

سوالاتی که در مصاحبه برق می پرسند



در مصاحبه رشته برق چه می پرسند ???

"آشنایی با سوالاتی که در مصاحبه رشته برق می پرسند، خصوصاً برای مصاحبه در محیط صنعتی"

تهیه و تنظیم: طه قدیری

دانشجوی کارشناسی ارشد برق ، دانشگاه آزاد ساری

[Taha.ghadiri@gmail.com](mailto:Taha.ghadiri@gmail.com)

[Taha-ghadiri@yahoo.com](mailto:Taha-ghadiri@yahoo.com)

<http://taha۱۶۸.blogfa.com>

ایمیل:

آدرس وب:

**توان اکتیو** = توان وا ته = توان مفید = توانی که باعث روشنایی در لامپ می شه =  $P$

توانی که از شبکه کشیده می شود توان اکتیو نام دارد . این توان در مقاومت بیشترین مقدار خود را دارد .

**توان راکتیو** = توان دواته = توان غیر مفید = توانی که باعث روشنایی در لامپ نمی شه = توانی که اجباراً با توان اکتیو در خطوط انتقال عبور می کند  
 $Q =$

توانی که در یک مدار سلفی خالص بین سلف و شبکه تبادل می شود توان راکتیو است . این توان برای انجام کار سلف ضروری است اما بازگشت آن به شبکه بار آن را زیاد می کند .

**منظور از توان راکتیو چیست ؟**

در مصرف کننده هایی که بین ولتاژ و جریان آنها اختلاف فاز وجود دارد توان دارای دو مقدار مثبت و منفی است . به این معنی که مصرف کننده گاهی از شبکه توان می کشد و گاهی به آن توان می دهد . این موضوع سبب ایجاد توان راکتیو می شود . اگر آنجایی که در این مصرف کننده ها امکان صفر کردن اختلاف فاز ممکن نیست نتیجه این می شود که توان راکتیو را نیم توان از بین برد .

**آیا توان راکتیو لازم است ؟**

آری زیرا ماهیت کار این وسایل داشتن توان راکتیو است . مثلاً در یک الکتروموتور نمی توان بدون توان راکتیو نیروی الکتروموتوری ایجاد نمود .

**توان راکتیو برای شبکه مفید است یا مضر ؟**

این توان سبب اضافه شدن جریان شبکه و در نتیجه افزایش تلفات توان در مسیر سیم کشی بصورت حرارت می شود .

**انواع توان راکتیو کدامند ؟**

در الکتریسته دو عنصر خازن و سلف توان راکتیو ایجاد می کنند پس در نتیجه توان راکتیو دارای دو نوع سلف و خازنی است .

**آیا می توان مقدار توان راکتیو یک شبکه را کاهش داد بدون اینکه مصرف کننده دچار اختلال شود ؟**

آری برای این منظور کافی است توان راکتیو مورد نیاز مصرف کننده را از راهی غیر از شبکه تامین نمود . به این منظور با توجه به ماهیت سلف و خازن که عکس هم عمل میکنند کافی است برای کاهش توان راکتیو خازنی از توان راکتیو سلفی استفاده کرد و برعکس . از آنجائیکه بیشتر مصرف کننده های یک شبکه از نوع سلفی می باشند می توان با استفاده از بانک خازنی به این مهم دست پیدا کرد .

**ولت آمپر یا VA به چه معنا است ؟**

ولت آمپر واحد اندازه گیری توان ظاهری کل مدار است که این توان از حاصل ضرب جریان مصرف کننده در ولتاژ آن بدست می آید . راه دیگر محاسبه توان ظاهری جمع برداری توانهای اکتیو و راکتیو است . در ادامه ضریب توان مدار، توان راکتیو مدار، توان اکتیو و توان ظاهری مدار و فرمول

های محاسباتی آن ها می پردازیم. ضریب توان: ضریب توان مدار برابر مقدار عددی می باشد و مقدار ضریب توان با توجه به ساختار مدار های الکتریکی متفاوت می باشد. توان لحظه ای: توان لحظه ای مدار برابر با حاصلضرب ولتاژ لحظه ای در جریان لحظه ای می باشد.

#### توان موثر:

همان توان اکتیو مدار یا توان مصرفی مدار می باشد. توان موثر برحسب وات بیان می شود و مقدار آن همیشه مثبت است.

#### توان غیر موثر:

توان غیر موثر کاری انجام نمی دهد و در شبکه بصورت رفت و برگشت وجود دارد. این توان را توان راکتیو یا غیر مصرفی می نامند. توان راکتیو یا غیر موثر می تواند مثبت یا منفی باشد. در صورت پسفاز بودن بار (بار سلفی) توان راکتیو مثبت و در صورت پیشفاز بودن بار (بار خازنی) توان راکتیو منفی خواهد بود. واحد توان راکتیو مدار ولت آمپر راکتیو یا وار (VAR) می باشد.

#### توان ظاهری:

توان ظاهری مدار بر حسب ولت آمپر  $V.A$  بیان می شود.

### - اثرات نامطلوب ضریب توان پایین:

- ضریب توان پایین اثرات نامطلوبی روی دستگاهها و تجهیزات الکتریکی می گذارد که در زیر این اثرات را مورد بررسی قرار می دهیم:
- ۱- در توان ثابت با کوچک شدن ضریب توان، توان راکتیو بزرگ شده و در نتیجه مقدار موثر جریان خط افزایش می یابد.
  - ۲- با افزایش جریان به علت کوچک شدن ضریب توان، توان راکتیو بزرگ شده و در نتیجه مقدار موثر جریان خط افزایش می یابد.
  - ۳- با افزایش جریان به علت کوچک شدن ضریب توان، سطح مقطع کابلها یا سیم ها بزرگ شده و در نتیجه قیمت تاسیسات افزایش می یابد.
  - ۴- با افزایش جریان هزینه کلیدها، فیوزها، تابلوها، دستگاههای اندازه گیری و وسایل حفاظتی و بلاخره هزینه کلیه تجهیزات مربوط به انتقال و توزیع زیادتر می گردد.
  - ۵- با افزایش جریان، افت ولتاژ زیادتر می گردد.
  - ۶- با کم شدن ضریب توان، توان تولیدی ژنراتورها کمتر می گردد و راندمان مولدها، ترانسفورماتورها و همینطور ضریب بهره کل تاسیسات الکتریکی کاهش می یابد.
- موتورها، موتورهای تک فاز با قدرت پایین، ترانس های جوشکاری و کوره های اندکسیونی از جمله وسایلی هستند که باعث کاهش ضریب توان می شوند. این دستگاهها علاوه بر مصرف انرژی اکتیو موجب مصرف انرژی راکتیو نیز می گردند.
- بنابراین با بکار بردن خازنهای موازی می توان ضریب توان را اصلاح کرد. کارخازنهای موازی تزریق کیلووار به سیستم در نقطه نصب است. یک خازن موازی اثری مشابه به یک کندانسور سنکرون در حالت فوق تحریک دارد. با نصب خازن تولی کیلووار، کیلووار مصرفی بارهای سلفی (مثلا موتورهای اندکسیونی) تامین می گردد.

نصب خازن موازی در محل دارای مزایای به شرح زیر است:

- ۱- کاهش مولفه راکتیو جریان مدار
- ۲- افزایش سطح ولتاژ در محل بار
- ۳- بهبود تنظیم ولتاژ اگر خازن به طور صحیح به مدار وارد و از آن خارج شود.
- ۴- کاهش تلفات  $I^2R$  در سیستم به دلیل کاهش اندازه جریان
- ۵- کاهش تلفات راکتیو  $I^2X$  در سیستم بخاطر کاهش اندازه جریان
- ۶- افزایش ضریب قدرت ژنراتور منبع

۷- کاهش بارگذاری روی ژنراتور منبع (Kva) و روی فیدرهای مربوطه در نتیجه آزاد شدن ظرفیت برای رشد بار

۸- با افزایش ضریب توان قدرت تغذیه منبع بالا می رود.

۹- با بالا رفتن قدرت تغذیه منبع، سرمایه گذاری برای تامین واحدها و خطوط جدید به تعویق می افتد.

۱۰- کاهش هزینه های پرداختی به سازمان برق

- ماشین القایی، می تواند هم به صورت ژنراتور و یا به عنوان موتور استفاده شود. ماشین القایی در حالت موتوری از شبکه برق، توان اکتیو و توان راکتیو جذب می کند. که توان اکتیو را به مصرف خروجی جهت غلبه بر بار مکانیکی می رساند و البته بخشی از آن نیز تلف می شود. توان راکتیو را موتور القایی برای ایجاد میدان دوار مغناطیسی نیاز دارد.

## بانک خازنی

اغلب دستگاه ها و مصرف کنندگان الکتریکی برای انجام کار مفید نیازمند مقداری توان راکتیو برای مهیا کردن برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی AC شرایط لازم برای انجام کار میباشند. به عنوان مثال موتورهای الکتریکی مکانیکی، نیازمند تولید شار مغناطیسی در فاصله هوایی موتور هستند. ایجاد شار تنها توسط توان راکتیو امکان پذیر و با افزایش بار مکانیکی موتور مقدار توان راکتیو بیشتری مصرف می گردد.

عمده مصرف کنندگان انرژی راکتیو عبارتند از:

۱- سیستم های الکترونیک قدرت

الف ( مبدل های AC/DC (Rectifiers)

ب) مبدل های DC/AC (Inverters)

ج ( مبدل های AC/AC (Converters)

د ( چاپرها (Choppers)

۲- مصرف کنندگان یا تجهیزاتی که دارای مشخصه غیر خطی هستند.

۳- مصرف کنندگانی که در شکل موج ولتاژ محل تغذیه خود (اعوجاج) هارمونیک ایجاد می نمایند.

۴- متعادل سازهای بارهای نامتعادل

۵- تثبیت کننده های ولتاژ

۶- کوره های القایی

۷- کوره های قوس الکتریکی

۸ - DC, AC سیستم های جوش کاری

همان گونه که ذکر شد مصرف انرژی راکتیو اجتناب ناپذیر است.

\* خازن اصطلاحاً تولید کننده انرژی راکتیو است، اما خازن توان راکتیو تولید نکرده بلکه مصرف کننده آن نیز می باشد.

فقط در زمانی که القاگر انرژی راکتیو در خود ذخیره مینماید (از شبکه می کشد) خازن، انرژی ذخیره شده خود را به شبکه تحویل می دهد و در زمانی که القاگر انرژی ذخیره شده اش را به شبکه پس می دهد خازن از شبکه انرژی می کشد .

حال اگر القاگر و خازن در کنار هم قرار گیرند، هنگامی که خازن انرژی میدهد القاگر آن انرژی را می گیرد و زمانی که خازن انرژی می گیرد القاگر انرژی می دهد که موجب تعادل انرژی بین القاگر و خازن گشته، تبادل انرژی بین مصرف کننده و شبکه صورت نمی گیرد.

## ضریب توان

ضریب توان، معیار برای سنجش میزان توان راکتیو مورد نیاز دستگاه مصرف کننده برق، برای انجام تبدیل انرژی می باشد، ضریب توان بر اساس تعریف نسبت توان اکتیو مورد نیاز به کل توان الکتریکی تعریف میگردد.

$$(\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}})$$

و همیشه بین ۱- و ۱+ تغییر می کند از ۱+ الی ۰ برای بارهای القایی و از ۰ الی ۱- برای بارهای خازنی می باشد.

$$P = UI \cos \varphi \text{ (توان اکتیو)}$$

$$Q = UI \sin \varphi \text{ (توان راکتیو)}$$

نکته : معمولاً جبران سازی برای ضریب قدرت بین ۰.۸۵ تا ۰.۹۵ انجام می شود. از جبران سازی ضریب قدرت بیش از ۰.۹۵ باید اجتناب نمایید. زیرا در این شرایط علاوه بر نیاز به میزان قابل ملاحظه ای از خازن برای تامین قدرت راکتیو، هادیها به دلیل عبور جریان زیاد راکتیو تحت تنش قرار گرفته و نیز ممکن است در شبکه مصرف کننده افزایش ولتاژ نامطلوبی ایجاد شود.

مثال : در یک کارگاه ، متوسط مصرف توان واقعی (در یک دوره ۴ ماهه) برابر ۵۶۰ کیلو وات ساعت و متوسط مصرف توان راکتیو در همان دوره برابر ۸۰۰ کیلو ولت آمپر راکتیو است. مقدار توان راکتیو مورد نیاز برای اینکه ضریب توان برق مصرفی برابر ۰.۹۰ باشد به صورت زیر به دست میاید:

$$\tan \varphi_1 = 560/800 = 0.7$$

$$\varphi_1 = \tan^{-1}(0.7) = 35$$

$$\cos \varphi_1 = 0.82$$

$$\varphi_2 = \cos^{-1} 0.90 = 25.84$$

$$\tan \varphi_2 = \tan 25.84 = 0.48$$

$$Q_c = 560 * (0.7 - 0.48) = 123 \text{ kVar}$$

- اساس کار بانک های خازنی اتوماتیک

بانکهای خازنی اتوماتیک مجهز به یک رگولاتور ضریب قدرت هستند. این رگولاتور اندازه و شکل موج ولتاژ و جریان و اختلاف زمانی آنها را اندازه گرفته و پس از انجام محاسبات لازم، ظرفیت خازنی مورد نیاز را تعیین و خازن را وارد شبکه می نماید. در شبکه فشار ضعیف نمونه ولتاژ مستقیماً از خط و نمونه جریان توسط یک ترانس جریان (CT) به رگولاتور متصل می شوند عمل سوئیچ کردن خازنها توسط کنتاکتورهایی که بوسیله رگولاتور کنترل می شوند، انجامی می گیرد. همچنین برای هر پله خازن یک سری فیوز جداگانه در نظر گرفته می شود.

عموما دسته بندی موتورهای القای براساس تعداد پیچه های استاتور است که عبارتند از:

موتورهای القایی تک فاز

موتورهای القایی سه فاز (آسنکرون)

رتور ماشین های القایی سه فاز بر دو نوع است:

- قفسی رتور

- رتور سی میپچی شده

روش های راه اندازی موتورهای القایی سه فاز

✓ راه اندازی موتور القایی را به طور کلی با دو روش انجام داد:

- روش راه اندازی استاتوری (قابل کاربرد در کلیه موتورهای القایی)
- روش راه اندازی رتوری (قابل کاربرد در موتورهای القایی رتور سیم پیچی)

✓ انواع روش های راه اندازی استاتوری عبارتند از:

- راه اندازی مستقیم (DOL) Direct On Line
- راه اندازی ستاره مثلث Star Delta
- راه اندازی با اتو ترانسفورماتور
- راه اندازی نرم (با تجهیزات الکترونیک قدرت) Soft Start

- راه اندازی مستقیم DOL :

در این روش تنها از یک کلید قطع و وصل (کنتاکتور) استفاده میشود. این روش ساده ترین راه برای راه اندازی موتور القایی و در عین حال به دلیل مقرون به صرفه بودن رایجترین روش میباشد. با اتصال مستقیم موتور به شبکه هیچ تغییری در منحنی مشخص گشتاور دور ایجاد نمیشود. بنابراین ازمعایب این روش، جریان بالای راه اندازی پس از وصل کلید است. هر چند وقتی از این روش استفاده میشود، کابل، شبکه برق ترانسفورماتور یا ژنراتور و دیگر تجهیزات متصل به شبکه) باید تحمل عبور جریان بالای راه اندازی (۵ تا ۸ برابر جریان نامی) و افت ولتاژ حاصل از این جریان را تا چند ثانیه داشته باشند. به علاوه در این روش گشتاور راه اندازی موتور بسیار زیاد است که در صورت اختلاف خیلی زیاد با گشتاور بار در زمان راه اندازی، نیروی بیشتری به اتصالات مکانیکی موتور و تجهیزات متصل به آن وارد می شود که با گذشت زمان باعث کاهش عمر مکانیکی تجهیزات میگردد.

- راه اندازی ستاره \_ مثلث :

لازم به توضیح است که فقط موتورهایی را میتوان با روش ستاره- مثلث را هاندازی نمود که بدون بار باشند و سیم پیچ هر فاز آنها تحمل اتصال به ولتاژ خط (UI) را داشته باشد. یعنی در شبکه فشار ضعیف برق ایران بتواند  $V 380$  ولتاژ خط را تحمل نماید زیرا در اتصال مثلث سیم پیچ های هر فاز به ولتاژ خط متصل می شوند .

در راه اندازی به صورت ستاره مثلث ابتدا برای کاهش جریان راه اندازی، موتور را با اتصال ستاره به برق متصل می کنند سپس بعد از عبور جریان اولیه راه اندازی که در اتصال ستاره ۱۱۳ جریان راه اندازی با اتصال مثلث است، اتصال سیم پیچ ها را به مثلث تبدیل مینمایند. زمان راه اندازی در این روش گاهی به ۱۵ ثانیه می رسد. در صورتی که عمل تغییر اتصال به موقع انجام نشود، ممکن است موتور در زیر بار بماند زیرا توان حالت مثلث ۳ برابر توان در حالت ستاره است و موتور برای غلبه بر نیروی مقاوم بار به توان حالت مثلث احتیاج دارد. به همین خاطر برای تغییر اتصال این روش را ه اندازی در مدار فرمان از تایمر استفاده میشود.

#### -راه اندازی نرم:

در این روش ابتدا موتور با ولتاژ کم راه اندازی می شود سپس به طور همزمان جریان موتور نیز توسط المان های الکترونیک قدرت کنترل می شود و افزایش ولتاژ به گونه ای است که جریان را ه اندازی به آرامی به جریان نامی برسد. افزایش ولتاژ ورودی موتور به صورت تدریجی تا ولتاژ نامی ادامه مییابد. در نتیجه گشتاور خروجی موتور نیز به تدریج اضافه میشود. بدین ترتیب از ایجاد ضربه (شوک) های مکانیکی در زمان راه اندازی جلوگیری میگردد. یعنی در زمان راه اندازی مقدار گشتاور به انداز های است که تنها بر نیروی اصطکاک و ایستایی موتور غلبه می کند. به همین خاطر به این روش راه اندازی، راه اندازی نرم می گویند. در این روش جریان راه اندازی، حدوداً بین ۲ تا ۵ برابر جریان نامی می باشد. یکی از مزایای این روش امکان تنظیم دقیق گشتاور موردنیاز در هر لحظه است که هزینه های تعمیر و نگهداری تجهیزات مکانیکی را کاهش میدهد.

### روشهای کنترل دور الکتروموتورهای القایی

روش های کنترل سرعت در موتورهای القایی: به طور کلی به چهار روش می توان به کنترل دور موتورهای القایی پرداخت که این موارد عبارتند از:

۱ - کنترل دور به وسیله کنترل ولتاژ

۲ - کنترل دور توسط کنترل فرکانس

۳ - کنترل دور به وسیله کنترل ولتاژ و کنترل فرکانس به صورت همزمان

۴ - کنترل سرعت از طریق کنترل جفت قطب

در بین این روش ها بهترین روش کنترل دور به وسیله کنترل همزمان ولتاژ و فرکانس می باشد. چون مقدار فوران میدان مغناطیسی دوار موتورهای القایی متناسب با نسبت ولتاژ به فرکانس می باشد. بنا براین در صورتی که به همان نسبت که ولتاژ را تغییر می دهیم مقدار فرکانس را نیز تغییر دهیم، در نتیجه مقدار دامنه ی میدان مغناطیسی دوار موتور تغییری نمی نماید و در نتیجه در کار ماشین اختلالی وجود نخواهد داشت. از طرف دیگر با تغییر مشخصات منبع تغذیه منحنی گشتاور بر حسب سرعت تغییر خواهد نمود. عیب این روش در قیمت بسیار بالای مبدل هایی می باشند که به صورت همزمان فرکانس و ولتاژ را کنترل می نمایند و همچنین دارای ساختمان پیچیده ای هستند و تعمیر و نگهداری آن ها مشکل می باشد

✓ تغییر دور موتور القایی سه فاز: با عوض کردن جای دو فاز جهت دور موتور عوض می شود.

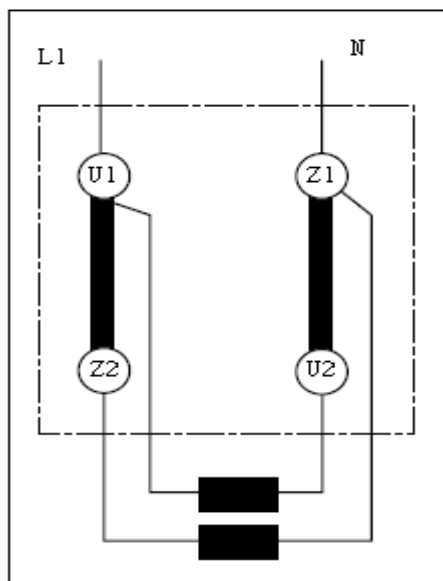
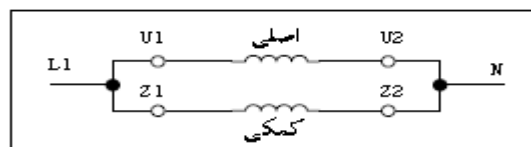
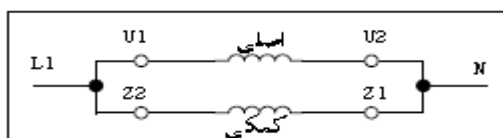
همانطور که می دانیم موتور های تکفاز از دو گروه سیم پیچی تشکیل شده اند که با هم ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند برای راه اندازی آنها ابتدا باید هر دو سیم پیچ در مدار قرار گیرد سپس بعد از رسیدن سرعت موتور به ۷۵ درصد سرعت نامی سیم پیچ کمکی از مدار خارج شود. همچنین برای تغییر جهت گردش این موتور ها باید دو سر یکی از سیم پیچهای اصلی و یا راه انداز نسبت به هم عوض شود.

### انواع موتورهای القایی تک فاز

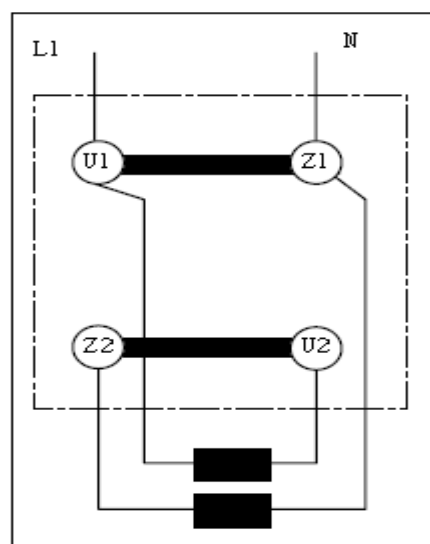
- ۱- موتور القایی AC فاز شکسته
- ۲- موتور القایی با استارت خازنی
- ۳- موتورهای AC القایی با خازن دائم کار
- ۴- موتورهای AC القایی استارت با خازن / کارکرد با خازن (دو خازنی)
- ۵- موتور القایی AC با قطب سایه دار (چاکدار)

### تغییر جهت گردش در موتورهای تک فاز

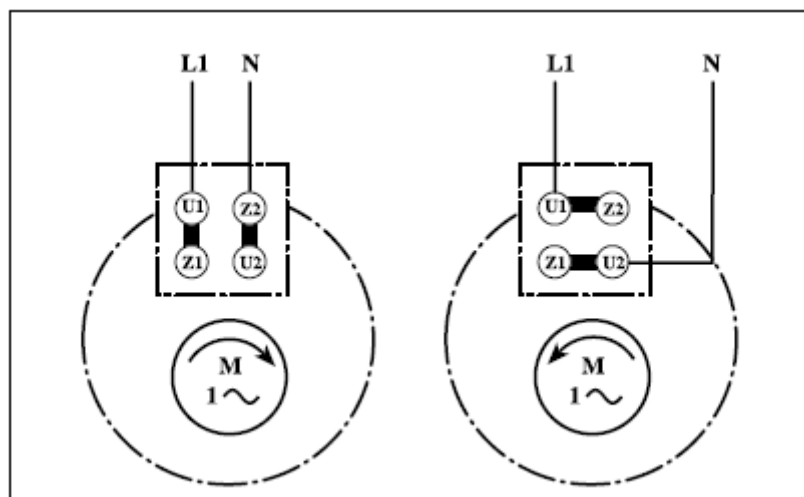
برای تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی تک فاز باید جهت جریان در سیم پیچی کمکی را عوض کنیم یعنی جای سر و ته کلاف متصل شده به فاز و نول عوض شود.



چپ گرد



راست گرد



اتصال روی تخته کلم موتور تکفاز

### راه اندازی الکتروموتور سه فاز با جریان تکفاز

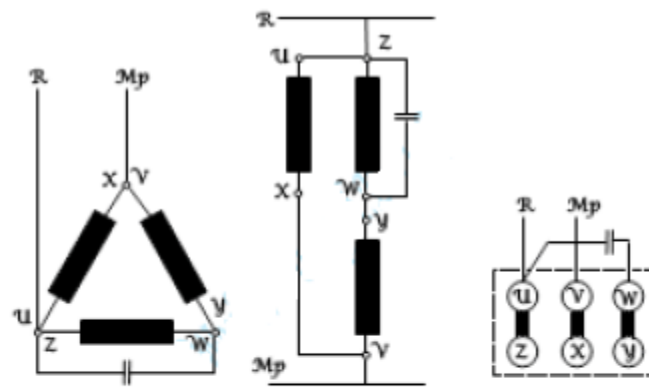
الکتروموتورهای سه فاز را میتوان با جریان تکفاز راه اندازی نمود. در راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز با جریان تکفاز از یک خازن استفاده میکنند (در الکتروموتورهای با قدرت زیاد اغلب از دو خازن که به دلیل زیاد شدن ظرفیت، موازی بسته شده اند نیز استفاده میشود) که خازن با سیم پیچی ، سری یا موازی میشود و جریان در شاخهای که با آن سری شده است جلو افتاده و اختلاف فاز به وجود میآورد و باعث گردش موتور میشود. جهت گردش بستگی به روش اتصال خازن دارد. قدرت الکتروموتور نیز به روش اتصال پلاک موتور ( ستاره یا مثلث ) و انتخاب نوع خازن (تعیین ظرفیت) بستگی دارد که معمولاً با انتخاب دقیق میتوان حداکثر قدرت در حالت یکفاز را به ۷۰ تا ۷۵ درصد در حالت سه فاز رساند.

- مقدار ظرفیت خازن به ازای هر کیلو وات قدرت با ولتاژهای مختلف شبکه و طرز اتصال کلافها به شرح زیر میباشد:

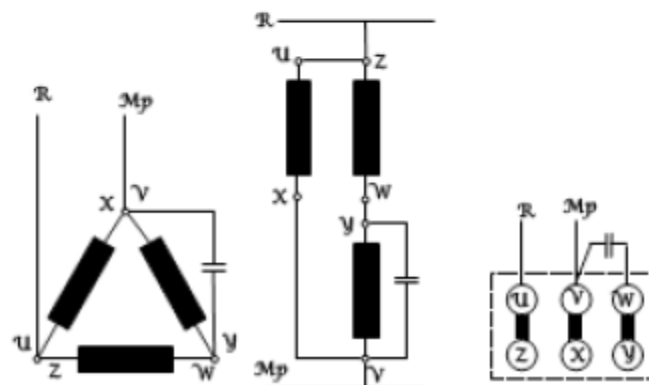
- برای موتور ۳۸۰ V و ۵۰ HZ و ۲۲ میکروفاراد به ازاء هر کیلووات موتور
- برای موتورهای ۲۲۰ V و ۵۰ HZ و ۷۰ میکروفاراد به ازاء هر کیلووات موتور

| ظرفیت خازن به ازای<br>هر کیلووات توان | ظرفیت خازن به ازای<br>هر اسب بخار توان |
|---------------------------------------|----------------------------------------|
| ۷۰ میکروفاراد                         | ۵۰ میکروفاراد                          |

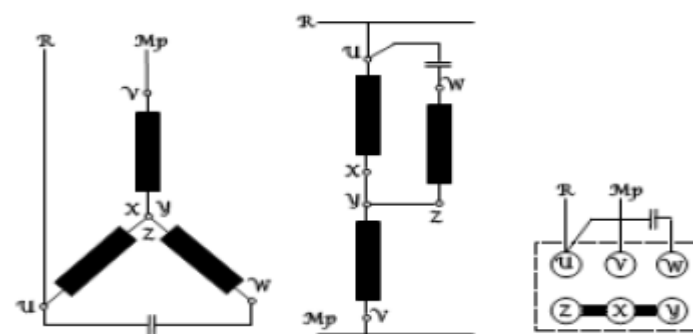
ظمناً گشتاور راه اندازی در موتور سه فازی که با انتخاب ظرفیت مناسب خازن با برق یکفاز، معمولاً از ۲۵ تا ۳۰ درصد در حالت سه فاز بیشتر نمیگردد و چون خازن باید دائماً در مدار قرار گیرد، از نوع روغنی میباشد. شکلهای زیر اتصال موتور سه فاز با جریان یکفاز را در حالتیهای مختلف نشان داده است. بیشترین قدرت مورد استفاده موتورهای سه فاز با برق یکفاز ۱.۵ اسب بخار است  
برای ایجاد گشتاور بیشتر در راه اندازی میتوان از یک خازن شیمیایی استفاده کرد ( ولی باید بعد از به کار افتادن موتور، خازن راه اندازی را از مدار قطع کرد در صورتی که خازن اولیه روغنی در مدار باقی میماند).



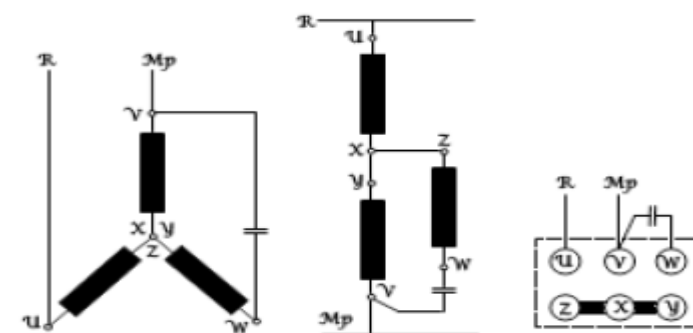
اتصال مثلث راست گرد



اتصال مثلث چپ گرد

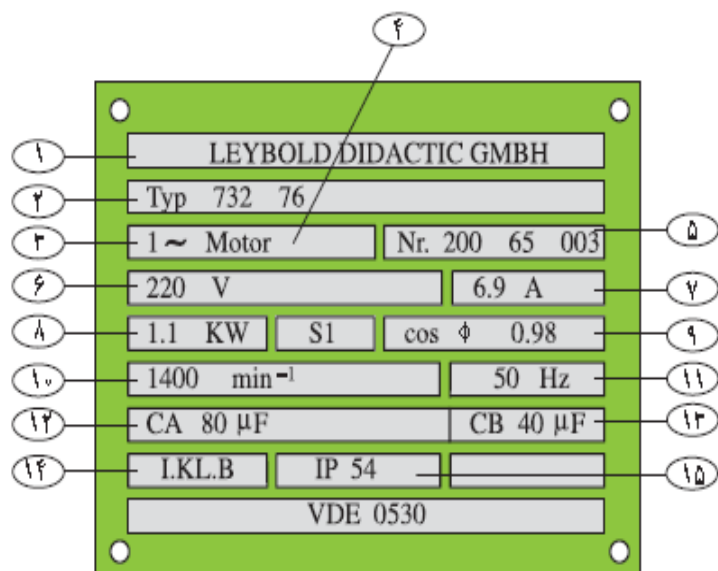


اتصال ستاره راست گرد



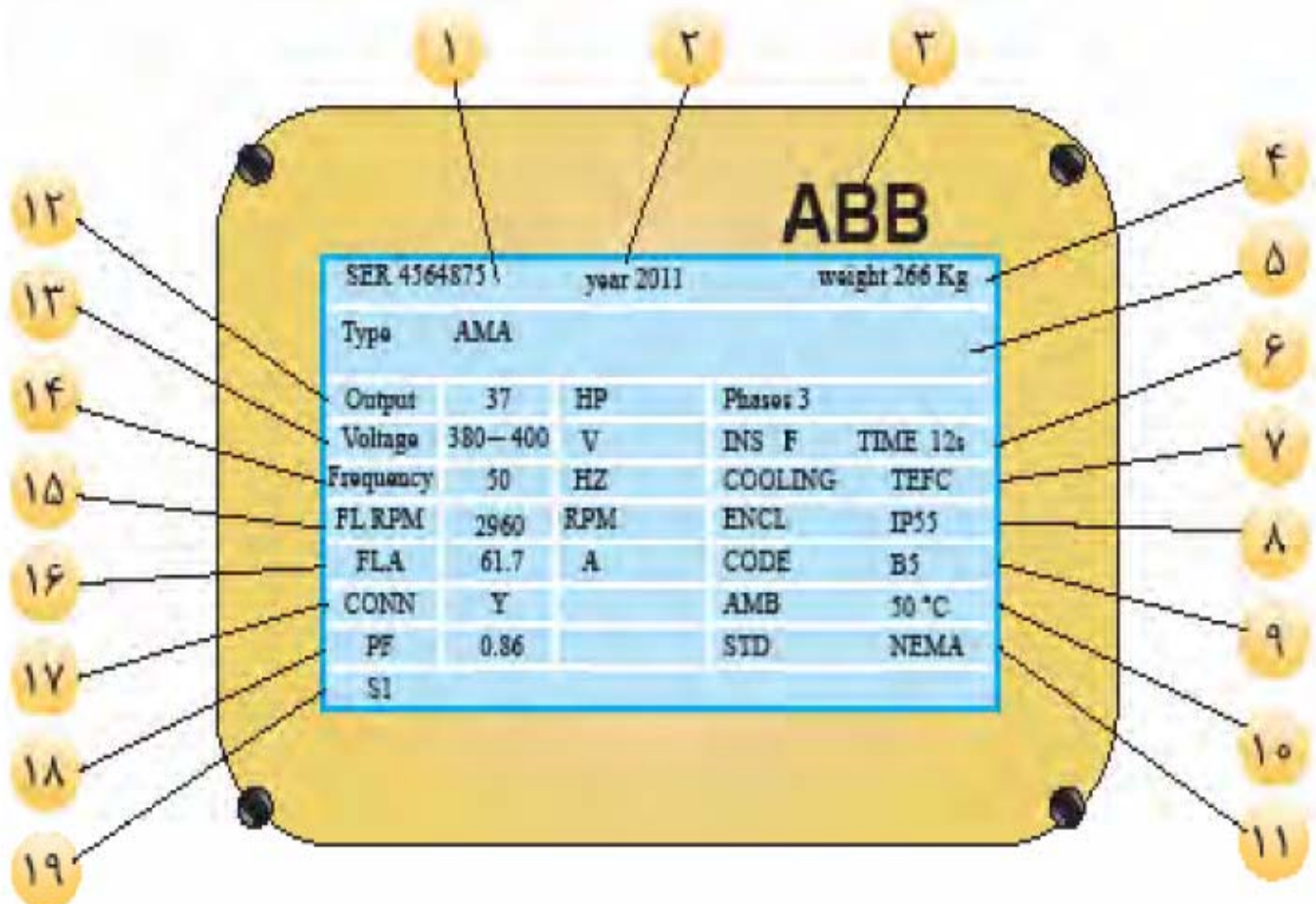
اتصال ستاره چپ گرد

## آشنایی با پلاك مشخصات الكتروموتورهای تك فاز



| شماره | اطلاعات داده شده                           |
|-------|--------------------------------------------|
| ۱     | نام کارخانه سازنده                         |
| ۲     | نوع ماشین (تپ ماشین)                       |
| ۳     | نوع جریان                                  |
| ۴     | نوع ماشین (موتوری یا مولدی)                |
| ۵     | نوع تولید ماشین                            |
| ۶     | ولتاژ نامی                                 |
| ۷     | جریان نامی                                 |
| ۸     | توان نامی                                  |
| ۹     | ضریب توان نامی                             |
| ۱۰    | سرعت نامی                                  |
| ۱۱    | فرکانس نامی (فرکانس کار)                   |
| ۱۲    | ظرفیت خازن راه انداز (الکترولیتی - $C_A$ ) |
| ۱۳    | ظرفیت خازن دائم کار (روغنی - $C_B$ )       |
| ۱۴    | کلاس عایقی                                 |
| ۱۵    | نوع محافظت موتور                           |

الف:



— نمونه پلاک موتور

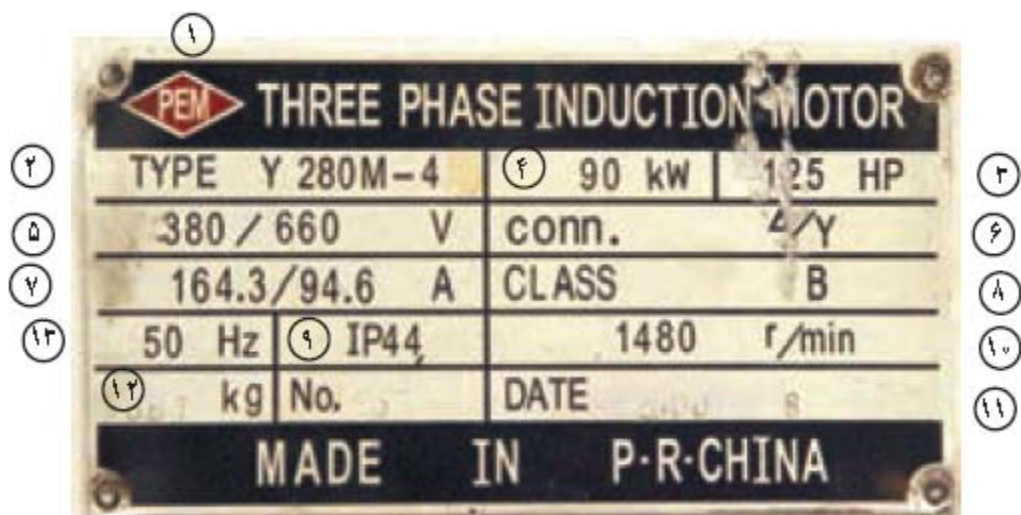
| مشخصه                                    | توضیحات                                                          |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| ۱_ Serial number                         | شماره سریال کارخانه ۴۵۶۴۸۷۵                                      |
| ۲_ Manufacturing year                    | سال تولید ۲۰۱۱ به میلادی                                         |
| ۳_ Manufacturer                          | سازنده: [ABB]                                                    |
| ۴_ Machine weight [Kg]                   | وزن ماشین به کیلوگرم (۳۶۶ کیلوگرم)                               |
| ۵_ Type designation                      | نوع موتور با توجه به کد کارخانه                                  |
| ۶_ Insulation class                      | کلاس عایقی F با ۱۲ ثانیه تحمل در حالت قفل شدگی رتور              |
| ۷_ Type of cooling [IC code]             | روش خنک سازی TEF C (تقسیم بندی با توجه به استاندارد NEMA)        |
| ۸_ Degree of protection [IP class]       | درجه حفاظتی IP۵۵ (تقسیم بندی با توجه به استاندارد ۵-۳۴-۶۰)       |
| ۹_ Mounting arrangement [IM code]        | چگونگی نصب B۵ (تقسیم بندی با توجه به استاندارد NEMA)             |
| ۱۰_ Ambient Temperature                  | دمای محیط ۵۰ درجه سانتیگراد                                      |
| ۱۱_ Standard                             | استاندارد ساخت NEMA                                              |
| ۱۲_ Output [Kw] or [HP]                  | توان خروجی به کیلو وات با اسب بخار ۳۷ کیلو وات                   |
| ۱۳_ Stator voltage [V] & Number Of Phase | ولتاژ استاتور به ولت و تعداد فاز ۴۰۰/۳۸۰ ولت سه فاز              |
| ۱۴_ Frequency [Hz]                       | فرکانس منبع ۵۰ هرتز                                              |
| ۱۵_ [Rotating speed [rpm]                | سرعت رتور ۲۹۶۰ دور در دقیقه                                      |
| ۱۶_ Stator current [A]                   | جریان استاتور به ۶۸/۷ آمپر                                       |
| ۱۷_ Type of connection                   | ستاره                                                            |
| ۱۸_ Power factor [cosφ]                  | ضریب قدرت موتور ۰/۸۶                                             |
| ۱۹_ Duty                                 | روش استفاده دائمی (تقسیم بندی با توجه به استاندارد ۱-۳۴-۶۰) [S۱] |

|                                       |                           |                     |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| توان خروجی                            | Output                    | : 37 kW             |
| فرکانس                                | Frequency                 | : 50 Hz             |
| تعداد قطب                             | Poles                     | : 2                 |
| سرعت نامی                             | Rated speed               | : 2960 rpm          |
| لغزش                                  | Slip                      | : 1.33 %            |
| ولتاژ نامی                            | Rated voltage             | : 400V              |
| جریان نامی                            | Rated current             | : 67.1 A            |
| جریان راه اندازی                      | L. R. Amperes             | : 470 A             |
| نسبت جریان راه اندازی به جریان نامی   | II/In                     | : 7.0               |
| جریان بی بار                          | No load current           | : 25.0 A            |
| گساور نامی                            | Rated torque              | : 12.2 kgfm         |
| گساور راه اندازی                      | Locked rotor torque       | : 260 %             |
| گساور ماکزیمم                         | Breakdown torque          | : 280 %             |
| کلاس عایقی                            | Insulation class          | : F                 |
| زمان تحمل رتور قفل شدن                | Locked rotor time         | : 12 s (hot)        |
| ضریب افزایش دما                       | Service factor            | : 1.00              |
| ضریب قدرت نامی                        | Rated Power factor        | : 0.86              |
| ضریب قدرت در حالت رتور قفل شده        | Locked rotor Power factor | : 0.17              |
| روسی استفاده                          | Duty cycle                | : S1                |
| دمای محیط                             | Ambient temperature       | : 50°C              |
| روسی خنک سازی                         | Cooling method            | : TEFC              |
| درجه حفاظت در برابر آب و آلودگی خارجی | Enclosure                 | : IP55              |
| حگونگی نصب                            | Mounting                  | : B5                |
| جهت چرخش                              | Rotation                  | : Counter clockwise |
| وزن تقریبی                            | Aprox. weight*            | : 266 kg            |

✓ موتوری که بر روی پلاک در بخش ولت نوشته شده باشد  $380/220V$  این موتور در شبکه برق ایران فقط با ستاره کار می کند .  
ولی اگر بر روی پلاک موتوری در بخش ولت عدد  $380V/660$  قید شده باشد این موتور برای اینکه توان واقعی خود را داشته باشد باید با اتصال مثلث کار کند اما ابتدا با ستاره راه اندازی شده بعد به حالت مثلث درمی آید. هر چند که می توان از این نوع موتورها به شکل ستاره هم استفاده نمود.

✓ اگر موتوری سیم پیچی آن برای کارکرد در حالت مثلث است ابتدا با ستاره بعد به حالت مثلث در آورید.

✓ اگر بخواهیم از یک سوم قدرت موتوری که سیم پیچی آن براساس اتصال مثلث است استفاده کنیم می توانیم از اتصال ستاره استفاده نماییم



| شماره | اطلاعات داده شده بر روی پلاک                   |
|-------|------------------------------------------------|
| ۱     | نام کارخانه سازنده                             |
| ۲     | مدل (تپ ماسپن)                                 |
| ۳     | قدرت موتور (بر حسب اسب بخار)                   |
| ۴     | قدرت موتور بر حسب کیلووات                      |
| ۵     | ولتاژ کار موتور (مقدار ولتاژ موتور بر حسب ولت) |
| ۶     | نوع اتصال                                      |
| ۷     | جریان (مقدار جریان موتور بر حسب آمپر)          |
| ۸     | کلاس عایقی                                     |
| ۹     | نوع حفاظت                                      |
| ۱۰    | سرعت موتور (بر حسب دور در دقیقه)               |
| ۱۱    | تاریخ ساخت                                     |
| ۱۲    | وزن بر حسب کیلوگرم                             |
| ۱۳    | فرکانس کار موتور (بر حسب هرتز)                 |

## آشنایی با شاخص های حفاظت نفوذی IP

در ردیف نهم جدول که نوع محافظت (ایمنی) به کار رفته در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و آب بیان می شود از دو حرف IP حفاظت بین المللی (International Protection) و دورقم کد استفاده می شود. اولین رقم درجه ایمنی را در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و دومین رقم درجه ایمنی در مقابل نفوذ آب را نشان می دهد.

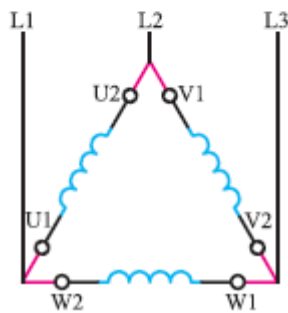
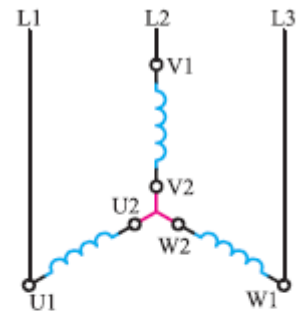
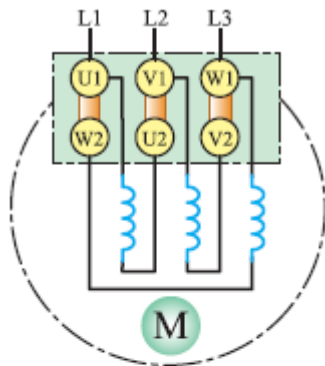
برای مثال اگر بر روی پلاک موتوری IP44 بیانگر آن است که این موتور در مقابل اجسام خارجی بزرگتر از قطر 1 mm و همچنین در مقابل پاشیده شدن آب، حفاظت شده است.

- پس بطور مختصر میتوان گفت که عدد نخست بعد از دو حرف IP، برای نشان دادن شاخص درجه حفاظتی در مقابل اجرام خارجی و عدد دوم برای نشان دادن شاخص درجه حفاظتی در مقابل آب و رطوبت می باشد.

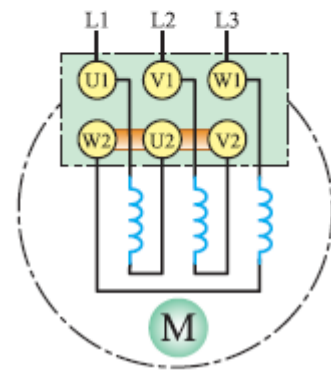
| عدد اول - شاخص نمایشگر حفاظت در مقابل اجرام خارجی                                                                                 |                                              |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|
| حفاظت در مقابل اشیاء جامد (اجرام خارجی)                                                                                           | حفاظت در مقابل تماس انسان / قطعه             | شماره شاخص |
| بدون هیچگونه حفاظت ویژه                                                                                                           |                                              |            |
| اجرام خارجی با اقطار بزرگتر از 50 میلیمتر                                                                                         | پشت دست، مشت                                 | ۱          |
| اجرام خارجی در اندازه های متوسط بزرگتر از 12 میلیمتر                                                                              | انگشت                                        | ۲          |
| اجسام خارجی با اقطار بزرگتر از 5/2 میلیمتر                                                                                        | قطعات و سیم ها با ضخامت بیشتر از 5/2 میلیمتر | ۳          |
| گرانول اجسام خارجی با اقطار بزرگتر از 1 میلیمتر                                                                                   | قطعات و سیم ها با ضخامت بیشتر از 1 میلیمتر   | ۴          |
| حفاظت شده در مقابل گرد و غبار؛ نفوذ غبار تا حدودی امکان پذیر میباشد ولی مقادیر نافذ، هیچگونه تأثیری بر عملکرد مجموعه نخواهد داشت. | حفاظت کامل (محدودیت مجوز ورود)               | ۵          |
| حفاظت کامل در برابر گرد و غبار                                                                                                    | کاملاً محافظت شده                            | ۶          |

| عدد دوم - شاخص نمایشگر حفاظت در آب و سیالات |                                                                |            |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------|
| حفاظت از شرایط                              | حفاظت در مقابل آب                                              | شماره شاخص |
| بدون حفاظت ویژه                             |                                                                |            |
| مه اباران سبک                               | چکیدن قطرات آب / چکیدن بصورت عمودی                             | ۱          |
| باران سبک همراه با باد                      | پاشش آب با یک زاویه مشخص (تا ۱۵ درجه از سطح عمودی)             | ۲          |
| بارانی سنگین                                | پاشش آب (تحت زاوایای مختلف تا ۶۰ درجه از سطح عمودی)            | ۳          |
| پاشش مستمر                                  | پاشش آب تحت زاوایای مختلف (نفوذ بسیار محدودی مجاز شمرده میشود) | ۴          |
| پاشش با شلاطگ، مداوم                        | پاشش کم فشار آب از تمامی جهات (اجازه ورود محدود)               | ۵          |
| پاشش با شلاطگ، متوقف تجاری آن دکل کنشی ها   | پاشش پر فشار از جهات مختلف (اجازه ورود بسیار محدود)            | ۶          |
| عوطه وری در داخل مخزن                       | عوطه وری در آب از ۱۵ سانتی متر الی ۱ متر                       | ۷          |
| برای استفاده در زیر دریایی های اکتشافی      | عوطه وری دائم و تحت فشار                                       | ۸          |

نحوه اتصال و سر بندی موتور سه فاز (تخته کلم)



مثلث



ستاره



- اتصال مثلث سیم پیچ های موتور



- اتصال ستاره سیم پیچ های موتور

ماشینهای سنکرون به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- ژنراتور سنکرون یا آلترناتور ۲- موتور سنکرون

البته نوعی ماشین سنکرون به نام کمپانستور *compansator* یا اصلاح کننده ضریب توان نیز در صنایع موجود می باشد.

رتور ماشین های سنکرون از لحاظ ساختمان دو دسته اند. ماشینهای سنکرون با قطب صاف و ماشین های با قطب برجسته.

همچنین ماشینهای سنکرون بسته به آنکه نوع وسیله گرداننده روتور آنها چه توربینی باشد به صورت زیر تقسیم می شود:

۱- توربو ژنراتور: در این وسیله گرداننده ی روتور توربین بخار است و چون توربین بخار جزء ماشین های تند گرد است بنابر این توربو ژنراتور دارای قطب های صاف بوده و این ماشین توانایی ایجاد دورهای بسیار بالا را در قدرت های زیاد دارد امروزه اغلب توربو ژنراتورها را دو قطبی می سازند چون با افزایش سرعت گردش کار توربین های بخار با صرفه تر و ارزاتر تمام می شود.

۲- هیدرو ژنراتور: در آن وسیله گرداننده رتور به وسیله ی توربین آبی است و چون توربین آبی دارای دور کم است بنابراین هیدرو ژنراتور دارای قطب برجسته بوده و دارای سرعت کم می باشد.

۳- دیزل ژنراتور: در قدرت های کوچک و اضطراری وسیله گرداننده ی رتور دیزل است که در این مورد هم قطب های روتور آن قطب برجسته می باشد.

گشتاور راه اندازی:

با تغذیه سه فاز توسط برق AC یک میدان دوار AC با سرعت  $N_s$  خواهیم داشت سرعت این میدان بسیار بالاست، از طرفی روتور لخت است و سنگین بنابراین این میدان AC لحظه ای موتور را جذب و سپس مجدداً آن را دفع میکند. بنابراین موتور ماشین سنکرون قادر به حرکت نخواهد بود. راه حل ???

برای راه اندازی موتورهای سنکرون سه روش اساسی می توان به کار برد:

۱- **کاهش سرعت میدان مغناطیسی استاتور:** تا حدی که روتور بتواند طی نیم سیکل چرخش میدان مغناطیسی شتاب بگیرد و با آن قفل شود. این کار را می توان با کاهش فرکانس منبع تغذیه انجام داد.

۲- **استفاده از یک گرداننده اولیه:** که سرعت موتور را تا حد سرعت سنکرون بالا میبرد و با طی مراحل موازی کردن ماشین مثل ژنراتور روی خط آورده شود. پس از این مراحل خاموش کردن با جدا کردن گرداننده اولیه ماشین سنکرون را تبدیل به موتور خواهد کرد.

۳- **استفاده از سیم پیچ های میرا کننده که در انتهای قطبین روتور نصب می شود.**

در موتورهای سنکرون سرعت حرکت روتور در هر حال برابر با سرعت میدان دوار استاتور خواهد بود و افزایش بار فقط عقب ماندگی روتور نسبت به میدان را موجب می شود. اختلاف فاز این دو میدان  $B_s$  و  $B_R$  همان زاویه گشتاور است که از ۰ تا ۹۰ تغییر می کند. البته اگر افزایش بار بیش حد باشد. موتور از حالت سنکرونیزم خارج خواهد شد که اصطلاحاً آن را ناپایدار می نامیم.

## " تفاوت بین موتور سنکرون و آسنکرون (القایی) "

| ردیف | موتور سنکرون                                                                                                                                                                                    | موتور آسنکرون                                                                  |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | گشتاور راه اندازی ندارد و باید به طریقی راه اندازی شود                                                                                                                                          | گشتاور راه اندازی دارد                                                         |
| ۲    | در سرعت سنکرون "ثابت" در تمامی بارهای ممکن می چرخد و اگر بار خیلی زیاد شود متوقف میشود                                                                                                          | سرعت آن با افزایش بار افت میکند و هرگز در سرعت سنکرون نمی چرخد                 |
| ۳    | ماشین دو تحریکه است،هم تحریک AC دارد هم تحریک DC میتوان با کنترل این دو تحریک ماشین را کنترل کرد بنحوی که هم در حالت پس فاز کار میکند هم در حالت پیش فاز ینی هم توان راکتیو مصرف میکند هم تولید | ماشین تک تحریکه است، همواره در حالت پس فاز کار میکند (توان راکتیو مصرف میکند ) |
| ۴    | در شرایط کار عادی کنترل سرعت ندارد                                                                                                                                                              | کنترل سرعت آن امکان پذیر است                                                   |
| ۵    | هم برای غلبه بر بار مکانیکی هم اصلاح ضریب توان به کار میرود                                                                                                                                     | تنها برای غلبه بر بار مکانیکی هم اصلاح ضریب توان به کار میرود                  |
| ۶    | گران قیمت است                                                                                                                                                                                   | ارزان قیمت است                                                                 |

## ساختمان ماشینهای DC

### ۱- آرمیچر

در یک ماشین DC اصطلاحاً به مجموعه استوانه و کلاف های پیچیده شده بر روی آن آرمیچر ر اطلاق می شود. آرمیچر استوانه ای از جنس مواد فرو مغناطیس است که آن را به صورت ورقه ورقه می سازند تا سبب کم کردن تلفات از طریق افزایش مقاومت آن گردد.

### ۲- یکسو سازی یا کموتاسیون

در ماشینهای dc ابتدا و انتهای کلاف های آرمیچر به تیغه هایی معمولاً از جنس مس متصل می گردد که به مجموعه این تیغه ها کموتاتور ر یا کلکتور گفته می شود. کموتاتور از این جهت در ماشینهای dc استفاده می شود تا جریان خروجی از آن (در ژنراتور) و جریان ورودی به آن (در موتور) به گونه ای باشد که همواره جریانی مستقیم از ژنراتور گرفته شود و یا گشتاوری یکنواخت به موتور اعمال گردد. در حقیقت این قسمت از ماشین وظیفه یکسو سازی را بعهده دارد. کموتاتور به صورت مجموعه ای ثابت بر روی شافت آرمیچر ثابت شده و همراه با آن دوران می کند

\*تغییر جهت جریان در هادیهای روتور را کموتاسیون گویند.

### ۳- زغالها یا جاروبکها

### ۴- قطب های اصلی

از قطب ها یا بالشتک ها برای ایجاد میدان مغناطیسی ثابت در ماشینهای DC استفاده می شود. در ماشینهای کوچک ممکن است از آهن ربای دائم و در ماشینهای بزرگتر از آهن ربای الکتریکی یا پیچک استفاده گردد.

-راه های کاهش عکس العمل آرمیچر:

#### ۱- قطب های فرعی ( کمکی)

یکی از راههای کاهش عکس العمل آرمیچر استفاده از قطب های کمکی است که در بین قطب های اصلی ماشین قرار می گیرند. قطب های فرعی معمولاً در ماشینهای بزرگ بکار می روند و توسط جریان DC و کلاف هایی که بدور هسته آنها قرار می گیرد سبب می شوند تا با عث بوجود آمدن میدانی شوند که بر خلاف جهت میدانی باشد که در اثر عکس العمل آرمیچر بوجود می آید. کلاف های قطب های فرعی با هم و با آرمیچر سری بسته می شوند تا متناسب با افزایش جریان آرمیچر میدان بوجود آمده در قطب های فرعی نیز تقویت گردد

#### ۲- سیم پیچ های جبرانی

یکی از دیگر روشهای معمول جهت کاهش عکس العمل آرمیچر استفاده از سیم پیچ های جبرانی است این سیم پیچها بر روی قطب های اصلی جاسازی می شوند.

## انواع مختلف موتور DC

براساس نحوه تولید میدان تحریک، موتورهای DC طبقه بندی می شوند انواع مختلف میدان تحریک عبارتند از :

- **تحریک جداگانه (مستقل) :** با اتصال یک منبع جداگانه DC به هادیهای استاتور همواره میدان تحریک ثابتی خواهیم داشت. جریان میدان تحریک در این روش مستقل از جریان بار است. این روش احتیاج به دو منبع مستقل DC دارد.
  - **تحریک سرخود :** در این روش از جریان آرمیچر، ولتاژ ترمینال موتور و یا ترکیبی از این دو متغیر برای ایجاد میدان تحریک استفاده میشود و به منبع تغذیه مستقل احتیاج نداریم.
- موتورهای تحریک سرخود به گروههای زیر طبقه بندی می شوند:

- **موتور تحریک شنت**
- **موتور تحریک سری**
- **موتور تحریک کمپوند**

## راه اندازی موتور DC

در ابتدای راه اندازی موتور DC ولتاژ القایی در هادی روتور صفر است یعنی داریم  $EC=0$  در این حالت جریان شدیدی از آرمیچر عبور می کند کم است. این جریان شدید باعث آسیب رسیدن به موتور می شود. بنابراین لازم است در ابتدای راه اندازی به نحوی مقدار جریان  $I_A$  کم شود.

برای کاهش  $I_A$  در ابتدای راه اندازی از مقاومتهایی سری با سیم پیچ آرمیچر استفاده می کنیم و در هر مرحله مقدار مقاومت را کم می کنیم تا اینکه  $I_A$  به مقدار نامی خود برسد. مشخصه های سرعت و جریان موتور شنت در شکل های زیر برای راه اندازی مقاومتی یک موتور شنت نشان داده شده است.

- هر چقدر توان موتور بالا می رود، لازم است که ولتاژ اعمال شده نیز به موتور افزایش پیدا کند. معمولاً موتورهای ۳۸۰ تا ۴۶۰ ولت را فشار ضعیف و موتورهای ۴۶۰ تا ۲۳۰۰ ولت را فشار متوسط و موتورهای بالاتر از ۲۳۰۰ ولت را فشار قوی می نامند.

## کنتاکتور و مدارات فرمان و قدرت

برای طراحی مدارهای کنترل و کار با آنها باید وسایل تشکیل دهنده آن را به طور کامل شناخت و به اصول ساختمان و مورد استفاده این وسایل آشنا شد .

وسایلی که در مدارهای فرمان به کار میروند به این قرار است :

- ۱- کنتاکتور (کلید مغناطیسی) ۲- شستی استارت ۳- رله الکتریکی ۴- رله مغناطیسی ۵- لامپ های سیگنال ۶- فیوزها
- ۷- لیمیت سویچ ۸- کلیدهای تابع فشار ۹- کلیدهای شناور ۱۰- چشم های الکتریکی (سنسورها) ۱۱- تایمر و انواع آن ۱۲- ترموستات
- ۱۳- کلیدهای تابع دور

در مورد کنتاکتور میتوان گفت که یک کلید مغناطیس است که وقتی ولتاژ مورد نظر به آن اعمال میشود یک سری کنتاکت (یا کلید) باز را بسته و یک سری کنتاکت بسته را باز میکند. که با استفاده از این خاصیت مدارهای مختلفی میتوان مدارهای زیادی رو طراحی کرد.

مزایای استفاده از کنتاکتور کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتی مزایایی به شرح زیر دارند :

- ۱- مصرف کننده می تواند از راه دور کنترل می شود .
- ۲- مصرف کننده میتواند از چند محل کنترل شود .
- ۳- امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف کننده وجود دارد .
- ۴- سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است .
- ۵- از نظر حفاظتی مطمئن ترند و حفاظت مطمئن تر و کامل تری دارند .
- ۶- عمر موثرشان بیشتر است .
- ۷- هنگام قطع برق، مدار مصرف کننده نیز قطع می شود و به استارت مجدد پیدا میکند؛ در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری میکند.

رله اضافه بار (حرارتی) یا بیمتال

دستگاه های الکتریکی را باید در مقابل خطرات و خطاهای احتمالی حفاظت کرد. یکی از راه های حفاظت موتورهای الکتریکی، استفاده از رله حرارتی و رله مغناطیسی است رله حرارتی موتور را در مقابل اضافه بار حفاظت میکند .

بطور کلی برای حفاظت از موتورهای الکتریکی در مقابل اضافه بار از رله های حرارتی استفاده می شود. اساس کار این رله ها بر پایه اختلاف ضریب انبساط طولی دو فلز به کار رفته است. بر اثر عبور جریان از بی متال، دو فلز گرم می شوند و طول آنها افزایش می یابد. از آن جایی که ضریب انبساط طولی یکی از فلزات بیشتر از دیگری است . دو فلز با هم به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کمتری دارد خم می شود. در نتیجه مسیر عبور جریان کنتاکتها باز و مدار قطع می شود.



- نمونه رله های حرارتی

## رله مغناطیسی

رله مغناطیسی نیز برای کنترل جریان به کار می رود. اصول کار این رله بر اساس پدیده مغناطیس پایه گذاری شده است. از این رله برای قطع جریان های اتصال کوتاه استفاده می شود. می دانیم که یک اتصال کوتاه باید سریع قطع شود بنابراین در چنین موقعیتی نمیتوان از رله اضافه باری (حرارتی) استفاده نمود چون گرم شدن بیمتال رله به یک زمان نسبتاً طولانی نیاز دارد.

## فیوزها

در کلیه تاسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و نیز برای قطع کردن دستگاه های معیوب از شبکه که بر اثر عوامل مختلف از قبیل نقصان عایق بندی، ضعف استقامت الکتریکی یا مکانیکی و ازدیاد بیش از حد جریان مجاز (اتصال کوتاه) وسایل حفاظتی مختلف به کار می رود. این وسایل باید طوری انتخاب شوند که در اثر اضافه بار یا اتصال کوتاه در کوتاهترین زمان ممکن و قبل از اینکه صدمه ای به سیم ها و شبکه الکتریکی شبکه برسد، مدار قسمت معیوب را قطع کنند. یکی از این وسایل حفاظتی فیوز است. فیوزها از نظر زمان قطع بر حسب منحنی ذوب سیم حرارتی داخل آنها به دو نوع کند کار و تند کار تقسیم میشوند.

فیوز های تند کار زمان قطع کمتری نسبت به فیوزهای کند کار دارند و به همین دلیل در مصارف روشنائی استفاده می شوند. فیوز های کند کار دارای زمان قطع طولانی تری هستند و در نتیجه برای راه اندازی موتورهای الکتریکی به کار می روند. تحمل جریان راه اندازی موتور در حدود ۳ تا ۷ برابر جریان نامی است که بر روی کلیه فیوزها جریان نامی آنها نوشته شده میشود. این جریان کمتر از جریان ماکزیمم تحمل فیوز است.

## میکروسوئیچ

میکروسوئیچ در حقیقت یک کلید قطع و وصل ساده می باشد و برای قطع و وصل نمودن جریان برق در مدارهای الکترونیکی به کار می رود. فرق میکروسوئیچ با کلیدهای قطع و وصل عادی این است که شاسی میکروسوئیچ به صورت فنری می باشد، یعنی تا زمانی که روی آن فشار اعمال می شود، جریان برق را قطع یا وصل نگه می دارد و در لحظه رها شدن شاسی، وضعیت به حالت اولیه خود برخواهد گشت.

میکروسوئیچها معمولاً دارای سه عدد پایه می باشند. یکی از پایه های میکروسوئیچ معمولاً با COM مشخص می شود که پایه ورودی آن می باشد. یکی از پایه های آن با علامت NC (normally close) و پایه دیگر با علامت NO (normally open) مشخص می گردد. در حالت عادی و پیش از فشردن شاسی میکروسوئیچ، پایه COM به پایه NC متصل، و از پایه NO جدا می شود. با فشردن شاسی میکروسوئیچ، پایه COM از پایه NC جدا شده و به پایه NO متصل می گردد.



## کلید های محدود کننده

کلید محدود کننده (LIMIT SWITCH) که گاهی میکرو سوئیچ نیز نامیده می شوند، کلیدی است که برای قطع و وصل یک حرکت خطی یا دورانی و یا تعویض جهت دوران یک متحرک به کار می رود .

این کلید اهرمی دارد که وقتی دسته متحرک به آن برخورد می کند کنتاکتی را قطع می نماید. کنتاکت مذکور خود عامل فرمانی است برای ماشینی که هدف کنترل آنست. چنانچه از اسم این کلید بر می آید کلید یاد شده برای محدود کردن حرکت متحرک ها به کار می رود. مثلاً در یک چرثقیل سقفی که در چند جهت حرکت می کند وقتی متحرک به انتهای هر قسمت از مسیر خود میرسد، یک کلید محدود کننده مدار رفت را از کار انداخته و مدار برگشت را مهیا میسازد.

## وریستور

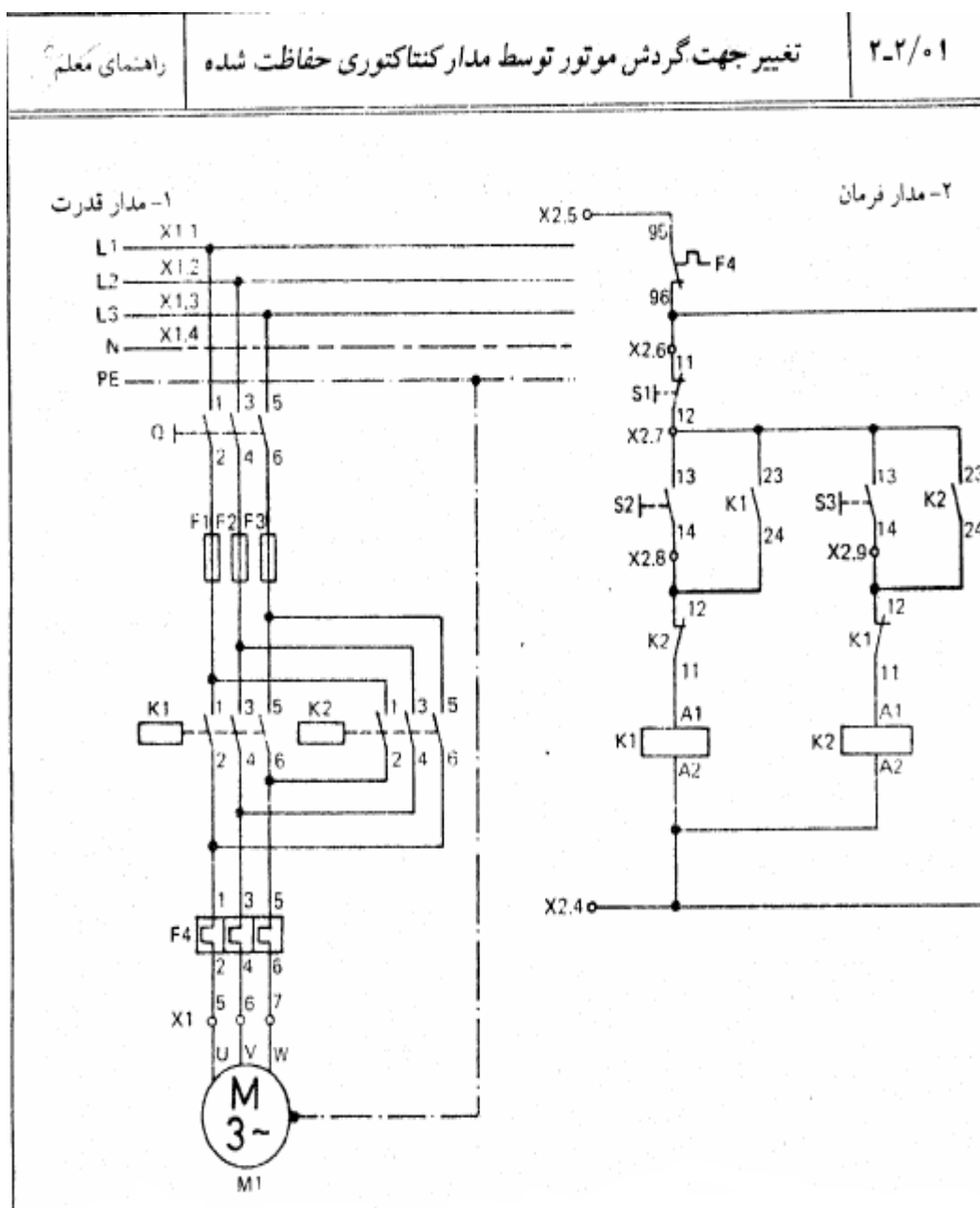
وریستور ها یا همان مقاومتهای تابع ولتاژ (VDR) قطعات الکتریکی هستند که وظیفه اصلی شان حفاظت از مدارهای الکترونیکی و سیستمهای قدرت توسط جذب انرژی اضافی و تنظیم مقادیر ناخواسته ولتاژهای زودگذر (ناپایدار) است. در واقع یک مقاومت است که میزان مقاومت آن متناسب با ولتاژ دو سرش است. هر وریستور دارای سه پارامتر ولتاژ DC و ولتاژ AC و ولتاژ نامی هستند. که در برگه دیتا شیت آنها تحت عنوان  $V_{dc}$  و  $V_{ac}$  ذکر می شود. و ولتاژ نوشته شده روی آنها در واقع ولتاژ نامی آنها است و تا حدودی شبیه زنر عمل می کند اما برخلاف زنر پلاریته ولتاژ ورودی برایش مهم نیست. و دقت زیادی نیز ندارند.

در کنتاکتورها نیز به صورت موازی با کنتاکتها و کنتاکتورها بسته می شود و با توجه به خاصیت المانهای این ماژول ولتاژهای زودگذر، نویز و جریانهای لحظه ای ناشی از کنتاکتورها را حذف و مانع عبور آنها به مدارهای الکترونیکی در تابلوهای برق می شود.

## جدول انتخاب فیوز ، بیمتال و کابل موتورهای آسنکرون

| توان موتور |     | جریان نامی A | فیوز A | قدرت بیمتال kW | کابل mm2 |
|------------|-----|--------------|--------|----------------|----------|
| HP         | KW  |              |        |                |          |
| 1.1        | 1.5 | 2.6          | 4      | 4 – 2.5        | 1.5      |
| 1.5        | 2   | 3.5          | 6      | 4 – 2.5        | 1.5      |
| 2.2        | 3   | 5            | 10     | 6 – 4          | 1.5      |
| 3          | 4   | 6.6          | 16     | 8 – 5.5        | 2.5      |
| 4          | 5.4 | 8.5          | 20     | 10 – 7         | 2.5      |
| 5.5        | 7.4 | 11.5         | 25     | 13 – 10        | 2.5      |
| 7.5        | 10  | 15.5         | 35     | 18 – 13        | 4        |
| 11         | 15  | 22           | 35     | 25 – 18        | 6        |
| 15         | 20  | 30           | 35     | 18 – 13        | 10       |
| 18.5       | 25  | 37           | 50     | 25 – 18        | 10       |
| 22         | 30  | 44           | 50     | 25 – 18        | 16       |
| 30         | 40  | 60           | 63     | 32 – 23        | 16       |
| 37         | 50  | 72           | 80     | 40 – 28        | 25       |
| 45         | 60  | 85           | 100    | 50 – 38        | 25       |
| 55         | 75  | 105          | 125    | 66 – 57        | 35       |
| 75         | 100 | 140          | 160    | 80 – 60        | 70       |
| 90         | 120 | 170          | 200    | 105 – 75       | 70       |
| 100        | 150 | 205          | 250    | 125 – 95       | 120      |

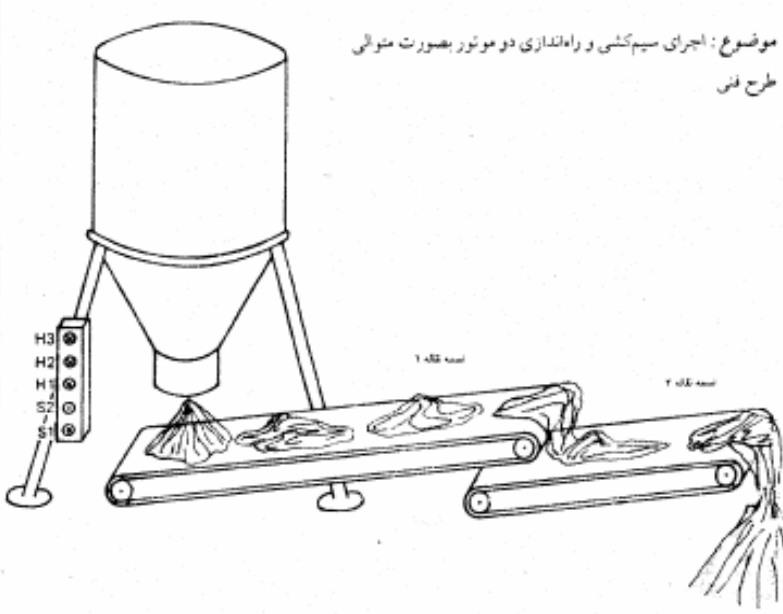
۱- تغییر جهت گردش موتور توسط مدار کنتاکتوری



## ۲- راه اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری

|           |                                                    |        |
|-----------|----------------------------------------------------|--------|
| دستور کار | راه اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری | ۲-۳/۰۵ |
|-----------|----------------------------------------------------|--------|

**موضوع : اجرای سیم کشی و راه اندازی دو موتور بصورت متوالی**  
**طرح فنی**



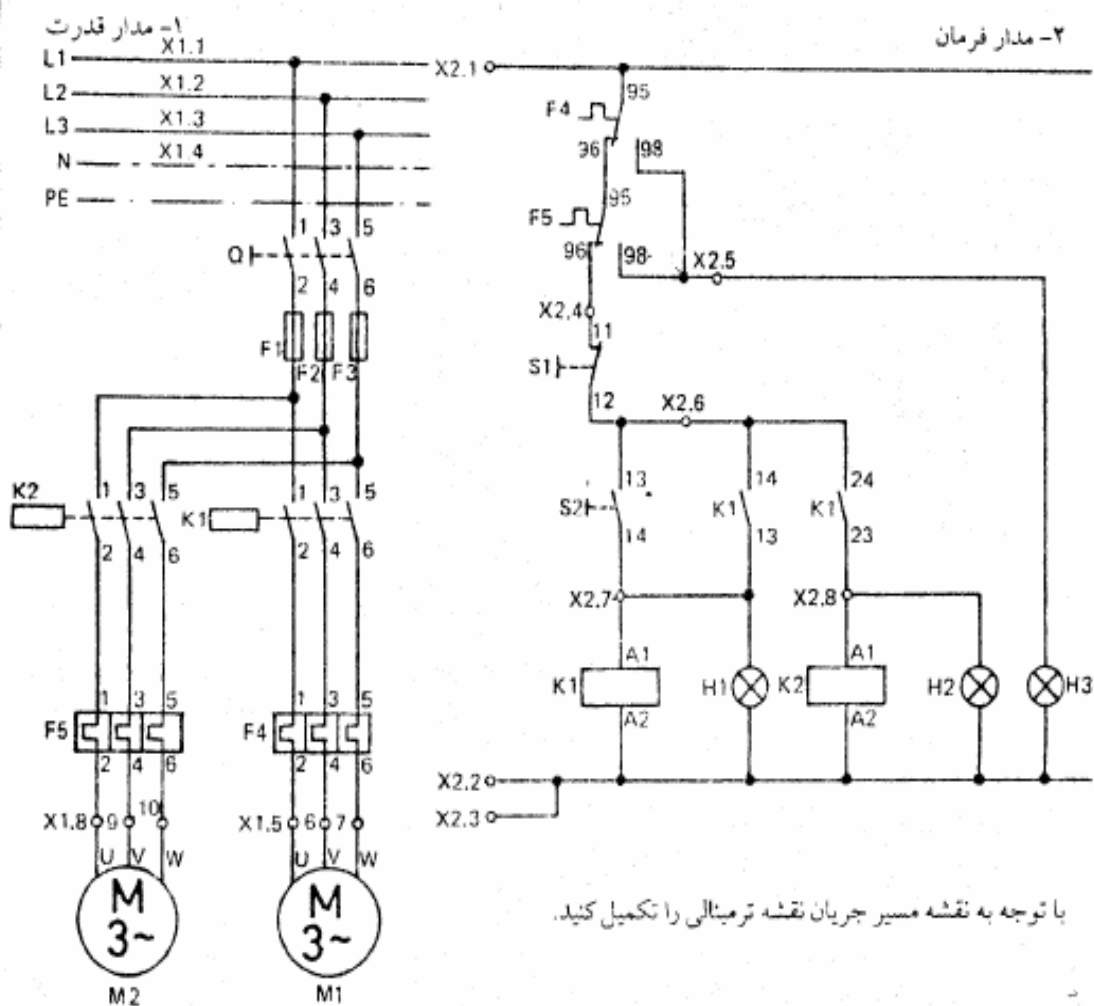
**طرز کار**

دو موتور باید یکی بعد از دیگری و بعد از فشار دادن یک شستی فشاری راه اندازی شوند. با فشار دادن شستی دیگری باید هر دو موتور خاموش شوند. با عملکرد رله حفاظت موتور (بی مثال) باید هر دو موتور متوقف شده و یک لامپ هشدار روشن شود.

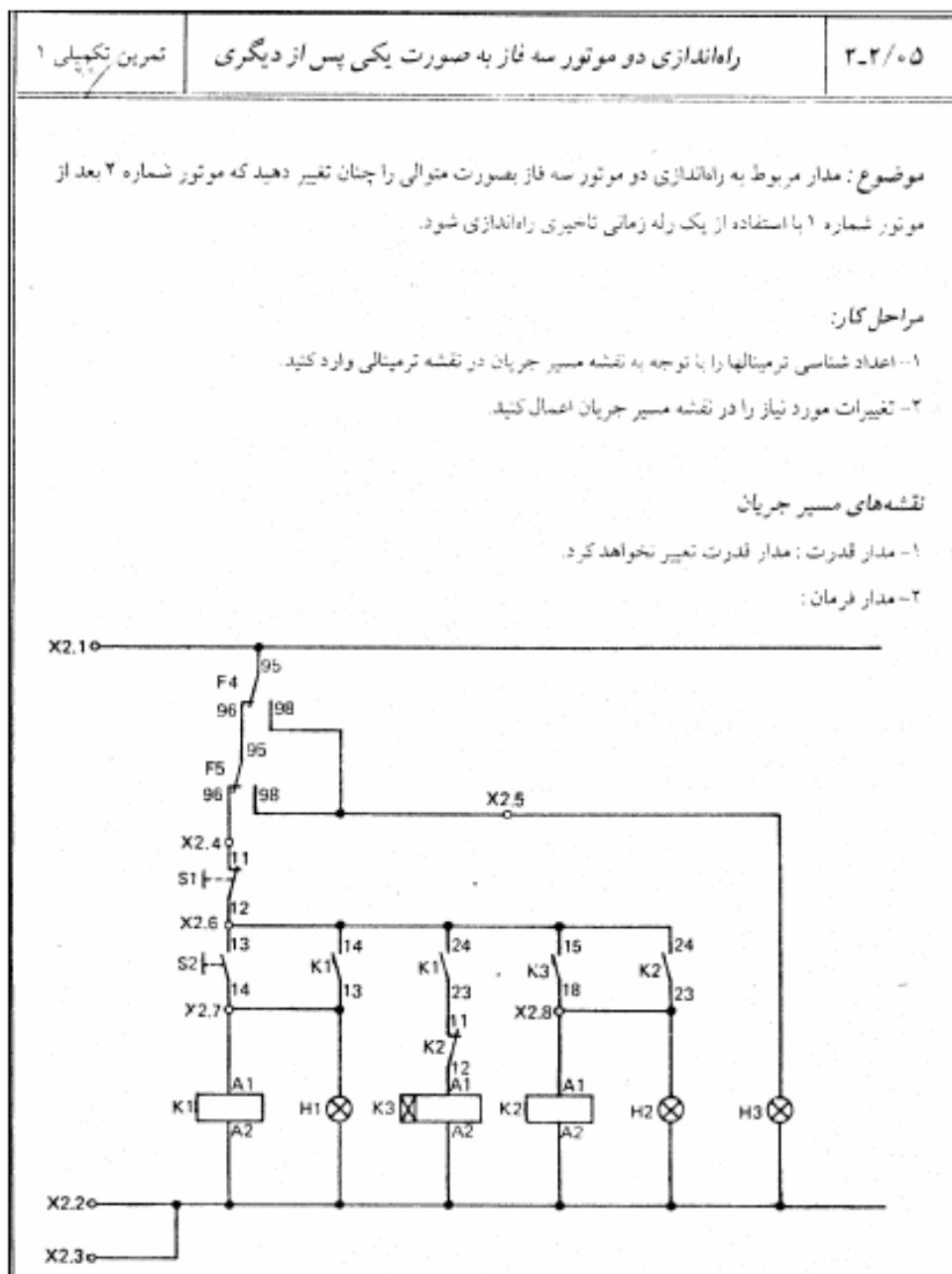
**مراحل کار**

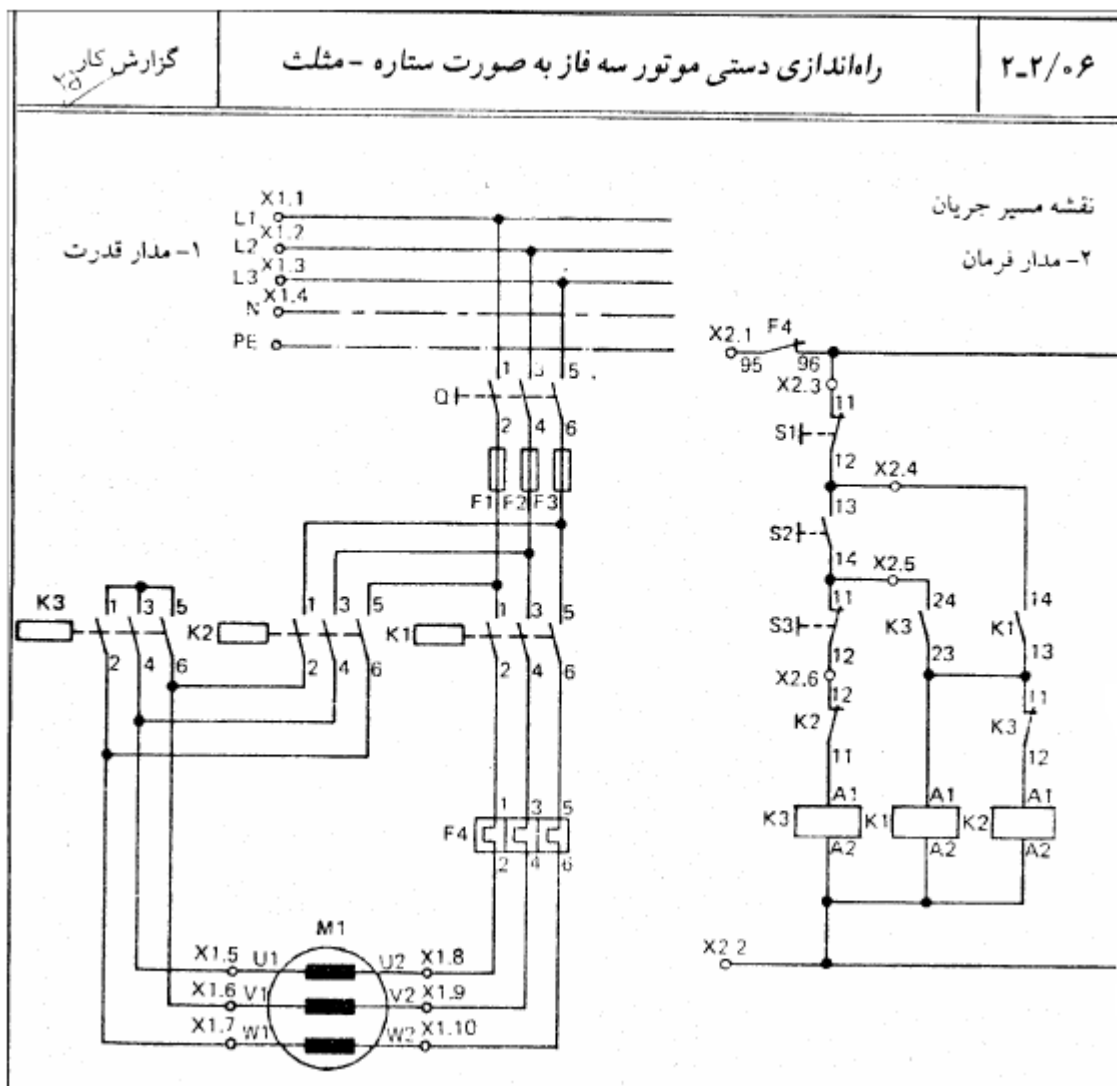
- ۱- طرح کلی نصب وسایل و قطعات را بر روی تابلو آموزشی رسم کنید.
- ۲- لیست قطعات و لوازم مورد نیاز را تهیه کنید.
- ۳- قطعات و لوازم را با توجه به لیست قطعات و لوازم بر روی تابلو آموزشی نصب نمایید.
- ۴- اعداد شناسایی ترمینالها را با توجه به نقشه مسر جریان در نقشه ترمینالی وارد کنید.
- ۵- سیم کشی مدار را با توجه به نقشه مدار فرمان و مدار قدرت انجام دهید.
- ۶- صحت عملکرد مدار را کنترل کنید.

نقشه مسیر جریان

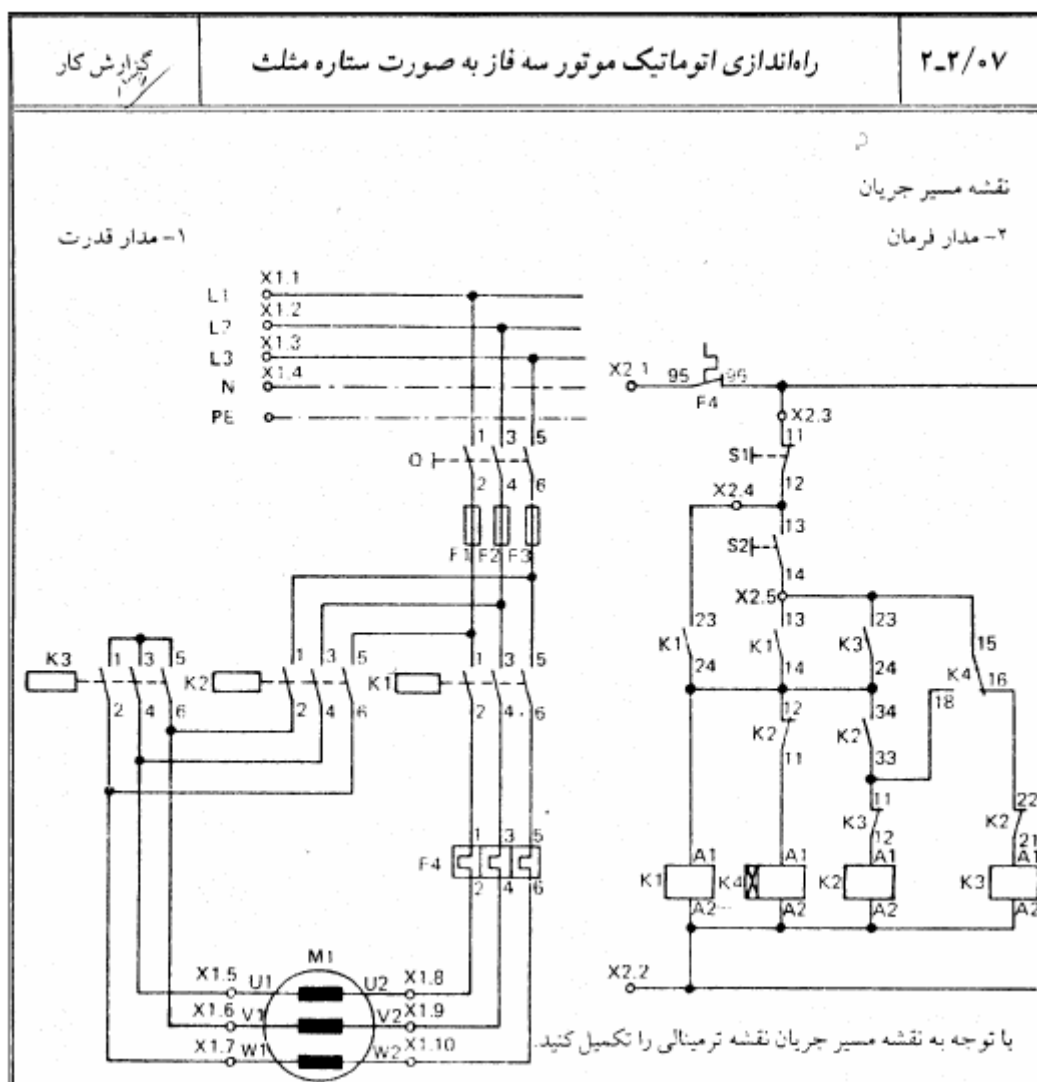


### ۳- راه اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری (اتوماتیک)





۵- راه اندازی دستی موتور سه فاز به صورت ستاره\_ مثلث (بصورت اتوماتیک)



## ۶- راه اندازی موتور سه فاز با برق تک فاز، به صورت چپگرد- راستگرد

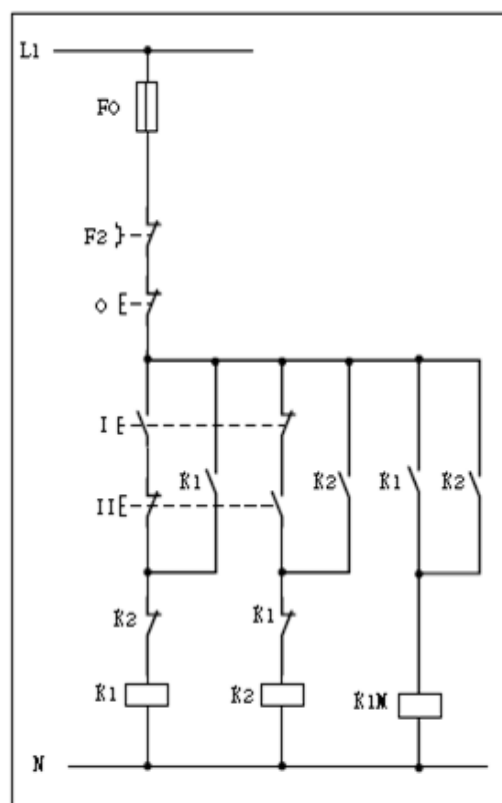
### شرح مدار

در برخی موارد مانند عدم دسترسی به برق سه فاز یا عدم دسترسی به موتورهای تکفاز با در نظر گرفتن توان و نوع موتور می توان موتورهای الکتریکی سه فاز را با کمک یک خازن در شبکه ی تک فاز راه اندازی کرد.

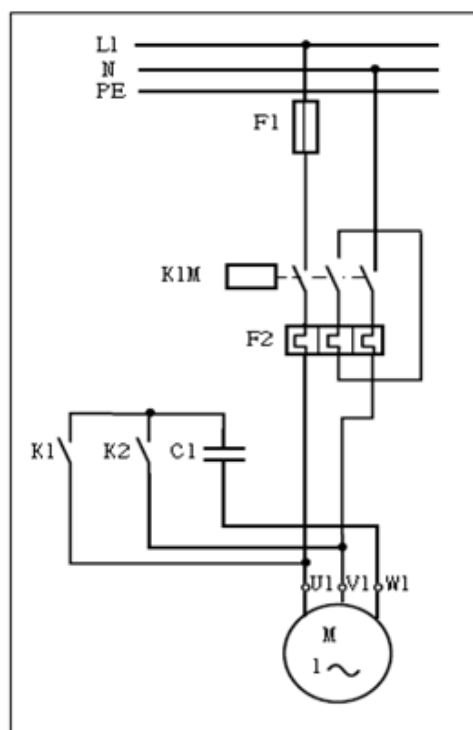
لازم به توضیح است، هرگاه موتور سه فاز ی با شبکه ی تک فاز راه اندازی می شود توان کمتری نسبت به توان نامی خود خواهد داشت. مدار فرمان شکل ۸۶-۲ راه اندازی موتور سه فاز تبدیل شده به تک فاز را نشان می دهد که در این مدار امکان چپ گرد راست گرد شدن نیز پیش بینی شده است.

چگونگی عملکرد آن به این صورت است که با زدن شستی دابل I جریان به بوبین کنتاکتور کمکی K۱ میرسد و در نتیجه تیغه های باز آن بسته میشود، کنتاکتور اصلی K۱م در مدار قرار می گیرد و موتور در یک جهت شروع به کار می کند.

هرگاه شستی دابل II فشار داده شود مسیر جریان بوبین کنتاکتور K۱ قطع و به طور همزمان مسیر جریان کنتاکتور K۲ وصل می شود در نتیجه تیغه ی باز K۲ که در آن مسیر قرار دارد بسته میشود و کنتاکتور K۱م مجدداً در مدار قرار می گیرد و چون در این حالت در مدار قدرت محل قرارگرفتن خازن تغییر کرده است لذا موتور تغییر جهت می دهد. مدار قدرت راه اندازی موتور سه فاز با برق تک فاز در شکل ۸۷-۲ نشان داده شده است.



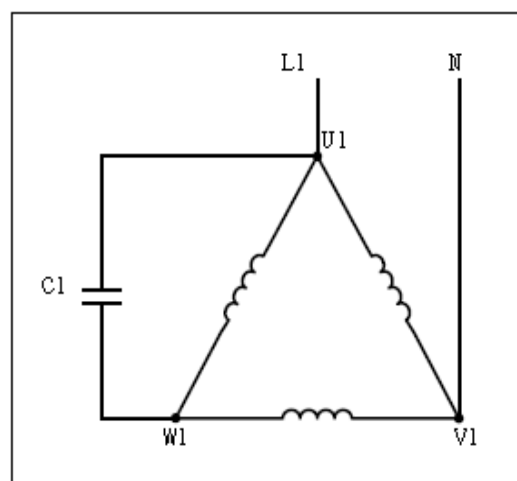
شکل ۸۶-۲



شکل ۸۷-۲

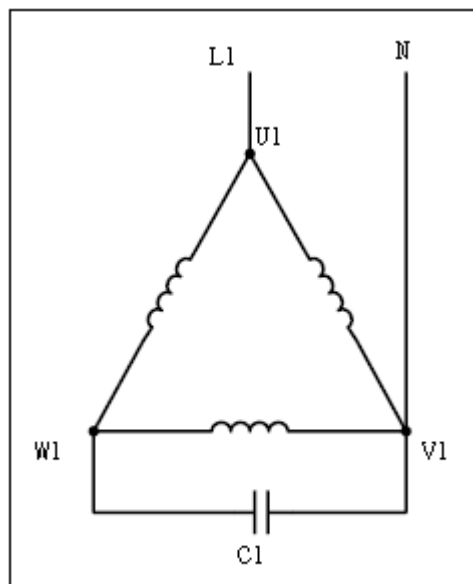
با کمی دقت در مدار قدرت مشاهده میکنیم هرگاه کنتاکتور کمکی K۱ در مدار قرار گیرد با بسته شدن تیغه ی باز کنتاکتور ، که در مدار قدرت قرار گرفته خازن C۱ را بین سرهای U۱ و W۱ موتور قرار می دهد.

(شکل ۸۸-۲)



شکل ۸۸-۲

به همین ترتیب با قرار گرفتن کنتاکتور کمکی ۲ K در مدار تیغه ی باز آن که در مدار قدرت استفاده شده خازن ۱ C را بین سرهای V۱ و W۱ موتور قرار می دهد (شکل ۸۹-۲)



شکل ۸۹-۲

### طرز خواندن مقاومت های ۵ رنگی

هر کدام از این رنگها معرف یک عدد هستند

- ۰ سیاه
- ۱ قهوه‌ای
- ۲ قرمز
- ۳ نارنجی
- ۴ زرد
- ۵ سبز
- ۶ آبی
- ۷ بنفش
- ۸ خاکستری
- ۹ سفید

دو رنگ دیگر هم روی مقاومتها به چشم می خورد: طلایی و نقره‌ای ، که روی یک مقاومت یا فقط طلایی وجود دارد یا نقره‌ای. اگر یک سر مقاومت به رنگ طلایی یا نقره‌ای بود ، ما از طرف دیگر مقاومت ، شروع به خواندن رنگها می کنیم. و عدد متناظر با رنگ اول را یادداشت می کنیم. سپس عدد متناظر با رنگ دوم را کنار عدد اول می نویسیم. سپس به رنگ سوم دقت می کنیم. عدد معادل آنرا یافته و به تعداد آن عدد ، صفر می گذاریم جلوی دو عدد قبلی ( در واقع رنگ سوم معرف ضریب است ). عدد بدست آمده ، مقدار مقاومت برحسب اهم است. که آنرا می توان به کیلو اهم نیز تبدیل کرد. ساخت هر مقاومت با خطا همراه است . یعنی ممکن است ۵٪ یا ۱۰٪ یا ۲۰٪ خطا داشته باشیم . اگر یک طرف مقاومت به رنگ طلایی بود ، نشان دهنده مقاومتی با خطا یا تolerانس ۵٪ است و اگر نقره‌ای بود نمایانگر مقاومتی با خطای ۱۰٪ است. اما اگر مقاومتی فاقد نوار چهارم بود، بی رنگ محسوب شده و تolerانس آن را ۲۰٪ در نظر می گیریم.

مقاومت های ۵ رنگ در مدارات دقیق مثل مدارات داخلی مولتی متر ها و دستگاه های صنعتی به کار میروند.

نحوه خواندن انها مشابه مقاومت های عادی ۵ رنگ هست ولی با یک کمی تفاوت!

۳ رنگ اول عدد هستند

رنگ چهارم تعداد صفر

و رنگ پنجم تlorانس

مثلا مقاومت با رنگ های نارنجی نارنجی قرمز قرمز مقدار برابر با ۳۳۲۰۰ اهم یعنی ۳۳.۲ کیلو اهم دارد! و تlorانس آن ۲٪ است! نکته قابل

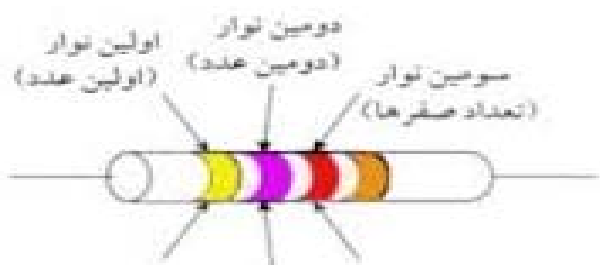
توجه در ۵ رنگ ها این است که از کدام سمت بخوانیم!

توجه داشته باشد که تlorانس در این مقاومت ها با رنگ های قهوه ای برابر ۱٪ ، قرمز برابر ۲٪ و طلایی برابر ۵٪ و نقره ای برابر با ۱۰٪ هست!

هر مقاومتی که این رنگ ها در یک طرفش بود شما از طرف مخالف شروع به قرائت کنید.

و نکته دیگر در رنگ چهارم است اگر در رنگ چهارم رنگ طلایی بود، مقدار ۳ عدد اول خوانده شده را بر ۱۰ تقسیم کنید. اگر رنگ چهارم نقره ای

بود مقدار ۳ عدد خوانده شده اول را بر ۱۰۰ تقسیم کنید.



| رنگ عدد | عدد |
|---------|-----|
| مشکی    | 0   |
| قهوه ای | 1   |
| قرمز    | 2   |
| نارنجی  | 3   |
| زرد     | 4   |
| سبز     | 5   |
| آبی     | 6   |
| بنفش    | 7   |
| خاکستری | 8   |
| سفید    | 9   |

## انواع کلیدهای فشارقوی

انواع کلیدهای فشارقوی:

- ۱- کلید قدرت یا دژنکتور
- ۲- کلید بدون بار یا سکسیونر
- ۳- قابل قطع زیر بار یا سکسیونر قابل قطع زیر بار

### دژنکتور:

کلیدی است که می تواند در موقع لزوم جریان عادی شبکه و در موقع خطا جریان اتصال کوتاه و جریان اتصال زمین و یا هر نوع جریانی با هر اختلاف فازی را سریع قطع کند.

### انواع کلید قدرت یا دژنکتور

- ۱) کلید روغنی
- ۲) کلید اکسپانزیون
- ۳) کلید هوایی
- ۴) کلید گاز سخت (جامد)
- ۵) کلید SF<sub>6</sub>
- ۶) کلید خلأ

### سکسیونر:

سکسیونرها وسیله قطع و وصل سیستم هایی هستند که تقریباً بدون بار هستند ، به عبارت دیگر از این کلید می توان برای جداسازی وسائل و تجهیزاتی که فقط زیر ولتاژ هستند از شبکه استفاده نمود . البته در مواقعی که جریانهای بسیار ناچیز داریم مانند جریانهای خارجی مقرر ها و ماشین ها و تأسیسات برقی و کابل های کوتاه و همینطور جریان ترانسفورماتور ولتاژ را نیز قطع نمود . و یا حتی ترانسفورماتورهای کم قدرت را نیز می توان با سکسیونر قطع کرد . سکسیونرها بدین علت زیر بار قرار نمی گیرند چون دارای سیستم خفه کن یا به اصطلاح جرعه خاموش کن نمی باشند و در هنگام قطع در زیر بار در محل اتصال تیغه های آن جرعه بسیار شدید و ذوب شدن تیغه ها را خواهیم داشت . در صورتی که از سکسیونر جریانی عبور کند ، ولی در موقع قطع اختلاف پتانسیلی بین دو کنتاکت آن موجود نباشد ، قطع کردن سکسیونر مجاز خواهد بود . از آنچه گفتیم نتیجه می گیریم که سکسیونر کلید نیست بلکه یک ارتباط دهنده یا قطع کننده مکانیکی بین سیستم هاست . از سکسیونرها معمولاً برای حفاظت اشخاص و گروههای تعمیرات در مقابل برق گرفتگی استفاده می شود . بدین جهت طوری طراحی و ساخته می شوند که حالت قطع یا وصل آن با چشم دیده می شود و عمل قطع شدگی در هوای آزاد صورت می پذیرد .

### انواع سکسیونرها :

- ۱- سکسیونر تیغه ای (دورانی افقی)
- ۲- سکسیونر کشویی
- ۳- سکسیونر دورانی عمودی
- ۴- سکسیونر فیچی ای ( پانتوگراف)

### ۱- ترانس اندازه گیری جریان (CT)

کار ترانس جریان کاهش جریان سیستم به یک نسبت مشخص است. از قبیل  $1/600$  این ترانس بطور سری در مدار قرار می گیرد. وقتی که جریان از سیم پیچ اولیه میگذرد یک شار مغناطیسی ایجاد می نماید و این شار در سیم پیچ ثانویه ولتاژی القا میکند، حال اگر سیم پیچ ثانویه بسته باشد ایجاد جریانی میکند که شار ناشی از مخالف شار تولید شده در سیم پیچ اولیه است و از به اشباع رفتن هسته جلوگیری میکند. بنابراین ثانویه ترانس حتماً باید بسته باشد علاوه بر این اگر ثانویه ترانس اتصال کوتاه نشود، آنگاه در ثانویه ولتاژ خیلی زیاد القا خواهد شد که سیم پیچ ثانویه ممکن است چنین ولتاژی را نداشته باشد. بنابراین یا ثانویه ترانس جریان اتصال کوتاه است که ولتاژ آن در این لحظه صفر است و یا اگر باری در ثانویه باشد بسته به مقدار بار، ولتاژ بار ثانویه تغییر میکند. لذا می توان نتیجه گرفت که : در ترانس جریان، ولتاژ ثانویه بستگی به بار دارد ولی جریان اولیه تابع بار در ثانویه نمی باشد. در ترانسهای جریان اعم از فشار قوی و ضعیف سیم پیچ اولیه به دلیل اینکه سری در مدار قرار دارد عموماً یک سیم است نه سیم پیچ ولی سیم پیچ ثانویه به صورت سیم پیچی است که به دور اولیه حلقه شده است

### انواع ترانس های اندازه گیری جریان CT

ترانس های جریان به دو صورت ساخته می شوند:

الف) نوع خشک یا رزینی

ب) نوع روغنی : ۱- هسته بالا ۲- هسته پایین

### ۲- ترانس اندازه گیری ولتاژ (PT & CVT)

این ترانسها به عنوان ترانسهای ولتاژ معروف هستند. که وظیفه آنها پایین آوردن ولتاژ سیستم است. زیرا وسایل اندازه گیری ولتاژ سیستم را مستقیماً نمی توانند اندازه گیری کنند مثلاً  $KV 63$  را به  $V 110$  تبدیل می کنند. همانطوریکه می دانیم ترانس های قدرت، دارای قدرت زیادی می باشند و به صورت سه فاز ساخته می شوند و خطای نسبت تبدیل در آنها اهمیت ندارد. در صورتیکه ترانس های اندازه گیری ولتاژ، دارای قدرت نسبتاً کمی هستند و به صورت تک فاز ساخته می شوند و خطای نسبت تبدیل در آنها بسیار حائز اهمیت است

### انواع ترانس های اندازه گیری ولتاژ

P.T : که معروف به ترانس ولتاژ مغناطیسی می باشد.

C.V.T : که معروف به ترانس ولتاژ خازنی می باشد

رله بوخهلتس رله‌ای است که برای پناه دستگاه‌هایی که با روغن خنک می‌شود بکار می‌رود. این رله در پی پدید آمدن گاز یا هوا در درون منبع روغنی یا پایین آمدن سطح روغن از حد روا و یا گردش بیش از حد روا روغن به کار می‌افتد و در گام نخست آژیر را بکار می‌اندازد و سطح روغن اگر بیشتر افت کرد در گام دوم ترانسفورمر را بُرش (قطع) می‌کند. در رله بوخهلتس از روغن برای جداسازی و خنک کنندگی به کار گرفته می‌شود. این رله بیشتر برای ترانس‌های با منبع انبساط استفاده می‌شود. (بیشتر خطاهایی که در این ترانس رخ می‌دهد با تولید گاز همراه است.) این رله معمولاً بین منبع اصلی و منبع انبساط روغن نصب می‌شود.

**عواملی که مایه بکار انداختن رله بوخهلتس می‌شود:**

۱- قوس الکتریکی بین هسته و دیگر بخش‌های ترانس.

۲- اتصال زمین بین زنجیره‌های کلاف.

۳- بُرش شدن یک فاز یا سوختن آن.

۴- چکه کردن روغن از تحت روغن و یا لوله‌های ارتباطی آن.

در گام دوم که ترانس بُرش خواهد شد و فرمان تریپ به ترانس داده خواهد شد دشواری‌های پدید آمده به اینگونه‌ند:

۱- شکستن بوشینگ‌ها.

۲- اتصال کوتاه فاز به فاز.

۳- اتصال زمین.

۴- اتصال درون سیم پیچ‌ها.

۵- اتصال تپ‌ها به یکدیگر.

۶- پایین آمدن سطح روغن در پی سرد شدن روغن بیش از اندازه و کم بودن روغن یا نشتی روغن.

## تعیین سطح مقطع کابل

برای پیدا کردن سطح مقطع کابل مورد نظر ابتدا بایستی جریان گذرنده (مقدار آمپر) از این کابل را مشخص نموده و در این مورد می توان روابط زیر را بکار برد:

$$I_n = \frac{P}{V}(\text{DC}) \quad \text{برای جریان مستقیم}$$

$$I_n = \frac{P}{V(pf)}(\text{AC}) \quad \text{برای جریان متناوب تک فاز}$$

$$I_n = \frac{P}{1.73 V(pf)}(\text{AC}) \quad \text{برای جریان متناوب سه فاز}$$

که در آن:

P توان واقعی برداشتی به وات

V ولتاژ خط به ولت

I جریان عبوری به آمپر

Pf ضریب توان

در این حال پیش از پیدا کردن سطح مقطع کابل باید با توجه به شرایطی که کابل در آن قرار می گیرد، ضرایب مربوطه را از جداول ۲ و ۳ بدست آوریم و از رابطه زیر جریان مجاز کابل را محاسبه کنیم:

$$I_c = \frac{I_n}{\text{ضرایب به آمده دست}}$$

که در آن  $I_c$  جریان مجاز کابل به آمپر است.

سپس از روی این جریان و با توجه به جریان مجاز کابل های برق (جدول ۱) و کابل های مخصوص روشنایی و سیم کشی (جدول ۴) سطح مقطع کابل مورد نظر بدست می آید

### مثال:

می خواهیم برای برق رسانی به موتور سه فاز ۳۸۰ ولتی به قدرت ۹۰ کیلووات و با ضریب ۰,۸ که در فاصله ۱۰۰ متری از تابلوی توزیع قرار دارد از کابل پلاستیکی نوع NYY-O استفاده کنیم. در صورتیکه موتور روزانه ۱۰ ساعت با بار کامل کار کند و دست کم به همان مدت هم بار آن از ۶۰ درصد بار کامل تجاوز نکند و کابل بطور مستقیم در عمق ۷۰ سانتیمتری در خاک قرار گرفته و حداکثر دمای محیط هم ۴۰ درجه سانتیگراد باشد، سطح مقطع کابل مورد نظر را برای موتور مورد نظر حساب کنید.

ابتدا جریان برداشتی را حساب می کنیم:

$$I_n = \frac{P}{1.73 V (pf)} = \frac{90000}{1.73 (380) (0.8)} = 171 \quad \text{آمپر}$$

از جدول ۲ ضریب تصحیح دما برای دمای ۴۰ درجه ۰/۷۷ است، پس جریان مجاز کابل برابر است با:

$$I_c = \frac{I_n}{k} = \frac{I_n}{0.77} = 222 \quad \text{آمپر}$$

از جدول می توانیم مشاهده کنیم که کابل ۳\*۷۰ می تواند ۲۳۰ آمپر را منتقل کند، پس اتن کار مناسب است.  
برای بررسی درصد افت ولتاژ در این کابل از جدول ۲-۵ می توانیم مقاومت اهمی و القایی کابل را بدست آوریم:

$$R = 0.321 \quad \text{ohm / km}$$

$$X = 0.074 \quad \text{ohm / km}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0.321^2 + 0.074^2} = 0.329 \quad \text{ohm / km}$$

$$\Delta V\% = \frac{1.73 Z I_n L}{V} 100 = \frac{1.73 (0.329) (171) (100)}{380 (1000)} 100 = 2.6 \%$$

نکته ای که باید در هنگام تعیین سطح مقطع کابل در نظر داشت این است که در فواصل کوتاه توانایی انتقال جریان عامل تعیین کننده است. در حالیکه در شبکه های با طول بلند، افت ولتاژ نقش اساسی دارد.

✓ در هنگام مصاحبه بایستی مقادیر و ضرایب موجود در جداول را خودمان به صورت فرضی انتخاب نماییم.  
مثلا دمای محیط را ۴۰ درجه در نظر گرفته، پس مقدار ضریب تصحیح را  $k = 0.77$  در نظر میگیریم.

جدول شماره ۱- جریان مجاز کابل های برق به آمپر

عمق کابل در خاک ۷۰ سانتیمتر

مداکثر دمای هادی ۷۰ درجه سانتیگراد

| سطح مقطع<br>mm <sup>2</sup> | کابل های ۱ سیمه DC |        | کابل های ۲ سیمه |        | کابل های ۳ و ۴ سیمه |        | سه کابل یک سیمه سه فاز |               |               |               |
|-----------------------------|--------------------|--------|-----------------|--------|---------------------|--------|------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                             | در خاک             | در هوا | در خاک          | در هوا | در خاک              | در هوا | در خاک<br>○○○          | در هوا<br>○○○ | در خاک<br>○○○ | در هوا<br>○○○ |
| ۱.۵                         | ۳۷                 | ۲۶     | ۳۰              | ۲۱     | ۲۷                  | ۱۸     | -                      | -             | -             | -             |
| ۲.۵                         | ۵۰                 | ۳۵     | ۴۱              | ۲۹     | ۳۶                  | ۲۵     | -                      | -             | -             | -             |
| ۴                           | ۶۵                 | ۴۶     | ۵۳              | ۳۸     | ۴۶                  | ۳۴     | -                      | -             | -             | -             |
| ۶                           | ۸۳                 | ۵۸     | ۶۶              | ۴۸     | ۵۹                  | ۴۴     | -                      | -             | -             | -             |
| ۱۰                          | ۱۱۰                | ۸۰     | ۸۸              | ۶۶     | ۷۷                  | ۵۰     | -                      | -             | -             | -             |
| ۱۶                          | ۱۴۵                | ۱۰۵    | ۱۱۵             | ۹۰     | ۱۰۰                 | ۸۰     | ۱۲۰                    | ۱۰۰           | ۱۱۰           | ۸۶            |
| ۲۵                          | ۱۹۰                | ۱۴۰    | ۱۵۰             | ۱۲۰    | ۱۳۰                 | ۱۰۵    | ۱۵۵                    | ۱۳۵           | ۱۴۰           | ۱۲۰           |
| ۳۵                          | ۲۳۵                | ۱۷۵    | ۱۸۰             | ۱۵۰    | ۱۵۵                 | ۱۳۰    | ۱۸۵                    | ۱۷۰           | ۱۷۰           | ۱۴۵           |
| ۵۰                          | ۲۸۰                | ۲۱۵    | -               | -      | ۱۸۵                 | ۱۶۰    | ۲۲۰                    | ۲۰۵           | ۲۰۰           | ۱۸۰           |
| ۷۰                          | ۳۵۰                | ۲۷۰    | -               | -      | ۲۳۰                 | ۲۰۰    | ۲۷۵                    | ۲۶۰           | ۲۴۰           | ۲۲۵           |
| ۹۵                          | ۴۲۰                | ۳۳۵    | -               | -      | ۲۷۵                 | ۲۴۵    | ۳۲۵                    | ۳۲۰           | ۲۹۵           | ۲۸۰           |
| ۱۲۰                         | ۴۸۰                | ۳۹۰    | -               | -      | ۳۱۵                 | ۲۸۵    | ۳۷۰                    | ۳۷۵           | ۳۳۵           | ۳۳۰           |
| ۱۵۰                         | ۵۴۰                | ۴۴۵    | -               | -      | ۳۵۵                 | ۳۲۰    | ۴۲۰                    | ۴۳۰           | ۳۸۰           | ۳۸۰           |
| ۱۸۵                         | ۶۲۰                | ۵۱۰    | -               | -      | ۴۰۰                 | ۳۷۰    | ۴۷۰                    | ۴۵۰           | ۴۳۰           | ۴۴۰           |
| ۲۴۰                         | ۷۲۰                | ۶۲۰    | -               | -      | ۴۶۵                 | ۴۳۵    | ۵۴۰                    | ۵۹۰           | ۴۹۰           | ۵۳۰           |
| ۳۰۰                         | ۸۲۰                | ۷۱۰    | -               | -      | -                   | -      | ۶۲۰                    | ۶۸۰           | ۵۵۰           | ۶۱۰           |
| ۴۰۰                         | ۹۶۰                | ۸۵۰    | -               | -      | -                   | -      | ۷۱۰                    | ۸۲۰           | ۶۵۰           | ۷۴۰           |
| ۵۰۰                         | ۱۱۱۰               | ۱۰۰۰   | -               | -      | -                   | -      | ۸۲۰                    | ۹۶۰           | ۷۴۰           | ۸۶۰           |

جدول شماره ۲- ضریب تصحیح برای دمای محیط

|                   | دمای محیط بر حسب درجه سانتیگراد |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   | ۱۵                              | ۲۰   | ۲۵   | ۳۰   | ۳۵   | ۴۰   | ۴۵   | ۵۰   | ۵۵   | ۶۰   |
| کابل در خاک       | 1.05                            | 1    | 0.95 | 0.89 | 0.84 | 0.77 | 0.71 | 0.63 | 0.55 | 0.45 |
| کابل در هوای آزاد | 1.17                            | 1.12 | 1.06 | 1    | 0.94 | 0.87 | 0.79 | 0.71 | 0.61 | 0.5  |

جدول شماره ۲-۵

|            | رآکنانس تقریبی<br>ohm / Km | مقاومت AC هادی<br>در 70 درجه | مقاومت DC هادی<br>در ۲۰ درجه | سطح مقطع<br>mm <sup>2</sup> |
|------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| تک مفتولی  | 0.108                      | 14.48                        | 12.1                         | 2 x 1.5                     |
|            | 0.104                      | 8.71                         | 7.41                         | 2 x 2.5                     |
|            | 0.100                      | 5.46                         | 4.61                         | 2 x 4                       |
|            | 0.094                      | 3.62                         | 3.08                         | 2 x 6                       |
|            | 0.088                      | 2.16                         | 1.83                         | 2 x 10                      |
| نیمه افشان | 0.083                      | 1.37                         | 1.15                         | 2 x 16                      |
|            | 0.080                      | 0.870                        | 0.727                        | 2 x 25                      |
|            | 0.078                      | 0.627                        | 0.524                        | 2 x 35                      |
|            | 0.108                      | 14.48                        | 12.1                         | 3 x 1.5                     |
|            | 0.104                      | 8.71                         | 7.41                         | 3 x 2.5                     |
|            | 0.100                      | 5.46                         | 4.61                         | 3 x 4                       |
|            | 0.094                      | 3.62                         | 3.08                         | 3 x 6                       |
|            | 0.088                      | 2.16                         | 1.83                         | 3 x 10                      |
|            | 0.083                      | 1.37                         | 1.15                         | 3 x 16                      |
|            | 0.080                      | 0.870                        | 0.727                        | 3 x 25                      |
|            | 0.077                      | 0.627                        | 0.524                        | 3 x 35                      |
|            | 0.077                      | 0.463                        | 0.387                        | 3 x 50                      |
|            | 0.074                      | 0.321                        | 0.268                        | 3 x 70                      |
|            | 0.074                      | 0.232                        | 0.193                        | 3 x 95                      |
|            | 0.072                      | 0.184                        | 0.153                        | 3 x 120                     |
|            | 0.072                      | 0.150                        | 0.124                        | 3 x 150                     |
|            | 0.071                      | 0.1203                       | 0.0991                       | 3 x 185                     |

اعداد جدول برای مماسیه اخت ولتاژ و اخت توان کافی می باشد .

پیشرفت های چشمگیر فناوری نیمه هادی در زمینه ساخت ریز پردازنده و حافظه های با حجم های بالا امکان ساخت کنترل کننده ها منطقی الکترونیکی برنامه پذیر را فراهم آورد. در سال های دور، از سیستم های مکانیکی، هیدرولیکی، رله ای و ... به منظور پیاده سازی سیستم کنترل در صنایع استفاده می شد ولی در سالهای اخیر استقبال از سیستم های کنترل الکترونیکی از قبیل PLC به شدت افزایش یافته و در اکثر صنایع، این سیستم های نوین جایگزین سیستم های قدیمی تر شده اند.

در سیستم های اتوماسیون وظیفه اصلی کنترل بر عهده PLC است که با گرفتن اطلاعات از طریق ترمینالهای ورودی، وضعیت ماشین را حس کرده و نسبت به آن پاسخ مناسبی برای ماشین فراهم می کند.

### یک PLC از سه قسمت اصلی ساخته می شود:

**CPU :** اصلی ترین قسمت یک PLC بوده و به عنوان مغز PLC محسوب می گردد CPU. وظیفه پردازش برنامه را بر عهده دارد.

**-کارت های ورودی:** این کارت ها به عنوان مبدل سیگنال الکتریکی به دیتا بوده و سیگنال الکتریکی را از سنسور ها دریافت نموده و پس از تبدیل به دیتا، در اختیار CPU قرار می دهند.

**-کارت های خروجی:** این کارتها مبدل دیتا به سیگنال الکتریکی هستند.

PLC ها سخت افزاری شبیه کامپیوتر دارند، البته با ویژگیهای خاصی که مناسب کنترل صنعتی است:

- در مقابل نویز حفاظت شده اند
- ساختار مدولار دارند که تعویض بخشهای مختلف آنها ساده می سازد
- اتصالات ورودی - خروجی وسطوح سیگنال استاندارد دارند
- زبان برنامه نویسی آنها ساده و سطح بالاست
- تغییر برنامه در هنگام کار آسان است

از جمله PLC ها می توان به نمونه های زیر اشاره کرد :

- ۱- خانواده PLC های S5 و S7
- ۲- خانواده PLC های OMRON ژاپن
- ۳- خانواده PLC های تله مکانیک فرانسه
- ۴- خانواده PLC میتسوبیشی ژاپن
- ۵- خانواده PLC های LG کره
- ۶- خانواده PLC آلن برادلی امریکا

بطور کلی می توان زبانها برنامه نویس PLC را به پنج دسته تقسیم کرد:

• زبان SFC یا Sequential Function Chart Language

• زبان FBD یا Function Block Diagram Language

• زبان LD یا Ladder Diagram Language

• زبان ST یا Structured Text Language

• زبان IL یا Instruction List Language

### نقشه لامپ مهتابی

