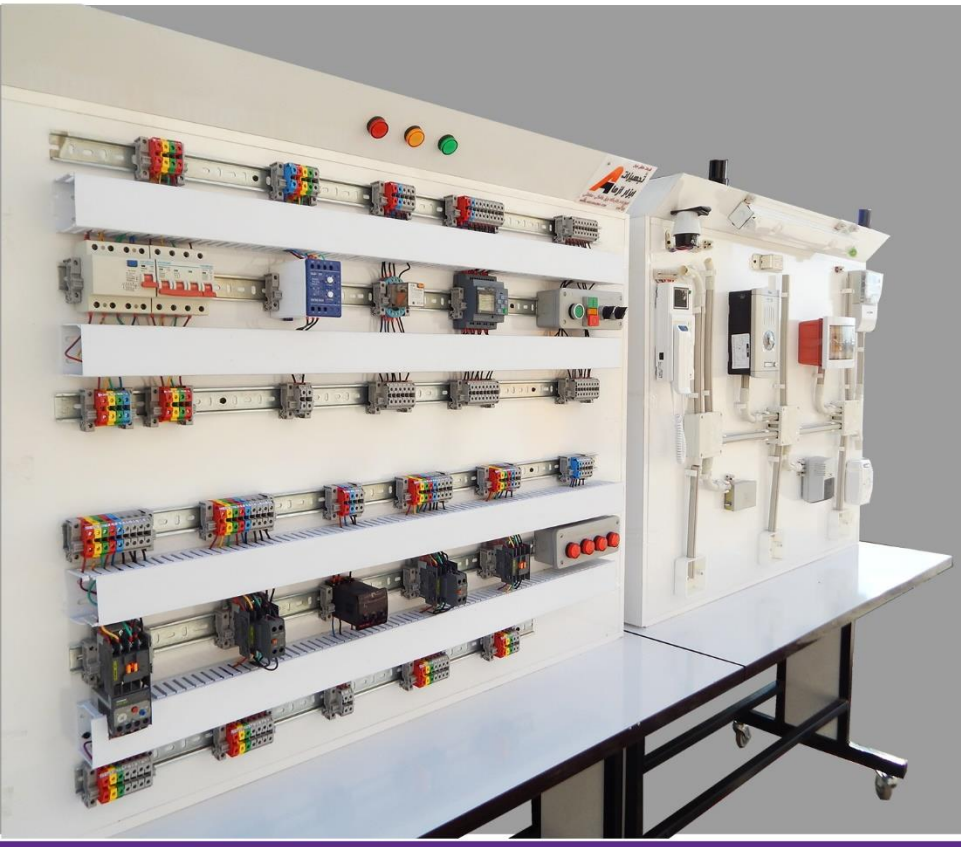
شرکت دانش بنیان

تجهیزات ابزار آزما

نوآوری و فناوری برای توسعه



دستور کار جامع تاسیسات الکتریکی

دستور کار ویژه دانشجو

تجهیزات آزمایشگ
aboratory Equipment

نوآوری و فناوری برای توسعه

خراسان رضوی، مشهد، بزرگراه آسیایی، جاده شهرک صنعتی طوس، شهرک فناوری های نوین غذایی، ساختمان پژوهش، طبقه اول، شرکت تجهیزات ابزار آزما

www.abzarazma.ir

info@abzarazma.com

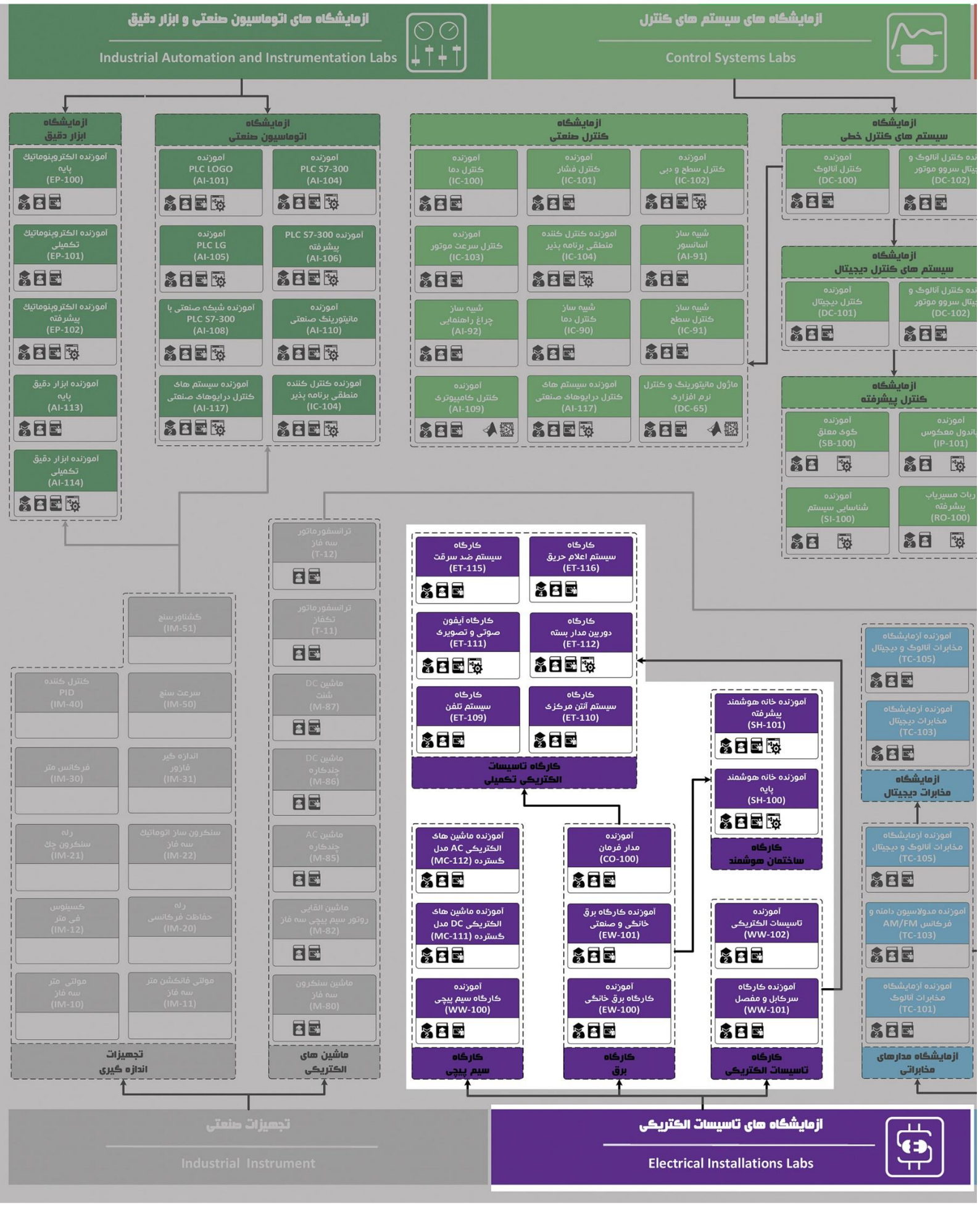
www.aparat.ir/abzarazma

+98 51 35420099 (3line)

شرکت دانش بنیان

تجهیزات ابزار آزما

...گاهی مهندسی برق
Electrical Engineering L...



دستور کار آزمایشگاه تأسیسات الکتریکی

اهداف:

هدف از این دستور کار معرفی تجهیزات آزمایشگاههای تاسیسات الکتریکی و همچنین ارائه دستورکار لازم برای انجام آزمایشات می‌باشد.

پیشگفتار:

پیشنهاد می شود شروع آزمایشگاه با یک یا چند بازدید از مرکز کاربردی مرتبط با مطالب درس شروع شود. کارخانه‌جات صنعتی دارای PLC و مدارات کنتاکتوری و ساختمان‌های در حال ساخت دارای سیستم‌های هو شمند می‌توانند گزینه مناسبی برای بازدید دانشجویان به شمار روند.

در این دستور کار مطالب اساسی درس تاسیسات الکتریکی در سه بخش تحت عنوان تاسیسات ساختمان، تاسیسات صنعتی و ساختمان هوشمند بیان گردیده است که در هر بخش آزمایش‌های مربوطه مطرح خواهند شد. مشخصات آموزنده‌ها و ماژول‌های شاخه تاسیسات ساختمان در پیوست یک تشریح داده شده است و به همین ترتیب، معرفی سایر آموزنده‌های بخش تاسیسات صنعتی و ساختمان هوشمند در پیوست شماره دوم و سوم صورت پذیرفته است.

در پیوست شماره چهارم مفاهیم مربوط به حفاظت الکتریکی، انواع کابل‌ها و مشخصات آنها آورده شده است. در پیوست پنجم به معرفی انواع کلید پرداخته شده است. در پیوست ششم، PLC معرفی و نکاتی در مورد برنامه نویسی PLC لوگو طرح گردیده است.

در پیوست هفتم به بررسی نحوه بازپیچی یک موتور AC اقدام شده است که در رابطه با آموزنده کارگاه سیم‌پیچی است.

در پیوست هشتم جداول راهنما مربوط به علائم و استانداردهای الکتریکی، مشخصات هسته‌ها، جریان مجاز عبوری از سیم‌ها و .... آورده شده است.

مطالب بیان شده در د ستور کار هر آزمایش شامل مقدمه، شرح آزمایش و تحلیل و در پایان سؤالات مربوط به آزمایش می‌باشد

هر دانشجو قبل از حضور در کلاس می‌بایست یک پیش گزارش راجع به مباحث جلسه جاری و گزارش تکمیل شده جل سه قبل را تحویل نماید. انجام بحث و تبادل نظر دان شجویان و مدرس کلاس راجع به نتایج حا صل از آزمایش‌ها تأثیر قابل ملاحظه ای در درک کنترل فرآیندها دارد. مسلماً گزارش حاصل همراه با نقص و کاستی‌هایی است که با پیشنهادات شما مدرسین و دانشجویان عزیز در نسخه های بعدی برطرف خواهد شد.

نکات مهم:

هشـــــدار۱ (اقـــدامـــات احتیاطی)

در هنگام انجام سیم بندی و یا قبل از هرگونه تغییری در مدار، دقت کنید که برق دستگاه قطع باشد.

ه شدار۲ (خطر آ سیب به دستگاه و شوک الکتریکی)

برای تعمیر تجهیزات از افراد واجد شـــرایط و با هماهنگی شـــرکت سازنده استفاده نمایید.

ه شدار۳ (خطر آ سیب به دستگاه و شوک الکتریکی)

هیچ‌گونه اصـــلاح و یا تغییری در وضـــعیت فعلی تجهیزات مجاز نیست.

هشدار۴ (خطر آسیب به تجهیزات)

به محدوده مجاز ورودی و خروجی‌های تجهیزات توجه شـــود و از اعمال ورودی خارج از محدوده مجاز به تجهیز خودداری شود.

هشدار۵ (شوک الکتریکی)

به منظور حفظ جان کاربران، آموزنده‌ها به سیم ارت مجهز می باشد لذا از صحت اتصال سیم ارت ساختمان محل آزمایشگاه، مطمئن باشید

هشدار۶ (اقدامات احتیاطی)

اتصالات را به طور کامل بررسی کنید تا سیم‌ها اتصال کوتاه و یا رها شده نباشند.

هر اتصالی که ممکن است دو سطح ولتاژ مختلف را به هم اتصال کوتاه کند؛ بررسی گردد.

پیش از وصل کردن برق دستگاه، سیم‌بندی با حضور مدرس بررسی گردد.

هشدار۱۰ (اقدامات احتیاطی)

در هنگام ایجاد تغییرات در مدار، ابتدا مدار خاموش شـــود. ســـپس تغییرات در اجزای مورد نظر ایجاد شـــود ودوباره مدار را بر اســـاس موارد احتیاطی ذکر شده به تغذیه متصل نمائید.

کلیه حقوق این اثر متعلق به شـــرکت دانش بنیان ابزار آزما می‌باشـــد. هرگونه کپی برداری از این اثر، غیرقانونی بوده و پیگرد قانونی دارد.

فهرست مطالب

۱ بررسی راه اندازی موتور سه فاز با اعمال فرمان به کنتاکتور از یک محل ۱۱

۲ بررسی راه اندازی موتور سه فاز به صورت لحظه ای و دائم کار با اعمال فرمان به کنتاکتور از دو محل ۱۳

۳ بررسی مدار راه اندازی یک الکتروموتور سه فاز بصورت دائم و موقت ۱۵

۴ استفاده از تایمر به منظور تاخیر در فرمان به کنتاکتور ۱۶

۵ استفاده از رله کنترل فاز به منظور حفاظت موتور AC سه فاز ۲۰

۶ بررسی مدار راه اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری ۲۱

۷ مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری ۲۲

۸ مدار راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز بصورت یکی به جای دیگری ۲۳

۹ مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به صورت یکی به جای دیگری ۲۴

۱۰ مدار تغییر در جهت چرخش موتور به کمک کنتاکتور و پس از توقف کامل موتور ۲۵

۱۱ مدار راه اندازی یک الکتروموتور سه فاز به صورت چپگرد-راستگرد سریع و حفاظت کامل ۲۶

۱۲ راه اندازی موتور با اتصال ستاره و تغییر سربندی موتور به مثلث ۲۸

13 اعمال فرمان کنتاکتور با PLC ۳۰

14 ایجاد تاخیر در قطع و وصل مدار به کمک PLC ۳۱

15 راه اندازی دو مدار به ترتیب یکی پس از دیگری به کمک PLC ۳۲

۱۶ راه اندازی دو موتور به صورت یکی به جای دیگری ۳۳

17 تغییر جهت چرخش موتور به کمک PLC ۳۴

18 راه اندازی موتور با اتصال ستاره و تغییر سربندی موتور به مثلث به کمک PLC ۳۵

جدول راهنما

شماره و عنوان آزمایش‌های شاخه تاسیسات صنعتی	WW-100	WW-101	WW-102	CO-100	EW-101
۱- بررسی راه‌اندازی موتور سه‌فاز با اعمال فرمان به کنتاکتور از یک محل			❊	❊	❊
۲- بررسی راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت لحظه‌ای و دائم‌کار با اعمال فرمان به کنتاکتور از دو محل			❊	❊	❊
۳- بررسی مدار راه اندازی یک الکتروموتور سه فاز بصورت دائم و موقت				❊	
۴- استفاده از تایمر به‌منظور تاخیر در فرمان به کنتاکتور			❊	❊	❊
۵- استفاده از رله کنترل فاز به منظور حفاظت موتور AC سه فاز			❊	❊	❊
۶- بررسی مدار راه‌اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری			❊	❊	❊
۷- مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری			❊	❊	❊
۸- مدار راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز بصورت یکی به جای دیگری			❊	❊	❊
۹- مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به‌صورت یکی به‌جای دیگری			❊	❊	❊
۱۰- مدار تغییر در جهت چرخش موتور به کمک کنتاکتور و پس از توقف کامل موتور			❊	❊	❊
۱۱- مدار راه اندازی یک الکتروموتور سه فاز به‌صورت چپگرد-راستگرد سریع و حفاظت کامل				❊	
۱۲- راه‌اندازی موتور با اتصال ستاره و تغییر سربندی موتور به مثلث			❊	❊	❊
۱۳- اعمال فرمان کنتاکتور با PLC				❊	❊
۱۴- ایجاد تاخیر در قطع و وصل مدار به کمک PLC				❊	❊
۱۵- راه اندازی دو مدار به‌ترتیب یکی پس از دیگری به کمک PLC				❊	❊
۱۶- راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی به جای دیگری				❊	❊
۱۷- تغییر جهت چرخش موتور به کمک PLC				❊	❊
۱۸- راه‌اندازی موتور با اتصال ستاره و تغییر سربندی موتور به مثلث به کمک PLC				❊	❊

ادامه شماره و عنوان آزمایش‌های شاخه تاسیسات صنعتی	WW-100	WW-101	WW-102	CO-100
۱۹- اندازه گیری قطر سیم و چگالی جریان	❊			
۲۰- طراحی و سیم پیچی سلف	❊			
۲۱- طراحی و سیم پیچی ترانس تکفاز	❊			
۲۲- طراحی و سیم پیچی ترانس سه فاز	❊			
۲۳- طراحی و سیم پیچی موتور القایی تکفاز	❊			
۲۴- طراحی و سیم پیچی موتور القایی سه فاز	❊			
۲۵- آشنایی با انواع کابل‌ها و بررسی اجزای مختلف آن		❊		
۲۶- اصول کابل‌کشی		❊		
۲۷- عیب یابی کابل‌ها		❊		
۲۸- سرکابل‌بندی		❊		
۲۹- مفصل‌بندی کابل‌های فشار ضعیف و فشار متوسط		❊		

معرفی بخش دوم:

در آزمایش‌های شماره یک تا ۱۵، مفاهیم آزمایشگاه تاسیسات ساختمان ارائه گردیده است. در بخش دوم این دستورکار، آزمایش‌های مربوط به بخش تاسیسات صنعتی ارائه گردیده است که متشکل از ۲۹ عنوان آزمایش است. همانطور که در معرفی بخش یک اعلام گردید، آزمایش‌های مربوط به بخش صنعتی آموزنده کارگاه برق خانگی - صنعتی در این بخش ارائه گردیده است.بنابراین بخش فعلی به عنوان دستورکار ۶ محصول شاخه تاسیسات صنعتی و یک محصول شاخه تاسیسات ساختمان شناخته می‌شود. این ۷ محصول عبارتند از:

۱- آموزنده ماشین های الکتریکی DC مدل گسترده (MC-111)
۲-آموزنده ماشین های الکتریکی AC مدل گسترده (MC-112)
۳-آموزنده کارگاه سیم پیچی (WW-100)
۴-آموزنده کارگاه سرکابل و مفصل (WW-101)
۵- آموزنده مدار فرمان (CO-100)
۶- آموزنده تاسیسات الکتریکی (WW-102)
۷- آموزنده کارگاه برق خانگی و صنعتی (EW-101)

مشخصات فنی و معرفی بخش‌های مختلف ۶ محصول شاخه تاسیسات صنعتی در پیوست شماره دوم و مشخصات آموزنده کارگاه برق خانگی – صنعتی در پیوست شماره اول ذکر گردیده است. توصیه می‌گردد پیش از انجام آزمایش با آموزنده مورد نظر به طوز کامل مشخصات آن در پیوست یاد شده مطالعه گردد.

در پیوست پنجم انواع کلید از جمله کنتاکتور شرح داده شده است که توصیه می‌گردد پیش از انجام آزمایش‌های مربوط به آموزنده مدار فرمان و یا تاسیسات الکتریکی این پیوست به دقت مطالعه گردد.

در پیوست ششم مطالبی جهت آشنایی با ساختار داخلی PLC و آموزش برنامه نویسی PLC لوگو ارائه گردیده است.

در پیوست هفتم نحوه باز پیچی موتور القایی شرح داده شده است لذا پیش از انجام آزمایش‌های مربوط به کارگاه سیم‌پیچی، این پیوست به دقت مطالعه گردد.

۱ بررسی راه‌اندازی موتور سه‌فاز با اعمال فرمان به کنتاکتور از یک محل

۱-۱ مقدمه

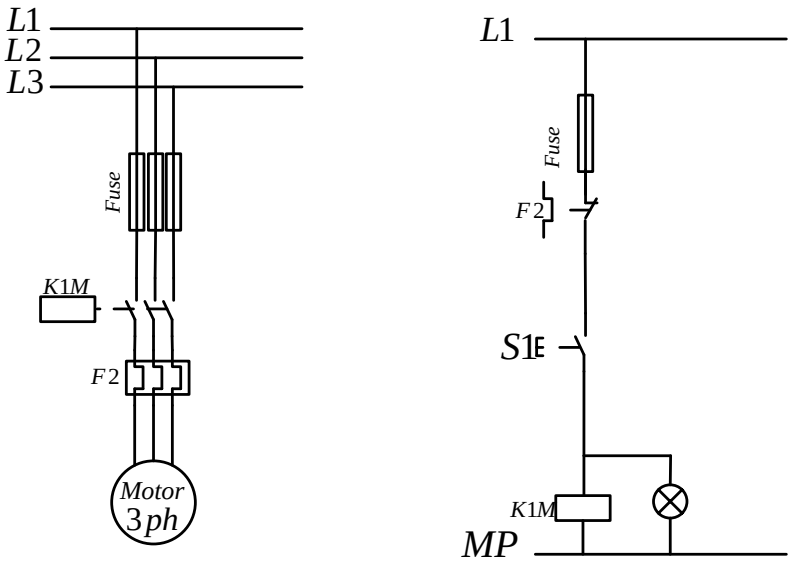
در اکثر فرآیندهای صنعتی استفاده از کنتاکتور به جای کلید برای فرمان دادن و کنترل پروسه توصیه می‌گردد و علت آن مزایای بسیار زیادی است که استفاده از کنتاکتور در مقایسه با کلید برای ما فراهم خواهد شد.

برخی از مزایای استفاده از کنتاکتور به جای کلید در فرآیندهای صنعتی عبارتند از:

- کنترل و فرمان از راه دور توسط کنتاکتور اقتصادی‌تر و ایمنی‌تر است.
- از خطرات ناشی از راه افتادن دوباره ماشین‌هایی که در اثر قطع ناگهانی برق شبکه از کار افتاده است؛ جلو گیری می‌کند.
- توسط کنتاکتور امکان قطع و وصل مصرف کننده از چندین محل عملی می‌باشد.
- امکان مدار فرمان اتوماتیک مقدور است.
- با طراحی مناسب می‌توان سرعت قطع و وصل مدار را بالا برد.
- حفاظت دستگاه‌ها مناسب‌تر و مطمئن‌تر است.

۱-۲ شرح آزمایش

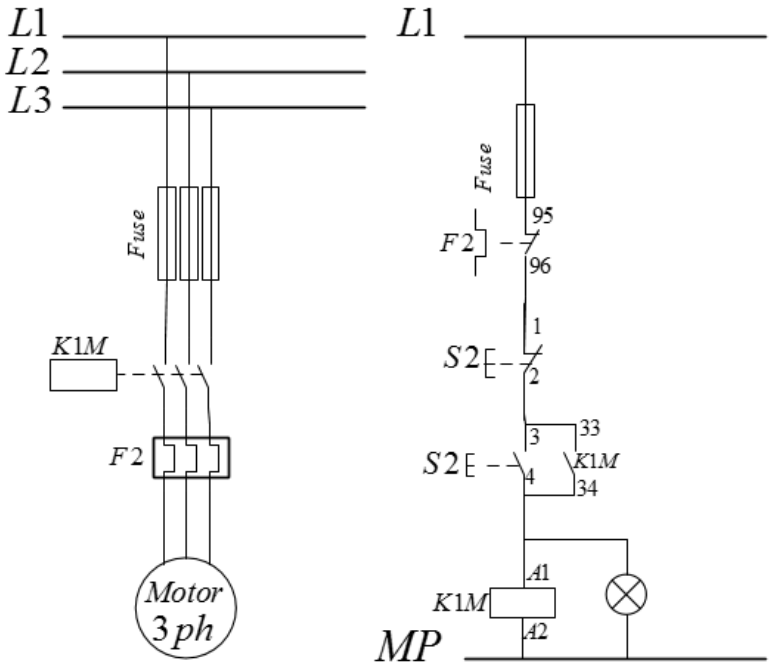
در این آزمایش قصد داریم با فرمان دادن به کنتاکتور از یک محل در دو حالت دائم کار و لحظه‌ای آشنا شویم. منظور از حالت دائم کار این است که با یکبار فرمان دادن به کنتاکتور به کمک شستی مدار وصل و به صورت دائم شروع به کار کند این درحالی است که در حالت لحظه‌ای تا زمانی که شستی تحریک شود، مدار وصل و با برداشتن تحریک از روی شستی مدار قطع می‌گردد. در شکل ۱-۱ شمای فنی مدار فرمان و مدار قدرت در فرمان لحظه‌ای به کنتاکتور را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت در تحریک لحظه‌ای و راه‌اندازی لحظه‌ای

در این آزمایش از رله‌ی بیمتال به‌منظور حفاظت از موتور در مقابل اضافه بار استفاده می‌گردد. کنتاکت‌های قدرت رله‌ی بیمتال را در مسیر جریان موتور قرار داده تا در صورت اضافه بار، کنتاکت فرمان رله‌ی بیمتال(کنتاکت‌های شماره ۹۵و۹۶ یا ۹۷و ۹۸) تغییر وضعیت داده و مدار قطع گردد. کنتاکت‌های ۹۵ و ۹۶ کنتاکت بسته یا NC و کنتاکت‌های ۹۷ و ۹۸، کنتاکت باز یا NO می‌باشند از کنتاکت NC به‌منظور قطع فرمان موتور در شرایط اضافه بار و از کنتاکت NO به‌منظور اعلام هشدار استفاده می‌گردد. در قسمت دوم می‌خواهیم با یکبار تحریک شستی مدار به صورت دائم وصل گردد. بدین منظور نقشه‌ی فنی مدار در شکل ۱-۲ به نمایش گذاشته شده است. با

توجه به این شکل پس از تحریک لحظه‌ای کنتاکتور، کنتاکت‌های کمکی آن که در حالت عادی باز بودند، بسته شده و مسیر جایگزینی برای رسیدن برق به بوبین کنتاکتور ایجاد می‌گردد. در این حالت با برداشتن تحریک از روی شستی، کنتاکتور همچنان وصل باقی می‌ماند. برای قطع کامل سیستم کافیست شستی استاپ S2 تحریک شود.



شکل ۲-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت در تحریک لحظه‌ای و حالت دائم کار

۱-۲-۱ سوالات آزمایش

۱- چرا کنترل و فرمان کنتاکتور از راه دور نسبت به کلید اقتصادی تر و ایمن‌تر است

۲- با توجه به مطالب گفته شده، آزمایش فوق را تکرار کنید با این تفاوت که فرمان کنتاکتور از چند محل اعمال گردد.

۲ بررسی راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت لحظه‌ای و دائم‌کار با اعمال فرمان به کنتاکتور از دو محل

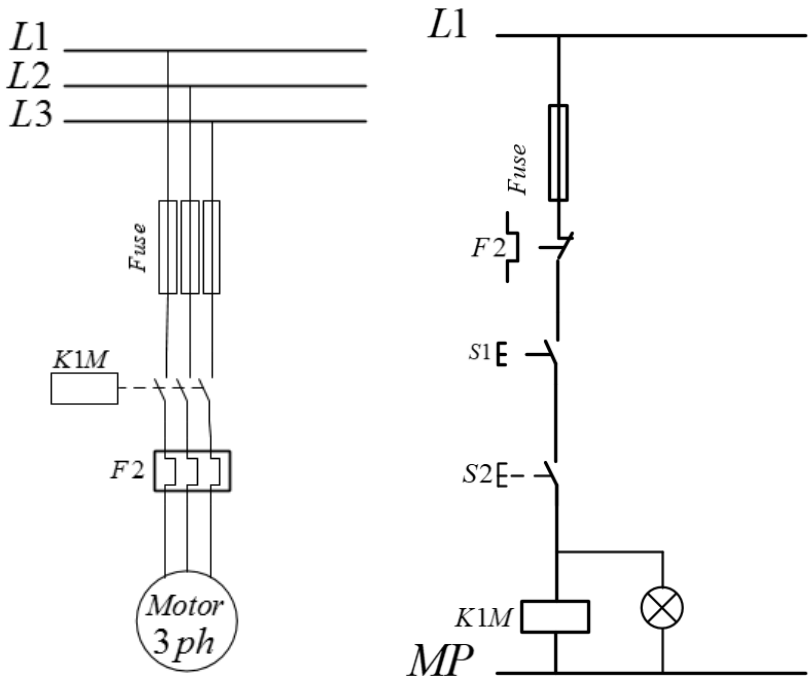
۲-۱ مقدمه

در دستگاه پرس برای اطمینان از اینکه در زمان اعمال فشار به اجسام دست اپراتور آسیب نبیند، لازم است که موتور مربوط به دستگاه تنها زمانی شروع به کار کند و دستگاه عمل پرس را انجام دهد که هر دو دست اپراتور به طور همزمان بر روی شستی Start بوده باشد. از این جهت طراحی مداری بر پایه کنتاکتور برای راه‌اندازی موتور سه فاز به صورت لحظه‌ای و با اعمال فرمان به کنتاکتور از دو محل به‌طور همزمان اهمیت پیدا خواهد نمود.

و یا در مثال دیگری ممکن است که لازم باشد یک موتور را از دو محل کاملا مستقل روشن و خاموش نمود. در این شرایط با قرار دادن دو شستی Start/Stop دوبل به طور موازی در مدار کنتاکتوری راه‌اندازی موتور و نصب هر شستی در محل مورد نظر، این امکان فراهم می‌شود که بتوان موتور را از دو محل کنترل نمود. در ادامه آزمایش این دو مثال را به طور عملی پیاده‌سازی نموده و مدار مورد نظر را طراحی می‌نمایید.

۲-۲ شرح آزمایش

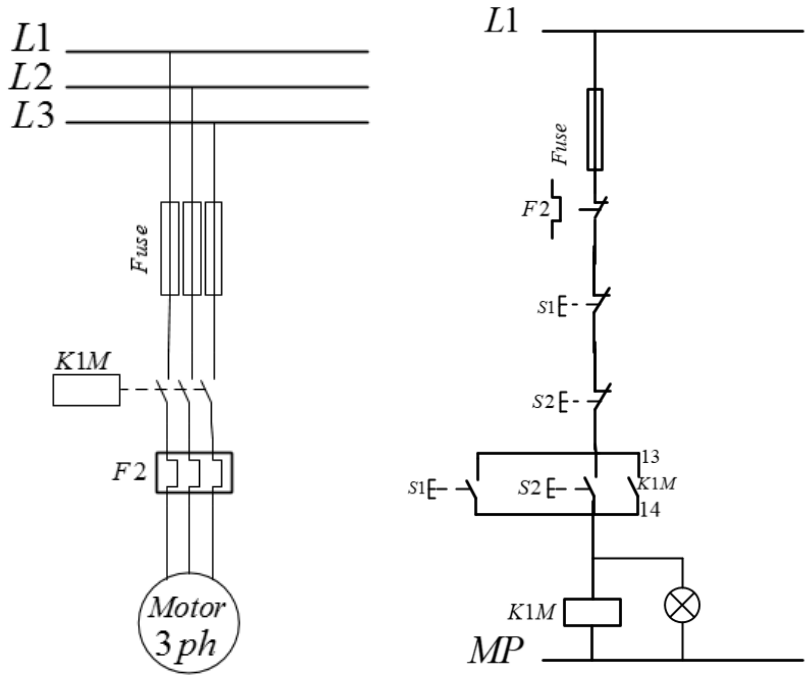
در ابتدای آزمایش، مدار دستگاه پرس مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در ادامه به بررسی راه‌اندازی موتور سه فاز به طور دائمی و کنترل از دو محل پرداخته خواهد شد. در شکل ۲-۱، مدار فرمان دستگاه پرس با کنترل لحظه‌ای موتور از دو محل به طور همزمان نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید، با فشردن همزمان استارت S1 و S2، کنتاکتور مغناطیس شده و تا زمانی که دست فرد روی هر دو استارت باشد مدار روشن باقی می‌ماند. به محض برداشتن دست از روی یکی از استارت‌ها مدار قطع خواهد شد. در این مدار نیز از رله بیمتال جهت جلوگیری از اضافه جریان موتور استفاده شده است. با موازی نمودن یک چراغ سیگنال با فرمان کنتاکتور K1M امکان مانیتورینگ روشن یا خاموش بودن موتور(قطع یا وصل کنتاکتور K1M) در محل نصب تابلو برق وجود خواهد داشت.



شکل ۲-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت در تحریک لحظه‌ای از دو محل به طور همزمان

در قسمت بعدی آزمایش به بررسی مدار راه‌اندازی موتور سه فاز به صورت دائم کار با کنترل از دو محل، پرداخته خواهد شد.

در مدار مورد نظر نیاز به استفاده از دو شستی Stop/Start دوبل وجود دارد. کنتاکت‌های NC هر دو شستی به صورت سری با یکدیگر قرار خواهند گرفت تا در صورت فشردن هریک به تنهایی، برق کنتاکتور قطع شده و کنتاکتور از حالت مغناطیس شده خارج گردد. در این صورت موتور نیز خاموش خواهد شد. کنتاکت‌های NO هر دو شستی به صورت موازی به یکدیگر قرار خواهند گرفت تا در صورت فشردن هریک به تنهایی مسیر عبور جریان برای تحریک بوبین کنتاکتور برقرار شده و کنتاکتور به حالت وصل تغییر وضعیت دهد. با فعال شدن کنتاکتور، تیغه‌های قدرت وصل شده و موتور سه فاز شروع به چرخیدن می‌کند. مدار فرمان و قدرت این آزمایش در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.



شکل ۲-۲ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت در تحریک دائمی موتور سه فاز و کنترل آن از دو محل

۲-۳ سوالات آزمایش

فرض کنید بدون استفاده از کنتاکتور بخواهیم چنین مداری را طراحی کنیم. چه مشکلاتی پیش می آید؟ یکی از مزیت‌های کنتاکتور نسبت به کلیدهای معمولی چیست؟

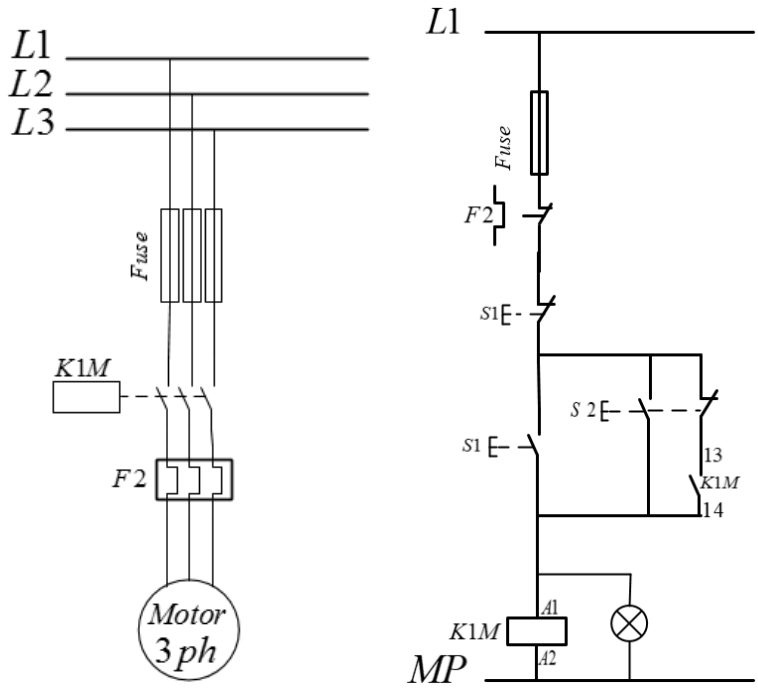
۳ بررسی مدار راه اندازی یک الکتروموتور سه فاز بصورت دائم و موقت

۳-۱ مقدمه

در این آزمایش هدف آن ا ست مداری بر پایه کنتاکتورها طراحی گردد تا بتوان با بهره‌گیری از آن یک موتور سه فاز را به‌طور موقت و یا دائم بنابر شـرایط خاص راه‌اندازی نمود. دسـتیابی به کارایی‌ها و کاربردهای راه‌اندازی لحظه‌ای و دائم موتور توام با هم به کمک این مدار امکان‌پذیر ا ست. برای پیاده سازی این مدار به دو شستی نیاز ا ست. یک شستی باید از نوع دوبل تا برای راه‌اندازی موتور به صورت دائم مورد استفاده قرار گیرد و شستی دیگری که مورد نیاز است باید دارای کنتاکت‌های NO و NC با یک سر مشترک (Com) باشد.

۳-۲ شرح آزمایش

در شکل ۳-۱ مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی موتور سه‌فاز به صورت دائم و موقت نشان داده شده ا ست. شستی S1 از نوع Stop/Start دوبل می‌با شد که با فشردن ا ستارت S1 کنتاکتور به صورت دائم مغناطیس شده و فعال می شود با فشردن شستی Stop، S1 موتور خاموش می‌گردد. با فشردن ا ستارت S2 کنتاکتور به صورت موقت مغناطیس شده و فعال می شود. با رها کردن ا ستارت S2 مدار قطع می شود. چنانچه در زمان عملکرد موتور به صورت دائم، شستی S2 نیز فشرده شود در عملکرد سیستم تغییری مشاهده نخواهد شد. دلیل این موضوع آن ا ست که با فشردن S2، کنتاکت NC این شستی باز شده و در این شرایط، دیگر مسیر عبور جریان برای تحریک بوبین کنتاکتور از طریق کنتاکت خودنگهدار K1M نخواهد بود بلکه جریان از طریق شستی S2 سبب تحریک بوبین کنتاکتور می شود. در صورتی که در وضعیت راه‌اندازی موقت موتور با شید؛ با فشردن شستی Stop، S1، کنتاکتور تا زمانی که S1 تحریک شده با شد قطع خواهد بود اما به محض برداشـتن تحریک از روی شـسـتی S1 و البته وجود تحریک بر روی شـسـتی S2، مجددا کنتاکتور مغناطیس می‌شود.

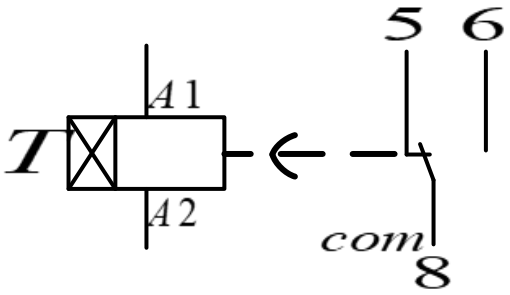


شکل ۳-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت در تحریک دائمی و موقت موتور سه فاز

۴ استفاده از تایمر به‌منظور تاخیر در فرمان به کنتاکتور

۴-۱ مقدمه

در برخی فرآیندهای صنعتی گاهی نیاز است مدار با تاخیر زمانی پس از اعمال فرمان، وصل یا قطع گردد در چنین شرایطی استفاده از تایمر به منظور ایجاد تاخیر زمانی پیشنهاد می‌گردد. تایمر (کلید زمانی)، کلیدی است مرکب که مانند شستی یا میکرو سوئیچ به مدار کنتاکتور فرمان می‌دهد. فرق تایمر با شستی یا میکروسوئیچ در نوع فرمان دادن آن می‌باشد. شستی بوسیله دست فرمان می‌گیرد، اما تایمر پس از گذشت مدت زمانی که روی آن تنظیم می شود بطور خودکار فرمان می‌دهد. بنابراین می توان گفت که تایمر یک شستی اتوماتیک است. تایمر جزء کلیدهای مرکب است چون از انرژی واسطه‌ای برای قطع و وصل استفاده می‌کند. تایمر موارد استعمال زیادی در صنعت دارد، یکی از مهمترین موارد استعمال تایمر در راه اندازی موتورهای سه فاز به صورت ستاره و مثلث می‌باشد. چنانچه هدف ایجاد تاخیر زمانی در وصل شدن مدار باشد لازم است کنتاکت NO تایمر (کنتاکت‌های ۶ و ۸) با شستی به صورت سری قرار گیرد تا پس از سرریز شدن تایمر کنتاکت باز تغییر وضعیت داده و بوبین کنتاکتور تحریک شود. به طور مشابه، در صورتی که هدف ایجاد تاخیر زمانی در قطع باشد بایستی کنتاکت NC تایمر (کنتاکت‌های ۵ و ۸) با شستی سری شود. در شکل ۴-۱ نمای فنی تایمر نشان داده شده است.



شکل ۴-۱ نمای فنی تایمر

۴-۱-۱ انواع تایمر

۱- تایمر موتوری (رله زمانی موتوری): این تایمر دارای یک موتور کوچک جریان متناوب یک فاز می‌باشد که با عبور جریان به حرکت درآمده و سرعت آن توسط چرخ دنده‌هایی کم شده و صفحه دیسک مانندی که روی آن یک زایده قرار دارد را به حرکت در می‌آورد (این صفحه در روی محور موتور قرار دارد). با رسیدن این زایده به میکروسوئیچ داخل تایمر باعث فشار به اهرمی شده و کنتاکت‌های دیگر را قطع می‌نماید. زمان عمل تایمر بستگی به محل صفحه و در حقیقت بستگی به فاصله زایده روی صفحه تا اهرم میکرو سوئیچ دارد. لذا برای تنظیم زمان تایمر می‌توان پیچی که روی تایمر می‌باشد و مدرج است را برای زمان دلخواه تنظیم نمود.

۲- تایمر الکترونیکی: از این تایمر برای تنظیم زمان‌های کمتر از ثانیه تا چند ثانیه استفاده می شود. ساختمان این تایمر از مدارات و اجزاء الکترونیکی استفاده شده و با شارژ و دشارژ شدن یک خازن، بوبین رله تحریک می شود. در ساده‌ترین نوع تایمر الکترونیکی یعنی در تایمر نوع خازنی، رله هنگامی وصل می شود که خازن شارژ شده و ولتاژ دو سر آن برابر ولتاژ وصل رله شود (پس از وصل رله بار ذخیره شده در خازن روی مقاومتی که توسط کنتاکت باز رله به دو سر خازن وصل می شود) تخلیه می‌گردد. در این مدار با تغییر ظرفیت خازن می‌توان تایمر را تنظیم نمود.

۳- تایمر پنوماتیک: این تایمر دارای یک کپسول هوا و یک بوبین (سیم پیچ) با هسته آهنی می‌باشد. وقتی که بوبین تحریک شود، هسته متحرک را جذب می‌نماید، در اثر جذب هسته متحرک، اهرم بالای آن قطعه‌ای را که بشکل دم آهنگری است فشار خواهد داد و هوای داخل دم از طریق سوپاپ خارج می‌شود. وقتی که بوبین از تحریک خارج شود، فنر دم را منبسط می‌کند. دم از طریق سوپاپ

تنظیم، از هوا پر می‌شود. انبساط دم در رابطه با پیچ تنظیم فرق می‌کند. کار این تایمر شبیه تایمر موتوری می‌باشد با این تفاوت که تایمر موتوری پس از وصل موتور آن به ولتاژ، شروع بکار کرده و بعد از زمان تعیین شده برای آن عمل می‌کند. ولی تایمر پنیوماتیک پس از قطع بوبین آن از ولتاژ، شروع به کار کرده و بعد از زمان تعیین شده برای آن عمل می‌کند.

۴- تایمر حرارتی (رله زمانی حرارتی): این تایمر دارای بیمتال می‌با شد و زمانیکه جریان وارد آن می شود گرم شده و پس از مدتی عمل قطع یا و صل را انجام می‌دهد. دقت این تایمر زیاد نی ست (سرما و گرمای محیط روی آن اثر می گذارد) به همین جهت از آن در برق صنعتی استفاده نمی‌کنند. ولی بصورت رله زمانی و راه پله در سیم کشی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نکته: تایمر را همواره بایستی همراه کنتاکتور بکار برد و هیچ وقت نباید از آن به‌جای کلید استفاده نمود.

۲-۴ شرح آزمایش

در قسمت اول این آزمایش در نظر داریم مدار تاخیر در قطع کنتاکتور را به کمک تایمر، بررسی کنید. بدین منظور لازم است قبل از بیان نقشه فنی آزمایش به تنظیم و استفاده از تایمر در مدار اشاره نماییم. این تایمر دارای ۵ حالت عملکردی می‌باشد که در جدول زیر هر حالت به اختصار توضیح داده می‌شود.

جدول ۱-۴ تنظیم حالت عملکردی تایمر

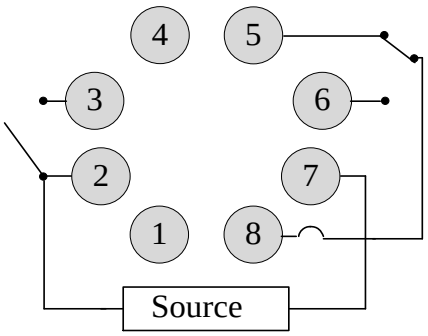
حالت	محدوده زمانی	فرمت نمایش	نوع عملکرد
F=1	99.99 sec	ss.**	تاخیر در وصل
F=2	999.9 sec	sss.*	تاخیر در وصل
F=3	99min.59 sec	mm.ss	تاخیر در وصل
F=4	99h.59 min	hh.mm	تاخیر در وصل
F=5	99min.59 sec	mm.ss	تکرار کننده(ON-OFF)
F=6	99h.59 min	hh.mm	تکرار کننده(ON-OFF)

نحوه‌ی تنظیم تایمر بدین صورت است که باید علاوه بر مود یا حالت مورد نظر زمان تایمر نیز تنظیم شود. در حالت‌های تکرارکننده باید هر دو زمان OFF Time و ON Time تنظیم شوند. با نگه‌دا شتن کلید R/S به مدت یک ثانیه، مود مورد نظر تنظیم شده و به صورت چشمک‌زن ظاهر می‌شود. با کلیدهای UP و DOWN زمان قابل تنظیم مجدد خواهد بود و با فشار دادن مجدد کلید R/S، زمان تنظیمی ظاهر شده با کلیدهای UPو DOWN قابل تنظیم مجدد می‌باشد که بعد از ۶ ثانیه به‌طور اتوماتیک به حافظه‌ی دائمی منتقل خواهد شد. برای انتقال سریع اطلاعات به حافظه دائمی کافی است که دکمه‌ی R/S را دوباره فشار دهید. در هر حال بعد از تنظیم تایمر، دستگاه پیغام زیر را نمایش می‌دهد.

$$SET \rightarrow F = * \rightarrow **** \rightarrow END$$

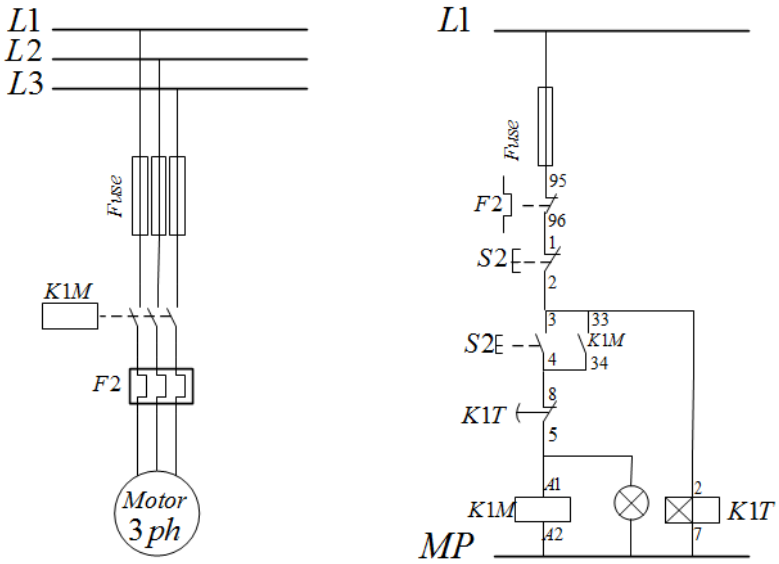
در حالت‌های ۵ و ۶ دو عدد OFF TIME و ON TIME قابل تنظیم بوده و در این دو حالت رله‌ی دستگاه در زمان‌های OFF Time خاموش و در زمان‌های ON TIME فعال بوده و این امر دائما تکرار خواهد شد.

نحوه‌ی اتصال کنتاکت‌های این تایمر در شکل ۲-۴ نشان داده شده است. با توجه به این شکل با اتصال ولتاژ تغذیه به پایه‌های ۲ و ۷ تایمر روشن شده و برای تنظیم آماده است پس از انتخاب حالت عملکردی و زمان مورد نظر با نگه‌داشتن کلید R/S تایمر تنظیم شده و برای راه‌اندازی دستگاه از اتصال پایه ۲ به ۳ استفاده می‌شود لذا با توجه به مطالب فوق می‌توان پایه‌ی شماره ۲ و ۳ تایمر را به دو طرف کنتاکت NO کلید وصل نمود تا درصورتی که کلید تحریک شود تایمر شروع به شمارش کند.



شکل ۲-۴ نحوه‌ی اتصال کنتاکت‌های تایمر Micro Electronic مدل MDT-104

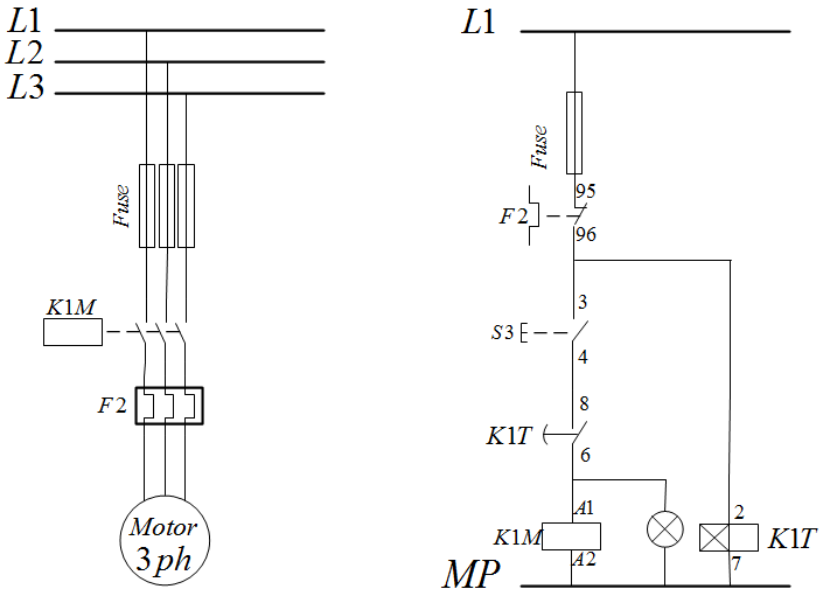
نقشه فنی مدار فرمان و مدار قدرت در شکل ۳-۴ قابل ملاحظه است. همانطور که در شکل می‌بینید با فشردن شستی استارت مدار وصل و از آنجایی که پایه‌ی شماره‌ی ۳ تایمر به خروجی کنتاکت NO شستی متصل است، تایمر شروع به شمارش می‌کند. پس از گذشت تاخیر زمانی مشخص کنتاکت کمکی NC تایمر تغییر وضعیت می‌دهد و از آنجایی که این کنتاکت به صورت سری با کنتاکتور اصلی قرار گرفته، تغییر وضعیت آن منجر به قطع فرمان کنتاکتور می‌گردد. در این مدار در هر لحظه می‌توان با فشردن شستی استاپ تایمر را غیر فعال نمود. در این مدار نیز از رله‌ی بیمتال به‌منظور حفاظت از موتور در مقابل اضافه جریان استفاده می‌گردد.



شکل ۳-۴ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت برای تاخیر در قطع مدار به کمک تایمر

در قسمت دوم آزمایش قصد داریم مدار تاخیر در وصل به کمک تایمر را مورد بررسی قرار دهیم. شمای فنی مدار فرمان و قدرت این حالت از آزمایش را در شکل ۴-۴ ملاحظه می‌کنید

همانطور که در شکل ملاحظه می‌کنید با تحریک کلید فرمان S3، تایمر فعال شده و پس از گذشت مدت زمان مشخصی کنتاکت کمکی NO آن تغییر وضعیت می‌دهد. با قرار دادن این کنتاکت به صورت سری با بوبین کنتاکتور می‌توان در وصل شدن مدار تاخیر زمانی ایجاد نمود.



شکل ۴-۴ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت برای تاخیر در وصل مدار به کمک تایمر

۴-۳ سوالات آزمایش

۱- چند فرآیند صنعتی که نیاز به ایجاد تاخیر در وصل شدن مدار دارند بیان کنید

۲- برخی از فرآیندهای صنعتی، نیاز به تکرار در عمل قطع و وصل مدار دارند. چگونه می‌توان به چنین مداری به کمک تایمر دست یافت.

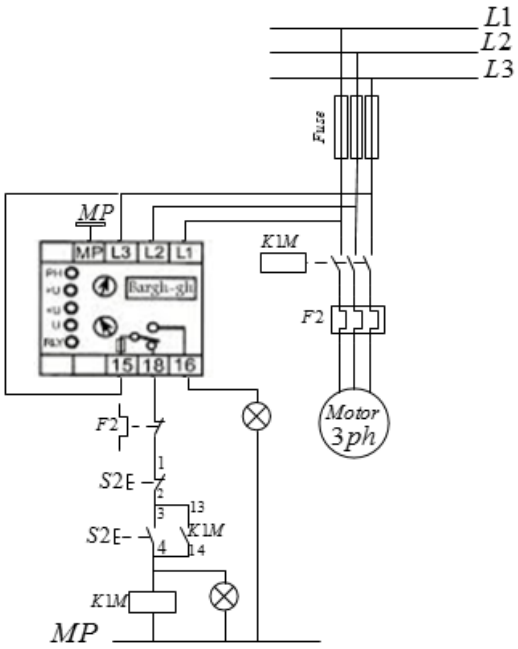
۵ استفاده از رله کنترل فاز به منظور حفاظت موتور AC سه فاز

۵-۱ مقدمه

رله کنترل فاز به منظور حفاظت در مقابل قطع یک یا دو فاز، جابجا شـدن فازها، عدم تقارن ولتاژهای سـه فاز و کاهش یا افزایش ولتاژ فازها در مدارهای کنترل موتور ا ستفاده می‌گردند. در این آزمایش قصد داریم عملکرد این تجهیز را برر سی کنیم. این تجهیز در صورتی که یکی از خطاهای ذکر شده اتفاق افتد فرمان قطع را به کنتاکتور اعمال و از آسیب رسیدن به موتور جلوگیری می‌کند.

۵-۲ شرح آزمایش

به منظور اتصـال رله کنترل فاز در مدار راه‌اندازی موتور به کمک کنتاکتور، مطابق شـکل زیر عمل کنید. همانطور که در شـکل ۵-۱ ملاحظه می‌کنید در حالت عادی پایه شـماره ۱۸ رله کنترل فاز برق‌دار می‌باشـد و چراغ سـیگنال متصـل به پایه ۱۶ آن خاموش اسـت. دراین شرایط با تحریک شستی کنتاکتور عمل کرده و موتور شروع به کار می‌کند. در این حالت چنانچه خطایی اتفاق بیفتد رله کنترل فاز عمل کرد و اتصال فاز از پایه‌ی ۱۸ قطع و به پایه ۱۶ وصل می‌شود و منجر به قطع کنتاکتور و روشن شدن چراغ سیگنال متصل به پایه ۱۶ رله می‌شود.



شکل ۵-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور در حالت دائم کار با وجود رله کنترل فاز

۵-۳ سوالات آزمایش

۱- به منظور مشاهده عملکرد رله کنترل فاز یک یا دوفاز را به کمک فیوز قطع کنید و رفتار موتور را شرح دهید؟

۲- به کمک ولوم های تعبیه شده روی رله کنترل فاز زمان تاخیر در قطع مدار را تغییر و مجددا سوال ۱ را تکرار کنید؟

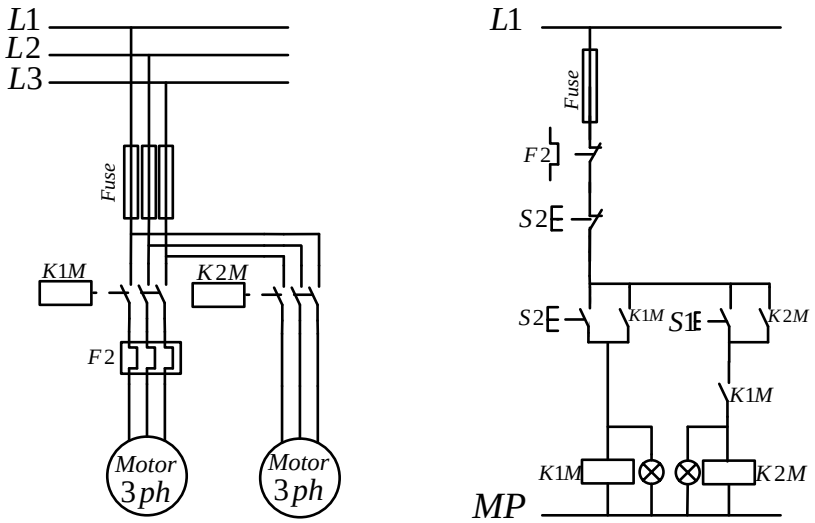
۶ بررسی مدار راه‌اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری

۶-۱مقدمه

در یک پروسه‌ی صنعتی گاهی اوقات، راه‌اندازی یک مدار مشروط به راه‌اندازی مدار دیگری است. در چنین پروسه‌هایی نیاز است تا در صورت استارت کردن پروسه وابسته، این پروسه راه‌اندازی نگردد. وجود کنتاکت‌های کمکی در کنتاکتور دستیابی به این عمل را بسیار ساده نموده است.

۶-۲شرح آزمایش

در شکل ۱-۶ مدار فرمان و قدرت این آزمایش را مشاهده می‌کنید. همانطور که در شکل قابل ملاحظه است از شستی استاپ S2 به‌منظور قطع کل مدار استفاده می‌گردد. بعد از تحریک شستی استارت S2، کنتاکتور K1M وصل و کنتاکت کمکی NO این کنتاکتورکه با مدار کنتاکتور دوم سری شده، تغییر وضعیت می‌دهد در چنین شرایطی با فشردن شستی S1 می‌توان کنتاکتور K2M را نیز وصل نمود. در این مدار اگر ابتدا به کنتاکتور K1M فرمان داده نشود با فشردن شستیS1 کنتاکتور K2M وصل نخواهد شد. در این مدار از یک رله‌ی بیمتال به‌منظور حفاظت در مقابل اضافه بار یکی از موتورها استفاده می‌کنیم. مدار شکل زیر را به طور عملی پیاده‌سازی نمایید و مشاهدات خود را بررسی کنید.



شکل ۱-۶ مدار راه اندازی یکی پس از دیگری

۶-۳سوالات آزمایش

۱- در صورتی که بخواهیم راه‌اندازی یکی پس از دیگری به صورت خودکار انجام پذیرد، به چه صورت عمل کنیم؟

۲- مدار فرمانی طراحی کنید که موتور شماره ۲ پس از ۵ ثانیه از زمان استارت موتور ۱ راه‌اندازی شود؟ نقشه فنی آن را ترسیم نمایید؟

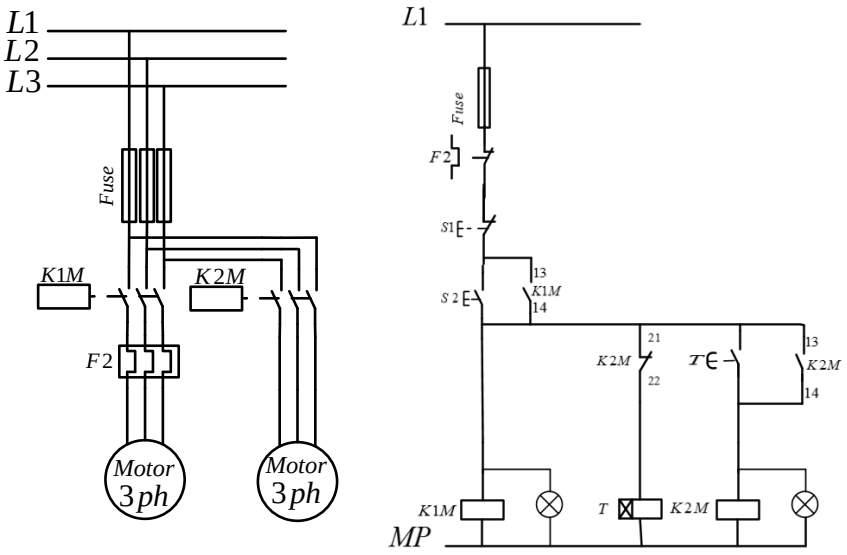
۷ مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری

۱-۷ مقدمه

در برخی از پروسه‌های صنعتی راه‌اندازی یک موتور مشروط به راه‌اندازی موتور دیگری است که بایستی در فاصله زمانی مشخص پس از آن آغاز شود. در چنین شرایطی تایمرها می‌توانند به ما کمک کنند و به گونه‌ای تنظیم شوند تا پس از گذشت فاصله زمانی مشخص از راه‌اندازی موتور اول، سرریز شده و با تغییر وضعیت کنتاکت‌های آن نسبت به راه‌اندازی موتور دوم اقدام شود.

۲-۷ شرح آزمایش

با فشردن شستی Start، S2 کنتاکتور K1M فعال شده و موتور شماره یک شروع به چرخش می‌کند. در همین حین تایمر نیز وارد مدار شده و شروع به زمان‌سنجی می‌کند و پس از رسیدن به زمان تعیین شده، کنتاکت NO آن تغییر وضعیت داده و مسیر عبور جریان برای تحریک بوبین K2M و راه‌اندازی موتور شماره ۲ بسته خواهد شد. بنابراین در این شرایط هر دو موتور با هم کار می‌کنند. با فعال شدن کنتاکتور K2M تایمر از مدار خارج می‌گردد.. با فشردن شستی Start، S1 هر دو موتور خاموش می‌گردند.



شکل ۱-۷ مدار راه اندازی یکی پس از دیگری به صورت اتوماتیک

۳-۷ سوالات آزمایش

۱- در مورد کاربرد این نوع مدار در صنایع مختلف تحقیق کنید و نتیجه در کلاس بررسی گردد

۸ مدار راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز بصورت یکی به جای دیگری

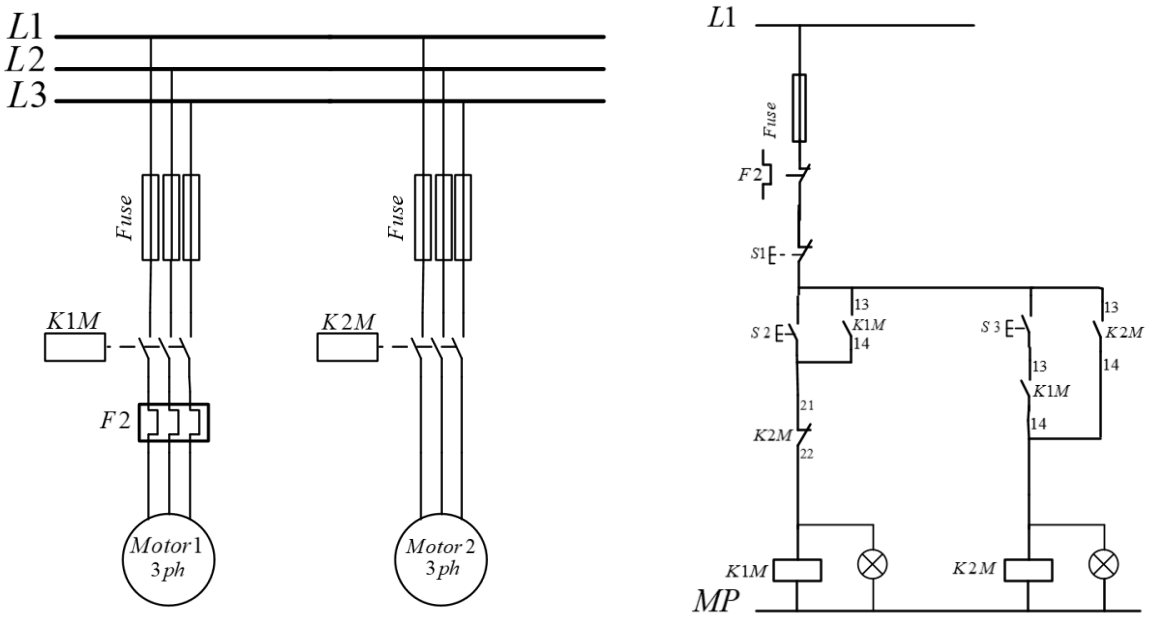
۸-۱ مقدمه

فرض کنید در یک خط تولید لازم ا ست دو فرآیند به طور متوالی و پ شت سر هم انجام پذیرد. در این شرایط چنانچه عملگر هر فرآیند یک موتور سه فاز باشد؛ لازم موتور شماره ۲ بلافاصله پس از موتور شماره ۱ راه‌اندازی شود و موتور شماره یک پس از روشن شدن موتور شماره ۲، خاموش گردد تا در م صرف انرژی صرفه‌جویی گردد. چنین مداری به کمک کنتاکتور قابل د ستیابی ا ست. یا در مثال دیگری ممکن ا ست نیاز با شد تا در یک خط تولید، ت سمه نقاله دارای سرعت‌های مختلفی با شد؛ راه های مختلفی برای ر سیدن به این مق صود وجود دارد مانند استفاده از ماشینDC، استفاده از درایو برای تغییر فرکانس یا استفاده از چند موتور القایی با تعداد قطب‌های متفاوت.

گزینه آخر به دلیل ا ستفاده از موتور القایی و عدم نیاز به ادوات FACTS بیشتر مورد ا ستقبال قرار می گیرد. مدار قدرت و فرمانی که در در این آزمایش آورده شده ا ست برای راه اندازی دو موتور القایی به صورت یکی بجای دیگری ا ست. در ادامه نحوه عملکرد این نوع راه اندازی گفته خواهد شد

۸-۲ شرح آزمایش

با ف شردن ش ستی Start، S2 م سیر عبور جریان برای تحریک بوبین کنتاکتور K1M از طریق ش ستی S2 و تیغه ب سته کنتاکتور K2M ب سته خواهد شد و موتور شماره یک روشن خواهد شد. از یک رله بیمتال برای حفاظت در برابر اضافه جریان این موتور بهره‌گیری شده ا ست. به محض ف شردن ش ستی S3، جریان برای تحریک بوبین کنتاکتور K2M از م سیر این ش ستی و تیغه NO کنتاکتور K1M جاری خواهد شد و به محض فعال شدن K2M تیغه NC این کنتاکتور تغییر و ضعیت داده و کنتاکتور K1M غیر فعال خواهد شد. با ف شردن کلید Stop، S1 هر دو موتور خاموش می‌گردند. در این مدار اگر ابتدا استارت S3 فشرده شود موتور دوم وارد مدار نخواهد شد.



شکل ۱-۸ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی به‌جای دیگری

۸-۳ سوالات آزمایش

۱- در مورد سایر کاربردهای این مدار در صنایع مختلف تحقیق و بررسی نمایید؟

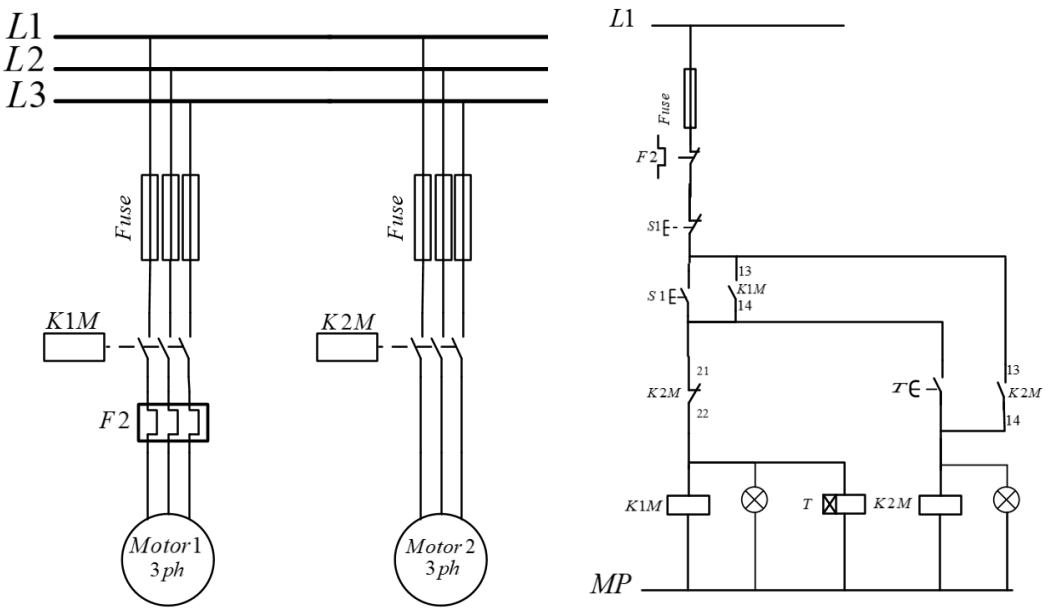
۹ مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به‌صورت یکی به‌جای دیگری

۹-۱ مقدمه

مشابه آنچه برای آزمایش ۸ گفته شد، در یک خط تولید گاهی لازم است دو فرآیند به صورت متوالی انجام شوند. حال اگر عملگر این دو فرآیند موتور سه فاز باشد پس لازم است یک موتور به‌جای موتور دیگر راه‌اندازی گردد. در برخی اوقات لازم است موتور شماره ۲ پس از گذشت مدت زمان مشخصی از راه‌اندازی موتور شماره یک، روشن شود و پس از روشن شدن این موتور، موتور شماره یک خاموش شود. در این شرایط از تایمر برای شمارش زمان می‌توان استفاده نمود.

۹-۲ شرح آزمایش

با فشردن شستی Start، S1 مسیر عبور جریان برای تحریک بوبین کنتاکتور K1M از طریق این شستی و تیغه بسته کنتاکتور K2M بسته می‌شود و در این شرایط تایمر نیز وارد مدار شده و شروع به شمارش می‌کند. با گذشت مدت زمان تعیین شده در تایمر، کنتاکت‌های آن تغییر وضعیت داده و لذا بوبین کنتاکتور K2M تحریک شده و با فعال شدن این کنتاکتور تیغه NC آن که به صورت سری با بوبین کنتاکتور K1M قرار گرفته‌است، باز شده و مسیر عبور جریان قطع خواهد شد و لذا کنتاکتور K1M و تایمر از مدار خارج می‌شوند. در نتیجه موتور دوم به جای موتور اول راه‌اندازی می‌گردد.



شکل ۹-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی اتوماتیک دو موتور به صورت یکی به‌جای دیگری

۹-۳ سوالات ازمایش

۱- در مورد کاربرداین مدار در صنایع مختلف تحقیق و بررسی کنید؟

۱۰ مدار تغییر در جهت چرخش موتور به کمک کنتاکتور و پس از توقف کامل موتور

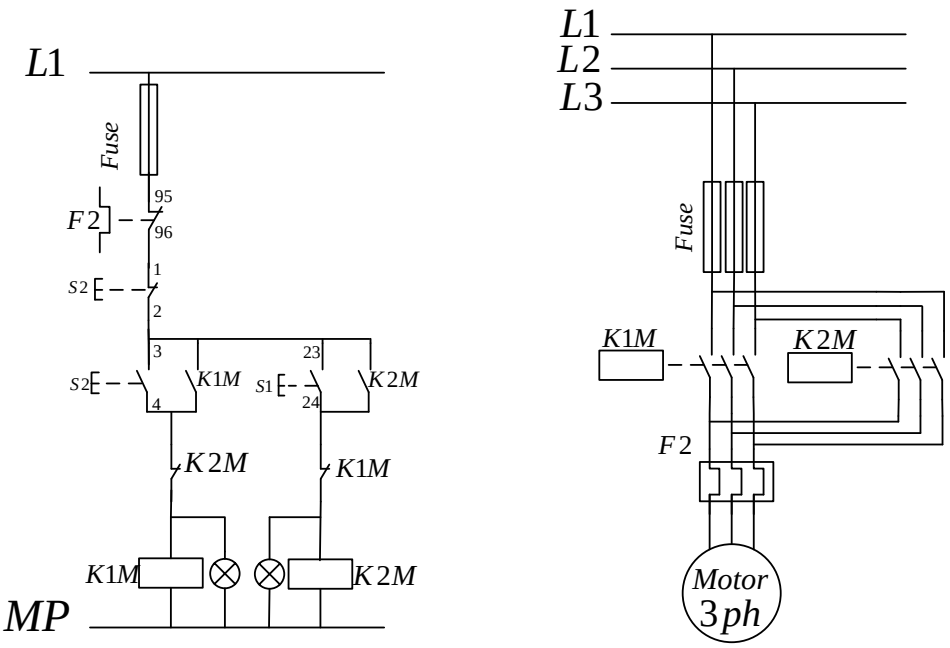
۱۰-۱ مقدمه

در این آزمایش قصد داریم جهت چرخش موتور را به کمک کنتاکتور تغییر دهیم بدین منظور لازم است جای دو فاز تغذیه موتور با فرمان دادن به کنتاکتور عوض شود؛ در این صورت جهت چرخش میدان دوار داخلی موتور برعکس شده و گشتاور الکترومغناطیسی بسیار بزرگی در خلاف جهت چرخش موتور به محور وارد می‌شود و سبب توقف سریع موتور می‌گردد. موتور پس از توقف کامل در جهت عکس (یا در جهت گشتاور الکترومغناطیسی وارده به محور) شروع به چرخش خواهد کرد. باید دقت داشت که پس از جابه‌جایی فازها، لغزش موتور در حدود ۲ است و لذا جریان بسیار زیادی در موتور جاری شده و به تبع آن گشتاور بسیار بزرگی را در خلاف جهت چرخش موتور ایجاد می‌کند. از این روش به عنوان روشی برای توقف یا ترمز سریع موتور القایی نیز استفاده می‌گردد که به آن ترمز پلاگینگ (Plugging) گفته می‌شود البته باید توجه شود که بالافاصله پس از توقف موتور، تغذیه قطع گردد تا موتور شروع به چرخش نکند.

با توجه به جریان بسیار زیادی که در زمان جابه‌جایی دو فاز در موتور ایجاد می‌گردد؛ استفاده از این روش توصیه نمی‌گردد و حتی در آزمایشگاه نیز توصیه می‌شود ابتدا سیستم را به طور کامل متوقف و سپس در جهت عکس راه‌اندازی گردد.

۱۰-۲ شرح آزمایش

مدار فرمان و مدار قدرت این آزمایش در شکل ۱۰-۱ نمایش داده می شود. این مدار به‌گونه‌ای طراحی شده که برای تغییر جهت موتور لازم است سیستم به طور کامل قطع و پس از آن شستی دیگر تحریک شود. قطع سیستم به‌طور کامل با تحریک شستی استاپ S2 انجام می‌پذیرد. با توجه به توضیحات داده شده با تحریک شستی استارت S2، کنتاکتور K1M وصل شده و موتور شروع به چرخش می‌کند. برای تغییر جهت چرخش موتور ابتدا مدار به طور کامل قطع و پس از آن با تحریک شستی S1، موتور در خلاف جهت حالت قبل شروع به چرخش می‌کند.



شکل ۱۰-۱ مدار فرمان و قدرت تغییر جهت چرخش موتور به صورت چپگرد و راستگرد

۱۰-۳ سوالات آزمایش

۱- چرا در زمان جابه‌جایی دوفاز لغزش در حدود ۲ است؟

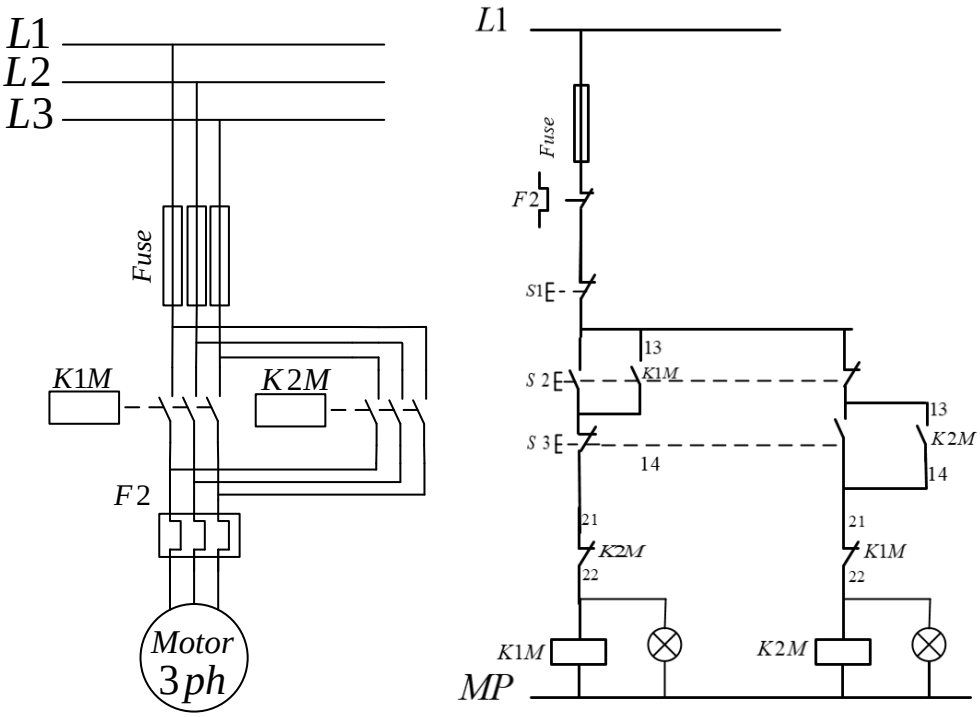
۱۱ مدار راه اندازی یک الکتروموتور سه فاز به‌صورت چپگرد-راستگرد سریع و حفاظت کامل

۱-۱۱ مقدمه

در آزمایش ۷، مدار چپگرد- راستگرد موتور القایی سه فاز در شرایطی مورد بررسی واقع شد که برای تغییر در جهت چرخش، لازم بود موتور به طور کامل متوقف و پس از آن در جهت عکس شروع به چرخش نماید و یا به اصطلاح دارای وقفه کند بود. در مدار ارائه شده در آزمایش، برای تغییر در جهت چرخش نیاز به توقف کامل موتور نیست و تنها با فشردن یک شستی جای دوفاز موتور عوض شده و موتور بلافاصله و بدون وقفه متوقف و در جهت عکس شروع به چرخش می‌کند. البته لازم به ذکر است در این روش با تغییر جای دو فاز، به جهت برعکس شدن میدان دوار داخلی موتور و جاری شدن جریان بسیار زیاد در سیم‌پیچی‌ها، در طولانی مدت می‌تواند به موتور آسیب وارد کند.

۲-۱۱ شرح آزمایش

در شکل ۱-۱۱ مدار فرمان تغییر جهت چرخش موتور بدون وقفه و با حفاظت کامل ارائه شده است. در ابتدا با فشردن شستی S3، که یک کلید Start/Stop گردان است، مسیر عبور جریان برای تحریک بوبین K2M برقرار شده و این کنتاکتور مغناطیس خواهد شد. با فعال شدن کنتاکتور K2M، تیغه NC آن تغییر وضعیت داده و باز خواهد شد. از این تیغه به صورت سری در مسیر کنتاکتور K1M استفاده نموده‌ایم تا در هر شرایطی که K2M فعال باشد؛ کنتاکتور K1M نتواند مغناطیس شود و از اتصال کوتاه فازها جلوگیری به عمل آید. در این شرایط به محض اینکه شستی S2 تحریک شود تیغه NC آن تغییر وضعیت داده و مسیر عبور جریان برای تحریک K2M را قطع خواهد نمود. کنتاکتور K2M به محض اینکه قطع شود تیغه NC آن که در حالت قبل باز شده بود، بسته شده و مسیر عبور جریان برای تحریک بوبین K1M بسته خواهد شد و لذا این کنتاکتور فعال و موتور در کسری از ثانیه متوقف و در جهت عکس شروع به حرکت خواهد نمود. شستی S2 باید دارای کنتاکت NC و NO با یک سر مشترک (COM) باشد.



شکل ۱-۱۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت در تغییر جهت چرخش بدون وقفه

۳-۱۱ سوالات آزمایش

۱- مدار فرمانی طراحی کنید که به‌طور خودکار موتور ابتدا در جهت راست شروع به چرخش کند بعد از آن متوقف و سپس در جهت عکس شروع به حرکت کند؟

۲- این مدار چه کاربردهایی دارد و در چه وسایلی استفاده می‌شود؟

۱۲ راه‌اندازی موتور با اتصال ستاره و تغییر سربندی موتور به مثلث

۱-۱۲ مقدمه

در اتصال ستاره ولتاژی که روی هر سیم‌پیچ می‌افتد برابر ولتاژ فاز می‌باشد این در حالی است که در اتصال مثلث ولتاژ هر سیم‌پیچ برابر ولتاژ خط می‌باشد که $\sqrt{3}$ برابر بیشتر از ولتاژ فاز می‌باشد. با توجه به این موضوع جریان راه‌اندازی در اتصال مثلث $\sqrt{3}$ برابر بیشتر از جریان راه‌اندازی موتور در اتصال ستاره است. از آنجایی که جریان راه‌اندازی موتور در سربندی ستاره حدودا ۳ یا ۴ برابر بیشتر از جریان نامی موتور است لذا در صورت سربندی موتور به صورت مثلث این مسئله شدت یافته و منجر به افت ولتاژ خواهد شد که ممکن است به موتور و یا سایر مصرف‌کننده‌های موازی با آن آسیب برساند. یکی از روش‌های حل این مشکل راه اندازی موتور به صورت ستاره - مثلث می‌باشد. این روش راه‌اندازی برای موتورهای سه فازی که توانی بیش از ۳ KW دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این روش ابتدا موتور به صورت ستاره راه‌اندازی شده و پس از اینکه موتور به دور نامی خود رسید اتصال موتور را به مثلث تغییر می‌دهیم. لازم به ذکر است در راه اندازی الکتروموتورها به روش ستاره- مثلث رعایت نکات زیر ضروری می باشد:

۱- هر الکتروموتور سه فاز را نمی‌توان به روش ستاره - مثلث راه اندازی نمود.

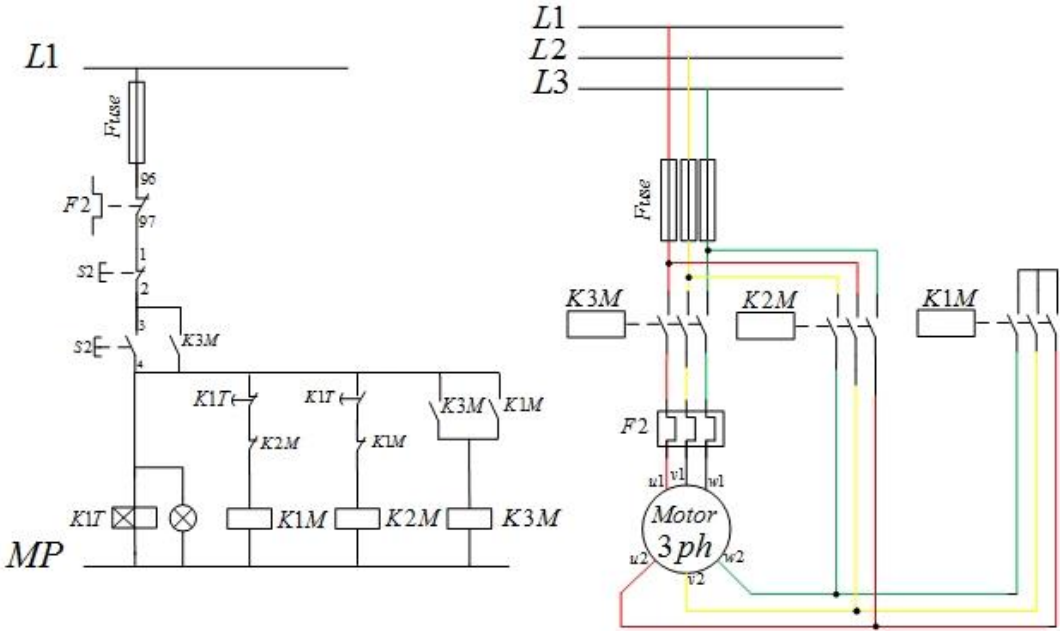
۲- قبل از راه اندازی باید به پلاک موتور توجه نمود که سیم‌پیچ‌های آن برای ولتاژ خط طراحی شده باشند یا به عبارت دیگر ولتاژ حالت مثلث برابر ولتاژ خط شبکه ایران موتورهایی با پلاک $660\lambda/380\Delta$ می‌توانند به صورت ستاره – مثلث راه اندازی شوند و موتورهایی با پلاک $380\lambda/220\Delta$ فقط باید به صورت ستاره به شبکه اتصال یابند.

۳- نکته مهم دیگر این است که دور موتور در اتصال ستاره و مثلث برابر است.

۴- موتوری که به صورت ستاره - مثلث راه اندازی می‌شود هیچ گاه نباید در اتصال ستاره زیر بار قرار گیرد.

۲-۱۲ شرح آزمایش

مدار فرمان و مدار قدرت این آزمایش درشکل ۱-۱۲ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل ملاحظه می‌کنید با تحریک شستی استارت S2، تایمر روشن شده و کنتاکتور K1M و K3M نیز وصل می‌شود و موتور با اتصال ستاره راه‌اندازی می‌گردد. بعد از اینکه تایمر فعال شد و کنتاکت‌های آن تغییر وضعیت دادند، K1M قطع شده و K2M وصل می‌گردد و بدین ترتیب سربندی موتور از ستاره به مثلث تغییر می‌کند.



شکل ۱-۱۲ مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی ستاره و تغییر سربندی به مثلث

۳-۱۲ سوالات آزمایش

۱- مدار فرمانی طراحی کنید که به‌طور دستی موتور ابتدا به صورت ستاره راه‌اندازی و سپس سربندی به مثلث تغییر کند؟

۲- توان مکانیکی تولیدی توسط موتور در کدام حالت بیشتر است و چرا؟

۱۳ اعمال فرمان کنتاکتور با PLC

۱-۱۳ مقدمه

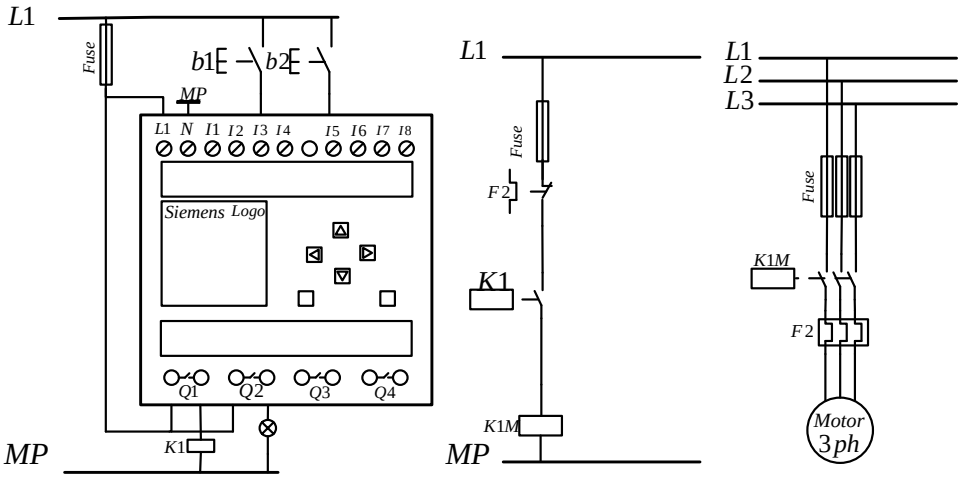
در آزمایش‌های ۱ تا ۱۲ مدارات کاربردی کنتاکتوری ارائه گردیدند. در تمامی این مدارات فرمان کنتاکتور به طور مستقیم به‌وسیله انسان داده می‌شود. اما در فرآیندهای اتوماتیک میزان دخالت انسان در کنترل آن به حداقل می‌رسد به گونه‌ای که می‌توان با برنامه‌نویسی PLC تعداد زیادی کنتاکتور را در زمان‌های مختلف و بدون نیاز به حضور انسان؛ کنترل نمود. پیش از آنکه به شروع آزمایش پرداخته شود؛ در صورتی که نسبت به PLC Logo ساخت شرکت زیمنس آشنایی ندارید، حتما پیوست شماره ششم را مطالعه و تسلط کافی نسبت به آن بدست آورید.

در هر آزمایش ابتدا برنامه مورد نظر را قبل از پیاده‌سازی در PLC Logo، آن را بر روی کاغذ نوشته و پس از اطمینان از درستی آن نسبت به برنامه‌نویسی PLC Logo به کمک کلیدهای تابع اقدام نمایید. پس از اتمام برنامه نویسی Logo با تایید مربی خود نسبت به راه‌اندازی مدار اقدام نمایید.

۲-۱۳ شرح آزمایش

در این آزمایش قصد داریم فرمان بوبین کنتاکتور را به کمک PLC اعمال کنیم و از هیچ شستی و یا کلید دستی در مدار فرمان مورد نظر استفاده نخواهد شد. برنامه باید به‌گونه‌ای نوشته شود تا با تحریک کلید b1 در مدار کنترل، ورودی I3 یک شده و در این شرایط خروجی های Q1 و Q2 یک شوند. در این شرایط با توجه به سیم‌بندی صورت گرفته، بوبین رله‌ی کمکی K1 تحریک و کنتاکت‌های آن تغییر وضعیت می‌دهند. با تغییر وضعیت کنتاکت‌های رله، کنتاکتور K1M و صل و موتور شروع به حرکت می‌کند. در این مدار از فیوز برای حفاظت در مقابل اتصال کوتاه و از رله‌ی بیمتال F2 به منظور حفاظت از موتور در مقابل اضافه بار استفاده شده است. وجود رله‌ی کمکی K1 به منظور حفاظت بیشتر PLC، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با توجه به مدار فرمان و مدار قدرت نمایش داده شده در شکل ۱-۱۳، ابتدا برنامه مورد نظر را برروی کاغذ نوشته و پس از اطمینان از صحت آن، در داخل PLC Logo بازنویسی شود.



شکل ۱-۱۳ مدارفرمان و مدار قدرت قطع و وصل موتور با PLC

۳-۱۳ سوالات آزمایش

۱- با توجه به مطالب بیان‌شده، فرمان مربوط به دو کنتاکتور را به کمک PLC اعمال کنید.

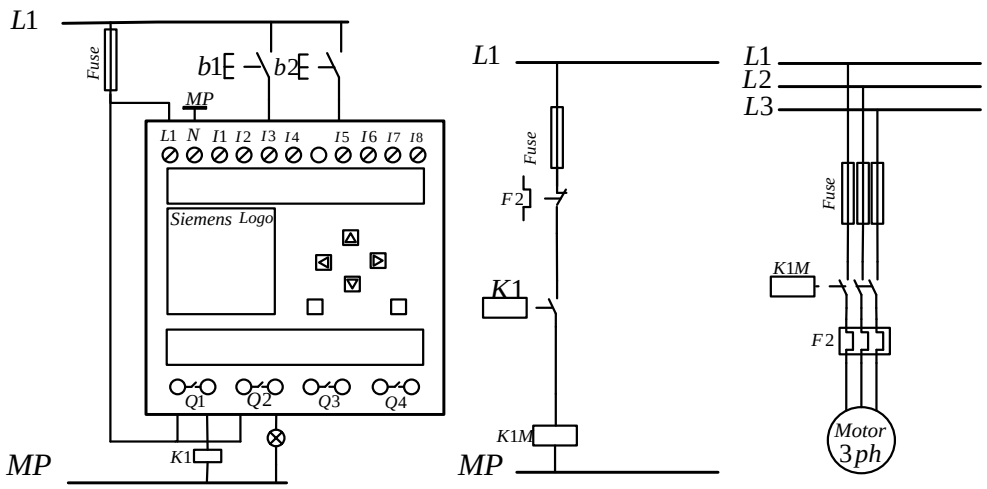
۱۴ ایجاد تاخیر در قطع و وصل مدار به کمک PLC

۱-۱۴ مقدمه:

همانطور که در بخش ۲ بیان شـد می‌توان از تایمر به‌منظور ایجاد تاخیر در فرمان به کنتاکتور اسـتفاده نمود اما هدف از این بخش ایجاد تاخیر در فرمان کنتاکتور به کمک PLC و با استفاده از تایمر داخلی PLC و تنظیم آن می‌باشد. در این صورت برای ایجاد تاخیر در قطع و وصل شدن مدار نیاز به هیچ سخت‌افزار جانبی نیست و تنها با برنامه‌نویسی PLC مطابق پیوست ششم می‌توان این کار را انجام داد لذا مدار فرمان و مدار قدرت دقیقا مشابه شکل ۱-۱۳ می‌باشد.

۲-۱۴ شرح آزمایش

PLC logo 230 RC دارای تایمر داخلی ا ست که در پیو ست ششم بخش "ا ستفاده از تایمر در حالت Local" نحوه فعال سازی آن ذکر گردیده ا ست و از آن به منظور ایجاد تاخیر در تغییر وضعیت خروجی‌های PLC استفاده کنیم. بدین منظور برنامه‌ای بنویسید که پس از یک ثانیه از زمان تحریک کلید b1 موتور راه‌اندازی گردد. این برنامه را ابتدا به زبان FBD بر روی کاغذ نوشـــته و پس از تایید مربی خود نسبت به برنامه نویسی PLC اقدام نمایید.



شکل ۱-۱۴ مدارفرمان و مدار قدرت تاخیر در قطع و وصل موتور با PLC

۳-۱۴ سوالات آزمایش

۱- برنامه‌ای بنویسید که بلافاصله پس از تحریک کلید b1 موتور راه‌اندازی گردد و ۲ ثانیه پس از تحریک کلید b2 قطع گردد.

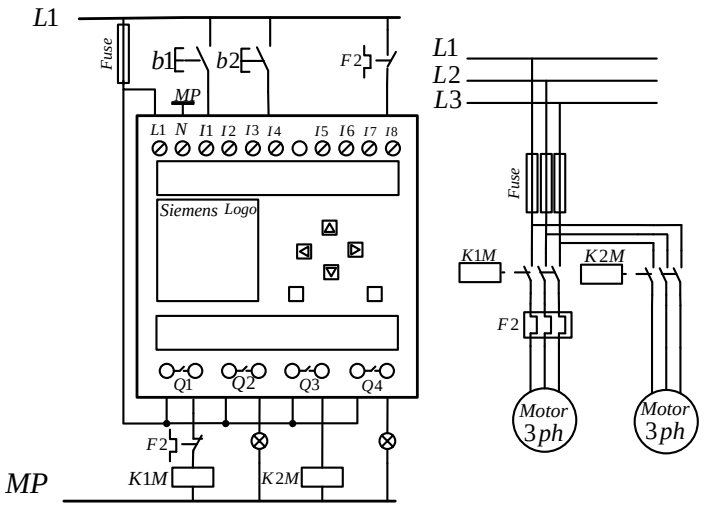
۱۵ راه اندازی دو مدار به‌ترتیب یکی پس از دیگری به کمک PLC

۱-۱۵ مقدمه:

در این آزمایش قصد داریم مدار بخش ۶ را به کمک PLC مورد بررسی قرار دهیم.

۲-۱۵ شرح آزمایش

مطابق شکل ۱-۱۵ برنامه‌ای بنویسید که با فشردن کلید b1 موتور شماره یک شروع به‌کار کند و با فشردن کلید b2 موتور شماره ۲ روشن شود. البته لازم است از روشن شدن موتور شماره ۲ قبل از موتور شماره یک جلوگیری شود. در این برنامه لازم است با فشردن کلید b1 خروجی Q1 و Q2 و صل گردد بنابراین کنتاکتور K1M و صل و موتور شماره یک شروع به حرکت می‌کند با تحریک کلید b2 لازم است خروجی‌های Q3 و Q4 وصل شوند و کنتاکتور K2M وصل و موتور شماره ۲ نیز روشن می‌گردد. همچنین لازم است با استفاده از گیت‌های منطقی برنامه را به‌گونه‌ای بنویسید که در صورت قطع موتور شماره یک، موتور شماره دو نیز خاموش شود. در این مدار در هر حالت چنانچه موتور شماره یک دچار اضافه بار گردد کنتاکت‌های رله‌ی بیمتال تغییر وضعیت داده و کنتاکتور K1M قطع و ورودی I8 یک می‌شود تا PLC متوجه این موضوع گردد.



شکل ۱-۱۵ مدارفرمان و مدار قدرت راه‌اندازی یک موتور پس از دیگری به کمک PLC Logo

۳-۱۵ سوالات آزمایش

۱- برنامه‌ای بنویسید که بلافاصله پس از تحریک کلید b1 موتور شماره۱ روشن و پس از گذشت ۲ ثانیه موتور شماره ۲ نیز روشن گردد.

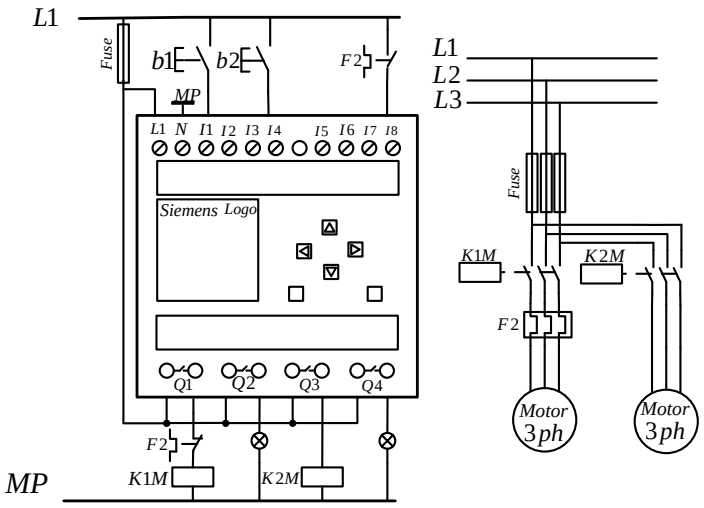
۱۶ راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی به جای دیگری

۱-۱۶ مقدمه

در این آزمایش قصد داریم آزمایشی طرح کنیم با تحریک یک شستی موتور شماره۱ روشن و با تحریک شستی دیگر موتور شماره۱ خاموش و موتور شماره۲ روشن گردد و شستی سوم به منظور قطع مدار مورد استفاده قرار می‌گیرد

۲-۱۶ شرح آزمایش

مدار فرمان و مدار قدرت این آزمایش دقیقا مشابه شکل ۱-۱۵ می‌باشد که در شکل ۱-۱۶ نیز نشان داده شده است و تنها اختلاف در برنامه نویسی PLC می باشد. همانطور که قبلا بیان شد می‌خواهیم برنامه‌ای بنویسیم که با تحریک کلید b1، خروجی‌های Q1 و Q2 وصل گردند و موتور شماره یک روشن شود. در این حالت چنانچه کلید b2 تحریک شود بایستی خروجی‌های Q1 و Q2 قطع و در مقابل خروجی‌های Q3 و Q4 وصل گردند در این صورت موتور شماره یک خاموش و موتور شماره دو روشن می‌گردد. در این مدار نیز مشابه آزمایش قبل از رله‌ی بیمتال به‌منظور حفاظت از موتور شماره یک در مقابل اضافه جریان بهره برده‌ایم.



شکل ۱-۱۶ مدارفرمان و مدار قدرت راه‌اندازی یک موتور به‌جای دیگری به کمک PLC Logo

۳-۱۶ سوالات آزمایش

۱- برنامه‌ای بنویسید که بلافاصله پس از تحریک کلید b1 موتور شماره۱ روشن و پس از گذشت ۵ ثانیه موتور شماره ۱ خاموش و موتور شماره ۲ روشن گردد.

۱۷ تغییر جهت چرخش موتور به کمک PLC

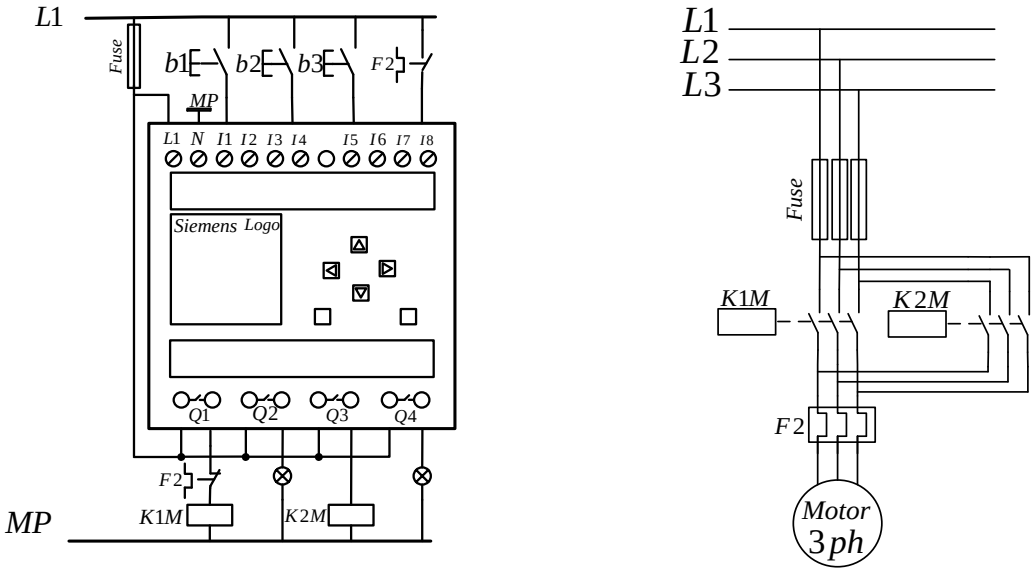
۱-۱۷ مقدمه

در این بخش قصد داریم آزمایشی مشابه آنچه در بخش ۷ گفته شد، طرح کنیم با این تفاوت که به کمک PLC جهت چرخش موتور عوض شود، بدین صورت که با تحریک یک شستی موتور در جهت راستگرد شروع به چرخش کند و با تحریک دیگر مدار متوقف و سپس در جهت عکس شروع به حرکت کند. همچنین یک شستی به‌منظور قطع مدار به‌طور کامل وجود دارد.

۲-۱۷ شرح آزمایش

مطابق شکل ۱-۱۷، برنامه‌ای بنویسید که با تحریک b1 موتور شروع به حرکت می‌کند و با تحریک شستی b2، خروجی Q1 قطع و موتور خاموش شود و با تحریک شستی b3، خروجی Q3 وصل گردد در این حالت کنتاکتور K1M قطع و کنتاکتور K2M وصل می‌گردد و در واقع جای دو فاز موتور بر عکس شده و موتور در جهت عکس شروع به چرخش می‌کند. در این حالت نیز با تحریک شستی b2 موتور خاموش شود.

ملاحظه می شود که مدار فرمان و کنترل این آزمایش از سادگی بسیار بیشتری نسبت به آزمایش ۷برخوردار است و دلیل این موضوع استفاده از PLC می‌باشد.



شکل ۱-۱۷ مدارفرمان و مدار قدرت تغییر جهت چرخش موتور به کمک PLC Logo

۳-۱۷ سوالات آزمایش

۱- برنامه‌ای بنویسید که پس از تحریک شستی b1 موتور در جهت راستگرد شروع به چرخش کند و پس از گذشت ۵ ثانیه موتور خاموش و سپس در جهت عکس شروع به چرخش کند. با تحریک شستی b2 مدار به طور کامل قطع گردد.

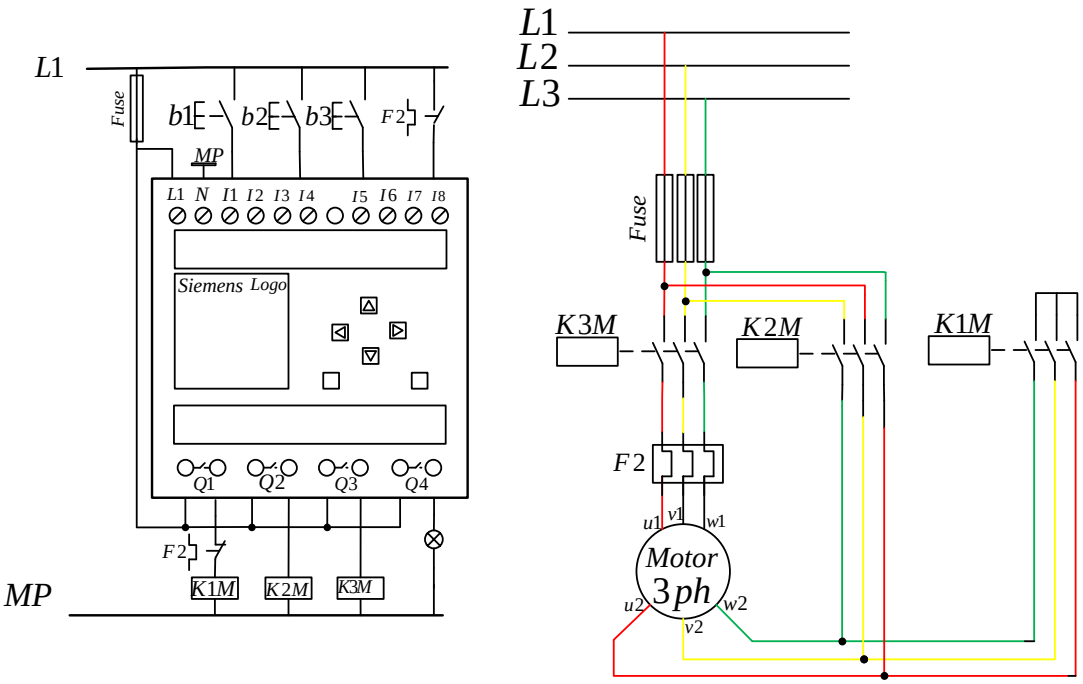
۱۸ راه‌اندازی موتور با اتصال ستاره و تغییر سربندی موتور به مثلث به کمک PLC

۱-۱۸ مقدمه

با توجه به بخش ۱-۱۲ که در مورد ارزش راه‌اندازی موتور به صورت ستاره و تغییر سربندی آن به مثلث مطالبی ارائه گردید؛ در این آزمایش قصد داریم به کمک یک PLC موتور را با سر بندی ستاره راه‌اندازی کرده و سپس سربندی موتور را به مثلث تغییر دهیم. برای این منظور از سه شستی و PLC بهره خواهیم برد.

۲-۱۸ شرح آزمایش

با تحریک b1، K1M و K3M وصل گردد و موتور با سربندی ستاره راه‌اندازی گردد پس از آن با تحریک b2، K2M وصل و سربندی موتور ار ستاره به مثلث تغییر و چراغ سیگنال متصل به پایه‌ی Q4 روشن شود. همچنین با تحریک b3 مدار به طور کامل قطع گردد. در این مدار نیز رله‌ی بیمتال F2 به منظور حفاظت از موتور در مقابل اضافه بار قرار داده شده است.

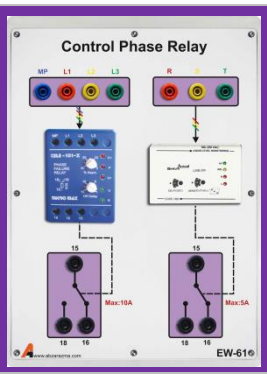


شکل ۱-۱۸ مدارفرمان و مدار قدرت تغییر سربندی موتور به کمک PLC Logo

۳-۱۸ سوالات آزمایش

۱- آزمایش را به‌گونه ای انجام دهید که تغییر سربندی موتور به طور خودکار انجام پذیرد.

آموزنده مدار فرمان

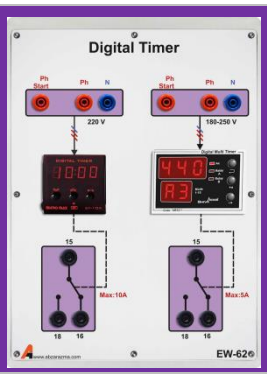


رله کنترل فاز

این رله در مدارات برق سه فاز استفاده می¬شود و بخصوص در تابلوهایی که برای کنترل موتور هستند. این رله خطوط سه فاز ورودی را تحت نظر دارد و در شرایط زیر عمل نموده و مدار را متوقف می¬کند:

۱) قطع یک یا دو فاز، ۲) جابجا شدن فازها، ۳) عدم تقارن ولتاژهای سه فاز، ۴) کاهش یا افزایش ولتاژ فازها

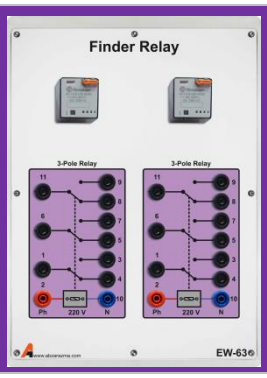
EW-61	Control Phase Relay



تایمر دیجیتال

یکی از وسایل فرمان دهنده مدارهای کنترل اتوماتیک، تایمرها یا رله های زمانی هستند که وظیفه کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارند. عملکرد تایمر بدین صورت است که پس از اتصال ولتاژ تغذیه (مثلا با زدن کلید)، دستگاه می‌تواند خروجی‌ها (رله‌ها) را با تاخیرهای زمانی معینی یا حتی بلافاصله قطع یا وصل نماید.

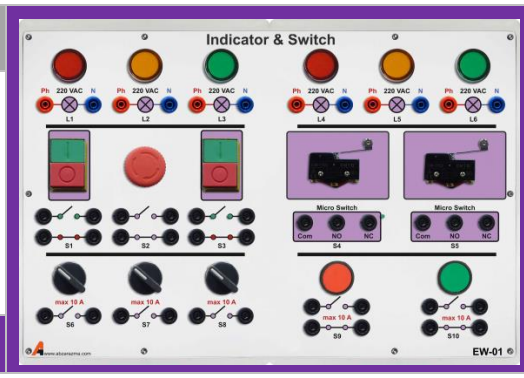
EW-62	Digital Timer



رله فیندر

این ماژول دارای دو عدد رله Finder می‌باشد. هر رله دارای ۳ کنتاکت NC و سه کنتاکت NO می‌باشد. با تحریک بوبین رله با ولتاژ ۲۲۰ ولت، کنتاکت‌ها تعییر وضعیت خواهند داد. رله شباهت زیادی به کنتاکتور دارد، با این تفاوت که کنتاکتور برای کاربردهای آمپر بالا به کار می‌رود.

EW-63	Finder Relay

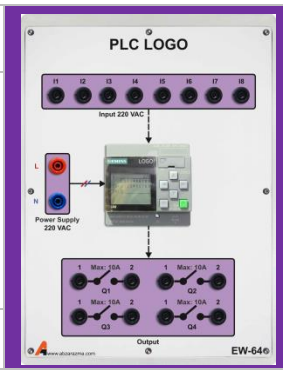


کلید و اندیکاتور

بر روی این ماژول انواع مختلفی از کلید و شستی های Stop/Start قرار داده شده است تا به تناسب مدار فرمان طراحی شده، از آن‌ها استفاده گردد. همچنین تعدادی چراغ سیگنال برای نمایش برق دار بودن کنتاکتور، نمایش Fault، روشن و خاموش بودن کلید و ... استفاده می‌گردد.

EW-01	Indicator & Switch

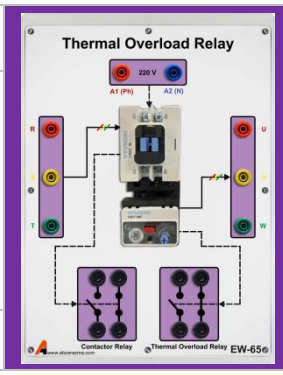
PLC یا کنترلر منطقی برنامه¬پذیر



کنترل‌گر تک منظوره‌ای است که به دلیل ویژگی‌های خاصی که دارا می‌باشد، بیشتر برای کنترل فرایندهای مکانیکی یا صنعتی مانند خطوط تولید استفاده می‌شود. مدل PLC مورد استفاده در این کارگاه برق زیمنس Siemens 230RC می باشد

EW-64	Programmable Logic Controller

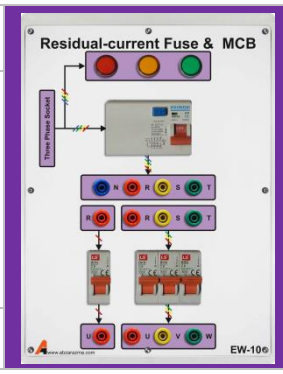
رله اضافه جریان حرارتی



برای حفاظت از موتورهای الکتریکی در مقابل اضافه بار از رله های حرارتی (بی متال) استفاده می شود. اساس کار این رله ها بر پایه اختلاف ضریب انبساط طولی دو فلز به کار رفته است. با عبور جریان، دو فلز گرم می‌شوند و طول آنها افزایش می‌یابد. هر دو فلز با هم به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کمتری دارد خم می شود. در نتیجه کنتاکت‌ها باز و مدار قطع می شود.

EW-65	Thermal Overload Relay

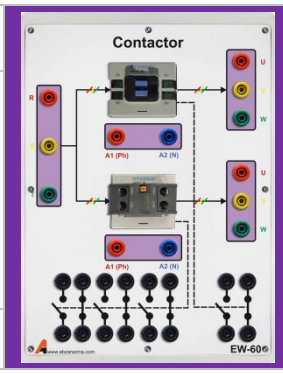
کلید محافظ جان و مدار شکن



کلید محافظ جان، نوعی کلید ا ست که با مقای سه‌ی جریان سیم‌های رفت و برگ شت، در صورتی که اختلافی بین جریان رفت و برگشت وجود داشته باشد مدار را قطع می‌کند. از سه عدد فیوز مینیاتوری جهت قطع جریان‌های سه‌فاز بیش از حد مجاز ا ستفاده شده است.

EW-10	Residual-Current Fuse & MCB

کنتاکتور اصلی و کمکی

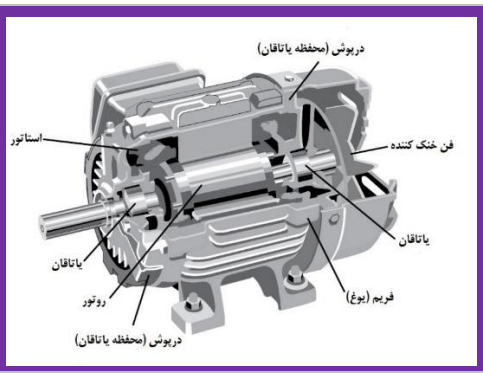


یک کلید کنترل شونده‌ی الکتریکی است که برای کلیدزنی یک مدار قدرت یا کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرد. کنتاکتورها برای کنترل بارهای الکتریکی اعم از الکتروموتورها، بانک‌های خازنی، مدارات رو شنایی، گرمکن‌های الکتریکی و سایر غیره ا ستفاده می شوند. چنانچه تعداد کنتاکت‌های کنتاکتور کافی نبا شد از کنتاکت کمکی ا ستفاده می‌نماییم که بر روی کنتاکتور نصب شده و با برق‌دار شدن کنتاکتور اصلی، تغییر وضعیت خواهد داد

EW-60	Contactor

آموزنده کارگاه سیم‌پیچی

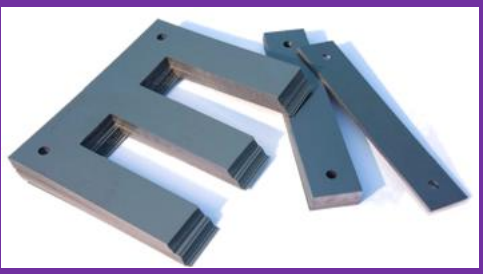
موتور القایی



در این شکل ساختمان داخلی یک موتور القایی قابل مشاهده است. موتورهای القایی از نظر ساختار روتور به دو نوع روتور قفس سنجابی و روتور سیم پیچی‌شده تقسیم‌بندی می‌شوند و در دو تکفاز و سه فاز ساخته شده است. توضیحات تکمیلی در این زمینه در پایان همین پیوست ارائه گردیده است.

WW-100	Induction Motor

هسته ورق آهن



از هسته جهت هدایت شار مغناطیسی استفاده می شود. هسته‌های آهنی EI در شکل رو به رو قابل ملاحظه است

WW-100	Touch Screen

هویه

و سیله‌ای است که برای ذوب لحیم و اتصال قطعات به یکدگیر به کار می‌رود. هویه‌ها را می‌توان به دو دسته اصلی تقسیم کرد، هویه‌های چکشی (غیرالکتریکی) و هویه‌های الکتریکی

با توجه به نقطه اتصال و اندازه آن باید هویه مناسب که بتواند دمای لازم را ایجاد کند انتخاب نمود.

WW-100	

سیم لحیم‌کاری

لحیم آلیاژی است از دو یا چند فلز مختلف که در اتصال ثابت فلزات، به‌ویژه سیم‌ها و کابل‌ها به یکدیگر به کار می‌رود. ترکیب‌های اصلی لحیم قلع و سرب هستند، نسبت بین این دو عنصر می‌تواند نقطه ذوب لحیم را مشخص کند. آزمایش‌ها نشان می‌دهد که اگر نسبت قلع و سرب در حدود ۶۳٪ قلع و ۳۷٪ سرب باشد، نقطه ذوب در کمترین حد خود و حدود ۱۹۰ درجه سلسیوس خواهد بود.

WW-100	

کلاف پیچ

از این وسیله برای پیچیدن کلاف های انواع ترانس و موتور استفاده می‌شود.

WW-100

میکرومتر

ابزاری برای اندازه‌گیری طول با دقت زیاد اســت. طرز کار این تجهیز در پایان پیوست جاری شرح داده شده است

WW-100 | Micrometer

اتوترانسفورماتور

گونه‌ای ترانسفورماتور الکتریکی است که تنها یک سیم‌پیچ دارد. سیم‌پیچ اتوترانسفورماتور حداقل ســه نقطه برای اتصــال الکتریکی دارد که به آن‌ها تپ می‌گویند. ولتاژ ورودی و بار الکتریکی به دو تپ مت صل می شوند و یک تپ که در انتهای سیم‌پیچ قرار دارد م شترک است. هر تپ می‌تواند با منابع ولتاژی و بار الکتریکی متفاوتی ارتباط داشته باشد. سیم‌پیچ موجود در اتوترانســفورماتور در واقع می‌تواند عمل ســیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه موجود در ترانسفورمر را انجام دهد.

WW-100 | Autotransformer

بوبین پیچ

از این وسیله برای پیچیدن بوبین انواع ترانس و موتور استفاده می‌شود .

WW-100

	مولتی متر	
	مولتی‌متر دستگاهی است برای مشاهده چندین کمیت الکتریکی از قبیل ولتاژ یا اختلاف پتانسیل و امپراژ یا جریان و مقاومت الکتریکی . مولتی‌مترها در دو نوع آنالوگ و دیجیتال وجود دارند نوع دیجیتال آن برای مصارف گوناگونی طراحی می‌شوند . که به وسیله یک سلکتر مدور بین کمیت‌های الکتریکی می‌تواند بر حسب نیاز گردش نماید .	
	WW-100	Multimeter

	سیم لاکی	
	از سیم لاکی برای سیم‌پیچی ترانس و موتور استفاده می‌شود که با توجه به پارامترهای درخواستی قطر سیم فرق می‌کند .	
	WW-100	

روش کار با میکرومتر:

مقیاس اندازه‌گیری در میکرومتر می‌تواند اینچ یا میلی‌متر باشد. اندازه طول خط‌کش میکرومتر ۲۵ میلی‌متر است. این به آن معنی است که نوعی میکرومتر از مقدار صفر تا ۲۵ میلی‌متر را اندازه می‌گیرد و نوع دیگر از ۲۵ تا ۵۰ میلی‌متر را اندازه می‌گیرد.

میکرومترهای اینچی معمولا با قابلیت تفکیک ۰,۰۰۰۵inch ؛ ۰,۰۰۰۱inch و ۰,۰۰۱ inch ساخته می‌شوند.

میکرومتر از بخش‌های مختلفی تشکیل شده‌است، که عبارتند از: فک ثابت، فک متحرک، استوانه مدرج و یا همان خط‌کش میکرومتر، پوسته مدرج یا ورنیه میکرومتر، و کمانی که برای گرفتن میکرومتر از آن استفاده می‌شود. در قسمت انتهایی میکرومتر یک جغجغه است و اهرمی که در هنگام اندازه‌گیری قفل می‌شود.

- **خواندن میکرومتر:**

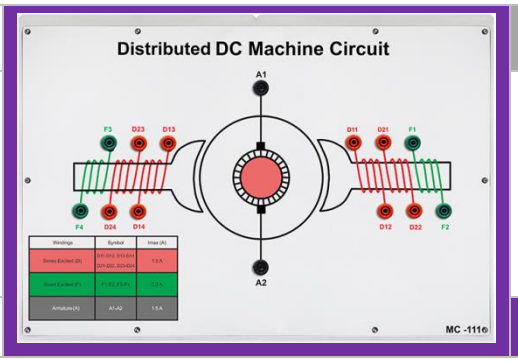
اگر به خط‌کش میکرومتر توجه شود، دیده می‌شود که دارای یک خط افقی است. یک‌سری تقسیم‌بندی بالای خط افق است و یک‌سری زیر خط افق است. تقسیم‌بندی‌ای که بالای خط افق است فاصله بین آنها یک میلی‌متر است، و تقسیم‌بندی‌ای که زیر خط افق است فاصله بین آنها نیم میلی‌متر می‌باشد. استوانه‌ای مدرج وجود دارد که روی خط‌کش اصلی ما حرکت می‌کند، معمولاً میکرومترها با دقت ۰,۰۱ میلی‌متری ساخته می‌شوند. اگر دقت کنیم، می‌بینیم که روی ورنیه از صفر تا ۵۰ قسمت مساوی تقسیم‌بندی شده‌است.

برای خواندن میکرومتر به‌این صورت عمل می‌کنیم که به آخرین خط، خط‌کش که از زیر ورنیه مشخص است، دقت می‌کنیم. این اندازه اندازه اصلی ما است. برای به‌دست آوردن مقدار خُرده آن، توجه می‌کنیم که کدام خط ورنیه روبه‌روی خط، خط‌کش به‌صورت کامل قرار گرفته‌است. هنگام استفاده از میکرومتر باید به نکات زیر توجه کرد

۱-در زمان خواندن میکرومتر باید درست مقابل چشمان قرار دهیم.

۲-در زمانی که ما قطعه‌ای را در بین دو فک متحرک و ثابت قرار می‌دهیم، و اندازه می‌گیریم به‌وسیله دست استوانه مدرج را می‌چرخانیم تا با قطعه کار، تماس پیدا کند، و وقتی تماس پیدا کرد، بقیه کار را با جغجغه انجام می‌دهیم.

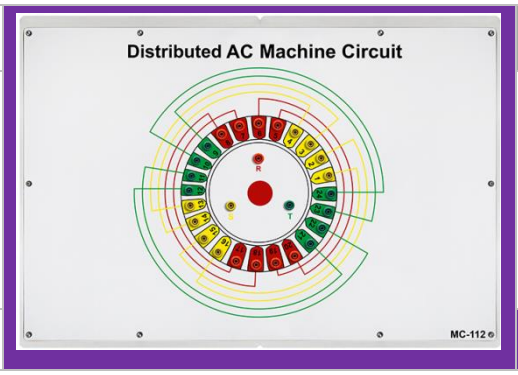
آموزنده‌های ماشین الکتریکی DC و AC مدل گسترده



مدل گسترده ماشین الکتریکی DC

دارای ۶ سیم پیچ مستقل از هم جهت طراحی اتصالات سیم پیچ‌های تحریک می‌با شد که ۲ سیم پیچ شنت و ۴ سیم پیچ سری ا ست. قابلیت اتصال موازی و سری بین ۴ سیم پیچ سری وجود دارد

MC-111	Distributed DC Machine Circuit



مدل گسترده ماشین الکتریکی AC

۱۲ سیم پیچ مستقل از هم جهت طراحی سیم بندی استاتور دارد و امکان تغییر سیم‌بندی روتور جهت تبدیل ما شین الکتریکی به انواع القایی روتور سیم پیچی شده، القایی قفس سنجابی و سنکرون فراهم شده ا ست. همچنین امکان اتصال ستاره و مثلث برای سیم بندی استاتور وجود دارد

MC-112	Distributed AC Machine Circuit

موتور القایی سه فاز و تکفاز

موتور القایی نوعی از موتور جریان متناوب موتور AC آسنکرون (غیرهمزمان) است که توان مورد نیاز در قسمت متحرک آن از طریق القای الکترومغناطیسی تأمین می‌شود. موتورهای القایی AC پرکاربردترین موتورهایی هستند که در سامانه‌های کنترل حرکت صنعتی و همچنین خانگی به کار گرفته می‌شوند. طراحی ساده و پایدار، بهای ارزان، هزینه نگه داری پایین و اتصال آسان و کامل به یک سرچشمه نیروی AC برتری‌های بنیادی موتورهای القایی AC هستند. انواع گوناگونی از موتورهای القایی AC در بازار هست. موتورهای گوناگون برای کارهای گوناگونی شایسته‌اند. با اینکه طراحی موتورهای واداشتیی AC آسانتر از موتورهای DC است، ولی کنترل سرعت و گشتاور در انواع مختلف موتورهای القایی AC نیازمند دریافتی ژرفتر در طراحی و ساخت این نوع موتورهاست.

یک موتور الکتریکی در روتور خود انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند. برای تأمین توان مورد نیاز روتور راه‌های مختلفی وجود دارد. در یک موتور DC توان آرمیچر مستقیماً به وسیله یک منبع جریان مستقیم تأمین می شود در حالی که در یک موتور القایی این توان از طریق ا ستاتور در روتور القا می شود. موتورهای القایی را به علت شباهت بسیار زیاد آنها به ترانسفورماتور ترانسفورماتور دوار نیز می‌نامند چرا که استاتور این موتورها از نظر عملکرد شباهت زیادی به سیم‌پیچ اولیه و روتور آنها به سیم‌پیچ ثانویه ترانس دارد. از موتورهای القایی به ویژه موتورهای القایی سه فاز به طور گسترده‌ای در صنعت استفاده می‌شود.

قدرت بالا، ساختار ساده و عدم وجود جاروبک‌ها (که به تعمیر و نگه‌داری زیادی نیاز دارند) و قابلیت بالای موتورهای القایی برای کنترل سرعت از جمله دلایل استفاده از آنهاست.

مفاهیم حفاظت الکتریکی؛ انواع کابل و مشخصات آنها

مقدمه

در این پیوست با مفاهیم مهم و کاربردی حفاظت الکتریکی و انواع آن، انواع کابل‌ها و مشخصات آن‌ها و انتخاب کابل مناسب با توجه به آمپر مدار آشنا خواهیم شد. در تمامی مدارهای الکتریکی می‌بایست برای حفاظت از تجهیز الکتریکی یا اشخاص تدبیری اندیشیده شود. بدین منظور همانطور که در ادامه بیان می‌گردد، تجهیزات و روشهای مختلفی وجود دارد که به سبب افزایش قابلت اطمینان سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند که در ادامه با برخی از این روش‌ها آشنا خواهیم شد.

حفاظت الکتریکی

خطاهای ناشی از جریان برق عمدتاً به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- اتصال بدنه که عبارت است از اتصال یکی از سیم‌های جریان برقبه بدنه دستگاه.

۲- اتصال کوتاه که عبارت است از اتصال دو سیم لخت که نسبت به هم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌باشند به یکدیگر.

۳- اتصال زمین که عبارت است از اتصال یکی از سیم‌های حامل جریان به زمین.

خطاهای نامبرده شده به دو صورت کامل و ناقص اتفاق می‌افتد، در اتصال کامل در محل اتصالی مقاومت وجود ندارد و جریان زیادی از این نقطه عبور می‌کند اما اگر اتصال ناقص باشد در محل اتصال مقاومت وجود دارد، بنابراین جریان خطا نسبت به حالت قبل کمتر است. حفاظت الکتریکی عمدتا به دو دسته حفاظت از اشخاص و حفاظت از مدارها و تجهیزات الکتریکی تقسیم بندی می‌گردد.

- حفاظت اشخاص

آثار فیزیولوژیک برق بر بدن انسان:

مقدار جریانی که ممکن است بدون هیچ‌گونه خطری از بدن انسان عبور کند به ویژگی‌های جسمی شخص، دامنه جریان، نوع جریان، مسیر و طول مدت عبور جریان بستگی دارد. مقاومت الکتریکی بدن در صورتی که پوست سالم و خشک باشد ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰ اهم است. مقاومت الکتریکی بدن شامل مقاومت داخلی بدن زیر پوست و مقاومت پوست نوع خشک و مرطوب و نوع لباس و سطح تماس است. مقاومت بدن در نتیجه رطوبت کاهش می‌یابد و هنگامی حداکثر است که خشک باشد. خراش، زخم و سوختگی، آلودگی بدن یا دست با روغن یا مواد دیگر، تعریق و ... می‌تواند باعث پائین آمدن مقاومت بدن شود.

فرد در مقابل جریان ۱mA واکنش نشان می‌دهد، حتی جریان ۱۲mA باعث خواهد شد که عضلات دست منقبض شود. البته آسیب این چنین شوکی بستگی به مدت تماس، وضع جسمی و به‌خصوص وضع قلبی فرد دارد. به طور کلی اگر جریان عبوری از بدن انسان در حدود ۱mA باشد در آستانه احساس کردن است و اگر مقدار آن در حدود ۱۰mA شود به حد دردناک خواهد رسید. اگر جریان حدود ۳۰mA شود حالت شوک شدید ایجاد می‌کند و جریان ۵۰mA به بالا کشنده است. حد ولتاژ خطرناک برای این که جریان از ۵۰mA بیشتر باشد ۶۵V است (V=1300*0/05=65V).

از نظر نوع جریان، جریان متناوب از جریان مستقیم خطرناک‌تر است زیرا مقاومت بدن در برابر جریان مستقیم تقریباً ۴۲۰۰ Ω می‌باشد.

در جریان ۵۰mA تا ۸۰mA نفس بند می‌آید و بطن‌های قلب دچار لرزش می‌شوند. در جریان ۹۰mA تا ۱۰۰mA اگر قطع تنفس بیشتر از سه ثانیه طول بکشد، قلب فلج شده و حرکت بطن‌های قلب قطع می‌شود. این شرایط در چند دقیقه منجر به مرگ می‌شود. در جریان A ۴ قلب نمی‌تواند عمل پمپاژ را انجام دهد و بافت‌های بدن در جریان‌های بیش از ۵A دچار سوختگی می‌شوند.

انواع روش‌های حفاظت اشخاص عبارتند از:

۱- حفاظت توسط سیم زمین

۲- حفاظت توسط سیم نول

۳- حفاظت توسط کلید خطای جریان یا F1

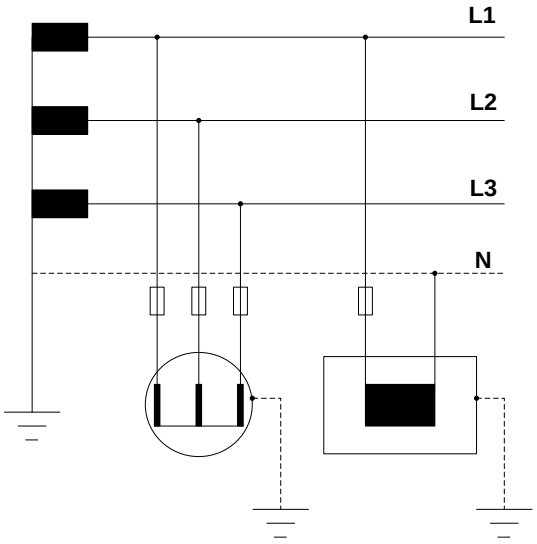
۴- حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده (تراس ایزوله)

۵- حفاظت بوسیله عایق‌کردن

۶- حفاظت توسط ولتاژ کم

حفاظت توسط سیم زمین:

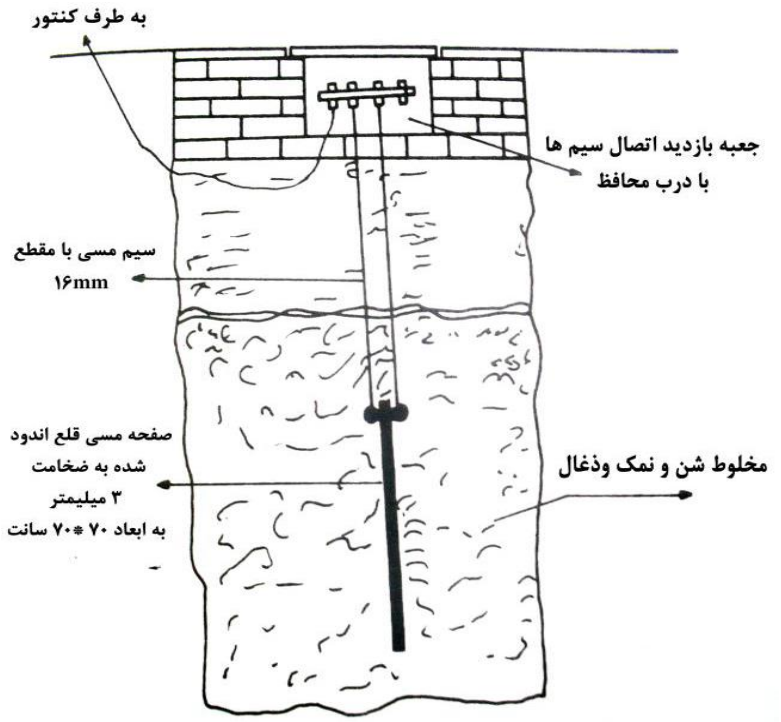
در این روش قسمت‌های فلزی بدنه دستگاه‌های برقی توسط یک سیم موسوم به سیم ارت به زمین وصل می شود. در این صورت اگر دستگاهی اتصال بدنه پیدا کند، جریان برق به جای عبور از بدن شخص از طریق سیم ارت به زمین منتقل می شود، زیرا مقاومت بدن شخص با مقاومت سیم زمین موازی شده و مقاومت سیم زمین (سیم ارت) بسیار کم تر از مقاومت بدن شخص است.



شکل پ- ۱ مسیر برگشت جریان خطا از زمین

سیستم اتصال زمین (چاه ارت):

برای این که سیم اتصال بدنه دستگاه را به زمین متصل کنند، چاهی حفر می شود که عمق آن در مناطق مختلف به دلیل خصوصیات خاک منطقه متفاوت است ولی بهترین چاه آن است که به قسمت نم‌ناک و مرطوب زمین رسیده باشد زیرا چنین خاکی دارای مقاومت الکتریکی کمتری است. سپس صفحه یا تسمه موسوم به الکترود را در انتهای چاه قرار می‌دهند و آن را با یک سیم مسی قطور با مقاومت الکتریکی کم به بیرون چاه هدایت می‌کنند، اطراف صفحه را با مواد کاهنده مقاومت، مانند زغال و نمک و خود چاه را با ماسه پر می‌کنند، سیم خروجی از این چاه را به بدنه فلزی دستگاه‌ها متصل می‌کنند.

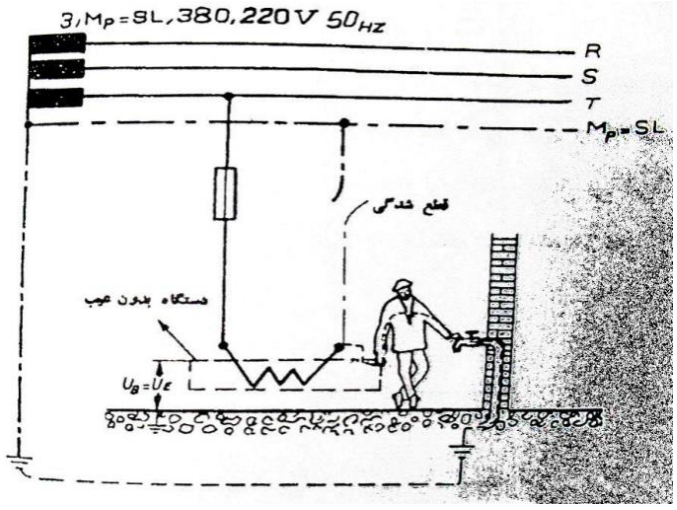


شکل پ- ۲ اتصال زمین(چاه ارت)

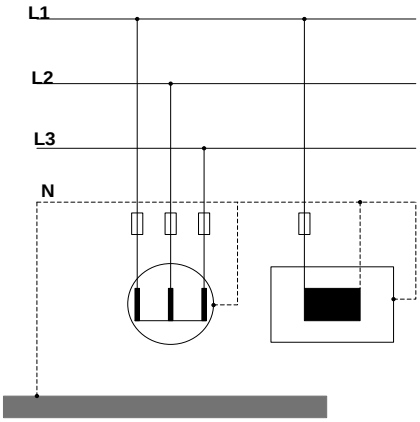
حفاظت توسط سیم نول:

در این سیستم به جای سیم ارت سیم نول به بدنه دستگاه متصل می‌شود و در صورتی که سیم فاز به بدنه دستگاه اتصال پیدا کند، بین فاز و نول اتصال کوتاه ایجاد شده و در زمان کوتاهی، اتصال فاز قطع می‌شود. عیب این سیستم این است که اگر به دلایلی سیم نول قطع گردد فاز برگشتی از سیم نول به بدنه دستگاه و صل شده و اگر شخصی به دستگاه و زمین ارتباط پیدا کند دچار برق‌گرفتگی شدید می‌شود. برای رفع این عیب می‌توانیم سیم نولی را که برای حفاظت از آن استفاده می کنیم جدا از سیم نول مصرف‌کننده‌ها انتخاب کنیم و به طور مستقیم از پای کنتور یا تابلوی اصلی آن را به پیچ حفاظت پریزها وصل نمائیم و تا حد امکان نباید برای هیچ مصرف

کننده‌ای از این سیم نول استفاده کنیم، ایراد دیگر این سیستم این است که اگر جای سیم فاز و نول عوض شود ولتاژ خطرناکی بین بدنه دستگاه و زمین ایجاد می‌شود و اگر شخصی به دستگاه و زمین ارتباط پیدا کند دچار برق‌گرفتگی شدید می‌شود.



شکل پ- ۳ برق گرفتگی ناشی از قطع سیم نول



شکل پ- ۴ حفاظت توسط سیم نول

حفاظت توسط کلید خطای جریان یا F1

کلید خطای جریان برای حفاظت شخص در مقابل ولتاژهای تماس به کار می‌رود، اصول کار این کلید به این ترتیب است که دو هادی با جریان‌هایی که در جهت مخالف هم و یکسان در داخل یک هسته آهنی که روی آن سیم پیچی تعبیه شده قرار گرفته‌اند. میدان‌های حاصل از آن‌ها در هسته، مخالف هم بوده و همدیگر را خنثی می‌کنند، در نتیجه در سیم پیچ روی هسته نیروی محرکه القا نمی شود و رله جریانی که به سیم پیچ وصل است تحریک نمی‌شود، یعنی کلید در حالت عادی کاری انجام نمی‌دهد.

در صورتی که از یکی از دو هادی جریان عبور نکند یا جریان هادی‌ها یکسان نباشد (شرایط اتصالی)، میدان حاصل باعث ایجاد نیروی محرکه در سیم پیچ شده و رله جریانی که توسط این سیم‌پیچ تغذیه می‌شود را تحریک می‌کنند، این رله خود می‌تواند باعث قطع کنتاکت‌های کلید و در نهایت قطع کلی مدار گردد.

با فشار دادن شستی آزمایش روی کلید، اختلاف جریان در سیم‌های داخل کلید ایجاد شده و باعث قطع مدار خواهد شد. در استفاده از این کلید نیز بدنه مصرف کننده بایستی به سیم زمین حفاظتی مجهز باشد ولی نیازی نیست تا مقاومت زمین به کمتر از ۲ Ω یا ۴ Ω برسد بلکه این مقاومت می‌تواند در حدود چندصد اهم نیز باشد.

(ب)

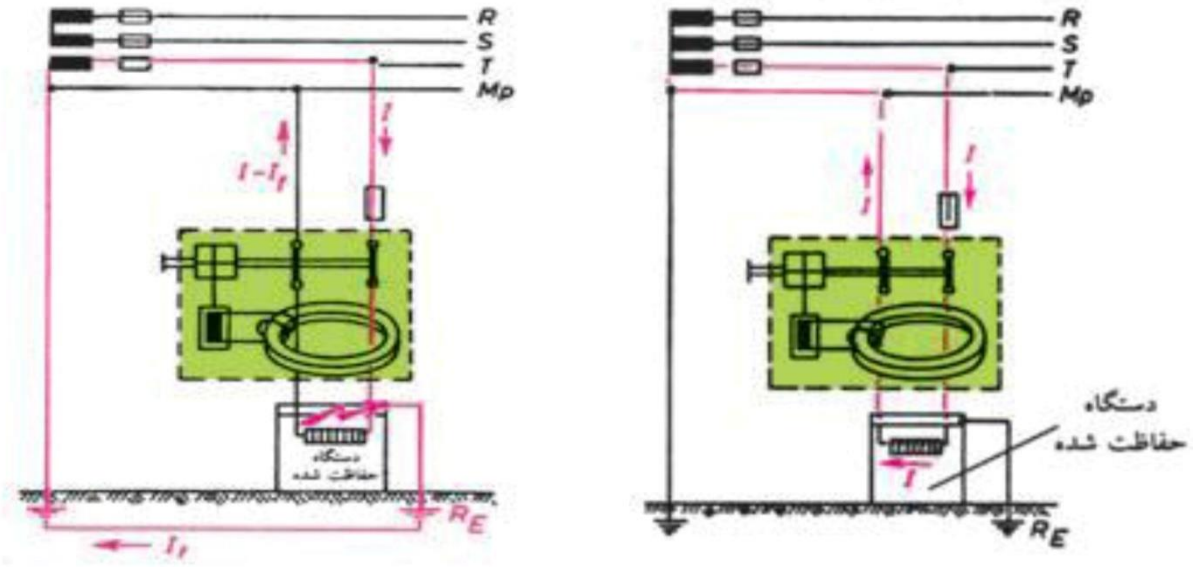
(الف)

شکل پ- ۵ (الف) کلید F1 سه فاز، (ب) کلید F1 تک فاز

حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده (ترانس ایزوله):

در این نوع حفاظت از ترانسفورماتور با دو سیم‌پیچ مجزای یک به یک و یا کاهنده استفاده می شود که ولتاژ خروجی آن بیش از ۴۲V است. در ترانسفورماتور یک به یک ولتاژ ثانویه برابر ولتاژ شبکه می‌باشد. ترانسفورماتور ولتاژ تغذیه مصرف کننده را از نظر الکتریکی از شبکه جدا می‌کند، چون در ثانویه این ترانس سیم نول و اتصال به زمین وجود ندارد در صورت اتصالی، مدار بسته‌ای تشکیل نشده و بنابراین از بدن شخص جریانی عبور نکرده و شخص دچار برق‌گرفتگی نخواهد شد.

اتصال بیش از یک مصرف کننده به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی مجاز نمی‌باشد. زیرا در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف‌کننده، احتمال خطر برق‌گرفتگی وجود دارد. همچنین ثانویه این نوع ترانسفورماتور نباید اتصال زمین داشته باشد.



(ب) (الف)

شکل پ- ۶ (الف) سیستم سالم(رله عمل نمی‌کند)، (ب) سیستم معیوب (رله عمل می‌کند)

حفاظت بوسیله عایق کردن:

در این روش تمام قسمت‌هایی را که امکان اتصال برق با بدن انسان دارد عایق می‌کنند، در مورد دستگاه‌هایی که ساکن هستند، می‌توان کف زمین را عایق‌کاری نمود ولی در دستگاه‌های قابل حمل یا متحرک مانند دریل برقی، ریش تراش و جاروبرقی کارخانه سازنده برای جلوگیری از برق دار شدن بدنه فلزی آن‌ها، آن دستگاه را با یک لایه اضافی دیگر عایق می‌کند، در این روش نیازی به اتصال زمین وجود ندارد.

حفاظت توسط ولتاژ کم:

در حفاظت توسط ولتاژ کم از ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم‌پیچ مجزا استفاده می شود، ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور باید کمتر از ۴۲V باشد. استفاده از اتوترانسفورماتور در این نوع حفاظت مجاز نمی‌باشد. دستگاه‌هایی که با ولتاژ کم حفاظت می شوند، برای سیم حفاظتی به ترمینال احتیاج ندارند و مدار جریان آنها را نباید به زمین یا سیم نول و یا به دستگاه‌هایی که با ولتاژ بالا سرو کار دارند وصل کرد.

- **حفاظت مدار و مصرف کننده ها:**

فیوز: وسیله ای است که مدارهای الکتریکی را در برابر جریان غیر مجاز محافظت می‌کند.

اگر جریانی بیش از جریان نامی از فیوز بگذرد فیوز می‌سوزد و بدین ترتیب جریان برق، قطع خواهد شد. به عبارت ساده، فیوز یک وسیله حفاظتی است که در تجهیزات و مدارات الکتریکی به کار برده می‌شود تا در مواقعی که جریانی بیشتر از حد انتظار از وسیله عبور می‌کند

با سوختن فیوز مدار قطع شود تا تجهیزات دیگر آسیبی نبینند، این وسیله اولین بار توسط توماس ادیسون در سال ۱۸۹۰ میلادی ثبت اختراع شده است.

انواع فیوز:

۱- فیوز فشنگی یا ذوب شونده

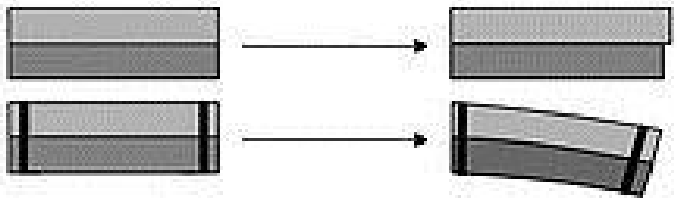
برای نصب این فیوزها از یک پایه چینی و یک کلاهک چینی که فیوز داخل آن جای می‌گیرد و پشت این کلاهک شیشه‌ای است، استفاده می‌گردد. سیم حرارتی داخلی فیوز به ازاء جریان بخصوصی در زمان معینی ذوب شده و سبب قطع مدار مربوط به آن می‌شود.

شکل پ- ۷ فیوز فشنگی

فیوز ذوب شونده معمولی را فیوز فشنگی نیز می‌نامند. سیم حرارتی آن در داخل براده‌هایی از سرامیک، پودر چینی، یا خاک نرم کوارتز همراه با ماسه قرار دارد و جرقه حاصل از قطع شدن سیم حرارتی را سریع خنک کرده و بلافاصله قطع می‌کند. این مواد همچنین باعث خنک شدن سیم ذوب شونده داخل فیوز می‌گردد تا هنگام عبور جریان، سیم بیش از اندازه گرم نشود، این قسمت که محفظه‌ای چینی یا در بعضی موارد شیشه‌ای است را فشنگ فیوز یا پاترون فیوز می‌نامند.البته فیوزهای ظریف که در رادیو و دستگاه‌های مخابراتی به کار می‌روند چون اغلب برای جریان‌های خیلی کم می‌باشند، به صورت سیم نازکی در داخل لوله شیمیایی هستند و در اطراف آن پودر چینی یا سرامیک وجود ندارد مگر در مواردی که
مقدار جریان فیوز زیاد باشد.

۲-رله حرارتی (بیمتال)

در اثر عبور جریان الکتریکی از بیمتال هر دو فلز گرم شده و طول آنها زیاد می‌شود اما از آنجایی که ضریب انبساط دو فلز متفاوت است، بیمتال به سمت فلزی که ضریب انبساط پایین‌تری دارد خم می‌شود، این جابجایی به وسیله اهرم یا به صورت مستقیم کنتاکت را قطع یا وصل می‌کند، از این ویژگی در فیوزها و رله‌های بیمتال استفاده می‌شود.
نمایشی از اصول عملکرد بیمتال در سمت چپ دو فلز بیش از گرم شدن و در سمت راست پس از گرم شدن نمایش داده شده اند (در ردیف بالا دو فلز به هم جوش نخورده‌اند)



شکل پ- ۸ نمایشی از اصول عملکرد بیمتال

رله‌های اضافه‌بار (بیمتال) تنظیم پذیر هستند، و می‌توان آنها را به گونه‌ای تنظیم کرد که جریان‌هایی بین ۱/۰۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی موتورها را قطع کنند. رله بیمتال سه فاز معمولاً دارای سه پل قدرت و دو کنتاکت فرمان است.

یک کنتاکت باز برای اتصال به سیستم هشدار دهنده و یک کنتاکت بسته برای قرار دادن در مسیر تغذیه کنتاکتور.
کنتاکت معمولاً بسته بیمتال با شماره‌های ۹۵-۹۶ و کنتاکت معمولاً باز آن با شماره‌های ۹۷-۹۸ مشخص می‌شود.

شکل پ- ۹ بیمتال

۳- فیوز کتابی یا مینیاتوری

در این فیوزها دو عنصر مغناطیسی و حرارتی وجود دارد که قسمت مغناطیسی آن اتصال کوتاه با جریان زیاد و قسمت حرارتی آن (بیمتال) بار زیاد (افزایش بار تدریجی) را قطع می‌کند. این فیوزها نیز به دو صورت تند کار کلاس B و کندکار کلاس C وجود دارند و از سه قسمت رله مغناطیسی (رله جریان زیاد زمانی سریع) رله حرارتی یا رله بیمتال (رله جریان زیاد تاخیری) و کلید تشکیل شده است. این مجموعه را کلید موتوری می‌نامند، از این کلیدها، می‌توان در منازل استفاده کرد و قسمت‌های مختلف ساختمان را از مسیر آنها تغذیه کرد تا چنان‌چه اشکالی در قسمتی از ساختمان به وجود آمد، باعث قطع کامل جریان نشود.
کلیدهای مینیاتوری مورد استفاده در منازل، در تابلوهای کوچک قرار می‌گیرند.

شکل پ- ۱۰ فیوز کتابی (مینیاتوری)

کابل‌ها:

هر نوع هادی که بتواند جریان برق را از خود عبور دهد و توسط موادی نسبت به محیط اطراف خود عایق شده باشد به طوری که ولتاژ سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر بوده و خود هادی نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد را کابل گویند.

شکل پ- ۱۱ نمای داخل سه نمونه کابل

- **هادی کابل:**

هادی کابل باعث هدایت جریان الکتریکی می‌شود که جنس آن اغلب از مس یا آلومینیوم است. هادی کابل ممکن است به صورت افشان یا مفتول (دایره ای یا مثلثی) باشند.

- **عایق کابل:**

عایق کابل متناسب با نوع کاربرد از جنس مختلف می‌باشد که مهم ترین آنها به شرح زیر است:

- کاغذ آغشته به روغن
- مواد پلاستیکی
- PVC (پرتودور)
- P.E.T (پلی اتیلن)

- **غلاف کابل:**

این غلاف اغلب از جنس سرب است و برای حفاظت کابل در برابر رطوبت روی عایق کابل استفاده می‌شود.

نکته۱: برخی از کابل ها فاقد غلاف می‌باشند.

نکته۲: در کابل‌هایی که تحت فشار و ضربه قرار می‌گیرند، برای حفاظت از نوارهای فلزی استفاده می‌شود که برای حفاظت غلاف کابل از لایه‌های قیرگونی نیز استفاده می‌شود.

نکته۳: در بعضی از کابل‌ها برای خنک کردن کابل از روغن استفاده می شود که محلی جهت ریختن روغن در مرکز کابل و یا در اطراف آن در نظر گرفته می شود که در نتیجه روغن مورد نیاز برای این کابل‌ها را توسط پمپ‌های مخصوص، تحت فشار مشخص وارد محفظه کابل می‌نمایند.

نکته۴: طبق استاندارد رنگ سیم محافظ(ارت) باید سبز و زرد (راه‌راه) باشد، رنگ سیم نول باید آبی انتخاب گردد و سیم فاز می‌تواند هر رنگی به جز این دو باشد.

- **چند نکته در مورد انتخاب کابل مناسب:**

می‌دانید که هر کابلی با سطح مقطع معین قادر به انتقال جریان مشخص می‌باشد که اگر از آن حد بیشتر گردد، باعث کوتاه شدن عمر و یا سوختن کابل وبروز حوادثی خواهد شد لذا در طراحی یک شبکه باید سه اصل زیر رعایت شود.

۱- جریان برق از حد مجاز جریان کابل تجاوز نکند.

۲- افت ولتاژ نباید بیشتر از حد مجاز گردد.

۳- درباره سطح مقطع انتخاب شده از نظر افت توان، محاسبات اقتصادی صورت گیرد.

- **طریقه شناسایی کابل ها**

N: علامت کابل با سیم مسی که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده است.

NA : علامت کابل با سیم آلومینیومی که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده است.

Y: علامت عایق پروتودور (اولین Yدر ردیف حروف)

Y: روپوش پروتودور (دومین حرف Yدر ردیف حروف)

H: علامت ورق متالیزه

T: سیم تحمل کننده (در برابر کابل‌های هوایی)

R: حفاظت فولادی سیم نواری شکل یا زره

C: در کابل‌های فشار ضعیف علامت سیم صفر و در کابل‌های فشار قوی علامت سیم حفاظت و یا سیم نول (صفر) می‌باشد

B: حفاظت فولادی نواری شکل

Re: سیم گرد یک رشته‌ای (مفتولی)

Rm: سیم گرد چند رشته (افشان)

se: سکتور شکل و یک سیمه (مثلثی مفتولی)

sm: سکتور شکل و چند سیمه (مثلثی افشان)

مثال : مفهوم اعداد و حروف زیر در مورد یک کابل چیست؟

NYY 4*4 re0/61KV

یعنی کابل زمینی نرمال چهار سیمه با مقطع گرد تک رشته به مقطع mm^2 ۴ با روپوش و عایق پروتودور و برای فشارKV ۰/۶ بین سیم فاز و نول و ۱KVبین دو فاز.

- **محاسبه سطح مقطع کابل**

می‌دانیم که بر اثر عبور جریان الکتریکی از کابل و هادی گرما به وجود می‌آید، چنانچه مقدار این گرما زیاد باشد، باعث سوختن عایق کابل می‌گردد، از طرفی چنانچه مقاومت کابل از حد معمول زیادتر باشد باعث ایجاد افت ولتاژ در کابل شده و در نتیجه ولتاژ دو سر مصرف‌کننده از ولتاژ شبکه کمتر بوده و ممکن است مصرف کننده درست کار نکند. مقدار افت ولتاژ بوجود آمده درکابل از ضرب جریان عبوری در مقاومت کابل بدست می‌آید، برای کلیه مصرف کنندگان نبایستی افت ولتاژ بیشتر از ۵ درصد گردد که این مقدار برای وسایل موتوری نباید بیشتر از ۳ درصد گردد.

سطح مقطع کابل با دانستن جریان، ولتاژ، درصد افت ولتاژ مجاز، طول کابل و جنس سیم از رابطه زیر بدست می‌آید.

محاسبه سطح مقطع کابل برای سه فاز و برای تک فاز

$$A = \sqrt{3}.L.I.COS\varphi / K.\Delta V.U \qquad A = 2.L.I.COS\varphi / K.\Delta V.U$$

A: سطح مقطع کابل بر حسب میلی متر مربع (mm^2)

L: طول مسیر بر حسب متر (m)

I: جریان بر حسب آمپر (A)

Cosφ: ضریب توان مصرف کننده

K: ضریب هدایت کامل (برای مس عدد ۵۶ و برای آلومینیوم عدد ۳۵)

Δv: افت ولتاژ مجاز بر حسب ولت (V)

U: ولتاژ بر حسب ولت (برای ۳ فاز۳۸۰V و برای تک فاز ۲۲۰V)

مثال :

می خواهیم جهت اتصال یک موتور سه فاز که جریان آن۲۰A و ضریب توان آن ۰/۷۵ می‌باشد و در فاصله ۵۰m از تابلو قرار دارد از یک کابل استفاده کنیم مطلوبست محاسبه سطح مقطع کابل؟ K =۵۶ و افت ولتاژ مجاز Δ v۰=/۰۲

$$A = \sqrt{3}.L.I.COS\varphi / K.\Delta V.U$$

$$A = \mathbf{1.73*50*20*0.75/56/0.02*380 = 3.04}$$

چون سطح مقطع بد ست آمده جزء کابل‌های ا ستاندارد نی ست بنابراین اولین شماره کابلی که مقطع آن بی شتر از مقدار محا سبه شده است را انتخاب می‌کنیم که کابل نمره ۴ خواهد بود (مراجعه شود به جدول جریان مجاز سیم‌ها)

انواع کلید

انواع کلیدهای ساده:

کلیدهای ساده به طور کلی به دو دسته تقسیم بندی می‌شوند:

- **کلید های دایمی:**

معمولاً از نظر ساختمان به صورت‌های اهرمی و غلطکی و زبانه‌ای ساخته می‌شوند که در مورد هرکدام توضیحاتی داده می‌شود:

- **کلید اهرمی ساده:**

کلید اهرمی ساده از جمله ساده‌ترین کلیدها بوده و به وسیله اهرمی که به تیغه‌های کلید نیرو وارد می‌کند ارتباط برقرار می‌نماید. تیغه‌های کلید به صورت یکنواخت به کنتاکت‌های ثابت وصل می‌شود. معمولاً از کلیدهای اهرمی بیشتر برای جدا کردن مدارهای جریان کم استفاده می‌شود. در صنعت اغلب به آن «کلید چاقویی» یا «کلید کاردی» می‌گویند. در کلیدهای جریان کمتر با استفاده از دو کنتاکت که با فاصله قرار دارند با بستن رشته سیم نازکی عمل فیوز را برای هر تیغه انجام می‌دهند و در کلیدهای قدرت بالاتر از فیوزهای کاردی در زیر تیغه استفاده می‌کنند.

- **کلید غلطکی:**

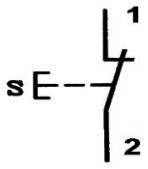
ساختمان این کلیدها از یک استوانه عایق که حول محوری به‌صورت غلطک حرکت می‌کند تشکیل شده است. در روی استوانه در قسمت‌های لازم قطعات هادی به صورت نوار قرار داده شده است. فرم استوانه و قطعات هادی به صورتی است که با حرکت استوانه حول محورش می‌تواند کنتاکت‌های ثابتی را به هم وصل یا از هم جدا کند.

- **کلید زبانه ای**

در کلید غلطکی به علت تماس و سائیدگی که بین نوار هادی و کنتاکت‌های ثابت بوجود می‌آید از عمر کلید کاسته می‌شود. به همین خاطر از کلید غلطکی کمتر ا ستفاده می شود و به جای آن از کلید زبانه‌ای ا ستفاده می شود. در این کلید به جای قرار دادن نوار هادی روی استوانه، استوانه را طوری طراحی می‌کنند که دارای برجستگی‌ها و فرورفتگی‌هایی می‌باشد که این استوانه حول محور خود حرکت کرده و زبانه‌هایی را بالا و پایین می‌برد. زبانه مزبور کنتاکت‌های متحرک را به کنتاکت‌های ثابت وصل یا آنها را از هم جدا می‌کند. این کلید به صورت رو کار یا توکار به کار می‌رود.

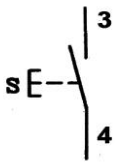
- **کلیدهای لحظه‌ای (شستی‌ها)**

شستی استوب:



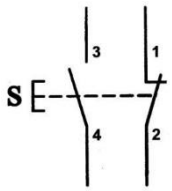
با فشار دادن شستی، مدار قطع شده و با رها کردن شستی مدار وصل خواهد شد.

شستی استارت:



با فشار دادن شستی، مدار وصل شده و با رها کردن شستی مدار قطع خواهد شد.

شستی استارت استوپ دوبل:



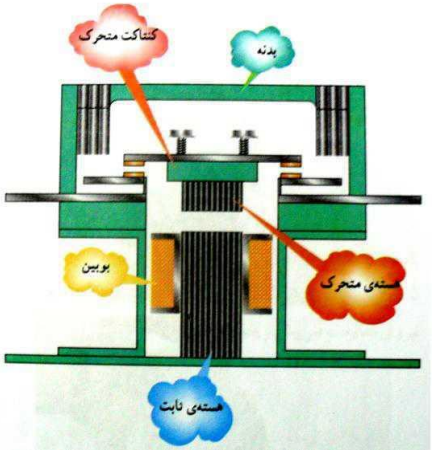
با فشار دادن شستی به طور همزمان یک مدار وصل شده و مدار دیگری قطع خواهد شد و با رها کردن آن، مدار به حالت اول خود برمی‌گردد.

- **کنتاکتور:**

کنتاکتور نیز یک رله است که مانند کلید ساده سه فاز دارای سه کنتاکت برای وصل مدار قدرت و کنتاکت‌های کمکی جهت مدار فرمان می‌باشد و اساس کارش بر مبنای بوبین سیم پیچی با هسته آهنی است.

سیم پیچ کنتاکتور ممکن است با جریان مستقیم یا متناوب و یا ولتاژهای ۳۳۰ ، ۲۲۰ ، ۱۲۷ ، ۱۱۰ ولت و ... و با جریان کم تحریک شود. هسته‌ی آهنی از دو قسمت که یکی ثابت و دیگری متحرک است ساخته شده است.

الف



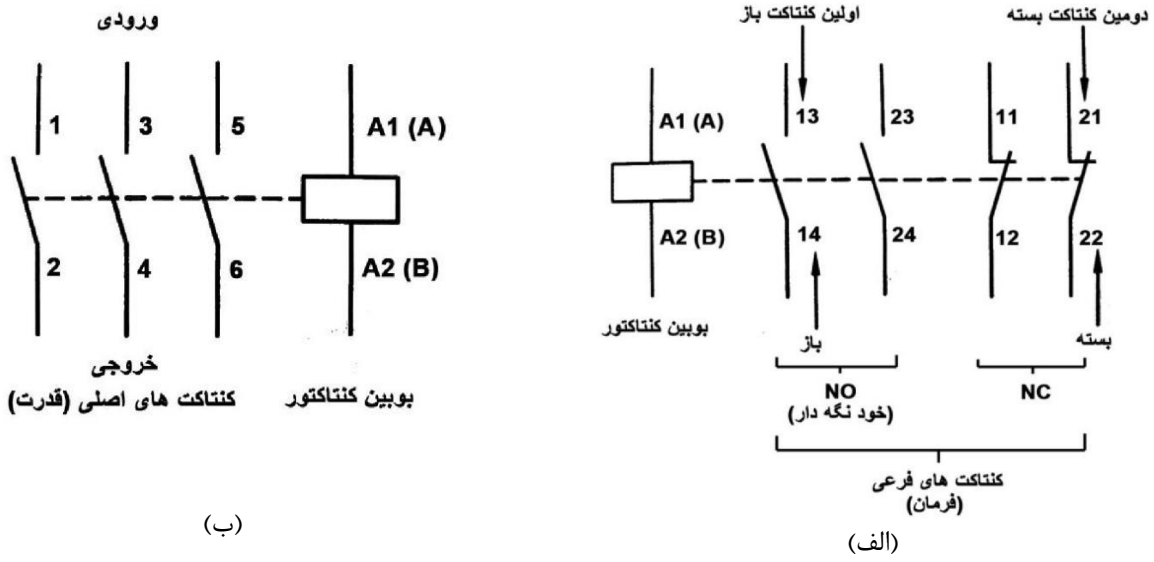
ب

شکل پ- ۱۲ الف) کنتاکتور؛ ب) نمای داخل کنتاکتور

مطابق شکل پ- ۱۲ب) قسمتی که در زیر قرار گرفته، ثابت و قسمت بالائی متحرک است و توسط فنر از قسمت ثابت فاصله می‌گیرد. سیم پیچ کنتاکتور روی قرقره پیچیده در وسط هسته جای می‌گیرد. زمانی که این بوبین تحریک شود بخش ثابت هسته، بخش متحرک را به سمت خود می‌کشد و هنگامی که بوبین از منبع انرژی قطع شود فنرها قسمت متحرک را مجدداً به جای خود بر می‌گردانند. بروی قسمت متحرک، کنتاکت‌های کنتاکتور نصب شده است که با حرکت هسته بالا و پایین می‌روند و با کنتاکت‌های ثابتی که در اطراف کنتاکتور قرار دارد تماس برقرار می‌کنند. بدین ترتیب که کنتاکت‌هایی که از نظر الکتریکی باز بودند، در اثر جذب هسته بالایی بسته و کنتاکت‌های بسته باز می‌شوند.

کنتاکت‌های یک کنتاکتور به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند:

کنتاکت‌های اصلی برای ورود جریان سه فاز از شبکه به مصرف‌کننده و کنتاکت‌های فرعی به عنوان کنترل در مدار فرمان عمل می‌کنند. معمولاً جریانی که کنتاکت‌های فرعی می‌توانند از خود عبور دهند کمتر از جریانی است که کنتاکت‌های اصلی از خود عبور می‌دهند.



شکل پ- ۱۳ (الف) کنتاکت‌های فرعی، (ب) کنتاکت‌های اصلی

- **مزایای کنتاکتورها:**

۱- مصرف‌کننده از راه دور کنترل می‌شود.

۲- از چند نقطه می‌توان مصرف‌کننده را کنترل کرد.

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

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

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

۶- عمر موثر آنها بیشتر است.

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

- **رله کنترل فاز:**

همه ما با اصطلاحاتی مانند برق دو فاز شده است و یا سیم نول قطع شده و یا تقارن فازها به هم خورده است آشنا هستیم و خطرات آن را نیز می‌دانیم. در گذشته در مدارات حساس بصورت کنتاکتوری برخی عیوب مشخص می‌گردید و چراغ ها و زنگ‌های آلارم فعال می‌گردید و برق شبکه قطع می‌شد. ولی این مدار اولاً نمی‌توانست کلیه عیوب را تشخیص دهد، از طرف دیگر قابل استفاده در کلیه اماکن و تابلوهای برق نبود.

با پیشرفت علم الکترونیک این عیوب مورد برر سی قرار گرفت و در نهایت د ستگاه‌هایی به نام رله کنترل فاز ساخته شد که متنا سب با توانایی شرکت سازنده مجهز به امکانات کمتر یا بیشتر می‌باشد ولی در کل یک رله کنترل فاز باید عیوب زیر را تشخیص دهد.

۱- قطع شدن فازها (یک فاز ، دو فاز و یا سه فاز) یا سیم نول

۲- تغییر توالی فازها

۳- افزایش یا کاهش بیش از حد مجاز ولتاژ

۴- عدم تقارن بیش از حد ولتاژ سه فاز

۵- شوک‌های ناشی از قطع و وصل برق

شکل پ- ۱۴ رله کنترل فاز

رله‌های کنترل فاز دارای یک بوبین می‌باشند که در صورت کلیه شرایط عمل نموده و تیغه‌ی باز خود را می‌بندند، درنتیجه این تیغه باید در مسیر مدار فرمان قرار گیرد.

برای تشخیص رله از وضعیت برق شبکه باید هر سه فاز و سیم نول وارد رله کنترل فاز گردد، در نتیجه به یک رله کنترل فاز حداقل ۵ سیم متصل است.

در این قسمت به تشریح رله کنترل فاز شرکت میکرو میپردازیم.

این رله دارای ۷ پیچ اتصال می‌باشد که به ترتیب عبارتنداز:

۱- L۱ و L۲ و L۳ که به ترتیب به سه فاز متوالی شبکه متصل می‌شود.
۲- MP ترمینال سیم نول می‌باشد که باید به سیم نول متصل گردد.
۳- ترمینال شماره ۱۵ ، ۱۶ و ۱۸ که پیچ کنتاکت‌ها در مدار فرمان می‌باشد.

این رله دارای ۵ LED می‌باشد. دو LED سبز و سه LED قرمز که به ترتیب عبارتند از:

۱- LED سبز با علامت U: در صورت اتصال سه فاز و سیم نول به رله این چراغ روشن می‌شود.
۲- LED سبز با علامت R: در صورت عملکرد صحیح رله، این چراغ روشن می‌شود.
۳- LED قرمز با علامت P: در صورت قطع فاز یا فازها و قطع سیم نول یا جابجایی فازها و یا پایین بودن درجه حساسیت رله، این چراغ روشن می‌شود.
۴- LED قرمز با علامت U< : در صورت خطای کاهش ولتاژ شبکه این چراغ به عنوان چراغ خطا روشن می‌شود.
۵- LED قرمز با علامت U> : در صورت خطای افزایش ولتاژ شبکه این چراغ به عنوان چراغ خطا روشن می‌شود.

این رله دارای سه رنج تنظیم می‌باشد که به تریتب عبارتند از:

۱- **زمان تاخیر در وصل**: که از یک تا ۳۰ ثانیه قابل تنظیم است و بر روی هر زمانی که تنظیم شود، در صورت صحت کلیه موارد بعد از زمان انتظار (زمان تنظیم شده) رله عمل خواهد کرد و چراغ R روشن می‌شود.

۲- **زمان تاخیر در قطع**: زمان عکس العمل رله (قطع رله) در موارد بروز عیب بر اساس زمان تنظیم شده توسط این رنج تنظیم، مشخص می‌شود. این زمان در این مدل رله از ۱ تا ۱۵ ثانیه تنظیم می‌شود.

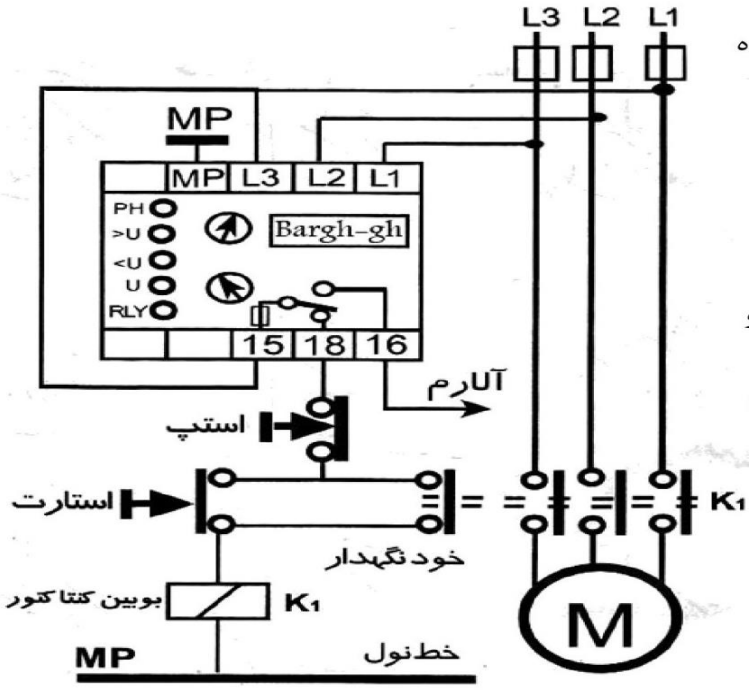
۳- **حساسیت قطع فاز**: با این درجه تنظیم می‌توان نامتقارنی و ولتاژ برگشت را جهت قطع خروجی انتخاب نمود. در این مدل رله، حساسیت از ۳ تا ۳۰ قابل تنظیم می‌باشد.

در اکثریت موارد حساسیت بین ۱۵ تا ۲۰ درصد مناسب می‌باشد. در موتورهایی که ولتاژ برگشت زیادی دارند می‌توان از حساسیت ۵٪ استفاده کرد و در صورتی که عدم تقارن ولتاژ موجود در شبکه مزاحم عمل عادی رله باشد می‌توان ازحساسیت‌های ۲۰٪ تا ۳۰٪ استفاده نمود.

نحوه عملکرد رله و تست رله:

در صورت اتصال صحیح فازها و سیم نول ابتدا چراغ سبز U روشن می‌شود و در صورت متقارن بودن ولتاژها، صحیح بودن توالی فازها و تنظیم بودن حساسیت متناسب با موتور الکتریکی بعد از طی زمان تنظیم ON DELAY چراغ سبز R روشن می‌شود که معرف عملکرد رله می‌باشد. درهمین زمان کنتاکت ۱۵ رله از ۱۶ قطع و به کنتاکت ۱۸ وصل شده و اجازه عمل به کنتاکتور اصلی را می‌دهد.

در نتیجه بعد از عملکرد رله ترمینال ۱۵ و ۱۸ کنتاکت‌های بسته در مدار فرمان و ترمینال‌های ۱۵ و ۱۶ کنتاکت‌های باز در مدار فرمان خواهند بود.



شکل پ- ۱۵ نحوه عملکرد رله

معرفی PLC و آشنایی با برنامه‌نویسی PLC LOGO

مقدمه

در این پیوست ابتدا به آشنایی با PLC می‌پردازیم و با مفاهیم اساسی در مورد این کنترل‌کننده آشنا می‌شویم و در ادامه به نحوه برنامه نویسی PLCهای Logo ساخت شرکت زیمنس پرداخته خواهد شد. PLC های شرکت زیمنس در سه دسته‌بندی وارد بازار شدند.

۱- PLC های خانواده SIMATIC STEP5: جزء اولین کنترلرهای ساخت شرکت زیمنس می‌باشد.

۲- PLC های خانواده SIMATIC STEP7: به‌منظور ارتقای سیستم و همچنین تطابق بیشتر با استانداردهای IEC این خانواده معرفی شدند.

۳- PLC های خانواده LOGO: با توجه به هزینه بسیار بالای PLC های بزرگ این، استفاده از آن‌ها در کاربردهای کوچک مقرون به صرفه نبود. شرکت زیمنس برای رفع این نقص نوعی از کنترل‌کننده‌های خود را با نام LOGO به بازار عرضه نمود.

PLC مورد استفاده در آموزنده‌های تاسیسات الکتریکی شرکت دانش بنیان ابزارآزما، از شرکت زیمنس و از خانواده LOGO می‌باشد. مدل این PLC، 230RC می‌باشد.

ماهیت PLC یک میکروپروسسور است اما به‌گونه‌ای ساخته شده که به دلیل نویز پذیری خیلی کمی که دارد در صنعت و محیط‌های نویزپذیر بسیار کاربرد دارد. درگذشته دستگاه‌های کارخانجات بر اساس تعداد زیادی رله و کنتاکتور عمل می‌کردند یا به عبارت دیگر اپراتور بر اساس تعداد زیادی شستی و کلید دستگاه‌های مختلف را کنترل می‌نمود. اما چنین کارخانه‌هایی همواره با ۴ مشکل عمده مواجه بودند:

۱- هرگونه تغییر کوچک در طراحی با مشکل مواجه بود و بایستی بخش عمده‌ای از تابلو برق دمونتاژ و مجددا بر اساس طراحی جدید مونتاژ گردد.
۲- عیب‌یابی در چنین تابلوهایی بسیار زمان‌بر و مشکل بود.
۳- هزینه تعمیر و نگهداری این تابلوها بالا می‌باشد.
۴- این تابلوها فضای زیادی را اشغال می‌کردند.

امروزه در بسیاری از کارخانجات، فرمان کنتاکتورها و رله‌ها به کمک PLC و بدون دخالت انسان انجام می‌پذیرد در این حالت PLC برا ساس نیاز ما برنامه نویسی جایگزین تعداد زیادی کلید و شستی و اپراتور می‌گردد. در این شرایط نه‌تنها مشکلاتی که در بالا به آن اشاره شد وجود ندارد بلکه امکان ارتباط بین چند تابلو برق به کمک PLC وجود دارد. در ادامه مختصرا به معرفی اجزای داخلی یک PLC خواهیم پرداخت.

معرفی اجزای داخلی یک PLC

- **CPU:**

واحدی است که براساس برنامه‌ای که ما نوشتیم عمل می‌نماید یا به عبارت دیگر ورودی ها را بررسی می‌کند، پردازش لازم را انجام می‌دهد و نتایج را در خروجی به نمایش می‌گذارد.

- **حافظه RAM:**

حافظه موقتی است که متغیرها در آن ذخیره و درصورتی‌که برق دستگاه به هر دلیلی قطع گردد این حافظه پاک می‌شود.

- **حافظه FLASH:**

حافظه ای ا ست که برنامه‌ی ما در آن ذخیره می شود و با قطع برق تجهیز این حافظه پاک نمی شود مانند حافظه EEPROM. هرچقدر برنامه‌ی طولانی‌تری داشته باشیم نیاز به حافظه Flash بیشتری داریم.

- **منبع تغذیه:**

اجزای مختلف PLC نیاز به ســـطح ولتاژهای متفاوتی دارند به‌عنوان‌مثال CPU در برخی از PLCها نیاز به ولتاژ $3vdc$ دارد اما ماژول‌های ورودی و خروجی نیاز به ولتاژ $24vdc$ دارند. در برخی از PLCها این منبع تغذیه در داخل PLC وجود دارد اما در برخی نیاز است به صورت خارجی به PLC متصل گردد.

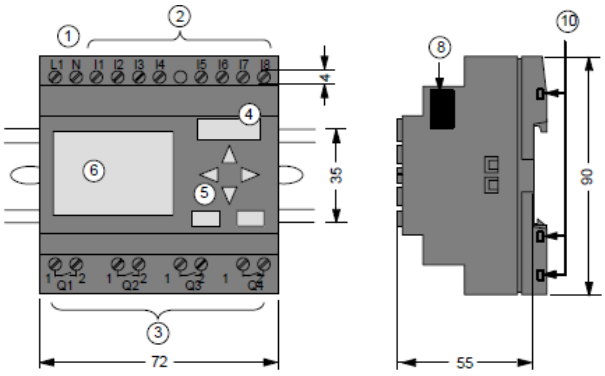
- **HMI[1]:**

یک صفحه گرافیکی ا ست که برای مواردی که نیاز ا ست انسان از وضعیت برخی تجهیزات یا شرایط سیستم آگاهی داشته باشد، مورد ا ستفاده قرار می‌گیرد. این صفحه گرافیکی با PLC شبکه می شود و اطلاعات مورد نیاز انسان به کمک PLC پردازش و از طریق HMI نمایش داده می‌شوند.

- **ماژول‌های ورودی و خروجی**

در برخی از PLCها درگاه‌های ورودی/خروجی قابل توســـعه هســـتند به این PLCها، ماژولار نیز گفته می‌شـــود اما در برخی دیگر تعداد درگاه ورودی/خروجی قابل توسعه نیست که به این PLCها ا صطلاحا،Compact نیز می‌گویند. درگاه‌های خروجی دیجیتال این PLC از نوع رله‌ای می‌باشند. و درگاه‌های ورودی آن ۲۲۰ ولت متناوب هستند.

در شکل زیر تصویر واقعیPLC زیمنس مدل 230RC را مشاهده می‌کنید که به معرفی بخش‌های مختلف آن می‌پردازیم.



شکل پ- ۱۶ معرفی بخش‌های مختلفPLC Siemens 230 RC

جدول پ- ۱ معرفی بحش‌های مختلف PLC زیمنس مدل 230RC

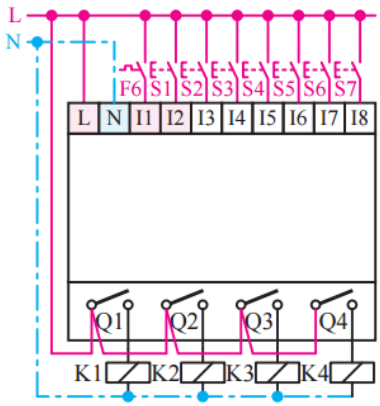
معرفی	شماره	معرفی	شماره
کلیدهای کنترل	۵	منبع تغذیه	۱
نمایشگر	۶	درگاه‌های ورودی	۲
درگاه کابل توسعه	۸	درگاه‌های خروجی	۳
سوکت مکانیکی	۱۰	درگاه کابل رابط	۴

[1] Human Machine Interface

برنامه‌نویسی PLC های خانواده LOGO

برنامه‌نویسی LOGO به دو طریق برنامه‌نویسی از طریق سخت‌افزار(LOCAL PROGRAMMING) و برنامه‌نویسی از طریق نرم‌افزار امکان‌پذیر می‌باشد.LOGO SOFT COMFORT ، نرم‌افزار مورد نیاز جهت نوشتن برنامه، تست در محیط سیمولاتور و انتقال برنامه نو شته شده به سخت‌افزار LOGO می‌با شد. در هنگام برنامه‌نویسی به طریق LOCAL، برنامه‌نویس تنها قادر به ا ستفاده از زبان FBD[۲] می‌باشد. در این گزارش سعی شده تمام نکات کاربردی که جهت استفاده از LOGO در مدارات فرمان لازم است، بیان گردد. در ادامه به نحوه‌ی سیم‌کشی ورودی و خروجی‌های PLC Logo 230 RC و پس از آن به معرفی و نحوه‌ی برنامه‌نویسی به روش Local می‌پردازیم.

هنرجویان در این قسمت اقدام به نصب LOGO ، کنتاکتورها و استارتها نموده و مانند شکل زیر سیم‌کشی کنند.



شکل پ- ۱۷ نحوه اتصال ورودی‌ها و خروجی ها به PLC Logo 230 RC

آشنایی با برنامه‌نویسی LOGO به روش Local

از طریق کلیدهای تابع روی لوگو امکان برنامه‌نویسی و ویرایش برنامه وجود دارد که به این روش Local گفته می‌شود و فقط در مدل با صفحه نمایش این امکان وجود دارد و زبان برنامه‌نویسی فقط FBD می‌باشد(شکل پ- ۱۸). دراین روش برنامه‌نویسی، برنامه از انتها به ابتدا نوشته می‌شود

شکل پ- ۱۸ مشخص کردن کلیدهای تابع برروی Logo 230 RC

[2] Function Block Diagram

نحوه برنامه‌نویسی توسط کلیدهای تابع روی Logo:

۱- با وصل شدن تغذیه لوگو در صورتی که خام باشد (بدون برنامه) پیغام طبق شکل پ- ۱۹ ظاهر می شود که دارای منوهای مختلفی است و در ادامه به اختصار به کاربرد هریک اشاره می‌گردد.

شکل پ- ۱۹ منوهای مختلف Logo

الف)Program : جهت برنامه‌نویسی

ب)Card: جهت انجام عملیات روی کارت حافظه

ج) Setup : جهت تنظیمات لوگو

د) Start: جهت تبدیل وضعیت لوگو به حالت استارت برای اجرای برنامه

۲- جهت برنامه‌نویسی وارد منوی Program می‌شویم (شکل پ- ۲۰) منوی Program شامل:

الف) Edit: جهت نوشتن و ویرایش برنامه است

ب)Clear Prg: جهت پاک کردن برنامه از روی حافظه لوگو می‌باشد

ج)Password: جهت رمزگذاری روی برنامه لوگو

شکل پ- ۲۰ تنظیمات برنامه‌نویسی Logo

۳-به منظور برنامه‌نویسی از منوی Program وارد قسمت Edit Program می شویم، گزینه New را انتخاب می‌کنیم (شکل پ- ۲۱). در این مرحله وارد محیط برنامه‌نویسی می‌شویم که به صورت پیش‌فرض مکان‌نما روی Q1 می‌باشد.

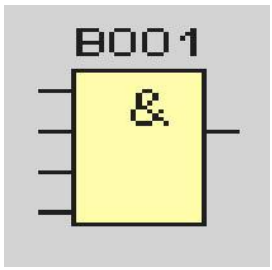
شکل پ- ۲۱ شروع برنامه‌نویسی Logo

معرفی برخی از توابع و بلوک‌های منطقی زبان برنامه‌نویسی FBD

در زبان برنامه‌نویسی FBD تمام ابزاری که در مدار باید از آن استفاده شود، اعم از شستی ها، تایمر ها، انواع بلوک های AND,OR,NOT,RS و .... وجود دارد. این بلوک‌ها بر مبنای صفر و یک عمل می‌کنند و زمانی که به یکی از ورودی های بلوک‌های منطقی پالسی دهیم، خروجی High خواهد شد و وقتی Reset یا Stop بدهیم خروجی Low خواهد شد.

تابع AND: این تابع دارای چهار ورودی و یک خروجی می‌باشد. این تابع ضرب کننده است و هنگامی که تمامی ورودی‌های تعریف شده یک شوند، خروجی فعال خواهد شد. از این تابع در مدارات برای سری کردن شستی ها و کنتاکت‌ها استفاده می‌شود.

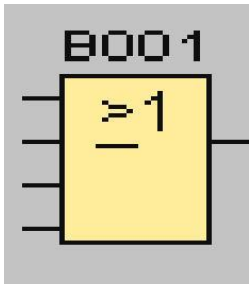
X Y	F
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1



شکل پ- ۲۲ تابع AND

تابع OR: این تابع هم دارای چهار ورودی و یک خروجی می‌با شد این تابع جمع‌کننده ا ست و هنگامی که یکی از ورودی ها یک شود خروجی فعال خواهد شد. کاربرد این تابع در مدارات برای موازی کردن کنتاکت‌ها با یکدیگر می‌باشد. بلوک این تابع در شکل پ- ۲۳ قابل ملاحظه است.

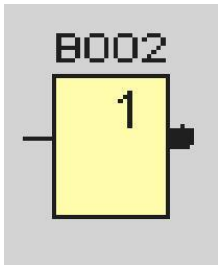
X	Y	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



شکل پ- ۲۳ تابع OR

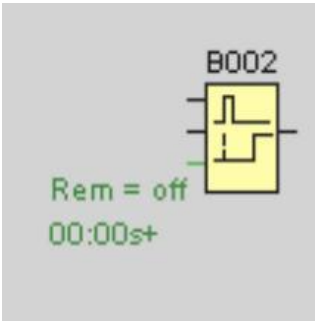
تابع NOT: این تابع دارای یک ورودی و یک خروجی می‌باشد از این تابع برای معکوس کردن استفاده می‌شود یعنی اگر ورودی یک باشد خروجی صفر و اگر ورودی صفر باشد خروجی یک خواهد شد.

X	F
0	1
1	0



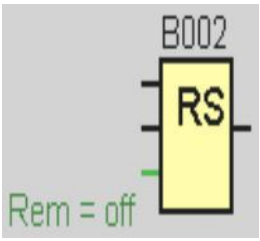
شکل پ- ۲۴ تابع NOT

تایمر Retentiv/ On Delay: از این تایمر بیشتر در مدارات اتوماتیک استفاده می شود به محض اینکه پالس ورودی Trg داده می شود تایمر شروع به شمارش خواهد کرد و پس از زمان طی شده خروجی فعال شده و فعال باقی می‌ماند در اصل این تایمر دارای نگه‌دارنده است.



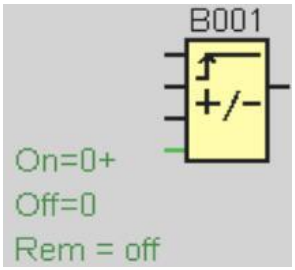
شکل ۲-۱۸ تایمر Retentiv/On Delay

تابع RS(Latching Relay): این تابع شبیه یک START/STOP که در اصل یک فلیپ فلاپ (Set/Reset) است که البته Reset دارای تقدم می‌باشد. چنانچه R و S همزمان فعال شود خروجی Reset می‌شود.



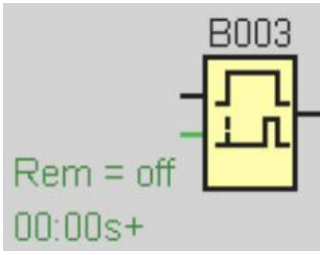
شکل پ- ۲۵ تابع RS

تابع شمارنده(Up/Down Cunter): این تابع دارای سه ورودی می‌باشد که عبارتند از Cnt وDir و Reset می‌باشد. اگر وضعیت ورودی Cnt از 0 به 1 رود، Cunter شروع به شمارش خواهد کرد. ورودی Dir جهت شمارش را تعیین می‌کند. Dir=0 شمارش صعودی و Dir=1 شمارش نزولی خواهد بود.



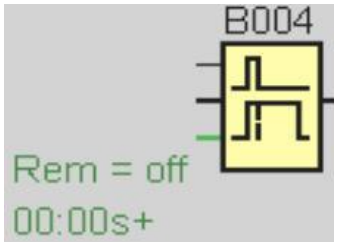
شکل پ- ۲۶ تابع شمارنده

تایمر ON Delay : تایمر تاخیر در وصل خروجی است. این تایمر زمانی که یک می‌شود که زمان تعیین شده طی شود. ورودی Trg برای Start به‌کار می‌رود و پارامتر T برای تنظیم زمان به‌کار می‌رود.



شکل پ- ۲۷ تایمر ON Delay

تایمر OFF Delay : تایمر تاخیر در قطع خروجی ا ست. در این تایمر پایه‌ی Trg به صورت لحظه‌ای فعال می شود و خروجی فعال باقی می‌ماند. ورودی R خروجی را صفر می‌کند و پارامتر T برای تنظیم زمان به‌کار می‌رود.

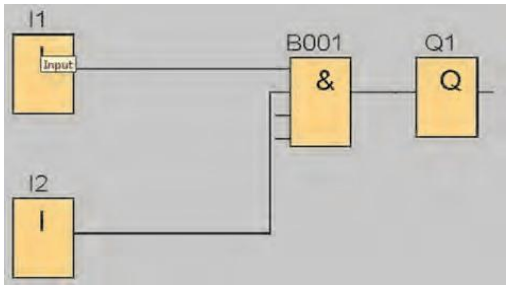


شکل پ- ۲۸ تایمر OFF Delay

استفاده از توابع عمومی در حالت Local

منظور از توابع عمومی ا ستفاده از گیت‌های منطقی برای ساخت خروجی‌ها می‌با شد. برای مثال گاهی اوقات در فرآیندهای صنعتی برای روشن شدن موتور از دو محل نیاز است دوشستی قرار دهیم تا با وصل شدن هر یک به تنهایی، موتور روشن شود اگر بخواهیم برنامه‌ای بنویسیم که Logo، این کار را انجام دهد کافی است یک گیت OR انتخاب کنیم تا در صورتی که هر یک از ورودی‌های این گیت یک شود،Logo خروجی مربوطه را یک و موتور روشن شود. ادامه‌ی این بخش را با حل یک مثال بیان خواهیم نمود.

مثال: برنامه‌ی AND با دو ورودی I1 و I2 مطابق شکل پ- ۲۹ را در PLC وارد نمایید و با تایید مربی آن را آزمایش کنید. در کلیه مراحل بهتر است برنامه را بر روی کاغذ نوشته وسپس به ترتیب بر روی LOGO وارد کنیم.



شکل پ- ۲۹ برنامه AND منطقی دو ورودی و نمایش حاصل در خروجی به زبان FBD

۱- وقتی وارد محیط برنامه می‌شـــویم مکان نما برروی Q1 قرار دارد با زدن کلید کنترل چپ، مکان‌نما بر روی In قرار می‌گیرد، با زدن کلید OK، مکان‌نما به‌صورت چشمک‌زن می‌شود.

۲- در این حا لت با فشـــردن ▲ یا ▼ گزینه‌های زیر را مشاهده می‌کنیم. (شکل پ- ۳۰)

الف) GF توابع عمومی ب) SF توابع ویژه ج) غیره

شکل پ- ۳۰ نمایش گام دوم برنامه‌نویسی

۳- برای وارد کردن گیت هـــــــای منطقی با کلیدهای گزینه GF را ▲ یا ▼ انتخاب نموده و کلید OK را می زنیم.

شکل پ- ۳۱ نمایش گام سوم برنامه‌نویسی

۴- با فشـــــــــردن کلیدهای به ▲ یا ▼ ترتیب گیت‌ها عوض می شـــود. گیت AND را انتخاب نموده و کلید OK را فشار دهید.

شکل پ- ۳۲ نمایش گام چهارم برنامه‌نویسی

گیت ها عبارتند از:

۱-AND ؛ ۲- AND(Edge) ؛ ۳- NAND ؛ ۴- NAND(Edge) ؛ ۵- OR ؛ ۶- NOR ؛ ۷-XOR

به هر بلوک به‌صورت اتوماتیک شماره‌ای اختصاص داده می‌شود(B01). حال ما باید ورودی‌های این بلوک را تنظیم کنیم.

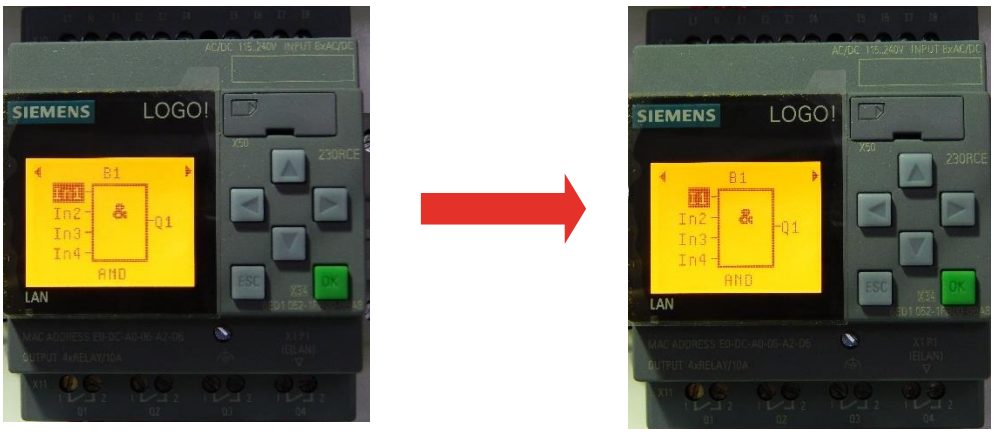
۵- با زدن کلید چپ مکان‌نما برروی اولین ورودی قرار می‌گیرد.

شکل پ- ۳۳ نمایش گام پنجم برنامه‌نویسی

۶- پس از اینکه مکان‌نما بر روی اولین ورودی قرار گرفت می‌توان با فشـردن کلید OK، شـماره پایه ورودی موردنظر را انتخاب کنیم. در این مرحله با ف شردن کلیدهای می‌توانیم یا حا لت های مختلف ورودی تعریف کنیم مثلا می‌توانیم این ورودی را، خروجی یک تابع عمومی تعریف کنیم.

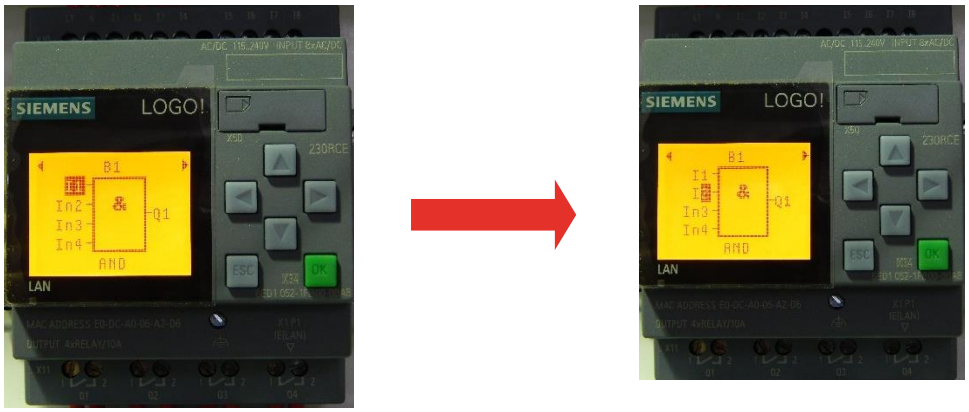
شکل پ- ۳۴ نمایش گام ششم برنامه‌نویسی

۷ - با کلیدهای گزینه ◢ یا ◥ I1را انتخاب نموده و کلید OK را می‌زنیم. در چنین شرایطی باید یک شستی یا کلید به ورودی I1، متصل کنیم.



شکل پ- ۳۵ نمایش گام هفتم برنامه‌نویسی

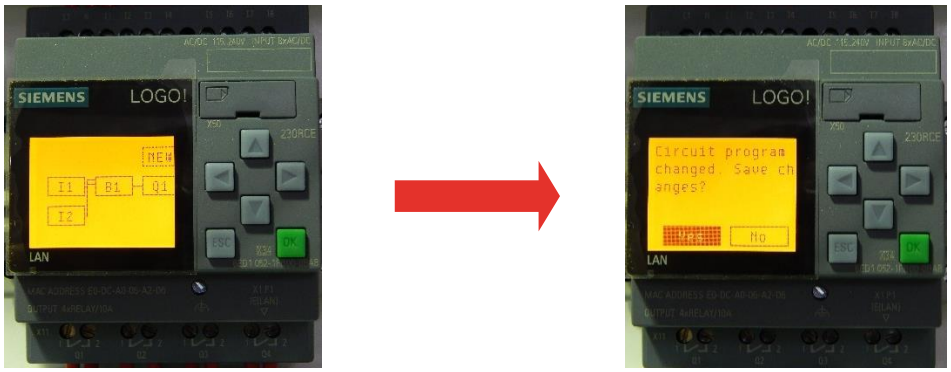
۸- جهت وارد کردنI2 ، مکان‌نما را روی In2 قرار داده و OK را فشار دهید. حال شماره‌ی این ورودی را ۲ قرار دهید و پس از آن کلید OK را فشار دهید(شکل پ- ۳۶ **Error! Reference source not found.**).

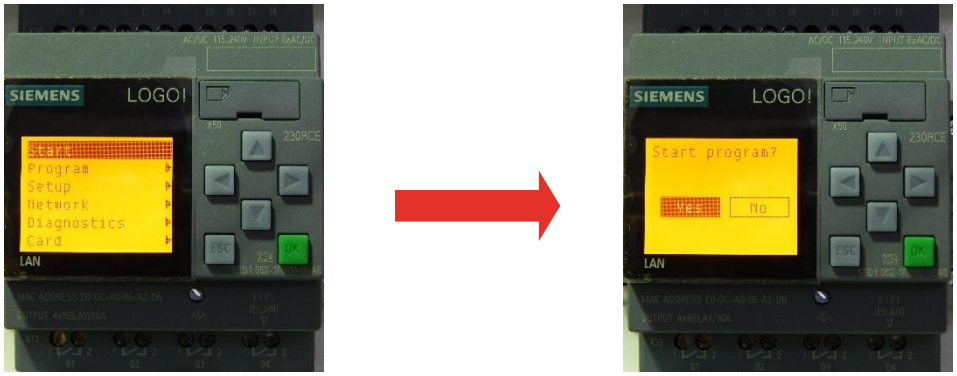


شکل پ- ۳۶ نمایش گام هشتم برنامه نویسی

پس از پایان برنامه Q1 در صورتی‌که بقیه خروجی‌ها لازم باشد مراحل ۱ تا ۸ را تکرار می‌کنیم و به همین ترتیب تک‌به‌تک برنامه لازم در مسیر هر خروجی را ویرایش می‌کنیم.

پس از پایان ویرایش برنامه با کلید ESC به صفحه اصلی رفته و حالت کار LOGO را Start انتخاب کنید(شکل پ- ۳۷)





شکل پ- ۳۷ پایان ویرایش برنامه انتخاب حالت کار Logo

در حین تست اگر بخواهیم وضعیت ورودی و خروجی را ببینیم کافی است با مکان‌نمای چپ به صفحه مورد نظر برویم. در این صفحه، یک شدن ورودی و خروجی به صورت‌های لایت خاکستری نمایش داده می‌شود.

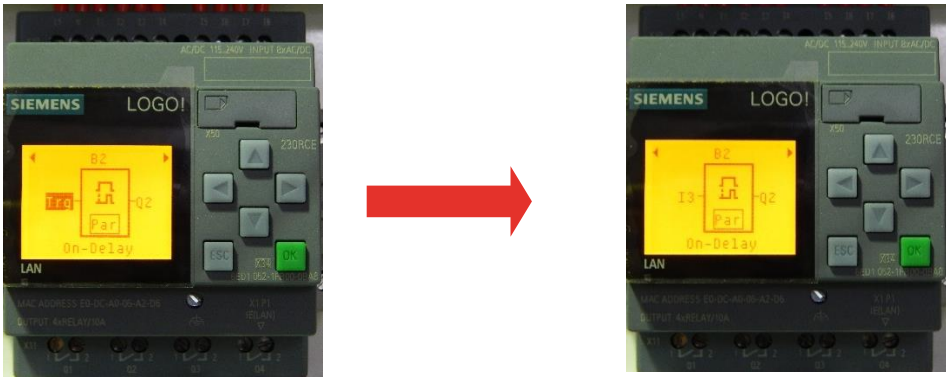
شکل پ- ۳۸ نحوه مشاهده وضیت ورودی و خروجی‌ها در حین اجرای برنامه

استفاده از تایمر در حالت Local:

۱- در پایه مورد نظر کلید OK را بزنید و با مکان‌نما گزینه SF را انتخاب کنید و کلید OK را بزنید. در این حالت اولین تایمر باز می شود که با فشـار دادن کلید OK و اسـتفاده از کلیدهای جهتی بالا و پایین می‌توان انواع مختلف توابع ویژه که در PLC Logo وجود دارد را مشاهده نمود. تایمر On/Delay را انتخاب نموده و OK را فشار دهید و با کلید جهتی چپ، مکان‌نما را به پایه‌ی تریگر منتقل کنید.

شکل پ- ۳۹ ورود به تنظیمات تایمر Logo

۲-در این مرحله باید پایه تریگر محلی که تایمر را فعال می‌کند؛ تعریف شود که در این مثال I3 در نظر گرفته شده است.



شکل پ- ۴۰ تنظیم تریگر محلی در ورودی برای فعال کردن تایمر

۳- به کمک کلیدهای جهتی بر روی قسمت Par رفته و زمان تایمر را تنظیم کنید و کلید ESC را فشار دهید.

شکل پ- ۴۱ تنظیم زمان تایمر

Uploadو Download برنامه از طریق نرم‌افزار:

Download یا ارسال برنامه از رایانه به LOGO

برای ارسال برنامه به سه صورت می‌توانیم عمل کنیم

۱- نوار ابزار آیکن ۲- منویTransfer-Tools->Logo! PC ۳-کلیدهای میانبرCtrl+D

با انتخاب یکی از سه روش برنامه به LOGO ارسال می‌شود

شکل پ- ۴۲ دانلود برنامه از رایانه به Logo

درحین ارسال برنامه وضعیت LOGO تبدیل به Stop می‌شود. به همین دلیل لازم است پس از پایان ارسال برنامه توسط آیکن وضعیت LOGO از طریق نرم‌افزار به حالت Start تبدیل شود. با همین آیکن می‌توان از طریق نرم‌افزار حالت LOGO را از Stopبه Start و بالعکس تبدیل نمود .در صورتی که برنامه ارسال نشود و پیغام شکل پ- ۴۳ ظاهر شود لازم است موارد زیر بررسی شود:

۱-LOGO روشن باشد

۲-کابل رابط وصل باشد

۳- گزینه Interface New Select را انتخاب نموده و محل اتصال کابل Logo به رایانه را کنترل کنید. به‌عنوان‌مثال اتصال به COM2یاCOM1

۴- اگر کابل از نوع USB است لازم است Driver مربوطه نصب شده و محل اتصال USB تعیین شود

۵- نسخه نرم‌افزار با LOGO یکی باشد یا نسخه نرم‌افزار بالاتر باشد. (برای نسخه ۶ لازم است از نرم‌افزار نسخه ۶ یا بالاتر استفاده شود)

شکل پ- ۴۳ پیغام خطای رایج در هنگام دانلود برنامه به Logo

Upload برداشتن برنامه از Logo

برای برداشتن برنامه از Logo به ۳ صورت می‌توانیم عمل کنیم

۱- نوار ابزار آیکن

۲- منوی TRANSFER-TOOLS! Logo–> PC

۳- کلیدهای میانبرU+C

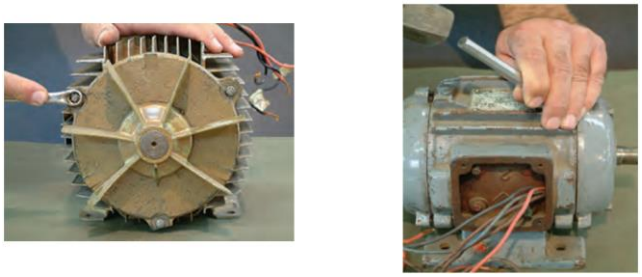
بازپیچی موتور سه‌فاز

مرحله اول: باز کردن قطعات مکانیکی و آماده کردن استاتور است. به ترتیب زیر عمل نمایید

۱ـ ابتدا با پولیکش، پولی موتور را از محور جدا کنید

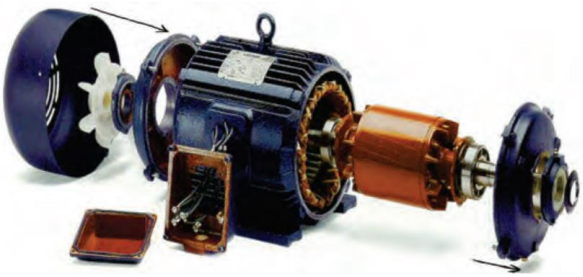
شکل پ- ۴۴ جدانمودن پولی از محور موتور

۲ـ بعد با سمبه درپوش بدنه را علامت‌گذاری کنید. سپس پیچ‌های موتور را با انتخاب آچار مناسب باز کرده و پس از باز کردن جعبه اتصالات با قلم درپوش‌ها را جدا کنید



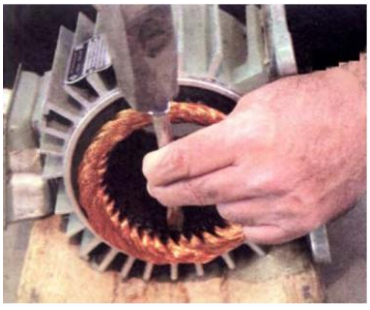
شکل پ- ۴۵ بازکردن پیچ‌ها و درپوش

۳- ترتیب و توالی بازنمودن موتور در شکل زیر نشان داده شده است



شکل پ- ۴۶ ترتیب و توالی بازکردن قطعات موتور

۴ـ در این مرحله باید با قلم و چکش سیم‌های داخل استاتور را از یک سمت قطع کنید تا آماده خارج شدن از داخل شیار باشد.



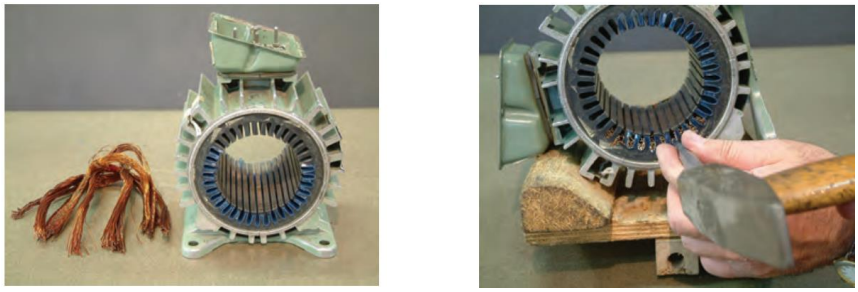
شکل پ- ۴۷ نحوه استفاده از قلم جهت قطع سیم‌پیچی ها

در این مرحله حرارت دادن استاتور و یا غوطه‌ور نمودن آن در حلال لاک سیم‌پیچی به خارج کردن آسانتر سیم‌پیچی ها کمک می‌کند

۵- چون سیم‌پیچی گرم و انعطاف‌پذیر شده است، حالا می‌توانید مطابق شکل زیر عایق روی سیم‌پیچی‌هارا خارج کنید

شکل پ- ۴۸ خارج نمودن سیم‌پیچی ها از داخل شیار

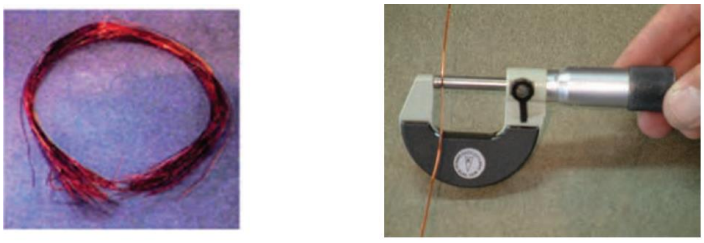
۶- پس از خارج کردن عایق‌ها می‌توانید سیم‌پیچ‌های سوخته داخل موتور را مطابق شکل زیر از داخل استاتور خارج کنید



شکل پ- ۴۹ سیم‌های خارج شده از داخل شیار

۷- برای سیم‌پیچی مجدد داخل استاتور لازم است تا داخل آن را به‌طور کامل تمیز کرد. برای این کار می‌توانید از برس سیمی و یا به کمک هوای متراکم بادگیری کنید

۸- در این مرحله باید قطر سیم‌های خارج شده از استاتور را توسط میکرومتر اندازه‌گیری کرده و همچنین تعداد دور یک کلاف را شمارش نموده و سپس مقدار آنها را به پرونده موتور انتقال دهید



شکل پ- ۵۰ اندازه‌گیری قطر سیم و شمارش تعداد دور یک کلاف

۹- در این قسمت مطابق شکل زیر طول و قطر داخلی استاتور را اندازهگیری کرده و در شناسنامه موتور ثبت کنید

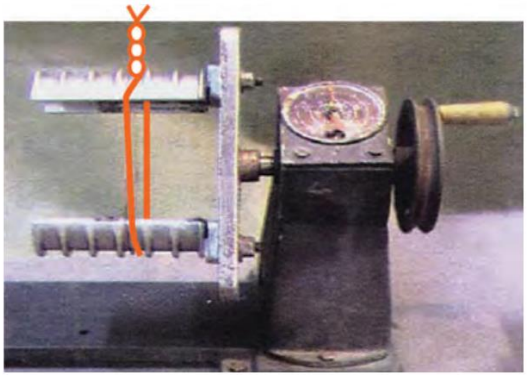
شکل پ- ۵۱ اندازه‌گیری طول و قطر داخلی استاتور

۱۰- داخل شیارهای استاتور را باید با کاغذ عایق (کاغذ پرشمان) متناسب با ولتاژ فازی موتور انتخاب کرده و عایق‌بندی کنید. با توجه به اینکه ولتاژ خطی شبکه ایران ۴۰۰ ولت و ولتاژ فازی ۲۳۰ ولت است لذا ضروری است شیارها را با کاغذ به ضخامت ۰,۳ تا ۰,۵ عایق‌بندی کرد تا سیم‌ها در داخل استاتور با هسته استاتور تماس نداشته باشند

شکل پ- ۵۲ محل قرارگیری کاغذ عایق پرشمان

مرحله دوم: در این مرحله اقدام به تهیه قالب مناسب جهت پیچیدن کلاف و سپس سیم‌پیچی مجدد موتور خواهد شد

۱۱- پس از تهیه اندازه مناسب کلاف، باید قالب‌ها را به اندازه تهیه شده، بر روی دستگاه کلاف‌پیچ تنظیم کرده و سپس کفشک‌ها را با پیچ مهره روی بدنه محکم کنید تا تنظیم قالب‌ها به هم نخورد



شکل پ- ۵۳ تنظیم کفشک‌های کلاف‌پیچ بر اساس قالب تهیه شده

۱۲- پس از مشخص شدن اندازه کلاف الگو و تنظیم کلاف‌پیچ می‌توانید اقدام به پیچیدن کلاف‌های موتور کنید. با توجه به تعداد دور شمارش شده، شکل سیم‌پیچی و به تعداد q باید اقدام به پیچیدن کلاف‌ها کنید.

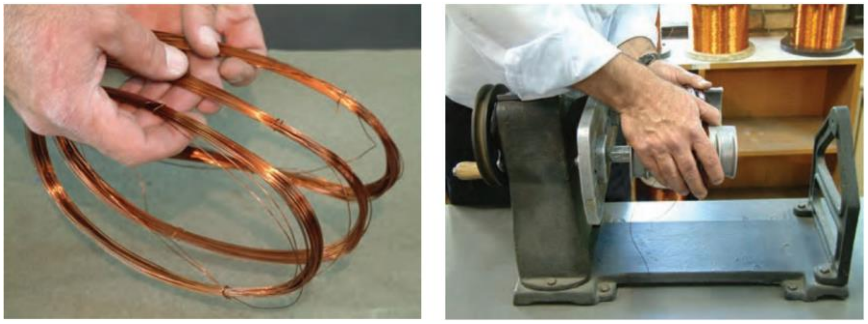
شکل پ- ۵۴ کلاف الگو و کلاف‌پیچی

۱۳- در شکل زیر یک کلاف که به‌طور صحیح پیچیده شده و یک کلاف که به طور غلط پیچیده شده و حلقه‌های آن در هم است، مشاهده می‌کنید

شکل پ- ۵۵ کلاف صحیح و کلاف غلط

۱۴- پس از اتمام کار سیم‌پیچی کلاف‌ها باید بازوهای کلاف‌ها را، با نخ یا سیم‌های مستعمل بست تا در هنگام جا زدن بازوها در داخل شیارها، رشته سیمهای کلاف باز نشده و مزاحمتی ایجاد نکنند.

۱۵- در این مرحله مهره کلاف‌پیچ را شل نموده و فک‌های کلاف‌پیچ را جمع کنید تا کلاف‌ها آزاد شوند سپس کلاف‌ها را به گونه‌ای تقسیم کنید که هر کلاف q پیچک داشته باشد و از کلاف‌پیچ جدا کنید



شکل پ- ۵۶ آزاد کردن کلاف و تقسیم‌بندی آن

۱۶- جا زدن کلاف‌های موتور را خود تا تکمیل شدن تمامی شیارها باید ادامه داده و تمامی شیارهای استاتور را کامل کنید

شکل پ- ۵۷ جازدن سیم‌پیچ

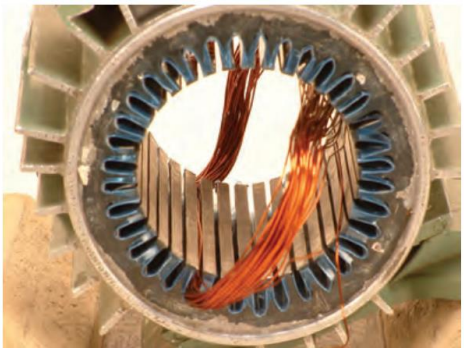
۱۷- هنگام جا زدن، با قرار دادن سیم‌ها در درون شیار استاتور، باید دقت داشت که مانند شکل پ- ۵۸ الف) یک یا چند حلقه از کلاف کشیده نشود یا به صورت متقاطع قرار نگیرد، زیرا در این صورت، علاوه بر اینکه زیبایی سیم پیچ از بین می‌رود، خطر پاره شدن یا اتصال کوتاه بین سیم‌ها نیز وجود دارد. در عین حال، زمان بیشتری صرف جا زدن بازوها در داخل شیار خواهد شد.

الف

ب

شکل پ- ۵۸ جازدن کلاف به طور الف) غلط؛ ب) صحیح

۱۸- پس از جا زدن هر کلاف، برای اینکه برای کلاف‌های بعدی جای کافی با شد و علاوه بر آن، در هنگام جا زدن و چرخیدن موتور نیز به سیم‌ها صدمه‌ای وارد نشود باید به کمک انگشتان شست و سبابه مانند شکل ۴۱در دو محلی که کلاف از شیار خارج میشود، کلاف را به سمت خارج از استاتور فشار دهید تا کلاف در دو لبه شیار، تا خورده و فضای خالی مناسب برای کلاف‌های بعدی ایجاد شود.



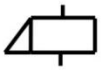
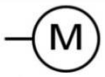
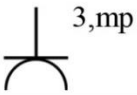
شکل پ- ۵۹ طریقه کلاف‌گذاری

جداول راهنما

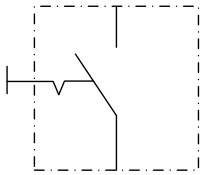
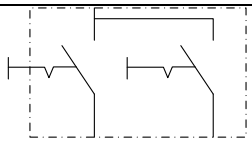
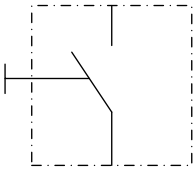
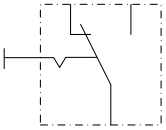
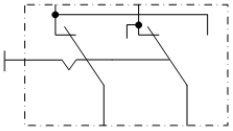
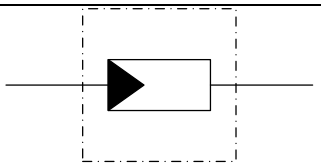
جدول پ- ۲: علائم استاندارد الکتریکی

ردیف	نام	علامت	ردیف	نام	علامت
۱	جریان مستقیم	—	۱۷	فیوز	
۲	جریان متناوب تک فاز با فرکانس ۵۰ هرتز	1~ 50 Hz	۱۸	فیوز سه فاز	
۳	جریان متناوب سه فاز با فرکانس ۵۰ هرتز	3~ 50 Hz	۱۹	مقاومت	
۴	جریان متناوب سه فاز با فرکانس ۵۰ هرتز همراه با سیم نول	3, Mp ~ 50 Hz	۲۰	بوبین	
۵	سیم حامل جریان (فاز)		۲۱	فتوسل	
۶	سیم نول	- - - - - -	۲۲	دیمر	
۷	سیم محافظ (ارت)	— · — · — ·	۲۳	لامپ	
۸	سیم خبر (زنگ)	— — · — —	۲۴	لامپ سیگنال	
۹	سیم تلفن	— — ·· — —	۲۵	لامپ فلورسنت (مهتابی)	
۱۰	سیم آنتن	— — ··· — —	۲۶	استارت مهتابی	
۱۱	نصب سیم روی کار		۲۷	ترانس (چوک)	
۱۲	نصب سیم داخل کار		۲۸	ترانسفورماتور	
۱۳	نصب سیم زیر کار		۲۹	آمپر متر	A
۱۴	انشعاب از سیم		۳۰	ولت متر	V
۱۵	تابلوی تقسیم		۳۱	وات متر	W
۱۶	کنتور	wh	۳۲	فرکانس متر	HZ

جدول پ- ۳: ادامه علائم استاندارد الکتریکی

ردیف	نام	علامت	ردیف	نام	علامت
۳۳	کلید تک پل		۴۳	زنگ اخبار	
۳۴	کلید دوپل		۴۴	گوشی	
۳۵	کلید تبدیل		۴۵	میکروفن	
۳۶	کلید صلیبی (کراکس)		۴۶	بلندگو	
۳۷	شستی فشاری (زنگ)		۴۷	در باز کن (مگنت)	
۳۸	پریز ساده		۴۸	موتور	
۳۹	پریز ارت دار (با کنتاکت محافظ)		۴۹	قاب دستگاه های الکتریکی جعبه تقسیم	
۴۰	پریز سه فاز ارت دار		۵۰	اتصال زمین (بدنه)	
۴۱	پریز تلفن		۵۱	باطری	
۴۲	پریز آنتن		۵۲	دستگاه الکتریکی به طور کلی	

جدول پ- ۴: جدول شمای حقیقی انواع کلید

	نام تجهیز	شمای حقیقی		نام تجهیز	شمای حقیقی
	کلیدتک پل			کلید دوپل	 خروجی۲ خروجی۱
	شستی راه پله یا شستی زنگ			کلید تبدیل	غیر مشترک‌ها  مشترک
	کلید صلیبی (کراکس)	ورودی‌ها  خروجی‌ها		دیمر	

جدول پ- ۵: جریان مجاز سیم‌های عایقدار و کابل‌های سیم‌کشی با حداکثر دمای هادی مسی۷۰ درجه و دمای محیط ۲۰ درجه

	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
	یک یا چند سیم عایقدار در لوله فرطومی	کابلهای سبک چند سیمه	سیمهای نصب در هوای آزاد و مراکز توزیع به فاصله یکقطر از یکدیگر
	ISIRI (607) 01 یا NYA	ISIRI (607) 10 یا NYM	
سطح مقطع mm^2	جریان مجاز A	جریان مجاز A	جریان مجاز A
۱	۱۲	۱۶	۲۰
۱.۵	۱۶	۲۰	۲۵
۲.۵	۲۱	۲۷	۳۴
۴	۲۷	۳۶	۴۵
۶	۳۵	۴۷	۵۷
۱۰	۴۸	۶۵	۷۸
۱۶	۶۵	۸۷	۱۰۴
۲۵	۸۸	۱۱۵	۱۳۷
۳۵	۱۱۰	۱۴۳	۱۶۰
۵۰	۱۴۰	۱۷۸	۲۱۰
۷۰	۱۷۵	۲۲۰	۲۶۰
۹۵	۲۱۰	۲۶۵	۳۱۰
۱۲۰	۲۵۰	۳۱۰	۳۶۵
۱۵۰	–	۳۵۵	۴۱۵
۱۸۵	–	۴۰۵	۴۷۵
۲۴۰	–	۴۸۰	۵۶۰
۳۰۰	–	۵۵۵	۶۴۵
۴۰۰	–	–	۷۷۰
۵۰۰	–	–	۸۸۰

جدول پ- ۶: ضریب تصحیح (به درصد) جریان مجاز برای سیم‌ها و کابل‌های سیم‌کشی در صورت تغییر دمای محیط از ۲۵ درجه

دمای محیط بر حسب درجه‌سانتیگراد	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵
در صد جریان مجاز	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۴	۸۸	۸۲	۷۵	۶۷	۵۸	۴۷	۳۳

جدول پ- ۷: مشخصات فیزیکی انواع هسته EI از جنس ورقه آهن

اندازه	a	b	c	d	e	f	g	i	ضخامت ورق
EI30	30	20	5	_	15	10	20	_	0-. 0.5
EI38	38.4	25.6	-	-	19.21	12.8	25.5	-	"
EI42	42	28	7	3.5	21	14	28	35	0.27 -.65
EI48	48	32	8	3.5	24	16	32	40	"
EI54	54	36	9	3.5	27	18	36	45	"
EI54	60	40	10	3.5	30	20	40	5 0	"
EI60	66	44	11	4.5	33	22	44	55	"
EI66	75	50	12.5	4.5	37.5	25	50	62.5	"
EI75	78	52	13	4.5	39	26	52	65	"
EI78	84	56	14	4.5	42	28	56	70	"
EI96	96	64	16	5.5	48	32	64	80	"
EI105	105	70	17.5	5.5	52.5	35	70	87.5	"
EI108	108	72	18	5.5	54	36	72	90	"
EI120	120	80	20	7	60	40	80	100	"
EI150N	150	100	25	8	75	50	100	125	"

جدول پ- ۸: علامت کابل ها در استاندارد قدیم VDE

علامت	مفهوم	علامت	مفهوم
N	کابل نرم شده با هادی مسی	f	مسلح با سیم تخت
Y	عامل پروتودور (اولین Y)	R	مسلح با سیم گرد
Y	پوشش پروتودور (دومین Y)	Z	مسلح با سیم پروفیلی
A	نوع هادی از جنس آلومینیوم	Gb	پیچش مخالف از نوار فولادی
K	پوشش سربی		
G	عایق لاستیکی	C	سیم نقطه صفر که بصورت لوله دور عایق سه سیم دیگر پیچیده شده است
E	کابل چند پوششی		
B	مسلح با نوار فلزی		
Q	بافته فلزی از سیم فولادی روی اندود	K	حفاظت شده در مقابل زنگ زدگی
O	مسلح باز		
r	هادی ها با مقطع دایره شکل	KW	حفاظت مقاوم بودن در حرارت
s	هادی ها با مقطع مثلثی شکل	KFI	عایق دارای خفه کن شعله
e	با هادی یک سیمه		
m	با هادی چند سیمه		

مثال:

مشخصات کابل های زیر را بنویسید؟

1-NYY 3× 35 + 16 rm 0.6/1 KV

پاسخ: کابل نرم شده مسی با عایق پروتودور و روکش پروتودور با سه رشته هادی اصلی با مقطع ۳۵ mm^2 و یک رشته هادی سیم صفر (نول) با سطح مقطع ۱۶ mm^2 به صورت گرد رشته ای برای ولتاژ فازی ۰٫۶ kv(فاز زمین) و ولتاژ خط ۱ KVولتاژ فاز به فاز(

2-NYCYffGbY 3×120sm 3.5/6KV

پاسخ: کابل سه رشته با سطح مقطع ۱۲۰ mm^2 به شکل مثلثی و چند رشته، با عایق PVC که بر روی مجموعه سه سیم یک غلاف مسی کشیده شده که به عنوان سیم نول استفاده می شود، و روی غلاف مسی لایه عایق PVCبرای حفاظت در برابر ضربات مکانیکی، از دو ردیف زره فولادی به صورت نوارهای تخت استفاده می شود و بانداژ فولادی نیز بر روی آن ها قرار می گیرد.

جدول پ- ۹: نحوه کدگذاری کابلهای فشار متوسط مطابق استاندارد VDE

المان	نوع	نماد	مثال
رشته	کابل با هادی مسی	N	**N**YY
	کابل با هادی آلومینیومی	NA	**NA**YCWY
عایق	عایق PVC (اولین Y در ردیف علامت‌گذاری)	Y	NA**Y**Y
	عایق PE (اولین 2Y در ردیف علامت‌گذاری)	2Y	N**2Y**SY
	عایق XLPE	2X	N**2X**SY
هادی هم‌مرکز و پوشش الکترواستاتیکی فلزی	هادی هم‌مرکز با هادی مسی که دارای نوارها یا سیم‌های مارپیچی مسی است	C	NY**C**YFGY
	هادی هم‌مرکز با هادیهای مسی که به‌صورت موجی شکل داده شده و همراه نوار مسی مارپیچی می‌باشد.	CW	NAY**CW**Y
	هادی هم‌مرکز با هادی مسی و نوار مسی به‌صورت مارپیچی روی هر رشته به‌صورت جداگانه بکار رفته است	CE	N2X**CE**Y
	پوشش الکترواستاتیکی از هادی‌های مسی و نوار مسی که به‌صورت مارپیچی استفاده شده است	S	NY**S**Y
	پوشش الکترواستاتیکی از هادی‌های مسی و نوار مسی که به‌صورت جداگانه هر رشته بکار رفته است.	SE	NY**SE**Y
	پوشش ضد آب به‌صورت طولی	F	NA2XS(**F**)2Y
زره	زره گالوانیزه از هادی فولادی تخت	F	NY**F**GbY
	زره گالوانیزه از نوار فولادی به‌صورت مارپیچی	G	NYF**G**bY
	زره به‌صورت مفتول فولادی قلع اندود	R	NYCY**R**GbY
غلاف	غلاف سربی	K	NY**K**Y
	غلاف PVC (دومین Y در ردیف علامت‌گذاری)	Y	NAY**Y**
	غلاف PE (دومین 2Y در ردیف علامت‌گذاری)	2Y	NA2XS**2Y**
	کابل شامل رشته با رنگ سبز زرد – با هادی حفاظتی	J	NAYY-**J**
	کابل بدون رشته با رنگ سبز زرد – بدون هادی حفاظتی	O	NAYY-**O**