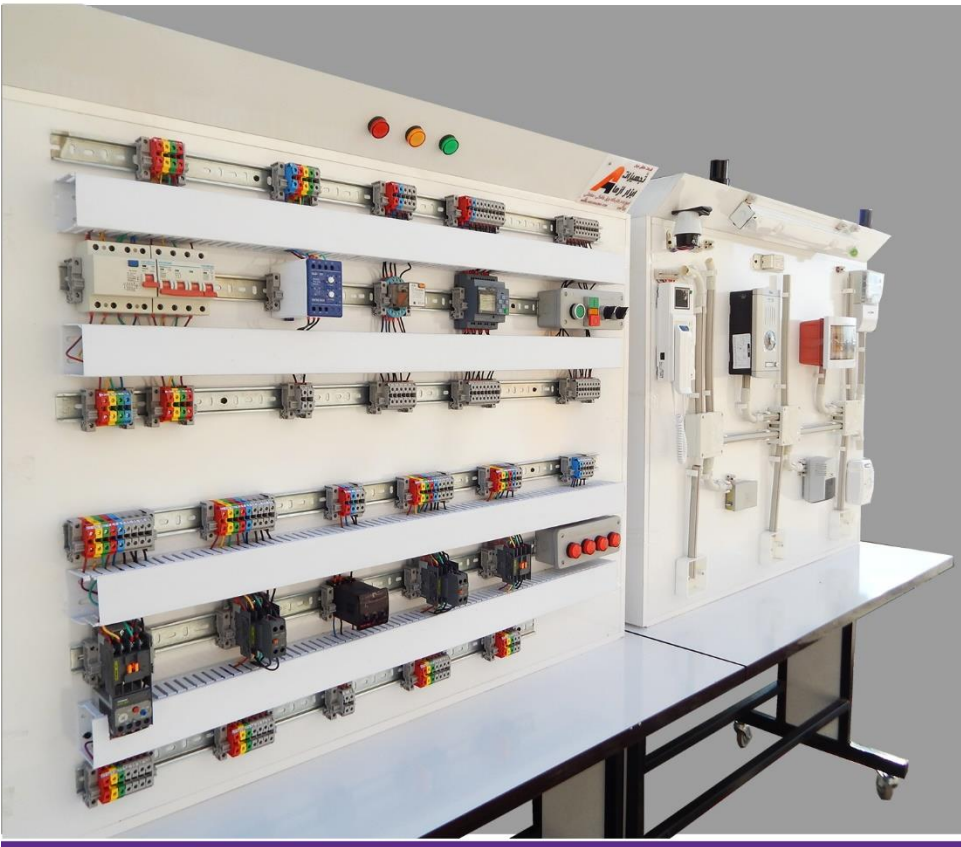
شرکت دانش بنیان

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

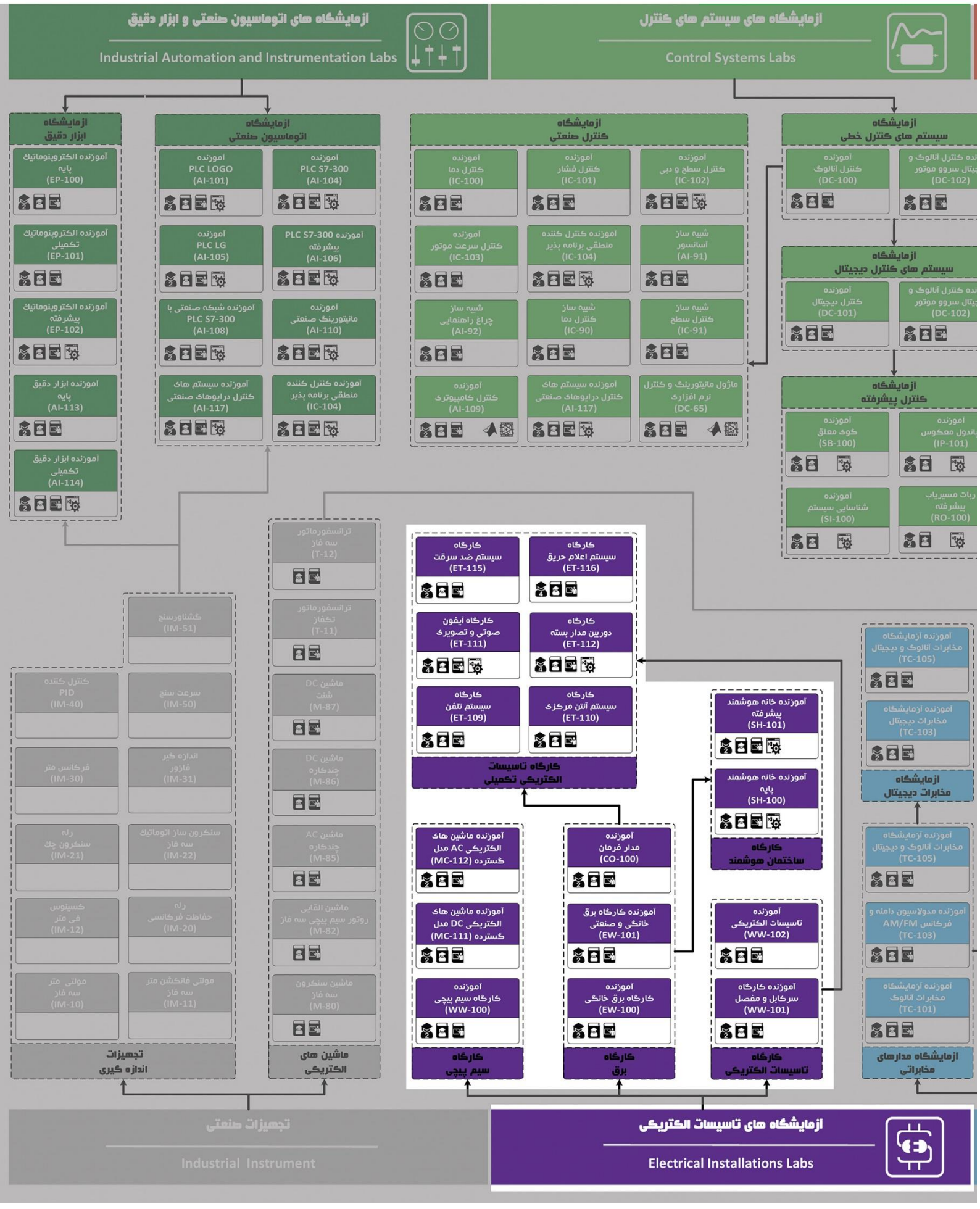
www.aparat.ir/abzarazma

+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 خروجی های 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 راهاندازی موتور سه فاز با اعمال فرمان به کنتاکتور از یک محل ۱۴

۲ بررسی راه اندازی موتور سه فاز به صورت لحظه ای و دائم کار با اعمال فرمان به کنتاکتور از دو محل ۱۶

۳ استفاده از تایمر به منظور تاخیر در فرمان به کنتاکتور ۱۸

۴ استفاده از رله کنترل فاز به منظور حفاظت موتور AC سه فاز ۲۲

۵ بررسی مدار راه اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری ۲۳

۶ مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری ۲۴

۷ مدار راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز بصورت یکی به جای دیگری ۲۵

۸ مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به صورت یکی به جای دیگری ۲۶

۹ مدار تغییر در جهت چرخش موتور به کمک کنتاکتور و پس از توقف کامل موتور ۲۷

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

پیوست شماره دوم ..... **Error! Bookmark not defined.**

پیوست شماره سوم ..... **Error! Bookmark not defined.**

پیوست شماره چهارم ..... **Error! Bookmark not defined.**

پیوست شماره پنجم ..... **Error! Bookmark not defined.**

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		❊		

بخش اول:
تأسیسات ساختمان

بخش دوم:
تأسیسات صنعتی

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

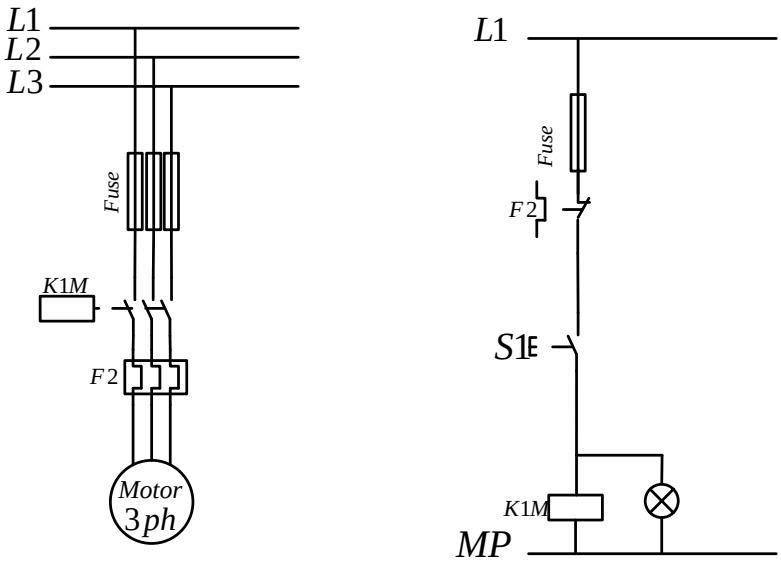
در اکثر فرآیندهای صنعتی استفاده از کنتاکتور به جای کلید برای فرمان دادن و کنترل پروسه توصیه می‌گردد و علت آن مزایای بسیار زیادی است که استفاده از کنتاکتور در مقایسه با کلید برای ما فراهم خواهد شد.

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

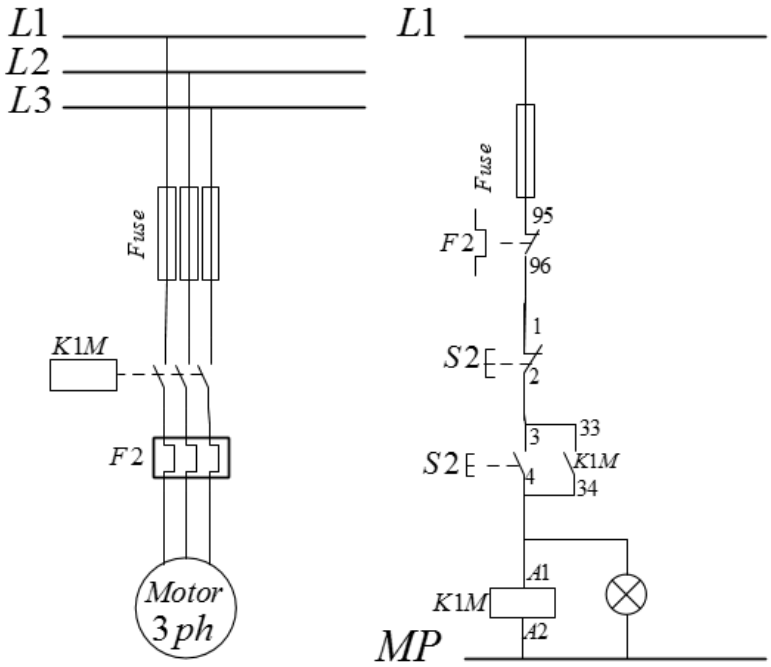
در این آزمایش قصد داریم با فرمان دادن به کنتاکتور از یک محل در دو حالت دائم کار و لحظه‌ای آشنا شویم. منظور از حالت دائم کار این است که با یکبار فرمان دادن به کنتاکتور به کمک شستی مدار وصل و به صورت دائم شروع به کار کند این درحالی است که در حالت لحظه‌ای تا زمانی که شستی تحریک شود، مدار وصل و با برداشتن 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 ۱-۲ 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

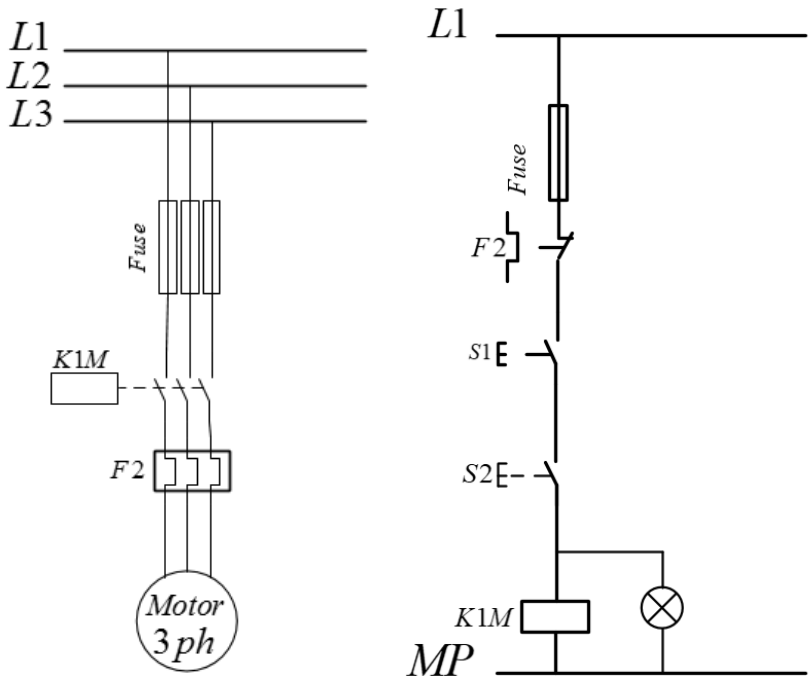
۲-۱ مقدمه

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

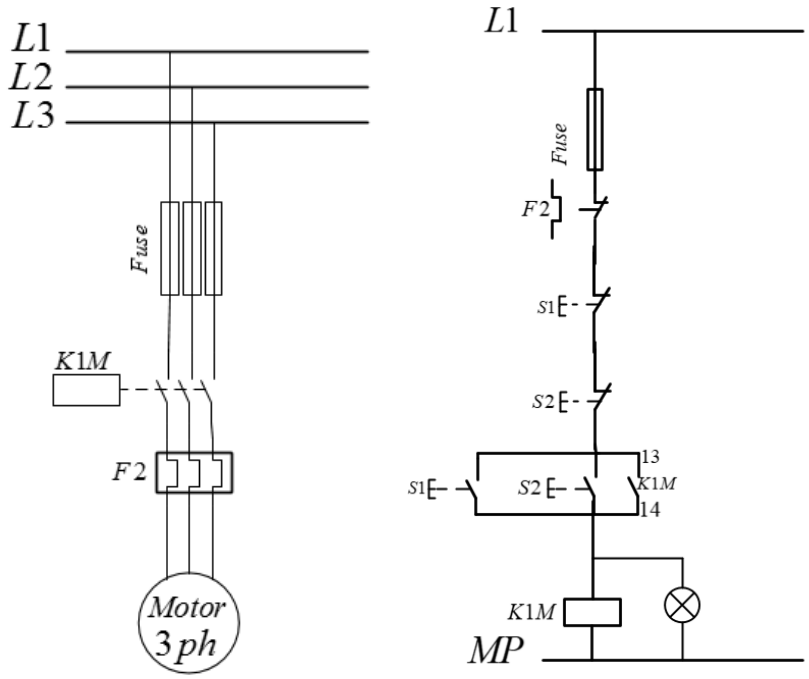
در ابتدای آزمایش، مدار دستگاه پرس مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در ادامه به بررسی راه‌اندازی موتور سه فاز به طور دائمی و کنترل از دو محل پرداخته خواهد شد. در شکل ۲-۱، مدار فرمان دستگاه پرس با کنترل لحظه‌ای موتور از دو محل به طور همزمان نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید، با فشردن همزمان استارت 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

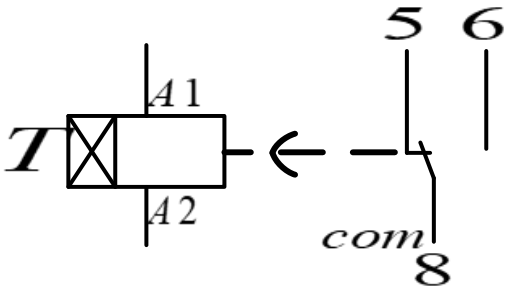
۲-۳ سوالات آزمایش

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 استفاده از تایمر به‌منظور تاخیر در فرمان به کنتاکتور

۳-۱ 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 ۳-۱ نمای فنی تایمر نشان داده شده است.



شکل ۳-۱ نمای فنی تایمر

۳-۱-۱ 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 می‌شـود. انبسـاط دم در رابطه با پیچ تنظیم فرق می‌کند. کار این تایمر شـبیه تایمر موتوری می‌باشـد 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.

۲-۳ شرح آزمایش

در قسـمت اول این آزمایش در نظر داریم مدار تاخیر در قطع کنتاکتور را به کمک تایمر، بررسـی کنید. بدین منظور لازم اسـت 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 ۳-۱ تنظیم حالت عملکردی تایمر

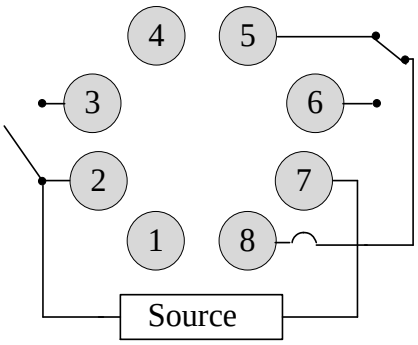
حالت	محدوده زمانی	فرمت نمایش	نوع عملکرد
F=1	99.99 sec	ss.**	تاخیر در وصل
F=2	999.9 sec	sss.*	تاخیر در وصل
F=3	99min.59 sec	mm.ss	تاخیر در وصل
F=4	99h.59 min	hh.mm	تاخیر در وصل
F=5	99min.59 sec	mm.ss	تکرار کننده(ON-OFF)
F=6	99h.59 min	hh.mm	تکرار کننده(ON-OFF)

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 شـده با کلیدهای UPو DOWN قابل تنظیم مجدد می‌باشـد که بعد از ۶ ثانیه به‌طور اتوماتیک به حافظه‌ی دائمی منتقل خواهد شـد. برای انتقال سـریع اطلاعات به حافظه دائمی کافی اسـت که دکمه‌ی R/S را دوباره فشـار دهید. در هر حال بعد از تنظیم تایمر، دستگاه پیغام زیر را نمایش می‌دهد.

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

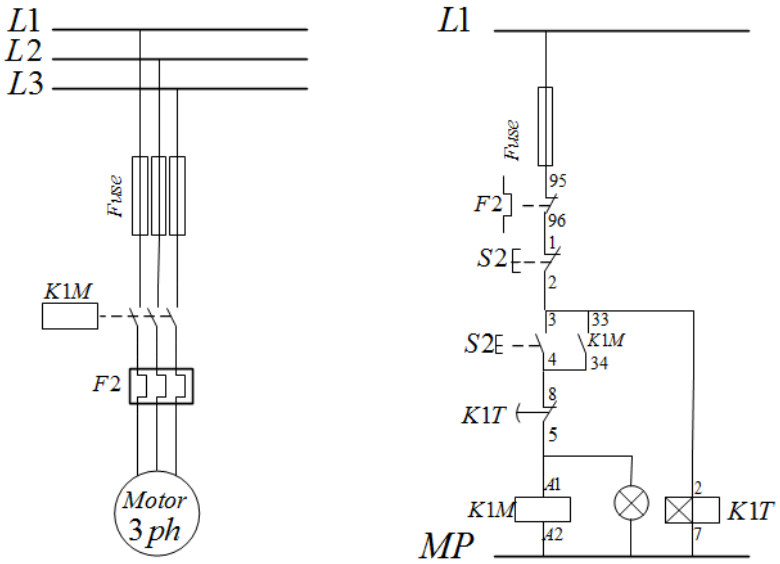
در حالت‌های ۵ و ۶ دو عدد OFF TIME و ON TIME قابل تنظیم بوده و در این دو حالت رله‌ی دسـتگاه در زمان‌های OFF Time خاموش و در زمان‌های ON TIME فعال بوده و این امر دائما تکرار خواهد شد.

نحوه‌ی اتصال کنتاکت‌های این تایمر در شکل ۳-۲ 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 ۳-۲ نحوه‌ی اتصال کنتاکت‌های تایمر Micro Electronic مدل MDT-104

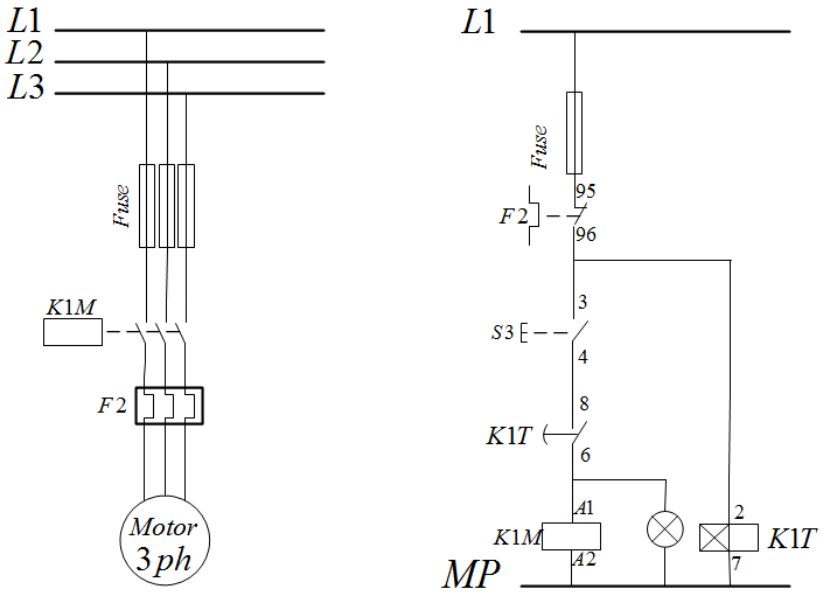
نقشه فنی مدار فرمان و مدار قدرت در شکل ۳-۳ قابل ملاحظه است. همانطور که در شکل می‌بینید با فشردن شستی استارت مدار وصل و از آنجایی که پایه‌ی شماره‌ی ۳ تایمر به خروجی کنتاکت NO شستی متصل است، تایمر شروع به شمارش می‌کند. پس از گذشت تاخیر زمانی مشخص کنتاکت کمکی NC تایمر تغییر وضعیت می‌دهد و از آنجایی که این 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 ۳-۳ 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 ۳-۴ 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 ۳-۴ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت برای تاخیر در وصل مدار به کمک تایمر

۳-۳ 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.

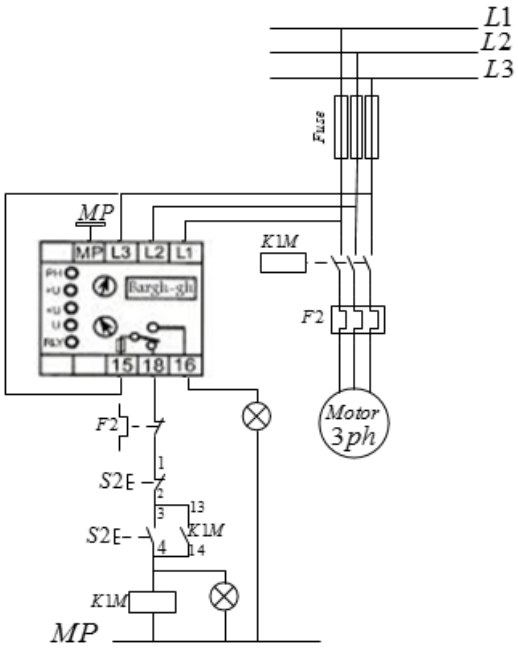
۴ استفاده از رله کنترل فاز به منظور حفاظت موتور AC سه فاز

۴-۱ مقدمه

رله کنترل فاز به منظور حفاظت در مقابل قطع یک یا دو فاز، جابجا شـــدن فازها، عدم تقارن ولتاژهای ســـه فاز و کاهش یا افزایش ولتاژ فازها در مدارهای کنترل موتور ا ستفاده می‌گردند. در این آزمایش قصد داریم عملکرد این تجهیز را بررسی 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.

۴-۲ شرح آزمایش

به منظور اتصـــال رله کنترل فاز در مدار راه‌اندازی موتور به کمک کنتاکتور، مطابق شـــکل زیر عمل کنید. همانطور که در شـــکل ۴-۱ 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 می شود و منجر به قطع کنتاکتور و روشن شدن چراغ سیگنال متصل به پایه ۱۶ رله می‌شود.



شکل ۴-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور در حالت دائم کار با وجود رله کنترل فاز

۴-۳ 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؟

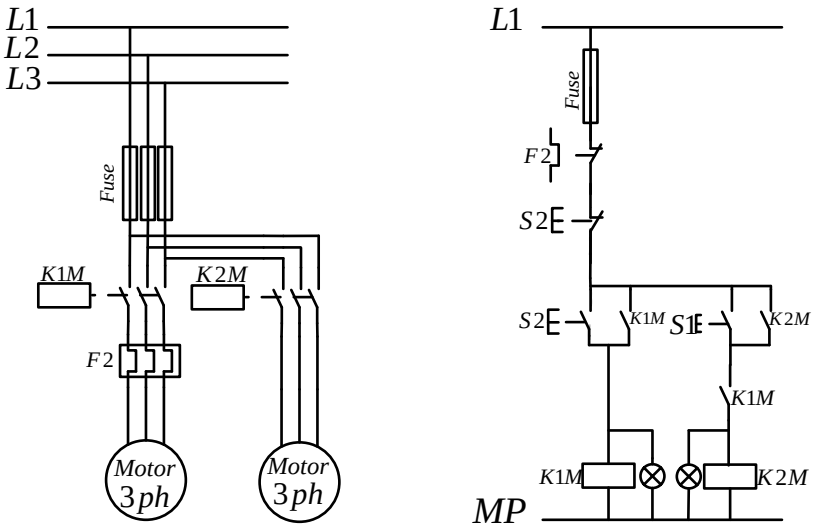
۵ بررسی مدار راه‌اندازی دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری

۵-۱ مقدمه

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.

۵-۲ شرح آزمایش

در شکل ۵-۱ 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 ۵-۱ مدار راه اندازی یکی پس از دیگری

۵-۳ سوالات 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؟

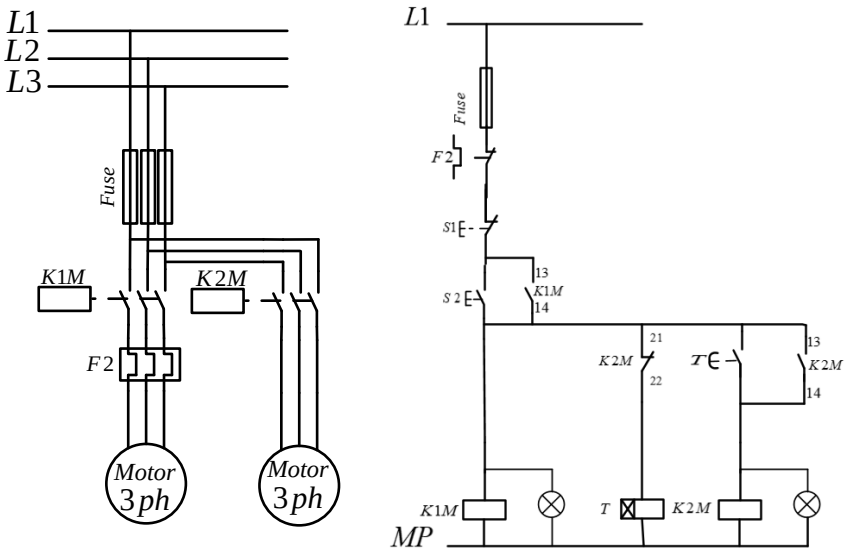
۶ مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به صورت یکی پس از دیگری

۶-۱مقدمه

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.

۶-۲شرح 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 ۶-۱ مدار راه اندازی یکی پس از دیگری به صورت اتوماتیک

۶-۳سوالات آزمایش

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

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

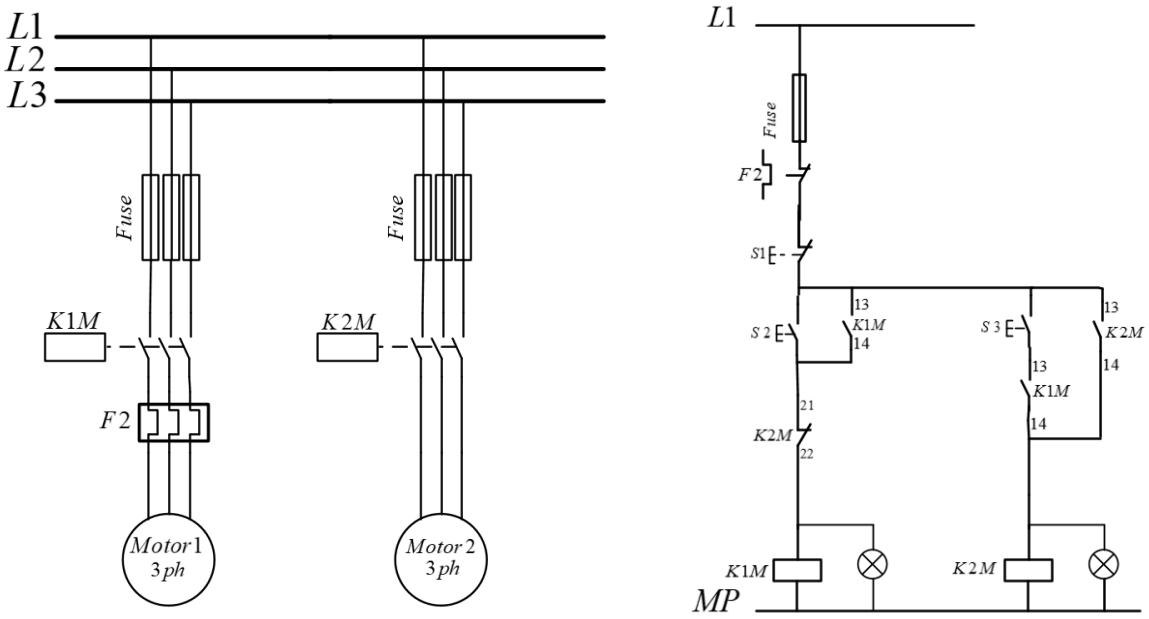
۱-۷ مقدمه

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

۲-۷ 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 رو شن 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 ۷-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی به‌جای دیگری

۳-۷ سوالات آزمایش

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

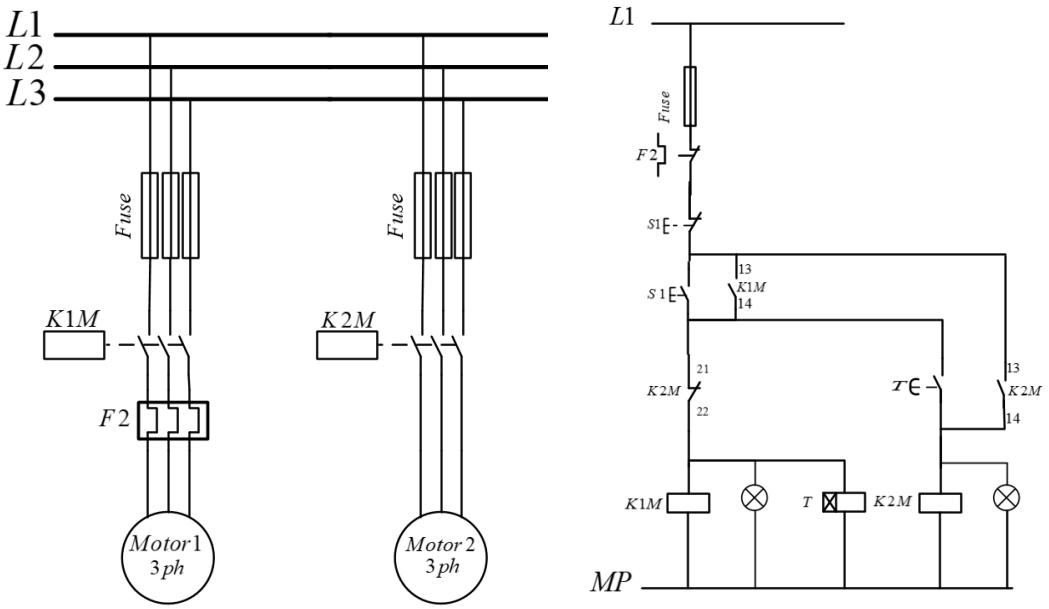
۸ مدار راه اندازی اتوماتیک دو موتور سه فاز به‌صورت یکی به‌جای دیگری

۸-۱ مقدمه

مشابه آنچه برای آزمایش ۷ 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.

۸-۲ 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 ۸-۱ نقشه فنی مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی اتوماتیک دو موتور به صورت یکی به‌جای دیگری

۸-۳ سوالات ازمایش

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

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

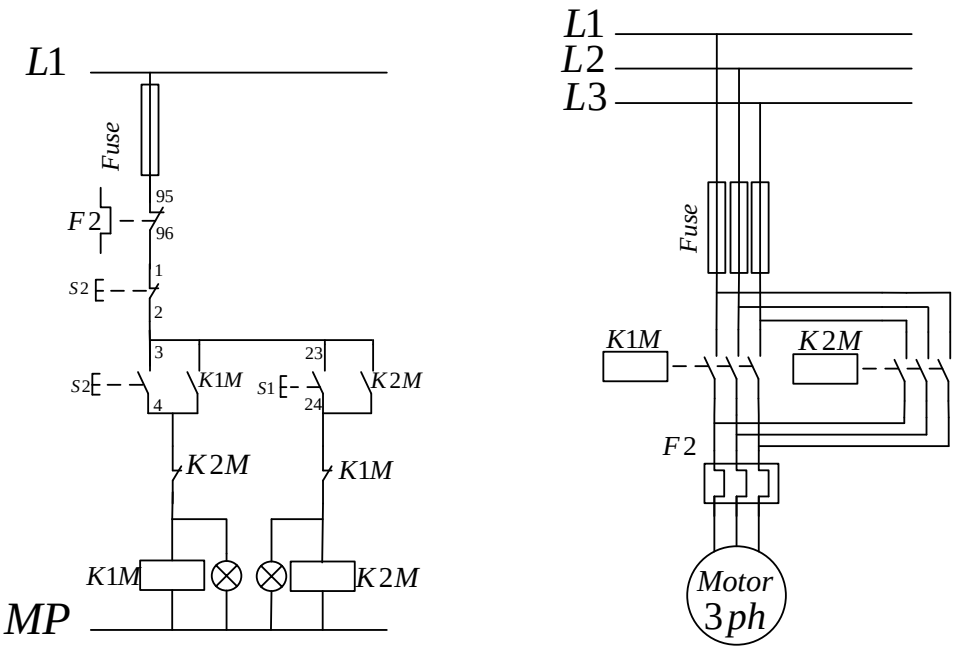
۹-۱ مقدمه

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.

۹-۲ شرح آزمایش

مدار فرمان و مدار قدرت این آزمایش در شکل ۹-۱ نمایش داده می‌شود. 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 ۹-۱ مدار فرمان و قدرت تغییر جهت چرخش موتور به صورت چپگرد و راستگرد

۹-۳ سوالات آزمایش

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

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

۱-۱۰ 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 می‌با شد که $\sqrt{3}$ برابر بیشتر از ولتاژ فاز می‌با شد. با توجه به این مو ضوع 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.

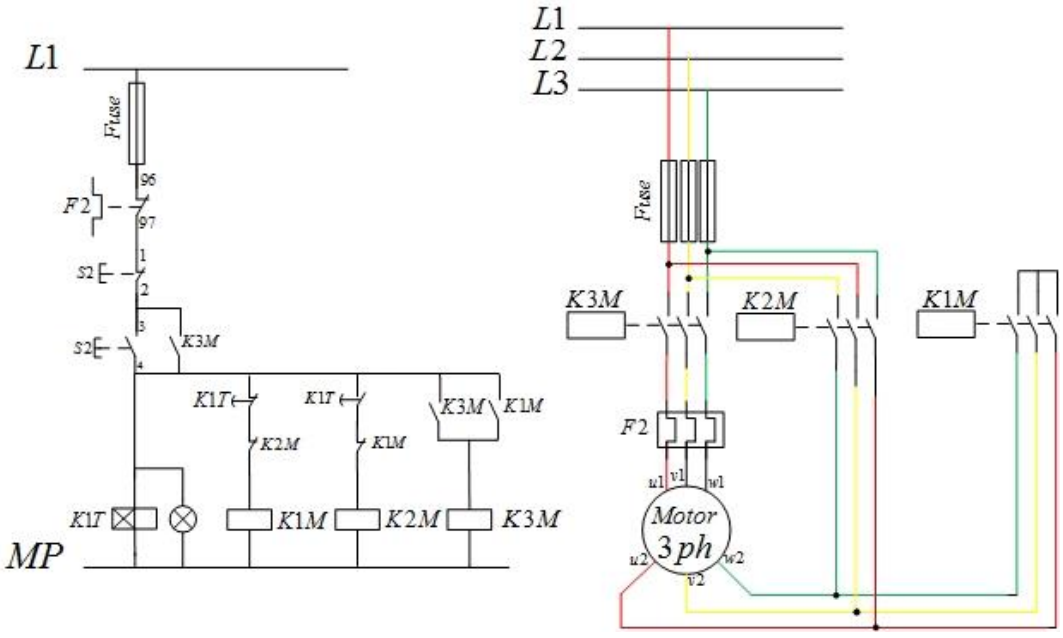
۲- قبل از راه اندازی باید به پلاک موتور توجه نمود که سیم‌پیچ‌های آن برای ولتاژ خط طراحی شده باشند یا به عبارت دیگر ولتاژ حالت مثلث برابر ولتاژ خط شبکه ایران موتورهایی با پلاک $660\lambda/380\Delta$ می‌توانند به صورت ستاره – مثلث راه اندازی شوند و موتورهایی با پلاک $380\lambda/220\Delta$ فقط باید به صورت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

۲-۱۰ شرح آزمایش

مدار فرمان و مدار قدرت این آزمایش درشکل ۱۰-۱ 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 ۱۰-۱ مدار فرمان و قدرت راه‌اندازی ستاره و تغییر سربندی به مثلث

۳-۱۰ 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؟

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:**

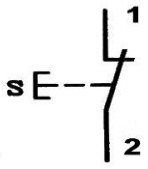
ساختمان این کلیدها از یک استوانه عایق که حول محوری به‌صورت غلطک حرکت می‌کند تشکیل شده است. در روی استوانه در قسمت‌های لازم قطعات هادی به صورت نوار قرار داده شده است. فرم استوانه و قطعات هادی به صورتی است که با حرکت استوانه حول محورش می‌تواند کنتاکت‌های ثابتی را به هم وصل یا از هم جدا کند.

- **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.

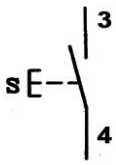
- **کلیدهای لحظه‌ای (شستی‌ها)**

شستی استوب:



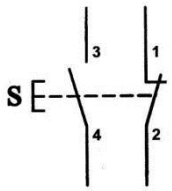
با فشار دادن شستی، مدار قطع شده و با رها کردن شستی مدار وصل خواهد شد.

شستی استارت:



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

شستی استارت استوپ دوبل:

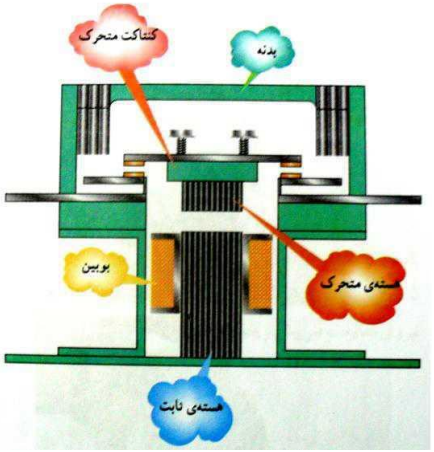


با فشار دادن شستی به طور همزمان یک مدار وصل شده و مدار دیگری قطع خواهد شد و با رها کردن آن، مدار به حالت اول خود برمی‌گردد.

- **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.



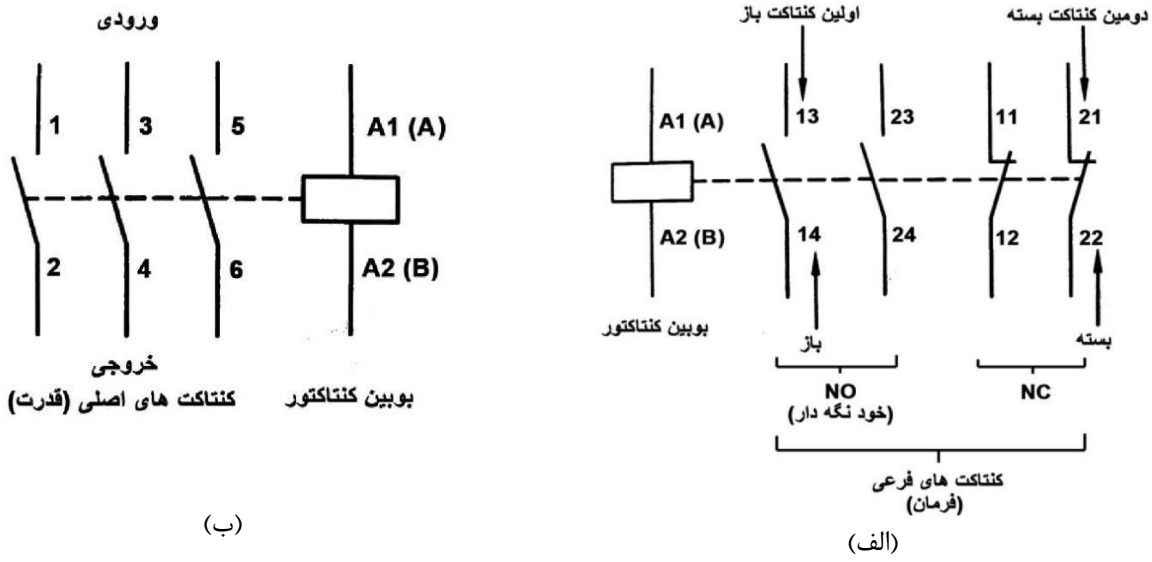
الف **ب**

شکل پ- ۱ الف) کنتاکتور؛ ب) نمای داخل کنتاکتور

مطابق شکل پ- ۱ب) 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- ۲ (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- ۳ 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.

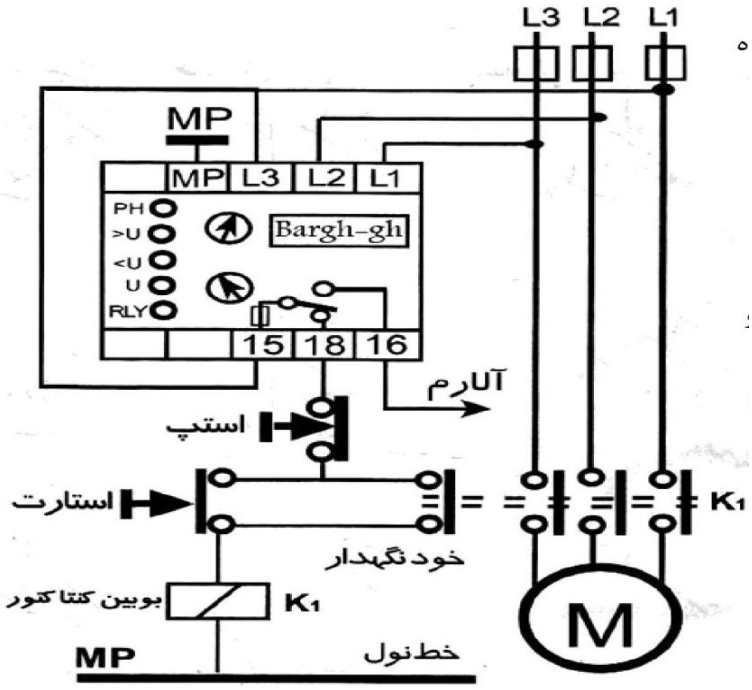
۳- **حساسیت قطع فاز**: با این درجه تنظیم می‌توان نامتقارنی و ولتاژ برگشت را جهت قطع خروجی انتخاب نمود. در این مدل رله، حساسیت از ۳ تا ۳۰ قابل تنظیم می‌باشد.

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.



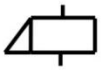
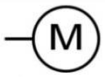
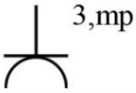
شکل پ- ۴ نحوه عملکرد رله

جداول راهنما

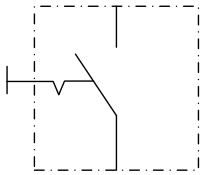
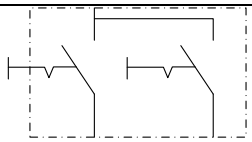
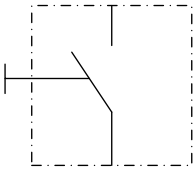
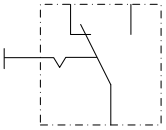
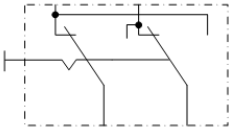
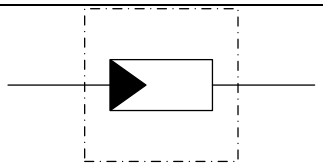
جدول پ- ۱: علائم استاندارد الکتریکی

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- ۲: 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- ۳: 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- ۴: جریان مجاز سیم‌های عایقدار و کابل‌های سیم‌کشی با حداکثر دمای هادی مسی۷۰ درجه و دمای محیط ۲۰ درجه

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

جدول پ- ۵: 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- ۶: 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- ۷: 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- ۸: 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**