

## ۲۰- کارهای عملی

### مقدمه

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

مسئله‌ی ایمنی 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 تا حد امکان باید وسایل و تجهیزات به کار رفته در طرح، کم‌تر باشد و در عین حال نکات فنی و ایمنی رعایت شود.
- در طراحی مدارهای گسترده، که چندین عمل مختلف به‌طور هم‌زمان یا در زمان‌های مختلف اجرا می‌شود، بهتر است مراحل کار دستگاه به‌صورت یک جدول یا بلوک دیاگرام نوشته شود تا با نگاه به آن بتوان یک دید کلی از طرح به‌دست 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.

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 ایمنی را حتماً به‌کار گرفت تا نتیجه‌ی کار از نمونه‌های مشابه کشورهای صنعتی پایین‌تر نباشد و در هنگام تعویض یا تعمیر نیز مشکلی برای تعمیرکار پیش نیاید.

● برای طرح یک مدار فرمان باید مسئله‌ی اقتصادی بودن طرح مورد توجه قرار گیرد. ولی به هیچ‌وجه نباید برای ارزان‌تر تمام شدن طرح، مسائل حفاظتی و ایمنی 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



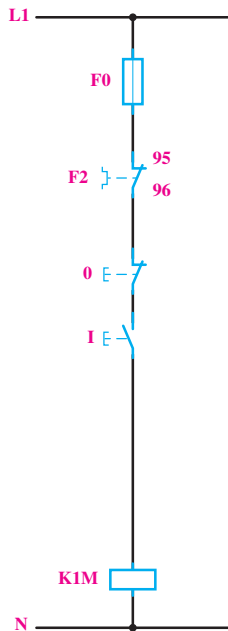
شود. در شکل ۴-۴۸ مدار فرمان به طور کامل با وسایل حفاظتی نشان داده شده است.

با توجه به این که از بی متال F۲ در مدار قدرت جهت حفاظت در مقابل اضافه بار استفاده شده است به همین خاطر لازم است از تیغه فرمان آن به صورت سری با فیوز در همه مدارها استفاده شود.

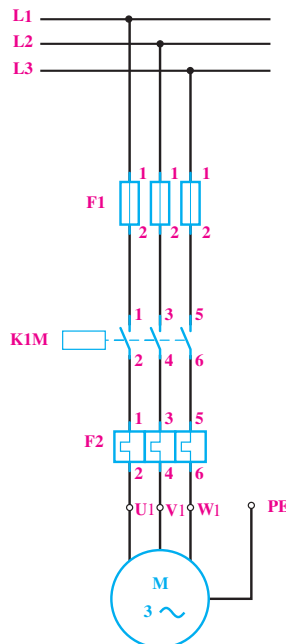
یک موتور سه فازه ی آسنکرون رتور قفسی با مشخصات  $4A$  و  $380V$  و  $2kW$  که بر روی یک ماشین ابزار ساده نصب شده است، باید توسط کنتاکتور به شبکه ی  $380^\circ$  ولتی اتصال یابد. مدار الکتریکی این موتور را ترسیم و تجهیزات لازم برای آن را انتخاب کنید.

حل: چون طبق خواسته ی مثال، فقط اتصال این موتور به شبکه و قطع آن مورد نظر است، پس به یک کنتاکتور  $K\backslash M$  و یک شستی وصل  $I$  و یک شستی قطع  $0$  نیاز است.

**مدار قدرت:** کنتاکتور  $K\backslash M$  باید موتور را به شبکه اتصال دهد؛ به این ترتیب، مدار قدرت آن دارای فیوز برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه و بی متال برای حفاظت در برابر بار زیاد است (شکل ۴-۴۶).



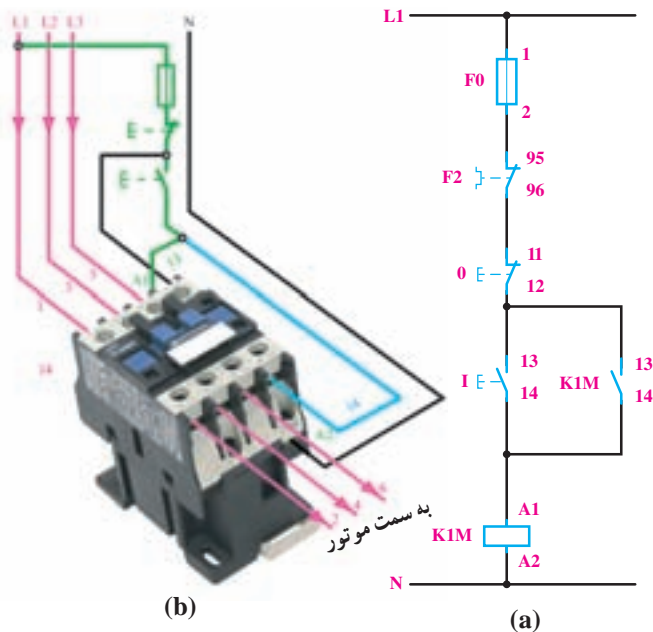
شکل ۴-۴۷



(b) مدار قدرت



**مدار فرمان:** برای طراحی مدار فرمان، با توجه به صورت مسئله، ابتدا شستی وصل  $I$  را با کنتاکتور  $K\backslash M$  مانند شکل ۴-۴۷ وصل می کنیم. چون با فشار به شستی  $I$ ، کنتاکتور جذب و با حذف فشار از روی شستی، مدار آن دوباره قطع می شود، از این رو، با موازی کردن کنتاکت باز  $K\backslash M$  با شستی  $I$ ، از قطع شدن کنتاکتور جلوگیری به عمل می آوریم. شستی قطع نیز باید با مدار به صورت سری قرار گیرد تا با فشار به آن، مدار به طور کامل قطع



(b)

(a)

شکل ۴-۴۸

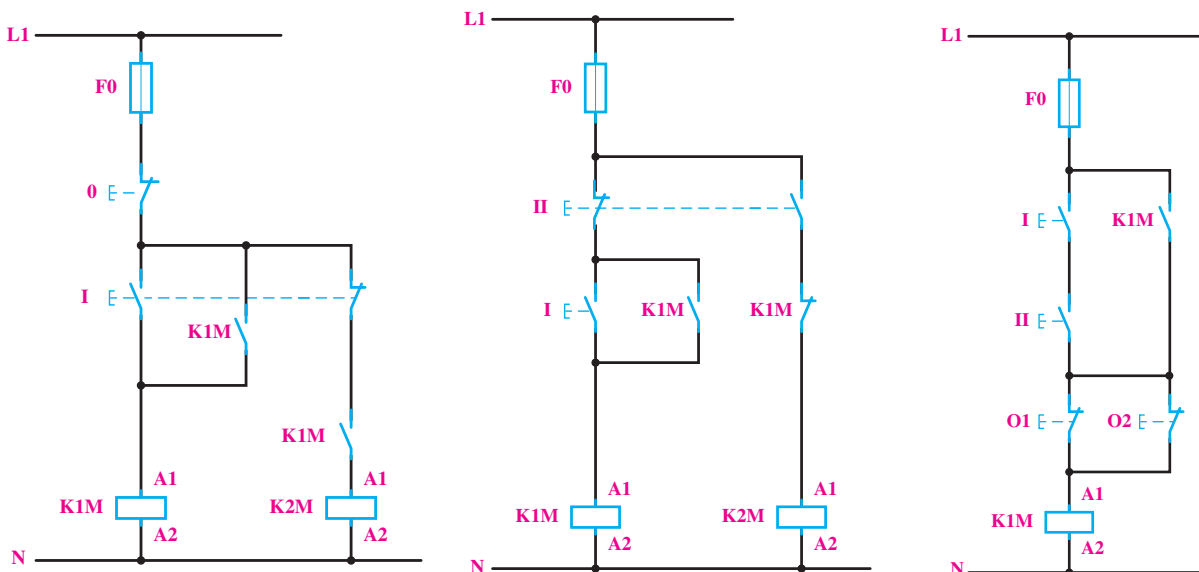
انتخاب کنتاکتور، بی‌متال و فیوز : مشخصات کنتاکتور K1M و وسایل حفاظتی مناسب نیز از روی مشخصات موتور تعیین می‌شود. چون موتور آسنکرون رتور قفسی است و ترمز و حالت چپ‌گرد - راست‌گرد شدن نیز در این موتور لازم نیست، از روی جدول ۴-۱ کنتاکتور ۳ AC با جریان نامی بیش‌تر از ۴A در ولتاژ ۳۸۰ ولت و با بوبین ۲۲۰ ولت استفاده می‌شود. بی‌متال F۲ مورد استفاده در مدار قدرت باید روی ۴A میزان شود؛ پس باید بی‌متالی

که جریان نامی آن مثلاً بین A ۲/۵ تا ۶A باشد، انتخاب گردد. برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه موتور نیز چون جریان نامی موتور ۴A است و باید از فیوزی با ۲ تا ۲/۵ برابر جریان نامی استفاده شود، پس از فیوز کندکار F۱ با جریان نامی A ۱۰ استفاده می‌کنیم. برای حفاظت مدار فرمان نیز فیوز کندکار FO با جریان نامی ۴A مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### 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 همه‌ی ماشین‌ها را از نقاط مختلف کارگاه قطع کرد. مدار قدرت و مدار فرمان را برای تغذیه‌ی ماشین‌های این کارگاه ترسیم کنید؛ در صورتی که در این کارگاه دو ماشین تراش ساده با موتورهای سه فاز و یک ماشین سنگ سمباده و یک ماشین مته با موتورهای یک فاز وجود داشته باشد. (راه‌اندازی چند موتور به صورت مستقل)
- ۴- اگر کنتاکت بسته کنتاکتوری در مسیر تغذیه بوبین 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.



ج

ب

الف

شکل ۴-۴۹



## کار عملی ۲

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 شستی و برای قطع آن از شستی دیگری استفاده می‌شود. علاوه بر این دو شستی، توسط یک پدال (توسط فشار پا، فرمان می‌دهد) نیز باید بتوان موتور را به طور موقت به شبکه متصل کرد. از این پدال برای مواقعی که بخواهیم زمان کار موتور تحت کنترل باشد استفاده می‌شود و باید تا زمانی که توسط پا بر روی آن فشار وارد می‌شود، موتور بچرخد و زمانی که پا از روی پدال برداشته شد، مدار موتور نیز قطع گردد (شکل ۴-۵۰).

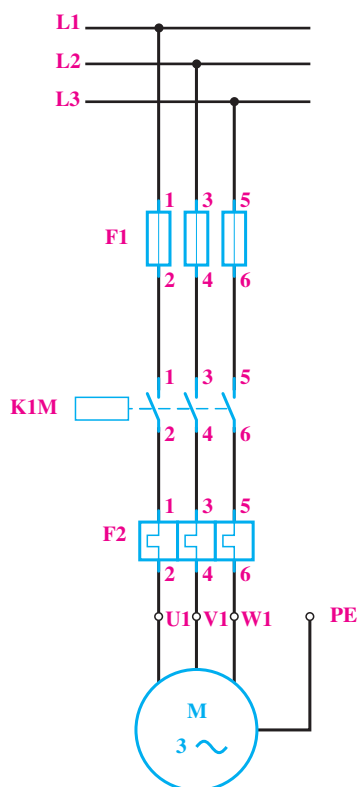


شکل ۴-۵۰

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 یابد و به وسیله فیوز و بی‌متال، در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت شود. بنابراین، مدار آن مانند شکل ۴-۵۱ خواهد شد.



شکل ۴-۵۱

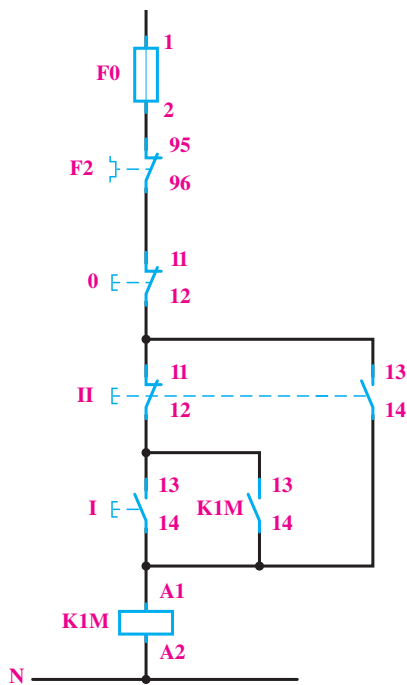
**مدار فرمان:** با توجه به مطالب خواسته شده در این

ماشین، برای راه‌اندازی و کار با آن، در مجموع سه شستی لازم است. از شستی I برای حالت کار دائم ماشین و از شستی II، که توسط پا فرمان می‌گیرد (پدال)، برای کار لحظه‌ای آن استفاده می‌شود. برای قطع کامل مدار نیز شستی 0 به کار می‌رود.

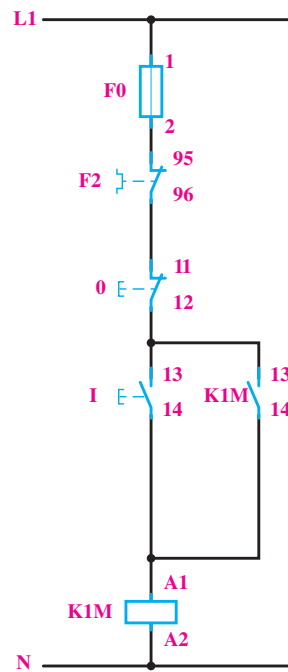
برای طراحی مدار فرمان، ابتدا با در نظر گرفتن وظیفه‌ی

شستی I (مانند کار عملی ۱)، مدار را برای کار دائم طراحی می‌کنیم.

در این صورت شکل ۴-۵۱ به دست می‌آید. می‌دانیم اگر کنتاکت نگاه‌دارنده K1M، که با شستی وصل I موازی شده است، در مدار وجود نداشته باشد، با حذف فشار وارد شده به شستی، مدار کنتاکتور نیز قطع خواهد شد.



شکل 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 سرهم توسط پدال وجود دارد، کنتاکتور انتخابی برای آن باید از نوع  $AC4$  باشد و حداقل در ولتاژ  $38^\circ$  ولت، توانایی قطع و وصل موتور تا  $1/5$  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 طریقی در مدار اضافه کنیم که بدون کنتاکت نگاه‌دارنده باشد و نیز مدار کنتاکت باز مربوط به شستی I را نیز قطع کند. اگر شستی II را با شستی I به صورت موازی قرار دهیم، در 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.



تمرین

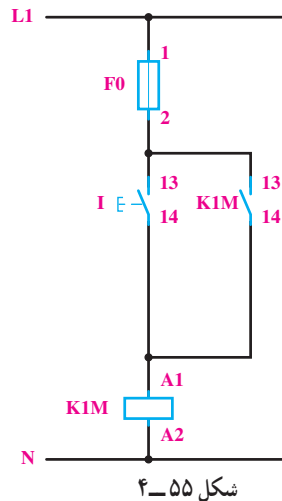
آیا مدار فرمان شکل (۴-۵۳) را به گونه‌ای دیگر می‌توان رسم کرد؟ (در صورتی که پاسخ شما مثبت است مدار فرمان آن را رسم کنید).



### کار عملی ۳

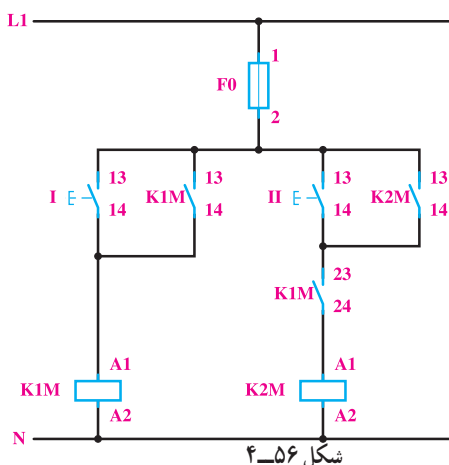
#### مدار فرمان: برای مدار فرمان به سه شستی احتیاج است

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 به وسیله‌ی کنتاکتور K1M (مانند شکل ۴-۵۵) طراحی می‌کنیم، به طوری که با فشار به شستی I کنتاکتور K1M جذب و توسط کنتاکت باز خود، نگاه داشته شود.



شکل ۴-۵۵

موتور M2 نباید 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 بوبین کنتاکتور K2M نتواند وصل شود. برای این کار می‌توانیم از یک کنتاکت باز K1M به طور سری در مدار بوبین K2M (مانند شکل ۴-۵۶) استفاده کنیم.



شکل ۴-۵۶

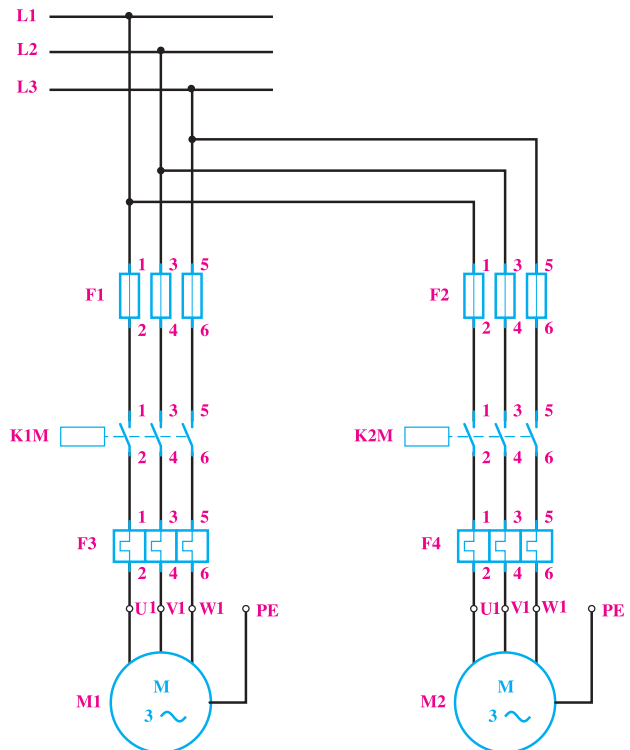
در یک ماشین صنعتی از دو موتور M1 و M2 استفاده شده است. موتور M1 یک موتور سه فاز برای پمپ روغن به قدرت ۵/۵ کیلووات و جریان ۱/۵ آمپر و موتور M2 یک موتور سه فاز به قدرت ۵ کیلووات و جریان ۱۰A است.

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

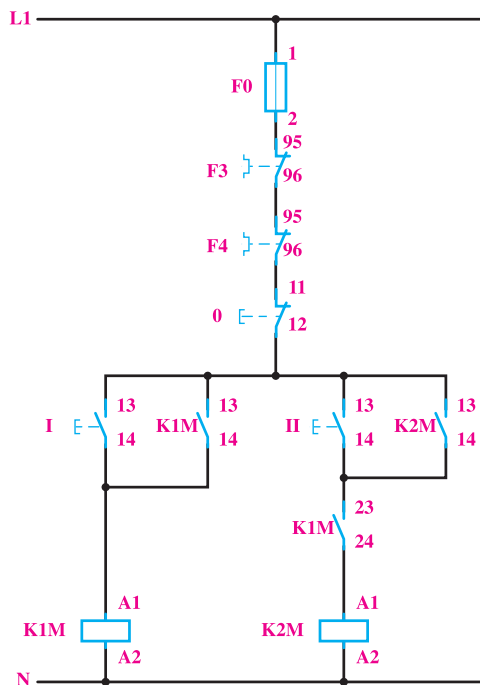
#### حل:

#### 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 به طور جداگانه در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۴-۵۴



شکل ۴-۵۷

بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اگر کنتاکتور K1M وصل نباشد و شستی II فشار داده شود، به علت باز بودن مسیر بوبین موتور M2، کار نخواهد کرد. برای قطع کل مدار نیز از شستی 0 به‌طور سری در مدار استفاده می‌کنیم. قطع‌کننده‌های حرارتی F3 و F4 نیز به‌طور 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 کنتاکتور و وسایل حفاظت‌کننده)، وسایل مورد استفاده برای این کار عملی باید دارای مشخصات زیر باشد:

کنتاکتور K1M - 6A AC3 (بوبین 50 Hz و 220 V)

کنتاکتور K2M - 16A AC3 (بوبین 50 Hz و 220 V)

فیوز 4 A F0 کندکار

فیوز 6 A F1 کندکار

فیوز 20 A F2 کندکار

بی‌متال F3 بی‌متال 2-1 آمپر انتخاب شده و روی 1/5

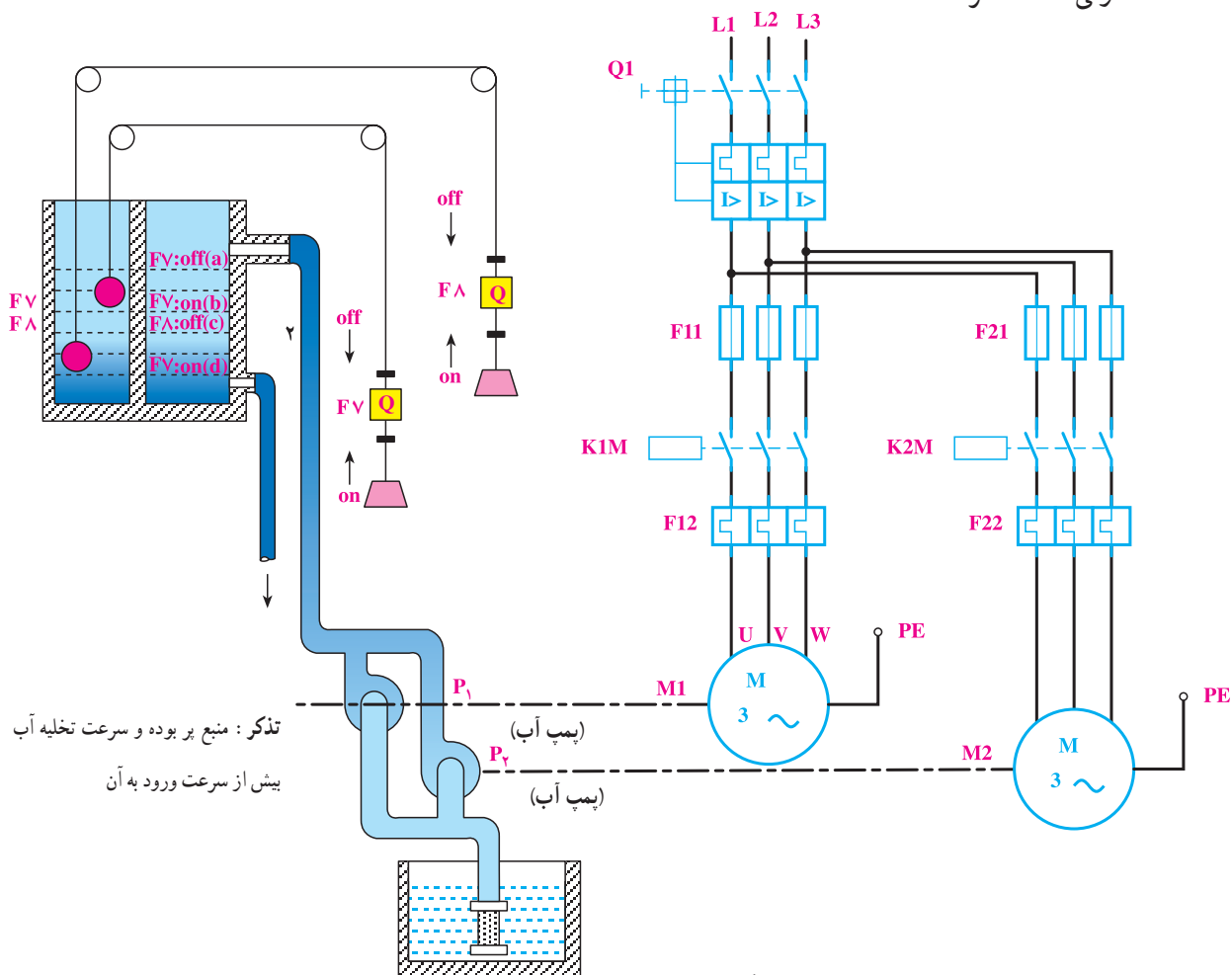
آمپر تنظیم شود.

بی‌متال F4 بی‌متال حدود 12-5 آمپر انتخاب شده و روی

10 آمپر تنظیم شود.

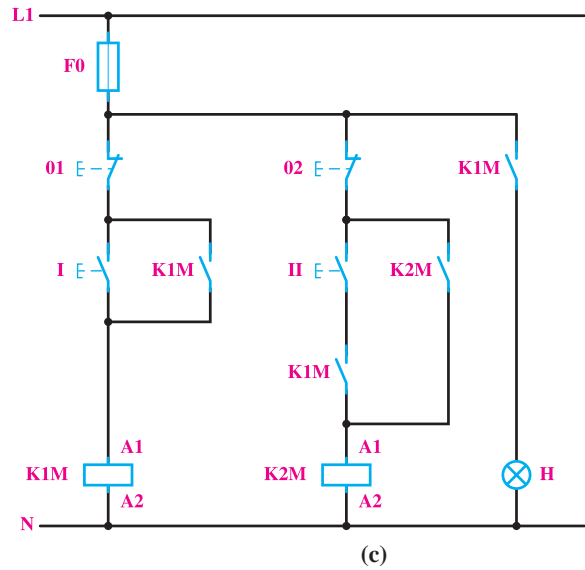
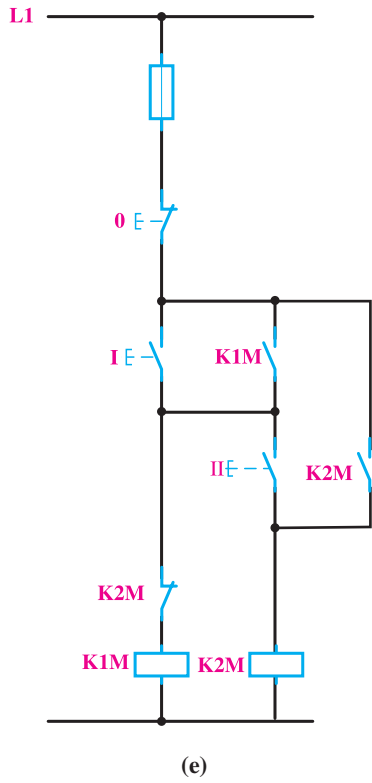
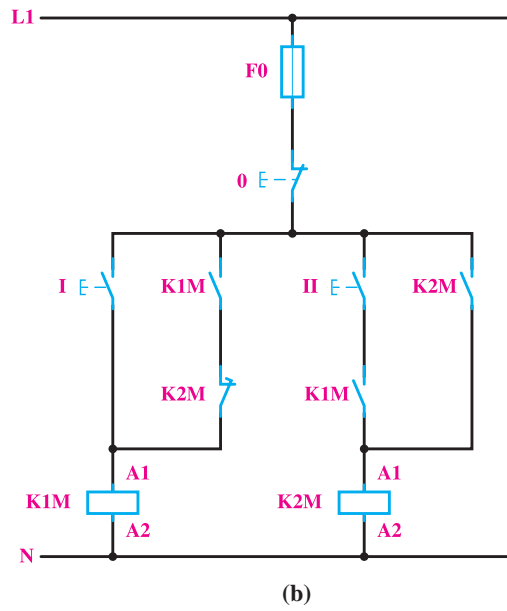
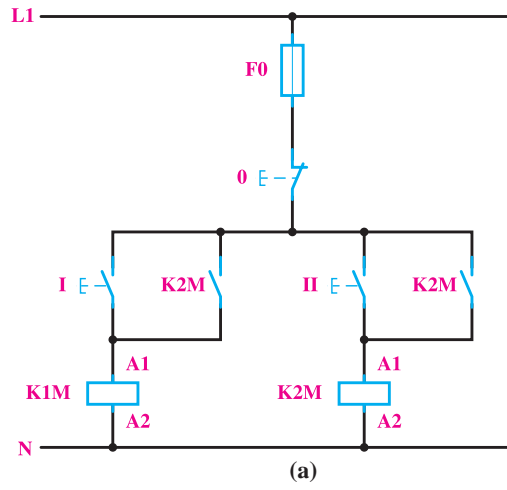
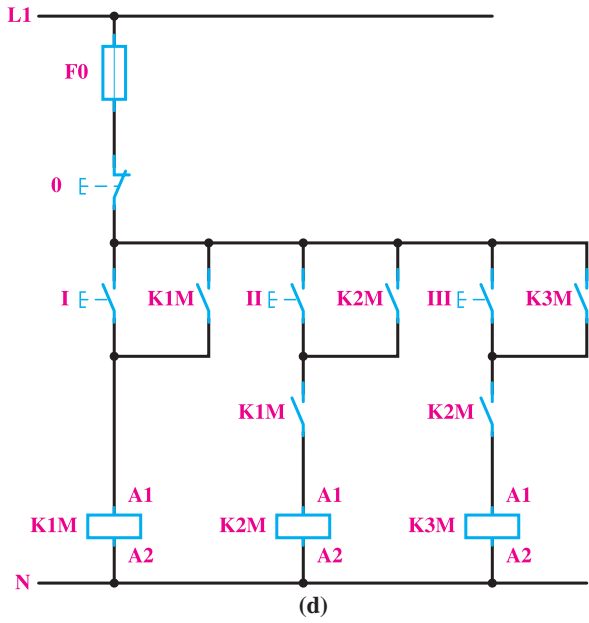


- ۱- در مدار فرمان کار عملی ۳، به جای کنتاکت باز K1M در مسیر بوبین کنتاکتور K2M، کنتاکت بسته K1M را قرار دهید و مدار جدید را بررسی کنید. مورد استفاده‌ی مدار جدید را شرح دهید.
- ۲- برای پرکردن آب یک منبع، از دو پمپ سه فازه (مانند شکل‌های ۴-۵۸) استفاده شده است. مدار فرمان این دو پمپ را به صورت زیر طراحی کنید:
  - الف- در صورتی که سطح آب منبع از محل b 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 وسایل حفاظتی مناسب استفاده شود.
- ۳- اصول کار هر یک از مدارهای فرمان داده شده در شکل ۴-۵۹ را بررسی کنید و پس از درک کامل مدار، آن‌ها را ببندید و پس از آزمایش، اصول کار و کاربرد هر یک را در دفتر گزارش کار خود بنویسید.
- ۴- در شکل ۴-۵۹ b- کنتاکت بسته K2M از چه نوعی است و آیا به جای آن می‌توان از یک کنتاکت بسته‌ی معمولی استفاده کرد؟



شکل ۴-۵۸





شکل ۴-۵۹



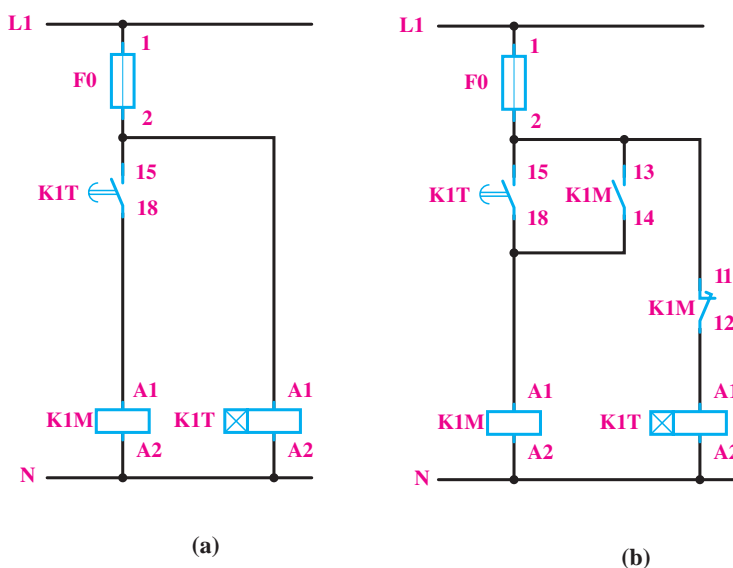
این مدار به شستی‌های قطع و وصل احتیاج نیست و به‌جای شستی وصل باید از کنتاکت باز تایمر استفاده کرد. مداری که نتیجه می‌شود، در مرحله‌ی اول مانند شکل ۴-۶۱-a است. با دقت در این مدار، ملاحظه می‌شود که اگر ولتاژ شبکه قطع باشد، کنتاکتور K1M و تایمر K1T نیز قطع خواهند بود. اما با وصل شدن ولتاژ شبکه، ابتدا تایمر K1T شروع به کار می‌کند و پس از یک دقیقه کنتاکت‌های باز آن بسته می‌شود. در نتیجه، کنتاکتور به شبکه متصل باقی می‌ماند. در طراحی مدارهای با تایمر باید دقت کرد که تایمر به‌طور دائم در مدار باقی نماند و پس از دادن فرمان، خود از مدار قطع شود. به این ترتیب، مدار شکل ۴-۶۱-a کامل نیست و باید مدار تایمر را قطع کرد. برای این کار، ساده‌ترین راه این است که از کنتاکت بسته K1M به‌طور سری با تایمر استفاده کنیم و چون پس از قطع شدن تایمر، کنتاکت بسته شده‌ی آن نیز دوباره باز و مدار کنتاکتور قطع می‌شود. پس باید از یک کنتاکت باز کنتاکتور K1M، به‌عنوان کنتاکت نگاه‌دارنده و موازی با کنتاکت تایمر استفاده کرد تا پس از قطع تایمر از مدار، کنتاکتور K1M در مدار باقی بماند. مدار فرمان کامل این مثال، در شکل ۴-۶۱-b نشان داده شده است.

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

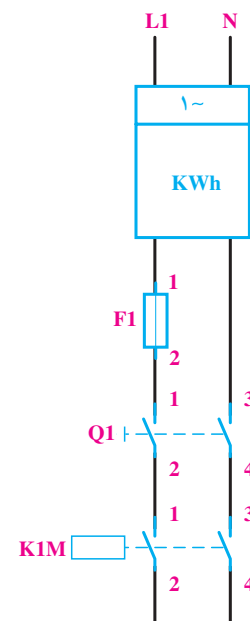
### حل:

**مدار قدرت:** باید، پس از کنتور و وسایل حفاظتی مربوط، از یک کنتاکتور استفاده شود و در حالتی که برق شبکه قطع نیست، کنتاکتور نیز وصل باشد و مصرف‌کننده‌ها را به شبکه متصل نماید. این مدار در شکل ۴-۶۰ نشان داده شده است.

**مدار فرمان:** چون پس از وصل برق شبکه، (توسط نیروگاه)، احتمال قطع و وصل و نوسان ولتاژ در همان زمان‌های اولیه وجود دارد، باید با طراحی یک مدار مناسب کاری کرد که با وصل شدن ولتاژ شبکه، کنتاکتور در همان لحظه‌ی اول وصل نشود. ولی پس از مثلاً یک دقیقه مصرف‌کننده‌ها به وسیله‌ی کنتاکتور به شبکه اتصال یابند. 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



شکل ۴-۶۱



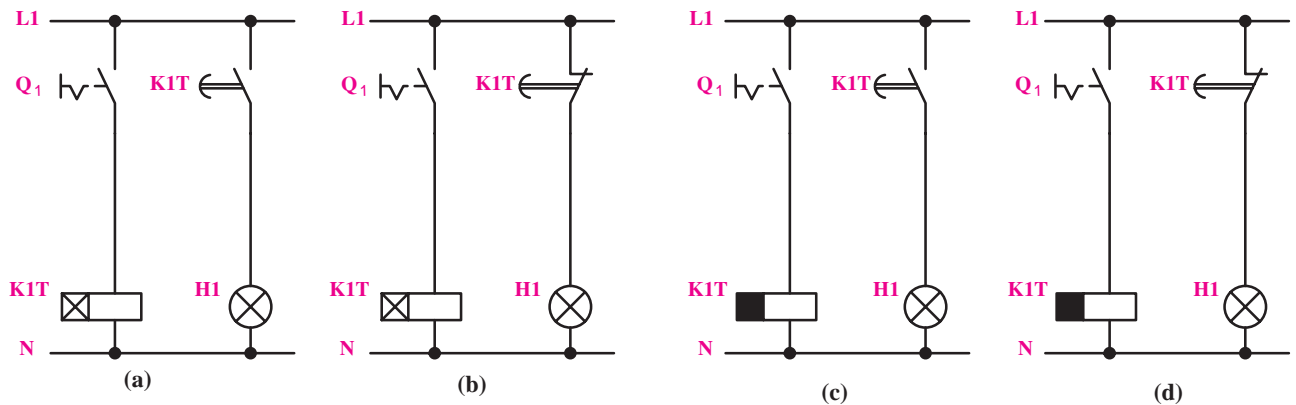
شکل ۴-۶۰

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 رو می‌توان با توجه به جریان مجاز کنتور که ۱۶ A است، از یک کنتاکتور ۱ AC با  $I_e = 25A$  برای این منظور استفاده نمود. ولتاژ تغذیه‌ی بوبین کنتاکتور و تایمر باید ۲۲۰ ولت باشد. برای حفاظت مدار فرمان نیز می‌توان از یک فیوز کندکار ۴ 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 رو می‌توان با توجه به جریان مجاز کنتور که ۱۶ A است، از یک کنتاکتور ۱ AC با  $I_e = 25A$  برای این منظور استفاده نمود. ولتاژ تغذیه‌ی بوبین کنتاکتور و تایمر باید ۲۲۰ ولت باشد. برای حفاظت مدار فرمان نیز می‌توان از یک فیوز کندکار ۴ A استفاده کرد.



۱- در مدارهای شکل ۴-۶۲، کلید یک پل برای یک دقیقه وصل شده است و سپس قطع می‌شود. در صورتی که تایمرها روی ۴۰ ثانیه تنظیم شده باشند عملکرد لامپ مدارها با هم چه فرقی خواهند داشت؟ (شکل ۴-۶۲).

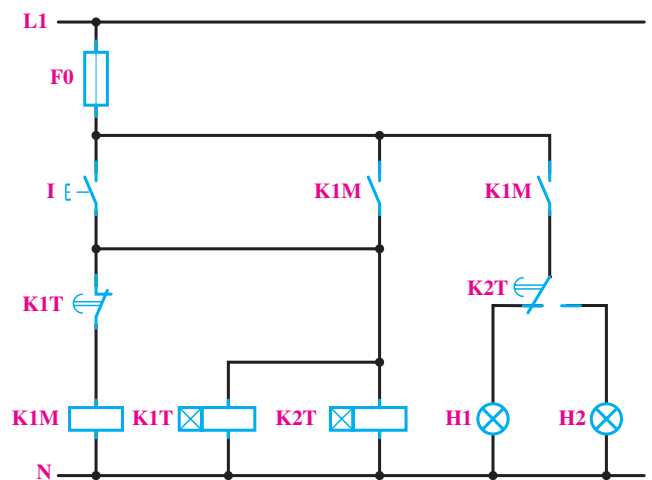
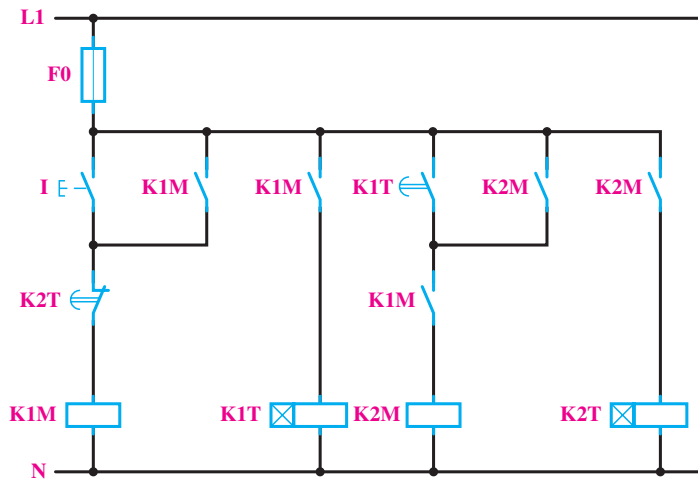
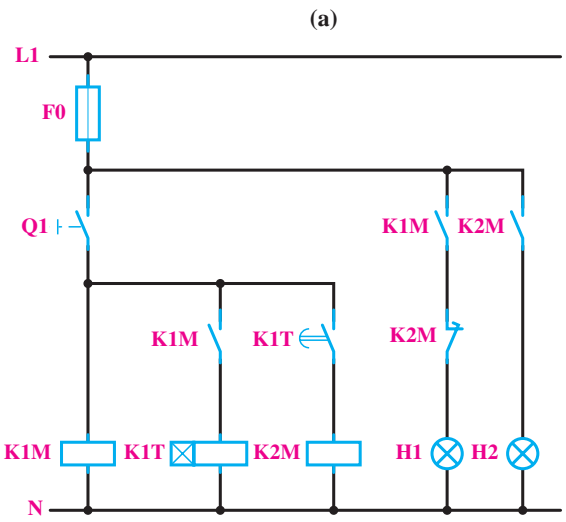
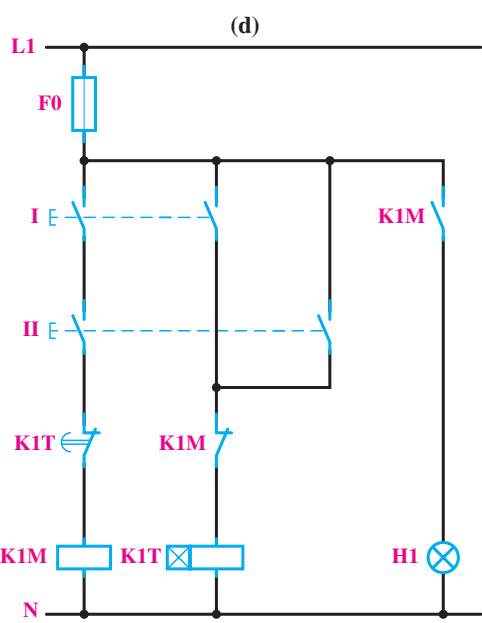
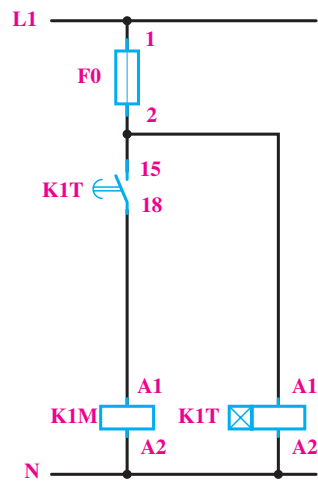
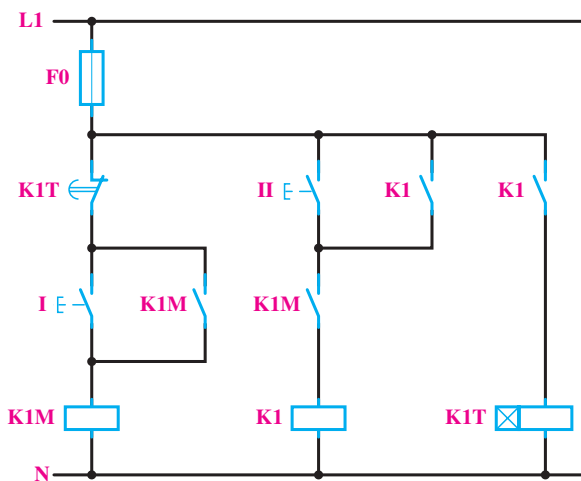


شکل ۴-۶۲

۲- می‌خواهیم در یک مدرسه از مداری استفاده کنیم که با فشار دادن به یک شستی، زنگ به مدت ۱۰ 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.



(d)

(a)

(e)

(b)

(f)

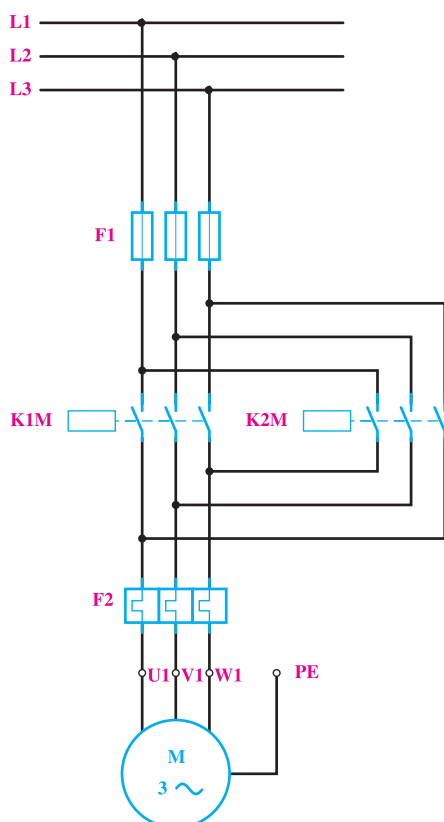
(c)

شکل ۶۳-۴

## 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.



شکل ۴-۶۵



شکل ۴-۶۴

### مدار فرمان: در طراحی مدارهای فرمان، باید دقت کرد

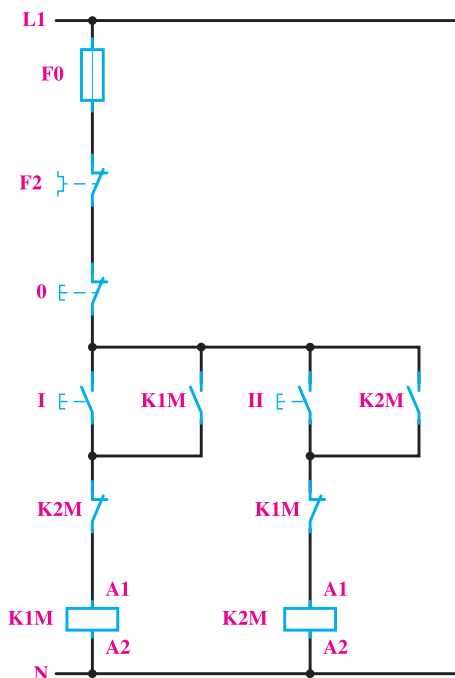
که تأخیرهای زمانی در قطع و وصل کنتاکتورها، اشکالی در مدار ایجاد نکند. هم چنین در مراحل که وصل یک کنتاکتور، باعث قطع کنتاکتور دیگر می شود، باید این نکته را کاملاً مراعات کرد و دقت نمود که اتصال کوتاه لحظه ای بین فازها واقع نشود. این مطلب در مورد این کار عملی صادق است. بنابراین، باید مدار فرمان را طوری طراحی کرد که برای وصل یکی از کنتاکتورها، احتیاج به قطع کنتاکتور دیگر باشد. این مطلب را در طراحی مدار فرمان این کار و هم چنین 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 حالت های راست گرد و چپ گرد، 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 هر دو حالت راست گرد و چپ گرد مشترک خواهد بود. ابتدا مانند مدار فرمان معمولی، برای هر یک از کنتاکتورها، مدار فرمان را (مطابق شکل ۴-۶۶) ترسیم

### 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 گردند. برای اجرای این عمل به وسیله ی کنتاکتور، باید مثلاً برای حالت راست گرد، توسط کنتاکتور،  $L_1$ ،  $L_2$  و  $L_3$  به ترتیب به  $U_1$  و  $V_1$  و  $W_1$  و برای حالت چپ گرد، توسط کنتاکتور  $K_{1M}$ ،  $L_1$  به  $W_1$  و  $L_2$  به  $V_1$  و  $L_3$  به  $U_1$  مانند شکل ۴-۶۵ اتصال یابد. با کمی دقت در شکل، ملاحظه می شود که کنتاکتورهای  $K_{1M}$  و  $K_{2M}$  نباید حتی برای یک لحظه نیز با هم اتصال یابند؛ زیرا بین دو فاز  $L_1$  و  $L_3$ ، توسط هر دو کنتاکتور، اتصال کوتاه ایجاد می شود. این مطلب را در مدار فرمان، باید در نظر داشت.

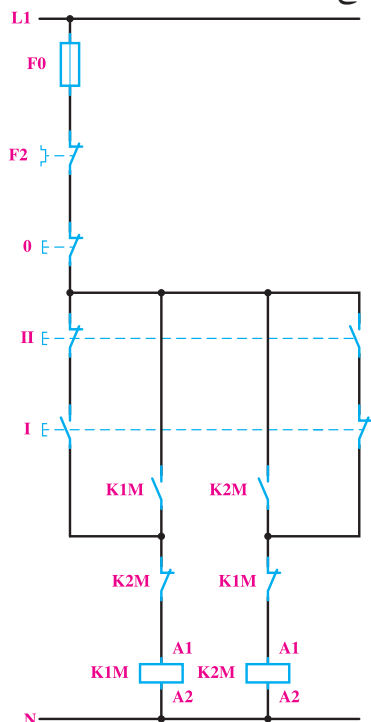
می‌کنیم. این مدار، در صورتی که موتور خاموش باشد و بعد به صورت راست‌گرد و یا چپ‌گرد راه‌اندازی شود، صحیح خواهد بود.



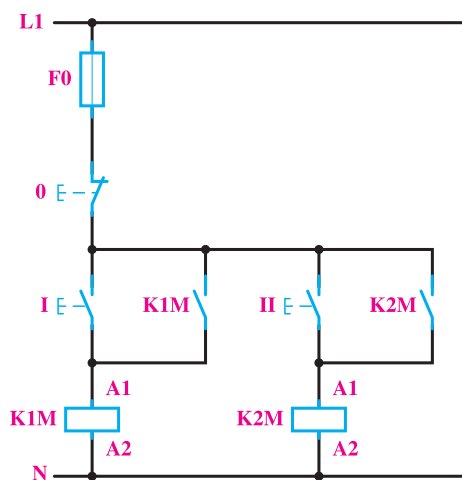
شکل ۴-۶۷

### 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 هم‌زمان جذب کرده و اتصال کوتاه دو فاز پیش خواهد آمد. برای کیفیت بهتر مدار، می‌توان شستی‌های I و II را دوپل انتخاب کرد و مدار را (مانند شکل ۴-۶۸) اتصال داد. در این صورت با فشار هم‌زمان به شستی‌ها، هیچ‌یک از کنتاکتورها جذب نخواهند شد.



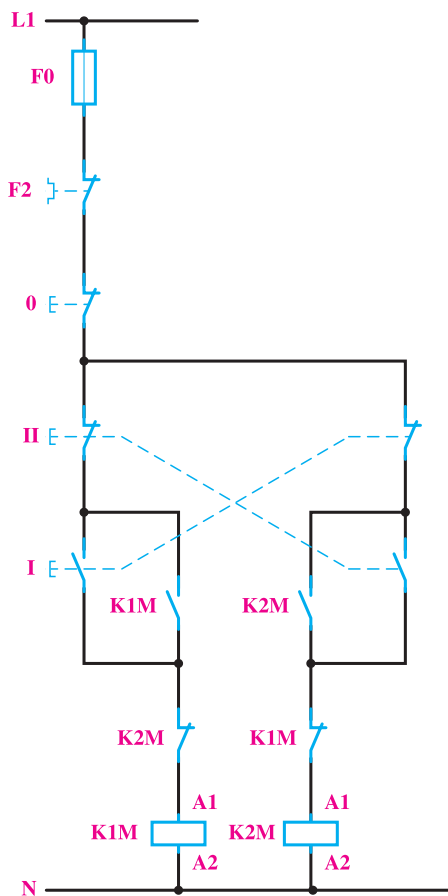
شکل ۴-۶۸



شکل ۴-۶۶

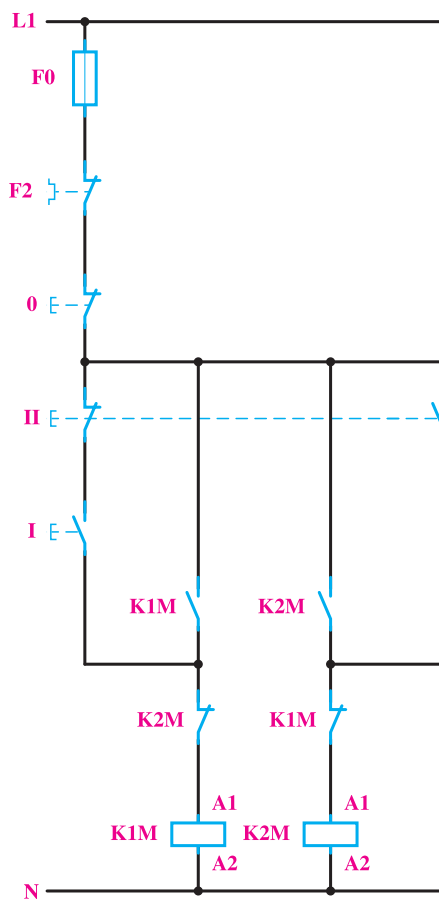
اما همان‌طور که می‌دانید، احتمال این که جهت گردش موتور در حال کار را بخواهیم تعویض کنیم نیز زیاد است. در مدار شکل ۴-۶۶ اگر در حالی که کنتاکتور K1M وصل است، استارت II را فشار دهیم، در این صورت بین دو فاز اتصال کوتاه خواهد شد. پس به‌طور کلی این مدار صحیح نیست و باید برای جلوگیری از اتصال کوتاه دو فاز حفاظت لازم در این مدار پیش‌بینی شود. راه ساده برای رفع این اشکال این است که کاری نکنیم که هنگام وصل هر یک از کنتاکتورها نتوان کنتاکتور بعدی را وصل نمود. پس می‌توان یکی از کنتاکت‌های بسته هر کنتاکتور را به‌طور سری با بوبین کنتاکتور بعدی قرار داد تا شرط ذکر شده - 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.

هم‌زمان دو کنتاکتور در اثر فشار دادن هم‌زمان دو شستی نیز وجود نخواهد داشت. در این مدار با وجودی که کنتاکتور  $K1M$  و  $K2M$  به‌طور هم‌زمان اتصال پیدا نمی‌کنند، باز احتمال اتصال کوتاه دو فاز در اثر جرقه‌ی بین کنتاکت‌ها وجود خواهد داشت؛ زیرا در فاصله‌ی زمانی بسیار کم بین قطع کنتاکتور 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، مثلاً  $K2M$ ، جذب شود. برای این منظور (مانند شکل ۴-۶۹)، فقط کنتاکت بسته‌ی شستی II را به‌طور سری با شستی I قرار می‌دهیم.

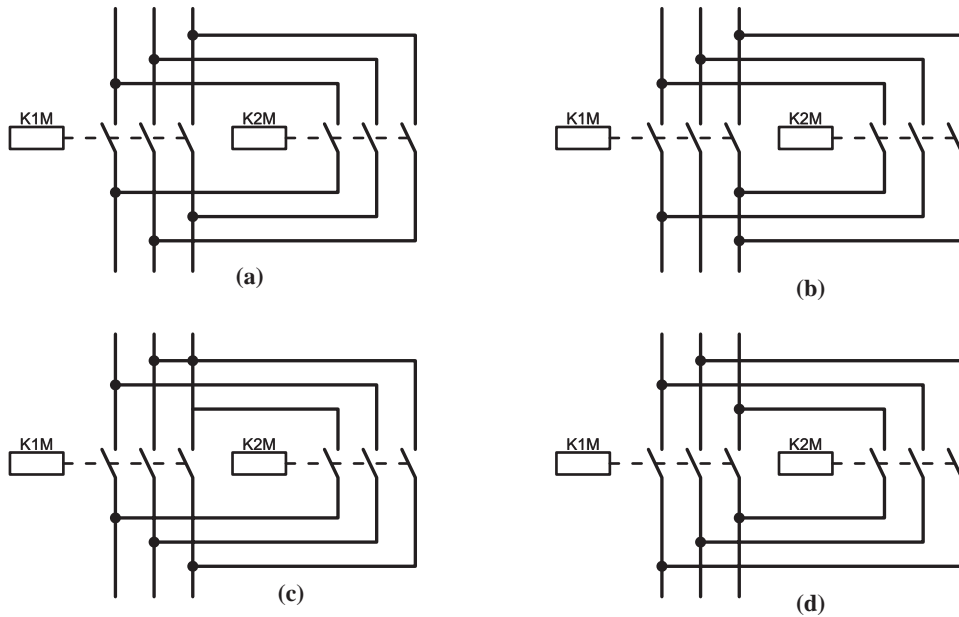


شکل ۴-۶۹

### ب- مدار چپ‌گرد - راست‌گرد سریع

در مدارهای فرمان که تا به‌حال 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، به‌صورت سری قرار دهیم تا با فشار به هر یک از آن‌ها ابتدا مدار کنتاکتور مقابل قطع و سپس جهت چرخش موتور عوض شود. در چنین حالتی، دیگر اشکال وصل

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



شکل ۴-۷۱

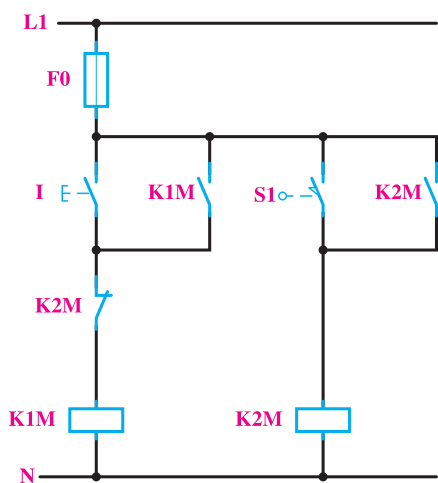
۲- در صورتی که بخواهیم مداری داشته باشیم که با زدن شستی I موتور راست‌گرد، و بدون خاموش کردن مدار، با زدن شستی II موتور چپ‌گرد شود، و چنان‌چه مجدداً شستی I را فشار دادیم موتور به وضعیت راست‌گرد باز نگردد، چه تغییری باید در مدار فرمان چپ‌گرد - راست‌گرد شکل ۴-۷۰ بدهیم؟





## کار عملی ۶

پس از رسیدن قلم گیر به انتهای مسیر، باید کنتاکتور  $K2M$  وصل شود و قلم گیر به عقب برگردد (جهت گردش موتور عوض شود). برای این منظور، مانند شکل ۴-۷۳، از میکروسویچ  $S1$  استفاده می کنیم و چون پس از برگشت قلم گیر به سمت عقب، دوباره میکروسویچ  $S1$  قطع می شود، از این رو اتصال موازی کنتاکت باز  $K2M$  (خودنگهدار) با آن ضروری است. برای این که بین دو فاز، اتصال کوتاه ایجاد نشود، باید با سری کردن یک کنتاکت بسته  $K2M$  با بوبین کنتاکتور  $K1M$ ، این کنتاکتور را از مدار قطع کنیم (شکل ۴-۷۳).



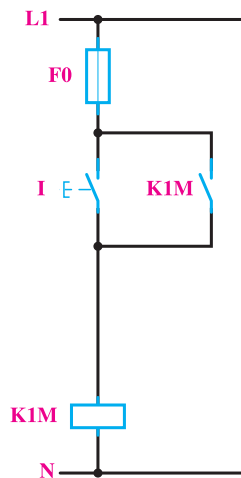
شکل ۴-۷۳

با دقت در مدار شکل ۴-۷۳ ملاحظه می شود که برای قطع مدار بوبین کنتاکتور  $K1M$ ، باید ابتدا کنتاکتور  $K2M$  وصل شود. به همین دلیل با تأخیری که در قطع کنتاکتور  $K1M$  پیش می آید، هردو کنتاکتور به مدت چند میلی ثانیه 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 نمی توان از آن برای ماشین مورد نظر استفاده کرد. برای جلوگیری از اتصال کوتاه در خصوص دو فاز، همان طور که قبلاً 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 بسته  $K1M$  را به طور سری با بوبین کنتاکتور  $K2M$  قرار دهیم. اگر این کار را در

سوپورت (قلم گیر) 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 بایستد. مدار الکتریکی آن را ترسیم کنید.

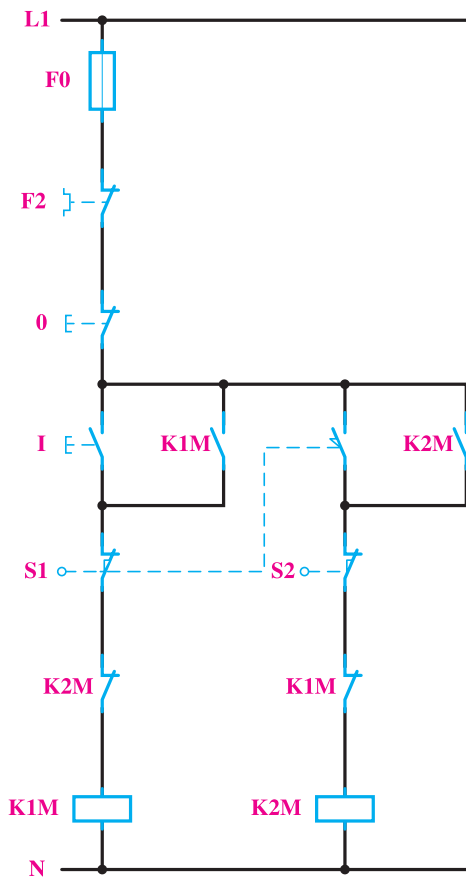
**مدار قدرت:** برای حرکت سوپورت به سمت چپ و راست، می توانیم از یک موتور چپ گرد - راست گرد استفاده کنیم که مدار قدرت آن مانند شکل ۴-۶۵ در کار عملی قبل می باشد.

**مدار فرمان:** چون مطابق خواسته ی کار عملی، فرمان باید به وسیله ی دست شروع شود، برای حرکت قلم گیر 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 این رو نمی توان از شستی دستی استفاده کرد و به جای آن باید از یک میکروسویچ استفاده نماییم. هم چنین برای ایستادن قلم گیر، 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 می شود که ابتدا مطابق شکل ۴-۷۲ با فشار دادن به شستی  $I$ ، کنتاکتور  $K1M$  جذب نموده و در نتیجه موتور چپ گرد می شود و تیغچه ی تراش به سمت چپ حرکت می نماید (شکل ۴-۷۲).



شکل ۴-۷۲

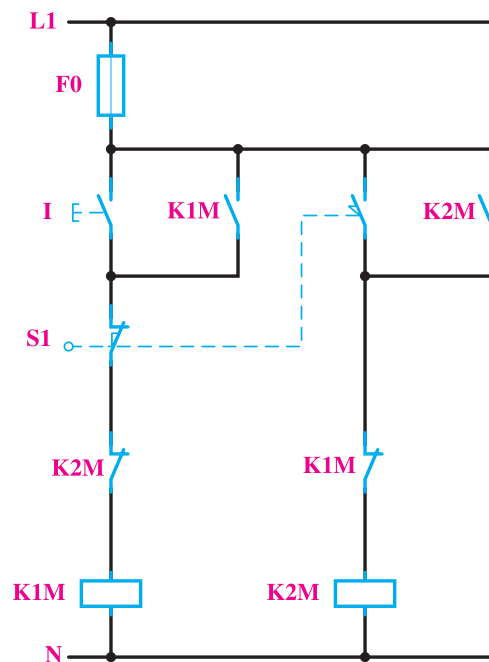
کنتاکتور  $K2M$  قطع شود و موتور از حرکت بایستد. برای این منظور نیز از کنتاکت بسته‌ی میکروسویچ  $S2$  که به‌طور سری با کنتاکتور  $K2M$  قرار می‌گیرد، استفاده می‌کنیم. مدار کامل این طرح در شکل ۴-۷۵ به همراه وسایل حفاظتی لازم ترسیم شده است. از شستی 0 نیز هنگام قطع اضطراری مدار، در موارد لازم استفاده می‌شود.



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).

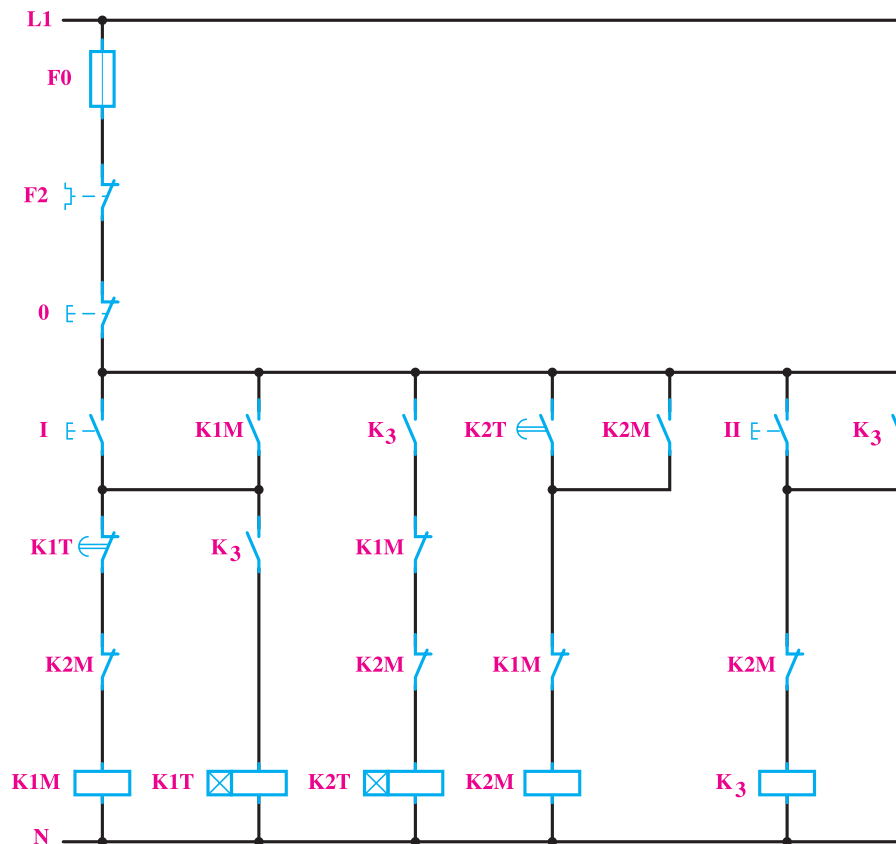


شکل ۴-۷۴

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 اولیه 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.



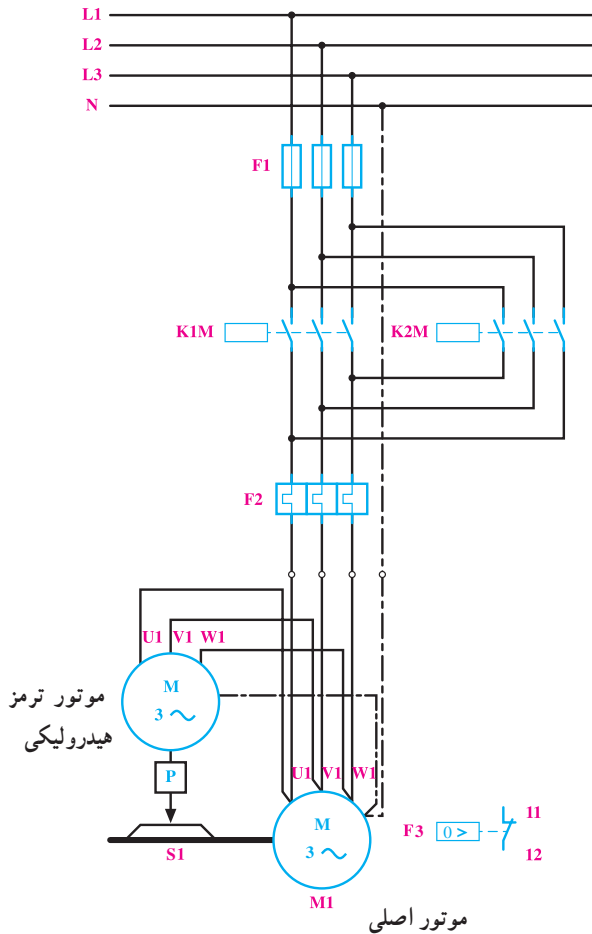
شکل ۴-۷۶



## کار عملی ۷

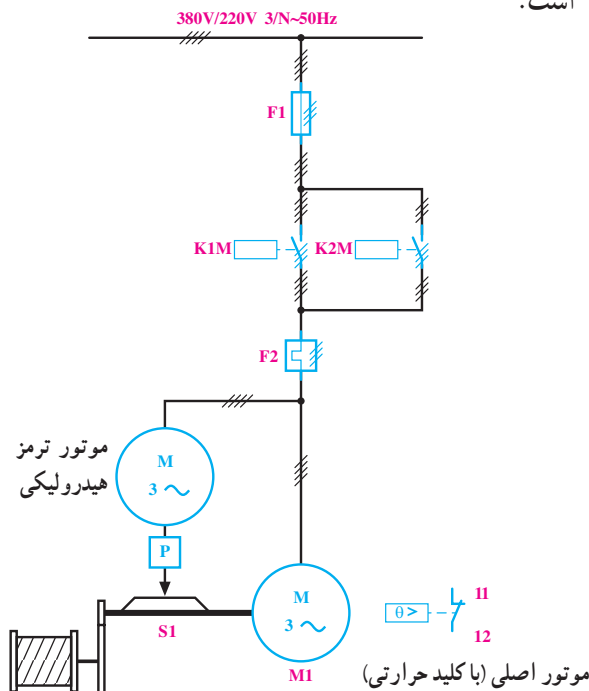
**قسمت I:** برای ریختن مواد به داخل یک کوره، مانند شکل ۴-۷۷، از مخزن بالابری که به وسیله‌ی موتور سه فاز M1، با قدرت ۱۵KW و جریان ۳۰A و مجهز به ترمز هیدرولیکی و کلید حفاظت داخلی، که بر روی یک ریل به سمت بالا و پایین حرکت می‌کند، استفاده می‌شود. برای قطع ترمز در هنگام حرکت، از یک موتور سه فاز ۵/۵ و ۱/۵ آمپر استفاده شده است. پرشدن مخزن در پایین کوره به صورت 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 مدار 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.

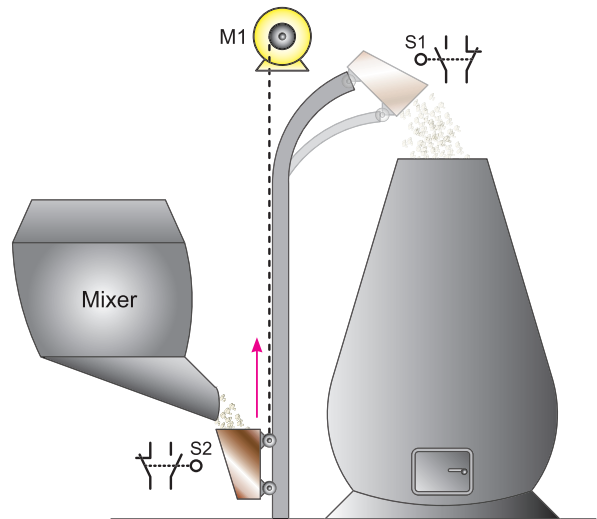


شکل ۴-۷۸

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



شکل ۴-۷۹



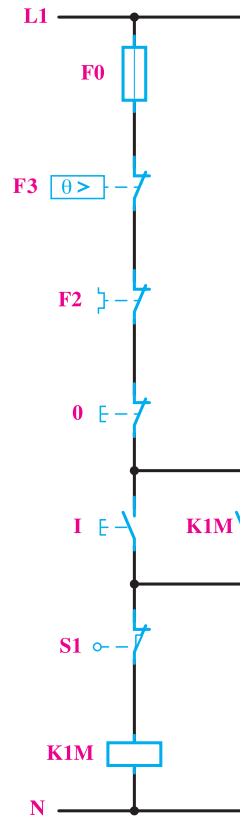
شکل ۴-۷۷

**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 هر دو موتور هم‌زمان اتصال می‌یابند، ترسیم کرد.

### مدار فرمان :

شستی I و برای محدود کردن حرکت مخزن در انتهای مسیر، مانند شکل ۴-۷۷ از میکروسویچ S۱ و در ابتدای مسیر از میکروسویچ S۲ استفاده می‌شود. هم‌چنین برای قطع اضطراری، از شستی 0 و برای تنظیم زمان تخلیه‌ی مواد در داخل کوره، از تایمر K۱T 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 S۱ متوقف گردد. با توجه به این مطالب می‌توانیم مدار فرمان را تا این مرحله مانند شکل ۴-۸۰ ترسیم کنیم.

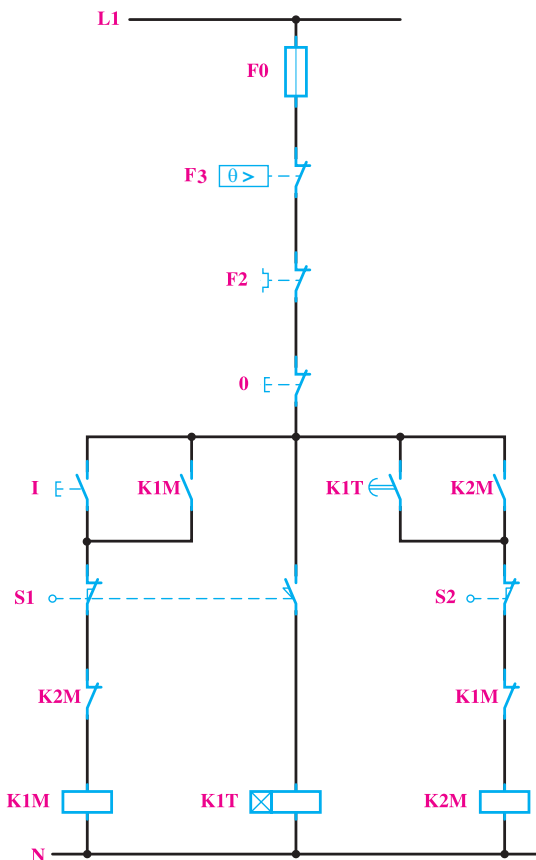


شکل ۴-۸۰

پس از قطع کنتاکتور K۱M و توقف مخزن، باید تایمر K۱T به کار بیفتد و پس از ۳۰ ثانیه، کنتاکتور K۲M را وصل کند. در این مرحله ساده‌ترین راه این است که میکروسویچ S۱،

علاوه بر قطع کنتاکتور K۱M، تایمر K۱T را نیز به کار اندازد. به این منظور از یک میکروسویچ دوپل، مانند شکل ۴-۸۱ استفاده می‌کنیم تا هم‌زمان با قطع کنتاکتور K۱M مدار تایمر را وصل کند تا هنگامی که مخزن در بالای کوره، ساکن است، مدار تایمر K۱T نیز وصل خواهد بود و زمانی که به سمت پایین حرکت نماید، مدار تایمر نیز قطع می‌شود. پس از اتصال کنتاکتور K۲M توسط تایمر، مخزن به سمت پایین حرکت می‌کند و در پایین کوره به وسیله‌ی میکروسویچ S۲، مدار قطع می‌شود. مانند مثال‌های قبلی، در این مدار نیز از کنتاکت‌های بسته K۱M و K۲M، 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.



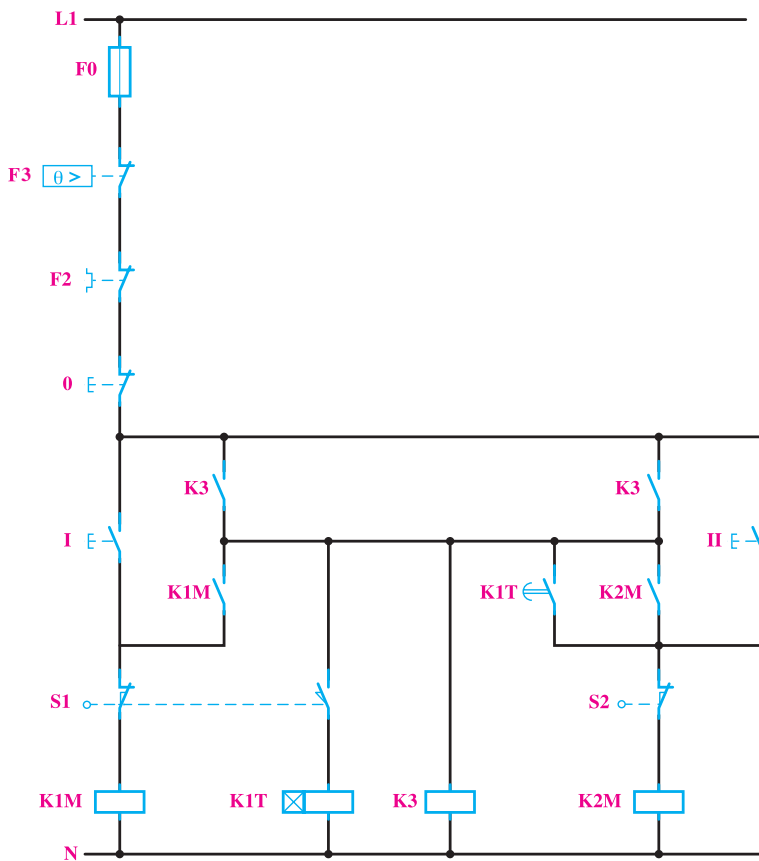
شکل ۴-۸۱

طریقی در مدار قرار می‌دهیم که کنتاکتور  $K1M$  و تایمر در حالت کار از طریق کنتاکت بسته شوونده  $K3$  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.

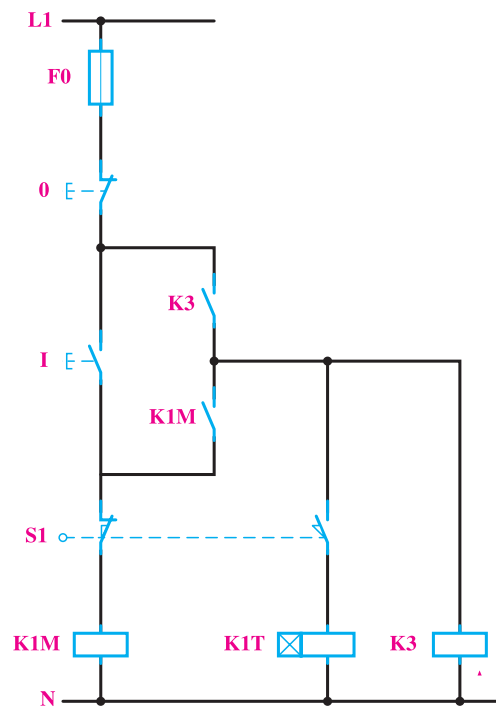
برای کنتاکتور  $K2M$  نیز، به همین ترتیب و با توجه به توضیحات داده شده، مدار را طراحی می‌کنیم، به طوری که با تایمر  $K1T$  و یا شستی  $II$  وصل و با شستی  $0$  قطع شود. این مدار در شکل ۴-۸۳ نشان داده شده است.

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  $K2M$ ، به کار خواهند 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

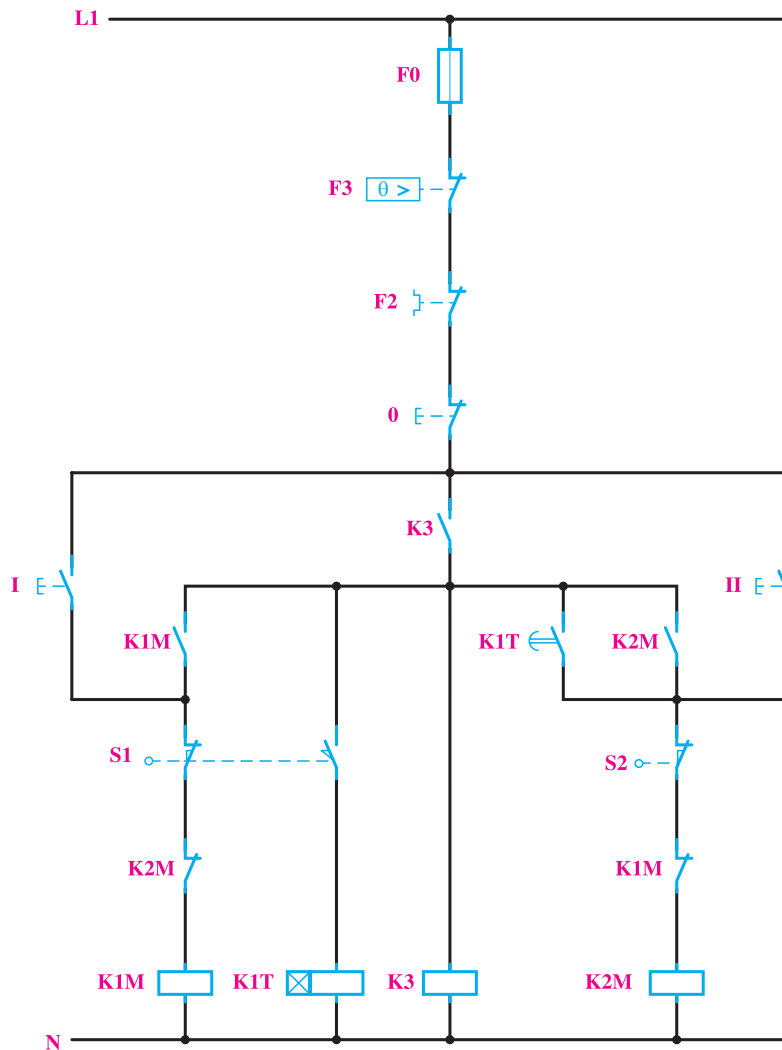


شکل ۴-۸۳



شکل ۴-۸۲

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



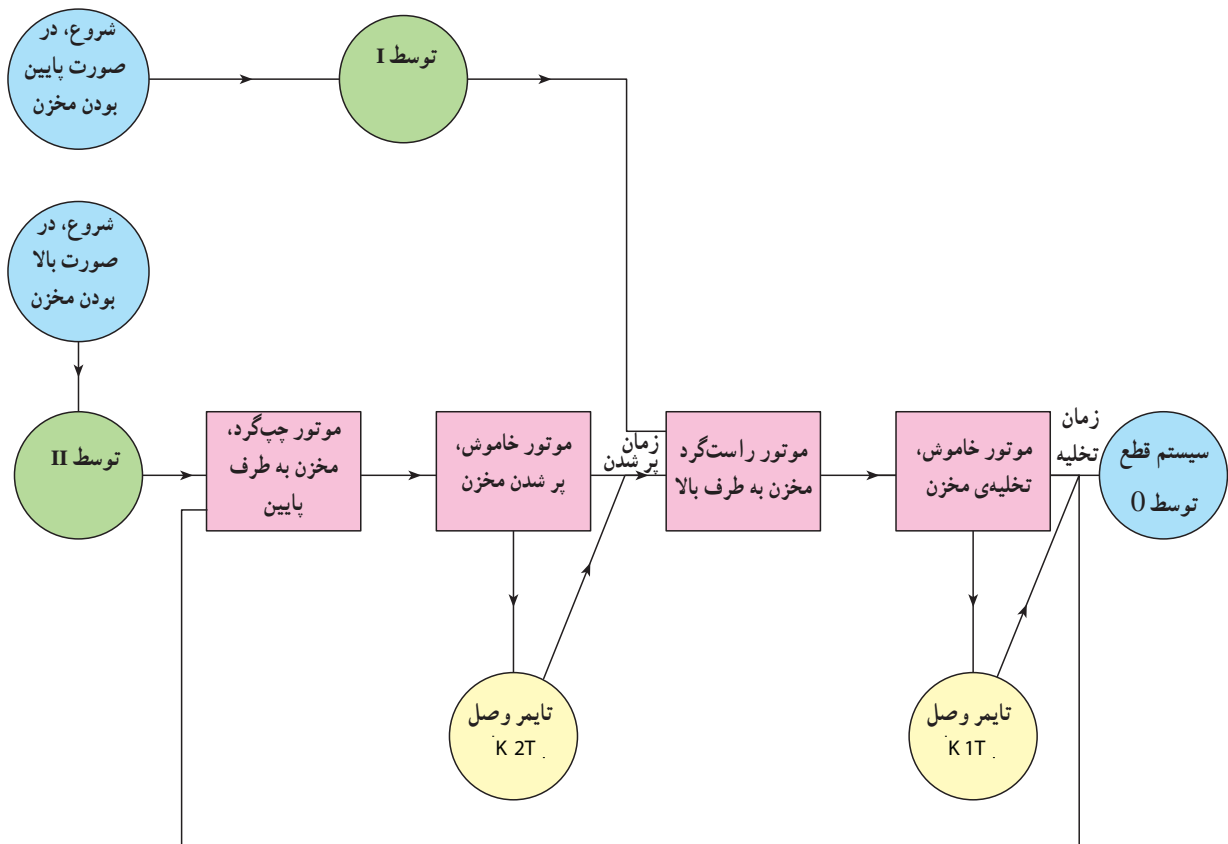
شکل ۴-۸۴

حل:

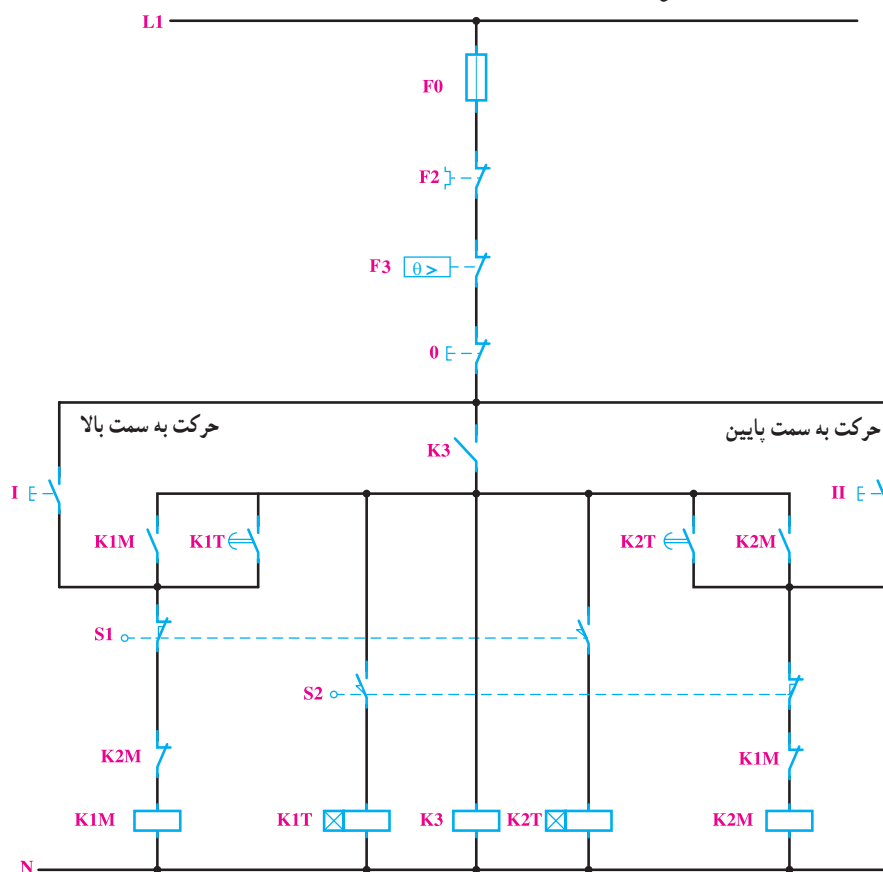
**مدار قدرت:** مدار قدرت برای این کار عملی، مانند شکل ۴-۷۸ است.

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

**قسمت II:** 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 ۳ ثانیه برای تخلیه و در ایستگاه پایین به مدت ۲ دقیقه برای پر شدن مواد توقف نماید و این سیکل، تا هنگامی که به شستی قطع فشار داده نشود، ادامه داشته باشد.



شکل ۸۵-۴



شکل ۸۶-۴

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 ۸۴-۴ میکروسویچ  $S2$  را نیز مانند  $S1$  دابل 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 ۸۶-۴ 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 اولین توقفگاه، کل سیستم قطع شود).

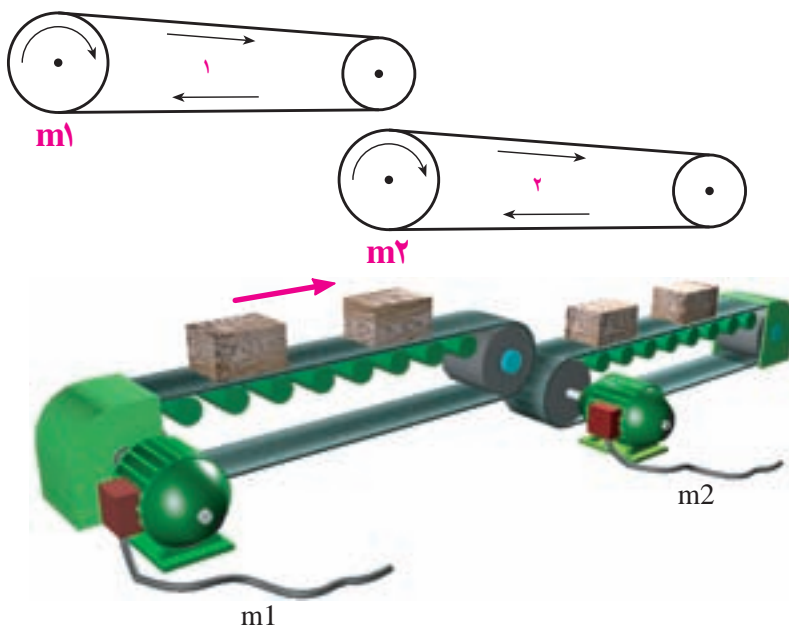
۲- در خط تولید یک کارخانه از دو تسمه نقاله‌ی مجزا از هم (مانند شکل ۸۷-۴) استفاده شده است. تسمه‌ی شماره ۱ توسط موتور سه فازه  $m_1$  و تسمه‌ی شماره ۲ توسط موتور سه فازه  $m_2$  به حرکت درمی‌آید. مدار فرمان و مدار قدرت را برای موتورهای این دو تسمه‌ی نقاله به ترتیبی طراحی کنید که:

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

ب- تسمه نقاله‌ی شماره ۱ یک، به تنهایی حرکت نکند (چرا؟).

پ- تسمه‌ی نقاله‌ی شماره ۲ دو، همیشه  $30^\circ$  نایبه پس از قطع مدار تسمه‌ی نقاله‌ی یک، از کار بیفتد (چرا؟).

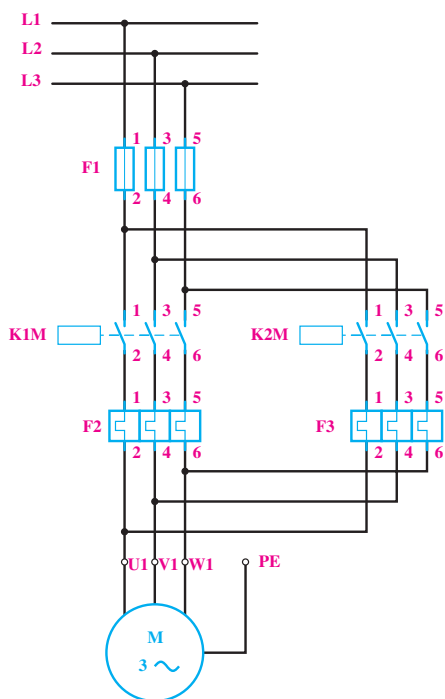
ت- تمام نکات حفاظتی برای مدار پیش‌بینی شود.



شکل ۸۷-۴

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 متناسب با جریان و زمان راه‌اندازی موتور انتخاب می‌شود، استفاده کرد (مدار قدرت مطابق شکل ۸۸-۴).

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



شکل ۸۸-۴

است، به طریقی طراحی کنید که :

الف- با فشار به شستی I موتور راه اندازی شود و بی متال F3 موتور را در هنگام راه اندازی 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.

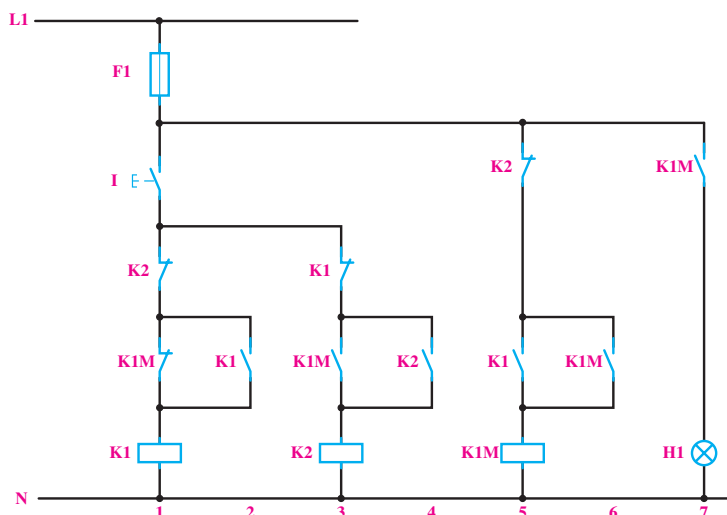
پ- با فشار به شستی 0، موتور قطع شود.

(توجه : کنتاکتور K2M کنتاکتور پل نامیده می شود در برخی از موارد برای این کنتاکتور در راه اندازی زیر بار بی متال قرار نمی دهند).

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 لامپ های یک راهروی طویل، از چندین شستی که در نقاط مختلف راهرو نصب شده اند و همگی آنها با یکدیگر موازی اند، استفاده شده است. با فشار دادن به هر یک از شستی ها باید لامپ ها روشن و با فشار دادن مجدد به هر یک از آنها، لامپ ها خاموش شوند (مشابه کلید ضربه ای جریان). در شکل ۸۹-۴، این مدار که به نام مدار ضربه ای نامیده می شود، نشان داده شده است. اصول کار این مدار را به طور کامل بررسی و در مورد لزوم هر یک از کنتاکت های واقع در مسیرهای جریان، بحث نمایید. هم چنین موارد استفاده ای دیگر این مدار را ذکر کنید.



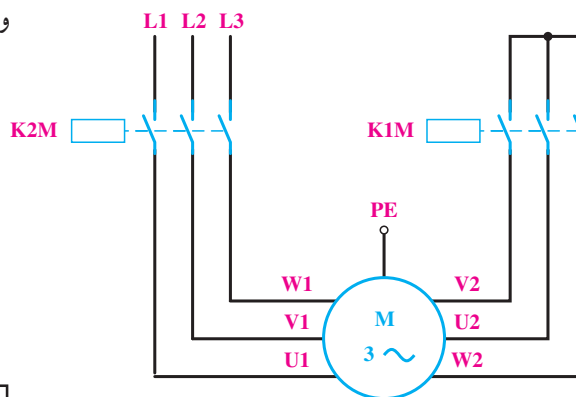
شکل ۸۹-۴



ژنراتور DC یک ماشین جوشکاری، به وسیله‌ی یک موتور آسنکرون سه فازه  $\Delta$  ۳۸° ولتی به قدرت ۹ KW می‌چرخد. مدار اتصال الکتریکی این موتور را به شبکه توسط کنتاکتور، باراه انداز ستاره مثلث، رسم کنید.

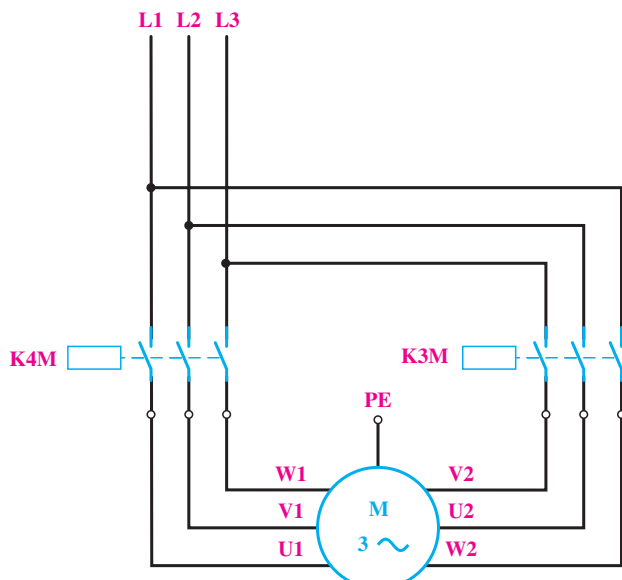
حل: از قبل می‌دانیم که برای کاهش جریان راه‌اندازی موتورهای آسنکرون سه فازه، می‌توان از اتصال ستاره مثلث استفاده کرد. یکی از مزایای راه‌اندازی ستاره مثلث توسط کنتاکتور، نسبت به راه‌اندازی توسط کلید دستی، در این است که اتوماتیک می‌توان موتور را از ستاره به مثلث وصل نمود. در این جا ابتدا به بررسی مدار قدرت 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  $U_2$  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  $K_{1M}$  انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر اتصال دهد و کنتاکتور دیگر مانند  $K_{2M}$ ، سه فاز را به سر کلاف‌های موتور متصل کند. مدار قدرت، برای حالت ستاره، مانند شکل ۴-۹۰ است.



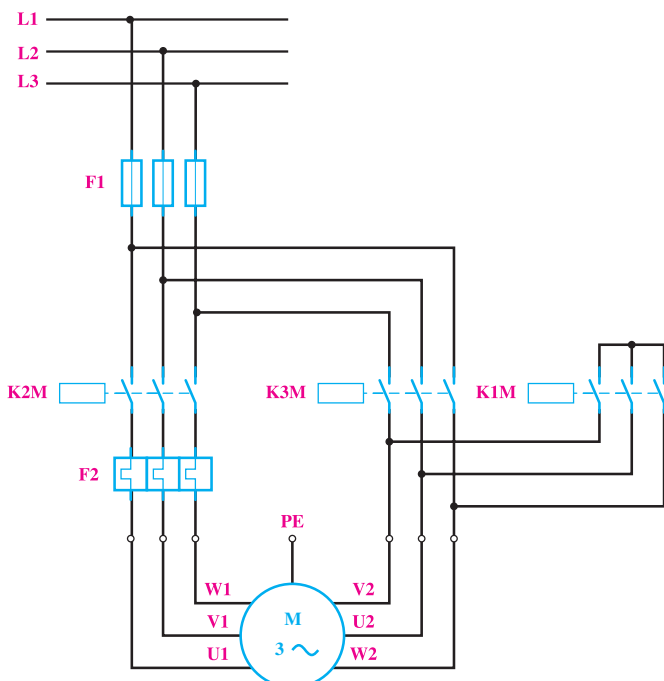
شکل ۴-۹۰

در حالت مثلث نیز باید فاز  $L_1$  به  $W_2$  و  $U_1$ ، فاز  $L_2$  به  $V_1$  و  $U_2$ ، و فاز  $L_3$  به  $W_1$  و  $V_2$  وصل شود. برای این کار نیز به دو کنتاکتور، مانند شکل ۴-۹۱، احتیاج است، به طوری که کنتاکتور  $K_{2M}$ ، سه فاز را به سه انتهای کلاف‌ها به ترتیب ذکر شده اتصال دهد.



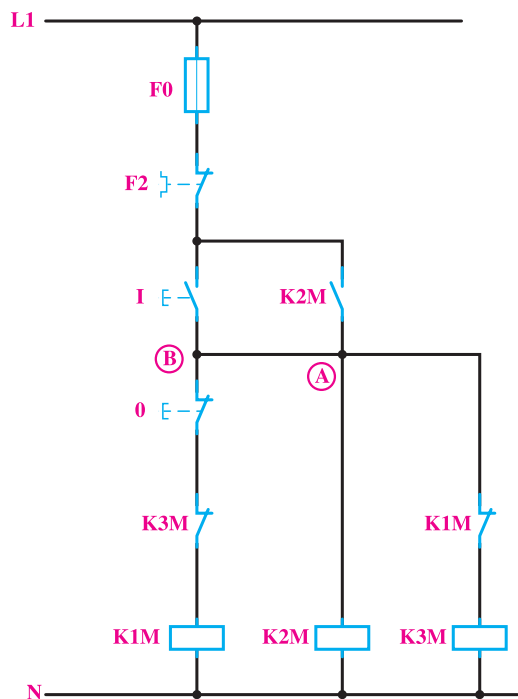
شکل ۴-۹۱

با دقت در این دو شکل، ملاحظه می‌شود که کنتاکتور  $K_{2M}$  در شکل ۴-۹۰ و کنتاکتور  $K_{4M}$  در شکل ۴-۹۱ یک وظیفه را عهده‌دار هستند. پس می‌توان یکی از آن دو را 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 وسایل حفاظتی (فیوز و بی‌متال) نشان داده شده است.



شکل ۴-۹۲

سری با کنتاکتور K۳M قرار می‌دهیم و چون فقط کنتاکتور K۱M باید از مدار قطع شود و کنتاکتور K۲M در مدار باقی بماند، از شستی 0 برای قطع کنتاکتور K۱M، استفاده می‌کنیم. همچنین برای این که پس از فشار مجدد شستی I کنتاکتور K۱M دوباره وصل نشود، کنتاکت بسته‌ی K۳M را به طوری سری با آن قرار می‌دهیم که در نتیجه، شکل ۴-۹۴ حاصل خواهد شد.



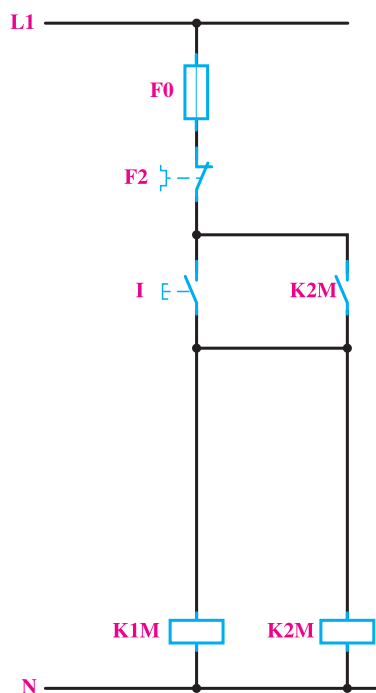
شکل ۴-۹۴

اگر فرض بر این است که در شکل ۴-۹۴، کنتاکتورهای K۱M و K۲M 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 K۱M و K۳M 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 K۳M جریانی برقرار شود، کنتاکت بسته K۱M 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  $\frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58$  جریان نامی تنظیم شوند.

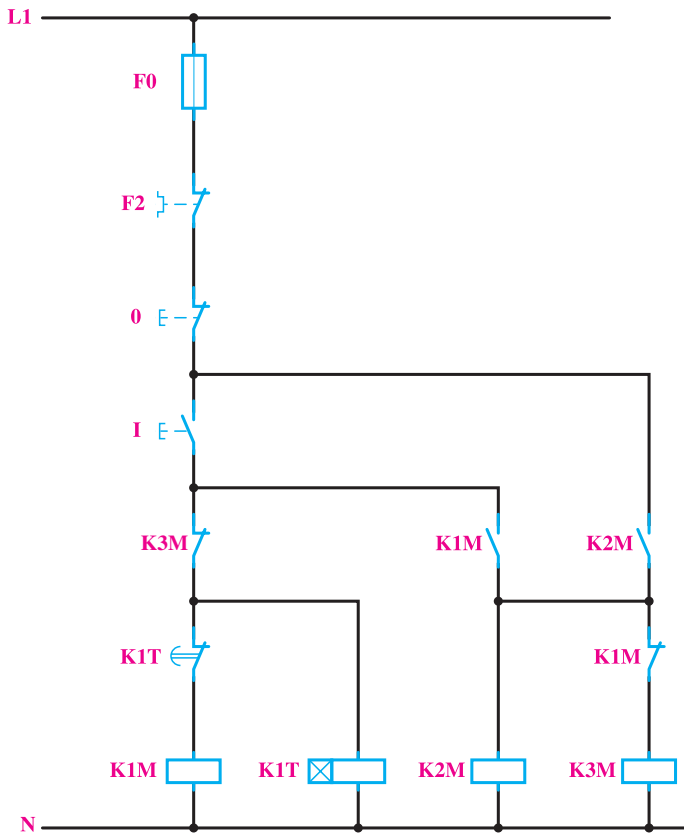
#### مدار فرمان برای حالت دستی:

در طراحی این مدار باید توجه داشت که کنتاکتور K۱M و K۲M 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 K۱M و K۲M جذب گردد و با فشار دادن به شستی 0 کنتاکتور K۱M قطع و کنتاکتور K۳M جذب شود. البته قبل از وصل شدن کنتاکتور K۳M باید حتماً K۱M 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 K۱M و K۲M را توسط شستی I (مانند شکل ۴-۹۳) ترسیم می‌کنیم. چون کنتاکتور K۲M در حالت مثلث نیز باید در مدار باشد، از این رو برای اتصال دائم مدار از کنتاکت باز K۲M به صورت موازی با شستی I استفاده می‌کنیم. در مرحله‌ی بعدی باید با فشار به شستی 0 ابتدا کنتاکتور K۱M قطع و بعد کنتاکتور K۳M وصل شود. برای اطمینان از این امر، کنتاکت بسته K۱M را به طور



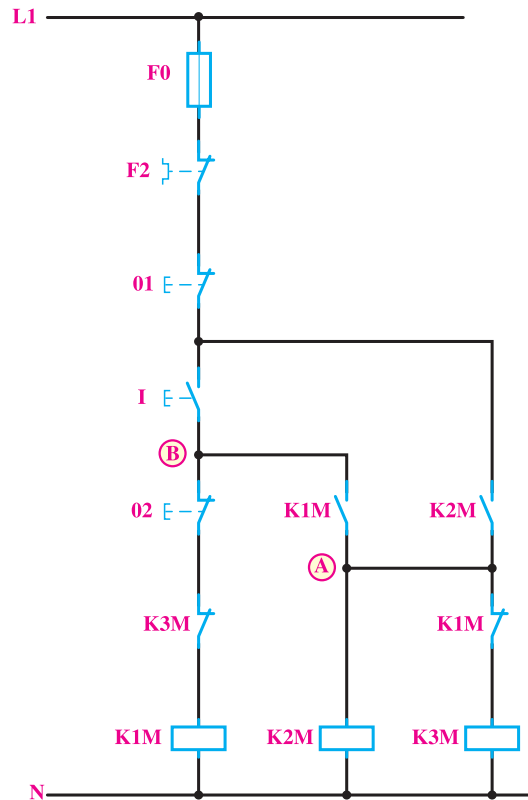
شکل ۴-۹۳

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 0۲ باید یک تایمر، کنتاکتور K۱M را قطع نماید. به همین جهت از کنتاکت بسته‌ی تایمر K۱T به جای شستی 0۲ استفاده می‌کنیم. چون از زمان اتصال موتور به صورت ستاره، باید شمارش معکوس تایمر نیز شروع شود، پس بوبین تایمر را نیز با بوبین کنتاکتور K۱M (مانند شکل ۴-۹۶) به صورت موازی اتصال می‌دهیم. توجه داشته باشید که کنتاکت بسته‌ی تایمر باید، مطابق شکل، بین یک سر بوبین کنتاکتور K۱M و سر موتور تایمر قرار گیرد و سر بوبین تایمر نباید به نقطه‌ی A۱ کنتاکتور K۱M 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 K۱M ایجاد کنیم. وجود این کنتاکت، باعث می‌شود که با فشار به شستی I، ابتدا کنتاکتور K۱M جذب کند و همزمان با بسته شدن کنتاکت باز آن در مسیر AB، کنتاکت بسته‌ی K۱M در مسیر کنتاکتور K۳M 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 0۱ 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 راه‌اندازی 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 یابد. برای موتور



۱- مشخصات وسایل 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 فاز به قدرت ۳KW، که به صورت ستاره مثلث راه‌اندازی می‌شود، 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.

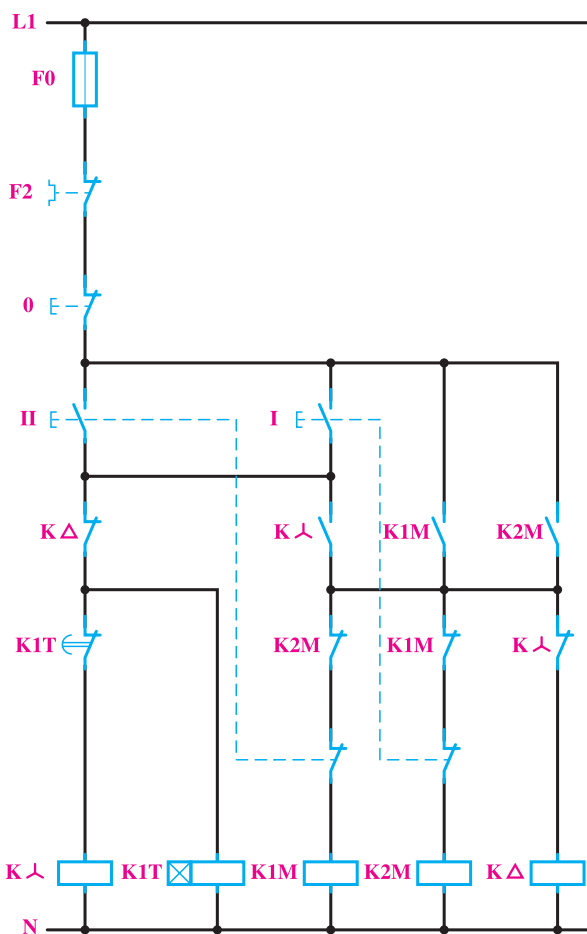
ب - در صورتی که آب چاه کم شود، پمپ نیز از کار بیفتد.

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 ۹۷-۴ را بررسی نموده و مدار قدرت آن را رسم کنید.



شکل ۹۷-۴

## 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 القایی 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 ۹۸-۴ اتصال داد. معمولاً برای سادگی، سیم پیچ‌ها را به یکی از دو صورت (شکل ۹۸-۴ 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 تغذیه‌ی DC باید مقدار کمی باشد.

در صورتی که سیم پیچ‌های استاتور به صورت شکل (a) اتصال داده باشند، باید جریان منبع تغذیه DC برابر با  $I_d = \sqrt{2} I_N$  و ولتاژ منبع تغذیه برابر با  $U_d = 2/\sqrt{2} R_1 I_N$  باشد. در این رابطه‌ها،  $I_N$  جریان نامی و  $R_1$  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  $U_d = 2/\sqrt{2} R_1 I_N$  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 تغذیه‌ی DC وصل نماییم، در این صورت باید جریان  $I_d = \frac{3}{\sqrt{2}} I_N$  و ولتاژ منبع تغذیه برابر با  $U_d = 1/\sqrt{2} R_1 I_N$  باشد. چنانچه سیم پیچ‌ها به صورت شکل (d) اتصال یابند، باید جریان  $I_d = \sqrt{6} I_N$  و ولتاژ منبع تغذیه برابر با  $U_d = 1/\sqrt{2} R_1 I_N$  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، بلافاصله 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 نچرخد، باید از ترمزهای مکانیکی استفاده شود. به خصوص در وسایل حمل و نقل و بالابردها، مانند نقاله و جرثقیل، باید این موضوع رعایت شود و برای حفاظت، از ترمز مکانیکی استفاده کرد.

در موتورهای آسنکرون، برای از حرکت بازداشتن 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 این جا به بررسی دو روش متداول ترمز الکتریکی، یعنی ترمز جریان مخالف و ترمز با جریان مستقیم می‌پردازیم.

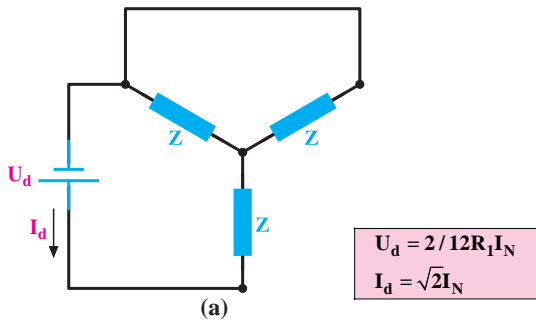
**الف - ترمز به وسیله‌ی اعمال جریان مخالف:** با تعویض جهت گردش موتور توسط تعویض جای دو فاز، می‌توان یک موتور آسنکرون سه فاز را خیلی سریع ترمز نمود.

برای مثال، اگر در حالت عادی،  $L_1$  به  $U_1$  و  $L_2$  به  $V_1$  و  $L_3$  به  $W_1$  وصل باشد، می‌توان  $L_1$  را به  $V_1$  و  $L_2$  را به  $U_1$  و  $L_3$  را به  $W_1$  اتصال داد تا جهت میدان دوار و در نتیجه، جهت گشتاور موتور عوض شود و محور موتور از حرکت بایستد. در این طریقه، ترمز باید با طراحی مناسب مدار، بلافاصله 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.

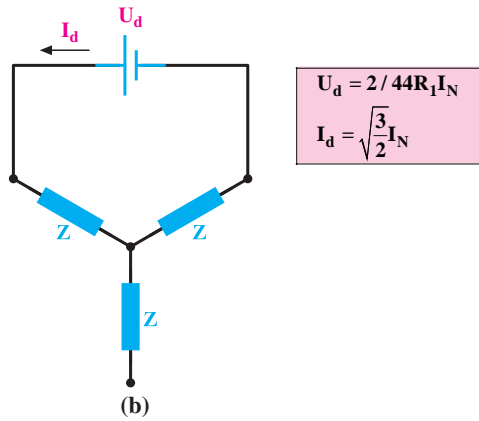
**ب - ترمز به وسیله‌ی اعمال جریان مستقیم:** اگر

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



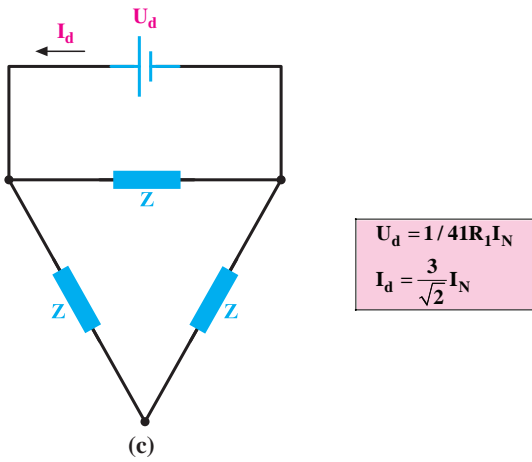
$$U_d = 2 / 12 R_1 I_N$$

$$I_d = \sqrt{2} I_N$$



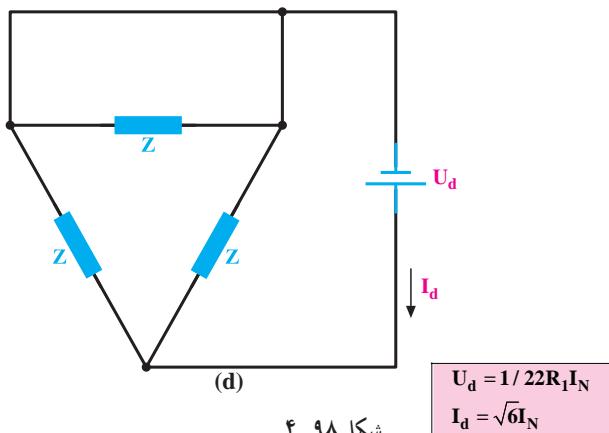
$$U_d = 2 / 44 R_1 I_N$$

$$I_d = \sqrt{\frac{3}{2}} I_N$$



$$U_d = 1 / 41 R_1 I_N$$

$$I_d = \frac{3}{\sqrt{2}} I_N$$



$$U_d = 1 / 22 R_1 I_N$$

$$I_d = \sqrt{6} I_N$$

شکل ۴-۹۸





## کار عملی ۹

نصب شده بر روی این ماشین، مانند کارهای عملی ۱ و ۲ است؛ اما چون پس از خاموش کردن موتور باید محور بلافاصله از حرکت بایستد، پس باید به طریقی محور آن را ترمز نمود. در این جا 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 کویل شده با موتور و وجود چرخ لنگر در آن دارد. البته می‌توان زمان لازم را با آزمایش به دست آورد.

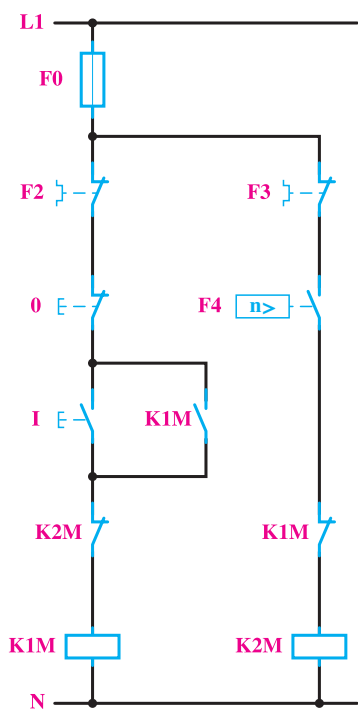
به این ترتیب، ملاحظه می‌شود در این کار عملی، از هر دو نوع ترمز می‌توان استفاده کرد.

در روی یک ماشین ابزار، باید یک موتور سه فاز آسنکرون معمولی با مشخصات  $7/5KW$  و  $220/380V$  و  $\Delta / 18$  و  $26/3/15/2A$  و  $1440r.p.m$  نصب شود. گردش این ماشین، تنها در یک جهت است و پس از خاموش کردن آن، باید بلافاصله محور ماشین از حرکت بایستد. مدار الکتریکی مناسب را برای موتور این ماشین ترسیم کنید. جریان و ولتاژ DC لازم برای حالت ترمز را به دست آورید. مقاومت سیم‌پیچ در حالت گرمی برابر با  $R1 = 0/59\Omega$  است.

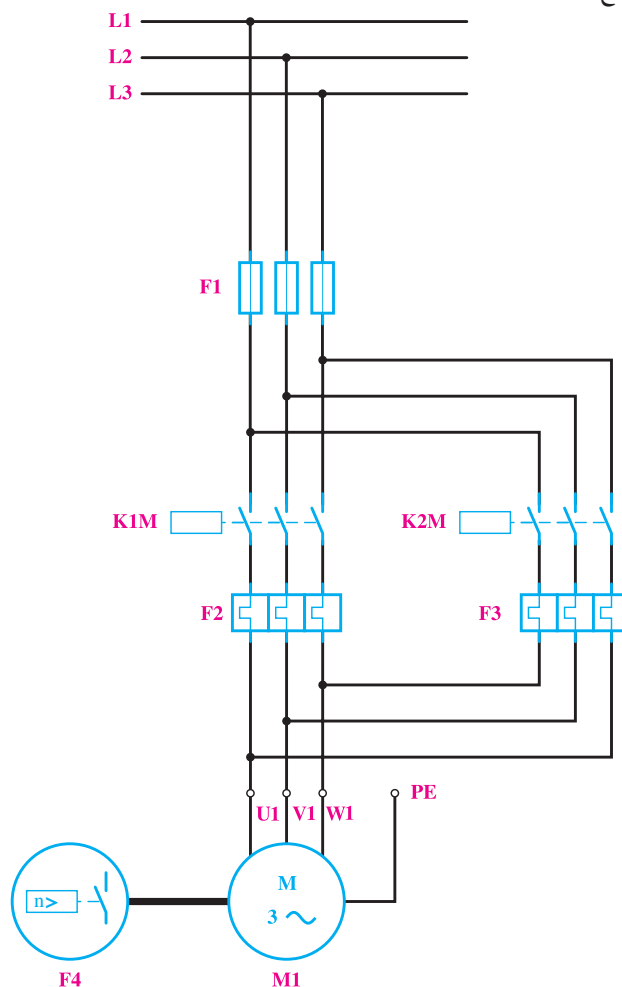
حل: مدار الکتریکی برای راه‌اندازی و شروع به کار موتور

## 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

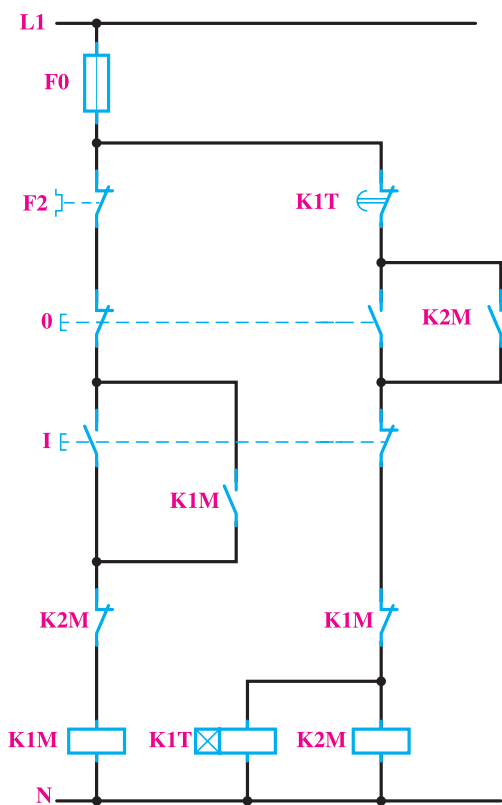
در شکل ۴-۱۰۱ نیز مدار قدرت و در شکل ۴-۱۰۲ مدار فرمان همین کار عملی، در حالتی که از ترمز جریان مستقیم استفاده شده، نشان داده شده است.

چون اتصال سیم پیچ‌های موتور به صورت ستاره است، از این رو برای حالت ترمز، آن‌ها را مطابق شکل ۴-۹۸-a اتصال می‌دهیم تا گرمای ایجاد شده نیز در تمامی سیم پیچ‌ها تقسیم شود.

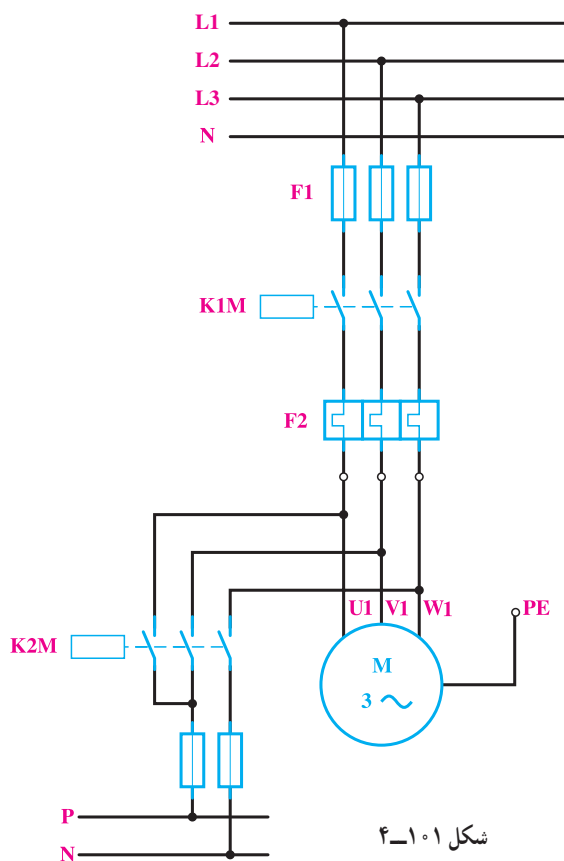
در این صورت جریان DC مورد نیاز برابر با  $I_d = 1/4 I_N = 1/4 \times 15/2 = 21/4 A$  خواهد شد. ولتاژ منبع

$$U_d = 2/12 R_1 I_N \text{ با برابر با } U_d = 2/12 \times 0/59 \times 15/2 = 19V$$

باشد.  $U_d = 2/12 \times 0/59 \times 15/2 = 19V$



شکل ۴-۱۰۲



شکل ۴-۱۰۱

تمرین

۱- مدار فرمان و مدار قدرت را برای حالتی که به جای کلید تابع دور در شکل‌های ۴-۹۹ و ۴-۱۰۰ از تایمر

استفاده شود، ترسیم کنید.

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



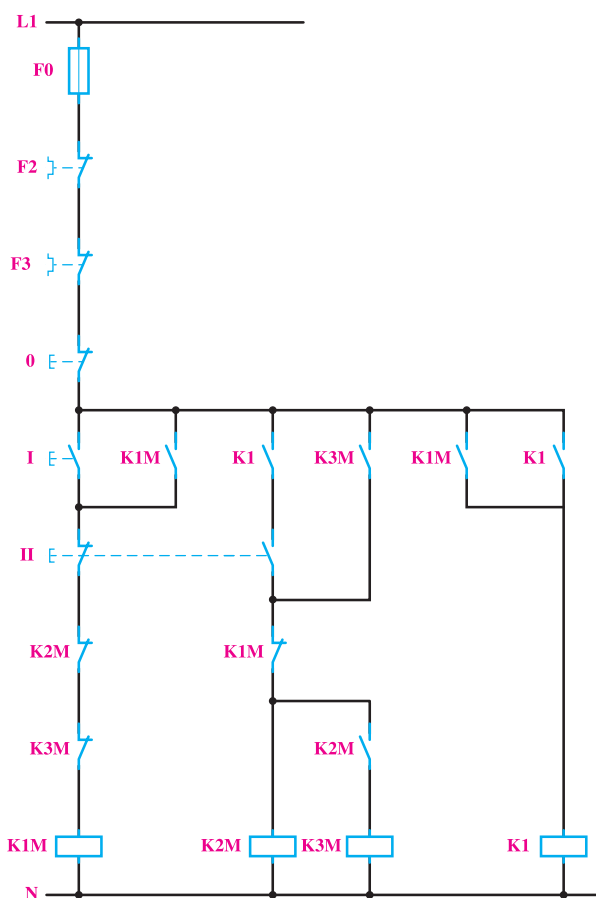
## کار عملی ۱۰



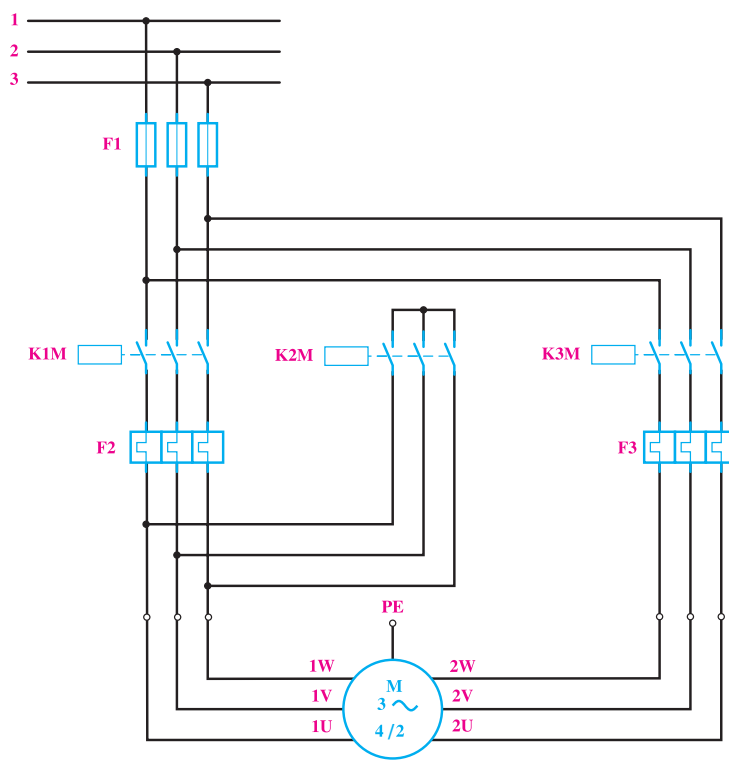
شکل ۴-۱۰۳

در روی یک ماشین مته، باید یک موتور سه فاز آسنکرون رتور قفسی با دو سرعت  $145^\circ$  و  $294^\circ$  دور در دقیقه نصب کرد تا بتوان سرعت گردش مته را علاوه بر تسمه و پولی، به وسیله 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 سرعتی دالاندر در فصل سوم بررسی شده است، در این جا درباره‌ی آن بحث نمی‌شود و مدار قدرت و مدار فرمان برای اتصال این موتور به شبکه، توسط کنتاکتور 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.



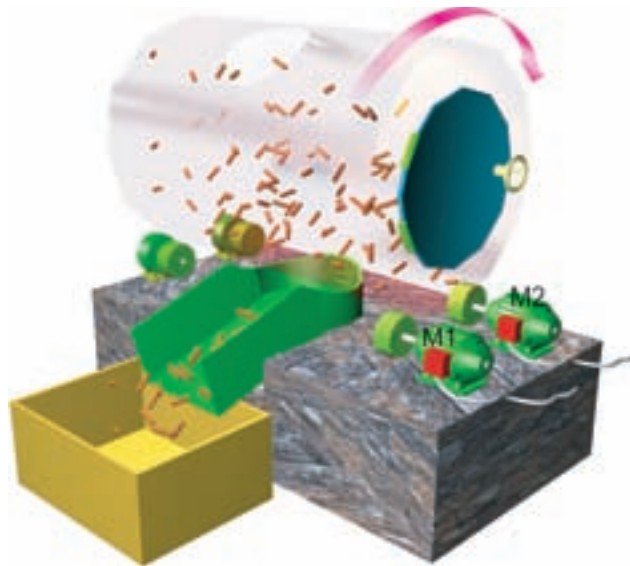
شکل ۴-۱۰۵



شکل ۴-۱۰۴



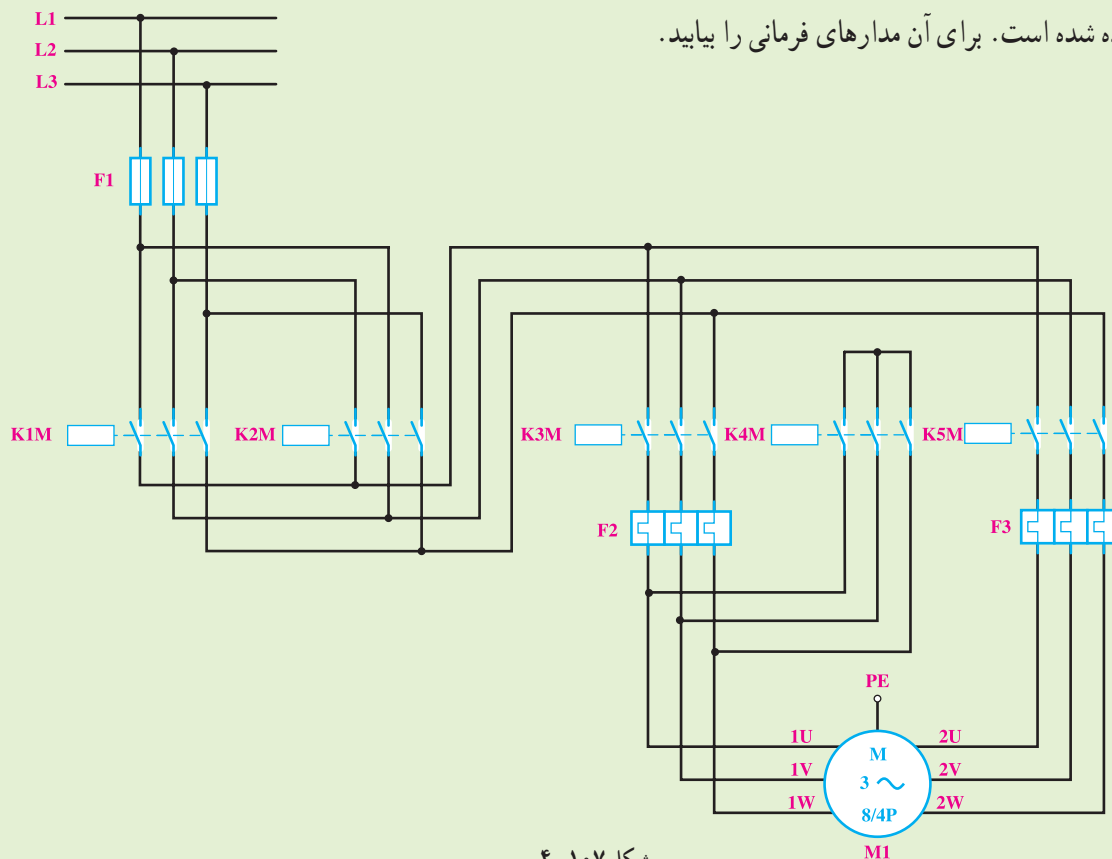
- ۱- علت استفاده از کنتاکتور K1، در مدار فرمان شکل ۴-۱۰۵ چیست؟ به طور کامل توضیح دهید.
- ۲- سبب استفاده از کنتاکت‌های بسته K2M و K3M (با هم) که به طور سری با کنتاکتور K1M در مدار فرمان شکل ۴-۱۰۵ قرار گرفته‌اند چیست؟
- ۳- در خط تولید یک کارخانه، در محفظه‌ای گردان ذرت داغ به همراه ادویه مخلوط می‌گردد و از دریچه تخلیه‌ای بر روی کانال هدایت مواد ریخته می‌شود. برای این منظور محفظه به دو موتور دالاندر، جهت گرداندن در دو 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 تخلیه‌ی آن در مقابل کانال هدایت مواد، بلافاصله بایستد.
  - پ- در صورتی که یکی از موتورها به دلیل داشتن اشکال از مدار خارج شد، موتور دوم نیز از کار بیفتد.



شکل ۴-۱۰۶

## ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند

۴- در شکل ۱۰۷-۴ مدار قدرت دالاندر چپ‌گرد - راست‌گرد نشان داده شده است. برای آن مدارهای فرمانی را بیابید.



شکل ۱۰۷-۴

## 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 گسترده، گاه اشکالاتی وجود دارد که از نظر شخص طراح پوشیده 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 همه‌جانبه‌ی آن یافت و برطرف نمود. هر چه تجربه‌ی شخص طراح بیش‌تر 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.
	کنتاکت‌های شستی یا میکروسویچ خوب اتصال نمی‌کنند.	کنتاکت‌ها را تمیز و در صورت لزوم آن‌ها را تعویض کنید.
	ولتاژ تغذیه‌ی کنتاکتور کم است.	از بوبین مناسب یا ولتاژ مناسب استفاده کنید.
	تایمر یا کلیدهای اتوماتیک دیگر عمل نمی‌کنند.	مدار تغذیه‌ی تایمر را کنترل کنید؛ کنتاکت‌های تایمر را کنترل کنید.
کنتاکتور به طور موقت جذب و بعد قطع می‌شود.	کنتاکت کمکی، مدار نگاه‌دارنده را نمی‌بندد.	کنتاکت‌ها را تمیز کنید؛ اتصالات را کنترل کنید.
	اتصال کوتاه در مدار فرمان و یا در شستی‌ها وجود دارد.	اتصال کوتاه را برطرف کنید. (اغلب اتصال کوتاه در شستی‌ها اتفاق می‌افتد).
	سیم‌پیچ کنتاکتور سوخته است.	بوبین کنتاکتور را تعویض کنید.
بوبین 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.
	بوبین کنتاکتور با ولتاژ نامی خود تغذیه نمی‌شود.	برای کنتاکتور از بوبین مناسب استفاده کنید.
	بوبین کنتاکتور اتصال حلقه دارد.	بوبین کنتاکتور را تعمیر یا تعویض نمایید.
کنتاکتور جذب کرده است اما صدا می‌دهد.	مدار هسته بسته نمی‌شود.	سطح قطب‌ها و مسیر حرکت هسته را کنترل و با بنزین یا تری‌کلراتیلن تمیز کنید.
	حلقه‌ی اتصال کوتاه روی سطح قطب‌ها در هنگام مونتاژ، اشتباه گذاشته شده است.	هسته را درآوردید 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 خورده‌اند. (پایان عمر مکانیکی).	کنتاکتور را باز و کنتاکت‌ها را تعویض نمایید.
کنتاکتور قطع نمی‌کند.	در سیم‌های رابط المان‌های مدار فرمان، اتصال کوتاه یا در چند نقطه اتصال زمین وجود دارد.	سیم‌ها را کنترل و اتصالاتی را برطرف کنید.
	کنتاکت‌های تایمر به یکدیگر اتصالی دارند و باز نمی‌شوند.	کنتاکت‌های تایمر را تمیز یا تعویض نمایید.