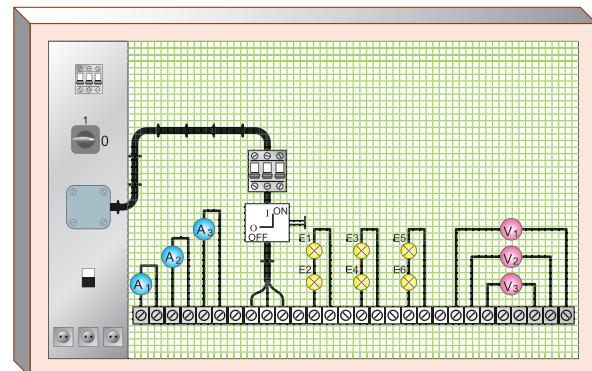
مرحله ۱

۱-۱- مدار شکل ۱-۴۹ را با کمک شش لامپ W (مطابق

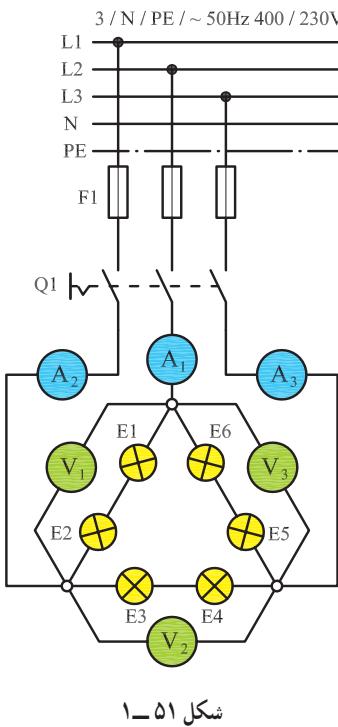
شکل ۱-۵۰) روی تابلوی برق بیندید. اتصال بین قطعات مدار را توسط سیم و با استفاده از پیچ پایینی ترمینال‌ها برقرار کنید.



شکل ۱-۴۹



شکل ۱-۵۰



شکل ۱-۵۱

۳- نتایج این مرحله را با مرحله‌ی (۱) مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

مرحله ۳

- ۳-۱ لامپ‌های E۱ و E۲ را از روی سریچ باز کنید.
- ۳-۲ کلید Q۱ را وصل کنید و مقادیر ولتمترها و آمپرترها را بخوانید و یادداشت کنید.
- ۳-۳ فیوز مینیاتوری سه‌فاز F۱ و کلید Q۱ را قطع کنید.

$I_{A_1} = \boxed{}$ A	$V_1 = \boxed{}$ V
$I_{A_2} = \boxed{}$ A	$V_2 = \boxed{}$ V
$I_{A_3} = \boxed{}$ A	$V_3 = \boxed{}$ V

پرسش :

- ۴- کلید Q۱ را در حالت OFF قرار داده و مدار را خاموش کنید.

- ۴- نتایج این مرحله را با مراحل ۱ و ۲ مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- ۵- اثر قطع یک فاز روی مدار را شرح دهید.

مرحله ۴

- ۶- مقادیر اندازه‌گیری شده، معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟
- ۷- از مقایسه‌ی مقادیر اندازه‌گیری شده توسط آمپرترها در دو مرحله‌ی ۱ و ۴ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- ۸- بین جریان خط و جریان فاز چه رابطه‌ای وجود دارد؟
- ۹- آیا نتایج بدست آمده با مطالب تئوری مطابقت دارد؟

- ۴- محل قرار گرفتن آمپرترها را مطابق مدار شکل ۱ تغییر دهید.
- ۵- ابتدا فیوز F۱ و سپس کلید Q۱ را در حالت وصل قرار دهید.
- ۶- مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولتمترها و آمپرترها را بخوانید و یادداشت کنید.

$I_{A_1} = \boxed{}$ A	$V_1 = \boxed{}$ V
$I_{A_2} = \boxed{}$ A	$V_2 = \boxed{}$ V
$I_{A_3} = \boxed{}$ A	$V_3 = \boxed{}$ V

توجه : در مصرف کننده های واقعی سه فازه، معمولاً بار هر مصرف کننده اهمی (مقاومت) خالص نیست؛ مانند موتورها که همواره یک بار اهمی - سلفی (L - R) هستند. به این ترتیب مدار همواره دارای ضریب قدرت ($\cos\varphi$) است.

توجه : در اتصال مصرف کننده های سه فاز (موتورها) به شبکه هی برق، باید دقت کنیم که ولتاژ کار هریک از سیم پیچها (ولتاژ فازی) برابر ولتاژی باشد که از طریق شبکه هی برق به آن ها می رسد. از آنجا که در اتصال مثلث ولتاژ هر فاز $\sqrt{3}$ برابر ولتاژ فازی در حالت اتصال ستاره است، باید در اتصال موتور به صورت ستاره و مثلث دقت کافی نمود. برای مثال، اگر بروی پلاک یک موتور الکتریکی سه فاز نوشته شده باشد ($V_{\Delta} 220$)، به این معنی است که این موتور را در برق ایران نمی توان به صورت مثلث به شبکه متصل کرد؛ زیرا به هر سیم پیچ یک فاز 38° ولت ولتاژ می رسد و آن را می سوزاند. در ایران موتوری را می توان به صورت مثلث اتصال داد که روی پلاک مشخصات آن نوشته شده باشد ($V_{\Delta} 380$) و یا $V_{\Delta} 660/380$. از جدول ۱-۲، برای تشخیص نوع اتصال موتور در شبکه هی برق ایران، می توان استفاده کرد.

جدول ۱-۲ - تشخیص نوع اتصال موتور به شبکه هی برق ایران

مشخصات پلاک موتور	نحوه اتصال موتور به شبکه هی برق ایران
220Δ	نمی تواند با شبکه سه فاز ایران راه اندازی شود
220Δ	فقط به صورت ستاره
400Δ	فقط به صورت ستاره
400Δ	به صورت ستاره مثلث می توان راه اندازی کرد و در نهایت باید اتصال مثلث باشد
$400/220\Delta/\Delta$	فقط به صورت ستاره
$400/660\Delta/\Delta$	به صورت ستاره مثلث راه اندازی می شود و در نهایت باید مثلث بسته شود

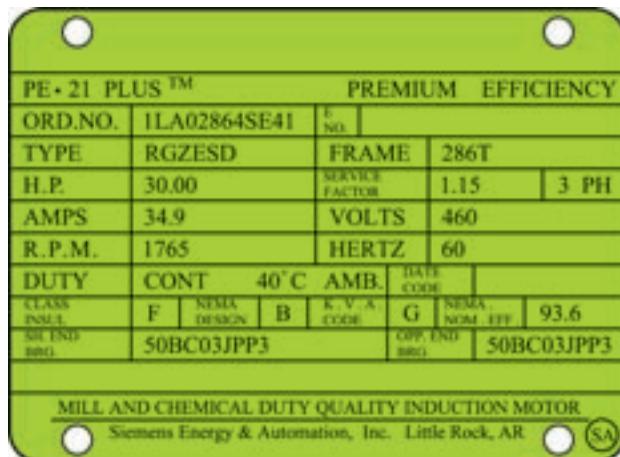
در اتصال هر مصرف کننده سه فاز به شبکه، ولتاژی که به دو سر هر سیم پیچ فازی می رسد نباید از ولتاژ مجاز بیشتر باشد. ولتاژ مجاز هر سیم پیچی بر روی پلاک موتور نوشته می شود.

سؤال : اگر روی پلاک یک موتور عبارت $220/380\Delta$ وصل کرد؟ توضیح دهید.

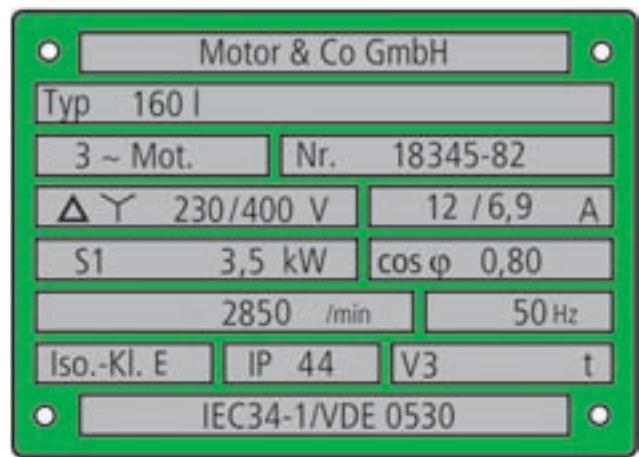
نوشته شده باشد، با چه اتصالی می توان آن را به شبکه هی برق ایران

۸- آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز

برای انتخاب صحیح و مناسب موتور سه فاز، باید به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجه نمود. شکل پلاک موتورهای سه فاز، همچنین اطلاعات نوشته شده در روی آنها متفاوت است. شکل‌های ۱-۵۲ دو نمونه پلاک موتور سه فازه را نشان می‌دهد.



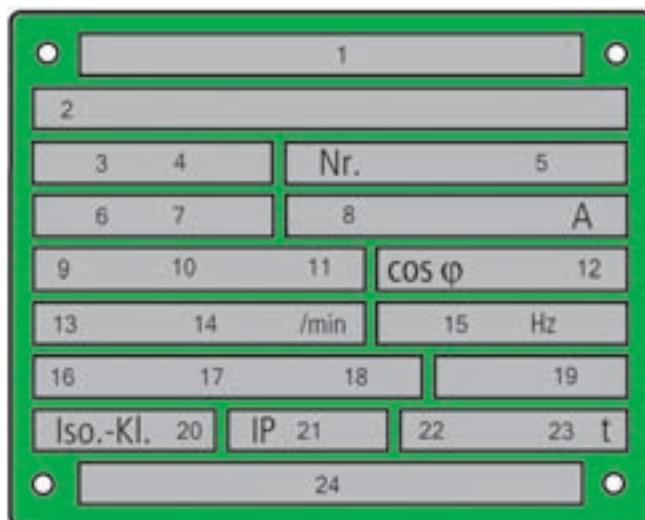
ب



الف

شکل ۱-۵۲

اگر مشخصات نوشته شده (روی پلاک موتورها) را با موتورهای سه فازه مشاهده می‌شود. در جدول ۱-۳ توضیحات مربوط به هر قسمت آمده است. یکدیگر مقایسه کنیم مشاهده می‌شود که این پلاک‌ها تفاوت‌هایی با هم دارند. در شکل ۱-۵۳ ۱ بخش‌های مختلف یک نوع پلاک



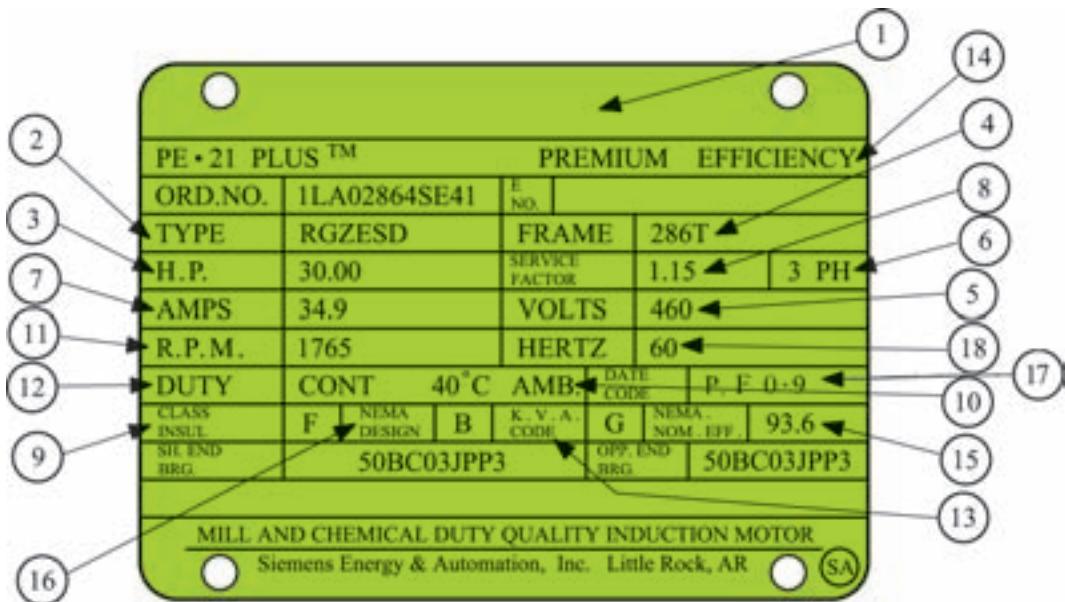
شکل ۱-۵۳

جدول ۱-۳

اطلاعات داده شده			شماره
شانهی کارخانه (نام و آرم)			۱
شانهی نوع ماشین (تیپ ماشین)			۲
نوع جریان مانند: G (جریان مستقیم)، E (جریان تک فاز)، D (جریان سه فاز)			۳
نوع کار (Gen) – ژنراتور؛ (Mot) – موتور			۴
شماره‌ی تولید ماشین			۵
نوع اتصال سیم پیچ استاتور در ماشین‌های سنکرون و القابی، به علاوه :			
علامت	کلاف	مدار	
۱~	۱	با کلاف (سیم پیچ) کمکی	۶
۳~	۳	به صورت باز	
۳~ به هم وصل شده	۲	ستاره	
	۴	مثلث	
ستاره با نقطه وسط خارج شده			۳
ولتاژ نامی			۷
جریان نامی			۸
توان نامی (تحویلی) یا قدرت ظاهری خروجی در موتورها و ژنراتورها			۹
نشانه‌ی واحدها VA، kVA، W، kW			۱۰
موتورها بر حسب (W یا kW) و مولددها بر حسب (VA یا kVA)			
نوع کار (در کار دائمی = S1) و زمان کار نامی یا مدت زمان روشن بودن سبی مثال : S2 30min			۱۱
ضریب توان نامی cosφ			۱۲
در ماشین‌های سنکرون در صورتی که توان رآکتیو دریافت شود، باید شانه‌ی u اضافه شود.			
جهت چرخش (از طرف سر محور موتور نگاه می‌شود) :			۱۳
→ (راست گرد) ← (چپ گرد)			
سرعت نامی (علاوه بر این در موتورهای با تحریک سری حداقل سرعت n_{max} ؛ در مولددهای با تورین آبی، سرعت میانی n_d تورین؛ در موتورهای چرخ‌دندار سرعت آخرین چرخ‌دنده n_z ارائه می‌شود.)			۱۴
فرکانس نامی			۱۵
در ماشین جریان مستقیم و ماشین سنکرون	در روتور با حلقه‌ی لغزان	در موتور تکفاز خازنی	
تحریک کننده یا «Err»	روتور یا «Lfr»	تحریک کننده	۱۶
ظرفیت خازن موقت به نام μF	نوع اتصال سیم پیچ روتور	ظرفیت خازن موقت	۱۷
ولتاژ تحریک نامی به V (ولت)	ولتاژ سکون روتور به V (ولت)	C _A	۱۸
جریان تحریک	جریان روتور	خازن دائم	۱۹
در کار نامی، اگر جریان کوچک‌تر از ۱۰A باشد، اطلاعات حذف می‌شود.			
گروه مواد عایق کننده (C, Y, A, E, B, F, H)	اگر سیم پیچ استاتور و روتور از گروه‌های مختلفی عایقی استفاده شده باشند، ابتدا گروه عایقی (کلاس عایقی) سیم پیچ استاتور و سپس گروه عایقی سیم پیچ روتور بیان می‌شود. (مثلاً F/B)		۲۰
نوع محافظت طبق DIN 40050، مثلاً IP44			۲۱
طرز صحیح نصب موتور حرف A و C و D برای نصب افقی و V برای نصب عمودی همراه عددی مقابل حرف			۲۲
وزن تقریبی به t، برای وزن‌های کمتر از یک تن اطلاعاتی داده نمی‌شود.			۲۳
توضیحات اضافی، به طور مثال VDE0350/000 مقدار متوسط خنکی با تهویه‌ی هوای آزاد یا خنکشدن با آب.			۲۴

توضیحات مربوطه به نمونه‌ی دیگری از پلاک موتورهای است.

سه‌فازه، که در شکل ۱-۵۴ نشان داده شده، در جدول ۱-۴ آمده است.



شکل ۱-۵۴

جدول ۱-۴

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 آمیر)
۸	ضریب خدمات (ضریب کارکرد)
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 وسایل الکتریکی
۱۷	ضریب قدرت
۱۸	فرکانس (بر حسب هرتز)

مثالاً اگر روی پلاک موتوری در ردیف نوع کار، S₁ نوشته شده باشد نشان می‌دهد که این موتور تحت بار نامی، در درجه‌ی حرارت پایدار و بی‌وقفه کار می‌کند بدون این که از دمای مجاز موتور تجاوز کند.

شرح تکمیلی برخی از علائم روی پلاک

در ردیف یازدهم جدول ۱-۳ نوع کار و مدت زمان روشی 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 ۱-۵ است.^۱

جدول ۱-۵ – انواع کار ماشین‌ها

ماشین تحت بار نامی به درجه حرارت پایدار و ثابت می‌رسد. کار ماشین می‌تواند بدون وقفه اجرا شود، بدون این که از دمای مجاز تجاوز کند. مثال : پمپ فاضلاب.	کار پیوسته S1
زمان کار در مقایسه یا وقفه بعد از آن کوتاه است. کار با بار نامی فقط در زمان داده شده مجاز به اجراست. زمان‌های بارگذاری استاندارد : 10 و 30, 60, 90 دقیقه. مثال : موتور محرك سیرن. (آژیر)	کار کوتاه مدت S2
زمان روشی بودن ED فقط بخشی از مدت زمان سیکل است. ED‌های استاندارد : 15, 25, 40, 60% . اگر مدت زمان سیکل معلوم نباشد، آن را 10 دقیقه در نظر می‌گیرند. در نوع کار S3 مرحله‌ی راه اندازی هیچ اثری بر روی دمای ماشین نمی‌گذارد. مثال برای S3 : موتور بالایر (روتور با حلقه لغزان)	کار موقت S3
در S4 کار شبیه S3 است، با این حال جریان راه اندازی، ماشین را بیشتر گرم می‌کند. اطلاعات مثلاً : /h راه اندازی 500, 25% . S4 ED 25%	S4
مثال برای S4 : موتور محرك برای بالابر کوچک (روتور قفسه‌ای) در S5 کار شبیه S4 است، با این حال در این جا یک ترمز الکتریکی (ترمز جریان مستقیم، ترمز جریان معکوس) در نظر گرفته شده، که در گرم شدن نیز سهیم است. اطلاعات مثلاً : /h راه اندازی 500, جریان معکوس، 25% . S4 ED 25%	S5
مثال برای S5 : موتور محرك برای نقاله‌ها. این نوع کار شبیه نوع کار S3 است. با این حال این ماشین به هنگام وقفه در حالت بی‌باری می‌ماند و خاموش نمی‌شود. اطلاعات مثلاً : S6 10mn/60min یا بهتر S6 ED 25% 40 min	کار پیوسته با بار موقت S6
این ماشین در کار بدون وقفه است و بدین جهت از طریق راه اندازی مداوم و ترمز الکتریکی بیش از حد معمول گرم می‌شود. اطلاعات مثلاً : /h راه اندازی 100، ترمز با جریان مستقیم، 100% . S7	کار بدون وقفه S7
مثال : موتور محرك برای ماشین‌های تراش مرکزی (ماشین ابزار خودکار) این نوع کار شبیه S7 است، با این حال به جای راه اندازی و ترمز با تغییر دور، به طور مثال از طریق تغییر قطب‌ها، کار را بیش می‌برد. اطلاعات : S8.300min ⁻¹ 15min/1500min ⁻¹ 10min	S8
کاربرد : خط تولید خودکار	

^۱ - به خاطر سیردن مطالب جدول ۱-۵ اجباری نیست.

دستگاه‌ها از علائم خاصی، مشابه علائم جدول، استفاده می‌شود.
توضیحات هر یک را می‌توان از جدول‌ها استخراج کرد.

به عنوان مثال اگر بر روی پلاک موتوری IP44 نوشته شده باشد بیانگر آن است که این موتور در مقابل اجسام خارجی بزرگ‌تر از قطر ۱mm و همچنین در مقابل پاشیده شدن آب، حفاظت شده است.

در ردیف پیستویکم جدول ۱-۳، که نوع محافظت (ایمنی) به کار رفته در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و آب بیان می‌شود، از دو حروف IP^۱ و دو رقم کد استفاده می‌شود. اولین رقم، درجه‌ی ایمنی در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و دومین رقم، درجه‌ی ایمنی در مقابل 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 ۱-۶، معانی هر یک از رقم‌های اول و دوم بعد از IP را مشاهده می‌کنید. همچنین بر روی برخی

جدول ۱-۶

نوع ایمنی	توضیح	نشانه
ایمنی تماس و ایمنی جسم خارجی		
IP0X	بدون ایمنی تماس، بدون ایمنی جسم خارجی	-
IP1X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از Ø 50mm	-
IP2X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از Ø 12mm	-
IP3X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از Ø 2.5mm	-
IP4X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از Ø 1mm	-
IP5X	ایمنی در مقابل رسوب گرد و غبار مضر به داخل	۱
IP6X	ایمنی در مقابل نفوذ گرد و غبار	۲
ایمنی آب		
IPX0	بدون ایمنی آب	-
IPX1	ایمنی در مقابل ریش عمودی قطرات آب	-
IPX2	ایمنی در مقابل ریش مایل قطرات آب (۱۵° نسبت به عمود)	-
IPX3	ایمنی در مقابل پخش آب	۳
IPX4	ایمنی در مقابل پاشیدن آب	۴
IPX5	ایمنی در مقابل فوران آب، مثلًاً از نازل	۵
IPX6	ایمنی در مقابل جريان آب	۶
IPX7	ایمنی در مقابل غوطهور شدن	۷
IPX8	ایمنی در مقابل غوطهوری کامل	۸

نشانه‌ی انواع ایمنی (مفهوم را در جدول بالا ببینید)



۱- International Protection (حفظت بین المللی)

۲- به خاطر سپردن جزئیات جدول ۱-۵ ضروری و اجباری نیست.

فصل دوم

ساعت آموزش

نظری	عملی	جمع
۴	۱۲	۱۶

کابل و کابل‌کشی

هدف‌های رفتاری : هنرجو باید در پایان این فصل بتواند :

- ۱- تعریف کابل را بیان کند.
- ۲- ساختمان و قسمت‌های مختلف کابل‌ها را شرح دهد.
- ۳- از روی علایم اختصاری، مشخصات کابل‌ها و نوع مصرف آن‌ها را بیان کند.
- ۴- کابل مناسب را برای مصرف کننده‌های فشار ضعیف، از روی جدول، انتخاب کند.
- ۵- روکش کابل‌ها را برای بستن کابل‌شو از روی سیم‌ها جدا کند.
- ۶- کابل‌شوی مناسب را انتخاب، و روی سیم‌پرس، پیچ یا لحیم کند.
- ۷- روش کابل‌کشی در مکان‌های مختلف (ساختمان‌ها، مراکز تجاری و صنعتی، روی ریل‌ها، کانال‌های سیمانی و ...) را شرح دهد.
- ۸- مقررات عمومی و ایمنی در مورد کابل‌ها را شرح دهد.

مقدمه

شكل ۱-۲- نمونه‌هایی از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.

البته علاوه بر بخش تولید، استفاده از کابل نیز نیازمند مهارت و تخصص کافی است و اتصال‌های مختلف در کابل‌کشی فشار ضعیف و فشار قوی نیاز به مهارت و رعایت اصول فنی دارد. در این فصل هنرجویان ضمن شناخت کلی درباره‌ی کابل‌ها، با اصول علمی و عملی کابل‌کشی نیز آشنا خواهند شد.

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

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





کابل آلومینیومی زرهدار 1×240 میلی‌متر مربع 20 کیلوولت



کابل NYCY



کابل 1×15 میلی‌متر مربع زرهدار 63 کیلوولت



کابل افسان تخت



کابل مسی زرهدار 1×300 میلی‌متر مربع 33 کیلوولت



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



کابل مخابراتی مهاردار هوایی



کابل مخابراتی MDF

شکل ۱-۲- نمونه‌ای از انواع کابل‌ها

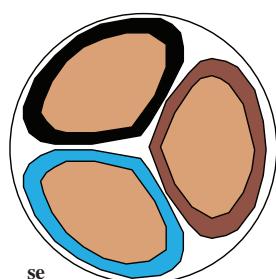
۱- تعریف کابل

روی سطح سیم نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد، «کابل» نامیده می‌شود.

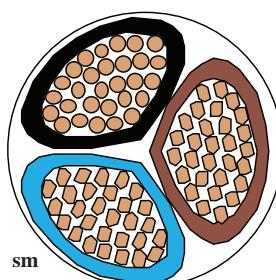
اصولاً هر نوع هادی، که بتواند جریان برق را از داخل خود عبور دهد و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد، به طوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و در

۲- ساختمان کابل‌ها

ب- هادی‌ها از نظر شکل سطح مقطع نیز به دو شکل گرد و مثلثی (سکتور) مطابق شکل ۲-۳ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های گرد از حرف اختصاری (r) و کابل‌های مثلثی از حرف اختصاری (s) استفاده می‌شود.



مفتولی = e مثلثی = s



رشته‌ای = m مثلثی = s

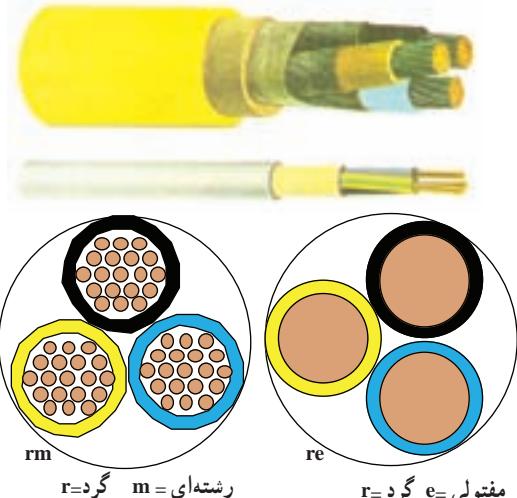
شکل ۲-۳

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

۱- هادی کابل‌ها

هادی‌ها از سیم مسی تقریباً خالص و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیوم یا آلیاژ‌های مخصوص ساخته می‌شوند. سطح مقطع هادی‌ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کاربرد، در اندازه‌های گوناگون و شکل‌های متفاوت درست می‌شود. هادی‌های کابل را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در اینجا کابل‌ها را از نظر سطح مقطع هادی و تعداد رشته به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

الف- هادی‌ها از نظر تعداد رشته به دو شکل تک رشته (مفتولی) و چند رشته (افشان) مطابق شکل ۲-۲ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های تک رشته از حرف اختصاری (e) و کابل‌های چند رشته از حرف اختصاری (m) استفاده می‌شود.



شکل ۲-۲

۲-۲- عایق کابل‌ها



شکل ۲-۴- کابل با عایق پی‌وی‌سی به همراه اجزای کابل

از یکدیگر، عایق سیم‌های هادی را در رنگ‌های مختلف انتخاب می‌کنند. در جدول ۲-۱ رنگ‌بندی عایق سیم‌ها بر اساس استاندارد آلمان و ۶۰۷-۱ مؤسسه ای ایران^۱ نشان داده شده‌اند.

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

- کاغذهای آجشته به روغن مخصوص

- مواد لاستیکی

- مواد بی‌وی‌سی (PVC)، که به نام پروتودور معروف است.

● مواد عایق از جنس پلی‌اتیلن، که به نام XLPE معروف است.

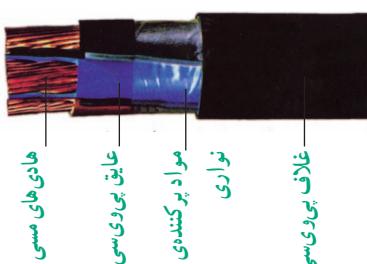
شکل ۲-۴، یک نوع کابل با عایق بی‌وی‌سی (PVC) را نشان می‌دهد.

برای جلوگیری از اشتباه و جهت تشخیص سیم‌های کابل صنعتی ایران^۱ نشان داده شده‌اند.

جدول ۲-۱

رنگ عایق سیم‌های کابل با سیم محافظ (سیم ارت)	رنگ عایق سیم‌های کابل بدون سیم محافظ (سیم ارت)	تعداد سیم‌های کابل
-	سیاه	۱ سیمه
-	سیاه - آبی	۲ سیمه
سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای	سیاه - آبی - قهوه‌ای	۳ سیمه
سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای - سیاه	سیاه - آبی - قهوه‌ای - سیاه	۴ سیمه
سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای - سیاه - سیاه	سیاه - آبی - قهوه‌ای - سیاه - سیاه	۵ سیمه
سبز و زرد - بقیه سیم‌ها سیاه و روی همه آن‌ها شماره آن‌ها شماره زده می‌شود	تمام سیم‌ها سیاه و روی همه آن‌ها شماره زده می‌شود	۶ سیمه و بالاتر

نفوذ رطوبت محافظت می‌کند.



شکل ۲-۵- کابل با غلاف PVC

در برخی کابل‌ها از لایه‌ی و یا لايهایی در روی کابل استفاده می‌شود که می‌توانند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کنند و هم‌چنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری نمایند. اصطلاحاً به این محافظ «غلاف کابل» یا «زره» می‌گویند. در ساده‌ترین حالت، مطابق شکل ۲-۵ کابل دارای یک غلاف از مواد بی‌وی‌سی است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله

۱- تمامی استانداردهای ملی در رشتۀ برق از سایت مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به نشانی www.isiri.org قابل دانلود است.



شکل ۶-۲- کابل با غلاف آلومینیومی

حال اگر کابل در جاهای مورد استفاده قرار گیرد که نیروهای دیگری، مانند نیروی مکانیکی به آن وارد می‌شود ضرورت دارد، با استفاده از زره فولادی و یا زره آلومینیومی که در تمام طول کابل به صورت مفتول و یا ورق تعییه می‌گردد، محافظت مکانیکی شود. به عنوان مثال می‌توان از کابل کشی برای توزیع انرژی الکتریکی در شهرها، که به صورت دفعی در خاک و در زیر معابر و خیابان‌ها اجرا می‌شود، نام برد. کابل‌های فوق حتماً به غلاف (زره) فولاد گالوانیزه و یا آلومینیومی مجهرزند (شکل ۶-۲).

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

۳- عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابل‌ها

جریان مورد نیاز مصرف کننده و میزان تحمل کابل در برابر عبور جریان و افت ولتاژ مجاز، توجه خاص داشته باشیم.

به طور کلی برای انتخاب یک کابل باید به موارد زیر توجه کرد.

۱- جریان مورد نیاز بار و میزان تحمل کابل در برابر جریان عبوری

I- جریان مجاز

جریان مجاز عبوری از کابل‌ها به گونه‌ای تعیین می‌شود که در هر نقطه از کابل، حرارت تولید شده در هادی‌های آن به خوبی به محیط اطراف منتقل شود؛ به طوری که درجه حرارت عایق در سطح هادی کابل‌های بی‌وی.سی از 70° درجه سانتی‌گراد بیشتر نشود. میزان تحمل جریان کابل به شرایط محیطی آن، که در هوای آزاد و یا محیطی بسته باشد، بستگی دارد. هر چه میزان جریان عبوری از کابل بیشتر باشد، حرارت ایجاد شده در فضای اطراف آن زیادتر خواهد بود و باید در نحوه قرار گرفتن کابل‌ها در کنار هم به آن توجه کرد.

۲- ولتاژ نامی (ولتاژ نامی مورد استفاده با ولتاژ نامی قابل تحمل کابل برابر یا کمتر باشد)

۳- افت ولتاژ مجاز

۴- حفاظت مدار

۵- بار اتصال کوتاه مجاز

۶- شرایط محیطی (دمای محیط، میزان فشار و کشش وارد بر کابل، رطوبت محیط و اثرات خوردگی محل نصب کابل)

از بین عوامل فوق جهت تعیین سطح مقطع کابل باید به

جدول ۱-۲، میزان تحميل جريان كابل را (با سطح مقطع های مختلف در شرایط گوناگون) نشان می دهد.

جدول ۲-۲— قابلیت بار مجاز سیم های مسی عایق دار و سطح مقطع های مربوط

گروه سوم : سیم های مخصوص نصب در هوای آزاد و مراکز توزیع		گروه دوم : کابل های رشته ای مانند NYM یا استاندارد ایران ۱۰۷ (۶۰۷)		گروه اول : یک یا چند سیم عایق دار نوع NYA یا استاندارد ایران ۱۰۷ (۶۰۷)		سطح مقطع
فیوز (آمپر)	جريان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جريان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جريان مجاز (آمپر)	
۲۰	۲۰	۱۶	۱۶	۱۰	۱۲	۱
۲۵	۲۵	۲۰	۲۰	۱۶	۱۶	۱/۵
۳۵	۳۴	۲۵	۲۷	۲۰	۲۱	۲/۵
۵۰	۴۵	۳۵	۳۶	۲۵	۲۷	۴
۶۳	۵۷	۵۰	۴۷	۳۵	۳۵	۶
۸۰	۷۸	۶۳	۶۵	۵۰	۴۸	۱۰
۱۰۰	۱۰۴	۸۰	۸۷	۶۳	۶۵	۱۶
۱۲۵	۱۳۷	۱۰۰	۱۱۵	۸۰	۸۸	۲۵
۱۶۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۴۳	۱۰۰	۱۱۰	۳۵
۲۰۰	۲۱۰	۱۶۰	۱۷۸	۱۲۵	۱۴۰	۵۰
۲۵۰	۲۶۰	۲۲۴	۲۲۰	۱۶۰	۱۷۵	۷۰
۳۰۰	۳۱۰	۲۵۰	۲۶۵	۲۰۰	۲۱۰	۹۵
۳۵۵	۳۶۵	۳۰۰	۳۱۰	۲۵۰	۲۵۰	۱۲۰

جدول ۲-۳، جريان مجاز کابل های برق را، با توجه به رشته سیم های آن، نشان می دهد.

فرارگیری در خاک و یا هوای آزاد و همچنین با توجه به تعداد

جدول ۳-۲- جریان مجاز کابل‌های برق با ولتاژ اسمی ۱KV

سطح قطع (mm) ^۱	کابل‌های ۱ سیمه جریان مستقیم	کابل‌های ۲ سیمه (amp)	کابل‌های ۳ و ۴ سیمه (amp)	سه تا کابل یک سیمه سه فاز (amp)	طرز قرار گرفتن کابل‌ها		
					در خاک	در هوای آزاد	در خاک
۱/۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸	-
۲/۵	۵۰	۳۵	۴۱	۲۹	۳۶	۲۵	-
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴	-
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۸	۴۴	-
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	۶۶	۷۷	۶۰	-
۱۶	۱۴۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰	۱۲۰
۲۵	۱۹۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵	۱۵۵
۳۵	۲۲۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۸۵
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	-	-	۱۸۵	۱۶۰	۲۲۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	-	-	۲۳۰	۲۰۰	۲۷۰
۹۵	۴۲۰	۳۲۵	-	-	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵
۱۲۰	۴۸۰	۳۹۰	-	-	۳۱۵	۲۸۵	۳۷۵

سطح مقطع استاندارد، همیشه باید مقطوعی را انتخاب کنیم که از

مقدار محاسبه شده بیشتر یا مساوی با آن باشد.

برای مصارف تک فازه :

$$A = \frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \times V}$$

برای مصرف کننده‌های سه فازه :

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot L \times I \times \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \cdot V_L}$$

که در فرمول‌های فوق :

A = سطح مقطع کابل [بر حسب mm^۲]

I = جریان مصرف کننده [بر حسب آمپر] (جریان خط در مصرف کننده‌های سه فاز)

II - افت ولتاژ در کابل

در انتخاب کابل، علاوه بر جریان مجاز عبوری، طول کابل که مناسب با افت ولتاژ است نیز عامل تعیین کننده‌ای به شمار می‌آید. در مصرف کننده‌های موتوری سه فازه افت ولتاژ نباید از ۳ درصد ولتاژ نامی تجاوز کند. یعنی در شبکه‌ی ایران حداقل افت ولتاژ مجاز برابر خواهد شد با

$$\Delta V = \% \Delta V \times V = \% \times ۳۸۰ = ۱۱/۴ V$$

محاسبه‌ی سطح مقطع کابل‌ها : با توجه به تعداد مصرف کننده‌ها و نوع آن‌ها، می‌توانیم از تابلو اصلی، چندین انشعاب یا مسیر مجزا در نظر بگیریم و سر راه هر یک فیوز مناسبی قرار دهیم. لذا، برای هر مسیر و با توجه به توان مصرفی آن مسیر، می‌توانیم سطح مقطع کابل مورد نظر را محاسبه کنیم. گفتنی است در انتخاب

$\kappa = 56$ و $\Delta V = 2\%$ کابل را محاسبه کنید.

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot L \times I \times \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \cdot V_L}$$

حل : چون شبکه‌ی برق سه فاز کشورمان ولتاژ خط آن 38° ولت است بنابراین، $V_L = 38^\circ$ را قرار می‌دهیم.

$$A = \frac{1 / 73 \times 50 \times 20 \times 0 / 75}{56 \times 0 / 02 \times 38^\circ} = \frac{1297 / 5}{425 / 6} = 3 / 04$$

چون سطح مقطع به دست آمده جزو کابل‌های استاندارد نیست. بنابراین، اولین شماره‌ی کابلی را، که مقطع آن بیشتر از مقدار محاسبه شده است، انتخاب می‌کنیم. در این مسئله، کابل نمره‌ی ۴ خواهد بود بنابراین، نوع کابل $NYY 4 \times 4$ انتخاب می‌شود، که در جدول (۴-۴) سطح مقطع سیم‌های استاندارد آمده است.

$L =$ طول کابل [برحسب متر]

$V_L =$ ولتاژ خط [برحسب ولت]

$\% \Delta V =$ درصد افت ولتاژ

$$\kappa = \frac{m}{\Omega \text{mm}^2}$$

مثال ۱ : سطح مقطع کابل مصرف کننده تک فاز 22° ولتی

که فاصله‌اش از تابلو 20 متر است و جریان 15 آمپر را با ضریب قدرت $6/6$ پس فاز دریافت می‌کند، در صورتی که $\kappa = 56$ و $\% \Delta V = 2$ محاسبه کنید.

$$A = \frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \times V} = \frac{2 \times 20 \times 15 \times 0 / 6}{56 \times 0 / 02 \times 22^\circ} = \frac{360}{246 / 4} \\ = 1 / 46 \Rightarrow A = 1 / 5 \text{mm}^2$$

مثال ۲ : می‌خواهیم جهت اتصال یک موتور سه فازه با جریان نامی 20 آمپر و ضریب توان $75/0$ ، که در فاصله 5 متری از تابلو قرار دارد، از یک کابل استفاده کنیم. سطح مقطع

۴- سیم‌های برق



شکل ۲-۷- سیم‌های مفتولی

عمده‌ترین انواع سیم‌های عایق‌دار مورد استفاده در تأسیسات برقی و کارهای ساختمانی را می‌توان برابر استاندارد (VDE) به سه دسته‌ی کلی زیر تقسیم نمود.

۴-۲- سیم‌های نیمه افشار
ساختمان این سیم مشابه سیم‌های مفتولی است. ولتاژ اسمی این سیم $45^\circ / 75^\circ$ ولت است و زمینه‌های کاربردی آن مشابه سیم‌های مفتولی است (شکل ۲-۸). فقط در مواردی که نیاز به انعطاف بیشتری نسبت به سیم‌های مفتولی است، از این سیم استفاده می‌شود.



شکل ۲-۸- سیم نیمه افشار

۱-۴- سیم‌های مفتولی

هادی این نوع سیم‌ها از مس استاندارد شده با پوششی از ماده‌ی پی.وی.سی است. ولتاژ اسمی سیم، $45^\circ / 75^\circ$ ولت است و برای جریان‌های مختلف، با سطح مقطع‌های $1 / 5$ تا 24°mm^2 ، ساخته می‌شود.

برای مصرف در تابلوهای برق و تأسیساتی که به طور ثابت نصب می‌شوند در نقاط خشک در داخل لوله، روی دیوار، داخل دیوار و خارج از آن با استفاده از مقره به کار می‌رود. استفاده از این سیم در داخل دیوار، به طور مستقیم، مجاز نیست (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۹ - سیم‌های افshan

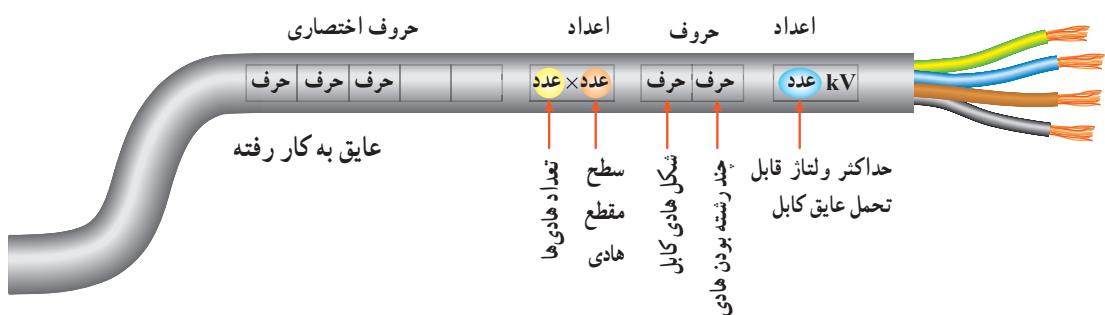
۴-۳ - سیم‌های افshan

ساختمان این نوع سیم مانند سیم‌های مفتولی و نیمه افshan است. ولتاژ اسمی آن $۵۰/۳۰$ ولت است. قابلیت انعطاف این سیم نسبت به سیم‌های نیمه افshan بیشتر است (شکل ۲-۹).

۵ - نحوه استخراج اطلاعات از روی کابلها

تحمل عایق کابل)، استفاده می‌شود. از این اطلاعات برای تشخیص زمینه‌ی کاربرد کابل‌ها می‌توان استفاده کرد.
با توجه به توضیحات فوق، ساختار کلی نوشتگر اطلاعات روی کابل‌ها را به صورت زیر، می‌توان بیان کرد:

بر روی بدنه کابل‌ها از یک سری حروف، که نشان دهنده‌ی نوع عایق به کار رفته در کابل است و هم‌چنین یک سری اعداد، که نشان دهنده‌ی تعداد رشته و سطح مقطع هر رشته است (به همراه حروف اختصاری تعداد رشته و سطح مقطع، در کنار ولتاژ قابل



جدول ۲-۴

توضیحات	حروف اختصاری
کابل‌های نرم شده با هادی مسی براساس استاندارد VDE	N
عایق پروتودور (Y (اولین Y در ردیف حروف))	Y
روپوش پروتودور (Y (دومین Y در ردیف حروف))	Y
کابل‌های نرم شده با نوع هادی از جنس آلمینیوم	(اولین حروف) NA
غلاف خارجی دوبل	(دومین حرف) A
کابل مسلح با نوار فلزی (بانداژ فولادی)	B
غلاف سربی	K

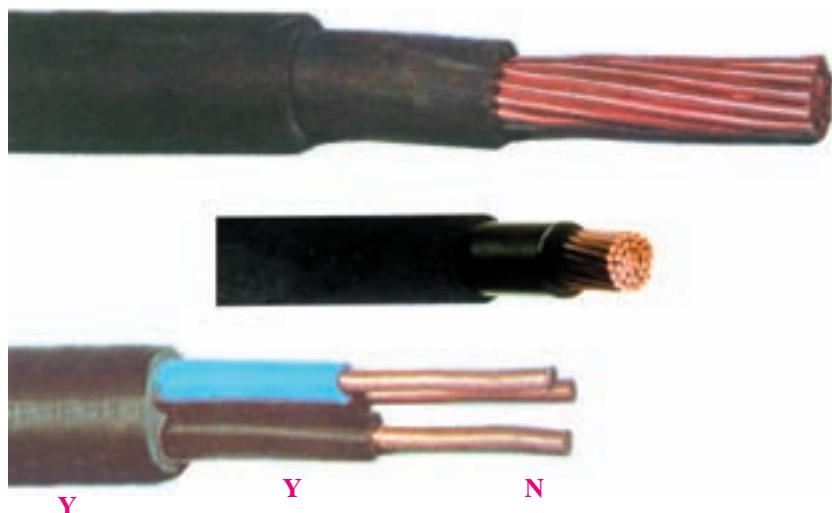
برای بیان جنس هادی و عایق به کار رفته در کابل‌ها و هم‌چنین برای توضیحات بیشتر، از حروف اختصاری استفاده می‌شود. در جدول ۲-۴ به چند نمونه‌ی آن‌ها اشاره شده است.

مثال ۱ : کابل‌های زمینی (NYY)

شده است. مقطع هادی این نوع کابل‌ها گرد یا سه گوش است. سیم‌های عایق شده، پس از تابیدن برای گرد شدن مقطع در داخل ماده‌ی پرکننده، قرار می‌گیرند. به دور کابل‌های دارای هادی سه گوش، نوار پلاستیکی پیچیده می‌شود. شکل ۲-۱۰، سه نوع از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.

این نوع کابل‌های برق، برای کابل‌کشی در زیرزمین، در آب، در کanal و محل‌هایی که احتمال ضربه‌ی مکانیکی نباشد، با ولتاژ اسمی کابل $1000/600$ ولت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ساختمان این نوع کابل‌ها از رشته‌های هادی مسی نرم شده، که به وسیله‌ی پی.وی.سی. عایق و غلاف می‌شوند، تشکیل

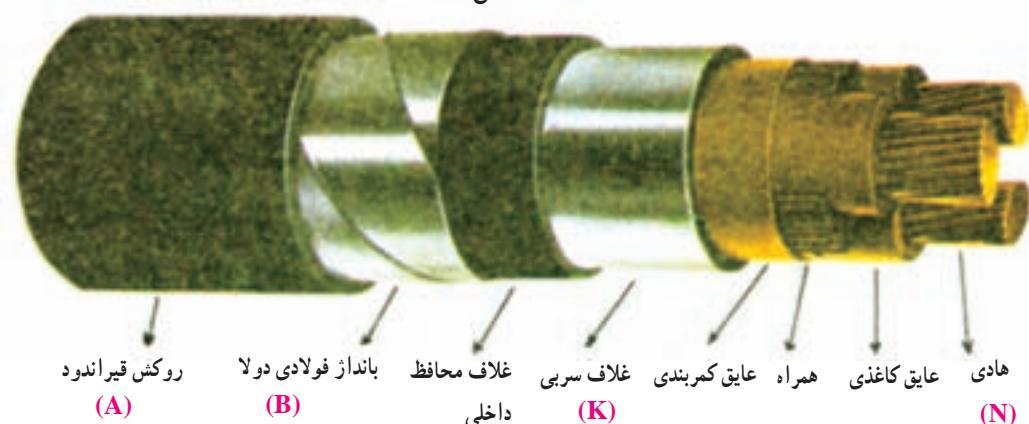


شکل ۲-۱۰ نمای کابل NYY

ولتاژ پایین برای نصب داخل ساختمان‌ها و در کanal‌هایی که، در برابر آتش‌سوزی و سائیدگی حفاظت لازم دارند، به کار برده می‌شوند. همچنین برای دفن کردن در زمینی، که در آن مواد شیمیایی یا الکتروولتی وجود دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۲-۱۱).

مثال ۲ : کابل NKBA $3 \times 35 \text{ mm}^2 / 1.0 \text{ kV}$

برای ولتاژ 1.0 kV با غلاف سری، پوشش حفاظتی داخلی، نوار حفاظتی فولادی، و غلاف خارجی پروتودور به رنگ مشکی و برای ولتاژهای بالاتر به رنگ قرمز است. در

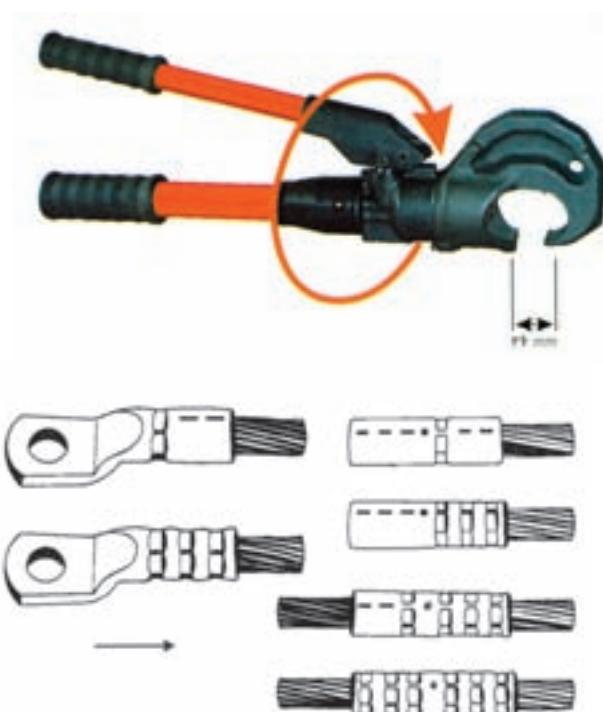


شکل ۲-۱۱ - کابل NKBA

۶- لوازم و تجهیزات کابل کشی

۶-۲- پرس‌های کابل‌شو

برای پرس سر سیم‌های فلزی به سرهادی‌ها از پرس دستی استفاده می‌شود. شکل ۲-۱۳، نمونه‌ای از پرس دستی را، به همراه انواع کابل‌شوهای پرس شده، نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۳- پرس دستی

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

۱-۶- قیچی کابل‌بری

برای بریدن کابل‌ها و هادی‌های مسی و آلومینیومی با قطر کم از قیچی کابل‌بری دستی، و برای قطرهای بیشتر، از قیچی‌های هیدرولیکی، پنماتیکی و یا الکترومکانیکی استفاده می‌شود. در شکل ۲-۱۲، نمونه‌هایی از قیچی کابل‌بری دستی نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۲- نمونه‌هایی از قیچی کابل‌بری دستی

۳-۶- هویهی دستی چکشی، سر پیک گاز، چراغ کوره‌ای

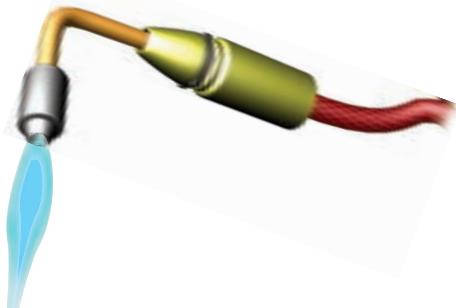
جهت لحیم کاری کابل‌شوها از هویهی دستی چکشی و سر پیک گاز و یا چراغ کوره‌ای استفاده می‌شود (شکل ۲-۱۴).



شکل ۲-۱۵



الف - چراغ کوره‌ای



ب - سرپیک گاز



ج - هویهی چکشی



شکل ۲-۱۶ - وسیلهی روکش برداری کابل

این وسیله دارای دستگیرهای است که یک تیغ برش و یک غلتک روی آن قرار دارد. هنگام روکش برداری کابل، غلتک در پشت کابل قرار می‌گیرد، و با کشیدن آن روی کابل عایق روی آن برداشته می‌شود. فاصله‌ی بین غلتک و تیغه قابل تنظیم است. بنابراین، امکان لخت کردن همه‌گونه کابلی (با ضخامت عایق‌های مختلف)، وجود دارد (شکل ۲-۱۶).

۴-۶- قیچی کابل‌بری هیدرولیکی

قیچی کابل‌بری هیدرولیکی دستی، که قابل تنظیم برای قطرهای مختلف از کابل‌های با هادی مسی و آلومینیومی است و بیشتر برای کابل‌های با قطر زیاد، که نمی‌توان با قیچی‌های کابل‌بر ساده برش داد، کاربرد دارد (شکل ۲-۱۵).

۶-۶_بست کابل

در کابل کشی های روی دیوار از بست کابل استفاده می شود. برای انتخاب بست های مختلف لازم است نکات زیر رعایت شود :

- اندازه‌ی قطر خارجی کابل

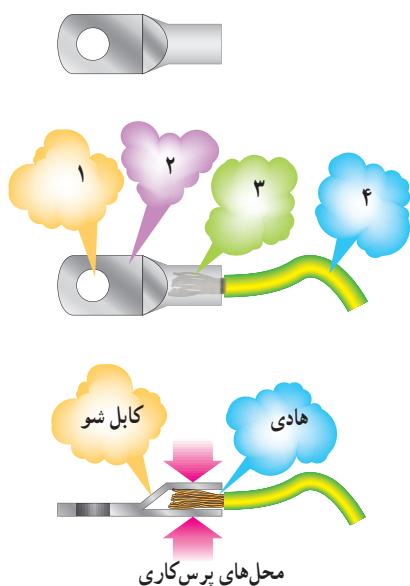
- نوع کابل کشی با توجه به عوامل مکانیکی، حرارتی و شیمیایی اثرگذار روی کابل

- نوع کابل کشی از نظر قابل دید (روی دیوار) و یا غیرقابل دید (زیر سقف کاذب) بودن

- امکان ستن ساده‌ی کابل

- قیمت مناسب نصب

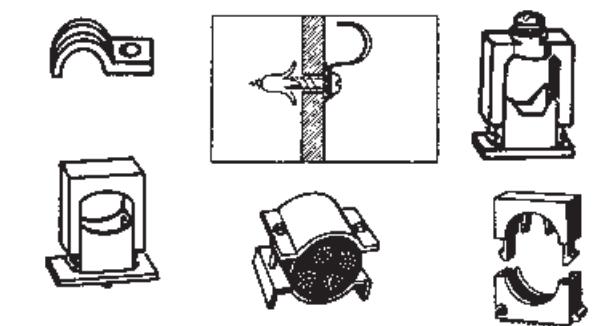
بست ها توسط میخ های فولادی یا پیچ به روی دیوار محکم و سپس کابل روی آنها بسته می شود. انواع بست ها در شکل های ۲-۱۷ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۸_ترتیب پرس شدن کابل شو

مفهوم اعداد روی شکل ۲-۱۸ عبارت است از :

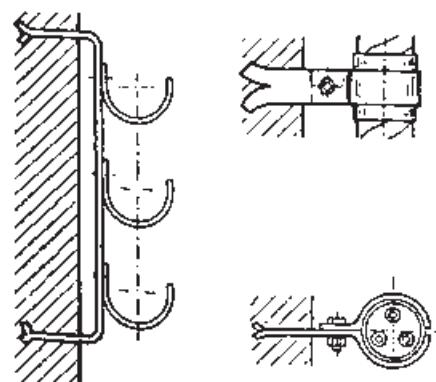
- ۱- سوراخ کابل شو (محل قرار گرفتن پیچ)
- ۲- قسمت پهن کابل شو



الف - بستهایی که به سطح کار پیچ می شوند.



ب - بستهایی که روی پیچ کار گذاشته شده داخل دیوار سوار می شوند.



ج - بستهایی که پایه‌ی آنها در داخل دیوار نصب شده است.

شکل ۲-۱۷ - انواع بست کابل

روش روکش برداری کابل: برای درآوردن عایق روی کابل، ابتدا در محیط کابل و در محل موردنظر به وسیله‌ی چاقو و یا شیار در آر محیطی شیار دایره‌ای ایجاد می‌کنیم (شکل ۲-۲۰). سپس در امتداد طول کابل با چاقو و یا ابزار مخصوص برش کابل، خط برش ایجاد و عایق را جدا می‌کنیم (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۰-برش کابل



شکل ۲-۲۱-عایق برداری

نکات ایمنی
در هنگام روکش برداری کابل نباید چاقو را به سمت خود بگیرید زیرا، هنگام بریدن روکش کابل، ممکن است چاقو از سطح کابل جدا شود و سینه یا دست شما را مجروح سازد. ضمناً مواظب باشید که افراد دیگر در مسیر نوک چاقوی شما قرار نگیرند.

اتصال کابل شو به کابل: برای اتصال کابل به دیگر تجهیزات الکتریکی، از کابل شو یا کفسک کابل استفاده می‌شود. کابل شوها ممکن است پیچی، پرسی یا قابل لحیم کاری باشند. در مقاطع بزرگ، اتصال کابل شو به کابل به وسیله‌ی لحیم کاری و اغلب با شعله صورت می‌گیرد. در صورت استفاده از شعله برای لحیم کاری باید توجه نمود که عایق و روکش بیرونی کابل در اثر حرارت آسیب نبینند.

۳-سوکت (محل قرار گرفتن سیم)

۴-عایق سیم

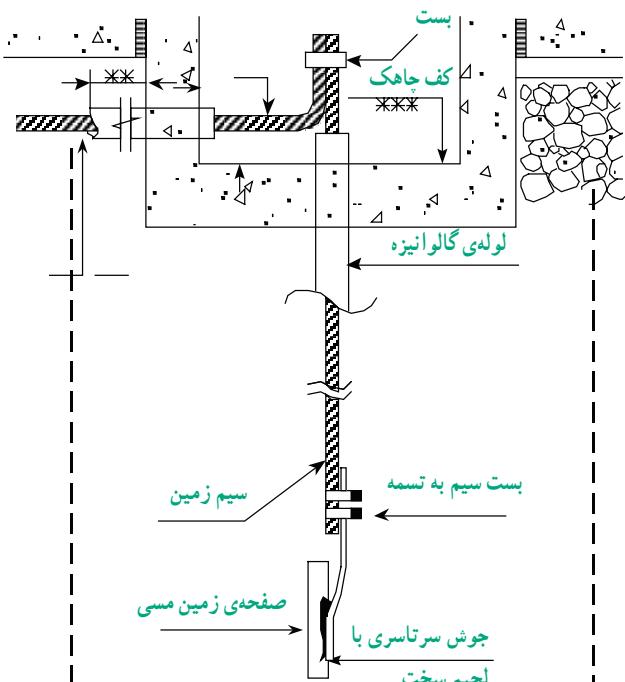
- برای اتصال کابل‌های افسان (از مقطع یک میلی‌متر مربع به بالا و کابل‌های مفتولی از ۱۰ میلی‌متر مربع به بالا)، باید از کابل شو استفاده شود.

کابل‌های مفتولی به مقطع ۶ میلی‌متر مربع و کمتر را می‌توان مستقیماً با ایجاد سوکتی به دستگاه مربوطه متصل نمود.

- در مواردی برای اتصال هادی‌ها به یکدیگر از لحیم سخت استفاده می‌شود.

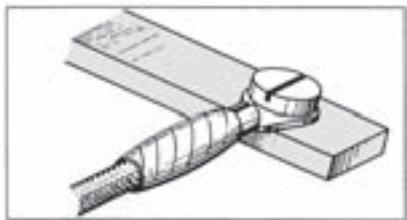
لحیم کاری سخت نوعی اتصال جدا نشدنی است. این نوع لحیم کاری با لحیم کاری نرم تفاوت دارد، به طوری که به جای قلع از الکترود برنجی، به جای روغن از روان‌ساز پودری و به عنوان وسیله‌ی حرارتی از سرپیک‌های جوش‌کاری استفاده می‌شود.

گاهی به این نوع لحیم کاری به غلط جوش برنج گفته می‌شود. شکل ۱۲-۱۹ اتصال سیم زمین به صفحه‌ی مسی را، که به وسیله‌ی لحیم کاری سخت صورت می‌گیرد، نشان می‌دهد.



سیستم چاه زمین حفاظتی

شکل ۱۲-۱۹-لحیم کاری سخت در اتصال سیم مسی به صفحه‌ی مسی چاه زمین حفاظتی



شکل ۲-۲۳- عایق کاری و قرار دادن کابل شو زیر پیچ

طریقی اتصال کابل شوی پیچی به کابل: کابل شوهای پیچی برای مقاطع بزرگ یک لا تا ۱۲۰ میلی متر مربع، و سیم های چند لا تا ۱۵۰ میلی متر مربع مورد استفاده دارند و نحوه اتصال آنها به کابل به ترتیب زیر است :

- کابل شوی انتخابی باید با قطر سیم هادی متناسب باشد و صحیح انتخاب شود.
- پیچ های کنواخت محکم شوند و سیم نباید در این حال تغییر شکل دهد. فاصله های بین بست های بالا و پایین باید در هر دو طرف یکسان باشد. به علاوه پس از اتصال، باید یک فشار اتصال کافی (حداقل یک کیلو گرم بر سانتی متر مربع) بین دو قسمت بست به وجود آید (شکل ۲-۲۴).



شکل ۲-۲۴- الف



شکل ۲-۲۴- ب

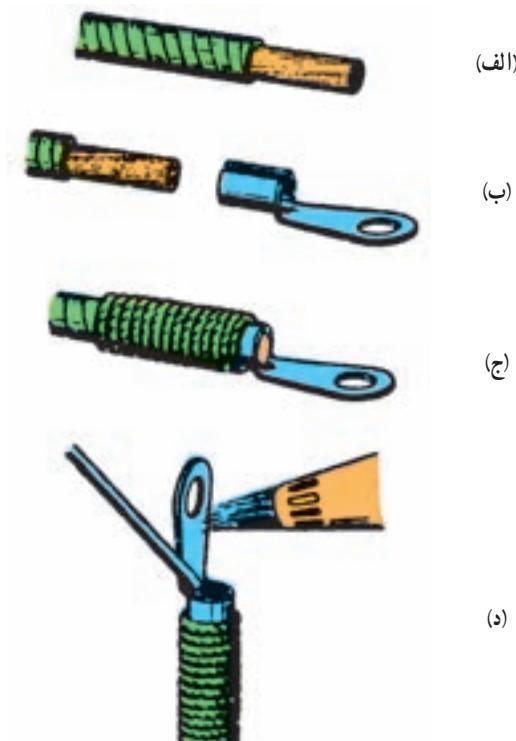
مراحل اتصال کابل شو به وسیله لحیم کاری

- عایق سر کابل را به اندازه لازم (به اندازه طول حلقه کابل شو + حدود پنج میلی متر) جدا کنید و سر کابل را تمیز کنید (شکل ۲-۲۲-الف).

- سر کابل را، که عایق آن برداشته شده است، در کابل شو داخل نمایید (شکل ۲-۲۲- ب).

- دنباله ای عایق سر کابل را، با پیچاندن نخنسوز، از خطر سوخت محافظت کنید (شکل ۲-۲۲- ج).

- کابل را با کابل شو به طور عمودی نگه دارید. محل لحیم کاری را روغن لحیم بزنید. برای لحیم کاری، دنباله ای کابل شو را که بالای محل لحیم کاری قرار دارد، به وسیله ی چراگ کوره ای و یا سر پیک گازی، گرم کنید. با گذاشتن لحیم بر روی آن سعی کنید که لحیم به داخل کابل شو نفوذ کند (شکل ۲-۲۲- د).



شکل ۲-۲۲- مراحل لحیم کاری کابل شو

نخنسوز را باز کنید و روی محل لحیم کاری را با نوار عایق پوشانید و کابل شو را با سر تخت آن و بدون هیچ واسطه ای روی محل اتصال زیر پیچ محکم کنید (شکل ۲-۲۳).

کار عملی ۱



هدف : بریدن، لخت کردن و اتصال کابل شو به کابل های

فشار ضعیف به روش لحیمی و پرسی

وسایل و مواد مورد نیاز :



شکل ۲۵- طریقه‌ی صحیح روکش برداری کابل

الف - روش لحیمی مراحل کار

- ۱- یک کابل پروتون دور NYCWY ۶/۱kV ° به طول لازم (حدود ۶ سانتی متر) انتخاب کنید.
- ۲- روکش اصلی کابل را به طول لازم حدود ۲۵ سانتی متر با چاقوی کابل بری بردارید. مواطبه باشید که روکش سیم‌ها زخمی نشود.
- ۳- عایق سر سیم‌هارا به طول لازم جدا کنید (طول سوراخ کابل شو حدود پنج میلی متر).
- ۴- سر سیم‌هایی را که عایق آن‌ها برداشته شده است، در کابل شو داخل نمایید. به طوری که حدود ۲ میلی متر از قسمت انتهایی سوراخ کابل شو پایین‌تر قرار گیرد.

- ۵- دنباله‌ی عایق سر سیم‌هارا با پیچاندن نخ نسوز، از خط سوختن روکش سیم محافظت کنید.

- ۶- کابل را همراه با کابل شوهای مربوط به طور عمودی نگهدارید.

- ۷- بالای محل لحیم کاری کابل شو را با چراگ کوره‌ای یا سریک گازی گرم کنید و لحیم را جلوی سوراخ کابل شو قرار دهید تا لحیم به داخل کابل شو نفوذ کند.

- ۸- سیم زمین را نیز از داخل کابل بیرون آورید و مطابق شکل ۲۶ کابل شو را به آن لحیم کنید.

تعداد	وسایل و مواد
۱ عدد	- قیچی کابل بر یا کمان اره و تیغ اره
۱ عدد	- سوهان تخت
۱ عدد	- چاقوی کابل بری
به مقدار کافی	- لحیم و روغن لحیم
۱ عدد	- چراگ کوره‌ای یا سریک گازی
۴ عدد	- کابل شوی لحیمی نمره‌ی ۱۶
۶ سانتی متر	- کابل
به مقدار کافی	- نخ نسوز
۱ عدد	- متر
۲۰ سانتی متر	- کابل تک رشته با سطح مقطع ۱۶mm ^۲
۱ دستگاه	- پرس دستی کابل شو

نکات اینمی :

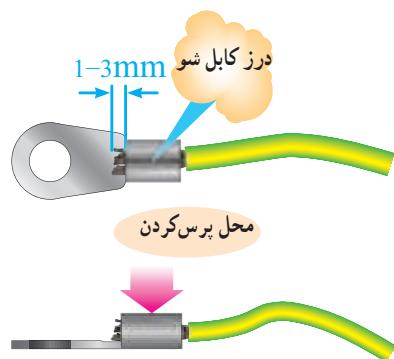
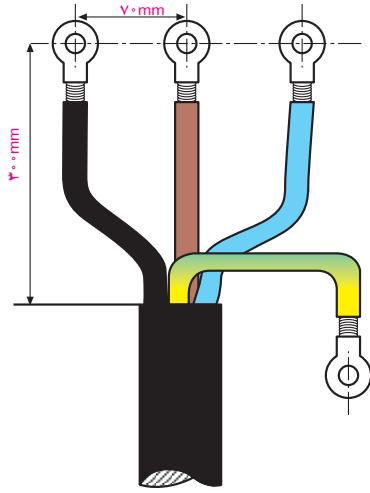
- مواطبه باشید که افراد دیگر در مسیر نوک چاقوی شما قرار نگیرند (شکل ۲۵).
- در صورت استفاده از شعله برای لحیم کاری مواطبه باشید تا افراد و تجهیزات از آسیب مصون باشند.

ب - روش پرسی

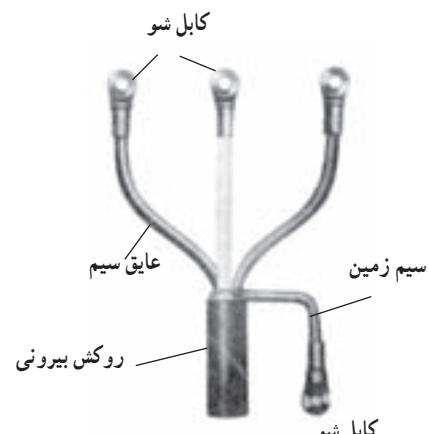
۱- سر سیم روکش دار نمره ۱۶ را با چاقوی کابل بری (یا سیم لخت کن) لخت کنید، به طوری که قسمت لخت شده به اندازه‌ی سوراخ کابل شو به اضافه‌ی ۵ میلی‌متر باشد.

۲- سر سیم لخت شده را در سوراخ کابل شو داخل نمایید، به طوری که سر سیم بک تا ۳ میلی‌متر از سوراخ کابل شو بیرون آید و با عایق سیم نیز، حدود سه میلی‌متر (از انتهای کابل شو) فاصله داشته باشد.

۳- با پرس دستی، کابل شو را به سیم پرس کنید (شکل ۲-۲۷).



شکل ۲-۲۷- اتصال کابل شو پرسی به کابل



شکل ۲-۲۶- اتصال کابل شو به کابل

۷- اصول کلی‌ای که در نصب کابل‌ها باید رعایت کرد

۲- در مواردی که کابل از داخل تجهیزات فلزی و لبه‌دار و تیز عبور می‌کند و ممکن است کابل را دچار خراشیدگی نماید، باید با استفاده از بوشن و یا وسایل دیگر کابل را حفاظت نمود.

۱- حداقل فاصله‌ی بین کابل‌های موازی هم ولتاژ، به اندازه‌ی قطر کابل ضخیم‌تر مجاور در نظر گرفته شود و در صورتی که ولتاژ کابل‌های موازی متفاوت بود حداقل فاصله‌ی بین دو کابل مجاور باید 3°cm باشد.

۱۱- اتصال الکتریکی کابل‌ها به وسایل و دستگاه‌ها یا ماشین‌ها (تسمه‌ی مسی) باید با وسایل مناسب نوع کابل صورت گیرد.

۱۲- در کابل‌های فشار ضعیف، با توجه به سطح مقطع آن‌ها باید از ترمینال‌های پیچی یا کابل‌شو استفاده شود. کابل‌شوها باید از نوعی باشند که حداقل دارای دو پیچ باشد و یا آن‌ها را به مک پرس بتوان اتصال داد.

۱۳- شعاع خمس کابل‌ها باید از مقادیر زیر کم‌تر باشد.

الف- در کابل‌های دارای روپوش فلزی (کابل‌های زردهار یا بالغاف سربی یا هم مرکز) :

$$r=9(D+d)$$

ب- در کابل‌های بدون روپوش فلزی (کابل‌های پلاستیکی) :

$$r=8(D+d)$$

r = شعاع خمس کابل

D = قطر خارجی کابل

d = قطر هادی بزرگ‌ترین رشته‌ی کابل

A = سطح مقطع هادی

تذکر: در مورد هادی‌های با سطح مقطع مشتمی (سکتور)،

قطر هادی معادل از رابطه‌ی $\sqrt{A} = 1/37d$ محاسبه می‌شود.

در اینجا به صورت خاص به بررسی نکاتی چند در مورد

نحوه کابل‌کشی در محل‌های زیر می‌برداریم.

۳- در موقع نصب یا کشیدن کابل، بهتر است تنش یا کشش بر روی هادی‌های کابل و هم‌چنین بر روی یوشش خارجی کابل وارد نشود.

۴- در مواردی که کابل در معرض تغییرات درجه‌ی حرارت قرار دارد، باید پیش‌بینی‌های لازم برای عایق‌بندی حرارتی آن صورت گیرد.

۵- کابل‌هایی که به تأسیسات قابل حمل و متحرک نصب می‌شوند باید در نقطه‌ی اتصال به دستگاه کاملاً بسته و محکم شود، به طوری که هیچ نیرویی به ترمینال‌های برق متصل به کابل وارد نشود.

۶- در زمان نصب کابل، باید شعاع خمس را، مناسب با تعداد رشته، سیم و عایق به کار رفته در آن، در نظر گرفت.

۷- در مواردی که یک کابل با کابلی دیگر و یا با لوله‌های گاز، آب و غیره تقاطع داشته باشد باید از یک لوله‌ی محافظ، با قطر مناسب با قطر کابل و طول حداقل یک متر، استفاده نمود و کابل را از داخل آن عبور داد.

۸- کلیه‌ی کابل‌های داخل و خارج ساختمان‌ها (تجاری- مسکونی- صنعتی) باید یک تکه باشند و از کاربرد مفصل دوراهی در وسط خط خودداری شود.

۹- کابل‌ها باید در برابر تابش مستقیم نور آفتاب، دارای نوعی حفاظت باشند.

۱۰- چنان‌چه کابل‌ها به موازات هم کشیده شده باشند، کابل‌های فشار متوسط نباید مستقیماً در زیر کابل‌های فشار ضعیف قرار گیرند.

۸- نصب کابل روی دیوار و سقف

باشد و خم نشود (شکل ۲-۲۸).

- فاصله‌ی کابل‌های نصب شده روی دیوار از یکدیگر، حداقل باید به اندازه‌ی قطر کابل باشد.

- هنگام عبور کابل از دیوار، باید کابل از داخل لوله‌ای که قطر داخلی آن حداقل $1/5$ برابر قطر خارجی کابل باشد، عبور داده

در کارخانجات صنعتی ممکن است کابل‌ها بر روی دیوار نصب شوند. در این صورت لازم است عمل نصب با اینمی و زیبایی تمام صورت گیرد و کابل‌ها با بست به دیوار محکم شوند.

ضمن این که باید کلیه‌ی اصول در مورد زوایای خمس رعایت شود و فاصله‌ی بست‌ها طوری تنظیم گردد که کابل کاملاً صاف

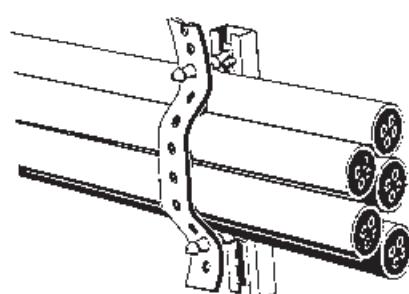
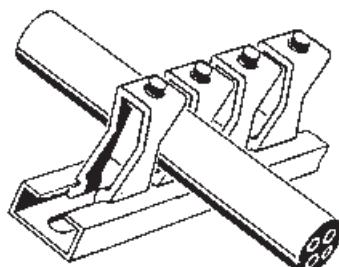
و نحوهی قرار گرفتن کابل روی دیوار (عمودی - افقی) دارد. این فاصله به طور متوسط ۵۰ سانتی متر است، که برای کابل های با مقاطع کوچک و مسیرهای کوتاه تا ۳۰ سانتی متر کاهش می یابد و در مسیرهای طویل و کابل های با مقاطع بزرگ به ۸۰ سانتی متر نیز می رسد.

- باید توجه نمود که شکل قرار گرفتن بست ها، در حالتی که کابل ها به صورت عمودی روی دیوار نصب شده اند، می توانند به حالت افقی باشد.

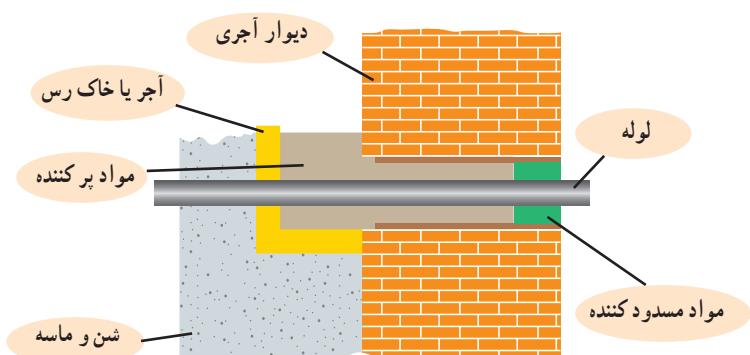


شکل ۲-۲۸- کابل کشی روی دیوار

شود و بعد از عبور کابل فاصله ای بین کابل و لوله توسط پارچه هی کنفی یا موادی دیگر کاملاً مسدود گردد.



شکل ۲-۳۰- کابل کشی روی دیوار

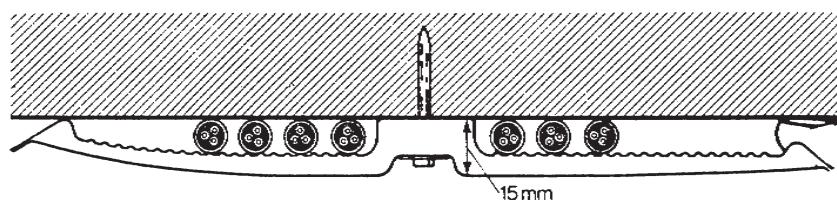


شکل ۲-۲۹- عبور کابل از میان دیوار از داخل لوله

- در مواردی که امکانات محل اجازه بدهد می توان کابل ها را بر روی پایه هایی که در داخل دیوار محکم شده اند قرار داد. در صورتی که کابل ها در زیر سقف قرار گرفته باشند می توان مانند شکل ۲-۳۱ عمل نمود.

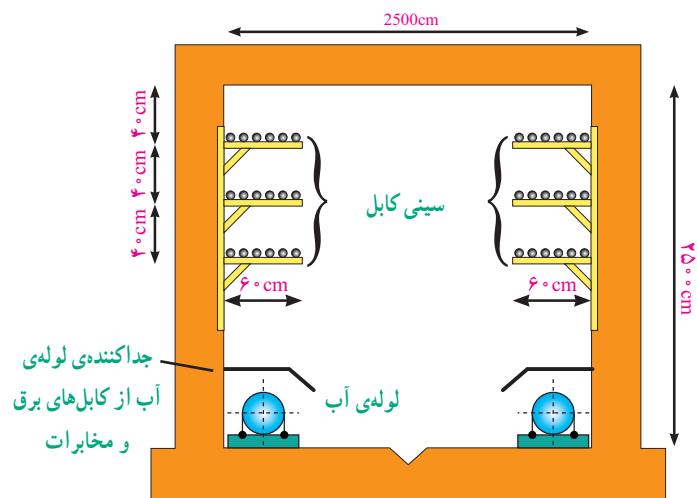
در کابل کشی روی دیوار، فاصله ای کابل ها باید حتی الامكان به اندازه ای قطر کابل باشد.

- فاصله ای بست ها از یکدیگر بستگی به قطر خارجی، طول



شکل ۲-۳۱- بست رکابی برای کابل کشی در زیر سقف

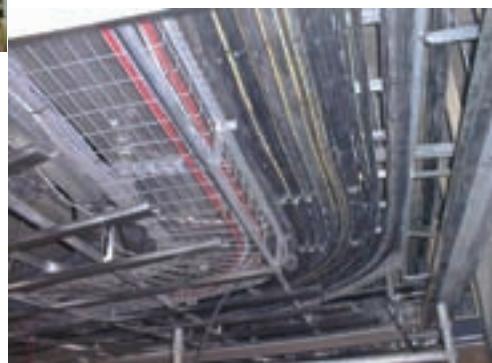
۹- نصب کابل روی سینی کابل



شکل ۲-۳۲

بعاد سینی‌های کابل باید از نظر مکانیکی، با توجه به وزن کابل‌ها (همچنین در صورت لزوم با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی)، انتخاب شود. ولی به طور کلی باید سینی‌های کابل از ورق گالوانیزه مشبک به ضخامت حداقل $1/5$ میلی‌متر ساخته شود.

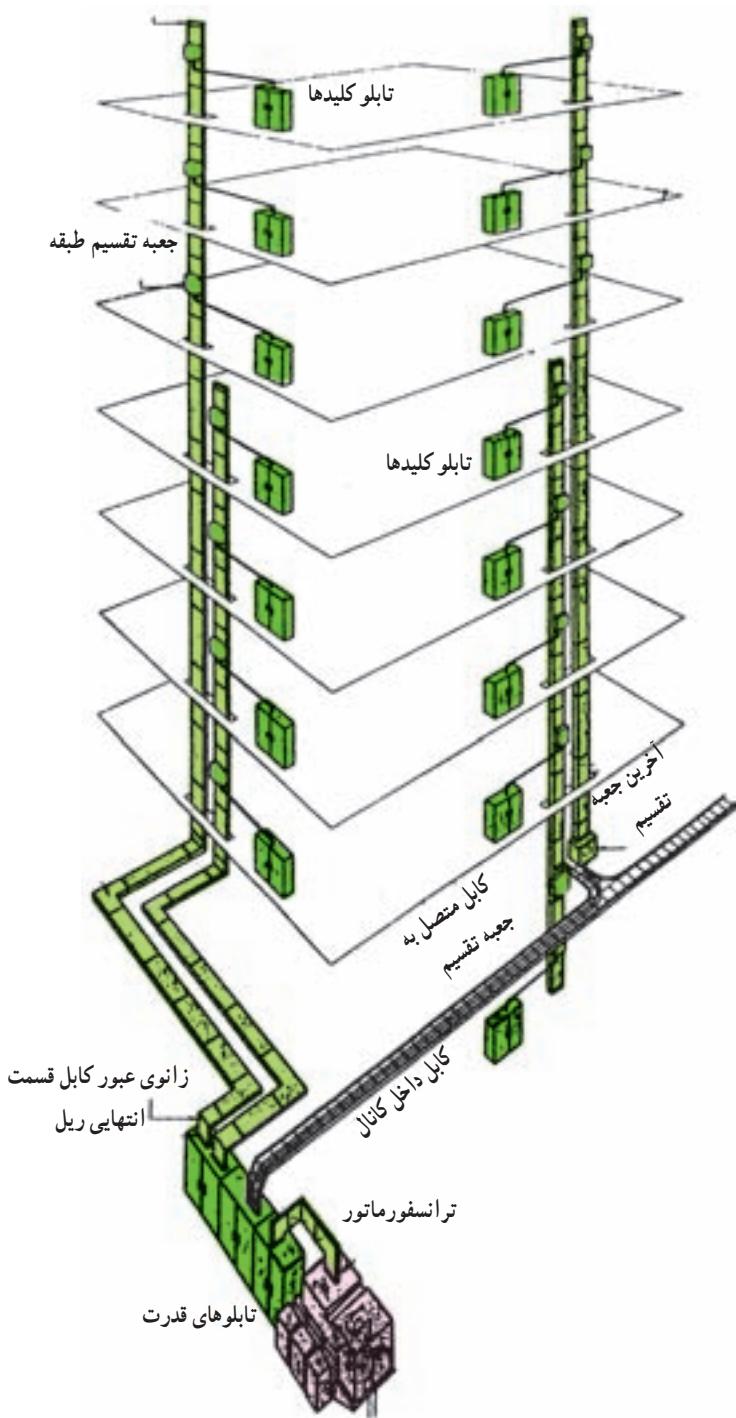
- سینی‌های کابل چند طبقه، باید با توجه به عرض آن به نحوی انتخاب شود که دسترسی به کابل‌ها حداقل از یک طرف امکان پذیر باشد و فاصله‌ی بین سینی‌های کابل چند طبقه حداقل نصف عرض سینی بالایی باشد. این فاصله معمولاً (مطابق شکل ۲-۳۲) 30 تا 40 سانتی‌متر است. هنگام نصب کابل‌ها بر روی سینی کابل، باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه راه یا چهار راه یا انتهای هر مسیر افقی یا قائم (همچنین به فاصله‌ی 10 متر در مسیرهای افقی و $1/5$ متر در مسیرهای قائم به سینی‌ها) محکم شوند. شکل ۲-۳۲ یک نوع کanal اجرا شده و تصاویر شکل ۲-۳۳ چند نمونه سینی کابل و کابل‌کشی روی سینی در تأسیسات برقی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳۳

۱۰- نصب کابل در ساختمان‌های بلند و بزرگ

قسمت انتهایی کابل



شکل ۲-۳۴- شمای کلی پخش انرژی در یک ساختمان چند طبقه

● در این گونه مراکز به سبب وسعت کار، هر یک از طبقات را یک واحد مستقل و در صورتی که طبقات خود به چند قسمت تقسیم شوند، هر قسمت را یک واحد مستقل در نظر می‌گیرند و براین اساس، سیم‌کشی داخل آن را طراحی می‌کنند. پس از این مرحله، انتقال انرژی از تابلو توزیع اصلی طراحی می‌شود. آن‌گاه، با توجه به مصرف هر واحد مستقل، محاسبات لازم را اجرا می‌کنند و به وسیله‌ی کابل، انرژی الکتریکی لازم را به تابلو فرعی یا جعبه تقسیم هر طبقه یا واحد می‌رسانند. باید سعی شود مسیر کابل‌ها برای تمامی طبقات در یک راستا قرار گیرد. برای تقسیم بار (چنان‌چه طبقات دارای چند واحد باشند) بیش از یک مسیر جهت انتقال انرژی و کابل‌کشی انتخاب می‌شود. در شکل ۲-۳۴ یک نمونه کابل‌کشی و استاندارد نشان داده شده است.

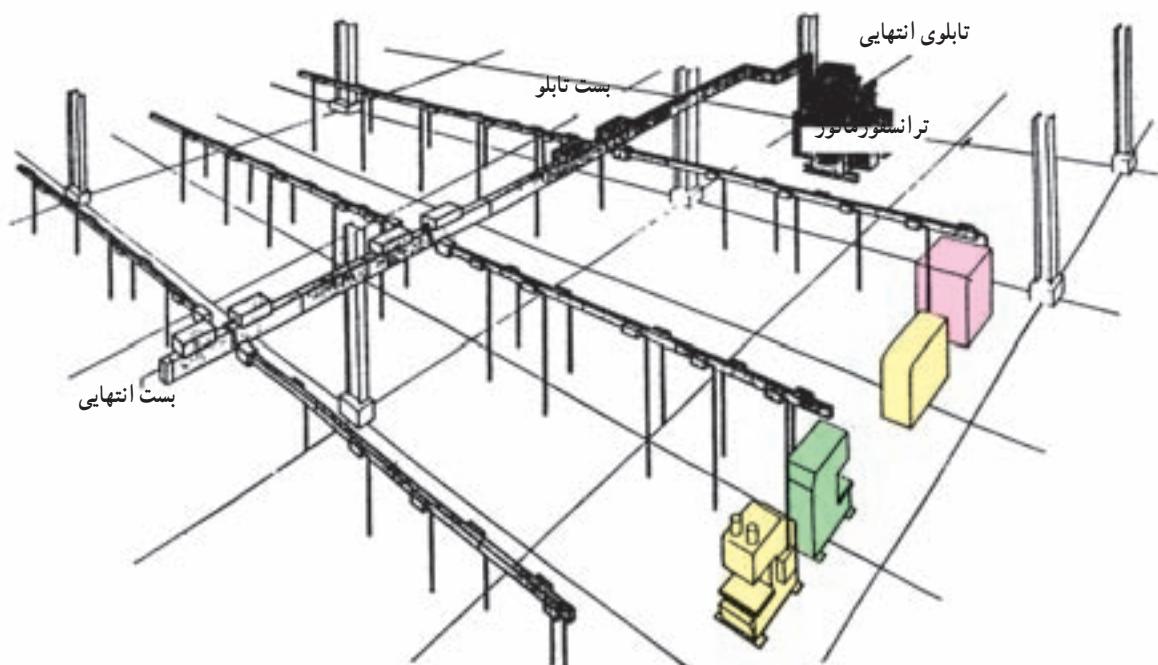
● در این گونه ساختمان‌ها، به دلیل وجود سازه‌های افقی و عمودی فلزی یا بتونی، محدودیت‌هایی برای عبور کابل‌ها و لوله‌های برقی وجود دارد. باید سعی شود کابل‌ها و سیم‌های برق از داخل کانال‌ها یا لوله‌های فولادی و یا پی.وی.سی. عبور کنند و در محل مناسب نصب شوند.

● مسیر لوله‌ها بر روی دیوارها معمولاً به صورت عمودی است. اما برای برق‌رسانی در مسیر افقی، به سبب برخورد با ستون‌های بتونی یا فلزی، معمولاً از کف ساختمان استفاده می‌شود و انشعاب‌های روشنایی از سقف‌ها صورت می‌گیرد. زمان کشیدن لوله‌ها در سقف طبقات ساختمان‌های بتونی و تیرچه بلوک قبل از بنریزی است.

● دیوارهای این گونه ساختمان‌ها، معمولاً جداکننده و دارای ضخامت کم‌اند. این دیوارها پس از زدن سقف، ساخته می‌شوند. از این‌رو، جهت عبور لوله‌ها و کابل‌ها و کانال‌های مربوطه، باید قبل از دیوار مناسب را انتخاب کرد.

ساختمان‌هایی که دیوارهایی از چوب یا قالب‌های گچی یا پرسیانا (صفحات پلاستیکی) دارند، می‌توان، جهت قراردادن سیم‌ها و کابل‌های برق از ریل‌ها و کanal‌های پلاستیکی استفاده کرد. در شکل ۲-۳۵ بر روی دهانه‌ی این ریل‌ها کلید و پریز و وسائل لازم نصب شده است.

در برخی ساختمان‌ها مانند ادارات، بیمارستان‌ها و ...، به دلیل داشتن محدودیت‌هایی برای انجام کابل‌کشی، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که انتخاب آن بستگی مستقیم به نوع سازه‌های ساختمان دارد. در برخی ساختمان‌ها، جهت کابل‌کشی از لوله‌های فولادی و بی.وی.سی استفاده می‌شود. در



شکل ۲-۳۵ - کanal‌ها و ریل‌های قابل انشعاب

مطالعه‌ی
آزاد

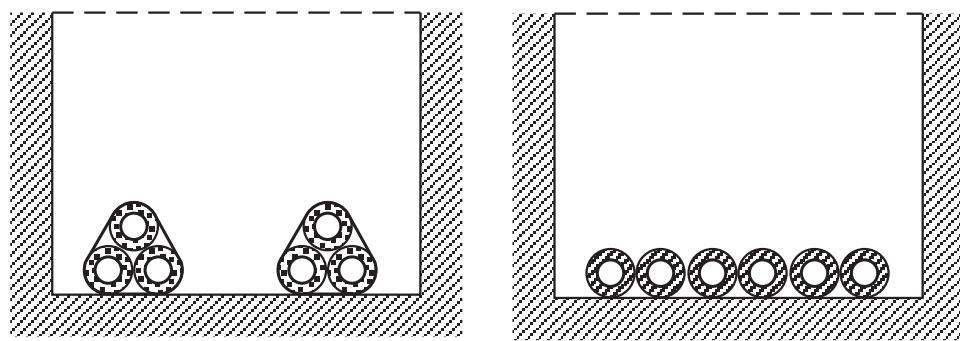
۱۱- نصب کابل در داخل کanal

- کanal‌های نصب کابل به صورت کلی در دو شکل کanal‌های خاکی و بتنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این توضیح که کanal‌های بتنی خود به دو شکل کanal‌های کوچک و کanal‌های بزرگ (آدمرو) ساخته می‌شوند.

۱۱-۱- نصب کابل در کanal‌های بتنی

کanal‌های کابل کوچک معمولاً در موتورخانه‌ها، پست‌های برق، اتاق و یا سالن‌های مولّد برق کاربرد دارد و باید دارای درپوش‌های قابل برداشت از آهن آجدار و با دستگیره‌ی مناسب در تمام طول کanal باشد. شکل ۲-۳۶ نحوه

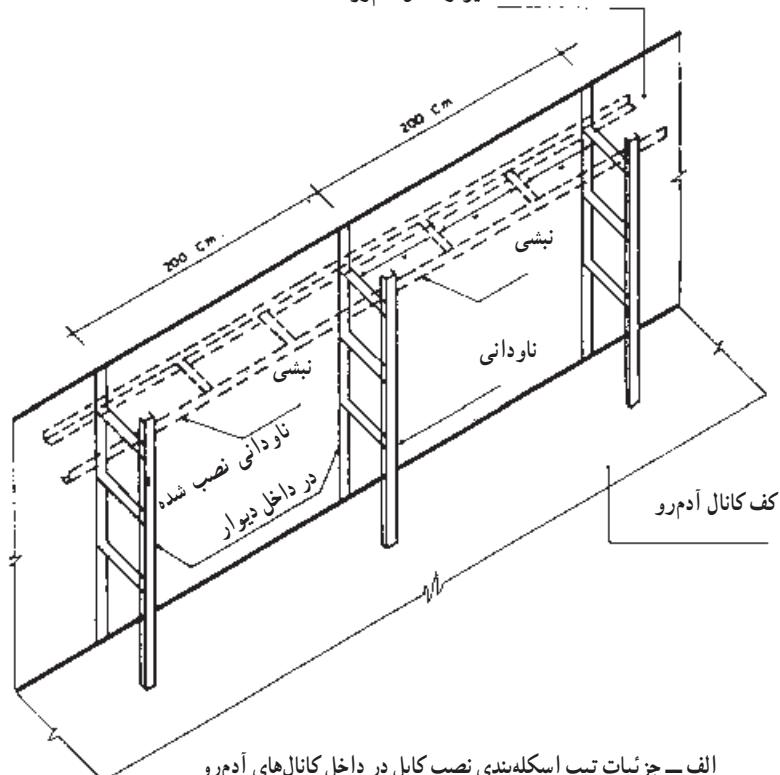
قرار گرفتن ردیفی و مثلثی کابل‌ها در کanal‌های پیش‌ساخته را نشان می‌دهند.

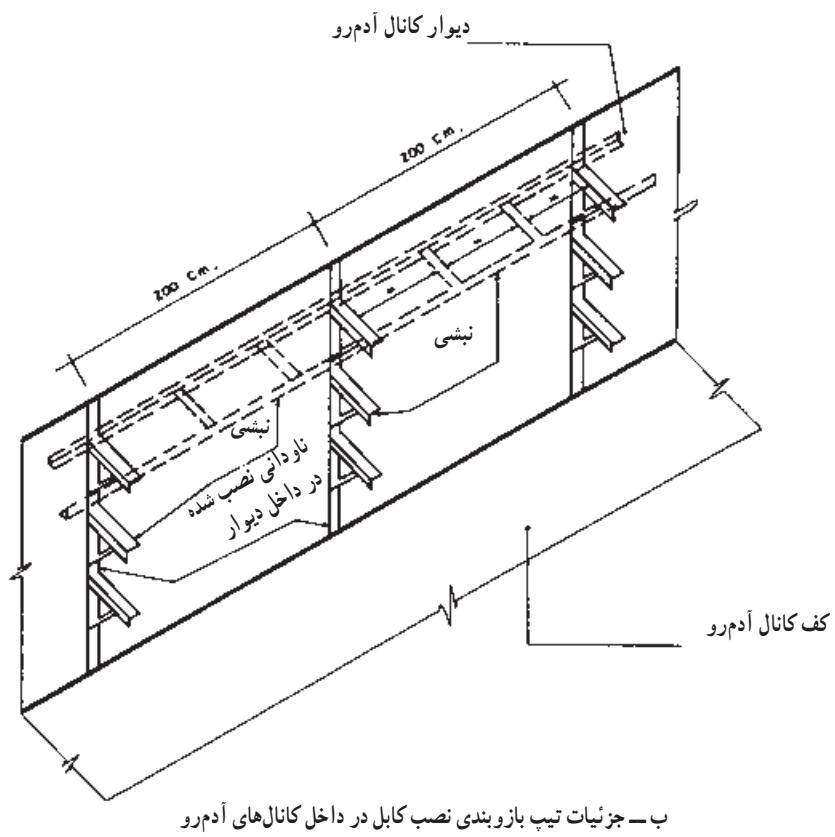


شکل ۲-۳۶

کanal‌های آدمرو از بتون پیش‌ساخته یا بتون درجا و با استحکام مناسب ساخته می‌شود و معمولاً برای هدایت آب احتمالی کف آن، شبیه برابر نیم الی یک درصد پیش‌سینی می‌کنند و برای آن‌ها کفسورهای نیز درنظر گرفته می‌شود. برای نصب کابل در کanal‌های فوق، معمولاً از پایه‌های پیش‌ساخته‌ی گالوانیزه نصب شده در روی دیواره‌ی کanal و در تمام طول آن که روی آن‌ها سینی کابل نصب می‌شود، استفاده می‌گردد. کابل‌ها با فواصل معین و ترتیب خاصی روی سینی‌ها چیده می‌شوند. فاصله‌ی دو سینی موازی با هم باید طوری باشد که بتوان به راحتی در موقع لزوم بین آن‌ها کار کرد. این نوع کanal‌ها در تیپ‌های مختلف ساخته می‌شود. در شکل ۲-۳۷ دو تیپ اسکله‌بندی و بازوی‌بندی نشان داده شده است.

دیوار کanal آدمرو





ب—جزئیات تیپ بازو بندی نصب کابل در داخل کانال های آدم رو

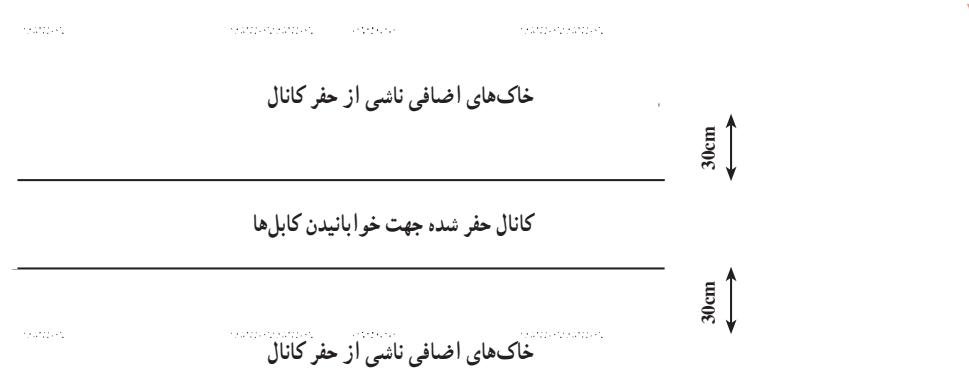
شکل ۲-۳۷

— کابل هایی که در هر کanal نصب می شوند باید به تعدادی باشند که نصب آنها به آسانی میسر باشد و تعمیر و تعویض آنها نیز به سهولت انجام گیرد. در مواردی که مجاری کابل (در انتهای خود) در معرض تغییر زیاد درجهی حرارت قرار می گیرند (مانند سردخانه ها یا منابع حرارتی)، باید قسمت مناسبی از مجاری به نقطه ای تبدیل اختصاص یابد و از گردش هوا بین قسمت های سرد و گرم جلوگیری شود.

کلیه کانال های آدم رو باید دارای سیستم روش نایی مناسب و پریزهای برق در فواصل حداقل ۶ متر باشد. همچنین در صورت امکان برای تماس با خارج از کanal، در صورت لزوم پریزهای تلفن در فواصل معینی (از ۲۰ متر تا ۵۰ متر) نصب شود. در کانال های آدم رو، در صورتی که علاوه بر تأسیسات برقی از تأسیسات مکانیکی نیز استفاده می شود، باید حتی امکان تأسیسات مکانیکی در پایین ترین سطح با جدا کننده از کابل های برق قرار گیرند و یا در یک دیواره تأسیسات برقی و در دیواره مقابل تأسیسات مکانیکی نصب گردد.

۱۱-۲ کانال های خاکی کابل

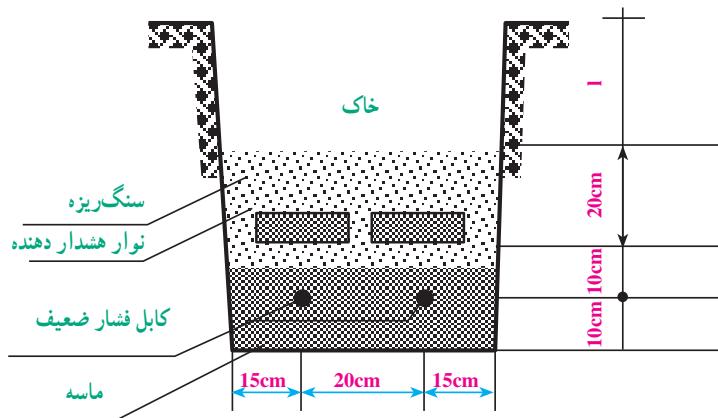
جهت نصب و استقرار کابل های مختلف در داخل خاک (روش دفنی)، کانال های خاکی را به مقطع ذوزنقه می سازند. دلیل این کار جلوگیری از ریزش کردن دیوارهای کanal و همچنین استحکام دیوارهای کanal است. خاک های برداشته باید به فاصله‌ای ۳۰ سانتی متر دورتر از لبهی کanal ریخته شود، تا هرگونه فعالیت آزاد برای خواباندن کابل امکان پذیر باشد (شکل ۲-۳۸).



شکل ۲-۳۸

عرض کanal حفر شده (بهمنظور نصب کابل‌های زیرزمینی)، به تعداد کابل‌هایی بستگی خواهد داشت که در مجاورت هم قرار می‌گیرند. عرض کanal، برای دو رشته کابل، ۵۰ سانتی‌متر است. همچنین عمق کanal برای نصب کابل از سطح زمین به تعداد کابل‌هایی بستگی دارد که روی هم قرار می‌گیرند. در هر حال فاصله‌ی بالاترین کابل فشار ضعیف زیرزمینی از سطح زمین بیاده رو نباید از ۶۰ سانتی‌متر کمتر باشد.

در شکل ۲-۳۹ جزئیات کanal خاکی جهت نصب کابل‌ها آورده شده است. اگر نصب در زیر سطح خیابان صورت گیرد عمق کanal از سطح خیابان نباید کمتر از یک متر باشد.



شکل ۲-۳۹—جزئیات کanal خاکی جهت نصب کابل فشار ضعیف در یک ردیف افقی

در صورتی که تعداد کابل‌ها زیاد باشد معمولاً باید، با فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متر نسبت به هم، نصب شوند.

جدول ۲-۴، ارتفاع مقدار خاک لازم برای پرکردن کanal (پس از نصب کابل) و جدول ۲-۵، عمق کanal خاکی را نشان می‌دهد.

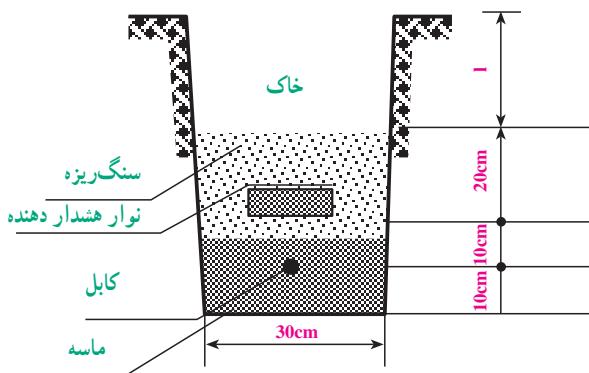
جدول ۲-۵- عمق کanal خاکی بر حسب ولتاژ کابل

رده‌ی ولتاژ ولتاژ بر حسب کیلو ولت	عمق کanal بر حسب سانتی‌متر (h)	ردیف
۸۰	۱	۱
۱۰۰	۱۰	۲
۱۲۰	۲۰	۳

جدول ۲-۶- ارتفاع خاکریزی در کanal

فشار ضعیف	تا ۲۰ کیلو ولت
۶۰ cm	۳۰ cm

برای نصب کابل‌ها در داخل کanal خاکی، ابتدا لازم است که کanal کاملاً صاف، تمیز و کوبیده شده باشد. سپس، حداقل ۱۰ سانتی‌متر، ماسه‌ی نرم در گودال ریخته و کابل روی آن خوابانده شود. مجدداً روی کابل، حداقل ۱۰ سانتی‌متر، ماسه‌ی نرم بریزند و سپس، به منظور حفاظت از کابل، یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتی‌متر یا یک ردیف بلوک سیمانی بر روی این لایه بچینند. سپس یک نوار پلاستیکی هشداردهنده، که روی آن عبارت توجه! مسیر کابل نوشته شده است، بکشند و روی مجموعه، تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر، سنگ‌ریزه و سپس روی آن خاک معمولی بریزند و آن را بکوبند (شکل ۲-۴۰).



شکل ۲-۴۰- جزئیات کanal خاکی جهت نصب کابل

کار عملی ۲

هدف : کابل کشی روی دیوار و سقف
وسایل و مواد مورد نیاز



نکات ایمنی

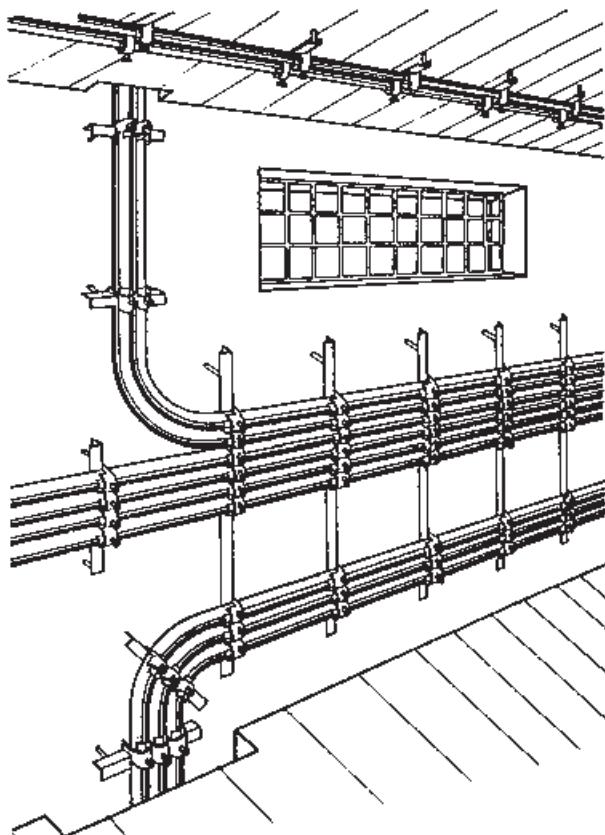
– هرگز به جای نزدیک دو طرفه از وسایل غیرمجاز استفاده نکنید.

– برای سوراخ کاری روی دیوار، متنه الماسه‌ی مناسب انتخاب کنید و، با استفاده از آچار سه نظام، متنه را روی دریل کاملاً سفت کنید.

– موقع روشن کردن دریل و کار با آن مواظب باشید کاملاً عمود بر سطح قرار گیرد و فشار مناسب به آن وارد کنید.

۲– متناسب با امکانات موجود، کابل کشی را مطابق شکل ۴۲ روی دیوار و سقف اجرا کنید.

ردیف	وسایل و مواد	تعداد
۱	کابل $4 \times 4 \text{ mm}^2$	به مقدار لازم
۲	نبشی	به مقدار لازم
۳	بست‌آویز	به مقدار لازم
۴	رول‌پلاک	به مقدار لازم
۵	دریل دستی	۱ دستگاه
۶	پیچ چوب	به مقدار لازم
۷	خطکش	۱ عدد
۸	قیچی کابل بر	۱ دستگاه
۹	چکش فلزی	۱ عدد
۱۰	پیچ گوشته‌ی	۱ عدد



شکل ۴۲– کابل کشی روی دیوار و سقف

چند نمونه ابزار کار در شکل ۴۱–۴۲ نشان داده شده است.



شکل ۴۱– چند نمونه ابزار کار

مراحل کار

۱– کابل $4 \times 4 \text{ mm}^2$ انتخاب کنید و، با در نظر گرفتن فاصله‌ی بسته‌های آویز از هم دیگر به اندازه‌ی 300 mm و محاسبه‌ی شعاع‌های انحنای کابل‌ها، مقدار طول کابل‌ها را محاسبه کنید.

فصل سوم

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۵	۲۷	۳۲

راهاندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی

هدف‌های رفتاری : هنرجو باید در پایان این فصل بتواند :

- ۱- ساختمان کلید و قسمت‌های اصلی آن را شرح دهد.
- ۲- انواع کلیدهای دستی سه فاز را نام ببرد.
- ۳- ساختمان و طرز کار کلیدهای گردان دستی سه فاز زبانه‌ای را شرح دهد.
- ۴- مفهوم علام اختصاری کلیدهای گردان زبانه‌ای را شرح دهد.
- ۵- مدار داخلی انواع کلیدهای گردان سه فاز زبانه‌ای را با استانداردهای VDE و IEC رسم کند (۰-۱).
- ۶- موتورهای سه فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای (۰،۱) راهاندازی کند.
- ۷- موتور سه فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای (۱،۰،۲) چپ‌گرد، راست‌گرد، راهاندازی کند.
- ۸- موتور سه فاز را به صورت ستاره مثلث به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای راهاندازی کند.
- ۹- موتور سه فاز را به صورت ستاره مثلث چپ‌گرد و راست‌گرد به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای راهاندازی کند.
- ۱۰- موتور سه فاز دو سرعته (سیم پیچ جداگانه یا دالاندر) را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای راهاندازی کند.
- ۱۱- یک موتور یک فاز با سیم پیچ راهانداز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای راهاندازی کند.
- ۱۲- کنتور سه فاز اکتیو و راکتیو را در مدار بینند.

مقدمه

بهره‌برداری مطمئن و بدون وقفه از انرژی الکتریکی تا اندازه‌ی زیادی به خصوصیات و طرز کار وسایل کنترل کننده - از جمله کلیدها - بستگی دارد. در سال‌های اخیر تولید کنندگان تجهیزات الکتریکی، براساس نیاز بازار، انواع کلیدهای را با خواص الکتریکی و مکانیکی هماهنگ با شرایط بهره‌برداری و جنبه‌های اقتصادی تولید کرده‌اند. پیشرفت صنعت اتوماسیون نیاز به کلیدهای دستی یک فاز و سه فاز را در صنایع پیشرفته کم کرده تشکیل می‌دهد.

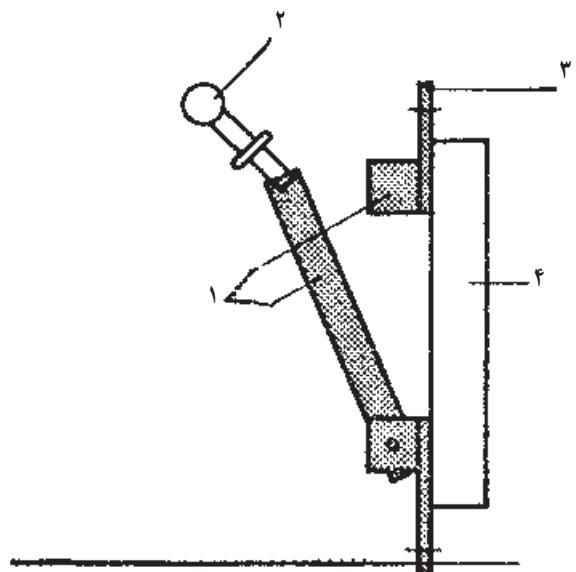
۱- ساختمان کلید

بر عهده دارند. اما کنکات‌ها، به دلیل تحمل تنش‌های مکانیکی هنگام قطع و وصل و تنش‌های الکتریکی ناشی از نوع بار الکتریکی^۱ و تغییرات مقدار بار^۲ در طول زمان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. ساخت کنکات‌ها، با توجه به جنس خاص و سرعت قطع و وصل و شکل آن‌ها، به تخصص‌های مختلف و تکنولوژی ویژه‌ای نیاز دارد.

اگرچه کلیدهای الکتریکی، با توجه به شرایط کاری و کاربردهای مختلف، از نظر شکل و اندازه‌ی ساختمانی اختلافات زیادی دارند، اما هر کلیدی (مطابق شکل ۳-۱) اجزای اصلی را دارد است.

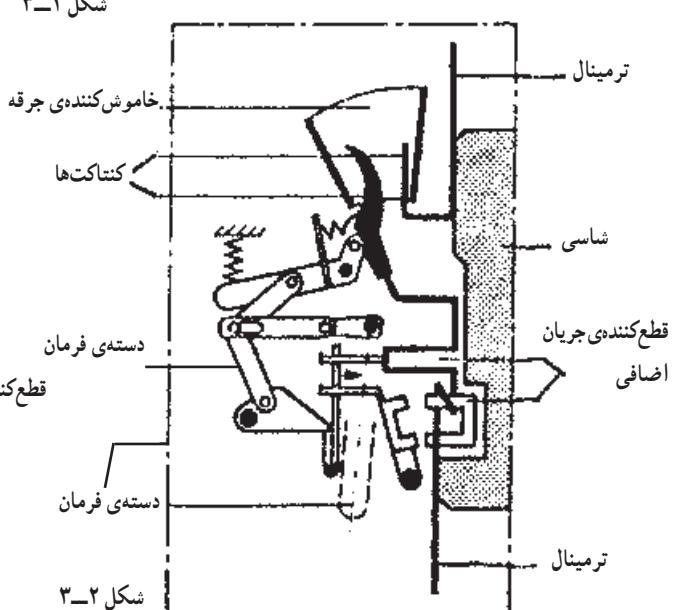
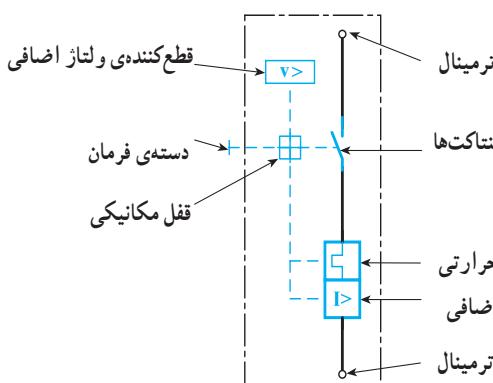
شکل ۳-۲، قسمت‌های یک کلید فشار ضعیف را، کامل تر از نوع قبلی، نشان می‌دهد.

هر کدام از اجزای کلید نقش عمده و اساسی را در کلید



- ۱- کنکات‌های ثابت و متحرک
- ۲- دسته فرمان قطع و وصل
- ۳- ترمینال‌های اتصال ورودی و خروجی
- ۴- شاسی نصب قطعات
- ۵- قاب محافظ

شکل ۳-۱



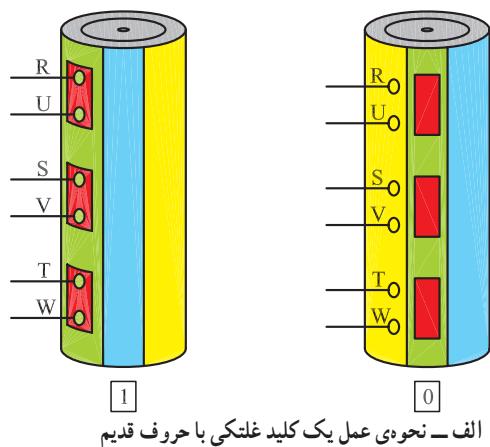
- بارهای الکتریکی اهمی، سلفی، خازنی یا ترکیبی از آن‌ها

- در بعضی از مصرف‌کننده‌ها مقدار مقاومت ظاهری (امپدانس) در طول زمان تغییر می‌کند؛ مانند مقاومت فیلامان لامپ‌ها

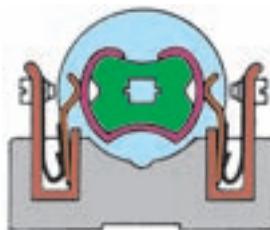
۲- انواع کلیدهای ساده

استوانه (حول محور آن) کنکاتهای ثابتی را به یکدیگر وصل یا از هم دیگر قطع می‌کند.

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



الف - نحوه عمل یک کلید غلتکی با حروف قدیم



شکل ۳-۴

کلید زبانه‌ای

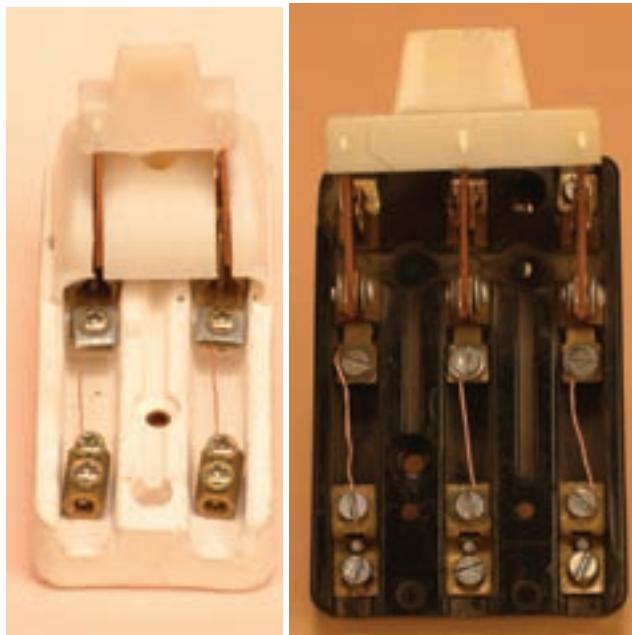
امروزه در صنعت از کلیدهای زبانه‌ای، به دلیل مزایای زیاد آن‌ها نسبت به دو نوع دیگر، استفاده‌ی بیشتر می‌شود (چون نسبت به کلید غلتکی عمر زیادتری دارد و نسبت به کلید اهرمی جریان بیشتری را از خود عبور می‌دهد).

در این کلید (مطابق شکل ۳-۵) به جای استفاده از نوارهای هادی و تیغه‌های ثابت، استوانه را طوری طراحی می‌کنند که چندین برجستگی و فرورفتگی داشته باشد و با حرکت استوانه به دور محور

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

کلید اهرمی

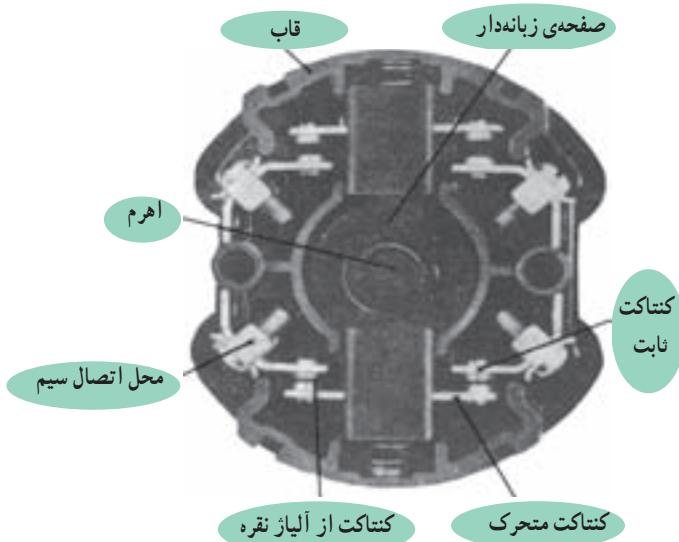
این کلیدها (مطابق شکل ۳-۳) دارای انواع مختلف یک فاز، دو فاز و سه فازند. در این کلیدها، نیرو به وسیله‌ی یک اهرم به تیغه‌های متحرک کلید وارد می‌شود و آن‌ها را به کنکاتهای ثابت وصل می‌کند. از این کلیدها بیشتر در مدارهای جریان کم استفاده می‌شود. در صنعت به آن «کلید چاقوی» یا «کلید کاردی» می‌گویند. در برخی از این کلیدها فیوز نیز تعییه شده است.



شکل ۳-۳

کلید غلتکی

این کلید (مطابق شکل ۳-۴) از یک استوانه‌ی عایق ساخته شده است که حول محوری به صورت غلتک دوران می‌کند. بر روی استوانه نوارهای هادی‌ای قرار گرفته‌اند که با حرکت

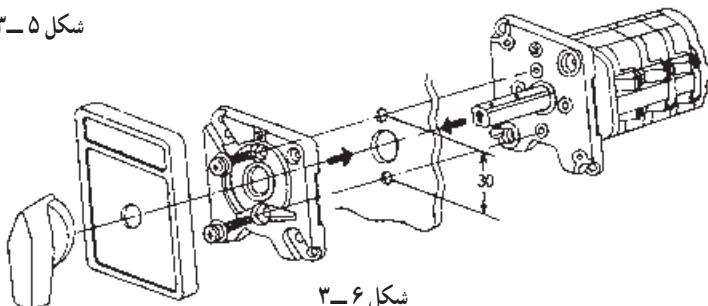


شکل ۵-۵

خود، زبانه بالا و پایین برود. زبانه‌ی مزبور کنتاکت‌های متحرک (پلاتین) را به کنتاکت‌های ثابت، وصل یا از آن‌ها جدا (قطع) می‌کند. کلید زبانه‌ای به صورت‌های توکار و روکار ساخته می‌شود. در صنعت به این کلیدها «کلید سلکتور» هم می‌گویند.

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

در شکل ۶-۳ نمای ظاهری یک کلید سلکتور (زبانه‌ای) و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن نشان داده شده است.



شکل ۶

۳- کاربرد کلیدهای دستی

تصویر	نام کلید
	قطع و وصل ساده ($1 - 0^\circ$)
	معکوس کننده‌ی جهت گردش موتور (چپ‌گرد، راست‌گرد) ($1 - 2 - 0^\circ$)
	ستاره - مثلث ($\Delta - \lambda - 0^\circ$)
	ستاره - مثلث، چپ‌گرد، راست‌گرد ($\Delta - \lambda - 0^\circ - \Delta$)
	چند سرعته ($2 - 1 - 0^\circ$) و ($3 - 1 - 0^\circ$)
	راه‌اندازی موتورهای تک فاز
	انتخاب کننده‌ی فاز (برای دستگاه‌های اندازه‌گیری) (مانند کلید ولت‌متر)

این کلید براساس کاربردهای زیر در انواع مختلفی تولید و به بازار عرضه می‌شوند:

- ۱- قطع و وصل ساده‌ی مدار و ماشین‌های الکتریکی؛
- ۲- تغییر اتصال موتورهای الکتریکی (ستاره، مثلث)؛
- ۳- تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی (چپ‌گرد، راست‌گرد)؛

- ۴- تغییر سرعت موتورهای الکتریکی (کند، تند)؛
- ۵- ترکیبی از مراحل فوق (چپ‌گرد، راست‌گرد، ستاره، مثلث)؛

- ۶- انتخاب کننده‌های فاز (کلید ولت‌متر).
- در بازار کلیدهای دیگری وجود دارند که برای مصارف خاص صنعتی و عمومی ساخته می‌شوند. در این فصل شما با ساختمان، طرز کار و رسم مدار داخلی کلیدهای صنعتی آشنا می‌شوید و در کارگاه روش اتصال آن‌ها را به مصرف کننده‌ها به صورت عملی فرا می‌گیرید.

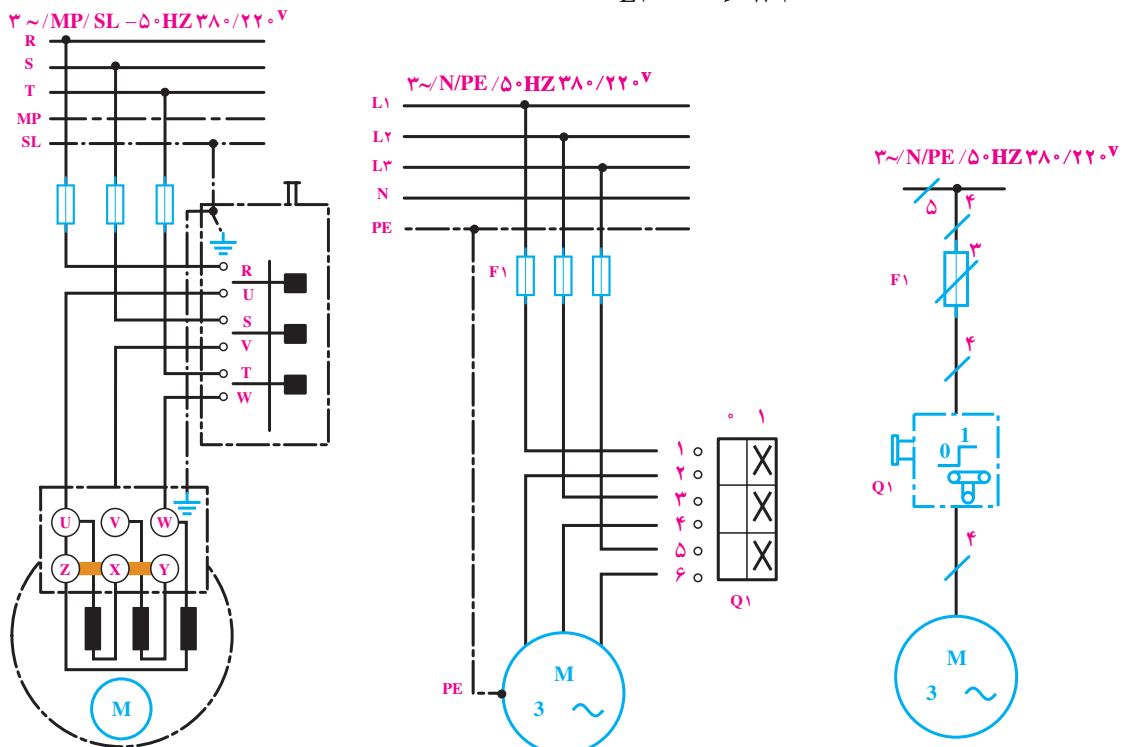
به منظور به روز کردن اطلاعات هنرجویان، استانداردهای جدید همراه استانداردهای قدیم آورده شده است. هنرجویان برای هماهنگ شدن با شرایط جدید تکنولوژی و نوآوری‌های صنعتی باید استانداردهای جدید و قدیم را فراگیرند و برای تبدیل نقشه‌های قدیمی و جدید به یکدیگر مهارت‌های لازم را کسب کنند.

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

شمای حقیقی و فنی: در شکل ۳-۷، شمای حقیقی و فنی کلید زبانه‌ای برای راهاندازی یک موتور سه فاز نشان داده شده است. با توجه به نقشه‌ی این مدار در استاندارد IEC، سه فاز L₁، L₂ و L₃ به ترمینال‌های ۱ و ۳ و ۵ اتصال می‌یابد و ترمینال‌های خروجی ۲، ۴ و ۶ به سرهای موتور U₁، V₁ و W₁ متصل می‌شوند.

اصول کار: کلید زبانه‌ای (۰-۱) دو حالت قطع و وصل دارد. برای راهاندازی موتور سه‌فاز یک بار باید سه فاز L₁، L₂ و L₃ را به سرهای U₁، V₁ و W₁ در موتور اتصال دهد و در حالت دوم باید این اتصال را قطع کند. حالت کاری این کلید به صورت زیراست:

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



ج - شمای حقیقی (استاندارد قدیم VDE)

ب - شمای حقیقی (استاندارد IEC)

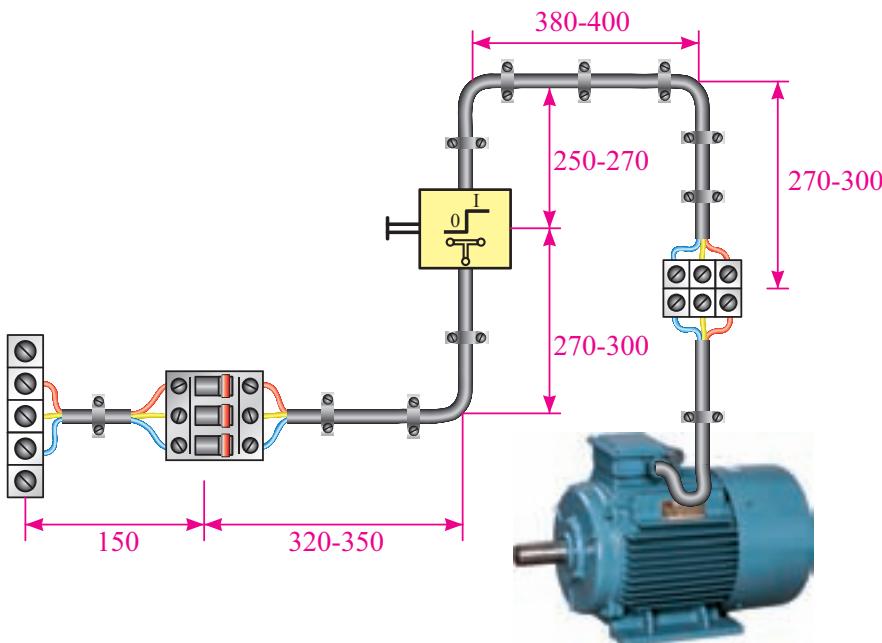
الف - شمای فنی (استاندارد قدیم IEC)

شکل ۳-۷

می کنید.

با رعایت اندازه های داده شده روی شکل، مدار را اتصال دهید و پس از تأیید مرئی، مدار را در حالت وصل قرار دهید و موتور را راه اندازی کنید.

هدف : راه اندازی یک موتور سه فازه را با کلید زبانه ای (۱-۰). در شکل ۳-۸، نحوه کابل کشی و برق رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون توسط کلید زبانه ای (۱-۰) را مشاهده کنید.



شکل ۳-۸

۵- تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز

$$\left\{ \begin{array}{l} L_1 \longrightarrow U_1 \\ L_2 \longrightarrow V_1 \\ L_3 \longrightarrow W_1 \end{array} \right.$$

در حالت راست گرد

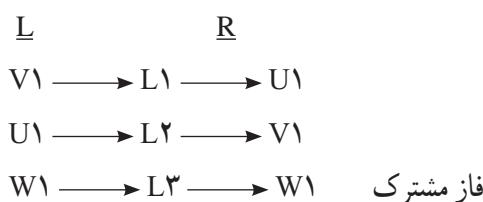
در خیلی از موارد دستگاه های الکتریکی نظیر ماشین تراش، بالابرها، نقاله ها و ... نیازمند تغییر جهت گردش از راست گرد به چپ گرد یا به عکس آند.

$$\left\{ \begin{array}{l} L_1 \longrightarrow V_1 \\ L_2 \longrightarrow U_1 \\ L_3 \longrightarrow W_1 \end{array} \right.$$

در حالت چپ گرد

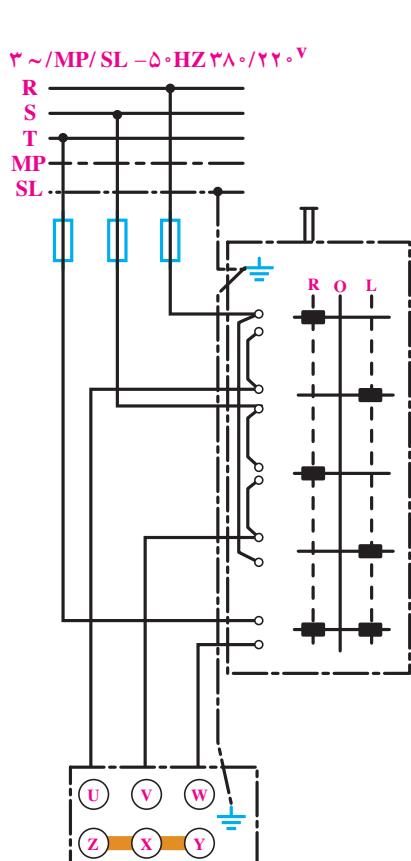
اصول کار : کلید دارای سه حالت (0) قطع، (1) چپ گرد و (2) راست گرد است.

مشاهده می‌شود که در یک فاز مشترک اند و می‌توان به رابطه کلی زیر دست یافت:

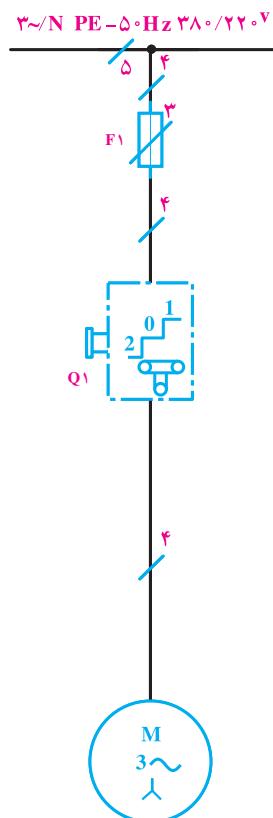


کلیدهای زبانه‌ای چپ‌گرد و راست‌گرد در دونوع موقت کار و دائم کار ساخته می‌شوند. نوع موقت کار برای راهاندازی جراحتالها در کارخانجات مورد استفاده قرار می‌گیرد. موقت کار تا زمانی که دست روی کلید است کار می‌کند. شکل ۳-۹ شمای حقیقی و فنی کلید چپ‌گرد- راست‌گرد زبانه‌ای را نمایش داده است.

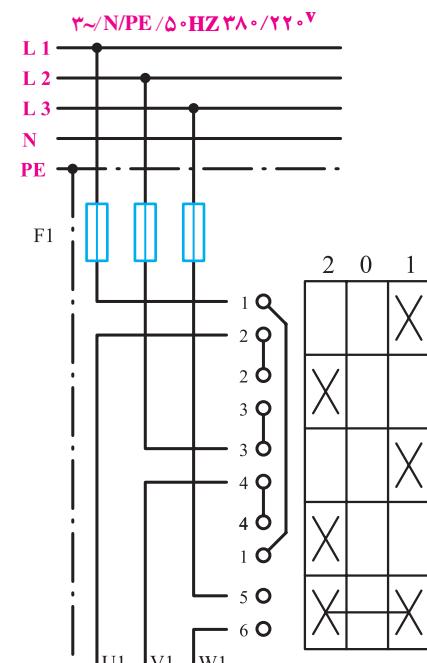
از مقایسه حالت‌های چپ‌گرد و راست‌گرد با یکدیگر



ج - شمای حقیقی (استاندارد قدیم (VDE)



ب - شمای فنی (استاندارد IEC)



الف - شمای حقیقی (استاندارد IEC)

شکل ۳-۹

۲ کار عملی



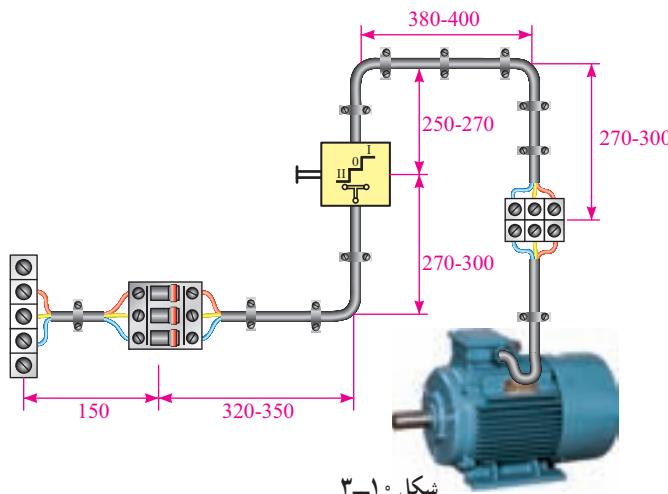
پرسش :

- ۱- اگر یکی از فازهای مدار چپگرد - راستگرد یک موتور سه فاز قطع باشد، هنگام وصل کلید، موتور در چه جهتی گردش خواهد کرد؟ چرا؟
- ۲- اگر یکی از فازهای موتور سه فاز در حین کار قطع شود، در صورت تغییر حالت کلید (از چپ به راست) چه اتفاقی خواهد افتاد؟ چرا؟
- ۳- کاربردهایی از مدار تغییر جهت گردش موتورها در صنعت را بنویسید.

هدف : راهاندازی موتور سه فاز به صورت چپگرد - راستگرد با کلید زبانه‌ای (۱-۰-۱-۲)

در شکل ۳-۱۰، نموده‌ی کابل کشی و برق رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۱-۰-۱-۲) را مشاهده می‌کنید. با رعایت اندازه‌های داده شده روی شکل، مدار را اتصال دهید و پس از تأیید مرتب، با قرار دادن مدار در حالت وصل، موتور را راهاندازی کنید.

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



۶- راهاندازی موتورهای سه فاز به صورت ستاره مثلث

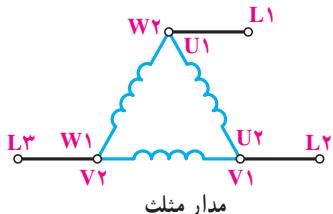
متریک موتور نیز بالا خواهدرفت).
به همین دلیل است که موتورهای با قدرت پایین را مستقیماً به شبکه وصل می‌کنند و موتورهای دارای جریان بالا و قدرت زیاد را توسط روش‌های راهاندازی، جریان آن‌ها را کنترل می‌کنند، یکی از این روش‌های راهاندازی موتورهای سه فاز، اتصال ستاره مثلث است و این روش را در موتورهایی استفاده می‌کنند که می‌توانند در شبکه مورد نظر اتصال مثلث داشته باشند و با استفاده از مدارهای ستاره مثلث به شبکه اتصال می‌دهند.

برای این که یک موتور از حالت سکون به دور نامی برسد، آن را با وسایلی که «راهانداز» نامیده می‌شود به کار می‌اندازند. اگر موتورهای الکتریکی با قدرت بالا را مستقیماً به شبکه وصل کنیم، جریان راهاندازی حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی از شبکه دریافت می‌کند؛ در نتیجه احتمال دارد سیم‌های رابط و وسایل حفاظتی صدمه بینند. به همین جهت موتورها را به گونه‌ای راهاندازی می‌کنند که بتوان جریان راهاندازی را کنترل و آن را محدود کرد (البته هر چه جریان راهاندازی بیشتر باشد گستاور راهاندازی

جدول ۱-۳ طرز اتصال موتورهای سه‌فاز با قدرت‌های نامی مختلف به شبکه را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۳ طرز اتصال موتورهای سه‌فاز با قدرت‌های نامی مختلف به شبکه

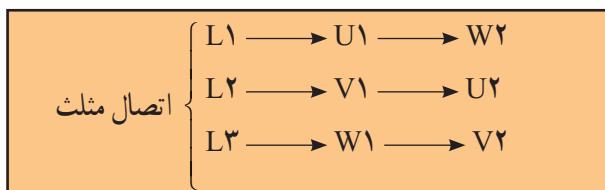
روش‌های راه‌اندازی	قدرت نامی	
	در شبکه 230V	در شبکه 400V
راه‌اندازی به صورت مستقیم	3 kw تا $1/5\text{ kw}$	4 kw تا $2/2\text{ kw}$
راه‌اندازی به صورت ستاره مثبت	$5/5\text{ kw}$ تا 2 kw	11 kw تا 4 kw



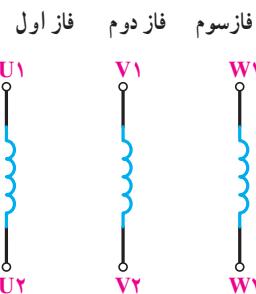
کنترل جریان راه‌اندازی با استفاده از مدار ستاره مثبت

همان‌طور که در فصل ۱ خوانید، کلاف‌های فازهای

مختلف موتور را به صورت زیر نشان می‌دهند:



همان‌طور که گفته شد، موتورهای قدرت بالا را به صورت ستاره مثبت راه‌اندازی می‌کنند.



این کلاف‌ها را در اتصال ستاره مثبت، به اسکال زیر، به شبکه وصل می‌کنند تا مدار ستاره و مدار مثلث به دست آید. طبق حالات زیر اتصالات ستاره و مثلث به وجود می‌آید.

$$P_\lambda = 3P_{Ph} = 3(V_P)(I_P)\cos\varphi$$

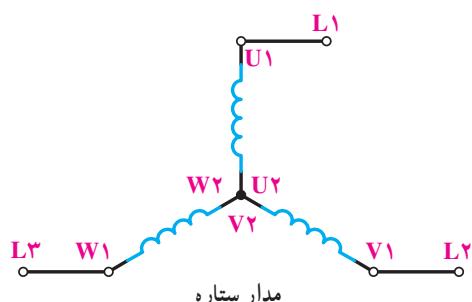
بنابراین :

معادله ۱-۱

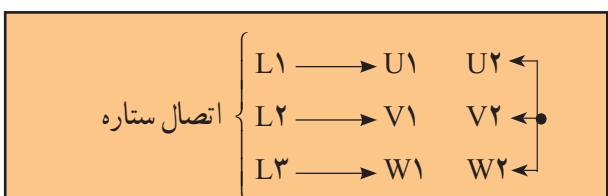
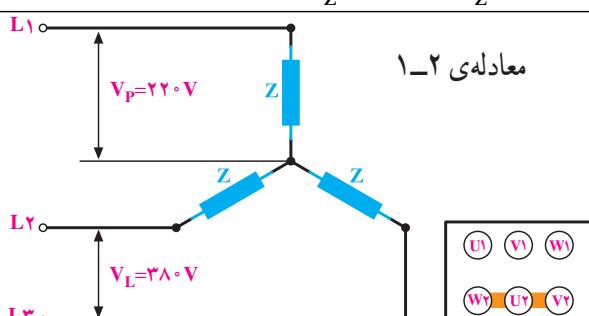
$$P_\lambda = 3\left(\frac{V_L}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{V_L}{\sqrt{3}Z}\right)\cos\varphi = \frac{V_L^2}{Z}\cos\varphi$$

$$I_L = \sqrt{3}I_P = \sqrt{3}\left(\frac{V_L}{Z}\right) \quad \text{و} \quad V_L = V_P$$

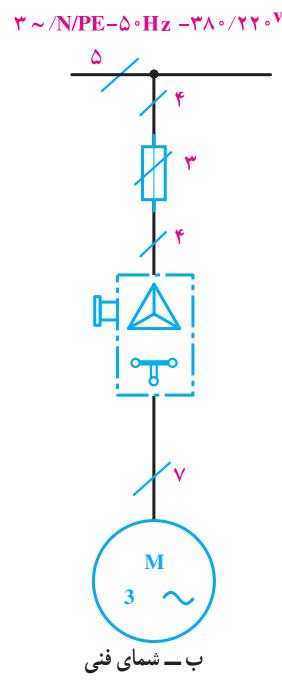
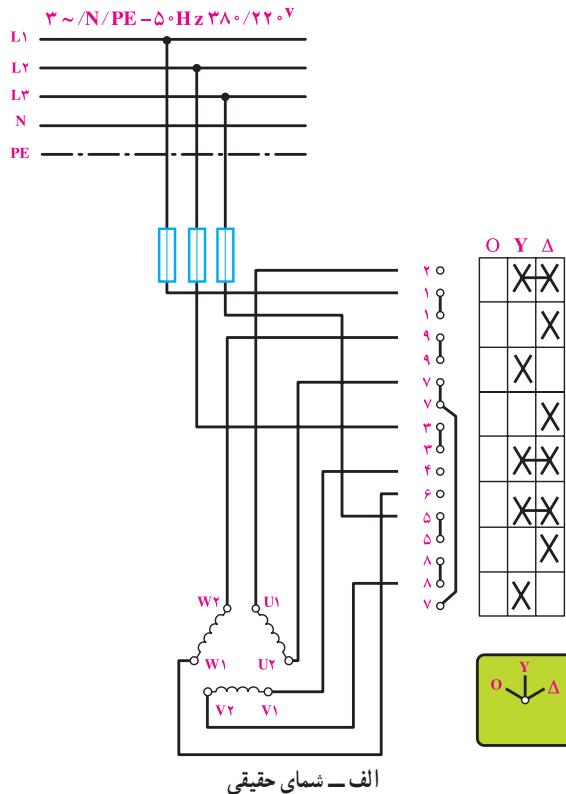
در اتصال مثلث



$$P_\Delta = 3V_P I_P \cos\varphi = 3V_L \cdot \frac{V_L}{Z} \cos\varphi = 3\frac{V_L^2}{Z} \cdot \cos\varphi$$



شکل ۳-۱۱، شمای حقیقی و شمای فنی مدار راهاندازی یک موتور سه‌فاز آسنکرون را با کلید ستاره مثلث زبانه‌ای در استاندارد IEC نشان می‌دهد.

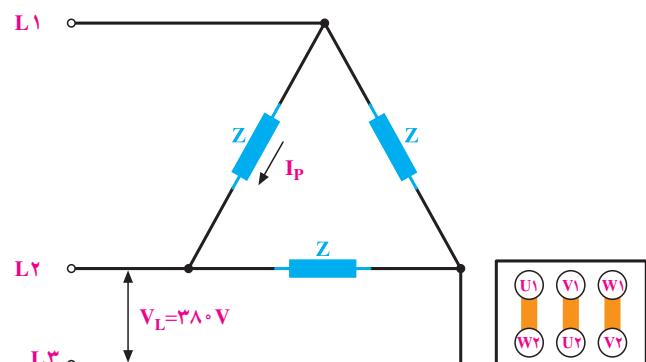


شکل ۳-۱۱

از مقایسه معادلات ۱-۱ و ۱-۲ می‌توان تیجه‌گرفت
قدرت در حالت مثلث

$$P_{\Delta} = 3P_{\lambda}$$

نتیجه: براساس رابطه‌ی بدست آمده، می‌توان تیجه‌گرفت
که قدرت موتور در حالت ستاره، $\frac{1}{3}$ قدرت موتور در حالت مثلث است. گفتنی است قدرت موتور در حالت مثلث همان قدرت نامی موتور است.^۱



برای بررسی جریان‌های مدار در حالات ستاره و مثلث و مقایسه آن‌ها نسبت به یکدیگر باید براساس قانون اهم جریان‌های فازی و خطی هر حالت را بدست آوریم و سپس نسبت جریان‌های خط دو حالت را می‌نویسیم.

$$I_{L_{\lambda}} = \frac{V_P}{Z} = \frac{V_L}{\sqrt{3}Z} \quad \text{حالت ستاره}$$

$$I_{L_{\Delta}} = \sqrt{3}I_P = \sqrt{3}\left(\frac{V_L}{Z}\right) \quad \text{حالت مثلث}$$

$$\frac{I_{L_{\lambda}}}{I_{L_{\Delta}}} = \frac{\frac{V_L}{\sqrt{3}Z}}{\sqrt{3}\frac{V_L}{Z}} = \frac{1}{3} \quad I_{L_{\lambda}} = \frac{1}{3}I_{L_{\Delta}}$$

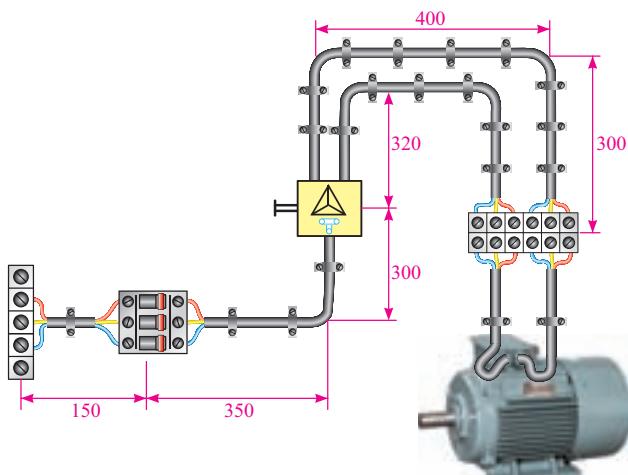
نتیجه: جریان در حالت مثلث، ۳ برابر جریان در حالت ستاره است.

۱- این مطلب در مورد موتورهایی که توانایی راهاندازی به صورت ستاره و مثلث را دارند صادق است.

کار عملی ۳



هدف : راهاندازی موتور سه‌فاز به صورت ستاره مثلث با کلید زبانه‌ای.



شکل ۳-۱۲

در شکل ۳-۱۲ نحوه‌ی کابلکشی و برقرسانی به یک موتور سه‌فاز آسنکرون ۷/۶۶۰ ۳۸۰ را مشاهده می‌کنید. با رعایت اندازه‌های داده شده، مدار را اتصال دهید و پس از تأیید مرئی، با قرار دادن کلید در حالت وصل موتور را راهاندازی نمایید.

۷- تغییر سرعت موتورهای سه‌فاز

سرعت میدان دوار مغناطیسی موتورهای چند فاز، با فرکانس جریان، نسبت مستقیم و با تعداد جفت قطب‌های سیم‌بندی، نسبت معکوس دارد.

$$n_s = \frac{60 \times f}{P}$$

در این فرمول، n_s تعداد دور سرعت سنکرون بر حسب دور در دقیقه (R.P.M) و f فرکانس بر حسب هرتز (Hz) و P تعداد جفت قطب سیم‌بندی موتور است.

در این قسمت تغییر سرعت موتور آسنکرون را، به روش‌های مختلف تغییر قطب، بررسی می‌کنیم.

یکی از ساده‌ترین روش‌های تغییر سرعت موتورهای الکتریکی، تغییر قطب سیم‌بندی آن است که به دو روش کلی و متداول صورت می‌گیرد :

بسیاری از دستگاه‌های صنعتی با چند سرعت کار می‌کنند؛ مانند ماشین مته، دستگاه‌های تراش، دستگاه‌های بالابرند، دستگاه‌های نساجی و

در صنعت برق جهت تغییر سرعت، روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این قسمت به چند روش از آنها

اشاره می‌شود :

- ۱- تغییر سرعت به روش تغییر ولتاژ؛
- ۲- تغییر سرعت به روش تغییر فرکانس؛
- ۳- تغییر سرعت به روش تغییر مقاومت روتور؛
- ۴- تغییر سرعت به روش تغییر قطب با سیم‌پیچ‌های جداگانه؛
- ۵- تغییر سرعت به روش تغییر قطب با یک سیم‌پیچ (موتور دوسرعه که به نام دالاندر مشهور است).

نحوه اتصال موتور دوسرعته سیم پیچ جداگانه به صورت

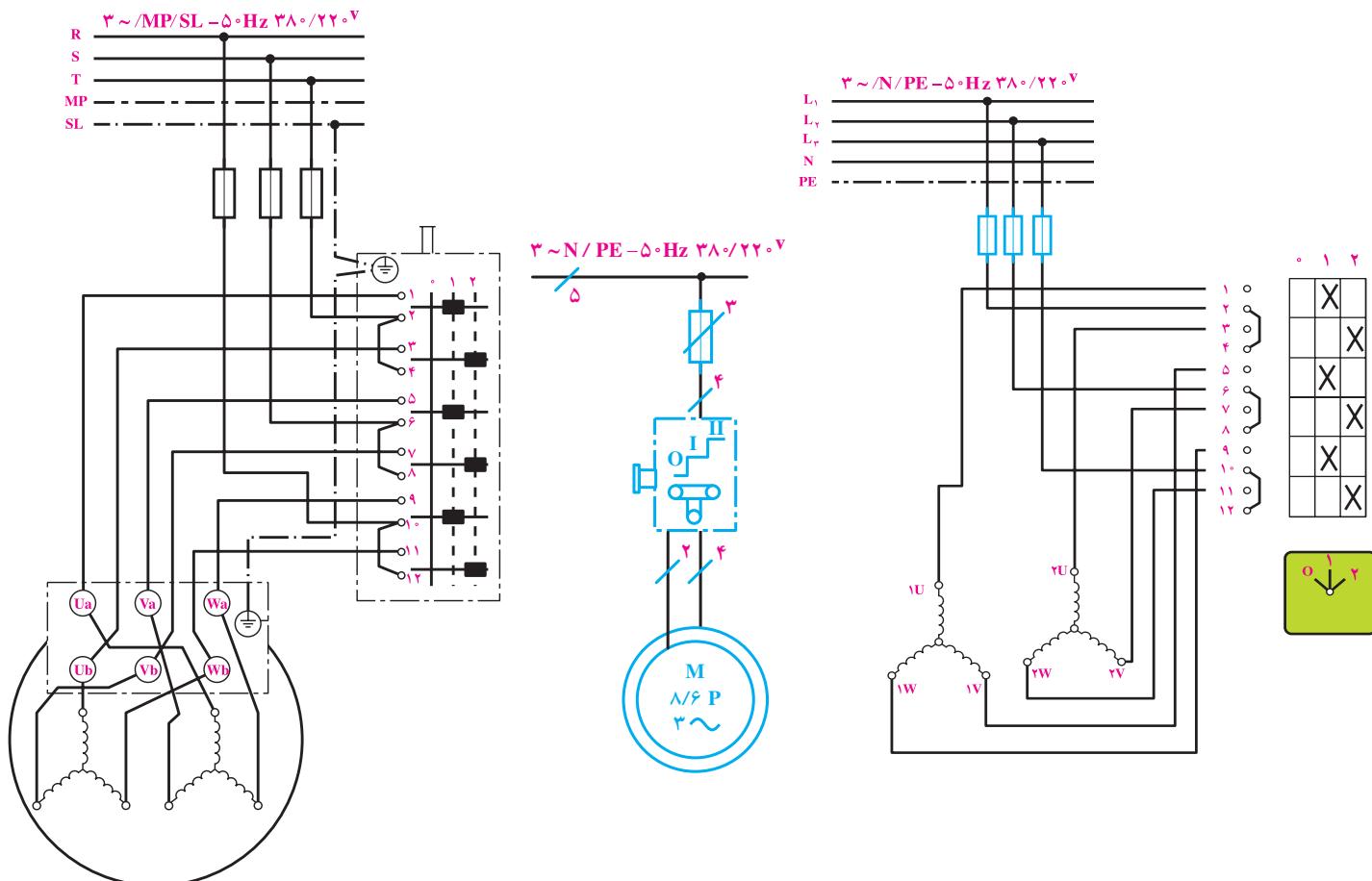
۱-۷- موتور سه‌فاز دو یا چند سرعته با سیم پیچ

زیر است:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{سرعت اول} \\ \text{L1} \longrightarrow 1U \\ \text{L2} \longrightarrow 1V \\ \text{L3} \longrightarrow 1W \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{سرعت دوم} \\ \text{L1} \longrightarrow 2U \\ \text{L2} \longrightarrow 2V \\ \text{L3} \longrightarrow 2W \end{array} \right.$$

در این گونه موتورها بازای هر سرعت یک سیم پیچ با تعداد قطب‌های مشخص در محیط استاتور قرار داده می‌شود. هریک از سیم‌پیچی‌ها دارای تعداد قطب معین هستند و از هر سیم‌پیچ سرهایی جداگانه روی تخته کلم موتور خارج می‌شود. موتورهای با سیم‌پیچ جداگانه می‌توانند دارای دو، سه و یا چهار سرعت باشند که هریک از آن‌ها را با اندیس‌های ۲، ۳ و ۴ روی تخته کلم موتور نشان می‌دهند. تصاویر شکل ۳-۱۳ نحوه‌ی نام‌گذاری و مدار موتورهای در سیم‌پیچ جداگانه در استاندارد VDE و IEC را نشان می‌دهند.



ج - راه اندازی موتور با دو سیم پیچ جدا دوسرعته با اتصال ستاره در استاندارد VDE

ب - شمای فنی موتور دوسرعته با دو سیم پیچ جدا در استاندارد IEC

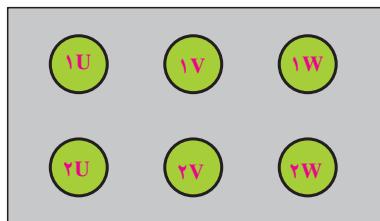
الف - شمای حقیقی اتصال موتور سیم پیچ جداگانه دوسرعته در استاندارد IEC

در این نوع اتصال ولتاژ هر سیم پیچ در هر دو حالت تنها مقدار کمی تغییر می‌کند.

موتورهای با اتصال دالاندر اغلب دارای شش سری‌سیم در روی تخته کلم هستند و فقط می‌توانند به یک ولتاژ اتصال یابند.

موتورهای با اتصال دالاندر در دورهای مختلف دارای قدرت‌های متفاوت هستند و در مواردی می‌توان به کار برد که نسبت سرعت‌های موردنیاز $\frac{1}{2}$ باشد. در استاندارد قدیم VDE سرهای موتور دالاندر ($1U$, $1V$, $1W$) را برای سرعت کم با حروف V_a , U_a و W_a و برای سرعت زیاد ($2U$, $2V$, $2W$) را با حروف V_b , U_b و W_b نشان می‌دهند.

تخته کلم موتور سه‌فاز دالاندر به صورت شکل ۳-۱۵ است.



شکل ۳-۱۵

نحوه اتصال موتور برای سرعت‌های کم و زیاد به صورت زیر است:

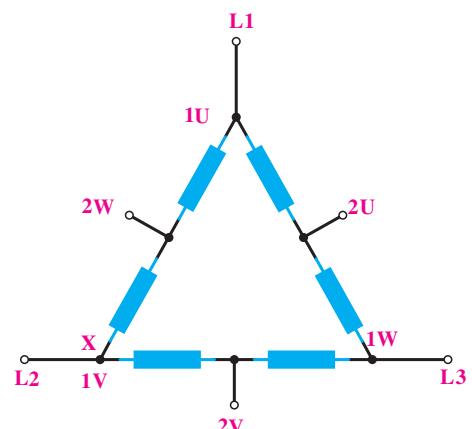
$$\text{سرعت کم (مثلث سری)} \left\{ \begin{array}{l} L_1 \rightarrow 1U \\ L_2 \rightarrow 1V \\ L_3 \rightarrow 1W \end{array} \right.$$

$$\text{سرعت زیاد (ستاره‌ی دوبل)} \left\{ \begin{array}{ll} L_1 \rightarrow 2U & 1U \\ L_2 \rightarrow 2V & 1V \\ L_3 \rightarrow 2W & 1W \end{array} \right.$$

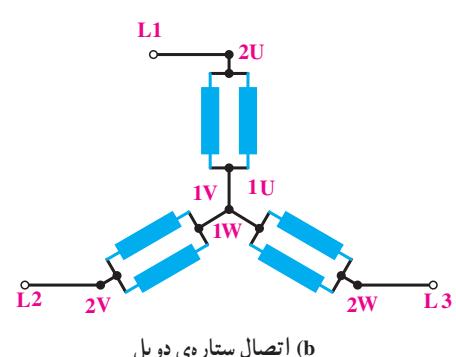
۷-۲ موتور سه‌فاز دوسرعته دالاندر

از جمله موتورهای سه‌فاز دوسرعته خاص موتور دالاندر است، چرا که در این گونه موتورها از یک سیم پیچ برای دو سرعت استفاده می‌شود و نسبت سرعت در آن‌ها $\frac{1}{2}$ است. یعنی موتورهای سه‌فاز دالاندر (۴ و ۲ قطب)؛ (۸ و ۴ قطب) یا (۱۲ و ۶ قطب) که در فرکانس ۵۰ هرتز کار می‌کنند به ترتیب دارای سرعت‌های (3000 و 1500 دور)، (1500 و 750 دور) و (1000 و 500 دور) هستند.

برای تغییر قطب در موتورهایی که دارای یک سیم پیچ هستند، باید نوع اتصال موتور را تغییر داد. برای این منظور از اتصال دالاندر استفاده می‌شود. برای تعداد قطب بیشتر، اتصال سیم‌پیچ‌های استاتور را به صورت مثلث و برای تعداد قطب کمتر، سیم‌پیچ‌های استاتور را به صورت ستاره‌ی دوبل وصل می‌کنند (شکل ۳-۱۴).



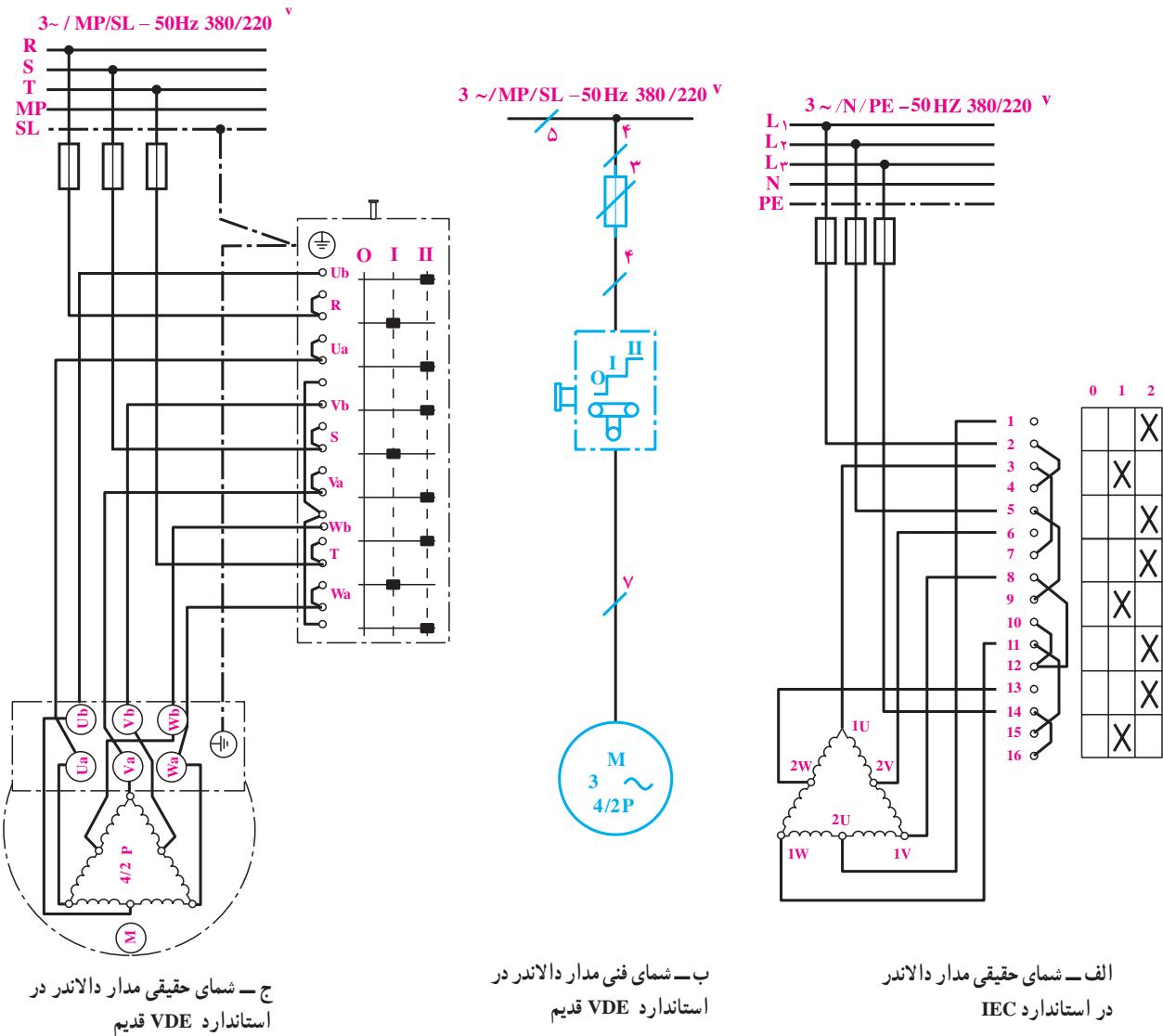
(a) اتصال مثلث سری



(b) اتصال ستاره‌ی دوبل

شکل ۳-۱۴

در شکل ۳-۱۶ ۳ شمای حقیقی و فنی مدار راهاندازی
موتور دالاندر در استانداردهای VDE قدیم و IEC را مشاهده
می‌کنید.

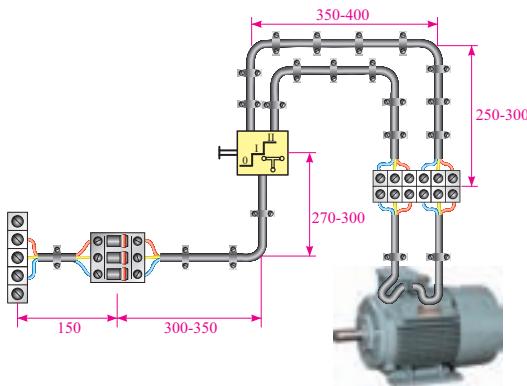


شکل ۳-۱۶

کار عملی ۴



هدف : راه اندازی موتور سه فاز دو سرعته دالاندر با کلید زبانه ای (0-I-II)



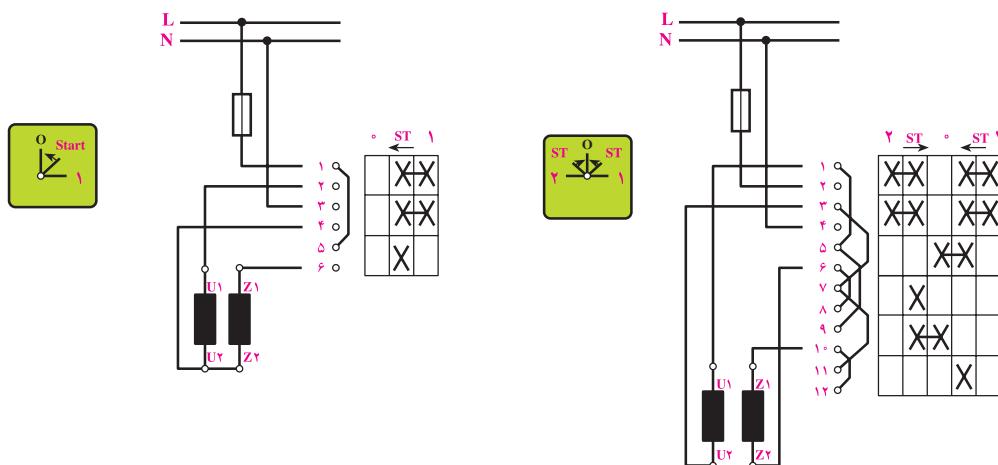
در شکل ۳-۱۷، نحوهی کابل کشی و برقرسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون توسط کلید زبانه ای (0-I-II) را مشاهده می کنید.

با رعایت اندازه های داده شده در شکل، مدار را اتصال دهید و پس از تأیید هنرآموز خود، با قرار دادن کلید در حالت وصل، موتور را راه اندازی کنید.

شکل ۳-۱۷

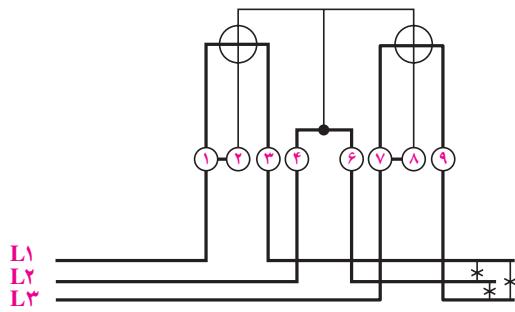
۸- راه اندازی موتورهای یک فاز آسنکرون با سیم پیچ راه انداز موقت

موتورهای یک فاز از دو گروه سیم پیچی تشکیل شده است که با هم حدود 90° درجه اختلاف فاز الکتریکی دارند. برای راه اندازی آنها ابتدا باید هر دو سیم پیچ در مدار قرار گیرد و پس از این که سرعت موتور به 75% سرعت نامی رسید، سیم پیچ راه انداز از مدار خارج شود. در شکل ۳-۱۸، مدار اتصال داخلی کلیدهای راه اندازی موتور یک فاز نمایش داده شده است.

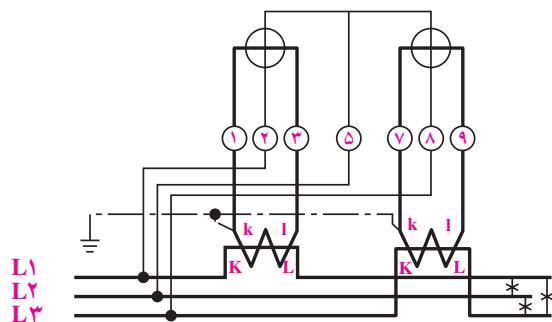


شکل ۳-۱۸

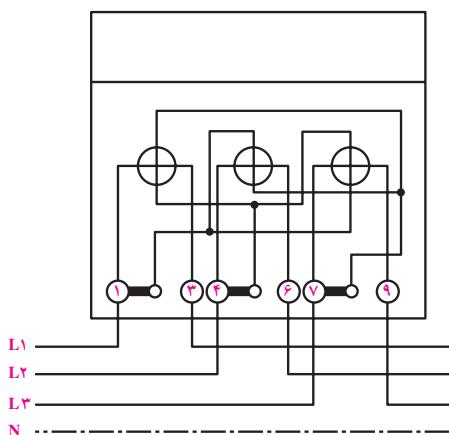
۹- کنتورهای سه‌فازه



شکل ۱۹-۳- کنتور سه‌فاز سه‌سیمه



شکل ۲۰-۳- کنتور سه‌فاز سه‌سیمه با مبدل جریان



شکل ۲۱-۳- روش اتصال کنتور راکتیو سه‌فاز به شبکه

توجه داشته باشید که فیوز، در کلیه مدارها، باید در مسیر هر سه فاز L₁, L₂ و L₃ قرار گیرد.

کنتور سه‌فاز اکتیو

طرز اتصال کنتور سه‌فازه: در برق صنعتی از کنتور سه‌فازه برای اندازه‌گیری انرژی الکتریکی، که به صورت $\text{t}^2 RI$ در مصرف کننده‌ها به مصرف می‌رسد، استفاده می‌شود. کنتور سه‌فاز (مطابق شکل ۱۹-۳) از دو کنتور یک فاز، که در یک محفظه قرار گرفته، تشکیل شده و طرز اتصال آن‌ها شبیه یک وات‌متر سه‌فاز است. در کنتور سه‌فاز دو مغناطیس دائمی، جهت تنظیم تعداد دور صفحه‌ی آلومنینیمی، طوری تعییه شده‌اند که هر کدام از مغناطیس‌ها روی یک صفحه‌ی آلومنینیومی اثر می‌گذارند. کنتورهای اکتیو سه‌فاز، انرژی مصرفی را بر حسب کیلووات ساعت در شبکه‌های سه‌سیمه و چهار سیم اندازه‌گیری می‌کنند. اتصال کنتور سه‌فاز سه‌سیمه یا چهار سیم به شبکه می‌تواند به طور مستقیم یا به وسیله‌ی ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ باشد. نقشه‌ی اتصال کنتور به صورت مستقیم و غیر مستقیم (با مبدل‌های ولتاژ و جریان) در شکل‌های ۱۹-۳ و ۲۰-۳ نشان داده شده است.

کنتور سه‌فاز راکتیو

در کارخانجات صنعتی، برای اندازه‌گیری مصرف مقدار انرژی در بارهای سلفی ترانسفورماتورها و موتورهای الکتریکی ماشین آلات، از کنتور راکتیو استفاده می‌شود. ساختمان داخلی و طریقه‌ی عمل این کنتور درست مانند کنتور اکتیو است؛ با این تفاوت که کنتور اکتیو نمی‌تواند این نوع انرژی را اندازه‌گیری کند. در این کنتور باید مدار اتصالات سیم‌پیچ‌های داخل کنتور طوری باشد که بین جریان سیم‌پیچ ولتاژ و سیم‌پیچ جریان 90° درجه اختلاف فاز ایجاد شود تا مقدار مصرف انرژی الکتریکی راکتیو مدار را نشان دهد. در کنتورهای سه‌فاز این عمل به وسیله‌ی کارخانه‌ی سازنده با تغییر سریندی داخل آن اجرا می‌شود. شکل ۲۱-۳ طریقه‌ی اتصال کنتور راکتیو سه‌فاز به شبکه را نشان می‌دهد.

کار عملی ۵



موتور سه فاز الکتریکی که با یک کلید قطع و وصل (۱۰°) راه اندازی می شود.

ارزی الکتریکی واته و دواته یک موتور الکتریکی سه فاز را توسط یک کنتور سه فاز اکتیو و راکتیو اندازه گیری کنید.

نقشه اتصال مدار فوق را رسم کنید و آن را روی تابلوی برق بیندید.

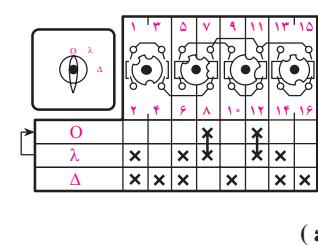
هدف I: راه اندازی موتور یک فاز آسنکرون

یک موتور یک فاز با سیم پیچ راه انداز موقت را به وسیله‌ی کلید دستی یک فاز مطابق مدار شکل ۳-۱۸ روی تابلوی کار بیندید و پس از اتصال مدار آن را راه اندازی کنید.

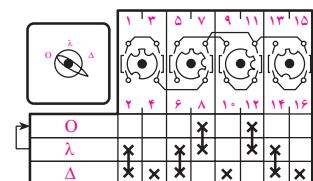
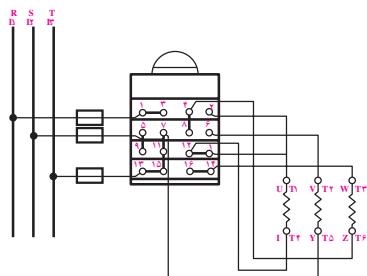
هدف II: اندازه گیری ارزی الکتریکی واته و دواته یک

مطالعه‌ی
آزاد

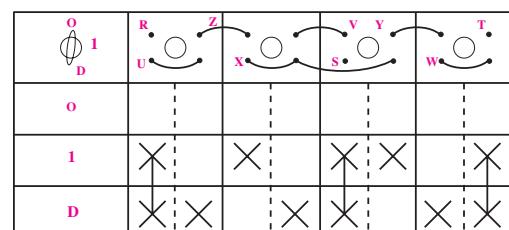
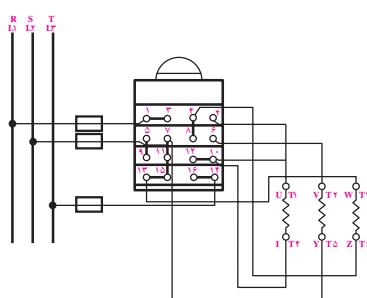
امروزه در کاتالوگ کلیدهای سه فاز از نقشه‌های دیگری برای نشان دادن وضعیت‌های عملکردی کن tact های داخل کلید استفاده می شود. در اینجا جهت آشنایی، تنها تصویر چند نمونه‌ی کاتالوگ کلید نشان داده شده است (شکل‌های ۳-۲۲ و ۳-۲۳).



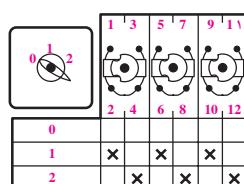
(a)



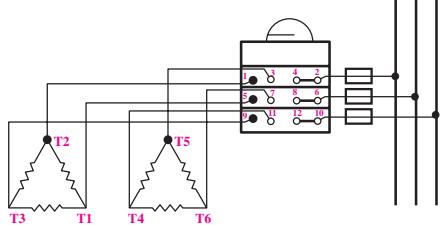
(b)



۳-۲۳



(c)



۳-۲۲

فصل چهارم

ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۲۴	۸۰	۱۰۴

راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز با کلید الکترومغناطیسی (کنتاکتور)

هدف‌های رفتاری : هنرجو باید در پایان این فصل بتواند :

- ۱- ساختمان و طرز کار کلیدهای مغناطیسی را شرح دهد.
- ۲- مزایای استفاده از کنتاکتور را نام ببرد.
- ۳- مشخصه‌های انتخاب یک کنتاکتور را شرح دهد.
- ۴- قسمت‌های مختلف یک کنتاکتور را موتاز نماید.
- ۵- ساختمان و طرز کار و کاربرد تجهیزات جانبی مدارهای فرمان (شامل فیوز، بی‌متال، تایمر، میکروسویچ و لامپ سیگنال) را شرح دهد.
- ۶- علائم اختصاری به کار رفته در نقشه‌های فرمان و قدرت را تشخیص دهد.
- ۷- نقشه‌های تک خطی و مسیر جریان و موتاز و ترمینالی را تشخیص داده و بخواند.
- ۸- مدار فرمان و قدرت یک موتور ساده‌ی سه‌فازه را به وسیله‌ی کنتاکتور و تجهیزات لازم طراحی کند، بیندد و راهاندازی نماید.
- ۹- مدار فرمان و قدرت یک موتور سه‌فازه را به صورت چپ‌گرد – راست‌گرد به وسیله‌ی کنتاکتور دستی – اتوماتیک (با استفاده از محدودکننده‌های الکتریکی) طراحی کند، بیندد و راهاندازی نماید.
- ۱۰- مدار فرمان و قدرت یک موتور سه‌فازه را به صورت ستاره – مثلث توسط کنتاکتور دستی و اتوماتیک (با استفاده از تایمر) طراحی کند، بیندد و راهاندازی نماید.
- ۱۱- مدار فرمان و قدرت یک موتور سه‌فازه را به صورت ستاره – مثلث چپ‌گرد – راست‌گرد طراحی کند، بیندد و راهاندازی نماید.
- ۱۲- مدار فرمان و قدرت ترمیز یک موتور سه‌فازه را به صورت ترمز جریان مخالف و ترمز با جریان مستقیم طراحی و راهاندازی کند.
- ۱۳- مدار فرمان و قدرت یک موتور سه‌فازه دالاندر را به صورت معمولی و چپ‌گرد – راست‌گرد طراحی و راهاندازی کند.
- ۱۴- مدارهای فرمان داده شده در تمرین‌ها را نقشه خوانی نموده و کاربردی را برای آن بنویسد.
- ۱۵- مدارهای فرمان و قدرت ماشین‌های الکتریکی و تأسیسات الکتریکی را عیب‌یابی و رفع عیب نماید.

مقدمه

در مدارهای فرمان الکتریکی وسایل مختلفی به کار می‌رود

که مهم‌ترین آن‌ها کنتاکتور یا کلید مغناطیسی است. استفاده از کنتاکتور در مدارهای کنترل، تنوع طراحی‌های مختلف را به وجود می‌آورد.

در این فصل، ضمن آشنایی با اجزای تشکیل‌دهنده‌ی مدارهای کنترل، با طراحی و اصول کار چندین مدار کنترل نیز آشنا می‌شویم.

بهره‌برداری مطمئن و بی‌وقفه از تأسیسات الکتریکی و مراکز تولید نیرو و تأمین انرژی الکتریکی موردنیاز تجهیزات برقی کارخانجات صنعتی و مراکز اقتصادی تا حدود زیادی به خصوصیات، ویژگی‌ها و طرز عمل کلیدها و وسایل کنترل مدارها بستگی دارد. در این فصل منظور از مدارهای کنترل، مدارهای فرمان الکتریکی‌اند، که از کلیدهای مغناطیسی یا کنتاکتورها استفاده می‌کنند.

۱- اجزای تشکیل‌دهنده‌ی مدارهای کنترل

۴- رله‌ی مغناطیسی، ۵- لامپ‌های سیگنال، ۶- فیوزها، ۷- لیمیت سویچ‌ها، ۸- کلیدهای تابع فشار، ۹- کلیدهای شناور، ۱۰- چشم‌های الکتریکی (سنسورها)، ۱۱- تایمر و انواع آن، ۱۲- ترمومترات، ۱۳- کلیدهای تابع دور، ۱۴- حروف و اعداد پلاستیکی، ۱۵- کمربند کابل.

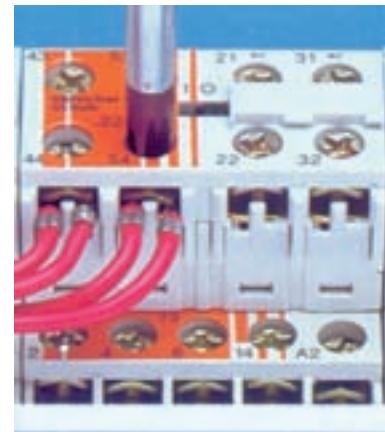
برای طراحی مدارهای کنترل و کار با آن‌ها باید وسایل تشکیل‌دهنده‌ی آن را به‌طور کامل شناخت و به اصول ساختمان و موارد استفاده این وسایل آشنا شد.

وسایلی که در مدارهای فرمان به کار می‌روند و در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از : ۱- کنتاکتور (کلید مغناطیسی)، ۲- شستی استارت، ۳- رله‌ی حرارتی،

۲- کنتاکتور با کلید مغناطیسی

کنتاکتور با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس - مانند رله‌ها - تعدادی کنتاکت را به‌یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می‌کند. از این خاصیت جهت قطع و وصل و یا تغییر اتصال مدار استفاده می‌شود (شکل ۱-۴).

کنتاکتور با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس - مانند رله‌ها - تعدادی کنتاکت را به‌یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می‌کند.

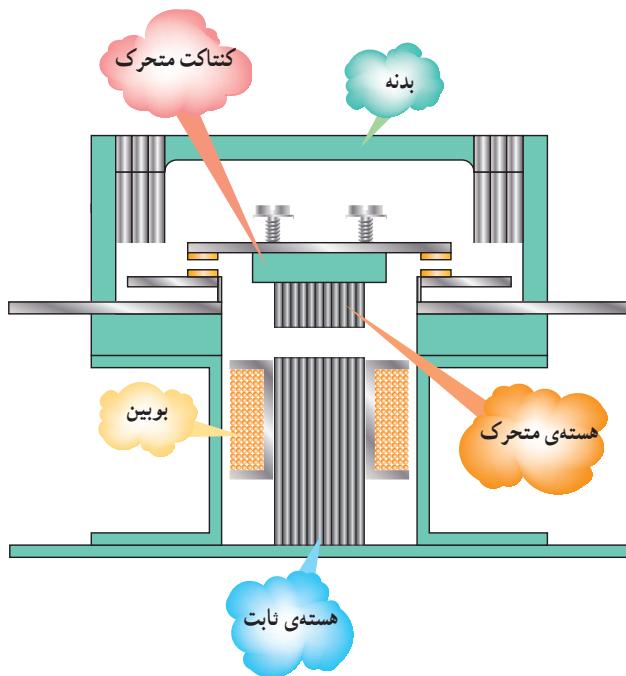


شکل ۱-۴

۱-۲- ساختمان کنتاکتور

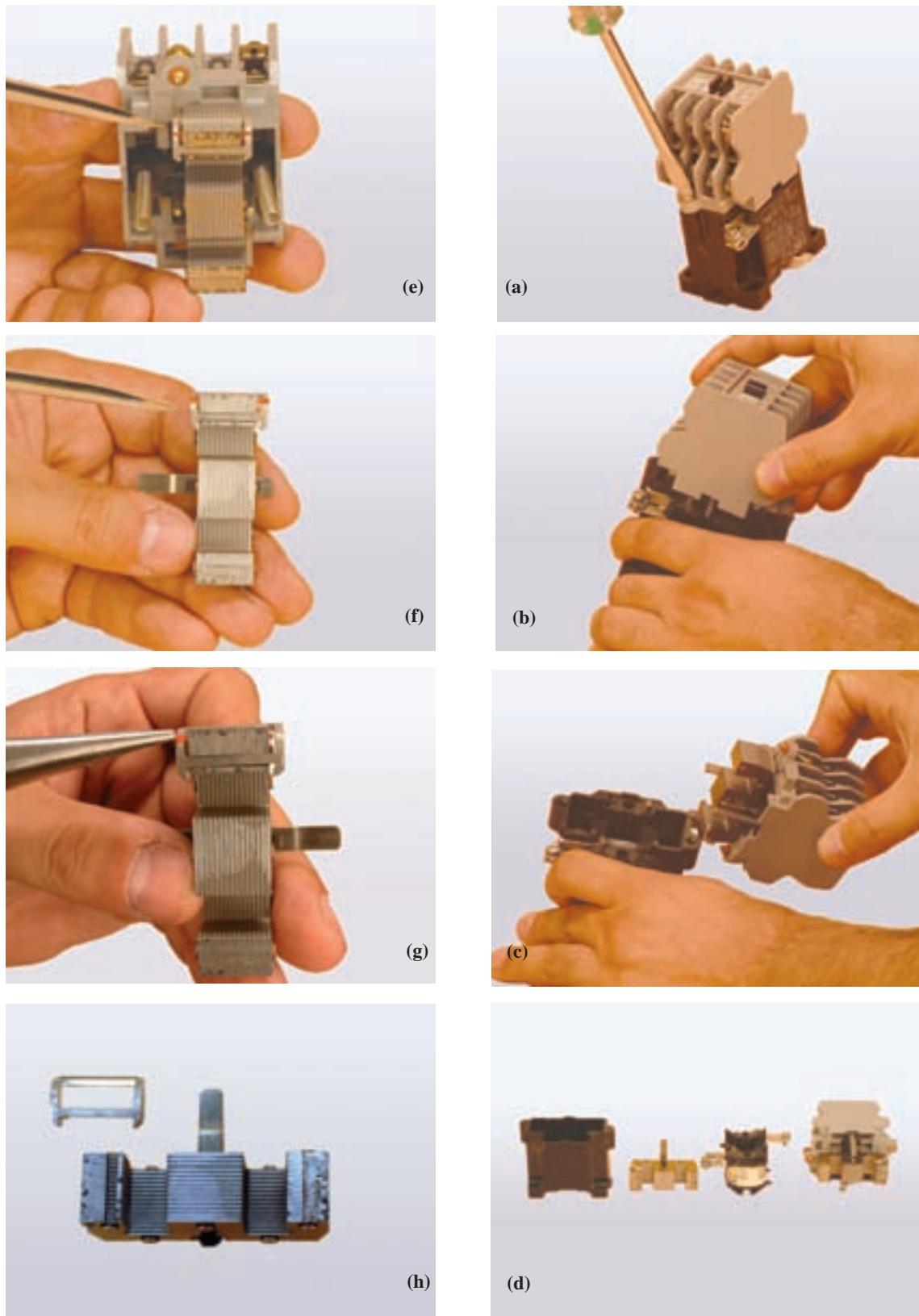
این کلید از دو هسته به شکل E یا U که یکی ثابت و دیگری متحرک است تشکیل می‌شود. در میان هسته‌ی ثابت بک بوین با سیم پیچ قرار دارد. وقتی بوین به برق متصل می‌شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی، نیروی کششی فنر را ختنا می‌کند و هسته‌ی فوکانی را به هسته‌ی تحتانی اتصال می‌دهد و باعث می‌شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال‌های ورودی و خروجی کلید متصل شود و یا باعث گردد کنتاکت‌های بسته‌ی کنتاکتور باز شوند.

در صورتی که مدار تقدیمه‌ی بوین کنتاکتور قطع شود، در اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد هسته‌ی متحرک دوباره به حالت اول باز می‌گردد. شکل ۴-۲ طرح ساده‌ای از یک کنتاکتور را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲- طرح ساده‌ای از یک کنتاکتور

مراحل باز کردن اجزای تشکیل دهنده یک نوع کنتاکتور در شکل ۳-۴ نشان داده شده است.

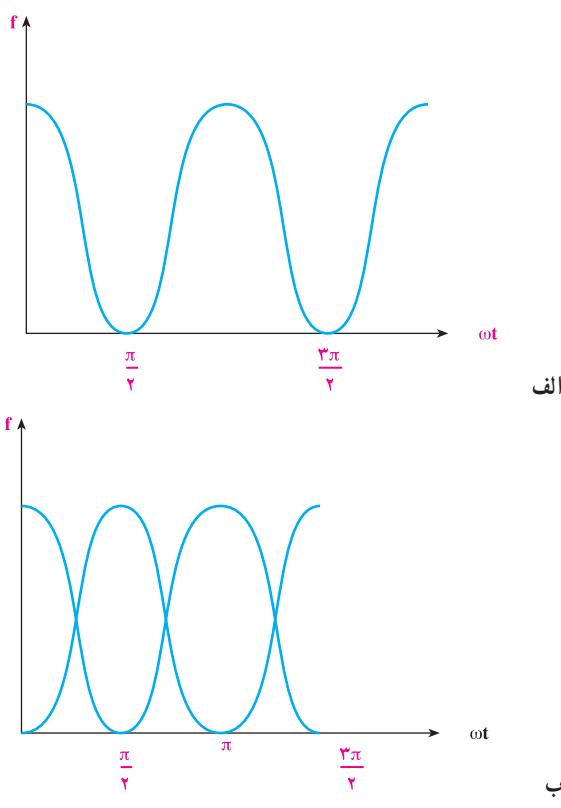


شکل ۳-۴- مراحل باز کردن اجزای تشکیل دهنده کنتاکتور

از بین برد و لرزش آن را برطرف کرد (شکل ۴-۴). عمل این حلقه مانند سیمیچ ثانویه‌ی ترانسفورماتوری است که در حالت اتصال کوتاه قرار گرفته و از آن جریان القابی عبور می‌کند و باعث می‌شود در مدار هسته فوران مغناطیسی فرعی ایجاد کند. این فوران فرعی با فوران اصلی اختلاف فاز دارد و در زمانی که نیروی کششی حاصل از فوران اصلی صفر باشد، نیروی کششی حاصل از فوران فرعی ماکزیمم خواهد بود و در حالتی که نیروی حاصل از فوران ماکزیمم باشد، این نیرو صفر خواهد بود و چون جمع این دو نیرو (مانند شکل ۴-۵) به هسته‌ی متحرک اثر می‌کند، نیروی کششی در هر لحظه از نیروی مقاومت فنر پیش‌تر خواهد بود.



شکل ۴-۴



شکل ۴-۵

۲-۲- مزایای استفاده از کنتاکتورها

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

۱- مصرف کننده از راه دور کنترل می‌شود.

۲- مصرف کننده از چند محل کنترل می‌شود.

۳- امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف کننده وجود دارد.

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

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

۶- عمر مؤثرشان بیش‌تر است.

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

کنتاکتور برای جریان‌های AC و DC ساخته می‌شود.

تفاوت این دو نوع کنتاکتور در آن است که در کنتاکتورهای AC از یک حلقه‌ی اتصال کوتاه برای جلوگیری از لرزش حاصل از فرکانس برق استفاده می‌گردد. نیروی کششی یک مغناطیس الکتریکی جریان متناوب، متناسب با مجدور اندکسیون مغناطیسی است. چون مقدار جریان لحظه‌ای با توجه به رابطه‌ی $I = I_{\max} \sin \omega t$ تغییر می‌کند، مقدار نیروی کششی مغناطیسی نیز برابر با

$$f = F_{\max} \sin \omega t$$

خواهد شد و تعداد دفعاتی که این نیرو ماکزیمم و صفر می‌شود، به اندازه‌ی دو برابر فرکانس شبکه خواهد گردید (شکل ۴-۵). در نتیجه، در لحظاتی که مقدار نیروی کششی بیش‌تر از نیروی مقاوم فرها کنتاکتور باشد، هسته‌ی کنتاکتور جذب می‌شود و در لحظاتی که مقدار نیروی کششی کم‌تر از مقدار نیروی فرها شود، هسته‌ی متحرک کنتاکتور تمایل پیدا می‌کند که به محل اول خود باز گردد. به این ترتیب در هسته‌ی متحرک لرزش و صدا ایجاد خواهد شد. این نوسانات را می‌توان به وسیله‌ی یک حلقه‌ی بسته، که در سطح قطب‌ها جاسازی شده و حدود نصف تا $\frac{2}{3}$ سطح هر قطب را پوشانده است،

راه اندازی و جریان دائمی را داشته باشد. همچنین در صورت اتصال کوتاه، جریان لحظه‌ای زیادی که از مدار عبور می‌کند و یا جرقه‌ای که هنگام قطع مدار ایجاد می‌شود، صدمه‌ای به کلید تزند.

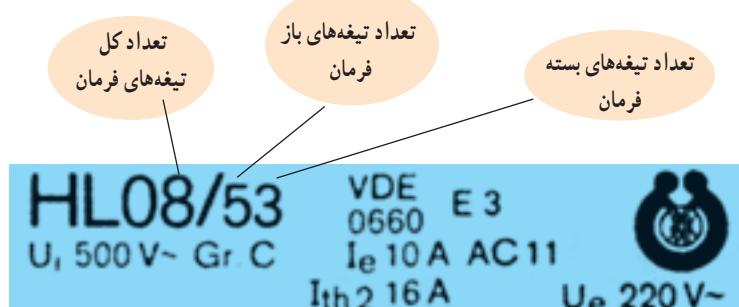
به‌این منظور و برای این که بتوانیم پس از طراحی مدار، کنتاکتور مناسب را برای اتصال مصرف‌کننده به شبکه انتخاب کنیم، باید با مقادیر نامی مربوط به کنتاکتور آشنا شویم. این مقادیر برای کلیدهای غیرمغناطیسی، مانند کلید اهرمی و غلتکی نیز، وجود دارد. در زیر با این مقادیر، که معمولاً مهم‌ترین آن‌ها بر روی بدنه کلید (شکل ۴-۶) نوشته شده است، آشنا می‌شویم.
برای انتخاب کنتاکتورها در قدرت‌های مختلف می‌توان از جدول‌های ۴-۱، ۴-۲ و ۴-۳ استفاده کرد.

ولتاژ تغذیه‌ی بوین کنتاکتورها متفاوت است و از ۲۴ تا ۲۸۰ ولت ساخته می‌شود. در اکثر کشورهای صنعتی برای حفاظت بیش‌تر، تغذیه‌ی بوین کنتاکتورها را زیر ولتاژ حفاظت شده (۶۵ ولت) انتخاب می‌کنند و یا برای تغذیه‌ی مدار فرمان، ترانسفورماتور مجزا کننده به کار می‌برند.

۳-۲- شناخت مشخصات فنی کنتاکتور

نوع کنتاکتور: با توجه به نوع مصرف‌کننده و شرایط کار، کنتاکتورها قدرت و جریان عبوری مشخصی برای ولتاژهای مختلف دارند. بنابراین، باید به جدول و مشخصات کنتاکتور توجه کافی مبذول کرد و انتخاب کنتاکتور را منطبق بر مشخصات موردنیاز قرار داد.

برای اتصال مصرف‌کننده به شبکه باید از کلید یا کنتاکتوری با مشخصات مناسب استفاده کرد که کنتاکت‌های آن تحمل جریان



شکل ۴-۶- مشخصات یک نمونه کنتاکتور

از آن جایی که کنتاکتورها را بیش‌تر برای راه‌اندازی موتورها لازم است که در فصل اول با چند نمونه از آن‌ها آشنا شویم. الکتروموتورها به کار می‌برند، آشنایی با پلاک نصب شده روی شده‌اید.

جدول ۱-۴- انواع کنتاکتورها و کاربرد آنها

نوع جریان	استاندارد و طبقه‌بندی کنتاکتور	موردن استفاده
AC	AC1	بار اهمی - بار غیر اندکتیو یا با اندکتیویته ضعیف - گرم کن برقی با ضربیب توان حدود $\cos\phi = 0.95$
	AC2	برای راه اندازی موتورهای آسنکرون روتور سیم پیچی، بدون ترمز جریان مخالف، جریان راه اندازی بستگی به مقاومت مدار روتور دارد.
	AC2'	برای راه اندازی موتور آسنکرون روتور سیم پیچی با ترمز جریان مخالف
	AC3	برای راه اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای - هنگام قطع جریان نامی از تیغه‌های کنتاکتور عبور می‌کند - تحمل جریان راه اندازی ۵ تا ۷ برابر جریان نامی
	AC4	برای راه اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای - به کار بردن ترمز جریان مخالف تغییر جهت گردش الکتروموتور روتور قفسه‌ای - تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک
	AC11	کنتاکتور کمکی - کنتاکتور فرمان بدون داشتن کنتاکت قدرت (کوپل مغناطیسی) - استفاده فقط در مدار فرمان
DC	DC1	بار اهمی - بار غیر اندکتیو یا با اندکتیویته ضعیف - گرم کن برقی
	DC2	راه اندازی موتور شنت - قطع کردن موتور هنگام کار
	DC3	برای راه اندازی موتور شنت با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک - مدار ترمز
	DC4	راه اندازی موتور سری - قطع موتور هنگام کار
	DC5	راه اندازی موتور سری با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد، در فواصل زمانی اندک - تغییر جهت گردش موتور - مدار ترمز
	DC11	کنتاکتور کمکی - کنتاکتور فرمان - کوپل مغناطیسی

جدول ۲-۴- جدول انتخاب کنتاکتور، بی‌متال و فیوز
برای موتورهایی که به صورت مستقیم (یک ضرب) به شبکه متصل می‌شوند

ولتاژ ۲۲۰_۲۴۰ V		ولتاژ ۳۸۰ V		کنتاکتور	بی‌متال	فیوز
KW	HP	KW	HP	A	A	A
		۰/۳۷	۰/۵	۹	۱_۱/۶	۲
۰/۳۷	۰/۵	۰/۵۵	۰/۷۵	۹	۱/۶_۲/۵	۲_۴
		۰/۷۵	۱	۹	۱/۶_۲/۵	۲_۴
۰/۵۵	۰/۷۵	۱/۱	۱/۵	۹	۲/۵_۴	۴_۶
۰/۷۵	۱	۱/۰	۲	۹	۲/۵_۴	۴_۶
۱/۱	۱/۵	۲/۲	۳	۹	۴_۶	۶_۸
۱/۵	۲	۳	۴	۹	۴_۶	۸_۱۲
				۹	۵/۵_۸	۸_۱۲
۲/۲	۳	۴	۵/۵	۱۶	۷_۱۰	۱۰_۱۲
۳	۴	۵/۵	۷/۵	۱۶	۱۰_۱۳	۱۲_۱۶
۴	۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۶	۱۲_۱۵	۱۶_۲۰
				۱۶	۱۲_۱۸	۱۶_۲۰
۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۳/۵	۲۵	۱۸_۲۵	۲۰_۲۵
		۱۱	۱۵	۲۵	۱۸_۲۵	۲۵
۷/۵	۱۰	۱۵	۲۰	۴۰	۲۲_۲۲	۳۲_۴۰
۱۰	۱۲/۵	۱۸/۵	۲۵	۴۰	۳۰_۴۰	۴۰
۱۱	۱۵			۴۰	۳۰_۴۰	۴۰
		۲۲	۳۰	۶۳	۲۸_۵۰	۵۰_۶۳
۱۵	۲۰			۶۳	۴۸_۵۷	۶۳
۱۸/۵	۲۵	۳۰	۴۰	۶۳	۴۸_۵۷	۶۳
				۶۳	۵۷_۶۶	۶۳
۲۲	۳۰	۳۷	۵۰	۸۰	۶۶_۸۰	۸۰
		۴۵	۶۰	۱۲۵	۷۵_۱۰۵	۱۰۰
۳۰	۴۰	۵۵	۷۵	۱۲۵	۹۵_۱۲۵	۱۲۵

برای مثال، موتور ۲۲KW یا ۳۰ HP مورد نظر است. برای انتخاب وسایل موردنیاز در ستونی که بالای آن ولتاژ ۳۸۰ و لوت مشخص شده، عدد ۲۲KW و ۳۰ HP را پیدا می‌کنیم. سپس روی آن، عدد ۶۳ را برای جریان کنتاکتور و عدد ۳۸_۵۰ را برای جریان بی‌متال و ۵۰_۶۳ را برای جریان فیوز معلوم می‌نماییم.

شرح جدول ۲-۴: این جدول از ۷ ستون تشکیل شده است. ستون‌های اول و دوم قدرت موتورهارا بر حسب کیلووات و اسپ بخار برای ولتاژ ۲۲۰ تا ۲۴۰ ولت نشان می‌دهد. ستون سوم و چهارم قدرت موتورها را برای ولتاژ خطی ۳۸۰ ولت مشخص می‌کند. ستون پنجم جریان کنتاکتور را برای قدرت‌های موردنظر و ستون ششم جریان بی‌متال لازم را برای موتور موردنظر معلوم می‌کند و بالاخره ستون هفتم فیوز موردنیاز را مشخص می‌نماید. این جدول برای موتورهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که به صورت مستقیم به شبکه‌ی برق متصل شوند.

**جدول ۴-۳— جدول انتخاب کنتاکتور، بی‌متال و فیوز
برای موتورهایی که به صورت ستاره مثلث راهاندازی می‌شوند**

ولتاژ ۲۲۰—۲۴۰ V		ولتاژ ۳۸۰ V		جریان کنتاکتور	جریان بی‌متال	جریان فیوز
KW	HP	KW	HP	A	A	A
۴	۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۲	۷-۱۰	۱۶
				۱۲	۷-۱۰	۲۰
۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۳/۵	۱۲	۱۰-۱۳	۲۰
		۱۱	۱۵	۱۶	۱۳-۱۸	۲۵
۷/۵	۱۰	۱۵	۲۰	۱۶	۱۳-۱۸	۳۲
۱۰	۱۳/۵	۱۸/۵	۲۵	۲۵	۱۸-۲۵	۴۰
۱۱	۱۵			۲۵	۱۸-۲۵	۴۰
				۲۵	۱۸-۲۵	۵۰
		۲۲	۳۰	۴۰	۲۲-۳۲	۵۰-۶۳
۱۵	۲۰			۴۰	۲۲-۳۲	۶۳
۱۸/۵	۲۵	۳۰	۴۰	۴۰	۳۰-۴۰	۶۳
				۴۰	۳۰-۴۰	۸۰
				۴۰	۳۰-۴۰	۸۰
۲۲	۳۰	۳۷	۵۰	۶۳	۳۸-۵۰	۸۰
				۶۳	۳۸-۵۰	۱۰۰
		۴۵	۶۰	۶۳	۴۸-۵۷	۱۰۰
۳۰	۴۰	۵۵	۷۵	۶۳	۵۷-۶۶	۱۲۵
۳۷	۵۰			۸۰	۶۰-۸۰	۱۲۵
۴۵	۶۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۷۵-۱۰۵	۱۶۰
				۱۲۵	۷۵-۱۰۵	۲۰۰
۵۵	۷۵	۹۰	۱۲۵	۱۲۵	۹۵-۱۲۵	۲۰۰

شرح جدول ۴-۳ : این جدول برای موتورهای آسنکرون کنتاکتور و بی‌متال نسبت به حالت راهاندازی مستقیم این است که در اتصال مثلث، که اتصال دائم کار موتور است، جریان مصرفی آن موتور از دو کنتاکتور به صورت موازی عبور می‌کند.

مثال قبل، یعنی موتور ۲۲KW یا HP ۳۰ را در نظر می‌گیریم. طبق روش قبلی، کنتاکتور موردنیاز ۴۰ آمپر و بی‌متال آن ۲۳-۳۲ آمپر و فیوز موردنیاز ۶۳-۵۰ آمپر خواهد بود. علت کاهش آمپر تحمیل کند. به همین ترتیب چون بی‌متال، روی یکی از کنتاکتورها قرار می‌گیرد، جریان تنظیمی آن کاهش می‌یابد.

۳- شستی استاپ و سلکتور سوئیچ‌های فرمان

به شستی استاپ و استارت دوبل معروف‌اند.

آن‌ها به‌وسیله‌ی دست انجام می‌گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوت طراحی می‌شوند. شستی‌هایی را که با چرخاندن کلیدی می‌توان در شرایط کار یا قطع به‌صورت پایدار نگاه داشت سلکتورهای سوئیچی گفته می‌شود.

شکل ۴-۷ تصاویری از چند نمونه شستی و شکل ۴-۸ چند نمونه کلید سوئیچ را نشان می‌دهد.

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

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



شکل ۴-۷- چند نوع شستی استاپ و استارت

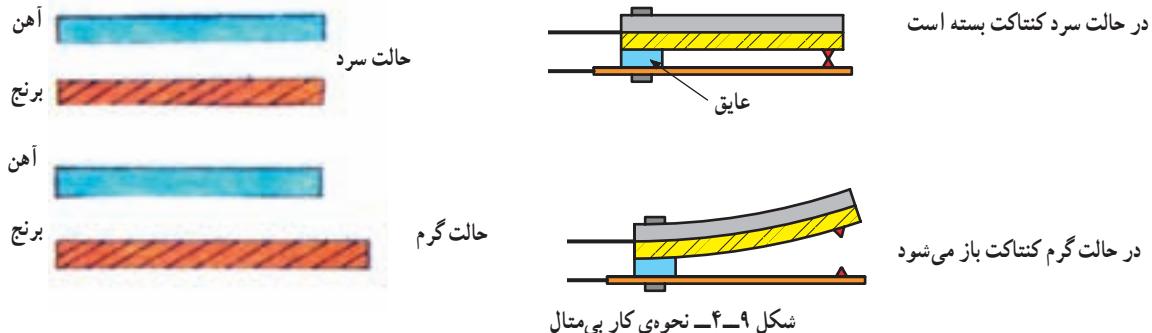


شکل ۴-۸- نمای چند نوع شستی سلکتوری و شستی قفل‌شونده

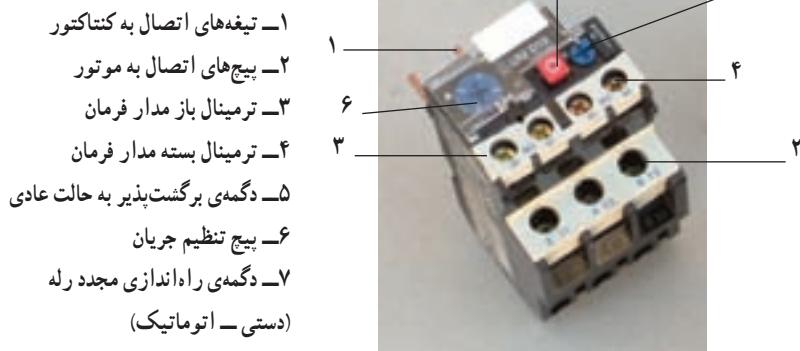
۴- رله‌ی حرارتی (بی‌متال)

خاصیت بی‌متال در فیوزها، رله‌های بی‌متالی و... استفاده می‌شود. رله‌ی بار زیاد (بی‌متال) قابل تنظیم است و در مقابل اضافه بار از 10°C تا 15°C برابر جریان نامی، موتور را قطع می‌کند. در نمونه‌ی سه فاز آن رله‌ی حرارتی از سه پل قدرت برای عبور جریان اصلی مصرف کننده تشکیل شده و دارای دو کنتاکت فرمان است: یکی کنتاکت بسته جهت قطع مدار تقدیمه‌ی کنتاکتور و دیگری کنتاکت باز که پس از عمل بی‌متال بسته می‌شود و برای اطلاع دادن از خطای حاصل در مدار به کار می‌رود. بعضی از این رله‌ها کلیدی دارند که برای دو حالت دستی و اتوماتیک طراحی شده‌اند. در حالت دستی پس از عمل رله باید با دست آن را به حالت اول برگرداند. در حالت اتوماتیک، رله پس از مدت زمانی معین به حالت اول باز می‌گردد. در شکل ۴-۱، چند نمونه رله‌ی بی‌متال نشان داده شده است.

دستگاه‌های الکتریکی را باید در مقابل خطرات و خطاهای احتمالی حفاظت کرد. یکی از راه‌های حفاظت موتورهای الکتریکی، استفاده از رله‌ی حرارتی و رله‌ی مغناطیسی است. رله‌ی حرارتی، موتور را در مقابل اضافه بار (بار زیاد) حفاظت می‌کند. اصول ساختمان آن از دو فلز، که دارای ضرب انسیاط طولی مختلف‌اند، تشکیل شده است (شکل ۴-۹). این دو فلز در حالت گرم، بهوسیله‌ی غلتک پرس و به صورت یک تکه دیده می‌شود. این دو فلز یک بی‌متال را تشکیل می‌دهند. در اثر عبور جریان، هر دو فلز گرم و طول آن‌ها زیاد می‌شود و چون از دیاد طول یکی از فلزات بیش‌تر از دیگری است، از این‌رو دو فلز با هم خم می‌شوند. این حرکت به‌طور مستقیم و یا بهوسیله‌ی اهرم‌هایی به یک کنتاکت منتقل می‌شود و مدار را قطع یا وصل می‌کند. از

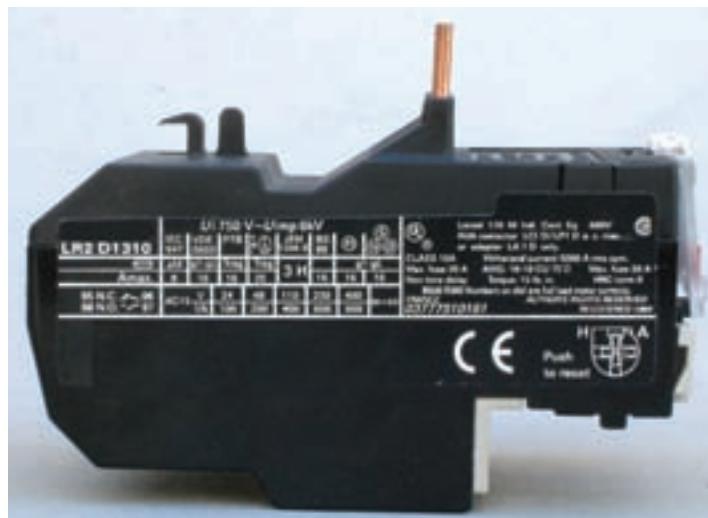


شکل ۴-۹- نحوه کار بی‌متال

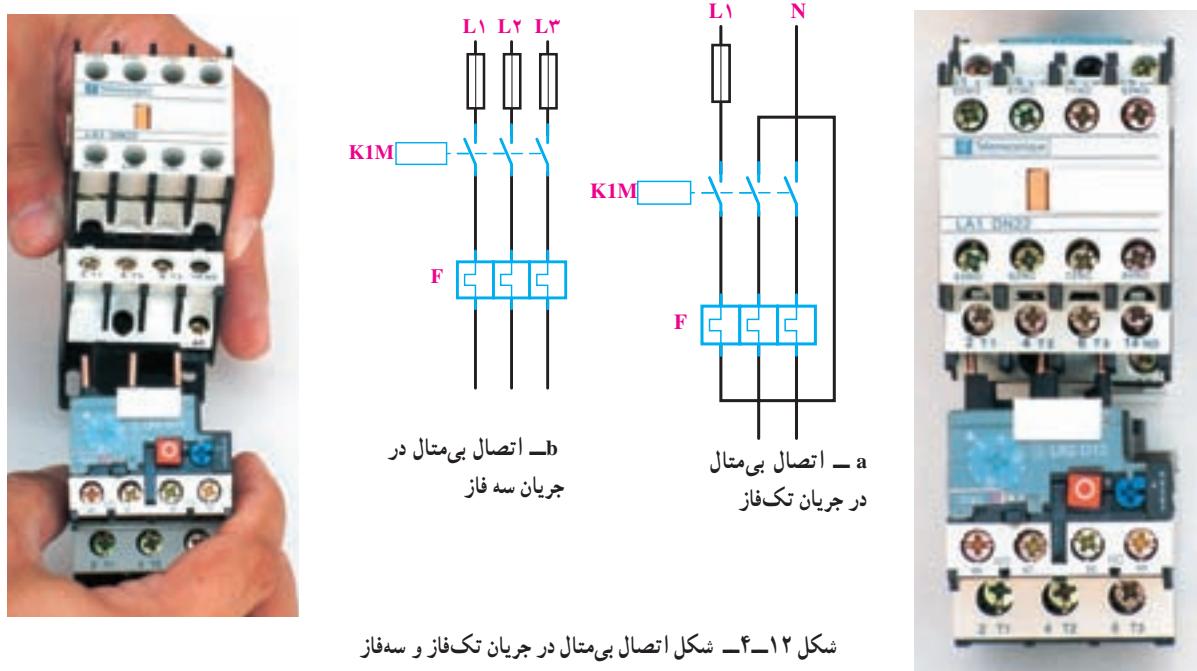


شکل ۴-۱۰- نمای خارجی بی‌متال

در شکل های ۱۱-۴ و ۱۲-۴، به ترتیب مشخصات و نحوه اتصال یک نمونه رله حرارتی زیر کنتاکتور را مشاهده می کنید.



شکل ۱۱-۴ - مشخصات یک نمونه بی متال و نحوه اتصال آن به یک کنتاکتور



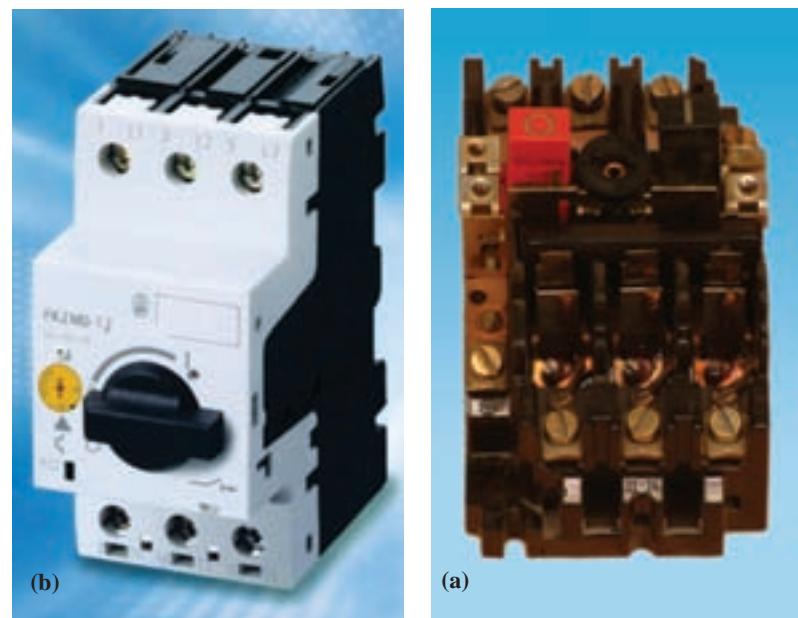
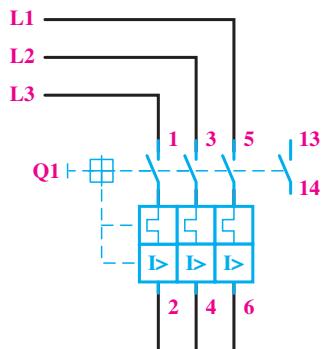
۵- کلید محافظ موتور

و مدار را قطع می کند. عضو مغناطیسی این رله از یک هسته‌ی آهنی ثابت و یک هسته‌ی متحرک و یک بویین تشکیل شده است؛ به طوری که هسته‌ی متحرک از طریق نیروی یک فنر به طرف بالا کشیده شده است. وقتی که جریان از حد تنظیم شده بالاتر رود یا

کلید محافظ می تواند موتور را در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت کند و برای عمل رله، معمولاً آن را روی جریان معینی تنظیم می کنند (۱/۵ تا ۱/۸ برابر جریان نامی). وقتی که جریان از حد تنظیم شده بیشتر شود، عضو حرارتی رله عمل

سریع می‌گویند(شکل ۴-۱۳).
کلید محافظت موتور می‌تواند جایگزین فیوز و بی‌متال در مدارهای صنعتی شود.

در مدار اتصال کوتاه به وجود آید، بوین مغناطیس شده هسته‌ی متحرک را به سمت پایین می‌کشد و باعث قطع کنتاکت‌های متصل به هسته‌ی متحرک می‌شود؛ در نتیجه رله‌ی مدار را قطع می‌کند.
مدت زمان عمل رله بسیار کم است؛ به همین دلیل این رله را رله‌ی



شکل ۴-۱۳—کلید محافظت موتور

۶—لامپ‌های سیگنال

عیب دستگاه و ... را نشان دهد، ضروری است لامپ‌های سیگنال را، قبل از اتصال در مدار مورد آزمایش قرارداد و از سالم بودن آن کاملاً مطمئن شد تا در صورت بروز خطا در مدار بتواند به خوبی عمل کند (شکل ۴-۱۴).

لامپ‌های علامت‌دهنده یا لامپ‌های سیگنال در کلیه‌ی دستگاه‌های صنعتی و تابلوهای توزیع و تابلو فرمان به کار می‌رود.
نوع استفاده از لامپ متفاوت است. از این لامپ به عنوان لامپ خبر استفاده می‌شود و می‌تواند روشن بودن، خاموش بودن و یا

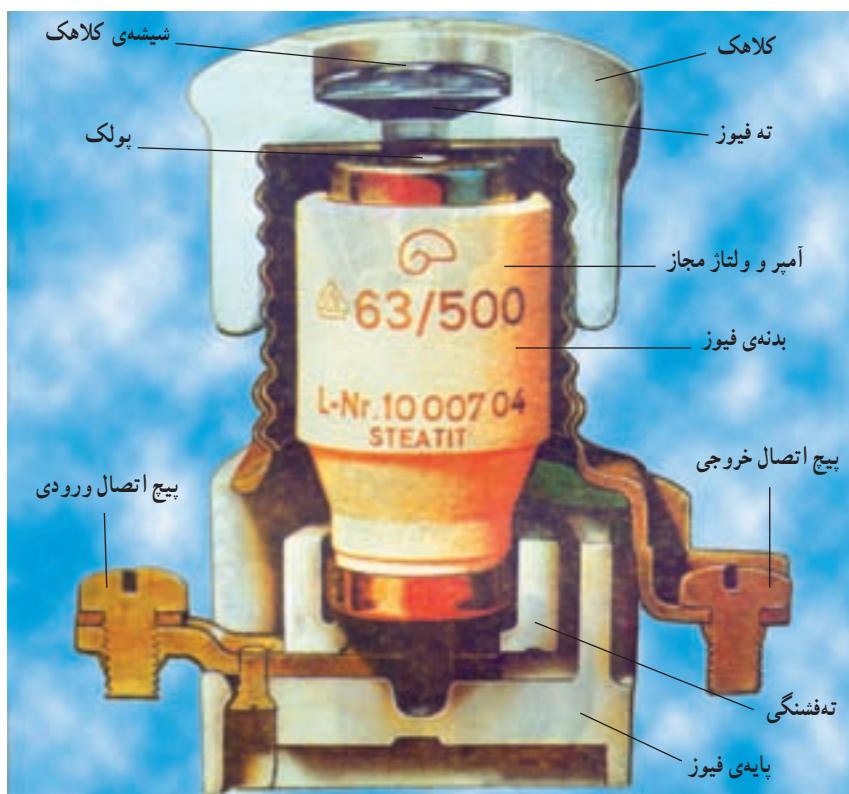


شکل ۴-۱۴—لامپ‌های سیگنال

۷- فیوزها

کوتاه در کمترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه‌ای به سیم‌ها و تجهیزات الکتریکی شبکه برسد، مدار قسمت معیوب را قطع کنند. یکی از این وسایل حفاظتی، فیوز است. فیوزها از نظر زمان قطع، بر حسب منحنی ذوب سیم حرارتی داخل آن‌ها، به دو نوع تندکار و کندکار تقسیم می‌شوند.

در کلیه‌ی تأسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و نیز برای قطع کردن دستگاه‌های معیوب از شبکه (بر اثر عوامل مختلف از قبیل نقصان عایق‌بندی، ضعف استقامت الکتریکی یا مکانیکی و از دیاد بیش از حد جریان مجاز «اتصال کوتاه») وسایل حفاظتی مختلف به کار می‌رود. این وسایل باید طوری انتخاب شوند که در اثر اضافه بار یا اتصال



شکل ۱۵-۴- نمای برش خورده فیوز فشنگی

فیوزها در انواع فشنگی، اتوماتیک (آلفا)، مینیاتوری، بُکس، کاردی (تیغه‌ای)، شیشه‌ای یا کارتیج و فیوزهای فشار قوی ساخته می‌شوند. معمولاً فیوزهایی که در مدار قدرت به کار می‌روند، مدار کن tactور را در مقابل اتصال کوتاه محافظت می‌کنند؛ یعنی در واقع حفاظت سیم‌های رابط مدار را نیز به عهده دارند. بنابراین، در مدارهایی که مثلًاً فیوز ۲۵ آمپری به کار می‌رود، ممکن است در مدار فرمان آن‌ها از سیم نمره‌ی 1mm^2 یا $1/5\text{mm}^2$ استفاده شود. پس

فیوزهای تندکار زمان قطع کمتری نسبت به فیوزهای کندکار دارند و به همین دلیل در مصارف روشنایی به کار می‌روند. فیوزهای کندکار دارای زمان قطع طولانی‌تری هستند و در نتیجه برای راهاندازی موتورهای الکتریکی به کار می‌روند. جریان راهاندازی موتور در حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی است که بر روی کلیه‌ی فیوزها جریان نامی آن‌ها نوشته می‌شود. این جریان کمتر از جریان ماکریم تحمل فیوز است.

لازم است مدار فرمان با فیوز جداگانه‌ای حفاظت شود.

۱-۷-۱- فیوز فشنگی : با ساختمان و طرز کار این فیوز

در کتاب سیم کشی (۱) آشنا شدید (شکل ۴-۱۵).



شکل ۴-۱۶

۱-۷-۲- فیوز اتوماتیک : فیوز اتوماتیک یا آلفا نوعی فیوز خودکار است که عبور جریان بیش از حد مجاز از آن باعث قطع مدار می‌شود؛ اما می‌توان دوباره شستی آن را به داخل فشرد تا ارتباط برقرار گردد. بعضی از فیوزهای خودکار دو عمل جریان زیاد و بار زیاد را در مدارها کنترل می‌کنند؛ اما پس از قطع شدن، باید پس از مدت کمی دوباره شستی مربوط به آن را فشار داد تا مدار را وصل کند.

در فیوزهای اتوماتیک دو عنصر مغناطیسی و حرارتی وجود دارد. اولی اتصال کوتاه یا جریان زیاد و دومی (بی‌متال) بار زیاد (افزایش جریان تدریجی) را قطع می‌کند (شکل ۴-۱۶).



شکل ۴-۱۷-۱- الف



طرز قرارگیری فیوز روی ریل

شکل ۴-۱۷-۱- ب

۱-۷-۳- فیوز مینیاتوری (MCB) : نوعی فیوز

اتوماتیک است که از نظر ساختمان داخلی به فیوز آلفا شباهت دارد و از سه قسمت رله‌ی مغناطیسی (رله‌ی جریان زیاد زمان سریع)، رله‌ی حرارتی یا رله‌ی بی‌متال (رله‌ی جریان زیاد تأخیری) و کلید تشکیل شده است. (شکل ۴-۱۷) این مجموعه را کلید مینیاتوری نیز می‌نامند. این فیوزها در استاندارد VDE قدیم با دو حرف L و G نامگذاری می‌شدند که حرف L نشان‌دهنده فیوز تندکار و در مصارف روشنایی به کار می‌رفت و حرف G کندکار و در راه اندازی موتورها استفاده می‌شد. امروزه در استاندارد IEC نوع تندکار با حرف B و نوع کندکار با حرف C نشان داده می‌شود. این فیوزها در انواع تک‌فاز و سه‌فاز ساخته می‌شوند (شکل ۴-۱۷).

باید توجه داشت که جدول انتخاب فیوز برای محیطی با درجهٔ حرارت ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد تهیه شده است و در صورت بالا بودن درجهٔ حرارت محیط باید از فیوزهایی با نمرهٔ کوچک‌تر استفاده کرد (زیرا در درجهٔ حرارت بالاتر جریان مجاز سیم‌ها کم می‌شود) و فیوز را باید، با توجه به جریان مجاز جدید، انتخاب کرد.

اعدادی که در داخل پرانتز نوشته شده‌اند، حداکثر جریان نامی فیوز است.

در جدول ۴-۴ ستون اول، سطح مقطع سیم‌های مسی بر حسب میلی‌مترمربع داده شده است.

گروه اول: سیم‌های تک رشته‌ای تا سه سیم در یک لوله – سیم‌های رشته‌ای کابل مانند در لوله؛

گروه دوم: سیم‌های رشته‌ای کابل مانند خارج از لوله – سیم‌های متحرک؛

گروه سوم: سیم‌های یک‌لا در فضای آزاد (حداقل فاصلهٔ سیم‌ها به اندازهٔ قطر سیم).

جدول ۴-۴ – مقدار جریان فیوز برای حفاظت در مقابل جریان اضافی، با ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد حرارت محیط

جریان نامی فیوز حفاظت‌کنندهٔ سیم سطح مقطع سیم مسی	جریان نامی فیوز حفاظت‌کنندهٔ سیم		
	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
mm ^۲	[A]	[A]	[A]
۰/۷۵	–	۱۰(۱۰)	۱۰(۱۵)
۱	۶(۱۰)	۱۰(۱۵)	۱۵(۲۰)
۱/۵	۱۰(۱۵)	۱۵(۲۰)	۲۰(۲۵)
۲/۵	۱۵(۲۰)	۲۰(۲۵)	۲۵(۳۵)
۴	۲۰(۲۵)	۲۵(۳۵)	۳۵(۵۰)
۶	۲۵(۳۵)	۳۵(۵۰)	۵۰(۶۰)
۱۰	۳۵(۵۰)	۵۰(۶۰)	۶۰(۸۰)
۱۶	۵۰(۶۰)	۶۰(۸۰)	۸۰(۱۰۰)
۲۵	۶۰(۸۰)	۸۰(۱۰۰)	۱۰۰(۱۲۵)
۳۵	۸۰(۱۰۰)	۱۰۰(۱۲۵)	۱۲۵(۱۶۰)
۵۰	۱۰۰(۱۲۵)	۱۲۵(۱۶۰)	۱۶۰(۲۰۰)
–	۱۰۰(–)	۱۲۵(۱۶۰)	۱۶۰(۲۰۰)
۷۰	–	۱۶۰(۲۲۵)	۲۰۰(۲۶۰)

۸- لیمیت سوئیچ‌ها (سوئیچ‌های محدودکننده)

داده شده است.

به لیمیت سوئیچ‌هایی که در ابعاد کوچک ساخته می‌شوند میکروسوئیچ هم گفته می‌شود.

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

این نوع کلیدها معمولاً برای فرمان‌های مکانیکی یا محدود کردن حرکت دستگاه به کار می‌روند. ساختمان داخلی آن‌ها مانند استاپ استارت‌هاست و به صورت ساده و دوبل و چند کنتاکته ساخته می‌شوند. در شکل‌های ۴-۱۸ و ۴-۱۹ الف انواع این کلیدها و شکل ۴-۱۹ ب علامت اختصاری میکروسوئیچ نشان



شکل ۴-۱۸- انواع لیمیت سویچ ساده

۲- کلید محدودکننده قرقه‌ای

۴- کلید محدودکننده قرقه‌ای یک‌طرفه از چپ

۶- کلید محدودکننده آنتنی دو‌طرفه

۱- کلید محدودکننده فشاری انتهایی

۳- کلید محدودکننده قرقه‌ای یک‌طرفه از راست

۵- کلید محدودکننده قرقه‌ای دو طرفه



شکل ۴-۱۹-الف



ب- علامت اختصاری میکروسوئیچ

۹- کلیدهای تابع فشار (کلیدهای گازی)

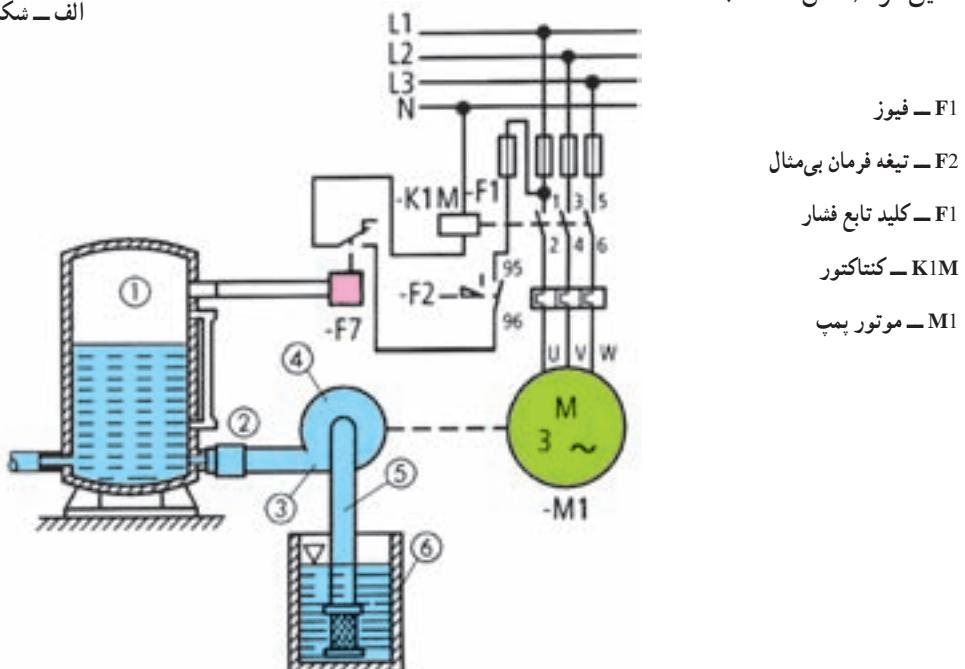


الف - شکل ظاهری

- ۱- مخزن فشار
 - ۲- شیر یکطرفه
 - ۳- لوله فشار
 - ۴- پمپ
 - ۵- لوله به همراه فیلتر
 - ۶- چاه
- ج - علامت اختصاری

این کلیدها برای کنترل سطح گاز داخل مخازن و کمپرسورها، تنظیم فشار آب داخل لوله‌ها و روشن و خاموش کردن اتوماتیک این دستگاهها مورد استفاده قرار می‌گیرد. عامل فرمان این کلید، فشار گاز یا مایع داخل مخزن است.

فشار گاز مؤثر بر صفحه‌ی داخلی کلید نیرویی وارد می‌کند که باعث تحریک می‌شود و یک کنتاکت باز را می‌بندد و یا کنتاکت بسته‌ای را باز می‌کند. حرکت برگشت را می‌توان به وسیله‌ی فنر تأمین کرد (شکل ۴-۲۰).

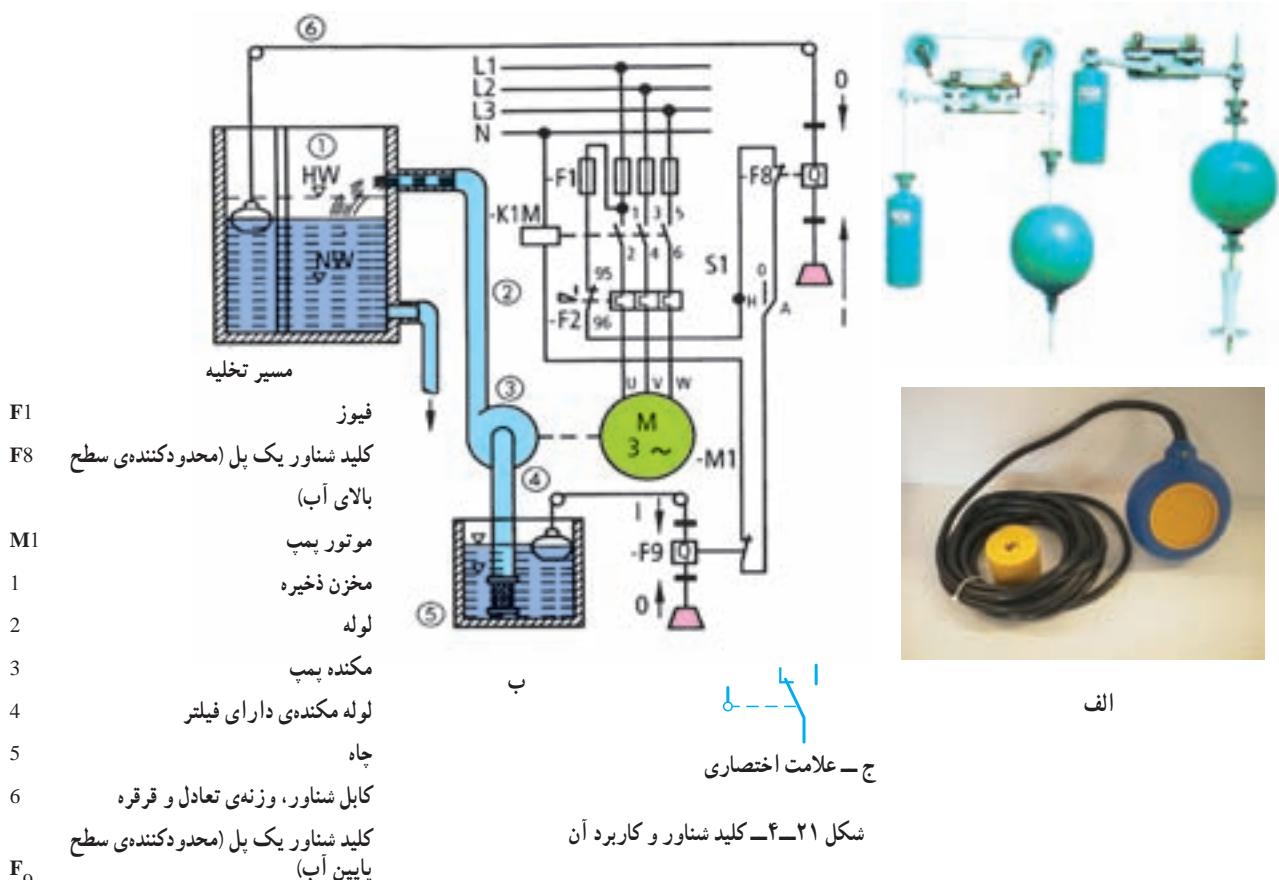


ب - نمونه‌ی مداری کلید تابع فشار

شکل ۴-۲۰- کلید تابع فشار

می‌کنند با تغییر سطح مایع داخل مخزن، شناور تغییر مکان می‌دهد و با فرمان دادن به میکروسویچ داخل کلید باعث قطع و وصل مدار می‌شود. در شکل ۴-۲۱ نمونه‌هایی از این کلید به همراه یک نمونه مدار کاربردی آن نشان داده شده است.

کلیدهای شناور برای کنترل سطح آب یا مایعات داخل منبع‌ها، استخراها و مخازن مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختمان این کلید از وزنه‌ی تعادل، یک قسمت شناور و یک میکروسویچ تشکیل شده است. هنگامی که قسمت شناور را، با توجه به شکل کار، تنظیم



۱۱- چشم‌های الکتریکی (سنسورها)

نتیجه به دستگاه‌های مورد نظر فرمان می‌دهد. از این کلید، در دستگاه‌های صنعتی و خطوط تولید، استفاده‌ی فراوان می‌شود. در شکل ۴-۲۲-الف چند نمونه از این کلید و در شکل ۴-۲۲-ب و ۴-۲۲-ج زمینه‌ی کاربردی و علامت اختصاری آن نشان داده شده است.

این وسیله نوعی کلید فرمان دهنده است که، بدون برخورد فیزیکی دست یا هر وسیله‌ی دیگری، توسط سیستم چشم الکتریکی از فاصله‌ی خاص با توجه به نوع سنسور واکنش نشان می‌دهد و فرمان صادر می‌کند؛ هم‌چنین به وسیله‌ی رله‌ای که در داخل آن به کار رفته است، کن tact‌هایی را باز می‌کند یا می‌بندد و در



۱۲- رله‌ی زمانی (تایمر) و انواع آن

که از طریق چرخ‌دنده یک دیسک را در مقابل میکروسویچ می‌چرخاند.

ساختمان داخلی تایمر موتوری : محل دیسک در لحظه‌ی شروع به کار، قابل تنظیم است و پس از تنظیم زمان آن (توسط زایده‌ی خارجی) و تغذیه‌ی تایمر، موتور با دور ثابت به گردش درمی‌آید و با گردش موتور، زمان تایmer شروع می‌شود. تایمر پس از گردش، به سبب برخورد با زایده‌ی دیسک، متوقف می‌شود و به میکروسویچ داخلی فرمان می‌دهد. آن‌گاه کن tact های تایمر عمل می‌کنند و اتوماتیک قطع می‌شود و موتور از کار می‌افتد. زمان وصل این رله‌ها از دهم ثانیه تا به طور دائم قابل تنظیم است.

شکل ۴-۲۳ تایمر موتوری را نشان می‌دهد.

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

الف - رله‌ی زمانی موتوری یا الکترومکانیکی؛

ب - رله‌ی زمانی الکترونیکی؛

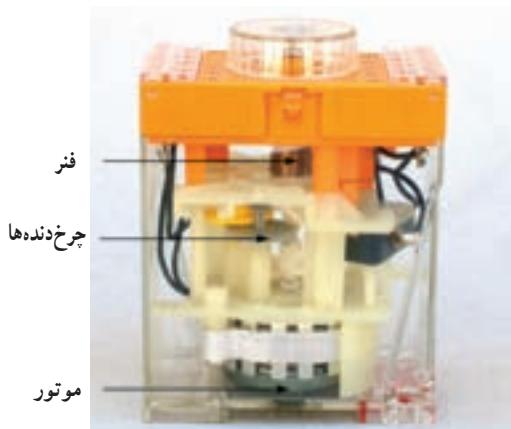
پ - رله‌ی زمانی نیوماتیکی (با فشار هوای)؛

ت - رله‌ی زمانی بی‌متال یا حرارتی؛

ث - رله‌ی زمانی هیدرولیکی؛

الف - رله‌ی زمانی موتوری یا الکترومکانیکی

این نوع تایمر از یک موتور کوچک تشکیل شده است



شکل ۴-۲۳

داده شده است.

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

از تایمرهای الکترونیکی برای تنظیم زمان‌های کمتر از ثانیه تا چندین ثانیه استفاده می‌شود. در ساختمان این تایمرها، از مدارها و اجزای الکترونیکی استفاده شده است. در شکل ۴-۲۴ نمای ظاهری، مدار الکترونیکی داخلی یک تایمر نشان

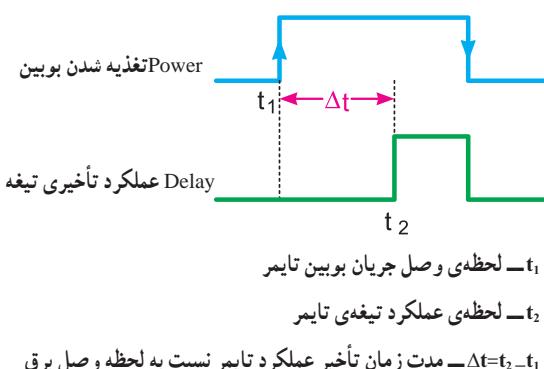
ب - رله‌ی زمانی الکترونیکی



الف - نمای ظاهری

ب - مدار داخلی

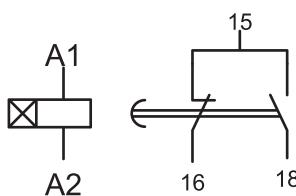
شکل ۴-۲۴ - نمای ظاهری و مدار داخلی تایمر الکترونیکی



در شکل ۴-۲۵ دو نوع تایمر شان داده شده است.
تایمرهای متداول در صنعت برق از نوع تأخیر در وصل^۱ است.



شکل ۴-۲۶ - شمای حقیقی، فنی و مشخصه‌ی زمانی^۲ رله‌ی تأخیر در وصل



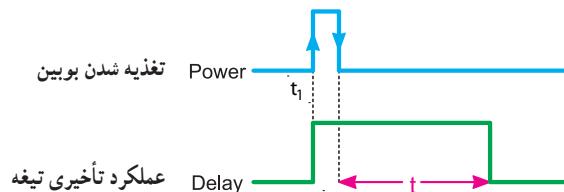
تایمر تأخیر در قطع^۳ با لبه‌ی بالا رونده (وصل برق) عمل می‌کند و باله‌ی پایین رونده (قطع برق)، زمان‌سنجی را آغاز می‌کند و با اتمام زمان به حالت اولیه برگشت (شکل ۴-۲۷).

این نوع تایمر با لبه‌ی بالا رونده (وصل برق) زمان‌سنجی را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان تنظیم شده بر روی آن، عمل می‌کند این تایمر با لبه‌ی پایین رونده (قطع برق) به حالت اولیه خود برگشت (شکل ۴-۲۶).

شکل ۴-۲۵

پ-رلهی زمانی نیوماتیکی

در این تایمر از خاصیت ذخیره‌سازی و فشردگی هوا استفاده می‌شود.



۱- لحظه‌ی وصل جریان به بویین تایمر

۲- لحظه‌ی عملکرد تیغه تایمر

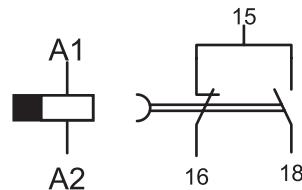
۳- مدت زمان تأخیر عملکرد تایمر نسبت به لحظه‌ی قطع برق

ت-رلهی زمانی بی‌متال یا حرارتی (تایمر حرارتی)

این نوع تایمر با استفاده از خاصیت بی‌متال کار می‌کند و در انواع رلهی حرارتی ذوب‌شونده، رلهی حرارتی بی‌متال و رلهی حرارتی معکس کننده میله‌ای ساخته می‌شود.

ث-رلهی زمانی هیدرولیکی

در این رله‌ها از سیستم هیدرولیکی، جهت تأخیر در مدار، استفاده می‌شود. طرز کار آن طوری است که وقتی جریان برق به رله وصل می‌شود، مقداری روغن در داخل آن جابه‌جا می‌گردد. برای بازگشت روغن به محل اولیه، زمانی لازم است. این زمان را به عنوان زمان تایмер در نظر می‌گیرند.



شکل ۴-۲۷- شمای حقيقی، فنی و مشخصه‌ی زمانی رلهی تأخیر در قطع

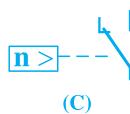
۱۳- کلید تابع حرارت (ترموستات)



شکل ۴-۲۸

ترموستات نوعی رلهی حرارتی است که در مقابل تغییرات درجه‌ی حرارت محیط از خود حساسیت نشان می‌دهد، این وسیله در دستگاه‌های مختلف صنعتی دارای کاربرد فراوان است و وظیفه‌ی کنترل دمای محیط را بعهده دارد. در صورتی که درجه‌ی حرارت از حد تنظیمی فراتر رود، کلید عمل می‌کند. به‌طوری که کن tact باز را می‌بندد و یا کن tact بسته‌ای را باز می‌کند. از ترموموستات پیش‌تر در وسایل حرارتی و برودتی مانند شوفاژ، یخچال و چیلر و همچنین کوره‌ها استفاده می‌شود. شکل ۴-۲۸- یک نمونه ترموموستات را نشان می‌دهد.

۱۴- کلیدهای تابع دور (کلید گریز از مرکز)



شکل ۴-۲۹

کلیدهای تابع دور در بعضی از الکتروموتورهای یک فاز جهت خارج کردن سیم پیچ کمکی از مدار و در موارد دیگر مانند ترمز جریان مخالف به کار می‌رود (شکل ۴-۲۹).

۱۵- حروف و اعداد پلاستیکی

سیم‌ها استفاده می‌شود. این حروف و اعداد محل‌های اتصال سر

برای مشخص کردن سر و ته سیم‌های متصل شده در زیر پیچ وسایل مختلف، معمولاً از حروف و اعداد پلاستیکی روی و ته سیم را مشخص می‌کنند (شکل ۴-۳۰).



شکل ۴-۳۰- حروف و اعداد پلاستیکی

۱۶- کمربند کابل

خاص‌اند از کمربند کابل جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود. شکل ۴-۳۱ نمونه‌های مختلفی از این نوع بست را

در مواردی که تعداد زیادی سیم در مسیر کانال قرار گرفته باشد و یا به دلایلی سیم‌ها در مسیر خارج از کانال واقع شوند، برای مشخص کردن و دسته‌بندی سیم‌هایی که مربوط به یک قسمت



شکل ۴-۳۱—نمونه‌های مختلف کمربند کابل

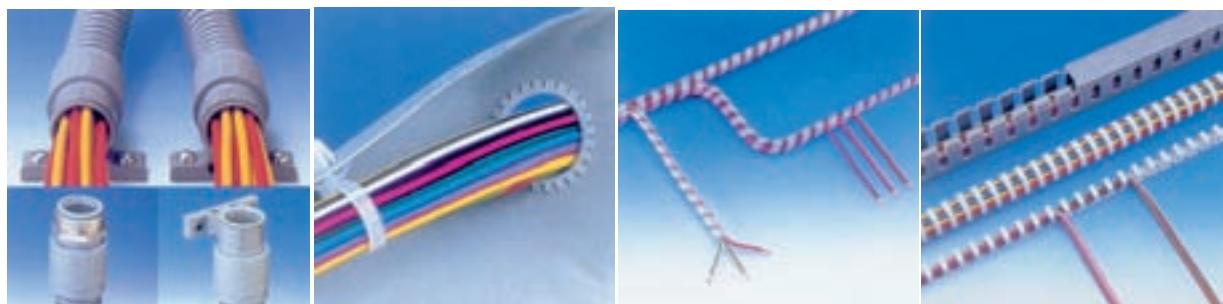
در تابلوهای برق صنعتی برای محکم کردن کمربند (شکل ۴-۳۲) کابل از وسایل خاصی به نام تفنج کمربند استفاده می‌شود



شکل ۴-۳۲

نوارهای باندаж پلاستیکی وجود دارد که در شکل ۴-۳۳ مشاهده می‌نمایید.

روش‌های دیگری برای دسته‌بندی سیم‌ها در تابلوهای برق، از جمله استفاده از لوله‌های خرطومی، کانال‌های شیاردار و



شکل ۴-۳۳

۱۷- علایم اختصاری

● وسایل خبردهنده

جدول ۴-۶

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

● کنتاکتور و رله

جدول ۴-۷

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	بوین کنتاکتور
	رله‌های عملگر با مشخصه‌ی خاص
	رله‌ی تأخیر در وصل
	رله‌ی تأخیر در قطع
	رله‌ی تأخیر در قطع و وصل
	رله با تحریک حرارتی (بی مثال)
	رله‌ی اضافه جریان (جریان زیاد)
	رله‌ی قطع کننده جریان معکوس

قبل از بررسی و اتصال مدارهای الکتریکی لازم است با

برخی علایم اختصاری الکتریکی آشنا شویم. جدول ۴-۵ تا ۴-۹ نمونه‌های مختلفی از این علایم را نشان می‌دهد.

● کنتاکت‌ها

جدول ۴-۵

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

● محرک عملگرها (محرک وسایل)

جدول ۴-۸

علامت اختصاری	نام و سیله یا قطعه	علامت اختصاری	نام و سیله یا قطعه
۱۷ - \	کلید یک فاز	--	محرک دستی
۱۷ \ - \ - \	کلید سه فاز	[--	محرک فشاری (با دست)
E - \	شستی وصل (استارت)] --	محرک کششی
E - /	شستی قطع (استوب)	F --	محرک تغییر جهت
E - \ - /	شستی وصل و قطع (استوب و استارت دوبل)	Q ---	محرک با کلید
۰ - \	کنکات باز لیمیت سویچ	O ----	فعال شونده با بادامک و حسگرهای
۰ - /	کنکات بسته لیمیت سویچ	/ ---	محرک فشاری (با پدان)
\	کنکات باز کنکاتور	田田田田	قفل مکانیکی
/	کنکات بسته کنکاتور	○ ---	محرک موتوری
\ - /	کنکات بسته (مدار فرمان) بی متال	D ---	محرک کلید اضطراری
{}	کنکات بسته شونده تأخیری	۵ ---	محرک حرارتی قابل تنظیم
٪	کنکات باز شونده تأخیری	۶ ---	محرک حرارتی غیرقابل تنظیم
٪ - /	کنکات بسته کلیدگردان	□ - -	محرک الکترومغناطیسی
٪ - \	کنکات باز کلید گردان	○ ---	محرک با سطح سیال

۱۸- حروف شناسایی

یکی بیشتر باشد، در این صورت به دنبال حرف مشخص کننده دستگاه، عدد نیز آورده می‌شود؛ مانند Q3 و Q2 و Q1 و یا K2M و K1M و یا K2T و K1T.

هر دستگاهی که در مدار فرمان مورد استفاده قرار می‌گیرد با یک حرف لاتین شناسایی و به سیله‌ی همین حرف در تمامی نقشه‌ها و لیست وسایل نشان داده می‌شود. این حروف در جدول ۴-۱۰ استاندارد شده است. اگر تعداد دستگاه‌ها در یک نقشه‌ی مشابه از

جدول ۱۰

حروف شناسایی	نوع تجهیزات	مثال‌ها
A	گروه‌های ساختاری و گروه‌های کوچک	تقویت کننده، تقویت کننده مغناطیسی، وسایل مرکب
B	وسایل تبدیل انرژی غیرالکتریکی به انرژی الکتریکی و برعکس	سنسور (حس کننده)، حرارتی (ترموالکتریک)، سلول فتوالکتریک، گشتاورسنج، مبدل‌های کرسنالی، میکروفون‌ها، بلندگو، رمزگذارها
C	خازن‌ها	خازن‌های الکتروولتی، خازن‌های غیرالکتروولتی، خازن‌های متغیر
D	عناصر تأخیردهنده، عناصر ذخیره‌ساز، عناصر بازنی (دو وضعیتی)	یمان‌های تأخیری، المان‌های دیجیتالی، حافظه‌های مغناطیسی، ثبات‌ها، دیسک‌گردان، 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، باتری‌ها، اسیلاتورها (اسیلاتورهای کرسنالی)، 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، سیم پیچ، فیلتر
M	موتورهای الکتریکی	موتور سه‌فاز، موتور تک‌فاز، موتور خطی
N	تقویت کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها	تقویت کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها (رگولاטורها)، وسایل الکترونیکی
P	وسایل اندازه‌گیری و وسایل آزمایش (تست)	نشان‌دهنده‌ها، ثبات‌ها، شمارنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری، آمپر متر، ولت‌متر، اسیلوسکوپ، ساعت‌ها، پالس‌دهنده‌ها
Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای ایزوله کننده، کلیدهای جدا کننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور
R	مقاومت‌ها	مقاومت‌های ثابت، مقاومت‌های قابل تنظیم، پتانسیومترها، روستا، مقاومت راه‌انداز، مقاومت‌های شست، مقاومت‌های حرارتی (ترمیستور)
S	کلیدهای، سلکتورها (انتخاب کننده)	کلید فشاری، میکروسوئیچ، کلید کنترل، کلیدهای بالس‌دهنده
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله، مبدل‌های DC به AC
U	مبدل‌اتورها، آسکارسازها، مبدل‌ها	جدا کننده‌ی سیگنال، مبدل فرکانس، دمودولاتور، مبدل، سیگنال ژنراتور، اینورتر
V	نیمه‌های‌ها و لامپ‌ها	لامپ‌های الکترونی، لامپ‌های تخلیه، دیودها، ترانزیستورها، تریستورها، یکسوکننده‌ها
W	مسیرهای ارتباطی، آتنن‌ها، لامپ‌ها	سیم‌ها، کابل‌ها، شین‌ها، آتنن دوقطبی، آتنن‌های بشقابی (گیرنده)
X	ترمیتال‌ها، فیش‌ها، دوشاخه و پریز	دوشاخه و پریز، سوکت‌های نر و ماده، اتصال دهنده، فیش آزمایش (تست)
Y	تجهیزات مکانیکی که با برق کار می‌کنند.	ترمزاها، کلاچ‌ها، شیرها، چاپگرها، دورنگار، دربازکن
Z	فیلترها، فیلترهای جبران کننده وسایل محدود کننده	شبکه‌ی متعادل کننده‌ی کابل، فیلترهای پارازیت‌گر RC و LC

* در این کتاب به جهت تفکیک کلیدهای فشاری (استوپ – استارت) از ارقام یونانی (I – II و ...) استفاده شده است.

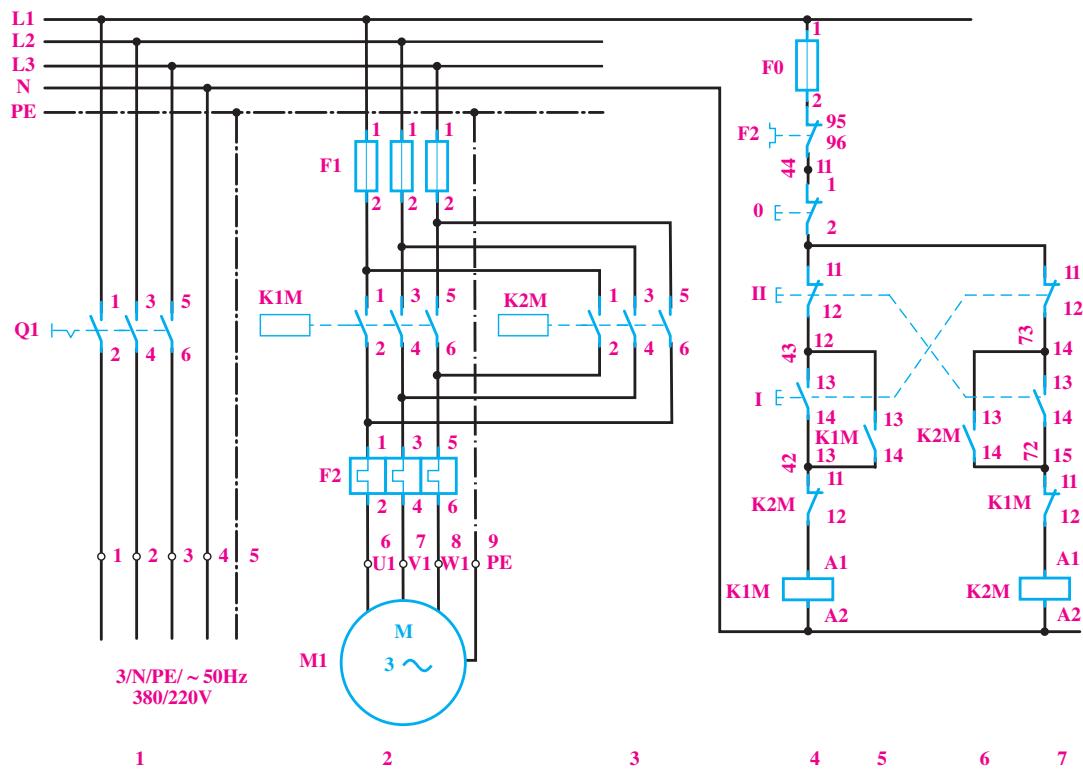
جدول ۱۱-۴

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	تمایزدهنده و تفکیک کننده	D
ذخیره کردن و ضبط کردن	S	عملکرد وصل (روشن)	E
تأثیر داشتن و اندازه‌گیری زمان	T	حافظت	F
-	U	آزمایش (تست)	G
سرعت و شتاب	V	نشاندهنده 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
آنالوگ (قیاسی)	Y	نشانه‌گذاری هادی	L
دیجیتال (رقمی)	Z	عملگر اصلی	M

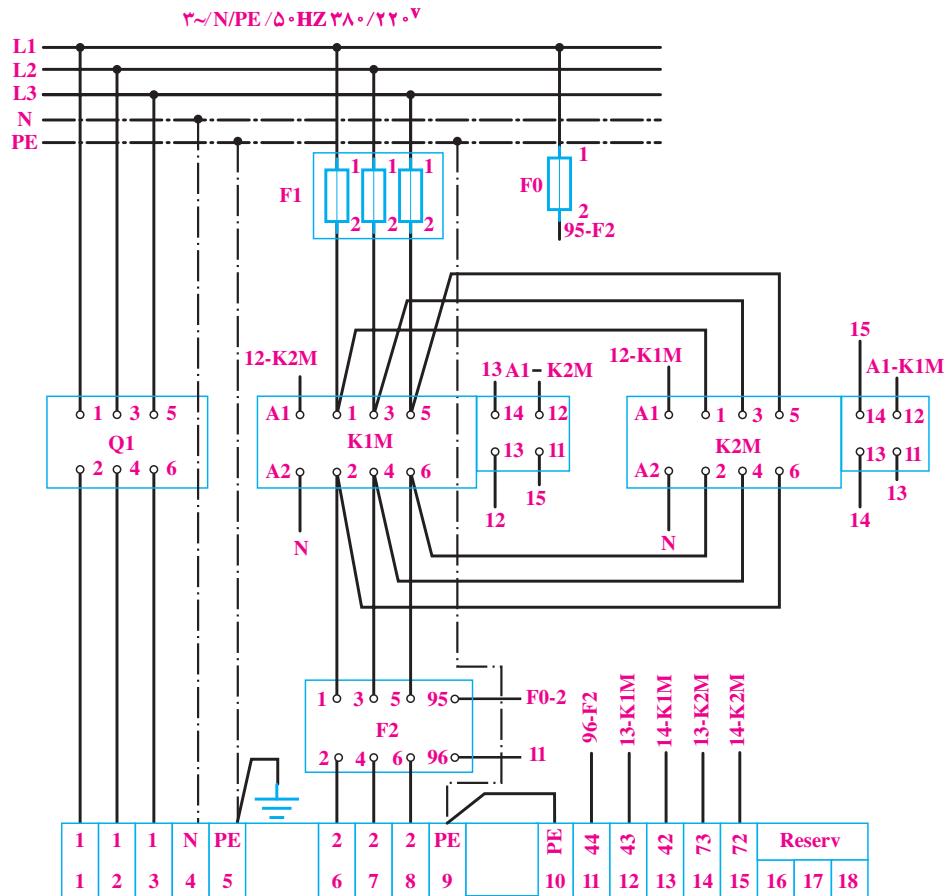
۱۹- انواع نقشه‌های الکتریکی صنعتی

- ۴- نقشه‌ی ترمینالی
 ۵- نقشه‌ی تکخطی (فنی)
 چون نحوه‌ی ترسیم انواع نقشه‌ها از اهداف این کتاب نیست
 لذا در اینجا فقط به معرفی و مشاهده یک نمونه از نقشه‌های نام برده
 شده اکتفا می‌شود شکل‌های ۴-۳۳ تا ۴-۳۷ به ترتیب تصویر
 نقشه‌ها را نشان می‌دهد.

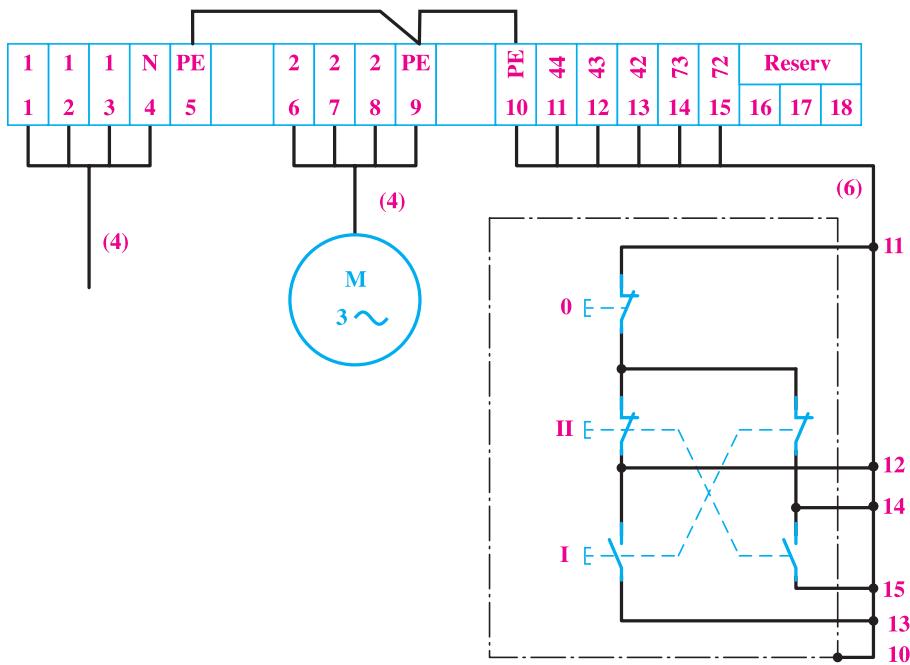
در طراحی، مونتاژ؛ نصب، تعمیر و عیب‌یابی مدارهای
 صنعتی از نقشه‌های مختلفی استفاده می‌شود که از جمله آن‌ها
 می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
 ۱- نقشه‌ی مسیر جریان
 ۲- نقشه‌ی مونتاژ
 ۳- نقشه‌ی خارجی



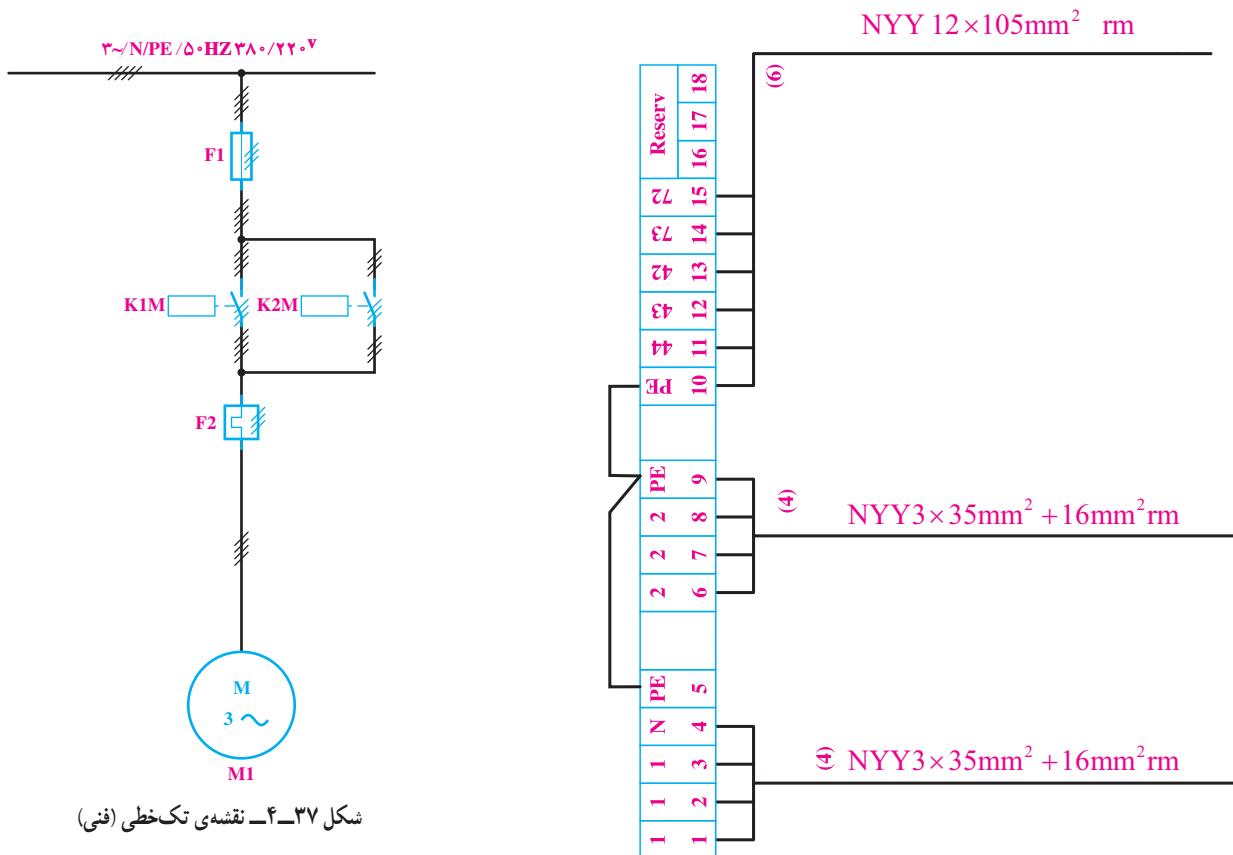
شکل ۴-۳۳ - نقشه‌ی مسیر جریان

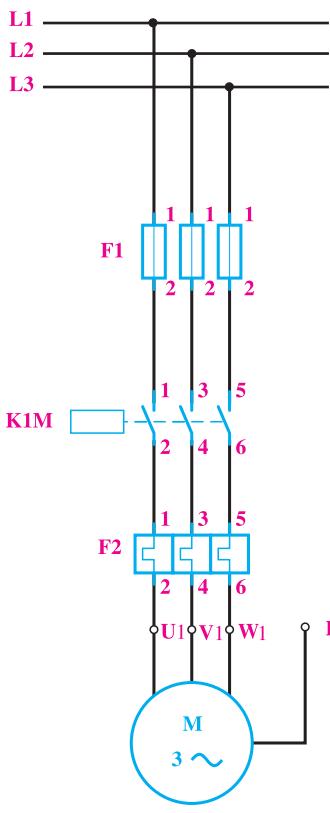


شکل ۴-۳۴ - نقشه‌ی موتور



شکل ۴-۳۵—نقشه‌ی خارجی



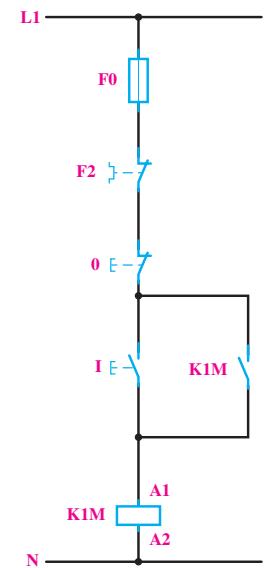


شکل ۴-۳۸

از جمله نقشه‌هایی که جنبه‌ی عمومی داشته و در شکل کلی از آن برای نشان دادن چگونگی عملکرد مدار استفاده می‌شود نقشه‌های «مدار قدرت» و «مدار فرمان» است.

الف - نقشهی مدار قدرت

آن قسمت از مدار حقيقی که مسیر جريان رسانی به مصرف‌کننده را نشان می‌دهد «مدار قدرت» گويند.



شکل ۴-۳۹

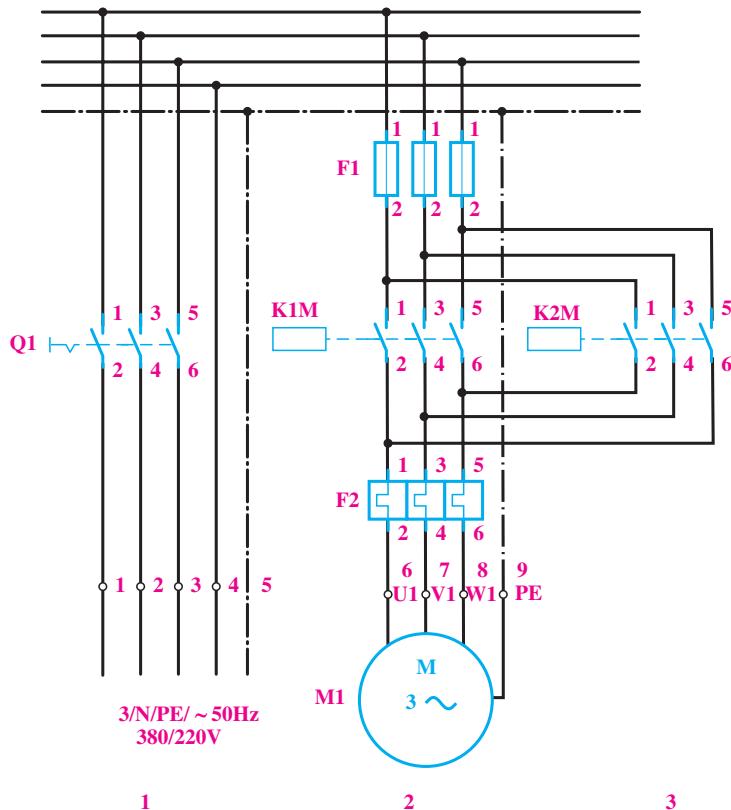
ب - نقشهی مدار فرمان

نقشه‌ای از یک مدار حقيقی که وظيفه‌اش نشان دادن چگونگی عملکرد مدار قدرت است را «مدار فرمان» گويند.

توضیح :

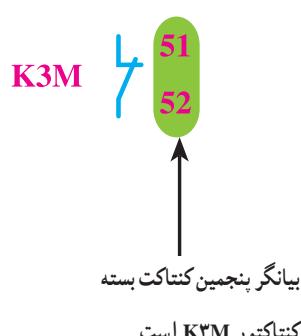
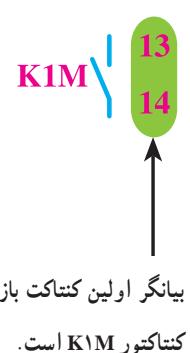
- داده شده است :
- کلیه کنکات های (تیغه ها) مدار قدرت با اعداد یک رقمی مانند شکل ۴-۴۰ نشان داده می شوند.

از آنجایی که آشنایی با شماره گذاری ها که در رسم نقشه ها کاربرد دارند می تواند در زمان اتصال مدارهای فرمان و قدرت به هنرجویان کمک کند لذا به اختصار برخی از این شماره ها توضیح



شکل ۴-۴۰

مانند :



ارقام کنکات باز	ارقام کنکات بسته

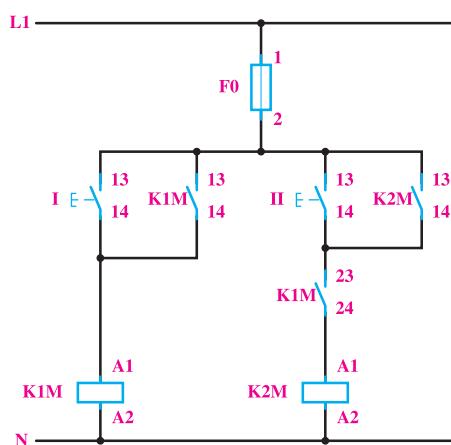
- تمامی کنکات های مدار فرمان با عدد دو رقمی نشان داده می شوند که رقم یکان آن نشان دهنده نوع تیغه و رقم دهگان آن بیانگر چندمین تیغه بودن آن است.

۴- در شماره‌گذاری کنکاترها و سایلی خاص همچون رله‌ی حرارتی (بی‌متال) و رله‌ی زمانی (تایمر) در مدارهای فرمان از شماره‌های به کار رفته روی تجهیزات مطابق شکل ۴-۴۴ استفاده می‌شود.



شکل ۴-۴۴

شکل ۴-۴۵ تصویر یک نمونه مدار فرمانی را نشان می‌دهد که کنکاترها مدار فرمان در آن شماره‌گذاری شده است.



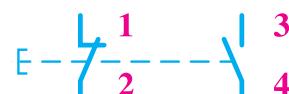
شکل ۴-۴۵

شکل ۴-۴۱ تصویر ظاهری کنکاتوری را نشان می‌دهد که این اعداد روی آن مشخص شده است.



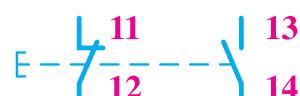
شکل ۴-۴۱

۳- همان‌طوری که می‌دانید شستی‌های به کار رفته در مدارهای فرمان دارای کنکاترهاي از نوع باز (Start—وصل کننده) و يا از نوع بسته (Stop—قطع کننده) هستند. در برخی موارد شماره‌گذاری شستی‌های استوب و استارت مطابق شکل ۴-۴۲ يك رقمي است.



شکل ۴-۴۲

اما در يك سري از نقشه‌ها و وسائل با اين ديدگاه که اين کنکاترها اولين کنکاترهاي شستي‌ها هستند به صورت دو رقمي و مطابق شکل ۴-۴۳ شماره‌گذاري می‌شوند.



شکل ۴-۴۳

۲۰- کارهای عملی

به جریان الکتریکی نیاز داشته باشد؛ زیرا در اثر قطع ناگهانی ولتاژ شبکه، حالت ترمزی نیز ازین می‌رود و باعث سقوط بار می‌شود. یا مثلاً در سیستم‌های فرمان، که باید مطابق یک برنامه‌ریزی قبلی کاری اجرا شود، نباید فشار ناگاهانه به یک شستی باعث اخلال در کار شود.

مسئله‌ی اینمی و حفاظتی مدار در درجه‌ی اول اهمیت قرار دارد و هیچ‌گاه نباید آن را فدای مسئله‌ی اقتصادی کرد.

● در طراحی باید ساده بودن طرح مورد توجه قرار گیرد. بدین معنی که تاحد امکان باید وسایل و تجهیزات به کار رفته در طرح، کمتر باشد و در عین حال نکات فنی و اینمی رعایت شود.

● در طراحی مدارهای گسترشده، که چندین عمل مختلف به‌طور همزمان یا در زمان‌های مختلف اجرا می‌شود، بهتر است مراحل کار دستگاه به صورت یک جدول یا بلوک دیاگرام نوشته شود تا با نگاه به آن بتوان یک دید کلی از طرح به دست آورد و با توجه به آن، مدار را مرحله به مرحله طرح و تکمیل کرد.

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

مقدمه

در این قسمت، برای آشنایی هنرجویان با طراحی مدار، چند مدار صنعتی ساده را بررسی می‌کنیم و در مورد روش طراحی مدار قدرت و مدار فرمان آن‌ها توضیحاتی داده می‌شود.

● برای طراحی یک مدار، روش‌های متفاوتی وجود دارد، که به تجربه‌ی شخص طراح و گستردگی و نوع طرح بستگی دارد، اما در هر حال نتیجه‌ی کار باید یکی باشد.

● در طراحی مدارها، باید استانداردها و قوانین مربوط را رعایت کرد و حفاظت‌های مربوط به نکات اینمی را حتماً به کار گرفت تا نتیجه‌ی کار از نمونه‌های مشابه کشورهای صنعتی پایین‌تر نباشد و در هنگام تعویض یا تعمیر نیز مشکلی برای تعمیر کار پیش نیاید.

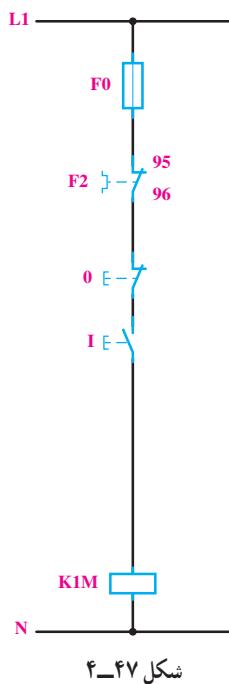
● برای طرح یک مدار فرمان باید مسئله‌ی اقتصادی بودن طرح مورد توجه قرار گیرد. ولی به هیچ وجه نباید برای ارزان‌تر نشدن طرح، مسائل حفاظتی و اینمی را در نظر نگرفت؛ زیرا گاهی با اضافه کردن قسمت‌هایی به مدار، می‌توان از بروز اشکالاتی، که باعث صدمه دیدن اشخاص یا از کار افتادن دستگاه می‌شود، جلوگیری کرد.

برای مثال، در طراحی یک جرثقیل سقفی باید در نظر داشت که نمی‌توان از ترمزی استفاده کرد که برای حالت سکون و ترمز

کار عملی ۱



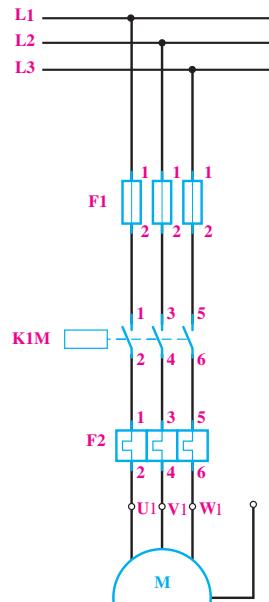
یک موتور سه فازه‌ی آسنکرون رتور قفسی با مشخصات 4 kW و 380 V که بر روی یک ماشین ابزار ساده نصب شده است، باید توسط کنتاکتور به شبکه‌ی 380 V ولتی اتصال یابد. مدار الکتریکی این موتور را ترسیم و تجهیزات لازم برای آن را انتخاب کنید.



شکل ۴-۴۷

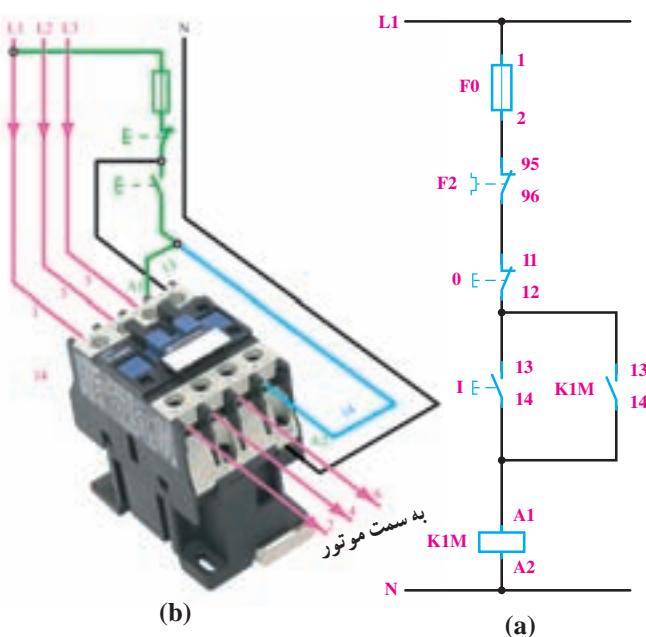
حل : چون طبق خواسته‌ی مثال، فقط اتصال این موتور به شبکه و قطع آن مورد نظر است، پس به یک کنتاکتور K1M و یک شستی وصل I و یک شستی قطع 0 نیاز است.

مدار قدرت : کنتاکتور K1M باید موتور را به شبکه اتصال دهد؛ به این ترتیب، مدار قدرت آن دارای فیوز برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه و بی‌متال برای حفاظت در برابر بار زیاد است (شکل ۴-۴۶).



(b) مدار قدرت

مدار فرمان : برای طراحی مدار فرمان، با توجه به صورت مسئله، ابتدا شستی وصل I را با کنتاکتور K1M مانند شکل ۴-۴۷ وصل می‌کنیم. چون با فشار به شستی I، کنتاکتور جذب و با حذف فشار از روی شستی، مدار آن دوباره قطع می‌شود، از این‌رو، با موازی کردن کنتاکت باز K1M با شستی I، از قطع شدن کنتاکتور جلوگیری به عمل می‌آوریم. شستی قطع نیز باید با مدار به صورت سری قرار گیرد تا با فشار به آن، مدار به طور کامل قطع شود. در شکل ۴-۴۸ مدار فرمان به طور کامل با وسائل حفاظتی نشان داده شده است.



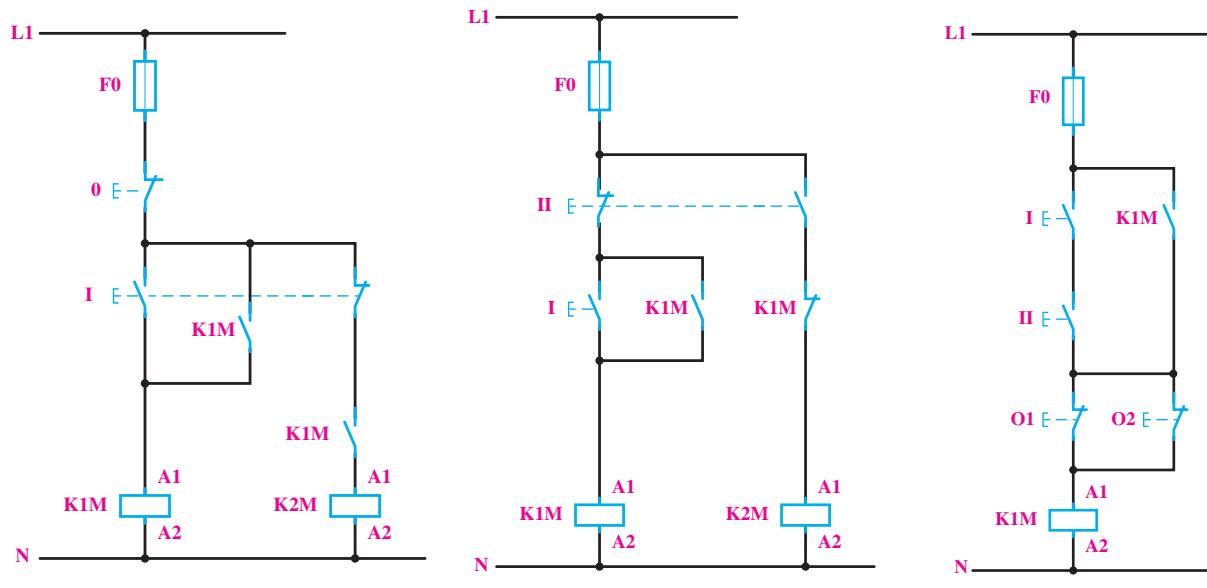
شکل ۴-۴۸

که جریان نامی آن مثلاً بین $2/5$ تا $6A$ باشد، انتخاب گردد.
برای حفاظت دربرابر اتصال کوتاه موتور نیز چون جریان نامی موتور $4A$ است و باید از فیوزی با $2/5$ برابر جریان نامی استفاده شود، پس از فیوز کندکار $F1$ با جریان نامی $10A$ استفاده می‌کنیم. برای حفاظت مدار فرمان نیز فیوز کندکار $F0$ با جریان نامی $4A$ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انتخاب کنتاکتور، بی‌متال و فیوز: مشخصات کنتاکتور $K1M$ و وسائل حفاظتی مناسب نیاز از روی مشخصات موتور تعیین می‌شود. چون موتور آسنکرون رتور قفسی است و ترمز و حالت چپ‌گرد – راست‌گرد شدن نیز در این موتور لازم نیست، از روی جدول ۴-۱ کنتاکتور $AC3$ با جریان نامی بیشتر از $4A$ در ولتاژ $380V$ ولت و با بین 22° استفاده می‌شود. بی‌متال $F2$ مورد استفاده در مدار قدرت باید روی $4A$ میزان شود؛ پس باید بی‌متالی

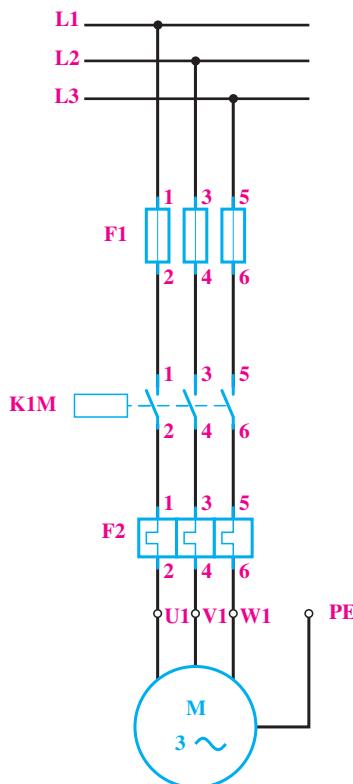
تمرین

- ۱- مدار کار عملی ۱ را به گونه‌ای تغییر دهید تا بتوان موتور سه فاز را از دو محل روشن و خاموش کرد.
- ۲- یک روش برای حفاظت اشخاصی که با ماشین‌های برش و قیچی کار می‌کنند این است که هنگام کار با آن‌ها، هر دو دست روی شستی‌های فرمان باشد تا موقع پایین آمدن تیغه‌ی ماشین، دست در زیر آن قرار نگیرد و صدمه‌ای نبیند. مدار قدرت و مدار فرمان یک موتور ساده را، با تدبیر ذکر شده برای یک ماشین برش صحافی، ترسیم و مشخص کنید فاصله‌ی شستی‌ها در روی ماشین در چه حدودی باید باشد.
- ۳- در یک کارگاه صنعتی لازم است در مواقع خطر، مدار اصلی همهٔ ماشین‌ها را از نقاط مختلف کارگاه قطع کرد. مدار قدرت و مدار فرمان را برای تقدیمی ماشین‌های این کارگاه ترسیم کنید؛ در صورتی که در این کارگاه دو ماشین تراش ساده با موتورهای سه فاز و یک ماشین سنگ سنباده و یک ماشین متنه با موتورهای یک فاز وجود داشته باشد. (راه اندازی چند موتور به صورت مستقل)
- ۴- اگر کنکات بسته کنتاکتوری در مسیر تغذیه بین همان کنتاکتور قرار داده شود چه اتفاقی می‌افتد؟
- ۵- اصول کار هر یک از مدارهای فرمان را در شکل‌های ۴-۴۹ کاملاً بررسی کنید و پس از بستن مدار، اصول کار و مورد استفاده هر یک را در دفتر گزارش کار خود بنویسید.



شکل ۴-۴۹

کار عملی ۲



شکل ۴-۵۱

مدار فرمان : با توجه به مطالب خواسته شده در این ماشین، برای راهاندازی و کار با آن، در مجموع سه شیوه شیوه لازم است. از شیوه I برای حالت کار دائم ماشین و از شیوه II، که توسط پا فرمان می‌گیرد (پدال)، برای کار لحظه‌ای آن استفاده می‌شود. برای قطع کامل مدار نیز شیوه ۰ به کار می‌رود.

برای طراحی مدار فرمان، ابتدا با در نظر گرفتن وظیفه شیوه I (مانند کار عملی ۱)، مدار را برای کار دائم طراحی می‌کنیم. در این صورت شکل ۴-۵۱ به دست می‌آید. می‌دانیم اگر کنتاکتور نگاهدارنده K1M، که با شیوه I موازی شده است، در مدار وجود نداشته باشد، با حذف فشار وارد شده به شیوه I، مدار کنتاکتور نیز قطع خواهد شد.

در یک ماشین چوب بری، از یک موتور سه فاز آسنکرون رتور قفسی به قدرت ۱/۵ کیلووات استفاده شده است. برای اتصال دائمی این موتور به شبکه، از یک شیوه و برای قطع آن از شیوه دیگری استفاده می‌شود. علاوه بر این دو شیوه، توسط یک پدال (توسط فشاریا، فرمان می‌دهد) نیز باید بتوان موتور را به طور موقت به شبکه متصل کرد. از این پدال برای موقعی که بخواهیم زمان کار موتور تحت کنترل باشد استفاده می‌شود و باید تا زمانی که توسط پا بروی آن فشار وارد می‌شود، موتور بچرخد و زمانی که پا از روی پدال برداشته شد، مدار موتور نیز قطع گردد (شکل ۴-۵۰).

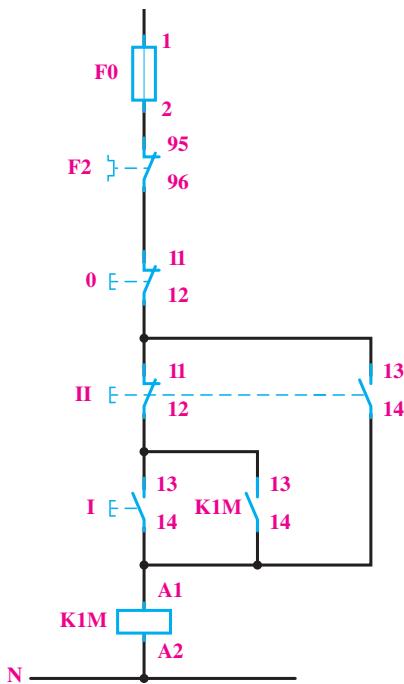


شکل ۴-۵۰

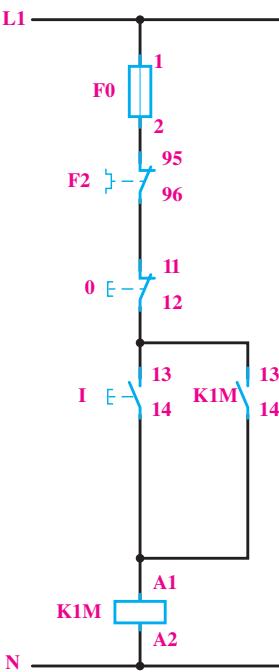
مدار قدرت و مدار فرمان این موتور را طراحی و کنتاکتور و وسایل حفاظتی مناسب را برای آن انتخاب کنید.

حل :

مدار قدرت : موتور این ماشین باید به طریقی ساده، توسط یک کنتاکتور، به شبکه اتصال باید و به وسیله‌ی فیوز و بی‌متال، در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت شود. بنابراین، مدار آن مانند شکل ۴-۵۱ خواهد شد.



شکل ۴-۵۳



شکل ۴-۵۲

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

انتخاب وسایل: چون احتمال وصل موتور به شبکه در زمان‌های کم و پشت سر هم توسط پدال وجود دارد، کنتاکتور انتخابی برای آن باید از نوع AC⁴ باشد و حداقل در ولتاژ ۳۸۰ ولت، توانایی قطع و وصل موتور تا ۱/۵ کیلووات را داشته باشد (این مطلب در روی پلاک کنتاکتور نوشته شده است). برای حفاظت موتور در برابر اضافه بار، باید بی‌متال را روی ۳ آمپر میزان کرد و برای حفاظت موتور در برابر اتصال کوتاه نیز از فیوز کندکار ۶ آمپر استفاده نمود. جهت حفاظت مدار فرمان نیز یک فیوز ۴A کندکار لازم است.

پس برای کار موقت ماشین، باید شستی II را به طرقی در مدار اضافه کنیم که بدون کنتاکت نگاهدارنده باشد و نیز مدار کنتاکت باز مربوط به شستی I را نیز قطع کند. اگر شستی II را با شستی I به صورت موازی قرار دهیم، در این صورت کنتاکت باز K1M نیز با آن موازی می‌شود و با فشردن شستی II دوباره موتور به طور دائم به شبکه وصل خواهد شد. به این شکل اتصال شستی‌ها فرمان از دو محل گرفته می‌شود. بنابراین، باید راهی پیدا کرد که با فشار دادن به شستی II مدار کنتاکت باز K1M قطع شود.

ساده‌ترین راه این است که از خود شستی II برای این منظور استفاده کنیم. بنابراین، شستی II را دوبل انتخاب می‌کنیم و کنتاکت بسته‌ی آن را در مسیر شستی I و کنتاکت باز K1M قرار می‌دهیم تا با فشار دادن به آن، مسیر کنتاکت نگاهدارنده باز شود. در شکل ۴-۵۳ مدار فرمان کامل این مثال، به همراه وسایل حفاظتی، ترسیم شده است.

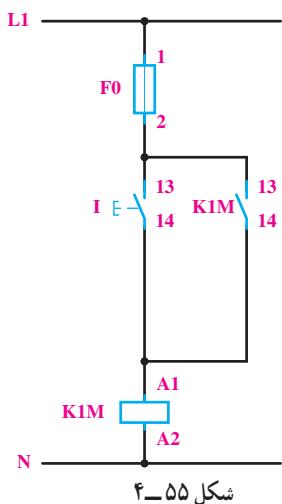


آیا مدار فرمان شکل (۴-۵۳) را به گونه‌ای دیگر می‌توان رسم کرد؟ (در صورتی که پاسخ شما مثبت است مدار فرمان آن را رسم کنید).



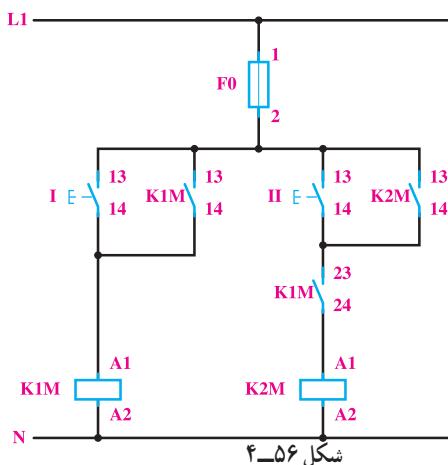
مدار فرمان: برای مدار فرمان به سه شستی احتیاج است

که شستی I برای راهاندازی پمپ M1، شستی II برای راهاندازی موتور M2 و شستی 0 برای قطع مدار به کار می‌روند. برای طرح مدار فرمان، ابتدا مدار را برای راهاندازی موتور M1 بوسیلهٔ کنتاکتور K1M (مانند شکل ۴-۵۵) طراحی می‌کنیم، به‌طوری که با فشار به شستی I کنتاکتور M1 جذب و توسط کن tact باز خود، نگاه داشته شود.



شکل ۴-۵۵

مотор M2 باید بدون موتور M1 کار کند. این موضوع را باید در مدار فرمان پیش‌بینی کرد. از این‌رو باید ترتیبی اتخاذ شود که در صورت کار نکردن موتور M1، مدار بویین کنتاکتور K2M تواند وصل شود. برای این کار می‌توانیم از یک کنتاکتور باز K1M به‌طور سری در مدار بویین K1M (مانند شکل ۴-۵۶) استفاده کنیم.



شکل ۴-۵۶

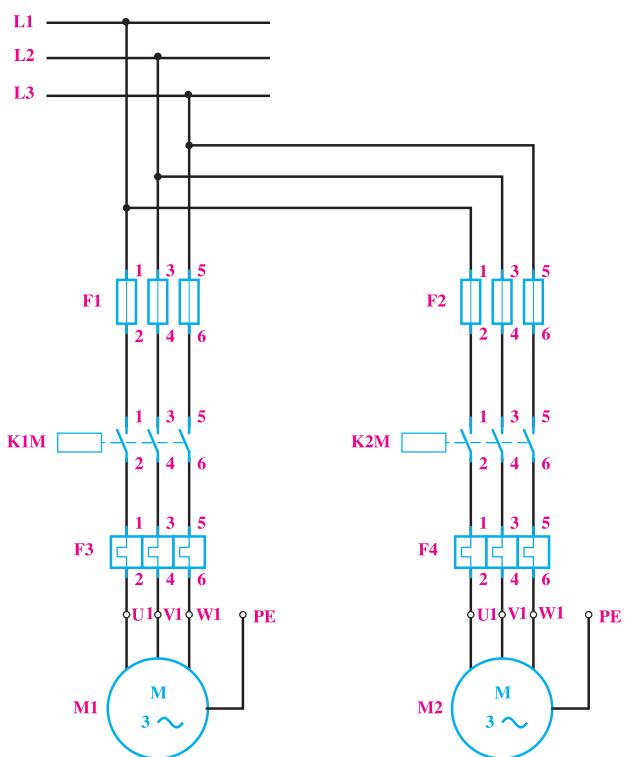
در یک ماشین صنعتی از دو موتور M1 و M2 استفاده شده است. موتور M1 یک موتور سه فاز برای پمپ روغن به قدرت ۵ کیلووات و جریان ۱/۵ آمپر و موتور M2 یک موتور سه فاز به قدرت ۵ کیلووات و جریان ۰/۵ آ است.

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

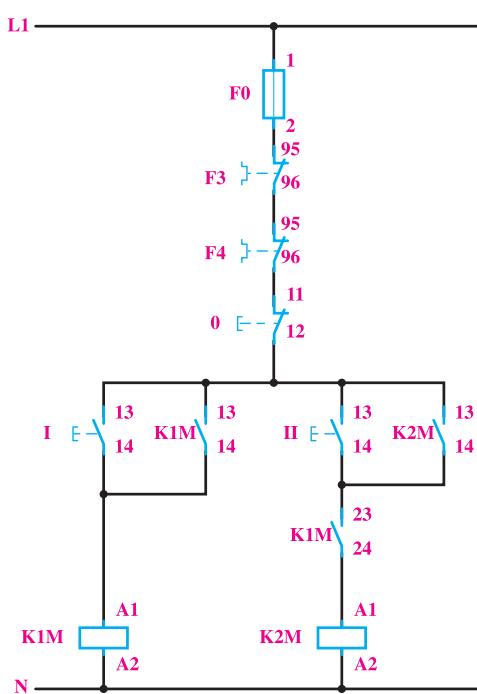
حل :

مدار قدرت: برای مدار قدرت به یک کنتاکتور جهت

هریک از موتورها نیاز است. بنابراین، برای موتور M1، کنتاکتور K1M و برای موتور M2، کنتاکتور K2M را در نظر می‌گیریم و مدار قدرت آن را مانند شکل ۴-۵۴ ترسیم می‌کنیم. حفاظت برای اتصال کوتاه و حفاظت برای بار زیاد، در مورد هر یک از موتورها به‌طور جداگانه درنظر گرفته می‌شود.



شکل ۴-۵۴



شکل ۴-۵۷

بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اگر کنترلور K1M وصل نباشد و شستی II فشار داده شود، به علت باز بودن مسیر بوین K2M، موتور M2 کار نخواهد کرد. برای قطع کل مدار نیز از شستی 0 به طور سری در مدار استفاده می‌کنیم. قطع کننده‌های حرارتی F3 و F4 نیز به طور سری با کل مدار قرار می‌گیرند تا در صورت اضافه بار برای هر یک از موتورها، کل مدار قطع شود. فیوز F0 نیز برای حفاظت مدار فرمان استفاده می‌شود. مدار فرمان کامل این کار عملی، در شکل ۴-۵۷ نشان داده شده است.

انتخاب وسایل: با توجه به نوع موتورها و مطالب گفته شده (در مورد انتخاب کنترلور و وسایل حفاظت‌کننده)، وسایل مورد استفاده برای این کار عملی باید دارای مشخصات زیر باشند :

کنترلور M1 AC³-6A (بوین ۵° Hz و ۷۰° V)

کنترلور M2 AC³-16A (بوین ۵° Hz و ۷۰° V)

فیوز ۴ A F⁰ کندکار

فیوز ۱۶ A F¹ کندکار

فیوز ۲۰ A F² کندکار

بی‌متال F3 بی‌متال ۱-۲ آمپر انتخاب شده و روی ۱/۵ آمپر تنظیم شود.

بی‌متال F4 بی‌متال حدود ۱۲-۱۵ آمپر انتخاب شده و روی ۱۰ آمپر تنظیم شود.



۱— در مدار فرمان کار عملی ۳، به جای کن tact باز K1M در مسیر بویین کن tactور K2M، کن tact بسته M1M را قرار دهید و مدار جدید را بررسی کنید. مورد استفاده‌ی مدار جدید را شرح دهید.

۲— برای پرکردن آب یک منبع، از دو پمپ سه فازه (مانند شکل‌های ۴-۵۸) استفاده شده است. مدار فرمان این دو پمپ را به صورت زیر طراحی کنید:

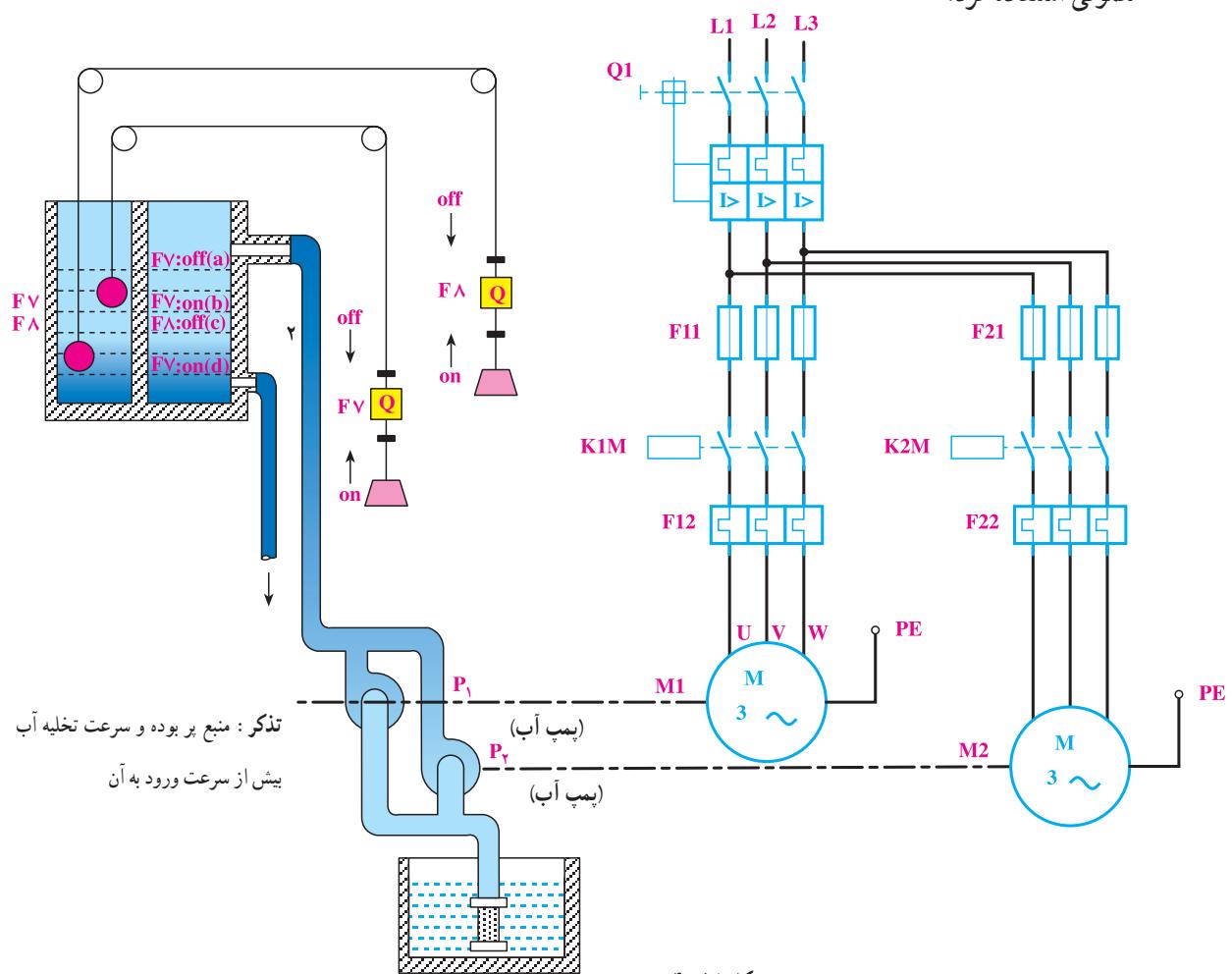
الف— در صورتی که سطح آب منبع از محل a پایین‌تر برود، پمپ شماره‌ی یک به کار بیفتد و پس از پرشدن منبع در محل a قطع شود.

ب— در صورتی که خروج آب از منبع، بیش‌تر از ورود آب توسط پمپ شماره‌ی یک باشد و سطح آب از محل d پایین‌تر برود، پمپ شماره‌ی ۲ نیز به کار بیفتد و در صورت رسیدن آب به ارتفاع C، قطع شود.

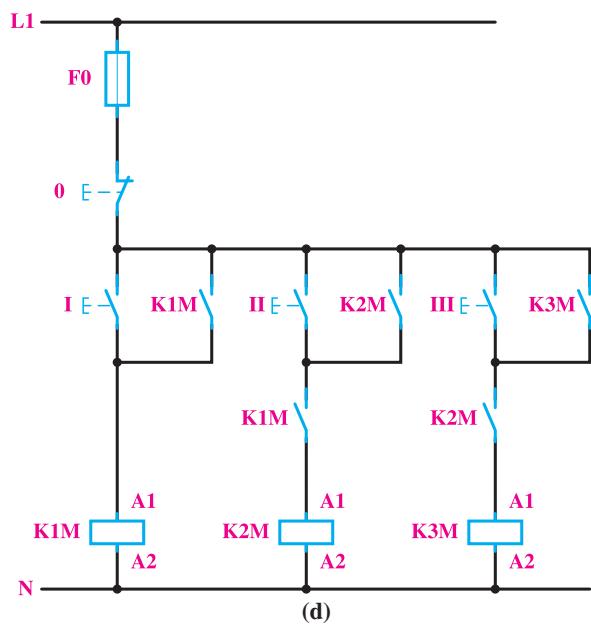
پ— در مسیر هر دو پمپ، از وسائل حفاظتی مناسب استفاده شود.

۳— اصول کار هریک از مدارهای فرمان داده شده در شکل ۴-۵۹ را بررسی کنید و پس از درک کامل مدار، آنها را بندید و پس از آزمایش، اصول کار و کاربرد هریک را در دفتر گزارش کار خود بنویسید.

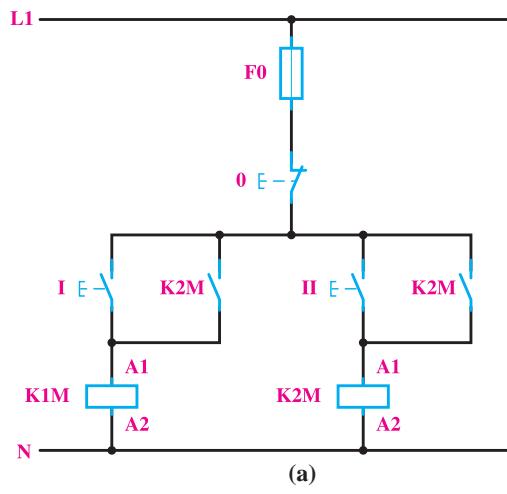
۴— در شکل ۴-۵۹ b کن tact بسته K2M از چه نوعی است و آیا به جای آن می‌توان از یک کن tact بسته معمولی استفاده کرد؟



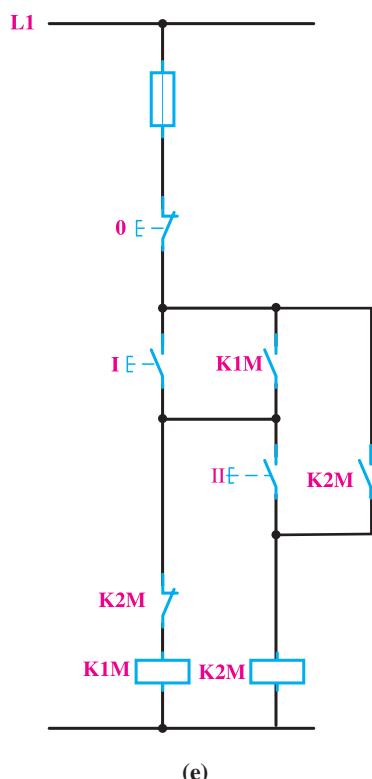
شکل ۴-۵۸



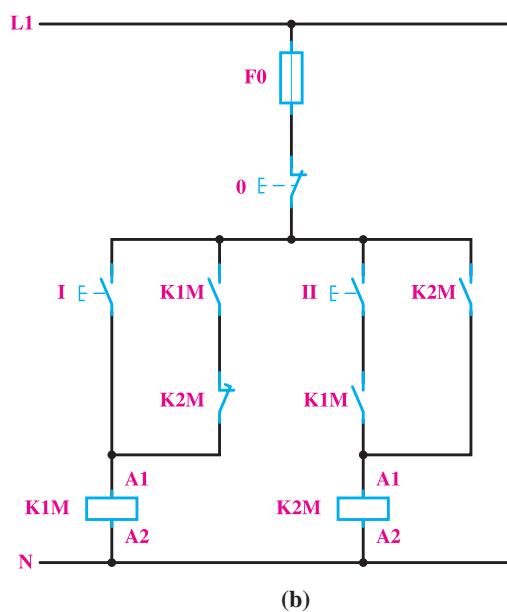
(d)



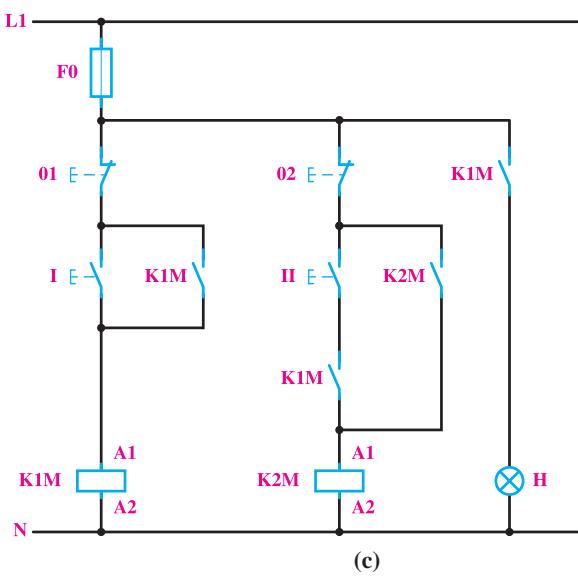
(a)



(e)



(b)



(c)

ڪل ۵۹

کار عملی ۴



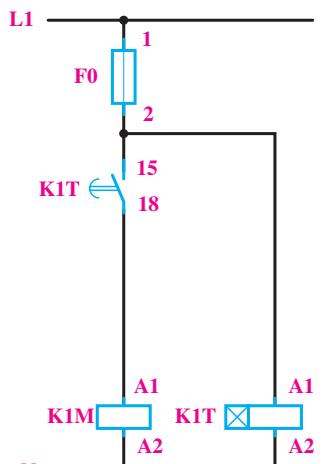
برای حفاظت مصرف کننده‌های یک منزل مسکونی در برابر نوسان ولتاژ، هنگام قطع و وصل ولتاژ شبکه، باید از مداری استفاده کرد که مصرف کننده‌های را، یک دقیقه پس از وصل ولتاژ شبکه (آمدن برق)، به شبکه متصل نماید. این مدار را طراحی کنید.

حل :

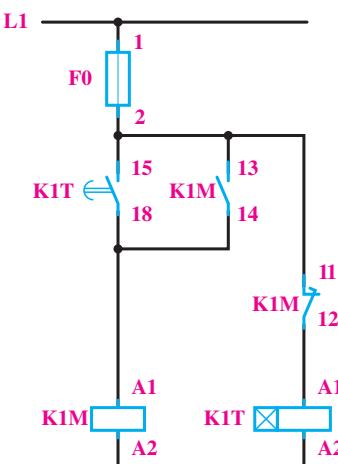
مدار قدرت : باید، پس از کنتور و وسائل حفاظتی مربوط، از یک کنتاکتور استفاده شود و در حالتی که برق شبکه قطع نیست، کنتاکتور نیز وصل باشد و مصرف کننده‌های را به شبکه متصل نماید. این مدار در شکل ۴-۶ نشان داده شده است.

مدار فرمان : چون پس از وصل برق شبکه، (توسط نیروگاه)، احتمال قطع و وصل و نوسان ولتاژ در همان زمان‌های اوّلیه وجود دارد، باید با طراحی یک مدار مناسب کاری کرد که با وصل شدن ولتاژ شبکه، کنتاکتور در همان لحظه‌ی اوّل وصل نشود. ولی پس از مثلاً یک دقیقه مصرف کننده‌ها به وسیله‌ی کنتاکتور به شبکه اتصال بابند. به این منظور، به یک تایمر نیاز است تا به وسیله‌ی آن بتوان این عمل را اتوماتیک به جا آورد.

با توجه به توضیحات داده شده، ملاحظه می‌شود که برای

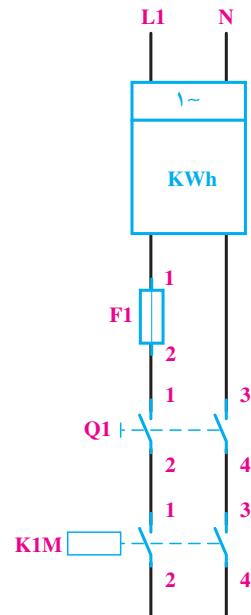


(a)



(b)

شکل ۴-۶۱



شکل ۴-۶۰

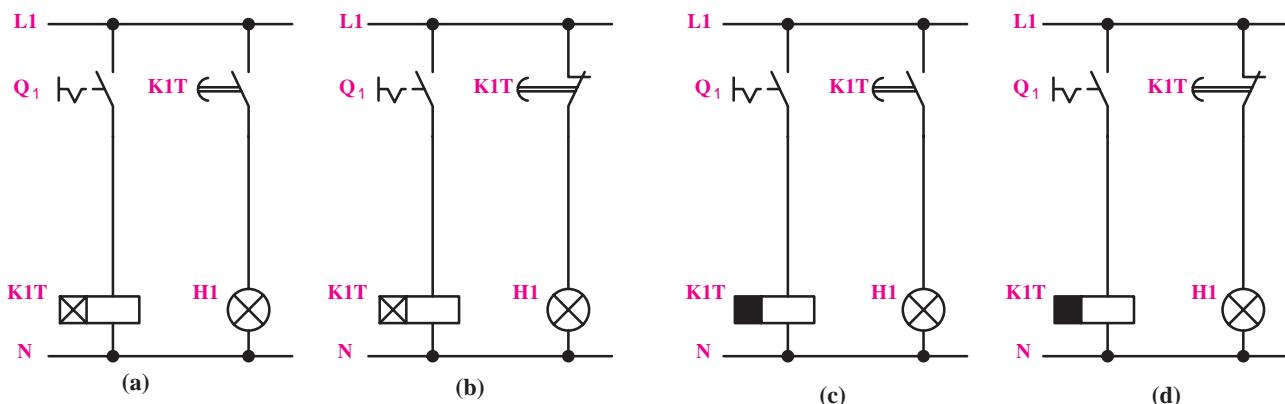
برای این منظور استفاده نمود. ولتاژ تعذیبی بین کنتاکتور و تایمر باید 220 ولت باشد. برای حفاظت مدار فرمان نیز می‌توان از یک فیوز کندکار 4 A استفاده کرد.

انتخاب وسایل مناسب: چون کنتاکتوری که برای این مدار مورد استفاده است، به طور مداوم قطع و وصل نمی‌شود و تقریباً به طور دائم به شبکه وصل است، از این روش می‌توان با توجه به جریان مجاز کنتور که 16 A است، از یک کنتاکتور $1\text{ A} = 25\text{A}$ با

تمرین



۱— در مدارهای شکل ۴-۶۲، کلید یک پل برای یک دقیقه وصل شده است و سپس قطع می‌شود. در صورتی که تایмерها روی 4° ثانیه تنظیم شده باشند عملکرد لامپ مدارها با هم چه فرقی خواهند داشت؟ (شکل ۴-۶۲).

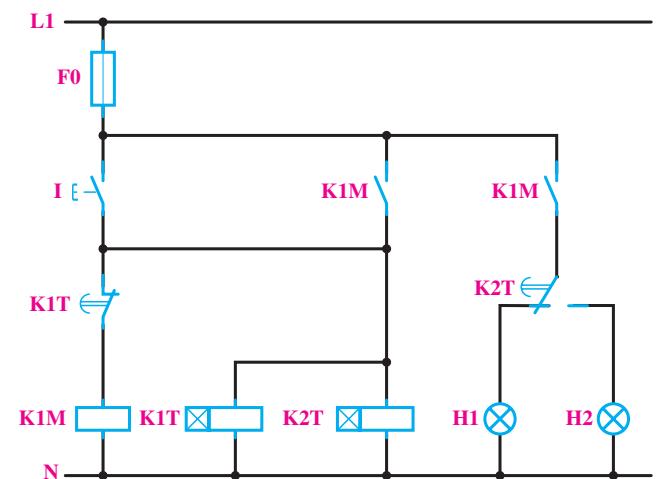
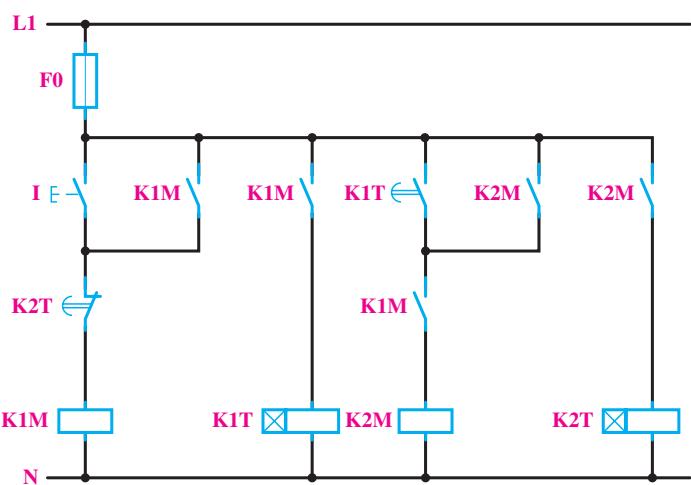
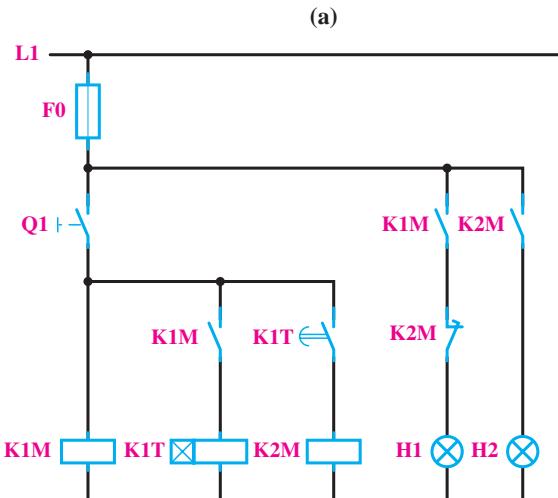
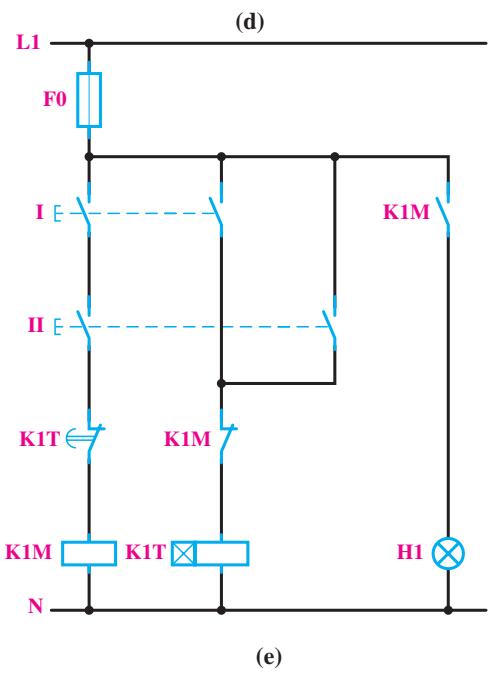
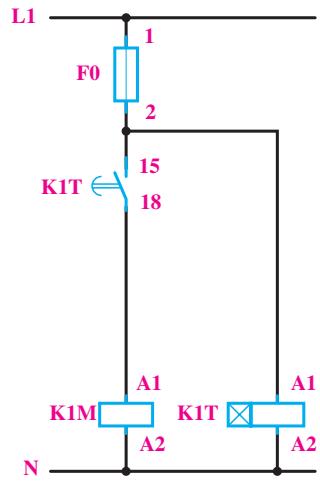
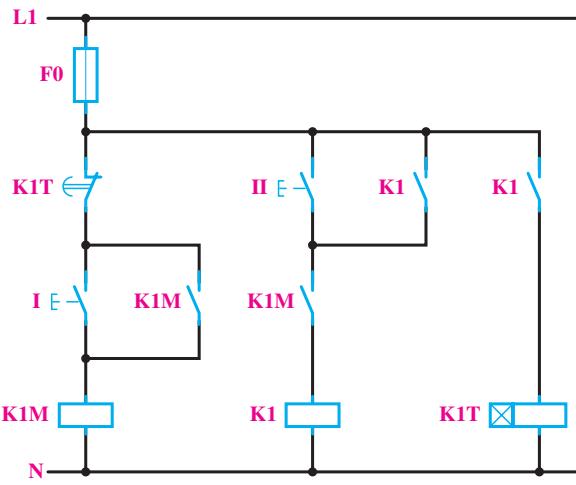


شکل ۴-۶۲

۲— می‌خواهیم در یک مدرسه از مداری استفاده کنیم که با فشار دادن به یک شستی، زنگ به مدت 1° ثانیه به صدا درآید و پس از آن قطع شود. این مدار را طراحی کنید.

۳— هریک از نقشه‌های نشان داده شده در شکل ۴-۶۳ را کاملاً بررسی کنید و پس از درک طرز کار، اصول کار و کاربرد هریک را در دفتر گزارش کار خود بنویسید.

۴— آیا می‌توان به جای کنتاکت بسته K2M در مسیر ۴ هریک از شکل‌های ۴-۶۳-a و ۴-۶۳-b و همچنین کنتاکت بسته K1M در مسیر ۲ شکل ۴-۶۳-e، از کنتاکت بسته‌ی معمولی استفاده کرد؟ در این صورت احتمال پیش آمدن چه اشکالی برای مدار وجود دارد؟ این احتمال را در مورد هریک از مدارها بررسی کنید.

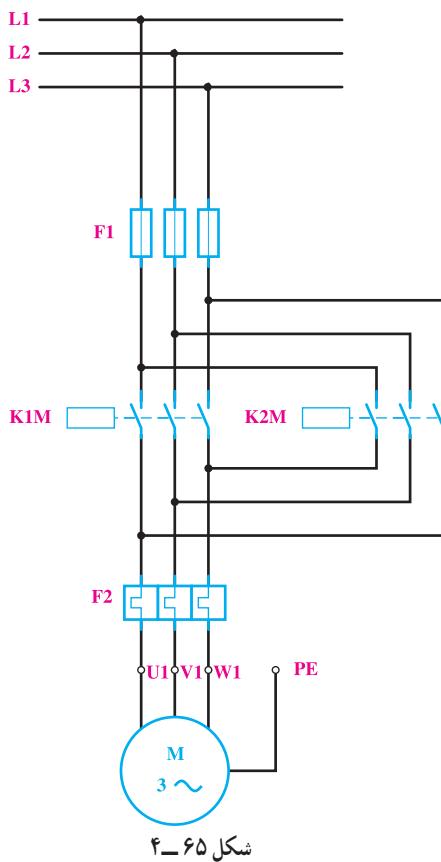


شکل ۶۳

کار عملی ۵



می خواهیم جهت گردش یک موتور آسنکرون سه فازه را، که بر روی یک ماشین تراش (مطابق شکل ۴-۶۴) نصب شده است، توسط کنتاکتور عوض کنیم. مدار فرمان و قدرت آن را ترسیم کنید.



مدار فرمان : در طراحی مدارهای فرمان، باید دقت کرد

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

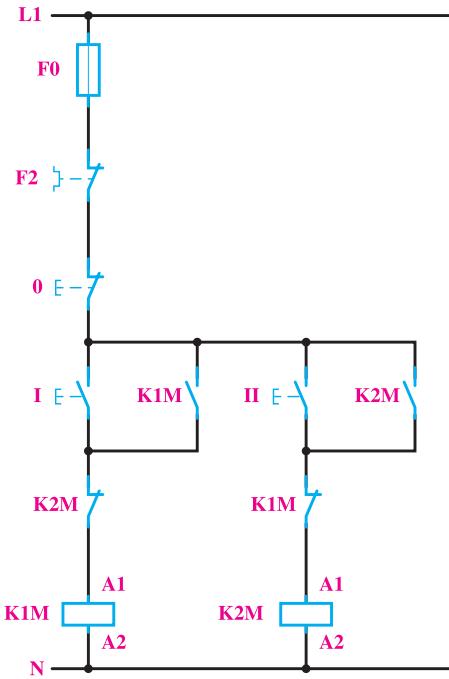
چون برای هر یک از حالت‌های راست‌گرد و چپ‌گرد، یک شستی وصل و برای خاموش کردن موتور نیز یک شستی قطع لازم است، پس در مجموع دو شستی وصل و یک شستی قطع برای این مدار مورد نیاز است که شستی قطع برای هردو حالت راست‌گرد و چپ‌گرد مشترک خواهد بود. ابتدا مانند مدار فرمان معمولی، برای هریک از کنتاکتورها، مدار فرمان را (مطابق شکل ۴-۶۶) ترسیم



شکل ۴-۶۴

مدار قدرت : در این کار، لازم است با دادن فرمان به یک موتور آسنکرون سه فازه، جهت چرخش آن عوض شود. برای این کار لازم است که اتصال دو فاز در روی ترمینال موتور باهم تعویض گرددن. برای اجرای این عمل بهوسیله‌ی کنتاکتور، باید مثلاً برای حالت راست‌گرد، توسط کنتاکتور، L۲ و L۳ و K1M به ترتیب به U1 و V1 و W1 و برای حالت چپ‌گرد، توسط کنتاکتور M، L1، K1M به L2 و W1 و L3 به U1 مانند شکل ۴-۶۵ اتصال یابد. با کمی دقت درشکل، ملاحظه می شود که کنتاکتورهای K1M و K2M نباید حتی برای یک لحظه نیز با هم اتصال یابند؛ زیرا بین دو فاز L1 و L3، توسط هر دو کنتاکتور، اتصال کوتاه ایجاد می شود. این مطلب را در مدار فرمان، باید درنظر داشت.

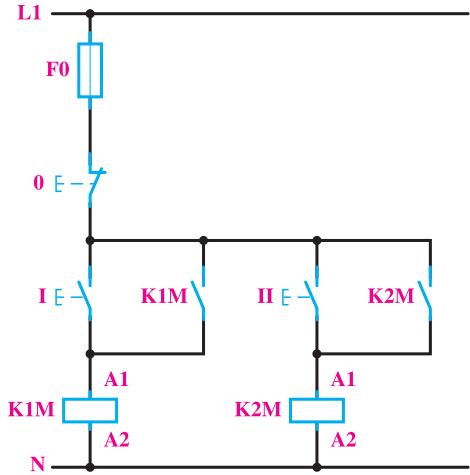
می‌کنیم. این مدار، در صورتی که موتور خاموش باشد و بعد به صورت راستگرد و یا چپگرد راهاندازی شود، صحیح خواهد بود.



شکل ۴-۶۷

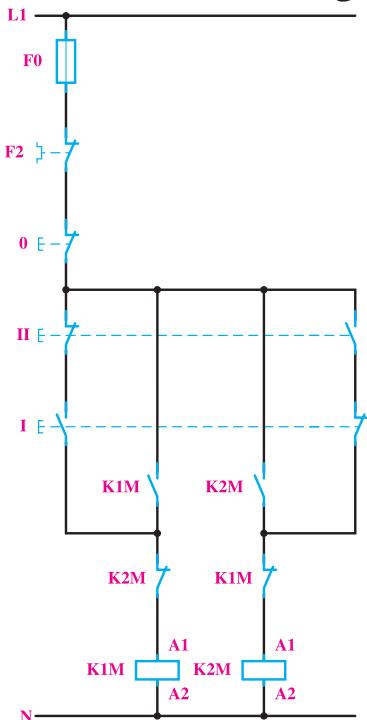
الف - مدار چپگرد - راستگرد با حفاظت کامل

اگر در مدار شکل ۴-۶۷، هم زمان شستی‌های I و II فشار داده شوند، هر دو کنتاکتور K1M و K2M هم زمان جذب کرده و اتصال کوتاه دو فاز پیش خواهد آمد. برای کیفیت بهتر مدار، می‌توان شستی‌های I و II را دوبل انتخاب کرد و مدار را (مانند شکل ۴-۶۸) اتصال داد. در این صورت با فشار هم زمان به شستی‌ها، هیچ‌یک از کنتاکتورها جذب نخواهد شد.



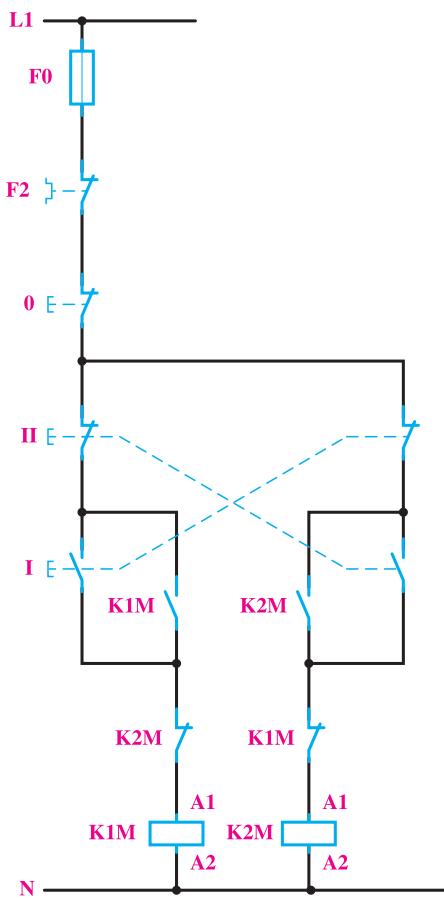
شکل ۴-۶۶

اما همان‌طور که می‌دانید، احتمال این که جهت گردش موتور در حال کار را بخواهیم تعویض نمی‌زیاد است. در مدار شکل ۴-۶۶ اگر در حالی که کنتاکتور K1M وصل است، استارت II را فشنار دهیم، در این صورت بین دو فاز اتصال کوتاه خواهد شد. پس به طور کلی این مدار صحیح نیست و باید برای جلوگیری از اتصال کوتاه دو فاز حفاظت لازم در این مدار پیش‌بینی شود. راه ساده برای رفع این اشکال این است که کاری بکنیم که هنگام وصل هر یک از کنتاکتورها توان کنتاکتور بعدی را وصل نمود. پس می‌توان یکی از کنتاکت‌های بسته هر کنتاکتور را به طور سری با بقیه کنتاکتور بعدی قرار داد تا شرط ذکر شده – یعنی امکان اتصال هر یک از کنتاکتورها در صورت قطع کنتاکتور دیگر – برقرار شود. مدار فرمان صحیح این کار عملی در شکل ۴-۶۷ داده شده است. با توجه به این شکل، ملاحظه می‌شود که اگر موتور مثلاً با متصل بودن کنتاکتور K1M راستگرد باشد، برای چپگرد کردن آن، باید حتماً اول شستی قطع و پس از آن شستی وصل II فشار داده شود تا کنتاکتور K2M جذب و موتور چپگرد شود.



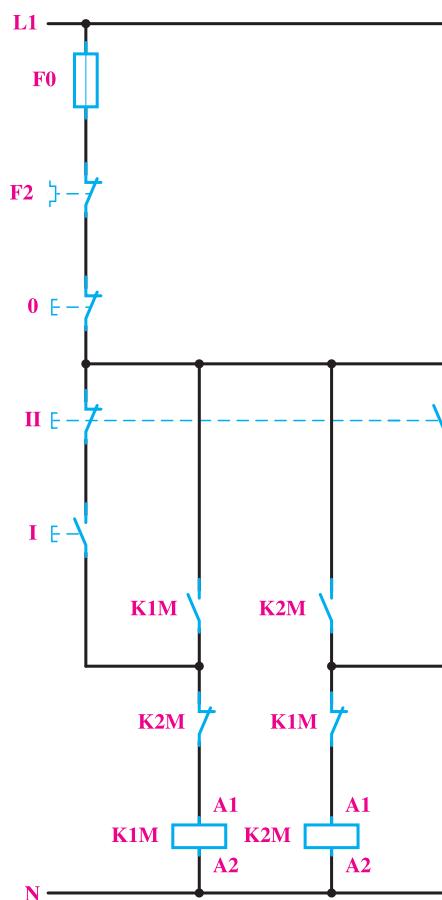
شکل ۴-۶۸

همزمان دو کنتاکتور در اثر فشار دادن هم‌زمان دو شستی نیز وجود خواهد داشت. در این مدار با وجودی که کنتاکتور K1M و K2M به طور همزمان اتصال پیدا نمی‌کنند، باز احتمال اتصال کوتاه دو فاز در اثر جرقه‌ی بین کنتاکت‌ها وجود خواهد داشت؛ زیرا در فاصله‌ی زمانی بسیار کم بین قطع کنتاکتور اول و وصل کنتاکتور دوم، که حدود چند میلی‌ثانیه است و هنوز جرقه ایجاد شده در کنتاکت‌های کنتاکتور اول خاموش نشده است، احتمال این که از همین طریق بین دو فاز اتصال کوتاه ایجاد شود وجود خواهد داشت.



شکل ۴-۷۰

همچنین برای رفع این اشکال، می‌توانیم مدار را طوری طراحی کنیم که با فشار دادن هم‌زمان به شستی‌های I و II، فقط یکی از کنتاکتورها، مثلًا K2M، جذب شود. برای این منظور (مانند شکل ۴-۶۹)، فقط کنتاکت بسته‌ی شستی II را به طور سری با شستی I قرار می‌دهیم.

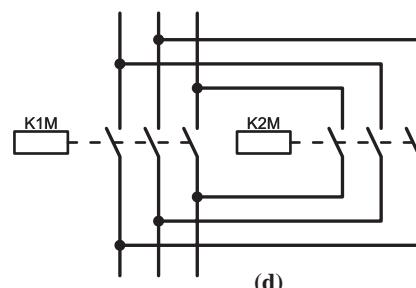
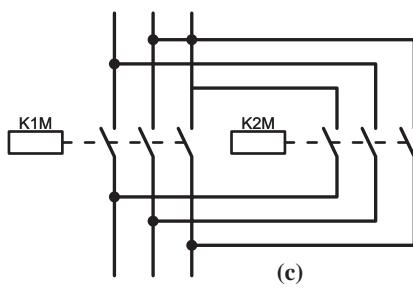
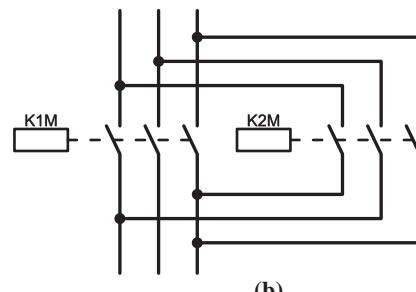
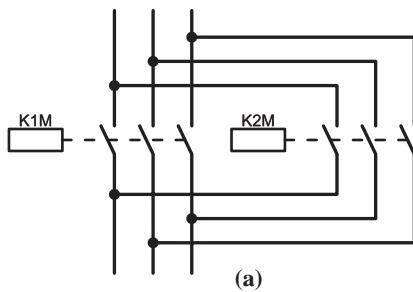


شکل ۴-۶۹

ب—مدار چپگرد—راستگرد سریع
در مدارهای فرمان که تابه‌حال در مورد این کار عملی طراحی شد، برای تغییر جهت گردش موتور، باید ابتدا شستی قطع را فشار داد. در صورتی که بخواهیم بدون قطع کردن مدار، جهت چرخش موتور را عوض کنیم، می‌توانیم کنتاکت بسته‌ی شستی I را در مدار بوبین کنتاکتور K2M و کنتاکت بسته‌ی شستی II را در مدار بوبین کنتاکتور K1M، مانند شکل ۴-۷۰، به صورت سری قرار دهیم تا با فشار به هریک از آن‌ها ابتدا مدار کنتاکتور مقابل قطع و سپس جهت چرخش موتور عوض شود. در چنین حالتی، دیگر اشکال وصل



۱- کدامیک از مدارات قدرت چپگرد- راستگرد در شکل ۴-۷۱ صحیح نیست؟



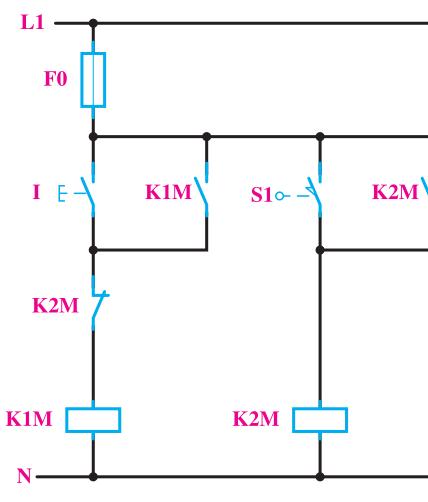
۴-۷۱

۲- در صورتی که بخواهیم مداری داشته باشیم که با زدن شستی I موتور راستگرد، و بدون خاموش کردن مدار، با زدن شستی II موتور چپگرد شود، و چنانچه مجدداً شستی I را فشار دادیم موتور به وضعیت راستگرد باز نگردد، چه تغییری باید در مدار فرمان چپگرد- راستگرد شکل ۴-۷۰ بدheim؟

کار عملی ۶



پس از رسیدن قلم‌گیر به انتهای مسیر، باید کنتاکتور K2M وصل شود و قلم‌گیر به عقب برگرد (جهت گردن موتور عوض شود). برای این منظور، مانند شکل ۴-۷۳، از میکروسویچ S1 استفاده می‌کنیم و چون پس از برگشت قلم‌گیر به سمت عقب، دوباره میکروسویچ S1 قطع می‌شود، از این‌رو اتصال موازی کنتاکت باز K2M (خودنگهدار) با آن ضروری است. برای این‌که بین دو فاز، اتصال کوتاه ایجاد نشود، باید با سری کردن یک کنتاکت بسته‌ی K1M با بین کنتاکتور K1M، این کنتاکتور را از مدار قطع کنیم (شکل ۴-۷۳).



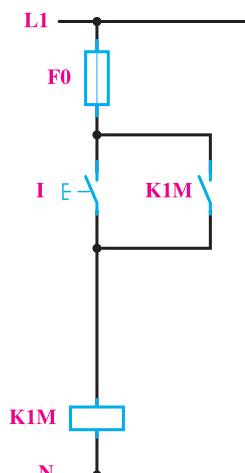
شکل ۴-۷۳

با دقت در مدار شکل ۴-۷۳ ملاحظه می‌شود که برای قطع مدار بین کنتاکتور K1M، باید ابتدا کنتاکتور K2M وصل شود. به همین دلیل با تأخیری که در قطع کنتاکتور K1M پیش می‌آید، هردو کنتاکتور به مدت چند میلی‌ثانیه به یکدیگر وصل خواهند بود و در این مدت زمان کم، بین دو فاز L1 و L3 اتصال کوتاه ایجاد خواهد شد. پس این مدار صحیح نیست و نمی‌توان از آن برای ماشین مورد نظر استفاده کرد. برای جلوگیری از اتصال کوتاه در خصوص دو فاز، همان‌طور که قبل نیز توضیح داده شد، باید کاری کرد که حتماً ابتدا کنتاکتور K1M قطع و سپس کنتاکتور K2M وصل شود. برای اطمینان از این امر، باید یک کنتاکت بسته‌ی K1M را به طور سری با بین کنتاکتور K2M قرار دهیم. اگر این کار را در

سوپورت (قلم‌گیر) یک ماشین تراش باید پس از گرفتن فرمان، به سمت چپ حرکت کند و پس از رسیدن به انتهای مسیر، اتوماتیک به سمت راست برگشته و در محل قبل باشد. مدار الکتریکی آن را ترسیم کنید.

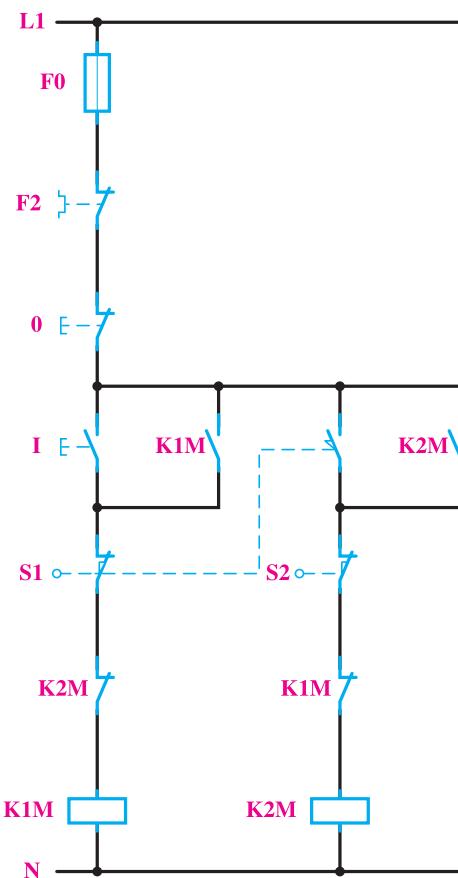
مدار قدرت: برای حرکت سوپورت به سمت چپ و راست، می‌توانیم از یک موتور چپ‌گرد - راست‌گرد استفاده کنیم که مدار قدرت آن مانند شکل ۴-۶۵ در کار عملی قبل می‌باشد.

مدار فرمان: چون مطابق خواسته‌ی کار عملی، فرمان باید به وسیله‌ی دست شروع شود، برای حرکت قلم‌گیر به سمت چپ باید یک شستی وصل موجود باشد. در انتهای مسیر چون برگشت باید اتوماتیک صورت گیرد و طول مسیر رفت را بتوان از قبل تنظیم نمود، از این‌رو نمی‌توان از شستی دستی استفاده کرد و به جای آن باید از یک میکروسویچ استفاده نماییم. هم‌چنین برای ایستادن قلم‌گیر، پس از پایان سیکل نیز باید از یک میکروسویچ استفاده کرد. بدین ترتیب برای طراحی این مدار، به یک شستی وصل برای حرکت به سمت چپ، یک میکروسویچ تعویض جهت و یک میکروسویچ قطع نیاز است. مانند کار قبل، برای طراحی آن به این ترتیب عمل می‌شود که ابتدا مطابق شکل ۴-۷۲ با فشار دادن به شستی I، کنتاکتور K1M جذب نموده و در نتیجه موتور چپ‌گرد می‌شود و تیغچه‌ی تراش به سمت چپ حرکت می‌نماید (شکل ۴-۷۲).



شکل ۴-۷۲

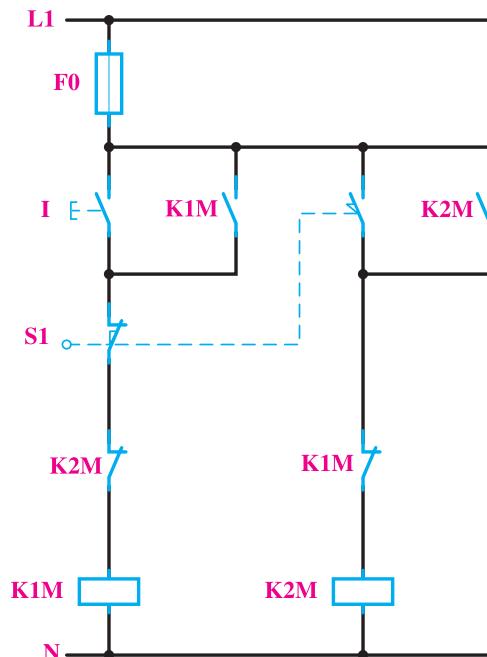
کنتاکتور K2M قطع شود و موتور از حرکت بایستد. برای این منظور نیز از کنتاکت بسته‌ی میکروسویچ S2 که به‌طور سری با کنتاکتور K2M قرار می‌گیرد، استفاده می‌کنیم. مدار کامل این طرح در شکل ۴-۷۵ به همراه وسایل حفاظتی لازم ترسیم شده است. از شستی 0 نیز هنگام قطع اضطراری مدار، در موارد لازم استفاده می‌شود.



شکل ۴-۷۵

- سؤال ۱ :** آیا می‌توان میکروسویچ S2 را به جای شستی 0 قرار داد؟ در این صورت چه اشکالی پیش می‌آید؟
- سؤال ۲ :** آیا امکان توقف قلم‌گیر، در انتهای مسیر وجود دارد یا نه؟ دلیل آن را بنویسید.

مدار قبل (شکل ۴-۷۳) اجرا کنیم، دیگر کنتاکتور K2M وصل نخواهد کرد؛ زیرا در حالتی که میکروسویچ S2 با قلم‌گیر فشار داده می‌شود، مدار کنتاکتور K2M از طریق کنتاکت بسته‌ی K1M (که در این لحظه باز می‌باشد) قطع است و بنابراین، باز هم باعث اشکال خواهد شد. پس باید در این حالت کاری کرد که کنتاکتور K1M قطع شود. ساده‌ترین راه برای این کار آن است که میکروسویچ S1 را دوبل انتخاب کرد. کنتاکت بسته‌ی آن را به‌طور سری با بوبین کنتاکتور K1M قرار می‌دهیم تا با وارد شدن فشار به آن از طریق قلم‌گیر، مدار این کنتاکتور را قطع نماید (شکل ۴-۷۴).

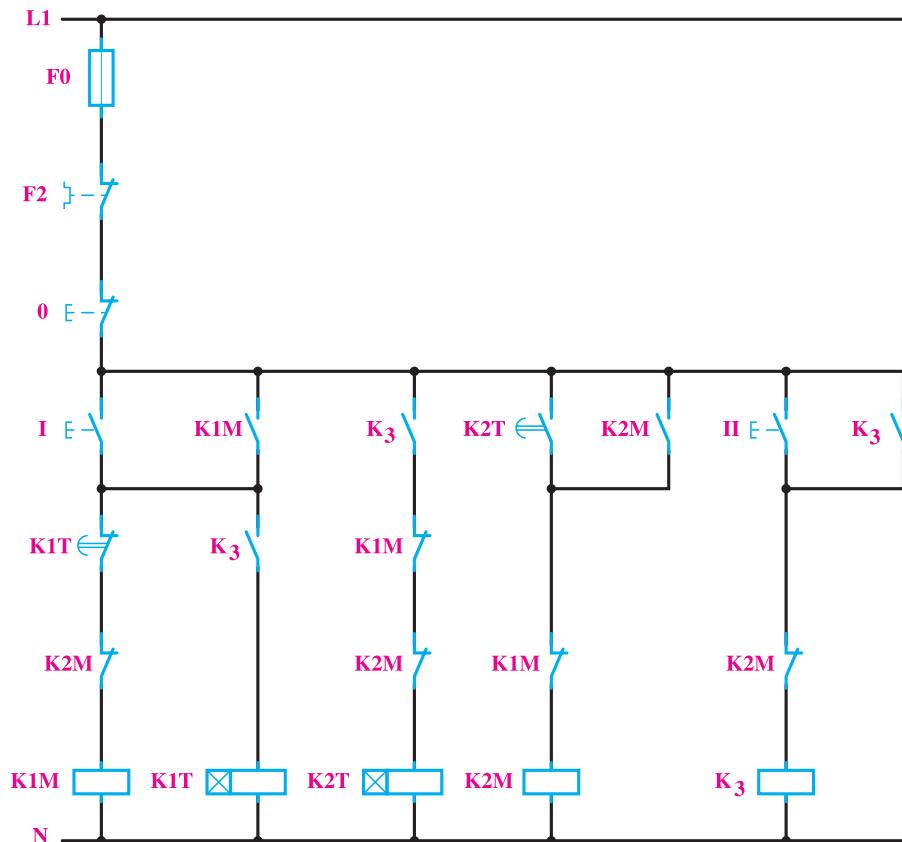


شکل ۴-۷۴

کنتاکت بسته‌ی K2M نیز باید در مدار بوبین کنتاکتور K1M باقی بماند تا اگر در هنگام برگشت قلم‌گیر به سمت عقب، شستی I فشار داده شود، کنتاکتور K1M وصل نشود. پس از برگشت قلم‌گیر به محل اولیه‌ی خود، باید مدار



- ۱— مدار فرمان کار عملی ۶ را طوری طراحی کنید که علاوه بر کار اتوماتیک، با دست نیز بتوان به آن فرمان داد.
- ۲— اصول کار مدار فرمان شکل ۴-۷۶ را بررسی کنید و پس از بستن مدار، اصول کار و مورد استفاده‌ی آن را در دفتر گزارش کار خود بنویسید.



۴-۷۶

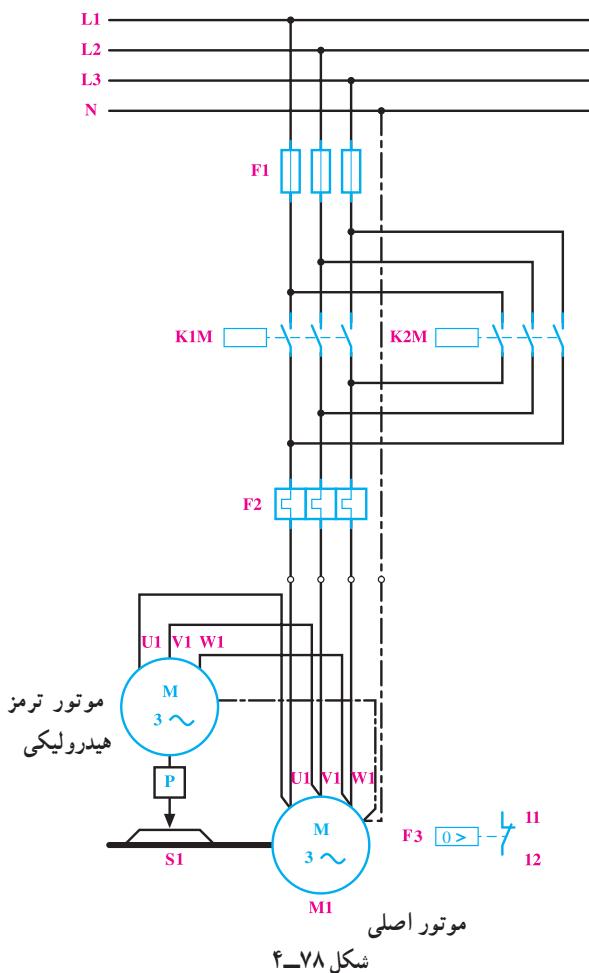
کار عملی ۷



قسمت I : برای ریختن مواد به داخل یک کوره، مانند

شکل ۴-۷۷، از مخزن بالابری که بهوسیلهٔ موتور سه فازه M1، با قدرت ۱۵KW و جریان ۳۰A و مجهز به ترمز هیدرولیکی و کلید حفاظت داخلی، که بر روی یک ریل به سمت بالا و پایین حرکت می‌کند، استفاده می‌شود. برای قطع ترمز در هنگام حرکت، از یک موتور سه فازه ۵/۵ KW و ۱/۵ آمپر استفاده شده است. پرشدن مخزن در پایین کوره بهصورت مکانیکی صورت می‌گیرد و در بالای مسیر نیز با کج شدن مخزن، مواد آن به داخل کوره ریخته می‌شود. برای خالی شدن کامل مخزن، احتیاج به ۳۰ ثانیه زمان است.

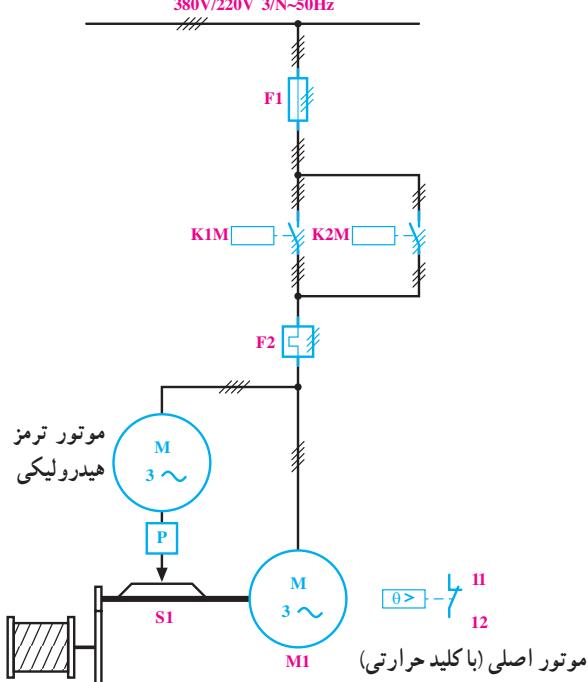
برای این موتور مداری باید طراحی کرد که پس از پرشدن مخزن، با فشار دادن به یک شستی، مخزن به سمت بالا حرکت کرده و در انتهای مسیر مواد در داخل کوره خالی شود و دوباره مخزن به پایین کوره برگردد و در آنجا توقف نماید.



شکل ۴-۷۸

شمای فنی این مثال نیز در شکل ۴-۷۹ نشان داده شده است.

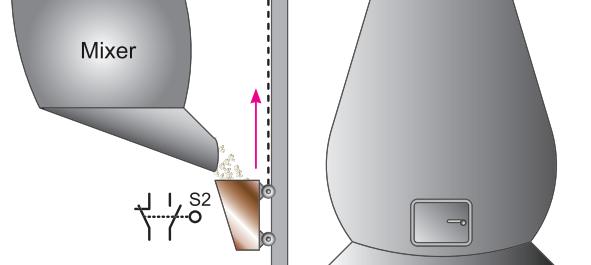
است.



شکل ۴-۷۹

مدار قدرت : چون در این کار عملی، از یک موتور سه

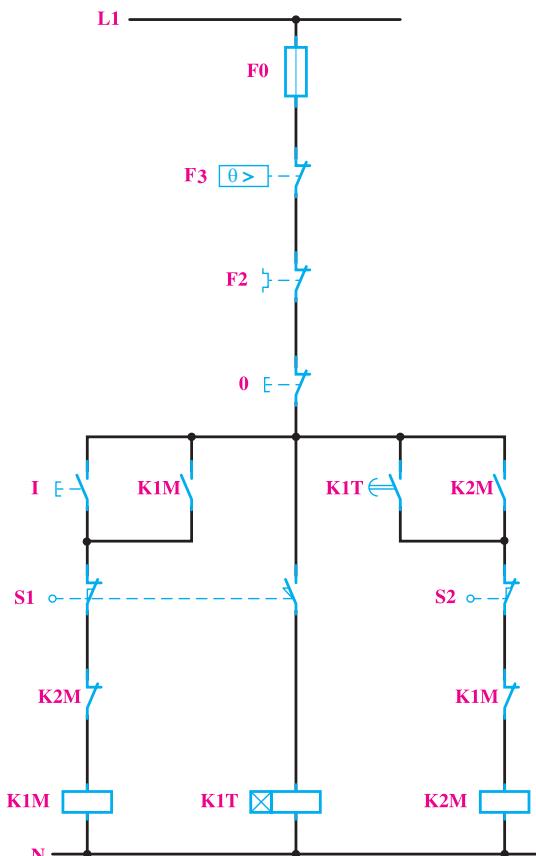
فاز چپگرد - راستگرد برای حرکت مخزن و از یک موتور سه فاز برای ترمز هیدرولیکی استفاده شده است، می‌توان مدار قدرت آن را مانند شکل ۴-۷۸، که هردو موتور همزمان اتصال می‌یابند، ترسیم کرد.



شکل ۴-۷۷

علاوه بر قطع کنتاکتور K1M، تایمر K1T را نیز به کار اندازد. به این منظور از یک میکروسویچ دوبل، مانند شکل ۴-۸۱ استفاده می‌کنیم تا همان با قطع کنتاکتور K1M مدار تایمر را وصل کند تا هنگامی که مخزن در بالای کوره، ساکن است، مدار تایمر K1T نیز وصل خواهد بود و زمانی که به سمت پایین حرکت نماید، مدار تایمر نیز قطع می‌شود. پس از اتصال کنتاکتور K2M توسط تایمر، مخزن به سمت پایین حرکت می‌کند و در پایین کوره به وسیله‌ی میکروسویچ S2، مدار قطع می‌شود. مانند مثال‌های قبلی، در این مدار نیز از کنتاکت‌های بسته K1M و K2M، برای جلوگیری از اتصال کوتاه‌شدن بین دو فاز استفاده می‌کنیم.

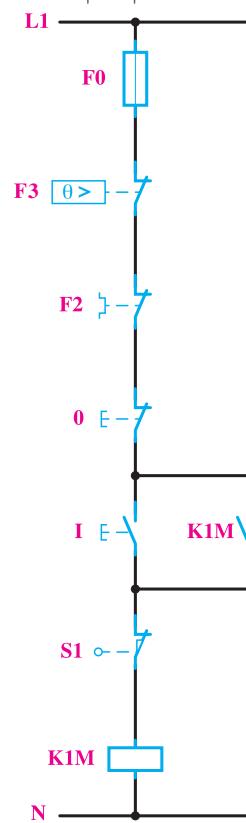
مداری که، به روش گفته شده در شکل ۴-۸۱، به دست آمد خواسته‌های ذکر شده در کار عملی را پاسخ خواهد داد، اما لازم است پس از طراحی هر مدار، حالت‌های مختلفی را، که احتمال پیش آمدن آن‌ها برای سیستم زیاد است، مانند قطع ناگهانی ولتاژ منبع تغذیه یا لزوم قطع مدار در یک موقعیت مشخص را بررسی و اشکالات مربوط به آن‌ها را برطرف کند.



شکل ۴-۸۱

مدار فرمان: برای دادن فرمان و شروع حرکت، از شستی I و برای محدود کردن حرکت مخزن در انتهای مسیر، مانند شکل ۴-۷۷ از میکروسویچ S1 و در ابتدای مسیر از میکروسویچ S2 استفاده می‌شود. همچنین برای قطع اضطراری، از شستی 0 و برای تنظیم زمان تخلیه‌ی مواد در داخل کوره، از تایمر K1T استفاده خواهد شد.

برای طراحی مدار فرمان این کار عملی نیز مرحله به مرحله پیش می‌رویم و مدار کامل را به دست می‌آوریم. ابتدا فرض می‌کنیم که مخزن در پایین کوره قرار گرفته است و با فشار بر شستی I باید به سمت بالا حرکت کند و در انتهای مسیر نیز به وسیله‌ی میکروسویچ S1 متوقف گردد. با توجه به این مطالب می‌توانیم مدار فرمان را تا این مرحله مانند شکل ۴-۸۰ ترسیم کنیم.



شکل ۴-۸۰

پس از قطع کنتاکتور K1M و توقف مخزن، باید تایمر K1T به کار بیفت و پس از ۳۰ ثانية، کنتاکتور K2M را وصل کند. در این مرحله ساده‌ترین راه این است که میکروسویچ S1

طریقی درمدار قرار می‌دهیم که کنتاکتور K1M و تایمر در حالت کار از طریق کن tact بسته شونده K3 تغذیه شوند و در حالتی که میکروسویچ S1 فشار داده شده است، با فشار به شستی 0 مدار کنتاکتور K3 و تایمر K1T با هم قطع و مسیر تغذیه آنها باز گردد.

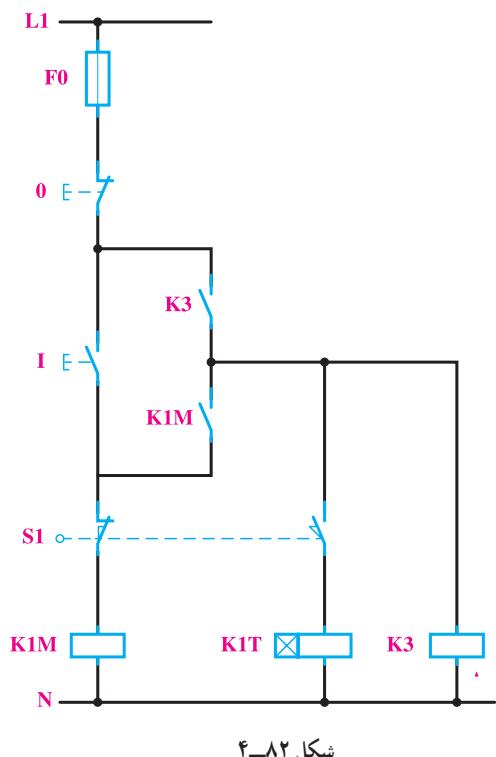
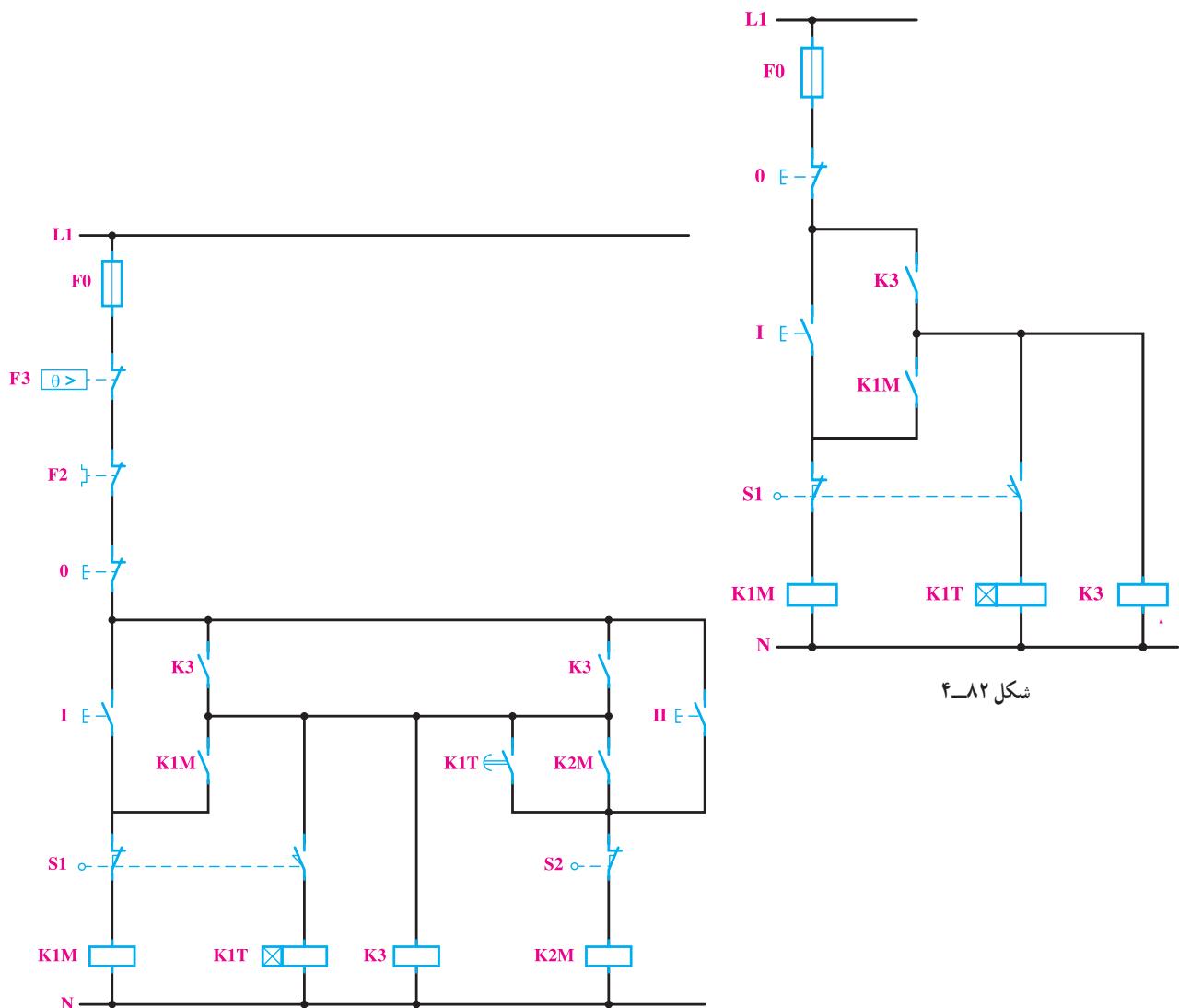
برای کنتاکتور K2M نیز، به همین ترتیب و با توجه به توضیحات داده شده، مدار را طراحی می‌کنیم، به طوری که با تایمر K1T و یا شستی II وصل و با شستی 0 قطع شود. این مدار در شکل ۴-۸۳ نشان داده شده است.

برای نمونه، در کار عملی ذکر شده اگر بخواهیم مخزن را در بالای کوره و در محل تخلیه برای مدت طولانی نگاه داریم، امکان نخواهد داشت، زیرا با فشار دادن به شستی قطع، مدار قطع خواهد شد. اما پس از این که فشار وارد بر این شستی برداشته شود، چون میکروسویچ S1 مدار تایمر K1T را بسته است، دوباره تایمر K1T

و پس از آن کنتاکتور K2M، K2M به کار خواهد افتاد.

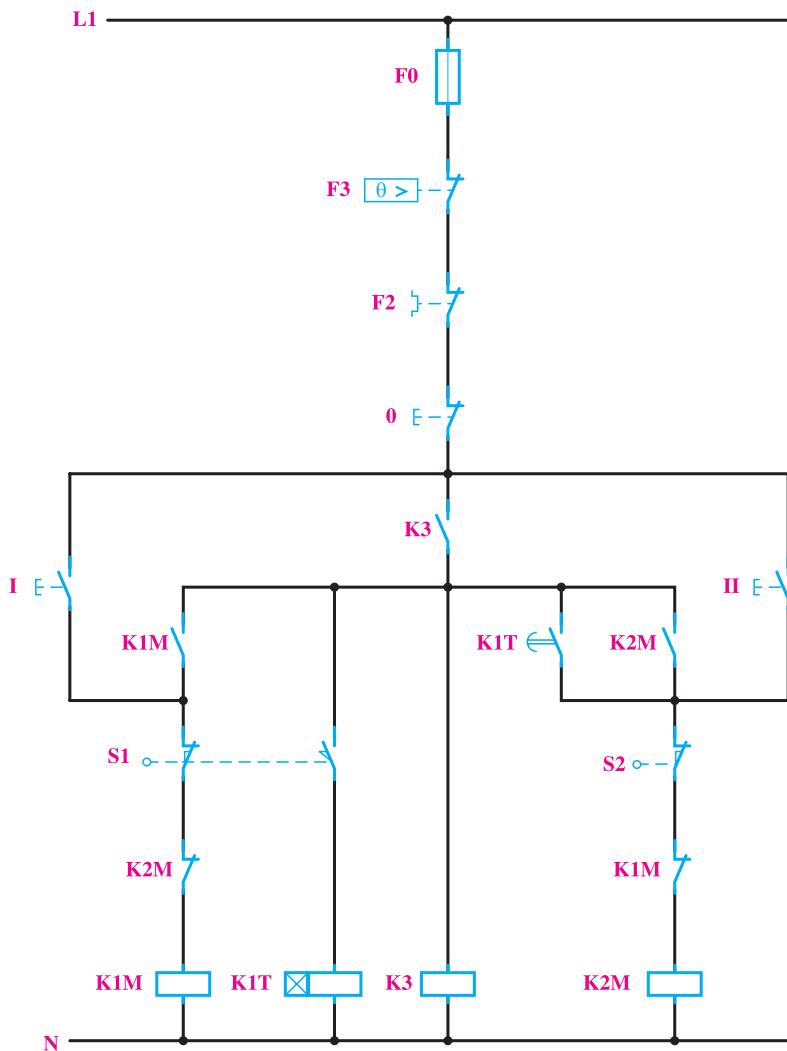
برای رفع این اشکال، باید مدار را به گونه‌ای طراحی کنیم که با فشار دادن به شستی 0، مدار فرمان به طور کامل قطع شود. پس برای این منظور از کنتاکتور کمکی K3 استفاده می‌کنیم و برای پایین آوردن مخزن نیز شستی II را به کار می‌بریم.

به این منظور، ابتدا کنتاکتور K3 را (مانند شکل ۴-۸۲) به



و $K2M$ در مدار بوبین‌ها استفاده می‌کنیم. مدار فرمان نتیجه شده را به صورت شکل ۴-۸۴ ملاحظه می‌کنید و حفاظت‌های لازم نیز در آن نشان داده شده است.

در این مدار، چون دو کنتاکت باز $K3$ با یکدیگر موازی شده‌اند، پس می‌توان یکی از آن دو را حذف کرد. برای حفاظت در برای اتصال کوتاه شدن دو فاز نیز از کنتاکت‌های بسته $K1M$



شکل ۴-۸۴

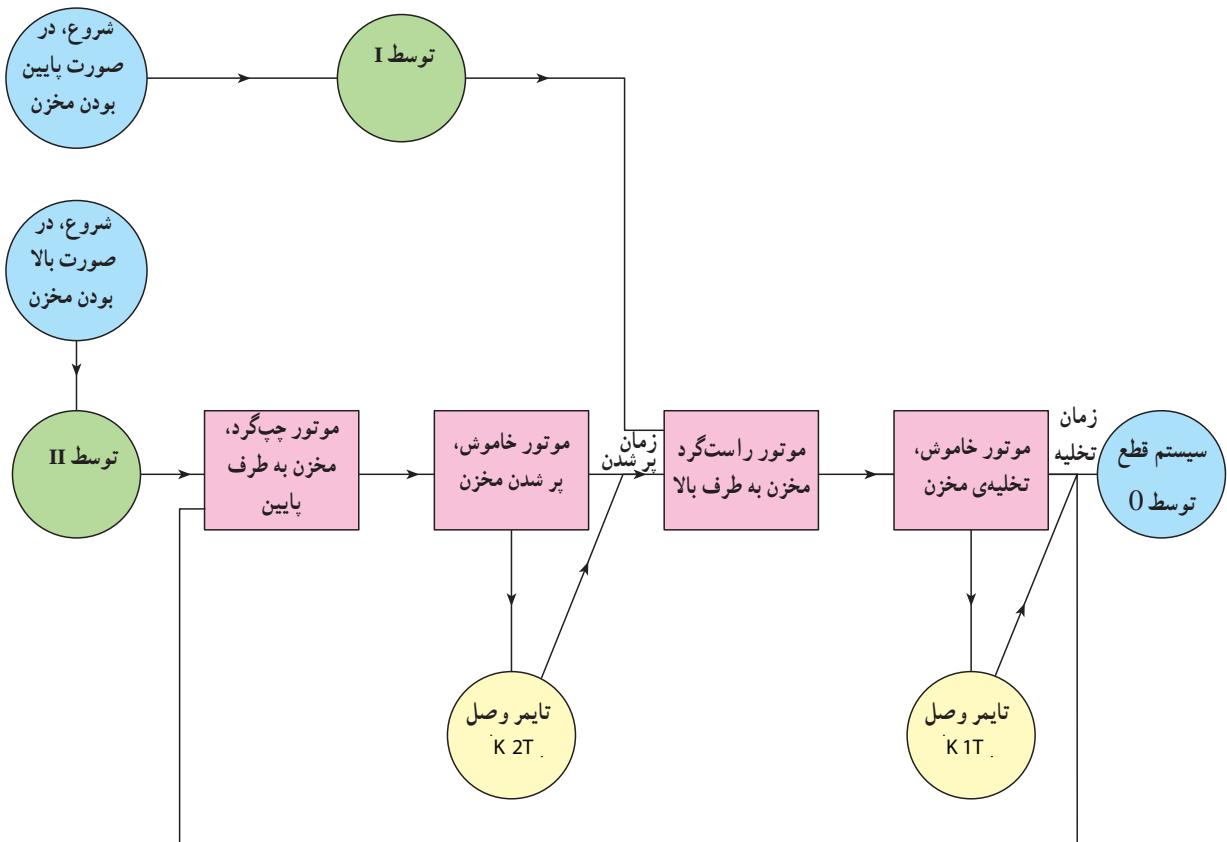
حل :

مدار قدرت : مدار قدرت برای این کار عملی، مانند شکل ۴-۷۸ است.

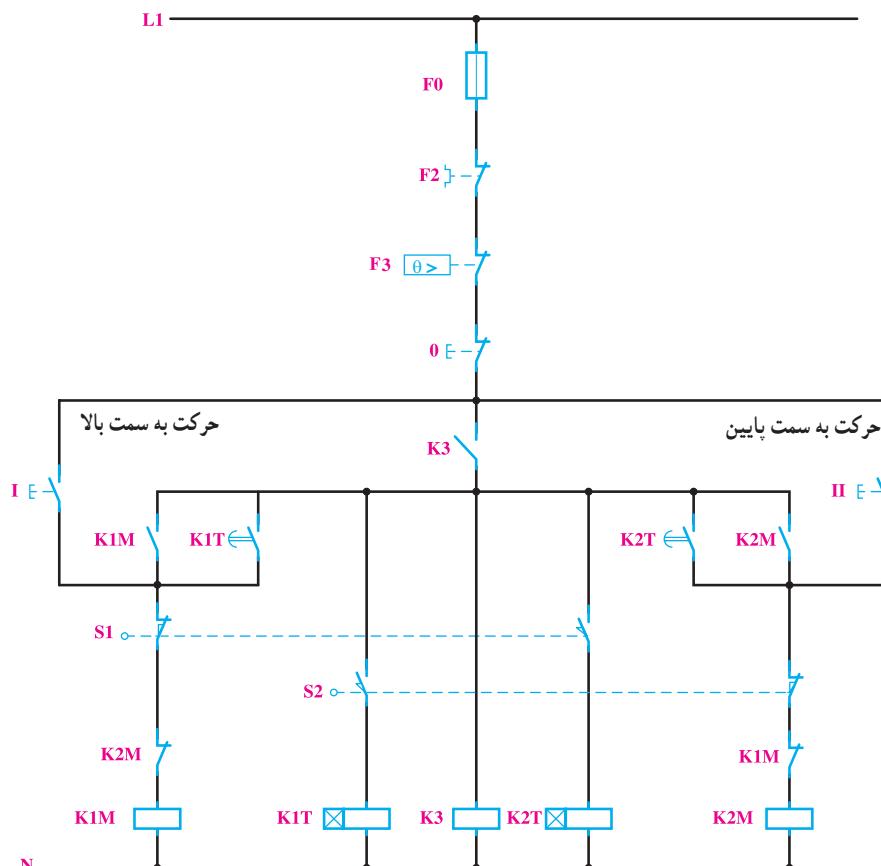
مدار فرمان : چون کار عملی مورد نظر دارای چندین مرحله کار است، برای سادگی، بلوک دیاگرام عمل دستگاه را به صورت شکل ۴-۸۵ ترسیم و از روی آن مدار را طراحی می‌کنیم.

قسمت I : قسمت I از کار عملی ۷ را با این شرط طراحی

کنید که با فشار دادن به شستی I یا II مخزن به سمت بالا یا پایین حرکت کند. در ایستگاه بالا به مدت ۳۰ ثانیه برای تخلیه و در ایستگاه پایین به مدت ۲ دقیقه برای پرشدن مواد توقف نماید و این سیکل، تا هنگامی که به شستی قطع فشار داده نشود، ادامه داشته باشد.



شکل ۴-۸۵



شکل ۴-۸۶

با دقت در این شکل، ملاحظه می‌شود که برای اجرای مراحل فوق، باید به مدار کار عملی قبل، یک تایمر K1T را با زمان ۲ دقیقه اضافه کرد تا در پایین کوره، پس از پر شدن مخزن، بتواند کنتاکتور K1M را وصل کند و مخزن به سمت بالا حرکت نماید. به این منظور با توجه به شکل ۴-۸۴ میکروسویچ S2 را نیز مانند S1 دوبل انتخاب نماید تا همزمان با قطع کردن کنتاکتور K2M تایمر K1T را نیز وصل کند. تایمر K1T نیز پس از ۲ دقیقه، مدار کنتاکتور K1M را وصل خواهد کرد. مدار نتیجه شده‌ی نهایی، مانند شکل ۴-۸۶ خواهد شد.



۱— کار عملی ۷ را با این فرض که مخزن متحرک، تنها در ایستگاه پایین و بالا امکان توقف داشته باشد، طراحی کنید (در صورتی که مخزن در حال حرکت باشد و شستی قطع فشار داده شود، مخزن به حرکت ادامه می‌دهد و در اوّلین توقفگاه، کل سیستم قطع شود).

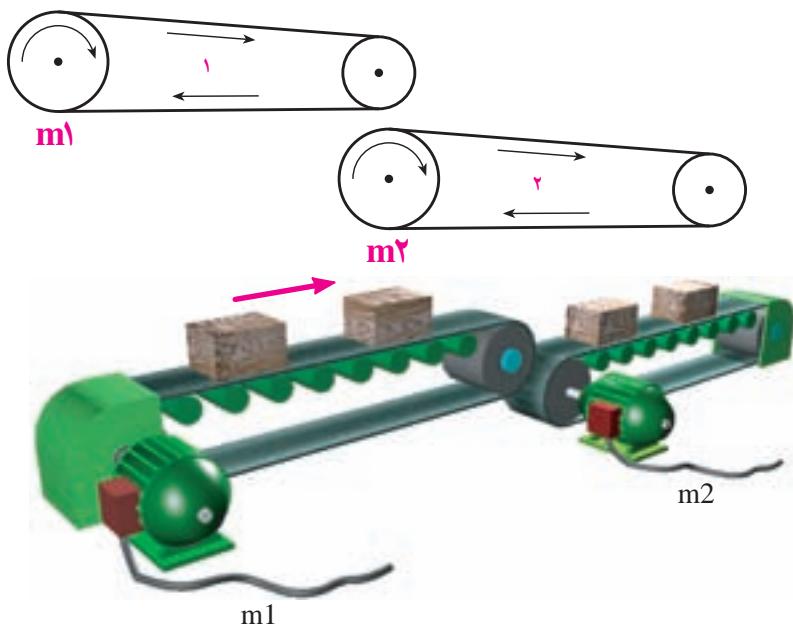
۲— در خط تولید یک کارخانه از دو تسمه نقاله‌ی مجزا از هم (مانند شکل ۴-۸۷) استفاده شده است. تسمه‌ی شماره‌ی ۱ توسط موتور سه فازه m_1 و تسمه‌ی شماره‌ی ۲ توسط موتور سه فازه m_2 به حرکت درمی‌آید. مدار فرمان و مدار قدرت را برای موتورهای این دو تسمه نقاله به ترتیبی طراحی کنید که :

الف— برای وصل مدار از شستی I و برای قطع آن از شستی 0 استفاده شود.

ب— تسمه نقاله‌ی شماره‌ی یک، به تنها ی حركت نکند (چرا؟).

پ— تسمه‌ی نقاله‌ی شماره‌ی دو، همیشه ۳۰ ثانیه پس از قطع مدار تسمه‌ی نقاله‌ی یک، از کار بیفتد (چرا؟).

ت— تمام نکات حفاظتی برای مدار پیش‌بینی شود.



شکل ۴-۸۷

۳— در راهاندازی موتورهای الکتریکی، که باید در زیر بار به شبکه اتصال یابند و زمان راهاندازی آن‌ها نیز خیلی طولانی است، این اشکال پیش می‌آید که به علت بالا بودن جریان راهاندازی و هم‌چنین طولانی بودن مدت زمانی که این جریان از مدار عبور می‌کند، بی‌متال عمل کند و بدون وجود هیچ اشکالی در مدار باعث قطع آن شود. برای جلوگیری از قطع مدار، یک روش این است که بی‌متال اصلی را، که برای جریان نامی موتور تنظیم شده است، می‌توان هنگام راهاندازی از مدار خارج کرد و پس از این که موتور راهاندازی شد و به دور نامی خود رسید، دوباره آن را در مدار قرار داد. برای حفاظت موتور در زمان راهاندازی نیز باید از یک بی‌متال دیگر، که جریان تنظیمی آن مناسب با جریان و زمان راهاندازی موتور انتخاب می‌شود، استفاده کرد (مدار قدرت مطابق شکل ۴-۸۸).

با توجه به توضیحات ذکر شده، مدار فرمان را برای یک موتور سه فازه، که زمان راهاندازی آن حدود یک دقیقه

است، به طریقی طراحی کنید که :

الف - با فشار به شستی I موتور راهاندازی شود و بی متال F3 موتور را در هنگام راهاندازی حفاظت نماید.

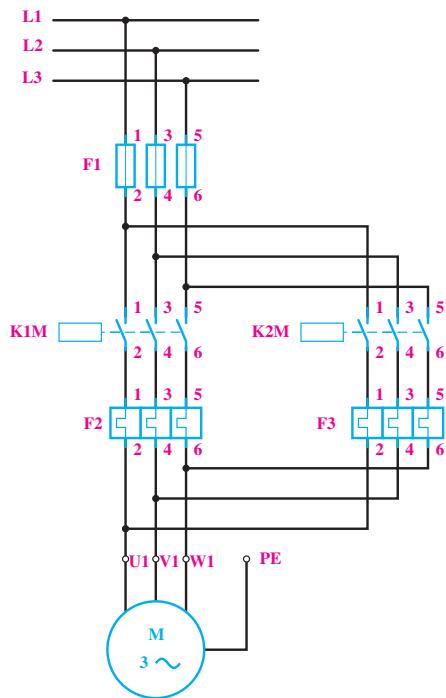
ب - پس از یک دقیقه که موتور به دور نامی خود رسیده است، بی متال F3 از مدار خارج شود و بی متال F2 در مدار قرار گیرد.

پ - با فشار به شستی 0، موتور قطع شود.

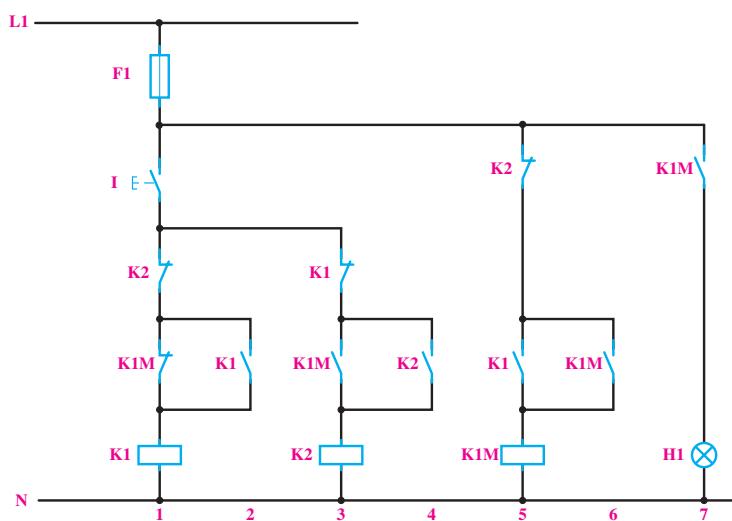
(توجه : کنتاکتور K2M کنتاکتور پل نامیده می شود در برخی از موارد برای این کنتاکتور در راهاندازی زیر بار بی متال قرار نمی دهدن). چرا؟

۴ - پنج موتور الکتریکی موجود است و یکی از آنها موتور رزرو است. حال مداری طرح کنید که با زدن یک شستی وصل چهار موتور وارد شبکه شوند و چنانچه هر یک از موتورها به دلایل مشکلات الکتریکی یا مکانیکی به طور اتوماتیک از شبکه خارج شد، موتور پنجم (رزرو) به شکل اتوماتیک جانشین موتور مربوطه شود. ضمناً وضعیت خارج شدن موتور معیوب از مدار، توسط چراغ سیگنال مشخص شود؟

۵ - برای روشن و خاموش کردن لامپ‌های یک راهروی طویل، از چندین شستی که در نقاط مختلف راهرو نصب شده‌اند و همه‌ی آنها با یکدیگر موازی‌اند، استفاده شده است. با فشار دادن به هر یک از شستی‌ها باید لامپ‌ها روشن و با فشار دادن مجدد به هر یک از آنها، لامپ‌ها خاموش شوند (مشابه کلید ضربه‌ای جریان). در شکل ۴-۸۹، این مدار که به نام مدار ضربه‌ای نامیده می‌شود، نشان داده شده است. اصول کار این مدار را به طور کامل بررسی و در مورد لزوم هر یک از کنتاکت‌های واقع در مسیرهای جریان، بحث نمایید. همچنین موارد استفاده‌ی دیگر این مدار را ذکر کنید.



شکل ۴-۸۸

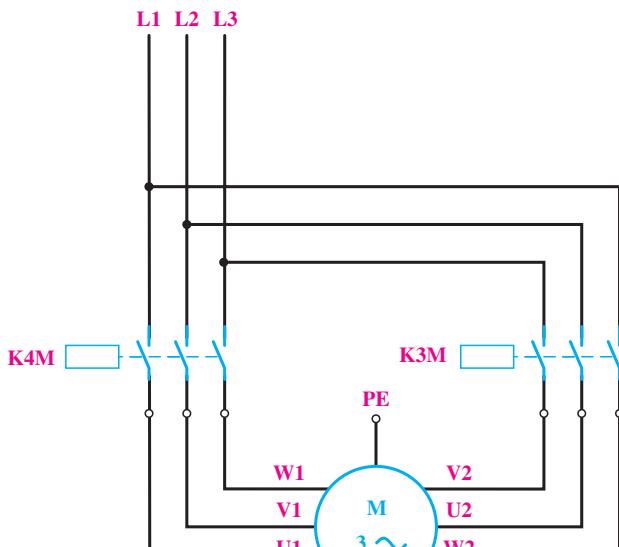


شکل ۴-۸۹

کار عملی ۸

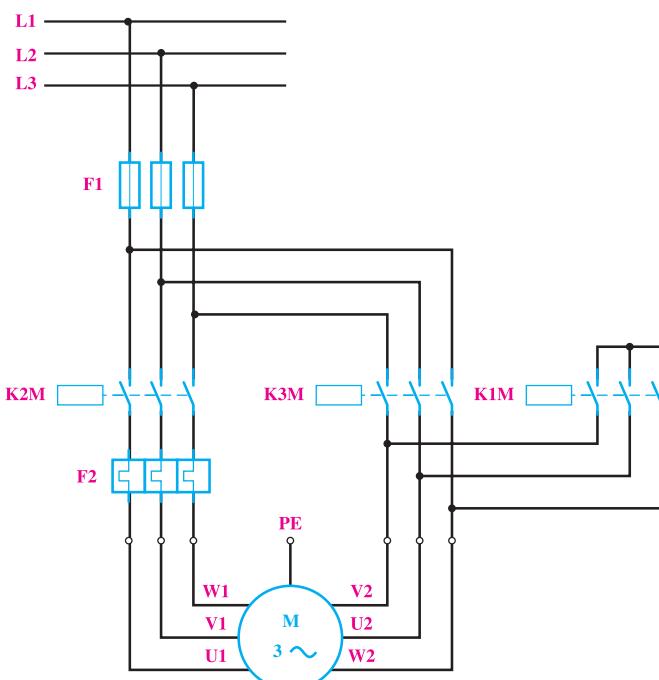


ژنراتور DC یک ماشین جوشکاری، به وسیله‌ی یک موتور آسنکرون سه فازه Δ 38° ولتی به قدرت ۹ KW می‌چرخد. مدار اتصال الکتریکی این موتور را به شبکه توسط کنتاکتور، راهانداز ستاره مثلث، رسم کنید.



شکل ۴-۹۱

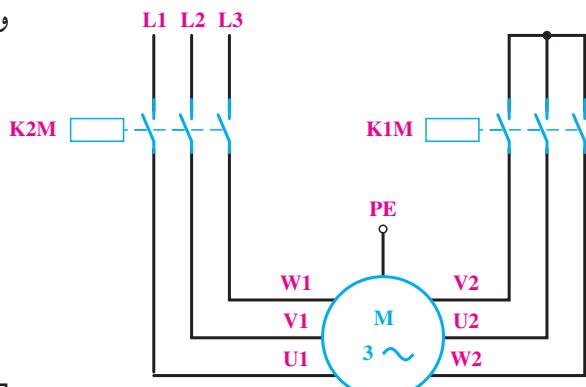
بادقت در این دو شکل، ملاحظه می‌شود که کنتاکتور K2M در شکل ۴-۹۰ و کنتاکتور K4M در شکل ۴-۹۱ یک وظیفه را عهده‌دار هستند. پس می‌توان یکی از آن دورا حذف کرد و برای اتصال سه فاز شبکه به سه سر کلاف‌های موتور، از یک کنتاکتور برای هر دو حالت ستاره و مثلث استفاده نمود. از ادغام دو شکل ۴-۹۰ و ۴-۹۱، مدار قدرت برای اتصال ستاره مثلث نتیجه خواهد شد. در شکل ۴-۹۲ مدار قدرتی برای اتصال ستاره مثلث به همراه وسائل حفاظتی (فیوز و بی‌متال) نشان داده شده است.



شکل ۴-۹۲

حل : از قبل می‌دانیم که برای کاهش جریان راهاندازی موتورهای آسنکرون سه فازه، می‌توان از اتصال ستاره مثلث استفاده کرد. یکی از مزایای راهاندازی ستاره مثلث توسط کنتاکتور، نسبت به راهاندازی توسط کلید دستی، در این است که اتوماتیک می‌توان موتور را از ستاره به مثلث وصل نمود. در اینجا ابتدا به بررسی مدار قدرت و سپس طراحی مدار فرمان در حالت دستی و بعد در حالت اتوماتیک می‌پردازیم.

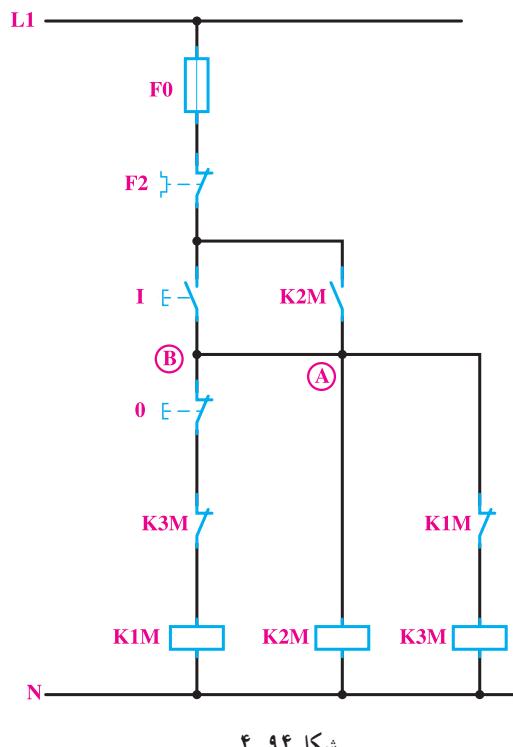
مدار قدرت : در حالت ستاره، باید سه انتهای کلاف‌های موتور، یعنی U_1 و V_2 و W_2 به یکدیگر متصل شود و L_1 به U_1 و L_2 به V_1 و L_3 به W_1 اتصال پیدا کند. برای رسیدن به این هدف، به ۲ عدد کنتاکتور نیاز است. تا یکی از آن‌ها مانند K1M انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر اتصال دهد و کنتاکتور دیگر مانند K2M، سه فاز را به سر کلاف‌های موتور متصل کند. مدار قدرت، برای حالت ستاره، مانند شکل ۴-۹۰ است.



شکل ۴-۹۰

در حالت مثلث نیز باید فاز ۱ به W_2 و U_1 ، فاز ۲ به V_2 و U_2 ، و فاز ۳ به W_1 و V_1 وصل شود. برای این کار نیز به دو کنتاکتور، مانند شکل ۴-۹۱، احتیاج است، به طوری که کنتاکتور K3M، سه فاز را به سه انتهای کلاف‌ها به ترتیب ذکر شده اتصال دهد.

سری با کنتاکتور K_{3M} قرار می‌دهیم و چون فقط کنتاکتور K_{1M} باید از مدار قطع شود و کنتاکتور K_{2M} در مدار باقی بماند، از شستی 0 برای قطع کنتاکتور K_{1M}، استفاده می‌کنیم. همچنین برای این که پس از فشار مجدد شستی I کنتاکتور K_{1M} دوباره وصل نشود، کنتاکت بسته‌ی K_{3M} را به طوری سری با آن قرار می‌دهیم که در نتیجه، شکل ۴-۹۴ حاصل خواهد شد.

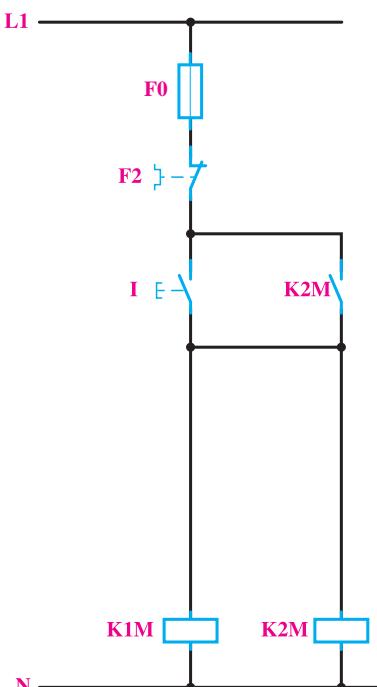


اگر فرض بر این است که در شکل ۴-۹۴، کنتاکتورهای K_{1M} و K_{2M} متصل باشد و سپس شستی 0 فشار داده شود، در این صورت موتور به طور مثلث وصل خواهد شد. اما اگر موتور خاموش باشد و شستی I برای راهاندازی موتور به صورت ستاره فشار داده شود، چون هر سه کنتاکتور همزمان به ولتاژ تغذیه اتصال پیدا می‌کنند، احتمال وصل شدن همزمان کنتاکتورهای K_{1M} و K_{3M} و در نتیجه، اتصال کوتاه سه فاز و یا احتمال مثلث شدن موتور بسیار زیاد خواهد بود. برای رفع این اشکال، باید ترتیبی اتخاذ شود تا قبل از این که بین نقطه‌ی A و B در مسیر کنتاکتور K_{3M} جریانی برقرار شود، کنتاکت بسته K_{1M} باز شده

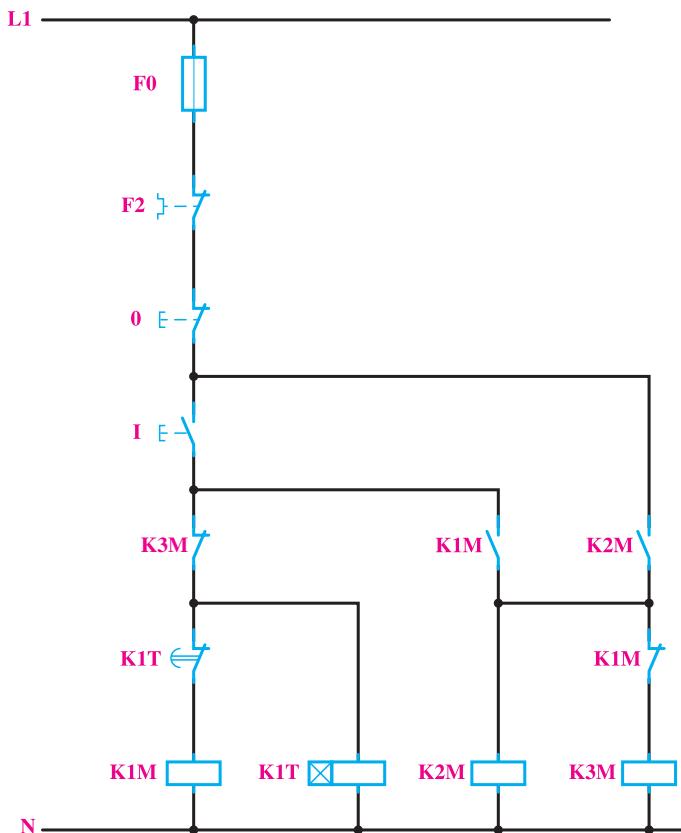
چون بی‌متال‌هایی که در این مدار برای حفاظت در برابر اضافه بار استفاده شده‌اند، در مسیر جریان فازی موتور قرار گرفته‌اند، پس باید برای $58/0^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$ جریان نامی تنظیم شوند.

مدار فرمان برای حالت دستی: در طراحی این مدار باید توجه داشت که کنتاکتور K_{1M} و K_{3M} نباید حتی برای یک لحظه نیز به یکدیگر وصل باشند؛ زیرا بین هر سه فاز، اتصال کوتاه پیش خواهد آمد.

برای راهاندازی موتور باید با فشار به شستی I کنتاکتورهای K_{1M} و K_{2M} جذب گردد و با فشار دادن به شستی 0 کنتاکتور K_{1M} قطع و کنتاکتور K_{3M} جذب شود. البته قبل از وصل شدن کنتاکتور K_{3M} باید حتماً K_{1M} قطع شود. به علاوه، اگر برای راهاندازی موتور ابتدا شستی 0 فشار داده شود، هیچ یک از کنتاکتورها نباید وصل شوند. برای طراحی مدار، ابتدا اتصال کنتاکتورهای K_{1M} و K_{2M} را توسط شستی I (مانند شکل ۴-۹۳) ترسیم می‌کنیم. چون کنتاکتور K_{2M} در حالت مثلث نیز باید در مدار باشد، از این رو برای اتصال دائم مدار از کنتاکت باز K_{2M} به صورت موازی با شستی I استفاده می‌کنیم. در مرحله‌ی بعدی باید با فشار به شستی 0 ابتدا کنتاکتور K_{1M} قطع و بعد کنتاکتور K_{3M} وصل شود. برای اطمینان از این امر، کنتاکت بسته K_{1M} را به طور

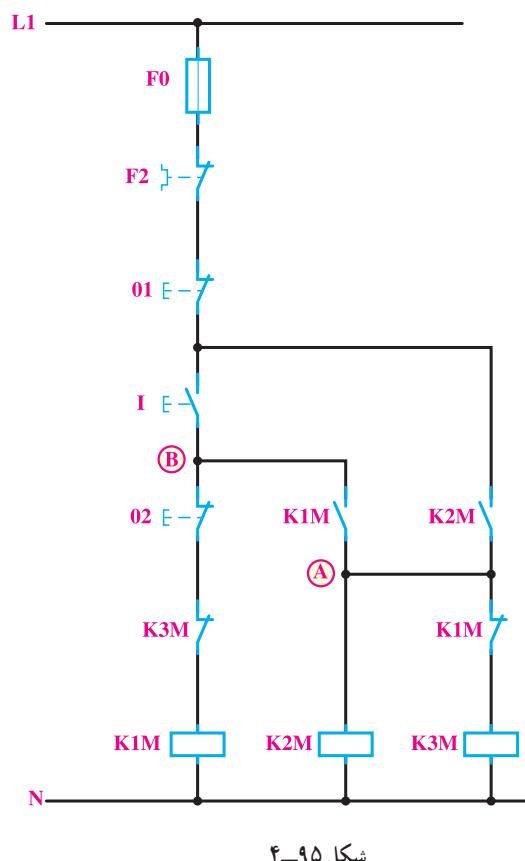


این ماشین جوشکاری، زمان مورد نظر حدود ۱۰ ثانیه است. روش طراحی این مدار نیز مانند حالت قبل است، با این تفاوت که به جای شستی قطع ۰۲ باید یک تایمر، کنتاکتور K1M را قطع نماید. به همین جهت از کنتاکت بسته‌ی تایمر K1T به جای شستی ۰۲ استفاده می‌کنیم. چون از زمان اتصال موتور به صورت ستاره، باید شمارش معکوس تایمر نیز شروع شود، پس بوین تایمر را نیز با بوین کنتاکتور K1M (مانند شکل ۴-۹۶) به صورت موازی اتصال می‌دهیم. توجه داشته باشید که کنتاکت بسته‌ی تایمر باید، مطابق شکل، بین یک سر بوین کنتاکتور K1M و سر موتور تایمر قرار گیرد و سر بوین تایمر نباید به نقطه‌ی A1 کنتاکتور K1M متصل شود. (چرا؟)



شکل ۴-۹۶

باشد. یک راه ساده برای این کار این است که در اتصال بین A و B در شکل ۴-۹۴ یک تأخیر زمانی به وسیله‌ی کنتاکت باز K1M ایجاد کیم. وجود این کنتاکت، باعث می‌شود که با فشار به شستی I، ابتدا کنتاکتور K1M جذب کند و همزمان با بسته شدن کنتاکت باز آن در مسیر AB، کنتاکت بسته‌ی K1M در مسیر کنتاکتور K3M باز شود و دیگر اشکال بالا به وجود نیاید. مدار فرمان کامل این کار عملی، مانند شکل ۴-۹۵ خواهد شد. در این مدار از شستی ۰۱ برای قطع موتور استفاده شده است.

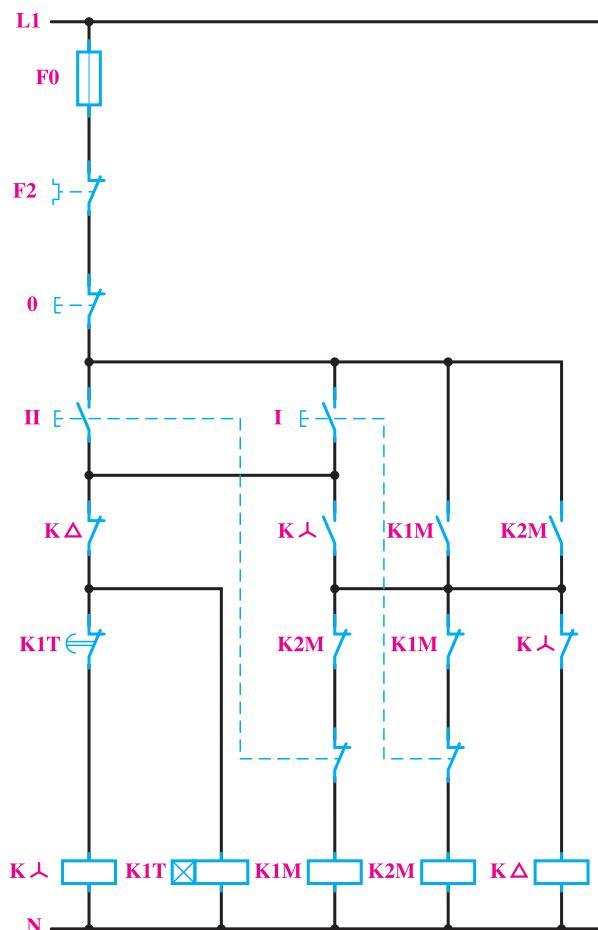


شکل ۴-۹۵

مدار فرمان برای حالت اتوماتیک: در این حالت، باید با فشار دادن به شستی I موتور به صورت ستاره راه اندازی شود و پس از گذشت زمان از قبل تنظیم شده‌ای، که بستگی به موتور و بار آن دارد، به طور اتوماتیک به حالت مثلث اتصال باید. برای موتور



- ۱- مشخصات وسائل مورد نیاز برای راهاندازی موتور آسنکرون ماشین جوشکاری در کار عملی ۸ را در جدول بنویسید.
- ۲- برای پر کردن یک منبع از آب چاه، از یک پمپ با موتور سه فازه به قدرت ۳KW، که به صورت ستاره مثلث راهاندازی می شود، استفاده شده است. نقشه‌ی مسیر جریان این پمپ را طراحی کنید؛ به طوری که :
- الف - هرگاه آب داخل منبع از نصف کمتر شود، پمپ به صورت ستاره مثلث به کار بیفتد و پس از پر شدن منبع، اتوماتیک خاموش شود.
 - ب - در صورتی که آب چاه کم شود، پمپ نیز از کار بیفتد.
 - پ - اجرای مراحل ذکر شده در فوق، اتوماتیک باشد.
 - ت - در صورت لزوم، بتوان به وسیله‌ی یک کلید سوئیچی، مدار فرمان موتور را قطع کرد.
 - ث - محل نصب هر یک از کلیدهای به کار رفته در نقشه را مشخص کنید.
- ۳- طرز کار مدار فرمان شکل ۴-۹۷ را بررسی نموده و مدار قدرت آن را رسم کنید.



شکل ۴-۹۷

ترمز در موتورهای آسنکرون

سیم پیچ استاتور یک ماشین آسنکرون، به وسیله‌ی جریان مستقیم تغذیه شود، در آن میدان مغناطیسی ثابتی (غیر دوار) ایجاد خواهد شد.

در صورتی که رتور در این میدان مغناطیسی بچرخد، در داخل هادی‌های اتصال کوتاه آن جریان القابی به وجود می‌آید و باعث گشتاور ترمز کننده می‌شود.

از این خاصیت می‌توان برای ایجاد ترمز، در موتور آسنکرون استفاده کرد.

سیم پیچ‌های سه فاز استاتور موتور آسنکرون را می‌توان به یکی از چهار صورت نشان داده شده در شکل ۴-۹۸ اتصال داد. معمولاً برای سادگی، سیم پیچ‌ها را به یکی از دو صورت (شکل ۴-۹۸ a و b) اتصال می‌دهند. در این صورت جریان مستقیمی در حدود یک تا دو برابر جریان نامی موتور، برای ایجاد ترمز کافی خواهد بود.

به علت کم بودن مقاومت سیم پیچ‌ها، ولتاژ منبع تغذیه DC باید مقدار کمی باشد.

در صورتی که سیم پیچ‌های استاتور به صورت شکل (a) اتصال داده شده باشند، باید جریان منبع تغذیه DC برابر با $I_d = \sqrt{2} I_N$ و ولتاژ منبع تغذیه برابر با $U_d = 2/12 R_d I_N$ باشد. در این رابطه‌ها، I_N جریان نامی و R_d مقاومت اهمی سیم پیچی هر فاز استاتور است.

اگر سیم پیچ‌ها به صورت شکل (b) اتصال داده شوند، در این صورت برای ترمز خوب باید $I_d = \sqrt{\frac{3}{2}} I_N$ و ولتاژ منبع تغذیه DC برابر با $U_d = 2/44 R_d I_N$ باشد. برای حالتی که سیم پیچ‌های موتور به صورت مثلث باشند نیز می‌توان ولتاژ منبع تغذیه را به دست آورد.

اگر سیم پیچ‌ها را به صورت شکل (c) اتصال دهیم و سپس به منبع تغذیه DC وصل نماییم، در این صورت باید جریان $I_d = \frac{3}{\sqrt{2}} I_N$ و ولتاژ منبع تغذیه برابر با $U_d = 1/41 R_d I_N$ باشد.

چنان‌چه سیم پیچ‌ها به صورت شکل (d) اتصال یابند، باید جریان $I_d = \sqrt{6} I_N$ و ولتاژ منبع تغذیه برابر با $U_d = 1/22 R_d I_N$ باشد.

در این روش ترمز، باید برای حفاظت موتور (با طراحی

گاهی لازم می‌شود که در یک ماشین صنعتی، پس از قطع موتور از شبکه، بلافارسله یا پس از زمان کمی، موتور از حرکت بایستد. برای این منظور از ترمز الکتریکی یا ترمز مکانیکی استفاده می‌شود.

در دستگاه‌هایی که بخواهند، در حالت خاموش بودن موتور، ترمز آن‌ها فعال باشد و رتور در اثر گشتاور حاصل از بار چرخد، باید از ترمزهای مکانیکی استفاده شود. به خصوص در وسایل حمل و نقل و بالابرندۀ‌ها، مانند نقاله و جرثقیل، باید این موضوع رعایت شود و برای حفاظت، از ترمز مکانیکی استفاده کرد.

در موتورهای آسنکرون، برای از حرکت بازداشتمن سریع موتور، می‌توان از ترمز الکتریکی استفاده نمود. این نوع ترمز تنها تا زمان از حرکت ایستادن موتور مؤثر است و پس از آن مقدار گشتاور ترمز کننده صفر خواهد شد.

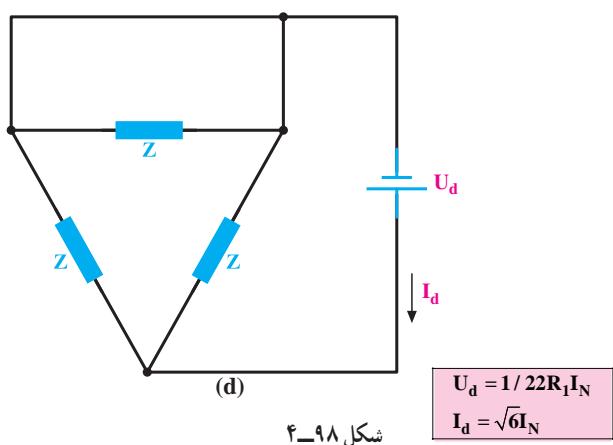
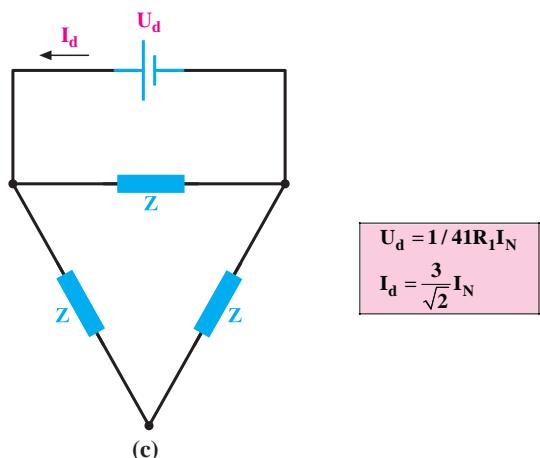
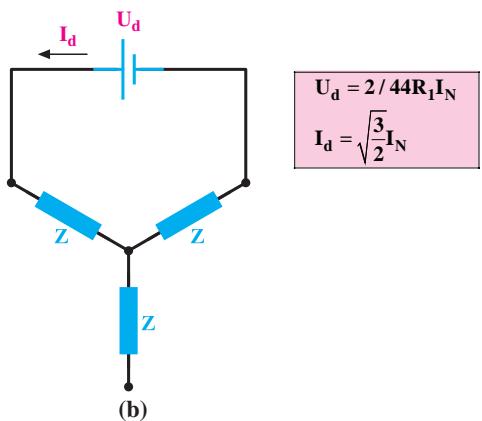
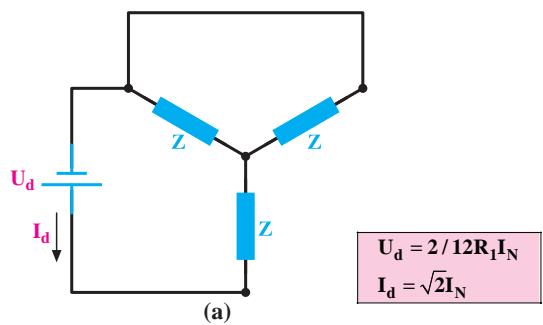
در اینجا به بررسی دو روش متداول ترمز الکتریکی، یعنی ترمز جریان مخالف و ترمز با جریان مستقیم می‌پردازیم.

الف – ترمز به وسیله‌ی اعمال جریان مخالف : با تعویض جهت گردش موتور توسط تعویض جای دو فاز، می‌توان یک موتور آسنکرون سه فاز را خیلی سریع ترمز نمود. برای مثال، اگر در حالت عادی، L1 به U1 و L2 به V1 و L3 به W1 وصل باشد، می‌توان L1 را به L1 و V1 و L2 را به U1 و L3 را به W1 اتصال داد تا جهت میدان دور و در نتیجه، جهت گشتاور موتور عوض شود و محور موتور از حرکت بایستد. در این طریق، ترمز باید با طراحی مناسب مدار، بلافارسله پس از ایستادن موتور، جریان موتور را قطع کند. در غیر این صورت موتور در جهت مخالف می‌چرخد. این عمل را می‌توان به وسیله‌ی یک کلید تابع دور و در بعضی موارد توسط یک تایمر اجرا کرد.

موارد استفاده این ترمز جریان مخالف در صنعت بسیار زیاد است. زیرا از سادگی اتصال و مخارج کم برخوردار است.

ب – ترمز به وسیله‌ی اعمال جریان مستقیم : اگر

مناسب پس از ایستادن کامل موتور) جریان DC را قطع کرد تا
گرمای ایجاد شده در موتور باعث خودکشی نشود.



شکل ۴-۹۸

۹ کار عملی



نصب شده بر روی این ماشین، مانند کارهای عملی ۱ و ۲ است؛ اما چون پس از خاموش کردن موتور باید محور بلا فاصله از حرکت بایستد، پس باید به طریقی محور آن را ترمز نمود. در اینجا ابتدا روش‌های مختلف ترمز بررسی می‌شود. سپس مدار الکتریکی کامل برای این کار عملی، ترسیم خواهد شد.

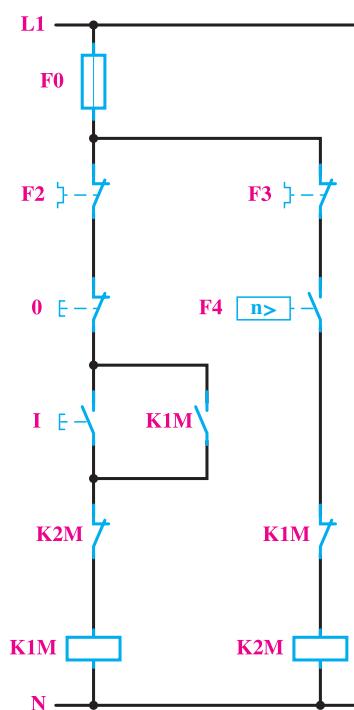
زمان لازم برای توقف موتور در ماشین‌های مختلف متفاوت است و بستگی به بار کوپل شده با موتور وجود چرخ لنگر در آن دارد. البته می‌توان زمان لازم را با آزمایش به دست آورد. به این ترتیب، ملاحظه می‌شود در این کار عملی، از هر دونوع ترمز می‌توان استفاده کرد.

در روی یک ماشین ابزار، باید یک موتور سه فاز آسنکرون معمولی با مشخصات $7/5\text{KW}$ و $7/380\text{V}$ و Δ/L و 1440r.p.m و $26/3/15/2\text{A}$ نصب شود. گرددش این ماشین، تنها در یک جهت است و پس از خاموش کردن آن، باید بلا فاصله محور ماشین از حرکت بایستد. مدار الکتریکی مناسب را برای موتور این ماشین ترسیم کنید. جریان ولتاژ DC لازم برای حالت ترمز را به دست آورید. مقاومت سیم پیچ در حالت گرمی برابر با $R=59\Omega$ است.

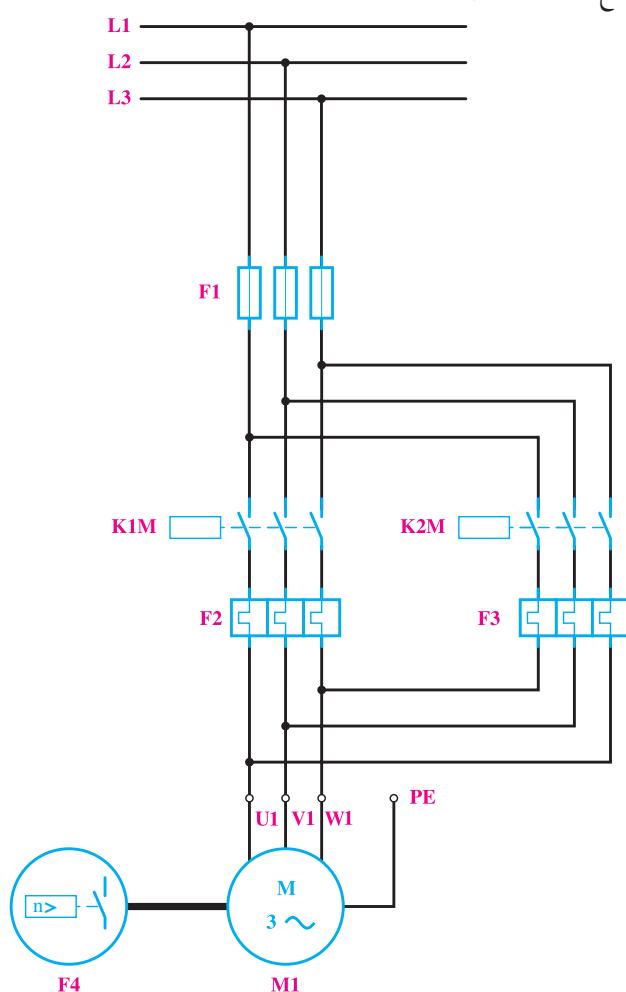
حل : مدار الکتریکی برای راه اندازی و شروع به کار موتور

۱-۹-۱ مدار ترمز جریان مخالف

در شکل ۴-۹۹ مدار قدرت و در شکل ۴-۱۰۰، مدار فرمان برای ترمز با جریان مخالف (که در آن از کلید تابع دور، در حالت قطع، استفاده شده) آمده است.



شکل ۴-۱۰۰



شکل ۴-۹۹

۹-۲ مدار ترمز جریان مستقیم

در شکل ۱۰-۴ نیز مدار قدرت و در شکل ۱۰-۲ مدار

فرمان همین کار عملی، در حالتی که از ترمز جریان مستقیم استفاده شده، نشان داده شده است.

چون اتصال سیم پیچ های موتور به صورت ستاره است، از

این رو برای حالت ترمز، آنها را مطابق شکل ۹-۸a

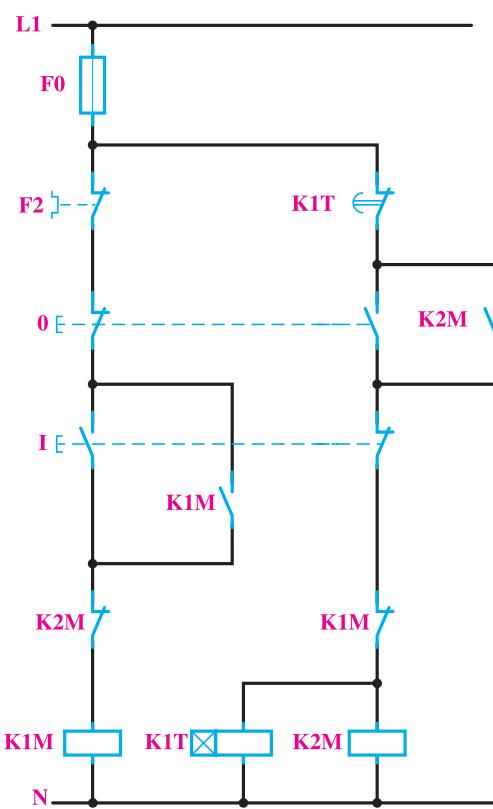
می دهیم تا گرمای ایجاد شده نیز در تمامی سیم پیچ ها تقسیم شود.

در این صورت جریان DC مورد نیاز برابر با

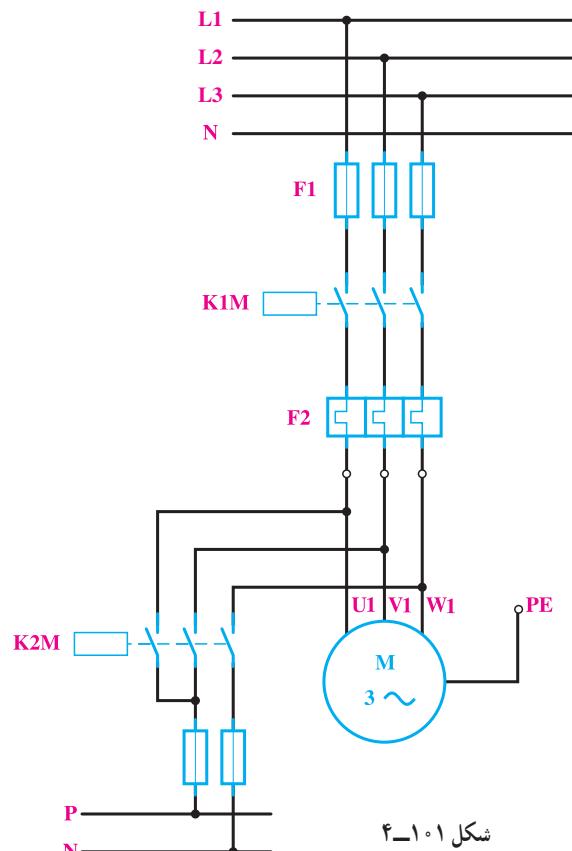
$$I_d = \frac{1}{4} I_N = \frac{1}{4} \times 15 = 21/4 A$$

$$U_d = \frac{2}{12} R_1 I_N = \frac{2}{12} \times 0.59 \times 15 = 19 V$$

DC نیز باید برابر باشد.



شکل ۱۰-۲



شکل ۱۰-۱

تمرین

۱- مدار فرمان و مدار قدرت را برای حالتی که به جای کلید تابع دور در شکل های ۹-۹۹ و ۱۰-۰۰ از تایмер

استفاده شود، ترسیم کنید.

۲- کنتاکتورها و وسایل حفاظتی مناسب را برای هر دو حالت کار عملی ۹ انتخاب کنید.

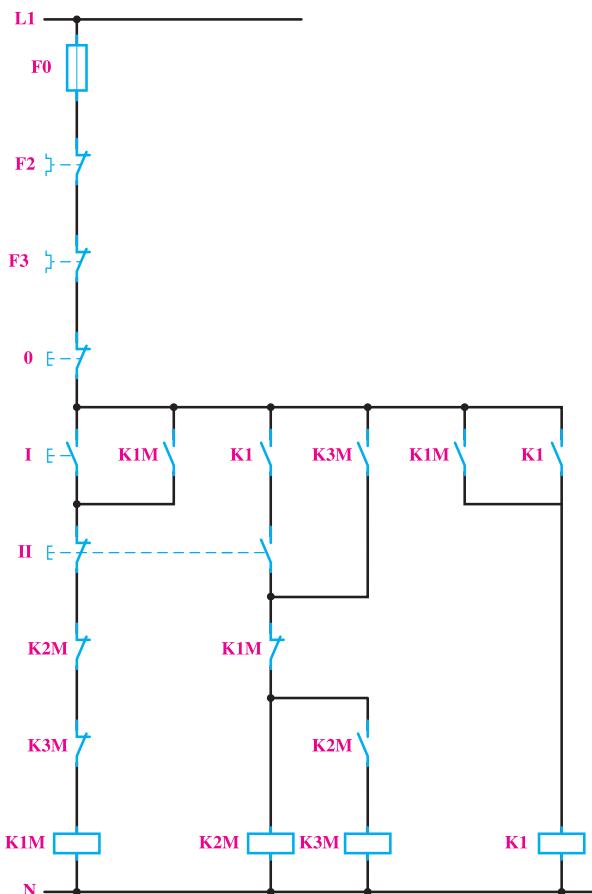
۱۰ کار عملی



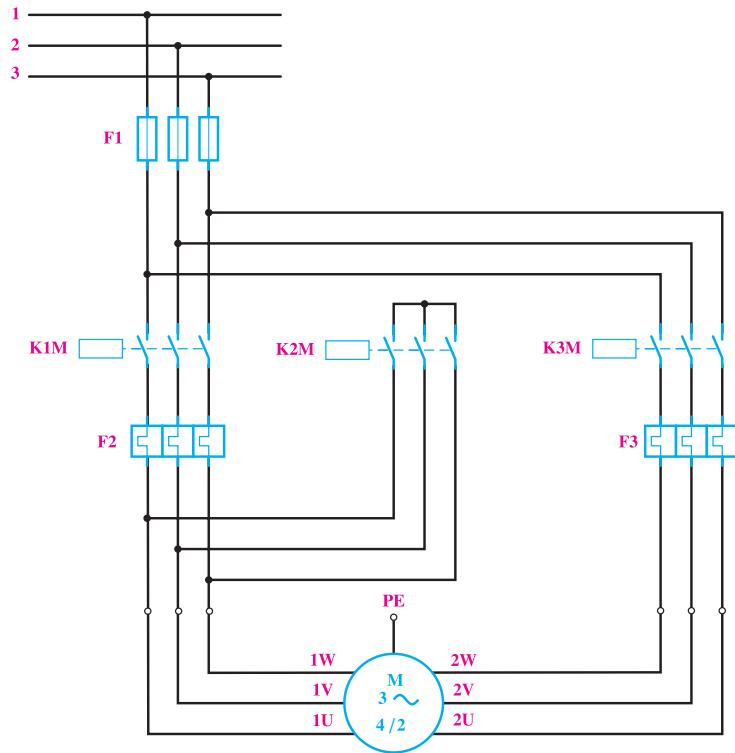
شکل ۴-۱۰۳

در روی یک ماشین مته، باید یک موتور سه فاز آسنکرون رتور قفسی با دو سرعت 145° و 294° دور در دقیقه نصب کرد تا بتوان سرعت گردش مته را علاوه بر سمه و پولی، به وسیله‌ی موتور نیز تغییر داد. شکل ۴-۱۰۳ تصویر واقعی این ماشین را نشان می‌دهد. مدار فرمان و مدار قدرت را برای این ماشین ترسیم کنید.

حل : با دقت در دو سرعت موتور، ملاحظه می‌شود که موتور مورد نظر یک موتور دالاندر است و چون اساس کار موتورهای دو سرعته دالاندر در فصل سوم بررسی شده است، در اینجا درباره‌ی آن بحث نمی‌شود و مدار قدرت و مدار فرمان برای اتصال این موتور به شبکه، توسط کناتکتور رسم می‌گردد. این دو مدار در شکل‌های ۴-۱۰۴ و ۴-۱۰۵ نشان داده شده و بحث درباره‌ی روش طراحی آن، به عهده هنرجویان است.



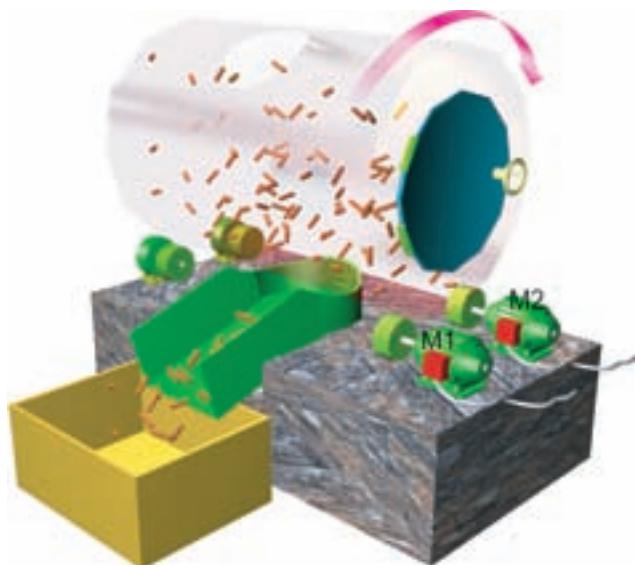
شکل ۴-۱۰۵



شکل ۴-۱۰۴



- ۱- علت استفاده از کنتاکتور K1، در مدار فرمان شکل ۴-۱۰۵ چیست؟ به طور کامل توضیح دهید.
- ۲- سبب استفاده از کنتاکت‌های بسته K2M و K3M (با هم) که به طور سری با کنتاکتور K1M در مدار فرمان شکل ۴-۱۰۵ قرار گرفته‌اند چیست؟
- ۳- در خط تولید یک کارخانه، در محفظه‌ای گردان ذرت داغ به همراه ادویه مخلوط می‌گردد و از دریچه تخلیه‌ای بر روی کanal هدایت مواد ریخته می‌شود. برای این منظور محفظه به دو موتور دالاندر، جهت گرداندن دردو دور تند و کند، مجهز شده است. مدار قدرت و فرمان را برای این دو موتور که در شکل ۴-۱۰۶ مشاهده می‌کنید به طریقی طراحی کنید که :
- الف - با فشار دادن به شستی I هر دو موتور به طور هم زمان با دور کند به کار بیفتند و سپس در صورت نیاز با فشار به شستی II هر دو موتور با دور تند به کار ادامه دهد.
- ب - برای قطع مدار، با فشار به شستی 0 مخزن کوره به گردش خود ادامه دهد و پس از رسیدن دریچه‌ی تخلیه‌ای آن در مقابل کanal هدایت مواد، بالا فاصله باشد.
- پ - در صورتی که یکی از موتورها به دلیل داشتن اشکال از مدار خارج شد، موتور دوم نیز از کار بیفتند.

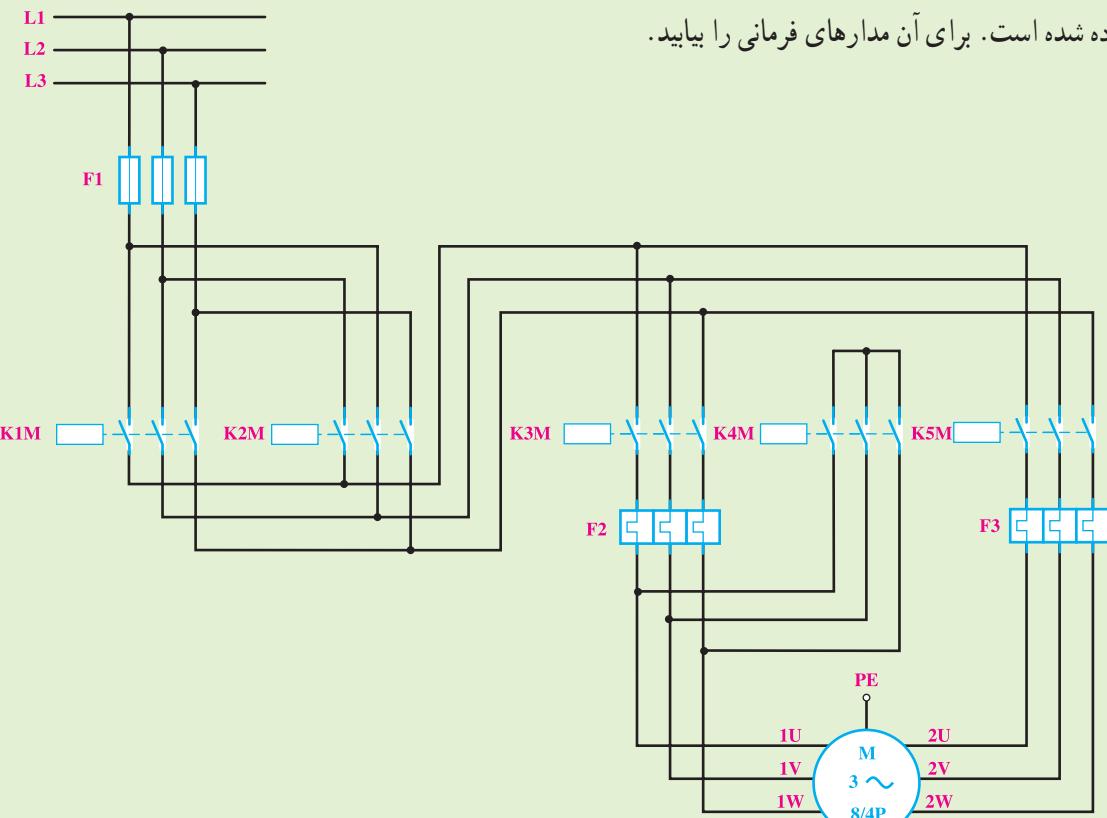


شکل ۴-۱۰۶

ویژه‌ی هنرجویان علاوه‌مند

۴- در شکل ۴-۱۰۷ مدار قدرت دالاندر چپ‌گرد - راست‌گرد نشان

داده شده است. برای آن مدارهای فرمانی را باید.



شکل ۴-۱۰۷

عیب‌یابی مدارهای با کنتاکتور

هنرجویان نیز پس از بستن هر مدار، باید اشکالات احتمالی

را خود بررسی کنند و هم‌چنین در صورتی که طرح آن‌ها درست بوده است اما در اتصال مدار اشتباه وجود داشته باشد باید، بدون این‌که مدار را باز نمایند، از روی طرز کار مدار بسته شده محل عیب را تشخیص دهند و آن را برطرف کنند تا بدین ترتیب بتوانند به تدریج در زمینه‌ی عیب‌یابی مدارهای صنعتی، تجربه‌ی کافی را به دست آورند.

گاهی نیز در مدارهای فرمان مربوط به سیستم‌های الکتریکی در حال کار، اشکالاتی بروز می‌کند که نتیجه‌ی آن عمل نکردن کنتاکتور و از کار افتادن تمام یا قسمتی از کار ماشین است. مهم‌ترین این عیوب را، که در سیستم‌های فرمان در حال کار پیش می‌آیند، در جدول ملاحظه می‌کنید.

در طراحی مدارهای با کنتاکتور و به خصوص در مدارهای گستره‌ده، گاه اشکالاتی وجود دارد که از نظر شخص طراح بوشیده است و در هنگام اتصال و راهاندازی ماشین یا پس از گذشت چندی که تغییراتی در خصوصیات مکانیکی دستگاه‌ها - به علت فرسودگی و عوامل فیزیکی - پیش می‌آید، بروز می‌کند. چنین اشکالاتی را باید با کنترل‌های مکرر مدار طراحی شده و پیاده کردن مدار به صورت آزمایشی و بررسی همه جانبی آن یافت و برطرف نمود.

هر چه تجربه‌ی شخص طراح پیش‌تر و دید او در این باره وسیع‌تر باشد، این عیوب نیز در طراحی‌ها کمتر پیش خواهد آمد.

چون این عیوب متنوع و در هر طرحی به گونه‌ای متفاوت است، سعی شده در کارهای عملی‌ای که در فصل گذشته آمده است، مهم‌ترین آن‌ها آورده شود.

جدول ۱۲ – ۴

نوع عیب	علت عیب	طریقه‌ی برطرف کردن عیب
کنتاکتور جذب نمی‌کند.	در مدار فرمان قطع شدگی وجود دارد.	فیوز مدار فرمان را کنترل کنید؛ سیم‌های رابط را کنترل کنید؛ در صورت لزوم آنها را تعویض نمایید؛ بی‌متال را کنترل نمایید.
ولتاژ نمی‌کنند.	کنکات‌های شستی یا میکروسوپ خوب اتصال نمی‌کنند.	کنکات‌های تایمر را تمیز و در صورت لزوم آنها را تعویض کنید.
ولتاژ تعذیه‌ی کنتاکتور کم است.	از بوین مناسب یا ولتاژ مناسب استفاده کنید.	مدار تعذیه‌ی تایمر را کنترل کنید؛ کنکات‌های تایمر را کنترل کنید.
کنتاکتور به طور موقت جذب و بعد قطع می‌شود.	کنکات کمکی، مدار نگاهدارنده را نمی‌بنند.	کنکات‌های تمیز کنید؛ اتصالات را کنترل کنید.
در موقع وصل، فیوز مدار فرمان قطع می‌شود.	اتصال کوتاه در مدار فرمان و یا در شستی‌ها وجود دارد.	اتصال کوتاه را برطرف کنید. (غلب اتصال کوتاه در شستی‌ها اتفاق می‌افتد).
بوین کنتاکتور سوخته است.	سیم پیچ کنتاکتور سوخته است.	بوین کنتاکتور را تعویض کنید.
بوین کنتاکتور زیاد گرم شده است و می‌سوزد.	مدار هسته بسته نشده است و فاصله‌ی هوایی وجود دارد.	مسیر حرکت هسته و سطح قطب‌ها را کنترل و با بنزین یا تری‌کلراتیلن تمیز نمایید.
کنتاکتور جذب کرده است اما صدا می‌دهد.	مدار هسته بسته نمی‌شود.	برای کنتاکتور از بوین مناسب استفاده کنید.
کنتاکتور قطع نمی‌کند.	حلقه‌ی اتصال کوتاه روی سطح قطب‌ها در هنگام مونتاژ، اشتباه گذاشته شده است.	هسته را درآورید و کنترل کنید و آن را درست جا بزنید.
	حلقه‌ی اتصال کوتاه روی هسته قطع شده است.	حلقه‌ی اتصال کوتاه روی هسته را کنترل و تعمیر یا تعویض نمایید.
	کنتاکت‌های اصلی کنتاکتور به یکدیگر جوش خورداند. (پایان عمر مکانیکی).	کنتاکتور را باز و کنکات‌های را تعویض نمایید.
	در سیم‌های رابط المان‌های مدار فرمان، اتصال کوتاه یا در چند نقطه اتصال زمین وجود دارد.	سیم‌ها را کنترل و اتصالی را برطرف کنید.
	کنتاکت‌های تایمر به یکدیگر اتصالی دارند و باز نمی‌شوند.	کنکات‌های تایمر را تمیز یا تعویض نمایید.

فصل پنجم

ساعت آموزش		
جمع	عملی	نظری
۶۴	۴۸	۱۶

راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز با رله های قابل برنامه ریزی^۱

هدف های رفتاری : از هنرجو انتظار می رود پس از پایان این فصل بتواند :

۱- لزوم استفاده از رله های منطقی قابل برنامه ریزی را توضیح دهد.

۲- ساختمان و طرز کار رله ای منطقی قابل برنامه ریزی را توضیح دهد.

۳- خصوصیات رله ای منطقی قابل برنامه ریزی را نام ببرد.

۴- تفاوت PLC و رله های منطقی قابل برنامه ریزی را شرح دهد.

۵- روش های برنامه نویسی نرdbانی و بلوکی را در رله های منطقی قابل برنامه ریزی توضیح دهد.

۶- برنامه ای نوشته شده به روش نرdbانی و بلوکی برای تعدادی از مدارهای برق صنعتی را در رایانه شبیه سازی

کند.

۷- مدارهای برق صنعتی شبیه سازی شده را از رایانه بر روی رله بارگذاری^۲ کند.

۸- از طریق برنامه های بارگذاری شده بر روی رله، مدارها را راه اندازی کند.

نکات اجرایی

۱- پیشنهاد می شود کارگاه به چند نوع رله ای موجود در بازار تجهیز شود تا هنرجویان با نمونه های مختلف و نحوه کاربرد آن ها آشنا شوند.

۲- حداقل مشخصات مورد نیاز رله ای قابل برنامه ریزی به شرح زیر است :

- قابلیت برنامه نویسی به روش بلوکی و نرdbانی؛

- حداقل تعداد ورودی و خروجی ۱۲ به ۶؛

- توانایی اجرای کارهای عملی مناسب با اهداف رفتاری فصل.

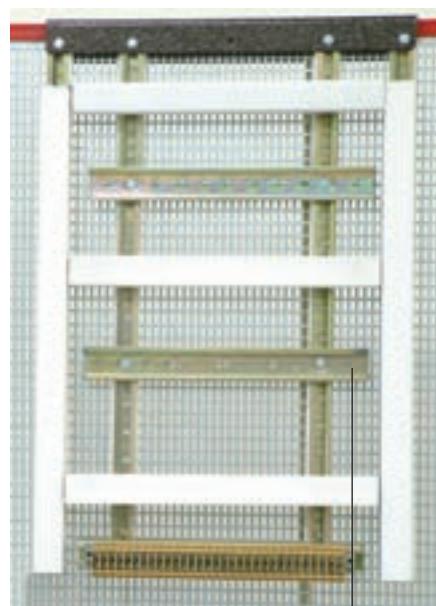
۳- تجهیزات مورد نیاز برای یک کارگاه ۱۶ نفره به شرح زیر است :

ردیف	نام	تعداد
۱	رله ای قابل برنامه ریزی	۸ دستگاه
۲	رایانه	۸+۱ دستگاه
۳	کابل اتصال رله به رایانه	۲ رشته

۱- رله ای منطقی قابل برنامه ریزی که به طور خلاصه در این کتاب رله ای قابل برنامه ریزی نیز نامیده می شود به نام های کلید قابل برنامه ریزی، کنترل کننده کوچک برنامه پذیر (miniPLC)، رله ای منطقی (Logic Relay) یا (Smart Relay) یا (Intelligent Relay) و ... نیز خوانده می شود. برخی از این نامها اسمی تجاری این محصول اند، که شرکت سازنده، محصول خود را با این نام معرفی می کند.

۴- از آنجایی که رله‌های قابل برنامه‌ریزی موجود در بازار جهت آموزش ساخته شده‌اند، پیشنهاد می‌شود ترمینال‌های ورودی و خروجی آن را به ترمینال فیشی و یا ترمینال پلاستیکی مجهز کنید تا پیچ‌های اتصال آن به طور مکرر باز و بسته نشوند.

۵- چیدمان پیشنهادی تجهیزات کارگاه، جهت اجرای کارهای عملی مربوط به بخش رله‌های قابل برنامه‌ریزی، مطابق شکل زیر است.



محل قرارگیری رله روی ریل

۶- در صورت امکان، یک روز به بازدید از یک مرکز صنعتی که ترجیحاً دارای رله‌های قابل برنامه‌ریزی، مدارهای کنتاکتوری و تابلوهای برق صنعتی‌اند، اختصاص یابد.

۷- هدف از کارهای عملی ۱ و ۲ در این فصل، فقط اجرای نرم‌افزاری، اما در سایر کارها به صورت اجرای نرم‌افزاری و سخت‌افزاری است.

۸- پیشنهاد می‌شود طبق نقشه‌های پیوست کتاب، رله‌های قابل برنامه‌ریزی نیز مطابق شکل زیر بر روی ریل قرار گیرند و سیم‌کشی کل مدار درون داکت صورت گیرد.

۹- پیشنهاد می‌شود برنامه نرم‌افزاری رله‌ی قابل برنامه‌ریزی موجود در کارگاه در اختیار هنرجویان نیز قرار گیرد تا توانند در منزل، بر روی رایانه‌ی شخصی خود بیشتر تمرین کنند.

۱۰- محتوای تهیه شده، با توجه به زمان این درس، در برگیرنده‌ی تمامی قابلیت‌های رله‌های قابل برنامه‌ریزی نیست. لذا هنرآموزان محترم می‌توانند، با توجه به سطح علمی هنرجویان، محتوا را سازماندهی کنند و در صورت نیاز توابع اختصاصی بیشتری از رله را آموزش دهند.

مقدمه

قابل برنامه ریزی اجرا خواهیم نمود. به کارگیری رله های قابل برنامه ریزی باعث می شود تا سیم کشی مدارهای فرمان و استفاده از تیغه های کمکی حذف شود. پیاده سازی منطق مدارهای فرمان در رله ها به زبان برنامه نویسی مخصوص، که معمولاً به صورت گرافیکی است، اجرا می شود.

در صنعت، رله های قابل برنامه ریزی مختلف با اسامی گوناگون وجود دارد که از مقایسه ای آن ها می توان دریافت نحوه اتصال و سیم کشی انواع رله ها تقریباً یک دیگر یکسان اند و تنها از نظر شکل نرم افزار و نحوه برمی ریزی تفاوت هایی دارند.

همان طور که در فصل های قبل با ضرورت استفاده از مدارهای فرمان در راه اندازی مدارات قدرت آشنا شدیم، برای راه اندازی مدارات قدرت، مدارات فرمان منطقی را دنبال می کنند که برای طراحی هر مداری می بایست آن منطق را استخراج کرد. به طور مثال در مدار ستاره مثلث اتوماتیک، مدار فرمان به گونه ای طراحی می شود که پس از راه اندازی ستاره و بعد از گذشت مدت زمانی، موتور به حالت مثلث درآید.

در این فصل، ضمن مرور بر منطق مدارهای فرمان خواهید آموخت که چگونه این مدارها را با وسیله ای به نام رله های منطقی



رله‌ی قابل برنامه‌ریزی در سیستم‌های کنترل واقعی و بزرگ با توجه به تعداد ورودی و خروجی‌های کم، جایی ندارد اما در تأسیسات الکتریکی کوچک، مثل کنترل موتورخانه ساختمان‌ها یا سیستم‌های HVAC^۱ – دستگاه‌های دارای دو یا چند موتور – کارگاه‌های کوچک صنعتی و روشنایی اتوماتیک ساختمان‌ها و ... به کار می‌رود. در ابتدای تولید رله‌های قابل برنامه‌ریزی، بسیاری آن‌ها را جانشین PLC‌ها می‌خوانند و در مدارهای فرمان (کنترل) که تعداد موتورها بیش از چند عدد نیست استفاده از رله‌ی قابل برنامه‌ریزی را به جای PLC مناسب و صحیح می‌دانستند. اما در سال‌های اخیر جایگاه آن‌ها مشخص و متمایز شده است. PLC‌ها باید خود را با استاندارد برنامه‌نویسی خاصی^۲ هماهنگ کنند اما در رله‌های قابل برنامه‌ریزی چنین توصیه‌ای وجود ندارد.^۳ (در مقاطع بالاتر با PLC و استانداردهای آن بیشتر آشنا خواهید شد).

رله‌ی^۴ قابل برنامه‌ریزی

رله‌ای است که با روش برنامه‌ریزی خاصی (که بر پایه‌ی مدارهای منطقی است) کار می‌کند و از آن برای کنترل برخی فرآیندها در تأسیسات برقی استفاده می‌شود.

مزایای استفاده از رله‌ی قابل برنامه‌ریزی

استفاده از رله‌های قابل برنامه‌ریزی نسبت به مدارهای فرمان و قدرت صنعتی دارای مزایایی به شرح زیر است :

- ۱- کاهش حجم سیم‌کشی‌ها و اتصالات مدار;
- ۲- امکان برنامه‌نویسی دستی بدون وجود رایانه؛
- ۳- امکان طراحی، چاپ و ذخیره‌سازی برنامه‌ی مدار مورد نظر و ارسال آن به رله‌ی قابل برنامه‌ریزی و حتی فراخوانی برنامه از رله، توسط رایانه‌ی شخصی؛

اجزای مدارات فرمان در رله‌های قابل برنامه‌ریزی

انواع مدارهای قدرت، که در فصل‌های قبل با آن‌ها آشنا شدید، دقیقاً همان مدارهای قدرتی خواهند بود که با رله‌های قابل برنامه‌ریزی، آن‌ها را راه‌اندازی خواهید نمود. بنابراین، در این فصل به آن‌ها اشاره‌ای نمی‌کنیم و آن‌ها را به فصل‌های قبل ارجاع می‌دهیم. مدارات فرمان دارای دو بخش اند. بخش اول، با توجه به تعداد ورودی و خروجی لازم برای مدار و انتخاب نوع سخت‌افزاری مدار فرمان نیز نام‌گذاری می‌کنند. اما بخش دوم، طراحی مدارهای فرمان است که برای راه‌اندازی‌های مختلف متفاوت است و تأکید این فصل نیز در آموزش این طراحی‌ها است. گفتنی است استفاده از رایانه برای طراحی و برنامه‌ریزی این رله‌ها امری ضروری است. از این رو، این بخش، بخش نرم‌افزار یا برنامه‌دار فرمان نام‌گذاری شده است. این دو بخش (سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مدار فرمان) دارای اصولی هستند که در این فصل با آن‌ها آشنا خواهید شد.

جایگاه رله‌های قابل برنامه‌ریزی

رله‌ی قابل برنامه‌ریزی کوچک‌ترین محصول کارخانه‌های سازنده PLC^۵ است. شرکت‌های سازنده‌ی این وسیله تقریباً دو دهه است که آن را به بازار عرضه کرده‌اند. در ابتدا به علت گران‌بودن قیمت این رله‌ها، زمینه‌ی استفاده و کاربرد آن‌ها کم بود. اما امروزه، با وجود پایین‌آمدن قیمت بعضی از آن‌ها زمینه‌ی کاربردی رله‌ی قابل برنامه‌ریزی افزایش یافته است و با تنوع بیش‌تری تولید می‌شود. یکی از دلایل اصلی ساخت این رله‌ها داشتن امکان برنامه‌ریزی با دست توسط کلیدهای روحی این رله است، که آن را به قطعه‌ای منحصر به‌فرد تبدیل کرده است. هر چند استفاده از

۱- در نام‌گذاری PLC، از حروف اول کلمات Programmable logic Controller استفاده شده که به معنای کنترل کننده‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی است.

۲- (H و A) گرماش، تهویض هوای و تهویه مطبوع (HVAC)

۳- این استاندارد IEC ۶۱۱۳۱ نام دارد.

۴- معنای این گفته این نیست که این وسیله غیراستاندارد است و مطابق استاندارد ساخته و برنامه‌ریزی نمی‌شود، چرا که معروف‌ترین PLC‌ها هم هنوز با این استاندارد خاص فاصله دارند.

۵- نام تجاری رله‌های قابل برنامه‌ریزی چند شرکت سازنده به ترتیب حروف الفبا در جدول صفحه‌ی بعد آمده است.

- ۴- امکان اجرای آزمایشی مدار توسط برنامه‌ی شبیه‌ساز است؛ رله در کامپیوتر، قبل از اجرای عملی آن؛
- ۸- امکان گذاشتن رمز عبور برای برنامه و جلوگیری از سوءاستفاده دیگران...؛
- ۵- نیاز نداشتن به تیغه‌ی کمکی و یا کنتاکتورهای کمکی؛
- ۹- انعطاف‌پذیری در مقابل تغییرات احتمالی مورد نیاز برنامه؛
- ۱۰- امکان نظارت بر روی عملکرد مدار از طریق پیام‌های توسط عملکرها و یا توابع ساده ناممکن یا به سختی امکان‌پذیر توسعه عملکردهای متعدد به تعداد زیاد در آن؛
- ۱۱- آسان‌بودن اعمال تغییرات و اصلاح خطاهای

رله‌های قابل برنامه‌ریزی موجود در تأسیسات برقی

نرم افزار	نوع برنامه‌ریزی LCD	رله‌ی قابل برنامه‌ریزی	شرکت سازنده
نرم افزار توانایی نزدیکی نیز دارد نزدیکی آن کمی بلوکی است	FBD	LOGO	SIEMENS
بلوکی ندارد اما شکل‌هایی به نام‌های DIN/IEC و ANSI/CSA دارد	Device	EASY	MOELLER
کار با نرم افزار آن ساده‌تر است	LAD	ZEN	OMRON
در مدل‌های جدید توسط LCD به هر دو روش نزدیکی و بلوکی برنامه‌ریزی می‌شوند	LAD/FBD	ZELIO	Schneider (Telemecanique)
و مونیتورینگ هم دارند برنامه Zelio برای محصول Croquet برای محصول M ³ است	LAD/FBD	Millenium II و Millenium III	Schneider (Crouzet)
نرم افزار پایه برای هر دو یکی است و مونیتورینگ هم دارند	FBD	ALPHA	MITSUBISHI
	FBD	PHARAO	THEBEN
بلوکی و تا حدودی شبیه LOGO است. اما امکانات مخباراتی و ریموت کنترل نیز می‌تواند داشته باشد	FBD	SPR	ARRAY Electronics
همه مدل‌ها هم بلوکی و هم نزدیکی قابل برنامه‌ریزی است	LAD/FBD	KBMS	GENESIS
	LAD/FBD	SG2	TECO

* رله قابل برنامه‌ریزی شرکت IDEC نوعی LOGO! Soft است با رنگ سفید و نرم افزار آن WindLGC است این نرم افزار همان نرم افزار LOGO! Soft Comfort (*.lsc) یعنی LOGO! Soft Comfort است. به طوری که فایل ذخیره‌شده این نرم افزار با همان فرمت (*.lsc) یعنی LOGO! Soft Comfort است.

* شرکت EASY نیز نرم افزار خود را تحت عنوان ELECsoft به بازار عرضه کرده است. پسوند فایل در این نرم افزار از نوع (.LSC) نیست.

دیگر واحد پردازش، ورودی‌ها را دریافت می‌کند. سپس آن‌ها را پردازش و به خروجی ارسال می‌نماید.

۲- حافظه : وظیفه این قسمت نگهداری و ذخیره‌ی اطلاعات است.

۳- منبع تغذیه : تأمین ولتاژ مورد نیاز رله‌ها به عهده‌ی این قسمت است.

شکل ۱-۵- تصویر بلوکی و رله‌ی قابل برنامه‌ریزی را نمایش می‌دهد.

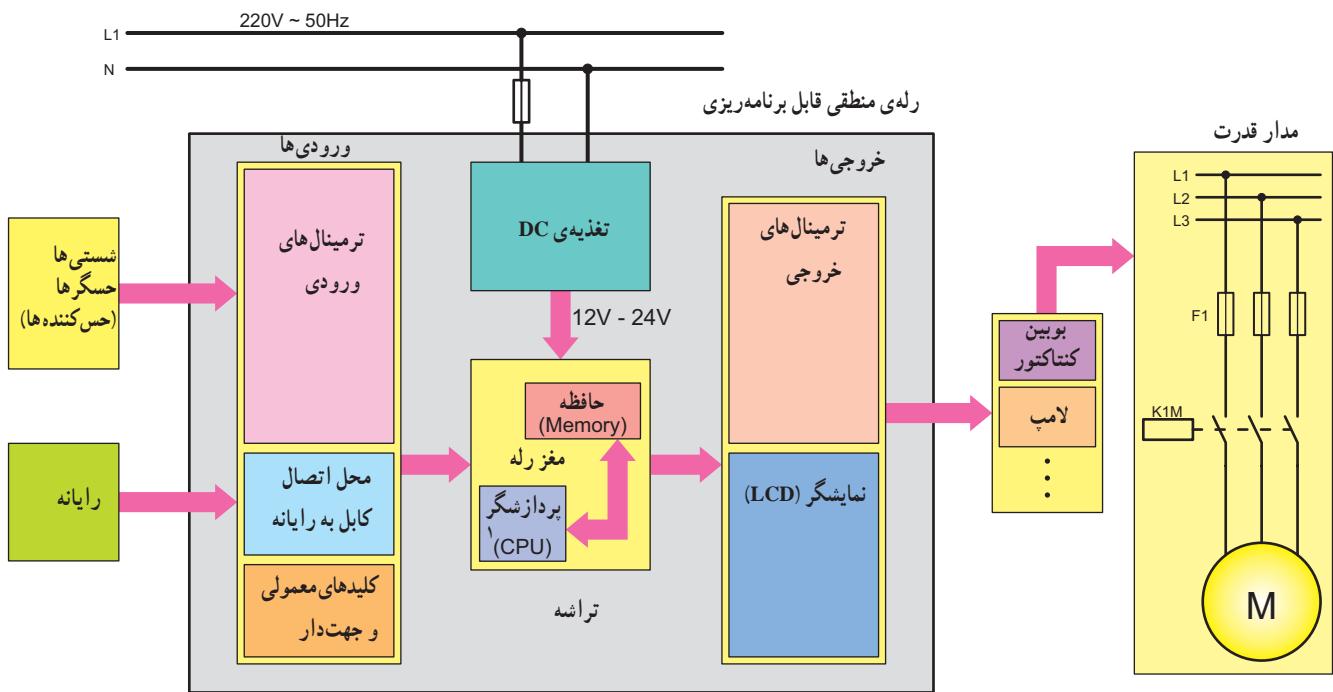
ساختمان رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی

به طور کلی رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی از اجزای زیر تشکیل می‌شوند:

(الف) اجزای داخلی : اجزای داخلی این رله‌ها از یک سری

قطعات الکترونیکی تشکیل شده است که بر روی صفحه مدار چاپی (برد الکترونیکی) نصب شده و بر پایه‌ی اصول و توابع منطقی کار می‌کند. این قسمت خود از سه جزء زیر تشکیل شده است:

۱- پردازشگر : اجرای کارهای محاسباتی و مقایسه و نتیجه‌گیری فعالیت‌های منطقی به عهده‌ی این بخش است. به عبارتی



شکل ۱-۵

در شکل ۱-۵-۶ تصویر اجزای داخلی یک رله قابل برنامه‌ریزی می‌کنید.

و در شکل ۱-۵-۷ تصویر چند نمونه رله قابل برنامه‌ریزی را مشاهده



شکل ۱-۵-۶ b اجزای داخلی یک رله‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی



شکل ۱-۵-۷ C چند نمونه رله‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی

عمل کننده در مدارها به کار می‌رond، باید به این خروجی‌ها وصل کرد.

۳— محل تغذیه : مقدار ولتاژ مورد نیاز رله ۱۲V، ۲۴V (DC) و یا ۷V (AC) است. معمولاً محل تغذیه با حروف L (فاز) و N (نول) و یا (+ و -) مشخص می‌شود.

۴— نمایشگر LCD : قسمتی از رله است، که برای مشاهده برنامه‌ریزی دستی یا نمایش پیام‌های رله به کار می‌رود.

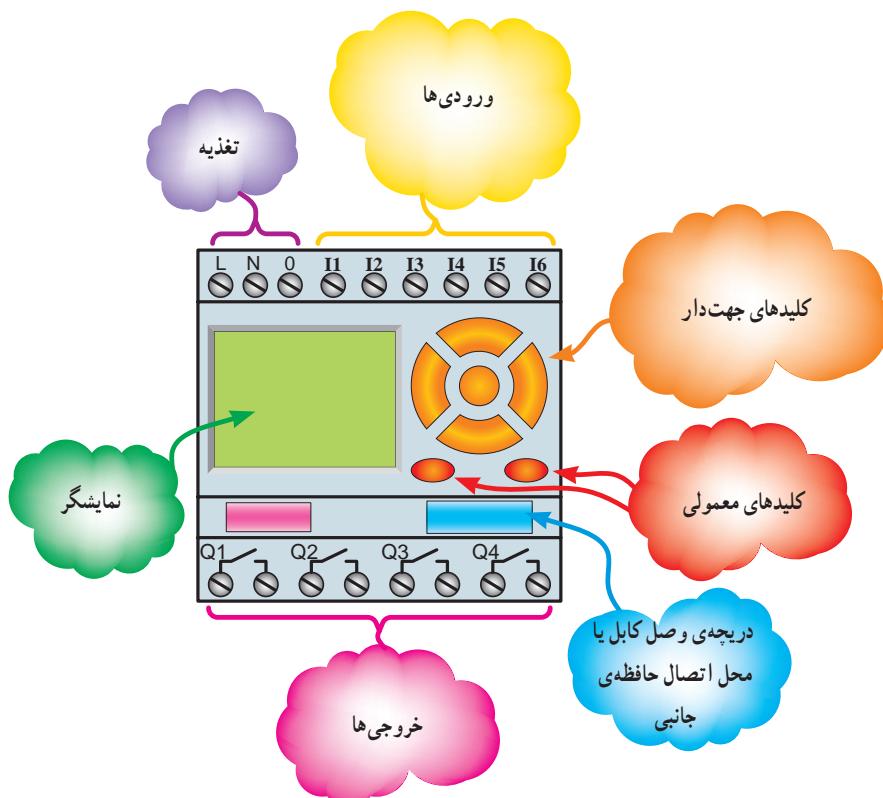
۵— کلیدهای معمولی و جهت‌دار : از این کلیدها جهت برنامه‌ریزی دستی توسط نمایشگر LCD استفاده می‌شود.

۶— دریچه‌ی اتصال کابل رابط به رایانه : این قسمت جهت اتصال رایانه به رله و یا به عکس برای انتقال اطلاعات به کار می‌رود. برای انتقال اطلاعات از کابل RS232 یا USB استفاده می‌شود.

ب) اجزای ظاهری : از نظر ظاهری رله‌های قابل برنامه‌ریزی دارای اجزای زیرند. در شکل ۲ تصویر ظاهری یک نمونه رله نشان داده شده است.

۱— ورودی‌ها : ورودی‌های رله با حرف I و یک شماره، مانند I1 و I2 و ... (در محل ترمینال‌های ورودی رله) نشان می‌دهند. تعداد ورودی رله‌ها معمولاً ۴، ۶، ۸، ۱۲ عدد و یا بیشتر است. شستی‌ها، میکروسوئیچ‌ها و ... را، که به عنوان عوامل وصل و یا قطع مدار به کار می‌رond، باید به این ورودی‌ها وصل کرد.

۲— خروجی‌ها : خروجی‌ها را با حرف Q و یک شماره، مانند Q1 و Q2 و ... در محل ترمینال‌های خروجی نشان می‌دهند. بویین کنتاکتورها به این محل متصل می‌شوند. تعداد خروجی‌ها معمولاً ۴، ۶، ۸، ۱۲ عدد و یا بیشتر است. بویین کنتاکتورها و شیرهای مغناطیسی و ... را، که به عنوان عوامل می‌شود.



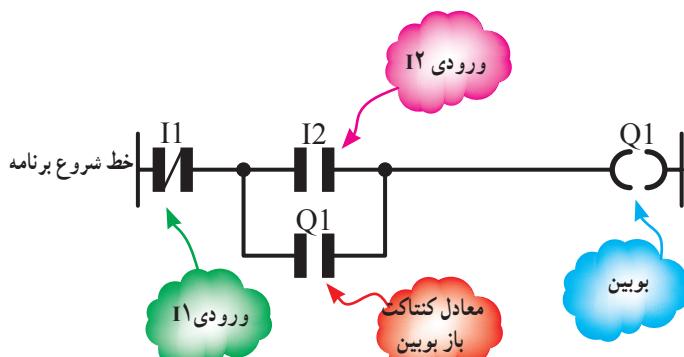
شکل ۲—۵— تصویر ظاهری رله‌ی قابل برنامه‌ریزی

زبان‌های برنامه‌نویسی

در تمام رله‌های قابل برنامه‌ریزی از دو روش نزدیکی (Ladder) و بلوکی (FBD)^۱ برای برنامه‌نویسی منطقی^۲ استفاده می‌شود.

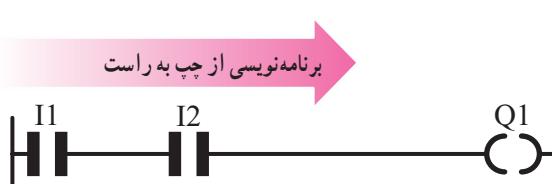
الف – روش نزدیکی: در این روش از یک سری تیغه‌های باز و بسته و بویین‌ها، که به صورت افقی رسم می‌شود، برای نشان‌دادن مدارها استفاده می‌شود.

ب – روش بلوکی: در این روش از یک سری عملگرهای منطقی، که به صورت سری موازی رسم می‌شوند و یک ساختار بلوکی را می‌سازند، استفاده می‌شود.



شکل ۳

- ۴– در روش نزدیکی فقط آخرین ستون سمت راست می‌تواند محل قرارگرفتن بویین‌ها باشد. سایر ورودی‌ها و کنتاکت بویین می‌توانند در سایر ستون‌ها قرار گیرد.
- ۵– در مدارهای فرمان، نحوه‌ی رسم مدار عمودی بوده و از بالا شروع و در پایین ترین نقطه به بویین کنتاکتور ختم می‌شود. اما در روش نزدیکی، رسم مدار به صورت افقی بوده و اجزا به صورت متواالی و مشابه پله‌های یک نزدیکی، از چپ به راست، چیده می‌شوند تا به ستون سمت راست، که معمولاً یک بویین است، ختم گردد (شکل ۴–۵).



شکل ۴–۵– سمت برنامه‌نویسی مدار به روش نزدیکی

معرفی برنامه‌نویسی به روش نزدیکی

همان‌طور که گفته شد در این روش برنامه‌نویسی از یک سری عالیم خاص برای کنتاکت (Contact) باز و بسته به صورت (باز – |||) و (بسته – |||) استفاده می‌شود. هم‌چنان برای نشان دادن بویین (Coil) از علامت – () استفاده می‌شود. رسم مدارها به این روش مشابه‌تر زیادی با مدارهای فرمان دارد.

۱– برای معرفی ورودی‌ها به روش نزدیکی از کنتاکت باز و بسته با حرف I استفاده می‌شود.

۲– برای نشان دادن خروجی‌ها در برنامه‌نویسی نزدیکی از علامت بویین با حرف Q استفاده می‌شود.

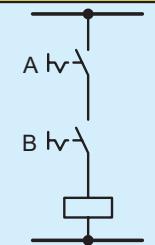
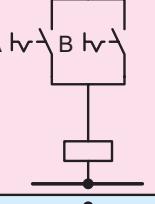
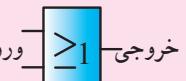
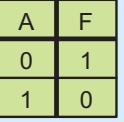
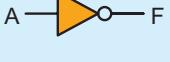
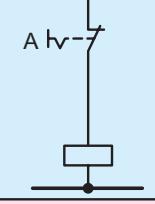
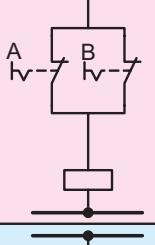
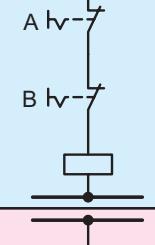
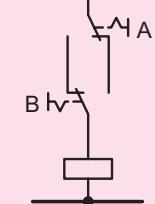
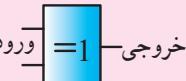
۳– هنگام برنامه‌نویسی برای مشخص شدن ورودی‌ها و خروجی‌های در کنار حروف مشخصه آن‌ها یک شماره ظاهر می‌شود. تذکر: در صورتی که نیاز به کنتاکت بویین به کار رفته در برنامه باشد می‌بایست مانند مدارهای کنتاکتوری حرف و شماره بویین را در بالای کنتاکت به کار برد (مانند شکل ۳–۴).

۱– Ladder یعنی نزدیکی و منظور Ladder Diagram است. در مواردی برای مخفف کردن به آن LD یا LAD می‌گویند.

۲– FBD اصطلاحی است که برای برنامه‌ریزی به روش دروازه‌های منطقی (بلوکی) اطلاق می‌شود و از ابتدای کلمات Function Block Diagram گرفته شده است.

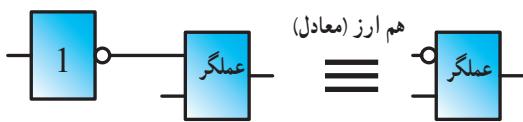
۳– در اغلب رله‌های قابل برنامه‌ریزی این دو زبان برنامه‌نویسی (نزدیکی و بلوکی) به صورت گرافیکی است. به همین دلیل است که در برخی کتاب‌ها به آن‌ها زبان‌های برنامه‌نویسی گرافیکی نیز گفته می‌شود.

جهت یادآوری و قبل از توضیح روش بلوکی، علایم جدول داشت، در جدول ۵-۱ نشان داده شده است. صحت و شکل بلوکی عملگرها منطقی که با آن هاسرو کار خواهیم جدول ۵-۱

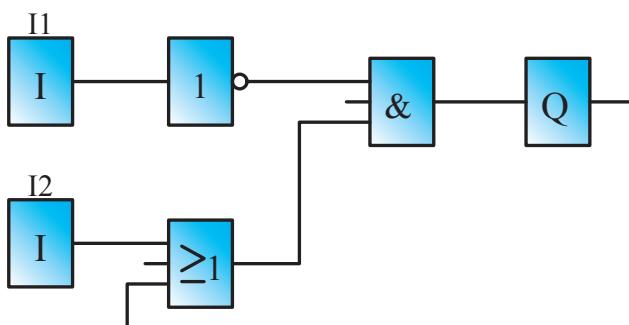
عملگر منطقی	جدول صحبت	علامت اختصاری	مدار کلیدی	شکل بلوکی															
AND	خروجی ورودی <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1			خروجی ها 
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
OR	خروجی ورودی <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1			ورودی 
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
NOT				ورودی 															
NAND	خروجی ورودی ها <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0			ورودی ها 
A	B	F																	
0	0	1																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	
NOR	خروجی ورودی <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0			ورودی 
A	B	F																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	0																	
XOR	خروجی ورودی <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0			ورودی 
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	

معرفی برنامه‌نویسی به روش بلوکی

۶- در مواردی که خروجی عملگر NOT به ورودی هر عملگری وصل شود می‌توان به جای عملگر NOT از یک حباب استفاده نمود.



شکل ۵-۵، یک نمونه مدار به روش بلوکی را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۵- طراحی یک نمونه مدار به روش بلوکی

۱- در این روش رسم مدار از سمت ورودی به سمت خروجی است (معمولًاً از سمت چپ شروع و به سمت راست ختم می‌شود).

۲- در روش بلوکی ورودی‌ها با علامت I و خروجی‌ها با علامت Q نشان داده می‌شوند. ورودی با

حرف I و خروجی با حرف Q مشخص می‌شوند و در بالای بلوک این حروف و شماره‌ی آن‌ها درج می‌شود.

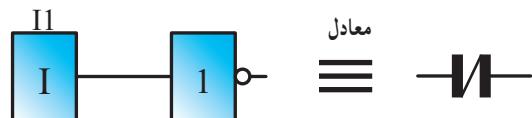
۳- یک خروجی بویین می‌تواند به ورودی چندین بلوک وصل شود. به این ترتیب کنتاکت آن خروجی را خواهید ساخت.

۴- در این روش برنامه‌نویسی برای ایجاد اتصال بین بلوک‌ها می‌توان از عملگرهای منطقی استفاده کرد. برای این منظور باید اطلاعات کافی بر نحوی عملکرد عملگرهای منطقی جدول ۱-۵ داشته باشیم. برای مثال در این روش سری کردن را AND کردن و موازی کردن را OR کردن نامید.

۵- از آنجایی که بلوک I معادل است

پس برای ساخت کنتاکت بسته، مطابق شکل زیر، از عملگر منطقی

NOT می‌توان استفاده کرد :



۱- مدار کلیدی هر یک از دروازه‌های منطقی جدول ۱-۵ را در مدل نرdbانی (Ladder) رسم کنید.

۲- مدار کلیدی هریک از دروازه‌های منطقی جدول ۱-۵ را در مدل بلوکی (FBD) رسم کنید.

کار عملی ۱



برای آشنایی بیشتر شما، در شکل ۶-۵-a و ۶-۵-b،

برنامه‌های نردنگاری و بلوکی در دو حالت مختلف نشان داده شده است، که نتیجه راه اندازی یک موتور به صورت لحظه‌ای است. هر یک از برنامه‌های نشان داده شده در حالت‌های اول و دوم را به تفکیک رسم کنید و سپس با تعیین وضعیت ورودی II در شبیه‌سازی خروجی مناسب برای رسیدن به هدف (راه اندازی موتور به صورت لحظه‌ای) مناسب برای رسیدن به هدف (راه اندازی موتور به صورت لحظه‌ای) را در ستون Q با علامت (√) مشخص نمایید و در نهایت تعیین کنید از بین ۸ وضعیت ممکنه برای کنتاکت‌ها کدام حالت را می‌توان برای رسیدن به هدف کار عملی به کار گرفت.

هدف: آشنایی با شبیه‌سازی و عملکرد ورودی‌ها
توسط برنامه‌ی رایانه‌ای رله‌های قابل برنامه‌ریزی
در برنامه‌های رایانه‌ای رله‌ی قابل برنامه‌ریزی، علاوه بر رسم و ویرایش، در برنامه وضعیتی به نام شبیه‌سازی وجود دارد که شما باید قبل از اجرای شبیه‌سازی، ورودی‌ها را انتخاب کنید. آن‌گاه براساس این انتخاب می‌توانید توسط شبیه‌سازی، خروجی را مشاهده کنید.
انتخاب نوع ورودی در برنامه باید با انتخاب نوع شستی ورودی در سیم کشی رله متناسب باشد.

حالات اول: در برنامه، ورودی را کنتاکت باز رسم نموده سپس مطابق جدول، مدار را شبیه‌سازی کنید.

(ب) روش نردنگاری



وضعیت	I1	Q1
1	E	-
2	E-	-

شکل ۶-۵-a

(الف) روش بلوکی



وضعیت	I1	Q1
1	E	-
2	E-	-

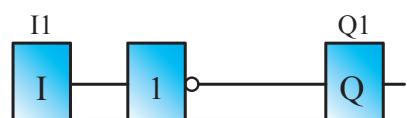
حالات دوم: در برنامه، ورودی را کنتاکت بسته رسم نموده سپس مطابق جدول، مدار را شبیه‌سازی کنید.

(ب) روش نردنگاری



وضعیت	I1	Q1
3	E	-
4	E-	-

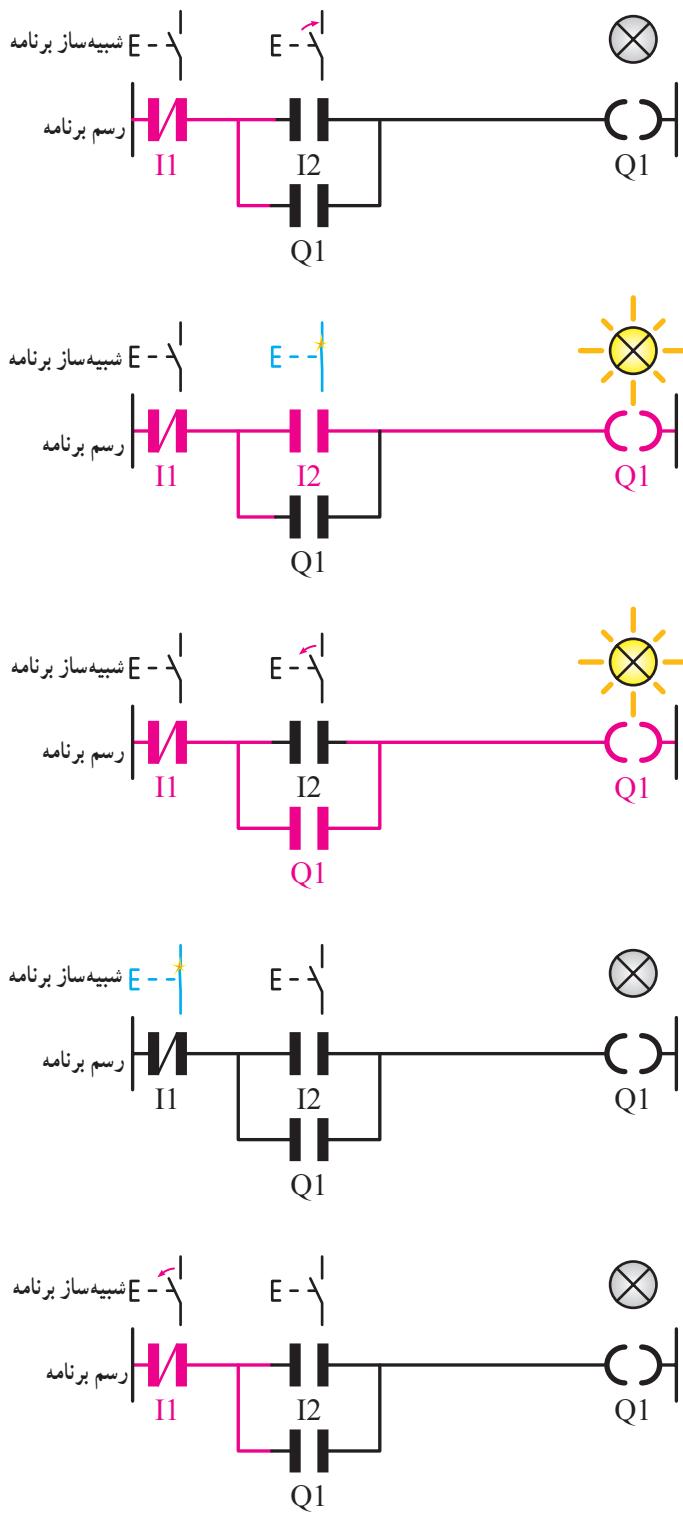
شکل ۶-۵-b



وضعیت	I1	Q1
3	E	-
4	E-	-

شبیه‌سازی را با توجه به جدول انتخاب‌های شستی تکرار کنید تا به هدف برنامه برسید.

با خارج شدن از وضعیت شبیه‌سازی و رفتن به وضعیت ویرایش برنامه، کنتاکت باز را به بسته تغییر دهید. سپس مجدداً



در شکل ۵-۶-۳ به صورت مرحله‌ای، نحوه‌ی عملکرد شبیه‌سازی برنامه مدار راهاندازی موتور به طور دایم کار، نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌کنید با انتخاب یکی از حالت‌های متفاوت، که برای شستی‌های ورودی می‌توان پیش‌بینی کرد، وضعیت خروجی بررسی شده است. (در اینجا هر دو شستی باز انتخاب شده است) قبل از اقدام لازم است متن زیر را به دقت مطالعه کنید.

اگر هر دو شستی انتخابی از نوع شستی استارت باشند در این صورت شکل مقابل با توجه به آن که ورودی $I1$ از نوع تحریک شده است، در نرم‌افزارهای رله، برای شبیه‌سازی با رنگ متفاوتی ظاهر می‌شوند.

با فشردن شستی $I2$ در شبیه‌ساز، این ورودی نیز تحریک و برای شبیه‌سازی ادامه‌ی مسیر رنگی می‌شود و تا خروجی $Q1$ ادامه می‌یابد. این کار می‌تواند علامت روشن شدن $Q1$ باشد. با رهاکردن شستی $I1$ ، با توجه به مسیری که توسط کنتاکت خروجی $Q1$ ایجاد شده (یعنی موازی مسیر ورودی $I2$ بودن). باعث آن می‌شود مسیری که علامت روشن بودن $Q1$ بود به صورت دائم رنگی بماند (لامپ روشن می‌ماند).

در حالی که مسیر دائمی رنگی و روشن است، اگر شستی $I1$ در شبیه‌ساز را فشرده سازید، ورودی $I1$ در برنامه از حالت فعلی و رنگی خود خارج می‌شود.

درنتیجه مسیر رنگی دائم به خروجی $Q1$ امتداد نمی‌یابد و می‌تواند علامت خاموش شدن آن خروجی و خاموشی لامپ باشد. با رهاکردن شستی $I1$ مجدداً ورودی تحریک و به صورت رنگی ظاهر می‌شود.

روش بلوکی: شبیه‌سازی در روش بلوکی را در نرم‌افزار رله‌ی قابل برنامه‌ریزی، که چنین توانمندی را دارد، جستجو کرده و سعی کنید با تکرار و حل مثالهای استفاده از آنها را یاد بگیرید.

شکل ۵-۶

لازم به ذکر است تعریف فوق برای ورودی در حالت عادی است. طبیعتاً در یک ورودی تحریک شده اگر شستی را فشرده نگه داریم ورودی را تحریک نشده می‌توان در نظر گرفت و برعکس.

توجه: در شبیه‌ساز برنامه‌ی رله نوع شستی‌هایی که انتخاب می‌کنید و نتیجه‌ای که از شبیه‌سازی با آن‌ها می‌گیرید همان نتیجه‌ای خواهد بود که بعداً در کار واقعی یعنی سیم‌کشی آن شستی‌ها روی دستگاه رله مشاهده خواهید کرد.

زمان کار با شبیه‌ساز درخواهید یافت که برای طراحی برنامه از این پس نباید صرفاً به کنتاکت باز یا بسته توجه کنیم. بلکه باید به مفهوم ورودی تحریک شده و تحریک نشده دقت کرد. چرا که قراردادن یک کنتاکت در برنامه‌ی نرم‌افزاری، بدون درنظر گرفتن ورودی بیرونی (یعنی شستی که در سیم‌کشی یا شبیه‌سازی به کار می‌رود)، بی معنی است.

نکته: تقریباً هنگام کار با شبیه‌ساز تمامی رله‌ها، اگر ورودی تحریک شود قطعات و مسیرها با رنگ متفاوتی ظاهر می‌شوند و اگر ورودی در حالت عادی تحریک شده باشند در این صورت بدون فشردن شستی، قطعه و مسیر با تغییر رنگ ظاهر می‌شود.

آشنایی با مفاهیم NC و NO در لمهای قابل برنامه‌ریزی

پردازشگر رله‌ی قابل برنامه‌ریزی فقط صفر و یک منطقی را درک می‌کند. بنابراین، اعمال ولتاژ به ترمینال ورودی رله به معنای فعال شدن ورودی دستگاه (یک بودن) و اعمال نکردن ولتاژ به ترمینال ورودی رله به معنای غیرفعال بودن ورودی آن (صفربودن) خواهد بود. همان‌طوری که می‌دانید ورودی‌های به کار رفته در برنامه را می‌توان به حالت باز (NO) یا بسته (NC) در نظر گرفت و به همین ترتیب در زمان سیم‌کشی نیز معمولاً از شستی استارت (NO) و شستی استاپ (NC) استفاده می‌شود. هرچند NC یا NO بودن کنتاکت برای پردازشگر رله بی معنی است اما میان NC یا NO در برنامه و سیم‌کشی دستگاه رله می‌توان یک ارتباط را به صورت زیر در نظر گرفت :

- ۱- اگر نوع ورودی را در برنامه‌ی نرم‌افزاری و سیم‌کشی رله متفاوت در نظر بگیریم آن ورودی را تحریک شده^۲ می‌نامیم.
 - ۲- اگر نوع ورودی را در برنامه‌ی نرم‌افزاری و سیم‌کشی رله یکسان در نظر بگیریم آن ورودی را تحریک نشده می‌نامیم.
- در اشکال نشان داده شده (جدول ۲-۵) این دو مورد به صورت تصویری نشان داده شده است.

جدول ۲-۵

انواع ورودی	تحریک شده	تحریک نشده	تحریک شده	تحریک نشده
نوع ورودی در برنامه	+	-	-	+
انتخاب شستی در شبیه‌ساز یا سیم‌کشی	E- ↗	E-- \	E- ↗	E-- \

مفهوم تحریک شده و تحریک نشده، مقدار منطقی است که در حافظه موقعیت رله قابل برنامه‌ریزی قبل از اجرای برنامه قرار می‌گیرد برای مثال اگر شیستی قطع (Stop) در یک ورودی قرار گرفته است در حالت عادی آن را فعال و ارزش منطقی آن ورودی دستگاه را یک کرده است حال اگر در برنامه کنتاکت NO قرار گیرد همان ارزش منطقی به حافظه رله فرستاده می‌شود (ورودی تحریک می‌شود) و اگر کنتاکت NC در برنامه برای آن ورودی در نظر گرفته شود عکس ارزش منطقی ورودی دستگاه یعنی صفر به حافظه موقعیت رله قبل از اجرای برنامه فرستاده می‌شود (ورودی تحریک نشده).

بعداز در حالت عمل نکرده		بعداز در حالت عمل کرده			
منابع	نکات	منابع	نکات	منابع	نکات
منابع سیم کلید ورودی دستگاه رله قابل برنامه‌ریزی (برنامه در حالت آنرا)	پیکارفته در برنامه	منابع جذبک	منابع سیم کلید ورودی دستگاه رله قابل برنامه‌ریزی (برنامه در حالت آنرا)	پیکارفته در برنامه	منابع جذبک
	- 0	- 1		- 0	- 1
	- 1	- 0		- 1	- 0

کار عملی ۲

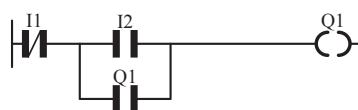


هدف : شبیه‌سازی مدار راه اندازی موتور به صورت دائم کار، به شکل نردنی و بلوکی هر یک از برنامه‌های نشان داده شده در حالت‌های اول تا چهارم را به تفکیک رسم کنید و سپس با تعیین وضعیت‌های

ورودی I_1 و I_2 در شبیه‌ساز؛ خروجی مناسب برای رسیدن به هدف (راه اندازی موتور به صورت دائم کار) را در ستون Q با علامت (✓) و در نهایت تعیین کنید از بین ۱۶ وضعیت ممکنه برای کناتک‌ها کدام حالت را می‌توان برای رسیدن به هدف کار عملی به کار گرفت.

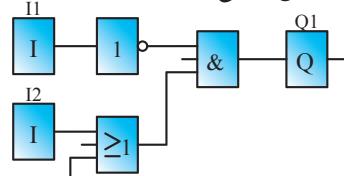
حالت اول : برای ترسیم برنامه؛ ورودی I_1 را بسته و ورودی I_2 را باز رسم نموده سپس مطابق جدول مدار را شبیه‌سازی کنید.

ب) روش نردنی



وضعیت	I_1	I_2	Q_1
1	E-✓	E-✓	
2	E-✓	E-✗	
3	E-✗	E-✓	
4	E-✗	E-✗	

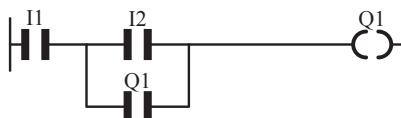
الف) روش بلوکی



وضعیت	I_1	I_2	Q_1
1	E-✓	E-✓	
2	E-✓	E-✗	
3	E-✗	E-✓	
4	E-✗	E-✗	

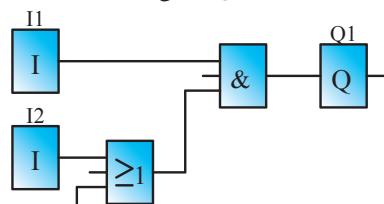
حالت دوم : برای ترسیم برنامه؛ ورودی I_1 و I_2 را باز رسم نموده و سپس مطابق جدول مدار را شبیه‌سازی کنید.

ب) روش نردنی



وضعیت	I_1	I_2	Q_1
5	E-✓	E-✓	
6	E-✓	E-✗	
7	E-✗	E-✓	
8	E-✗	E-✗	

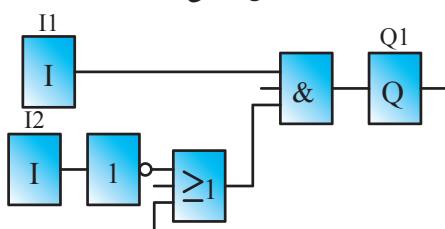
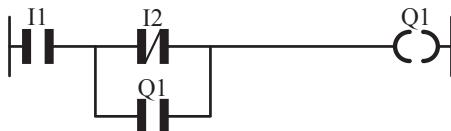
الف) روش بلوکی



وضعیت	I_1	I_2	Q_1
5	E-✓	E-✓	
6	E-✓	E-✗	
7	E-✗	E-✓	
8	E-✗	E-✗	

حالت سوم : برای ترسیم برنامه، ورودی I_1 را باز و ورودی I_2 را بسته رسم نموده و سپس مطابق جدول مدار را شبیه‌سازی کنید.

ب) روش نزدبانی

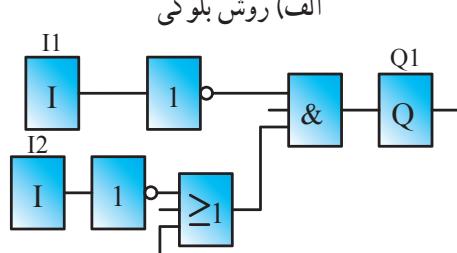
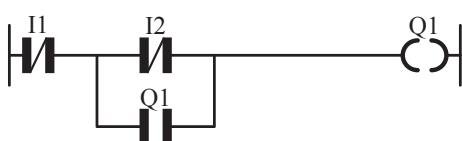


دیگران	I1	I2	Q1
9	E- ↴	E- ↴	
10	E- ↴	E- ↴	
11	E- ↴	E- ↴	
12	E- ↴	E- ↴	

دیگران	I1	I2	Q1
9	E- ↴	E- ↴	
10	E- ↴	E- ↴	
11	E- ↴	E- ↴	
12	E- ↴	E- ↴	

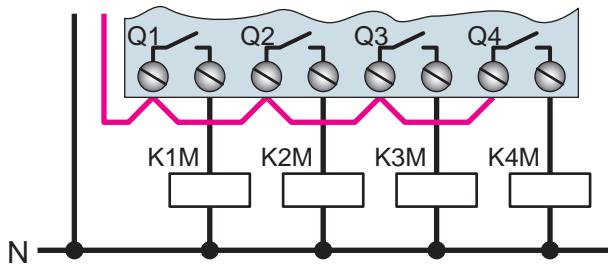
حالت چهارم : برای ترسیم برنامه، ورودی I_1 و I_2 را بسته رسم نموده و سپس مطابق جدول مدار را شبیه‌سازی کنید.

ب) روش نزدبانی



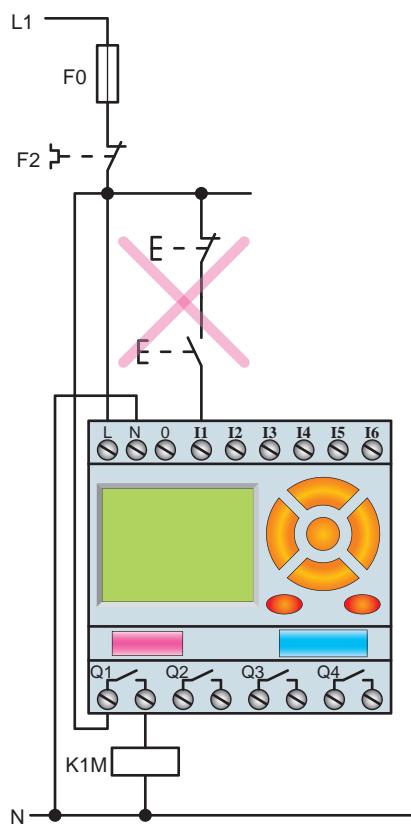
دیگران	I1	I2	Q1
13	E- ↴	E- ↴	
14	E- ↴	E- ↴	
15	E- ↴	E- ↴	
16	E- ↴	E- ↴	

دیگران	I1	I2	Q1
13	E- ↴	E- ↴	
14	E- ↴	E- ↴	
15	E- ↴	E- ↴	
16	E- ↴	E- ↴	



شکل ۵-۸

۲- در سیم کشی مدارات با رله‌ی قابل برنامه‌ریزی نباید همانند مدار فرمان شستی استارت و استاپ با هم سری شوند (شکل ۵-۹).

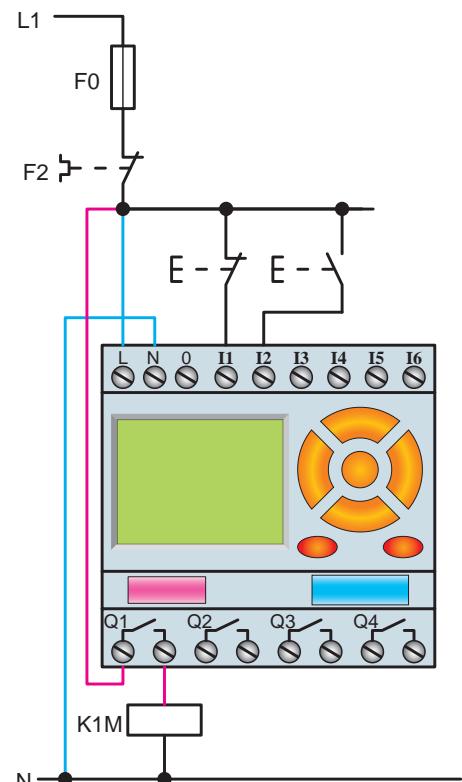


شکل ۵-۹

سؤال : چرا در سیم کشی رله‌های قابل برنامه‌ریزی، مدار شکل ۹-۵ را نمی‌توان اجرا کرد؟
با توجه به توضیحات فوق، اگر بخواهیم مدار مورد نظر را به رله اتصال دهیم، باید مطابق شکل ۱۰-۵ عمل نمود. در واقع در تمام کارهای عملی، ورودی برق همه‌ی شستی‌ها مستقل دیده می‌شود و مستقیماً به فاز وصل می‌شوند. البته در این جانواع شستی

نحوه‌ی استفاده از دستگاه رله‌ی قابل برنامه‌ریزی

الف- اصول سیم کشی : همان طور که قبل‌گفته شد، برای راه اندازی مدارهای برق صنعتی با رله‌های قابل برنامه‌ریزی، باز هم به تجهیزاتی از قبیل شستی و بویین کنتاکتور نیاز است و هیچ‌گاه حذف نمی‌شوند. در شکل ۵-۷، یک نمونه نحوه‌ی سیم کشی مدار راه اندازی یک موتور سه‌فاز نشان داده شده است. برای سیم کشی مدارات برق صنعتی با رله‌ی قابل برنامه‌ریزی باید اصولی را رعایت کرد که در زیر به شرح آن می‌پردازم.



شکل ۵-۷

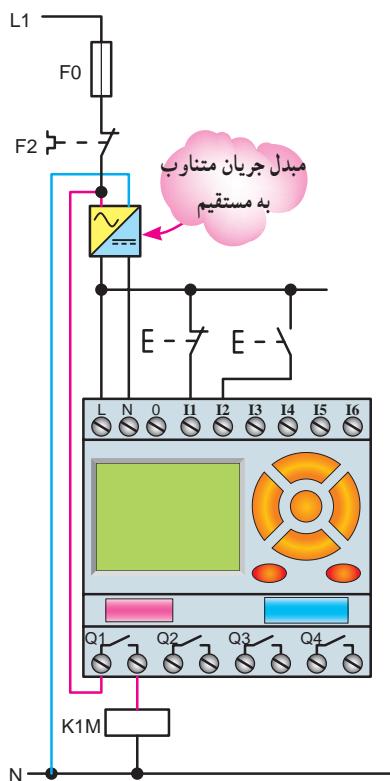
۱- همیشه در سیم کشی مدارهای رله‌های قابل برنامه‌ریزی باید مطابق شکل ۸-۵ سیم فاز (سیم قرمز رنگ) را به یک سر کنتاکت Q1 دستگاه متصل کنیم. در این صورت به محض وصل شدن Q1، بویین کنتاکتور برق دار می‌شود. در صورتی که خروجی‌های دیگری نیز داشته باشیم برای هر کدام این عمل تکرار می‌شود.

دقت ویژه داشت. شکل ۵-۱۱-۵-۶ یک رله با تغذیه DC را، که جهت راه اندازی یک موتور الکتریکی به کار گرفته شده است، نشان می‌دهد.

توجه ۱: اگر در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی منبع تغذیه قطع باشد، برنامه را حتی از طریق رایانه و کابل مربوط نمی‌توان در آن بارگذاری و یا از آن فراخوانی نمود.

توجه ۲: از آنجایی که در این کتاب هدف استفاده از رله برای راه اندازی موتورهای الکتریکی است، از تیغه فرمان بی‌متال در سیم‌کشی‌ها استفاده می‌شود. در صورتی که از رله برای مدارهای مصرف کننده‌های غیرمоторی استفاده شود، استفاده از تیغه‌ی بی‌متال در سیم‌کشی‌ها ضرورتی ندارد.

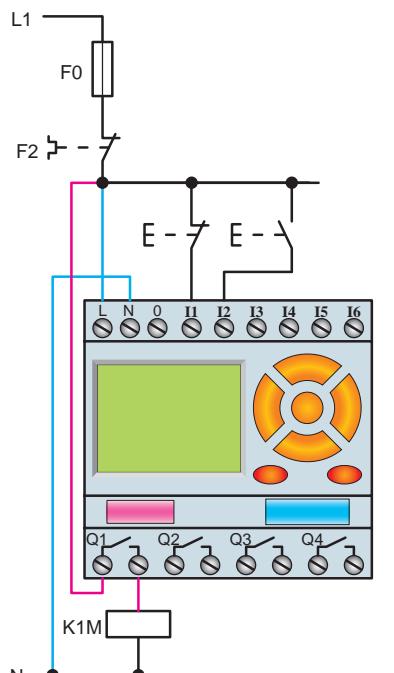
۴- برای راه اندازی مدارهای کنتاکتوری با رله‌ی قابل برنامه‌ریزی، باید پس از برنامه‌نویسی و پیاده‌سازی نقشه، رله را در وضعیت Run یا Start قرار داد. این کار هم توسط کلیدهای روی رله و هم توسط برنامه‌ی رایانه‌ای امکان‌پذیر است. اگر رله در این وضعیت قرار نگیرد با وجود برنامه و سیم‌کشی و تغذیه، مدار کار نخواهد کرد.



(b)

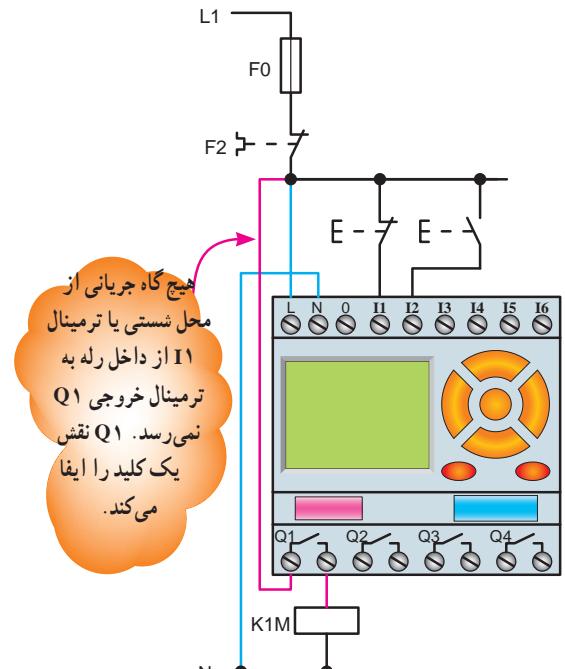
شکل ۱۱

سیم‌کشی در قطع یا وصل بودن، به برنامه بستگی دارد.



شکل ۱۰-۵

۳- اتصال سیم‌های فاز و نول (L1 و N) یا + و - (ولتاژ DC) به ترمینال‌های تغذیه ضروری است. در شکل (۵-۱۱-a) این سیم‌ها به رنگ آبی نشان داده شده‌اند. در اتصال رله‌ها، باید به نوع و مقدار ولتاژ تغذیه، که معمولاً روی بدنه آن نوشته می‌شود،



(a)

میچ که جریانی از محل شستی یا ترمینال ۱۱ از داخل رله به ترمینال خود جی Q1 نقش نمی‌رسد. Q1 یک کلید را ایفا می‌کند.

کار عملی ۳

۱-۳ هدف: راه اندازی یک موتور سه فاز به صورت

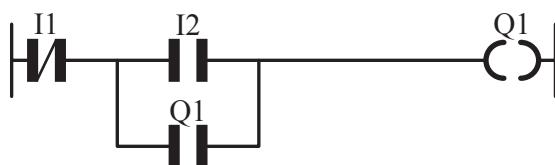
دایم کار با دو شستی وصل در ورودی دستگاه رله

شرايط کاري مدار به شرح زير است :

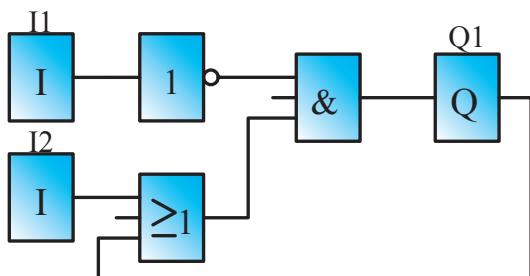
۱- با زدن شستي I2، کنتاکتور K1M دایم، کار کند.

۲- با زدن شستي I1 در هر شرطي مدار خاموش شود.

جدول تخصيص ورودي ها و خروجي ها		
I2	شستي وصل	Q1 وصل کنتاکتور K1M
I1	شستي وصل	قطع مدار



الف - نقشهٔ نزداني مدار راه اندازی موتور دایم کار



ب - نقشهٔ بلوكی مدار راه اندازی دایم کار

شکل ۵-۱۲

این برنامه را در کار عملی ۲ به صورت نرم افزاری شبیه سازی کرده اید، به همین جهت در اینجا هدف، به کارگیری دستگاه رله و اتصال کنتاکتور به خروجی های آن و مشاهده عملکرد واقعی مدار سیم کشی رله به جای مدار فرمان است.

با قطع و وصل شستی های ورودی، عملکرد مدار را بررسی و تاییج را در زیر یادداشت کنید.

توجه ۳: در برخی نقشه های سیم کشی رله ها کنتاکت بسته یک کنتاکتور را در مسیر بین کنتاکتور دیگر قرار می دهند، مانند دو کنتاکتور چپ گرد و راست گرد؛ ستاره و مثلث یا دو کنتاکتور در مدار دالاندر؛ چرا؟

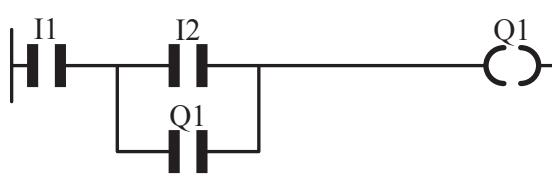
ب - اصول برنامه نویسي در کنار سیم کشی: برای

برنامه ریزی درست در رله همواره به موارد زیر باید توجه داشت :

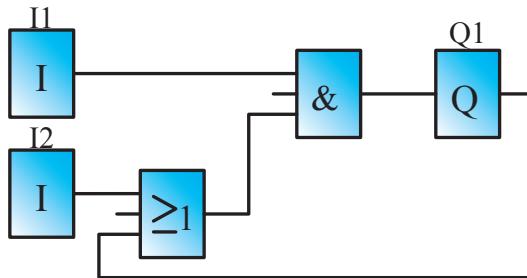
۱- در اين رله می توانيد مدار را، حتی با شستي قطع، روشن و یا با شستي وصل، خاموش کنيد. تعجب نکنيد اين به دليل هماهنگی برنامه با شستي ها در سیم کشی رله است که می تواند خواستهٔ شما را برآورده کند. با اين مطلب در کار عملی ۲، هنگام انتخاب شستي برای شبیه سازی برنامه هرچند طریقهٔ سیم کشی نشان داده نمی شود اما تعریف شستي ها را امکان پذیر می کند. برای مثال در کار عملی ۲ مشاهده کردید در يك برنامه اگر ورودی را از ۱- به ۴- تغیير دهید الزاماً در دستگاه رله نیز مجبور می شويد شستي وصل را به شستي قطع تغیير دهید تا کار صحیح مدار تغیير نکند. پس باید توجه کرد در هر ترمیتال ورودی دستگاه چه شستي ای برای چه خواسته ای قرار گرفته است و با توجه به آن برنامه، مدار رارسم کرد.

۲- در رلهٔ قابل برنامه ریزی باید در انتخاب آدرس ورودی و خروجی دقت کرد، چرا که تفاوت آدرس دهی ورودی و خروجی در بخش برنامه با بخش سیم کشی اتصالات رله، باعث خواهد شد که مدار کار نکند. مثلاً اگر در برنامه، I2 را برای ورودی در نظر گرفتید، لازم است در اتصالات سیم کشی نیز شستي را به ورودي I2 رله وصل کنید یا اگر در برنامه، بین Q1 را به عنوان خروجی معرفی کرده اید در اتصالات سیم کشی نیز باید بین کنتاکتور را به خروجی Q1 وصل نمایید.

تذکر: هرچند به نظر می رسد بی متال و فیوز در منطق برنامه تأثیری ندارند و می توان از رسم آنها خودداری کرد، اما اگر بخواهیم حفاظت را در برنامه داشته باشیم می توان یک ورودی را برای بی متال در سیم کشی در نظر گرفت و چون این ورودی باید تحریک شده باشد به ازای تیغهٔ بسته (۹۵-۹۶) آن می توان در برنامه یک ورودی باز در نظر گرفت.



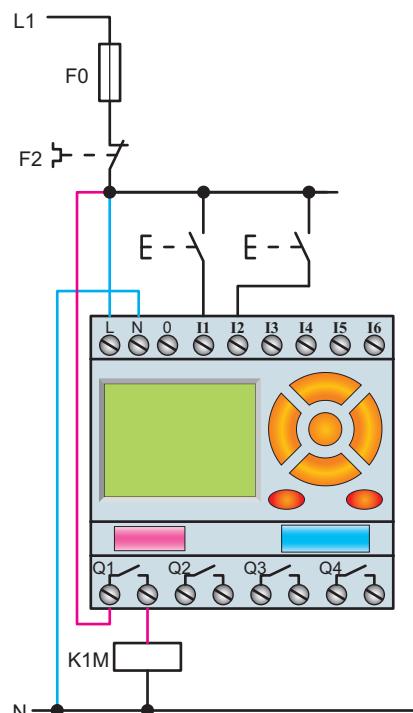
الف - نقشهی نزدبانی مدار راهاندازی موتور دائم کار



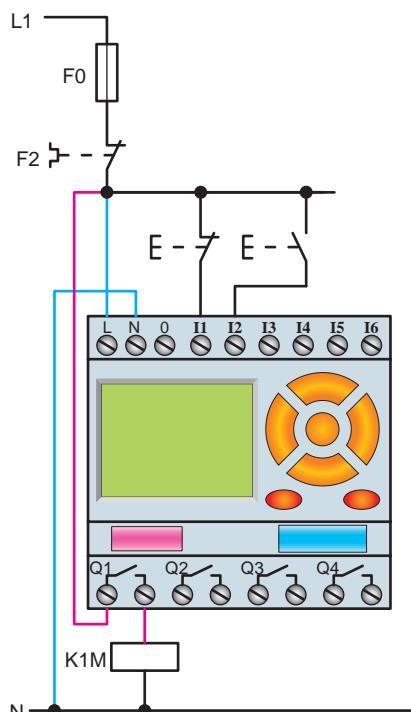
ب - نقشهی بلوکی مدار راهاندازی موتور دائم کار

شکل ۵-۱۴

با توجه به تغییرات داده شده در برنامه و همچنین سیمکشی دستگاه رله و شیستی‌ها، عملکرد مدار را بررسی و نتایج را در زیر یادداشت کنید.



شکل ۵-۱۳ - نحوهی سیمکشی مدار راهاندازی دائم کار



شکل ۵-۱۵ - نقشهی سیمکشی مدار راهاندازی دائم

۳-۲ - هدف : راهاندازی یک موتور سه فاز به صورت دائم کار با یک شیستی قطع و یک شیستی وصل در ورودی دستگاه رله :

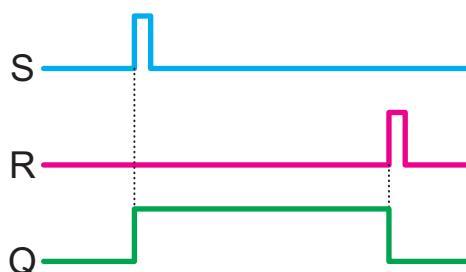
شرایط کاری مدار :

۱ - با زدن شیستی استارت I2، کنترلور K1M دائم کار کند.

۲ - با زدن شیستی قطع I1 در هر شرایطی مدار خاموش شود.

جدول تخصیص ورودی‌ها و خروجی‌ها			
I2	شیستی وصل	Q1	وصل کنترلور K1M
I1	شیستی قطع	Q1	قطع مدار

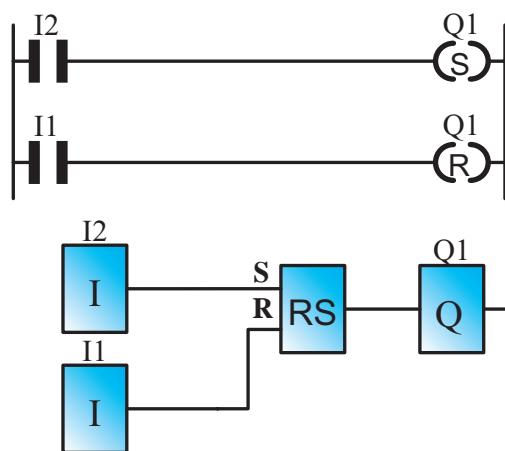
شکل ۱۷-۵، نمودار زمانی عملکرد تابع RS را نشان



شکل ۱۷-۵-نمودار زمانی عملکرد تابع RS

بنابراین، از این پس می‌توان مدار فرمان‌هایی که نیاز به خودنگه‌دارند را با استفاده از تابع RS برنامه‌ریزی کرد.

به عنوان مثال مدار راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به صورت دائم کار در روش نرdbانی و بلوکی به صورت زیر طراحی خواهد شد: در روش نرdbانی، تابع RS مطابق شکل ۱۸ می‌باشد. بر همین معنی باید دو بویین را در مسیر ورودی‌های تابع قرار داد. بر همین اساس در این تابع هر عملگر که بخواهد مدار را روشن کند در مسیر Set و هر عملگر که بخواهد مدار را خاموش کند در مسیر Reset قرار می‌گیرد.



شکل ۱۸

در برنامه‌ی بالا و کارهای عملی، که در ادامه با آن‌ها آشنا خواهید شد، ابتدا شستی قطع را برای خاموش کردن مدار و شستی وصل را برای راه‌اندازی در سیم کشی دستگاه رله تخصیص دهید. سپس برنامه‌نویسی را با توجه به شرایط کاری اجرا کنید. به این نکته

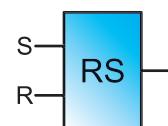
می‌دهد.

در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی توابع زیادی وجود دارد که در این کتاب تعدادی از آن‌ها را خواهید آموخت. این توابع عبارت‌اند از:

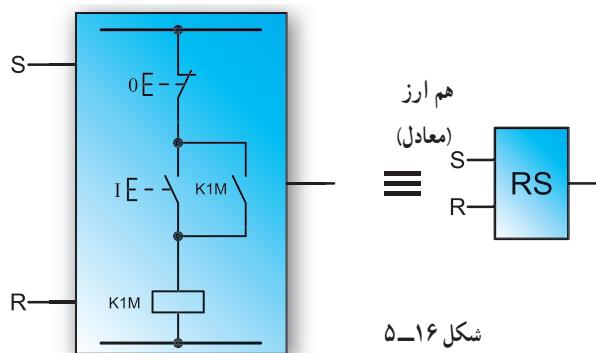
- ۱-تابع RS
- ۲-تابع تایمر

تابع RS یا تابع خودنگه‌دار

این تابع که شبیه خودنگه‌دار در مدارات کنتاکتوری است، در واقع خصوصیتی است که به خروجی (بین) می‌دهید تا در حالت پایدار باقی بماند. در روش بلوکی تابع RS را به صورت کادری با دو ورودی و یک خروجی نشان می‌دهیم:

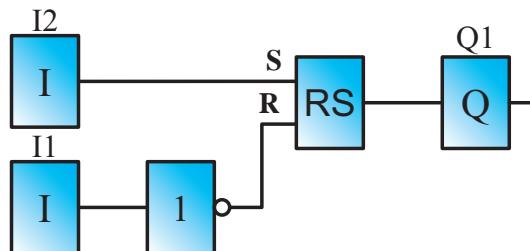


نحوه‌ی عملکرد این تابع به این صورت است که با فعال کردن یک ورودی آن به نام Set که با حرف (S) نشان داده می‌شود، خروجی به صورت دائم فعال (وصل) می‌شود و با فعال کردن ورودی دیگر تابع به نام Reset، که با حرف (R) نشان داده می‌شود، خروجی قطع می‌شود. به همین جهت است که می‌توان تصور کرد این تابع بلوکی است که یک مدار خودنگه‌دار را در داخل دارد، به طوری که فعال کردن ورودی S مانند فشردن شستی وصل مدار است و آن را هم‌چنان وصل نگه می‌دارد (همانند وصل کنتاکتور با تیغه‌ی خودنگه‌دار) و فعال کردن ورودی R مانند فشردن شستی قطع مدار است (شکل ۱۶-۵).



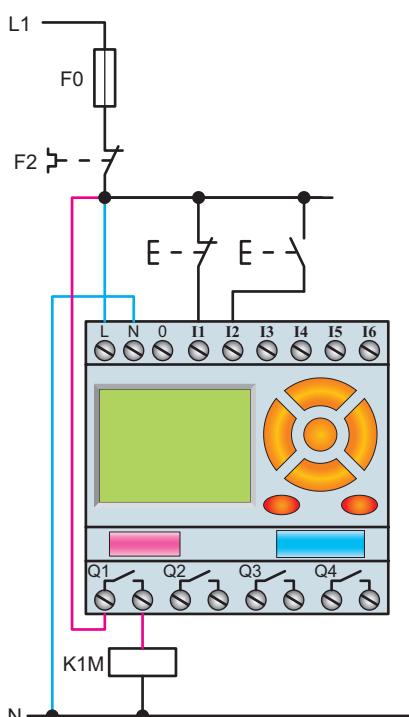
شکل ۱۶-۵

برای نوشتن برنامه به روش بلوکی از همان منطق به کار رفته در روش نزدیکی استفاده می‌شود و مداری مطابق شکل ۱۹-۵ نشان طراحی کرد.



شکل ۱۹-۵—نقشه‌ی بلوکی مدار راه اندازی دایم کار

شرح برنامه‌ی بلوکی را می‌توان چنین بیان کرد:
با فشردن ورودی I2 (شستی وصل) وجود کنتاکت باز در برنامه برای این ورودی،تابع RS فعال می‌شود و به طور دائم خروجی Q1 را فعال می‌کند و اگر ورودی I1 (شستی قطع) فشرده شود (با توجه به ورودی به کار رفته در برنامه) Reset تابع RS فعال و خروجی Q1 قطع می‌شود.



شکل ۱۹-۵—نحوه‌ی سیم‌کنسی مدار راه اندازی یک موتور سه‌فاز به صورت دایم کار

توجه داشته باشید که در حالت عادی نباید ورودی I1 تحریک شده باشد بلکه پس از فشرده شدن تحریک می‌شود و تابع RS را Set می‌کند. پس برای آن که ورودی I1 در حالت عادی تحریک نشده باشد باید در برنامه آن را کنتاکت بسته در نظر گرفت زیرا در سیم‌کشی از یک شستی قطع استفاده شده است.

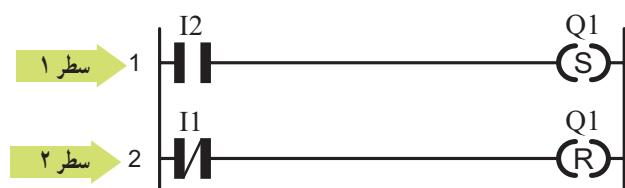
هدف: راه اندازی یک موتور سه‌فاز به صورت دائم کار با استفاده از تابع RS در برنامه‌ی نرم افزاری رله شرایط کاری مدار به صورت زیر است:

- ۱— با زدن شستی استارت I کنتاکتور K1M دائم کار
- ۲— با زدن شستی قطع O در هر شرایطی مدار خاموش شود.

جدول تخصیص ورودی‌ها و خروجی‌ها			
I2	شستی وصل	Q1	K1M
I1	شستی قطع	Q1	قطع مدار

طراحی برنامه مدار به روش نزدیکی: برنامه نویسی به روش نزدیکی را با توجه به وضعیت کاری مدار و ورودی و خروجی‌های تخصیص داده شده، رسم می‌کنیم.

- ۱— با توجه به ردیف اول شرایط کاری، اگر بخواهیم خروجی Q1 دائم کار باشد، باید از تابع RS استفاده شود. ورودی I2 جهت وصل آن در مسیر Set قرار می‌گیرد (سطر ۱ نزدیک).
- ۲— با توجه به شرط ۲، برای قطع مدار، ورودی I1 باید در مسیر Reset قرار گیرد (با توجه به جدول تخصیص و سیم‌کشی نشان داده شده روی رله) چون I1 شستی قطع به عنوان ورودی در نظر گرفته شده است و باید یک ورودی در حالت عادی تحریک نشده باشد. پس در برنامه، این ورودی باید از نوع کنتاکت بسته در نظر گرفته شود (شکل ۱۹-۶).



شکل ۱۹-۶—نقشه‌ی نزدیکی مدار راه اندازی دائم کار

برنامه‌ای به روش نرdbانی و بلوکی بنویسید که بتوان عملکرد سه هواکش را کنترل کرد. سپس برنامه را توسط نرم افزارهای شبیه‌ساز رله، شبیه‌سازی نمایید. (راهنمایی: در شبیه‌سازی، ورودی به دستگاه را به جای شستی وصل، کلید انتخاب کنید).

تمرین تکمیلی: (ویژه هنرجویان علاقه‌مند)

۱ محور دو موتور الکتریکی به صورت مکانیکی به هم متصل (کوپل) شده‌اند و مشترکاً سیستمی را می‌چرخانند. اگر تغذیه‌ی برق یکی از دو موتور قطع شود تمام بار روی موتور دیگر می‌افتد، که وضعیت خطرناکی برای آن موتور است. برنامه‌ای بنویسید که در صورت وجود این مشکل چراغ سیگنال Q1 روشن و برق هر دو موتور قطع شود (راهنمایی: از تابع XOR کمک بگیرید).

۱ مدار راه اندازی یک موتور سه‌فاز با قابلیت قطع و وصل از دو محل را، به روش نرdbانی و روش بلوکی برنامه نویسی و توسط نرم افزارهای شبیه‌ساز رله موجود در کارگاه، شبیه‌سازی و اجرا نمایید.

۲ در یک پارکینگ، از سه هواکش جهت تهییه استفاده شده، که طرز کار آن‌ها به این صورت است:

– اگر حداقل دو هواکش کار کند لامپ سبز روشن می‌شود.

– اگر یک هواکش روشن شود چراغ زرد روشن شود.

– اگر هیچ یک از هواکش‌ها روشن نشوند، چراغ قرمز روشن شود.

کار عملی ۴



هدف : راه اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری

نقشه‌ی مدار فرمان مدار راه اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری در شکل ۵-۲۲ نشان داده شده است. نحوه عملکرد و شرایط کاری مدار را می‌توان به اختصار چنین نوشت:

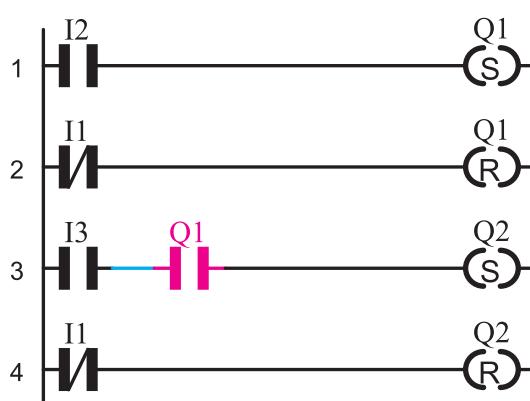
۱- با زدن شستی I کنتاکتور K1M دائم، کار کند.

۲- با زدن شستی II کنتاکتور K2M دائم، کار کند.

۳- فعال شدن کنتاکتور K2M به فعل شدن کنتاکتور K1M وابسته باشد.

۴- با زدن شستی قطع در هر شرایطی مدار خاموش شود.

جدول تخصیص ورودی‌ها و خروجی‌ها		
I2	شستی وصل	Q1 وصل کنتاکتور K1M
I3	شستی وصل	Q2 وصل کنتاکتور K2M
I1	شستی قطع	Q1 و Q2 قطع مدار

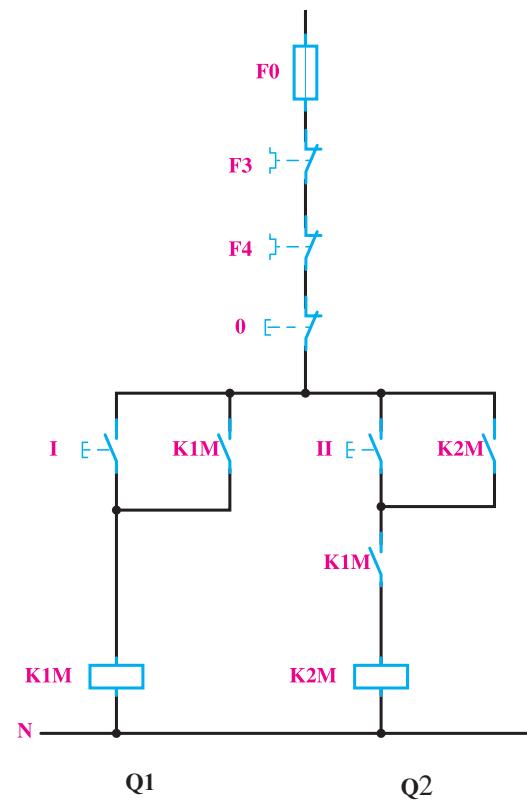


شکل ۵-۲۳- نقشه‌ی نزدیکی مدار راه اندازی دو موتور به صورت یکی پس از دیگری

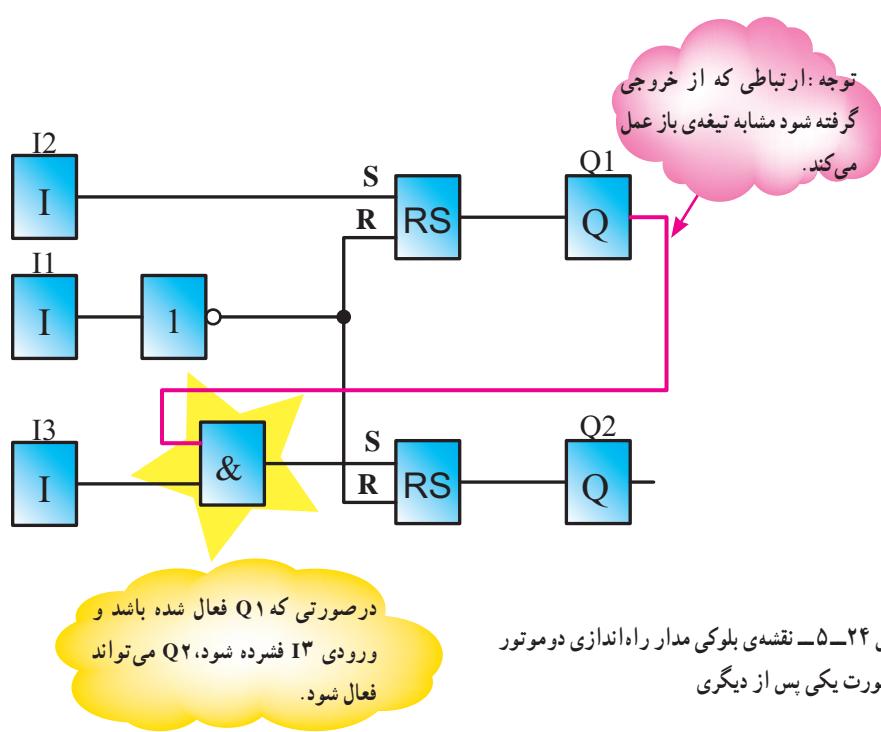
شرح برنامه : با فشردن ورودی I2 در شبیه‌ساز برنامه یا دستگاه رله، تابع خودنگهدار RS فعال می‌گردد و این کار باعث فعال شدن Q1 می‌شود. حال اگر ورودی I3 نیز فشرده شود با توجه به آن که خروجی Q1 فعال شده است و هر دو ورودی بلوک AND هستند، خروجی بلوک AND می‌گردد و درنتیجه Q2 نیز می‌تواند فعال شود.

بدیهی است اگر ابتدا شستی I3 فشرده شود هیچ اتفاقی نمی‌افتد.

در روش بلوکی نیز مدار به صورت شکل ۵-۲۴ درمی‌آید.



شکل ۵-۲۲- نقشه‌ی فرمان راه اندازی دو موتور به صورت یکی پس از دیگری



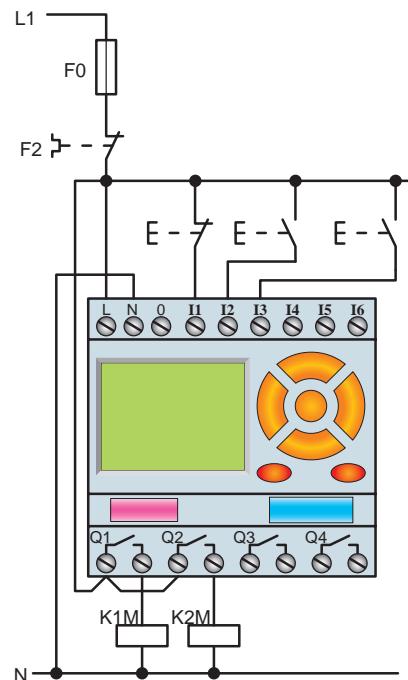
شکل ۲۴-۵ نقشه‌ی بلوکی مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی پس از دیگری

شکل ۲۵-۵ نقشه‌ی سیم‌کشی این مدار را در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی نشان می‌دهد.

- ۱- مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت مستقل را، به روش نردنیانی یا بلوکی، برنامه‌نویسی و اجرا کنید.
- ۲- مدار راه‌اندازی سه موتور را به صورت یکی پس از دیگری، به روش نردنیانی یا بلوکی، شبیه‌سازی و اجرا کنید.
- ۳- مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی به جای دیگری را به روش بلوکی یا نردنیانی، شبیه‌سازی و اجرا کنید.

تمرین تکمیلی : (ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند)

- ۱- مداری طرح کنید که با زدن یک شستی، مدار روشن و با فشار مجدد همان شستی، مدار خاموش شود.
- (راهنمایی): در رله‌های قابل برنامه‌ریزی از تابعی تحت عنوان رله پالسی کمک بگیرید. در روش بلوکی، بلوکی تحت این عنوان در رله تعریف شده است اما در روش نردنیانی شما به خروجی Q می‌توانید شخصیت پالسی بدھید، همان‌طور می‌توانید آن را Set و reset تعریف کنید).



شکل ۲۵-۵ نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی پس از دیگری

هدف : راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد، راست گرد

۵- تغییر حالت کاری دو کنتاکتور بدون زدن شستی O امکان پذیر نباشد.

۶- با زدن شستی O مدار قطع شود.

طرایحی برنامه مدار به روش نرdbانی :

با توجه به شرایط کاری تعریف شده برای مدار چپ گرد، راست گرد و همچنین ورودی و خروجی های اختصاص داده شده، مراحل طراحی برنامه به صورت زیر است.

۱- با توجه به شرط ۱ که خروجی Q1 دائم کار تعریف شده است باید از تابع RS استفاده کرد. به همین دلیل ورودی I2 را به جهت وصل مدار در مسیر Set قرار می دهیم. (نکته : با توجه به شرط ۳، که لازم است دو کنتاکتور هم زمانی نداشته باشند، باید بسته هی بوین Q2 را در مسیر بوین Q1 قرار داد) (سطر ۱ نرdbان).

۲- با توجه به شرط ۲ که خروجی Q2 نیز دائم کار تعریف شده است، باید از تابع RS استفاده کرد. به همین دلیل ورودی I3 را به جهت وصل مدار در مسیر Set قرار می دهیم (نکته : با توجه به شرط ۳، که لازم است دو کنتاکتور هم زمانی نداشته باشند، باید بسته هی بوین Q1 را در مسیر بوین Q2 قرار داد (سطر ۳ نرdbان)).

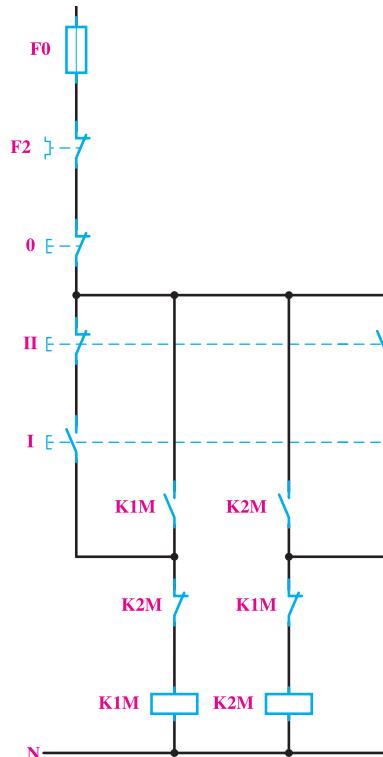
۳- برای تأمین شرط ۴ در مدار فرمان از شستی دوبل استفاده کردیم. به طوری که بسته هی شستی دوبل این کار را اجرا کند. در برنامه باید در مسیر Set خروجی ها معادل این قسمت بسته را قرار دهیم (سطر ۱ و ۳ نرdbان).

توجه : اگر بخواهیم یک شستی دوبل را در برنامه های نوشته شده با تابع RS معادل سازی کنیم باید قسمت وصل آن را در مسیر Set و قسمت قطع آن را در مسیر Reset تابع RS قرار دهیم.

۴- برای تأمین شرط ۶ باید ورودی I1 که معادل شستی قطع کل مدار است در مسیر Reset کلیه های خروجی ها (Q1 و Q2) قرار گیرد (سطر ۲ و ۴ نرdbان).

این مدار به شکل نرdbانی به صورت شکل ۲۷-۵ برنامه نویسی می شود.

الف- مدار چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل (تغییر جهت موتور با قطع کامل برق) : به جهت یادآوری، نقشه هی مدار فرمان راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل در شکل ۵-۲۶ نشان داده است.



شکل ۵-۲۶

نحوه عملکرد و شرایط کاری مدار :

۱- با زدن شستی I کنتاکتور K1M به صورت دائم، کار کند.

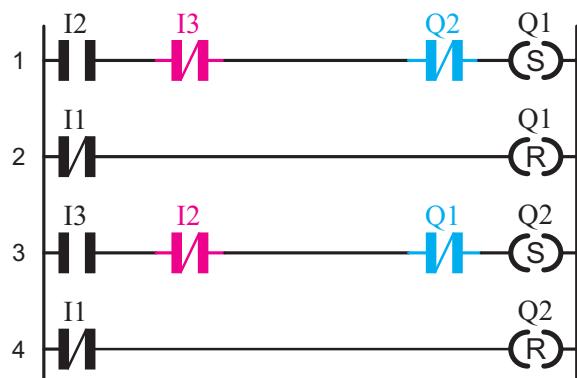
۲- با زدن شستی II کنتاکتور K2M به صورت دائم، کار کند.

۳- امکان این که دو کنتاکتور هم زمان با هم عمل کنند، وجود نداشته باشد.

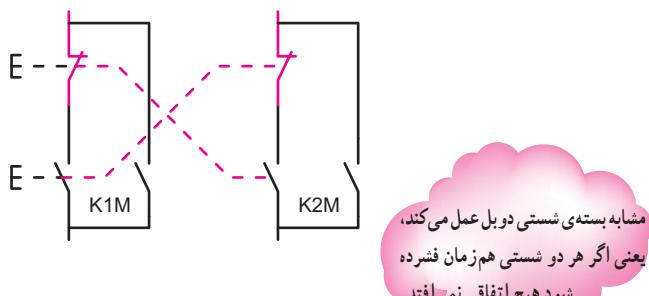
۴- با فشار هم زمان دو شستی II و I هیچ یک از کنتاکتورها کار نکنند.

معمول است که در ورودی های رله از شستی دوبل استفاده نمی شود و منطق کاری آن را در برنامه اعمال می کنند. در این مدار از قسمت قطع شستی دوبل به عنوان محافظ استفاده شده است و آن هارا برای حفاظت بیشتر در برنامه در مسیرهای Set قرار دادیم اما معمولاً قسمت قطع شستی دوبل بخشی از مدار را از حالت فعال خارج می کند. در این صورت آن را باید در مسیر Reset خروجی مربوط قرار داد.

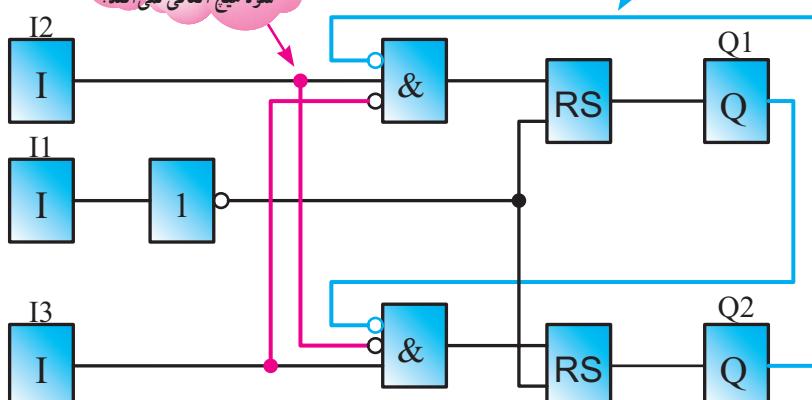
مدار چپ گرد - راست گرد به شکل بلوکی در شکل ۵-۲۸ نشان داده شده است. همان گونه که از شکل مشاهده می شود، خروجی ۱ و ۲ را با ورودی های مسیر مقابل AND می کیم.



شکل ۵-۲۷ - نقشهی نزدبانی مدار چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل



کنتاکت بسته بی بوبین یک
کنتاکتور را با مسیر مدار
کنتاکتور دیگر سری می کنیم



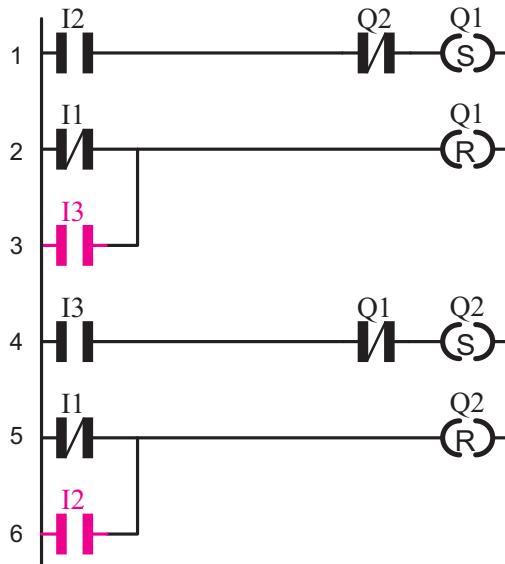
شکل ۵-۲۸ - برنامهنویسی بلوکی مدار چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل

- مراحل برنامهنویسی مدار چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل به روشن بلوکی :

- ۱- ورودی I1 مشابه شستی قطع مدار و دو ورودی I2 و I3 برای آن که با فشار همزمان دو ورودی I2, I3 می گردند. برای انتخاب جهت چرخش، در سمت چپ صفحه قرار ورودی دیگر AND می کنیم (خط قرمزرنگ).
- ۲- دو خروجی Q1 و Q2 برای راست گرد و چپ گردبودن

کامل در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی، در شکل ۵-۲۹ مشاهده می‌کند.

مراحل طراحی این برنامه مدار به روش نردنی تقریباً مشابه مدار چپ‌گرد، راست‌گرد با حفاظت کامل است. با این تفاوت که ورودی I2، در مسیر Reset بویین Q2 و ورودی I3، در مسیر Reset بویین Q1 قرار می‌گیرد (سطر ۳ و ۶ نردنی) (شکل ۵-۳۱).

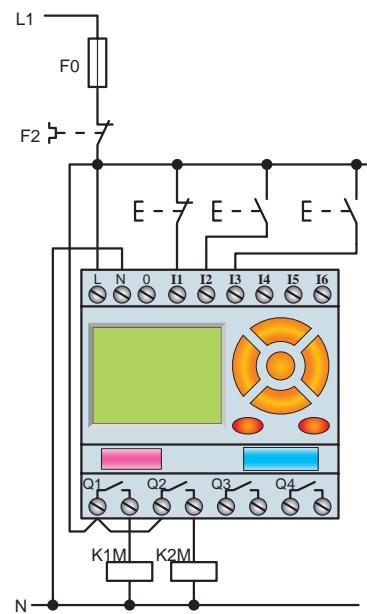


شکل ۵-۳۱— نقشه‌ی نردنی مدار چپ‌گرد، راست‌گرد سریع

در شکل ۵-۳۲، نقشه‌ی بلوکی مدار راهاندازی چپ‌گرد، راست‌گرد سریع را مشاهده می‌کنید.

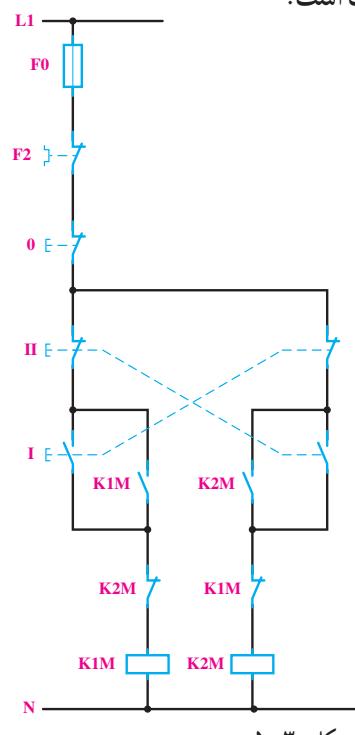
در مدار چپ‌گرد، راست‌گرد سریع برای تغییر جهت بدون زدن شستی O، همان مراحل ۱ و ۲ و ۳ برنامه‌ی چپ‌گرد، راست‌گرد قبلی را دنبال می‌کنیم اما لازم است تا ورودی‌های راهانداز هر بلوک در مسیر Reset کردن بلوک RS دیگر قرار گیرد. برای این منظور در مسیر هر ورودی Reset در بلوک‌های RS یک بلوک OR قرار می‌دهیم تا Reset شدن هم از طریق شستی ورودی I1 و هم از طریق آن مسیر صورت گیرد، مطابق شکل (۵-۳۲).

عملکرد برنامه این کار عملی روی رله خیلی سریع است یعنی هنگام تغییر جهت سرعت جابه‌جایی دو خروجی Q1 و Q2 بسیار زیاد می‌باشد بهطوری که کنتاکتورها در سه فاز نمی‌توانند با این سرعت جابه‌جا شوند. بنابراین لازم است تا در نقشه سیم‌کشی روی دستگاه رله توجه ۳ که در صفحه ۱۶۴ آمده رعایت کنید.

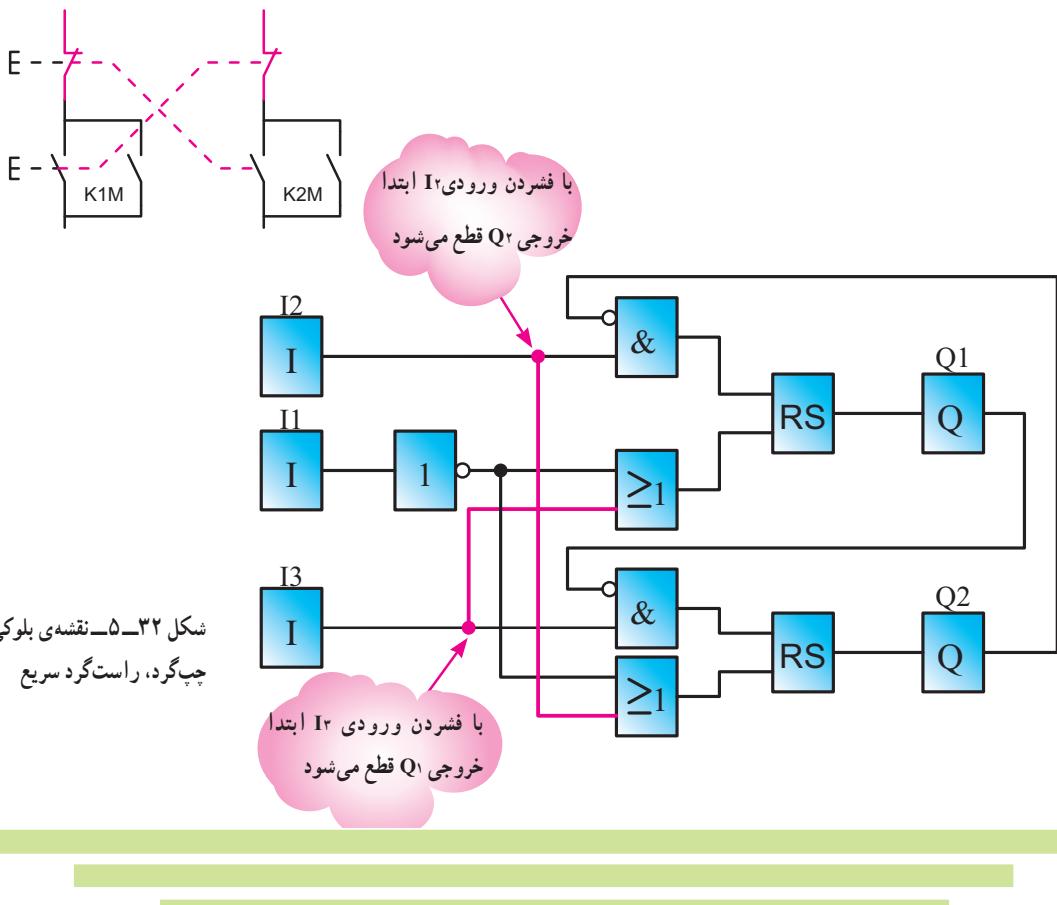


شکل ۵-۲۹— نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راهاندازی موتور سه‌فاز بهصورت چپ‌گرد، راست‌گرد با حفاظت کامل و سریع

ب—مدار چپ‌گرد، راست‌گرد سریع (تغییر جهت بدون زدن شستی قطع): جهت یادآوری مدار فرمان چپ‌گرد، راست‌گرد سریع در شکل ۵-۳۰ نشان داده شده است. در این مدار شرایط کاری تقریباً همانند مدار چپ‌گرد، راست‌گرد با حفاظت کامل بوده و تنها شرط ۵ آن متفاوت است.



شکل ۵-۳۰

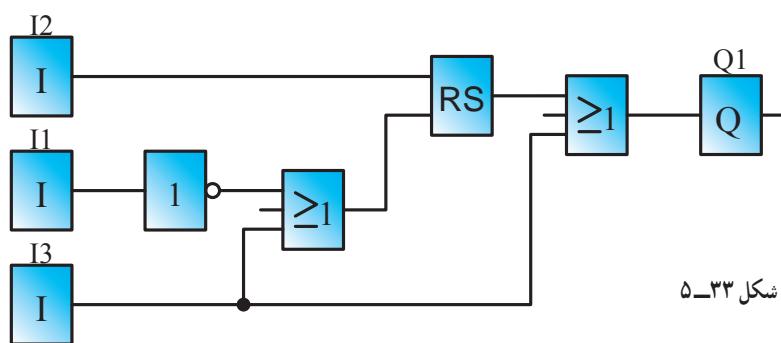


تمرین تكميلي : (ويژهٔ هنرجویان علاقه‌مند)



- ۱— شکل ۵-۳۳ مدار راهاندازی یک موتور سه‌فاز را، که می‌تواند هم به صورت لحظه‌ای و هم دائم کار کند، نشان می‌دهد. (مانند ماشین چوب بری با پال) با توجه به شکل مطلوب است:
 - الف - بررسی نحوهٔ عملکرد مدار و شبیه‌سازی آن به روش بلوکی در رایانه؛
 - ب - دلیل استفاده از بلوک‌های OR در این مدار؛
 - ج - کدام شستی برای حالت دائم و کدام یک برای حالت لحظه‌ای است؛
 - د - برنامه‌نویسی مدار به روش نزدبانی.

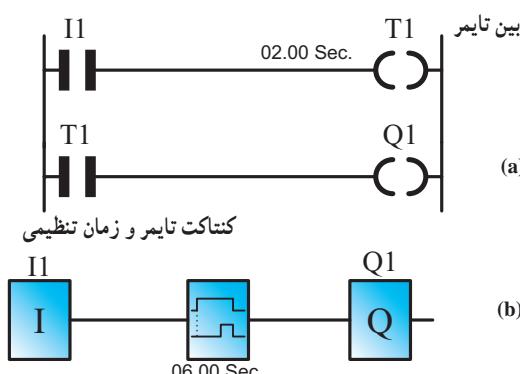
- ۱— همان‌طوری که می‌دانید در مدار چپ‌گرد- راست‌گرد نباید امکان وصل همزمان بین دو کنتاکتور وجود داشته باشد در برخی موارد با قرار دادن کنتاکت باز یک خروجی در مسیر Reset خروجی دیگر در برنامه این کار انجام می‌شود با توجه به توضیحات داده شده برنامه بلوکی و نزدبانی مدار کار عملی ۵ را رسم کنید.
- ۲— مدار راهاندازی موتور سه‌فاز را به صورت چپ‌گرد، راست‌گرد دستی و با میکروسویچ به روش نزدبانی یا بلوکی شبیه‌سازی و اجرا نمایید. (راهنمایی: در برنامه‌نویسی برای میکروسویچ یک ورودی جداگانه در نظر بگیرید).



شکل ۵-۳۳

تواتر تایمر

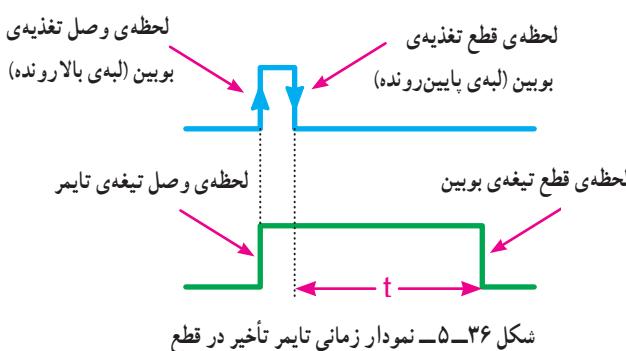
در روش بلوکی، تایمروها توسط یک بلوک، که مشخصه‌ی زمانی روی آن و زمان تنظیمی در زیر آن نوشته شده است، نشان داده می‌شود (شکل ۵-۳۵). ورودی این بلوک که تغذیه‌ی تایمر نیز نامیده می‌شود، در سمت چپ آن فارگرفته است. در قسمت تنظیمات تایمر می‌توان زمان را به دلخواه بر روی تایمر تنظیم کرد. در روش نزدیکی، تایمر از بیوینی ساخته می‌شود که باید توسط یک ورودی تغذیه گردد. همچنین یک کنتاکت عملکرد تایمر را به عنوان خروجی نشان می‌دهد. در مداری ساده، مطابق شکل ۵-۳۵ می‌توانید نتیجه‌ی عملکرد یک تایمر را در روش نزدیکی مشاهده کنید.



شکل ۵-۳۵ a – تایمر در روش نزدیکی b – تایمر در روش بلوکی

۲- تایمر تأخیر در قطع
عملکرد: با وصل تغذیه (لبه‌ی بالارونده) تایمر تأخیر در قطع عمل می‌کند و تیغه‌ی آن تغییر وضعیت می‌دهد. همچنین با قطع تغذیه (لبه‌ی پایین رونده)، زمان‌سنجی (t) آغاز می‌شود و با اتمام زمان، تیغه‌ی تایمر به حالت اولیه خود بر می‌گردد (شکل ۵-۳۶).

همان‌طور از سال گذشته به یاد دارید رله‌ی راه‌پله یک نوع تایمر تأخیر در قطع بود.



شکل ۵-۳۶ نمودار زمانی تایمر تأخیر در قطع

در رله‌های قابل برنامه‌ریزی تایمروها متعددی وجود دارد که در این کتاب به شرح بعضی از آن‌ها می‌پردازیم. این تایمروها عبارت‌اند از:

- ۱- تایمر تأخیر در وصل
- ۲- تایمر تأخیر در قطع
- ۳- تایمر بالسی
- ۴- تایمر بالسی گستردۀ
- ۵- تایمر تأخیر در وصل ماندگار

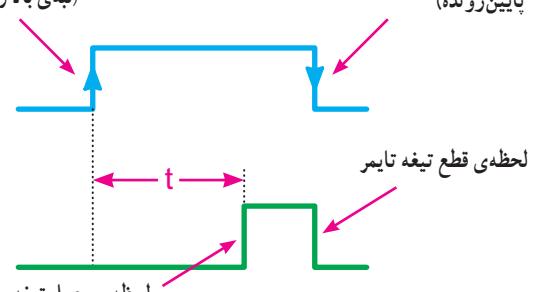
در بخش مدارات فرمان با تایمروها تأخیر در وصل و تأخیر در قطع آشنایی شده‌اید. اما جهت یادآوری، در این قسمت به آن‌ها اشاره خواهد شد.

توجه: در نمودار زمانی، تایمروها در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی مفهومی به نام Reset داریم. Reset کردن، یعنی صفر کردن زمان‌سنجی تایمر. البته در زمانی که Reset فعال نگه داشته شده باشد، با رها کردن آن، در صورتی که عاملی مانع زمان‌سنجی نباشد، زمان‌سنجی شروع می‌شود.

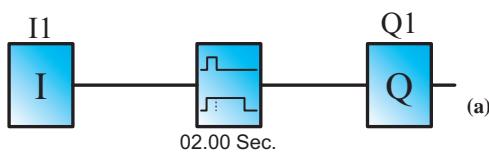
۱- تایمر تأخیر در وصل

عملکرد: با وصل تغذیه (لبه‌ی بالارونده)، تایمر تأخیر در وصل زمان‌سنجی (t) را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان‌تنظیمی آن، عمل می‌کند و تیغه‌ی آن تغییر وضعیت می‌دهد. همچنین این تیغه‌ی عمل کرده با قطع تغذیه (لبه‌ی پایین رونده) به حالت اولیه بر می‌گردد (شکل ۵-۳۴).

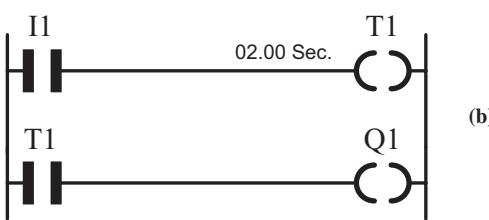
لحظه‌ی وصل تغذیه‌ی بوین (لبه‌ی بالارونده)
لحظه‌ی قطع تغذیه‌ی بوین (لبه‌ی پایین رونده)



شکل ۵-۳۴ نمودار زمانی تایمر تأخیر در وصل



در شکل ۵-۳۸ نقشه‌ی بلوکی و نزدبانی تایمر تأخیر در قطع را مشاهده می‌کنید.



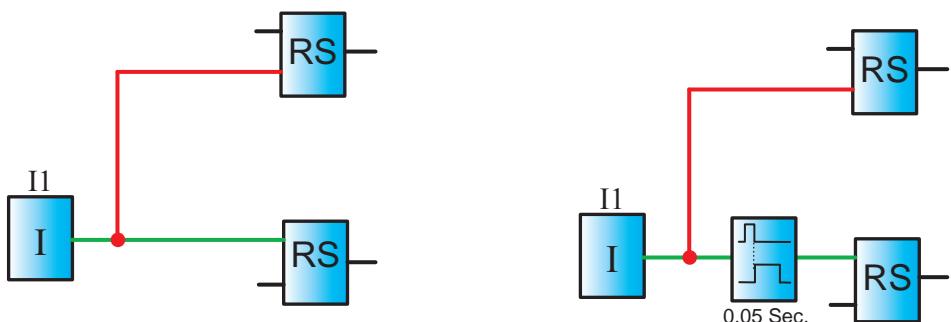
توجه: در نوشتگر برنامه به روش نزدبانی، شکل تایمرها با تأخیر در وصل و قطع با هم تفاوت ندارند و فقط در تنظیمات آن‌ها می‌توان نوع تایمر و مقدار زمان را تنظیم نمود.

شکل ۵-۳۷ مداری برای تایمر به روش بلوکی و نزدبانی

مطالعه‌ی

آزاد

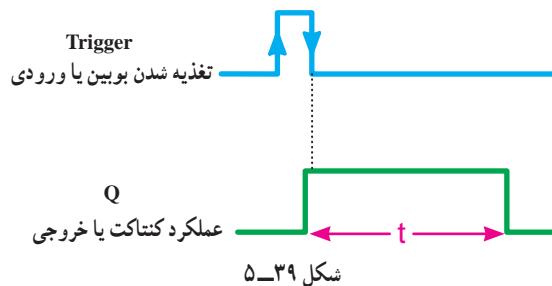
به یاد دارید چون در سیم‌کشی روی دستگاه رله شستی دوبل را به کار نمی‌بریم. باید تأثیر شستی دوبل را در برنامه اعمال می‌نمودیم. برای این منظور چون قسمت وصل‌کننده شستی دوبل بخشی از مدار را فعال می‌کرد و قسمت قطع کننده آن بخشی از مدار را غیرفعال می‌کرد، تأثیر شستی دوبل در مدارها را می‌توان در برنامه چنین اعمال نمود. یک شستی وصل (START) در سیم‌کشی دستگاه درنظر بگیرید که ورودی تخصیص یافته برای آن در برنامه نیز یک کنتاکت باز باشد. حال این ورودی یک تابع RS را Set و تابع RS دیگری را Reset می‌کند. چنان کاربردی را در برنامه مدار چپ‌گرد - راست‌گرد سریع دیدید، اما باید توجه داشت که برخلاف شستی‌های دوبل معمول که قسمت قطع کننده شستی ابتدا و قسمت وصل کننده آن با تأخیری عمل می‌کند. توابع RS چنین نیستند درواقع در برنامه بالا فعال شدن ورودی Set و Reset با یک همزمانی همراه است. برای آن‌که تأخیر خواسته شده در قسمت وصل‌کننده شستی دوبل در برنامه اتفاق افتد از یک تایmer باید استفاده کرد. آیا می‌توانید حدس بزنید برای این منظور چه تایمری مناسب است؟



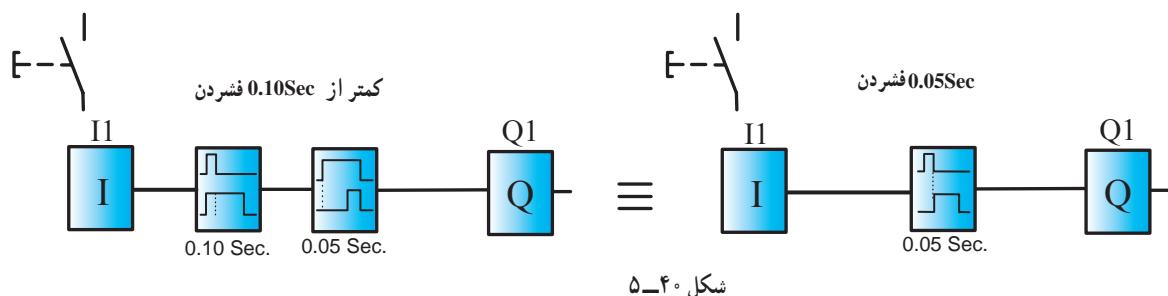
شکل ۵-۳۸

برای این منظور مطابق شکل ۵-۳۹ تایمری را در نظر بگیرید. آیا از مشخصه زمانی تایمر که روی بلوک رسم شده می‌توانید بی به طرز کار آن ببرید؟

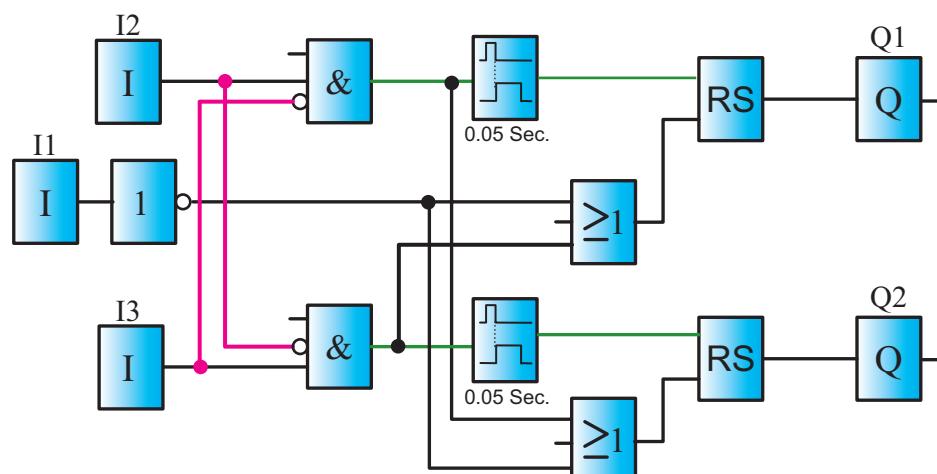
این تایمر که در برخی از رله‌های قابل برنامه‌ریزی وجود دارد، تایمر بعد از پالس (After Pulse) نام دارد.
مشخصه زمانی آن به صورت زیر است، در برخی رله‌ها مجبور می‌شود این تایмер را بسازید مانند زیر:



می‌خواهیم با استفاده از دو تایمرو اولی تأخیر در قطع و دومی تأخیر در وصل این تایمرو را بسازیم، آیا می‌توان این معادل‌سازی را پذیرفت؟ چرا؟



برای مدار چپ‌گرد – راست‌گرد سریع که در مدار قدرت نیز کارایی خود را به خوبی نشان دهد با توجه به همان ورودی‌های تخصیص داده شده برای مدار کار عملی می‌توان برنامه زیر را ارائه کرد بلوك‌های AND به کار رفته برای آن است که با همزمان فشردن ورودی‌های مربوط هیچ‌یک از خروجی‌ها فعال نشود.



5-۴۱



کار عملی ۶

هدف : راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد، راست گرد با توقف زمانی

ابتدا شرایط کاری این مدار را مجدداً مرور می کنیم. شرایط کاری به شرح زیر است :

۱- بازدنشستی K1M کنکاتور در مسیر RS بشد. ورودی I2 جهت فعال کردن آن در مسیر Set قرار می گیرد. ضمناً با توجه به شرط ۳، بسته Q2 را در این مسیر قرار می دهیم (سطر ۱ نرده بان).

۲- آنچه که باعث قطع Q1 می شود، در مسیر Reset قرار می گیرد. در این مدار با توجه به شرط ۳، ورودی I4 و همچنین شستی قطع کلی مدار باعث قطع Q1 می شوند. در نتیجه کنکاتور K2M وصل می کنیم (سطر ۲ و ۳ نرده بان).

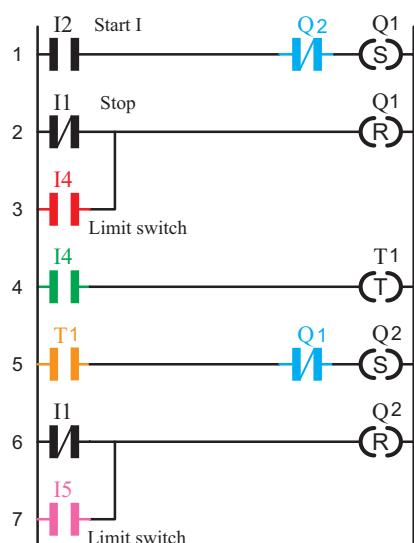
۳- ورودی I4 همچنین باید با بویین تایمر سری شود تا در زمان فعال بودن آن، تایمر زمان سنجی کند (سطر ۴ نرده بان).

۴- کنکات کنکات تایمر باید در خروجی Q2 وصل زمانی ایجاد نماید. برای این منظور در مسیر Set کردن آن قرار می گیرد ضمناً با توجه به شرط ۳، بسته Q1 را در این مسیر قرار می دهیم (سطر ۵ نرده بان).

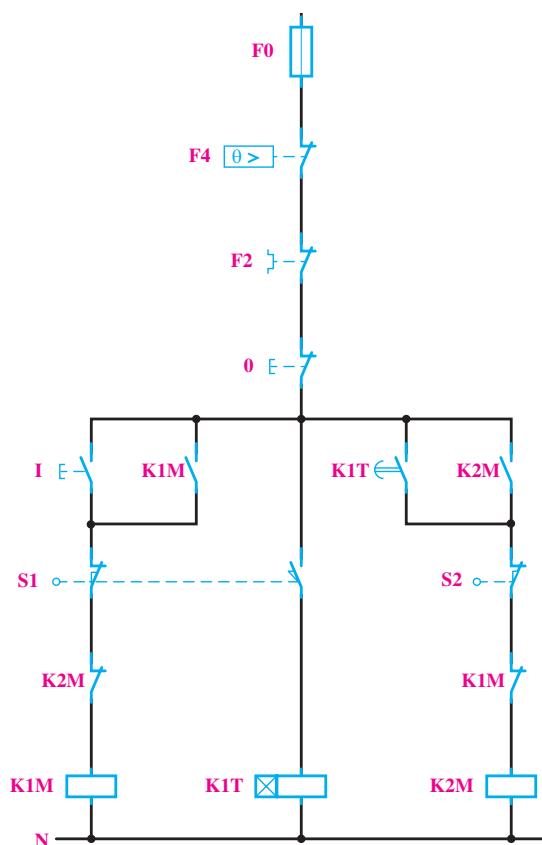
۵- ورودی I1 معادل شستی قطع کل مدار است و باید در

مسیر Reset کلیه خروجی ها قرار گیرد (سطر ۶ و ۷ نرده بان).

مراحل فوق را در روش نرده بانی در شکل ۴۳-۵ مشاهده می کنید.

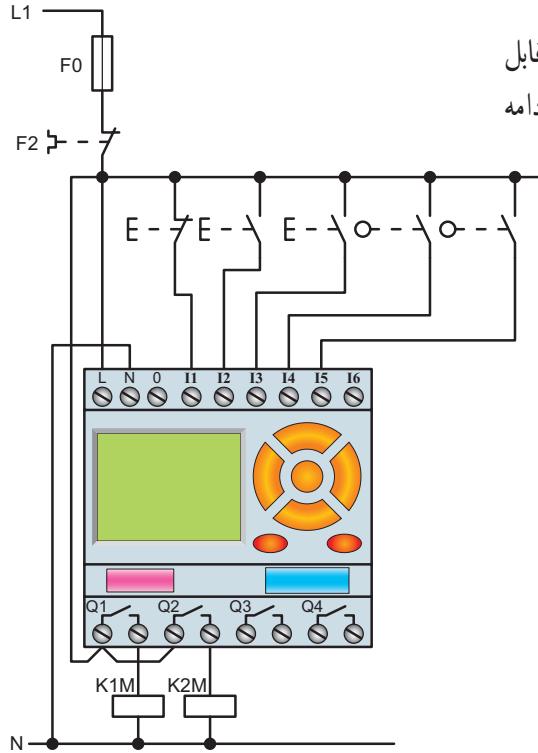


شکل ۴۳-۵- برنامه نویسی به روش نرده بانی



شکل ۴۲-۵- نقشه فرمان مدار راه اندازی موتور سه فاز به صورت

چپ گرد، راست گرد با توقف زمانی

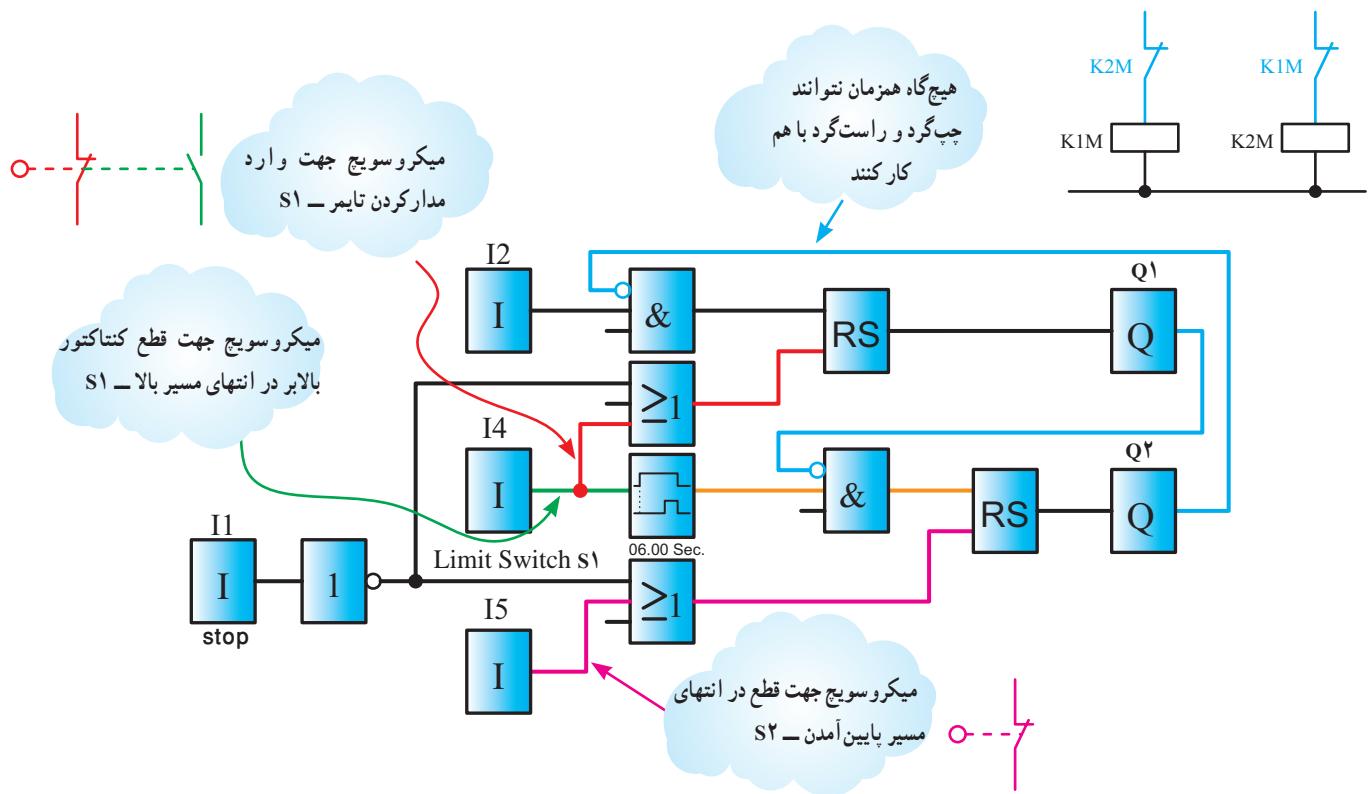


شکل ۵-۴۴ نحوه‌ی سیم‌کشی این مدار را در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی نشان می‌دهد. شستی به کار رفته در ورودی I3 در ادامه به کارمی آید و فعلاً در برنامه وجود ندارد.

شکل ۵-۴۴ نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به صورت چپ‌گرد، راست‌گرد با توقف زمانی

شکل ۵-۴۵ برنامه‌نویسی به روش بلوکی این مدار را نشان شده است.

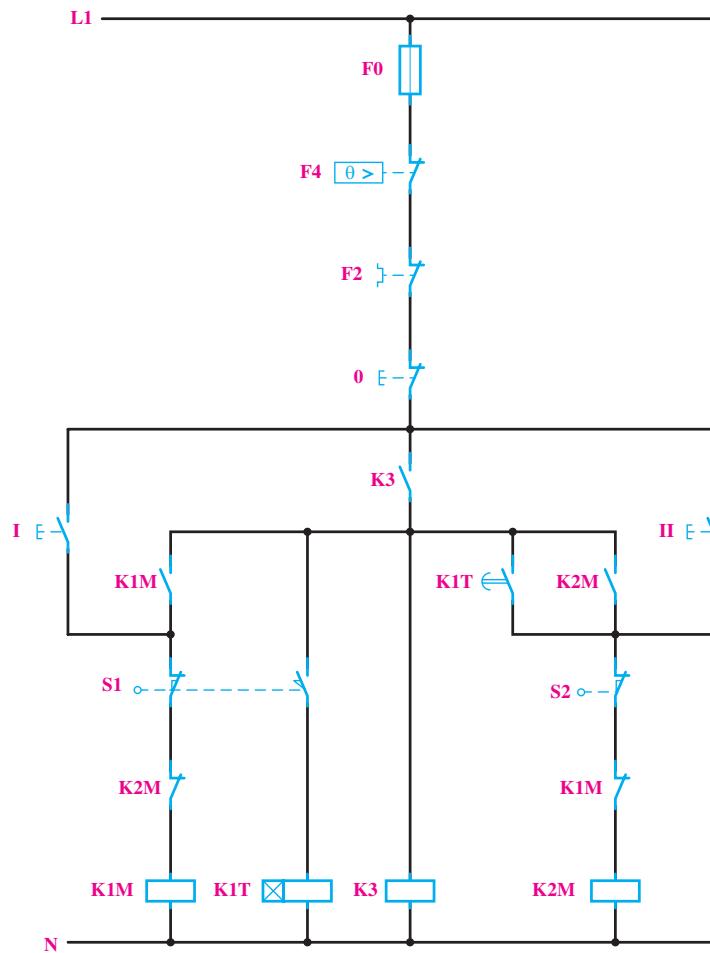
می‌دهد. اعمال تمام شرایط کاری مدار بر روی نقشه توضیح داده



شکل ۵-۴۵ نقشه‌ی بلوکی مدار کوره

تغییراتی در مدار صورت گیرد. این تغییر در مدار فرمان، با استفاده از کنتاکتور کمکی، صورت گرفته است. این مدار جهت یادآوری در شکل ۵-۴۶ نشان داده شده است.

در مدار شکل ۵-۴۲ با برداشتن دست از روی شستی استاپ، چنان‌چه میکروسویچ S1 در حالت فشرده باشد، تایمر فعل می‌شود و زدن شستی ۰ تأثیری ندارد و کنتاکتور بعدی وارد مدار می‌شود، یعنی شرط ۵ محقق نمی‌شود. لذا برای این منظور باید



شکل ۵-۴۶

ضمناً با توجه به شرط ۳، بسته Q2 را در این مسیر قرار می‌دهیم می‌گیریم (شکل ۵-۴۷). به طوری که فعال شدن این کنتاکتور به

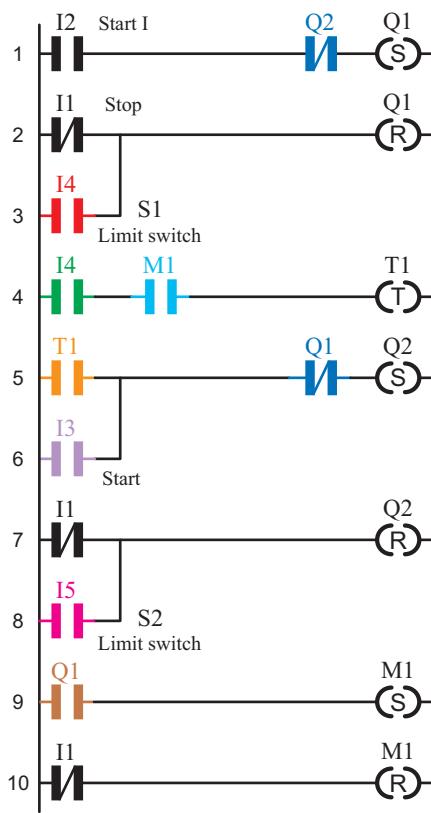
کنتاکتور بالا بر وابسته باشد اما خاموش شدنش به آن وابسته نباشد. به همین دلیل در برنامه نیز با AND کردن خروجی M1 و ورودی I4 این کار عملی می‌شود.

۲- آن‌چه باعث قطع Q1 می‌شود باید در مسیر Reset آن قرار گیرد. در اینجا با توجه به شرط ۳، هم ورودی I4 و هم شستی قطع کلی مدار باعث قطع Q1 می‌شوند. درنتیجه کنتاکت مربوط به آن هارا در برنامه به طور موازی به Reset وصل می‌کنیم (سطر ۲ و ۳ نزدیک).

طراحی برنامه مدار به روش نزدیکی: با توجه به شرایط مدار، مراحل رسم نقشه‌ی نزدیکی به شرح زیر است:

۳- ورودی I4 باید با بویین تایمر سری شود تا در زمان فعال بودن آن، تایمر زمان‌سنجی کند. ضمناً روشن شدن تایمر وابسته به کنتاکت خروجی کمکی است. بنابراین، I4 و M1، ضمناً RS باشد. ورودی I2 جهت وصل آن در مسیر Set قرار می‌گیرد.

۱- با توجه به شرط ۱، Q1 دائم کار می‌شود و باید از نوع RS باشد. ورودی I2 جهت وصل آن در مسیر Set قرار می‌گیرد.



شکل ۴۷-۵- نقشه‌ی نزدبانی مدار راه اندازی چپ گرد، راست گرد با توقف زمانی

سری شدن، وارد بوبین تایمر می‌شوند (سطر ۴ نزدبان).

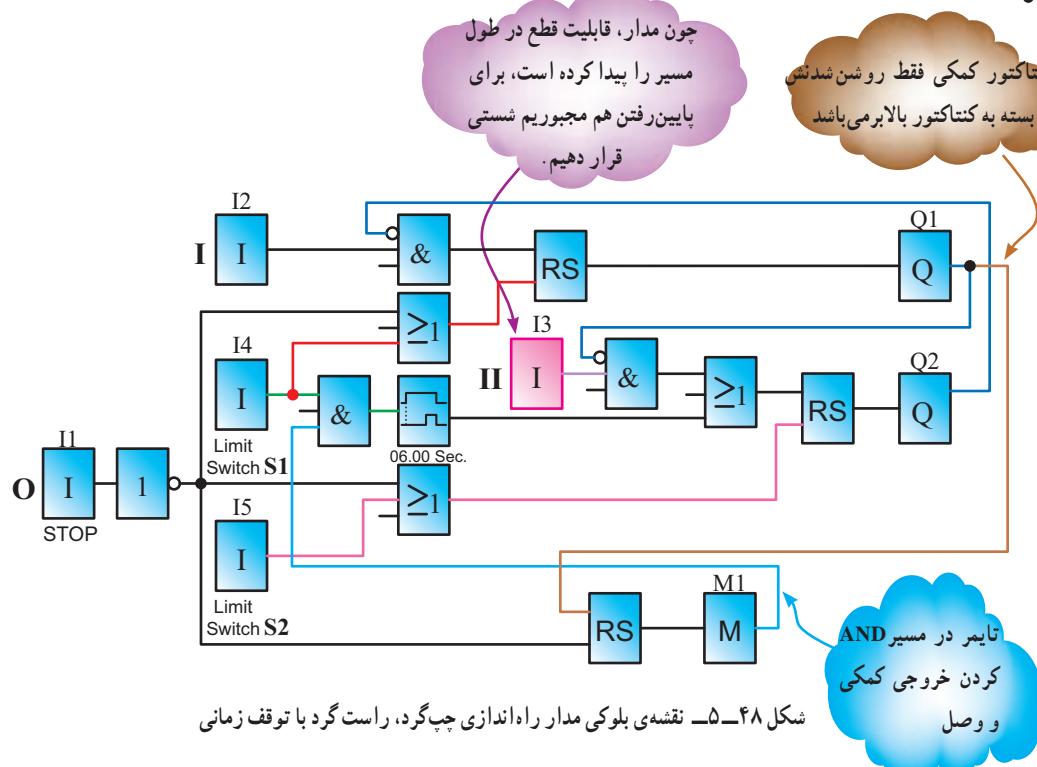
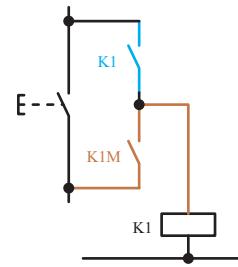
۴- خروجی کمکی M1 با توجه به مدار فرمان، خودنگهدار دارد، پس از نوع RS است، چرا که روشن شدنش وابسته به Q1 است اما خاموش شدنش به آن وابسته نیست (سطر ۹ نزدبان).

۵- کنتاکت تایمر باید در خروجی Q2 وصل زمانی (به طور دائم کار) ایجاد نماید. برای این منظور در مسیر Set کردن آن قرار می‌گیرد (سطر ۵ نزدبان).

ضمناً چون مدار، قابلیت قطع در طول مسیر را نیز پیدا کرده است، ورودی دیگری برای روشن شدن Q2، موازی با تیغه‌ی تایmer در نظر می‌گیریم (سطر ۶ و ۵ نزدبان).

۶- ورودی I1 معادل شستی قطع کل مدار است و باید در مسیر Reset کلیه‌ی خروجی‌ها قرار گیرد (سطر ۷ و ۱۰ نزدبان).

شکل ۴۷-۵ این مدار را به روش نزدبانی نشان می‌دهد.



شکل ۴۸-۵- نقشه‌ی بلوکی مدار راه اندازی چپ گرد، راست گرد با توقف زمانی

یکی از مشکلاتی که در اکثر فرآیندهای تأسیسات الکتریکی اتفاق می‌افتد، عدم کارایی مدار در مقابل قطع برق می‌باشد برای مثال تایمری بخشی از زمان‌سنجی خود را انجام داده و برق می‌رود و کار در آن لحظه متوقف می‌شود در این بین با آمدن برق سیستم متوقف است و محصول تولید شده در نیمه‌ی راه تولید خراب شده و باید از چرخه کار خارج شده و به دور ریخته شود و دستگاه مجدد راه‌اندازی شود اتفاق موردنظر خوشایند نیست چقدر خوب بود، اگر خصوصیتی در تایمر یا بعضی از توابع خاص تعریف می‌شد که با قطع برق وضعیت کاری در حافظه باقی می‌ماند و با آمدن برق کار متوقف، ادامه خود را به طرز صحیحی بدون دور ریز محصول و وقفه انجام می‌داد.

برای این منظور در رله‌های قابل برنامه‌ریزی خصوصیتی به نام Latching یا Retentivity برای برخی از توابع خاص مثل تایمرها تعریف شده، که با قطع برق و با آمدن مجدد برق اگر تایمر در حال زمان‌سنجی باشد. ادامه زمان‌سنجی خود را انجام می‌دهد و یا اگر عمل کرده با آمدن برق همان وضعیت عملکرد باقی می‌ماند.

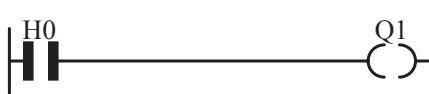
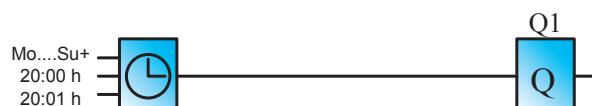
با Retentivity کردن یک تابع مثل تایمر می‌توان خواسته بالا که در فرآیندهای تأسیساتی بسیار لازم است را به دست آورد. در مداری مثل مدار کوره که در مدارهای فرمان با آن آشنا شدیم، اگر برق قطع شود مخزن در نیمه مسیر می‌ماند و با آمدن برق باید مخزن را به توقفگاه آورده و مجدد راه‌اندازی را آغاز کنیم اگر تایمر این مدار خصوصیت داشت با آمدن برق مخزن ادامه کار خود را انجام می‌داد.

هر چند عدم Retentivity در کنتاکتورها در فصل مدارهای فرمان یک امتیاز برای آن‌ها به حساب می‌آمد، چرا که با آمدن برق مدار خود به خود راه‌اندازی نمی‌شد اما می‌بینید Retentivity در بعضی موارد لازم و خواسته ما می‌باشد این خصوصیت حتی در تابع RS در رله‌های قابل برنامه‌ریزی نیز درنظر گرفته شده است.

سعی کنید در مشاهدات خود فرآیندهای تأسیساتی که لازم دارند را پیدا کنید و آن‌ها را برای کلاس عرضه کنید.

۲- بسیاری از رله‌های قابل برنامه‌ریزی دارای ساعت‌اندو

براساس آن دارای تابع خاصی (مانند تایمر هفتگی - تایمر سالانه) نیز خواهد بود. در شکل ۵-۴۹ یک نمونه تایмер نشان داده شده است. با توجه به این شکل، نقشه‌ی بلوکی و نزدیکی شکل ۵-۵ را تحلیل کنید.



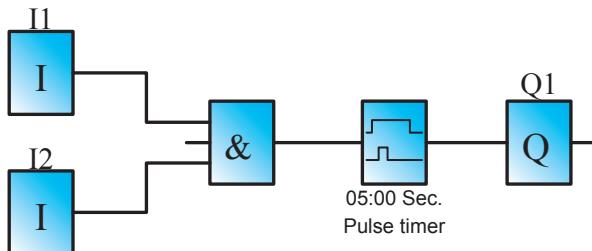
شکل ۵-۴۹

تمرین

مدار راه‌اندازی چپ‌گرد، راست‌گرد با توقف زمانی را به گونه‌ای طرح کنید که اگر در بین مسیر، شستی قطع زده شود مخزن به انتهای مسیر (اولین ایستگاه) برسد، آن‌گاه قطع شود. این مدار را به روش نزدیکی یا بلوکی، شبیه‌سازی و اجرا نمایید.

تمرینات تکمیلی : (ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند)

۱- برای راه‌پله‌ی ساختمانی، مداری طرح کنید که با زدن یک شستی، لامپ‌های راه‌پله برای شش دقیقه روشن و پس از آن خاموش شود. هم‌چنین اگر برای پنج ثانیه شستی نگه داشته شود، راه‌پله دائم روشن بماند و در هر شرایطی، شستی برای بار دوم زده شود مدار خاموش شود.

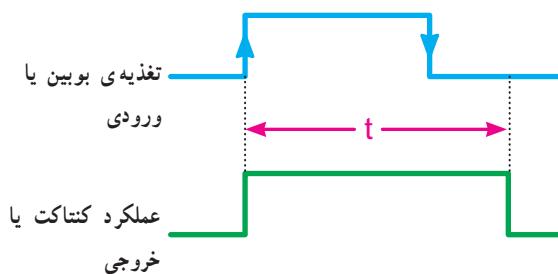


شکل ۵-۵۲

این تایمیر در روش نردنیانی شکل خاصی ندارد. بلکه باید در تنظیمات تایمیر، پالسی بودن را انتخاب کنید. نقشه‌ی برنامه این مدار در مثال فوق آمده است.

۴- تایمیر پالسی گستردۀ

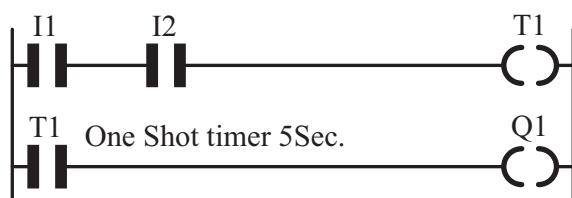
این تایمیر نیز بالهی بالارونده تغذیه، زمان‌سنجی را آغاز و تیغه‌ی آن نیز تغییر وضعیت می‌دهد. پس از سیری شدن زمان تنظیمی به حالت اول بر می‌گردد و نسبت به لبه‌ی پایین رونده تغذیه حساس نیست (شکل ۵-۵۳).



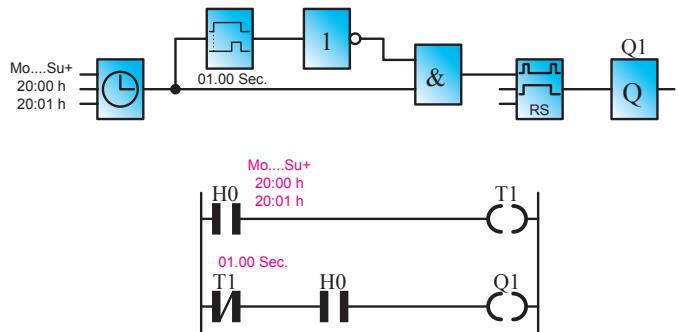
شکل ۵-۵۳- نمودار زمانی تایمیر پالسی گستردۀ

مثال: در مدار پرس، امکانی در مدار قرار دهید که از لحظه‌ی وصل شستی‌ها دستگاه فقط به مدت زمان ۵ ثانیه پرس کند.

حل: نقشه‌ی نردنیانی برنامه این مدار به صورت شکل ۵-۵۴ است.



شکل ۵-۵۴



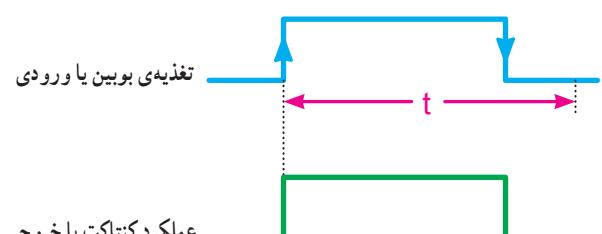
شکل ۵-۵۰

۳- مدار زنگ مدرسه خود را توسط رله‌های قابل برنامه‌ریزی، به گونه‌ای طرح کنید که برای زمان‌های ورود و خروج هنرجویان اتوماتیک در ساعت موردنظر عمل نماید. ضمناً در این مدار یک شستی نیز قرار دهید تا در صورت نیاز بتوان به صورت دستی نیز زنگ را به صدا درآورد.

در بخش‌های قبل با دونوع تایمیر تأخیر در وصل و تأخیر در قطع آشنا شدید. در این قسمت به معرفی انواع دیگر تایمیر، که کاربرد زیادی در رله‌های قابل برنامه‌ریزی دارند، می‌پردازیم.

۳- تایمیر پالسی

تایمیر پالسی با وصل تغذیه (لبه‌ی بالارونده) زمان‌سنجی را آغاز و تیغه‌ی آن نیز عمل می‌کند در صورت قطع تغذیه (لبه‌ی پایین رونده) یا پس از سیری شدن زمان تنظیمی، به حالت اول بر می‌گردد (شکل ۵-۵۱).

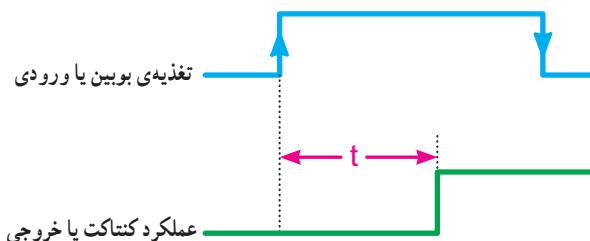


شکل ۵-۵۱- نمودار زمانی تایمیر پالسی

مثال: در مدار پرس محدودیتی ایجاد کنید که مدت زمان پرس از ۵ ثانیه تجاوز نکند.

حل: نقشه‌ی بلوک، این مدار به صورت شکل ۵-۵۲ است.

۵- تایمر تأخیر در وصل ماندگار



شکل ۵-۵۵- نمودار زمانی تایمر تأخیر در وصل ماندگار

این تایمر نیز بالهی بالاروندهی تغذیه، زمان‌سنجی را آغاز اما تیغه‌ی آن در پایان زمان‌سنجی، عمل می‌کند. از این نظر مانند تایمر تأخیر در وصل است. این تایمر نسبت به لبه‌ی پایین رونده بی‌تفاوت است. از آن جایی که این تایمر قطع نمی‌شود جهت قطع شدن احتیاج به Reset دارد (شکل ۵-۵۵).

در جدول ۲-۵ انواع تایمیر رله‌های قابل برنامه‌ریزی آمده است در مورد نمودار زمانی تایمیرهای دیگر تحقیق کنید.

جدول ۲-۵- مشخصه‌ی زمانی تایمیرها

نوع تایمیر	شروع زمان سنجی(t)	لحظه عملکرد	لحظه قطع	دیاگرام زمانی
تأخیر در وصل	لبه‌ی بالا	پایان زمان	لبه‌ی پایین	
تأخیر در قطع	لبه‌ی پایین	لبه‌ی بالا	پایان زمان	
تایمیر پالسی	لبه‌ی بالا	لبه‌ی بالا	۱- لبه‌ی پایین ۲- پایان زمان	
پالسی گستردہ (تک ضرب)	لبه‌ی بالا	لبه‌ی بالا	پایان زمان	
تأخیر در وصل ماندگار	لبه‌ی بالا	پایان زمان	-----	
تأخیر قطع / وصل	لبه‌ی بالا و لبه‌ی پایین	بعد از زمان لبه‌ی بالا	بعد از زمان لبه‌ی پایین	
(After pulse)	لبه‌ی پایین	لبه‌ی پایین	پایان زمان	
(Edge wiping)	لبه‌ی بالا	بعد از زمان لبه‌ی پایین	بعد از زمان لبه‌ی بالا	
نگه دارنده (Hold)	لبه‌ی بالا	پایان جمع زمان‌ها	پایان جمع زمان‌ها	

توجه : در تایمیر Edge wiping اگر زمان لبه‌ی پایین صفر باشد تایمیر پالسی گستردہ (تک ضرب) که در بعضی رله‌ها نیز Single pulse نامیده می‌شود ساخته خواهد شد.



کار عملی ۷

هدف : راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره مثلث در شکل ۵-۵۶ مدار فرمان ستاره مثلث و همچنین شرایط کاری این مدار جهت یادآوری آورده شده است.

۱- ابتدا کنتاکتور ستاره، سپس کنتاکتور اصلی وارد مدار شود.

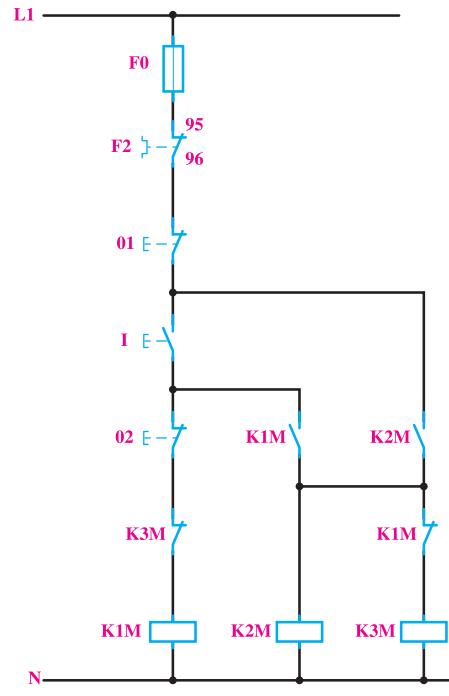
۲- با قطع کنتاکتور ستاره، کنتاکتور مثلث وارد مدار شود.

۳- در طی زمان جابه جایی کنتاکتور ستاره و مثلث کنتاکتور اصلی قطع نشود.

۴- ابتدا توان موتور را به صورت مثلث راه اندازی کرد.

۵- مدار در حالت مثلث برگشت پذیر به حالت ستاره نباشد.

۶- هیچ گاه همزمان دو کنتاکتور ستاره و مثلث توانند کار کنند.



شکل ۵-۵۶

طراحی و رسم برنامه مدار به روش نرdbانی : با توجه به شرایط کاری این مدار و تخصیص ورودی‌ها و خروجی‌ها، مراحل طراحی به روش نرdbانی به شرح زیر است :

۱- با توجه به شرط ۱ و این که Q1 دائم کار شده است و باید از نوع RS باشد، ورودی I2 جهت وصل آن در مسیر Set

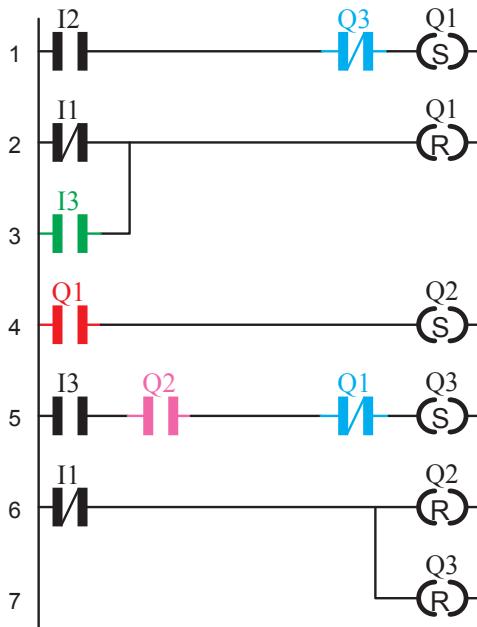
قرار می‌گیرد. ضمناً با توجه به شرط ۵، بسته Q3 را در این مسیر قرار می‌دهیم (سطر ۱ نرdbانی).

۲- آن‌چه باعث قطع Q1 می‌شود، در مسیر Reset آن قرار می‌دهیم. در این مدار با توجه به شرط ۲، ورودی I3 و همچنین شستی قطع کلی مدار، هر دو، می‌توانند مدار را خاموش کنند. پس برای این منظور آن‌ها را در برنامه به طور موازی به وصل می‌کنیم (سطر ۲ و ۳ نرdbانی).

۳- برای برقراری شرط ۱، باید خروجی Q1 نیز در مسیر روشن شدن Q2 (در مسیر Set آن) قرار گیرد (سطر ۴ نرdbانی).
۴- با توجه به شرط ۳، ضمن این که ورودی I3 وصل می‌شود، خروجی Q2 نباید از مدار خارج شده باشد تا امکان ورود Q3 به مدار وجود داشته باشد.

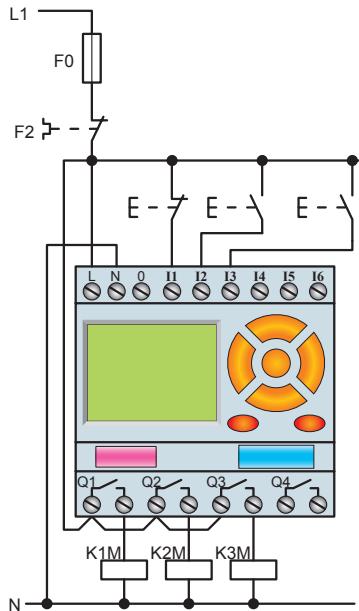
۵- برای برقراری شرط ۶، بسته Q1 نیز باید در مسیر خروجی Q3 Set قرار گیرد.

۶- ورودی I1 معادل شستی قطع کل مدار، باید در مسیر کلیه خروجی‌ها قرار گیرد (سطر ۶ و ۷ نرdbانی). در شکل ۵-۵۷ برنامه‌نویسی مدار ستاره مثلث را به روش نرdbانی مشاهده می‌کنید.



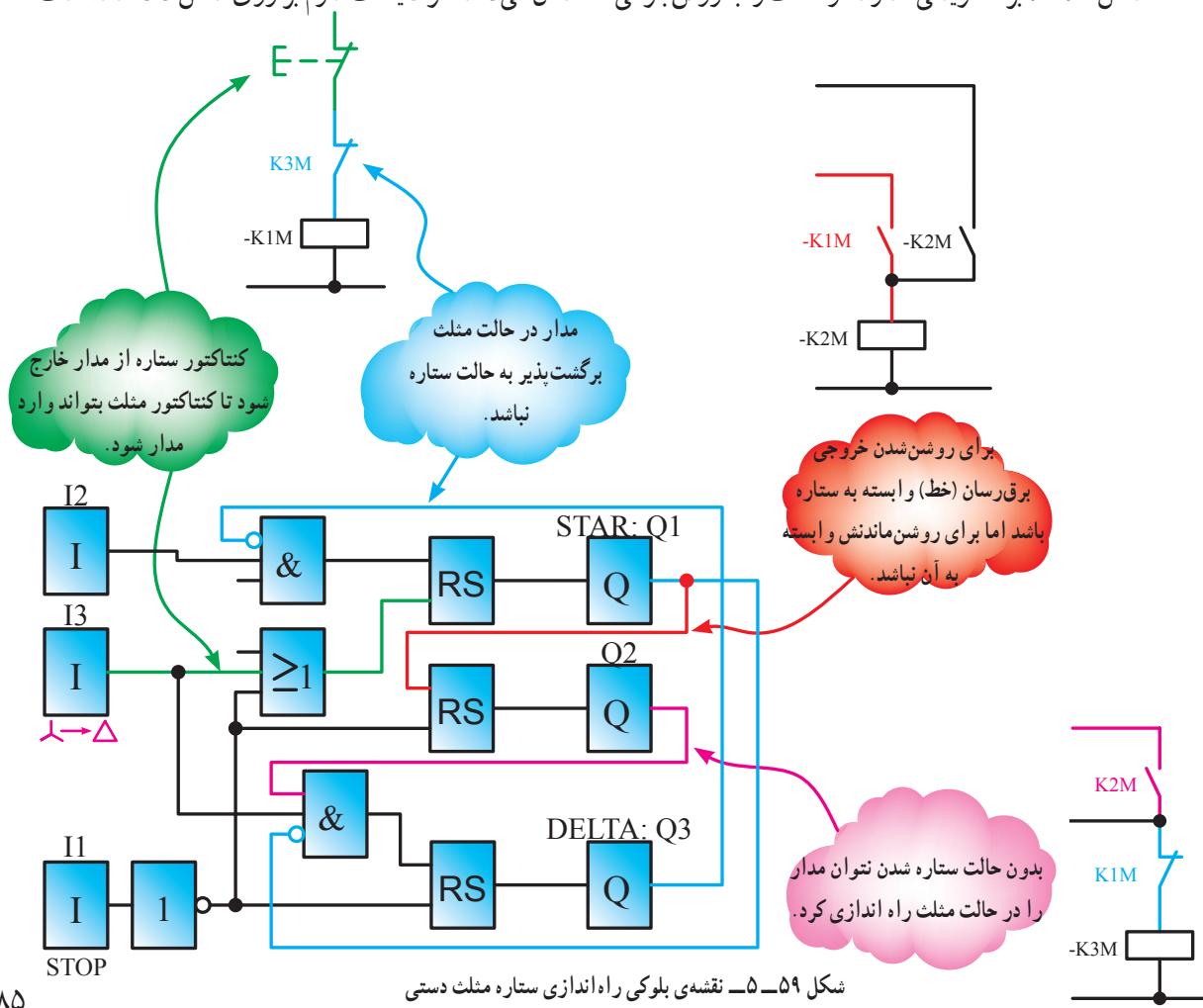
شکل ۵-۵۷ نقشه‌ی نرdbانی راه اندازی ستاره مثلث دستی

شکل ۵-۵۸ نقشه‌ی سیم‌کشی مدار ستاره مثلث را با رله‌ی قابل برنامه‌ریزی نشان می‌دهد.

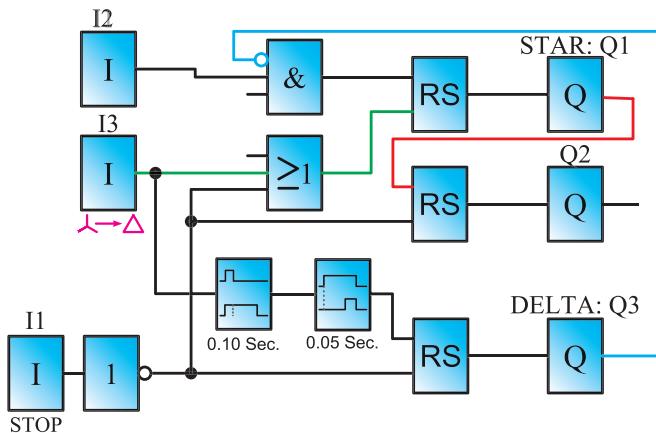


شکل ۵-۵۸-۱ نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه اندازی ستاره مثلث دستی

شکل ۵-۵۹ برنامه‌نویسی مدار ستاره مثلث را به روش بلوکی نشان می‌دهد. توضیحات لازم بر روی شکل داده شده است.



شکل ۵-۵۹-۱ نقشه‌ی بلوکی راه‌اندازی ستاره مثلث دستی



شکل ۵-۶۰

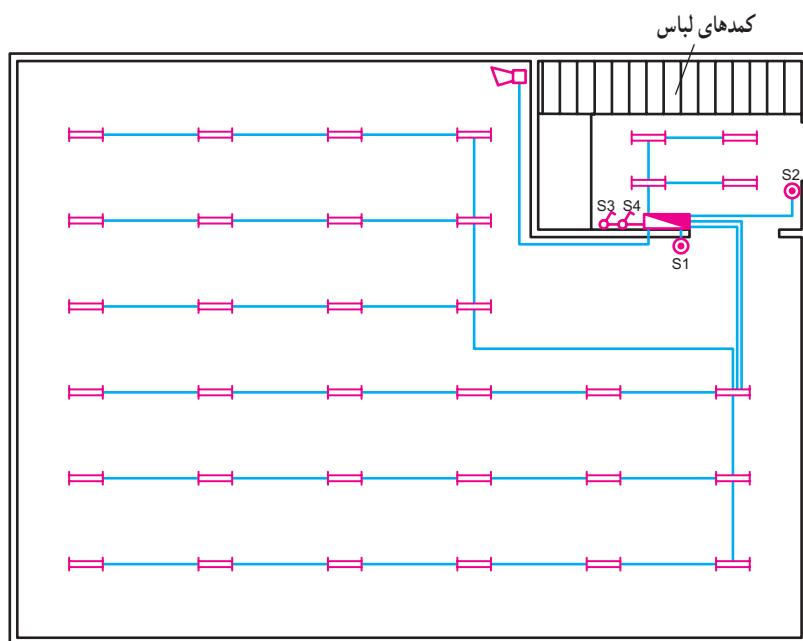
در برنامه شکل ۵-۵۹ ترتیب فعال شدن خروجی Q1 و Q2 و جابه‌جا شدن Q3 به جای Q2 بسیار سریع می‌باشد که باعث هم‌زمانی شده و خطرناک می‌باشد. ضروری است در برنامه برای خروجی‌ها تأخیرهایی در نظر گرفت که در برنامه شکل ۵-۶۰ این مطلب با قرار گرفتن تایмерها لحاظ شده است. با توجه به تغییرات ایجاد شده در برنامه شکل نزدیک آن را رسم کنید.

تمرین تکمیلی: (ویژه‌ی هنجرویان علاوه‌مند)

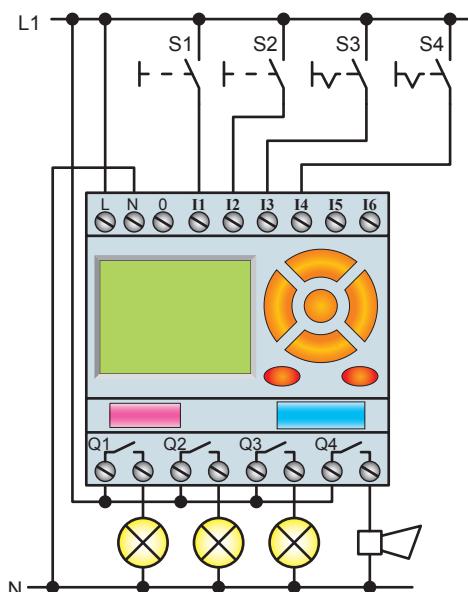


۱- نقشه‌ی مدار روشنایی یک سالن ورزشی در شکل ۵-۶۱ نشان داده شده است. شرایط کاری این مدار به شرح زیر است:

با توجه به این که با اصول مدارهای ستاره مثبت آشنا شده‌اید، نقشه‌ی نزدیکی و بلوکی مدار ستاره مثبت اتوماتیک را طراحی نمایید.



شکل ۵-۶۱ — مدار روشنایی سالن ورزشی



شکل ۵-۶۲

– با زدن شستی S1 گروه لامپ‌های ۱ و ۲ روشن می‌شود و در ساعت ۴۵:۹ شب، زنگ به مدت ۵ ثانیه به صدا درمی‌آید و اعلام تعطیلی می‌کند (ابتدا گروه ۱ در ساعت ۰۰:۰۰ و یک ربع بعد گروه دوم لامپ‌ها خاموش شوند).

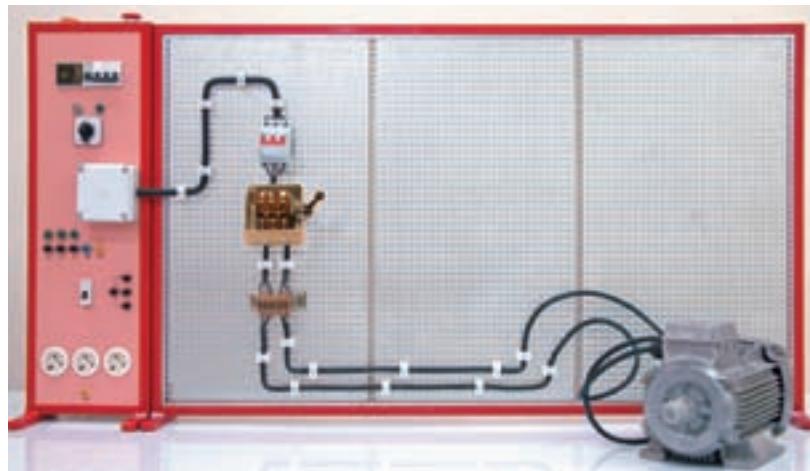
– با زدن شستی S2 لامپ‌های رختکن روشن می‌شوند و در ساعت ۲۵:۱۰، یعنی ۱۰ دقیقه بعد از خاموشی کامل سالن، لامپ‌های رختکن هم خاموش می‌شوند.

– S3 کلید مرکزی است و در صورت وصل بودن، تمام چراغ‌ها بدون هیچ محدودیتی، روشن می‌شوند.

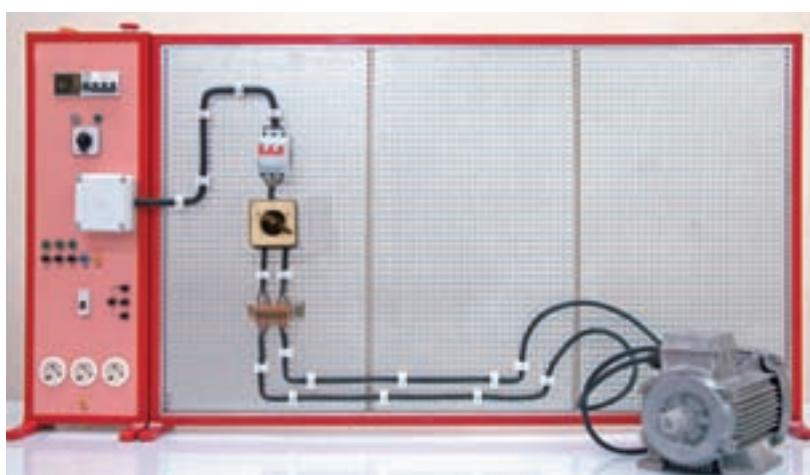
– S4 کلید روزهای تعطیل است که با وصل بودن آن، مدار کار نخواهد کرد.

این مدار را در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی، به صورت نزدیکی، برنامه‌ریزی کنید.

در این بخش با نحوه نصب تجهیزات (وسایل حفاظتی، کلیدها و ترمینال‌ها) و چگونگی کابل‌کشی و سیم‌کشی برخی مدارهای صنعتی آشنا می‌شویم.



شکل ۱-۱- راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز ستاره مثلث زبانه ای

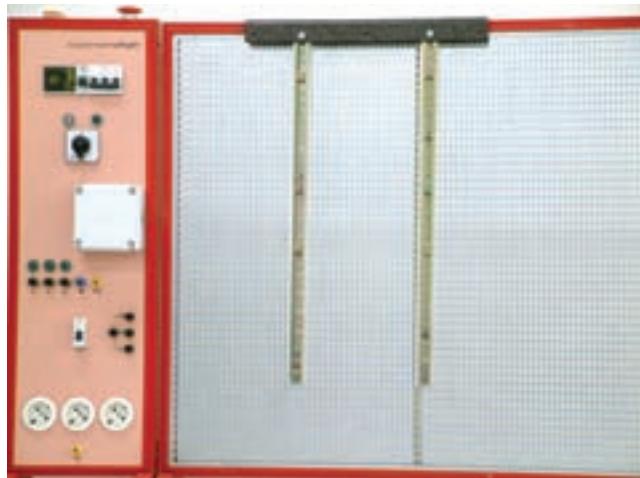


شکل ۲-۱- راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز ستاره مثلث زبانه ای تابلویی

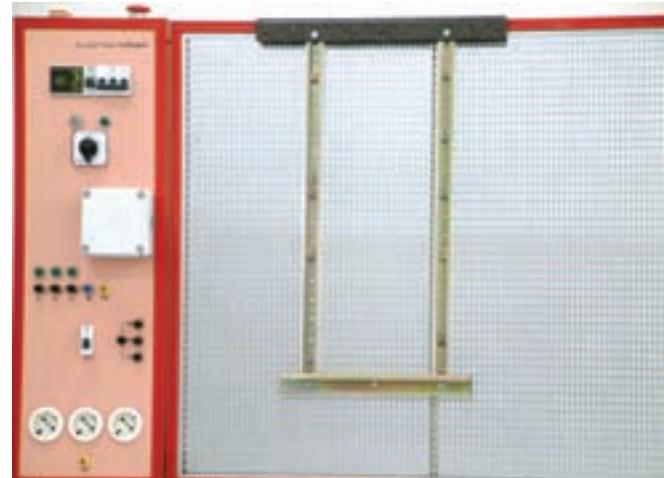


شکل ۳-۱- راه اندازی موتور تک فاز با کلید چپ گرد، راست گرد زبانه ای

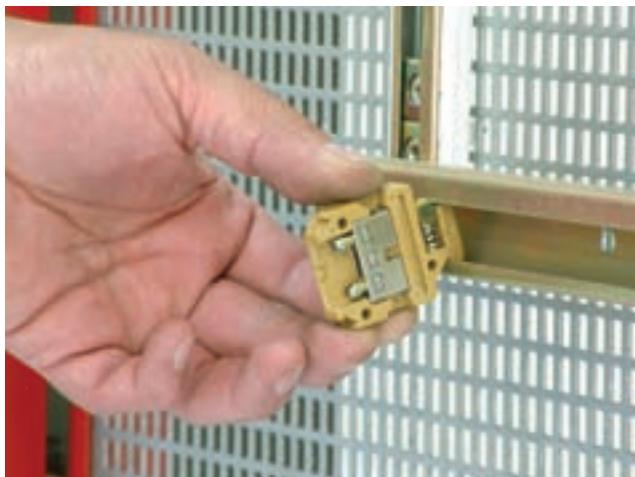
در این قسمت با مراحل مونتاژ یک نمونه تابلوی آموزشی برای اجرای کارهای عملی مدارهای کنتاکتوری و رله‌های قابل برنامه‌ریزی آشنایی شوید.



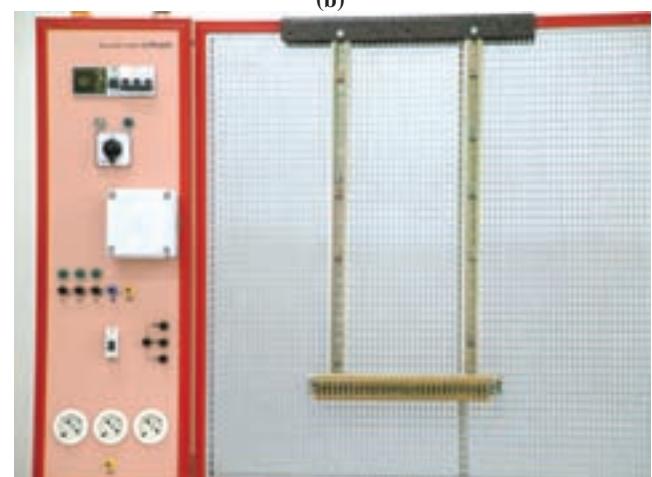
(a)



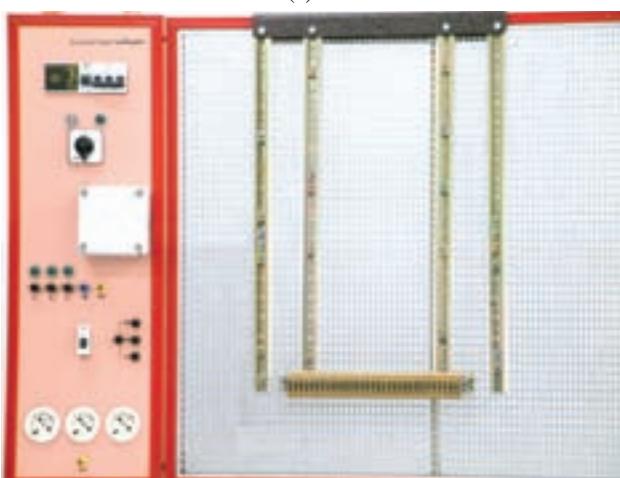
(b)



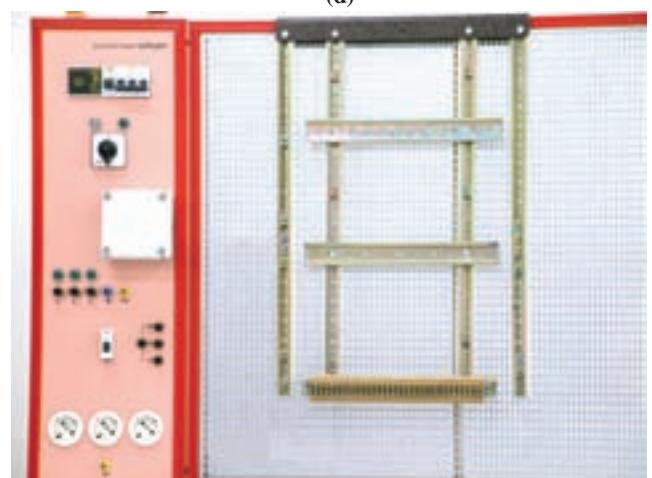
(c)



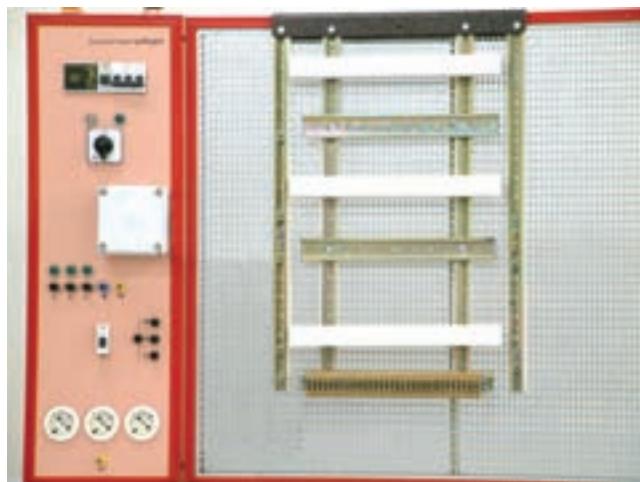
(d)



(e)



(f)



(g)



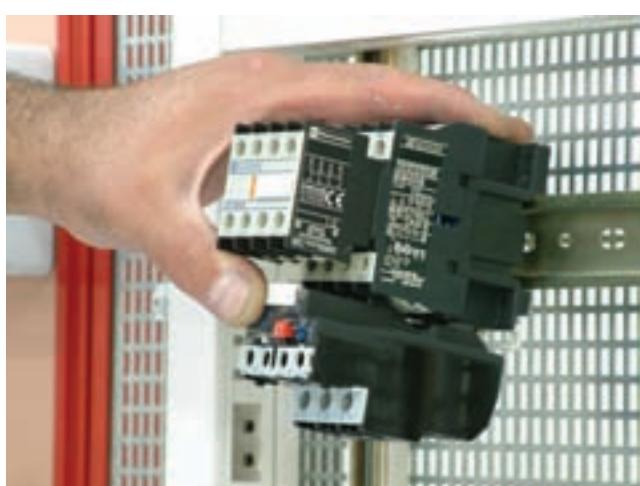
(h)



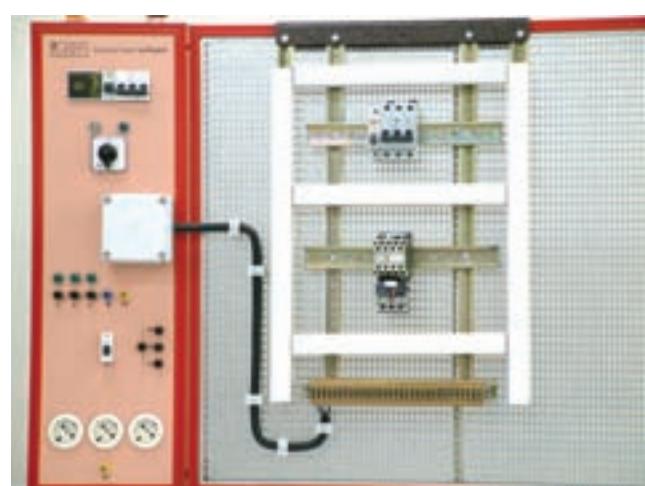
(i)



(j)



(k)

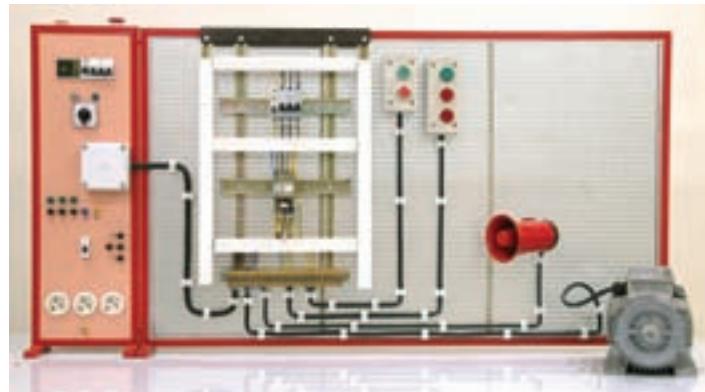


(l)

شکل ۱-۲ - مراحل مونتاژ یک نمونه تابلوی آموزشی

در قسمت تصاویر چند نمونه مدارهای کنتاکتوری که جهت راه اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون به کار رفته را مشاهده

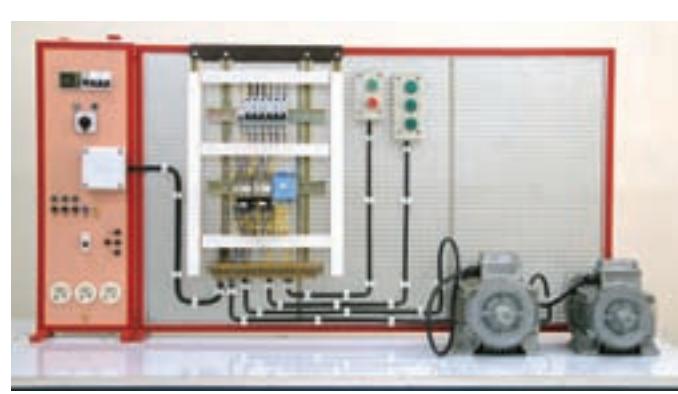
می کنید.



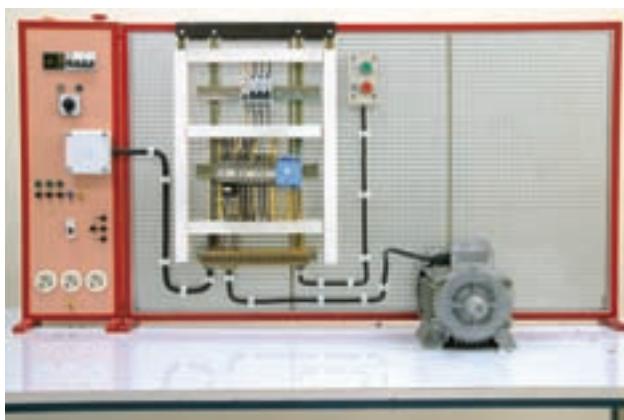
شکل ۱-۳—راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به همراه وسایل حفاظتی و هشدار دهنده (آذیر و لامپ سیگنال)



شکل ۴-۳—راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت چپ گرد، راست گرد بدون توقف (سریع) با تایmer



شکل ۲-۳—راه اندازی دو موتور سه فاز به صورت یک پس از دیگری با تایمر

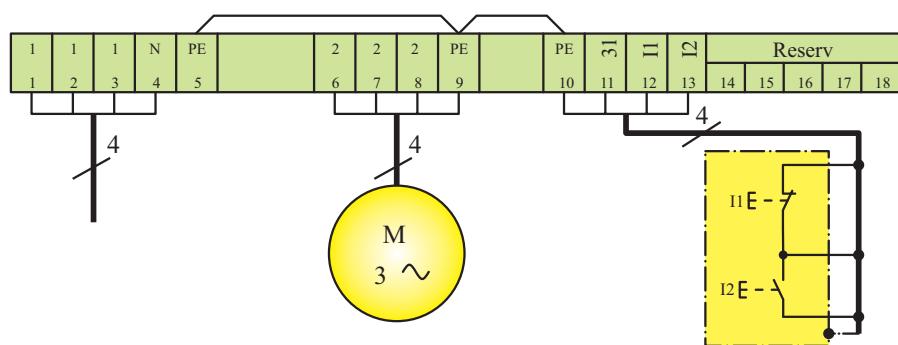
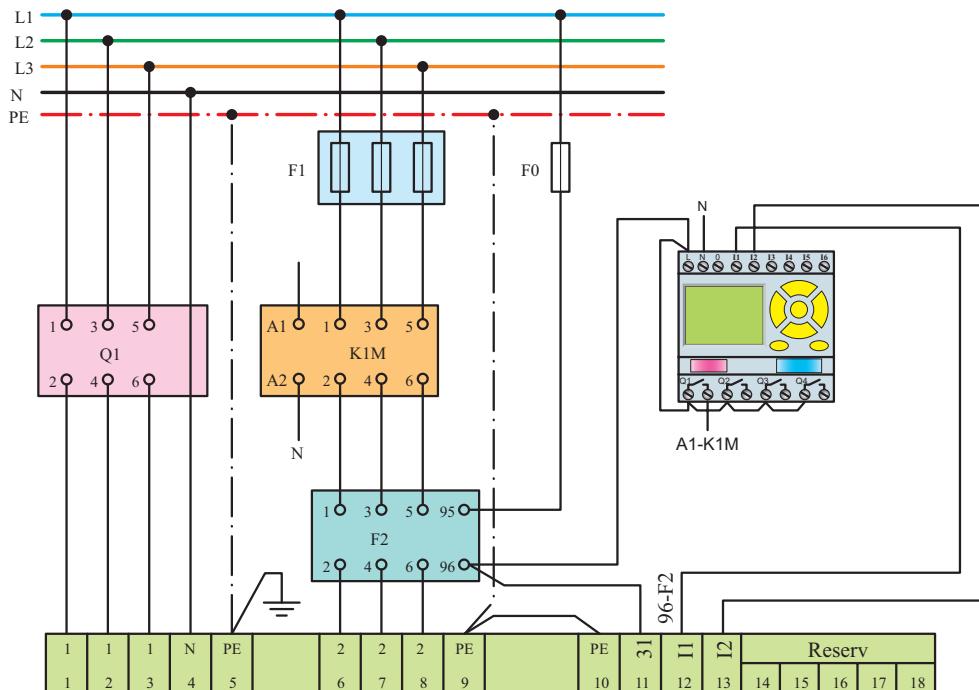
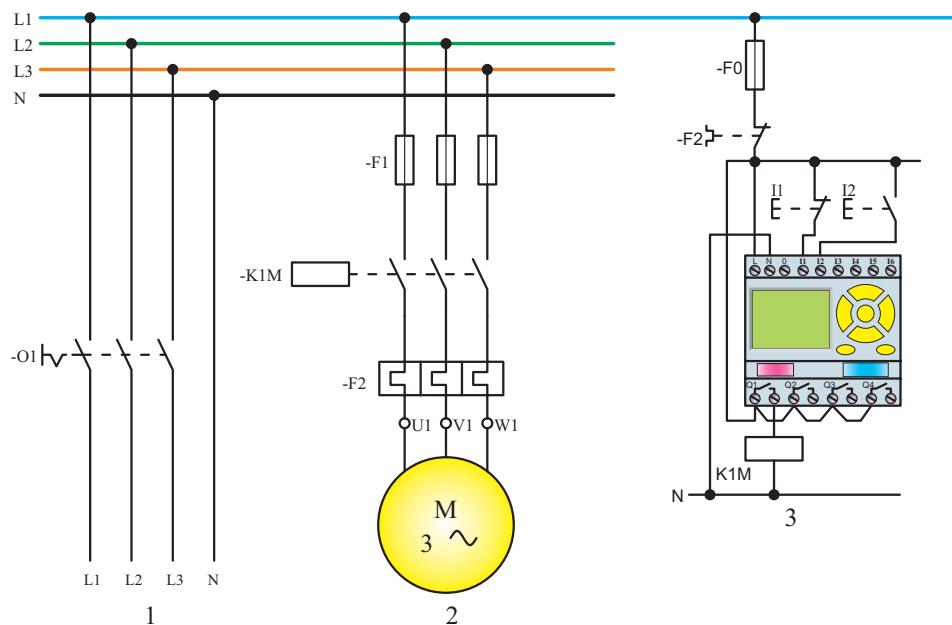


شکل ۵-۳—راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت چپ گرد، راست گرد مثبت اتوماتیک



شکل ۳-۳—راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت چپ گرد، راست گرد بدون توقف (سریع) دستی و با لیمیت سوییچ (دو طرفه)

ضمیمه ۴



شکل ۱-۴— نحوه‌ی چیدمان و سیم‌کشی رله قابل برنامه‌ریزی در کنار سایر تجهیزات مدارهای برق صنعتی

معرفی پایگاه‌های اینترنتی

► در این پایگاه می‌توانید در بخش معرفی طرح‌های برگزیده‌ی کشوری، با مشخصات و ویژگی‌های فنی و علمی طرح‌های هنرجویان هنرستان‌ها را که رتبه‌ی کشوری کسب کرده‌اند آشنا شوید.

www.kharazmi.medu.ir



► در این پایگاه تمام استانداردهای ملی در رشتۀ برق موجود و قابل دانلود است.

www.isiri.org



► در این پایگاه می‌توانید با تولید، انتقال و توزيع برق و هم‌چنین آمار صنعت برق در ایران آشنا شوید.

www.tavanir.org.ir



منابع

- ۱- رحمتیزاده، حسین (۱۳۷۰)، کار کارگاهی (کتاب پایه‌ی چهارم هنرستان نظام قدیم آموزشی وزارت آموزش و پژوهش)
- ۲- خدادادی، شهرام (۱۳۸۴)، راه اندازی موتورهای سه فاز و تک فاز (جلد اول تا سوم)، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پژوهش)
- ۳- رحمتیزاده، حسین؛ علومی، فریدون؛ نیکزاد، مسلم (۱۳۷۰)، کار کارگاهی (کتاب پایه‌ی سوم هنرستان نظام قدیم آموزشی)
- ۴- معاونت امور فنی، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی (۱۳۸۲)، مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق کارهای ساختمانی (جلد اول)، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- ۵- جهاندیده، احمد (۱۳۸۳)، لوله کاری و اتصالات سیم و کابل، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پژوهش)
- ۶- کاتالوگ‌های شرکت‌های مختلف سازنده

۷_ Wiring Manual Automation and power Distribution 2nd Edition Moeller

۸_ LOGO Manual, LOGO Soft Manual Siemens

۹_ EASY Manual 400/600-500/700-800, EASY Soft Manual Moeller

۱۰_ ZELIO Manual / ZELIO Soft Manual Telemecanique

۱۱_ ZEN Manual / ZEN Soft Manual OMRON

۱۲_ PHARAO Manual / PHARAO Soft Manual THEBEN

۱۳_ Crouzet Example & Tutorials Millenium2

۱۴_ Applications For all Sectors Of industry and trade Siemens

۱۵_ Easy Application Moeller

۱۶_ Application Library ZELIO

۱۷_ ZEN Application OMRON

