



تجمع فنی و آموزشی پالس

دپارتمان برق و ابزار دقیق

## مجتمع فنی و آموزشی پالس

جزوه آموزشی

Siemens (درجه ۲) PLC

تهیه و تدوین: مهندس مدنی



## به نام خدا

امروزه کاربرد اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق در صنایع و پروسه های مختلف صنعتی به وفور به چشم می خورد. کنترل پروسه و سیستمهای اندازه گیری پیچیده ای که در صنایعی همچون نفت، گاز، پتروشیمی، صنایع شیمیایی، صنایع غذایی، صنایع خودرو سازی و غیره بکار می آید نیازمند ابزارالات بسیار دقیق و حساس می باشند. پیشرفتهای تکنیکی اخیر در کنترل فرایند و اندازه گیری پارامترهای مختلف صنعتی از قبیل فشار، دما، جریان و غیره باعث افزایش کیفیت محصولات و کاهش هزینه های تولید گردیده است. در حال حاضر ارتقاء سطح کیفی محصولات تولیدی در صنایع مختلف و در کنار آن افزایش کمی تولید، هدف اصلی هر واحد صنعتی می باشد و مدیران صنایع نیز به این مهم واقف بوده و تمام سعی خود را در جهت نیل به این هدف متمرکز نموده اند. لازمه افزایش کیفیت و کمیت یک محصول، استفاده از ماشین آلات پیشرفته و اتوماتیک می باشد. ماشین آلاتی که بیشتر مراحل کاری آنها به طور خودکار صورت گرفته و اتکای آن به عوامل انسانی کمتر باشد. چنین ماشین آلاتی جهت کارکرد صحیح خود نیاز به یک بخش فرمان خودکار دارند که معمولاً از یک سیستم کنترل قابل برنامه ریزی (به عنوان مثال PLC یا مدار منطقی قابل برنامه ریزی) در این بخش استفاده میگردد. بخش کنترل قابل برنامه ریزی مطابق با الگوریتم کاری ماشین، برنامه ریزی شده و میتواند متناسب با شرایط لحظه ای به عملگرهای دستگاه فرمان داده و در نهایت ماشین را کنترل کند. PLC از عبارت Programmable Logic Controller به معنای کنترل کننده قابل برنامه ریزی گرفته شده است. وظیفه PLC قبلاً بر عهده مدارهای فرمان رله ای بود که استفاده از آنها در محیط های صنعتی جدید منسوخ گردیده است. امروزه در بین کشورهای صنعتی، رقابت فشرده و شدیدی در ارائه راهکارهایی برای کنترل بهتر فرآیندهای تولید، وجود دارد که مدیران و مسئولان صنایع در این کشورها را بر آن داشته است تا تجهیزاتی مورد استفاده قرار دهند که سرعت و دقت عمل بالایی داشته باشند. بیشتر این تجهیزات شامل سیستمهای استوار بر کنترلرهای قابل برنامه ریزی هستند. در بعضی موارد که لازم باشد می توان PLC ها را با هم شبکه کرده و با یک کامپیوتر مرکزی مدیریت نمود تا بتوان کار کنترل سیستمهای بسیار پیچیده را نیز با سرعت و دقت بسیار بالا و بدون نقص انجام داد. قابلیت هایی از قبیل توانایی خواندن انواع ورودیها (دیجیتال، آنالوگ، فرکانس بالا...)، توانایی انتقال فرمان به سیستمها و قطعات خروجی (نظیر مانیتورهای صنعتی، موتور، شیربرقی، ...) و همچنین امکانات اتصال به شبکه، ابعاد بسیار کوچک، سرعت پاسخگویی بسیار بالا، ایمنی، دقت و انعطاف پذیری زیاد این سیستمها باعث شده که بتوان کنترل سیستمها را در محدوده وسیعی انجام داد. از جمله کاربردهای PLC استفاده آن ها در صنایع اتومبیل سازی، پلاستیک سازی، شیمیایی، غذایی، حمل و نقل، تبدیل انرژی و ... می باشد.

کشور ما نیز جهت همگام بودن با این تحولات عظیم در چرخه صنعت نیاز به ارتقا خطوط تولید مطابق با استاندارد های بین المللی دارد. حضور افراد متخصص در این عرصه نیازمند آموزش های حرفه ای زیر نظر اساتید مجرب و کارگاه های مجهز می باشد. در این راستا مجتمع فنی و آموزشی پالس به عنوان یکی از مجهزترین و تخصصی ترین مراکز آموزش PLC و اتوماسیون صنعتی در شمالغرب کشور با برگزاری دوره های آموزشی تخصصی و کاربردی در این شاخه صنعتی گامی در پیشبرد این مهم برداشته است.

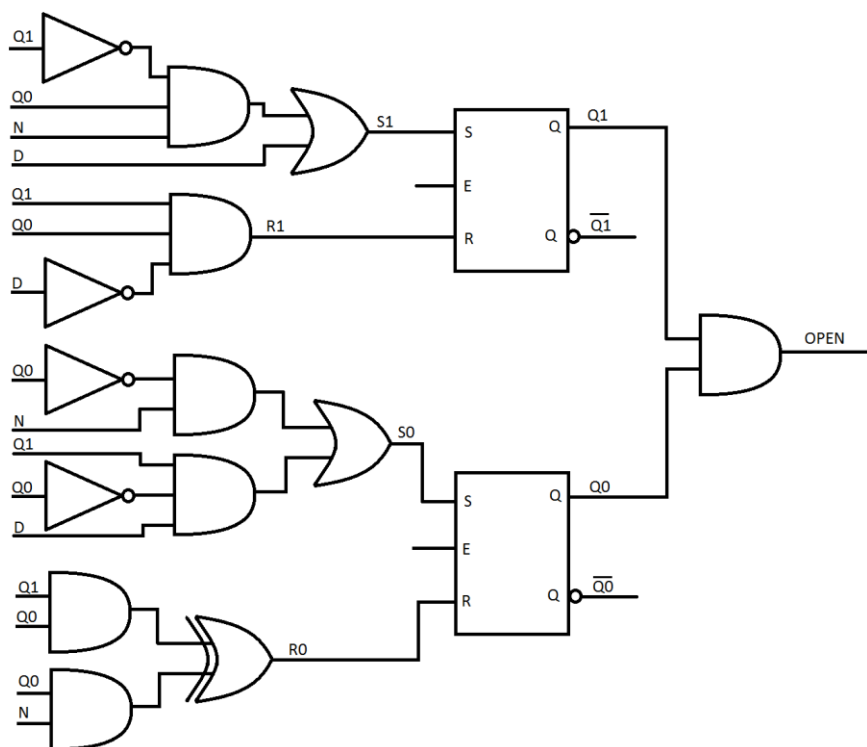


# فهرست

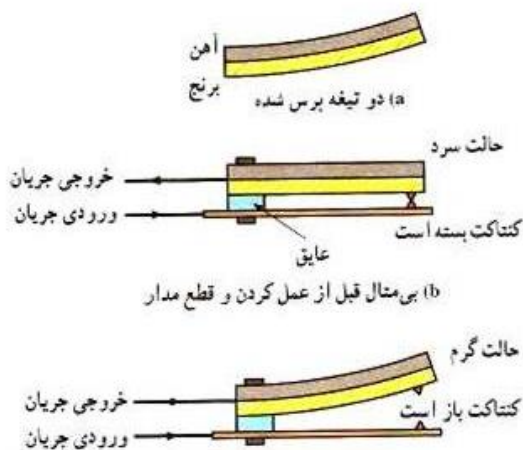
- فصل اول : آشنایی با مدارهای منطقی.....۴
- فصل دوم : تبدیل اعداد.....۱۰
- فصل سوم : آشنایی با ادوات پر کاربرد در اتوماسیون صنعتی.....۱۹
- فصل چهارم : مفاهیم پایه PLC ..... ۳۳
- فصل پنجم : آشنایی با نرم افزار STEP7 و شروع برنامه نویسی.....۴۱
- فصل ششم : تایمرها.....۴۸
- فصل هفتم : کانترها.....۵۸
- فصل هشتم : تبدیل کننده ها ..... ۶۴
- فصل نهم : عملیات مقایسه ..... ۷۷
- فصل دهم : انجام عملیات ریاضی ..... ۸۱
- فصل یازدهم : پیکره بندی سخت افزار ..... ۸۸

فصل اول

آشنایی با مدارهای منطقی



برای حفاظت از موتورهای الکتریکی در مقابل اضافه بار از رله های حرارتی استفاده می شود. اساس کار این رله ها بر پایه اختلاف ضریب انبساط طولی دو فلز به کار رفته است. بر اثر عبور جریان از بی متال، دو فلز گرم می شوند و طول آنها افزایش می یابد. از آن جایی که ضریب انبساط طولی یکی از فلزات بیشتر از دیگری است. دو فلز با هم به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کمتری دارد خم می شود. در نتیجه مسیر عبور جریان کنتاکتها باز و مدار قطع می شود. در رله های حرارتی، سه تیغه تعبیه شده که سیم حامل جریان چند حلقه به دور آن پیچیده می شود. در اثر عبور جریان اضافه بار، هادی ها گرم، حرارت به بی متال منتقل می شود و باعث خم شدن تیغه می شود. حرکت هر یک از بی متالها به اهرمی فشار می آورد و با جا به جا شدن اهرم، یک میکرو سوئیچ که دارای کنتاکت تبدیل باز و بسته است تغییر وضعیت می دهد و مدار فرمان را قطع می کند. تیغه های مدار قدرت با شماره های یک رقمی از ۱ تا ۶ و ترمینال های تیغه های فرمان که به صورت دابل (باز و بسته) می باشند را با شماره های ۹۵ تا ۹۸ مشخص می کنند.



• بی متال به صورت سری در مدار و بعد از کنتاکتور قرار میگیرد.

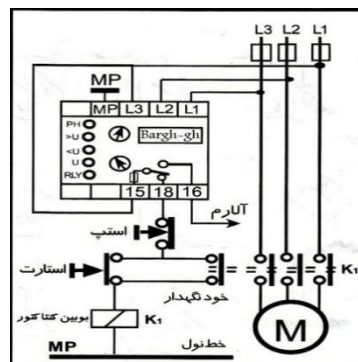
#### نحوه مقدار تنظیمی :

در راه اندازی مستقیم : برابر با جریان نامی موتور در راه اندازی ستاره مثلث ۰,۵۸ برابر جریان نامی موتور

#### کنترل فاز:

کاربرد کنترل فاز

- ۱) تشخیص قطع یک یا دو فاز
- ۲) تشخیص جابجایی فازها
- ۳) قطع مدار در صورت متقارن نبودن ولتاژ سه فاز
- ۴) اعلام کاهش ولتاژ ( با نشانگر  $U <$  )
- ۵) اعلام افزایش ولتاژ ( با نشانگر  $U >$  )
- ۶) قطع مدار در صورت وجود شوک های ناشی از قطع و وصل متوالی برق



### عملکرد رله :

پس از وصل شدن سه فاز و نول به ترمینال های L1 و L2 و L3 و MP در صورت مناسب بودن ولتاژها و صحیح بودن توالی فازها نشانگر U روشن می شود در صورت صحیح نبودن توالی فازها ( روشن شدن نشانگر PH ) میتوان با عوض کردن جای دو فاز این مشکل را رفع کرد و بعد از طی شدن زمان تاخیر (حوالی ۱۰ ثانیه) با روشن شدن چراغ RLY کنتاکت ۱۵ رله از ۱۶ قطع و به ۱۸ وصل می شود.

در صورت بروز هر گونه اشکالی در شبکه نشانگر مربوط به آن اشکال روشن میشود ( برای مثال برای خطای دو فاز شدن و جابجایی فاز چراغ PH و برای افزایش یا کاهش ولتاژ چراغ های U روشن می شود ) و با خاموش شدن نشانگر RLY رله داخلی قطع می شود. ( اتصال ۱۵ از ۱۸ جدا شده و به ۱۶ وصل میشود )

### تنظیمات رله :

بر روی اغلب کنترل فازها دو پیچ تنظیم وجود دارد که کاربرد آنها را شرح می دهیم:

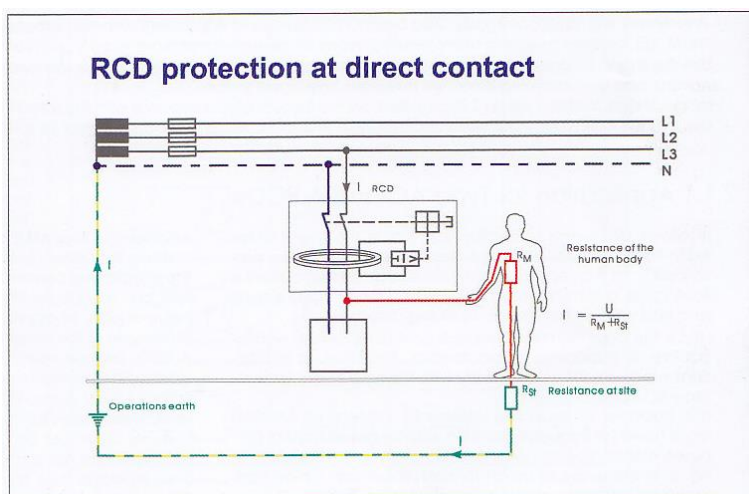
زمان عکس العمل : با این پیچ تنظیم می توان زمان تاخیر در قطع را تنظیم نمود که از آن برای پوشش دادن زمان استارت و جلوگیری از عمل رله در مواقع نامطلوب استفاده میشود.

حساسیت قطع فاز : با این پیچ تنظیم می توان نامتقارنی و ولتاژ برگشت را جهت قطع خروجی انتخاب کرد. ( در اکثر موارد حساسیت بین ۱۵ تا ۲۰ درصد مناسب است اما در موتور هایی که ولتاژ برگشت زیادی دارند می توان از حساسیت ۵ درصد استفاده کرد و در صورتی که عدم تقارن ولتاژ موجود در شبکه مزاحم عمل عادی رله باشد می توان از حساسیت های ۲۵ تا ۳۰ درصد استفاده کرد.)

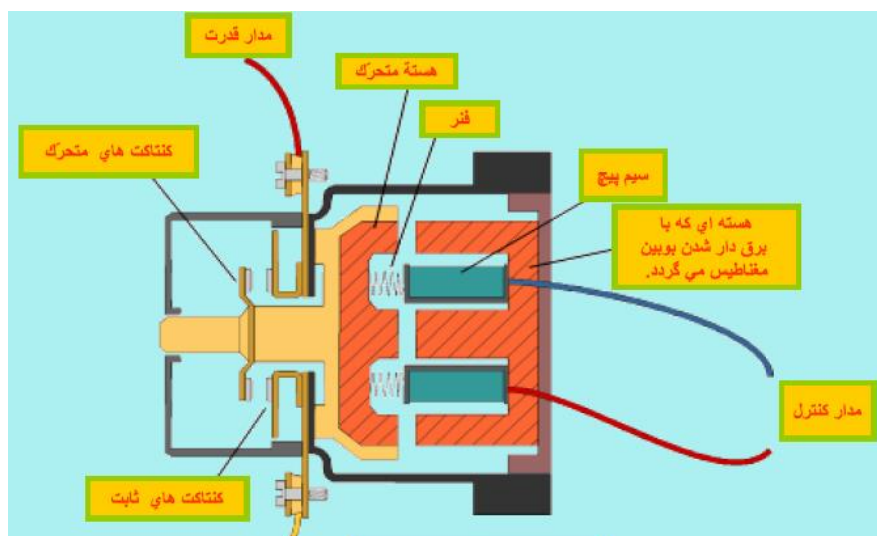
در انتها برای اطمینان از صحت تنظیم رله می توان در حالی که موتور در حال کار است فیوز یکی از سه فاز را قطع کرد تا شبکه دو فاز شود و رله کنترل فاز عمل کند.

### فیوز محافظ جان یا FI :

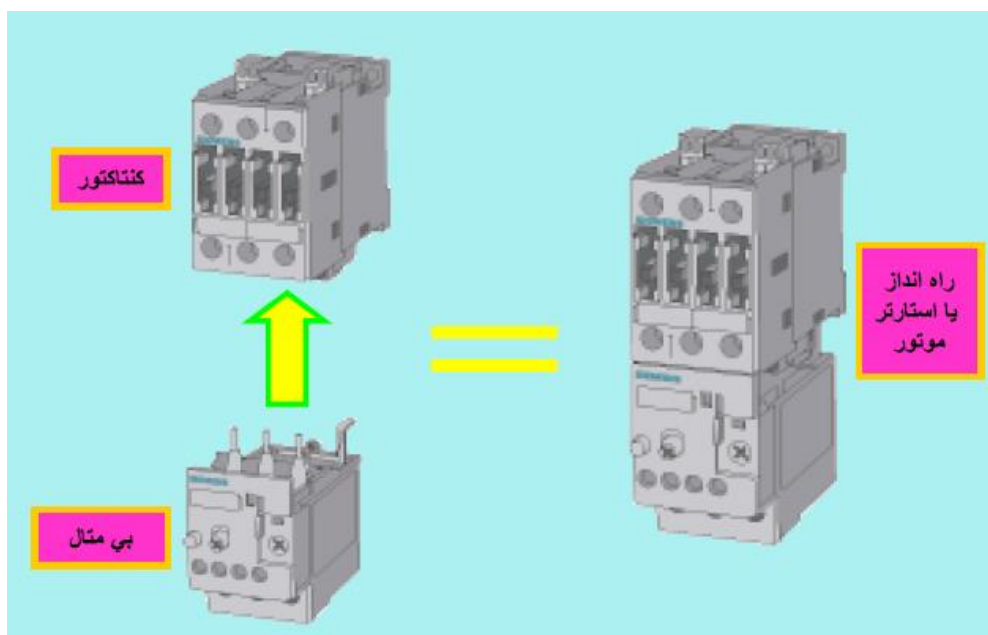
این کلید به وسیله جریان‌هایی که از فاز و نول (سیم برگشت جریان) عبور می‌کند، جریان عبوری یا نشتی به زمین (ارت) را مشخص می‌کند. این وسیله به اندازه‌ای حساس است که میتواند جریانهای نشتی کوچک را که باعث عملکرد فیوز نمی‌شوند، ولی می‌توانند برای شروع یک آتش سوزی یا برق گرفتگی کافی باشند بیابد. چنین جریانی باعث قطع این کلید و در نتیجه، جدا شدن منبع تغذیه خواهد شد. این کلید شخصی را که احتمالا بین دو فاز و نول دچار شوک می‌شود، محافظت نخواهد کرد و فقط انسان را در مقابل اتصالی بین فاز و زمین محافظت می‌کند.



کنتاکتور :



کنتاکتور تجهیز برای قطع و وصل جریان برق بین مصرف کننده و کلید تغذیه آن می باشد همچنین برای کنترل و فرمان قطع و وصل به موتور های الکتریکی به کار می رود. کنتاکتور (Contactor) یک کلید کنترل شونده به صورت الکتریکی است که برای کلیدزنی یک مدار قدرت یا کنترل مورد استفاده قرار می گیرد. کنتاکتور شباهت زیادی به رله دارد، با این تفاوت که کنتاکتور برای کاربردهای آمپر بالا به کار می رود.



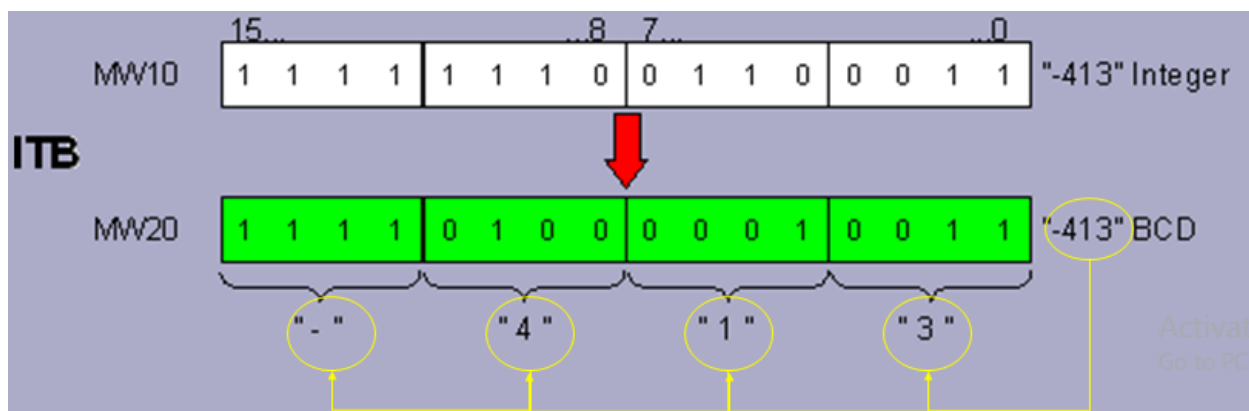


اگر ورودی I0.0 یک باشد محتوای MW10 به عنوان یک Integer خوانده می شود و به یک عدد BCD تبدیل می شود و نتیجه در MW12 ذخیره می شود. خروجی Q0.4 هنگامی که تبدیل انجام نشده باشد به خاطر وجود NOT یک می باشد.

به عنوان مثال می خواهیم عدد ۴۱۳- که یک عدد صحیح می باشد به عدد BCD تبدیل کنیم .

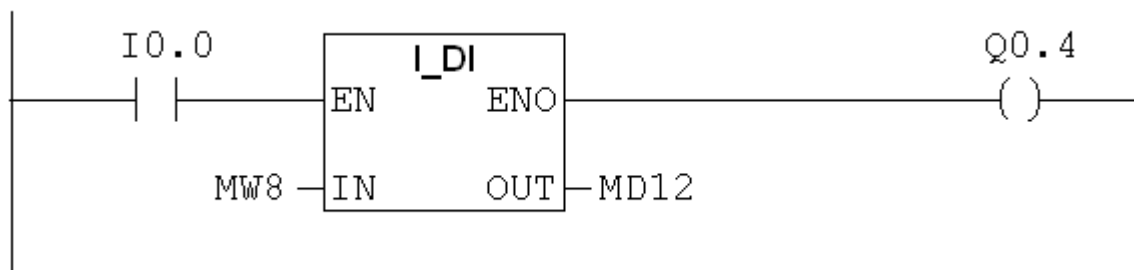
نکته : عدد می تواند ۳ رقمی باشد ۴ بیت آخر (بیت ۱۲ تا ۱۵) به عنوان بیت علامت مورد استفاده قرار

می گیرد. اگر ۰۰۰۰ باشند به معنای مثبت بودن عدد و اگر ۱۱۱۱ باشند به معنای منفی بودن عدد است.



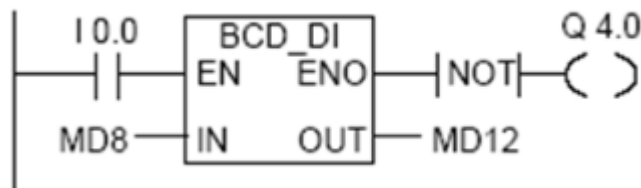
تبدیل عدد I (Integer) به DI (Double Integer):

عدد صحیح ۱۶ بیتی را به عدد صحیح ۳۲ بیتی تبدیل می کند. در مثال پایین عدد ۱۶ بیتی در MW8 به عدد ۳۲ بیتی تبدیل می شود .

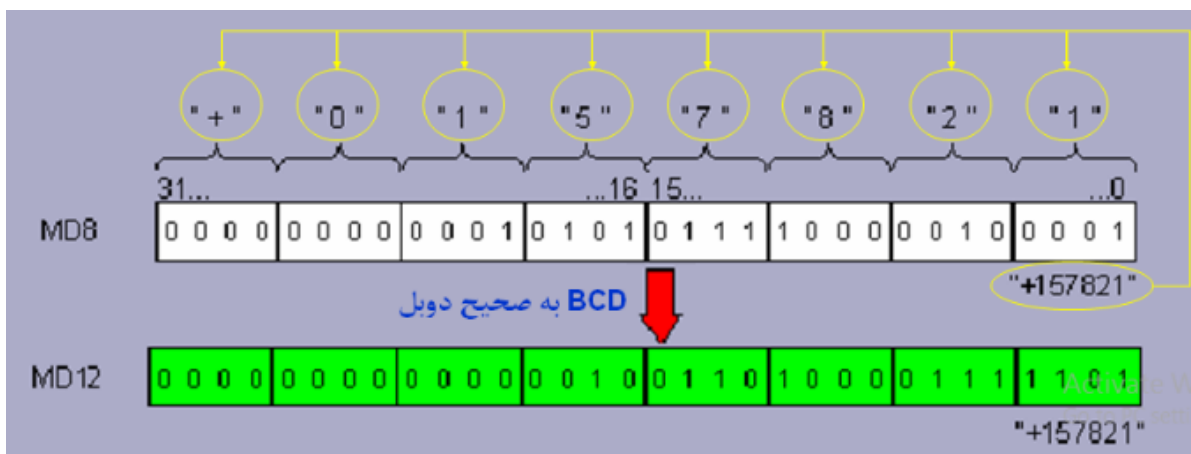


تبدیل عدد BCD به DI (Double Integer) :

اگر ورودی I0.0 یک باشد محتوای MD8 به عنوان یک BCD خوانده می شود و به یک عدد Double Integer تبدیل می شود و نتیجه در MD12 ذخیره می شود. خروجی Q0.4 هنگامی که تبدیل انجام نشده باشد به خاطر وجود NOT یک می باشد.

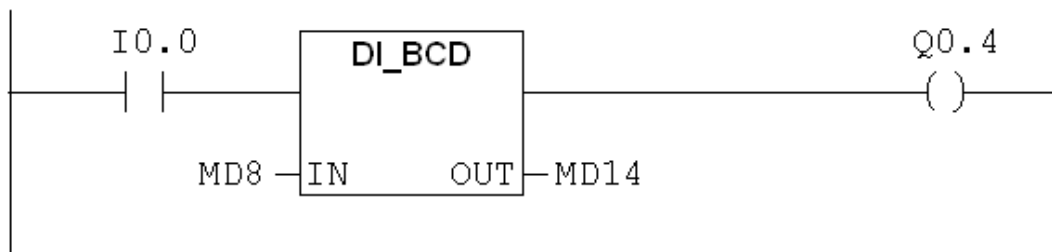


به عنوان مثال می خواهیم عدد ۵۰۷۸۲۱ که به صورت BCD است به عدد دابل آن تبدیل کنیم .



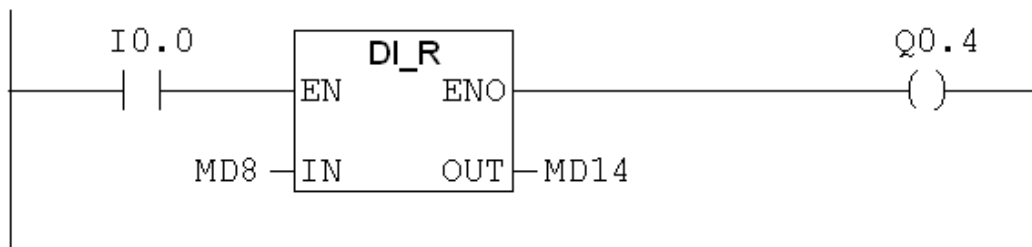
تبدیل عدد DI (Double Integer) به BCD :

در این تبدیل یک عدد ۳۲ بیتی را به BCD تبدیل خواهیم کرد. همانند موارد قبل اگر ۴ بیت آخر ۰ بود به معنی مثبت بودن عدد و اگر ۱ بود به معنا منفی بودن عدد است.

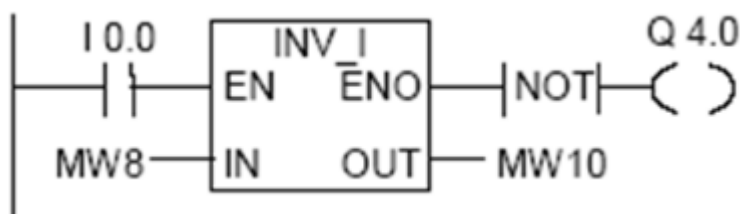


نکته : همان طور که در شکل بالا دیده می شود عدد تبدیل شده به فرمت BCD ۳۲ بیتی است .

تبدیل عدد صحیح به عدد حقیقی :



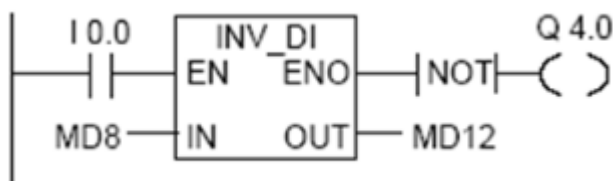
مکمل گیری بیت ها (۱۶ بیتی = ۱) :



اگر ورودی I0.0 یک باشد هر بیت MW8 معکوس شده و داخل MW10 ریخته می شود. خروجی Q0.4 هنگامی که تبدیل انجام نشده باشد به خاطر وجود NOT یک می باشد.



مکمل گیری بیت ها برای DI :

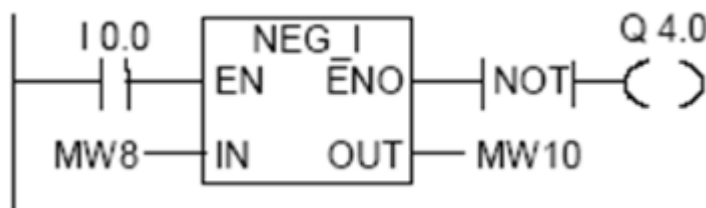


مثال مکمل گیری :

قبل از اجرا	0101	1101	0011	1000
بعد از اجرا	1010	0010	1100	1000

قبل از اجرا	0101	1111	0110	0100	0101	1101	0011	1000
بعد از اجرا	1010	0000	1001	1011	1010	0010	1100	1000

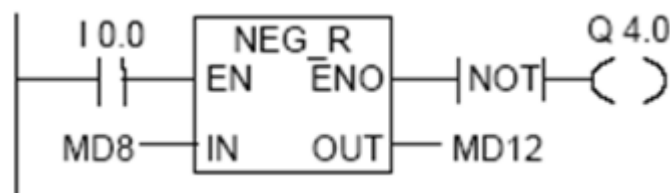
منفی کردن اعداد صحیح با مکمل ۲ عدد ۱۶ بیتی :



اگر ورودی I0.0 یک باشد . مقدار MW8 با علامت منفی داخل MW10 ریخته می شود. خروجی Q4.0 هنگامی که تبدیل انجام نشود به خاطر وجود NOT یک می شود .



منفی کردن اعداد Real :





به نکات زیر درباره IM ها توجه کنید:

- ۱- ارتباط رک ها توسط IM برقرار می شود.
- ۲- IM ها چه در رک اصلی چه در رک افزایشی در اسلات سوم قرار می گیرند.
- ۳- IM ها به صورت زوج به کار می روند.
- ۴- IM300 به سه دسته IM365, IM361, IM360 تقسیم می شوند.
- ۵- IM360 فقط در رک اصلی، IM361 فقط در رک افزایشی و IM365 هم می تواند در رک اصلی و رک افزایشی قرار گیرند.
- ۶- اگر رک اصلی IM360 باشد رک افزایشی حتما IM361 خواهد بود.
- ۷- اگر رک اصلی IM365 باشد رک افزایشی حتما IM365 خواهد بود.
- ۸- کابل های IM خاص بوده، و در طول های مختلف وجود دارند. به عنوان نمونه IM360SR به طول ۱ متر و IM360R/S در طول های ۱،۵، ۲، ۵ و ۱۰ متر وجود دارد.
- ۹- در PLC های سری ۴۰۰، IM ها در دو نوع IM460 و IM461 موجود می باشند. روی رک اصلی و IM461 در رک افزایشی نصب می شوند.
- ۱۰- فاصله IM ها در سری ۴۰۰، ۱۰، ۵۰-۱۰۰-۶۰۰ متر می توانند باشند.

اسلات ۴-۱۱ :

این اسلات ها برای قرار گیری ماژول های مختلف ( ماژول های ورودی خروجی I/O (SM)، Cp و Fm) مورد استفاده قرار می گیرد.

کارت SM: از طریق این ماژول ها می توان انواع ورودی و خروجی دیجیتال و آنالوگ را تعریف و در برنامه استفاده کرد. SM ها بر اساس نوع ورودی و خروجی (آنالوگ و دیجیتال)، تعداد AI/AO, DI/DO و در صورت ورودی و خروجی آنالوگ - رزولیشن و نوع سیگنال (ولتاژ، جریان و مقاومت) - انتخاب می کنیم.

save & compile

تعداد ورودی

تعداد خروجی

رزولیشن

ورودی آنالوگ  
ورودی / خروجی آنالوگ  
خروجی آنالوگ  
ورودی دیجیتال  
ورودی / خروجی دیجیتال  
خروجی دیجیتال

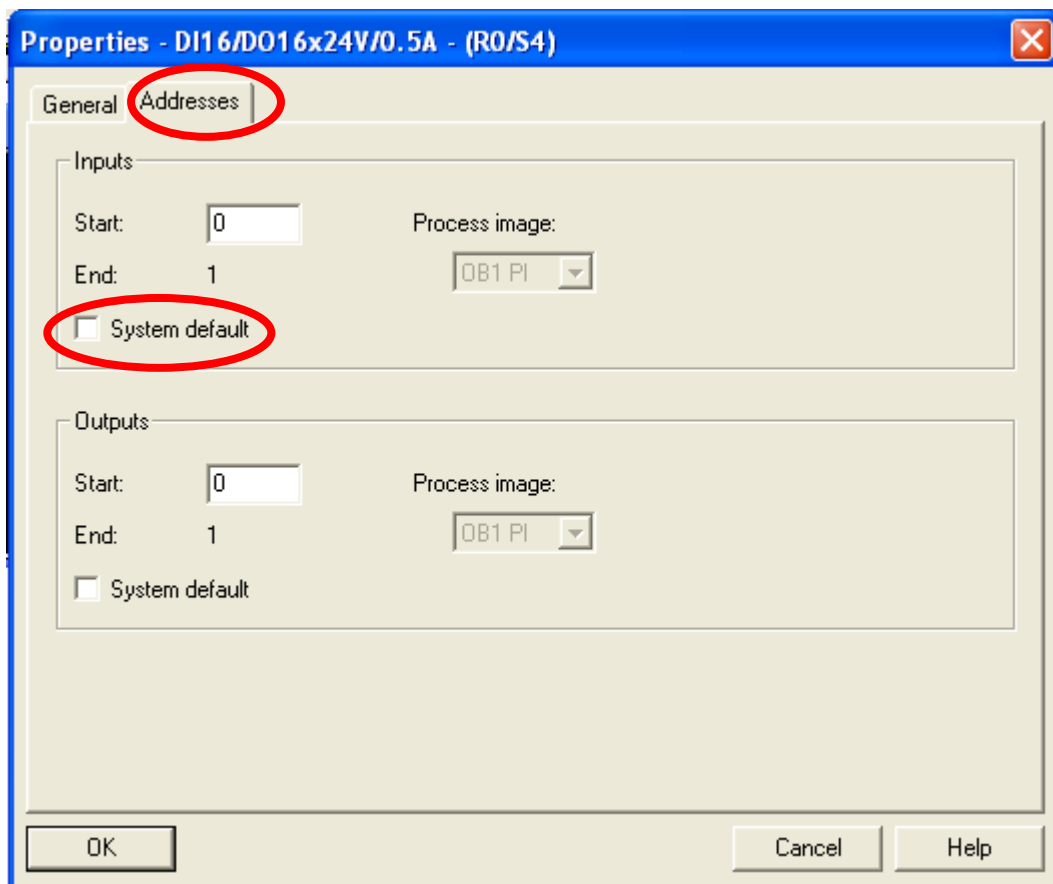
مدولهای مجاز	شماره اسلات
PS	1
CPU	2
IM یا خالی	3
SM ,CP ,FM	4 - 11

با دابل کلیک روی هر یک از ماژول ها می توان به تنظیمات آن دسترسی پیدا کرد .

تنظیمات کارت دیجیتال :

بعد از شدن پنجره تنظیمات روی سر برگ دوم (Addresses) کلیک می کنیم و با برداشتن تیک System default می توانیم آدرس ورودی- خروجی را تنظیم کنیم .

اگر آدرس تکراری باشد پیغامی ظاهر می شود و از شما می خواهد آدرس جدید را وارد کنید.



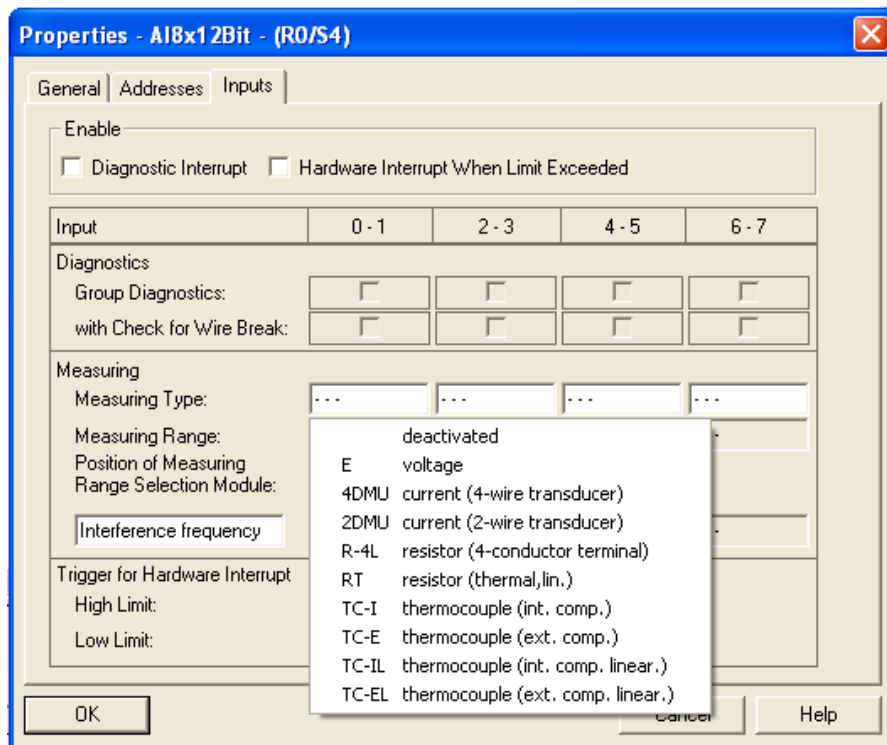
نکته : ورودی / خروجی دیجیتال می توانند از نوع ترانزیستوری ، رله ای و تریاکتی باشند که هر یک از آن ها داری مزایا و معایب مربوط به خود می باشد .

ورودی / خروجی آنالوگ:

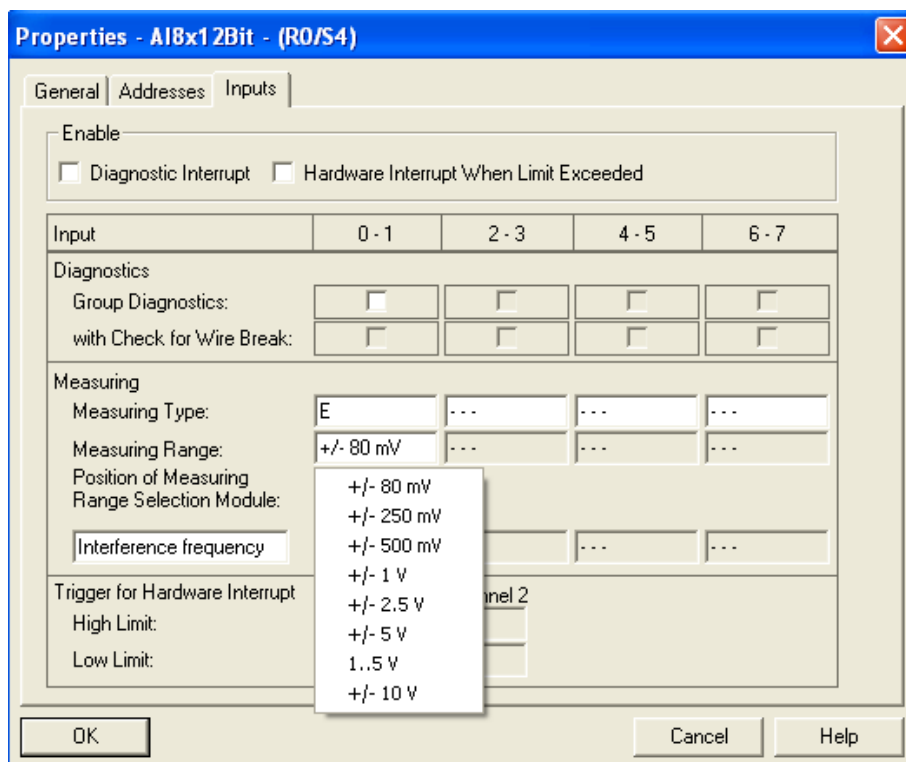
ماژول های ورودی آنالوگ توسط یک مبدل A/D ، سیگنال های دریافتی را به مقادیر دیجیتال تبدیل می نماید . سپس مقادیر دیجیتال حاصل توسط CPU پردازش می شوند. مبدل های A/D مورد استفاده معمولا ۸ ، ۱۲ ، ۱۴ ، ۱۶ بیتی می باشند. برخی از محدوده های استاندارد سیگنال های آنالوگ ورودی عبارت اند از :

از 0 تا 10 VDC ، 1 تا 5 VDC ،  $\pm 1VDC$  ، 4 تا 20mA ، 0 تا 20mA و  $\pm 20 mA$

نوع کارت ورودی ( ولتاژی یا جریانی) و محدوده اندازه گیری آن باید هم به صورت نرم افزاری و هم به صورت سخت افزاری تعیین شود. اتصال ترانسدیوسرهای ولتاژی ، جریانی ، ترموکوپل و حسگر های مقاومتی دما (RTD) به کارت ورودی آنالوگ امکان پذیر است .



پس از انتخاب Measuring Type (نوع ورودی) باید رنج آن را تعیین کرد مانند مثال زیر :



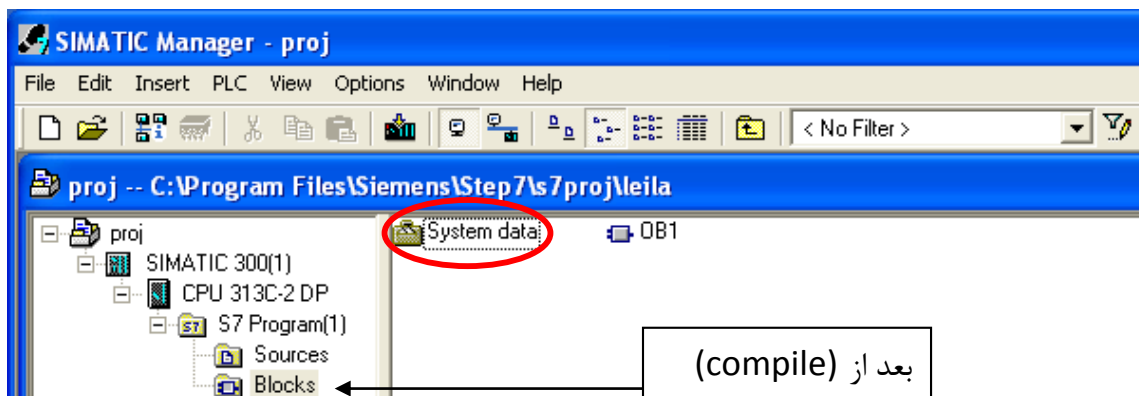
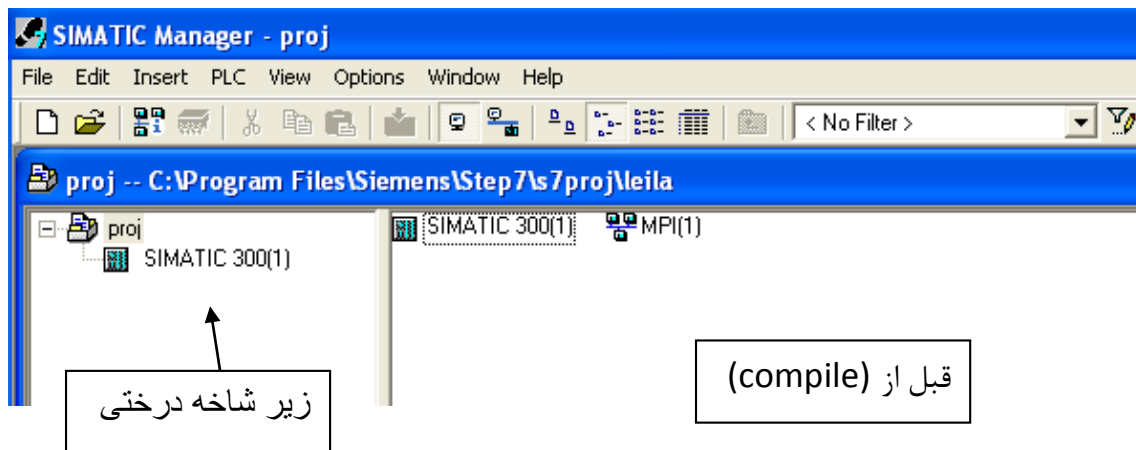


ماژول های خروجی آنالوگ ، مقادیر دیجیتال پردازش شده توسط CPU را به وسیله یک مبدل D/A به سیگنال های آنالوگ مورد نیاز برای کنترل فرایند مورد نظر تبدیل می نمایند.

نکته : داده های ورودی و خروجی آنالوگ به صورت ۱۶ بیتی ( WORD ) بوده و برای این که برنامه نویس تمایزی بین ورودی / خروجی آنالوگ و دیجیتال قائل شود ورودی آنالوگ را با PIW و خروجی آنالوگ را با PIQ نمایش می دهند برای مثال PQW2 , PIWO و ...

نکته : CPU تمایزی بین ورودی / خروجی آنالوگ و دیجیتال قائل نیست.

پس از اتمام چیده مان سخت افزاری برنامه را کامپایل (compile) می کنیم با این کار محیط برنامه نویسی در اختیار ما قرار خواهد گرفت . همان طور که در شکل زیر می بینید قبل از کامپایل زیر شاخه درختی کامل نبوده و قسمت Blocks برای نوشتن برنامه در دسترس نیست .





ماژول های کاذب (Dummy Modules - DM) :

همان طور که می دانید ماژول های ۳۰۰ روی ریل قرار می گیرند و نباید بین آنها فضای خالی وجود داشته باشد. حال اگر بخواهیم اسلاتی را برای قرار گرفتن ماژول رزرو کنیم باید از ماژول کاذب استفاده کنیم. پس برای این که پیکره بندی سخت افزار حفظ شود و احتیاجی به جابه جایی ماژول ها نداشته باشیم ، توسط ماژول کاذب یک اسلات برای قرار گرفتن ماژول رزرو می شود.

کارت های ارتباطی ( Communication Proccrsors ) :

برای به وجود آمدن یک شبکه ، سخت افزار PLC باید قابلیت ایجاد شبکه را داشته باشد. کارتهای ارتباطی این امکان را فراهم می کنند. از انواع شبکه های موجود می توان به موارد زیر اشاره کرد.

Profibus

Ethernet

AS-Interface

Point -to- Ponit link

هر کارت CP ، برای یک شبکه خاص طراحی شده است .

ماژول تابع ( Function Module-FM ) :

این ماژول های هوشمند داری یک CPU مستقل می باشند و قابلیت برنامه ریزی و تنظیم دارند. با استفاده از این ماژول ها می توان ضمن ایجاد توانایی های جدید ، از حجم کاری CPU به میزان قابل توجهی کاست . موارد کاربرد ماژول های تابع عبارتند از :

- کنترل حلقه بسته
- کنترل موقعیت
- شمارش
- کنترل سرو موتور
- کنترل موتور پله ای

• Electronic Cam Control

FM350	Counter Module
FM351- FM533-FM354- FM535	Position Module
FM352	Electronic Cam Control
FM355-2	Closed Loop Controller

Save &Compile : با انتخاب این گزینه ، علاوه بر ذخیره پیکره بندی ، بلوک های داده سیستم (System Data Blocks -SDBs) ایجاد و تحت نام System data ذخیره می شود. بلوک های داده سیستم یا SDBs حاوی