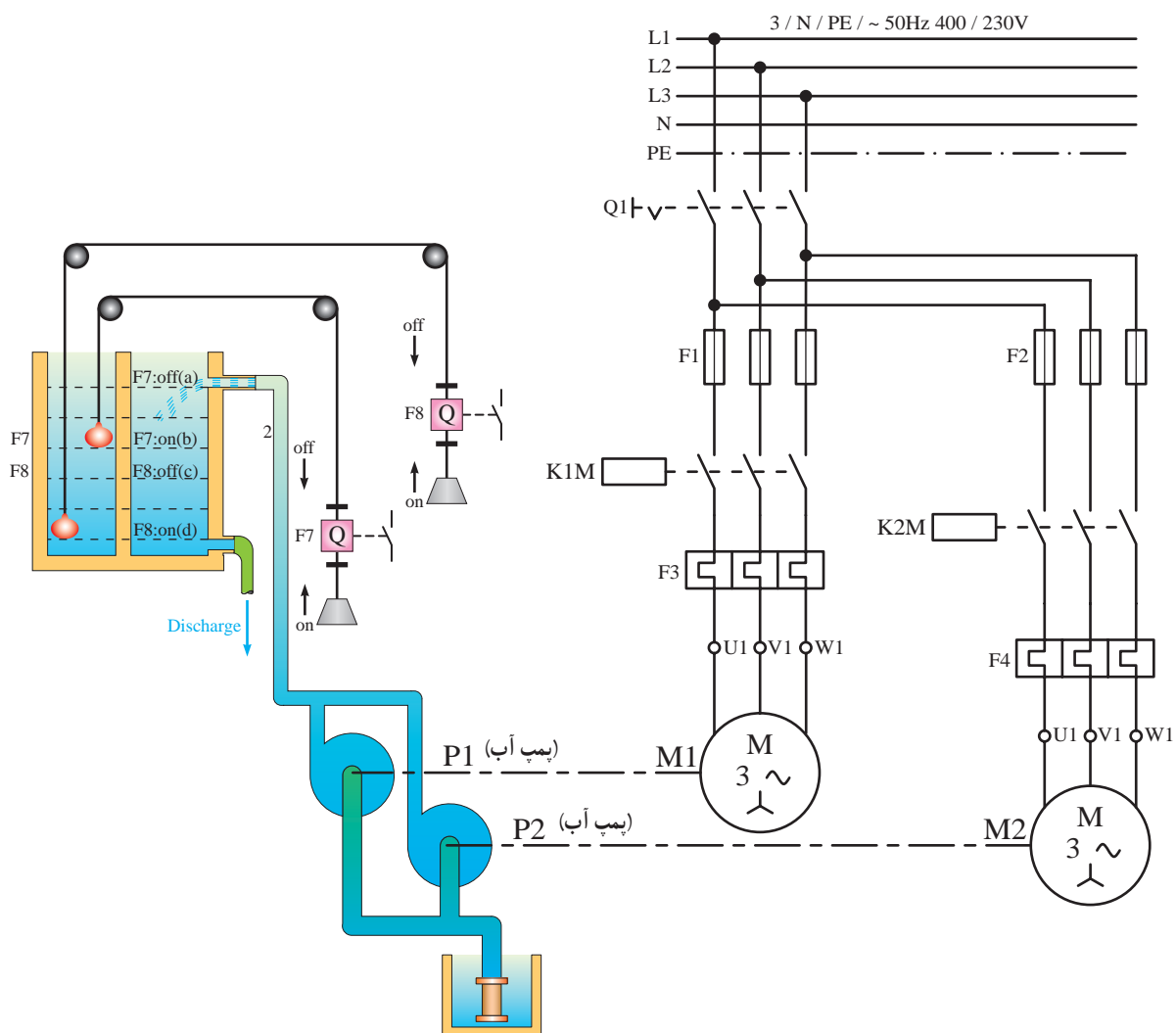


## نقشه خوانی برق

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

- ۱- علایم اختصاری وسایل الکتریکی را بیان کند.
- ۲- مدارهای الکتریکی را شرح دهد.
- ۳- علایم اختصاری مدارهای صنعتی را معرفی کند.
- ۴- نقشه‌های مدارهای صنعتی را شرح دهد.
- ۵- مدارهای داده شده را تشریح کند.



## سیمای فصل ۱۲

- علایم اختصاری وسایل الکتریکی
- مدارهای الکتریکی
- شمای حقیقی
- شمای فنی
- شمای مسیر جریان
- علایم اختصاری مدارهای صنعتی
- نقشه مدارهای صنعتی



## آشنایی با دانشمندان

### هرتز

(Heinrich Rudolf Hertz / ۱۸۹۶-۱۸۵۷)

هنریچ رودولف هرتز یک فیزیک‌دان آلمانی بود که در سال ۱۸۵۷ به دنیا آمد، او اولین شخصی بود که امواج الکترومغناطیسی (رادیویی) را دریافت و پخش کرد. بین سال‌های ۱۸۸۵ تا ۱۸۸۹ که وی استاد فیزیک بود، توانست امواج الکترومغناطیسی را در آزمایشگاه تولید و طول موج و سرعت آن‌ها را اندازه‌گیری کند. او ثابت کرد که ماهیت انعکاس و شکست امواج الکترومغناطیسی مشابه امواج نور است. واحد فرکانس به احترام او به نام «هرتز» نامیده شد.



## ۱۲- نقشه خوانی برق

۱- مدارهای روشنایی الکتریکی و لوازم خانگی : مدارهایی که برای اتصال آنها از شبکه تک فاز ۲۲۰ ولت استفاده می شود؛ مانند لامپ و یخچال.

۲- مدارهای صنعتی : مدارهایی که برای اتصال آنها از شبکه سه فاز ۳۸۰ ولت استفاده می شود؛ مانند پمپ یک موتورخانه.

### ۱۲-۱- علایم اختصاری و سایل الکتریکی

در جدول ۱۲-۱ علامت اختصاری چند وسیله الکتریکی که در مدارهای روشنایی یا لوازم خانگی به کار می روند، نشان داده شده است.

در جدول ۱۲-۲ علایم اختصاری چند وسیله الکتریکی که در مدارهای روشنایی کاربرد دارند در دو استاندارد VDE و IEC نشان داده شده است.

در این بخش هدف، آشنایی با نقشه خوانی مدارهای الکتریکی است. برای رسیدن به این مهم لازم است تا با علایم اختصاری و مبنای ترسیم و نقشه خوانی مدارهای الکتریکی آشنا شویم.


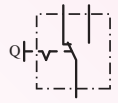


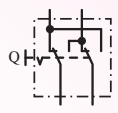

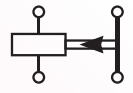
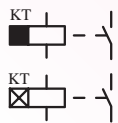





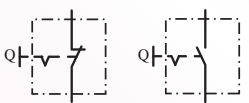


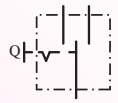


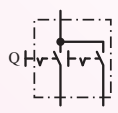


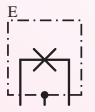





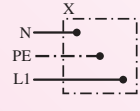
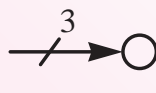
در مباحث الکتریکی نقشه ها اغلب در دو استاندارد وی. دی. ای (V.D.E)، استاندارد برقکاران آلمان) و آی. ای. سی (I.E.C)، کمیته بین المللی الکتروتکنیک) ترسیم می شوند. اما از آنجایی که استاندارد آ.ان.اس. آی (A.N.S.I)، مؤسسه استاندارد بین المللی آمریکا) در گرایش تأسیسات مکانیکی کاربرد بیشتری دارد به همین جهت در تشریح مطالب و علایم این قسمت هر سه استاندارد در نظر بوده است.

نظر به این که وسایل الکتریکی با ولتاژهای کار گوناگون وجود دارند به همین دلیل نقشه مدارهای الکتریکی آنها را به دو دسته کلی زیر می توان تقسیم کرد.

جدول ۱-۱۲- علایم اختصاری

علایم الکتریکی	نام وسیله	علایم الکتریکی	نام وسیله
 یا 	لامپ سیگنال		زنگ از نوع چکشی
	لامپ رشته‌ای		بی‌زر، ویراتور
	زنگ اخبار		دریازکن
	لامپ فلورسنت		دهنی (میکروفن)
	سیم زیرکار		گوشی
	سیستم توکار		بلندگو
	جعبه تقسیم		آلارم (بوق)
	ماشین لباس شویی		بخاری برقی
	ماشین ظرف شویی		فتوسل
	اجاق برقی		مقاومت (المنت گرمکن)
	آب گرم کن		سلف (سیم بیج)
	پریر دوبل با کنتاکت محافظ		خازن
	پریر سه فاز با کنتاکت محافظ		سیم سیگنال
	بادبزن		سیم تلفن
	یخچال		لامپ احتیاط
	فریزر		چراغ خطر
	باتری به طور کلی		لامپ قابل قطع

جدول ۲-۱۲- علائم اختصاری وسایل الکتریکی

شمای حقیقی VDE	شمای حقیقی IEC	شمای فنی	نام وسیله
			کلید تبدیل
			کلید صلیبی
			رله زمانی
			ترانسفورماتور
			کلید یک‌پل
			کلید گروهی
			کلید دوبل
			لامپ رشته‌ای با بدنه زمین (حفاظت شده)
			پریش با کنتاکت محافظ (پریش شوکو)
			انشعاب یا جعبه تقسیم با تغذیه از سمت چپ

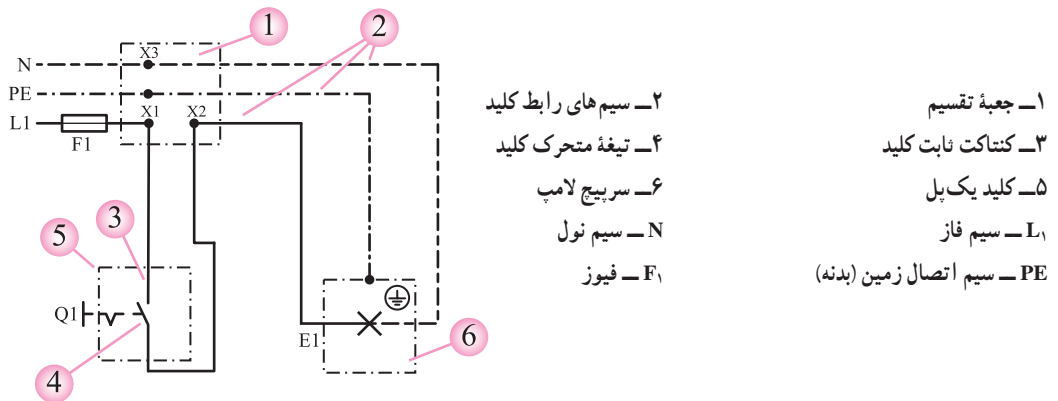
## ۱۲-۲ مدارهای الکتریکی

مدارهای روشنایی را در سه شکل (نقشه) مختلف به شرح

زیر نشان می‌دهند.

### ۱۲-۲-۱ شمای حقیقی: نقشه‌ای که از آن برای

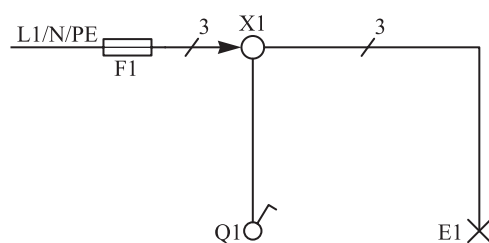
نشان دادن نحوه اتصال سیم‌های رابط به کلیدها، عیب‌یابی و تا حدودی محل قرار گرفتن اجزای مدار روی تابلوی آموزشی به کار می‌رود. شکل ۱۲-۱ تصویر شمای حقیقی مدار کلید یک پل را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۱ شمای حقیقی کلید یک پل

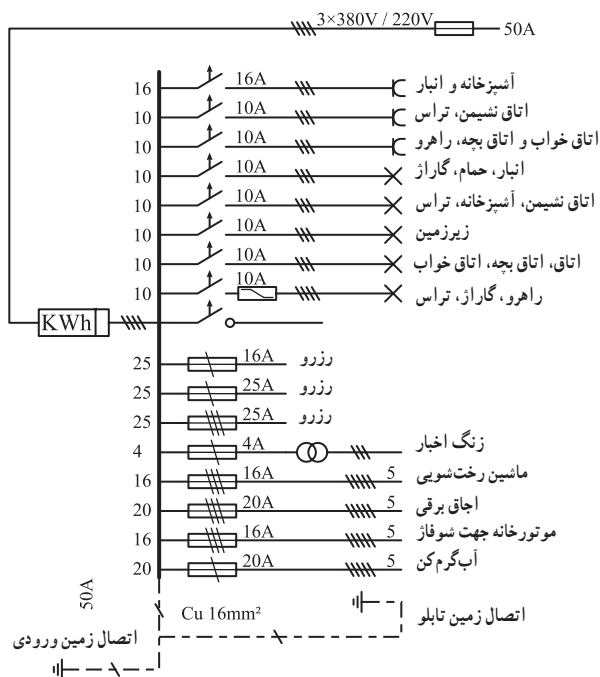
### ۱۲-۲-۲ شمای فنی (نقشه تک خطی): شمای

فنی، نقشه ساده یک خطی است که نحوه اتصال قسمت‌های اصلی مدار را بدون سیم‌های کمکی و چگونگی سیم‌کشی نشان می‌دهد. در واقع شمای فنی لوله‌های سیم‌کشی رابط بین اجزای مدار را به همراه تعداد سیم‌هایی که از داخل لوله می‌گذرد، نشان می‌دهد. تعداد سیم‌های داخل لوله اغلب با یک خط کوتاه مایل، که روی قسمت‌های مختلف گذاشته می‌شود، تعیین می‌گردد. اگر تعداد سیم‌های عبوری بیش از دو سیم باشد با عدد نشان داده می‌شود. شکل ۱۲-۲ تصویر شمای فنی مدار کلید یک پل شکل قبل را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۲ شمای فنی

تمامی نقشه‌های تابلوی برق تأسیسات مکانیکی با شمای فنی نشان داده می‌شوند. شکل ۱۲-۳ نقشه شمای فنی تابلوی برق یک منزل مسکونی را نشان می‌دهد.



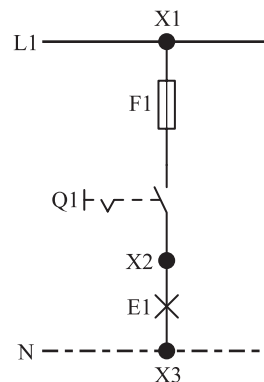
شکل ۱۲-۳

### ۱۲-۲-۳- شمای مسیر جریان : نقشه‌ای که در آن

مسیرهای عبور و جریان برق‌رسانی به وسایل الکتریکی به صورت عمودی نشان داده می‌شود. در این نقشه مدار از سیم فاز شروع و پس از عبور از وسایل، به سیم نول ختم می‌شود. شکل ۱۲-۴ تصویر شمای مسیر جریان مدار کلید یک پل را نشان می‌دهد.

### ۱۲-۳- علایم اختصاری مدارهای صنعتی

برای آشنایی با نحوه ترسیم و نقشه خوانی مدارهای صنعتی نیز لازم است تا با علایم اختصاری آن‌ها آشنایی داشته باشیم. جدول ۱۲-۳ علامت اختصاری چند نمونه قطعات صنعتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۴- شمای مسیر جریان

جدول ۳-۱۲- علایم اختصاری

علامت اختصاری ANSI	علامت اختصاری IEC	علامت اختصاری VDE	نام وسیله یا قطعه
L1 L2 L3	400V / 230V / 50Hz~ L1 L2 L3	380V / 220V / 50Hz~ R S T	شبکه سه فاز
N	N	MP	سیم نول
PE	PE	SL	سیم ارت
			اتصال بدنه
			فیوز
			کلید فیوز (فیوز مینیاتوری)
			کلید موتوری
			موتور الکتریکی
			سیم پیچی موتور تک فاز (تخته کلم)
			سیم پیچی موتور سه فاز (تخته کلم)
			آمپر متر



ادامه جدول ۳-۱۲- علایم اختصاری

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری VDE	علامت اختصاری IEC	علامت اختصاری ANSI
ولت متر			یا
وات متر			یا
مبدل جریان			
کلید قطع و وصل			
کنتاكت بسته			
کنتاكت باز			
کنتاكت دوحالته (بسته و باز)			
کنتاكت بسته با تأخیر در باز شدن			
کنتاكت باز با تأخیر در بسته شدن			
شستی استارت (دگمه فشاری پوش باتن)			
شستی استارت (دگمه فشاری پوش باتن)			
شستی استپ - استارت			
بی متال			
کنترل کننده محدوده حرکت (لیمیت سویچ - میکروسویچ)			

ادامه جدول ۳-۱۲- علائم اختصاری

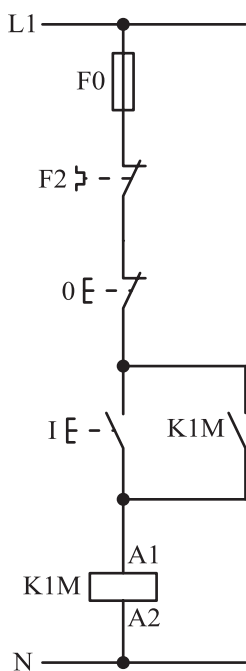
نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری VDE	علامت اختصاری IEC	علامت اختصاری ANSI
کنترل کننده ارتفاع سیال (فلوتر سوئیچ)			
کنترل کننده فشار (تابع فشار)			
کنترل کننده دما (ترموستات)			
شیر برقی			
کنتاکت تایمر با تأخیر در وصل			
کنتاکت تایمر با تأخیر در قطع			
محرك دستی			
محرك فشاری (با دست)			
محرك کششی			
محرك تغییر جهت			
محرك الكترومغناطیسی			
محرك با سطح سیال			
محرك فشاری (با پدال)			
قفل مکانیکی			
بوین کنتاکتور (عملگر)			
رله‌های عملگر با مشخصه‌های خاص			
رله زمانی (تایمر) با تأخیر در وصل			
رله زمانی (تایمر) با تأخیر در قطع			
رله یا تحریک حرارتی (بی متال)			
رله اضافه جریان (جریان زیاد)			
رله قطع کننده جریان معکوس			
لامپ			

## ۱۲-۴- نقشه مدارهای صنعتی

نقشه مدارهای صنعتی که اغلب برای راه اندازی موتورهای الکتریکی به کار می روند در چند شکل نشان داده می شوند. در این قسمت به دو نقشه پر کاربرد این گروه از مدارها اشاره شده است.

### ۱- نقشه مدار قدرت : به نقشه ای که انرژی الکتریکی

را از شبکه سه فاز دریافت و به مصرف کننده منتقل می کند، نقشه «مدار قدرت» گفته می شود. شکل ۱۲-۵ تصویر یک نمونه مدار قدرت را نشان می دهد.



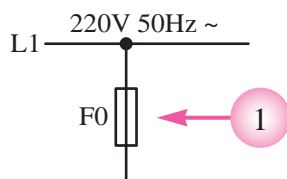
شکل ۱۲-۶

در ترسیم یا نقشه خوانی مدارهای فرمان صنعتی به نکات

زیر باید توجه کرد :

۱- در تمامی مدارهای الکتریکی ضروری است از یک فیوز

که به صورت سری با کل مدار قرار می گیرد، جهت حفاظت مدار در مقابل اتصال کوتاه استفاده کرد (قطعه ۱ در شکل ۱۲-۷).

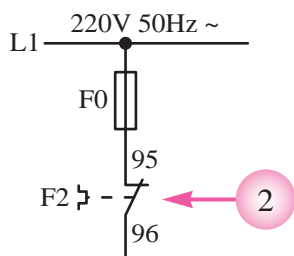


شکل ۱۲-۷

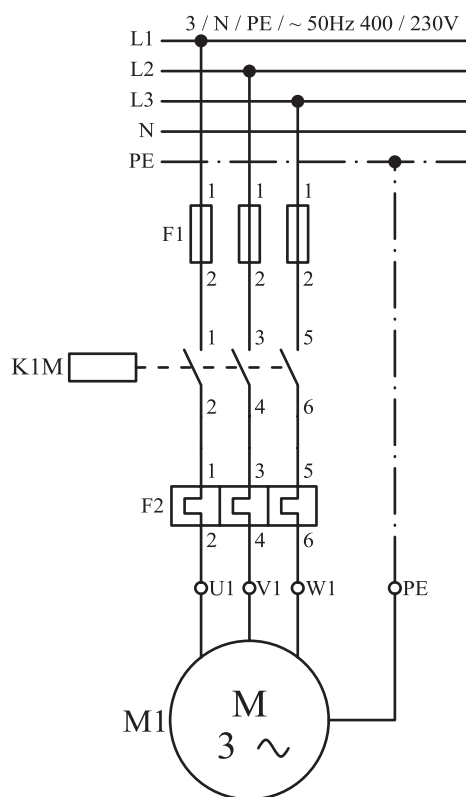
۲- در برخی مدارهای الکتریکی صنعتی روی حفاظت مدار

در برابر اضافه بار احتمالی از عنصری به نام بی متال، بعد از فیوز در

مدارهای فرمان، استفاده می شود (قطعه ۲ در شکل ۱۲-۸).



شکل ۱۲-۸



شکل ۱۲-۵

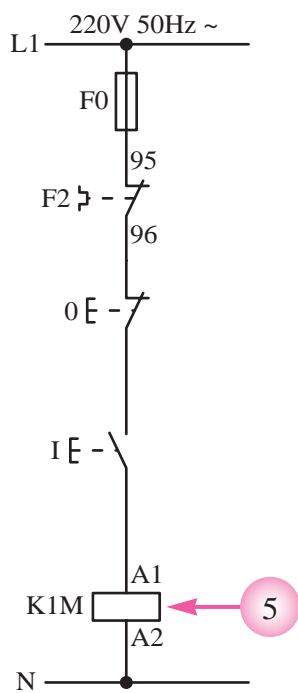
### ۲- نقشه مدار فرمان : به نقشه ای که از آن برای ارسال

نحوه عملکرد یا تعیین مدت زمان کارکرد مدار قدرت استفاده می شود، نقشه «مدار فرمان» گویند.

ولتاژ کار اغلب مدارهای فرمان شبکه تک فاز است.

شکل ۱۲-۶ تصویر یک نمونه مدار فرمان را نشان می دهد.

۵- در انتهای هر مسیر ساده جریانی اگر از وسایل و تجهیزات دیگری استفاده شود باید بوبین رله‌های عملگر، مانند بوبین کنتاکتورها را قرار داد. برای این که راحتی کار در زمان سیم کشی و عملگر معمولاً یک طرف بوبین کنتاکتورها به سیم نول وصل می‌شود و در نتیجه با وصل کلیدها یا شستی‌های مدار، سیم فاز به سمت دیگر بوبین کنتاکتور وصل می‌شود و پس از مغناطیس شدن آن، کنتاکت‌های آن عمل می‌کند (قطعه ۵ در شکل ۱۲-۱۱). براساس توضیحات داده شده می‌توان نقشه مدار

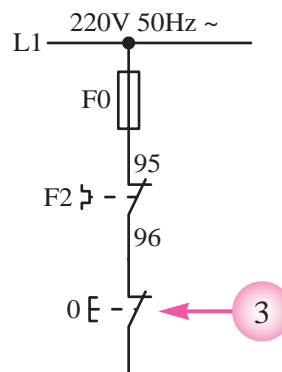


شکل ۱۲-۱۱

قدرت و فرمان راه‌اندازی یک موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی را با استفاده از کلید یک پل به صورت شکل ۱۲-۱۲ نشان داد.

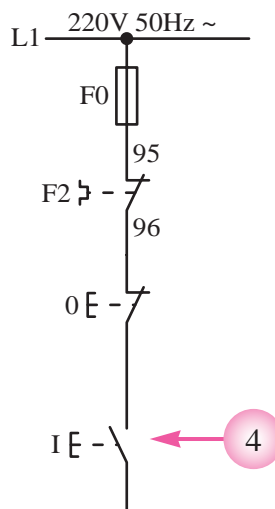
اگر بخواهیم با فشار بر شستی، مدار فرمان به صورت لحظه‌ای کار کند کافی است به جای کلید یک پل از یک شستی استارت مطابق شکل ۱۲-۱۳ استفاده کرد.

۳- یکی از قطعاتی که در مدارهای صنعتی نقش قطع‌کننده مدار را دارد، شستی استپ است. اگر هدف استفاده از شستی استپ قطع کل مدار باشد، باید آن را همیشه به صورت سری پس از بی‌متال در مدار قرار داد. در صورتی که هدف قطع یک قسمت از مدار باشد شستی استپ را باید فقط در مسیر آن وسیله قرار داد (قطعه ۳ در شکل ۱۲-۹).

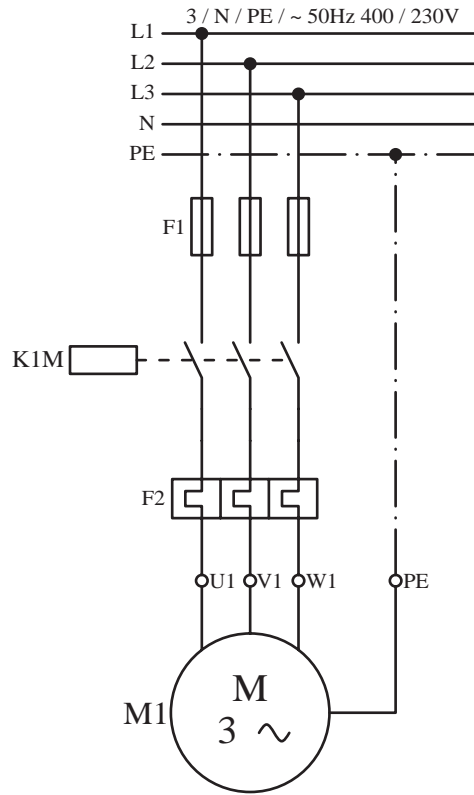
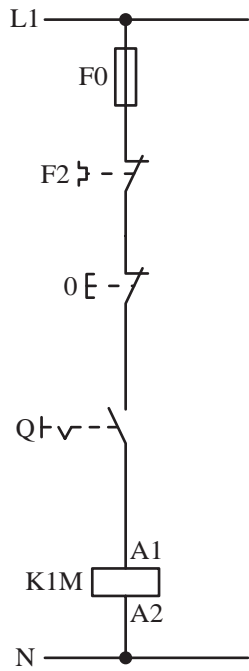


شکل ۱۲-۹

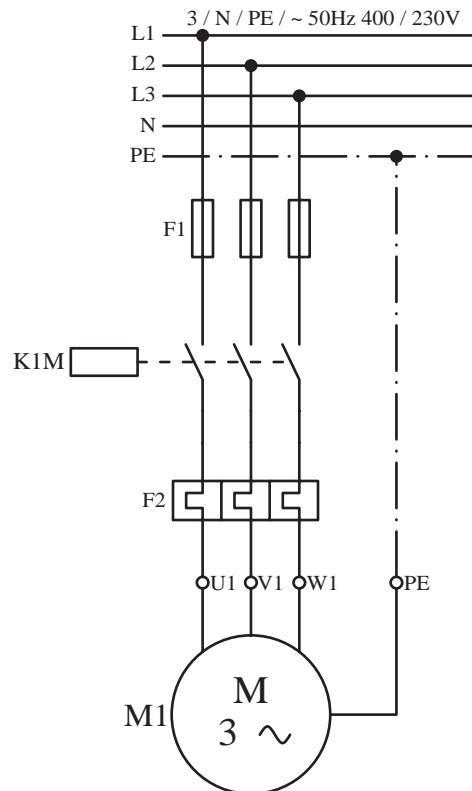
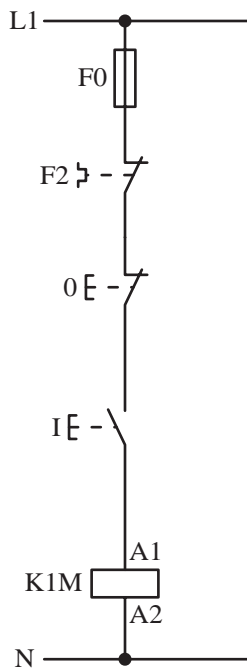
۴- برای شروع به کار هر مدار فرمانی باید از یک وسیله وصل‌کننده مانند یک کلید یا شستی استارت استفاده کرد، که محل قرار گرفتن آن پس از شستی استپ مدار است (قطعه ۴ در شکل ۱۲-۱۰).



شکل ۱۲-۱۰



شکل ۱۲-۱۲

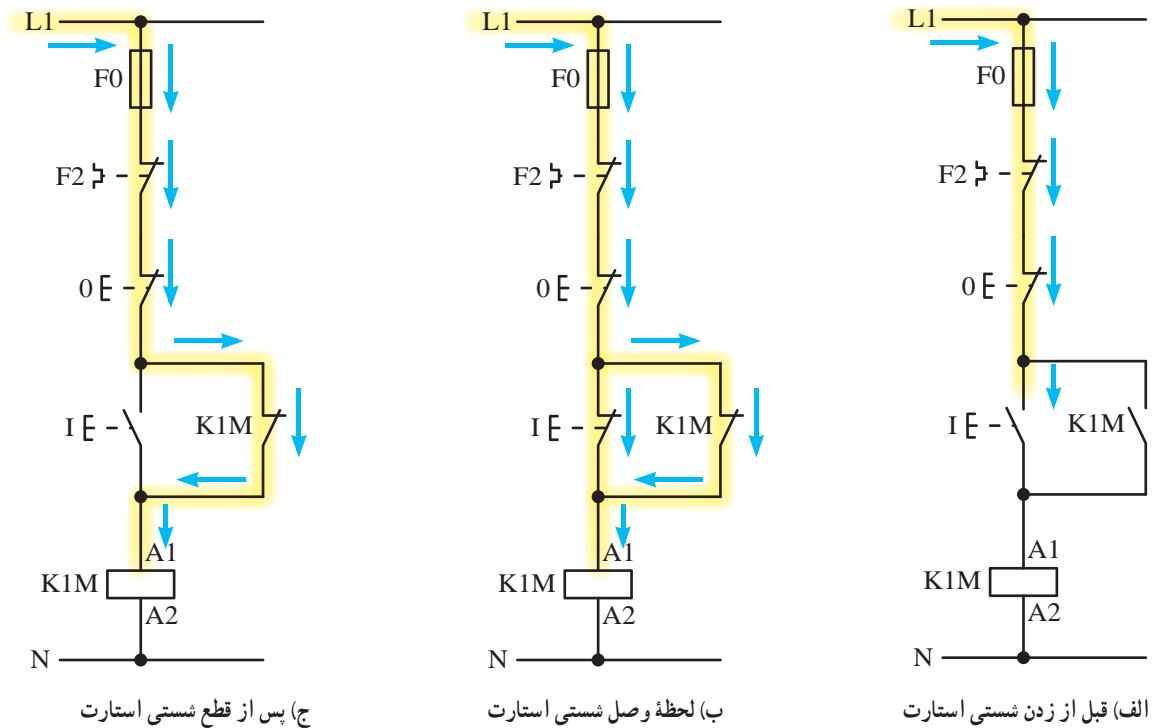


شکل ۱۲-۱۳

و استپ یک مدار راه اندازی موتور سه فاز را به صورت دایم کار طراحی کنیم، کافی است یکی از کنتاکت‌های باز کنتاکتور را به صورت موازی با شستی استارت قرار دهیم. چون تیغه باعث می‌شود تا مدار در شرایط پایدار باقی بماند به همین دلیل به این کنتاکت «تیغه خود نگه دارنده» نیز گفته می‌شود.

نحوه عملکرد مدار فرمان در سه وضعیت (قبل از زدن شستی، لحظه وصل شستی و پس از قطع شستی) را در شکل ۱۴-۱۲ مشاهده می‌کنید.

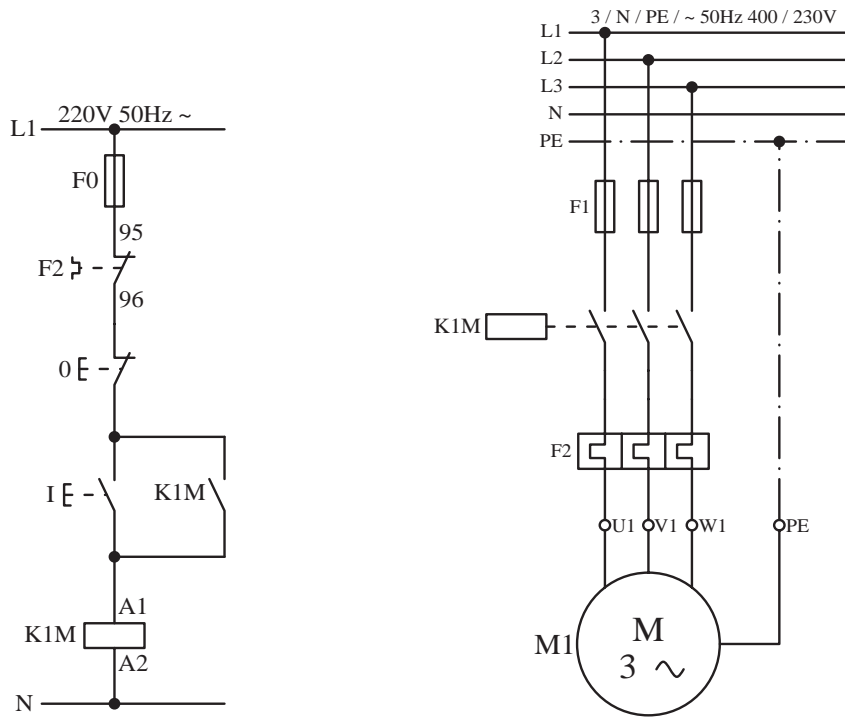
همان‌طور که در نقشه مدار فرمان مشخص است جریان از طریق فیوز ( $F_0$ )، بی‌متال ( $F_2$ )، استپ (O) تا استارت (I) آمده است. هرگاه شستی استارت وصل شود جریان به بوبین کنتاکتور می‌رسد و آن را مغناطیس می‌کند. در نتیجه تیغه‌های آن که در مدار قدرت قرار دارند وصل می‌شود و جریان سه فاز به سرهای  $U_1$ ،  $V_1$ ،  $W_1$  موتور می‌رسد و تا زمانی که دست ما روی شستی باشد، کار می‌کند. هرگاه دست را از روی شستی برداریم برق بوبین قطع می‌شود و در نتیجه موتور خاموش می‌گردد. در صورتی که بخواهیم با استفاده از شستی‌های استارت



شکل ۱۴-۱۲

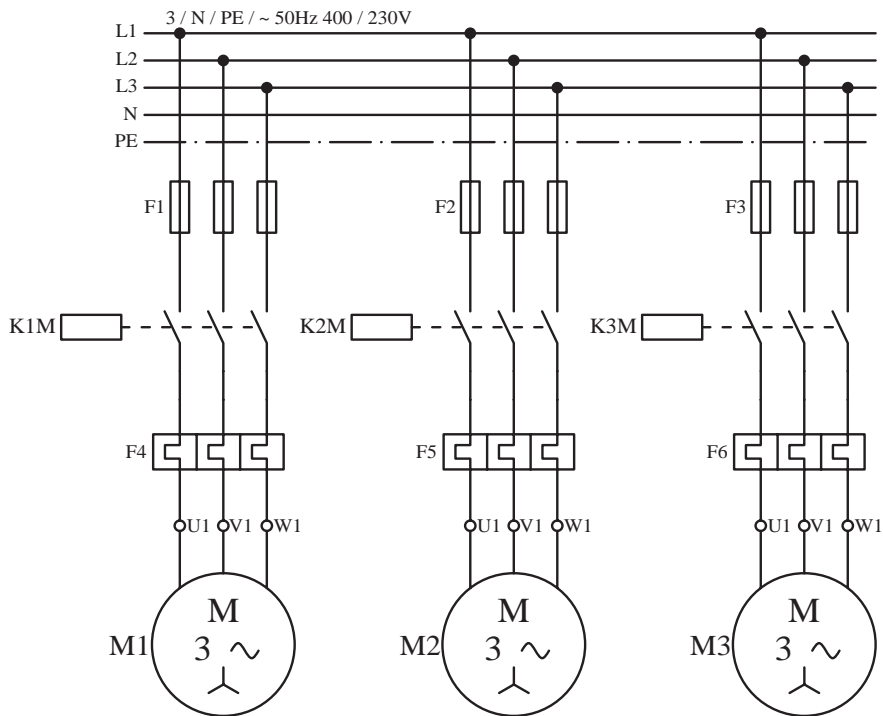
سؤال: با مشاهده تصاویر مدار فرمان (نشان داده شده در را انجام دهید.

شکل ۱۴-۱۲) نقشه خوانی مدار فرمان و قدرت شکل ۱۵-۱۲

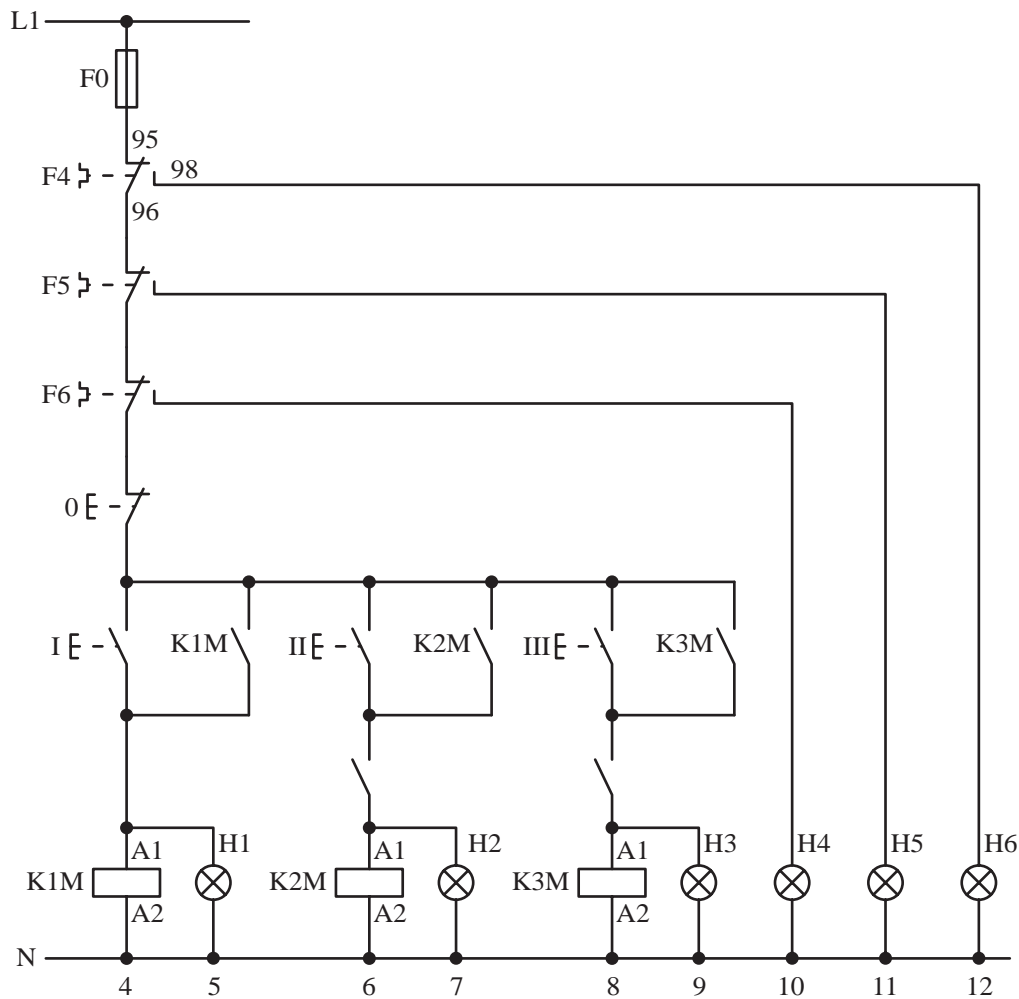


شکل ۱۵-۱۲

در شکل ۱۲-۱۶ نقشه مدار قدرت و فرمان راه اندازی نشان داده شده است. سه موتور که به صورت یکی پس از دیگری راه اندازی می شوند،



شکل ۱۶-۱۲



ادامه شکل ۱۶-۱۲

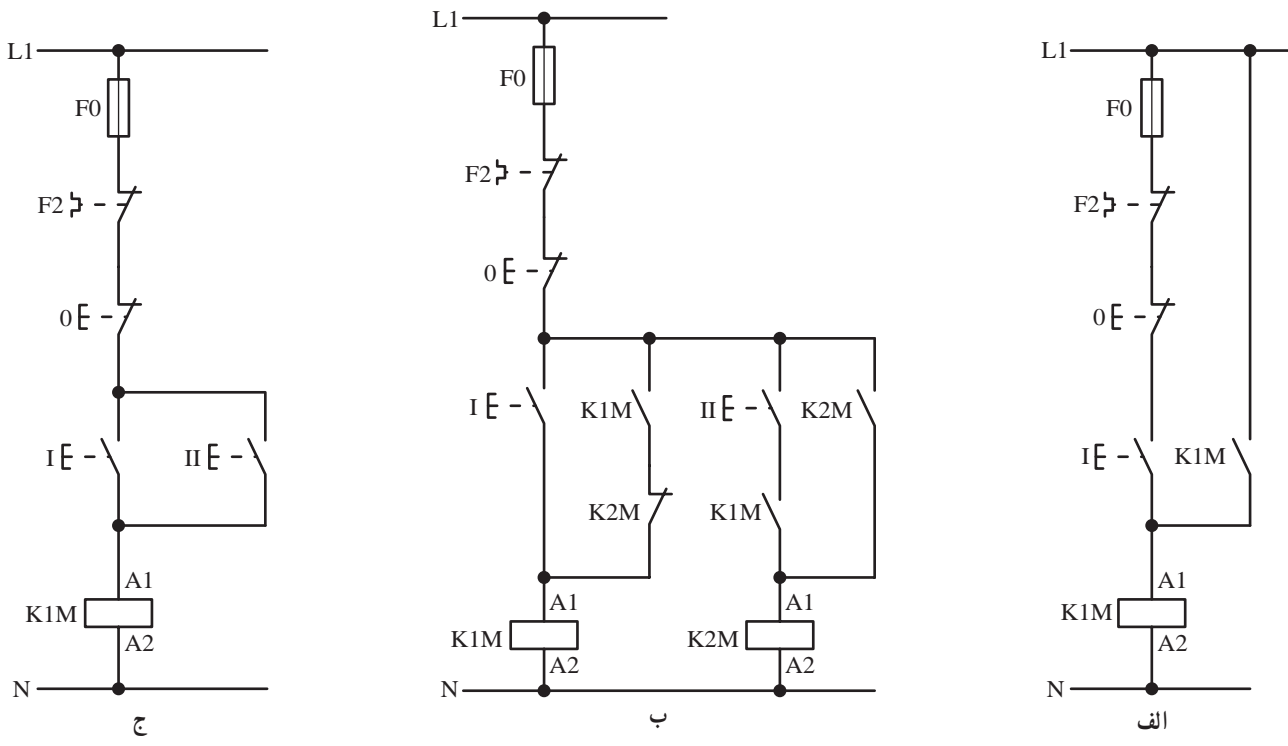
می‌شود و به صورت یک شرط، مسیر موتور سوم (M۳) را آماده وصل می‌کند. با زدن شستی III جریان به بوبین کنتاکتور K۳M به لامپ H۳ می‌رسد و هر دو در وضعیت روشن قرار می‌گیرند. با کمی دقت در مدار فرمان شکل ۱۶-۱۲ مشاهده می‌شود در این مدار از سه لامپ سیگنال دیگر به نام‌های H۴ و H۵ و H۶ استفاده شده است که به ترتیب در مسیر تیغه فرمان بی‌متال‌های مربوط به موتورهای M۱، M۲ و M۳ قرار گرفته‌اند. در صورت بروز اضافه بار بر روی هر یک از موتورها، که باعث قطع بی‌متال مربوطه می‌شود، لامپ سیگنال (خبردهنده) روشن می‌شود و مشخص می‌کند کدام موتور تحت بار قرار گرفته است.

همان‌گونه که در نقشه مدار فرمان مشخص است با زدن شستی استارت (I) که در مسیر جریان ۴ قرار دارد جریان به بوبین کنتاکتور می‌رسد. ضمن مغناطیس شدن کنتاکتور K۱M لامپ سیگنال H۱ نیز روشن می‌شود. در این حالت مدار از طریق تیغه خود نگاه‌دار K۱M مسیر ۵ در شرایط پایدار باقی می‌ماند. هم‌چنین تیغه باز K۱M که در مسیر جریانی ۶ قرار دارد بسته می‌شود. حال اگر در این وضعیت شستی II فشار داده شود جریان به بوبین کنتاکتور K۲M می‌رسد و ضمن وصل شدن کنتاکت‌های کنتاکتور لامپ سیگنال H۲ نیز مشابه H۱ برای نشان دادن وضعیت موتور (M۱) روشن می‌شود. هم‌چنین در این حالت کنتاکت باز K۲M مسیر ۸ نیز وصل



پرسش تشریحی

– مدارهای فرمان داده شده در شکل ۱۷-۱۲ را در نظر بگیرید و با بررسی نقشه‌ها (نقشه خوانی) عملکرد هر یک از آن‌ها را توضیح دهید.



شکل ۱۷-۱۲