

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ



POWEREN.IR

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

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

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

۶۰	مدار ستاره و مثلث با شستی دوبل
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 میکروسیچ
۶۵	برنامه نویسی به زبان LAD (روش نردنی)
۶۶	منابع و مأخذ



مقدمه:

در جامعه صنعتی و پیشرفته‌ی امروزه سیستمهای کنترل اتوماتیک جزء شیوه‌های از زندگی روزمره به شمار می‌آیند. اگر چه تاریخچه اولین سیستم کنترل ساخت بشر را به چند صد سال قبل از میلاد نسبت می‌دهند، لیکن مسلم آن است که تحول اساسی در زمینه طراحی و ساخت سیستم‌های کنترل اتوماتیک، با طراحی و ساخت اولین گاورنر توسط جیمز واست در دوران انقلاب صنعتی رخ داد امروزه اکثر وسایل به صورت اتوماتیک ساخته می‌شوند و عملکرد آنها بدون سیستم کنترل، به کلی مختلف 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 مشخصه‌ها را عملکرد سیستم می‌نامیم برای مثال یک مدیر کارخانه سعی دارد تا با اعمال یک سری قوانین و برقراری نظمی خاص در کارخانه بر تولید بیشتر و یا کیفیت بهتر با قیمت ارزان برسد. چهار دلیل استفاده از سیستم‌های کنترل را می‌توان 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 سیستم‌های اتوماسیون و کنترل قابل دسترسی است.

تعريف 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

باينری 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 نوشته

و به PLC ارسال کود 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 دوروبطريق الکتریکی کنترل می شود. در شکل ۱-۱ شمانیک

کنتاکتور نشان داده شده است اعضای تشکیل هنده ی کنتاکتور عبارتند از:

۱- هسته ی مغناطیسی

۲- لنگر

۳- پیچک

۴- فنربرگردان

۵- کنتاکت بسته

۶- کنتاکت باز



پیچک درموقع اتصال به منبع ولتاژ، هسته مخناطی را آهند باکرده و لنگر رابه سمت خود جذب میکند. در اثر جابجای کنگر، کتاكـت بـسته بازوـکـتـاـکـت باـزـبـسـتـه مـیـشـود درـایـن صـورـت اـسـت کـه مـیـمـیـکـنـد. گـوـینـدـهـسـتـهـ تـحـرـیـکـ شـدـهـ اـسـتـ تـاوـقـتـیـ کـهـ پـیـچـکـ بـهـ مـنـبـلـ وـلـتاـژـوـصـلـ اـسـتـ،ـ لـنـگـرـبـهـ هـسـتـهـ چـسـبـیدـهـ خـواـهـدـ بـوـدـ،ـ مـگـرـآـنـکـهـ اـزـمـنـعـ جـداـشـوـدـ.ـ درـایـنـ صـورـتـ فـنـرـبـرـگـرـدانـ کـهـ درـمـوـقـعـ تـحـرـیـکـ بـصـورـتـ فـشـرـدـهـ بـوـدـ باـعـثـ بـرـ گـرـدـانـدنـ لـنـگـرـ بـحـالـتـ اوـلـیـهـ خـوـدـ ماـشـوـدـ وـ کـتـاـ کـتـورـآـزادـ مـیـگـرـددـ درـ نـقـشـهـ هـاـیـ عـلـمـیـ کـتـاـکـتـوـرـ رـاـ باـ عـلـامـتـ Cـ نـشـانـ ماـ دـهـنـدـ.

(ب) مشخصات کار:

کـتـاـکـتـوـرـ نـیـزـ هـرـ مـانـنـدـ وـسـیـلـهـ یـ الـکـتـرـیـکـیـ دـیـگـرـیـ مشـخـصـاتـیـ دـارـدـ کـهـ شـرـایـطـ کـارـ بـرـدـنـ آـنـ رـاـ تعـیـینـ مـیـکـنـدـ.ـ اـیـنـ مشـخـصـاتـ عـبـارـتـنـدـازـ.

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| 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 کتـاـ کـتـهـاـ |
| ۵- زمان عمل | |
- ۱- ولتاژ نامی: هر کـتـاـکـتـوـرـیـ مـمـكـنـ استـ اـزـ نـظـرـ ولـتاـژـ وـ فـرـکـانـسـ درـ شبـکـهـ هـاـیـ مـخـلـفـیـ کـارـ بـکـنـدـ.ـ برـایـ مـثـالـ شبـکـهـ بـرـقـ اـیرـانـ 380ـ ولـتـیـ وـ شبـکـهـ بـرـقـ بـرـخـیـ اـزـ کـشـورـهـاـ 220ـ ولـتـیـ مـیـ باـشـدـ.ـ درـجـ عـاـیـقـ بـوـدـنـ کـتـاـکـتـوـرـهـاـ وـ مـیـزـانـ فـاـصـلـهـ کـتـاـکـتـهـاـ اـزـ هـمـ بـایـدـ طـورـیـ باـشـدـ کـهـ اـجـزـاءـ يـادـ شـدـهـ بـراـحتـیـ بـتوـانـدـ درـ اـیـنـ ولـتاـژـهـاـ کـارـ بـکـنـدـ.

2- ولتاژ نامی (توان): چنانکه گفته شد کتنا کتور یک کلید است. بنابراین بدیهی است نسبت به جریانی که هدف قطع ووصل آن است، حجم و شکل کتناکتورها فرق خواهد کرد یک کتنا کتور، بسته به اینکه چه نوع باری را بخواهد قطع ووصل کند، دارای جریان های نامی مختلفی خواهد بود. مثلاً یک یک کتناکتور در شرایط استاندارد AC_3 (با روتور قفسی) اگر بتواند 63 آمپر را قطع ووصل کند، معمولاً میتواند در شرایط استاندارد AC_1 (بار روشنائی یا بار اهمی) بار 80 آمپر را قطع ووصل کند. بر کتناکتهایی که جریان اصلی را قطع ووصل ها کنند، کتناکتهای قدرت می‌گویند. این کتناکتها سطح قطع زیادی دارند. کتناکتورهای مختلف میتوانند حتیا تا چند هزار آمپر جریان الکتریکی را قطع ووصل کنند. توجه داشته باشید که تعداد کتناکت های قدرت 3 عدد خواهد بود. البته در مرور جریان مستقیم (DC) عده آنها ممکن است به 4 نیز برسد. برای جلوگیری از جرقه در هنگام بازبسته شدن کتناکت ها آنها را سری می‌کنند.

کتناکت های وروای با اعداد 1, 2, 3, 4 و کتناکت های خروجی با اعداد 2, 4, 6 مشخص میشوند. اهرام کتناکتور، کتناکتهای دیگرانیز قطع می‌کنند. که دارای ظرفیت جریانی کمی بوده و در مدار زمان کتناکتور به کار می‌رود. این ظرفیت جریانی در حدود 6 تا 10 آمپر است. کتناکت های کمکی با یک عدد دو رقمی مشخص میشوند که NC کتناکت بسته و MXF باز و MXF کتناکت باز و MXF و

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

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

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

۳- عمر مکانیکی: هر کنکتور 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 کنکتور 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 کنکتور مؤثرند جنس آلیاژ مصرف شده است.

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

برای اخذ نتایج بهتر، گاهی به هر کنکتوری یک یکسو کننده پل نیز اضافه میکنند که یکسو کننده‌ی 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 کنکتور خوب کنکتوری 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، کنکتور باز یا بسته می شود. در کنکتورها و رله ها این زمان را طوری تنظیم می کنند که عمل قطع و وصل در زمان معینی به وقوع بیرون نمایند.

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 -20° تا $+60^{\circ}$ 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:معمولتاً 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،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 میباشند.

جداوی مشخصات الکتریکی و مکانیکی یک سری از کنتاکتورها:

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

CN1-HC	CN1-GC	CN1-FC	CN1-EB	CN1-DB	نوع
۴۸۰	۳۵۰	۲۵۰	۱۶۰	۹۵	A
۲۵	۳۰	۲۶	۵/۵	۷/۵	B
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	C
۱/۵	۲	۲	۲/۵	۲	D

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 ۱-۱B مدار قدرت:

حداکثر ظرفیت ترمینال		مشخصات هنری ترمینال		نوع		
ما ا، تناط دهنده	دوب، ا، تناط دهنده	A	B	قطریچ	عرض ترمینال	
----	----	6mm ²	10r2×	4mm	10mm	CN1-DB
16	10	10mm ²	10r2×	5mm	mm5/12	CN1-EB
35	25	----	25mm ²	6mm	16mm	CN1-FC
70	50	----	50mm ²	8mm	20mm	CN1-GC
120	95	----	95mm ²	8mm	25mm	CN1-HC

: A با سیم مفتولی

: B با سیم افشار

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

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

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

فاصله‌ی 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- رله‌ی نیو ماتیکی(بادی)

۲- رله‌ی الکترونیکی

۳- رله‌ی الکترو مکانیکی

۴- رله‌ی 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.

رله‌ی اضافه بار:

الف) اصول کار : رله‌ی اضافه بار جهت کنترل جریان موتورهای الکتریکی بکار می رود و یک نوع

رله‌ی حفاظتی است.

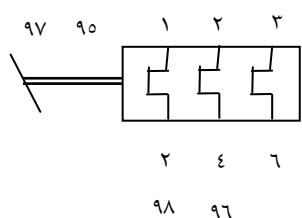
رله‌ی حفاظتی که کمیتی را کنترل می‌کند، می‌تواند عامل وصل آن کمیت (مثلاً کنتاکتور) را قطع کند. این رله از دو فلز مختلف الجنس که ضرایب انبساط طولی مختلفی دارند تشکیل شده است به اطراف این دو فلز بهم چسبیده، یک رشته سیم عامل جریان الکتریکی پیچیده شده است در موقع عبور جریان الکتریکی از سیم ذکر شده، حرارت ایجاد شده موجب خم شدن بی مثال شده و رله عمل می‌کند گرم شدن بی مثال باعث قطع کنتاکت‌ها می‌شود. این رله‌ها در حفاظت اضافه باری موتورهای آسنکرون، بارهای نا متعادل و قطع یک فاز و... استفاده می‌شود این رله‌ها قابلیت ۳۰ بار عمل در هر ساعت را دارا هستند و چون بر اساس خاصیت گرمایی جریان کارها می‌کنند می‌توانند در مدارهای DC, AC بکار روند. یک نمونه از این رله‌ها در شکل زیر نشان داده شده است.

این رله‌ها پس از عمل کردن، بلا فاصله بحالت اول در نمی‌آید (بخاطر گرمی بی مثال) لذا اولاً باید کمی صبر کرد و ثانیاً با دکمه‌ی مخصوص RESET که معمولاً قرمز رنگ می‌باشد، کنتاکت آنها را بحالت طبیعی در آورد.

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

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

متال در شکل زیر آمده است.



نحوه‌ی بدبست آوردن مقدار جریان برای تنظیم رنج بی متال و نیز نحوه‌ی بدبست آوردن پایه فیوز

فشنگی و سطح مقطع کابل تغذیه (mm^2) و نیز انتخاب کنکاتور:

الف) نحوه‌ی انتخاب کنکاتور: برای آن دسته از مداراتی که نیاز به ترمز الکتریکی ندارند معمولاً از

کنکاتورهای نوع A C3 استفاده می‌شود ولی برای آن دسته از مداراتی که نیاز دارند (ترمز یا به

وسیله‌ی جریان C و یا به وسیله‌ی مکانیکی صورت می‌گیرد). معمولاً از کنکاتورهای مدل AC4

استفاده می‌شود.

ب) نحوه‌ی بدبست آوردن رنج بی متال: رنج بی متال را معمولاً از روی توان موتور که بر روی پلاک

موتور وجود دارد محاسبه می‌شود.

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

که یکه راه دیگری نیز وجود دارد که با تجربه حاصل می‌شود و آن این است که معمولاً هر کیلو

وات را ۲ آمپر در نظر مانگیرند و از روی آن رنج بی متال را محاسبه می‌کنند.

ج) نحوه‌ی محاسبه‌ی فیوز و پایه فیوز فشنگی (فشنگی): مقدار جریان فیوز و پایه فیوز فشنگی را از

جدول زیر می‌توان بدبست آورد.

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

د) نحوه‌ی بدبست آوردن سطح مقطع کابل تغذیه: سطح مقطع سیم را معمولاً از رابطه‌ی زیر بدبست

می‌آروند.

$$S = \frac{I_{TOTAL}}{3} \quad \text{mm}^2$$

I: جریان محاسبه شده از توان اکتیو ($P = \sqrt{3}U.I\cos\theta$)

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.

أنواع حفاظت :

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

ب) حفاظت در برابر قطع یک فاز یا دو فازه 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 بداند 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 HP ۲۰۰ از این نوع حفاظت استفاده می‌شود سر سیم‌های هر ۳ فاز موتور از داخل یک ترانسفورماتور جریان یا Current Transfer CT به ترتیب صفر عبور داده و بر یک رله‌ی اتصال زمین وصل می‌شوند.

کلیدهای محدود کننده :

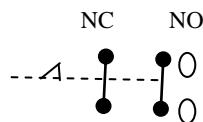
کلید محدود کننده (Limi Tswi Tch) که میکرو سویچ نیز نامیده می‌شود، کلیدی است که برای قطع و وصل یک حرکت خطی یا دورانی و یا تعویض جهت دوران یک متحرک که بکار می‌رود (مانند آسانسورها یا بالابرها):

این کلیدها اهرمی دارد که وقتی دسته متحرک به آن برخورد می‌کند کنکاتی را قطع می‌نماید (در شرایط دوبل یک کنکات را بسته و یک کنکات را باز می‌کند). کنکات ذکر شده خود عامل فرمانی است برای ماشینی که هدف کنترل آن است. چنانکه از اسم این کلید بر می‌آید کلید یاد شده برای محدود کردن حرکت متحرک‌ها بکار می‌رود. مثلاً در یک جرثقیل سقی که در چهار جهت کار می‌کند، 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 ۱-۴ چند نمونه از این نوع کلیدها نشان داده شده است.

شکل ۱-۴



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 سی حرارتی دارد با این جهت از نظر حفاظت مدار در برابر اضافه بار، فیوز کار رله را انجام می دهد هر چند که دقیق 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 کترل موتورها، استفاده از فیوزها به تنها ی 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 کاربر 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 چراغ‌ها معمولاً در ۳ رنگ

استاندارد قرمز، سبز و نارنجی ساخته میشود.

برای مثال در کارخانه‌ای که تعداد زیادی موتور در آن واحد مشغول بکار بوده و فواصل آنها تا

تابلوی کنترل نسبتاً زیاد می‌باشد، از چراغ قرمز که توسط کن tact بازی از کن tact اصلی موتور

روشن می‌شود استفاده می‌کنند در شکل زیر نمای مداری چراغ سیگنال نشان داده شده است.



شستی‌های روشن و خاموش: ساختمان شستی‌های روشن و خاموش آنقدر ساده است که نیاز به

تشریح آنها نیست این شستی‌ها کن tact دارند که در زیر آن فرنر تعییه شده و توسط اهرمی که با

دست فشار داده می‌شود کن tact عمل می‌نماید وقتی فشار انگشت هدف می‌شود فرنر مربوطه

کن tact را به حالت اولیه بر می‌گرداند در حالت باز یعنی بدون اعمال فشار بر روی شستی آنرا

و در حالت اعمال فشار بر روی شستی آن را Stop می‌نامند در شکل زیر شماتیک Start و Stop

نمایش داده شده است.

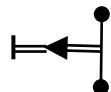
کن tact های کمکی: در برخی از موارد تعداد کن tact های باز و بسته‌ی کن tact کافی نیست به همین

منظور از قطعه‌ای بنام کن tact کمکی استفاده می‌شود که دارای تعداد کن tact باز و بسته است که بر

روی کن tact وصل می‌شود در زیر شماتیک کن tact کمکی آمده است (شکل ۱-۴)



شستی Stop



شستی Stop

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

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

طراحی و سیم کشی مدارات استفاده می‌شود هر کشوری علائم استاندارد ویژه‌ای دارد و ما علائم

استاندارد دین DIN را مورد نظر قرار می‌دهیم.



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

	لید ۳ قطبی Switch,3-pole
 1 2 3 4 5 6	مقطع جریان زیاد، حرارتی Tim relay thermal
	فیوزها (Fusible cutout)
 ب → A_1 → فاز نول → A_1 → نول	کنتاکتور، رله (Contact)
 فاز → نول	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 ratio

رمز حروف برای انواع وسایل:

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

قوانين رسم یا دیاگرام در مهندسی:

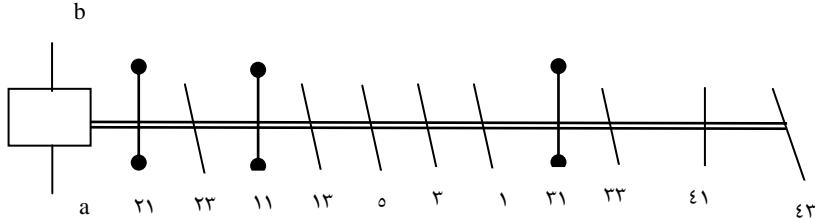
در رسم دیاگرام سعی می شود از موارد استثنایی آن صرف نظر شود، کلیه وسایل در شرایط آزاد یعنی وقتی که تحت ولتاژ یا جریان قرار نگرفته اند، نشان داده می شوند. علامت ترسیمی بطور عمودی قرار می گیرند.

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 کنتاکتها باز از چپ براست بسته‌می‌شوند (NO) و کنتاکت‌های بسته از چپ براست باز می‌شوند (NC).

معانی عدد:

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

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



چنانچه دیده می‌شود 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 بین به سیم صفر وصل است و این مدار برای راه اندازی هر کنتاکتوری ضروری است و یک مدار پایه می‌باشد.

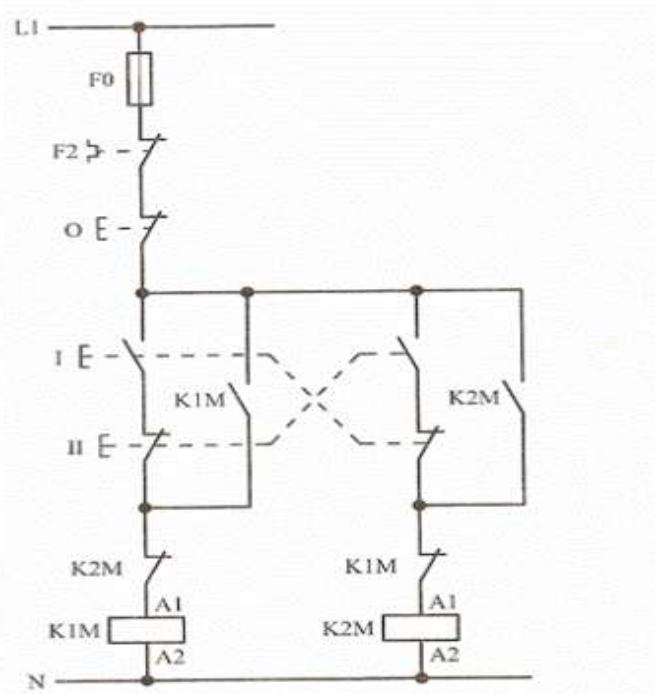
مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت چپ گرد - راست گرد با توقف حفاظت شده وسایل و ابزار مورد نیاز

تعداد	حروف مشخصه	نام و سیله	تصویر و سیله
۱ عدد	M1	موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی	
۲ عدد	K1M K2M	کنتاکتور	
۱ عدد	F0	فیوز مینیاتوری سه فاز	
۱ عدد	F1	فیوز مینیاتوری سه فاز	
۱ عدد	F2	بی متال	
۱ عدد	O	شستی استپ	
۲ عدد	I II	شستی استپ – استارتر دوبل	



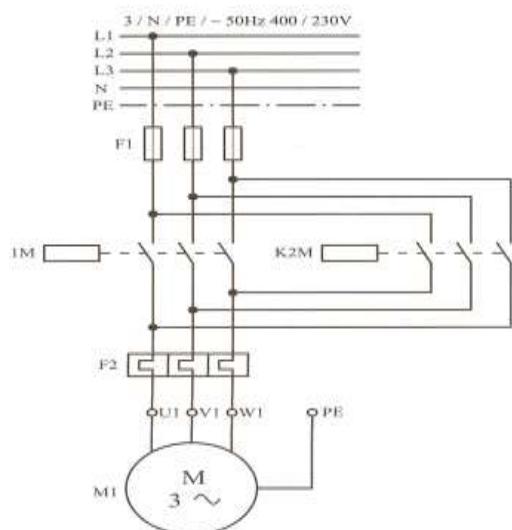
نقشه مدار فرمان و قدرت

-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 کنترل 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 دوبل به کار برد می شوند تا امکان به وجود آمدن هیچ گونه اتصال کوتاهی وجود

نداشته اشد. اصطلاحا به این حالت مدار چپ گر راست گرد مدار حفاظت شده ای کامل می گویند.

در مدار شکل(۱) با فشار دادن شستی I تیغه بسته باز آن بسته و مسیر تغذیه کنترل کنور $K1M$ برقرار می

شود. در همین لحظه تیغه بسته $K1M$ در مسیر بین کنترل کنور $K2M$ باز شده و مانع رسیدن جریان

به بین $K2M$ می شود. سپس تیغه بسته $K1M$ 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 بین کنترل کنور $K1M$ قرار دارد باز شده و مانع رسیدن جریان می شود.

سپس تیغه باز $K2M$ که نقش خود نگهدار را دارد بسته شده و تیغه کنترل کنور $K2M$ 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 کنترل

کنور های $K1M, K2M$ 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 کنتاکتور **K1M** به عنوان کنتا

کتور راست گرد و کنتاکتور **K2M** در نقش کنتاکتور چپ گرد در مدار استفاده شده است. زیرا با

بسته شدن تیغه های کنتاکتور **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 کنتاکتور **K2M** در مدار قرار گیرد جای دو فاز **L1,L3** به وسیله کنتاکتور **K2M** در

مسیر **U1,W1** عوض می شود و در نتیجه موتور به صورت چپ گرد کار می کند.

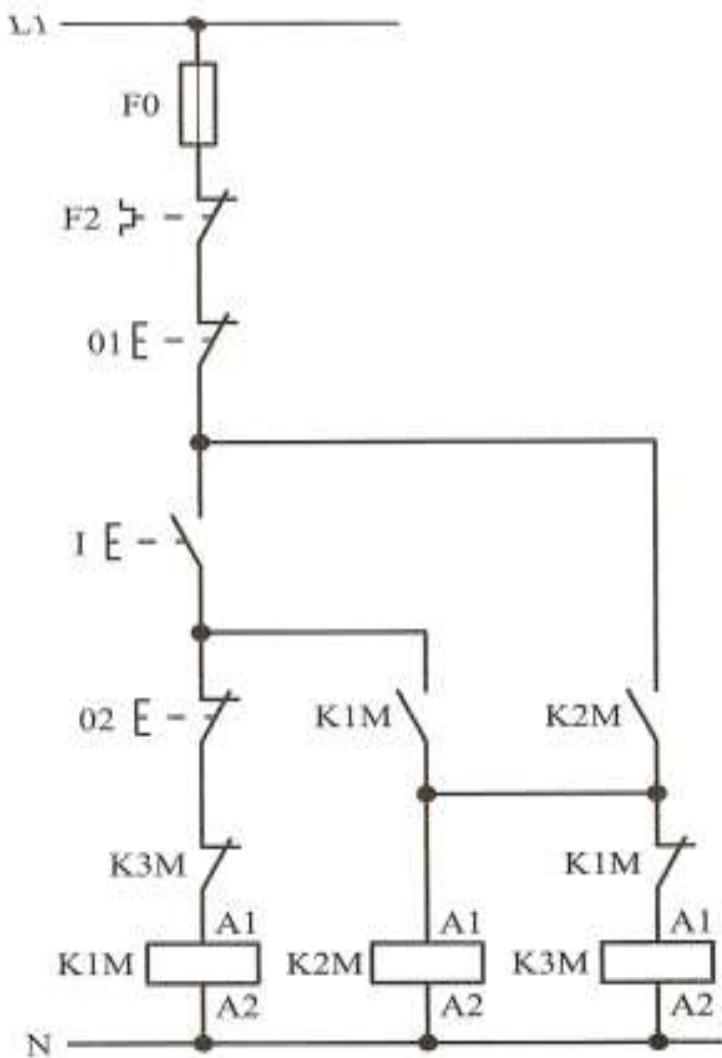
۲-مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت ستاره-مثلث دستی

وسایل و ابزار مورد نیاز

تعداد	حروف مشخصه	نام وسیله	تصویر وسیله
۱ عدد	M1	مотор سه فاز آسنکرون روتور فلزی 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	
۲ عدد	O1 O2	شنستی استپ	
۱ عدد	I	شنستی استارت	

نقشه مدار فرمان و قدرت

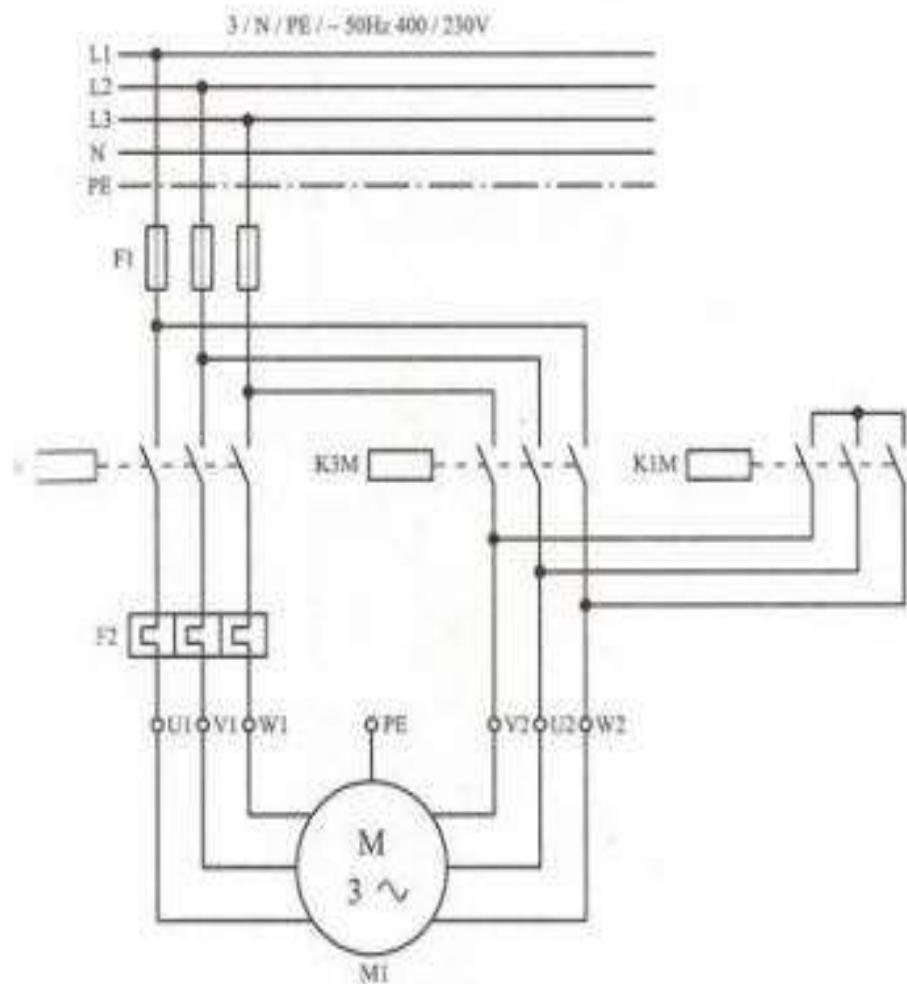
- مدار فرمان راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به صورت ستاره - مثلث دستی



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 اطريق کتاكتهای بسته‌ی استپ^{۰۲} و بسته **K3M** به بوبین کتاكتور **K1M** می‌رسد. پس از مغناطیس شدن هسته تیغه‌ی باز **K1M** که در مسیر(۲) قرار دارد بسته می‌شود و همزمان در یک لحظه:

- تیغه‌ی **K1M** که در مسیر کتاكتور **K3M** وجود دارد باز می‌شود و از رسیدن جریان به بوبین کتاكتور **K3M** و همزمانی کتاكتورهای ستاره و مثلث جلو گیری می‌کند.
- جریان به بوبین کتاكتور **K2M** می‌رسد و در نتیجه تیغه‌ی باز آن که در مسیر بوبین **K3M** است بسته می‌شود و نقش تیغه خود نگهدارنده را خواهد داشت.

- از لحظه‌ای که دست را از روی شستی **I** بر می‌داریم جریان از طریق تیغه‌ی باز **K2M** که به صورت موازی با تیغه‌ی باز **K1M** به بین کتاكتور **K1M** می‌رسد. دو کتاكتور **K1M,K2M** در مدار قرار دارند و موتور به صورت ستاره کار مکند. با فشار بر شستی استپ^{۰۲} مسیر جریان بوبین کتاكتور **K1M** قطع می‌شود.

در نتیجه علاوه بر این که کتاكتور **K2M** وصل می‌ماند جریان از تیغه‌ی بسته **K1M** به بین کتاكتور **K3M** نیز می‌رسد.

برای بالا بردن درجه حفاظت تیغه‌ی بسته **K3M** در مسیر کتاكتور **K1M** قرار می‌گیرد تا پدیده‌ی همزمانی اتفاق نیافتد.

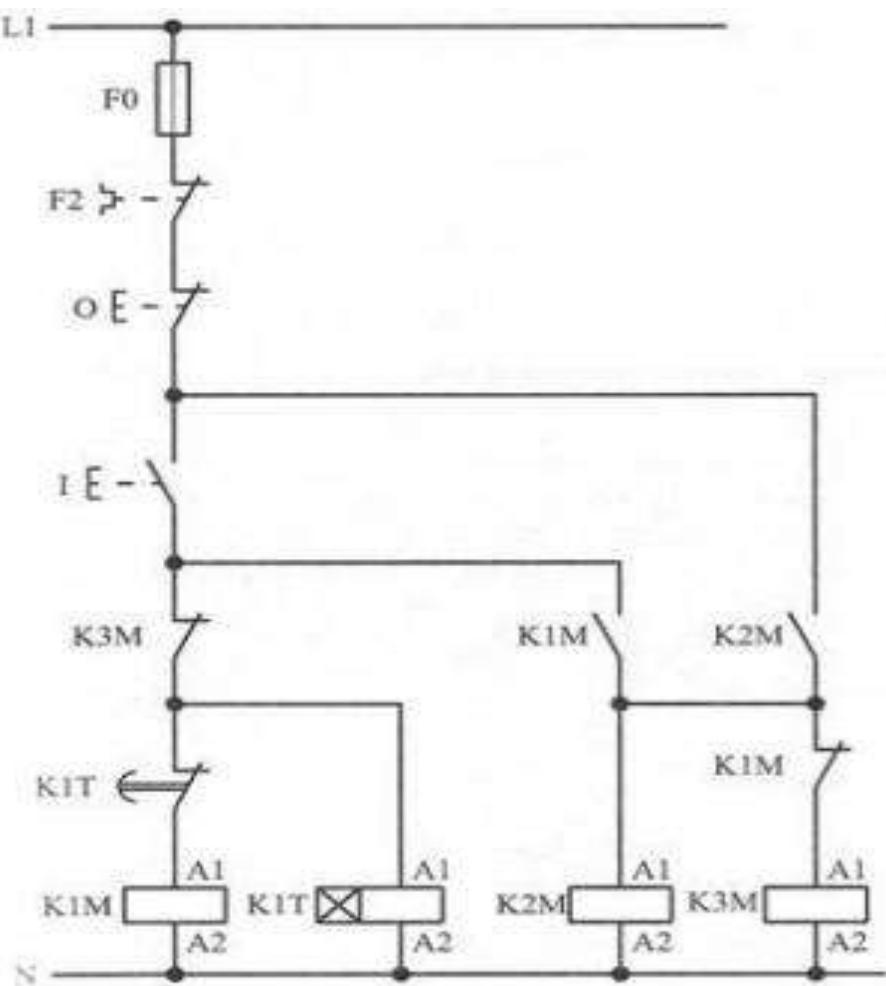
از این لحظه به بعد دو کتاكتور **K2M,K3M** در مدار هستند و موتور به حالت مثلث کار می‌کند.
- مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون به صورت ستاره-مثلث اتو ما تیک

وسایل و ابزار مورد نیاز

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

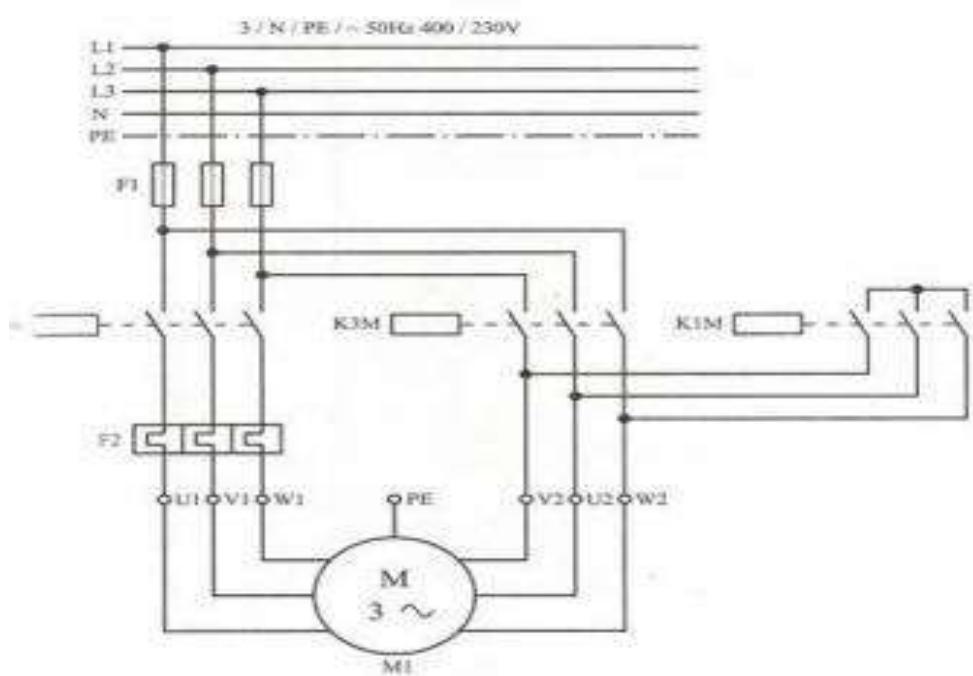
تصویر و سیله	نام و سیله	حرروف مشخصه	تعداد
	موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی ستاره - مثلث	M1	۱ عدد
	کنتاکتور	K1M K2M K3M	۳ عدد
	فیوز مینیاتوری تک فاز	F0	۱ عدد
	فیوز مینیاتوری سه فاز	F1	۱ عدد
	بی متال	F2	۱ عدد
	شستی استپ	O	۱ عدد
	شستی استارت	I	۱ عدد
	تايمر	K1T	۱ عدد

شكل (۵)



شکل (۶)

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



شرح مدار

نحوه عملکرد مدار فرمان شکل (۵) تا حدود زیادی شبیه حالت ستاره- مثلث دستی است. تنها

تفاوت آن در مسیر کتتاکتور $K1M$ است. در این مدار با فشار بر شستی استارت I جریان از طریق

تیغه‌ی بسته $K3M$ و کتتاکت بسته‌ی تایمر $K1T$ به بین $K1M$ می‌رسد.

در نتیجه پس از مغناطیس شدن بویین جذب کتتاکتور $K1M$ تیغه‌ی باز که در مسیر بو بین

کتتاکتور $K2M$ بسته می‌شود و کتتاکت بسته‌ی $K1M$ در مسیر بو بین کتتاکتور بو بین کتتاکتور

$K3M$ باز می‌شود.

کتتاکتورهای $K1T$, $K2M$ و تایمر $K1M$ در مدار قرار می‌گیرند و موتور به حالت ستاره راه اندازی

می‌شود. پس از طی زمان تنظیم شده برای تایمر $K1T$ تیغه‌ی بسته آن که در مسیر کتتاکتور $K1M$

قرار دارد باز شده و سبب می‌شود تا مسیر عبور جریان بو بین کتتاکتور $K1M$ قطع شود. در نتیجه

تیغه‌ی بسته $K1M$ که در مسیر بو بین $K3M$ قرار دارد بسته می‌شود و کتتاکتور $K3M$ در مدار قرار

می‌گیرد و جذب می‌شود.

در این شرایط موتور از حالت ستاره به مثلث تغییر حالت می‌دهد. برای قطع جران کل مدار از

شستی استپ + می‌توان استفاده کرد.

نقشه مدار قدرت ستاره-مثلث اتوماتیک مشابه حالت ستاره مثلث دستی است. این نقشه را در شکل

(۶) مشاهده می‌کنید.

۲ - سیستم‌های کنترلی مبنی بر مدارهای منطقی در این سیستم‌ها از دروازه‌های منطقی و تراشه

های کوچک برای پیاده‌سازی عملیات منطقی استفاده می‌شود.

۳ - کنترل با کامپیوتر شخصی.

۴ - کنترل مبتنی بر PLC.

بخی 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. بخی 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: بخی 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 منع برق، باعث خاموش شدن سیستم می شود. بعلاوه سیستمهای رله ای هنگام وصل مجدد برق بطور خودکار روش 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 سیستمهای 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 Bradley, 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)

واحد پردازش مرکزی CPU

حافظه

مازولهای ورودی

مازولهای خروجی

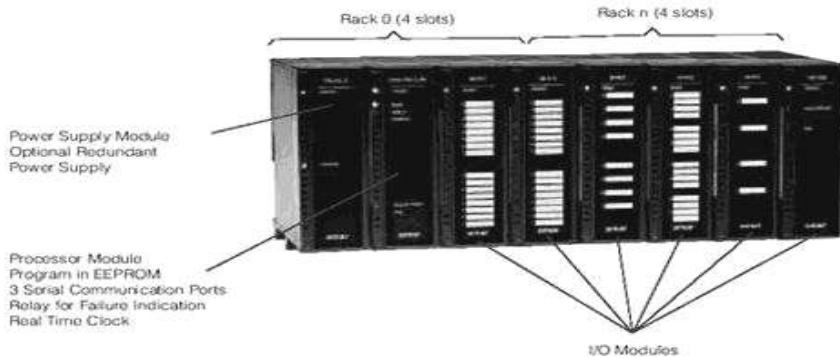
مازولهای تغییر شکل سیگنال

مازول ارتباط پروسسوری (Communication Processor(CP))

مازول رابط (Interface Module(IM))

بدنه و قفسه ها (Racks and Chassis)





☒ مازول منبع تغذیه (PS): منبع تغذیه ولتاژهای مورد نیاز PLC را تامین می کند. این منع معمولاً از ولتاژهای VDC ۲۴ و Vac۱۱۰ یا Vac۲۲۰ ولتاژ VDC ۵ را ایجاد می کند.
ماکزیم جریان قابل دسترسی منطبق با تعداد مازولهای 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 VDC ۲۴ 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، شمارندها 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 با تری پشتیبان دارند استفاده می شود، بدین ترتیب در صورت قطع برق اطلاعات آنها حفظ می گردد.

ماژولهای ورودی: ورودهایی 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 مدارت 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 $4 - 20 \text{ mA}$ و یا $0 - 20 \text{ mA}$ 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 پرداز 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 $0 - 24 \text{ Volt DC}$ 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 $4 - 20 \text{ میلی آمپر}$ باشد. معمولاً ماژولهای خروجی آنالوگ، مقادیر دیجیتال پردازش شده توسط CPU را به سیگنالهای آنالوگ مورد نیاز جهت پرسه 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 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 مقرنون به صرفه نیست، در این موقع 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.

أنواع محبيطهای برنامه نويسي و امکانات نرم افزاري در PLC

امروزه استاندارهای خاص بیت المللی مثل IEC 1131 برای برنامه نويسي 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 اين روشهای استاندارد شده پيروی می کنند و فقط تفاوتهاي جزيی در

نرم افزارهای آنها به چشم می خورد که اکثر آنها هم در اثر تفاوت‌های سخت افزاری سیستم‌های طراحی شده بوجود می آیند. اما در این بخش زبانها و محیط‌های 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 نشود.

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

– زبان Sequential Function Chart Language یا SFC

– زبان Function Block Diagram Language یا FBD

– زبان Ladder Diagram Language یا LD

– زبان Structured Text Language یا ST

– زبان Instruction List Language یا IL

پنج زبان فوق زبان‌های استاندارد و شناخته شده PLC‌ها هستند و کمپانی‌های سازنده سخت افزار و نرم افزار PLC‌ها با وجود اختلاف‌های جزئی که ممکن است در نام یا ظاهر نرم افزارهایشان با نمونه‌های 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 پستند 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 تایمراها 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 تعییه شده است که عبارت اند از:

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

انواع شستی ها، انواع تایمراها، 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 Stop یا Reset بددهیم خروجی Low خواهد شد.

در زبان برنامه نویسی FBD تمام ابزاری که برای طراحی مدار الزاماً باید از آن استفاده شود تعییه

شده است که عبارت اند از:

انواع شستی ها، انواع تایمرها، انواع بلوکها اعم از AND,OR,NOT,RS و سایر بلوکها که درادامه

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 Stop یا Reset بددهیم خروجی Low خواهد شد.

در زبان برنامه نویسی FBD تمام ابزاری که برای طراحی مدار الزاماً باید از آن استفاده شود

تعییه شده است که عبارت اند از:

انواع شستی ها، انواع تایمرها، انواع بلوکها اعم از AND,OR,NOT,RS و سایر بلوکها که درادامه

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 Stop یا Reset بددهیم خروجی Low خواهد شد.

تابع AND: این تابع دارای چهار ورودی و یک خروجی می باشد این تابع ضرب کننده است

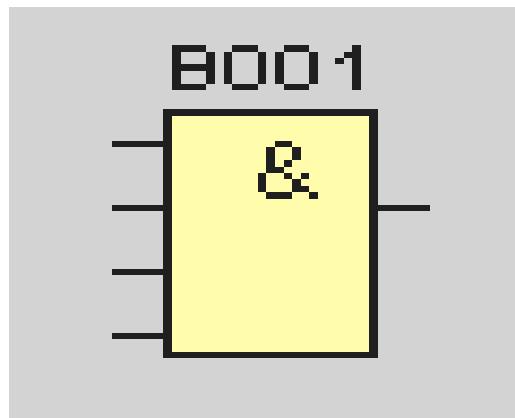
وهنگامی که حداقل ۲ تا از ورودی ها ۱ شود خروجی فعال خواهد شد از این تابع در مدارات برای

سری کردن شستی ها و کن tact ها به کار می رود .



شکل تابع

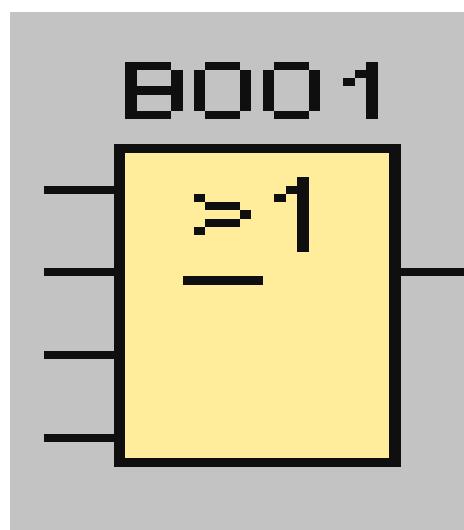
X	Y	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



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 اشود خروجی ها فعال خواهد شد کاربرد این تابع در مدارات برای موازی کردن کنتاکت ها با یکدیگر می باشد.

شکل تابع

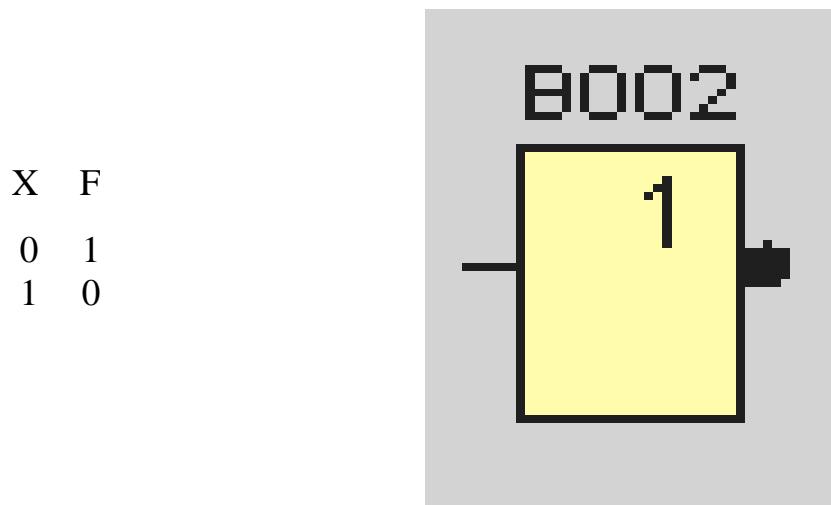
X	Y	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



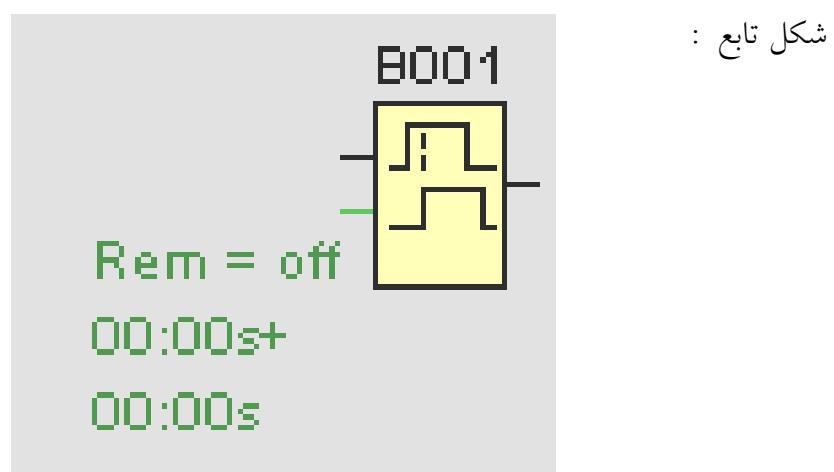
تابع NOT

این تابع دارای یک ورودی و یک خروجی می باشد از این تابع برای معکوس کردن استفاده می شود یعنی اگر ورودی ۰ باشد خروجی ۱ خواهد شد و اگر ورودی ۱ باشد خروجی ۰ خواهد شد.

شکل تابع

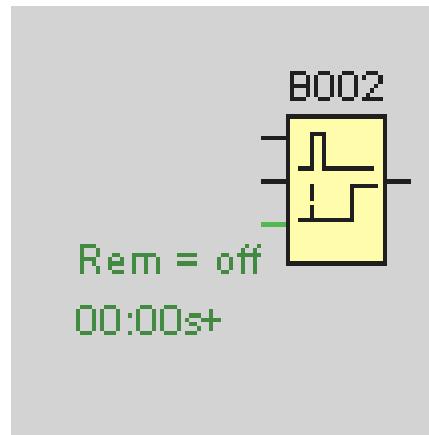


تایمر ON/OFF Delay : این تایمر متشکل از دو تایمر OFF , ON Dealy می باشد البته در هر مدار فقط می توان از یکی از تایمراها استفاده کرد و استفاده همزمان مقدور نمی باشد. با آمدن پالس به پایه Trg تایمر شروع به شمارش خواهد کرد پارامتر T برای تنظیم زمان به کار می رود.



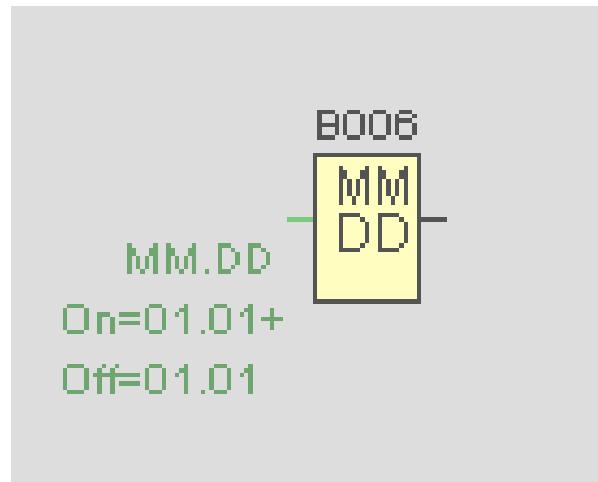
تایmer Retentiv/On Delay : از این تایمر بیشتر در مدارات اتوماتیک استفاده می شود به محض اینکه پالس ورودی Trg داده می شود تایمر شروع به شمارش خواهد کرد و پس از زمان طی شده خروجی فعال شده و فعال باقی می ماند در اصل این تایمر دارای یک نگهدارنده نیز می باشد

شکل تابع به این صورت است



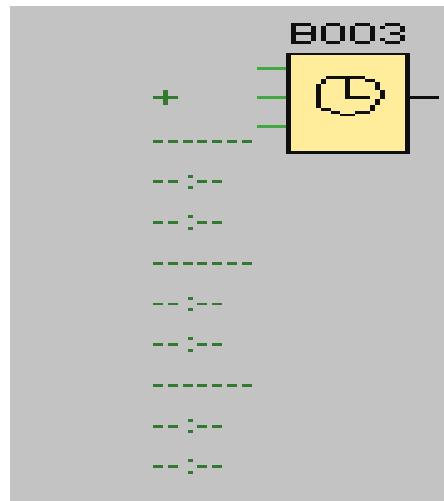
تایمر هفت‌ای: Weeks: از این تایمر بیشتر در مدت زمان‌های طولانی که باید مدارات تغییر کنند می‌شود تنظیم این تایмер از simoulation می‌باشد که در این قسمت روزهای هفته و ساعت آنها مشخص شده است که برای استفاده باید تنظیم شوند

شکل تابع



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

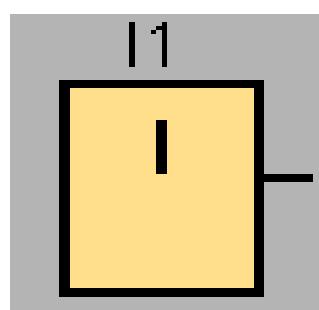
شکل تابع به این صورت است.



در زبان برنامه نویسی FBD می‌توان به دلخواه از انواع شستی‌ها بلوک‌ها و تایمرها استفاده کرد و هیچ گونه محدودیتی ندارد که این یکی از مزیتهای این برنامه می‌باشد.
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 می‌تواند 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 LADDER به فرم FBD را فراهم می‌کند.

معرفی برخی از بلوکهای منطقی

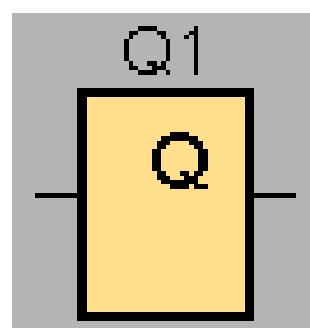
۱- شستی ورودی که آنرا می توان به عنوان شستی فشاری و هم به عنوان سوئیچ استفاده کرد. که با استفاده از simulation میتوان این تغییرات را انجام داد و با نوشتن در آن نوع Stop یا Start بودن آنرا مشخص کرد.



شکل این تابع به این صورت میباشد

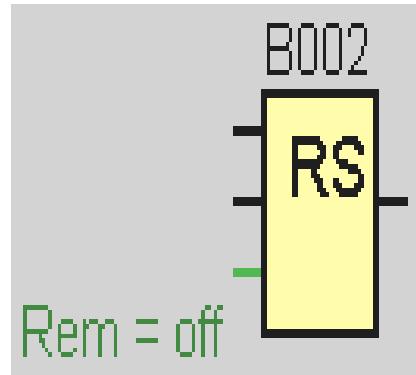
۲- تابع خروجی: که تنها این تابع در طراحی مدارها بعنوان خروجی استفاده میشود.

شکل این تابع به این صورت میباشد:



۳- تابع RS(latching relay) این تابع شبیه یک فلیپ فلپ (RS(set/reset) است که البته reset دارای تقدم می باشد چنانچه R و S همزمان فعال شود خروجی reset میشود.

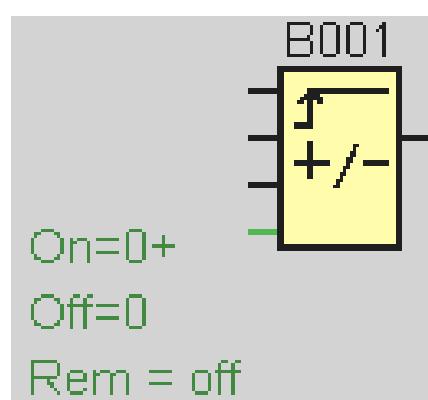
شکل این تابع به این صورت میباشد:



شمارنده UP/DOWN/COUNTER-۴

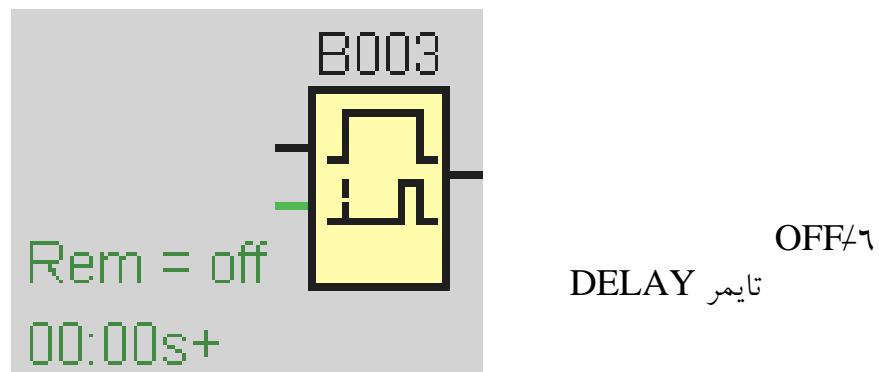
این تابع دارای سه ورودی می باشد که عبارتند از: Dir و cnt و reset می باشد.
اگر وضعیت ورودی cnt از ۰ به ۱ برود COUNTER شروع به شمارش خواهد کرد.
ورودی Dir جهت شمارش را تعیین می کند. Dir=0 شمارش صعودی و Dir=1 شمارش نزولی خواهد بود.

شکل این تابع به این صورت می باشد:



۵ - تایمر ON/Delay: تایمر تأخیر در وصل خروجی این تایمر زمانی ۱ میشود که زمان تعیین شده طی شود. ورودی Trg برای Start به کار میرود و پارامتر T برای تنظیم زمان به کار میرود.

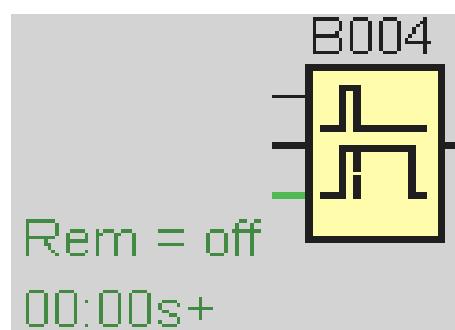
شکل این تابع به این صورت می باشد:



تایمر تأخیر در قطع: در این تایмер پایه Trg بصورت لحظه‌ای فعال میشود

و خروجی فعال باقی می‌ماند. ورودی R خروجی را ۰ می‌کند و پارامتر T برای تنظیم زمان به کار می‌گیرد.

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

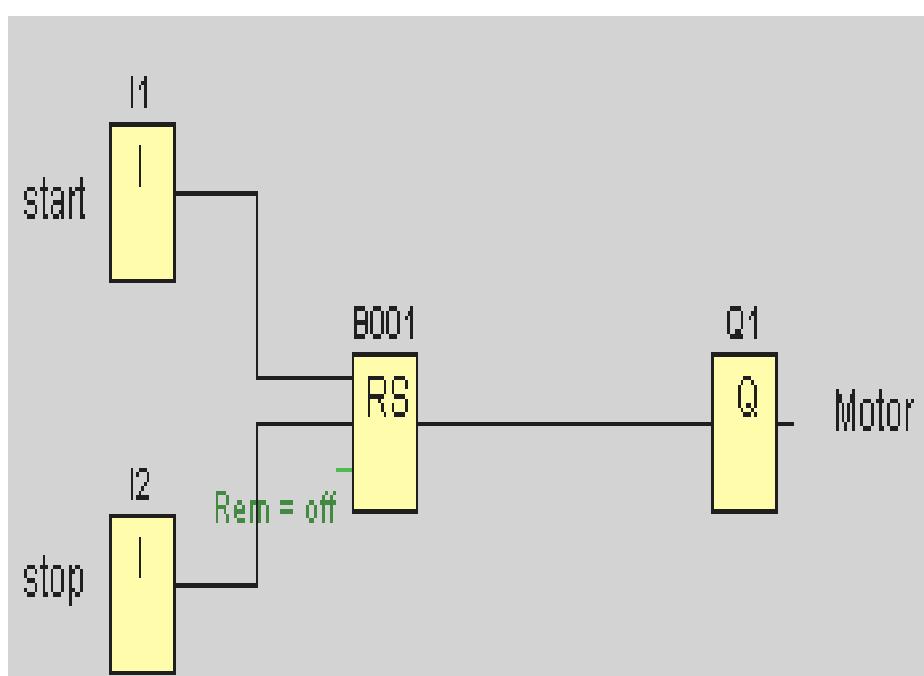
نویسی FBD طراحی شده است.

دراین مدار که از دو شستی استفاده شده است که یکی بعنوان استارت و دیگری بعنوان استوب

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

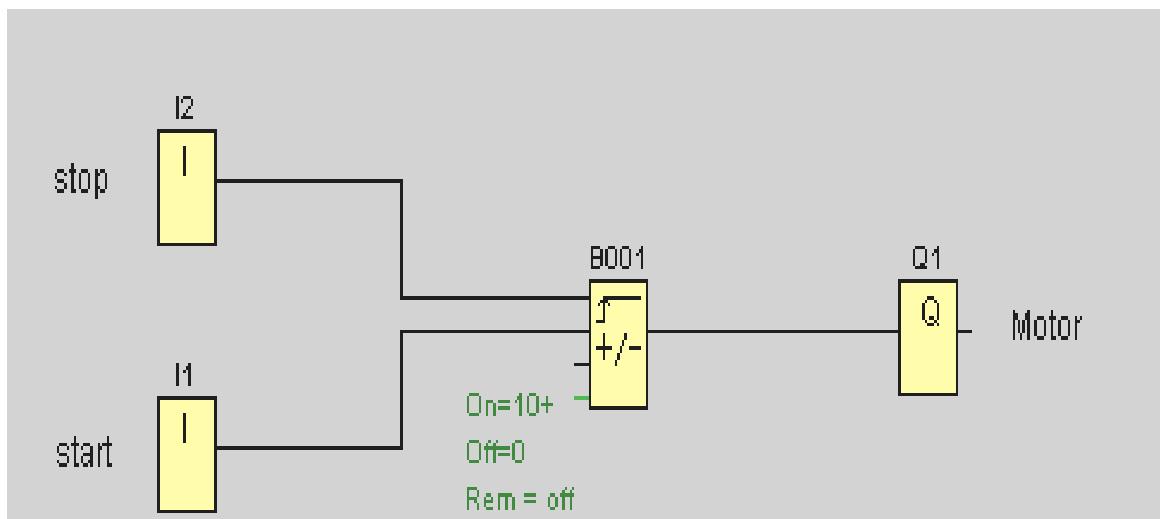
استارت به set و خروجی شستی استوب به reset فلیپ فلاپ متصل شده است. که هر کدام عمل

قطع و وصل موتور را انجام می دهند.



۲- طراحی مدار شمارنده:

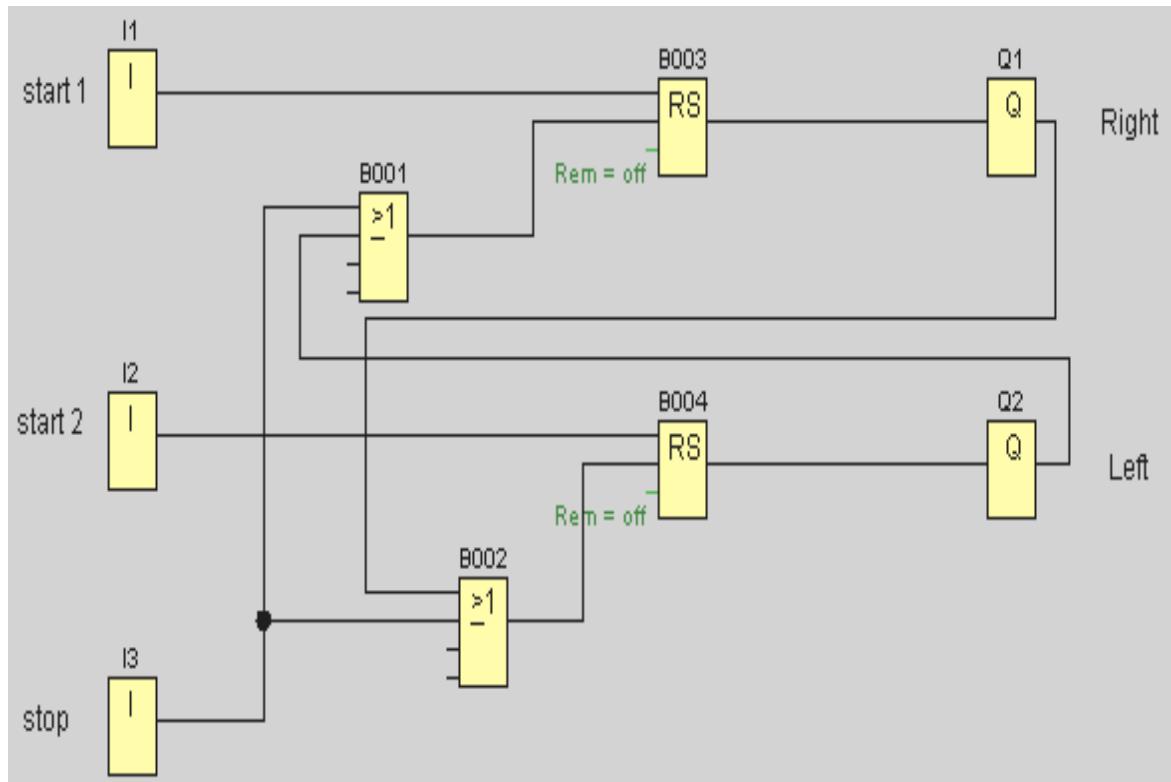
این مدار که بیشتر در کارخانجات برای شمارش بکار می رود، از یک شستی استارت و یک شستی استوپ برای قطع و وصل مدار استفاده شده است و همچنین از یک (شمارنده) COUNTER برای شمارش استفاده می شود که خروجی استوپ را به reset و خروجی استارت را به cnt شمارنده وصل میکنیم، که در این مدار با استفاده از ورودی Dir نزولی 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 مدار فرمان 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.

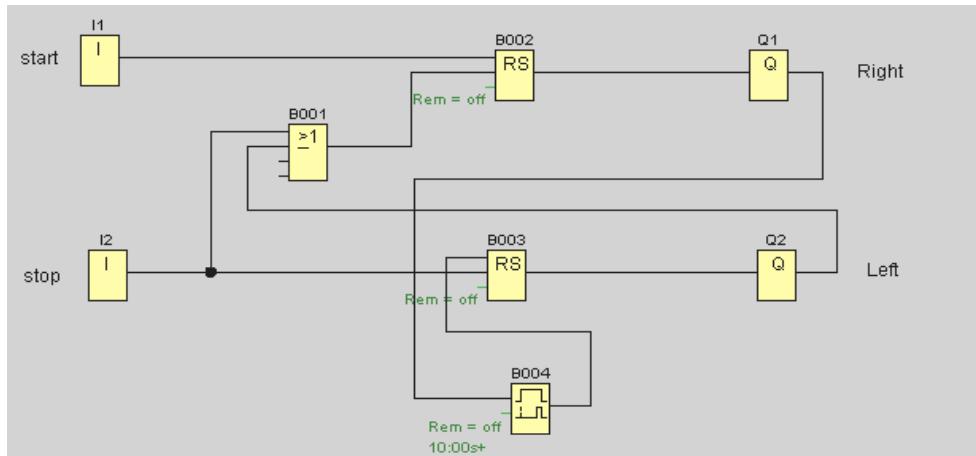


۴- طراحی مدار چپ گرد راست گرد اتوماتیک :

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 استفاده شده است. (گیت OR)

است. همچنین برای استارت و استوب موتورها از دو فلیپ فلاپ RS استفاده می کنیم و چون مدار

ما اتوماتیک است قطعاً از یک تایمیر در این مدار استفاده خواهیم کرد.



۵- طراحی مدار کنترل سطح:

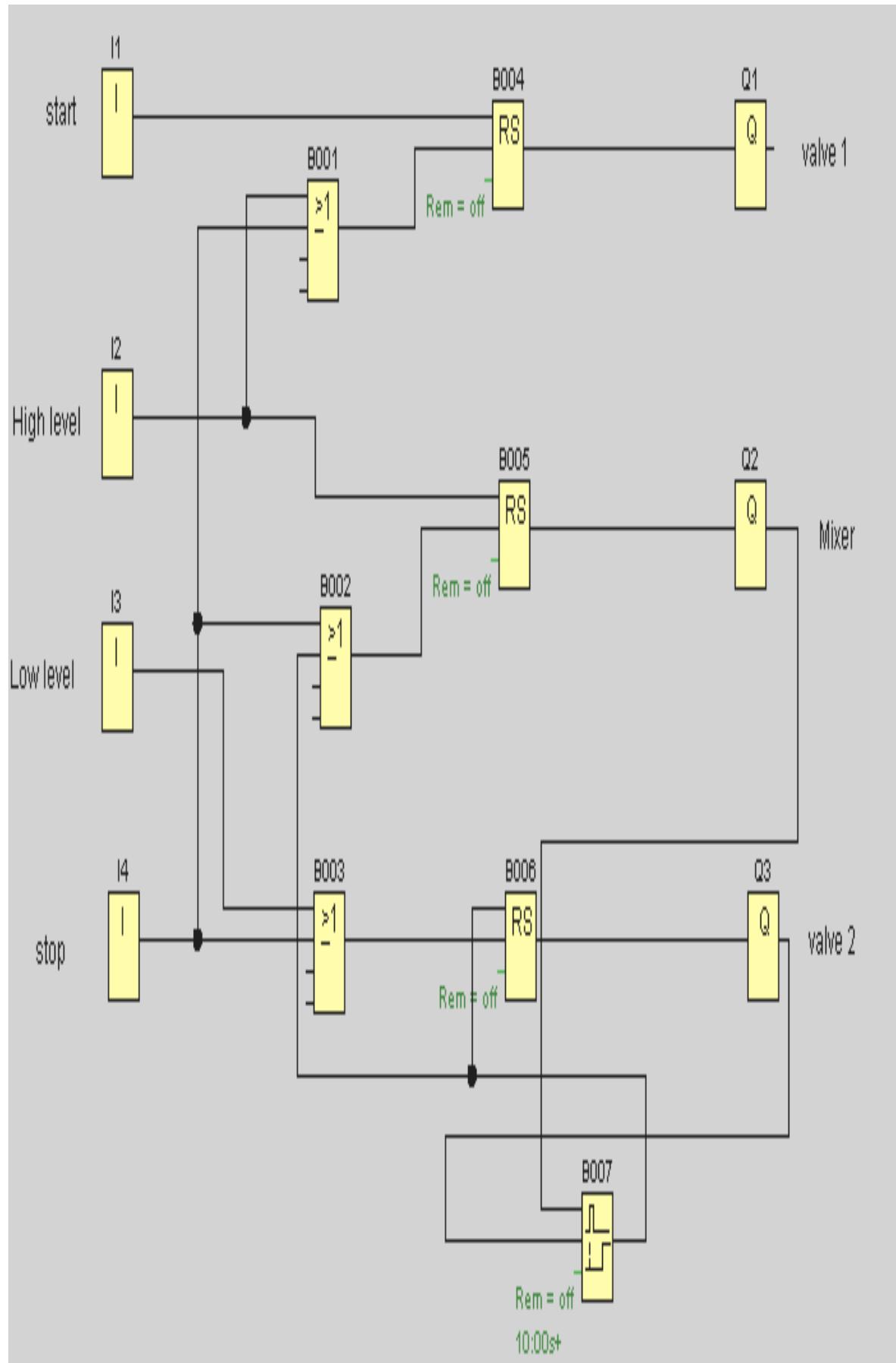
در این پروسه ما شرایطی را طراحی میکنیم که وقتی مخزن خالی است یا بعبارت بهتر مایع درون

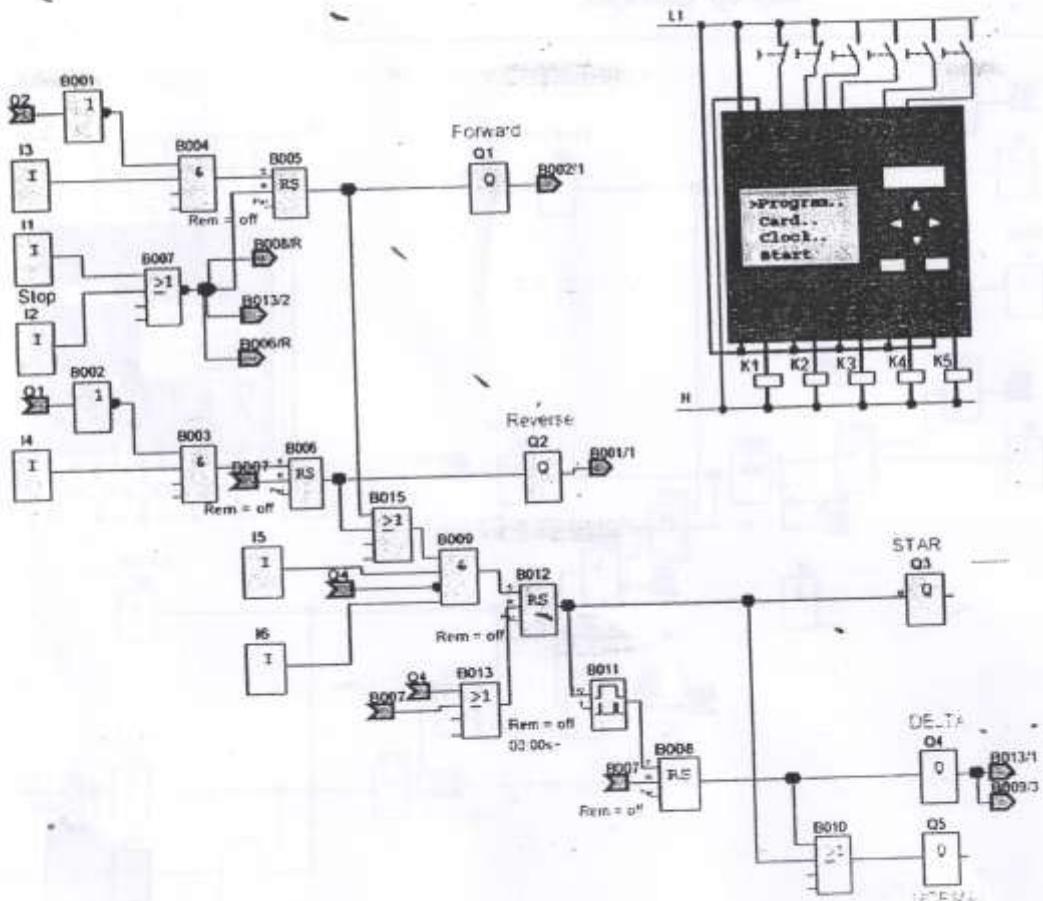
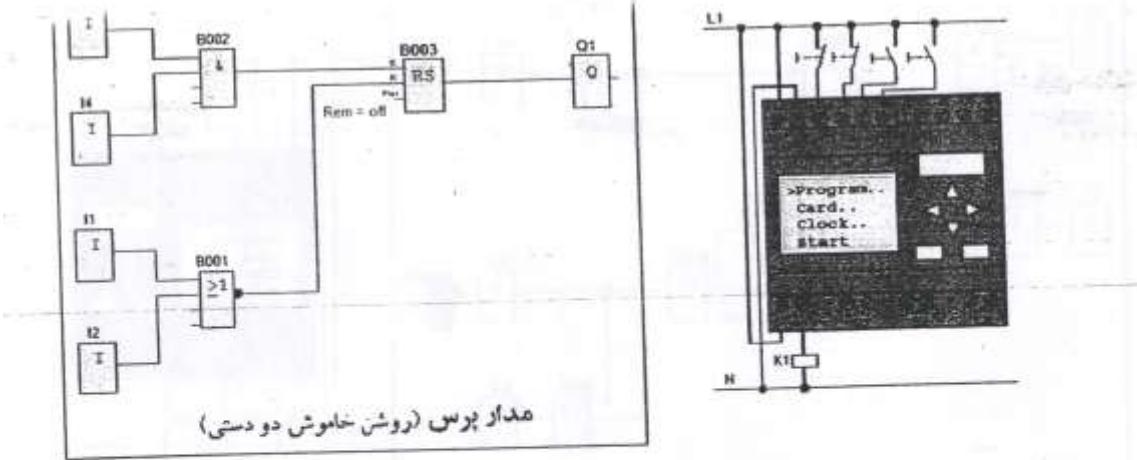
مخزن در سطح Low level پائیتر رفت Valve1 باز شود و Valve2 مایع مورد

نظروارد مخزن شود تا مخزن پر شود. پس از رسیدن سطح مایع به Valve1 High level باسته

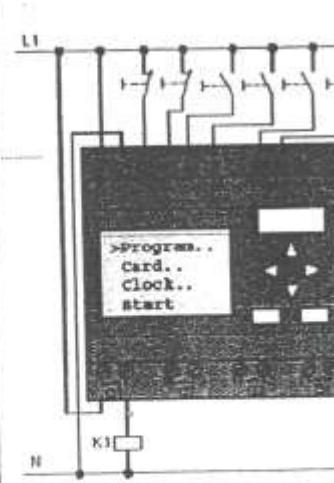
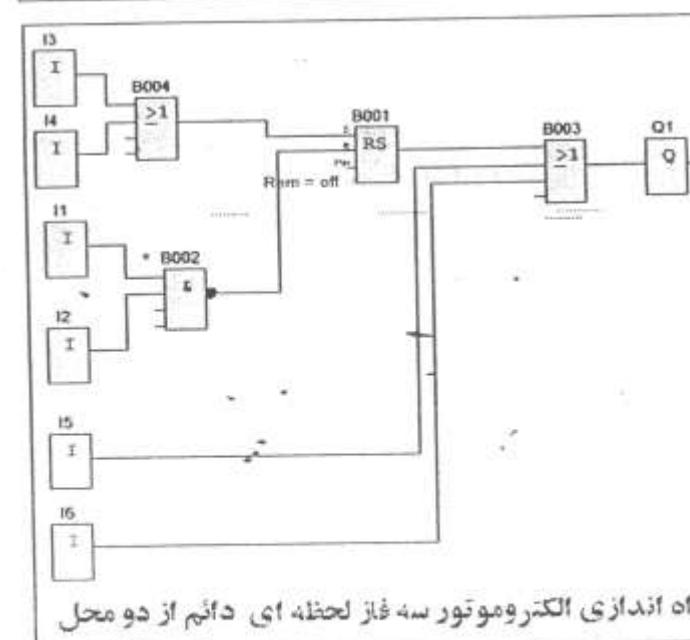
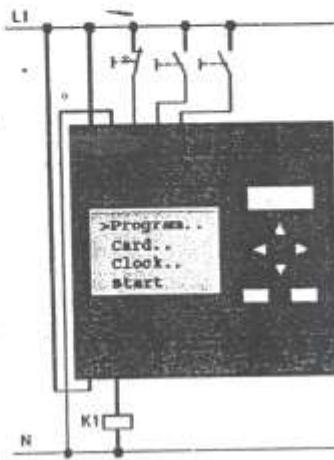
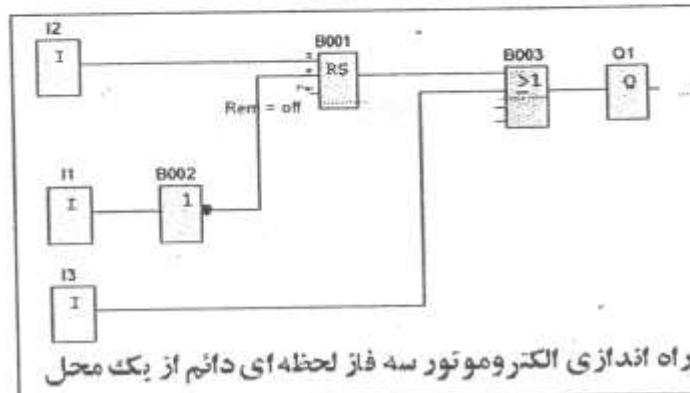
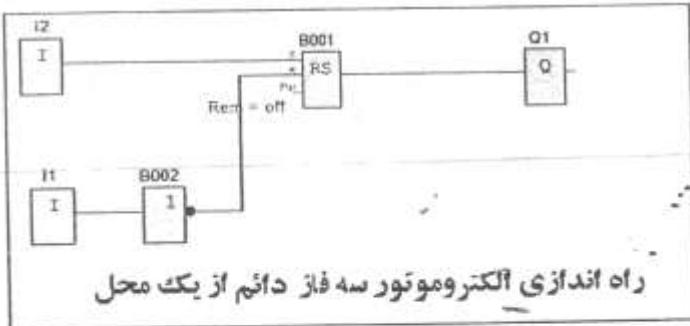
شده و میکسر به مدت 10 ثانیه شروع بکار کند. پس از طی زمان مشخص شده میکسر خاموش شود

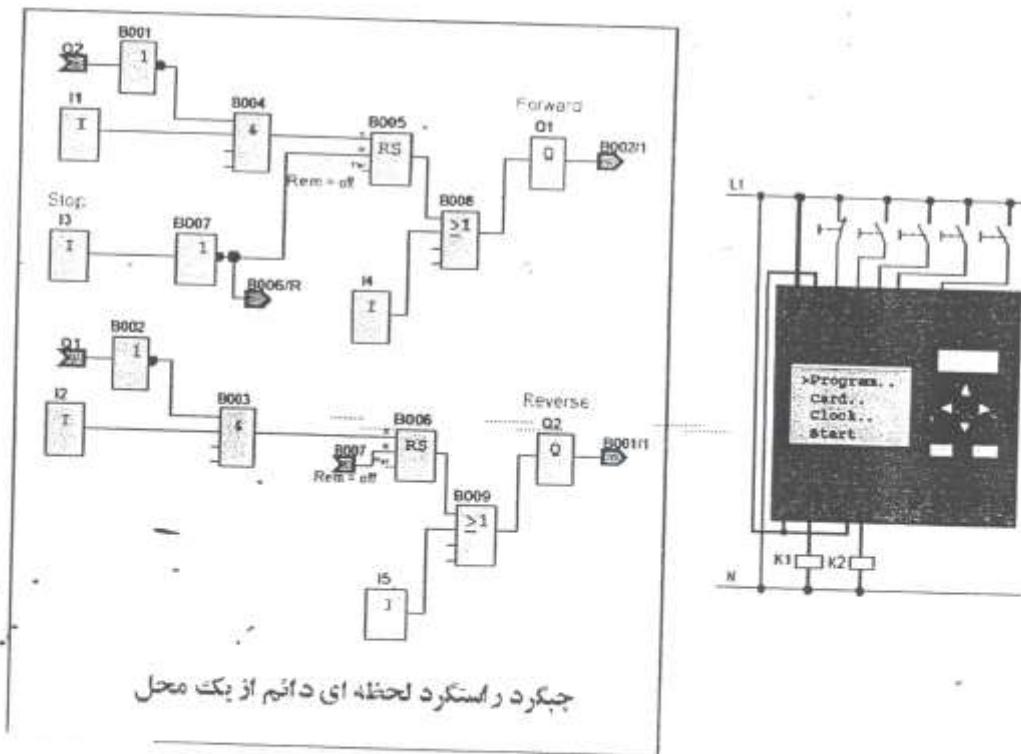
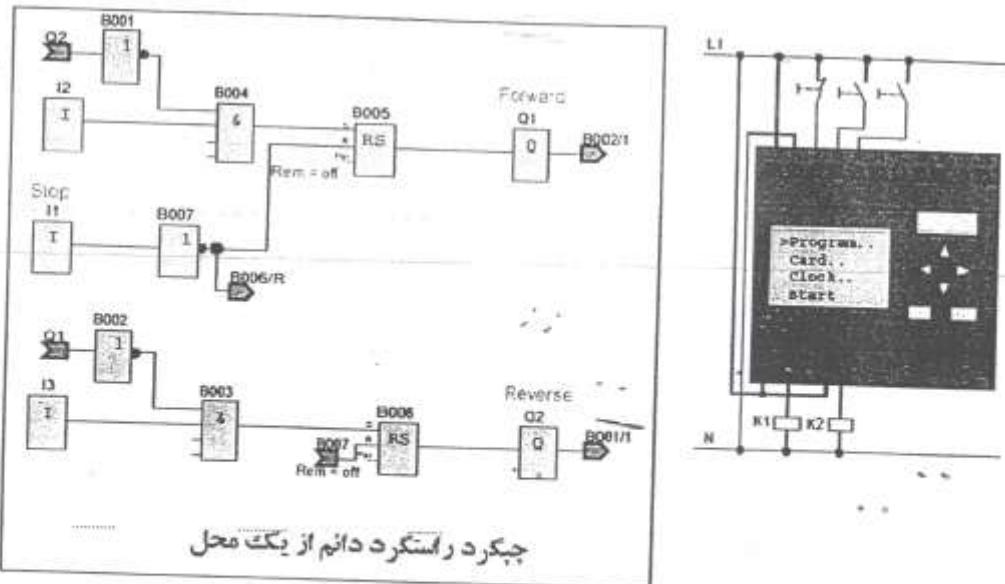
و Valve2 باز شود تا مایع تخلیه شود و با فشردن شستی استوب پروسه درهای حالت متوقف شود.

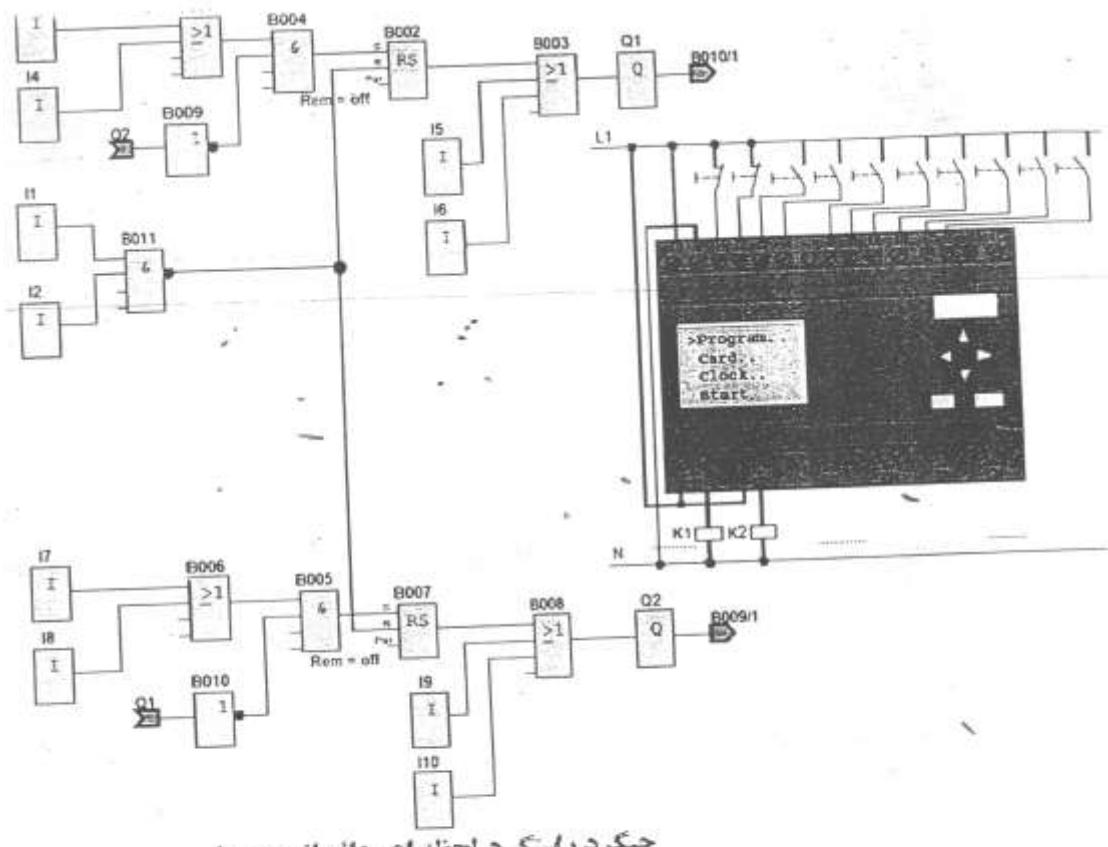




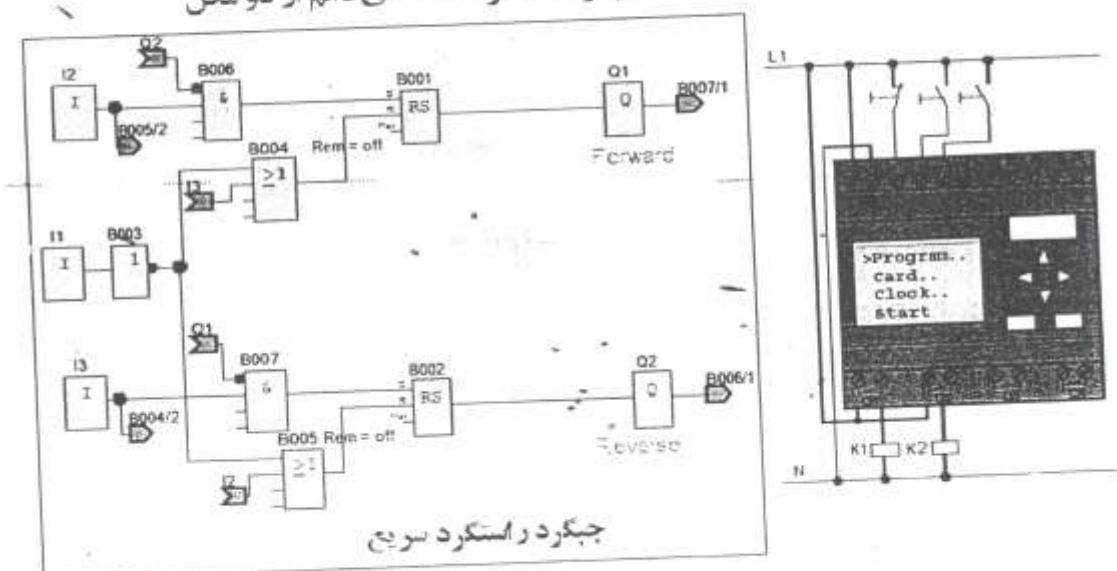
مدار سه‌فازی (چهارگرد راستگرد ستاره ملت اتوماتیک دو دستی)



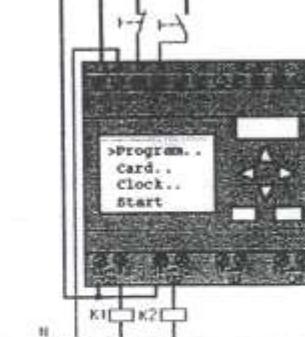
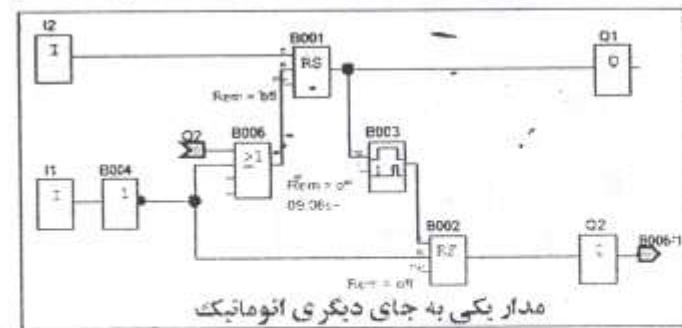
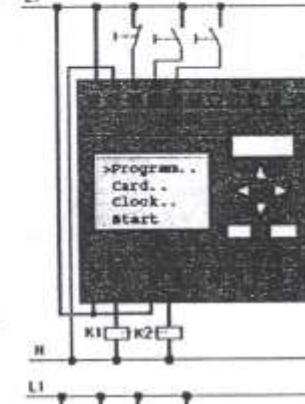
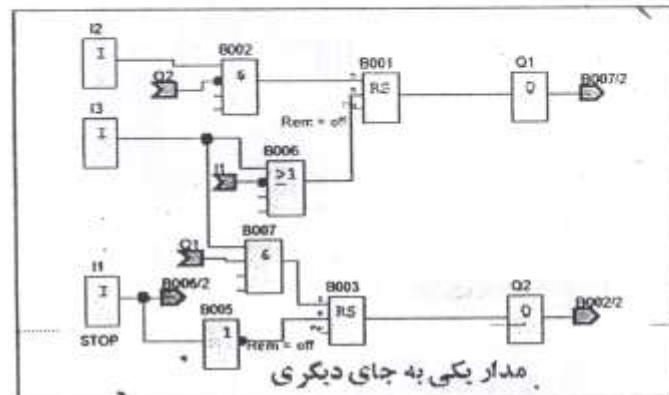
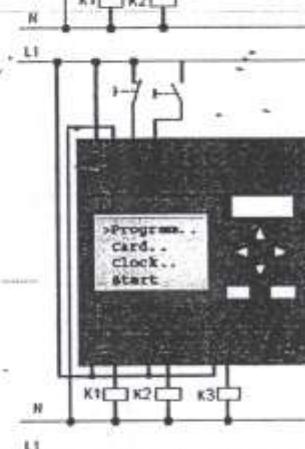
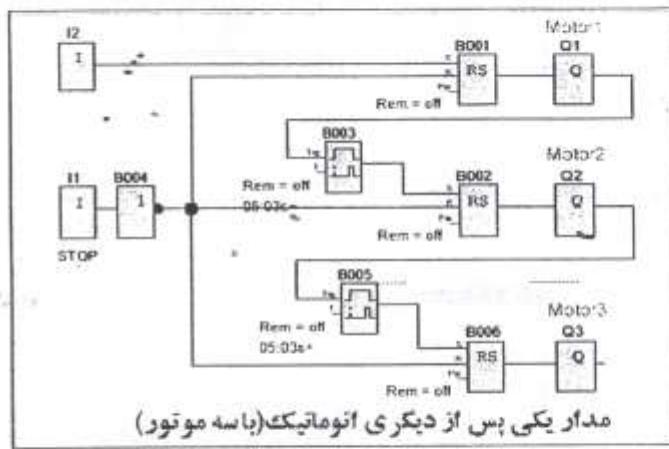
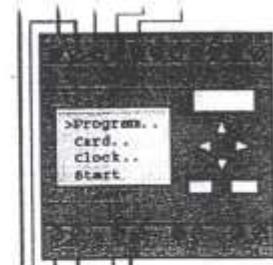
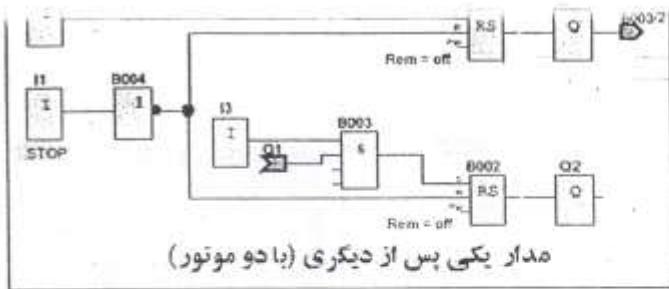


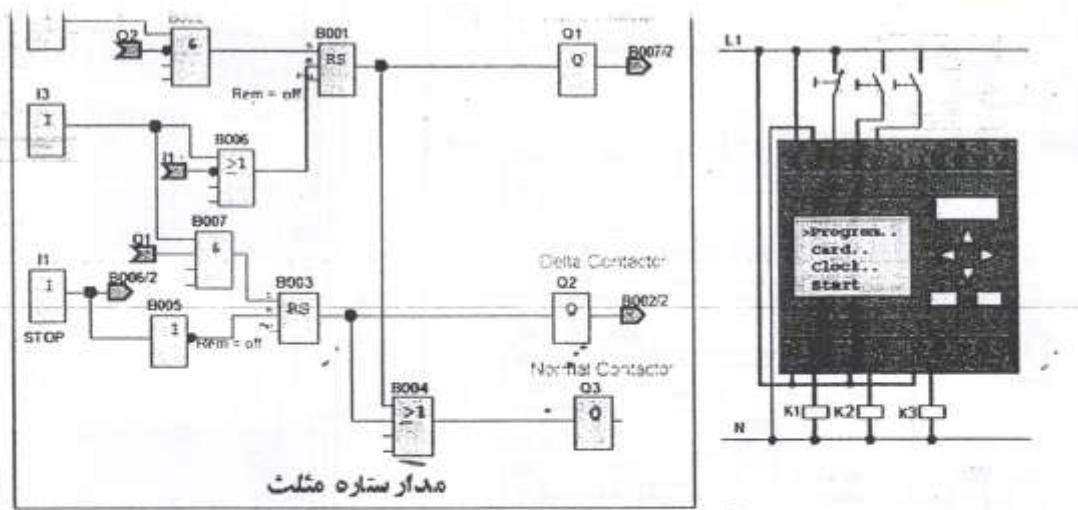


چگرد راستگرد لحظه‌ای دانم از دو محل

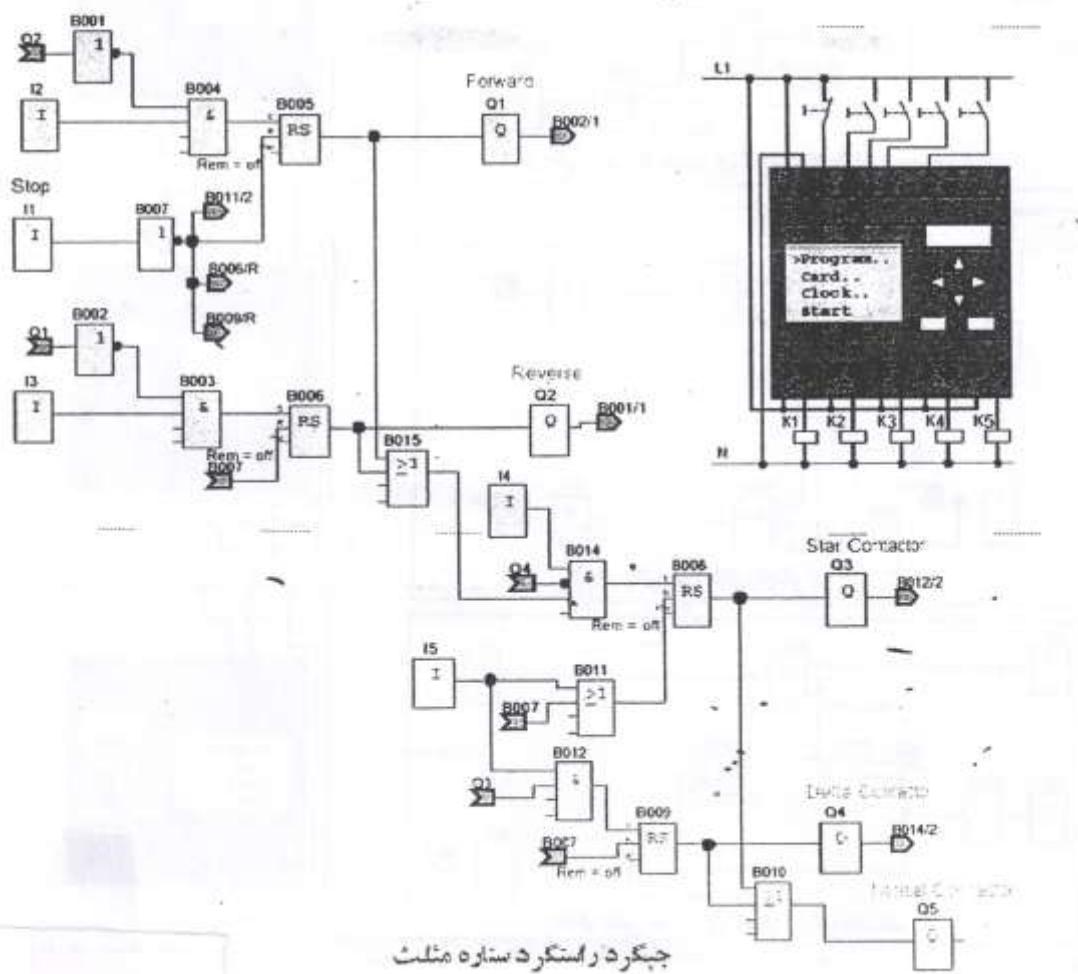


چگرد راستگرد سریع

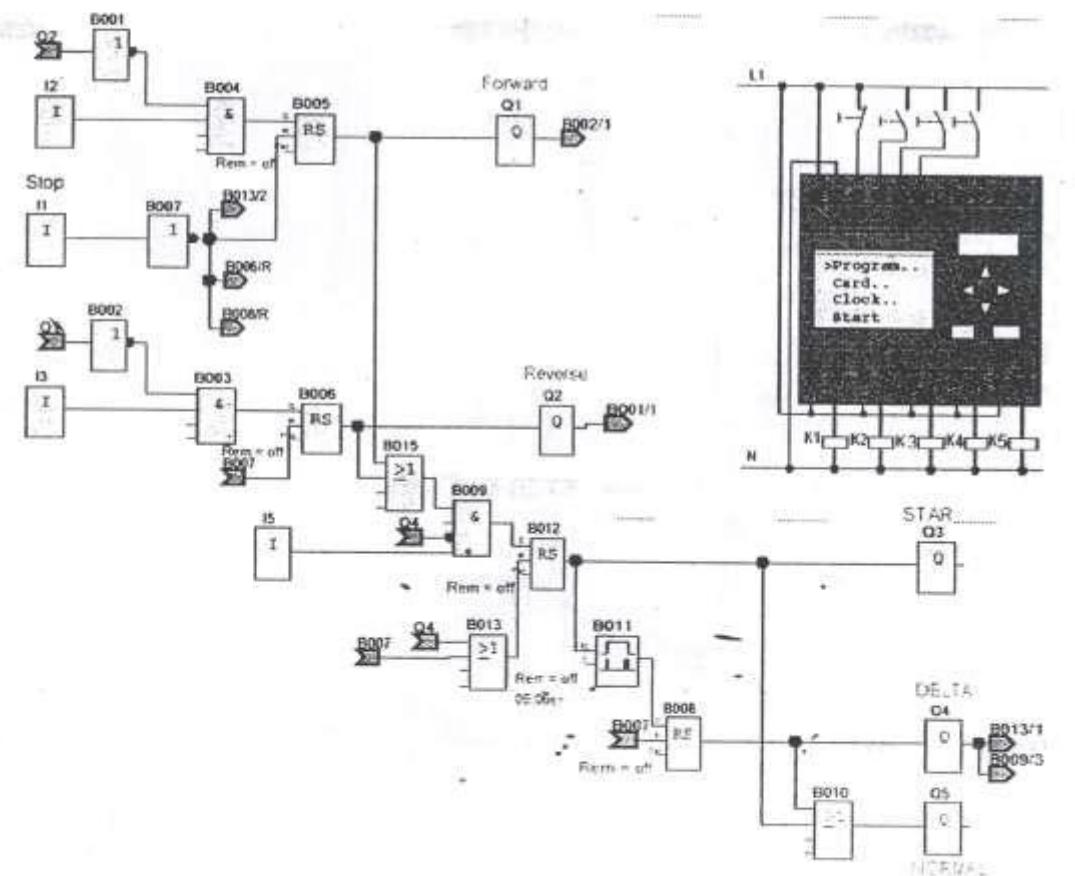
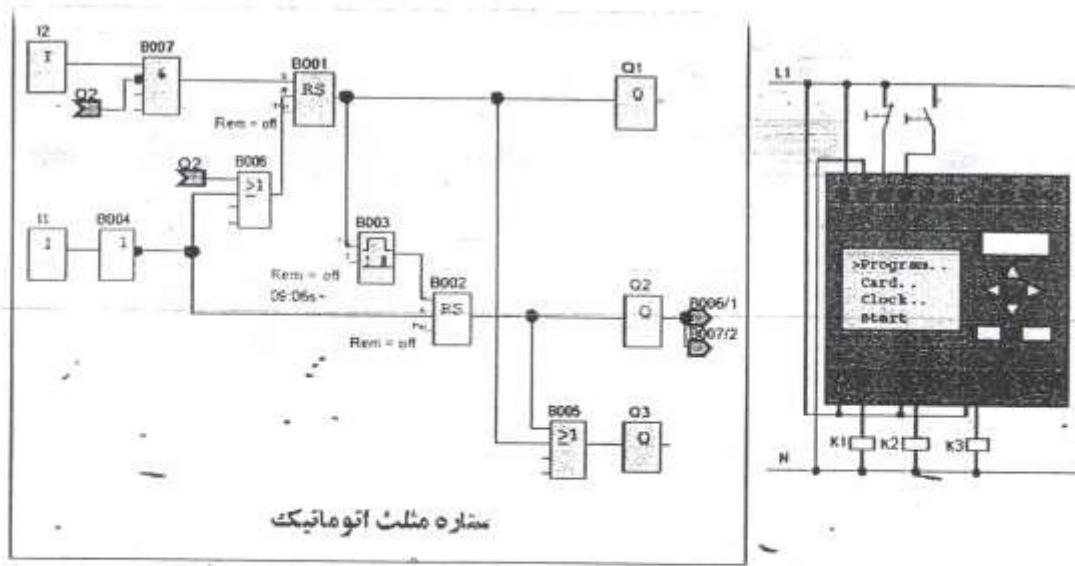




اگر سهاره مثلث

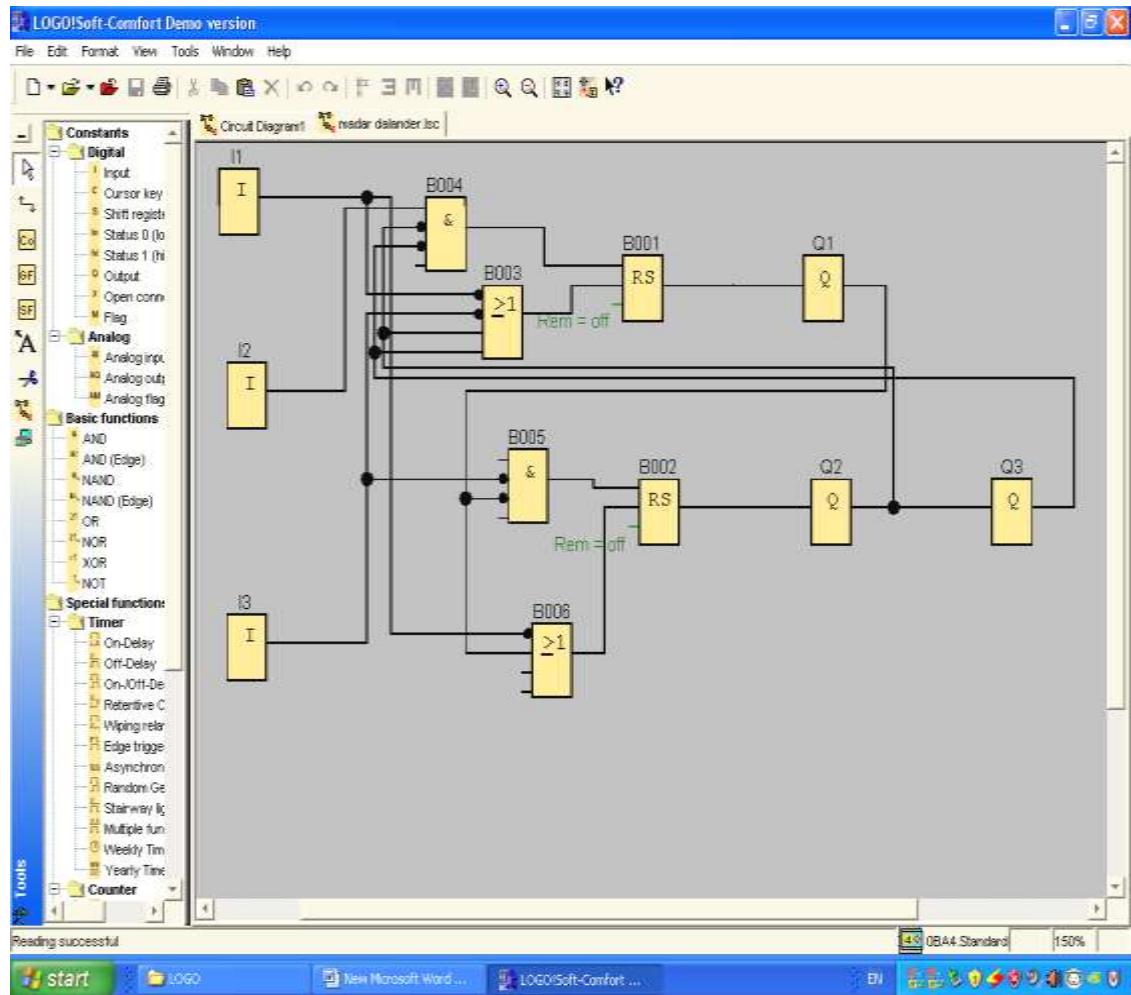


چیکرد راستکار ۵ سهاره مثلث

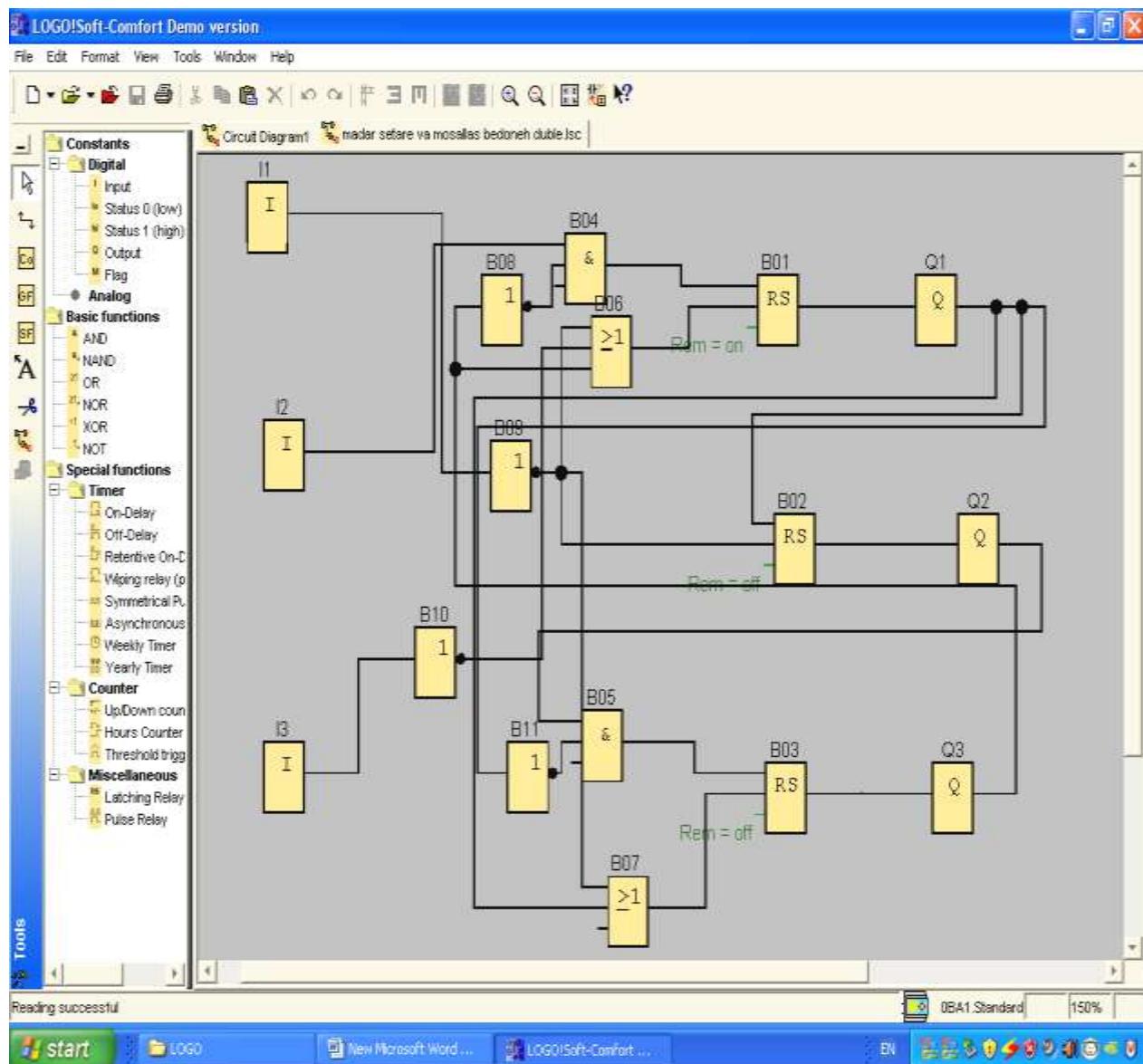


چکرد راستکرد سازه مثبت اتوماتیک

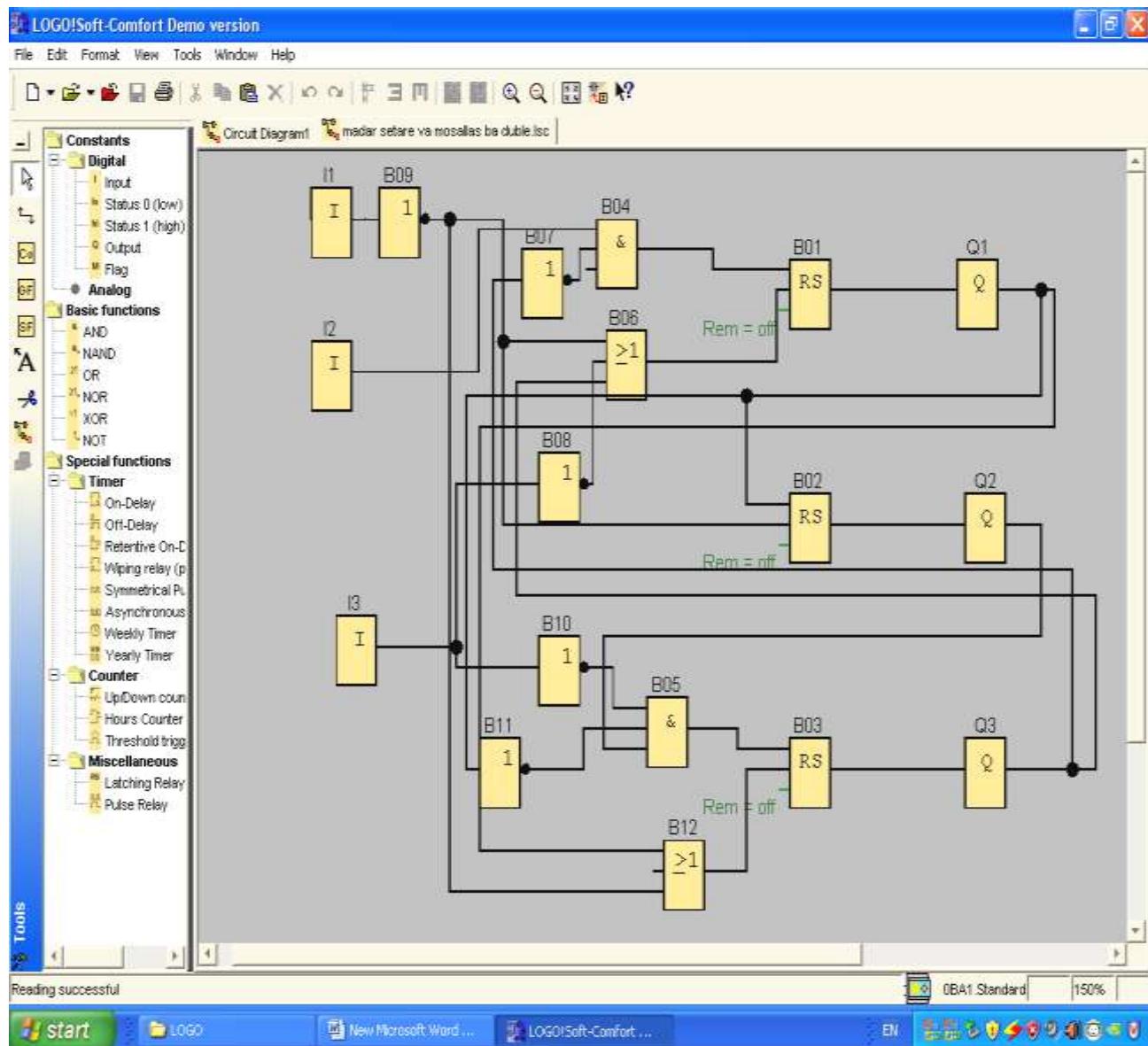
مدار دالاندر:



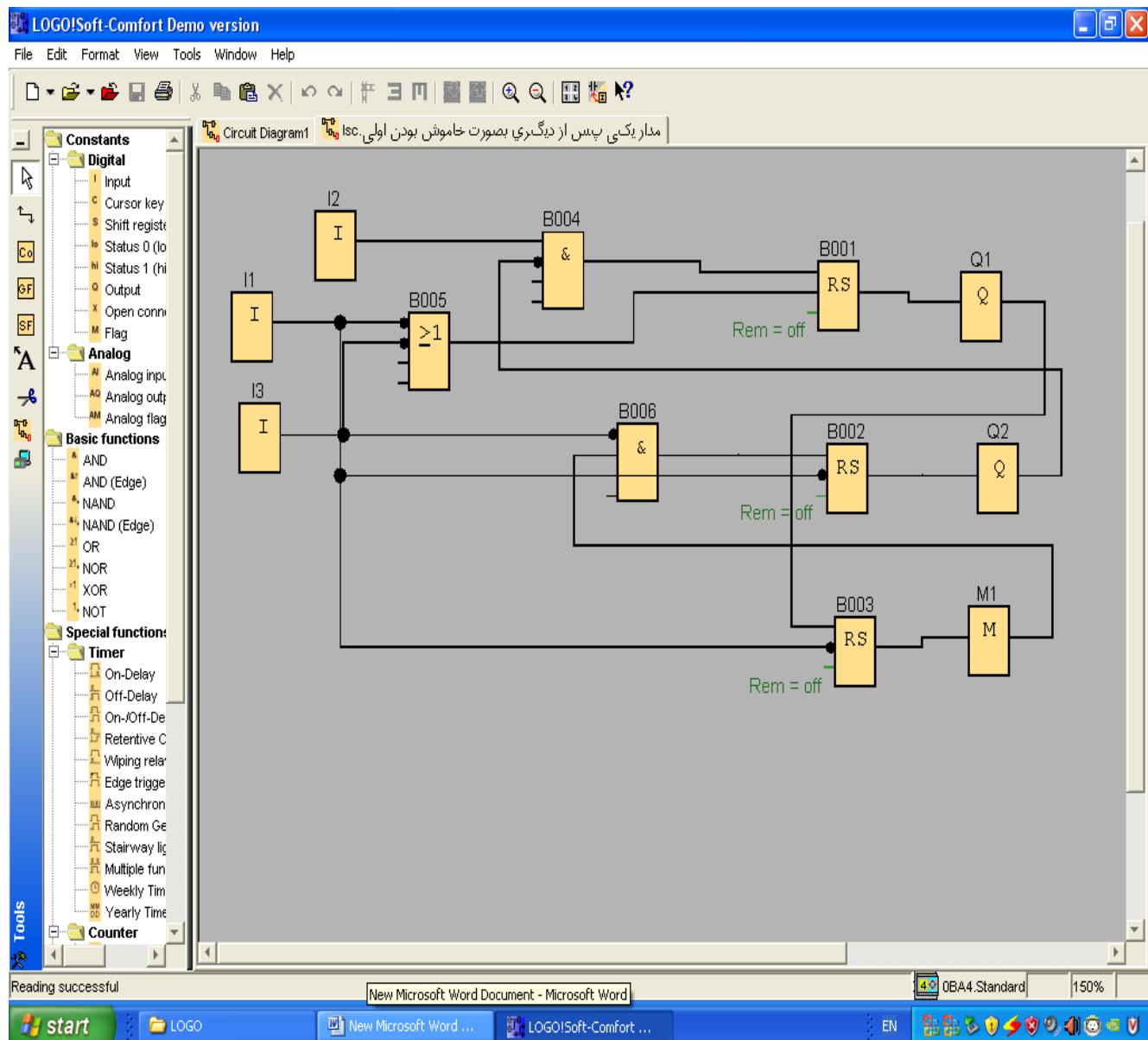
مدار ستاره و مثلث بدون شستی دوبل:



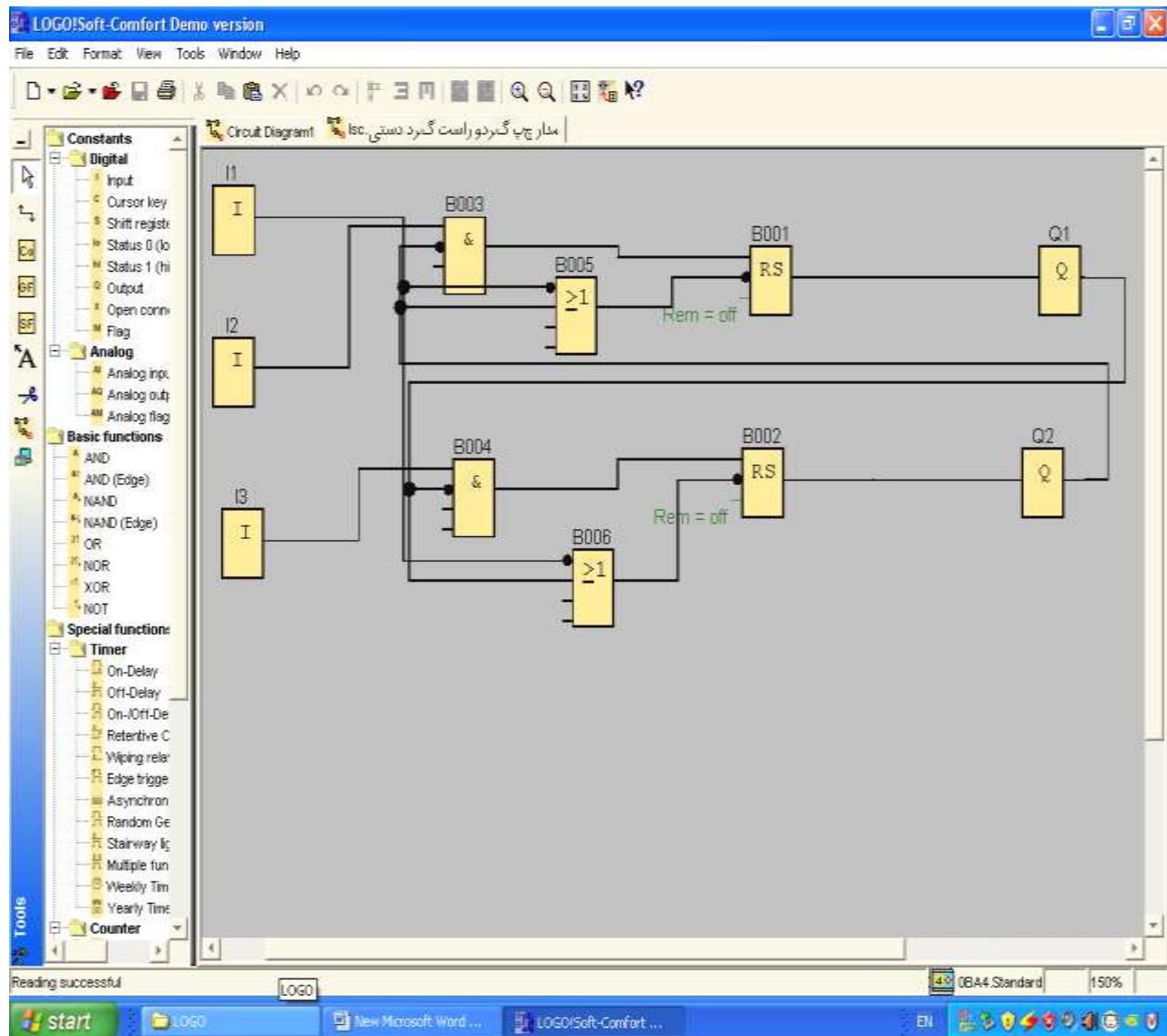
مدار ستاره و مثلث با شستی دوبل:



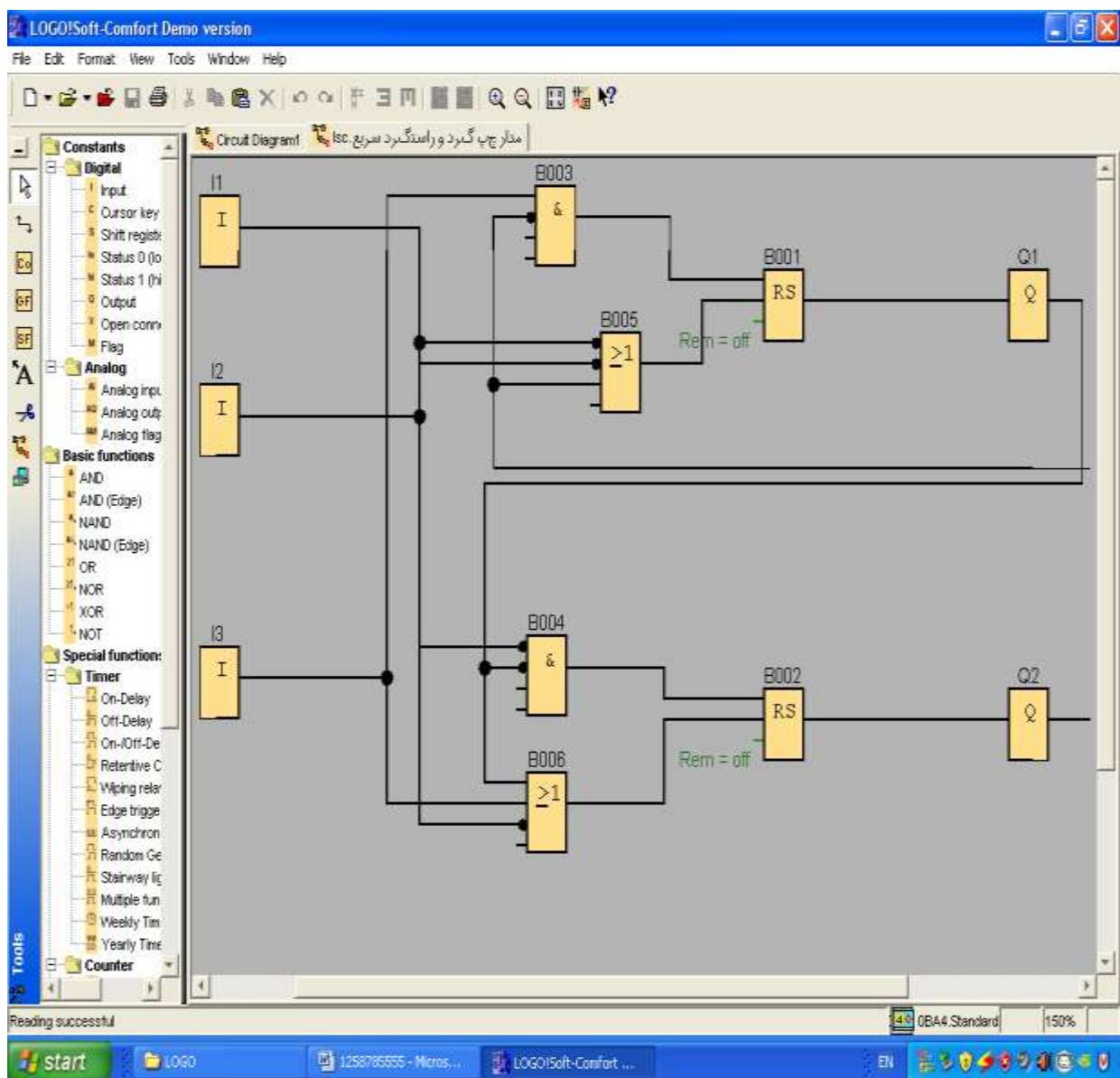
مدار یکی پس از دیگری به شرط خاموشی اولی:



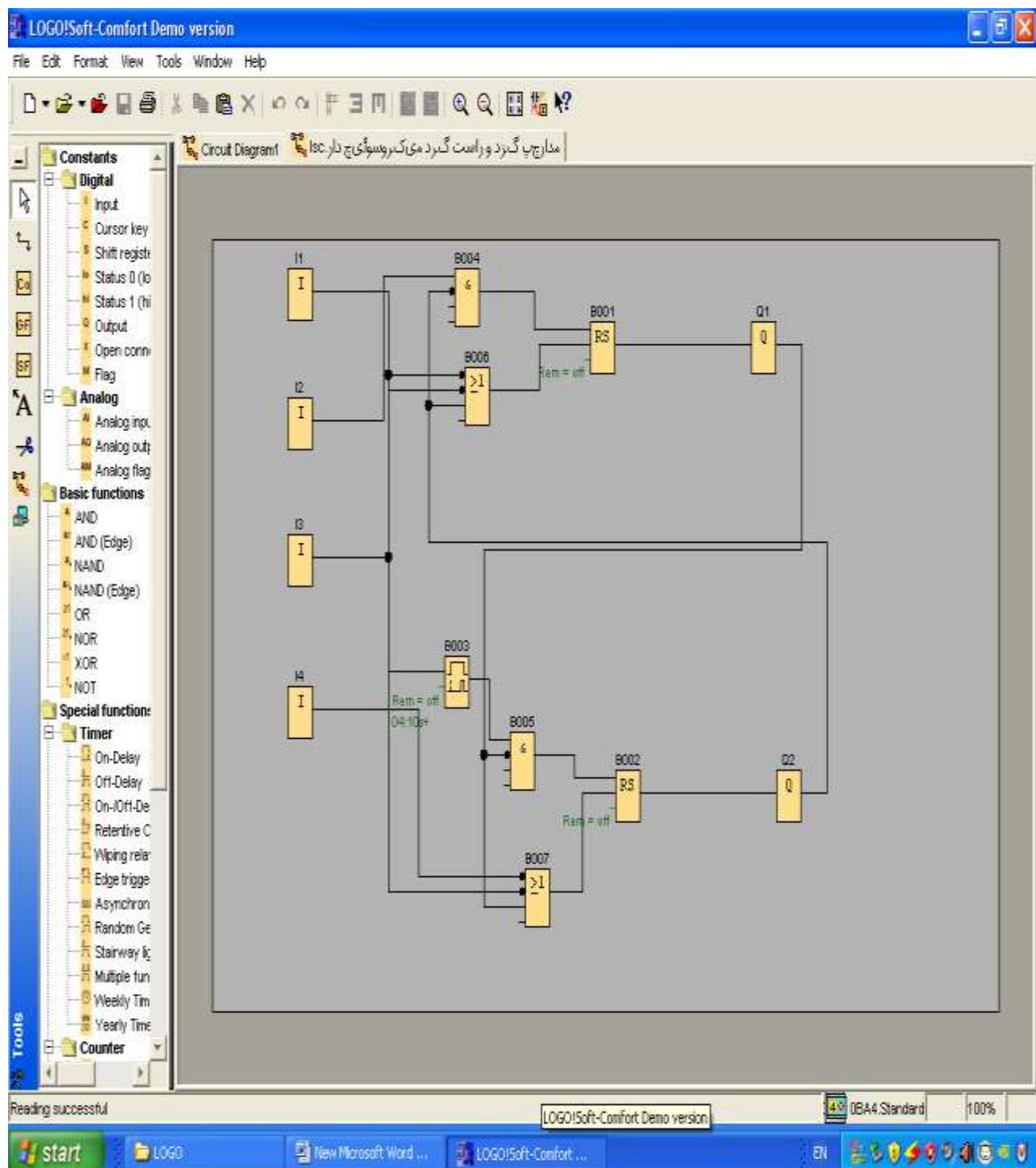
مدار چکرده و راستگرد دستی:



مدار چکرد و راستگرد سریع:



مدار چپکرد و راستگرد با میکروسیج:



۲- برنامه نویسی به زبان LAD (روش نردنی)

در نمایش نردنی، هر دستور با خط برنامه به صورت نماد اتصال و سیم پیچ مدارهای فرمان رله ای

نشان داده شده است، در هفتینجهمه مدل های اتار فریم لامه کثیر آینه روش تقریباً شبیه به شکل مدارهای فرمان رله

ای می باشد. این طرز نمایش از قدیم در سیستم های رله ای متداول بود

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 نردنی 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 

نماد کتابت باز (No)  t

در برنامه نویسی PLC

های شرکت زیمنس در زبان LAD

تمام ورودیها اعم از کلیدها، سنسورها،

میکروسوئیچها و ... با حرف I

و تمام خروجیها اعم از شیرها، موتورها، جکها و ... با حرف Q
نشان

