



واحد تبریز

گزارش کارآموزی

عنوان پروژه:

مدارات کنتاکتوری و طراحی مدار فرمان با استفاده از PLC

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر کاظم پور حسین

محل کارآموزی:

شرکت ایمن تراشه پرداز

سرپرست کارآموزی:

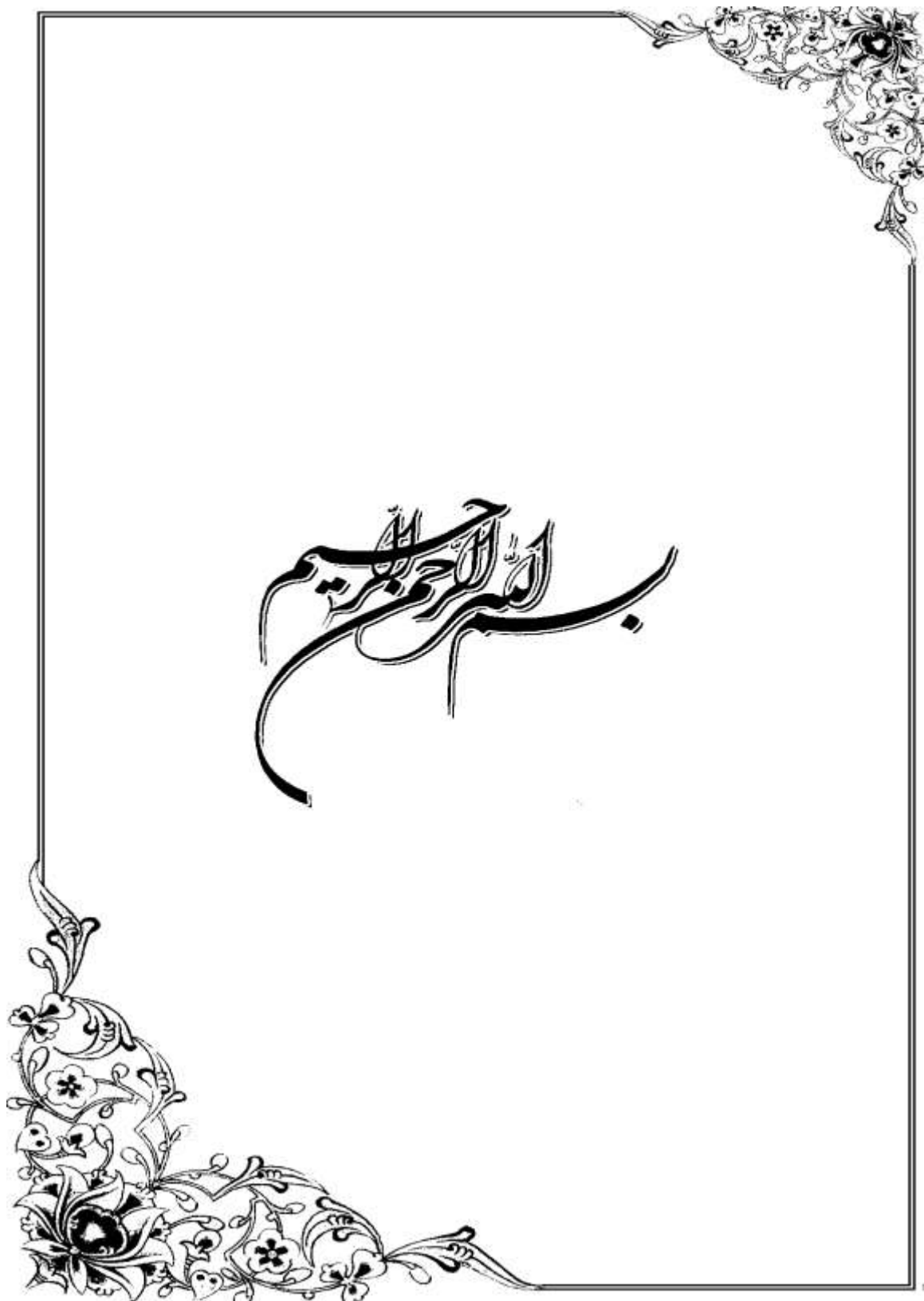
مهندس توحید جعفری

تهیه و تنظیم:

مرتضی یوسفی قصبه

رشته: مهندسی برق و قدرت

تابستان ۱۳۹۲



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه.....
۲	تعریف PLC.....
۳	کنتاکتور.....
۷	جداول مشخصات الکتریکی و مکانیکی یک سری از کنتاکتورها.....
۸	جدول B-۱ مدار قدرت.....
۸	جدول C-۱-۱ مشخصات کنتاکتورهای کمکی با جریان حرارتی ۱۰ آمپر.....
۸	رله های کنترل.....
۹	انواع رله ها.....
۹	رله ی اضافه بار.....
۱۲	انواع حفاظت.....
۱۴	فیوزها.....
۱۵	چراغ سیگنال.....
۱۶	مدارات.....

- جدول ۱-۲ علائم نقشه ها ۱۷
- رمز حروف برای انواع وسایل ۱۸
- قوانین رسم یا دیاگرام در مهندسی ۱۸
- معانی عداد ۱۹
- نقشه مدار فرمان و قدرت ۲۱
- شرح مدار ۲۲
- بررسی مدار قدرت ۲۳
- نقشه مدار فرمان و قدرت ۲۴
- برخی از معایب یا توجهات خاص در بکارگیری سیستمهای PLC ۳۰
- انواع حافظه ۳۳
- انواع محیطهای برنامه نویسی و امکانات نرم افزاری در PLC ۳۵
- معرفی زبان برنامه نویسی FBD ۳۶
- معرفی برخی از بلوکهای منطقی ۴۳
- طراحی انواع مدارات ۴۶
- مدار دالاندر ۵۸
- مدار ستاره و مثلث بدون شستی دابل ۵۹

- ۶۰ مدار ستاره و مثلث با شستی دویل
- ۶۱ مدار یکی پس از دیگری به شرط خاموشی اولی
- ۶۲ مدار چپگرد و راستگرد دستی
- ۶۳ مدار چپگرد و راستگرد سریع
- ۶۴ مدار چپگرد و راستگرد با میکروسئیچ
- ۶۵ برنامه نویسی به زبان LAD (روش نردبانی)
- ۶۶ منابع و مأخذ

مقدمه:

در جامعه صنعتی و پیشرفته ی امروزه سیستمهای کنترل اتوماتیک جزء شیوه های از زندگی روزمره به شمار می آیند. اگر چه تاریخچه اولین سیستم کنترل ساخت بشر را به چند صد سال قبل از میلاد نسبت می دهند، لیکن مسلم آن است که تحول اساسی در زمینه طراحی و ساخت سیستم های کنترل اتوماتیک، با طراحی و ساخت اولین گاورنر توسط جیمز واست در دوران انقلاب صنعتی رخ داد امروزه اکثر وسایل به صورت اتوماتیک ساخته می شوند و عملکرد آنها بدون سیستم کنترل، به کلی مختل و بسیار ضعیف است. قبل از آنکه بتوان کنترل را به هر مفهوم در هر نوع سیستمی اعمال کرد باید یک هدف و انگیزه مشخص برای اعمال کنترل کننده وجود داشته باشد که ما آن مشخصه ها را عملکرد سیستم می نامیم برای مثال یک مدیر کارخانه سعی دارد تا با اعمال یک سری قوانین و برقراری نظم خاص در کارخانه بر تولید بیشتر و یا کیفیت بهتر با قیمت ارزان برسد. چهار دلیل استفاده از سیستم های کنترل را می توان به صورت زیر نام برد:

۱ - عملکرد

۲ - مسائل اقتصادی و سودآوری تولید

۳ - امنیت کاربرد

۴ - قابلیت اطمینان

سرعت تولید به همراه رسیدن به کیفیت مناسب عواملی بسیار مهم اقتصادی هستند که توسط سیستم ای اتوماسیون و کنترل قابل دست رسی است.

تعریف PLC

PLC از عبارت Programmable Logic Controller به معنای کنترل کننده قابل برنامه ریزی گرفته شده است. PLC کنترل کننده ای است نرم افزاری که در قسمت ورودی، اطلاعات را بصورت باینری دریافت و آنها را طبق برنامه ای که در حافظه اش ذخیره شده پردازش می نماید و نتیجه عملیات را نیز از قسمت خروجی به صورت فرمانهایی به گیرنده ها و اجرا کننده های فرمان، ارسال می کند.

وظیفه PLC قبلا بر عهده مدارهای فرمان رله ای بود که استفاده از آنها در محیط های صنعتی جدید منسوخ گردیده است. اولین اشکالی که در این مدارها ظاهر می شود آن است که با افزایش تعداد رله ها حجم و وزن مدار فرمان بسیار بزرگ شده، همچنین موجب افزایش قیمت آن می گردد. برای رفع این اشکال مدارهای فرمان الکترونیکی ساخته شد، ولی با وجود این هنگامی که تغییری در روند یا عملکرد ماشین صورت می گیرد لازم است تغییرات بسیاری در سخت افزار سیستم کنترل داده شود. با استفاده از PLC تغییر در روند یا عملکرد ماشین به آسانی صورت می پذیرد، زیرا دیگر لازم نیست سیم کشی ها و سخت افزار سیستم کنترل تغییر کند و تنها کافی است چند سطر برنامه نوشت و به PLC ارسال کد تا کنترل مورد نظر تحقق یابد.

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

☒ در مقابل نویز حفاظت شده اند.

☒ ساختار مدولار دارند که تعویض بخشهای مختلف آن را ساده می سازد

☒ اتصالات ورودی - خروجی و سطوح سیگنال استاندارد دارند

✖ زبان برنامه نویسی آنها ساده و سطح بالاست

✖ تغییر برنامه در هنگام کار آسان است.

مقایسه سیستمهای کنترلی مختلف

به طور کلی چهار سیستم کنترلی وجود دارد:

- ۱ - سیستم های رله ای از قدیمی ترین سیستم کنترلی هستند. در این سیستم ها کلیه عملیات کنترلی با استفاده از رله ها انجام می پذیرد.

کنتاکتو:

الف) اصول کار:

ب) مشخصات کار:

الف: اصول کار:

کنتاکتور کلیدی است که از راه دور و بطریق الکتریکی کنترل می شود. در شکل ۱-۱ شماتیک کنتاکتور نشان داده شده است اعضای تشکیل دهنده ی کنتاکتور عبارتند از:

۱- هسته ی مغناطیسی

۲- لنگر

۳- پیچک

۴- فنر برگردان

۵- کنتاکت بسته

۶- کنتاکت باز

پیچک درموقع اتصال به منبع ولتاژ، هسته مخنطایی را آهنبدا کرده ولنگررابه سمت خود جذب میکند. در اثر جابجائی کنگر، کتاکت بسته بازو کتاکت باز بسته می شود دراین صورت است که می گویندهسته تحریک شده است تا وقتی که پیچک به منبل ولتاژ وصل است، لنگر به هسته چسبیده خواهد بود، مگر آنکه از منبع جدا شود. دراین صورت فنر برگردان که درموقع تحریک بصورت فشرده بود باعث برگرداندن لنگر بحالت اولیه خود ما شود و کتا کتور آزاد میگردد در نقشه های علمی کتاکتور را با علامت C نشان ما دهند.

(ب) مشخصات کار:

کنتاکتور نیز هر مانند وسیله ی الکتریکی دیگری مشخصاتی دارد که شرایط کار بردن آن را تعیین میکند. این مشخصات عبارتند از:

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| ۱- ولتاژ نامی | ۶- درج حرارت کار با ولتاژ نامی |
| ۲- توان یا جریان نامی | ۷- ظرفیت ترمینال |
| ۳- عمر مکانیکی | ۸- جریان حرارتی |
| ۴- انرژی مصرفی پیچک | ۹- تعداد کتا کتها |
| ۵- زمان عمل | |

۱- ولتاژ نامی: هر کنتاکتوری ممکن است از نظر ولتاژ و فرکانس در شبکه های مختلفی کار بکند. برای مثال شبکه برق ایران 380 ولتی و شبکه برق برخی از کشورها 220 ولتی می باشد. درج عایق بودن کنتاکتورها و میزان فاصله کنتاکتها از هم باید طوری باشد که اجزاء یاد شده براحتی بتوانند در این ولتاژها کار بکنند.

2- ولتاژ نامی (توان): چنانکه گفته شد کنتا کتور یک کلید است. بنابراین بدیهی است نسبت به جریانی که هدف قطع و وصل آن است، حجم و شکل کنتاکتورها فرق خواهد کرد یک کنتا کتور، بسته به اینکه چه نوع باری را بخواد قطع و وصل کند، دارای جریان های نامی مختلفی خواهد بود. مثلاً یک یک کنتاکتور در شرایط استاندارد AC_3 (با روتور قفسی) اگر بتواند 63 آمپر را قطع و وصل کند، معمولاً میتواند در شرایط استاندارد AC_1 (بار روشنایی یا بار اهمی) بار 80 آمپر را قطع و وصل کند. بر کنتاکتهایی که جریان اصلی را قطع و وصل ها کنند. کنتاکتهای قدرت می گویند. این کنتاکتها سطح مقطع زیادی دارند. کنتاکتورهای مختلف میتوانند حتی تا چند هزار آمپر جریان الکتریکی را قطع و وصل کنند. توجه داشته باشید که تعداد کنتاکت های قدرت 3 عدد خواهد بود. البته در مورد جریان مستقیم (DC) عده آنها ممکن است به 4 نیز برسد. برای جلوگیری از جرقه در هنگام باز بسته شدن کنتاکت ها آنها را سری می کنند.

کنتاکت های وروای با اعداد 1, 3, 5، و کنتاکت های خروجی با اعداد 2, 4, 6 مشخص میشوند. اهرام کنتاکتور، کنتاکتهای دیگرانیز قطع می کند. که دارای ظرفیت جریانی کمی بوده و در مدار زمان کنتاکتور به کار می رود. این ظرفیت جریانی در حدود 6 تا 10 آمپر است. کنتاکت های کمکی با یک عدد دو رقمی مشخص میشوند که NC کنتاکت بسته و مخفف NormaLClose و NO کنتاکت باز و مخفف

Normal opون می باشد. لازم به یاد آوری است که در یک طراح 2 نوع مدار وجود دارد که به ترتیب 1- مدار قدرت و 2- مدار فرمان می باشد.

1- مدار قدرت: شامل اتصالاتی است که بین تخته کلید موتور با قسمت مدار فرمان داده می شود.

۲- مدار فرمان: شامل اتصالاتی است که بین کنتاکتورها و رله ها و مثال ها و ... داده می شود.

۳- عمر مکانیکی: هر کنتاکتور یک عمر مکانیکی دارد که بعد سپری شدن آن فرسوده شده و از کار می افتد. این عمر بر حسب مقدار قطع و وصل بیان می شود.

عمدتاً عمر کنتاکتور ما بین ۲ تا ۴ میلیون بار کار تغییر می کند که البته به ولتاژ و جریان کار نیز بستگی دارد. یکی از عواملی که در تعیین عمر مکانیکی کنتاکتور مؤثرند جنس آلیاژ مصرف شده است.

۴- انرژی مصرفی پیچک: پیچک کنتاکتور را میتوان برای کار با ولتاژهای مختلف سیم پیچی کرد. این ولتاژهای میتواند از ۲۴ ولت مستقیم تا ۶۰۰ ولت متناوب تغییر کنند. در صورتی که ولتاژ مستقیم به پیچک اعمال شود کنتاکتورها مشخصات بهتری را از خود به نمایش می گذارد.

برای اخذ نتایج بهتر، گاهی به هر کنتاکتوری یک یکسو کننده پل نیز اضافه میکنند که یکسو کننده ی ذکر شده برای یکسو کردن ولتاژ متناوب بکار می رود. از آنجائی که پیچک خود یک مصرف کننده است، مقداری توان مصرف کرده و گرم میشود. بدیهی است که یک کنتاکتور خوب کنتاکتوری است که مصرف داخلی آن ناچیز باشد. برای کم کردن مصرف داخلی میتوان از یک مقاومت استفاده کرد که بصورت سری با پیچک قرار داشته باشد بنابراین مقدار I کاهش می یابد.

۵- زمان عمل: منظور از زمان عمل زمانی است که پس از سپری شدن آن، کنتاکتور باز یا بسته می شود. در کنتاکتورها و رله ها این زمان را طوری تنظیم می کنند که عمل قطع و وصل در زمان معینی به وقوع بپیوندد.

زمان گفته شده در حدود میلی ثانیه (تا ۲۰ میلی ثانیه) میباشد.

۶- درجه حرارت کار: کنتاکتورها هم مانند وسایل دیگر در درجه حرارت معینی کار میکنند، این درجه حرارت معمولاً بین ۲۰- تا ۶۰+ درجه سانتی گراد میباشد.

۷- ظرفیت ترمینال: منظور از ظرفیت ترمینال، ظرفیت کنتاکتها برای بستن تعدادی سیم با سطح مقطع معین میباشد. این ظرفین این ظرفیت با افزایش ظرفیت کنتاکتور بالا میرود.

۸- جریان حرارتی: معمولاً غیر از جریان نامی، جریان دیگری نیز در روی کنتاکتورها ذکر می گردد که بنام جریان حرارتی موسوم است. جریان حرارتی، حداکثر جریانی است که در اثر عبور آن کنتاکتور صدمه می بیند.

۹- تعداد کنتاکتها: کنتاکتورها معمولاً برای قطع و وصل قدرت، ۳ کنتاکت باز دارند، بقیه ی کنتاکت ها که اصلاً کنتاکت هی فرمان نامیده می شوند، در مدارها فرمان بکار می روند. این کنتاکت ها ظرفیت بوده و فقط قادر به تحمل جریانهای فرمان میباشدند.

جداول مشخصات الکتریکی و مکانیکی یک سری از کنتاکتورها:

جدول ۱a-۱ مشخصات الکتریکی و مکانیکی یک سری کنتاکتور

نوع	CN1-DB	CN1-EB	CN1-FC	CN1-GC	CN1-HC
A	۹۵	۱۶۰	۲۵۰	۳۵۰	۴۸۰
B	۶/۵	۵/۵	۲۶	۳۰	۲۵
C	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
D	۲	۲/۵	۲	۲	۱/۵

A- مصرف پیچک در حال کشش بر حسب ولت آمپر

B- مصرف پیچک در حال کار دائمی بر حسب ولت آمپر

C- عمر مکانیکی بر حسب میلیون بار قطع

D- عمر الکتریکی در شرایط AC3 (بار موتور القایی)

جدول ۱-۱ مدار قدرت:

نوع		مشخصات هنری ترمینال		حداکثر ظرفیت ترمینال	
				با بار تناط دهنده	بدون بار تناط دهنده
				A	B
				عرض ترمینال	قطریچ
CN1-DB		10mm	4mm	6mm ²	10r2 ×
CN1-EB		mm5/12	5mm	10mm ²	10r2 ×
CN1-FC		16mm	6mm	-----	25mm ²
CN1-GC		20mm	8mm	-----	50mm ²
CN1-HC		25mm	8mm	-----	95mm ²

A: با سیم مفتولی

B: با سیم افشان

جدول ۱-۱-۱ مشخصات کنتاکتورهای کمکی با جریان حرارتی ۱۰ آمپر

توان کاری به ازای یک میلیون دفعه قطع و وصل			
جریان مستقیم		جریان متناوب ۵۰ هرتز	
V	W	V	VA
۲۴	۲۵۰	۴۸	۴۵۰
۴۸	۱۵۰	۱۱۰/۱۲۷	۹۰۰
۱۱۰	۱۰۰	۲۲۰/۵۰۰	۱۲۰۰
۲۲۰/۶۰۰	۷	-----	-----

رله های کنترل :

اصول کار رله همانند کنتاکتورها است با این تفاوت که در رله ها:

الف) تمام کنتاکت ها از لحاظ فرم ظاهری شبیه هم هستند و در مدارهای فرمان شرکت می کنند.

ب) کنتاکت ها بنا به مقتضیات کار ممکن است بطور لحظه ای یا با تأخیر زمانی قطع و وصل شوند. در اینصورت نام رله، رله لحظه ای یا رله با تأخیر زمانی خواهد بود.

ج) رله ها ممکن است دارای کنتاکت های لحظه ای یا با تأخیر زمانی باشند. البته منظور از تأخیر زمانی فاصله ی زمانی است که بین عمل کنتاکت (اعم از بسته شدن یا باز شدن) از لحظه ای اتصال رله به ولتاژ به وجود می آید.

تا کنون در صنعت برقی رله های زیادی ساخته اند که مشخصات مختلفی داشته اند و هر یک برای کار بخصوصی مورد استفاده قرار گرفته اند. برای مثال در انتقال انرژی و حفاظت خطوط، از یک رله خاص استفاده می کنند.

انواع رله ها:

۱- رله ی نیو ماتیکی (بادی)

۲- رله ی الکترونیکی

۳- رله ی الکترو مکانیکی

۴- رله ی اضافی بار (بی مثال)

* در اینجا به بررسی یکی از چهار مورد می پردازیم که برای اهمیت رله اضافه بار که در اکثر مدارات استفاده می شود، پردازیم.

رله ی اضافه بار:

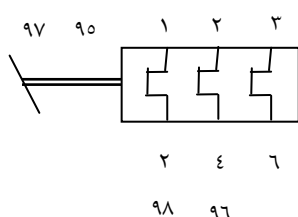
الف) اصول کار: رله ی اضافه بار جهت کنترل جریان موتورهای الکتریکی بکار می رود و یک نوع رله ی حفاظتی است.

رله ی حفاظتی که کمیتی را کنترل می کند، می تواند عامل وصل آن کمیت (مثلاً کنتاکتور) را قطع کند. این رله از دو فلز مختلف الجنس که ضرایب انبساط طولی مختلفی دارند تشکیل شده است به اطراف این دو فلز بهم چسبیده، یک رشته سیم عامل جریان الکتریکی پیچیده شده است در موقع عبور جریان الکتریکی از سیم ذکر شده، حرارت ایجاد شده موجب خم شدن بی متال شده و رله عمل می کند گرم شدن بی متال باعث قطع کنتاکت ها می شود. از این رله ها در حفاظت اضافه باری موتورهای آسنکرون، بارهای نامتعادل و قطع یک فاز و... استفاده می شود این رله ها قابلیت ۳۰ بار عمل در هر ساعت را دارا هستند و چون بر اساس خاصیت گرمایی جریان کارها می کنند می توانند در مدارهای AC, DC بکار روند. یک نمونه از این رله ها در شکل زیر نشان داده شده است. این رله ها پس از عمل کردن، بلافاصله بحالت اول در نمی آید (بخاطر گرمی بی متال) لذا اولاً باید کمی صبر کرد و ثانیاً با دکمه ی مخصوص RESET که معمولاً قرمز رنگ می باشد، کنتاکت آنها را بحالت طبیعی در آورد.

ب) مشخصات الکتریکی: این رله ها دارای ولتاژ و جریان نامی معلومی هستند و معمولاً تا فرکانس های ۴۰۰ هرتز (400HZ) کار می کنند. مصرف برق این رله ها در حداکثر جریان عبوری آنها بین ۱/۵ تا ۴ وات (از ۹ تا ۶۳ آمپر) میباشد.

می توان رله ها را طوی تنظیم کرد که در اثر افزایش کم جریان، دستگاه مربوط بدون دلیل و بسرعت قطع نشود. شرط کار این رله ها از (-۲۰) درجه تا (+۶۰) درج سانتیگراد متغیر است. شمای مداری، بی

مثال در شکل زیر آمده است.



نحوه ی بدست آوردن مقدار جریان برای تنظیم رنج بی متال و نیز نحوه ی بدست آوردن پایه فیوز فشنگی و سطح مقطع کابل تغذیه (mm^2) و نیز انتخاب کنتاکتور:

الف) نحوه ی انتخاب کنتاکتور: برای آن دسته از مداراتی که نیاز به ترمز الکتریکی ندارند معمولاً از کنتاکتورهای نوع AC3 استفاده می شود ولی برای آن دسته از مداراتی که نیاز دارند (ترمز یا به وسیله ی جریان C و یا به وسیله ی مکانیکی صورت می گیرد). معمولاً از کنتاکتورهای مدل AC4 استفاده می شود.

ب) نحوه ی بدست آوردن رنج بی متال: رنج بی متال را معمولاً از روی توان موتور که بر روی پلاک موتور وجود دارد محاسبه می شود.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \Rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos}$$

که یک راه دیگری نیز وجود دارد که با تجربه حاصل می شود و آن این است که معمولاً هر کیلو وات را ۲ آمپر در نظر ما گیرند و از روی آن رنج بی متال را محاسبه می کنند.

ج) نحوه ی محاسبه ی فیوز و پایه فیوز فشنگی (فشنگی): مقدار جریان فیوز و پایه فیوز فشنگی را از جدول زیر می توان بدست آورد.

نوع پایه فیوز	فیوز فشنگی
۲۵A	۲-۴-۶-۱۰-۱۶-۲۰-۲۵
۶۳A	۳۵-۵۰-۶۳
۱۰۰A	۸۰-۱۰۰

د) نحوه ی بدست آوردن سطح مقطع کابل تغذیه: سطح مقطع سیم را معمولاً از رابطه ی زیر بدست می آورند.

$$S = \frac{I_{TOTAL}}{3} \text{ mm}^2 \quad \text{سطح مقطع سیم بر حسب}$$

$$I: \text{جریان محاسبه شده از توان اکتیو} \quad (P = \sqrt{3} U \cdot I \cos \phi)$$

نکته: سطح مقطع سیم نو معمولاً برای سطح مقطع های بیشتر از 6 mm^2 برابر $\frac{S}{2}$ یا نصف سطح مقطع سیم فاز است.

انواع حفاظت :

الف) در برابر اضافه جریان : (CB یا *Circuit Breaker*): این حفاظت توسط فیوز یا کلید اتوماتیک یا همان دژنکتور صورت می گیرد.

ب) حفاظت در برابر قطع یک فاز یا دو فاز شدن (*Loss of phase or single phase*): در اینگونه موارد از قطعه ای بنام کنترل فاز استفاده می شود که به هنگام موارد زیر از خود عکس العمل نشان می دهد.

۱- کمترین ولتاژ شبکه

۲- عدم رعایت ترتیب فازها

۳- قطع شدن یکی از فازها

ج) حفاظت سیم بندی موتور (*motor winding protection*): در صورتی که استاندارد لازم بدانند این حفاظت توسط سنسورهای نصب شده بر روی سیم پیچ های استاتور موتور و به صورت سری با مدار فرمان، این حفاظت تأمین می گردد و به صورت کلی می توان گفت این مورد از حفاظت به منظور حفاظت استاتور در برابر گرما است.

د) حفاظت اتصال زمین: معمولاً در موتورهای بیش از ۲۰۰HP از این نوع حفاظت استفاده می شود
سر سیم های هر ۳ فاز موتور از داخل یک ترانسفورماتور جریان یا (Current Transfer)CT به
ترتیب صفر عبور داده و بر یک رله ی اتصال زمین وصل می شوند.

کلیدهای محدود کننده :

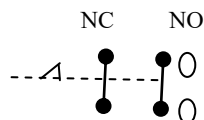
کلید محدود کننده (Limi Tswi Tch) که میکرو سوئیچ نیز نامیده میشود، کلیدی است که برای
قطع و وصل یک حرکت خطی یا دورانی و یا تعویض جهت دوران یک متحرک بکار می رود (مانند
آسانسورها یا بالابرها):

این کلیدها اهرمی دارد که وقتی دسته متحرک به آن برخورد می کند کنتاکتی را قطع می نماید (در
شرایط دابل یک کنتاکت را بسته و یک کنتاکت را باز می کند. کنتاکت ذکر شده خود عامل فرمانی
است برای ماشینی که هدف کنترل آن است. چنانکه از اسم این کلید بر می آید کلید یاد شده برای
محدود کردن حرکت متحرک ها بکار می رود. مثلاً در یک جرثقیل سقفی که در چهار جهت کار می
کند، وقتی سقف متحرک به انتهای هر قسمت از مسیر خود میرسد، یک کلید محدود کننده مدار رفت
را از کار انداخته و مدار برگشت را مهیا میسازد. در شکل ۴-۱ چند نمونه از این نوع کلیدها نشان داده
شده است.

شکل ۴-۱



نمای مداری این کلید بصورت زیر است.



فیوزها:

فیوز یک قطعه نوار فلزی است که در مسیر جریان الکتریکی قرار می گیرد. هنگامی که شدت جریان دستگاه مورد نظر از حد معینی تجاوز می کند فیوز ذوب شده و بقیه قسمت های مدار را حفاظت می کند. ذوب فلز و در نتیجه قطع جریان با یک قوس الکتریکی همراه است. به این لحاظ بهتر است نوار فلزی فیوز در داخل یک استوانه ی عایق (چینی) قرار داده شود. گاهی این استوانه را از روغن یا پودرهای نسوز پر می کنند تا قوس الکتریکی را خاموش نماید. هر فیوز یک ظرفیت ذخیره ی حرارتی دارد با این جهت از نظر حفاظت مدار در برابر اضافه بار، فیوز کار رله را انجام می دهد هر چند که دقت آن را ندارد فیوزها برای ولتاژها و جریان های مختلفی ساخته می شوند با وجودیکه هر مصرف کننده باید یک فیوز مناسب انتخاب کرد، در کنترل موتورها، استفاده از فیوزها به تنهایی کافی نیست و این بدلیل متغیر بودن جریان آنهاست. بنابراین به عبارت دیگر می توان گفت که فیوزها دستگاه ها را در مقابل اتصال کوتاه حفاظت می کنند و در مواردی که جریان مدار متغیر است حتماً باید از رله های حرارتی (بی متال ها) استفاده نمود.

چراغ سیگنال :

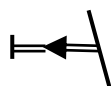
چراغ علامت یا چراغ سیگنال مورد کاربرد در مدارهای فرمان، یک چراغ کم قدرت (۱/۲ تا ۵ وات) است که با ولتاژهای مختلف از ۲۴ تا ۲۲۰ ولت کار میکند. این چراغ ها معمولاً در ۳ رنگ استاندارد قرمز، سبز و نارنجی ساخته میشود.

برای مثال در کارخانه ای که تعداد زیادی موتور در آن واحد مشغول بکار بوده و فواصل آنها تا تابلوی کنترل نسبتاً زیاد می باشد، از چراغ قرمز که توسط کنتاکت بازی از کنتاکتور اصلی موتور روشن می شود استفاده می کنند در شکل زیر نمای مداری چراغ سیگنال نشان داده شده است.

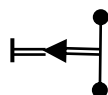


شستی های روشن و خاموش : ساختمان شستی های روشن و خاموش آنقدر ساده است که نیاز به تشریح آنها نیست این شستی ها کنتاکتی دارند که در زیر آن فنری تعبیه شده و توسط اهرمی که با دست فشار داده می شود کنتاکت عمل می نماید وقتی فشار انگشت هدف می شود فنر مربوطه کنتاکت را به حالت اولیه بر می گرداند در حالت باز یعنی بدون اعمال فشار بر روی شستی آنرا Strt و در حالت اعمال فشار بر روی شستی آن را Stop می نامند در شکل زیر شماتیک Start و Stop نمایش داده شده است.

کنتاکت های کمکی: در برخی از موارد تعداد کنتاکت های باز و بسته ی کنتاکتور کافی نیست به همین منظور از قطعه ای بنام کنتاکت کمکی استفاده می شود که دارای تعداد کنتاکت باز و بسته است که بر روی کنتاکتور وصل می شو در زیر شمای کنتاکت کمکی آمده است (شکل ۴-۱)



شستی Stop



شستی Stop

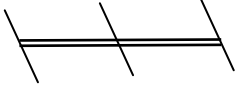
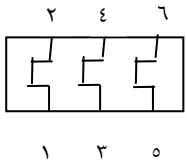
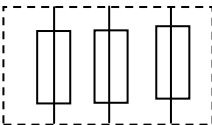
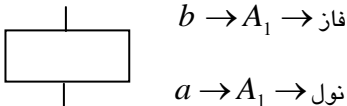
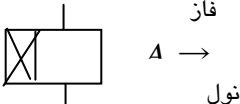
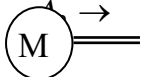




مدارات: در یک دیاگرام اتصال، وسایل برقی توسط علائمی نشان داده میشوند. هر یک از این علائم

با کار آن وسیله ارتباط مستقیم دارند در جدول ۱-۲ این علائم نشان داده شده است از این علائم در

طراحی و سیم کشی مدارات استفاده می شود هر کشوری علائم استاندارد ویژه ای دارد و ما علائم

استاندارد دین DIN را مورد نظر قرار می دهیم.

جدول ۱-۲ علائم نقشه ها (در این جدول برخی از علائم مورد نیاز رسم شده است).

	لید ۳ قطبی Switch,3-pole
	مقطع جریان زیاد، حرارتی Thermal relay
	فیوزها (Fusible cutout)
	کنتاکتور، رله (Contact)
	رله زمانی (Time relay)
	موتور (Motor-operated mechanism)
	ولت متر (Volt meter)
	آمپر متر (Am meter)
	اتصال به زمین (Connection to earth)
	ترانسفورماتور ولتاژ: Transformer voltage

رمز حروف برای انواع وسایل :

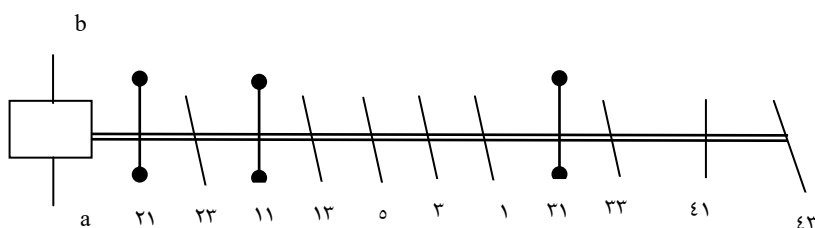
حروف اختیاری	وسایل
a	کلید: کلیدهای چاقوئی، بار، موتورها، حفاظت موتور و....
b	کلید کمکی: کلید کنترل، کنترلر، کلید کمکی، میناتوری و....
c	کنتاکتورها: کنتاکتور در مدارات اصلی (قدرت)
d	کنتاکتور در مدارات کنترل و کمکی
e	تجهیزات حفاظتی: فیوزها، بی متال ها، رله بوخهلتس و....
f	ترانسفورماتورهای اندازه گیری: ترانسفورماتورهای اندازه گیری و دیگر وسایل نمایشگر دستگاه ها
g	دستگاه های اندازه گیری: ولت متر، وات متر، کسینوس فی متر و...
h	علائم سمعی و بصری: لامپها و راهنما ها و.....
m	ماشینها و ترانسفورماتورها: ژنراتورها، موتورها، مبدلها و....

حروف رمز بایستی در سمت چپ علامت نوشته شوند. علائم ترمینالی در طرف راست شکل نوشته میشوند. اهرم های قطع و وصل از چپ به راست عمل مینمایند یعنی کنتاکتهای باز از چپ براست بسته می شوند (NO) و کنتاکت های بسته از چپ براست باز میشوند (NC)

معانی اعداد :

بخاطر سهولت تشخیص کنتاکتهای باز و بسته، در یک کنتاکتور یا رله از اعداد معینی استفاده می کنند. بموجب این قرار داد ۳ کنتاکت اصلی این کنتاکتور، کنتاکتور قدرت نیز نامیده شده و با اعداد ۱، ۲-۴ و ۳-۵ و ۶ مشخص میشوند.

بقیه کنتاکتها، که به طبع کنتاکتهای کمکی خواهد بود (و در مدار فرمان به کار می روند) با استفاده از یک عدد دو رقمی مشخص می گردند.



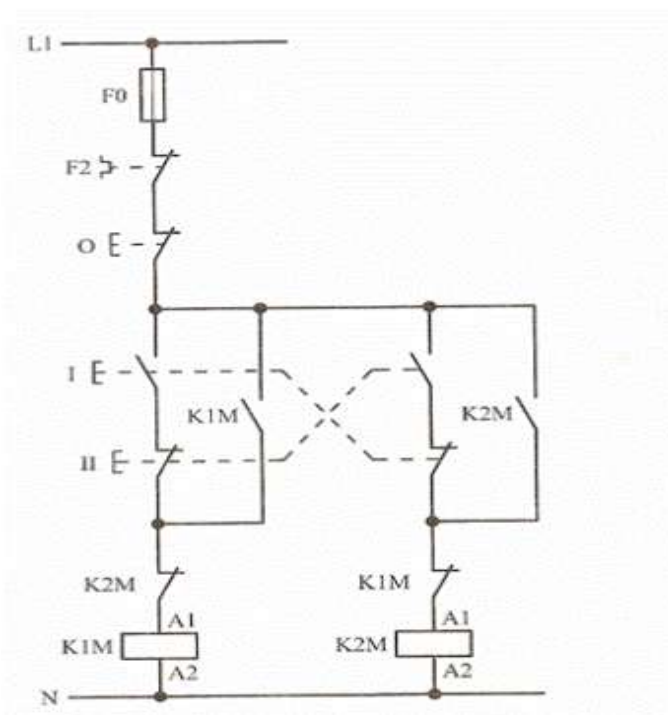
چنانچه دیده می شود فاز ابتدا به کنتاکت بسته e4 رسیده و از آنجا به شستی خاموش Stop و سپس به شستی روشن Start میرسد که خود با یک کنتاکت باز بنام کنتاکت نگهدارنده موازی است و از آنجا به بو بین کنتاکتور میرسد. سر دوم بر بین به سیم صفر وصل است و این مدار برای راه اندازی هر کنتاکتوری ضروری است و یک مدار پایه می باشد.

مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت چپ گرد - راست گرد با توقف حفاظت شده وسایل و ابزار مورد نیاز

تعداد	حروف مشخصه	نام وسیله	تصویر وسیله
۱ عدد	M1	موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی	
۲ عدد	K1M K2M	کنتاکتور	
۱ عدد	F0	فیوز مینیاتوری تک فاز	
۱ عدد	F1	فیوز مینیاتوری سه فاز	
۱ عدد	F2	بی متال	
۱ عدد	O	شستی استپ	
۲ عدد	I II	شستی استپ — استارت دابل	

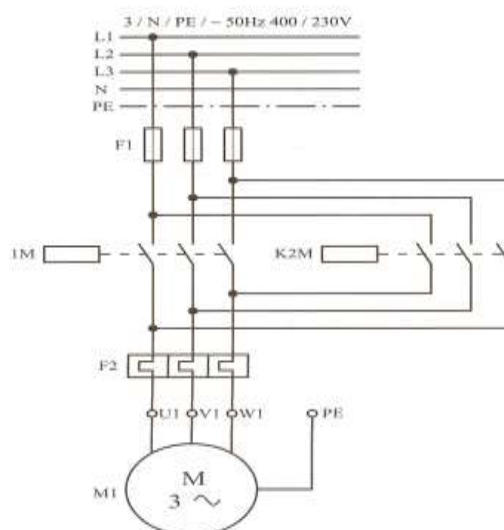
نقشه مدار فرمان و قدرت

-مدار فرمان راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد-راست گرد با توقف حفاظت شده



شکل (۱)

- مدار قدرت راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد-راست گرد با توقف حفاظت شده



شکل (۲)

شرح مدار

اگر شستی های I, II فشار داده شوند کنتا کنور های $K1M, K2M$ برای یک لحظه کوتاه در مدار قرار می گیرند. این شرایط در مدار موجب اتصال کوتاه دو فاز می شود. برای رفع این مشکل شستی ها به صورت دابل به کار برده می شوند تا امکان به وجود آمدن هیچ گونه اتصال کوتاهی وجود نداشته اشد. اصطلاحاً به این حالت مدار چپ گر-راست گرد مدار حفاظت شده ی کامل می گویند.

در مدار شکل (۱) با فشار دادن شستی I تیغه ی باز آن بسته و مسیر تغذیه کنتاکتور $K1M$ برقرار می شود. در همین لحظه تیغه بسته $K1M$ در مسیر بوبین کنتاکتور $K2M$ باز شده و مانع رسیدن جریان به بوبین $K2M$ می شود. سپس تیغه ی باز $K1M$ که خود نقش خود نگهدار دارد و به صورت موازی با شستی های $K1M, K2M$ قرار گرفته است بسته شده و تغذیه $K1M$ پایدار می شود.

در این شرایط اگر بر شستی II فشار داده شود جهت موتور عوض نمی شود. برای عوض کردن جهت موتور باید ابتدا مدار را توسط شستی O قطع کنیم و سپس شستی II را بفشاریم.

وقتی شستی II را فشار دهیم تیغه باز آن مسیر تغذیه $K2M$ را برقرار می سازد و در همین لحظه تیغه بسته $K2M$ در مسیر بوبین کنتاکتور $K1M$ قرار دارد باز شده و مانع رسیدن جریان می شود. سپس تیغه باز $K2M$ که نقش خود نگهدار را دارد بسته شده و تیغه کنتاکتور $K2M$ پایدار می شود.

در حالت خاموش بودن مدار اگر شستی های I, II را به طور همزمان فشار دهیم از آنجایی که تیغه های باز تغییر وضعیت می دهند تیغه های بسته ی هر دو شستی I, II که در سر راه تغذیه کنتا کتورهای $K1M, K2M$ قرار دارند به طور همزمان در مدار قرار می گیرند و مدار به طور کامل در مقابل اتصال دو فاز محافظت می شود.

بررسی مدار قدرت

با بررسی مدار قدرت نشان داده شده در شکل (۲) می توان دریافت که کنتا کتور K1M به عنوان کنتا کتور راست گرد و کنتا کتور K2M در نقش کنت اکتور چپ گرد در مدار استفاده شده است. زیرا با بسته شدن تیغه های کنتا کتور K1M جریان سه فاز L1, L2, L3 به ترتیب به سر های U1, V1, W1 موتور می رسد. در این شرایط موتور در جهت راست گرد کار می کند. هرگاه کنتا کتور K2M در مدار قرار گیرد جای دو فاز L1, L3 به وسیله کنتا کتور K2M در مسیر U1, W1 عوض می شود و در نتیجه موتور به صورت چپ گرد کار می کند.

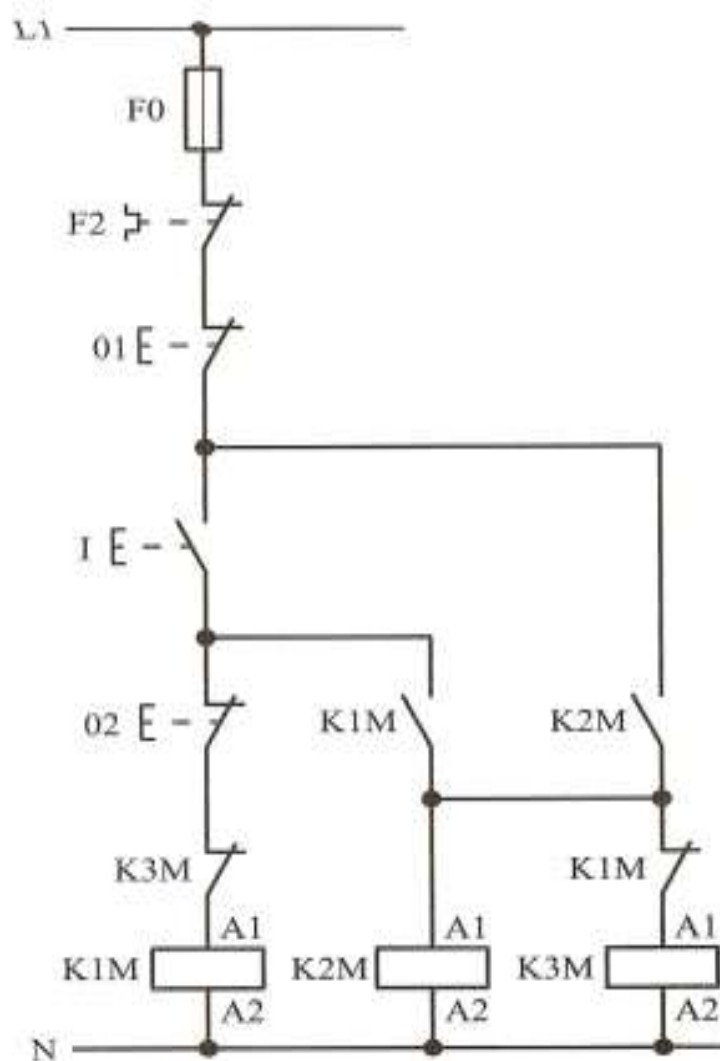
۲- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت ستاره-مثلث دستی

وسایل و ابزار مورد نیاز

تعداد	حروف مشخصه	نام وسیله	تصویر وسیله
۱ عدد	M1	موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی ستاره - مثلث	
۳ عدد	K1M K2M K3M	کنتا کتور	
۱ عدد	F0	فیوز مینیاتوری تک فاز	
۱ عدد	F1	فیوز مینیاتوری سه فاز	
۱ عدد	F2	بی متال	
۲ عدد	O1 O2	شمعنی استپ	
۱ عدد	I	شمعنی استارت	

نقشه مدار فرمان و قدرت

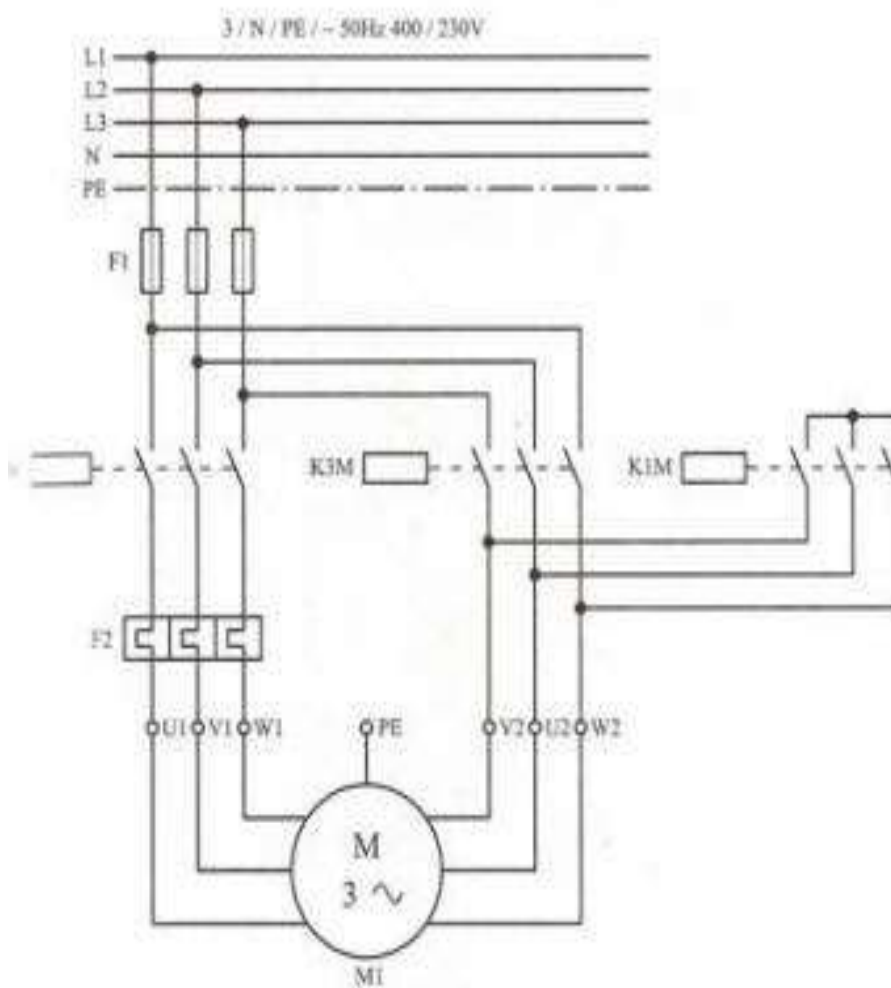
- مدار فرمان راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به صورت ستاره- مثلث دستی



شکل (۳)

- مدار قدرت راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به صورت ستاره- مثلث

دستی



شکل (۴)

شرح مدار

همانطور که در مدار شکل (۳) مشاهده می کنید مدار مربوط به راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون

می باشد.

حال اگر با وصل شستی استارت I جریان اطریق کتاکت‌های بسته ی استپ ۰۲ و بسته K3M به بوبین کتاکتور K1M می رسد. پس از مغناطیس شدن هسته تیغه ی باز K1M که در مسیر (۲) قرار دارد بسته می شود و همزمان در یک لحظه :

- تیغه ی K1M که در مسیر کتاکتور K3M وجود دارد باز می شود و از رسیدن جریان به بوبین کتاکتور K3M و همزمانی کتاکتور های ستاره و مثلث جلوگیری می کند.
- جریان به بوبین کتاکتور K2M می رسد و در نتیجه تیغه ی باز آن که در مسیر بوبین K3M است بسته می شود و نقش تیغه خود نگهدارنده را خواهد داشت.

- از لحظه ای که دست را از روی شستی I بر می داریم جریان از طریق تیغه ی باز K2M که به صورت موازی با تیغه ی باز K1M به بوبین کتاکتور K1M می رسد.

دو کتاکتور K1M, K2M در مدار قرار دارند و موتور به صورت ستاره کار میکند. با فشار بر شستی استپ ۰۲ مسیر جریان بوبین کتاکتور K1M قطع می شود .

در نتیجه علاوه بر این که کتاکتور K2M وصل می ماند جریان از تیغه ی بسته K1M به بوبین کتاکتور K3M نیز می رسد.

برای بالا بردن درجه حفاظت تیغه ی بسته K3M در مسیر کتاکتور K1M قرار می گیرد تا پدیده ی همزمانی اتفاق نیا فتد.

از این لحظه به بعد دو کتاکتور K2M, K3M در مدار هستند و موتور به حالت مثلث کار می کند.

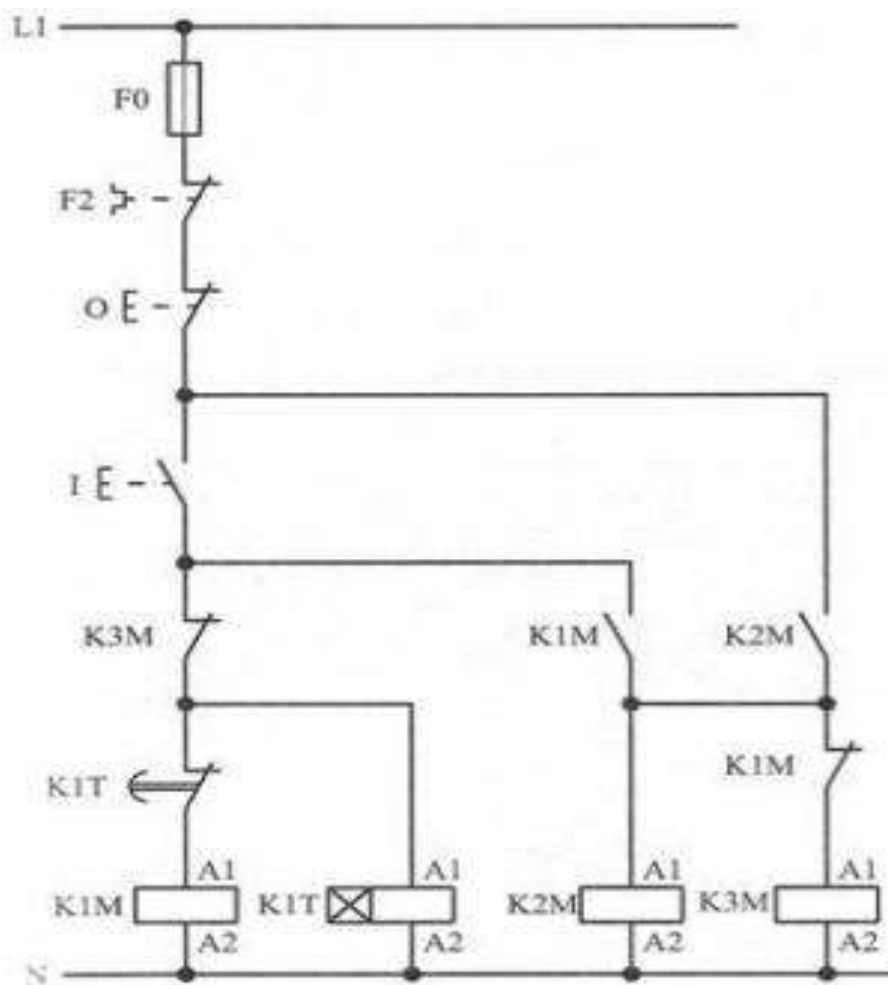
۳- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت ستاره-مثلث اتوماتیک

وسایل و ابزار مورد نیاز

- مدار فرمان راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به صورت ستاره- مثلث اتوماتیک

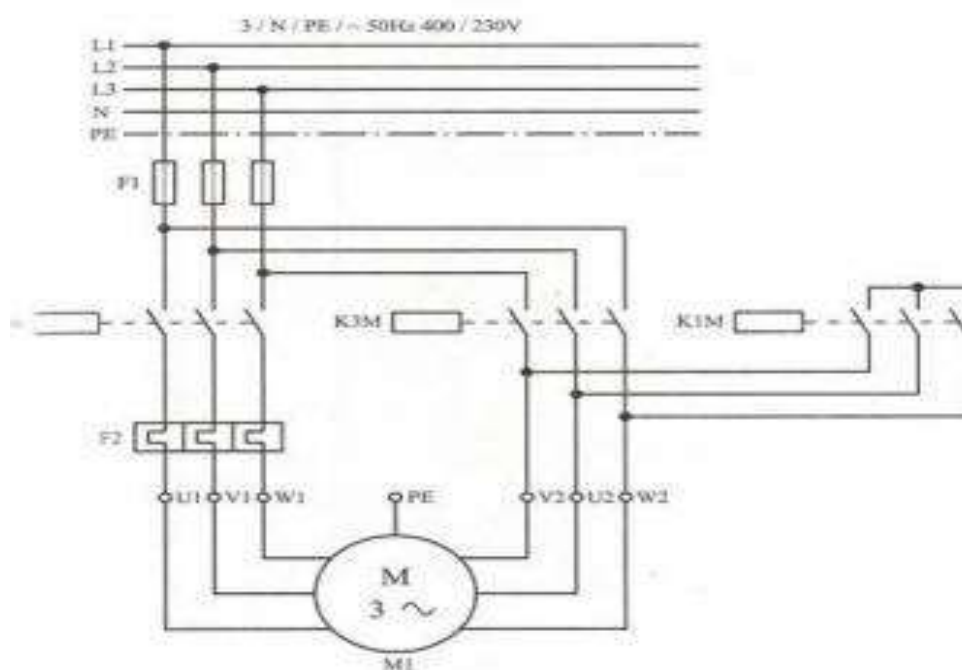
تعداد	حروف مشخصه	نام وسیله	تصویر وسیله
۱ عدد	M1	موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی ستاره - مثلث	
۳ عدد	K1M K2M K3M	کنتاکتور	
۱ عدد	F0	فیوز مینیاتوری تک فاز	
۱ عدد	F1	فیوز مینیاتوری سه فاز	
۱ عدد	F2	بی متال	
۱ عدد	0	شمستی استپ	
۱ عدد	I	شمستی استارت	
۱ عدد	K1T	تایمر	

شکل (۵)



شکل (۶)

- مدار قدرت راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به صورت ستاره- مثلث اتوماتیک



شرح مدار

نحوه عملکرد مدار فرمان شکل (۵) تا حدود زیادی شبیه حالت ستاره- مثلث دستی است. تنها تفاوت آن در مسیر کنتاکتور $K1M$ است. در این مدار با فشار بر شستی استارت I جریان از طریق تیغه ی بسته $K3M$ و کنتاکت بسته ی تایمر $K1T$ به بوبین $K1M$ می رسد. در نتیجه پس از مغناطیس شدن بوبین جذب کنتاکتور $K1M$ تیغه ی باز که در مسیر بوبین کنتاکتور $K2M$ بسته می شود و کنتاکت بسته ی $K1M$ در مسیر بوبین کنتاکتور $K3M$ باز می شود.

کنتاکتورهای $K1M, K2M$ و تایمر $K1T$ در مدار قرار می گیرند و موتور به حالت ستاره راه اندازی می شود. پس از طی زمان تنظیم شده برای تایمر $K1T$ تیغه ی بسته آن که در مسیر کنتاکتور $K1M$ قرار دارد باز شده و سبب می شود تا مسیر عبور جریان بوبین کنتاکتور $K1M$ قطع شود. در نتیجه تیغه ی بسته $K1M$ که در مسیر بوبین $K3M$ قرار دارد بسته می شود و کنتاکتور $K3M$ در مدار قرار می گیرد و جذب می شود.

در این شرایط موتور از حالت ستاره به مثلث تغییر حالت می دهد. برای قطع جریان کل مدار از شستی استپ \bullet می توان استفاده کرد.

نقشه مدار قدرت ستاره-مثلث اتوماتیک مشابه حالت ستاره مثلث دستی است. این نقشه را در شکل (۶) مشاهده می کنید.

۲ - سیستم های کنترلی مبنی بر مدارهای منطقی در این سیستم ها از دروازه های منطقی و تراشه های کوچک برای پیاده سازی عملیات منطقی استفاده می شود.

۳ - کنترل با کامپیوتر شخصی.

۴ - کنترل مبنی بر PLC.

برخی از معایب یا توجهات خاص در بکارگیری سیستمهای PLC

۱ - کاربردهایی با برنامه ثابت، شاید استفاده از PLC که قابلیت های برنامه ریزی زیادی دارد، در صورت نیاز نداشتن به آنها مقرون بصرفه نباشد مانند کنترل کننده های غلتکی / دنبالگر. برخی از سازندگان تجهیزات برای کاهش هزینه ها، هنوز از سیستمهای غلتکی مکانیکی استفاده می کنند. تغییر کارها غلتک ها بندرت تغییر می کند بنابراین قابلیت تغییر برنامه ریزی PLC ها در اینجا چندان اهمیت ندارد.

۲ - ملاحظات محل کار: برخی پارامترهای محیط مانند، دمای بالا، ارتعاشات، تداخلات الکترو مغناطیسی، عواملی هستند که کاربرد PLC ها را محدود می کنند.

۳ - عملکرد ایمن در برابر اشتباه: در سیستمهای رله ای فشردن کلید توقف، برق مدار را قطع می کند و همینطور قطع منبع برق، باعث خاموش شدن سیستم می شود. بعلاوه سیستمهای رله ای هنگام وصل مجدد برق بطور خودکار روشن نمی شوند. البته این موضوع از طریق برنامه نویسی در مورد PLC نیز قابل اعمال است. اما در بعضی از برنامه های PLC ممکن است برای متوقف ساختن یک وسیله نیاز به اعمال ولتاژ ورودی باشد، این گونه سیستمها در مقابل اشتباه ایمن نیستند البته این نقص با افزودن رله های حفاظتی به سیستم PLC رفع می شود.

۴ - عملکرد مدار ثابت: اگر سیستم مورد نظر هرگز نیاز به تغییر نداشته باشد، یک سیستم کنترل ثابت (مانند غلتک مکانیکی) هزینه کمتری نسبت به PLC خواهد داشت. PLC ها در جاییکه بطور دوره ایی در عملیات تغییر ایجاد می شود، از کارایی بیشتری برخوردارند.

برخی از شرکت های سازنده PLC:

...Smar, ABB, Allen Bradly, Bosch, General Electric, Mitsubishi, Siemens, AEG

سخت افزار PLC

قسمتهای تشکیل دهنده یک سیستم PLC به صورت زیر تقسیم می شود (شکل ۱ - ۳)

☒ واحد منبع تغذیه (PS) Power Supply

☒ واحد پردازش مرکزی CPU

☒ حافظه

☒ ماژولهای ورودی

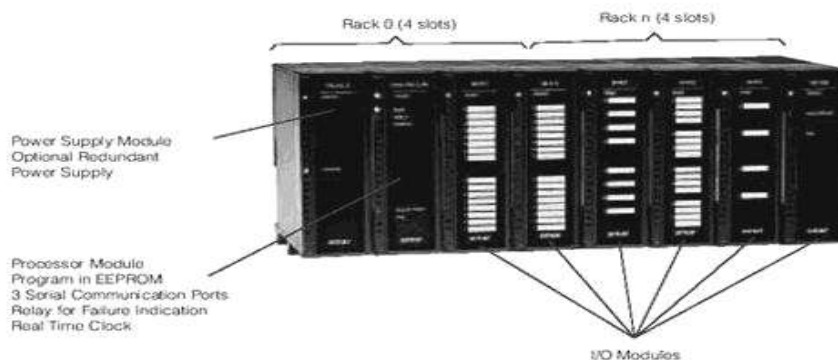
☒ ماژولهای خروجی

☒ ماژولهای تغییر شکل سیگنال

☒ ماژول ارتباط پروسسوری ((Communication Processor(CP

☒ ماژول رابط ((Interface Module(IM

☒ بدنه و قفسه ها (Racks and Chassis)



✖ ماژول منبع تغذیه (PS): منبع تغذیه ولتاژهای مورد نیاز PLC را تامین می کند. این منبع معمولاً از ولتاژهای ۲۴ VDC و ۱۱۰ Vac یا ۲۲۰ Vac، ولتاژ ۵ VDC را ایجاد می کند. ماکزیمم جریان قابل دسترسی منطبق با تعداد ماژولهای خروجی مصرفی است. جهت دستیابی به راندمان بالا معمولاً از منابع تغذیه سوئیچینگ استفاده می شود. برای تغذیه رله ها و عملگرها (Actuator) معمولاً از ولتاژ ۲۴ VDC بصورت مستقیم و بدون هیچ کارت ارتباطی استفاده می شود.

✖ واحد پردازش مرکزی یا CPU: وظیفه این واحد، دریافت اطلاعات از ورودیها، پردازش این اطلاعات مطابق دستورات برنامه و صدور فرمانهایی است که به صورت فعال یا غیرفعال کردن خروجی ها ظاهر می شود.

حافظه: در حالت کلی در PLC ها دو نوع حافظه وجود دارد:

- حافظه موقت یا RAM: که محل نگهداری فلگ ها، تایمرها، شمارنده ها و برنامه های کاربردی کاربر است.

- حافظه دائم (EEPROM, EPROM): که جهت نگهداری و ذخیره همیشگی برنامه کاربرد استفاده می شود.

در مواردی از RAM های CMOS که باتری پشتیبان دارند استفاده می شود، بدین ترتیب در صورت قطع برق اطلاعات آنها حفظ می گردد.

ماژولهای ورودی: ورودیهایی که در سیستم های PLC مورد استفاده قرار می گیرند در حالت کلی به صورت زیر می باشند:

الف) ورودیهای دیجیتال (Digital Input)

ب) ورودی های آنالوگ (Analog Input)

الف) ورودیهای دیجیتال: این ورودیها معمولاً بصورت سیگنالهای ۰ یا ۲۴ ولت DC می باشند. گاهی برای پردازش به تغییر سطح ولتاژ نیاز دارند. معمولاً برای انجام این عمل ماژولهای خاص در PLC در نظر گرفته می شود.

جهت حفاظت مدارهای داخلی PLC از خطرات ناشی از اشکالات بوجود آمده در مدار یا برای جلوگیری از ورود نویزهای موجود در محیط های صنعتی، ارتباط ورودیها با مدارات داخلی PLC توسط کوپل کننده های نوری انجام می گیرد. بدلیل ایزوله شدن ورودی ها از بقیه اجزای مدار داخلی PLC، هر گونه اتصال کوتاه و یا اضافه ولتاژ نمی تواند آسیبی به واحدهای داخلی PLC وارد آورد.

ب) ورودی های آنالوگ: این گونه ورودیها در حالت استاندارد ۴ - ۲۰ mA و یا ۰ - ۲۰ mA بوده، مستقیماً به ماژول آنالوگ متصل می شوند. ماژولهای ورودی آنالوگ، سیگنالهای دریافتی پیوسته را به مقادیر دیجیتال تبدیل نموده و سپس مقادیر دیجیتال حاصل توسط CPU پردازش می شود.

ماژولهای خروجی: خروجی های استفاده شده در PLC ها به دو صورت زیر می باشند:

الف) خروجیهای دیجیتال: این فرمانهای خروجی به صورت سیگنالهای ۰ تا ۲۴ ولت DC بوده که در خروجی ظاهر می شوند. بنابراین هر خروجی از لحاظ منطقی میتواند مقادیر "۰" یا "۱" را داشته باشد. این سیگنالها به تقویت کننده های قدرت یا مبدل های الکتریکی ارسال می شوند تا مثلاً ماشین را به حرکت در آورند یا آن را از حرکت باز دارند.

ب) خروجی های آنالوگ: سطوح ولتاژ و جریان استاندارد خروجی می تواند یکی از مقادیر ۴ - ۲۰ میلی آمپر، ۰ - ۲۰ میلی آمپر باشد. معمولاً ماژولهای خروجی آنالوگ، مقادیر دیجیتال پردازش شده توسط CPU را به سیگنالهای آنالوگ مورد نیاز جهت پروسه تحت کنترل تبدیل می نمایند. این خروجی ها بوسیله واحدی به نام Isolator از سایر قسمتهای داخلی PLC ایزوله می شوند. بدین ترتیب مدارت حساس داخلی PLC از خطرات ناشی از امکان بروز اتصالات ناخواسته خارجی محافظت می گردند.

ماژول تغییر شکل سیگنال: در مواقعی که سیگنالهای موجود در محدوده استاندارد نباشند، لازم است از یک ماژول تغییر شکل دهنده استفاده شود تا محدوده سیگنالها را تغییر داده و به محدوده استاندارد تبدیل کند.

ماژول ارتباط پروسسوری (CP): این ماژول ارتباط بین CPU مرکزی را با CPU های جانبی برقرار می سازد.

ماژول رابط (IM): در صورت نیاز به اضافه نمودن واحدهای دیگر ورودی و خروجی به PLC یا جهت اتصال پانل اپراتوری و پروگرامر، PLC از این ماژول ارتباطی استفاده می شود. در صورتی که چندین PLC بصورت شبکه به یکدیگر متصل شوند، از واحد IM جهت ارتباط آنها استفاده می شود.

هنگامیکه تعداد زیادی ورودی/خروجی در فاصله ای دور وجود دارد، اتصال مستقیم آنها به PLC نیاز به اتصالات زیادی دارد که مقرون به صرفه نیست، در این مواقع یک واحد I/O در مکان لازم نصب می شود و با یک زوج سیم به PLC متصل می گردد. واحد I/O اطلاعات مربوط به ورودی/خروجی ها را از طریق اتصال سریال به PLC ارسال و دریافت می کند. با توجه به اینکه واحد I/O تا PLC ممکن است به چند هزار متر برسد، صرفه جویی زیادی در هزینه ها می شود. در سیستمهای بزرگ ممکن است چندین PLC وجود داشته باشد که همگی تحت نظارت یک PLC اصلی عمل می کنند. معمولاً برنامه کنترلی در PLC اصلی اجرا می شود و PLC های دیگر فقط وظیفه ارتباط با واحدهای I/O را به عهده دارند.

انواع محیطهای برنامه نویسی و امکانات نرم افزاری در PLC

امروزه استانداردهای خاص بیت المللی مثل IEC 1131 برای برنامه نویسی و کار با PLC ها وجود دارد که اغلب شرکت های سازنده و طراح PLC که معمولاً نرم افزارهای مخصوص PLC های خودشان را تولید می کنند. از این روشهای استاندارد شده پیروی می کنند و فقط تفاوتهای جزئی در

نرم افزارهای آنها به چشم می خورد که اکثر آنها هم در اثر تفاوت های سخت افزاری سیستم های طراحی شده بوجود می آیند. اما در این بخش زبانها و محیط های مختلف برنامه نویسی به طور مختصر و خلاصه به طور عمومی و کلی مورد بررسی قرار می گیرد تا در برخوردهای احتمالی با این محیطها دچار سردرگمی نشوید.

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

- زبان SFC یا Sequential Function Chart Language

- زبان FBD یا Function Block Diagram Language

- زبان LD یا Ladder Diagram Language

- زبان ST یا Structured Text Language

- زبان IL یا Instruction List Language

پنج زبان فوق زبان های استاندارد و شناخته شده PLC ها هستند و کمپانی های سازنده سخت افزار و نرم افزار PLC ها با وجود اختلاف های جزئی که ممکن است در نام یا ظاهر نرم افزارهایشان با نمونه های اصلی وجود داشته باشد، همگی براساس همین روشهای استاندارد شده حرکت می کنند.

۱ - برنامه نویسی به زبان FBD

در نمایش فلوچارتی، برنامه به صورت مجموعه از نمادهای مستطیل شکل (بلوک) نشان داده می شود، این طرز نمایش بیشتر در هنگام طراحی برنامه استفاده می گردد.

معرفی زبان برنامه نویسی FBD

FBD:Function Block Diagram

طراحی بوسیله بلوکهای منطقی

برنامه FBD یکی از زبانهای برنامه نویسی در PLC می باشد که این برنامه یکی از کاربردی ترین برنامه ها برای طراحی مدارات می باشد.

FBD یکی از زبان های برنامه نویسی کاربر پسند می باشد که یک تکنسین می تواند به راحتی می تواند از آن استفاده نماید.

چهار چوب محیطی که در آن مدارات طراحی می شود یک صفحه چهار گوش است که در روی نمایشگر رایانه قابل مشاهده میباشد و در حاشیه نمایشگر انواع ورودی ها و خروجی ها انواع گیت های منطقی و تایمرها با نماد و اسم آنها مشخص می باشد.

در زبان برنامه نویسی FBD تمام ابزاری که برای طراحی مدار الزاماً باید از آن استفاده شود تعبیه شده است که عبارت اند از:

در زبان برنامه نویسی FBD تمام ابزاری که برای طراحی مدار الزاماً باید از آن استفاده شود تعبیه شده است که عبارت اند از:

انواع شستی ها، انواع تایمرها، انواع بلوکها اعم از AND,OR,NOT,RS و سایر بلوکها که در ادامه با طرز استفاده آنها آشنا می شویم.

این بلوکها بر مبنای 0 و 1 کار می کنند که وقتی به یکی از ورودی های بلوکهای منطقی پالسی می دهیم خروجی High خواهد شد و وقتی پالس Reset یا Stop بدهیم خروجی Low خواهد شد.

در زبان برنامه نویسی FBD تمام ابزاری که برای طراحی مدار الزاماً باید از آن استفاده شود تعبیه شده است که عبارت اند از:

انواع شستی ها، انواع تایمرها، انواع بلوکها اعم از AND,OR,NOT,RS و سایر بلوکها که در ادامه با طرز استفاده آنها آشنا می شویم.

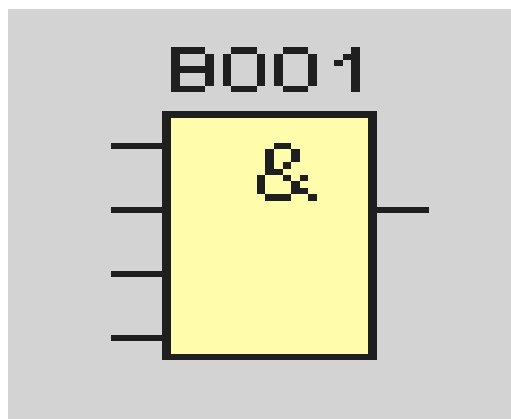
این بلوکها بر مبنای 0 و 1 کار می کنند که وقتی به یکی از ورودی های بلوکهای منطقی پالسی می دهیم خروجی High خواهد شد و وقتی پالس Reset یا Stop بدهیم خروجی Low خواهد شد. در زبان برنامه نویسی FBD تمام ابزاری که برای طراحی مدار الزاماً باید از آن استفاده شود تعبیه شده است که عبارت اند از:

انواع شستی ها، انواع تایمرها، انواع بلوکها اعم از AND,OR,NOT,RS و سایر بلوکها که در ادامه با طرز استفاده آنها آشنا می شویم.

این بلوکها بر مبنای 0 و 1 کار می کنند که وقتی به یکی از ورودی های بلوکهای منطقی پالسی می دهیم خروجی High خواهد شد و وقتی پالس Reset یا Stop بدهیم خروجی Low خواهد شد. تابع AND: این تابع دارای چهار ورودی و یک خروجی می باشد این تابع ضرب کننده است و هنگامی که حداقل ۲ تا از ورودی ها ۱ شود خروجی فعال خواهد شد از این تابع در مدارات برای سری کردن شستی ها و کنتاکت ها به کار می رود .

شکل تابع

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



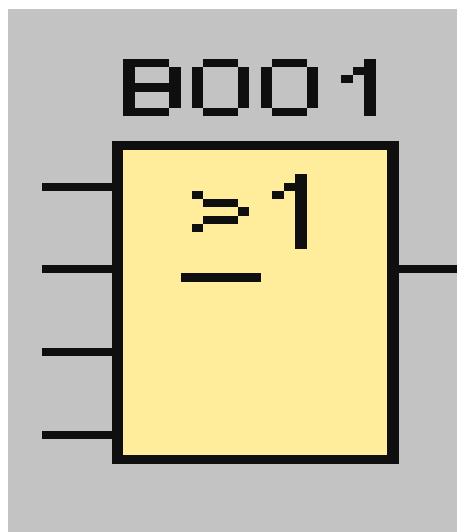
تابع OR: این تابع هم دارای چهار ورودی و یک خروجی می باشد این تابع جمع کننده است و

هنگامی که یکی از ورودی ها ۱ شود خروجی ها فعال خواهد شد کاربرد این تابع در مدارات برای

موازی کردن کنتاکت ها با یکدیگر می باشد.

شکل تابع

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



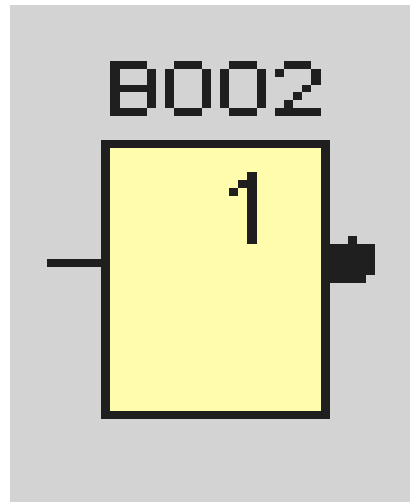
تابع NOT

این تابع دارای یک ورودی و یک خروجی می باشد از این تابع برای معکوس کردن استفاده می شود

یعنی اگر ورودی ۱ باشد خروجی ۰ خواهد شد و اگر ورودی ۰ باشد و خروجی ۱ خواهد شد.

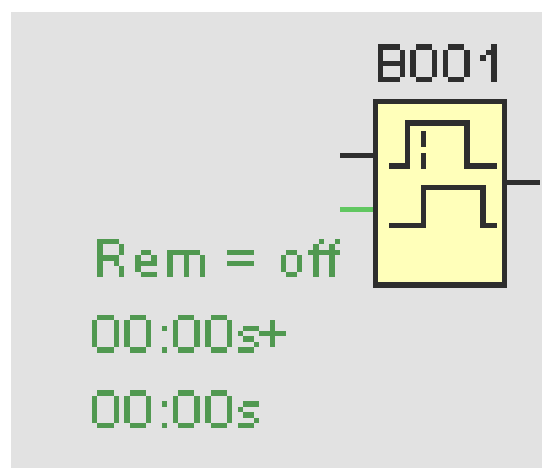
شکل تابع

X	F
0	1
1	0



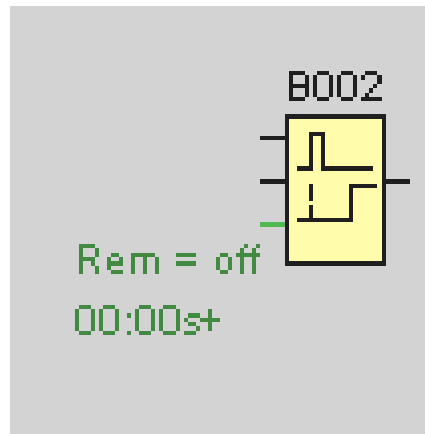
تایمر ON/OFF Delay : این تایمر متشکل از دو تایمر ON Dealy , OFF می باشد البته در هر مدار فقط می توان از یکی از تایمرها استفاده کرد و استفاده همزمان مقدور نمی باشد. با آمدن پالس به پایه Trg تایمر شروع به شمارش خواهد کرد پارامتر T برای تنظیم زمان به کار می رود.

شکل تابع :



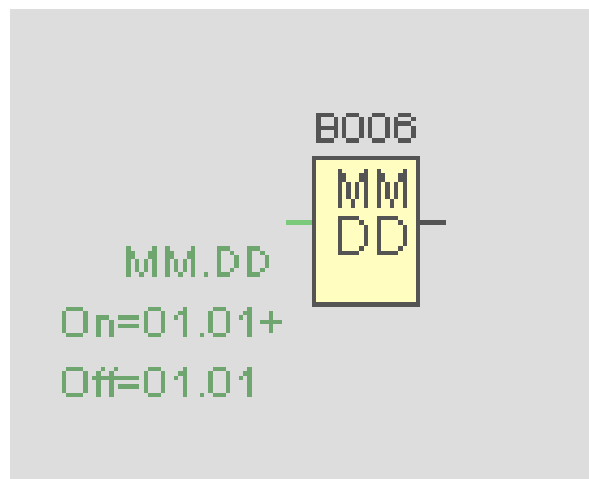
تایمر Retentiv/On Delay : از این تایمر بیشتر در مدارات اتوماتیک استفاده می شود به محض اینکه پالس ورودی Trg داده می شود تایمر شروع به شمارش خواهد کرد و پس از زمان طی شده خروجی فعال شده و فعال باقی می ماند در اصل این تایمر دارای یک نگهدارنده نیز می باشد

شکل تابع به این صورت است



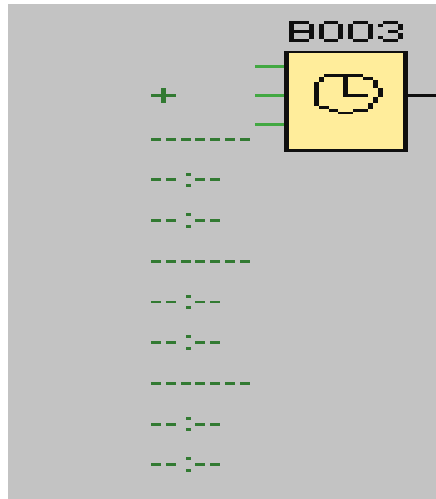
تایمر هفته ای: Weeks: از این تایمر بیشتر در مدت زمان های طولانی که باید مدارات تغییر کنند می شود تنظیم این تایمر از simulation می باشد که در این قسمت روزهای هفته و ساعت آنها مشخص شده است که برای استفاده باید تنظیم شوند

شکل تابع



تایمر سالیانه: Yearly Timer: این تایمر به عنوان تایمرهای سالیانه استفاده می شود . که از این تایمر به ندرت در مدارات استفاده می شود . تنظیم این تایمر نیز باید از simulation می باشد که در این قسمت روز، هفته، ماه و سالی که تایمر در آن لحظه شروع به کار کند را مشخص شده است

شکل تابع به این صورت است.



در زبان برنامه نویسی FBD می توان به دلخواه از انواع شستی ها بلوکها و تایمرها استفاده کرد و هیچ گونه محدودیتی ندارد که این یکی از مزیت های این برنامه می باشد.

برای استفاده از این برنامه بایستی نرم افزار آن بر روی رایانه نصب شود بعد از طراحی مدارات در برنامه، امکان تست و امتحان مدار را قبل از استفاده عملی و قبل از دانلود آن در حافظه PLC به ما میدهد تا صحت و درستی مدار برای کاربر مشخص شود، تا پس از دانلود و استفاده عملی اشکالی بروز نکند. پس از تست و امتحان مدار کاربر می تواند مدار را توسط کابل مخصوص PLC به حافظه آن دانلود کرده و از خروجی جواب مورد نظر را دریافت نماید. پس از طراحی مدار به فرم FBD برنامه امکان تغییر مدار از فرم FBD به فرم LADDER را فراهم می کند.

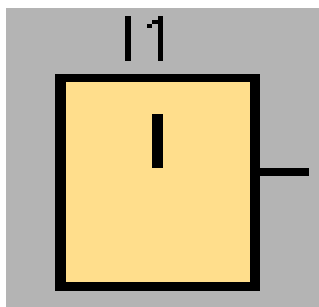
معرفی برخی از بلوکهای منطقی

۱- شستی ورودی که آنرا می توان به عنوان شستی فشاری و هم به عنوان سوئیچ استفاده کرد. که

با استفاده از simulation میتوان این تغییرات را انجام داد و با نوشتن در cument آن نوع Stop

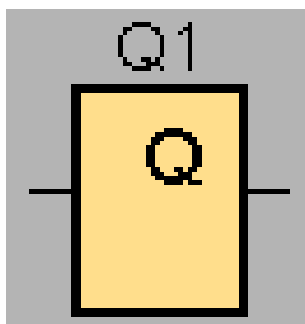
یا Start بودن آنرا مشخص کرد.

شکل این تابع به این صورت میباشد



۲- تابع خروجی: که تنها این تابع در طراحی مدارها بعنوان خروجی استفاده میشود.

شکل این تابع به این صورت میباشد:

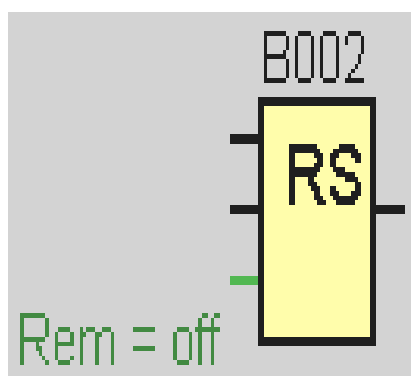


۳- تابع RS(latching releay) این تابع شبیه یک START/STOP که در اصل یک فلیپ

فلاپ RS(set/reset) است که البته reset دارای تقدم می باشد چنانچه R و S همزمان فعال

شود خروجی reset میشود.

شکل این تابع به این صورت میباشد:



۴- UP/DOWN/CUNTER شمارنده:

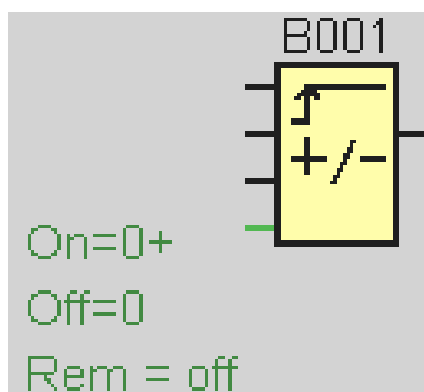
این تابع دارای سه ورودی می باشد که عبارتند از: cnt و Dir و reset می باشد.

اگر وضعیت ورودی cnt از 0 به 1 برود CUNTER شروع به شمارش خواهد کرد.

ورودی Dir جهت شمارش را تعیین می کند. Dir=0 شمارش صعودی و Dir=1 شمارش نزولی

خواهد بود.

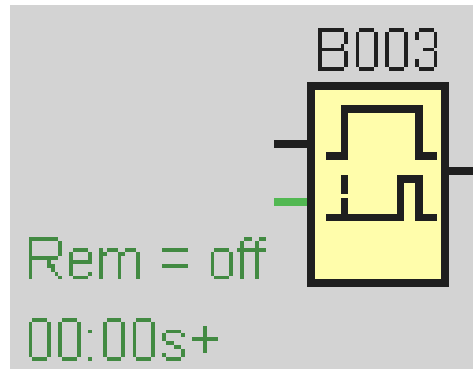
شکل این تابع به این صورت می باشد:



۵ - تایمر ON/DELAY: تایمر تأخیر در وصل خروجی این تایمر زمانی 1 میشود که زمان تعیین

شده طی شود. ورودی Trg برای Start به کار میرود و پارامتر T برای تنظیم زمان به کار میرود.

شکل این تابع به این صورت می باشد:

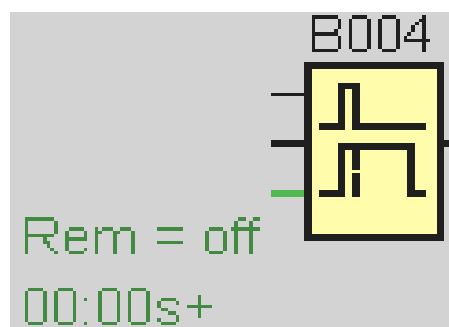


۶ - تایمر OFF/DELAY: تایمر تأخیر در قطع: در این تایمر پایه Trg بصورت لحظه ای فعال میشود

و خروجی فعال باقی می ماند. ورودی R خروجی را 0 می کند و پارامتر T برای تنظیم زمان به کار

میرود.

شکل این تابع به این صورت می باشد:



مراحل طراحی مدارات

۱- تشریح مدار برای خود کاربر

۲- انتخاب مناسب بلوک ها، تعداد ورودی ها و تعداد خروجی ها با توجه به نوع مدار

۳- قراردادن بلوک های منتخب بر روی صفحه کار

۴- سیم کشی

۵- تست مدار

طراحی انواع مدارات

۱. طراحی مدار **start/stop**: یک موتور الکتریکی یا راه اندازی یک موتور که به زبان برنامه

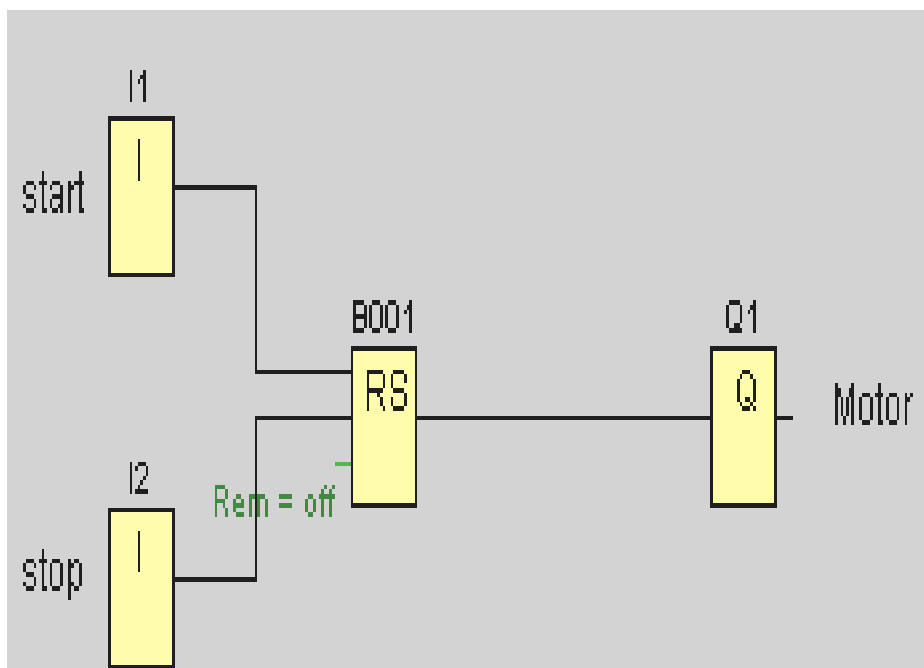
نویسی **FBD** طراحی شده است.

در این مدار که از دو شستی استفاده شده است که یکی بعنوان استارت و دیگری بعنوان استوپ

میباشد و یک فلیپ فلاپ **RS** که بعنوان قطع و وصل کننده استفاده شده است. که خروجی شستی

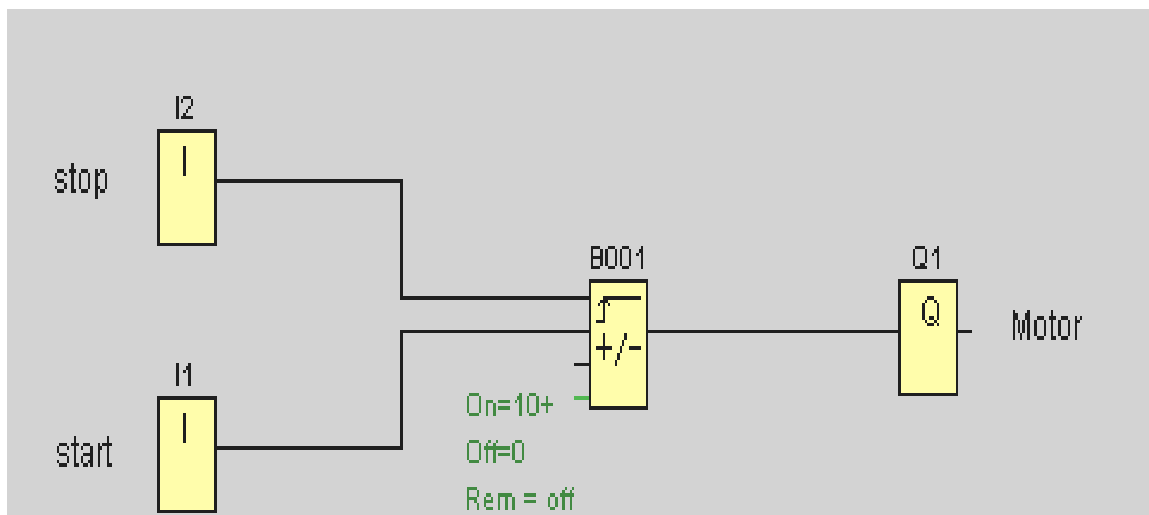
استارت به **set** و خروجی شستی استوپ به **reset** فلیپ فلاپ متصل شده است. که هر کدام عمل

قطع و وصل موتور را انجام می دهند.



۲- طراحی مدار شمارنده:

این مدار که بیشتر در کارخانجات برای شمارش بکار می رود، از یک شستی استارت و یک شستی استوپ برای قطع و وصل مدار استفاده شده است و همچنین از یک (شمارنده) COUNTER برای شمارش استفاده می شود که خروجی استوپ را به reset و خروجی استارت را به cnt شمارنده وصل میکنیم، که در این مدار با استفاده از ورودی Dir نزولی یا صعودی بودن شمارش را تعیین میکنیم. وقتی شمارشی که در آن تعریف کرده ایم به اتمام میرسد، موتور را روشن میکند.

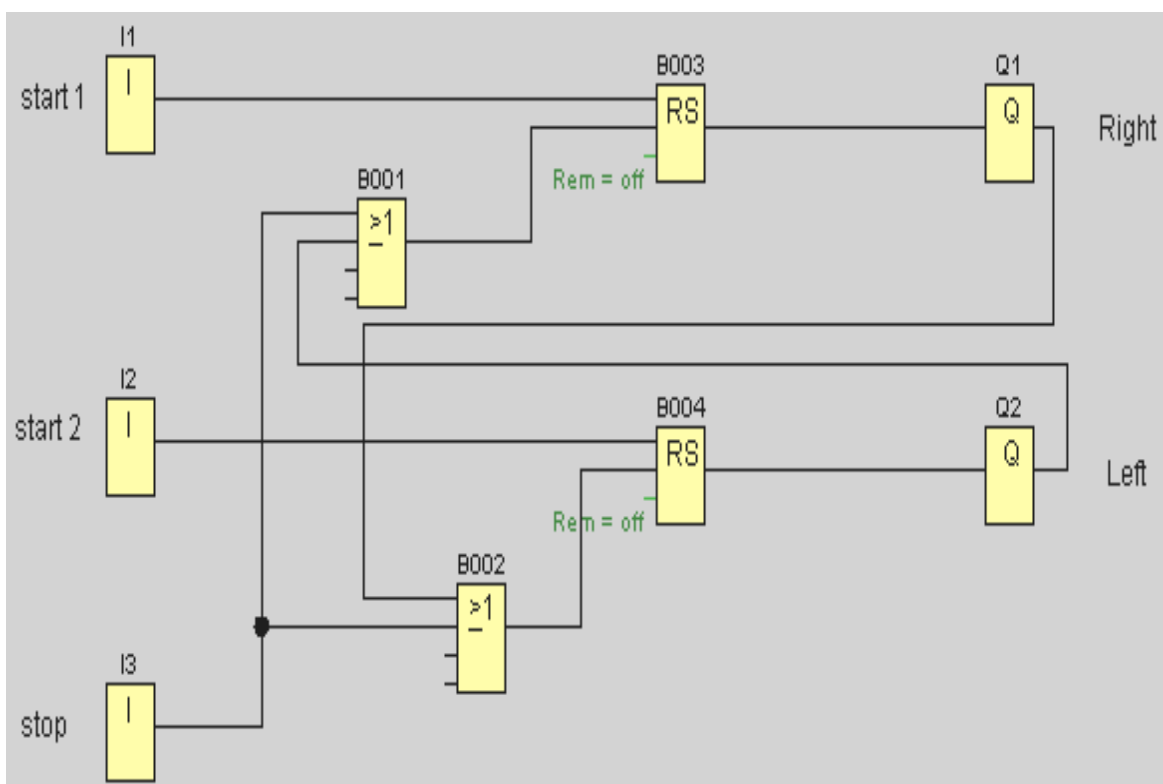


طراحی مدار چپ گرد/ راست گرد:

در این مدار با توجه به مدارفرمان و نوع خروجی که باید داشته باشیم از سه شستی استفاده می کنیم، که دو تای آن بعنوان استارت که یکی به عنوان استارت راست گرد و دیگری بعنوان استارت چپ گرد استفاده می شود و شستی سوم بعنوان استوپ و قطع مدار استفاده می شود. در این مدار با توجه به خروجی از دو فلیپ فلاپ RS استفاده شده است. که از شستی 1 به set یکی از این فلیپ فلاپ ها وصل شده است و شستی استارت دیگر نیز به همین صورت وصل شده است. و از شستی استوپ

به reset هر کدام از این فلیپ فلاپها وصل شده است. در این مدار از دو گیت OR نیز برای جمع کننده برای استوپ مدار استفاده شده است. در این مدار برای اینکه چپ گرد و راست گرد با هم فعال نشوند از خروجی موتور Q1 به ورودی گیتی که به reset موتور Q2 متصل است، وصل میکنیم تا هنگامیکه موتور Q1 کار میکند موتور Q2 به هیچ عنوان کار نکند، همین فرآیند را برای Q2 نیز انجام

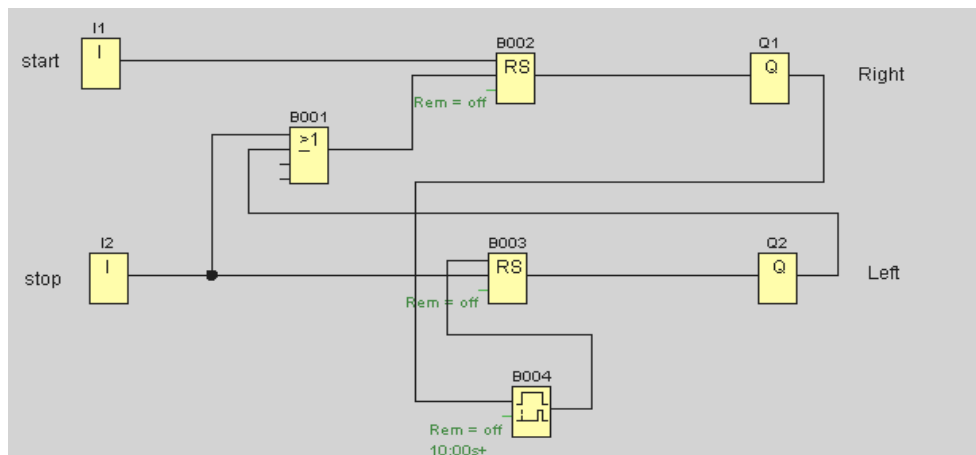
می دهیم.



۴-طراحی مدارچپ گرد راست گرد اتوماتیک :

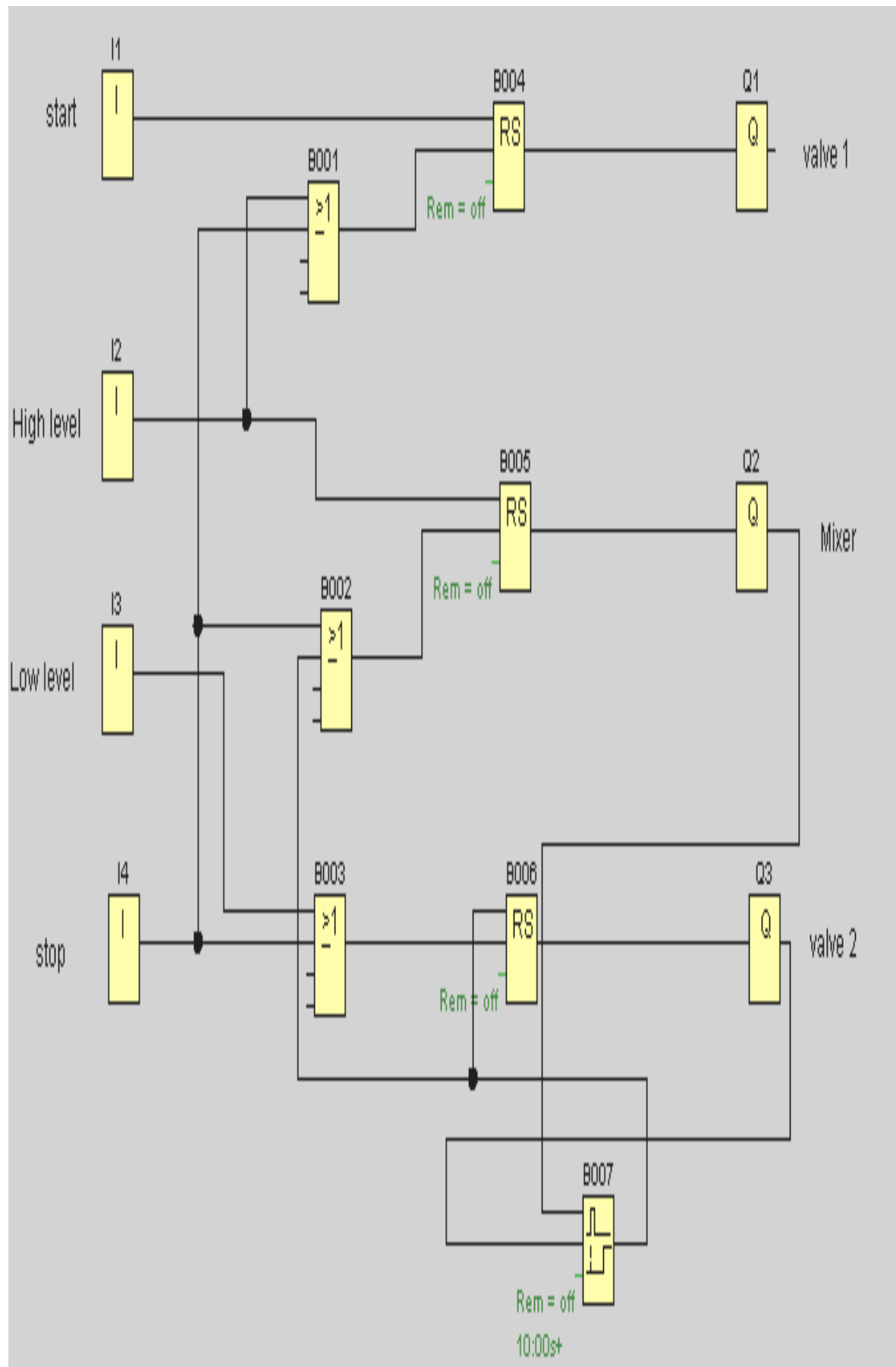
در این مدار از یک شستی استارت و یک شستی استوپ برای قطع و وصل مدار استفاده شده است. همچنین با توجه برای استوپ مدار از یک جمع کننده (گیت OR) استفاده شده

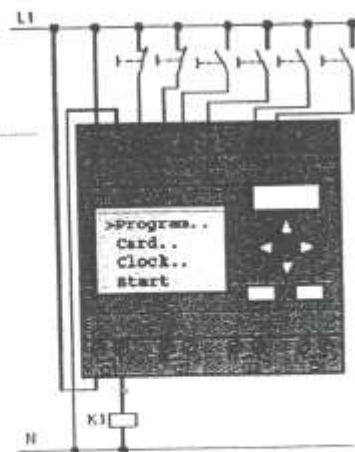
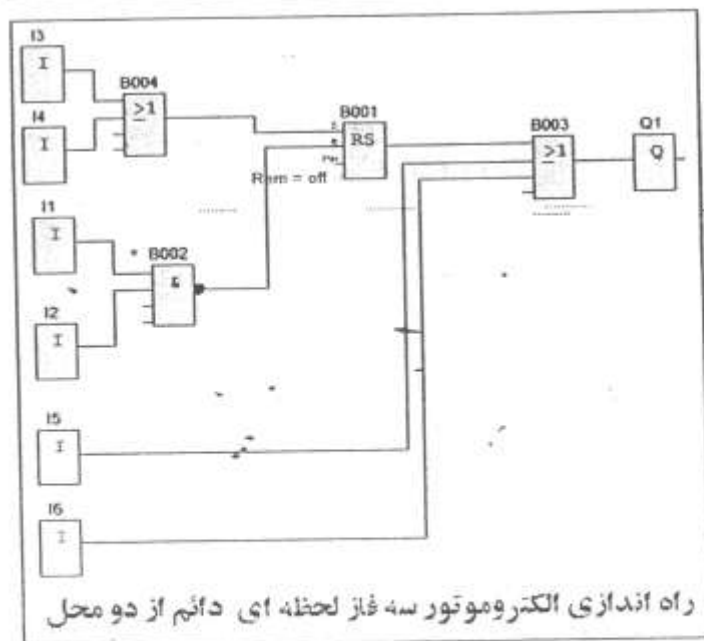
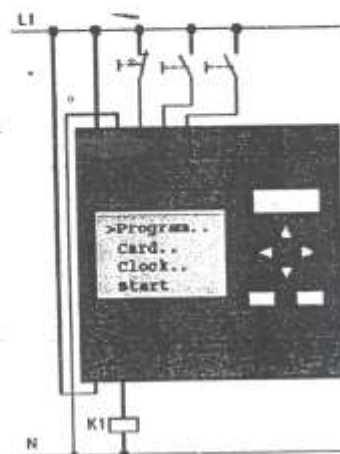
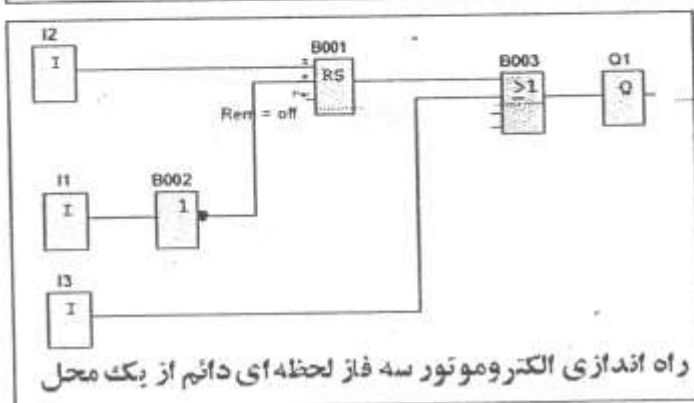
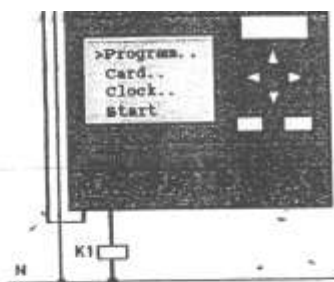
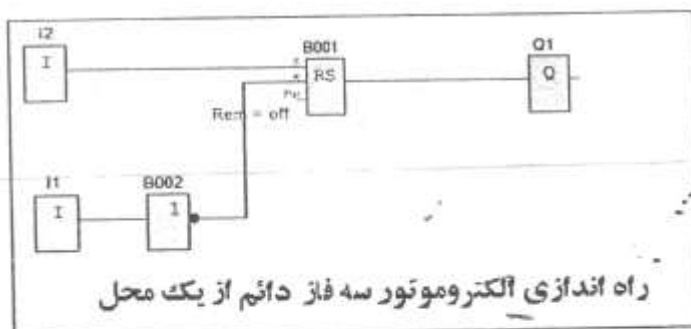
است. همچنین برای استارت و استوپ موتورها از دو فلیپ فلاپ RS استفاده می کنیم و چون مدار ما اتوماتیک است قطعاً از یک تایمر در این مدار استفاده خواهیم کرد.

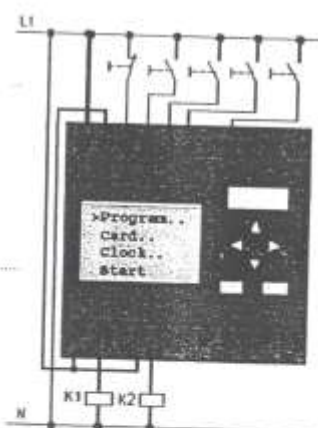
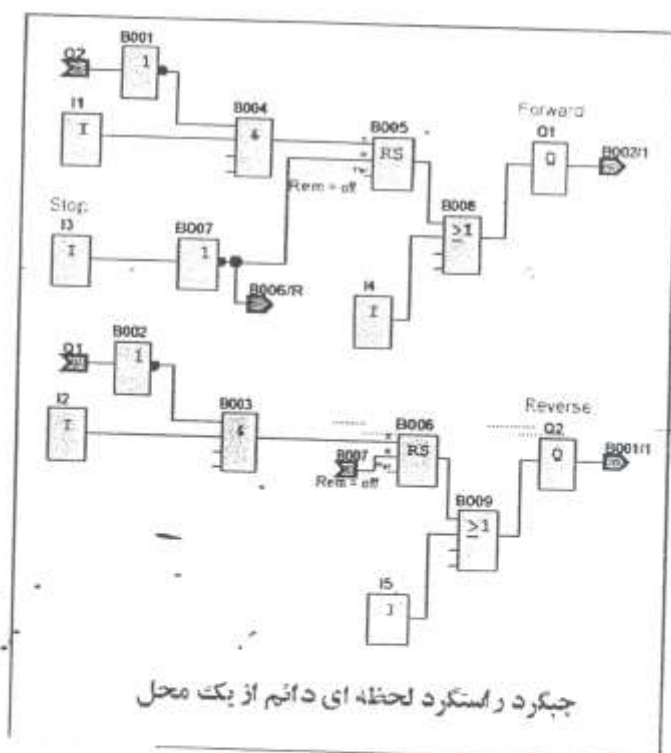
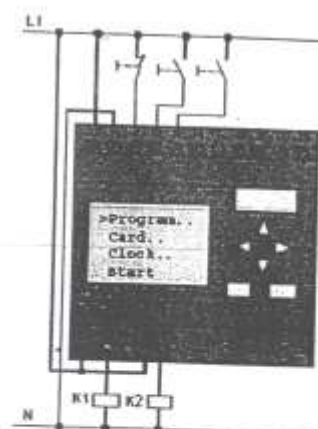
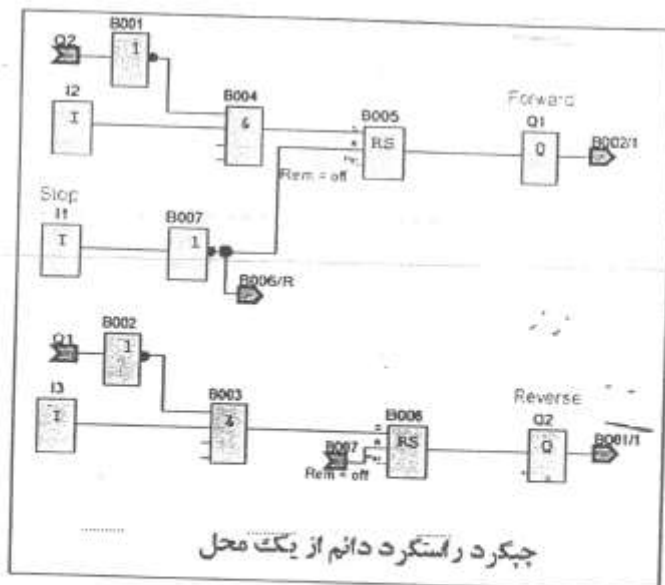


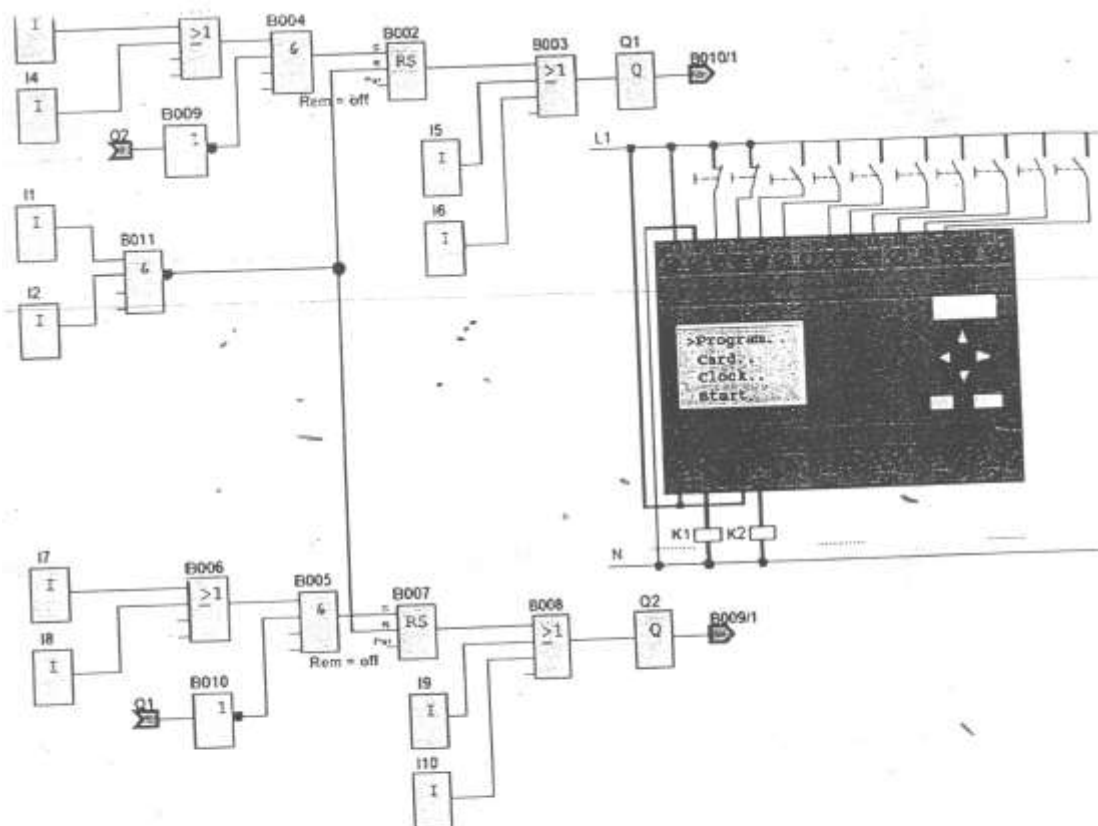
۵- طراحی مدار کنترل سطح:

در این پروسه ما شرایطی را طراحی میکنیم که وقتی مخزن خالی است یا بعبارت بهتر مایع درون مخزن در سطح Low level پائینتر رفت Valve2 بسته شود و Valve1 باز شود و مایع مورد نظروارد مخزن شود تا مخزن پر شود. پس از رسیدن سطح مایع به High level، Valve1 بسته شده و میکسر به مدت 10 ثانیه شروع بکار کند. پس از طی زمان مشخص شده میکسر خاموش شود و Valve2 باز شود تا مایع تخلیه شود و با فشردن شستی استوپ پروسه در هر حالت متوقف شود.

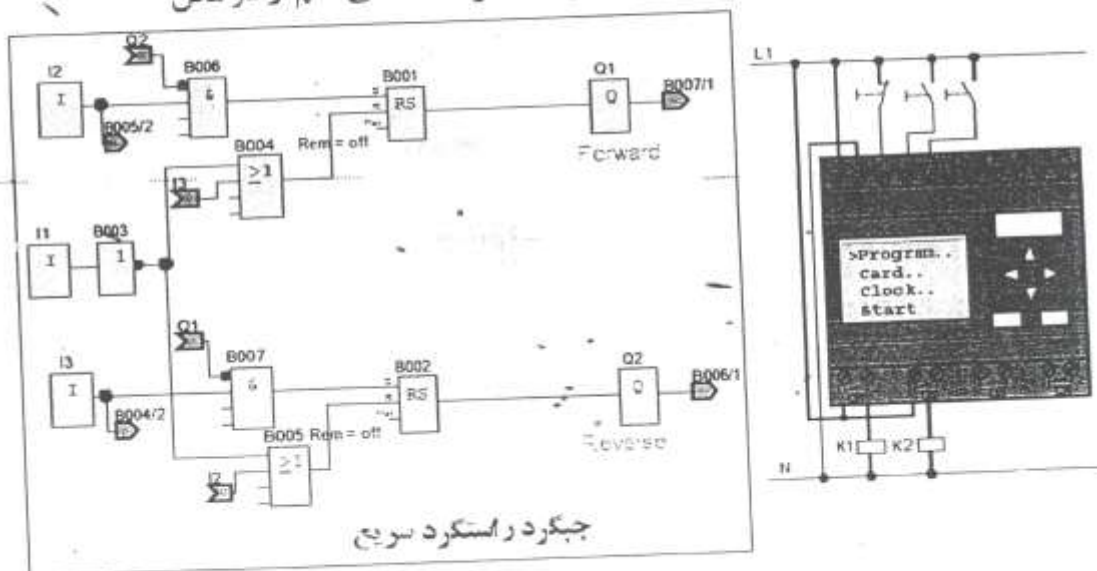




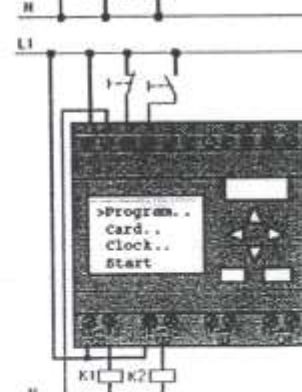
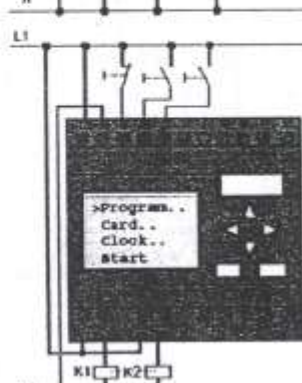
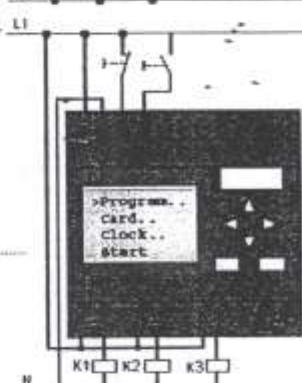
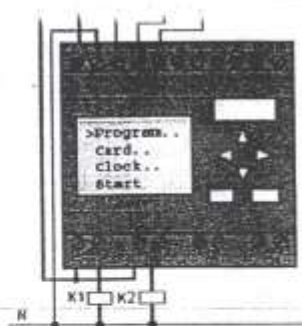
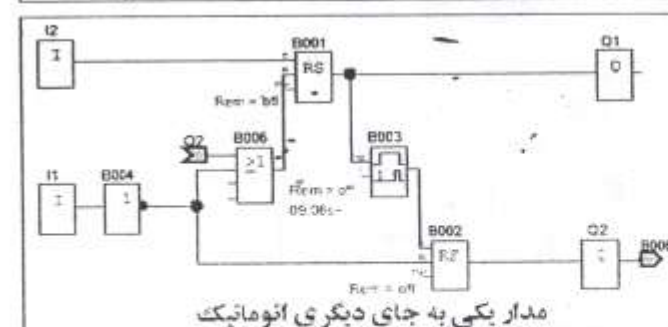
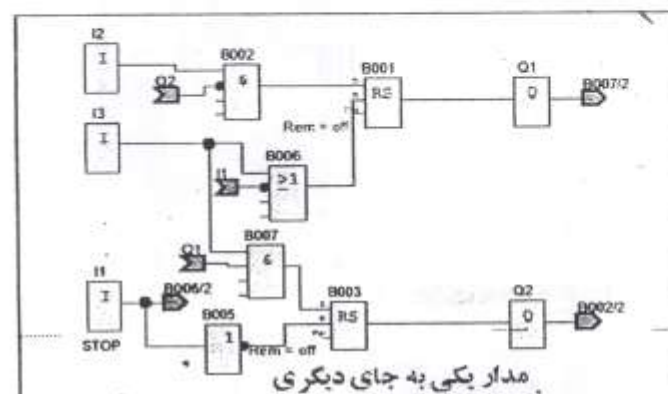
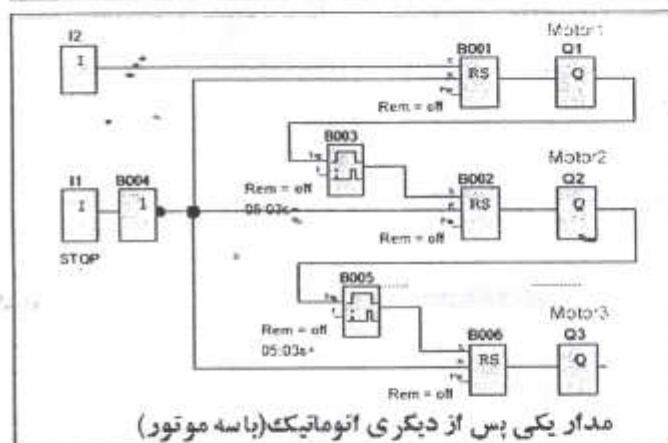
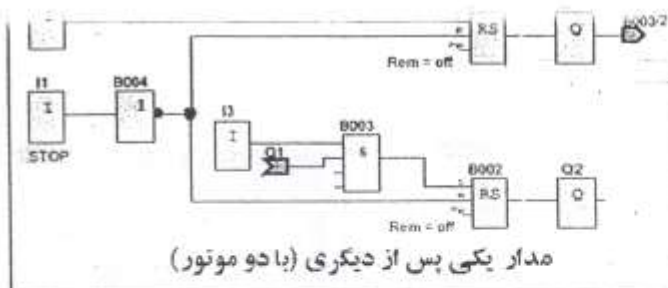


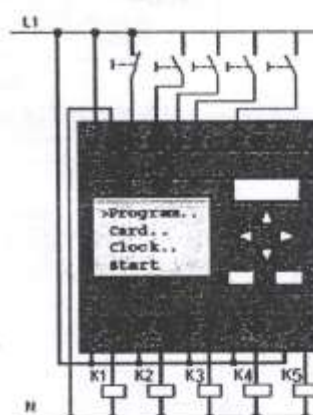
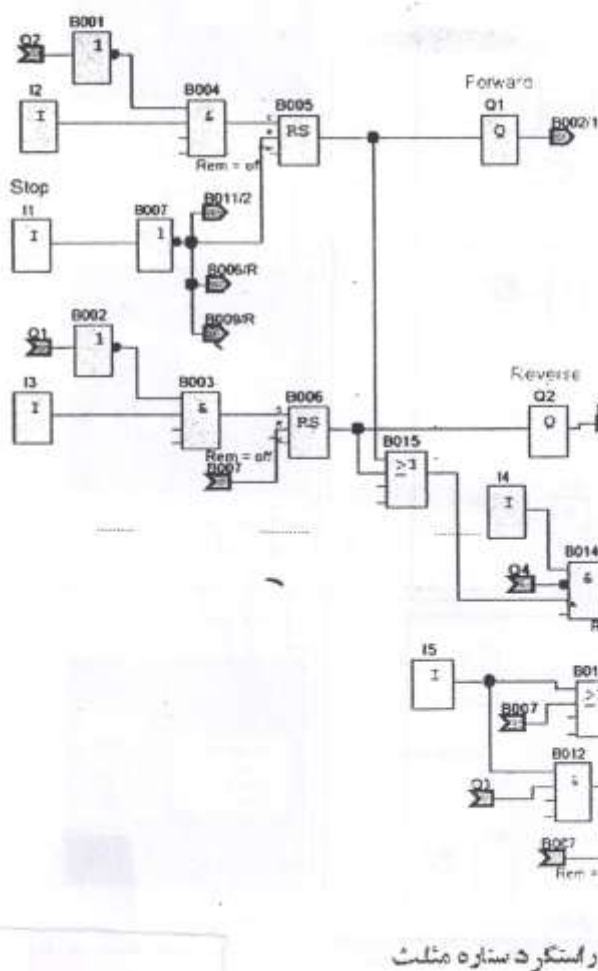
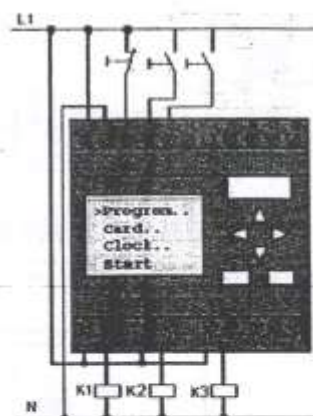
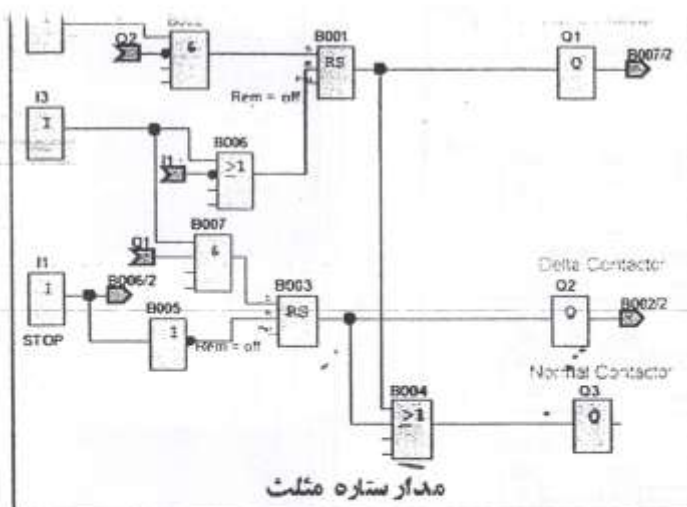


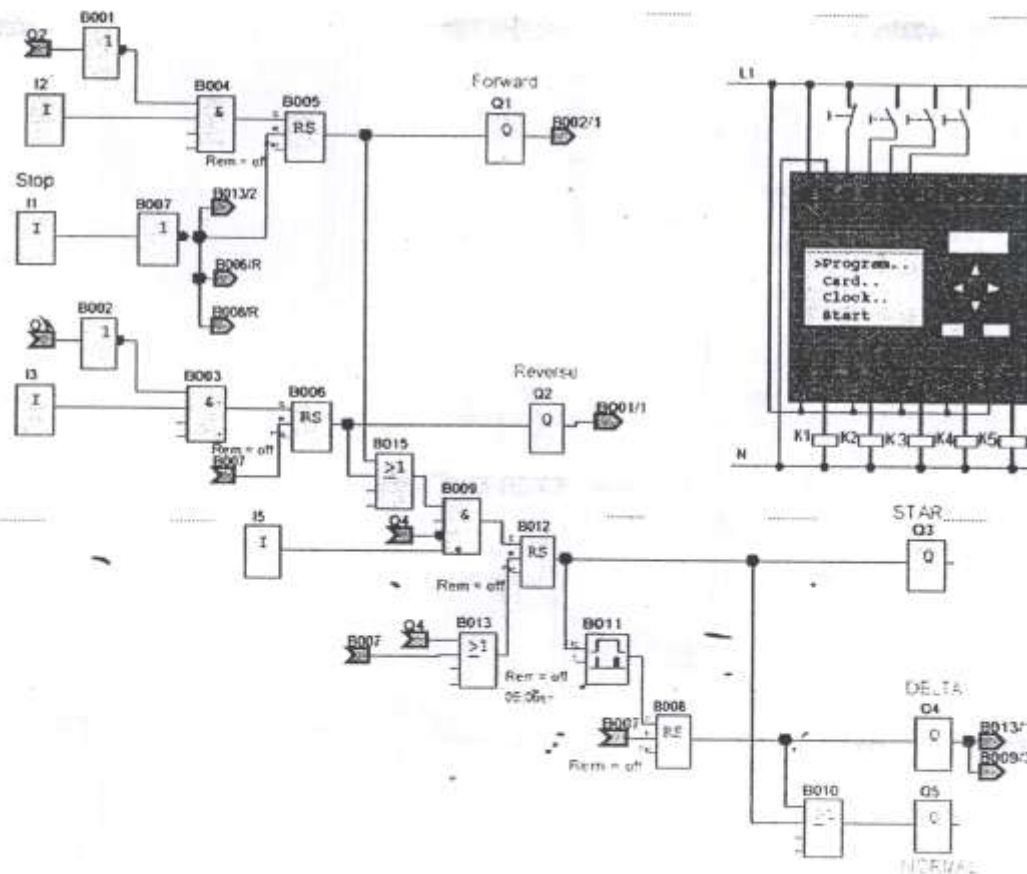
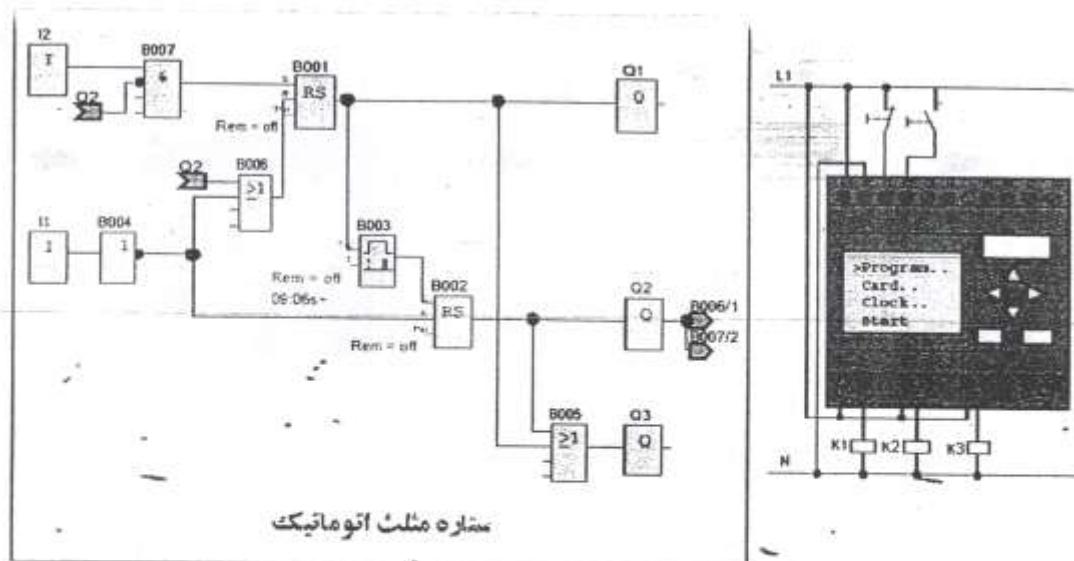
چگونگی دستگیر لحظه ای دائم از دو محل



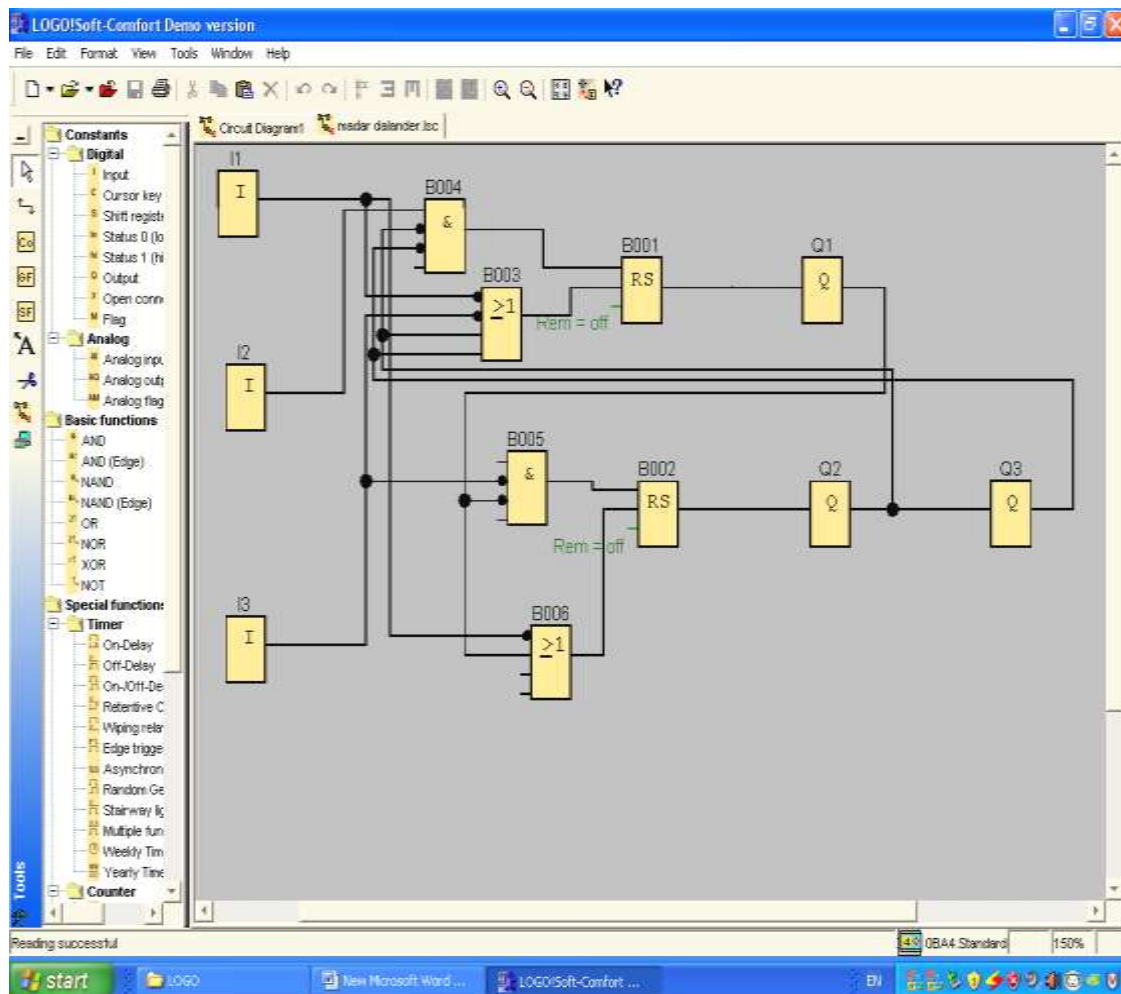
چگونگی دستگیر سریع



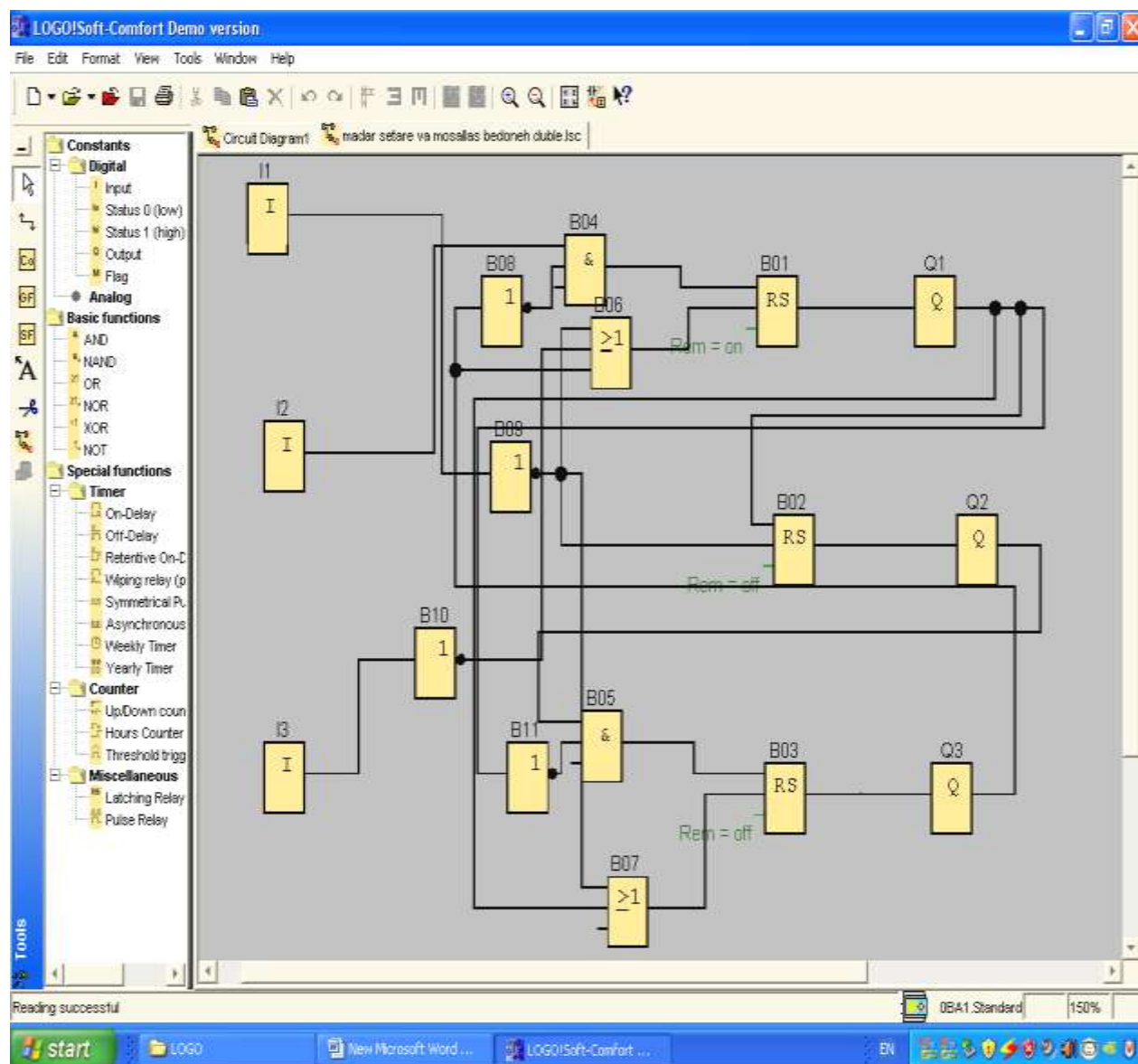




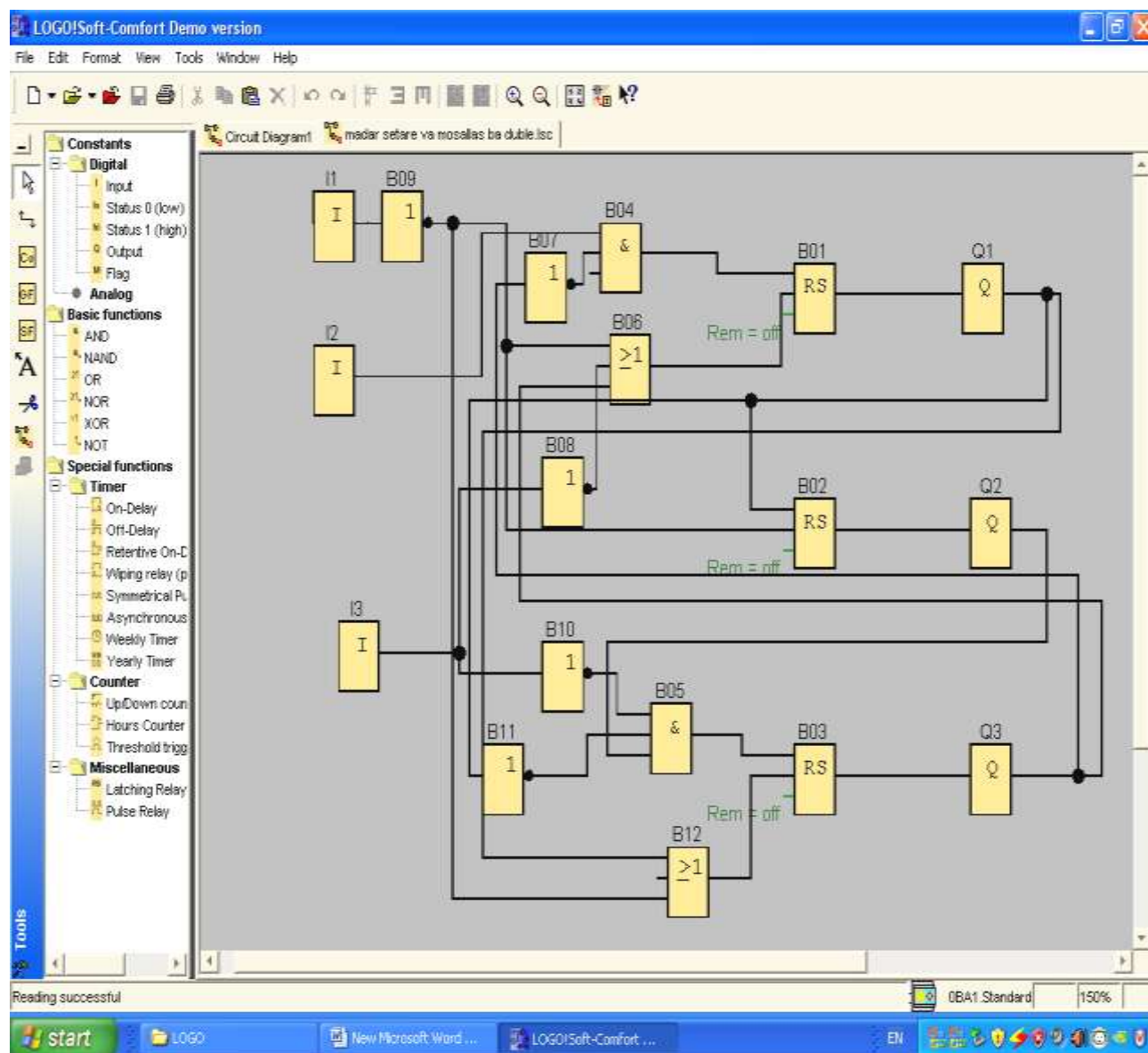
مدار دالاندر:



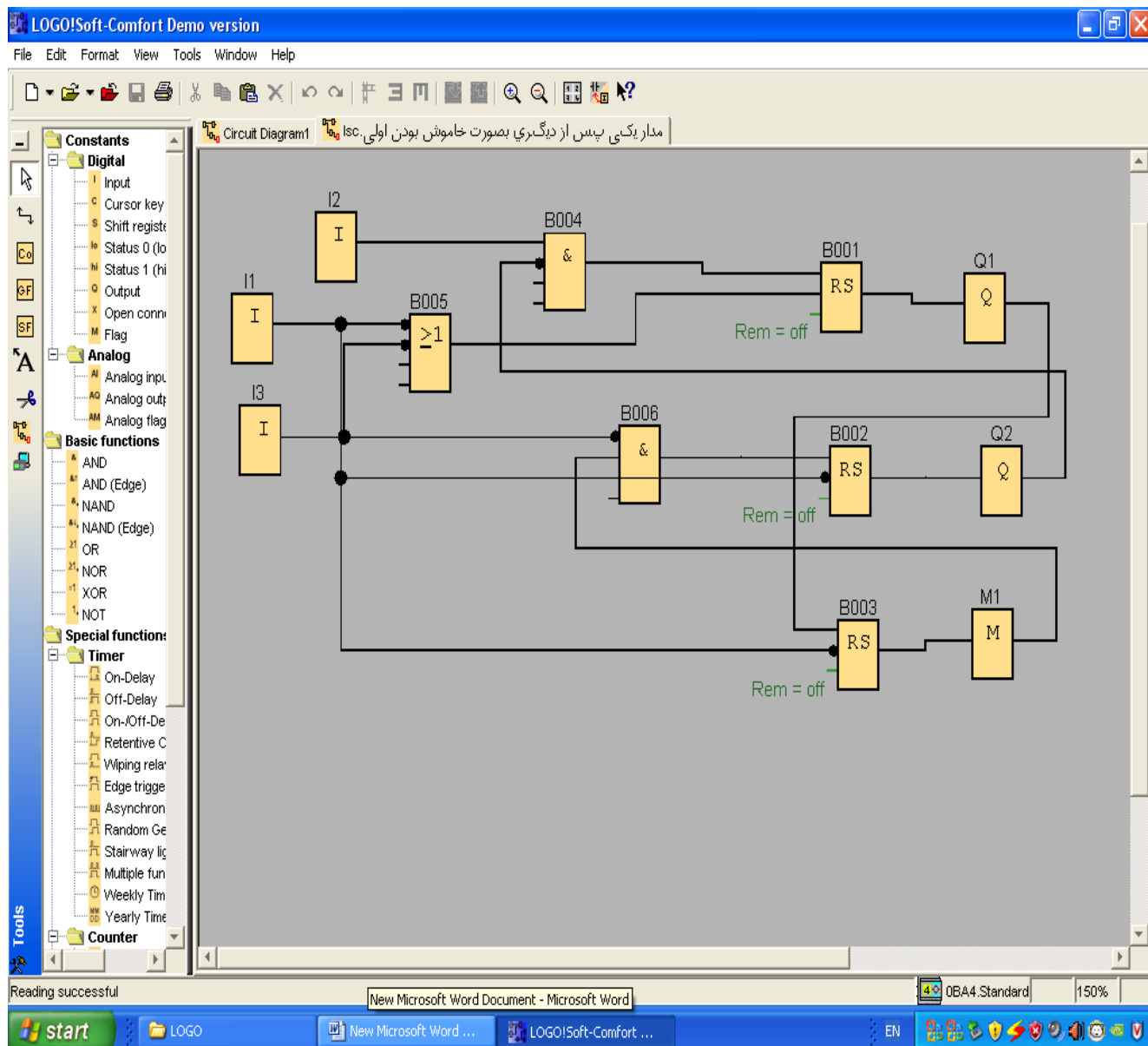
مدار ستاره و مثلث بدون شستی دویل:



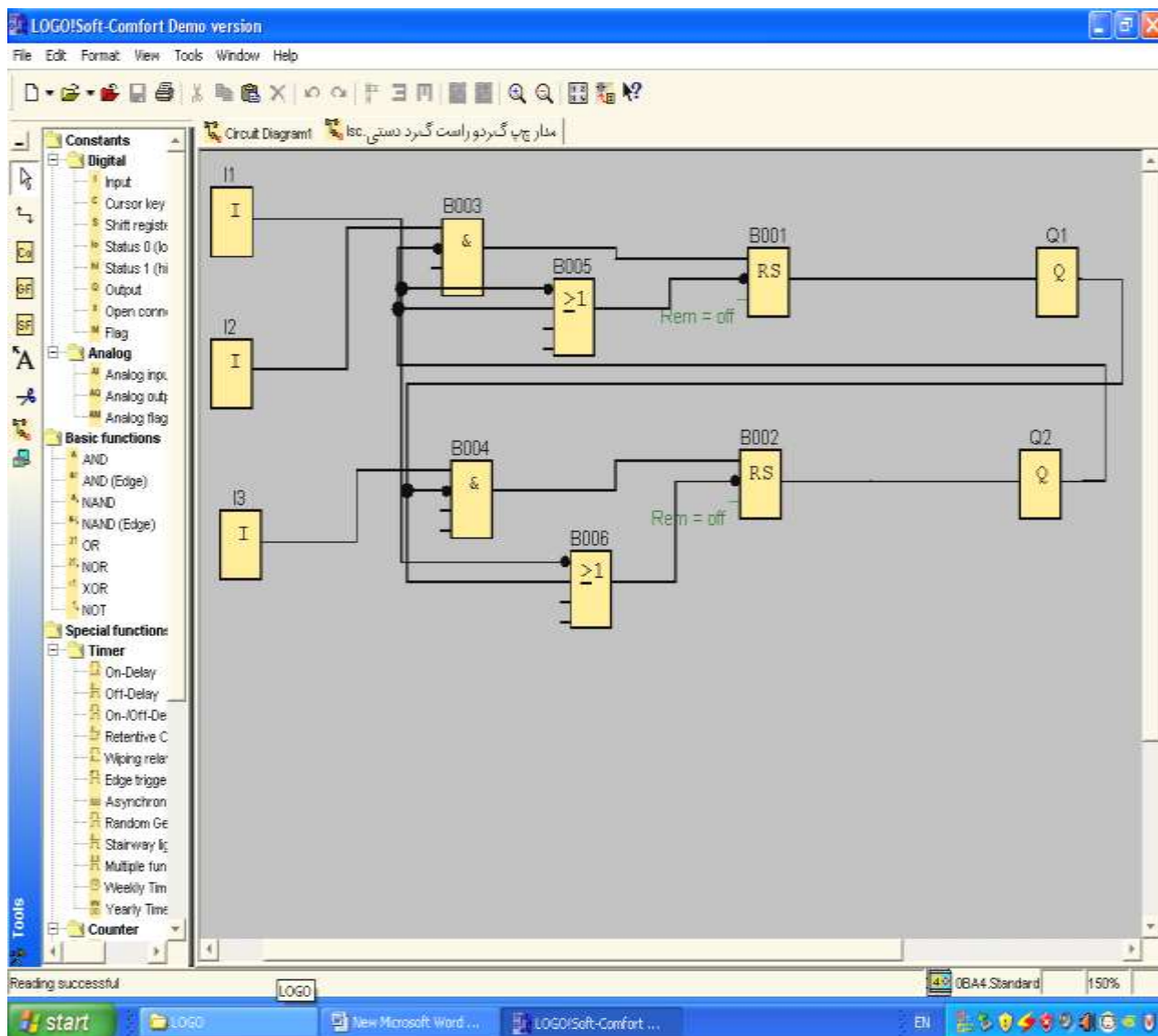
مدار ستاره و مثلث با شستی دوبل:



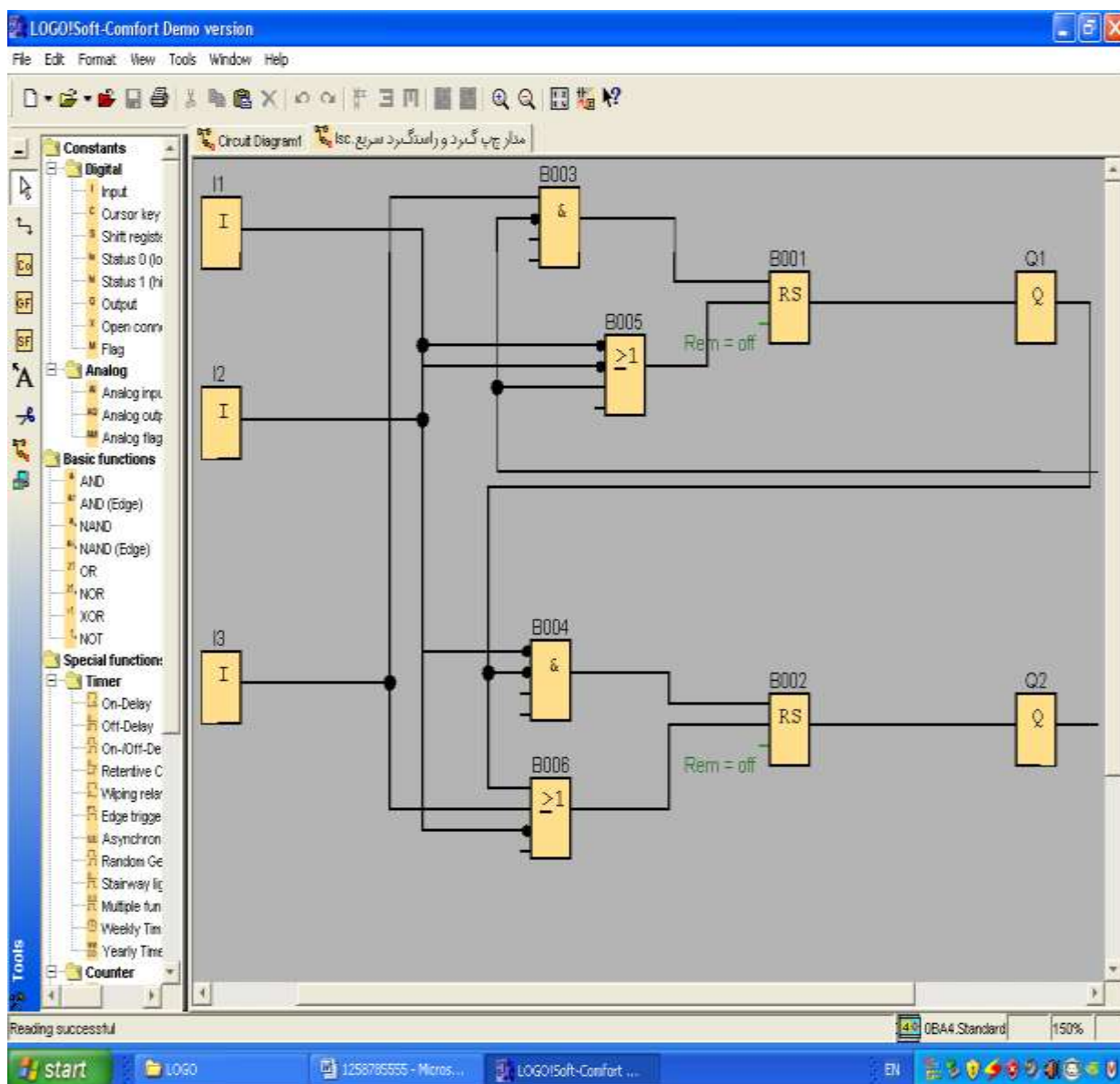
مدار یکی پس از دیگری به شرط خاموشی اولی:



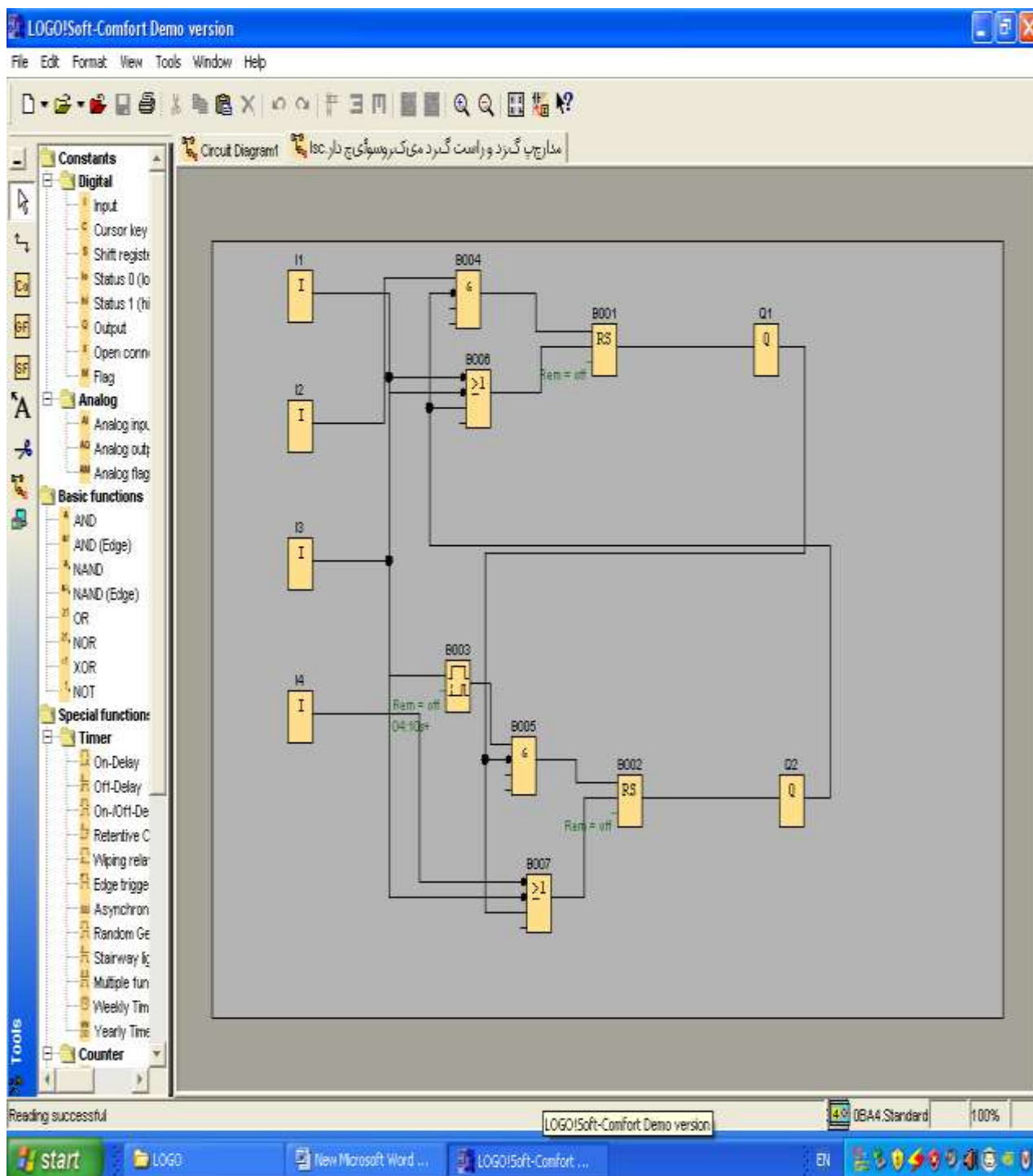
مدار چپگرد و راستگرد دستی:



مدار چپکرد و راستگرد سریع:



مدار چپکرد و راستگرد با میکروسویچ:



۲- برنامه نویسی به زبان LAD (روش نردبانی)

در نمایش نردبانی، هر دستور با خط برنامه به صورت نماد اتصال و سیم پیچ مدارهای فرمان رله ای نشان داده شده است، در نتیجه ساختار برنامه در این روش تقریباً شبیه به شکل مدارهای فرمان رله ای می باشد. این طرز نمایش از قدیم در سیستم های رله ای متداول بوده، نقشه های فرمان اکثراً به این روش ترسیم می شوند. به همین دلیل این طرز نمایش تا حد زیادی مورد پسند کسانی است که با سیستم ها رله ای کار کرده اند. علاوه بر این نمایش نردبانی به سادگی قابل درک بوده، نقشه ای که به این روش رسم می شود درست مانند نقشه الکتریکی مدار فرمان همان سیستم است. برخی از نمادهای مورد استفاده در این روش برنامه ریزی در زیر آمده است.

نماد سیستم پیچ رله ———— [] ————

t نماد کنتاکت باز (No) ———— | ————

در برنامه نویسی PLC های شرکت زیمنس در زبان LAD تمام ورودیها اعم از کلیدها، سنسورها، میکروسوییچها و ... با حرف I و تمام خروجیها اعم از شیرها، موتورها، جکها و ... با حرف Q نشان داده می شود. همچنین در بعضی از برنامه های PLC حرف M نیز مشاهده می شود که این مشخصه به عنوان ترتیب دهنده در بین قسمت های برنامه استفاده می شود.

منابع و مأخذ:

۱ - فرمانهای الکتریکی - تألیف مهندس براتعلی مشکانی - نوبت چاپ سوم

۲ - سبزپوشان - ۱۳۷۷ - PLC کنترل کننده های منطقی قابل برنامه ریزی

۳ - کترویک - راهنمای کاربری PLC.

۴ - سایت اینترنتی: www.veppa.com

۵ - مثلث نارنجی - تألیف مهندس فرید قابوسی