

پودمان ۴

راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز



واحد یادگیری ۴

راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز

آیا تابه حال پی برده‌اید

- راه اندازی و کنترل موتورهای القایی در شناورها از چه اهمیتی برخوردار است؟
- چگونه می‌توان با تجهیزاتی که تاکنون شناخته‌اید، نسبت به راه اندازی و کنترل موتورهای القایی اقدام نمود؟
- راه اندازی صحیح و متناسب با محل استفاده هر الکتروموتور از بروز خسارت بر مولدها و سیستم توزیع برق شناور جلوگیری می‌کند.
- جهت چرخش الکتروموتورهای القایی قابل تغییر بوده و از این قابلیت در انواع شناورها بهره می‌برند.
- رعایت اصول طراحی مدارهای قدرت و فرمان و پرهیز از طراحی‌های پیچیده، موجب سهولت در امر نگهداری و تسریع در عیب‌یابی و رفع اشکال خواهد شد.
- آگاهی از آخرین روش‌ها و نرم افزارهای طراحی باعث خواهد شد در کوتاه‌ترین زمان با عملکرد مدارهای قدرت و فرمان الکتروموتورهای موجود در انواع شناورها آشنا شد.

استاندارد عملکرد

هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمند سازی هنرجویان در تحلیل مدارهای قدرت و فرمان طراحی شده برای موتورهای سه فاز و کسب مهارت در طراحی برخی از مدارهای قدرت و فرمان ساده می‌باشد که جهت راه اندازی و کنترل موتورهای سه فاز به کار برده می‌شوند.

راه اندازی و کنترل موتورهای سه فاز

انجام مأموریت مطمئن و بی وقفه الکتروموتورهای به کار رفته در شناورهای نظامی و تجاری تا حدود زیادی به خصوصیات، ویژگی‌ها و طرز عملکرد تجهیزات و مدارهای کنترل این موتورها بستگی دارد. منظور از مدارهای کنترل، مدارهای فرمان الکتریکی هستند که از کلیدهای مغناطیسی (Contactor) یا کنترل کننده های منطقی قابل برنامه ریزی (PLC) بهره می برند.

در این پودمان، ضمن آشنایی با اجزای تشکیل دهنده مدارهای کنترل، با طراحی و اصول کار چند نمونه مدار کنترل که به صورت معمول در شناورهای مختلف بکار برده می شوند، نیز آشنا می شوید.

راه اندازی و کنترل موتورهای سه فاز توسط کلید های الکتر و مغناطیسی (کنتاکتورها)

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

اجزای تشکیل دهنده مدارهای کنترل کنتاکتوری:

وسایلی که در مدارهای فرمان به کار می روند و در این فصل مورد بررسی قرار می گیرند، عبارت اند از:

کار کلاسی



عملکرد اجزای مختلف به کار رفته در مدارهای کنترل کنتاکتوری را در جدول بنویسید.

جدول ۱

ردیف	عنوان تجهیزات		عملکرد	تصویر
	فارسی	انگلیسی		
۱	کنتاکتور (کلید مغناطیسی)	Contactor		
۲	شستی استاپ استارت	Push Button Switch		
۳	رله حرارتی	Bimetallic Relay		

تصویر	عملکرد	عنوان تجهیزات		ردیف
		انگلیسی	فارسی	
		Magnetic Relay	رله مغناطیسی	۴
		Pilot or Signal Lamps	لامپ های سیگنال	۵
		Fuse	فیوزها	۶
		Limit Switch	(کلید محدود کننده) لیمیت سویچ	۷
		Pressure Switch	کلیدهای تابع فشار	۸
		Float Switch	کلیدهای شناور	۹

تصویر	عملکرد	عنوان تجهیزات		ردیف
		انگلیسی	فارسی	
		Sensor	چشم الکتریکی (سنسور)	۱۰
		Timer	زمان سنج (تایمر)	۱۱
		Thermostatic Relay	ترموستات	۱۲
		Centrifugal Switch	کلیدهای تابع دور	۱۳
		Labels or Tags	حروف و اعداد پلاستیکی	۱۴
		Wire Tie	کمر بند کابل	۱۵

مزایای استفاده از کنتاکتورها در مدارهای کنترل نسبت به کلیدهای دستی

از مزیت‌های به کارگیری کنتاکتورها در مدارهای فرمان و قدرت نسبت به کلیدهای دستی صنعتی به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

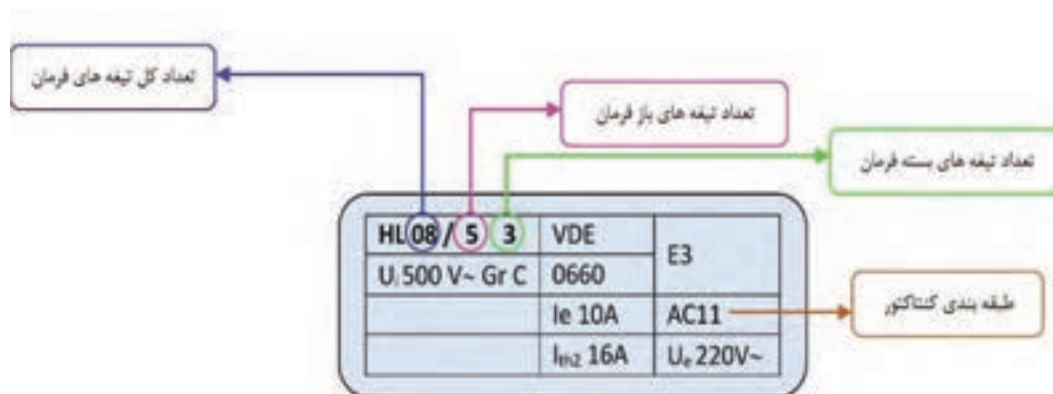
- مصرف کننده از راه دور کنترل می‌شود.
- مصرف کننده از چند محل کنترل می‌شود.
- امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف کننده وجود دارد.
- سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.
- از نظر حفاظتی مطمئن‌ترند و حفاظت مناسب‌تر و کامل‌تری دارند.
- عمر مؤثرشان بیش‌تر است.
- هنگام قطع برق، مدار مصرف کننده نیز قطع می‌شود. از این رو به استارت مجدد نیاز پیدا می‌کند، در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری می‌گردد.

انتخاب کنتاکتور متناسب:

با توجه به نوع مصرف کننده و شرایط کار، می‌توان کنتاکتورهایی با مشخصه‌های ولتاژ و جریان عبوری مشخص و متناسب انتخاب نمود. از این رو کنتاکتورها با توجه به نوع تغذیه (A.C. یا D.C.) و موارد استفاده طبقه‌بندی می‌شوند. جدول ۲ یکی از معمول‌ترین طبقه‌بندی کنتاکتورها می‌باشد.

برای اتصال مصرف کننده به شبکه باید از کلید یا کنتاکتوری با مشخصات مناسب استفاده کرد که کنتاکت‌های آن تحمل جریان راه‌اندازی و جریان دائمی را داشته باشد. همچنین در صورت اتصال کوتاه، جریان لحظه‌ای زیادی که از مدار عبور می‌کند و یا جرقه‌ای که هنگام قطع مدار ایجاد می‌شود، صدمه‌ای به کلید نرزد. به این منظور و برای این که بتوانیم پس از طراحی مدار، کنتاکتور مناسب را برای اتصال مصرف کننده به شبکه انتخاب کنیم، باید با مقادیر نامی مربوط به کنتاکتور آشنا شویم.

معمولاً مهم‌ترین مشخصه‌های یک کنتاکتور بر روی بدنه کلید به شکل ۱ نوشته شده است.



شکل ۱ - برچسب مشخصه کنتاکتور

جدول ۲- طبقه بندی کنتاکتورها

نوع جریان	استاندارد و طبقه بندی	موارد استفاده
A.C.	AC1	بار اهمی، بار غیر اندکتیو یا با اندکتیویته ضعیف. گرم کن برقی با ضریب توان حدود $\cos \varphi = 0.95$
	AC2	برای راه‌اندازی موتورهای آسنکرون روتور سیم پیچی، بدون ترمز جریان مخالف. جریان راه‌اندازی بستگی به مقاومت مدار روتور دارد.
	AC2'	برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور سیم پیچی با ترمز جریان مخالف.
	AC3	برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای هنگام قطع جریان نامی از تیغه‌های کنتاکتور عبور می‌کند. تحمل جریان راه‌اندازی ۵ تا ۷ برابر جریان نامی.
	AC4	برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای. به کار بردن ترمز جریان مخالف تغییر جهت گردش الکتروموتور روتور قفسه‌ای. تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک.
	AC11	کنتاکتور کمکی. کنتاکتور فرمان بدون داشتن کنتاکت قدرت (کوئل مغناطیسی). استفاده فقط در مدار فرمان.
D.C.	DC1	بار اهمی. بار غیر اندکتیو یا با ندکتیویته ضعیف. گرم کن برقی.
	DC2	راه‌اندازی موتور شنت. قطع کردن موتور هنگام کار.
	DC3	برای راه‌اندازی موتور شنت با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک. مدار ترمز.
	DC4	راه‌اندازی موتور سری قطع موتور هنگام کار.
	DC5	راه‌اندازی موتور سری با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد، در فواصل زمانی اندک. تغییر جهت گردش موتور. مدار ترمز.
	DC11	کنتاکتور کمکی. کنتاکتور فرمان. کوئل مغناطیسی.

از سری کنتاکتورهای بالا یکی را انتخاب و پلاک مشخصه‌های آن را تشریح نمایید.

تحقیق کنید



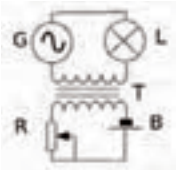
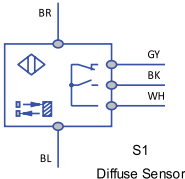
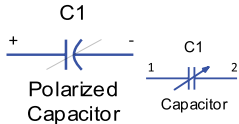


علائم اختصاری به کار رفته در طراحی مدارهای کنترل


به منظور ایجاد یکنواختی در طراحی مدارهای کنترل و سهولت تحلیل، از علائم اختصاری مشخص استفاده می‌کنند، مانند K و Q.

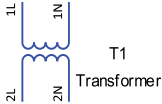

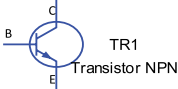


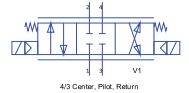

هر کدام از تجهیزات و قطعاتی که در مدارهای کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرند، با یک حرف لاتین مانند K، Q و S مشخص شده و با همین حرف نیز در طراحی‌ها شناسایی می‌شوند. اگر تعداد تجهیزات به کار رفته در یک نقشه، بیش از یک عدد باشد، به دنبال حرف مشخص کننده، عدد نیز آورده می‌شود، مانند K1، Q5، K2M و K3T.

حروف شناسایی تجهیزات به کار رفته در نقشه‌های کنترل به شرح جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳

حروف	نوع تجهیزات	مثال	علامت اختصاری
A	گروه‌های ساختاری و گروه‌های کوچک	تقویت کننده، تقویت کننده مغناطیسی، وسایل مرکب	
B	وسایل تبدیل انرژی غیرالکتریکی به انرژی الکتریکی و برعکس	سنسور (حس کننده)، حرارتی (ترموالکتریک)، سلول فتوالکتریک، گشتاورسنج، مبدل‌های کریستالی، میکروفن‌ها، بلندگو و رمزگذارها	
C	خازن‌ها	خازن‌های الکترولیتی، خازن‌های غیرالکترولیتی، خازن‌های متغیر	
D	عناصر تأخیر دهنده، عناصر ذخیره ساز، عناصر باینری (دو وضعیتی)	المان‌های تأخیری، المان‌های دیجیتالی، حافظه‌های مغناطیسی، ثبات‌ها، دیسک گردان، ضبط صوت‌ها، عناصر دارای یک ثبات، عناصر دارای دو ثبات	
E	متفرقه	روشنایی، تجهیزات گرمایی، وسایل و تجهیزاتی که در گروه‌های دیگر تعریف نشده است.	

حروف	نوع تجهیزات	مثال	علامت اختصاری
F	وسایل حفاظتی	رله های حفاظتی کلیدهای فیوزدار، وسایل Over Voltage فیوزها، وسایل حفاظتی قطع کننده، کلیدهای قطع و وصل اتوماتیک	
G	ژنراتورها و منابع تغذیه	ژنراتورهای چرخان، مبدل های فرکانس چرخان، باتری ها، اسیلاتورها (اسیلاتورهای کریستالی)، منابع تغذیه قدرت	
H	وسایل خبردهنده (نمایشگر)	وسایل نمایشگر صوتی و نوری (بوق، آژیر، لامپ، ساعت زنگ دار)	
K	کنتاکتورها و رله ها	کنتاکتورها، رله های فلاش، کنتاکتورهای کمکی، رله های زمانی	
L	وسایل القایی	چوک، سیم پیچ، فیلتر	
M	موتورهای الکتریکی	موتور سه فاز، موتور تک فاز، موتور خطی	
N	تقویت کننده ها، تنظیم کننده ها	تقویت کننده ها، تنظیم کننده ها (رگولاتورها)، وسایل الکترونیکی	
P	وسایل اندازه گیری و وسایل آزمایش (تست)	نشان دهنده ها، ثبات ها، شمارنده ها، وسایل اندازه گیری، آمپر متر، ولت متر، اسیلوسکوپ، ساعت ها، پالس دهنده ها	
Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای ایزوله کننده، کلیدهای جداکننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور	
R	مقاومت ها	مقاومت های ثابت، مقاومت های قابل تنظیم، پتانسیومترها، رئوستات، مقاومت راه انداز، مقاومت های شنت، مقاومت های حرارتی (ترمیستور)	
S	کلیدها، سلکتورها (انتخاب کننده)	کلید فشاری، میکروسوییچ، کلید کنترل، کلیدهای پالس دهنده	

حروف	نوع تجهیزات	مثال	علامت اختصاری
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله، مبدل های AC به DC	
U	مدولاتورها، آشکارسازها، مبدل ها	جداکننده سیگنال، مبدل فرکانس، دمدولاتور، مبدل، سیگنال ژنراتور، اینورتر	
V	نیمه هادی ها و لامپ ها	لامپ های الکترونی، لامپ های تخلیه، دیودها، ترانزیستورها، تریستورها، یکسوکننده ها	
W	مسیرهای ارتباطی، آنتن ها، لامپ ها	سیم ها، کابل ها، شین ها، آنتن دوقطبی، آنتن های بشقابی (گیرنده)	
X	ترمینال ها، فیش ها، دوشاخه و پریز	دوشاخه و پریز، سوکت های نر و ماده، اتصال دهنده، فیش آزمایش (تست)	
Y	تجهیزات مکانیکی که با برق کار می کنند.	ترمزها، کلاچ ها، شیرها، چاپگرها، دورنگار، در بازکن	
Z	فیلترها، فیلترهای جبران کننده وسایل محدودکننده	شبکه متعادل کننده کابل، فیلترهای پارازیت گیر RC به LC	

نقشه مدارهای کنترل:

از جمله نقشه هایی که جنبه عمومی داشته و در شکل کلی از آن برای نشان دادن چگونگی عملکرد مدار استفاده می شود مدار قدرت و مدار فرمان است.

الف) نقشه مدار قدرت: آن قسمت از مدار حقیقی که مسیر رسیدن جریان به مصرف کننده را نشان می دهد، مدار قدرت نامیده می شوند.

ب) نقشه مدار فرمان: آن قسمت از مدار حقیقی که وظیفه اش نشان دادن چگونگی عملکرد مدار قدرت است، مدار فرمان نامیده می شود.

از آنجا که آشنایی با چگونگی شماره گذاری تجهیزات به کار رفته در مدارات فرمان و قدرت کمک شایانی به هنر جو جهت تحلیل مدار می کند، از این رو بایستی به ۴ نکته عنوان شده در جدول زیر دقت و در طراحی و تحلیل مدارهای کنترل لحاظ نمود:

توجه کنید



جدول ۴

	<p>۱ کلیه کنتاکت‌های (تیغه‌ها) مدار قدرت، با اعداد یک رقمی نشان داده می‌شوند.</p>	
	<p>۲ تمامی کنتاکت‌های مدار فرمان با عدد دو رقمی نشان داده می‌شوند که رقم یکان آن نشان‌دهنده نوع تیغه و رقم دهگان آن بیانگر چندمین تیغه بودن آن است.</p>	<p>اولین کنتاکت بسته چهارمین کنتاکت باز</p>
	<p>۳ همان طوری که می‌دانید شستی‌های به کار رفته در مدارهای فرمان دارای کنتاکت‌هایی از نوع باز و یا از نوع بسته هستند. برخی موارد شماره‌گذاری شستی‌های استاپ و استارت مطابق یک رقمی است. اما در یک سری از نقشه‌ها و وسایل با این دیدگاه که این کنتاکت‌ها اولین کنتاکت‌های شستی‌ها هستند به صورت دو رقمی شماره گذاری می‌شوند.</p>	
	<p>۴ در شماره گذاری کنتاکت‌ها وسایلی خاص هم چون رله حرارتی (بی مثال) رله زمانی (تایمر) در مدارهای فرمان از شماره‌های به کار رفته روی تجهیزات استفاده می‌شود.</p>	

طراحی و تحلیل مدارهای عملی

در این قسمت، برای آشنایی هنرجویان با طراحی مدار، چند مدار رایج در راه اندازی و کنترل موتورهای نصب شده بر روی شناورها را بررسی می‌کنیم و در مورد روش طراحی مدار قدرت و مدار فرمان آن‌ها توضیحاتی داده می‌شود.

مسئله ایمنی و حفاظتی مدار، در درجه اول اهمیت قرار دارد و هیچ گاه نباید آن را فدای صرفه اقتصادی کرد.

ایمنی



برای طراحی یک مدار، روش‌های متفاوتی وجود دارد که به تجربه شخص طراح و گستردگی و نوع طرح بستگی دارد. اما در هر حال نتیجه کار باید یکی باشد. در طراحی مدارها، باید استانداردها و قوانین مربوط را رعایت کرد و حفاظت‌های مربوط به نکات ایمنی را حتماً به کار گرفت تا نتیجه کار از نمونه استانداردهای جهانی پایین‌تر نباشد و در هنگام تعویض یا تعمیر نیز مشکلی برای تعمیرکار پیش نیاید.

برای طرح یک مدار فرمان باید مسئله اقتصادی بودن طرح مورد توجه قرار گیرد ولی به هیچ وجه نباید برای ارزان تر شدن تمام شدن طرح، مسائل حفاظتی و ایمنی را در نظر نگرفت؛ زیرا گاهی با اضافه کردن قسمت‌هایی به مدار، می‌توان از بروز اشکالاتی، که باعث صدمه دیدن اشخاص یا از کار افتادن دستگاه می‌شود، جلوگیری کرد. در طراحی باید ساده بودن طرح مورد توجه قرار گیرد. بدین معنی که تا حد امکان باید وسایل و تجهیزات به کار رفته در طرح، کم‌تر باشد و در عین حال نکات فنی و ایمنی رعایت شود.

در طراحی مدارهای گسترده، که چندین عمل مختلف به طور همزمان یا در زمان‌های مختلف اجرا می‌شود، بهتر است مراحل کار دستگاه به صورت یک جدول یا بلوک دیاگرام نوشته شود تا با نگاه به آن بتوان یک دید کلی از طرح به دست آورد و با توجه به آن، مدار را مرحله به مرحله طراحی و تکمیل کرد.

برای مثال، در طراحی مدار کنترل وینچ‌ها باید در نظر داشت که نمی‌توان از ترمزی استفاده کرد که برای حالت سکون و ترمز به جریان الکتریکی نیاز داشته باشد؛ زیرا در اثر قطع ناگهانی ولتاژ شبکه، حالت ترمزی نیز از بین می‌رود و باعث شل شدن ناگهانی طناب یا زنجیرهای مربوطه می‌شود یا مثلاً در سیستم‌های فرمان، که باید مطابق یک برنامه ریزی قبلی کاری اجرا شود، نباید فشار ناگهانه به یک شستی باعث اختلال در روند کار شود.

مدار قدرت و فرمان راه اندازی مستقیم یک موتور

معرفی نمونه کاربرد: دمنده‌ها و سیستم تهویه موتورخانه

در اغلب شناورها، الکتروموتورهای سه فاز با توان کاری پایین به کار برده شده است. از جمله این موتورها می‌توان به دمنده‌ها و خنک کننده‌های مختلف اشاره کرد. از آنجا که جریان راه اندازی این موتورها پایین است از این رو نیاز به راه اندازی پیچیده نداشته و می‌توان آن‌ها را با یک کلید سه فاز یا یک مدار ساده کنتاکتوری، به خط اصلی برق وصل نمود.



شکل ۲- دمنده سیستم تهویه

مدار قدرت:

اجزای مدار قدرت:

جدول ۵

ردیف	عنوان تجهیزات	مشخصه	شماره	توضیحات
۱	الکترو موتور سه فاز	طبقه بندی AC2	M1	
۲	فیوز	متناسب با الکترو موتور	F1	برای جلوگیری از اتصال کوتاه در مدار قدرت
۳	کنتاکتور سه فاز	متناسب با الکترو موتور	K1	
۴	رله حرارتی (بی متال)	متناسب با الکترو موتور	F2	برای جلوگیری از اضافه بار در مدار قدرت

اتصال مدار قدرت:

الکترو موتور M1 به ترتیب توسط بی متال F2 جهت حفاظت در برابر اضافه بار، کنتاکتور K1 و فیوز F1 به منظور حفاظت در برابر اتصال کوتاه، به خطوط سه فاز مشخص شده در تابلو برق متصل می شود.

مدار فرمان:

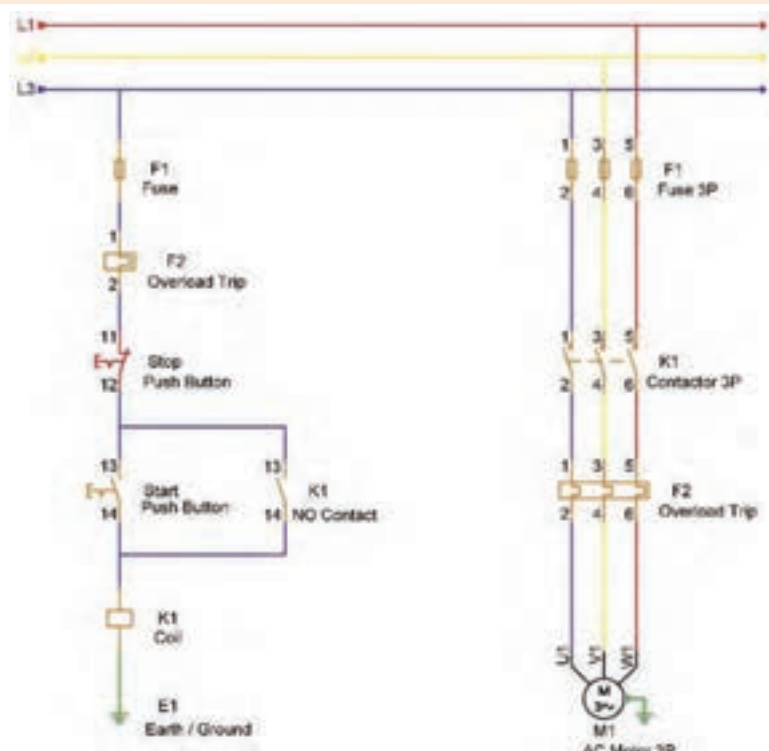
اجزای مدار فرمان:

جدول ۶

ردیف	عنوان تجهیزات	مشخصه	شماره	توضیحات
۱	کنتاکتور		K1	سیم پیچ (بوبین) کنتاکتور در مدار فرمان به کار برده می شود.
۲	شستی فشاری	NO (Normaly Open)	I	برای استارت مدار فرمان
۳	شستی فشاری	NC (Normaly Close)	O	جهت قطع مدار فرمان
۴	رله حرارتی (بی متال)	متناسب با جریان سیم پیچ کنتاکتور	F2	برای جلوگیری از اضافه بار مدار فرمان
۵	فیوز	متناسب با جریان سیم پیچ کنتاکتور	F1	برای جلوگیری از اتصال کوتاه در مدار فرمان



یک الکترو موتور سه فاز انتخاب کنید.
سایر اجزای مدار فرمان و قدرت راه اندازی مستقیم موتور سه فاز القایی را متناسب با مشخصه های الکترو موتور، انتخاب کنید.
مدار فرمان و قدرت را بسته و زیر نظر استاد خود آزمایش نمایید.



شکل ۳- مدار قدرت وفرمان راه اندازی مستقیم

شرح عملکرد مدار فرمان و قدرت:

- ۱- با فشردن شدن شستی استارت I جریان الکتریسیته از مسیر فیوز F1، بی متال F2، تیغه بسته شستی Stop و کلید Start به سیم پیچ کنتاکتور K1 Coil رسیده و در نتیجه موجب عمل کردن کنتاکتور K1 در مدار قدرت خواهد شد. به عمل کردن کنتاکتور، اصطلاحاً Energize گفته می شود.
- ۲- همزمان با بسته شدن تیغه های کنتاکتور، جریان سه فاز به صورت مستقیم از مسیر فیوز F2/Overload به موتور خواهد رسید.
- ۳- به محض برداشتن دست از شستی I جریان سیم پیچ کنتاکتور K1 Coil قطع شده و تیغه های کنتاکتور K1 به حالت باز، در خواهد آمد. در این صورت جریان سه فاز به موتور نرسیده و موتور نیز متوقف خواهد شد.
- ۴- برای رفع این اشکال، از کنتاکت کمکی تعبیه شده بر روی کنتاکتور K1 استفاده می شود. یک تیغه باز از کنتاکت های کمکی K1 به صورت موازی با شستی Star قرار داده می شود. به کنتاکت کمکی کنتاکتور که به این صورت در مدار فرمان به کار برده می شود، کنتاکت خود نگه دار گفته می شود.

راه‌اندازی همزمان دو موتور

معرفی نمونه کاربرد: سیستم سکان شناور

سکان شناور با بهره‌گیری از دانش هیدرولیک، برق و الکتریک و کنترل در کنار هم، از سیستم‌های حیاتی یک شناور به شمار می‌رود. الکتروموتورهای پر قدرت با به حرکت در آوردن پمپ‌های هیدرولیک، فشار لازم برای حرکت سکان را تأمین می‌کنند. سیستم سکان در هنگام دریانوردی بایستی بدون وقفه آماده به کار و تحت کنترل باشد.

در مواردی دو الکتروموتور سه فاز در یک سیستم به کار گرفته شده است که یکی از آنها الکتروموتور اصلی سیستم است. الکتروموتور دوم جهت انجام روانکاری یا خنک کاری وظیفه به حرکت در آوردن پمپ روغن را به عهده دارد. در این سیستم، الکتروموتور اصلی نباید بدون انجام روانکاری یا خنک کاری راه‌اندازی شود ولی الکتروموتور دوم می‌تواند به تنهایی کار کرده پمپ روغن روانکاری را به حرکت درآورد. مدار فرمان و قدرت شکل ۶ برای چنین سیستمی طراحی شده است. الکتروموتور M1 جهت به حرکت در آوردن پمپ روغن روانکاری بوده و الکتروموتور M2 موتور اصلی سیستم و به‌منظور تولید فشار هیدرولیک می‌باشد.



شکل ۵



شکل ۴

سیستم سکان شناور

مدار قدرت:

اجزای مدار قدرت:

جدول ۷

ردیف	عنوان تجهیزات	مشخصه	شماره	توضیحات
۱	الکتروموتور سه فاز	طبقه بندی AC2	M1	
۲	فیوز	متناسب با الکتروموتور	F1	برای جلوگیری از اتصال کوتاه در مدار قدرت
۳	کنتاکتور سه فاز	متناسب با الکتروموتور	K1	
۴	رله حرارتی (بی متال)	متناسب با الکتروموتور	F2	برای جلوگیری از اضافه بار در مدار قدرت
۵	الکتروموتور سه فاز	طبقه بندی AC2	M2	
۶	فیوز	متناسب با الکتروموتور	F3	
۷	کنتاکتور سه فاز	متناسب با الکتروموتور	K2	
۸	رله حرارتی (بی متال)	متناسب با الکتروموتور	F4	

اتصال مدار قدرت:

الکترو موتور M1 به ترتیب توسط بی‌متال F2 جهت حفاظت در برابر اضافه بار، کنتاکتور K1 و فیوز F1 به منظور حفاظت در برابر اتصال کوتاه، به خطوط سه فاز مشخص شده در تابلو برق متصل می‌شود.

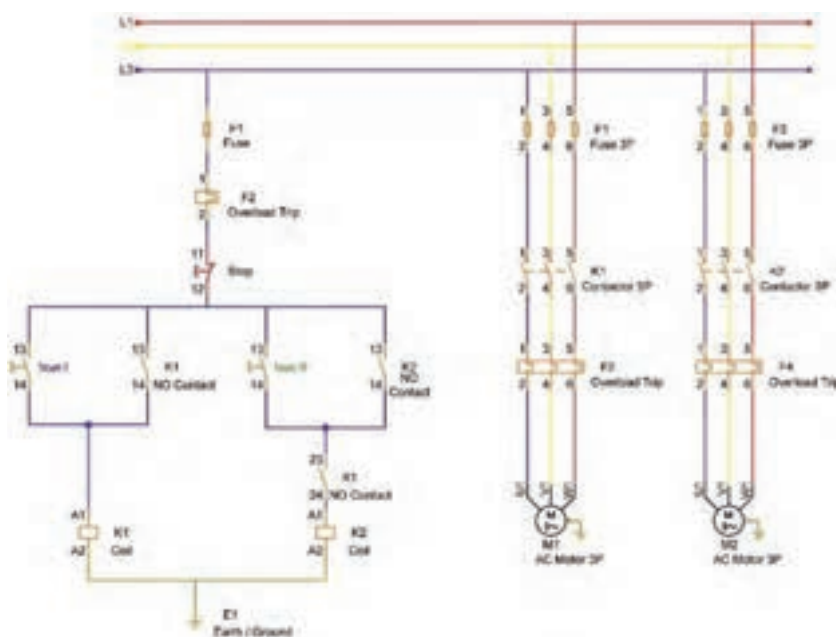
الکترو موتور M2 به ترتیب توسط بی‌متال F4 جهت حفاظت در برابر اضافه بار، کنتاکتور K2 و فیوز F3 به منظور حفاظت در برابر اتصال کوتاه، به خطوط سه فاز مشخص شده در تابلو برق متصل می‌شود.

مدار فرمان:

اجزای مدار فرمان:

جدول ۸

ردیف	عنوان تجهیزات	مشخصه	شماره	توضیحات
۱	کنتاکتور		K1	
۲	کنتاکتور		K2	
۳	شستی فشاری	NC (Normaly Close)	O	جهت قطع مدار فرمان
۴	شستی فشاری	NO (Normaly Open)	I	برای استارت موتور M1
۵	شستی فشاری	NO (Normaly Open)	II	برای استارت موتور M2
۶	فیوز	متناسب با جریان سیم پیچ کنتاکتور	F1	برای جلوگیری از اتصال کوتاه در مدار فرمان
۷	رله حرارتی (بی متال)	متناسب با جریان سیم پیچ کنتاکتور	F2	برای جلوگیری از اضافه بار مدار فرمان



شکل ۶- مدار قدرت و فرمان راه اندازی یکی پس از دیگری دو موتور

شرح عملکرد مدار فرمان و قدرت:

- ۱- مدار فرمان به گونه‌ای طراحی شده است که موتور اصلی M2 قبل از به حرکت در آمدن موتور M1 حرکت نکند.
- ۲- با فشردن شستی Star I جریان به سیم پیچ K1 رسیده و تیغه های کنتاکتور K1 در مدار قدرت، بسته می‌شود. در نتیجه موتور M1 که برای پمپ روغن در نظر گرفته شده است به گردش در می‌آید.
- ۳- همزمان تیغه کنتاکت کمکی K1 نیز که در مسیر سیم پیچ کنتاکتور K2 Coil قرار گرفته بسته می‌شود.
- ۴- در این حالت اگر شستی Star II که متعلق به موتور اصلی است، فشرده شود، جریان به سیم پیچ K2 Coil رسیده و در نتیجه تیغه‌های کنتاکتور K2 بسته شده و موتور اصلی M2 به گردش در خواهد آمد.

راه اندازی موتور با رله تأخیری

یکی از پر کاربردترین قطعات الکتریکی در مدارهای فرمان، تایمرها می‌باشند. کنتاکت های تعبیه شده در تایمر، این امکان را برای طراح مدار فراهم می‌آورند تا بر راه اندازی تجهیزات الکتریکی به ویژه الکترو موتور های سه فاز کنترل بیشتر داشته باشد.

در یک سیستم بایستی دو الکترو موتور سه فاز با فاصله زمانی یا تأخیر از همدیگر، شروع به کار کنند. دستور راه اندازی الکترو موتور اول توسط یک کلید محدود کننده داده خواهد شد و موتور پس از مدت زمان ۱۵ ثانیه شروع به کار خواهد نمود.

الکترو موتور دوم ۳۰ ثانیه پس از گردش الکترو موتور اول شروع به کار خواهد نمود.

مدار قدرت:

اجزای مدار قدرت:

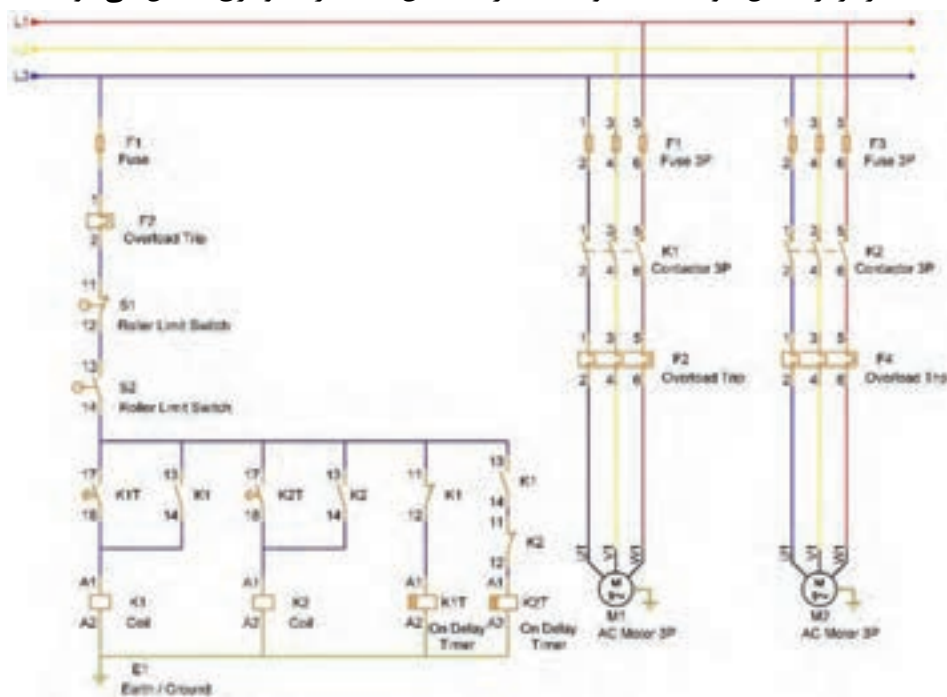
جدول ۹

ردیف	عنوان تجهیزات	مشخصه	شماره	توضیحات
۱	الکترو موتور سه فاز	طبقه بندی AC2	M1	
۲	فیوز	متناسب با الکترو موتور	F1	برای جلوگیری از اتصال کوتاه در مدار قدرت
۳	کنتاکتور سه فاز	متناسب با الکترو موتور	K1	
۴	رله حرارتی (بی مثال)	متناسب با الکترو موتور	F2	برای جلوگیری از اضافه بار در مدار قدرت
۵	الکترو موتور سه فاز	طبقه بندی AC2	M2	
۶	فیوز	متناسب با الکترو موتور	F3	
۷	کنتاکتور سه فاز	متناسب با الکترو موتور	K2	
۸	رله حرارتی (بی مثال)	متناسب با الکترو موتور	F4	

اتصال مدار قدرت:

الکترو موتور M1 به ترتیب توسط بی‌مثال F2 جهت حفاظت در برابر اضافه بار، کنتاکتور K1 و فیوز F1 به منظور حفاظت در برابر اتصال کوتاه، به خطوط سه فاز مشخص شده در تابلو برق متصل می‌شود.

الکترو موتور M2 به ترتیب توسط بی‌متال F4 جهت حفاظت در برابر اضافه بار، کنتاکتور K2 و فیوز F3 به منظور حفاظت در برابر اتصال کوتاه، به خطوط سه فاز مشخص شده در تابلو برق متصل می‌شود.



شکل ۷- مدار قدرت و فرمان دو موتور یکی پس از دیگری با رله تأخیری

شرح عملکرد مدار فرمان و قدرت:

- ۱- به محض وصل شدن S2 جریان از مسیر کنتاکت K1 به سیم پیچ تایمر K1T رسیده و پس از ۱۵ ثانیه (که بر روی تایمر تنظیم شده است) کنتاکت K1T بسته خواهد شد.
- ۲- با بسته شدن کنتاکت K1T جریان به سیم پیچ K1 خواهد رسید. با عمل کردن K1 تیغه K1 باز بسته شده و به عنوان خود نگه دار سیم پیچ K1 عمل خواهد کرد. در این حالت با عمل کردن کنتاکت سه فاز K1 در مدار قدرت، موتور M1 شروع به کار خواهد نمود.
- ۳- تیغه بسته K1 که در مسیر تایمر K1T قرار دارد، باز شده و تایمر را قطع خواهد کرد.
- ۴- همان گونه که در مدار فرمان دیده می‌شود، یک تیغه باز دیگر کنتاکت K1 نیز در مسیر جریان تایمر K2T قرار گرفته است. با عمل کردن K1 تایمر K2T نیز شروع به کار خواهد کرد. زمان ست شده بر روی این تایمر ۳۰ ثانیه است. از این رو پس از گذشت ۳۰ ثانیه، کنتاکت باز K2T بسته شده و جریان به سیم پیچ K2 خواهد رسید.
- ۵- با عمل کردن K2 تیغه بسته K2 باز شده و تایمر K2T قطع خواهد شد.
- ۶- همزمان تیغه باز K2 بسته شده و به عنوان خود نگه دار K2 عمل خواهد کرد و با عمل کردن کنتاکت سه فاز K2 در مدار قدرت، موتور M2 شروع به کار خواهد نمود.

مدار فرمان و قدرت تغییر جهت چرخش موتور (چپ گرد - راست گرد با حفاظت کامل)



شکل ۸- سیستم Mooring شناور

معرفی نمونه کاربرد: سیستم Mooring

شناورهای سبک و سنگین نظامی و تجاری از سیستمی به نام Mooring جهت پهلویی و مهار کردن شناور در اسکله ها استفاده می کنند. Mooring در شناورهای بزرگ از الکترو موتورهای سه فاز پر قدرت جهت آزاد کردن و جمع کردن طناب های مهار استفاده می کنند. با توجه به عملکرد سیستم Mooring، مدار فرمان و قدرت باید به گونه ای طراحی گردد تا الکتروموتور به کار رفته به سهولت قابلیت تغییر جهت چرخش را داشته باشد (شکل ۸).

مدار قدرت:

اجزای مدار قدرت:

جدول ۱۰

ردیف	عنوان تجهیزات	مشخصه	شماره	توضیحات
۱	الکتروموتور سه فاز	طبقه بندی AC2	M1	
۲	فیوز	متناسب با الکتروموتور	F1	برای جلوگیری از اتصال کوتاه در مدار قدرت
۳	کنتاکتور سه فاز	متناسب با الکتروموتور	K1	
۴	رله حرارتی (بی متال)	متناسب با الکتروموتور	F2	برای جلوگیری از اضافه بار در مدار قدرت

اتصال مدار قدرت:

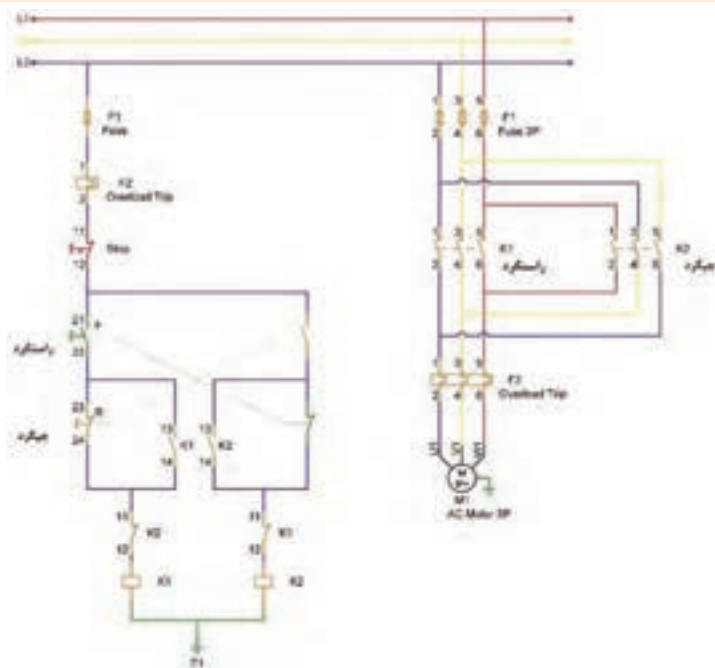
الکترو موتور M1 به ترتیب توسط بی متال F2 جهت حفاظت در برابر اضافه بار، کنتاکتور K1 و فیوز F1 به منظور حفاظت در برابر اتصال کوتاه، به خطوط سه فاز مشخص شده در تابلو برق متصل می شود.

جدول ۱۱

ردیف	عنوان تجهیزات	مشخصه	شماره	توضیحات
۱	کنتاکتور		K1	سیم پیچ (بوبین) کنتاکتور در مدار فرمان بکار برده می شود.
۲	شستی فشاری	NO (Normaly Open)	I	برای استارت مدار فرمان
۳	شستی فشاری	NC (Normaly Close)	O	جهت قطع مدار فرمان
۴	رله حرارتی (بی متال)	متناسب با جریان سیم پیچ کنتاکتور	F2	برای جلوگیری از اضافه بار مدار فرمان
۵	فیوز	متناسب با جریان سیم پیچ کنتاکتور	F1	برای جلوگیری از اتصال کوتاه در مدار فرمان



درخصوص عملکرد مدار فرمان و قدرت چپ گرد / راست گرد شکل ۹ بحث کنید.



شکل ۹- مدار فرمان و قدرت چپ گرد - راست گرد

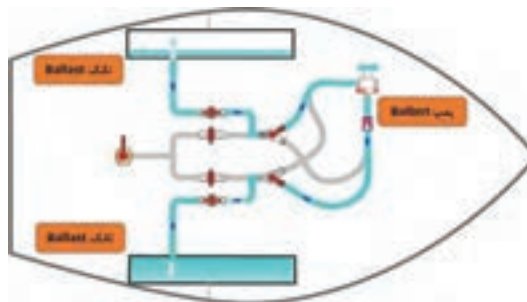
مدار فرمان و قدرت ستاره - مثلث

معرفی نمونه کاربرد: سیستم Ballast

برای ایجاد تعادل و پایداری بهتر شناورها از سیستم Ballast استفاده می‌شود. سیستم بالاست شامل تعدادی تانک در قسمت های مختلف شناور است که به هم متصل می‌باشند. جریان آب شور دریا توسط پمپ بالاست در تانک‌ها جاری شده و متناسب با وضعیت تعادل کشتی در تانک‌ها جابه جا می‌شود. گردش پمپ بالاست توسط الکترو موتورهای سه فاز انجام می‌گیرد.



شکل ۱۱



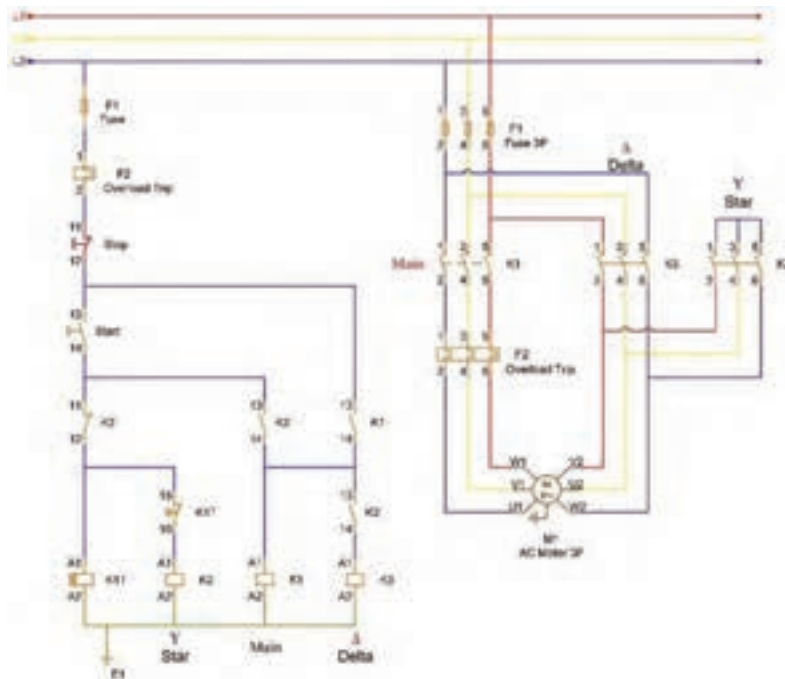
شکل ۱۰

سیستم Ballast شناور

■ راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز

همان گونه که در پودمان های قبل درخصوص آشنایی با موتورهای سه فاز اشاره شد، سر بندی موتورهای سه فاز می تواند به دو صورت ستاره (Y یا λ) و یا مثلث (Δ) انجام شود. همچنین با مزایا و معایب هر کدام از سر بندی های آشنا شدیم.

میزان جریان راه اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون بالا می باشد. برای حل این مشکل، ابتدا موتور را با سر بندی ستاره راه اندازی نموده و پس از حدود ۵ الی ۷ ثانیه، سر بندی را به حالت مثلث تغییر داده و از حداکثر توان و گشتاور موتور بهره می برند. این تغییر سر بندی می تواند به صورت دستی یا اتوماتیک صورت گیرد (شکل ۱۲). مدار فرمان و قدرت، راه اندازی ستاره مثلث موتور سه فاز القایی را به صورت اتوماتیک نشان می دهد.



شکل ۱۲- مدار فرمان و قدرت ستاره - مثلث

نمایش فیلم



راه اندازی ستاره/مثلث موتورهای القایی سه فاز.

مدار قدرت:

اجزای مدار قدرت:

یک نمونه الکترو موتور از جدول موتورها انتخاب نمایید. متناسب با مشخصه های موتور، سایر اجزای مدارهای قدرت را انتخاب و در جدول وارد کنید.

جدول ۱۲

ردیف	عنوان تجهیزات	مشخصه	شماره	توضیحات
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				

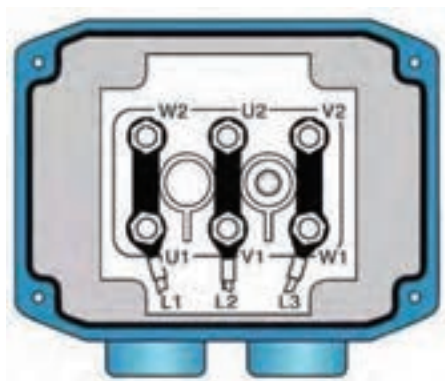
مدار فرمان ستاره _ مثلث شکل را تشریح کرده و در خصوص اجزای مدار و عملکرد آنها بحث کنید.
آیا روش های دیگری برای راه اندازی موتورهای القایی می شناسید؟

کار کلاسی



مثلث

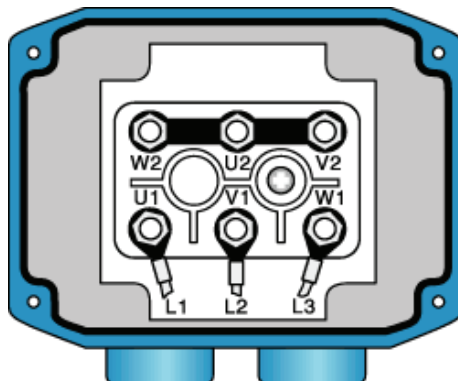
Delta Δ



شکل ۱۴- سربندی مثلث

ستاره

Star Y



شکل ۱۳- سربندی ستاره



راه اندازی نرم Soft Starting موتورهای سه فاز القایی چیست؟ نتیجه را در جدول زیر وارد نمایید.

جدول ۱۳

	تعریف راه اندازی نرم:
	موارد کاربرد:
	مزایا:
	معایب:

عیب یابی مدارات کنترلی طراحی شده به وسیله کنتاکتور

مدارهای کنترلی که بوسیله کنتاکتور طراحی و اجرا می شوند غالباً با دو نوع اشکال عمده روبرو می شوند:

اشکالات طراحی:

در طراحی مدارهای کنترلی با کنتاکتور، به ویژه در مدارهای گسترده اشکالاتی رخ می دهد که ناشی از نقص در طراحی بوده و از نظر شخص طراح پوشیده مانده است. با کنترل های مکرر مدار طراحی شده و پیاده سازی آن به صورت آزمایشی و بررسی همه جانبه آن، چنین اشکالاتی را باید یافت و با راهکار مناسب برطرف نمود. به عنوان مثال بارزترین و پیچیده ترین اشکالات طراحی در مدارهای تناوبی یا نوبه ای (یکی پس از دیگری) مشاهده می شود. نشانه بروز اشکال این است که مدار در چند مرحله نخست، عملکرد صحیح دارد ولی در ادامه، از روند منطقی مد نظر طراح خارج و عملکرد نادرست پیدا می کند. اغلب این اشکالات با راه اندازی مجدد (قطع و وصل جریان برق مدار فرمان) اصلاح شده ولی مجدداً با عملکرد ناصحیح مدار روبرو می شویم. از آنجا که مدارهای کنترل بکار رفته در شناورها، با توجه به حساسیت زیاد، بارها مورد آزمایش قرار گرفته و سپس بر روی قسمت های مورد نیاز مانند راه اندازی موتورهای پیاده سازی می شوند، از این رو بروز اشکالات طراحی در عملکرد این مدارها منتفی می گردد.

اشکالات ناشی از عملکرد نادرست قطعات:

گاهی نیز در مدارهای فرمان و قدرت اشکالاتی بروز می‌کند که ناشی از عملکرد نادرست قطعات بکار رفته در مدارها می‌باشد. سپری شدن عمر مفید قطعات، کیفیت پایین قطعات و شرایط محیطی نامناسب باعث بروز این اشکالات خواهند شد.

علی‌رغم اینکه سعی می‌شود در شناورها اعم از نظامی و تجاری، از مرغوب‌ترین قطعات جهت طراحی مدارهای فرمان و قدرت بهره‌گرفته شود، لیکن شرایط محیطی نامناسب دریا و تحمل فشارهای مختلف موجب بروز اشکالاتی از این دست خواهد شد.

در سایه اجرای برنامه منظم و مدون نگهداری و تعمیرات در شناورها، میزان بروز این نوع از اشکالات به حداقل خواهد رسید.



خود باوری



هواناو بازسازی شده نیروی دریایی راهبردی ارتش جمهوری اسلامی ایران با اتکا به دانش و فناوری ملی

ارزشیابی مرحله‌ای

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۲	طراحی و پیاده‌سازی مدار فرمان و قدرت با کلیدهای الکترومغناطیسی (کنتاکتور)	ابزار: ابزارهای پیاده‌سازی و نرم‌افزارهای طراحی و شبیه‌سازی مدارهای فرمان و قدرت تجهیزات: رایانه مناسب سیم و کابل مناسب کلیدهای فرمان کنتاکتورهای مناسب فیوز و سایر المان‌های حفاظتی تابلو مناسب	بالاتر از حد انتظار	تشریح کامل مدار فرمان و قدرت طراحی شده و پیاده‌سازی مدار توسط نرم‌افزار طراحی با رعایت اصول طراحی. انتخاب مناسب ابزارها. انتخاب مناسب تجهیزات، کنتاکتورها، کلیدها متناسب با مسئله. پیاده‌سازی کامل مدار فرمان بر روی تابلوی مناسب اجرای کامل مدار قدرت. اخذ خروجی مثبت از عملکرد صحیح مدار پیاده‌سازی شده. توانایی تشخیص عیوب احتمالی و ارائه راه‌کار مناسب. رعایت موارد ایمنی در طول تمامی مراحل کار.	۳
			در حد انتظار	تشریح مدار فرمان و قدرت طراحی شده و پیاده‌سازی مدار توسط نرم‌افزار طراحی با رعایت اصول طراحی. انتخاب مناسب ابزارها. انتخاب مناسب تجهیزات، کنتاکتورها، کلیدها متناسب با مسئله. پیاده‌سازی کامل مدار فرمان بر روی تابلوی مناسب.	۲
			پایین تر از حد انتظار	انتخاب ابزار مناسب. انتخاب تجهیزات مدار قدرت.	۱

راه‌اندازی و کنترل موتورهای سه‌فاز توسط کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی

کنترل‌کننده‌های منطقی PLC

PLC مخفف Programmable Logic Controller به معنی کنترل منطقی قابل برنامه‌ریزی می‌باشد. برنامه نوشته شده توسط رایانه به PLC منتقل و پس از پردازش، به کنتاکتورها یا رله‌ها توسط مدار واسط یا اینتر فیس انتقال می‌یابد و طبق برنامه ذکر شده دستگاه‌ها را راه‌اندازی و کنترل می‌نماید.



شکل ۱۶



شکل ۱۵

کنترل‌کننده‌های منطقی PLC

امروزه استفاده از PLC در صنایع و کارخانه‌ها رو به افزایش است و برق‌کاران صنعتی باید طرز استفاده از آن را بدانند.

فرایند کار PLC :

دریافت ورودی:

ورودی PLC می‌تواند از حسگرها، کلیدهای قطع و وصل عوامل مکانیکی باشند.

پردازش اطلاعات ورودی:

پردازش اطلاعات ورودی بر مبنای برنامه‌ای که در رایانه نوشته و بر روی PLC بارگذاری می‌شود، انجام می‌گیرد.

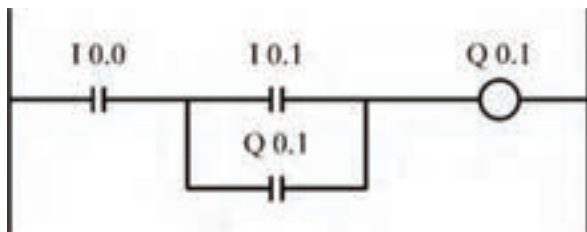
خروجی:

خروجی PLC می‌تواند به تجهیزاتی مانند انواع موتورها، رله یا کنتاکتورها، لامپ‌ها و نمایشگر داده شود.

با اعمال ورودی به یک سیستم PLC که می‌تواند به صورت کلیدی و یا سنسور باشد، عمل پردازش بر روی آن صورت گرفته و نتیجه عمل در یک عمل‌کننده یا یک شبیه ساز آشکار می‌شود. به مجموعه این اعمال یک فرایند یا پروسه کاری گفته می‌شود.

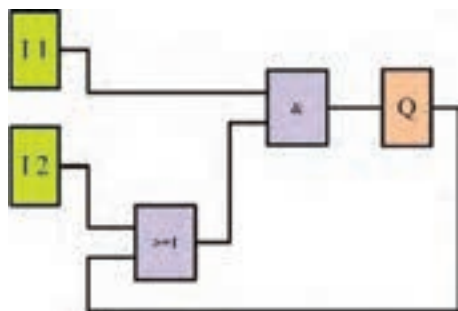
زبان برنامه نویسی PLC

نردبانی یا (LADDER): اگر شکل بلوک دیاگرامی مدار برقی را نود درجه به سمت راست و بالا بچرخانیم و آن را جایگزین علائم نردبانی کنیم در واقع همان مدار را به زبان نردبانی نوشته ایم. این زبان مورد علاقه برق کاران و ساده ترین روش برنامه نویسی است.



شکل ۱۷- برنامه نویسی Ladder یا نردبانی

CSF یا FBD (Function Block Diagram): برنامه نویسی به روش کنترل سیستم که در واقع پیاده سازی مدار برقی به صورت گیت های منطقی می باشد. این زبان مورد علاقه و کاربرد الکترونیک کاران است.



شکل ۱۸- برنامه نویسی FBD

در واقع ورودی ها را با کلیدها تعریف می کنند. مانند صفحه کلید رایانه یا کلید روشن و خاموش کردن لامپ و استاپ و استارت ها در برق صنعتی که با فشردن یک کلید در واقع آن را یک یا ست کرده ایم. و خروجی هم می تواند لامپ یا موتور یا نمایشگر باشد. در PLC که بیش تر در صنعت کاربرد دارد، بیش تر با کلیدهای فشاری موسوم به استاپ و استارت سروکار داریم.

کلید استاپ که از نام آن بر می آید به معنی نگه دارنده یا قطع کننده و کلید استارت هم به معنی شروع کننده و آغازگر می باشد. همین کلیدها در PLC هم کاربرد دارند. در واقع ورودی های سیستم PLC می باشند که با اعمال به ورودی PLC برنامه نوشته شده با پردازش داده ورودی خروجی را به ما تحویل می دهد. خروجی هم می تواند هر نوع مصرف کننده ای باشد و در صنعت به علت ولتاژ بالا و استفاده از کنتاکتورها در PLC هم از کنتاکتورها برای خروجی استفاده می شود.

در برق صنعتی کلیدها را با S و در PLC ورودی ها را با I نشان می دهند و خروجی صنعتی که با K نشان داده می شود برابر با Q در PLC می باشد.

رله‌های قابل برنامه ریزی (Mini PLC)

رله منطقی قابل برنامه ریزی به طور خلاصه رله قابل برنامه ریزی نیز نامیده می‌شود و به نام‌های کلید قابل برنامه‌ریزی، کنترل کننده کوچک برنامه پذیر (Mini PLC)، رله منطقی (Logic Relay)، رله هوشمند (Smart Relay) یا Intelligent Relay، سوپر رله (Super Selay) و مانند آن نیز خوانده می‌شود. برخی از این نام‌ها اسامی تجاری این محصول اند که شرکت سازنده، محصول خود را با این نام معرفی می‌کند.



شکل ۲۰



شکل ۱۹

رله‌های قابل برنامه ریزی

رله قابل برنامه ریزی کوچک‌ترین محصول کارخانه‌های سازنده PLC است. شرکت‌های سازنده این وسیله تقریباً سه دهه است که آن را به بازار عرضه کرده‌اند. در ابتدا به دلیل گران‌قیمت بودن این رله‌ها، زمینه استفاده و کاربرد آنها کم بود. اما امروزه، با وجود پایین آمدن قیمت آنها، زمینه کاربردی رله قابل برنامه‌ریزی افزایش یافته است و با تنوع بیشتری تولید می‌شود. یکی از دلایل اصلی ساخت این رله‌ها داشتن امکان برنامه‌ریزی با دست توسط کلیدهای روی این رله است، که آن را به قطعه‌ای منحصر به فرد تبدیل کرده است.

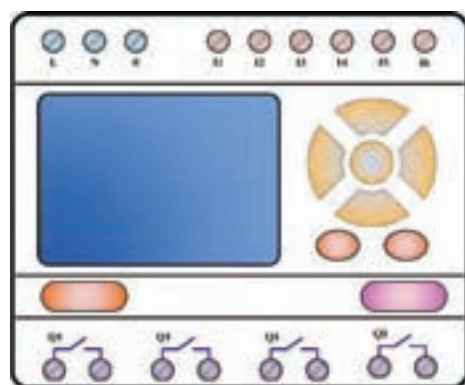


شکل ۲۱- راه اندازی موتور با Mini PLC

هر چند استفاده از رله قابل برنامه ریزی در سیستم‌های کنترل واقعی و بزرگ با توجه به تعداد ورودی و خروجی‌های کم، جایی ندارد اما در تأسیسات الکتریکی کوچک، مثل کنترل موتورخانه ساختمان‌ها، دستگاه‌های دارای دو یا چند موتور، کارگاه‌های کوچک صنعتی و روشنایی اتوماتیک ساختمان‌ها و امثال آن به کار می‌رود. در مدارهای فرمان (کنترل) که تعداد موتورهای بیش از چند عدد نیست، استفاده از رله قابل برنامه‌ریزی به جای PLC، مناسب و صحیح است.

مزایای استفاده از رله قابل برنامه ریزی

- ۱- کاهش حجم سیم کشی‌ها و اتصالات مدار؛
- ۲- امکان برنامه نویسی دستی بدون وجود رایانه؛
- ۳- امکان طراحی، چاپ و ذخیره سازی برنامه مدار مورد نظر و ارسال آن به رله قابل برنامه ریزی و حتی فراخوانی برنامه از رله، توسط رایانه؛
- ۴- امکان اجرای آزمایشی مدار، قبل از اجرای عملی آن توسط برنامه شبیه ساز رله در رایانه؛
- ۵- نیاز نداشتن به تیغه کمکی یا کنتاکتورهای کمکی؛
- ۶- وجود تایمرهای متنوع و زیاد در آن؛
- ۷- وجود توابعی خاص در رله که ایجاد آنها توسط کنتاکتورهای کمکی ناممکن است؛
- ۸- امکان رمزگذاری عبور برای برنامه و جلوگیری از سوء استفاده دیگران؛
- ۹- انعطاف پذیری در مقابل تغییرات احتمالی مورد نیاز برنامه؛
- ۱۰- امکان نظارت بر روی عملکرد مدار از طریق پیام‌های نمایشگر LCD؛
- ۱۱- آسان بودن اعمال تغییرات و اصلاح خطاها.



شکل ۲۳



شکل ۲۲

اجزای رله‌های قابل برنامه‌ریزی



در هنگام کار با تابلوهای برق، حتماً از علائم هشدار دهنده و قفل های ایمنی مناسب استفاده کنید.

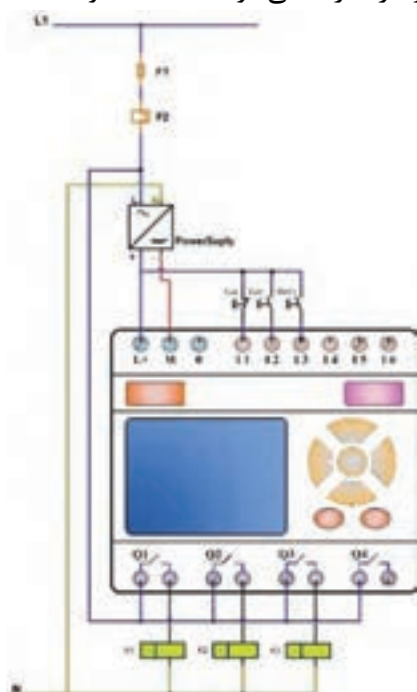


راه اندازی و به کارگیری رله های قابل برنامه ریزی:

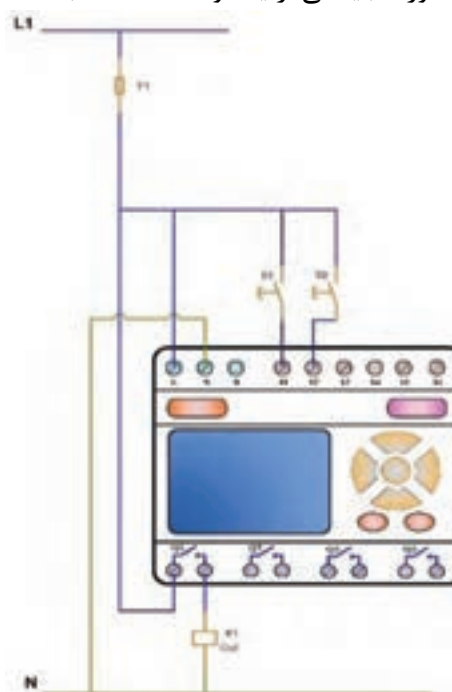
الف) سیم کشی:

قبل از شروع به کار، به مشخصات فنی رله دقت کنید. یکی از مهم ترین نکات، ولتاژ راه اندازی رله می باشد. ۱- در صورتی که ولتاژ راه اندازی (تغذیه) رله AC باشد، از حروف L و N در قسمت ترمینال های تغذیه استفاده شده است. در این صورت ترمینال L را به یکی از خطوط فاز و ترمینال N را به زمین سیستم برق که در تابلو مشخص شده متصل کنید (شکل ۲۴).

۲- اگر تغذیه رله ۱۲ یا ۲۴ ولت DC باشد، از حروف L+ و M در قسمت ترمینال های تغذیه استفاده شده است. در این صورت بایستی از یکسو کننده مناسب که معمولاً به همراه رله ارائه می شود، استفاده نمود.



شکل ۲۵

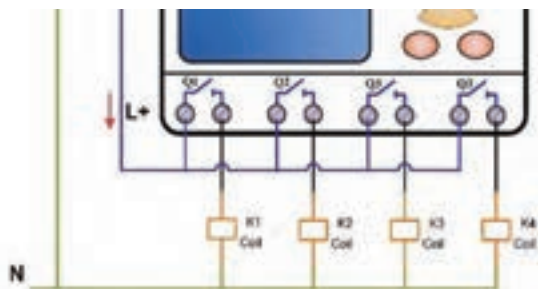


شکل ۲۴

سیم بندی رله های قابل برنامه ریزی

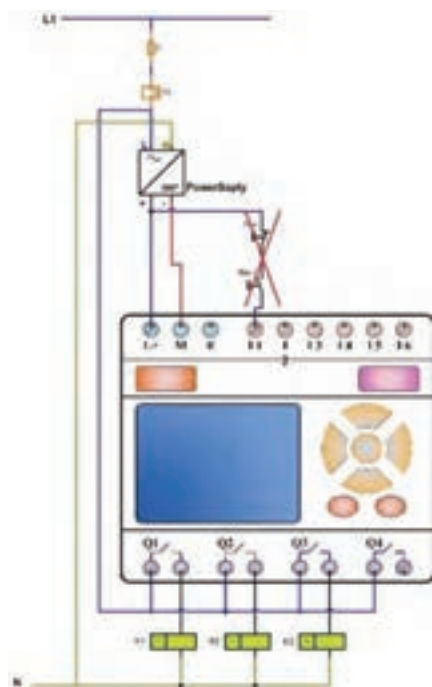
راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز

۳- کنتاکت‌های خروجی که با Q مشخص شده‌اند، مطابق برنامه نوشته شده، به حالت باز یا بسته خواهند بود. از آنجا که نیاز است در صورت عمل کردن کنتاکت‌های خروجی، ولتاژی در خروجی دیده شود و از آن ولتاژ جهت کنترل تجهیزات متصل شده به خروجی مانند بوبین کنتاکتورها استفاده نمود، از این رو بایستی یک سر ترمینال‌های خروجی، به صورت شکل ۲۶ به تغذیه وصل شوند (سیم آبی).



شکل ۲۶- سیم بندی خروجی رله قابل برنامه ریزی

۴- به هر ورودی رله قابل برنامه ریزی فقط یک سیگنال متصل می‌شود. این بدان معنی است که به هر یک از ورودی‌ها، فقط می‌توان یک کلید یا یک حسگر مستقل برای اعمال ولتاژ وصل کرد و نمی‌توان مانند مدارهای فرمان کنتاکتوری کلید ها را به صورت سری به یک ورودی وصل نمود.



شکل ۲۷- سیم بندی نادرست ورودی رله قابل برنامه ریزی

سیم‌کشی و راه‌اندازی اولیه یک نمونه رله قابل برنامه‌ریزی.

نمایش فیلم



در خصوص تفاوت بین مدار فرمان کنتاکتوری و سیم‌کشی رله‌های قابل برنامه‌ریزی بحث کنید.

کار کلاسی



ب) برنامه نویسی:

۱- اعمال هر نوع سیگنال (تغییرات) به ورودی رله‌های قابل برنامه ریزی، با توجه به برنامه نوشته شده، موجب ایجاد تغییر در خروجی رله خواهد شد. منظور از اعمال تغییر، وصل نمودن یک ولتاژ به ورودی یا قطع یک ولتاژ از ورودی می باشد.

۲- در رله‌های قابل برنامه ریزی، ورودی و خروجی‌ها بایستی به درستی آدرس دهی شوند. بعنوان مثال: اگر قرار است دستور شروع از ورودی I2 به رله قابل برنامه ریزی داده شود، بایستی کلید شستی مربوطه به ورودی I2 وصل شود.

اگر در نظر است دستور محدود کننده‌ای به ورودی I3 رله قابل برنامه ریزی داده شود، بایستی کلید محدود کننده Limit Switch مربوطه به ورودی I3 وصل گردد.

اگر برنامه به گونه‌ای نوشته شده است که خروجی Q1 موجب راه اندازی یک رله می‌شود، بایستی بوبین رله به خروجی Q1 وصل گردد.

۳- برنامه نویسی رله‌های قابل برنامه ریزی، با استفاده از نرم افزارهای ویژه هر نوع رله، که معمولاً به همراه رله توسط کارخانه سازنده ارائه می‌شود، صورت می‌گیرد.

۴- برنامه نوشته شده به زبان‌های Ladder و FBD بایستی توسط کابل مخصوص اتصال رایانه به رله که توسط کارخانه ارائه می‌شود، بر روی رله پیاده سازی شود. برای این منظور بایستی:

الف- اتصالات تغذیه رله را به درستی انجام داد.

ب- کابل ارتباطی را به رایانه و درگاه بارگذاری رله متصل نمود.

پ- پس از روشن کردن رله، با توجه به منو و با استفاده از کلیدهای پیمایش جهت دار، رله را در وضعیت Start یا Run قرار داد

یک نمونه رله قابل برنامه ریزی موجود در کارگاه را تحویل بگیرید.

قسمت‌های مختلف آن را شناسایی کنید.

با توجه به مشخصات رله، سیم کشی آن را مطابق شکل ۲۵ یا ۲۶ انجام دهید.

رله را روشن کنید و با انجام تغییرات در وضعیت شستی‌های ورودی، تغییرات را در صفحه نمایشگر روی رله ببینید.

فعالیت
کارگاهی



برای درک بهتر عملکرد رله‌های قابل برنامه ریزی، مدارات طراحی شده در بخش قبل را توسط زبان برنامه نویسی Ladder طراحی و بر روی رله‌های قابل برنامه ریزی پیاده سازی و اجرا می‌نماییم.

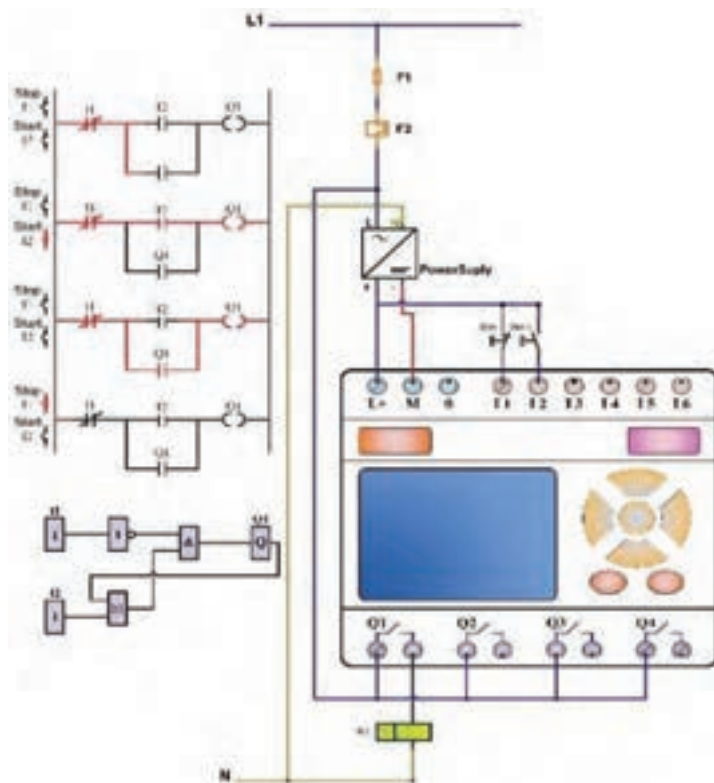
راه اندازی مستقیم موتور سه فاز توسط رله‌های قابل برنامه ریزی

هدف: راه اندازی و کنترل مستقیم یک موتور سه فاز با دو شستی NO (Normally Open) و NC (Normally Close) شرط‌های راه اندازی:

۱- با زدن شستی Start موتور بصورت دائم کار کند.

۲- با زدن کلید Stop در هر شرایطی، موتور متوقف شود.

اجرا: در شکل ۲۸ نحوه سیم بندی رله به همراه برنامه نوشته شده به زبان Ladder و FBD نشان داده شده است. برای درک بهتر برنامه، مراحل اجرای مرحله به مرحله برنامه Ladder در شکل نشان داده شده است.



شکل ۲۸- راه اندازی مستقیم موتور سه فاز توسط رله قابل برنامه ریزی

درخصوص راه اندازی و کنترل موتور با دو شستی NO بحث کنید.

وظیفه ---|--- که به صورت موازی با ---|--- قرار گرفته است چیست؟

کار کلاسی

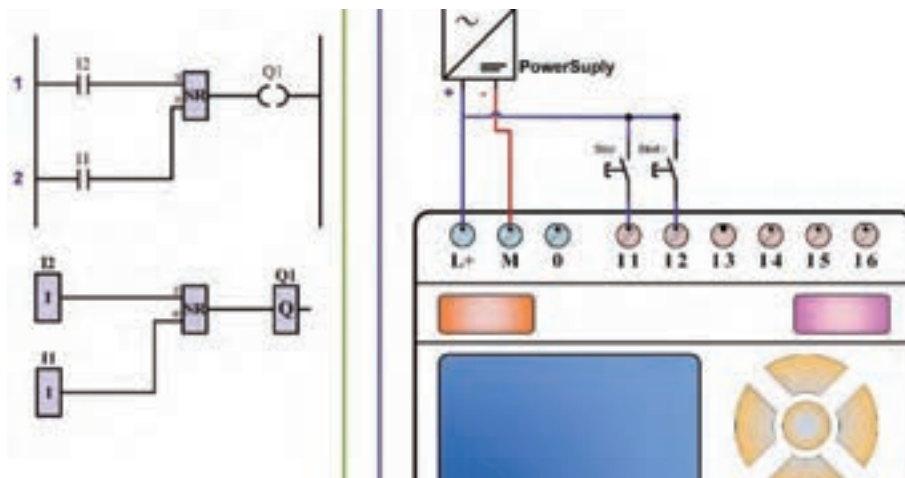


در نوشتن برنامه، از توابع متعددی که در نرم افزارهای برنامه نویسی Ladder و FBD پیش بینی شده است می توان استفاده کرد. استفاده از توابع، موجب ساده شدن و کم شدن حجم برنامه می شود. یکی از این توابع تابع Set / Reset می باشد که به صورت شکل ۲۹ در برنامه نشان داده می شوند.



شکل ۲۹

حال می‌توان برنامه راه اندازی موتور با دو شستی NO را بصورت شکل ۳۰ طراحی کرد:



شکل ۳۰- راه اندازی موتور با دو شستی

برابر شکل ۲۸ و شکل ۳۰ رله را برای راه اندازی موتور سه فاز به‌طور مستقیم برنامه-ریزی کنید. با قرار دادن شستی‌های مختلف در ورودی برنامه نتایج را مقایسه نمایید.

فعالیت
کارگاهی



نرم‌افزاری برای برنامه نویسی رله‌های قابل برنامه‌ریزی در رایانه شخصی نصب نموده و سعی کنید مثال‌های گفته شده را در آن پیاده سازی کنید.

کار در منزل



راه اندازی دو موتور سه فاز یکی پس از دیگری توسط رله‌های قابل برنامه‌ریزی:

هدف: راه اندازی دو موتور سه فاز، یکی پس از دیگری یا راه اندازی با رعایت اولویت.

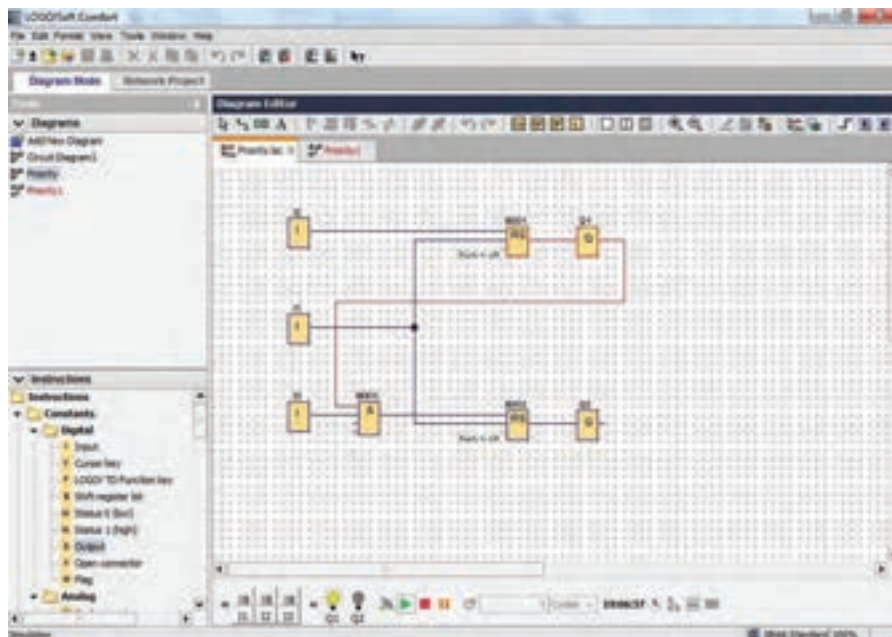
شرط‌های راه اندازی:

- ۱- با زدن شستی Start I موتور M1 بصورت دائم کار کند.
 - ۲- تا زمانی که موتور M1 راه اندازی نشود، امکان راه اندازی موتور M2 وجود نداشته باشد.
 - ۳- با زدن شستی Start II با رعایت شرط شماره ۲ موتور M2 به‌صورت دائم کار کند.
 - ۴- در هر لحظه که موتور M1 متوقف شود، موتور M2 نیز متوقف شود.
 - ۵- با زدن شستی Stop هر دو موتور متوقف شوند.
- اجرا:** شکل ۳۱ اجرای برنامه در محیط نرم افزار و شکل ۳۲ سیم بندی و برنامه به زبان‌های Ladder و FBD را نشان می‌دهد.

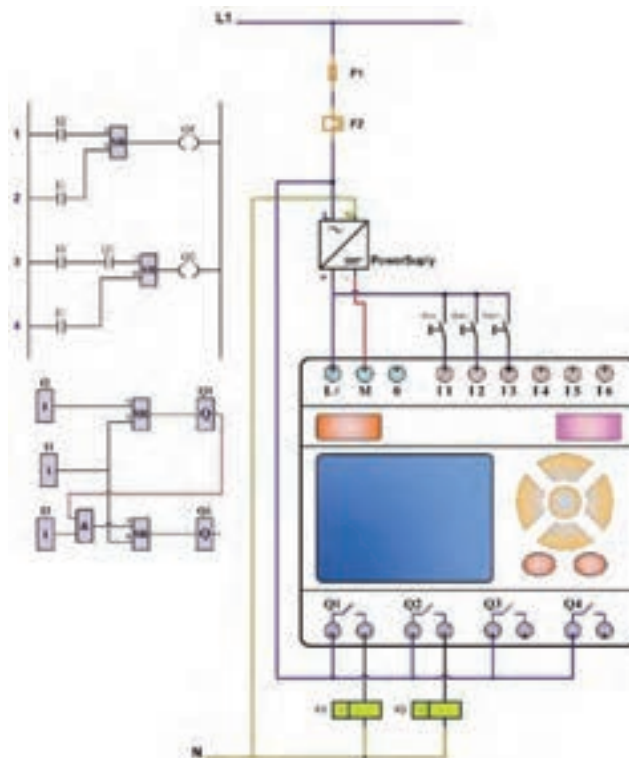
با زدن شستی Start I ورودی I2 وصل و خروجی Q1 فعال خواهد شد. با توجه به این‌که از تابع Set / Reset استفاده شده است، Q1 بصورت دائم کار باقی می‌ماند.

راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز

با زدن شستی Start II به شرط اینکه Q1 از حالت فعال خارج نشده باشد، Q2 فعال خواهد شد.
با زدن شستی Stop در هر حالت و هر زمان از برنامه، خروجی های Q1 و Q2 غیر فعال خواهند شد.



شکل ۳۱



شکل ۳۲- راه اندازی دو موتور
یکی پس از دیگری



برابر شکل ۳۲ رله را برای راه اندازی دو موتور یکی پس از دیگری را طراحی و در کارگاه پیاده سازی و اجرا نمایید.



با اعمال چه تغییراتی در برنامه راه اندازی دو موتور یکی پس از دیگری، می توان این فرآیند را به صورت خودکار و پس از تأخیر زمانی دلخواه انجام داد؟



اگر مانند مدارهای فرمان کنتاکتوری، در طراحی شکل ۳۰ به جای شستی NO از شستی NC به عنوان شستی Stop استفاده شود، روند برنامه چگونه خواهد شد.

راه اندازی چپ گرد – راست گرد موتور سه فاز توسط رله های قابل برنامه ریزی:

هدف: کنترل جهت چرخش موتور سه فاز توسط رله قابل برنامه ریزی.

پروژه کنترل جهت چرخش موتورهای سه فاز به صورت های مختلف زیر قابل اجرا می باشد:

۱- راه اندازی چپ گرد – راست گرد موتور سه فاز با حفاظت کامل: در این روش تغییر جهت چرخش موتور به شرطی امکان پذیر خواهد بود که شستی Stop فشرده شود و سپس یکی از شستی های راست گرد یا چپ گرد انتخاب شود. در این حالت تغییر جهت بلافاصله صورت نخواهد پذیرفت.

۲- راه اندازی چپ گرد – راست گرد سریع موتور سه فاز: از آنجا که در این روش سرعت تغییر جهت چرخش مد نظر می باشد، از این رو برنامه به گونه ای نوشته می شود که هرکدام از خروجی های چپ گرد یا راست گرد روشن با شد، اگر استارت دور عکس آن فشرده شود، موتور متوقف شده و بلافاصله تغییر جهت دهد.

۳- راه اندازی چپ گرد – راست گرد موتور سه فاز با تأخیر زمانی: در این حالت، بنا به موارد کاربرد، برنامه به گونه ای نوشته می شود که در صورت فشرده شدن استارت دور عکس، موتور متوقف شده و بعد از تأخیر زمانی تعریف شده در برنامه موتور در جهت عکس شروع به حرکت کند.

در این قسمت پروژه جهت اجرای روش دوم تعریف و اجرا می شود:

شرط های راه اندازی:

۱- با زدن شستی راست گرد Start R، در صورتی که موتور M1 در حالت متوقف باشد، موتور به صورت دائم در جهت عقربه های ساعت کار کند (راست گرد) و در صورتی که قبلاً در حالت چپ گرد حرکت می کرد، بلافاصله متوقف و به حالت راست گرد بچرخد.

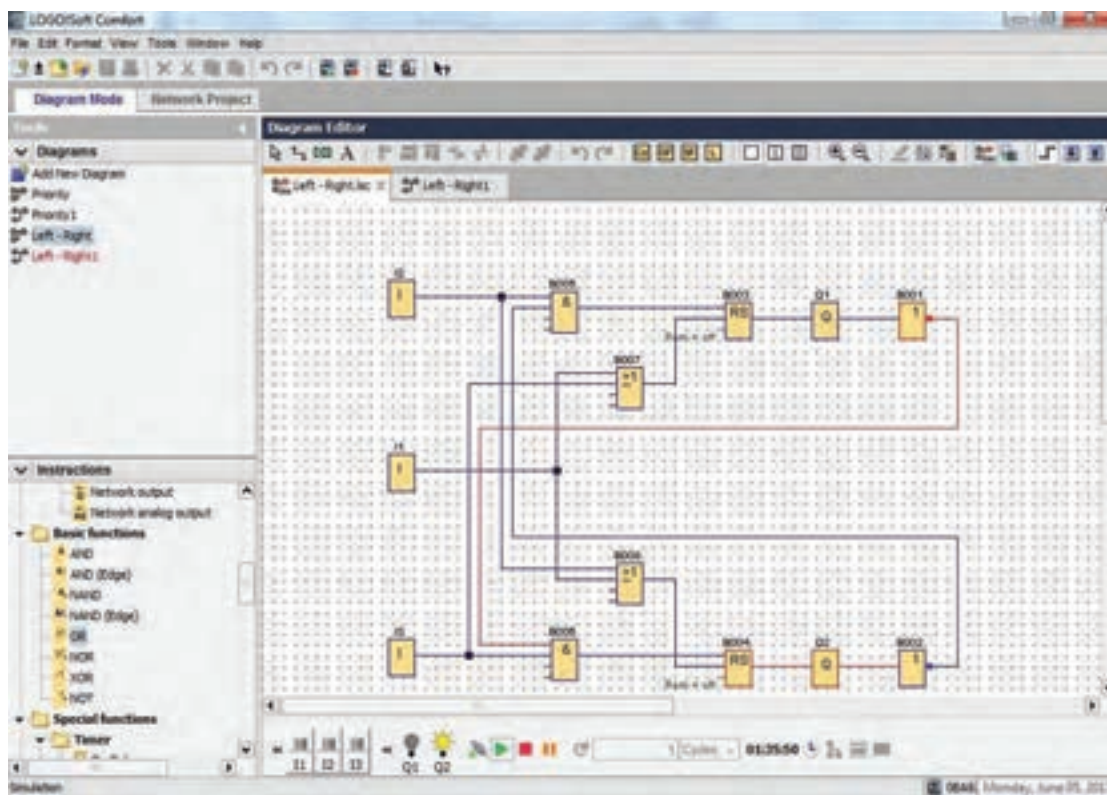
۲- با زدن شستی چپ گرد Start L، در صورتی که موتور M1 در حالت متوقف باشد، موتور بصورت دائم در جهت عکس عقربه های ساعت کار کند (چپ گرد) و در صورتی که قبلاً در حالت راست گرد حرکت می کرد، بلافاصله متوقف و به حالت چپ گرد بچرخد.

۳- با زدن شستی Stop جهت چرخش به هر طرف که باشد، موتور M1 متوقف شود.



برنامه نوشته شده در شکل ۳۴ به دو صورت Ladder و FBD را تحلیل کنید.
درخصوص عملگرهای And و Or بحث کنید

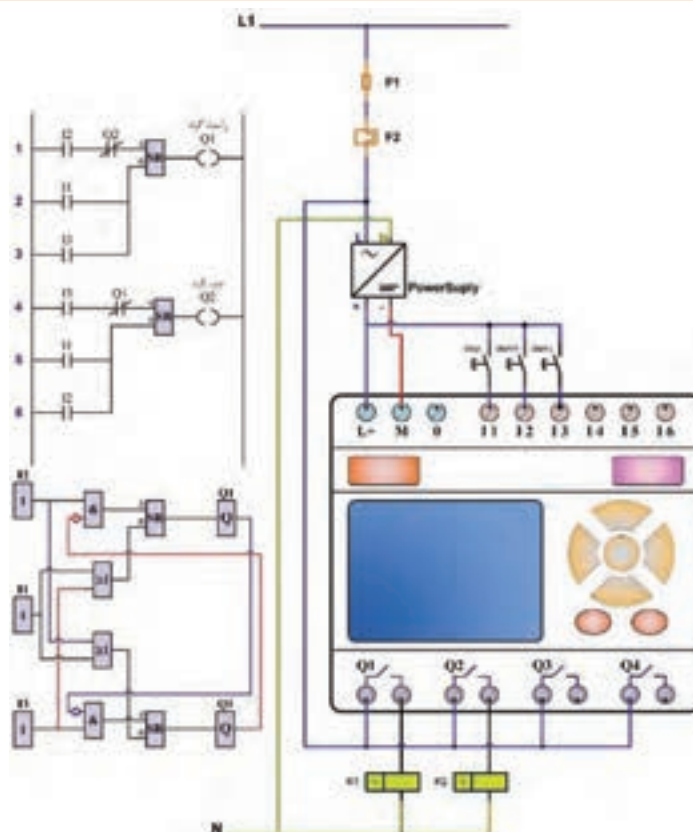
اجرا: شکل ۳۳ اجرای برنامه به زبان FBD در محیط نرم افزار و شکل ۳۴ سیم بندی و برنامه به زبان های Ladder و FBD را نشان می‌دهد.



شکل ۳۳



برابر شکل ۳۴ برنامه چپ گرد - راست گرد را برای یک موتور سه فاز طراحی و در کارگاه پیاده سازی و اجرا نمایید.



شکل ۳۴- راه اندازی چپ گرد - راست گرد با رله قابل برنامه ریزی

با زدن شستی Start R :

اگر موتور متوقف باشد، بصورت راست گرد خواهد چرخید.

اگر موتور به حالت چپ گرد در چرخش باشد، بلافاصله متوقف و راست گرد خواهد شد.

با زدن شستی Start L :

اگر موتور متوقف باشد، بصورت چپ گرد خواهد چرخید.

اگر موتور به حالت راست گرد در چرخش باشد، بلافاصله متوقف و چپ گرد خواهد شد.

با زدن شستی Stop جهت چرخش موتور به هر سمت که باشد، بلافاصله متوقف خواهد شد.



برنامه چپ گرد - راست گرد موتور سه فاز را توسط نرم افزار پیاده سازی نموده و نتیجه آن را در شبیه ساز نرم افزار مشاهده کنید.

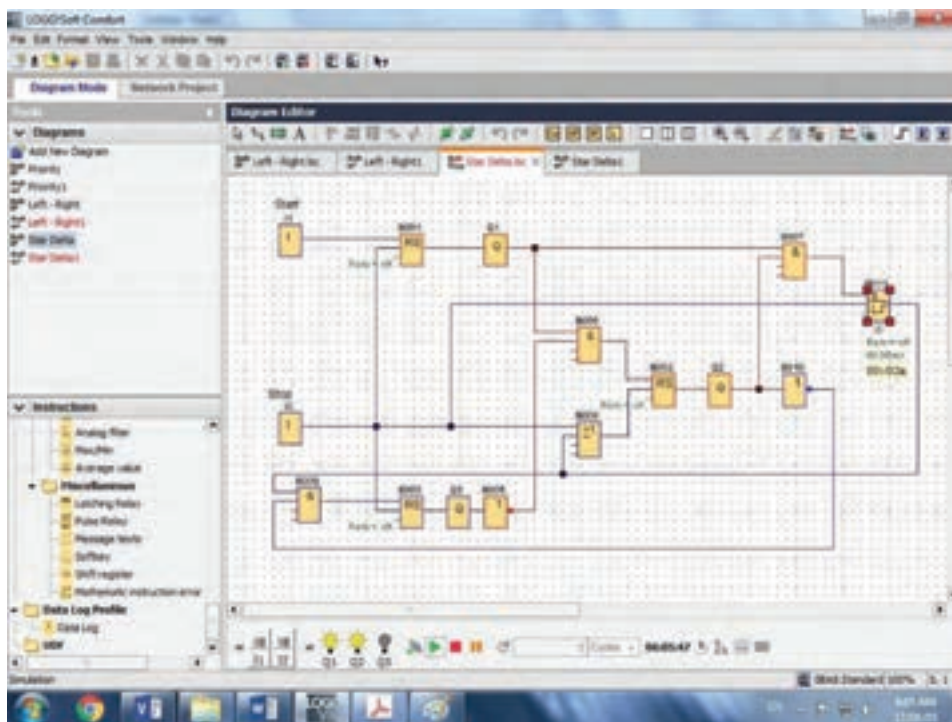
راه اندازی یک موتور سه فاز به صورت ستاره – مثلث

هدف: راه اندازی یک موتور سه فاز به صورت ستاره – مثلث بصورت خودکار با استفاده از رله تأخیری.
شرطهای راه اندازی:

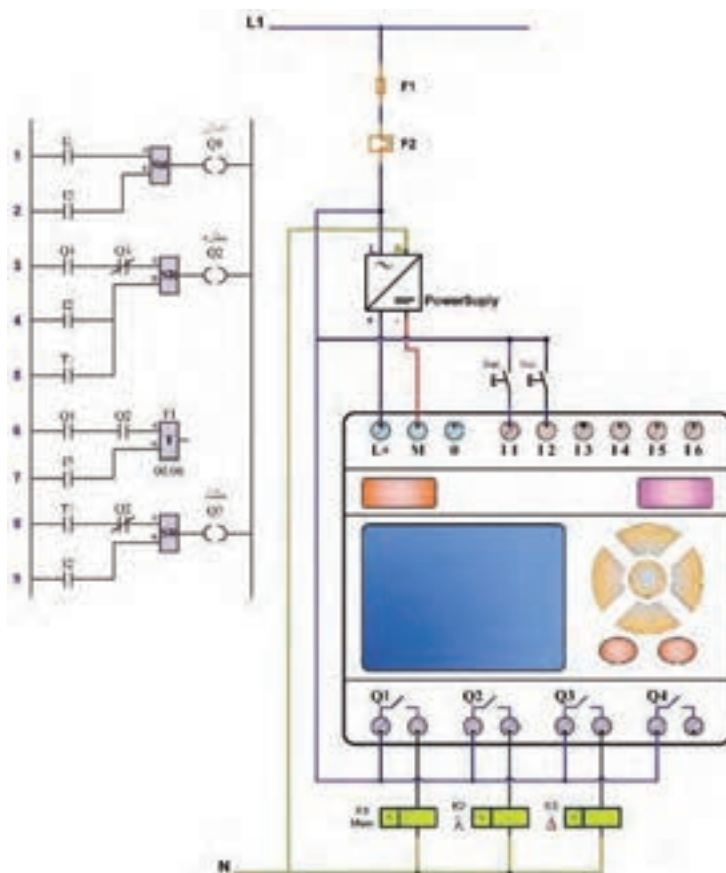
- ۱- با زدن شستی Start، همزمان دو خروجی Q1 (رله اصلی) و Q2 (رله ستاره) روشن شود.
 - ۲- هیچگاه دو خروجی Q2 (ستاره) و Q3 (مثلث) نباید با هم فعال شوند.
 - ۳- با فشردن شستی Stop هر سه خروجی Q1 و Q2 و Q3 (اصلی، ستاره و مثلث) غیر فعال گردند.
- اجرا: شکل ۳۵ اجرای برنامه به زبان FBD در محیط نرم افزار و شکل ۳۶ سیم بندی و برنامه به زبان های Ladder و FBD را نشان می دهد.

با زدن شستی Start خروجی Q1 و Q2 همزمان فعال شده و موتور شروع به چرخش خواهد کرد. با توجه به تایمر به کار رفته در برنامه و زمان تأخیر ۶ ثانیه ست شده بر روی تایمر، خروجی Q2 پس از گذشت ۶ ثانیه، غیر فعال شده و بلافاصله خروجی Q3 فعال خواهد شد. در این مرحله خروجی Q1 همچنان فعال می باشد.

تا زمانیکه شستی Stop فشرده نشده باشد، موتور در حالت مثلث کار خواهد کرد.



شکل ۳۵



شکل ۳۶- راه اندازی ستاره - مثلث موتور با استفاده از رله قابل برنامه ریزی

برنامه نوشته شده در شکل ۳۶ به دو صورت Ladder را تحلیل کنید.
برنامه را به صورت FBD بنویسید

کار کلاسی



برابر شکل ۳۶ برنامه راه اندازی موتور به صورت ستاره - مثلث را در کارگاه پیاده سازی و نتایج را تحلیل کنید.

فعالیت
کارگاهی



درباره انواع تایمر های موجود در زبان FBD و Ladder تحقیق کنید و در کلاس بحث نمایید.

تحقیق کنید



ارزشیابی مرحله‌ای

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، دآوری، نمره دهی)	نمره
۲	طراحی مدار فرمان و قدرت با رله‌های قابل برنامه‌ریزی	ابزار: ابزار طراحی نرم‌افزارهای طراحی و شبیه‌سازی تجهیزات: رایانه مناسب	بالاتر از حد انتظار	شناخت عملکرد رله‌های قابل برنامه‌ریزی. طراحی برنامه به زبان‌های Ladder و FDB برای پروژه تعریف شده. سیم‌کشی صحیح رله متناسب با پروژه. توانایی تحلیل مدارات طراحی شده با زبان PLC. توانایی عیب‌یابی برنامه‌های PLC. خلاقیت در طراحی و برنامه‌نویسی.	۳
			در حد انتظار	شناخت عملکرد رله‌های قابل برنامه‌ریزی. طراحی برنامه به زبان‌های Ladder و FDB برای پروژه تعریف شده. سیم‌کشی صحیح رله متناسب با پروژه. توانایی تحلیل مدارات طراحی شده با زبان PLC.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	شناخت عملکرد رله‌های قابل برنامه‌ریزی. سیم‌کشی صحیح رله متناسب با پروژه.	۱

ارزشیابی شایستگی راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز

شرح کار:

طراحی مدارهای فرمان و قدرت راه اندازی موتورهای سه فاز با کنتاکتور
پایه سازی مدارهای فرمان و قدرت طراحی شده با کنتاکتور
طراحی مدارات کنترل موتورهای سه فاز در رله های قابل برنامه ریزی با استفاده از زبان برنامه نویسی Ladder و FBD
اجرای مدارات کنترل موتورهای سه فاز با PLC یا Mini PLC (LOGO)

استاندارد عملکرد:

هدف از اجرای آموزش های این فصل، توانمند سازی هنرجویان در تحلیل مدارهای قدرت و فرمان طراحی شده برای
موتورهای سه فاز و کسب مهارت در طراحی برخی از مدارات قدرت و فرمان ساده می باشد که جهت راه اندازی و کنترل
موتورهای سه فاز بکار برده می شوند.

شاخص ها:

شناخت کامل تجهیزات برقی مورد نیاز بمنظور راه اندازی موتورهای سه فاز.
شناخت روش های راه اندازی و کنترل موتورهای سه فاز.
بکارگیری بهترین و مناسب ترین روش کنترل موتورهای سه فاز.

شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه مجهز به برق

ابزار و تجهیزات:

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	طراحی مدارهای فرمان و قدرت راه اندازی موتورهای سه فاز با کنتاکتور	۲	
۲	اجرای مدارات کنترل موتورهای سه فاز با PLC یا Mini PLC (LOGO)	۱	
...	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و ...	۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.