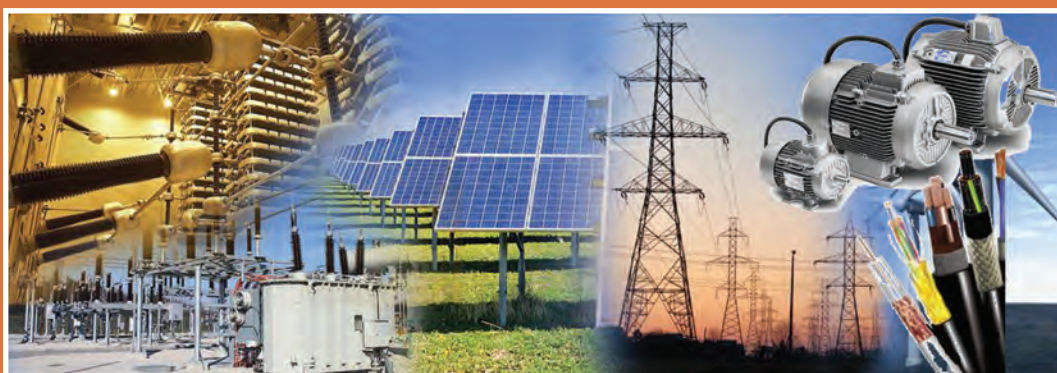
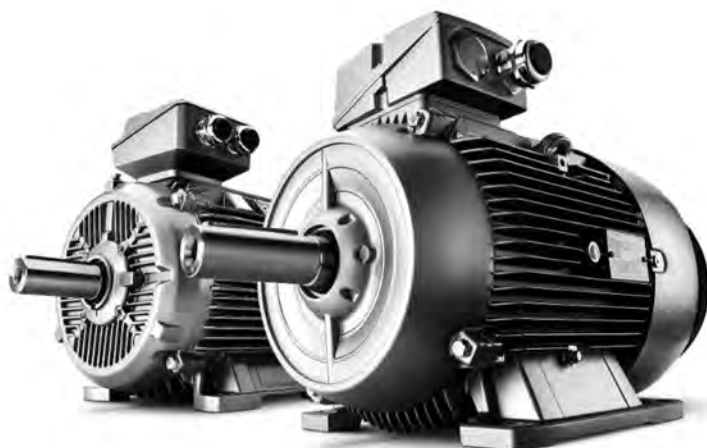


# پودمان ۱

## برق صنعتی



رشد روزافزون کارخانجات و مراکز صنعتی، استفاده از سیستم برق سه فاز به جای تک فاز و همچنین ضرورت شناسایی مصرف کننده‌ها و مخصوصاً موتورهای سه فاز و همچنین طریقه کنترل آنها را ایجاد می‌کند. هرچند موتورهای تک فاز نیز هنوز کاربرد خود را در صنعت دارند ولی مزایای برق سه فاز نسبت به تک فاز موجب گردیده است که در کارگاه‌ها و کارخانجات صنعتی از این موتورها استفاده شود. برای این منظور لازم است تمامی قسمت‌های مرتبط با کنترل موتورهای سه فاز، اعم از شبکه تغذیه، کابل‌های ارتباطی و انواع موتورهای سه فاز، مورد بررسی قرار گیرند.



## واحد یادگیری ۱

### شایستگی اجرای مدارهای برق صنعتی

#### آیا تا به حال پی برده اید:

- چرا در اکثر مراکز صنعتی از برق سه فاز استفاده می کنند؟
- مزایا و معایب انواع موتورهای سه فاز چیست؟
- چگونه می توان موتورهای سه فاز را کنترل نمود؟

#### هدف های این شایستگی عبارت اند از:

- آشنایی با ولتاژ خطوط مختلف؛
- آشنایی و توانایی نقشه خوانی و استفاده از کلیدهای دستی در راه اندازی موتورهای سه فاز؛
- آشنایی و توانایی نقشه خوانی و استفاده از کلیدهای مغناطیسی در راه اندازی موتورهای سه فاز.

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی برق صنعتی، هنرجویان قادر خواهند بود تا موتورهای سه فاز را با کلیدهای دستی و مغناطیسی (کنتاکتور) کنترل نموده و انواع نقشه های آن را ترسیم و نقشه خوانی کنند.

## کاربردهای برق سه فاز

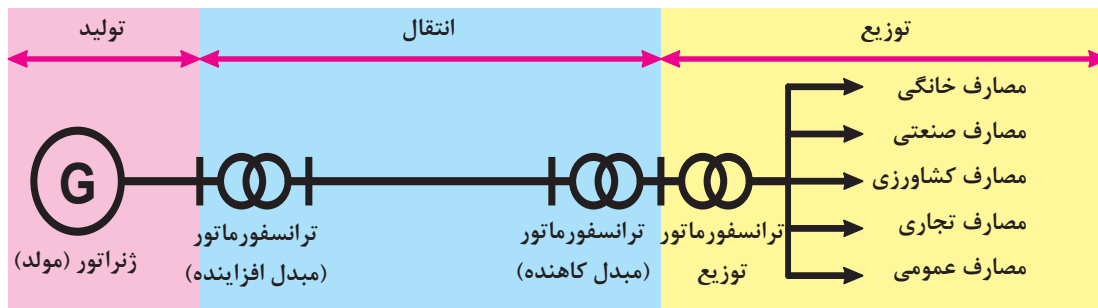
در بیشتر مراکز و کارخانجات تولیدی و صنعتی از ولتاژ سه فاز استفاده می‌کنند. سطح ولتاژ سه فاز در شبکه‌های سه فاز توزیع فشار ضعیف، ۴۰۰/۲۳۰ ولت است.

پژوهش

مزایای برق سه فاز نسبت به تک‌فاز را بیان کنید.






مراکز تولید برق اغلب در خارج از شهرها و مناطق صنعتی قرار دارند. از آنجا که مقدار ولتاژ تولید شده در مولدها نمی‌تواند بیش از حد مجاز باشد و انتقال این ولتاژ با جریان بالا، اتلاف انرژی را به دنبال دارد، بنابراین در محل تولید برق مقدار ولتاژ تولید شده، افزایش و در انتهای خط در چند مرحله جهت استفاده مصرف کنندگان صنعتی و خانگی به ولتاژ ۴۰۰/۲۳۰ ولت کاهش می‌یابد. این عمل توسط ترانسفورماتورهای افزایشنده و کاهشنده ولتاژ صورت می‌گیرد.





جدول زیر را مطابق ردیف اول تکمیل کنید.

نام	تصویر	هدف	سطح و تناژ
شبهه انتقال نیرو		تبادل انرژی و توان بین مناطق و نواحی اصلی	۲۳۰ یا ۴۰۰ کیلوولت
شبهه فوق توزیع		.....	۶۳ یا ۱۳۲ کیلوولت
شبهه توزیع نیرو (فشار متوسط)		.....	.....
شبهه توزیع نیرو (فشار ضعیف)		.....	.....



با رسم شکل، نام و علایم خطوط فشار ضعیف از بالا به پایین را در شبکه‌های سه سیمه و پنج سیمه بنویسید و در مورد عملکرد و کاربرد هر خط بحث کنید.

فعالیت



کاربرد برق تک فاز و برق سه فاز در صنعت

فیلم



## انواع موتورهای سه فاز القایی

به‌طور کلی موتورهای سه فاز را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی نمود:

**الف) سنکرون (همزمان)**

در این گونه موتورها تعداد دور سنکرون برابر تعداد دور روتور است.

$$(n_s = n_r)$$

**ب) آسنکرون (غیر همزمان)**

در این گونه موتورها درحالت کار عادی تعداد دور سنکرون بیشتر از تعداد دور روتور است.

$$(n_s > n_r)$$

An AC motor has two basic electrical parts: a “stator” and a “rotor”. The stator is in the stationary electrical component. The rotor is the rotating electrical component. The rotor is located inside the stator and is mounted on the AC motor’s shaft.

ترجمه



- ۱ دور سنکرون ( $n_s$ ) چه تفاوتی با دور موتور ( $n_r$ ) دارد؟
- ۲ دور سنکرون به چه عواملی بستگی دارد؟

بحث



ساختمان موتورهای سه فاز سنکرون


فیلم



فعالیت



جدول زیر را در مورد موتورهای سنکرون تکمیل کنید.

موتورهای سنکرون		
	ساعت‌های الکتریکی، ..... و .....	کاربرد
	ضرب قدرت قابل تنظیم، بازده عالی، ..... و .....	مزایا
	قیمت بالا، نیاز به وسیله کمکی راه انداز، ..... و .....	معایب

فیلم




ساختمان موتورهای سه فاز آسنکرون

فعالیت



جدول زیر را در مورد موتورهای آسنکرون تکمیل کنید.

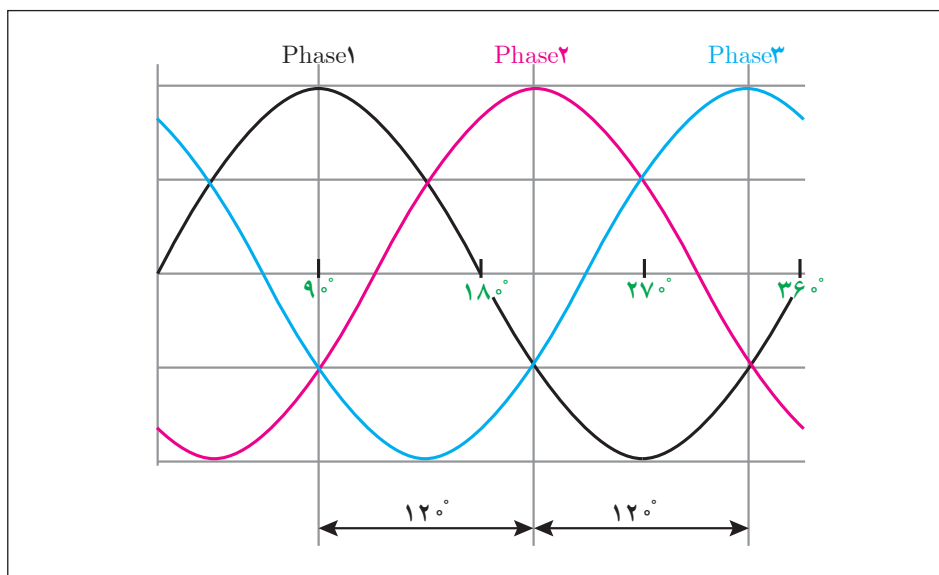
موتورهای آسنکرون		
	پمپ آب، ..... و .....	کاربرد
	نداشتن جاروبک، قیمت پایین، ..... و .....	مزایا
	گشتاور راه اندازی کم، ..... و .....	معایب

## ساختمان موتورهای آسنکرون

موتورهای آسنکرون از دو قسمت اصلی روتور و استاتور تشکیل شده است. بر روی استاتور سه دسته سیم پیچ با اختلاف مکانی  $120^\circ$  درجه نسبت به هم قرار گرفته است که با اتصال جریان سه فاز با اختلاف فاز  $120^\circ$  درجه الکتریکی، میدان دوار تولید می‌شود.

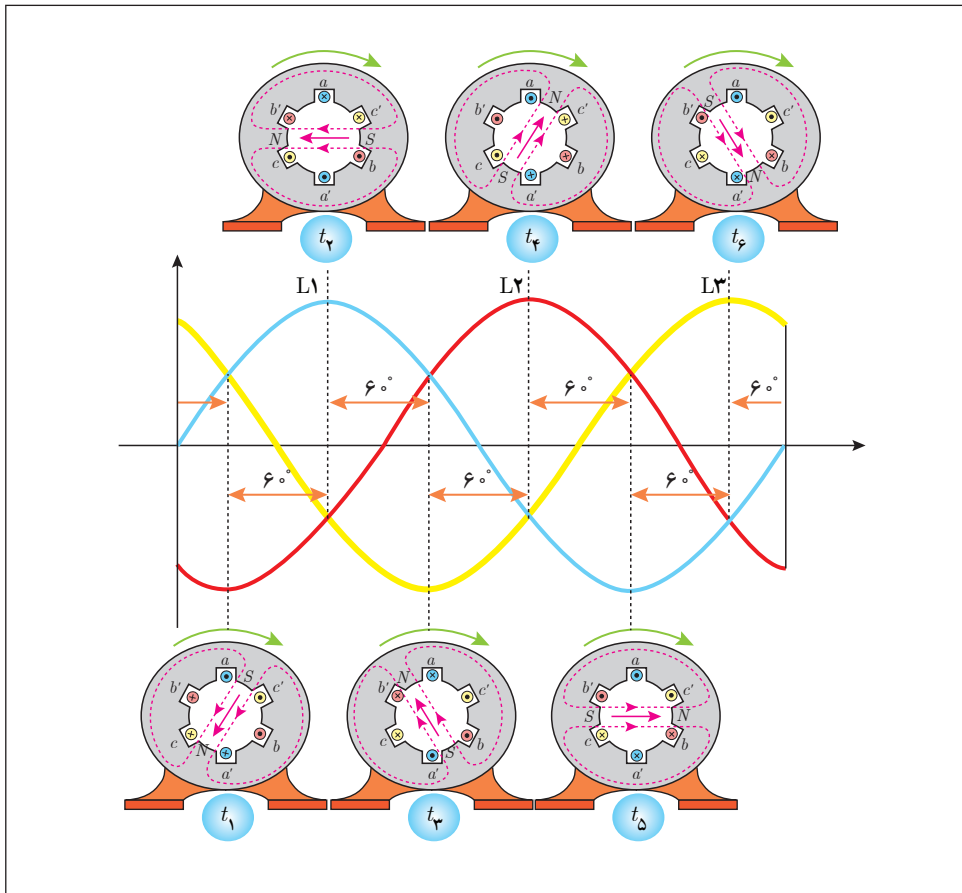
## تئوری میدان دوار

اساس حرکت موتورهای سه فاز «تئوری میدان دوار» است. منظور از میدان دوار، میدان مغناطیسی است که حول یک محور گردش کند. در موتورهای الکتریکی سه فاز، برق سه فاز با اختلاف فاز زمانی  $120^\circ$  درجه را به سه سیم پیچ با اختلاف فاز مکانی  $120^\circ$  درجه وصل می‌کنیم. با توجه به وجود اختلاف فاز  $120^\circ$  درجه در شکل موج سه فاز، یک میدان دوار خواهیم داشت.



شکل موج برق سه فاز

در شکل صفحه بعد در شش مرحله، عبور جریان الکتریکی از سیم‌پیچی‌های موتور بررسی شده و بیانگر آن است که مجموع جریان‌های چند سیم پیچ، یک قطب مغناطیسی را تشکیل می‌دهند. در این شکل در هر  $60^\circ$  درجه از یک شکل موج، تغییرات جریان در سیم‌بندی استاتور مورد بررسی قرار گرفته و تغییر مکان میدان مغناطیسی (قطب N و S) را می‌توان در شکل مشاهده نمود. در زمان‌های مختلف قطب‌های مغناطیسی جای خود را عوض می‌کنند. به عبارت دیگر شروع به حرکت می‌کنند. به این حرکت «تئوری میدان دوار» می‌گویند.



اساس کار موتور آسنکرون، القای الکترومغناطیس و تولید میدان دوار است. وجود اختلاف سرعت سنکرون (ns) و روتور (nr)، شرط و ضرورت این گونه موتورهاست. روتور در این گونه موتورها می تواند سیم پیچی شده یا از نوع روتور قفسی باشد.



روتور قفسی

روتور سیم پیچی شده

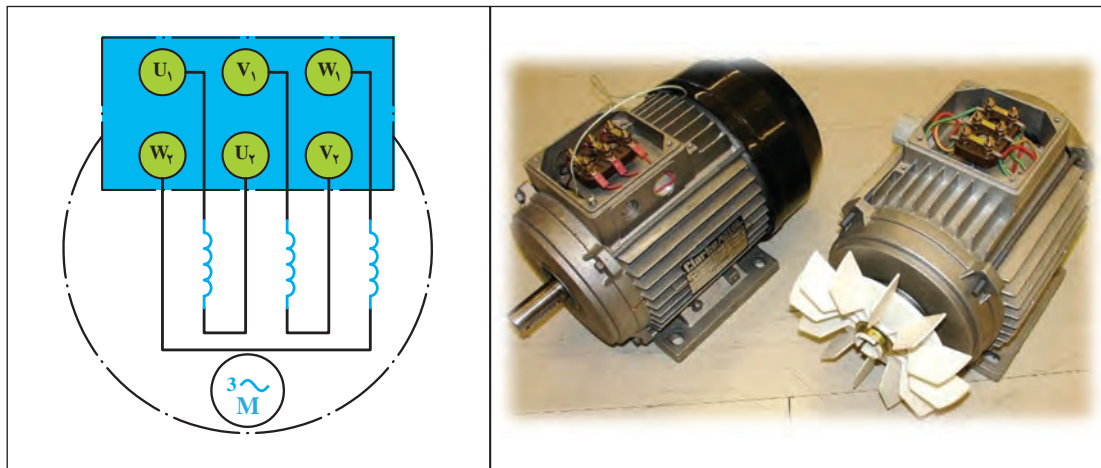


در جدول زیر برخی از کاربرد موتورها در صنایع مختلف بیان شده است. جدول را تکمیل کنید.

هدف از استفاده	تصویر	کاربرد
مکش آب از چاه یا استخر		پمپ آب یا کف کش
.....		اره نجاری
.....		صنعت نساجی
..... .....	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Speed monitor</li> <li>2. Control cabinet</li> <li>3. Handrail turning part</li> <li>4. Step</li> <li>5. Balustrade</li> <li>6. Skirt Eight</li> <li>7. Skirt panel</li> <li>8. Handrail Belt</li> <li>9. Front pedal</li> <li>10. Operational control</li> <li>11. Reverse standing protection pedal</li> <li>12. Tesioner</li> <li>13. Handrail entry protection</li> <li>14. Step running protection</li> <li>15. Guide rail</li> <li>16. Supporting frame</li> <li>17. Step vchain</li> <li>18. Handrail belt driving device</li> <li>19. Drive device</li> </ol> 	پله های برقی

## شیوه نامگذاری سیم پیچ ها در موتور سه فاز آسنکرون

همان طور که گفته شد، در ساختمان موتورهای آسنکرون، سه دسته سیم پیچی وجود دارد که سر و ته هر سیم پیچ بر روی تخته کلم موتور قرار گرفته است. در استاندارد کمیته بین المللی الکتروتکنیک (IEC) برای نشان دادن سر کلافها از حروف « $U_1, V_1, W_1$ » و برای نمایش انتهای کلافها از « $U_2, V_2, W_2$ » استفاده شده است.



روش تشخیص سر و ته کلافهای موتور

فیلم



با مشاهده فیلم فعالیتهای زیر را انجام دهید:

- ۱ با استفاده از اهم متر بر روی تخته کلم موتور اتصال سر و ته موتورها را بررسی کنید.
- ۲ با استفاده از اهم متر، مقدار مقاومت هر کلاف را به طور جداگانه اندازه گیری کنید و چنانچه در کارگاه دو موتور متفاوت وجود دارد، مقاومت به دست آمده را با هم مقایسه کنید.

فعالیت  
کارگاهی



## معرفی ولتاژها و جریان‌های شبکه سه فاز

ولتاژها و جریان‌های شبکه سه فاز با عناوینی به شرح زیر معرفی شده و به کار می‌روند.

■ ولتاژ خطی ( $V_L$ )

به اختلاف سطح ولتاژ هر فاز با فاز دیگر ولتاژ خطی می‌گویند. در شبکه فشارضعیف ایران مقدار این ولتاژ برابر ۴۰۰ ولت است.

■ ولتاژ فازی ( $V_P$ )

مقدار ولتاژ (اختلاف پتانسیل) دو سر هر مصرف‌کننده سه فاز را ولتاژ فازی می‌گویند. در مدارهایی که دارای سیم نول باشند به ولتاژ بین هر فاز و سیم نول ولتاژ فازی گفته می‌شود.

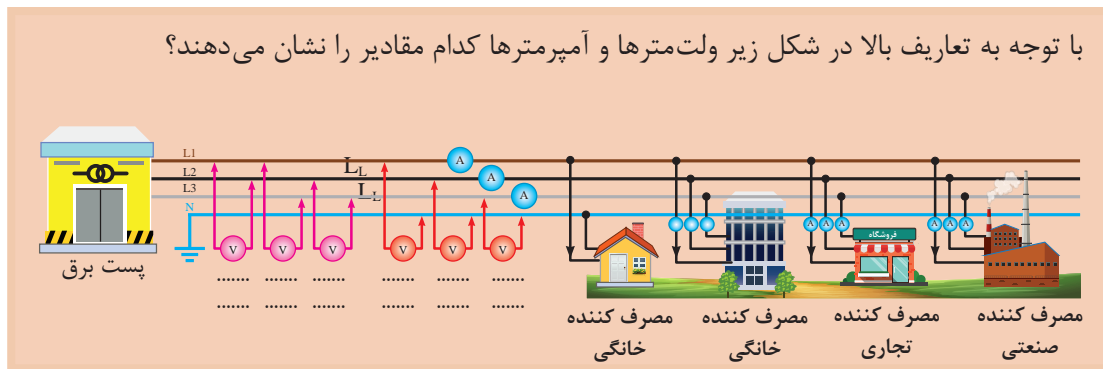
■ جریان خطی ( $I_L$ )

به جریانی که از هر مسیر (سیم فاز) شبکه عبور می‌کنند جریان خطی می‌گویند.

■ جریان فازی ( $I_P$ )

به جریانی که از هر کلاف مصرف‌کننده عبور می‌کند جریان فازی می‌گویند.

با توجه به تعاریف بالا در شکل زیر ولت‌مترها و آمپرترها کدام مقادیر را نشان می‌دهند؟



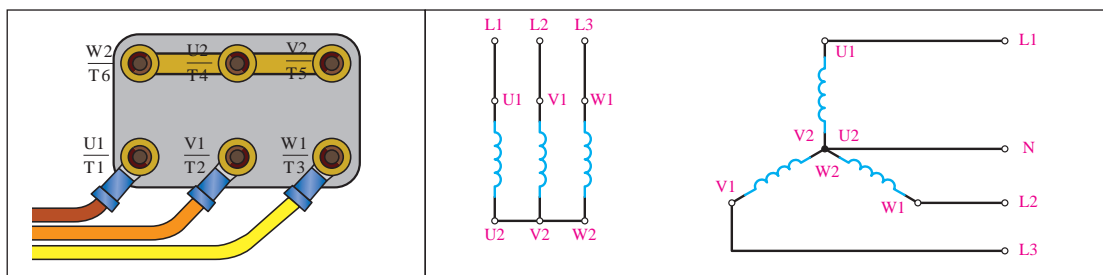
فعالیت



## نحوه سربندی (اتصال) سیم پیچ‌ها در موتورهای سه فاز

(الف) اتصال ستاره (Y)

اگر به ابتدای سیم‌پیچ‌های (سر کلاف‌های « $U_1, V_1, W_1$ » موتور به ترتیب شبکه سه فاز  $L_1$  و  $L_2, L_3$  را وصل کرده و انتهای سیم‌پیچ‌ها (ته کلاف‌ها « $U_2, V_2, W_2$ » را به یکدیگر اتصال دهیم، به نوع اتصال، «اتصال ستاره» می‌گویند. شکل زیر نحوه اتصال ستاره را به صورت مداری و روی تخته کلم‌موتور نشان می‌دهد.

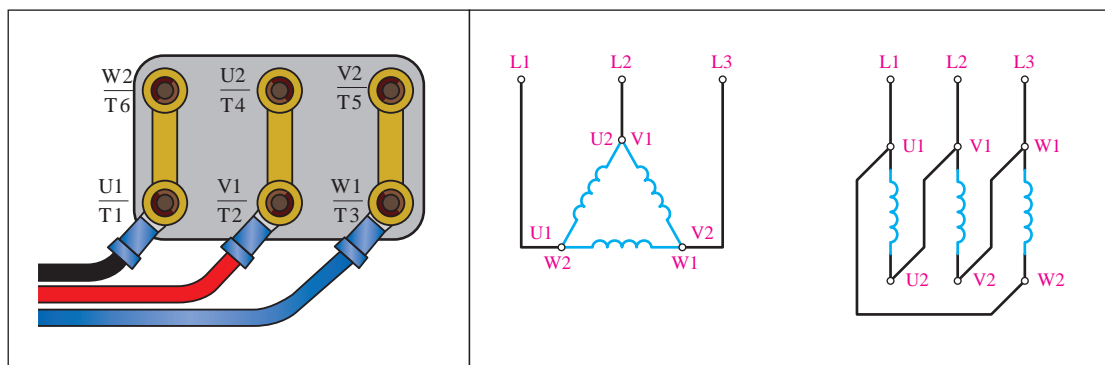




تخته کلم یک موتور سه فاز را به صورت ستاره ببندید و با استفاده از اهم متر مقدار مقاومت بین سرهای  $U_1, V_1, W_1$  را دو به دو با هم به دست آورید.

### ب) اتصال مثلث ( $\Delta$ )

اگر انتهای کلاف اول ( $U_2$ ) به ابتدای کلاف دوم ( $V_1$ ) و انتهای کلاف دوم ( $V_2$ ) به ابتدای کلاف سوم ( $W_1$ ) و به همین ترتیب انتهای کلاف سوم ( $W_2$ ) به ابتدای کلاف اول ( $U_1$ ) وصل شود، به این اتصال «اتصال مثلث» گویند. شکل زیر نحوه اتصال مثلث را به صورت مداری و روی تخته کلم موتور نشان می دهد.



تخته کلم یک موتور سه فاز را به صورت مثلث ببندید و با استفاده از اهم متر مقدار مقاومت بین سرهای  $U_1, V_1, W_1$  را دو به دو با هم به دست آورید.

مقدار مقاومت به دست آمده در اتصال مثلث را با مقدار به دست آمده در ستاره، مقایسه و درباره تفاوت این دو مقدار بحث کنید.



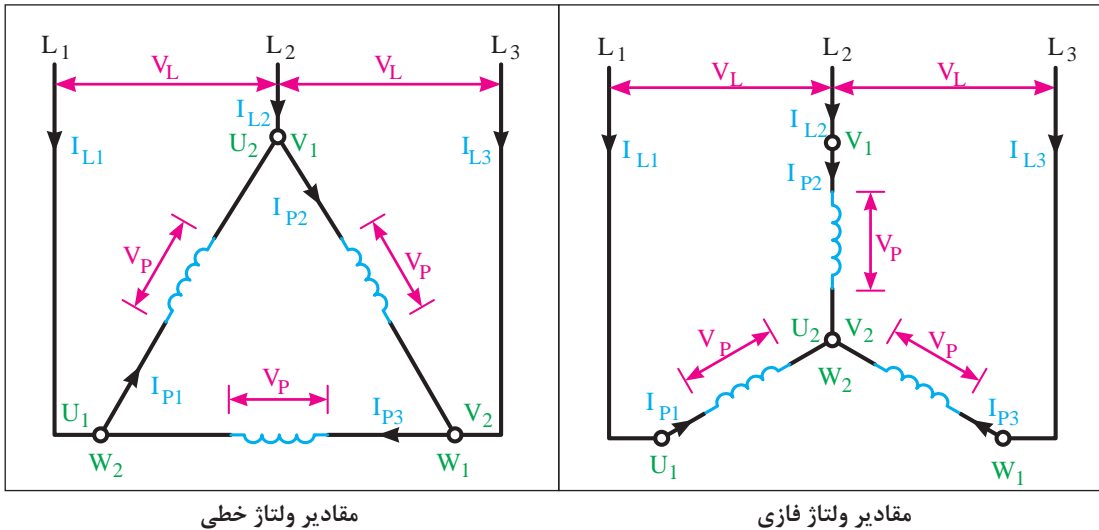
دلیل استفاده از اتصال ستاره و مثلث چیست و کاربرد این دو اتصال در چه مواقعی است؟





## مقادیر ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره و مثلث

شکل‌های زیر ولتاژها و جریان‌های خطی و فازی را در اتصال ستاره و مثلث بیان می‌کند.



مقادیر ولتاژ خطی

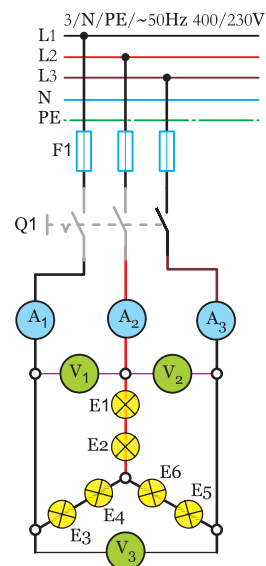
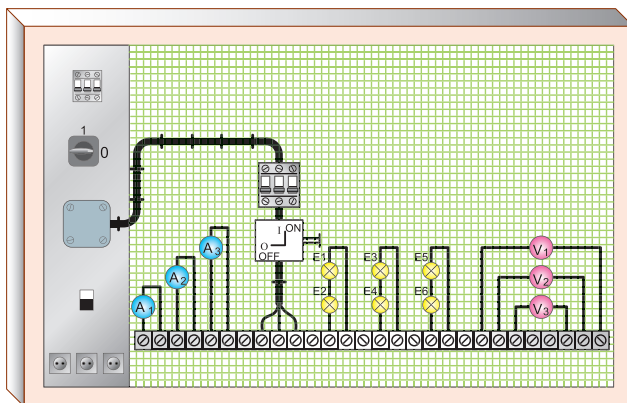
مقادیر ولتاژ فازی

در گام اول مدار شکل زیر را با کمک شش لامپ ۱۰۰ وات روی تابلو برق ببندید. اتصال بین قطعات مدار را توسط سیم و با استفاده از ترمینال‌ها برقرار کنید.

فعالیت  
کارگاهی



نمایش نحوه اتصال بین قطعات بر روی تابلوهای آموزشی



اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید  $Q_1$  را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید.

$$IA_1 = \dots\dots A$$

$$V_1 = \dots\dots V$$

$$IA_2 = \dots\dots A$$

$$V_2 = \dots\dots V$$

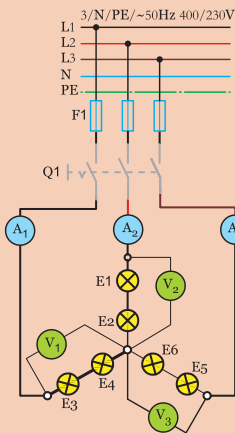
$$IA_3 = \dots\dots A$$

$$V_3 = \dots\dots V$$

هر یک از ولت مترها و آمپر مترها چه کمیتی را اندازه گیری می کنند ؟

اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را قطع کنید و سپس کلید  $Q_1$  را در حالت OFF قرار دهید.

در گام دوم محل قرار گرفتن ولت مترها را مطابق مدار شکل زیر تغییر دهید. اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید  $Q_1$  را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید.



$$IA_1 = \dots\dots A$$

$$V_1 = \dots\dots V$$

$$IA_2 = \dots\dots A$$

$$V_2 = \dots\dots V$$

$$IA_3 = \dots\dots A$$

$$V_3 = \dots\dots V$$

- هر یک از ولت مترها و آمپر مترها چه کمیتی را اندازه گیری می کنند؟  
 - اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را قطع کنید و سپس کلید  $Q_1$  را در حالت OFF قرار دهید.

فعالیت



از مقایسه گام اول و دوم چه نتیجه ای می گیرید؟

پرسش

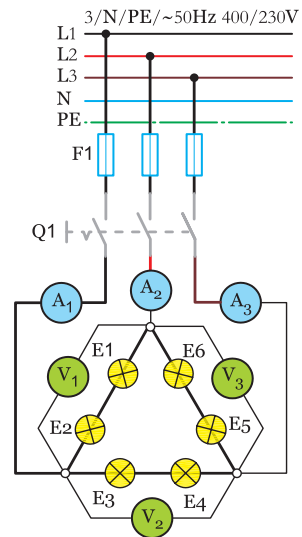
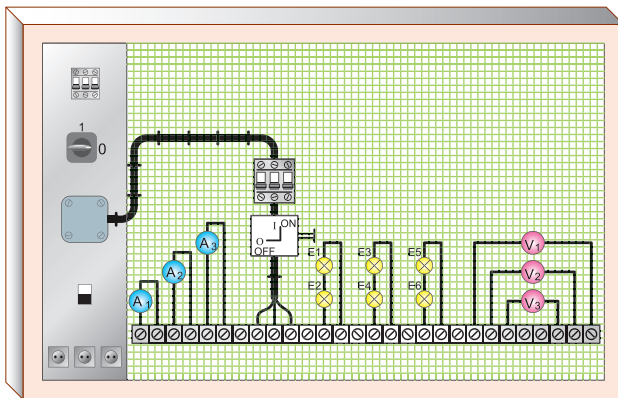


چرا نور لامپها در این اتصال از نور لامپها در حالت معمولی کمتر است؟

در گام اول مدار شکل زیر را با کمک شش لامپ ۱۰۰ وات روی تابلو برق ببندید. اتصال بین قطعات مدار را توسط سیم و با استفاده از ترمینال‌ها برقرار کنید.



نمایش نحوه اتصال بین قطعات بر روی تابلوهای آموزشی



اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید  $Q_1$  را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید.

$$IA_1 = \dots \text{ A} \quad V_1 = \dots \text{ v}$$

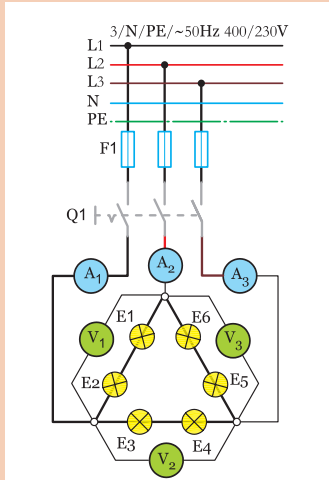
$$IA_2 = \dots \text{ A} \quad V_2 = \dots \text{ v}$$

$$IA_3 = \dots \text{ A} \quad V_3 = \dots \text{ v}$$

- هر یک از ولت مترها و آمپر مترها چه کمیتی را اندازه گیری می کنند؟

- اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را قطع کنید و سپس کلید  $Q_1$  را در حالت OFF قرار دهید.

در گام دوم محل قرار گرفتن ولت مترها را مطابق مدار شکل زیر تغییر دهید. اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید  $Q_1$  را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید.



$$IA_1 = \dots A$$

$$V_1 = \dots V$$

$$IA_2 = \dots A$$

$$V_2 = \dots V$$

$$IA_3 = \dots A$$

$$V_3 = \dots V$$

هر یک از ولت مترها و آمپر مترها چه کمیتی را اندازه گیری می کنند؟ اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را قطع کنید و سپس کلید  $Q_1$  را در حالت OFF قرار دهید.

از مقایسه گام اول و دوم چه نتیجه ای می گیرید؟

فعالیت



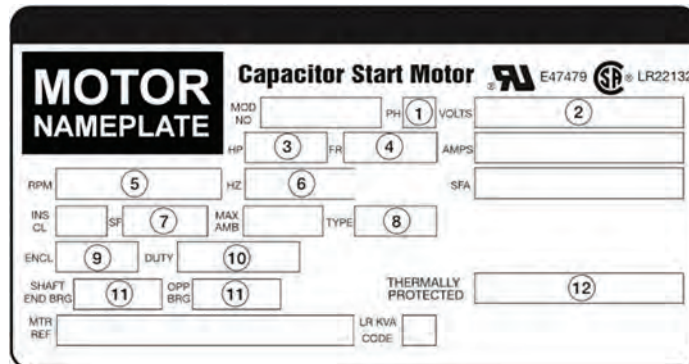
پژوهش



- ۱ علت تفاوت نور لامپها در اتصال مثلث و اتصال ستاره چیست؟
- ۲ علت استفاده نکردن از سیم نول در فعالیت کارگاهی فوق چیست؟

## 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 روی آنها متفاوت است.



یکی از مهم ترین موارد نوشته شده بر روی موتور، «ولتاژ نامی» موتور است و نظر به اینکه مقدار ولتاژ شبکه در نقاط مختلف دنیا متفاوت است، باید به این قسمت توجه ویژه شود. در اتصال مصرف کننده های سه فاز (موتورها) به شبکه برق، باید دقت کنیم که ولتاژ کار هر یک از سیم پیچ ها (ولتاژ فازی) برابر ولتاژی باشد که از طریق شبکه برق به آنها 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 بر روی پلاک یک موتور الکتریکی سه فاز نوشته شده باشد « $230V\Delta$ »، به این معنی است که این موتور را در برق ایران نمی توان به صورت مثلث به شبکه متصل کرد؛ زیرا به دو سر هر سیم پیچ ۳۸۰ 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 « $400V\Delta$ » یا « $680/400V$ ».

با توجه به موارد فوق، جدول زیر را مطابق با ولتاژ شبکه ایران تکمیل کنید.

فعالیت



مشخصات پلاک موتور	نحوه اتصال موتور به شبکه برق ایران
230 Y	نمی تواند با شبکه سه فاز ایران راه اندازی شود.
230 $\Delta$	
400 Y	
400 $\Delta$	
400/230 Y/ $\Delta$	فقط به صورت ستاره
680/400 Y/ $\Delta$	

از پلاک موتورهای موجود در کارگاه، اطلاعات و مشخصات آن را استخراج کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

پروژه



## تعریف کابل

چنانچه یک یا چند هادی الکتریکی، که نسبت به هم عایق هستند، در درون غلافی محافظت شوند، کابل الکتریکی تشکیل می‌شود. در یک کابل، ولتاژ سطح عایق نسبت به زمین صفر است (عایق کامل).

ساختمان کابل‌ها به سه دسته زیر تقسیم‌بندی می‌گردد:

- هادی کابل
- عایق کابل
- غلاف کابل



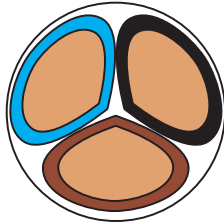
### الف) هادی کابل

وظیفه عبور و تحمل جریان برعهده «هادی کابل» است، که با توجه به جریان عبوری مقطع هادی، تغییر می‌کند. هادی کابل از جنس مس خالص و دارای انعطاف قابل قبول است یا از آلومینیم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می‌شود. کابل‌ها از نظر تعداد رشته، به دو دسته تک رشته (مفتولی) با حرف اختصاری (e) و چند رشته (افشان) با حرف اختصاری (m)، و از نظر سطح مقطع نیز به دو دسته گرد با حرف اختصاری (r) و مثلثی با حرف اختصاری (S) تقسیم‌بندی می‌شوند.

جدول زیر را تکمیل کنید.

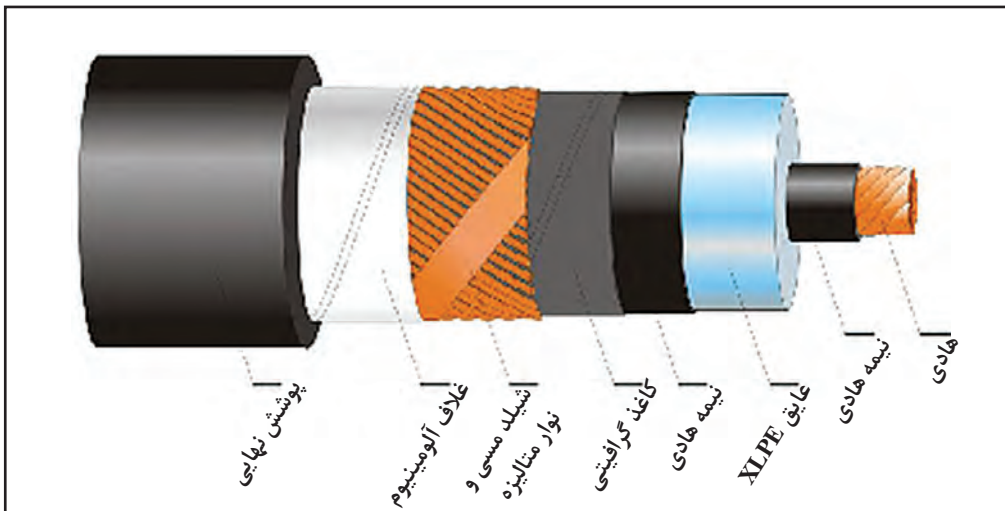
فعالیت



		تصویر
	sm	نام
		تصویر
re		نام

### ب) عایق کابل

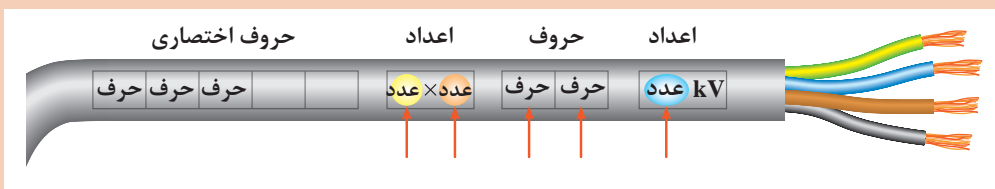
با توجه به اینکه کابل‌ها در زیر زمین یا روی تجهیزات قرار می‌گیرند، باید فاقد هرگونه اتصال الکتریکی بین هادی و زمین باشند. به عبارت دیگر، باید ولتاژ روی بدنه عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل، از مواد مختلفی همچون کاغذهای آغشته به روغن، مواد پروتودور (PVC) و مواد عایق پلی‌اتیلن (PET) استفاده می‌شود.



### ج) غلاف کابل

در برخی کابل‌ها از لایه یا لایه‌هایی 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. به این محافظ «غلاف کابل» یا «زره» گفته می‌شود.

با توجه به شکل زیر قسمت‌های مختلف کابل را بررسی و توضیح دهید:





پژوهش





در جدول زیر اطلاعات روی هر کابل را استخراج و سپس جدول را کامل کنید.

اطلاعات	تصویر
	
	
	
	
	
	



## سرسیم و کابلشو

برای اتصالات جداشدنی سیم‌ها، از فیش یا سرسیم‌های مخصوص استفاده می‌کنند. سرسیم‌ها، با توجه به سطح مقطع سیم، در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند و با لحیم‌کاری یا توسط دستگاه پرس مخصوص، به هادی محکم می‌شوند.

برای اتصال جداشدنی کابل از کابلشو استفاده می‌شود. کابلشوها در انواع مختلف پرسی، لحیمی، پیچی و منگنه‌ای ساخته می‌شوند. روی کابلشوها معمولاً سطح مقطع کابل و قطر سوراخ کابلشو جهت اتصال به پیچ مناسب نوشته می‌شود.

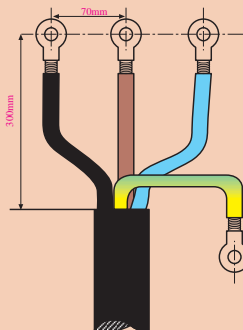


انواع کابلشو



دستگاه پرس کابلشوی دستی و اتوماتیک

یک کابل  $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ r/m}$  را مانند شکل زیر فرم داده و روی هر یک از رشته‌ها یکی از انواع کابلشوها را متصل کنید.



فعالیت  
کارگاهی



## راه اندازی موتورهای سه فاز

بهره برداری مطمئن و بدون وقفه از انرژی الکتریکی شدیداً به خصوصیات و طرز کار وسایل کنترل کننده از جمله کلیدها بستگی دارد. در سال های اخیر تولیدکنندگان تجهیزات الکتریکی، براساس نیاز بازار، انواع کلیدها را با خواص الکتریکی و مکانیکی هماهنگ با شرایط بهره برداری و جنبه های اقتصادی تولید کرده اند. امروزه موتورهای الکتریکی عمدتاً توسط کلیدهای زبانه ای یا کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتور) کنترل می شوند. البته دو نوع کلید اهرمی و غلتکی نیز در صنایع قدیمی دیده می شود که به علت استهلاک بالا دیگر مورد استفاده قرار نمی گیرند.

## کلیدهای زبانه ای



در این نوع کلیدها استوانه ای طراحی شده است که چندین برجستگی و فرورفتگی دارد و با حرکت استوانه به دور محور خود، زبانه بالا و پایین می رود و کنتاکت های متحرک و ثابت را به همدیگر وصل یا قطع می کند. در صنعت به این کلیدها «کلید سلکتور» نیز می گویند.

فعالیت



در جدول زیر علائم مربوط به انواع کلید زبانه ای ترسیم شده است. با توجه به علائم، کاربرد کلید را بنویسید.

تصویر	نام کلید	تصویر	نام کلید
	قطع و وصل ساده (۰-۱)		چند سرعتی (۰-۱-۲) - (۰-۱-۲-۳)
			انتخاب کننده فاز برای دستگاه های اندازه گیری مانند کلید ولت متر



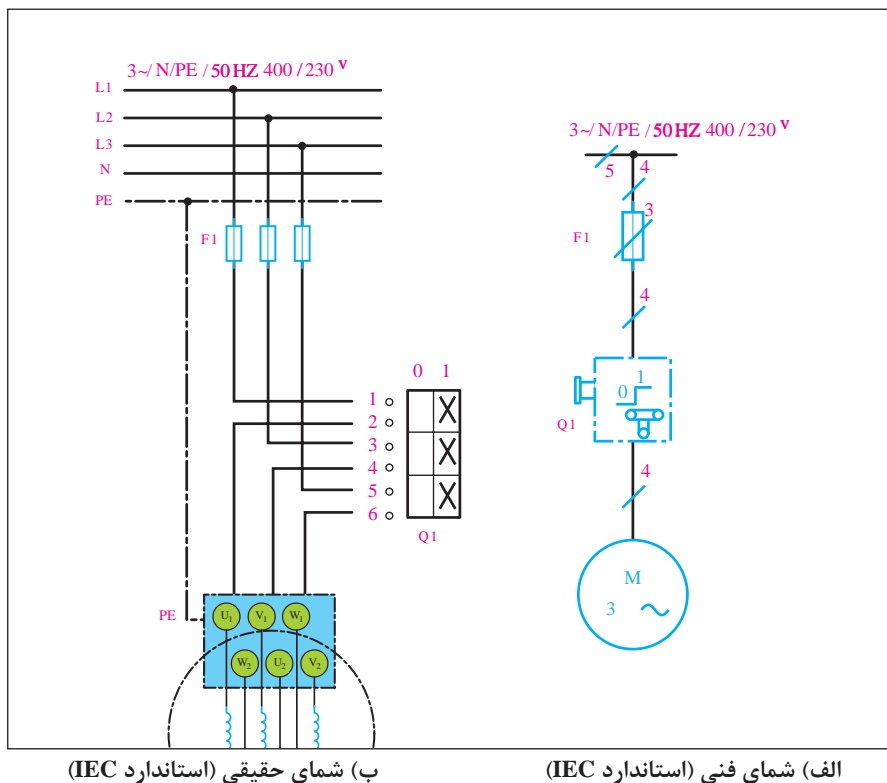
## اتصال موتورهای سه فاز به شبکه برق با کلید قطع و وصل (۰-۱)

در این حالت، کلید زبانه‌ای مشابه سه کلید تک پل عمل می‌کند و باید سه فاز  $L_1$ ،  $L_2$  و  $L_3$  را به سرهای  $U_1$ ،  $V_1$  و  $W_1$  اتصال دهد یا قطع کند. به خاطر داشته باشید که هنگام استفاده از کلیدهای (۰-۱) اتصال موتور با استفاده از تیغه‌های تخته کلم باید به صورت ستاره یا مثلث بسته شده باشد.

با استفاده از اهم متر اتصال کلید زبانه‌ای (۰-۱) را در دو حالت قطع و وصل بررسی کنید.

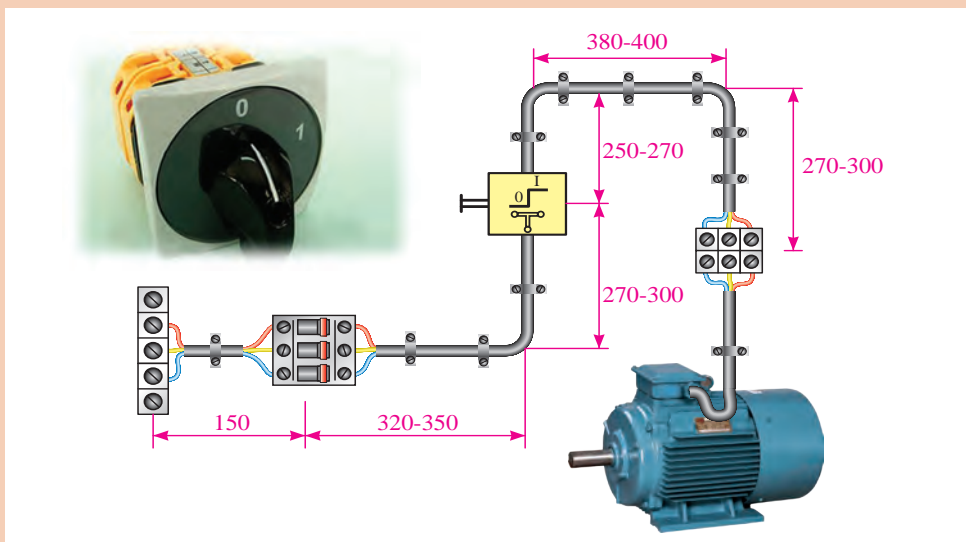


برای رسم نقشه و همچنین کاربرد کلیدهای زبانه‌ای در استاندارد کمیته بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) از دو شمای فنی (تک خطی) و حقیقی استفاده می‌شود. در کلیدهای قطع و وصل زبانه‌ای نیز نقشه‌های فنی و حقیقی مانند شکل زیر است:





با توجه به شکل زیر و با رعایت فاصله‌ها، یک موتور سه فاز را در یک مرحله با اتصال ستاره و در مرحله بعد با اتصال مثلث راه‌اندازی کنید.



بر روی فازهای ورودی، سه آمپر متر ببندید و جریان راه‌اندازی را در دو حالت راه‌اندازی با اتصال ستاره و راه‌اندازی با اتصال مثلث، با هم مقایسه کنید.

## تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز



از تغییر جهت گردش دور موتور برای چه استفاده می‌شود و در چه مواردی به کار می‌رود؟

در موتورهای سه فاز برای تغییر جهت گردش دور موتور باید جای دو فاز، سه فاز ورودی را با هم جابه‌جا نماییم؛ یعنی:

$$\begin{cases} L_1 \rightarrow U_1 \\ L_2 \rightarrow V_1 \\ L_3 \rightarrow W_1 \end{cases}$$

در حالت راست گرد

در حالت چپ گرد

$$\begin{cases} L_1 \rightarrow V_1 \\ L_2 \rightarrow U_1 \\ L_3 \rightarrow W_1 \end{cases}$$

در صورت تعویض هر سه فاز ورودی با هم، آیا جهت دور موتور برعکس می‌شود؟



از مقایسه حالت‌های چپ گرد و راست گرد با یکدیگر مشاهده می‌شود که در یک فاز مشترک‌اند و می‌توان به رابطه کلی زیر دست یافت:

$$\begin{array}{lcl} V_1 & \rightarrow & L_1 \rightarrow U_1 \\ U_1 & \rightarrow & L_2 \rightarrow V_1 \\ W_1 & \rightarrow & L_3 \rightarrow W_1 \end{array}$$

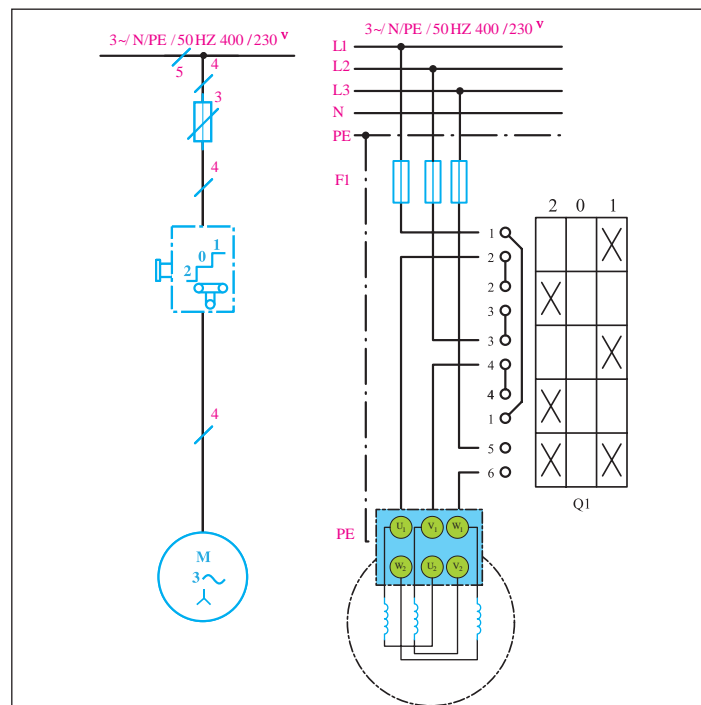
حالت‌های دیگر کلید چپ گرد - راست گرد را، در صورت ثابت ماندن فاز دیگر بنویسید.



با استفاده از اهم متر اتصال تیغه‌های کلید چپ گرد - راست گرد زبانه‌ای را در سه حالت چپ گرد، قطع و راست گرد بررسی کنید.



شمای فنی و حقیقی کلیدهای چپ گرد - راست گرد در شکل زیر نمایش داده شده است.

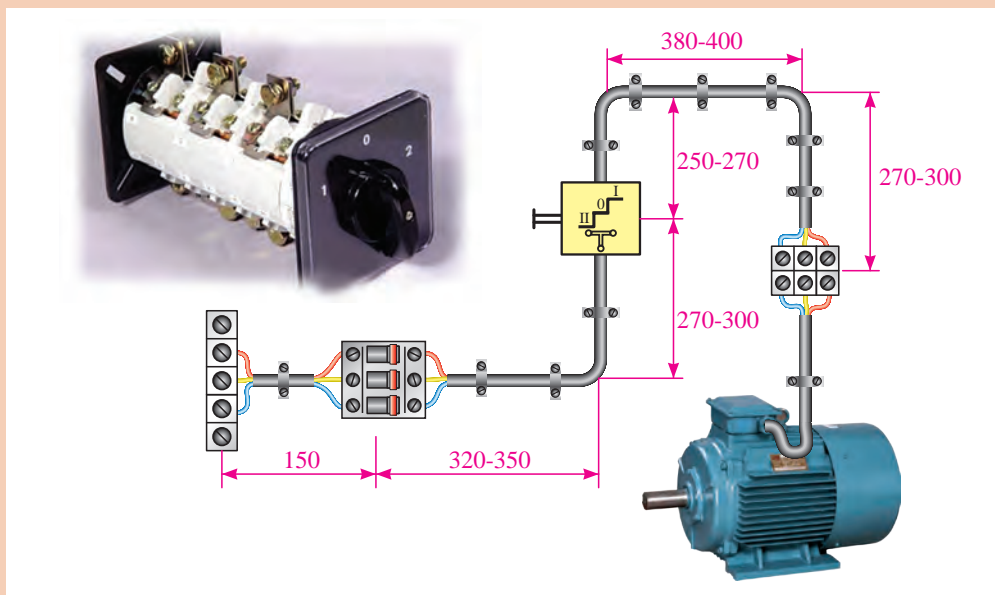


(ب) شمای فنی (استاندارد IEC)

(الف) شمای حقیقی (استاندارد IEC)



با توجه به شکل زیر و با رعایت فاصله‌ها یک موتور سه فاز را تغییر جهت دهید.



چنانچه یکی از فازها قطع باشد، در هنگام چپ‌گرد-راست گرد شدن چه اتفاقی می‌افتد و موتور در چه جهتی حرکت می‌کند؟ در مورد زیر بار بودن یا نبودن موتور در حالت فوق بحث کنید.

بحث



راه‌اندازی موتورهای سه فاز با کلید زبانه‌ای به صورت ستاره مثلث

فیلم



## راه‌اندازی موتورهای سه فاز به صورت ستاره مثلث

برای اینکه 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 سیم‌پیچ‌های موتور صدمه ببینند. 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 گشتاور راه‌اندازی موتور نیز بالاتر می‌رود).

پژوهش



در مورد مفهوم «گشتاور» و ارتباط آن با «جریان» تحقیق و پژوهش کنید.

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، کنترل می‌کنند. یکی از این روش‌های راه‌اندازی موتورهای سه فاز، اتصال ستاره مثلث است. این روش در موتورهایی به کار می‌رود که می‌توانند در شبکه مورد نظر اتصال مثلث داشته باشند و با استفاده از مدارهای ستاره مثلث، به شبکه اتصال می‌دهند.

پرسش



برای راه‌اندازی موتورهای با قدرت بالا چه روش‌های دیگری به کار برده می‌شود؟

فعالیت



جدول زیر را برای راه‌اندازی موتورهای سه فاز تکمیل کنید.

روش‌های راه‌اندازی	قدرت نامی	
	در شبکه ۲۳۰V	در شبکه ۴۰۰V
راه‌اندازی به صورت مستقیم	۱/۵KW تا ۳KW	.....
.....	.....	۱۱KW تا ۴KW

بحث



۱ آیا توان در اتصال ستاره و مثلث تغییر می‌کند؟

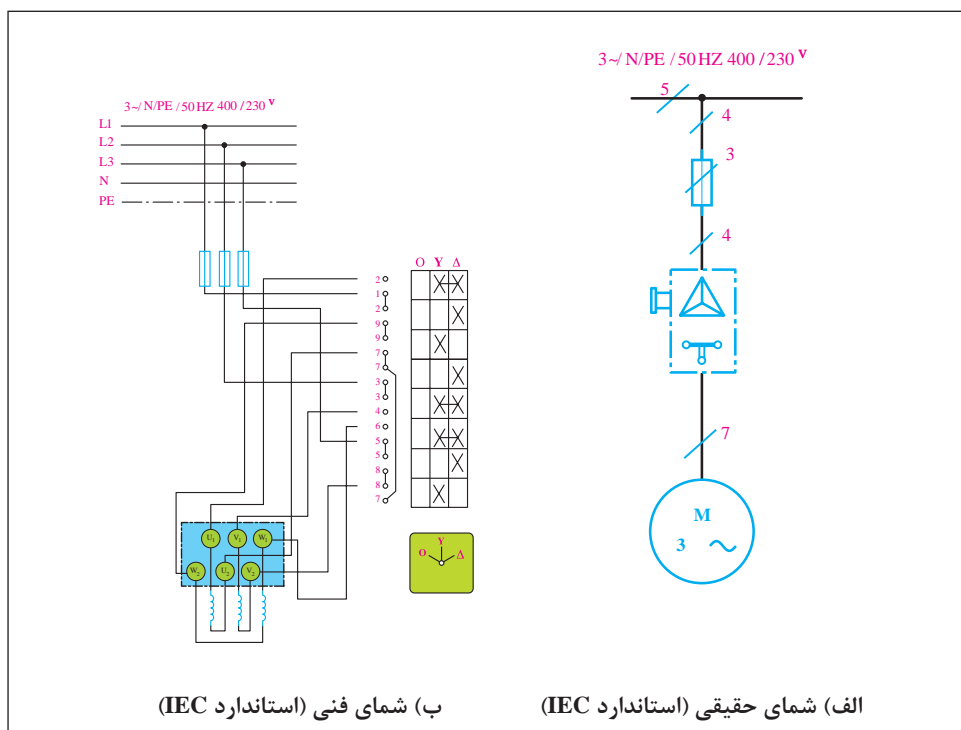
۲ آیا موتوری که باید در نهایت با اتصال مثلث کار کند، می‌تواند در حالت ستاره، زیر بار قرار گیرد؟ چرا؟

## کنترل جریان راه‌اندازی با استفاده از مدار ستاره مثلث

همان‌طور که در قسمت‌های قبل گفته شد، برای ایجاد اتصالات ستاره و مثلث باید اتصال کلاف‌ها و فازها به صورت زیر باشد:

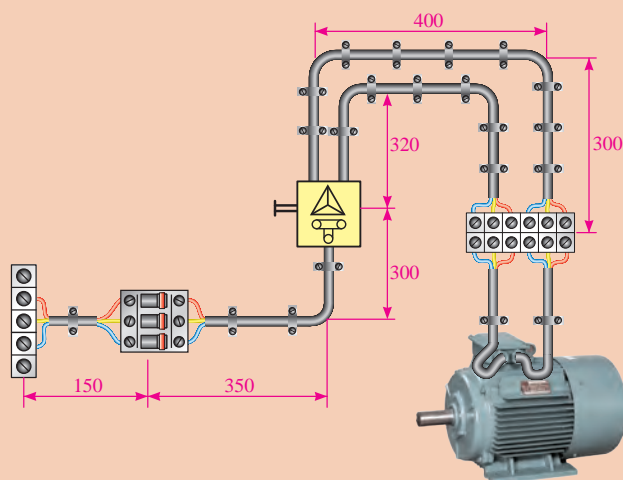
$$\text{اتصال ستاره} \begin{cases} L_1 \rightarrow U_1 \\ L_2 \rightarrow V_1 \\ L_3 \rightarrow W_1 \\ U_2 \rightarrow V_2 \rightarrow W_2 \end{cases} \qquad \text{اتصال مثلث} \begin{cases} L_1 \rightarrow U_1 \rightarrow W_2 \\ L_2 \rightarrow V_1 \rightarrow U_2 \\ L_3 \rightarrow W_1 \rightarrow V_2 \end{cases}$$

شمای فنی و حقیقی کلیدهای ستاره مثلث زبانه‌ای در شکل زیر نمایش داده شده است.



در شکل زیر نحوه کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون 680/400V را مشاهده می‌کنید. با رعایت اندازه‌های داده شده، مدار را اتصال دهید و با استفاده از اهم متر بررسی کنید که آیا اتصال تیغه‌های کلید ستاره مثلث در سه حالت صفر، ستاره و مثلث با روابط بالا مطابقت دارد یا خیر. سپس با قرار دادن کلید در حالت وصل، موتور را راه‌اندازی کنید.

فعالیت  
کارگاهی





## کنتاکتور یا کلید مغناطیسی



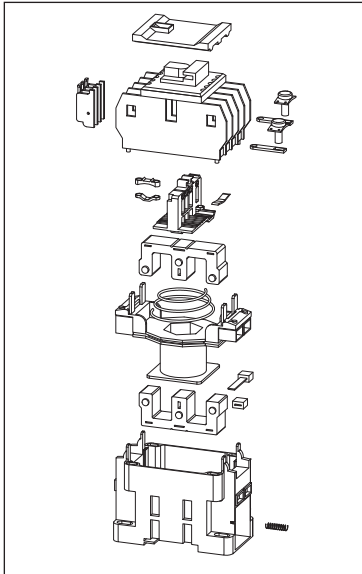
کنتاکتور با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس (مانند رله‌ها) تعدادی کنتاکت را به یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می‌کند. از این خاصیت جهت قطع و وصل یا تغییر اتصال مدار استفاده می‌شود. در مدارهای فرمان الکتریکی وسایل مختلفی به کار می‌رود که مهم‌ترین آنها کنتاکتور یا کلید مغناطیسی است. استفاده از کنتاکتور در مدارهای کنترل، طراحی‌های متنوع را در پی دارد.

بحث



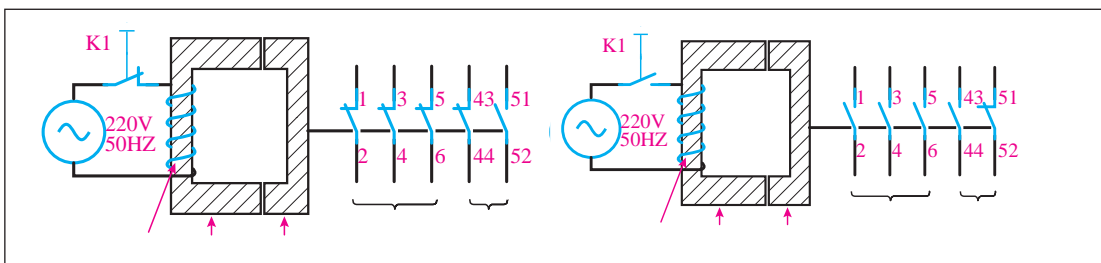
استفاده از کنتاکتورها چه مزایایی نسبت به کلیدهای دستی دارد؟

## ساختمان کنتاکتور



این کلید از دو هسته به شکل E یا U، که یکی ثابت و دیگری متحرک است، تشکیل می‌شود. در میان هسته ثابت یک بوبین یا سیم‌پیچ قرار دارد. وقتی بوبین به برق متصل می‌شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی، نیروی کششی فنر را خنثی می‌کند و هسته فوقانی را به هسته تحتانی اتصال می‌دهد و باعث می‌شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال‌های ورودی و خروجی کلید متصل شود یا باعث گردد کنتاکت‌های بسته کنتاکتور باز شوند.

در صورتی که مدار تغذیه بوبین کنتاکتور قطع شود، هسته متحرک در اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد، دوباره به حالت اول باز می‌گردد. شکل زیر طرح ساده‌ای از یک کنتاکتور را نشان می‌دهد.



## شناخت مشخصات فنی کنتاکتور

با توجه به نوع مصرف کننده و شرایط کار، کنتاکتورها قدرت و جریان عبوری مشخصی برای ولتاژهای مختلف دارند. بنابراین، باید به جدول و مشخصات کنتاکتور توجه کافی شود و منطبق بر مشخصات مورد نیاز، انتخاب گردد.

برای اتصال مصرف کننده به شبکه باید از کلید یا کنتاکتوری استفاده کرد که کنتاکت‌های آن تحمل جریان راه‌اندازی و جریان دائمی را داشته باشند. 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 نزند. به این منظور و برای اینکه بتوانیم پس از طراحی مدار، کنتاکتور مناسب را برای اتصال مصرف کننده 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.

حروف و علائم نوشته شده روی پلاک کنتاکتور زیر را تحلیل و تفسیر کنید.



فعالیت



فیلم



## اجزای تشکیل دهنده مدارهای کنترل با استفاده از کنتاکتور

در مدارهای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با استفاده از کنتاکتور، عموماً با دو نقشه مدار فرمان و مدار قدرت روبه‌رو هستیم، که در شماهای مسیرجریان، حقیقی، مونتاژ و خارجی نشان داده می‌شوند. در این کتاب به نقشه مسیر جریان اکتفا شده است.

در مورد هر یک از شماها (مسیر جریان، حقیقی، مونتاژ و خارجی) و کاربردشان در مدارهای کنترل، پژوهش کنید.

پژوهش



پرسش



مدار فرمان با مدار قدرت چه تفاوتی دارد؟

- برای طراحی راه اندازی موتورهای الکتریکی و کار با آنها باید وسایل تشکیل دهنده آن را به طور کامل شناخت و به اصول ساختمان و موارد استفاده از این وسایل آشنا شد.
- وسایلی که در مدارهای قدرت به کار می روند عبارت اند از:
- ۱- انواع فیوز؛
  - ۲- کنتاکت های قدرت کنتاکتور؛
  - ۳- بی متال؛
  - ۴- موتورها.

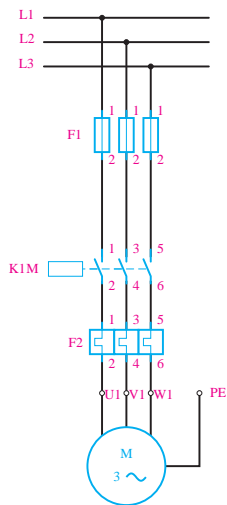
فعالیت



با توجه به وسایل مدارهای قدرت، جدول زیر را مطابق ردیف اول تکمیل کنید:

علامت وسیله	نقشه در مدار قدرت	هدف از استفاده	تصویر	نام
F	.....	حفاظت در برابر اتصال کوتاه		کلید مینیاتوری <sup>۱</sup> (MCB)
.....	.....	حفاظت در برابر اتصال کوتاه		فیوز فشنگی
.....	.....	.....		فیوز سکسیونری (سیلندری)
.....		.....		.....
.....	.....	.....		.....

شکل زیر نمونه‌ای از مدار قدرت و علائم به کار رفته را نشان می‌دهد.



با توجه به شکل فوق، هدف از مدار قدرت تنها تغذیه مصرف کننده از قبیل موتور، لامپ و... است (جایگزین کلیدهای دستی).

مدار قدرت راه اندازی دو موتور را ترسیم کنید.

فعالیت






وسایلی که در مدارهای کنترل فرمان به کار می‌روند، عبارت‌اند از:

- ۱- کنتاکتور (کلید مغناطیسی)؛
- ۲- شستی استاپ استارت؛
- ۳- تیغه‌های بی‌متال؛
- ۴- لامپ‌های سگینال؛
- ۵- فیوزها؛
- ۶- لیمیت سویچ‌ها؛
- ۷- کلیدهای تابع فشار، دما (ترموستات) و ارتفاع؛
- ۸- کلیدهای شناور؛
- ۹- چشم‌های الکتریکی (سنسورهای القایی و خازنی)؛
- ۱۰- تایمر و انواع آن؛
- ۱۱- کلیدهای تابع دور.

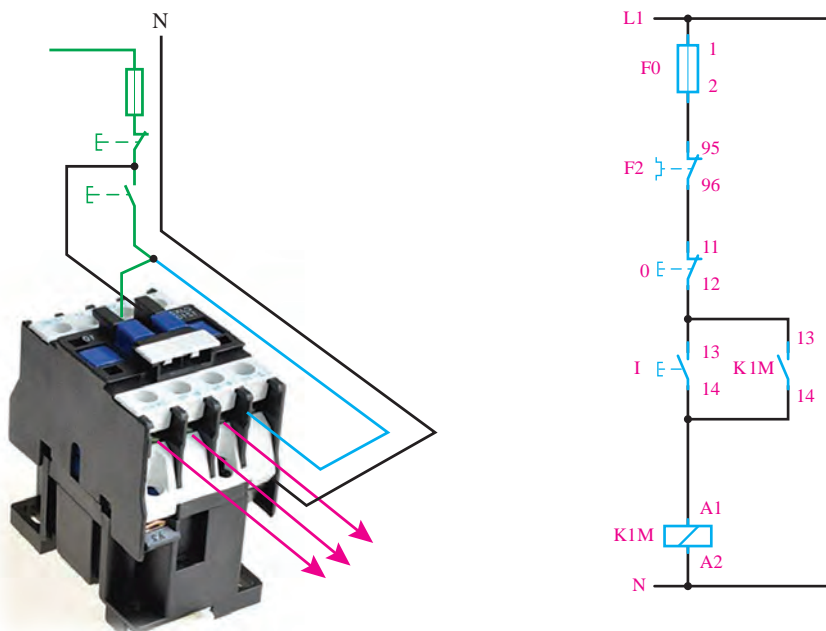


با توجه به وسایل مدارهای قدرت، جدول زیر را مطابق ردیف اول تکمیل کنید:

علامت وسیله	نقشه در مدار قدرت	هدف از استفاده	تصویر	نام
		نگهدارنده و وابسته نمودن مکانی به مکان دیگر		کنتاکت باز کنتاکتور (NO)
		.....		کنتاکت بسته کنتاکتور (NC)
		.....		بوین کنتاکتور
		.....		
		.....		شستی استپ

علامت وسیله	نقشه در مدار قدرت	هدف از استفاده	تصویر	نام
				
F				کنناکت باز بی مثال

شکل زیر نمونه‌ای از «مدار فرمان» و علائم به کار رفته را نشان می‌دهد.



با توجه به شکل صفحه قبل، می‌توان گفت که هدف از مدار فرمان، کنترل مدار تغذیه مصرف کننده (بوبین کنتاکتور) است. بنابراین مدارهای فرمان و قدرت باید به‌طور هم‌زمان با هم کار کنند و وجود هر یک به تنهایی نمی‌تواند عملکرد صحیح را در پی داشته باشد.

- ۱ مدار AND و OR منطقی را با شستی استارت ترسیم و جدول صحت آن را با توجه به عملکرد مدار رسم کنید.
- ۲ مدار AND و OR منطقی را با شستی استپ ترسیم و جدول صحت آن را با توجه به عملکرد مدار رسم کنید.

فعالیت



فیلم



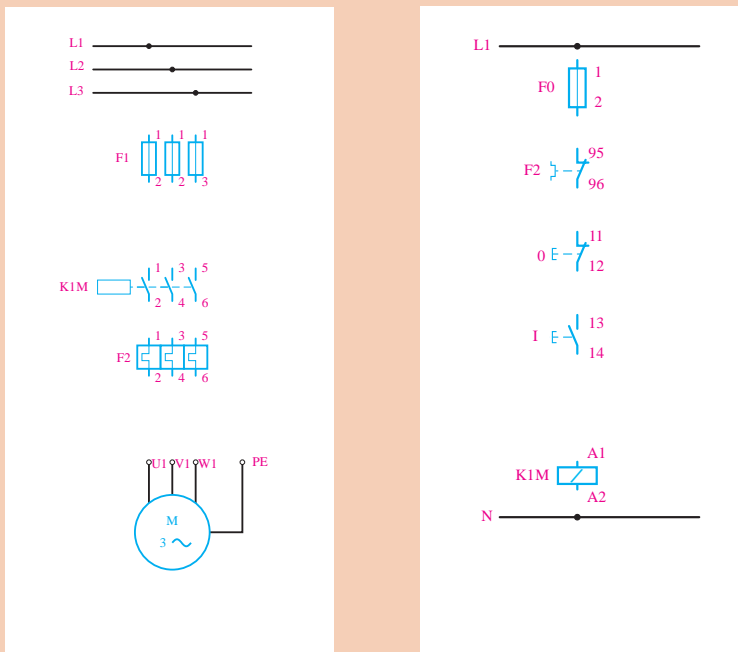
مراحل راه‌اندازی موتور سه فاز به صورت لحظه‌ای و دائم

## راه‌اندازی موتور سه فاز با استفاده از کنتاکتور

برای راه‌اندازی موتورهای سه فاز تنها به یک کنتاکتور نیاز است تا بتوانیم توسط یک شستی (استارت) موتور را به حرکت در آوریم و توسط یک شستی دیگر (استپ)، آن را متوقف نماییم. از فیوز و رله حرارتی نیز، به ترتیب به عنوان وسایل حفاظت کننده در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار، استفاده می‌نماییم.

مدار فرمان و مدار قدرت زیر را، که مربوط به راه‌اندازی موتور به صورت لحظه‌ای است تکمیل کنید.

فعالیت





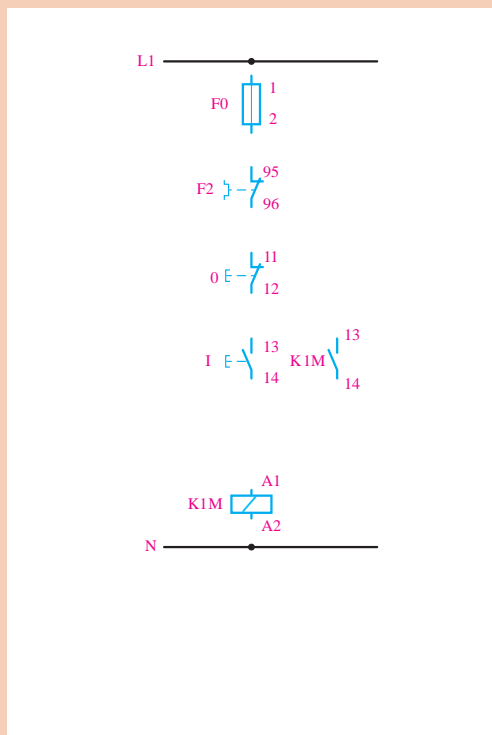
تکمیل شده فعالیت کلاسی قبل را روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.



- ۱ علت لحظه‌ای بودن وصل کنتاکتور چیست؟
- ۲ برای دائم بودن این مدار چه راه حلی وجود دارد؟
- ۳ مقدار فیوز و رله حرارتی بر چه مبنایی انتخاب می‌شود؟



مدار زیر را، که مربوط به راه‌اندازی دائم کار موتور است را تکمیل و آن را روی تابلو، آزمایش کنید.



آیا مدار قدرت این مدار با مدار فعالیت کارگاهی قبل متفاوت است؟ چرا؟



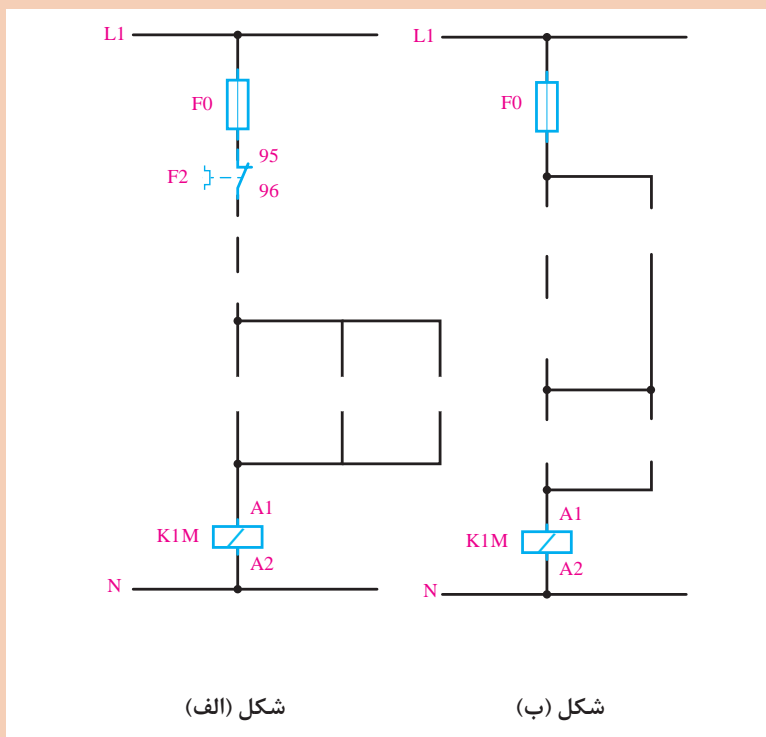
چرا کنتاکت باز کنتاکتور سبب شده است که موتور دائم کار شود؟





در مورد مزایا و معایب راه‌اندازی موتور توسط کلیدهای دستی و کنتاکتور بحث کنید.

شکل (الف) مربوط به راه‌اندازی یک موتور به صورت دائم کار است که از دو محل قابل کنترل است. شکل (ب) نیز مربوط به دستگاهی مانند پرس است که هر دو دست اپراتور باید روی شستی باشد تا دستگاه کار کند. این دو شکل را تکمیل کنید و آن را با بستن روی تابلو، آزمایش کنید.



شکل (الف)

شکل (ب)



در یک ماشین صنعتی از دو موتور  $M1$  و  $M2$  استفاده شده است. موتور  $M1$  یک موتور سه فاز برای پمپ روغن به قدرت  $0/5$  کیلووات و جریان  $1/5$  آمپر و موتور  $M2$  یک موتور سه فاز به قدرت  $5$  کیلووات و جریان  $10$  آمپر است.

طرز کار این ماشین به گونه‌ای است که موتور اصلی بدون پمپ روغن نباید کار کند، 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.



با توجه به وسایل مدارهای فرمان جدول زیر را تکمیل کنید:

علامت وسیله	نقشه در مدار قدرت	هدف از استفاده	تصویر	نام
		قطع و وصل همزمان دو نقطه از مدار		استپ استارت دوبل
		.....		لیمیت سوئیچ
		.....		بوین تایمر تأخیر در وصل
KT		.....		بوین تایمر تأخیر در قطع
		.....		کنتاکت باز و بسته تایمر
		.....		لامپ سیگنال



معرفی تجهیزات مورد استفاده در مدارهای رله‌ای

در یک ماشین چوب‌بری، از یک موتور سه فاز روتور قفسی استفاده شده است. برای اتصال دائمی این موتور از یک شستی و برای قطع آن نیز از یک شستی دیگر استفاده می‌شود. علاوه بر این دو شستی، توسط یک پدال نیز باید بتوان موتور را به‌طور لحظه‌ای به شبکه متصل نمود. مدار فرمان و مدار قدرت این موتور را ترسیم و آن را روی تابلو آزمایش کنید.

## رله زمانی (تایمر) و انواع آن

یکی از وسایل فرمان دهنده مدارهای کنترل اتوماتیک، تایمرها یا رله‌های زمانی هستند که وظیفه کنترل مدار را برای مدت زمانی معین بر عهده دارند. رله‌های زمانی در انواع مختلف ساخته می‌شوند:

(الف) رله زمانی موتوری یا الکترومکانیکی؛

(ب) رله زمانی الکترونیکی (ثابت زمانی خازن)؛

(پ) رله زمانی نیوماتیکی (با فشار هوا)؛

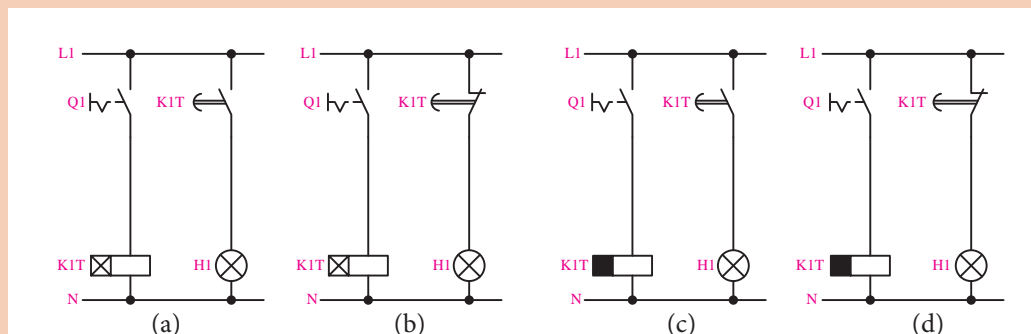
(ت) رله زمانی بی‌متال یا حرارتی؛

(ث) رله زمانی هیدرولیکی (فشار روغن).

امروزه بیشتر در بازار، از رله زمانی الکترونیکی، به علت کیفیت و عمر بالا و قیمت مناسب، استفاده می‌شود. در نوعی از این تایمرها، با شارژ و دشارژ شدن یک خازن، بوبین یک رله کوچک تحریک می‌گردد. این نوع رله‌ها در دو نوع تأخیر در وصل و تأخیر در قطع می‌باشند.



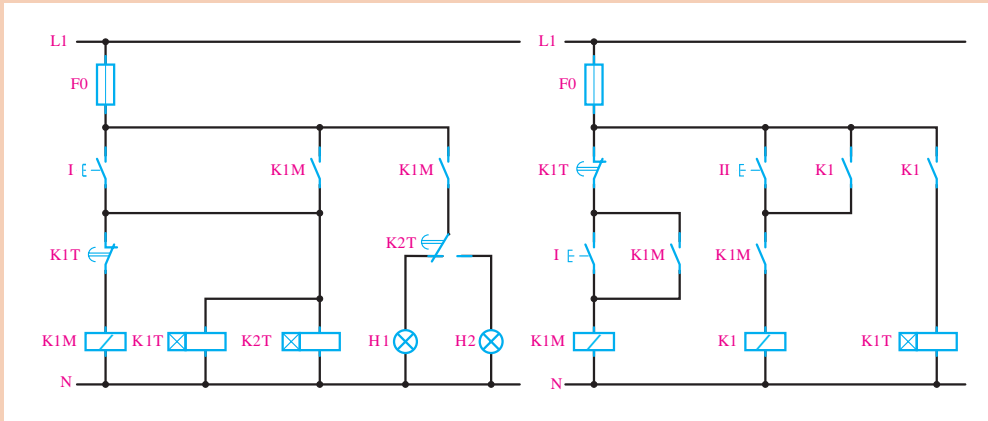
در مدارهای زیر چنانچه کلید یک پل برای یک دقیقه وصل شود و سپس قطع گردد و تایمرها روی ۴۰ ثانیه تنظیم شده باشند، عملکرد لامپ در مدارها با هم چه فرقی خواهند داشت؟



برداشت



برداشت خود را از نحوه عملکرد دو شکل زیر بیان کنید.



مداری طراحی کنید که با فشار به یک شستی موتور اول روشن شود و بعد از ۲۰ ثانیه موتور دوم فعال گردد و موتور اول را خاموش کند.

فعالیت کارگاهی



### تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز

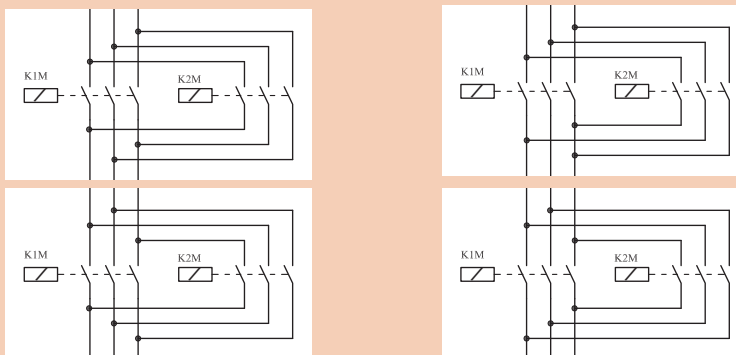
در قسمت‌های قبل گفته شد که برای تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز کافی است جای دو فاز با یکدیگر تعویض شود. بنابراین برای انجام این کار به دو کنتاکتور نیاز است که یکی از آنها برای راست‌گرد و دیگری برای چپ‌گرد طراحی می‌شود.

توجه داشته باشید که این دو کنتاکتور در هیچ صورتی نباید به‌طور هم‌زمان در مدار، فعال باشند. آیا دلیل این امر را می‌دانید؟

نکته



کدام یک از مدارهای قدرت زیر برای چپ‌گرد - راست‌گرد، عملکرد صحیحی ندارد؟ چرا؟



فعالیت



فیلم

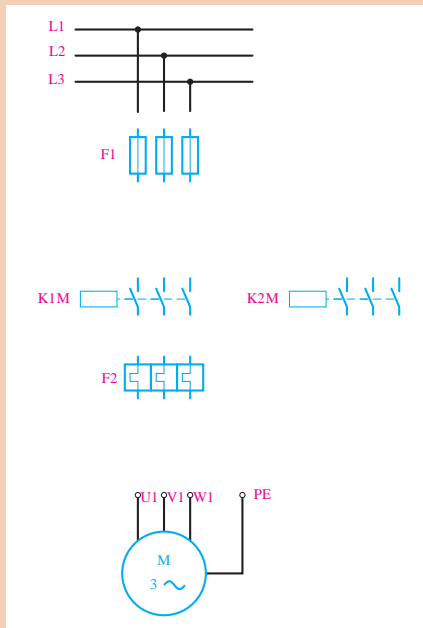


فعالیت



مراحل راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد - راست گرد

مدار قدرت زیر را، که مربوط به مدار چپ گرد - راست گرد است تکمیل کنید.  
مقدار فیوز و بی متال در این مدار چگونه انتخاب می شود؟

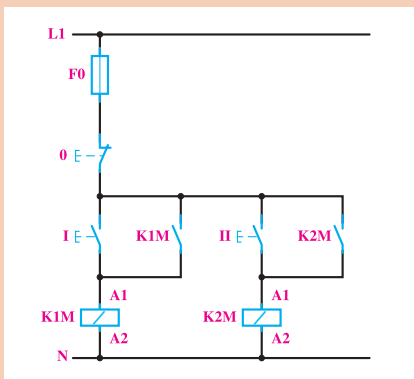


- برای مدار فرمان چپ گرد - راست گرد، مدارهای مختلفی طراحی می شود که عبارت اند از:
- ۱- مدار چپ گرد - راست گرد با توقف؛
  - ۲- مدار چپ گرد - راست گرد سریع؛
  - ۳- مدار چپ گرد-راست گرد با حفاظت کامل.

فعالیت



در کنار شکل زیر، نقاط ضعف مدار فرمان را برای چپ گرد - راست گرد کردن موتور یادداشت کنید.



## مدار چپ گرد - راست گرد با توقف

در این مدار با فشار بر یکی از شستی‌ها (راست گرد یا چپ گرد) موتور در همان جهت انتخابی شروع به حرکت می‌کند و برای تغییر جهت، ابتدا باید موتور توسط شستی استپ متوقف گردد، سپس با فشار بر شستی استارتِ دیگر، موتور تغییر جهت دهد.

مدار فرمان و مدار قدرت چپ گرد - راست گرد با توقف را طراحی کنید و پس از تأیید هنرآموز، آن را بر روی تابلو ببندید و آزمایش کنید.

فعالیت  
کارگاهی



پرسش

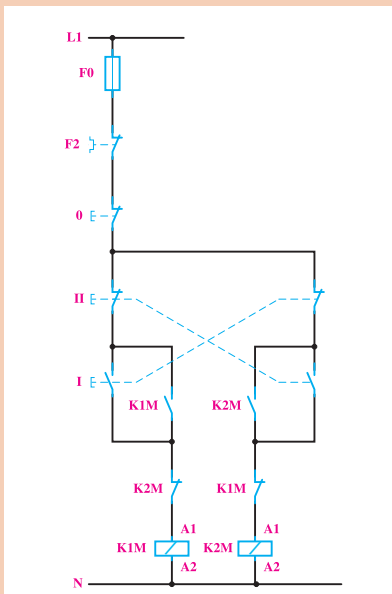


به نظر شما عیوب و نقاط ضعف مدار فوق چیست؟

## مدار چپ گرد - راست گرد سریع

در مدارهای فرمان قبل، که طراحی شد، برای تغییر جهت گردش موتور، باید ابتدا شستی قطع را فشار دهیم و در صورتی که بخواهیم بدون قطع کردن مدار، جهت چرخش موتور را عوض کنیم، می‌توانیم کنتاکت بسته شستی I را در مدار بوبین کنتاکتور K2M و کنتاکت بسته شستی II را در مدار بوبین کنتاکتور K1M، به صورت سری قرار دهیم تا با فشار بر هر یک از آنها، ابتدا مدار کنتاکتور مقابل قطع گردد و سپس جهت چرخش موتور عوض شود.

در شکل زیر، مدار فرمان چپ گرد - راست گرد سریع را روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.  
به نظر شما نقاط ضعف این مدار چیست؟



فعالیت  
کارگاهی



## مدار چپ گرد - راست گرد با حفاظت کامل

اگر در مدار چپ گرد - راست گرد با توقف، شستی‌های I و II هم‌زمان 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 , II را دوبل انتخاب کرد. در این صورت با فشار هم‌زمان به شستی‌ها، هیچ یک از کنتاکتورها جذب نخواهند کرد.

مدار فرمان و مدار قدرت چپ گرد - راست گرد با حفاظت کامل را طراحی و پس از تأیید هنرآموز، روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.

فعالیت  
کارگاهی



مدار فرمان چپ گرد - راست گرد با توقف، سریع و با حفاظت کامل را به صورتی طراحی کنید که بتوان موتور را از دو محل کنترل کرد.

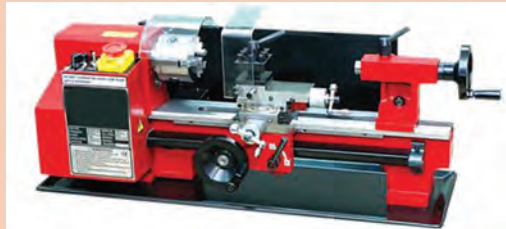
فعالیت



## لیمیت سوئیچ‌ها (سوئیچ‌های محدودکننده)

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، دوبل و چند کنتاکته ساخته می‌شوند. به لیمیت سوئیچ‌هایی که در ابعاد کوچک ساخته می‌شوند میکروسوئیچ هم گفته می‌شود. کاربرد و ساختمان خارجی لیمیت سوئیچ‌ها متفاوت است و مستقیماً به چگونگی سیستم مکانیکی دستگاه بستگی دارد.

می‌خواهیم جهت گردش یک موتور آسنکرون سه فاز را، که بر روی یک ماشین تراش نصب شده است، توسط کنتاکتور عوض کنیم. مدار فرمان و مدار قدرت آن را ترسیم کنید و آنها را روی تابلو ببندید و آزمایش کنید.



پروژه



در ماشین‌هایی همچون ماشین تراش، ولتاژ تغذیه مدار فرمان بسیار کم است.

نکته



معرفی رله کنترل فاز و رله کنترل بار

فیلم



## رله کنترل فاز



در مدارهای کنترلی سه فاز، چنانچه یکی از فازها قطع شود (به اصطلاح دو فاز شود) توان موتور کاهش می یابد و قادر به اجرای کار مورد نظر نخواهد بود (زیر بار می خوابد). در نتیجه جریان زیادی از موتور عبور می کند و چنانچه وسایل حفاظتی عمل نکنند موتور آسیب می بیند. یکی از کاربردهای کنترل فاز جلوگیری از دو فاز شدن موتور است.

پژوهش



در مورد دیگر کاربردهای کنترل فاز پژوهش کنید.

فعالیت



رله کنترل فاز موجود در کارگاه را بررسی کرده و عملکرد هر یک از کنتاکت ها و LEDها را بیان کنید.

## رله کنترل بار



رله کنترل بار جایگزین مناسبی برای بی متال های حرارتی، به منظور محافظت از موتور در برابر اضافه جریان (اضافه بار) است. در این رله ها، با استفاده از یک سری کانال عبوری که سیم های سه فاز در داخل آنها قرار می گیرد، میزان جریان عبوری را توسط روش القایی اندازه می گیرند (مانند آمپرمترهای انبری). کاربرد عمده این رله ها در حفاظت موتورها، عبارت است از اضافه بار بیش از حد مجاز، دو فاز شدن، اتصالی در هر نقطه از مسیر جریان مصرفی (حتی در داخل موتور) و اختلالات داخلی موتور.

فعالیت



رله کنترل بار موجود در کارگاه را بررسی کنید و عملکرد هر یک از کنتاکت ها و LEDها را بیان کنید.

پژوهش

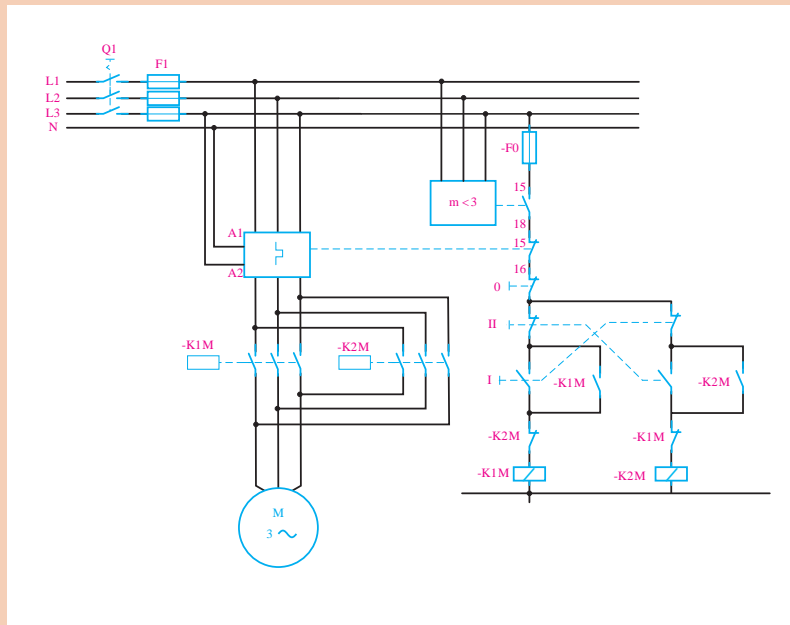


در مورد مزایا و معایب بی متال های حرارتی و کنترل بار پژوهش کنید.





- شمای مدار فرمان و مدار قدرت چپ گرد - راست گرد سریع، با استفاده از کنترل فاز و کنترل بار ترسیم شده است. این مدار را روی تابلو ببندید و تست های زیر را انجام دهید.
- ۱ ابتدا با رعایت توالی فازها مدار را تست کنید.
  - ۲ جای دو فاز را روی کنترل فاز تغییر و نتیجه را گزارش دهید.
  - ۳ یکی از فازهای ورودی به کنترل فاز را قطع کنید و نتیجه را گزارش دهید.



به تازگی رله های کنترل فاز - بار نیز، که هر دو عمل کنترل فاز و کنترل بار را همزمان انجام می دهند، در بازار عرضه می شوند.



درباره رله کنترل فاز - بار و نحوه عملکرد آن پژوهش کنید.

## راه‌اندازی موتور به صورت ستاره مثلث

با توجه به مطالب گفته شده در قسمت‌های قبل، برای کاهش جریان راه‌اندازی موتورهای آسنکرون سه فاز، 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 با طراحی مدار فرمان مناسب می‌توان موتور را طور اتومات از حالت ستاره به حالت مثلث تغییر حالت داد.

### الف) مدار قدرت

در حالت ستاره، باید سه انتهای کلاف‌های موتور، یعنی  $U_2, V_2, W_2$  به یکدیگر متصل شود و  $L_1$  به  $U_1$ ،  $L_2$  به  $V_1$  و  $L_3$  به  $W_1$  اتصال یابد. 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.

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، نیاز است، به طوری که کنتاکتور  $K3M$ ، سه فاز را به سه انتهای کلاف‌ها به ترتیب ذکر شده اتصال دهد.

با دقت در مطالب، در می‌یابیم که یکی از کنتاکتورها ( $K2M$ ) در هر دو حالت در مدار باقی می‌ماند.

توجه داشته باشید که دو کنتاکتور  $K1M$  و  $K2M$  در هیچ صورتی نباید به طور هم‌زمان در مدار فعال باشند. آیا دلیل این امر را می‌دانید؟

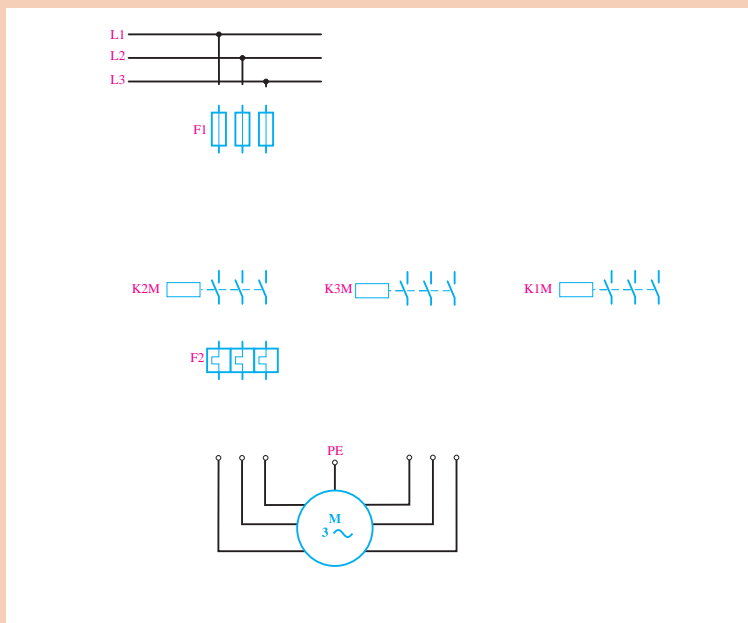
نکته



فعالیت



مدار قدرت راه‌اندازی موتور را، طبق مطالب گفته شده به صورت ستاره - مثلث تکمیل و حروف سروته کلاف‌ها را روی موتور بنویسید.





- ۱ مقدار جریان بی متال مدار قدرت بر چه اساس انتخاب می‌شود؟
- ۲ چنانچه بی متال  $F_2$  بعد از فیوزهای  $F_1$  قرار گیرد، رنج بی متال چگونه انتخاب می‌شود؟
- ۳ چنانچه بی متال  $F_2$  بعد از کنتاکتور  $K_3$  قرار گیرد، رنج بی متال چگونه انتخاب می‌شود؟

### ب) مدار فرمان برای حالت دستی

برای راه‌اندازی موتور باید با فشار به شستی I کنتاکتورهای K1M و K2M جذب گردد و با فشار دادن به شستی 0 کنتاکتور K1M قطع و کنتاکتور K3M جذب شود. البته قبل از وصل شدن کنتاکتور K3M باید حتماً K1M 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 K1M و K2M را توسط شستی I ترسیم می‌کنیم. چون کنتاکتور K2M در حالت مثلث نیز باید در مدار باشد، از این‌رو برای اتصال دائم مدار، از کنتاکت باز K2M به صورت موازی با شستی I استفاده می‌کنیم. در مرحله بعدی باید با فشار بر شستی 0، ابتدا کنتاکتور K1M قطع و بعد کنتاکتور K3M وصل شود. برای اطمینان از این امر، کنتاکت بسته K1M را به‌طور سری با کنتاکتور K3M قرار می‌دهیم و چون فقط کنتاکتور K1M باید از مدار قطع شود و کنتاکتور K2M در مدار باقی بماند، از شستی 0 برای قطع کنتاکتور K1M استفاده می‌کنیم. همچنین برای اینکه پس از فشار مجدد شستی I کنتاکتور K1M دوباره وصل نشود، کنتاکت بسته K3M را به‌طوری سری با آن قرار می‌دهیم.

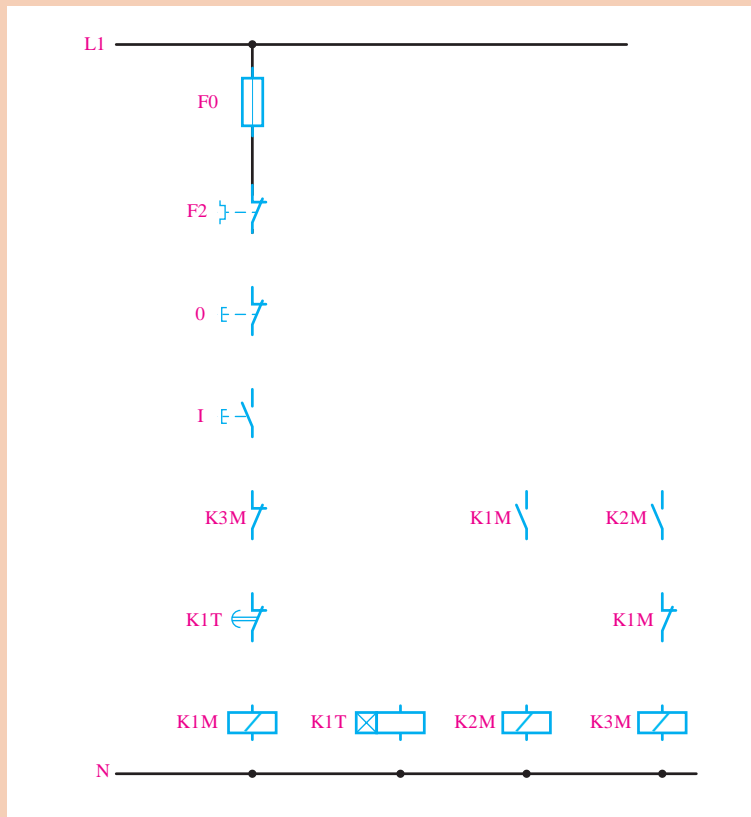


با توجه به مطالب گفته شده، مدار فرمان ستاره مثلث دستی را همراه با مدار قدرت طراحی و پس از تأیید هنرآموز آن را روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.

ج) مدار فرمان برای حالت اتوماتیک: در این حالت، باید با فشار دادن به شستی I، موتور به‌صورت ستاره راه‌اندازی شود و پس از گذشت زمان از قبل تنظیم شده‌ای، که بستگی به موتور و بار آن دارد، به‌طور اتومات به حالت مثلث اتصال یابد.



مدار فرمان صفحه بعد را که مربوط به ستاره مثلث اتوماتیک است، تکمیل کنید.



مدار تکمیل شده فوق را به همراه مدار قدرت روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.

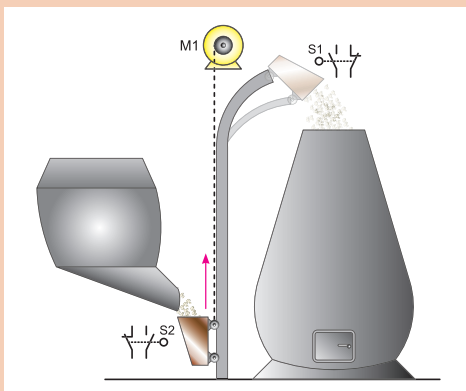
فعالیت  
کارگاهی



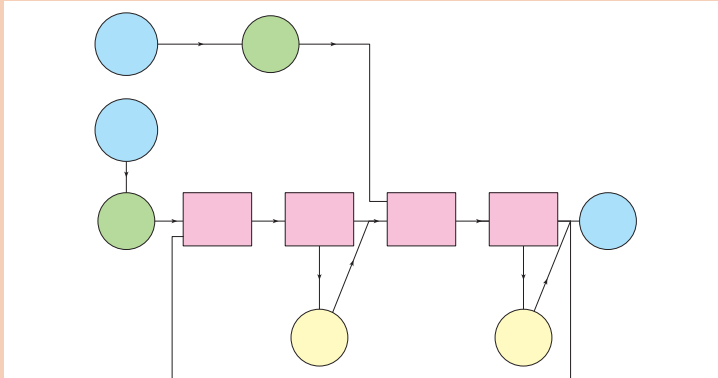
پروژه



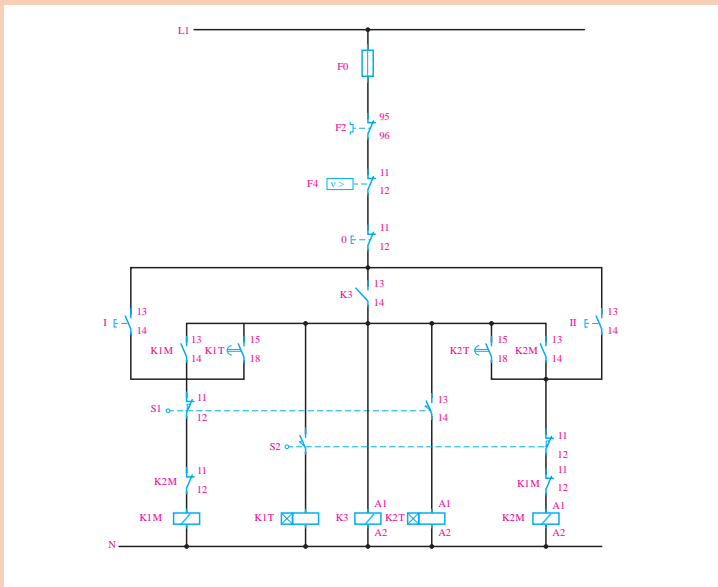
برای ریختن مواد به داخل یک کوره، مانند شکل زیر، از یک مخزن بالابر (که توسط موتور M1 حرکت می کند) استفاده شده است.



عملکرد این مدار به گونه ای است که با فشار به شستی S1 یا S2 مخزن به سمت بالا یا پایین حرکت می کند. در ایستگاه بالا به مدت ۳۰ ثانیه و در ایستگاه پایین به مدت ۲ دقیقه توقف می کند. این عمل تا آنجا ادامه پیدا می کند که فرمان قطع توسط شستی صورت پذیرد.



مدار فرمان این مدار مطابق شکل زیر است. این مدار را روی ماکت ساخته شده در کارگاه ببینید و آن را آزمایش کنید.



مدار فرمان و قدرت برای یک موتور سه فاز ستاره - مثلث چپ گرد - راست گرد، همراه با کنترل فاز و کنترل بار طراحی و ترسیم کنید. سپس آن را روی تابلو ببینید و آزمایش کنید.

پروژه



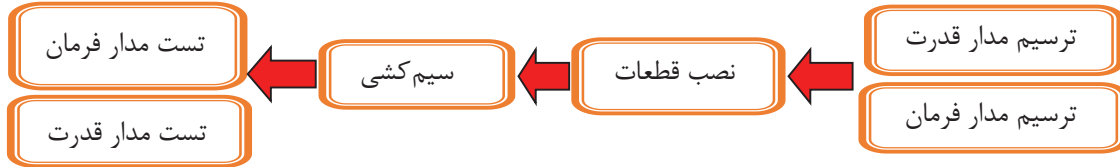
مدار فرمان و قدرت یک چراغ راهنمایی رانندگی را در یک تقاطع چهارراه به نحوی طراحی نمایید که مدت زمان چراغ سبز و قرمز ۱۵ ثانیه و مدت زمان چراغ زرد ۲ ثانیه باشد.

پروژه



### شرح کار:

طراحی نقشه، سیم‌کشی و اجرای یک موتور سه فاز ستاره مثلث چپ‌گرد - راست‌گرد با استفاده از کنترل فاز و کنترل بار



### استاندارد عملکرد:

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی برق صنعتی، هنرجویان قادر خواهند بود تا موتورهای سه فاز را با کلیدهای دستی و مغناطیسی (کنتاکتور) کنترل نمایند و انواع نقشه‌های آن را ترسیم و نقشه خوانی کنند.

### شاخص‌ها:

صحت ترسیم مدار فرمان و مدار قدرت - نصب صحیح قطعات - سیم‌کشی صحیح - عملکرد صحیح مدار فرمان و مدار قدرت

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

#### الف) شرایط

- ۱- اجرا در کارگاه برق صنعتی ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳- تهویه استاندارد و دمای  $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$
- ۴- ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵- وسایل ایمنی استاندارد ۶- زمان ۱۰۰ دقیقه

#### ب) ابزار و تجهیزات

- ۱- فیوز سیلندری سه فاز ۲- کلید مینیاتوری تک‌فاز ۳- کنترل فاز ۴- کنترل بار ۵- شستی استپ و استارت ۶- تایمر ۷- کنتاکتور
- ۸- موتور سه فاز ستاره مثلث ۹- سیم ۱۰- داکت ۱۱- ریل

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	رسم مدار فرمان	۲	
۲	رسم مدار قدرت	۲	
۳	نصب صحیح قطعات	۱	
۴	رعایت اصول سیم‌کشی	۱	
۵	تست مدار فرمان	۳	
۶	تست مدار قدرت	۳	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:		
	۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار؛		
	۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی؛		
	۳ تمیزکردن گیره و محیط کار؛		
	۴ رعایت دقت و نظم.		
	میانگین نمرات		
			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، «۲» می‌باشد.