بسمه تعالی

سیستم های کنترل کامپیوتری

کانال اختصاصی مهندسی کنترل در تلگرام

@controlengineers

فصل اول
آشنایی مقدماتی

مقدمه

PLCمخفف Programable logic controler به معنی برنامه کنترل منطقی می باشد که برنامه نوشته شده توسط کامپیوتر را از کامپیوتر به کنتاکتور ها یا رله ها توسط مدار رابط انتقال میدهد و طبق برنامه ذکر شده دستگاه ها را راه اندازی و کنترل می نمایید امروزه استفاده از PLCدر صنایع و کارخانه ها رو به افزایش است و بایستی کاربران صنعتی طرز استفاده از آن را بدانند .

کنترل کننده قابل برنامه ریزی منطقی:

در سال ۱۹۶۸ آمریکایی ها اولین PLC را ساختند و آنرا کنترل قابل برنامه ریزی نام نهادند { PROGRAMABLE CONTROLLER} آلمانی ها در سال ۱۹۷۳ PLC را وارد بازار کردند و اکنون شرکتهای مختلفی در جهان در زمینه ساخت و استفاده از PLC در حال فعالیت هستند.سهم شرکت زیمنس از بازار PLC جهان _%26 شرکت آمریکایی _ 26 %ALEN BRADLEY ـ - 9% MITSUBISHI ژاپن 11% OMRONو الباقی مربوط به کمپانی های AEG-BOSCH -GENRAL ELECTRIC و TELEME CANIQUE فرانسه می باشد . شرکتهای ایرانی نظیر کنترونیک – صنعت فردا و فتسو آلمانی که همگی مدلی از زیمنس آلمان می باشند .

طراحی مدار فرمان توسط کامپیوتر :

هر سیستم نیاز به کنترل دارد.در سیستم های صنعتی ۲ نوع کنترل وجود داردسخت افزاری(مدارات فرمان الکتریکی) ، سیستم های PLCسیستم های PLC خود به ۲ گروه تقسیم می شوند : ۱ -سیستم های کنترلی گسترده DCS ۲– کامپیوتر های شخصی IPC

پروسه کار یک PLC **:**

ورودی پردازش خروجی است ورودی می تواند سنسور ها – کلید های قطع ووصل ، عوامل مکانیکی و...باشند. خروجی هم موتورها – رله یا کنتاکتورها – لامپ ها و نمایشگر ها باشند .با اعمال ورودی به یک سیستم PLC که می تواند بصورت کلیدی و یا سنسور باشد عمل پردازش بر روی ان صورت گرفته و نتیجه عمل در یک عمل کننده یا یک شبیه ساز آشکار می شود.به مجموعه این اعمال یک فرایند یا پروسه کاری گفته می شود .

موارد کاربرد PLC **:**

کنترل هر گونه ماشین و وسیله برقی ، کنترل هر سیستم خط تولید ، کنترل فرمان مدار CNC (ماشین های فرز پیشرفت) و...

تفاوت PLC **با کامپیوتر** :

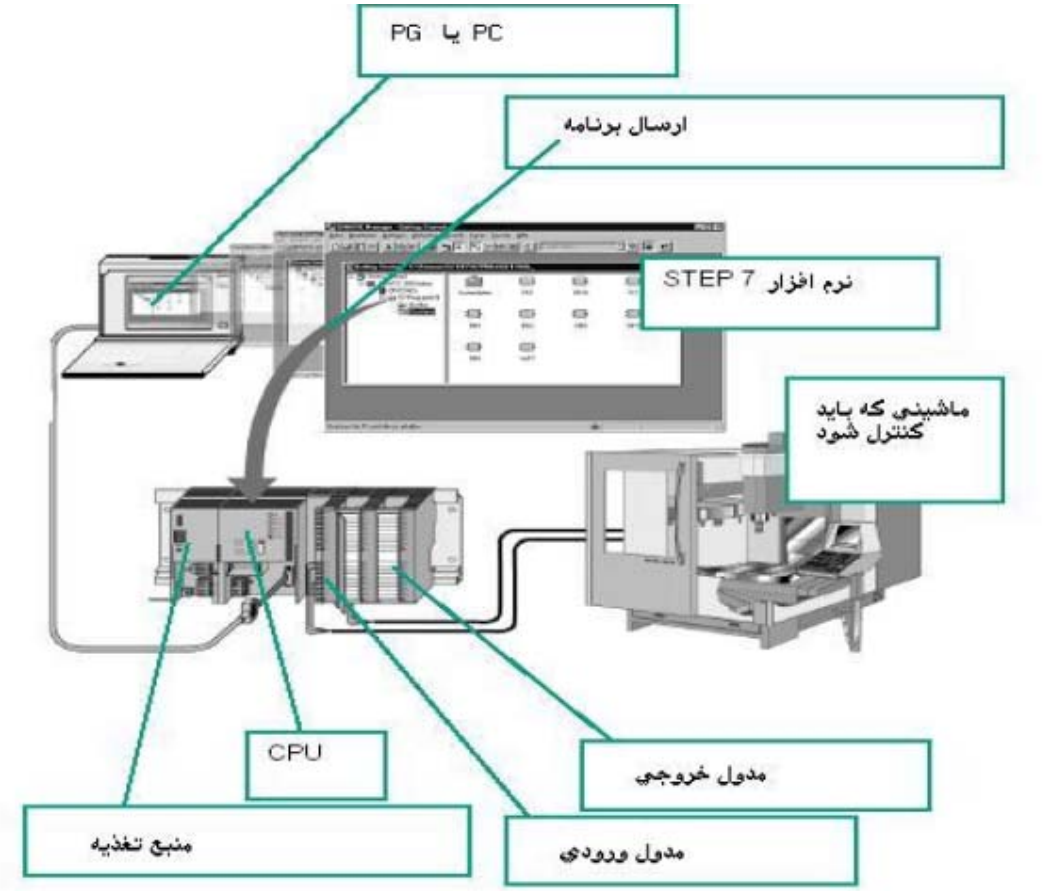
تمامی اجزا یک کامپیوتر در یک PLC وجود دارد ولی کامپیوتر از لحاظ نوع ورودی و خروجی ها و همچنین عمل ترکیب ورودی ها و خروجی ها با PLC متفاوت می باشد.خروجی PLC می تواند یک رله – تریاک – ترانزیستور – تریستور و غیره باشد که با توجه به حداکثر جریان مجاز خروجی PLC باید انتخاب شود تا آسیبی به سیستم وارد نشود .در PLC ما نتیجه عمل را می توان مشاهده کرد ولی در کامپیوتر فقط اطلاعات را می توان دید .

حافظه در PLC :

در PLC از حافظه های نیمه هادی و بیشتر از RAM و EEPROM استفاده می شود .یک باتری نیز برای جلوگیری از پاک شدن اطلاعات حافظه RAM در مواقع قطع برق و خاموش کردن دستگاه بکار برده می شود.یک خازن نیز موازی با باتری بک آپ قرار گرفته که بهنگام تعویض باتری می تواند برق سیستم را بمدت ۳۰ ثانیه تامین نمایید.ولتاژ باتری۳.۶ ولت با جریان دهی ۰.۰۹ میلی آمپر می باشد .

در مقایسه با روشهای حل سنتی و PLC می توان نتیجه گرفت که روش کار PLC آسانتر و توانایی و قابلیت بیشتری نسبت به روش سنتی می باشد.در PLC می توان براحتی در برنامه و اجرای آن تغییرات اعمال نمود.همچنین دارای حجم کم و ارزانتری می باشد و نگهداری آن نیز آسانتر است .

در صنعت PLC بیش از یکصد کارخانه با تنوع بسیار در طراحی و ساخت انواع مختلف PLC فعالیت می‌کنند. PLCها را می‌توان از نظر اندازه، حافظه، تعداد ورودی/خروجی، وسعت عملیات (محلی یا وسیع) و ... دسته‌بندی نمود. باید توجه داشت که برای ارزیابی قابلیت یک PLC باید ویژگی‌های دیگری مانند پردازنده، زمان اجرای یک سیکل، سادگی زبان برنامه نویسی، قابلیت توسعه و ... را در نظر گرفت.



از نظر اندازه، حافظه، تعداد ورودی/خروجی

اندازه PLC	تعداد خطوط ورودی و خروجی	اندازه حافظه به کیلو
کوچک	۴۰/۴۰	۱
متوسّط	۱۲۸/۱۲۸	۴
بزرگ-S5	بیش از ۱۲۸/بیش از ۱۲۸	بیش از ۴

ساختار PLC :

داشتن دیدگاه کاملی نسبت به تنوّع PLC ها مهمترین موضوع در انتخاب یک PLC مناسب است. لذا باید به این جنبه‌های تنوّع توجّه داشت : تعداد ورودی‌ها ، تعداد خروجی‌ها ، تعداد فلگ‌ها ، تعداد شمارنده ها ، تعداد تایمرها ، نوع فلگ‌ها و تایمرها، اندازه حافظه ، سرعت اجرای برنامهSCAN TIME ، نوع برنامه کاری دستگاه .

در طبقه بندی محصولات زیمنس plc ها در زیر مجموعه محصولات SIMATIC قرار می گیرند. برخی از آنها به صورت COMPACT طراحی و ساخته شده اند به این معنا که مبنع تغذیه و cpu و مدولهای ورودی و خروجی بصورت یکپارچه در کنار هم به یکدیگر متصل هستند و یک واحد تلقی می شود. برخی دیگر به صورت مدولار (modular)هستند که بر خلاف نوع compact کاربر می تواند مدولهای دلخواه از آن خانواده را بسته به نیاز خود انتخاب و در کنار هم گردآورد PLCهای زیمنس در ۵ گروه تقسیم می شوند : simatic S5 ، Simatic S7، LOGO ، Simatic C7 ، Simatic 505

شکل ۱ – نمونه ای از محصولات شرکت زیمنس

Simatic S5 **:** این نوع PLC ها نسبتا قدیمی هستند و انواع مختلفی دارند مانند S5-90U :، S5-95Uکه به صورت Compact بوده و حوزه عملکرد محدود دارند. برخی دیگر مانند S5-100U , S5-115U مدولار بوده و برای سیستمهای کنترلی با ابعاد متوسط بکار می روند . برای حوزه های عملکرد وسیع plc های دیگر با نام های S5-135U , S5-155U از این خانواده عرضه شده اند. این نوع PLC S5 در تمام انواع آنرا که ذکر شد می توان توسط نرم افزار STEP 5 برنامه نویسی یا PROGRAM کرد.

شکل ۲ – Simatic S5

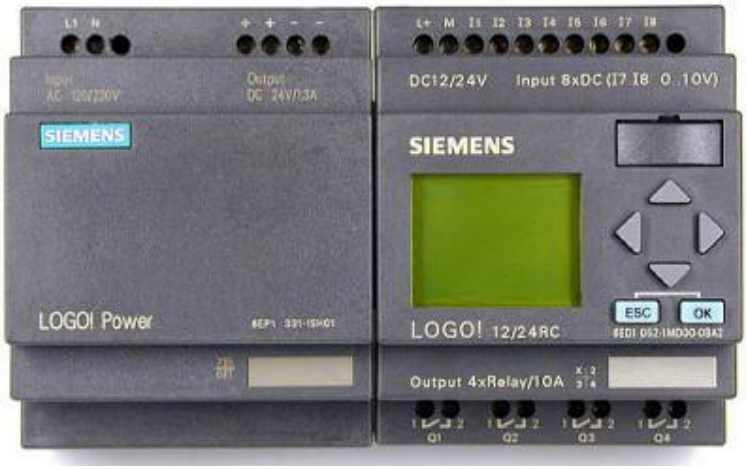
Simatic S7 **:** این PLC ها بعد از S5 عرضه شده اند و خود به سه خانواده مختلف تقسیم می شود:

S7-200 : به صورت COMPACT است و برای سیستمای کنترلی کوچک به کار می رود .این PLC برای کارهای با حوزه عملکرد محدود طراحی شده است،این PLC هادر مدولهای با سری۲۱۲–۲۲۶ ساخته شده وتعداد I/Oهای این سری حدود ۷۰–۸۰ عدد می باشد،نرم افزار مورد استفاده این مدل PLCها STEP7 micro win می باشد،نکته دیگر اینکه این نوع ازPLC ها به صورت یکپارچه(Compact)می باشد و مدولار نیست.

S7-300 **:** که خود به سه نوعS7-300F, S7-300C و S7-300 تقسیم می شود. بصورت MODULAR است و عملکرد متوسط دارد .ین مدل برای کاربرد های با حوزه کاری متوسط طراحی شده است،این plc ها در مدلهای۳۱۲–۳۱۸ ساخته می شوند و تعداد I/O های این نوع در حدود ۸۰۰–۱۰۰۰عدد می باشد،نرم افزار مورد استفاده این نوع PLCها SIMATIC S7 می باشد S7-400 : که خود به سه نوع S7-400 , S7-400H , S7-400FHتقسیم می شود MODULAR است ولی می تواند حوزه عملکرد وسیع داشته باشداین plc ها با نرم افزار STEP7برنامه نویسی و پیکر بندی می شوند .برای کاربرد های با حوزه کاری وسیع طراحی شده است،در مدولهای سری۴۱۲–۴۱۷ ساخته می شوند و تعدادI/Oهای این مدل بیش از ۱۰۰۰ عدد می باشد، نرم افزار مورد استفاده این نوع PLCها نیز SIMATIC S7 می باشد.

شکل ۳ – Simatic S7

LOGO : کنترل کننده ساده و ارزان قیمتی است که برای کارهای کنترل کوچک مثل ساختمان و دستگاه های کوچک و دربرخی موارد آموزشی کاربرد دارد. این PLC به صورت Compact است و برنامه ریزی آن توسط کلید های روی آن انجام می شود. برنامه ریزی از طریق کامپیوتر باید نرم افزار logo! soft comfort نصب گردد .

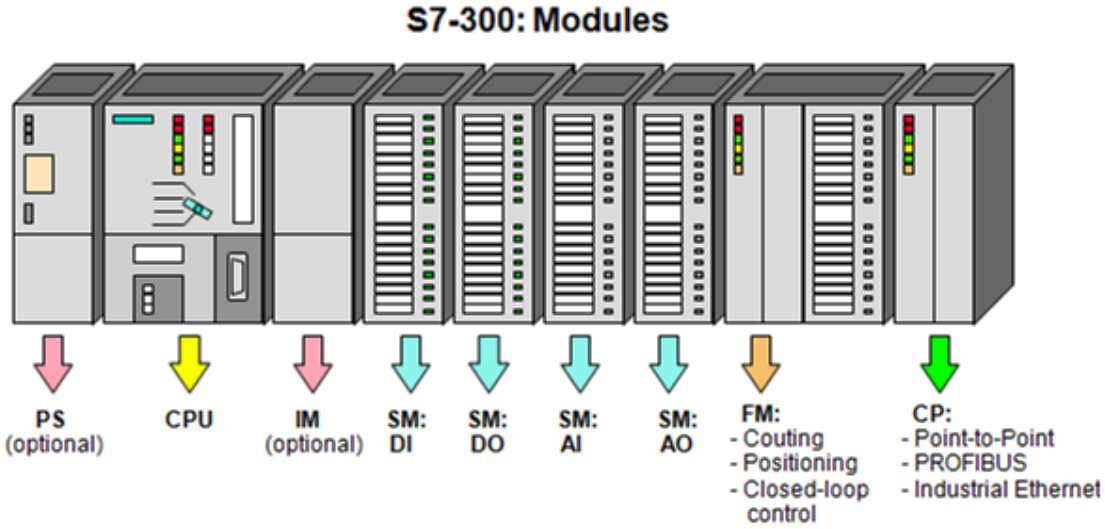


شکل ۴ – لوگو

Simatic c7 : ترکیبی از S7-300 و operator control است و علاوه بر اینکه کار کنترلی را انجام می دهد بر روی نمایشگر آن می توان پیغام ها و رخداد ها و مقادیر مربوط به فرآیند را دید و اعمال را نیز می توان توسط صفحه کلید روی آن اعمال نمود C7به صورت compactبوده و انواع مختلفی دارد که توانایی های متفاوتی دارند. برای برنامه نویسی این PLC باید علاوه بر نرم افزار STEP7 نرم افزار PROTOOLنیز روی کامپیوتر نصب شود .

Simatic 505 : سری ۵۰۵ که خود انواع مختلفی دارد برای کاربرد در حوزه های کوچک و متوسط طراحی شده است و همه اعضای این خانواده به صورت compact عرضه می شوند و برنامه نویسی آنها با نرم افزار TISOFT انجام می گیرد .

STEP7 PROFFESIONAL :در این نسخه علاوه بر STEP7 V5.4 پکیج های دیگری که قبلا بصورت OPTIONAL عرضه می شدند یکجا ارائه شده اند که عبارتند از : S7-PLCSIM سیمولاتور نرم افزاری است . S7-PDIAG برای تشخیص عیب به کار می رود . S7-GRAPHبرای برنامه نویسی به صورت SFC به کار میرود S7-SCL .برای برنامه نویسی به صورت ST به کار می رود.



شکل۵ – مشخصات Plc-step 7 300

PS: ماژول منبع تغذیه که به جای منبع تغذیه S7-300 می توان از هر نوع منبع تغذیه 24VDC دیگر هم استفاده کرد .

(Signal Modules –SM)۲)ماژول های سیگنال

انواع این ماژول ها عبارتند از :

الف)ماژول های ورودی دیجیتال

ب) ماژول های خروجی دیجیتال

شایان ذکر است ماژول های DO بدون رله با جریان های 0.5 ، ۱ ،1.5 و ۲ آمپر و ماژول های DOرله ای با جریان های ۵و۸ آمپر عرضه می شوند .

ج)ماژول های ورودی خروجی دیجیتال

د)ماژول های ورودی آنالوگ : به این ماژول ها می توان حسگرهای ولتاژی ، جریانی ، ترموکوپل ها و ترمومترها(sensors) مقاومتی را متصل نمود . انواع این ماژول ها عبارتند از :

۱)۲ کاناله به صورت ۱۲ بیتی

۲)۸ کاناله به صورت ۱۲،۱۳،۱۴ یا ۱۶ بیتی

ه) ماژول های خروجی آنالوگ : این ماژول ها به دو صورت ولتاژی و جریانی می باشند . انواع این ماژول ها عبارتند از :

۱)۲ کاناله به صورت ۱۲ بیتی

۲)۸ کاناله به صورت ۱۲ و ۱۶ بیتی

۳)۸ کاناله به صورت ۱۲ بیتی

و) ماژول های ورودی / خروجی آنالوگ : این ماژول ها هم دارای کانال ورودی و هم خروجی می باشند . انواع این ماژول ها عبارتند از :

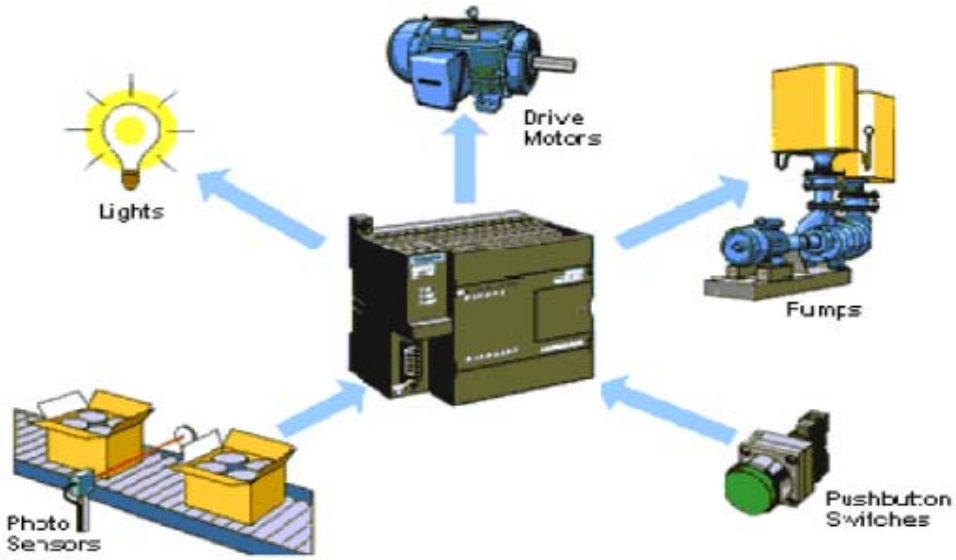
۱)۴ کانال ورودی و ۲ کانال خروجی به صورت ۱۲ بیتی

۲)۴ کانال ورودی و ۴ کانال خروجی به صورت ۸ بیتی

۳)۴ کانال ورودی و ۲ کانال خروجی به صورت ۸ بیتی

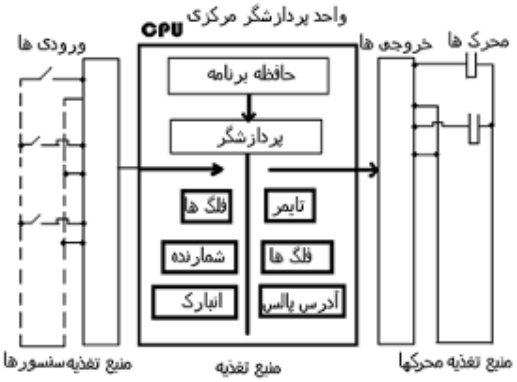
۴)۴ کانال ورودی و ۴ کانال خروجی به صورت ۱۲ بیتی

۵)۴ کانال ورودی ۱۴ بیتی و ۴ کانال خروجی ۱۲ بیتی

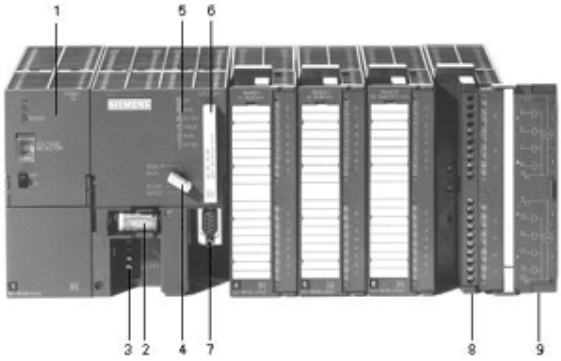


انواع وسایل ورودی: سنسورها ابزاری هستند که کمیت های فیزیکی نظیر : دما، فشار ، جریان ثابت و سیال ، سطح مایع در مخزن ، وزن ، حرکت مکانیکی سرعت ، شتاب، رطوبت و... را می توان حس کند و این عکس العمل را می تواند به صورت دیجیتال (باز و بسته شدن یک کنتاکت) و یا آنالوگ (ولتاژ پیوسته) آشکار کند. در طبیعت کمیت های فیزیکی همه پیوسته می باشند بنابراین برای اندازه گیری آنها از انواع سنسورها به همراه مدارات الکترونیکی مورد نیاز استفاده میگردد. کارت های ورودی در سه نوع Ac، DC و یا AC/DC ساخته می شوند. از انواع سنسورها می توان به انواع لمیت سوئیچ ها ،RTD،LVDT ، سنسور اثرهال (Hall effect) ، اینکودر (Encoder)کرنش سنج(Stain Guage)و ...

انواع وسایل خروجی : سو لو نوئید(solenoid) اساس کار اکثر وسائل خروجی دیجیتال است که سیگنال الکتریکی را به حرکت مکانیکی تبدیل می کند. سولونوئید یک سیم پیچ است که به دور یک هسته توخالی پیچیده می شود و با عبور جریان از سیم پیچ میدان مغناطیسی ویژه ای ایجاد می شود که توسط آن هسته ی متحرک را به داخل می کشد.و کارت خروجی آنالوگ PLC سیگنال۴ میلی امپرتا ۲۰میلی امپر را به مبدل جریان الکتریکی به هوای فشرده تبدیل و به (I/P) یا (I to P) می فرستد و در صنایع شیمیایی برای اینکه بتوانیم کیفیت کار را ثابت نگه داریم ازشیر کنترل استفاده می گردد . کارت های خروجی در سه نوع رله ، ترانزیستور(مربوط به وسائل خروجی DC) و تریاک (مربوط به وسائل خروجی AC) ساخته می شوند.



شکل ۶- بلوک دیاگرام PLC



شکل۷ - مشخصات Plc-step 7 300

1- ماژول تغذیه – PS

۲- باطری پشتیبان – Backup

۳- اتصال ۲۴ ولت DC

۴- سویئچ اصلی

Run-p : اجرا با پذیرش تغییرات Run : اجرای فقط خواندنی Stop : عدم اجرا Res M :ریست حافظه

۵- LED های نشانگر وضعیت شامل : Sf : System Falt – خطای سیستم ، Batf :خطای باتری ، Dc5v :ولتاژ ۵ ولت Dc

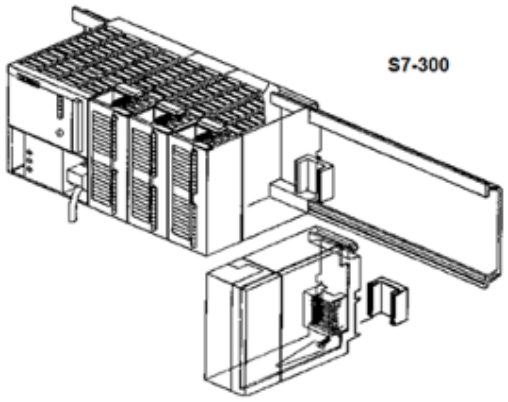
Frce : اعمال ورودی از کامپیوتر ، Run : اجرا ، Stop : توقف اجرا ، Sf Dp : خطای Dp ، Busf : خطای شبکه

۶- Memory Card : کارت حافظه جهت ذخیره برنامه Plc

۷- MPI یک رابط ارتباطی قابل برنامه ریزی است و برای شبکه های با تعداد کمی CPU و تبادل میزان محدود دیتا کاربرد دارد.

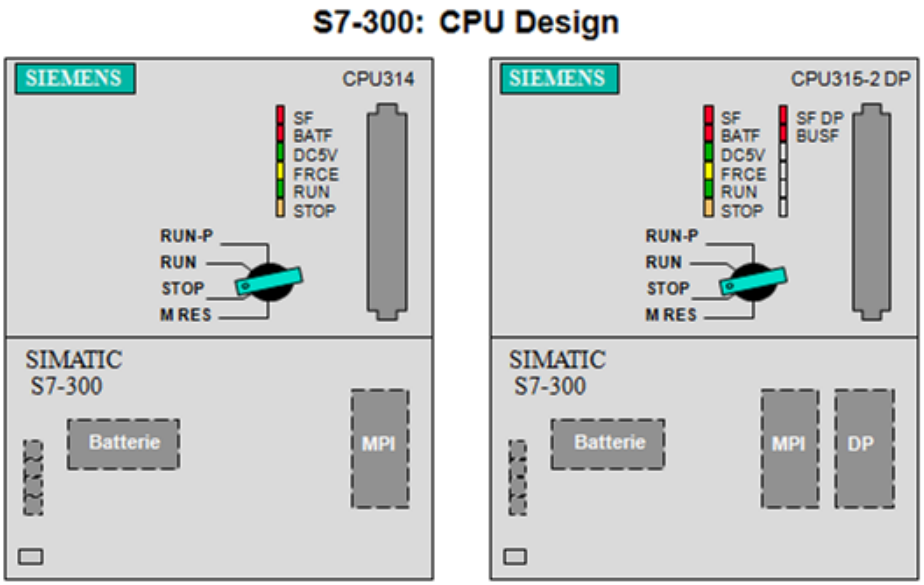
۸- کانکتور جلویی – Front Connector

۹- درب ماژول



شکل۸ – rack

cpu 221	cpu 312	cpu 412
cpu 222	cpu 314	cpu 414
cpu 224	cpu 315-2DP	cpu 416
cpu 226		cpu 417



شکل ۹ – CPU

کارت های جانبی PLC و ارتباط آنها با یکدیگر

در یک PLC حداقل یک پورت جهت وصل به پروگرامر وجود دارد که اصطلاحا Communication Port نامیده می شود.کاربر از طریق این پورت می تواند برنامه موجود روی PLC را ببیند یا آنرا تغییر دهد یا در صورت لزوم برنامه جدیدی به PLC منتقل کند.در انواع مدولار PLC علاوه بر این پورت ارتباطی پورت های دیگری نیز برای ارتباط PLC با تجهیزات جانبی یا با PLC های دیگر وجود دارند. در پروسه ها و ماشین های بزرگ که تعداد ورودی و خروجی دیجیتال و آنالوگ و کارتهای هوشمند بیشتری استفاده می شوند معمولا همگی کارت ها در یک رک جا نمی شوند.در این شرایط کارت های اضافی باید در رک های گسترش یا Expansion Rack قرار بگیرند.کارت هایی که در رک گسترش نصب شده اند باید به CPU معرفی گردند.معرفی این رک ها و کارتهای درون آنها را CONFIG کردن PLC می نامند.

شکل ۱۰– رک های گسترش

تبادل اطلاعات در رک های گسترش :

رک های اصلی دارای گذرگاه های موازی (Parallel Bus) می باشند که به تمامی کارت های داخلی هر رک متصل شده اند.گذرگاه مسیری برای داده و آدرس می باشدکه CPU و کارت های دیگر از طریق آن به مبادله داده ها می پردازند و با استفاده از باس به تمامی کارت های نصب شده در رک اصلی دسترسی مستقیم دارنددر سیستم های بزرگ که چند رک گسترش وجود دارد هر رک گسترش دارای ساختار گذرگاه مشابه بوده و هر کارت نیز به طور مشابه آدرس دهی می شوددر PLC های شرکت زیمنس کارتهای بسیاری وجود دارند .

یکی از این کارت ها ، کارت IM می باشد که در صورت نیاز به اضافه شدن واحد های دیگر ورودی و خروجی به PLC یا اتصال پروگرامر از این مدول ارتباطی استفاده می شود.در صورتی که چندین PLC به صورت شبکه به یکدیگر متصل شوند از واحد IM جهت ارتباط آنها استفاده می شود.

کارت های پالس شمار :

در مواردی که از موتورهای با سرعت متغیر در یک مجموعه استفاده می شود معمولا سرعت یا دور موتور به عنوان ابزاری برای کنترل عملکرد سیستم به کار میرود.شمارش دور موتور با المانی به نام شفت انکودر که روی شفت موتور نصب می شود صورت می گیرد.معمولا این سنسور دور موتور را به صورت یک رشته پالس با عرضهای یکان تبدیل می کند.چون تعداد این پالس ها در سرعت های بالا زیاد است نمی توان با کارتهای دیجیتال معمولی آن ها را آشکار کرد. لذا باید از کارتهای مخصوصی که به این منظور طراحی شده اند استفاده کرد.

کارت کنترل موتور پله ای :

موتورهای پله ای امروزه بسیار متداول شده اند.تفاوت موتور پله ای با موتور معمولی این است که در موتور پله ای چرخش موتور پیوسته نبوده بلکه به صورت پله ای می باشد.وضعیت محور موتور های پله ای با تعداد پالس های ارسالی به آن کنترل می شود.و سرعت چرخش موتور با فرکانس پالس های ارسالی تنظیم می شود.تغییرات فرکانس نیز شتاب چرخش موتور را تعیین می کند PLC.با محاسبه و تعیین تعداد پالس ها ، فرکانس پالس ها و همچنین تغییرات فرکانس می تواند عملکرد موتور را تحت کنترل در آورد.

کارت های تایمر و شمارنده :

هر PLC دارای تعدادی تایمر و شمارنده می باشدکه ممکن است استفاده از آنها مشکلاتی داشته باشد از جمله : در بعضی از کاربردها به شمارنده یا تایمر بیشتری نسبت به مقدار موجود در PLC نیازاست تایمرها و شمارنده های موجود در PLC توسط برنامه استفاده کننده تنظیم میشوند و با فرمان CPU کار می کنند.به این ترتیب مدتی از وقت PLC صرف اجرای دستورالعمل های مربوط به شمارنده و تایمرها می شود

آدرس دهی ورودی:

ورودی PLC می تواند از جنس Bit یا Byte یا Word یا DWord باشد. به عنوان مثال برای وضعیت یک سوئیچ که به کارت DI متصل است و فقط حالت صفر یا یک دارد یک Bit کافی است وقتی ورودی یک ۸ بیتی است یعنی عدد صحیح بین صفر تا ۲۵۵ در این صورت یک byt لازم است ولی برای اعداد بزرگتر یا به فرم اعشاری یک Word یا DWord مورد نیاز خواهد بود . به عنوان مثال وزن یک جسم که از طریق کارت AI دریافت می شود می تواند یک Word باشدبرای آدرس دهی یک بیت باید ابتدا شماره بایت را بنویسیم سپس با گذاشتن نقطه آدرس بیت را در آن بایت مشخص کنیم. عدد سمت راست که بیت را مشخص می کند نمی تواند از ۷ بزرگتر باشد چون در یک بایت ۸ بیت داریم از صفر تا ۷ از این رو آدرس دهی مانند 0.8 نادرست خواهد بود. کلیه آدرس ها ورودی در s7 با علامت I شروع می شوند. جدول زیر انواع آدرس دهی ورودی را نشان می دهد.نوع ورودی نحوه نمایش مثال :

Bit	I	I 0.1
Byte	IB	IB 1
Word	IW	IW 2
DWord	ID	ID 8

باید توجه داشت وقتی یک IW را در برنامه بکار می بریم آدرس IW بعدی باید حداقل ۲ بایت با آدرس قبلی فاصله داشته باشد یعنی به کار بردن IW 0 و IW 1 اشتباه است چرا که این دو با یکدیگر در بایت ۱ مشترک می باشند.

IW 0 = Byte0 + Byte1

IW 1 = Byte1 + Byte2

نکته فوق را برای DW نیز باید رعایت کرد. یعنی هر آدرس با آدرس بعدی باید ۴ بایت فاصله داشته باشد **نکته:** آدرس دهی ورودی های جنبی که از طریق شبکه دریافت می شوند با علامت PI می باشد.نوع ورودی نحوه نمایش مثال :

Byte	PIB	PIB 1
Word	PIW	PIW 2
DWord	PID	PID 8

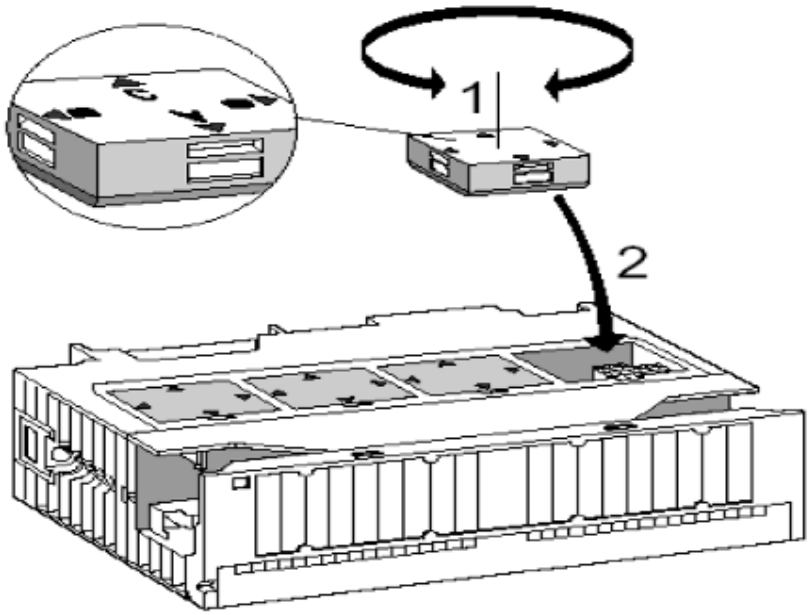
توجه کنید که در این حالت آدرسی دهی برای Bit وجود ندارد.

تقسیم بندی کارتهای Digital Input		
از نظر تعداد ورودی	از نظر ولتاژ	ارنظر قابلیت های خاص
• ٤ ورودی	• 24 VDC	• بدون ویژگی خاص
• ٨ ورودی	• 48 VDC	• تشخیص قطع شدن تغذیه
• ١٦ ورودی	• 120 VAC	• ایجاد وقفه بر اساس لبه ورودی
• ٣٢ ورودی	• 230 VAC	• تاخیر در گرفتن ورودی

تقسیم بندی کارتهای Digital Output			
از نظر تعداد خروجی	از نظر جریان خروجی	از نظر ولتاژ	ارنظر قابلیت های خاص
• ٤ خروجی	• بدون رله با جریانهای 0.5 , 1 , 1.5 , 2 A	• 24 VDC	• بدون ویژگی خاص
• ٨ خروجی	با رله و جریانهای 5 , 8 A	• 48 VDC	• تشخیص قطعی
• ١٦ خروجی		• 120 VAC	• تشخیص اتصال کوتاه
• ٣٢ خروجی		• 230 VAC	• واکنش در موقع توقف CPU

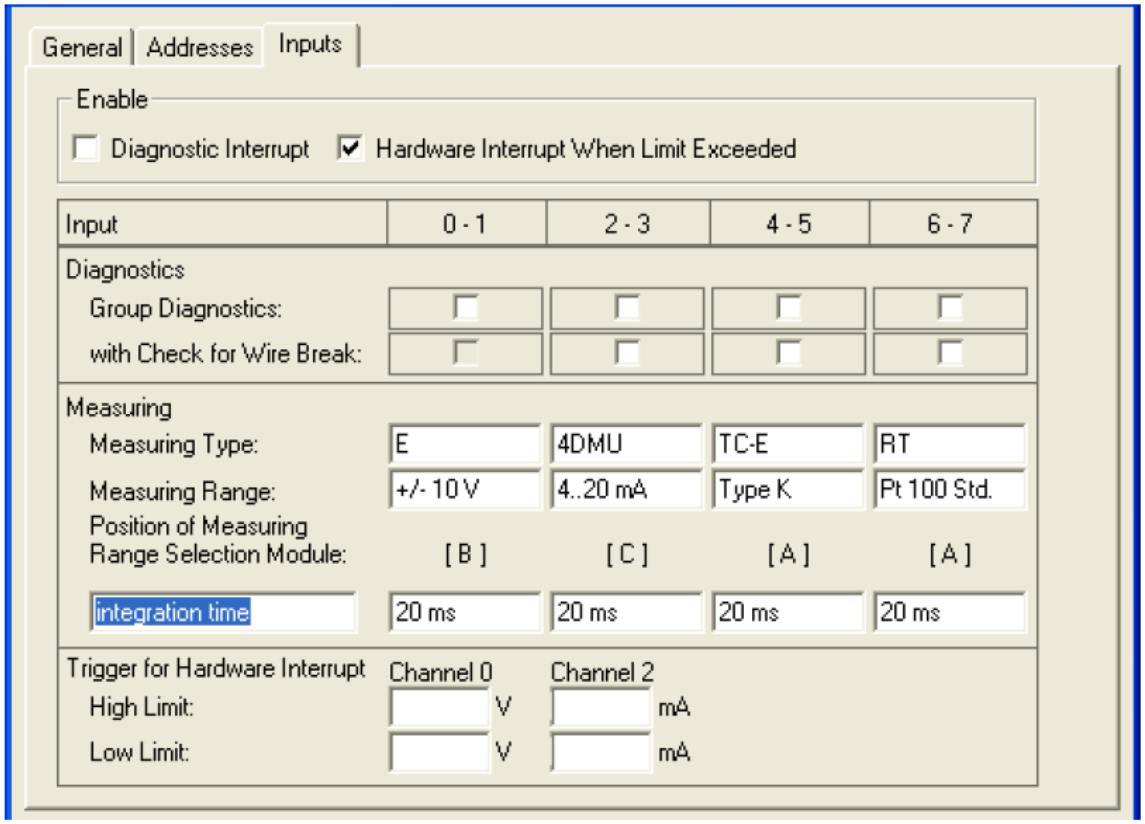
تقسیم بندی کارتهای DI/DO			
از نظر تعداد ورودی / خروجی	از نظر جریان خروجی	از نظر ولتاژ	ارنظر قابلیت های خاص
• ١٦ ورودی + ١٦ خروجی	0.5 A	24 VDC	بدون ویژگی خاص
• ٨ ورودی + ٨ خروجی			

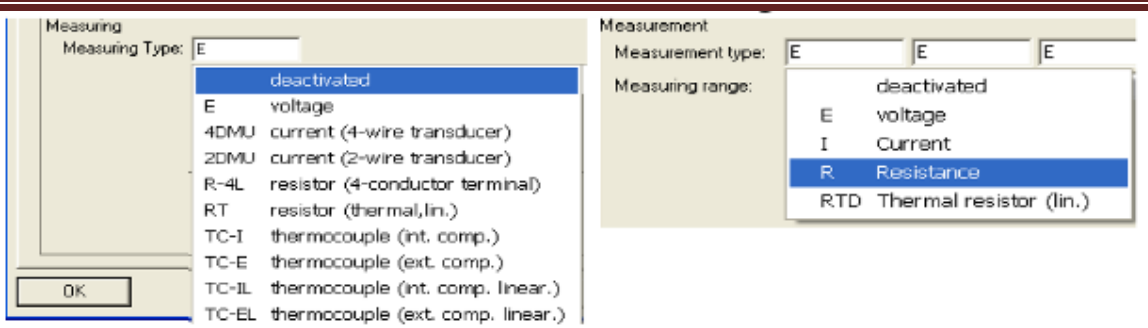
تنظیم سخت افزاری برای کارتهایAI

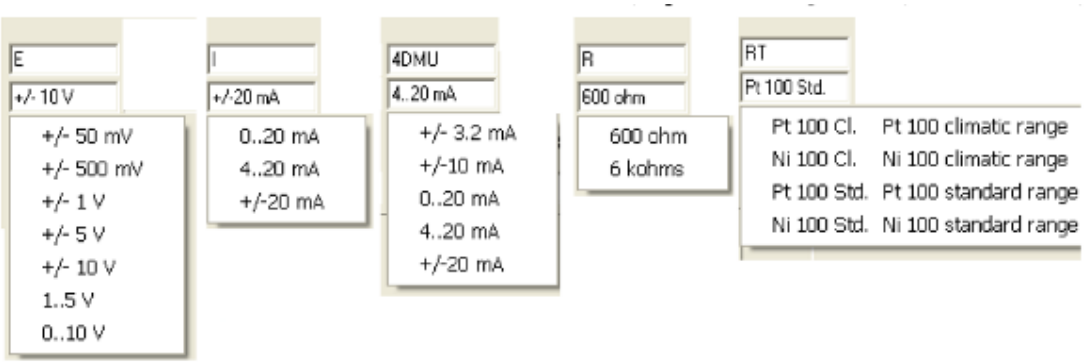


نوع سیگنال	وضعیت مدول
ولتاژ mV	A
ولتاژ V	B
ترموکوپل	A
جریان از سنسور ۲ سیمه	D
جریان از سنسور ٤ سیمه	C
ترمومتر	A

تنظیم پارامترهای کارتهای AI




Measuring
Measuring Type: E
deactivated
E voltage
4DMU current (4-wire transducer)
2DMU current (2-wire transducer)
R-4L resistor (4-conductor terminal)
RT resistor (thermal,lin.)
TC-I thermocouple (int. comp.)
TC-E thermocouple (ext. comp.)
TC-IL thermocouple (int. comp. linear.)
TC-EL thermocouple (ext. comp. linear.)
OK
Measurement
Measurement type: E E E
Measuring range:
deactivated
E voltage
I Current
R Resistance
RTD Thermal resistor (lin.)


E
+/- 10 V
+/- 50 mV
+/- 500 mV
+/- 1 V
+/- 5 V
+/- 10 V
1..5 V
0..10 V
I
+/-20 mA
0..20 mA
4..20 mA
+/-20 mA
4DMU
4..20 mA
+/- 3.2 mA
+/-10 mA
0..20 mA
4..20 mA
+/-20 mA
R
600 ohm
600 ohm
6 kohms
RT
Pt 100 Std.
Pt 100 Cl. Pt 100 climatic range
Ni 100 Cl. Ni 100 climatic range
Pt 100 Std. Pt 100 standard range
Ni 100 Std. Ni 100 standard range

آدرس دهی خروجی ها :

آنچه برای ورودی ها شرح داده شد برای خروجی ها نیز صادق است با این تفاوت که برای خروجی ها علامت Q به جای I به کار می رود.

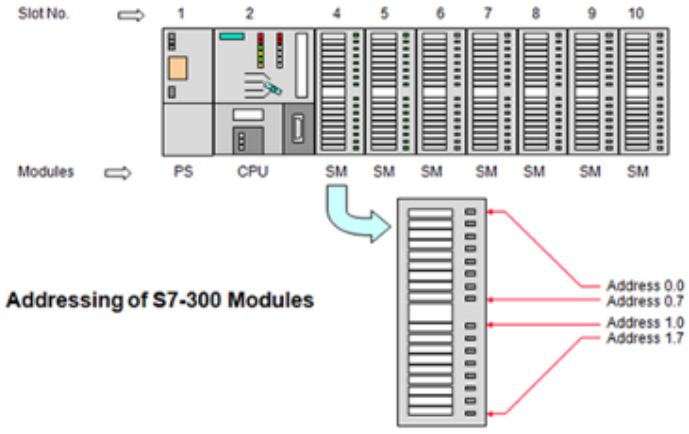
آدرس دهی متغیر های حافظه:

بجز ورودی ها و خروجی ها ،متغیر های حافظه CPU که Bit Memory خوانده می شوند نیز می توانند آدرس دهی شوند. این متغیرها معمولا برای ذخیره نتایج میان برنامه بکار می رود.« در s5 برای نمایش این متغیرها از علامت F که نشانده دهنده Flag بود استفاده می شد.»

نوع ورودی	نحوه نمایش	مثال :
Bit	M	M 0.1
Byte	MB	MIB 1
Word	MW	MW 2
DWord	MD	MD 8

آدرس دهی تایمر ها و کانترها :

تایمر ها با علامت T و کانتر ها با علامت C نمایش داده می شوند آدرس آنها با یک عدد صحیح که بعد از آنها بکار می رود مشخص می گردد. « مانند T_1 و C_2» نکته: در تمام موارد فوق شماره آدرس نباید از ماکزیمم آدرس تعیین شده در پارامترهای CPU تجاوز کند.



زبان های برنامه نویسی در PLC :

IEC1131 برای برنامه نویسی PLC کلا شش زبان برنامه نویسی استاندارد را معرفی نموده است که شامل شش زبان زیر که به انها اشاره می شود می باشد:

IL(Instruction List) زبان سطح پایین به صورت متنی می باشد.

FBD(Function Block Diagram) به صورت گرافیکی است و در آن برنامه نویسی به صورت یک سری بلوکهای پایه که در کنار هم قرار میگیرند می باشد.

LD(Ladder Diagram) به صورت دیاگرام نردبانی است و طوری طراحی شده است که می توان آنرا به صورت توام با FBD به کار برد،این زبان برنامه نویسی تقریباً درتمام انواع مینی PLCها کاربرد دارد و کار با این زبان برای افرادی که به مدارات برق صنعتی آشنایی دارند ساده ترو قابل درک تر است.

(Sequential Function Control)SFC

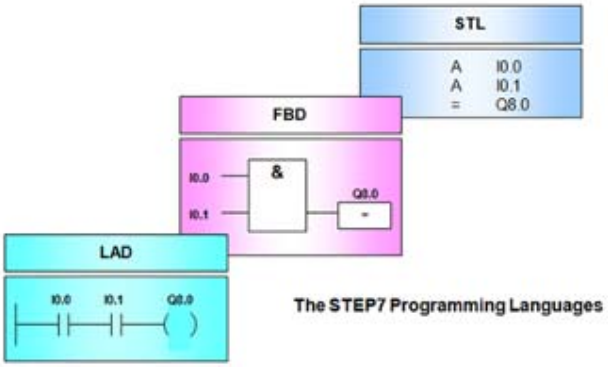
در این روش برنامه به مراحلی که ترتیب الگوریتم های کنترلی رانشان می دهدتقسیم می گردد،از این روش بیشتردر برنامه نویسی های ترتیبی(مدارات شامل فلیپ فلاپها)استفاده می شود.

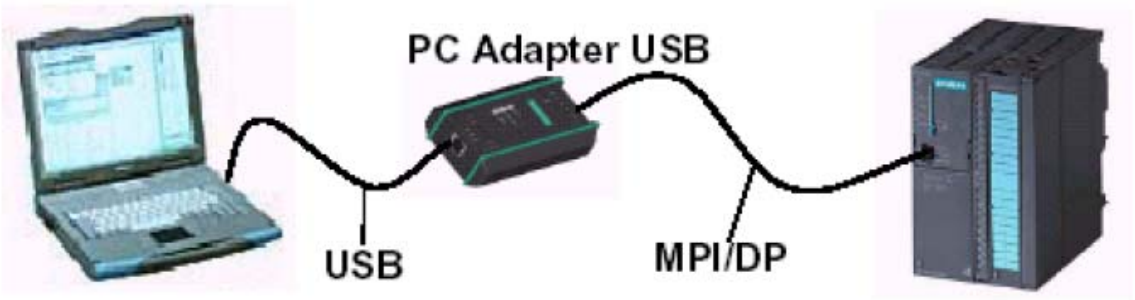
(Continuous Function Chart)CFC

این روش برنامه نویسی بیشتر در برنامهایی که شرایط کنترل در ان به صورت ترکیبی می باشد مورد استفاده قرار میگیرد،مانند پروسه های کنترل دما،کنترل فشار و . . .

(Structured Text)ST

ST یک زبان سطح بالا شبیه C و پاسکال است و کاربرد ان در الگوریتم های پیچیده و پروژه ای وسیع است.

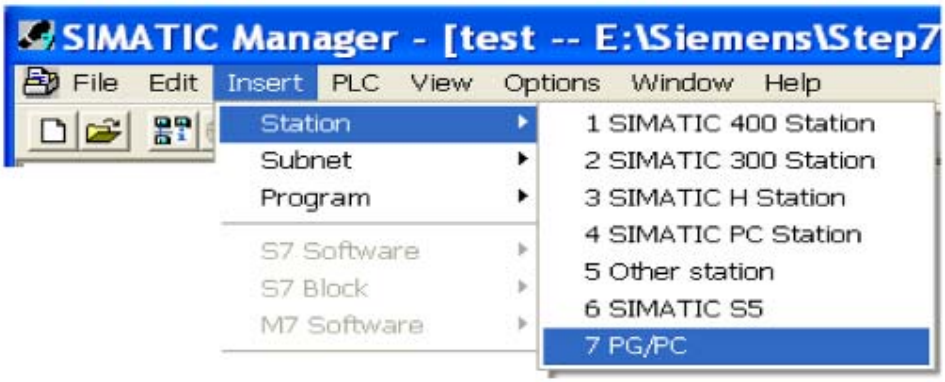




آموزش برنامه نویسی Simatic Step7 :

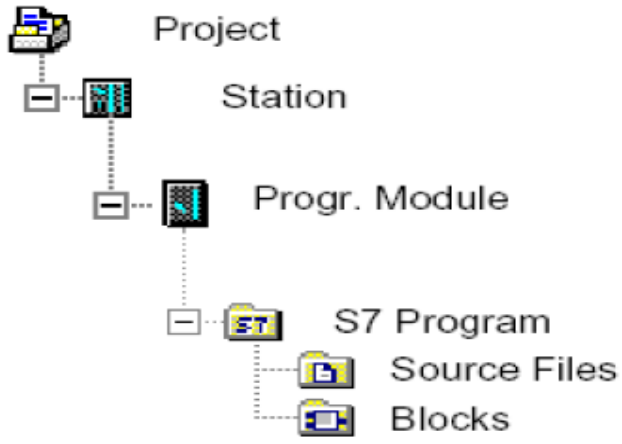
بعد از نصب برنامه Simatic Step7 که حدود ۲۰ تا ۳۰ دقیقه طول می کشد . دو آیکون بر صفحه DESKTOP شما نقش می بندد. که یکی بنام Simatic Manager و دیگری Automation License Manager نام دارد برنامه اصلی همان simatic manager می باشد از نوار ابزار گزینه New را زده و در پنجره جدید یک نام برای پروژه خودرا بدهید مثلا Prj1 که بعد از تایید آن پنجره جدیدی بنمایش درمی آید حال در سمت راست و قسمت Mp1 در بخش خالی پنجره راست کلیک نمایید و گزینه Insert New Object و از بخش منوی آبشاری Simatic 300 Stationرا انتخاب نمایید .

که با اینکار پنجره شما باز میشود که و در زیر نام برنامه شما Simatic 300 و در بخش راست آیکون Hardware بنمایش درمی آید حال بر روی Hardware دابل کلیک کرده و در پنجره جدیدی که باز می شود باید با توجه به دستگاه PLC که دارید شروع به پیکربندی (Configuration)اطلاعات سخت افزاری برای نرم افزار خودتون نمایید تا برنامه سخت افزار PLC شما رو شناسایی نمایید و بتواند آن را راه اندازی نمایید . این نکته قابل توجه است که تمام اطلاعات ذکر شده در دستگاه PLC در بخش پیکربندی برنامه موجود است و شما باید شماره هر قطعه سخت افزار رو پیدا و شروع به پیکربندی نمایید .



Configuration**یا پیکربندی** :

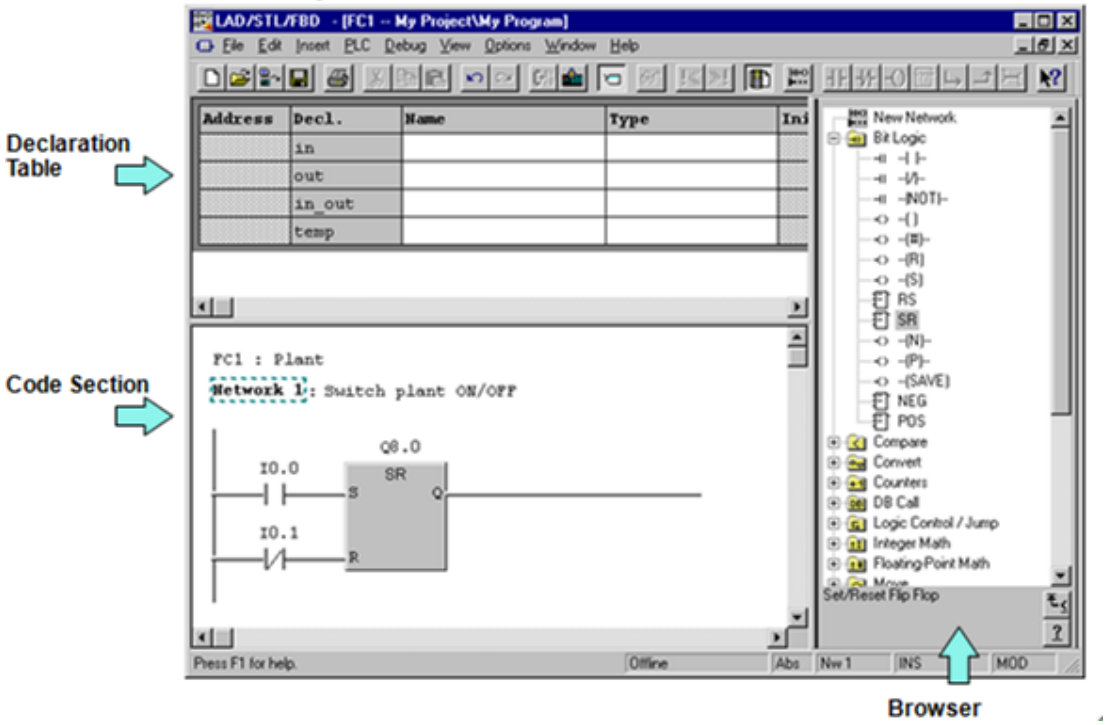
برای پیکربندی به ترتیب زیر عمل نمایید .از سمت راست و بخش profile standard گزینه (Simatic 300) فعلا باز نمایید .از گزینه آبشاری باز شده Rack300 یا ریل ۳۰۰ را بازکرده و Rail را انتخاب نمایید. که با اینکارپنجره مربوط به ریل که وسایل PLCبر روی آن باید چیده شود بنمایش درمی آیددر پنجره ریل بر روی شماره ۱ کلیک کرده تا های لایت گردد. سپس دوباره از گزینه آبشاری PS 300 که همان منبع تغذیه PLC است را بازکرده و با توجه به منبع تغذیه مورد نیاز PLC منبع مورد نیاز را انتخاب نمایید که با اینکار در پنجره ریل منبع تغذیه شما در بخش شماره ۱ بنمایش درمی آید .ابتدا از بخش ریل شماره ۲ را انتخاب کرده و از گزینه آبشاری سمت راست Cpu 300را بازنموده و با توجه به Cpu PLC مورد نیاز Cpuرا انتخاب نمایید از بخش ریل شماره ۳ را خالی گذاشته چون این ماژول مربوط به ماژول واسطه برای بسط دادن PLC می باشد . (IM) پس شماره ۴ از بخش ریل را انتخاب کرده و از گزینه آبشاری SM 300 را باز کرده و بسته به تعداد ماژولهای ورودی و خروجی و اینکه آنالوگ یا دیجیتال می باشند پورتهای ورودی و خروجی را برای برنامه معرفی نماییدبعد انجام مراحل بالا از منوی ابزار بالا save and compile را انتخاب نموده و از برنامه خارج شوید. حال به صفحه اصلی برگشته و Cpu313c را مشاهده می کنید.حال با بازکردن Cpu313c بایستی S7 Program1 را انتخاب نمایید و با باز شدن زیر مجموعه ها Blocksو سپس Ob1 را انتخاب نمایید .

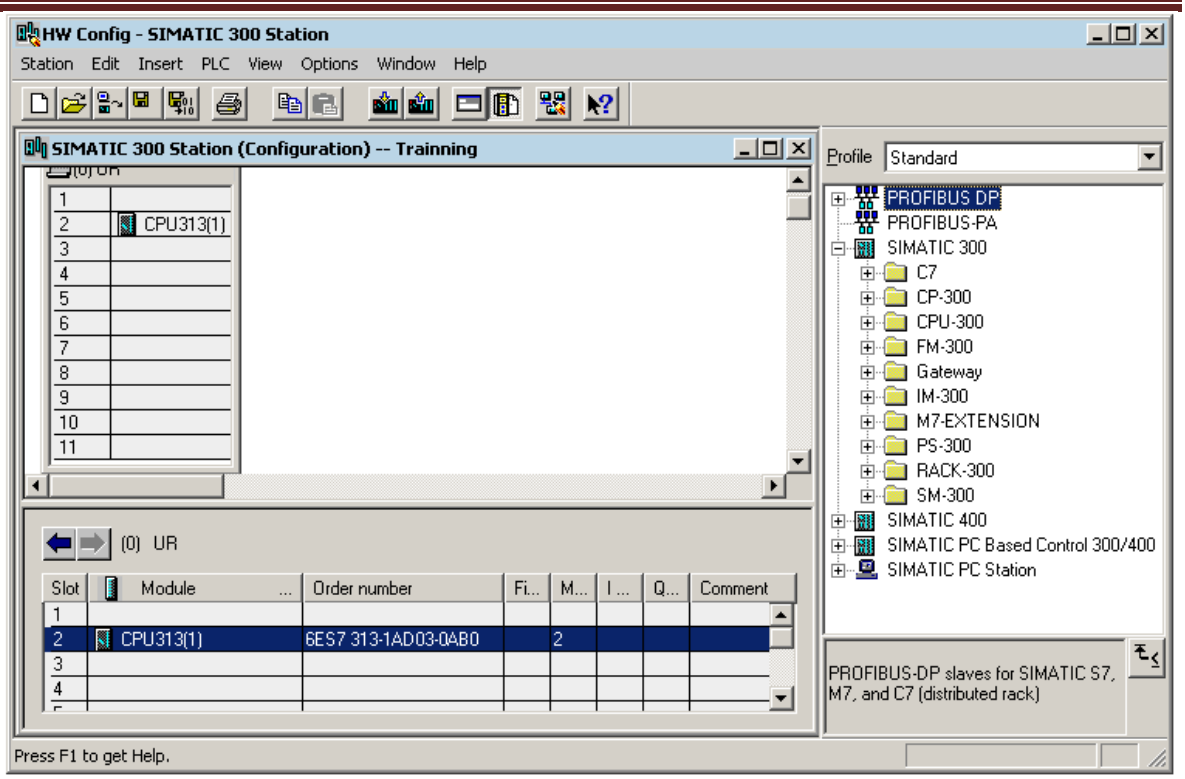


شکل۱۵ – محتویات فایل پروژه ایجاد شده

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

Components of the LAD/STL/FBD Editor




HW Config - SIMATIC 300 Station
Station Edit Insert PLC View Options Window Help
SIMATIC 300 Station (Configuration) -- Trainning
CPU313(1)
(0) UR
Slot Module ... Order number Fi... M... I ... Q... Comment
2 CPU313(1) 6ES7 313-1AD03-0AB0 2
Profile Standard
PROFIBUS DP
PROFIBUS-PA
SIMATIC 300
C7
CP-300
CPU-300
FM-300
Gateway
IM-300
M7-EXTENSION
PS-300
RACK-300
SM-300
SIMATIC 400
SIMATIC PC Based Control 300/400
SIMATIC PC Station
PROFIBUS-DP slaves for SIMATIC S7, M7, and C7 (distributed rack)
Press F1 to get Help.

فصل دوم

دستورها در S7

عبارت (Statement)

عبارت(Statement) یک خط از برنامه نوشته به زبان STL می باشد که معمولاً دارای دو بخش است: عملکرد(Operation) ، عملوند(Operand) بطوریکه در عملکرد(Operation) به قسمتی از یک عبارت که نشان دهنده یک عمل منطقی است، عملکرد گفته می شود.ودر عملوند(Operand) به قسمتی از یک عبارت (مانند ورودیها، خروجیها، و بیت های حافظه ـ Memory Bits) گفته می شود که قرار است یک عمل منطقی (عملکرد) در مورد آن اجرا شود.

عملوند های مورد استفاده در step 7

IEC	SIMATIC	Description	Data Type	Address Range
I	E	Input bit	BOOL	0.0 to 65535.7
IB	EB	Input byte	BYTE, CHAR	0 to 65535
IW	EW	Input word	WORD, INT, S5TIME, DATE	0 to 65534
ID	ED	Input double word	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0 to 65532
Q	A	Output bit	BOOL	0.0 to 65535.7
QB	AB	Output byte	BYTE, CHAR	0 to 65535
QW	AW	Output word	WORD, INT, S5TIME, DATE	0 to 65534
QD	AD	Output double word	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0 to 65532
M	M	Memory bit	BOOL	0.0 to 65535.7
MB	MB	Memory byte	BYTE, CHAR	0 to 65535
MW	MW	Memory word	WORD, INT, S5TIME, DATE	0 to 65534
MD	MD	Memory double word	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0 to 65532
PIB	PEB	Peripheral input byte	BYTE, CHAR	0 to 65535
PQB	PAB	Peripheral output byte	BYTE, CHAR	0 to 65535
PIW	PEW	Peripheral input word	WORD, INT, S5TIME, DATE	0 to 65534
PQW	PAW	Peripheral output word	WORD, INT, S5TIME, DATE	0 to 65534
PID	PED	Peripheral input double word	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0 to 65532
PQD	PAD	Peripheral output double word	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0 to 65532
T	T	Timer	TIMER	0 to 65535
C	Z	Counter	COUNTER	0 to 65535
FB	FB	Function block	FB	0 to 65535
OB	OB	Organization block	OB	1. to 65535
DB	DB	Data block	DB, FB, SFB, UDT	1. to 65535
FC	FC	Function	FC	0 to 65535
SFB	SFB	System function block	SFB	0 to 65535
SFC	SFC	System function	SFC	0 to 65535
VAT	VAT	Variable table		0 to 65535
UDT	UDT	User defined data type	UDT	0 to 65535

آدرس ورودیها (Inputs)، خروجیها (Outputs) و بیت های حافظه (Memory Bits)

از آنجا که ورودیها، خروجیها و بیت های حافظه در دسته های ۸ بیتی (یک بایتی) سازماندهی می شوند در آدرس دهی ورودی، خروجی و بیت حافظه ابتدا باید بایت آنها مشخص و سپس موقعیت و آدرس بیت مورد نظر در در آن بایت تعیین شود.

کنتاکت(Contact) در حالت عادی باز (Normally Open Contact NO)

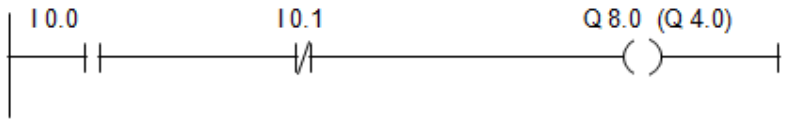
این کنتاکت هنگامی فعال می شودکه مثلاً دکمه Push Button فشرده یا کلیدی روشن شود. در این حالت، در ورودی PLC مقدار ۱ ظاهر می شود؛ در حالی که دکمه push Button فشرده نشده یا کلید خاموش باشد ولتاژی در ورودی PLC ظاهر نمی شود و به اصطلاح ورودی PLC مقدار صفر خواهد داشت.

کنتاکت(Contact) در حالت عادی بسته (Normally Close Contact NC)

این کنتاکت برعکس کنتاکت NO عمل می نماید، یعنی در حالتی که فعال نباشد مقدار ورودی PCL، یک است و هنگامی که فعال شود در ورودی PCL مقدار صفر خواهیم داشت. کنتاکت NC، معمولاً برای Limit Switchها و کلید های ایمنی مورد استفاده قرار می گیرند. PCLتنها در ورودیهای خود مطلع می شود که مقدار سیگنال ورودی خوانده شده، صفر یا یک است و هیچ مرجع دیگری را برای مطلع شدن از نوع کنتاکت (NO یا NC) ندارد. پس لازم است تا نوع کنتاکت، از طریق برنامه به PCL اطلاع داده شود.

مثال :

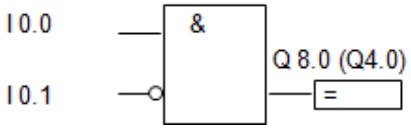
LAD:



STL:

```
A    I 0.0
AN   I 0.1
=    Q 8.0 (Q4.0)
```

FBD:



بیت های حافظه (Memory Bits)

هر بیت، حافظه یک بیت از حافظه PCL است که می توان آن را معادل رله داخلی مدار فرمان دانست. CPU هنگام اجرای برنامه از بیت های حافظه به عنوان دفترچه یادداشت نتایج منطقی یا حالت سیگنال ها استفاده می کند. کلیه بیت های حافظه در بخش حافظه سیستمی (System Memory) قرار دارند و همانند ورودی و خروجیها به دسته های ۸ بیتی (۱ بایتی) تقسیم می شوند. آدرس دهی بیت های حافظه شبیه ورودی و خروجیهاست و در صورت نیاز به اطلاعات موجود در بیت حافظه باید آن را از حافظه فرا خواند. به عنوان مثال، دستور AM2.3 در برنامه نویسی به زبان STL ، بیت سوم را از بایت دوم ناحیه حافظه بیتی فرا خواند. کاربرد عمده بیت های حافظه در پاسخ به این سوال مشخص می شود.

در صورت نیاز به مجموعه ای از اطلاعات در محلها و زمانهای مختلف، از چه ابزاری می توان استفاده کرد؟ در پاسخ به این سوال باید گفت که در مدار های فرمان رله کنتاکتوری می توان از رله های رابط استفاده نمود؛ بدین ترتیب که مثلاً ابتدا رله اول، رله دوم را و سپس رله دوم، رله سوم را فعال می کند و به همین ترتیب ادامه می یابد تا جایی که رله مورد نظر در محل و زمان دلخواه فعال شود. اشکال این مدار، هزینه بالا و حجیم شدن مدار فرمان است. برای رفع این مشکل در PLC ها از بیت های حافظه استفاده می شود. بدین تربیت که نتیجه به دست آمده (اطلاعات مورد نظر) توسط PLC در بیت حافظه خاصی ذخیره می شود تا PLC در محل و زمان مقتضی از آن استفاده کند.
کاربرد دیگر بیت های حافظه در برنامه هایی است که در آنها چندین OR و AND وجود داشته و دستور OR قبل از دستور ANDاستفاده شده باشد. با استفاده از بیت های حافظه می توان پرانتز ها را حذف نمود. البته با این عمل ممکن است در برخی موارد، برنامه مورد نظر طولانی تر شود. هنگامی که لازم است در برنامه ای، حاصل یک دسته از اعمال منطقی با حاصل دسته ای دیگر از اعمال منطقی ترکیب شود، حاصل هر دسته را در بیت حافظه جداگانه ای قرار می دهیم و سپس این بیت های حافظه را با یکدیگر ترکیب می نماییم. بنابراین وظیفه ای که پرانتزها در برنامه نویسی به زبان STL بر عهده دارند می تواند با به کار گیری بیت های حافظه انجام شود.
همچنین هنگامی که باید قسمتی از برنامه، چندین بار تکرار شود و می توان حاصل آن قسمت را که در حقیقت حاصل چند عمل منطقی است در یک بیت حافظه قرار داد و با این عمل از تکرار آن بخش از برنامه و در نتیجه از طولانی شدن برنامه جلوگیری نمود.

کلمه وضعیت (Status Word)

اگر برنامه به زبان STL نوشته شده باشد و بخواهیم روند اجرای برنامه را توسط STEP 7 مانیتور کنیم (با به کارگیری منوی Monitor >> Debug در پنجره ویراشگر برنامه) خواهیم دید که در سمت راست بخش کد (Code Section) جدولی ظاهر می شود. این جدول به طور پیش فرض از سه ستون با عنوان های RLO، STA و Standard تشکیل شده است که می توان با کلیک راست بر روی این جدول و انتخاب گزینه show از منوی میانبر، ستون های دیگری را به آن افزود.
از این جدول، جهت دنبال کردن روند اجرای برنامه و بررسی درستی عملکرد آن استفاده می شود. ستون های RLO و STA، مهمترین ستون های این جدول می باشند که بیشترین کاربرد را برای آزمودن برنامه دارند. RLO و STA دو بیت از Status word می باشند.از میان ۱۶ بیت Status word ، فقط ۹ بیت، موسوم به بیت های وضعیت، مورد استفاده قرار گرفته اند. هر یک از بیت های وضعیت دارای نام خاصی می باشند.

	BR	CC1	CC0	OV	OS	OR	STA	RLO	/FC
Writes:									

(First Check Bit)/FC

وضعیت بیت FC/ یک رشته عملیات منطقی را کنترل می کند. منظور از رشته عملیات منطقی مجموعه ای از دستورالعمل هاست که در نهایت به یک دستور انتساب (R،S و =) ختم می شود. هر دستور العمل منطقی، وضعیت بیت FC/ و کنتاکت آدرس دهی شده خود را پرس و جو می کند.

اگر بیت FC/، یک باشد دستورالعمل، وضعیت کنتاکت آدرس دهی شدهٔ خود را با بیت RLO ترکیب منطقی می کند و نتیجه را در RLO قرار می دهد و اگر بیت FC/، صفر باشد بدین معناست که رشته عملیات منطقی قبلی به پایان رسیده است و باید رشته عملیات منطقی بعدی همزمان با اولین بازبینی (check) شروع شود. بعد از یک دستور انتساب (S،R و =) یا Jump شرطی، بیت FC/، صفر می شود و بدین ترتیب رشته عملیات منطقی به پایان می رسد.

(Result Of Logic Operation) RLO

بیت RLO، نتیجه یک رشته عملیات منطقی یا دستور مقایسه ای را در خود ذخیره می کند. هنگامی که CPU اجرای برنامه ای را آغاز می کند مقدار عملوند سطر اول برنامه را در بیت بخصوصی که به RLO موسوم است قرار می دهد و در اجرای سطر بعدی، RLO را با عملوند بعدی مطابق برنامه و براساس قوانین جبر بول ترکیب می کند و مجدداً حاصل را در RLO قرار می دهد. این عمل تا زمانی ادامه پیدا می کند که CPU، در سطری از برنامه، به دستور انتساب (S،R و =) یا Jump شرطی برسد. در چنین حالتی یعنی وقتی CPU به یک دستور انتساب رسید، وضعیت بیت RLO را به عملوند موجود در این سطر منتقل می کند. بدین ترتیب RLO مقدار خود را از دست می دهد و پذیرای مقدار جدید می شود. بنابراین مجدداً مقدار عملوند سطر بعد از عمل انتساب در RLO قرار می گیرد و CPU این روند را تا پایان برنامه ادامه می دهد.

(Status Bit) STA

بیت STA (Status Bit)، وضعیت یک بیت آدرس دهی شده (عملوند) را در خود ذخیره می کند و به همین دلیل به آن بیت وضعیت گفته می شود. توجه به موارد زیر در مورد این بیت ضروری است:

ـ مقدار بیت وضعیت برای یک دستور منطقی بیتی که عمل خواندن از حافظه را انجام می دهد (شامل A، AN، O، ON، X و XN) همواره برابر با مقدار بیت آدرس دهی شده است.

ـ مقدار بیت وضعیت برای یک دستور منطقی که عمل نوشتن در حافظه را انجام می دهد (S، R و =) برابر با مقدار بیت نوشته شده در حافظه است و در صورتی که عمل نوشتن انجام نشده باشد برابر با مقدار بیت آدرس دهی شده خواهد بود .

ـ بیت وضعیت، برای دستورهای بیتی که دسترسی به حافظه ندارند هیچ اهمیتی ندارد. این دستورها، بیت وضعیت را یک می کنند (Set).

ـ بیت وضعیت، توسط دستورالعمل ها خوانده نمی شود و فقط برای تفسیر وضعیت متغیرها در حالت Online به کار برده می شود.

OR

بیت OR، برای ترکیب دستورهای AND قبل از دستور OR به کار می رود. اگر RLO مربوط به عمل منطقی AND، یک باشد بیت OR نشانده (Set) می شود. این امر نتیجه عمل OR را پیش بینی می کند. سایر دستورهای پردازش، بیت، بیت OR را بازنشانی (Reset) می کنند.

(Oveflow) OV

در صورت وقوع خطا در دستورهای ریاضی یا مقایسه ای مربوط به اعداد حقیقی، این بیت نشانده (Set) می شود و پس از گذر از خطا، بازنشانی (Reset) خواهد شد.

(Overflow Stored) OS

با وقوع یک خطا در دستورهای ریاضی یا مقایسه ای، بیت OS همراه با بیت OV نشانده (Set) می شود. این بیت پس از گذر از خطا بازنشانی نمی شود و به همان صورت باقی خواهد ماند. بنابراین OS وضعیت بیت OV را ذخیره می کند و بدین ترتیب، از وضعیت آن می توان فهمید که آیا در کل دستورهایی که اجرا شده اند خطا رخ داده است یا خیر.

دستورهایی که بیت OS را بازنشانی (Resrt) می کنند عبارتند از:

ـ JOS (Jump if OS = 1)

ـ دستورهای فراخوانی بلوک ها

ـ دستورهای اعلام پایان بلوک

CCO و CCI(Condition Codes)

بیت های CCO و CCI نتایج اجرای دستورالعمل های زیر را فراهم می سازند:

ـ دستورهای BitLogic

ـ دستورهای مقایسه ای

ـ دستورهای ریاضی

ـ دستورهای Word Logic

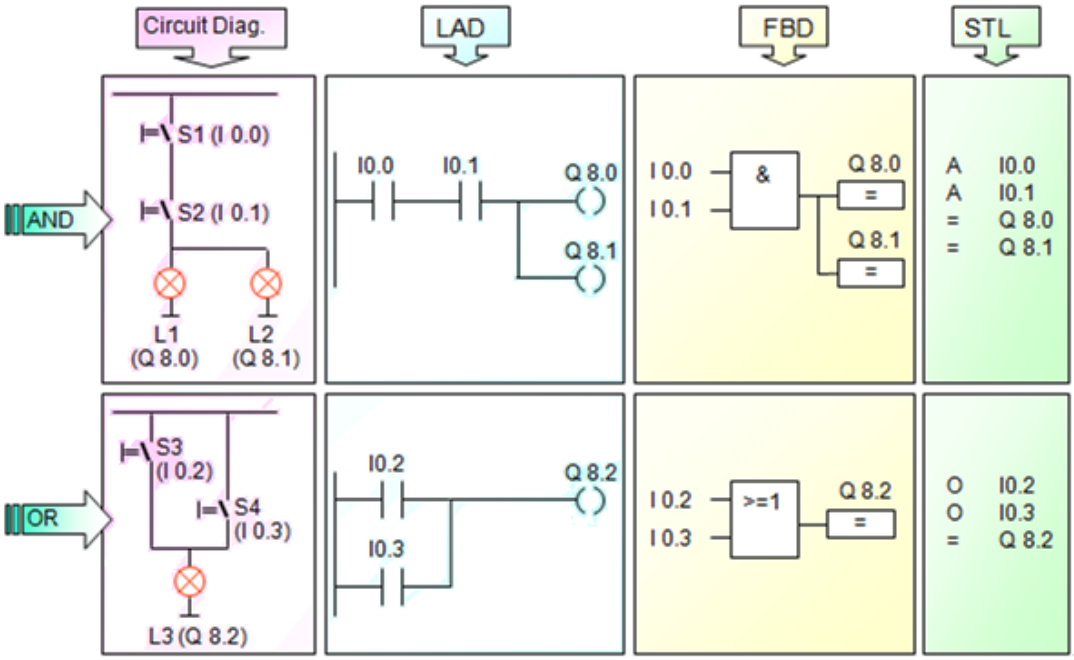
BR (Binary Result Bit)

وقتی که یک SFB یا SFC درون برنامه فراخوانی (CALL) می شود، از روی بیت BR می توان فهمید که آیا CPU قادر بوده است این تابع را بدون خطا اجرا کند یا خیر.

ـ اگر بیت BR، صفر باشد بدین معناست که در حین اجرای تابع سیستمی (SFC یا SFB) خطا رخ داده است.

ـ اگر بیت BR، یک باشد بدین معناست که تابع بدون خطا اجرا شده است.

اگر بخواهیم FB یا FC ای را که به زبان SFL برنامه نویسی شده است توسط ویرایشگر LAD /FBD فراخوانی کنیم، باید وضعیت RLO را بلافاصله قبل از ترک بلوک مربوط به آن در بیت BR ذخیره نماییم. بدین ترتیب، پایه ENO (Enable Output) از چهار گوشی (Box) که در ویرایشگر LAD /FBD برای فراخوانی بلوک قرار داده شده است فعال خواهد شد. دستورهای SAVE، JCB و JNB سبب ذخیره شدن وضعیت RLO در بیت BR می شوند.

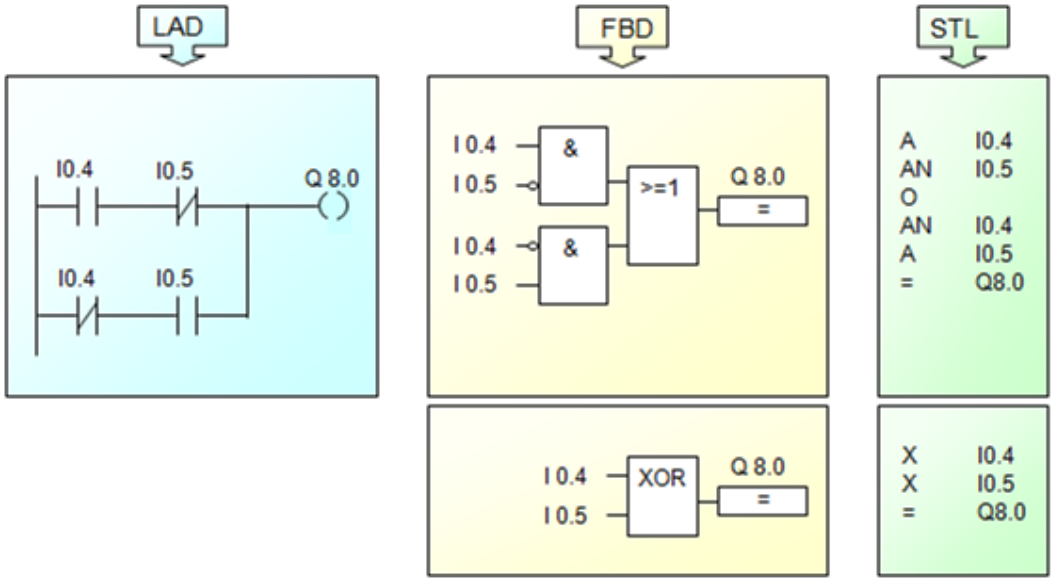


AND

I 0.0	I 0.1	Q 8.0
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

OR

I 0.2	I 0.3	Q 8.2
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



Logic Table

XOR

I 0.4	I 0.5	Q 8.0
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

نشاندن (set) و بازنشانی (Reset) بیت های حافظه و خروجی ها

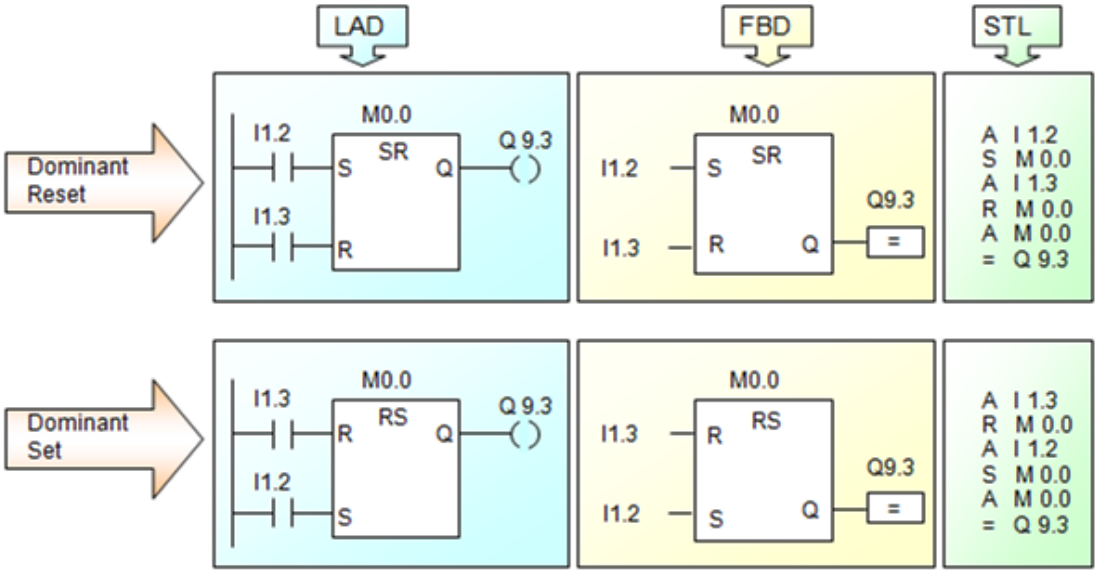
در برخی شرایط کنترلی خاص، به دلیل ایمنی یا ... برای شروع به کار یا توقف یک دستگاه لازم است فقط در یک لحظه به خصوص، کلیدی فعال یا دکمه ای (Push Button) فشار داده شود. در چنین حالتی باید از دستورهای Set و Reset در فلیپ فلاپ ها، که کاربرد فراوانی در برنامه ها دارند، استفاده نمود.

فلیپ فلاپ های مورد استفاده در برنامه نویسی PLC به یکی از دو نوع زیر می باشند:

۱ـ فلیپ فلاپ SR

۲ـ فلیپ فلاپ RS

این دو نوع فلیپ فلاپ تنها در ارجحیت ورودی های نشاندن set و Reset متفاوتند در ادامه، صورت های مختلف نمایش فلیپ فلاپ ها نشان داده شده اند.



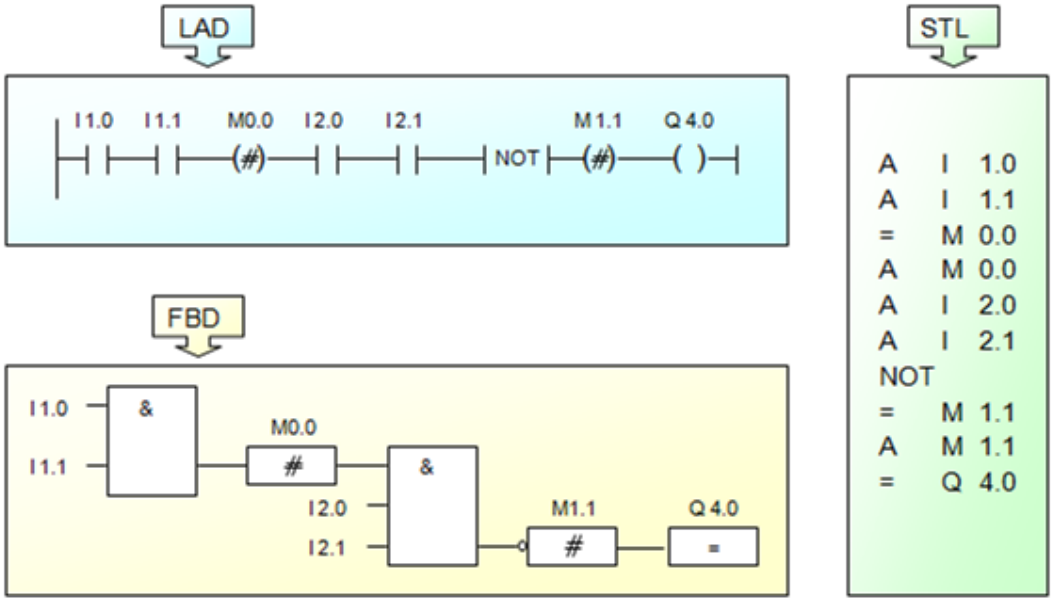
دستور NOP 0 (No Operation Zero)

یک فلیپ فلاپ SR را در نظر می گیریم و برنامه ای را جهت نشاندن و بازنشانی آن می نویسیم. حال اگر خواسته باشیم از خروجی، هیچ استفاده ای نکنیم یا به عبارت دیگر سطرهای پنجم و ششم از برنامه نوشته شده به روش STL را حذف نماییم به گونه ای که مقادیر ورودی در ترمینال های R و S به خروجی منتقل نشوند، از دستور NOP0 استفاده می گردد در این جا با استفاده از همین دستور، برنامه قبلی را بازنویسی می گردد.

دستور NOP 0 دستوری مختص PLC های زیمنس است. با استفاده از این دستور در برنامه نویسی به روش STL می توان برنامه نوشته به این روش را به LAD و FBD تبدیل نمود (تنها در صورت عدم استفاده از بخشی از برنامه می توان دستور NOP 0 را جایگزین آن بخش از برنامه نمود) در بخش های بعدی از این دستور در تعریف تایمرها، شمارنده ها (Counters) و ... مکرراً استفاده میگردد.

کانکتور (Connector)

در برخی موارد لازم است که برقراری بعضی شرایط یا مقدار یک خروجی را به چند خروجی دیگر نیز اعمال کنیم. برای این منظور از کانکتور یا جعبه تقسیم استفاده می نماییم.کانکتور مقدار جاری RLO را در یک آدرس مشخص ذخیره می کند و بدین ترتیب می توان در صورت نیاز در محل های مختلف از آن استفاده کرد. در برنامه نویسی به زبان LAD یا FBC، کانکتور با نماد ---(#)--- نشان داده می شود؛ اما در زبان STL، مقدار موجود در کانکتور را در یک بیت حافظه قرار می دهیم تا در صورت نیاز بتوانیم آن را به خروجی های مختلف نسبت داده می شود.



تشخیص لبه RLO

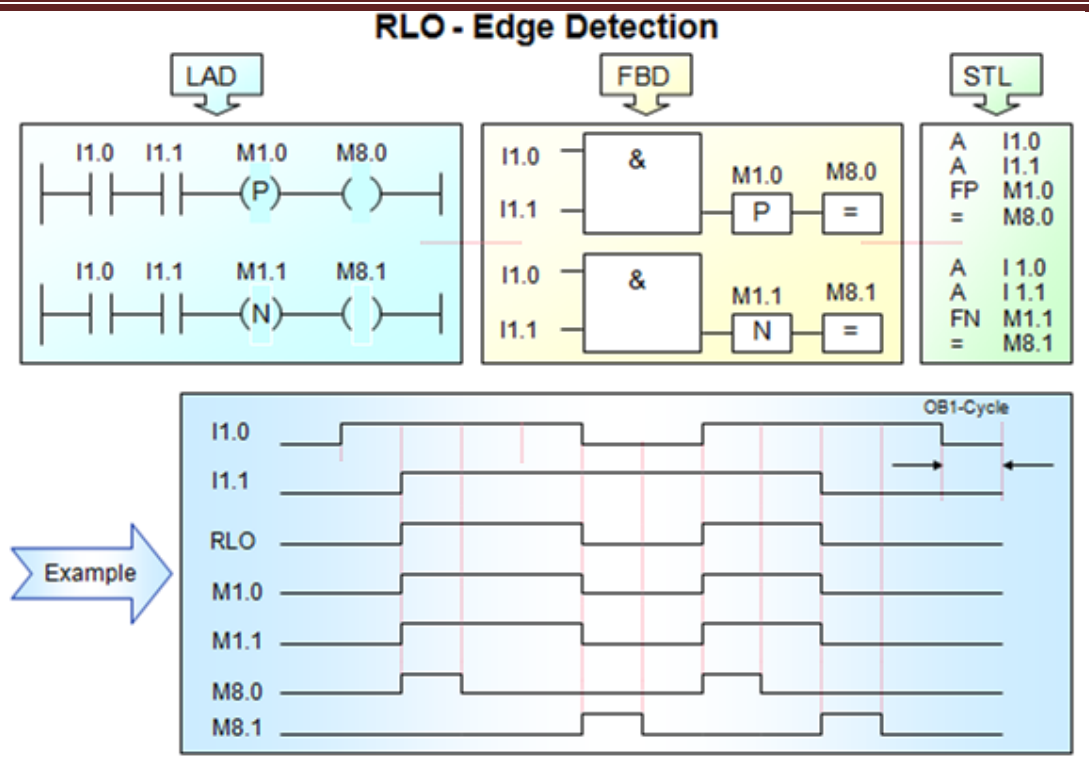
در برخی موارد، حین اجرای برنامه لازم است تا یک عمل، تنها برای مدت یک سیکل زمانی (Cycle Time) انجام شود. در چنین شرایطی باید از دستورهای تشخیص لبه استفاده نماییم:

دستور FN (Edge Negative)

دستور FN<Bit> لبه پایین رونده RLO را تشخیص می دهد. برای آن که سیستم قادر به تشخیص لبه باشد حالت قبلی بیت RLO در پرچم (Flag) تشخیص لبه (<Bit>) ذخیره می شود و اگر بین مقدار قبلی و فعلی RLO، تفاوتی به وجود آید و یک لبه پایین رونده تشخیص داده شود، بعد از اجرای این دستور مقدار بیت RLO به مدت یک سیکل زمانی، 1 خواهد شد.

دستور FP(Edge Positive)

دستور FP<Bit> لبه بالا رونده RLO را تشخیص می دهد. حالت قبلی بیت RLO که از سیکل قبلی به دست آمده است در پرچم (Flag) تشخیص لبه (<Bit>) ذخیره می شود و اگر بین مقدار قبلی و فعلی RLO تفاوتی به وجود آید و یک لبه بالا رونده تشخیص داده شود، مقدار بیت RLO بعد از اجرای این دستور به مدت یک سیکل زمانی، 1 خواهد شد.



دستور SET

با اجرای این دستور، مقدار بیت RLO ، 1 می شود. بعد از این دستور می توان RLO را به خروجی و بیت های حافظه مختلفی نسبت داد و بدین ترتیب، مقدار همه آنها را به طور یکجا 1 کرد.

دستور CLR

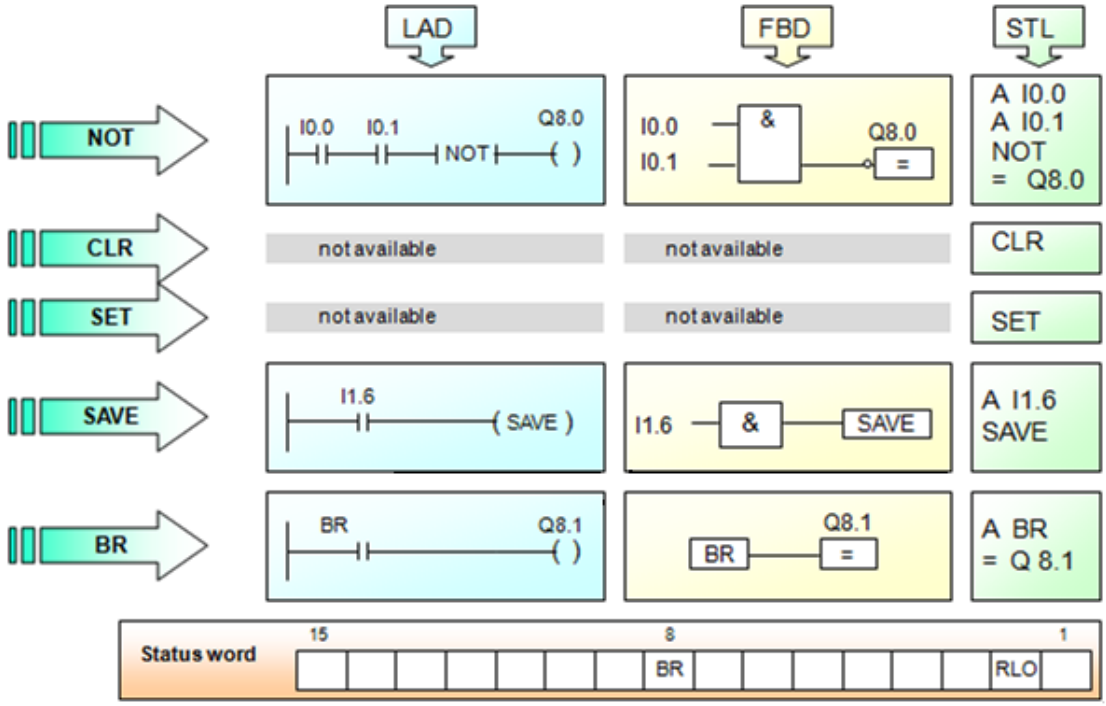
با اجرای این دستور مقدار بیت RLO، 0 می شود. دستورهایی که در RLO تأثیر گذارند عبارتند از:

NOT: این دستور، RLO را معکوس می کند.

CLR : این دستور، RLO را 0 می کند (در حال حاضر این دستور، فقط در STL موجود است)

SET: این دستور، RLO را 1 می کند (در حال حاضر این دستور، فقط در STL موجود است)

SAVE : این دستور، RLO را در بیت BR ذخیره می کند. برای بررسی وضعیت RLO ذخیره شده می توانیم از دستورBR A استفاده میگردد



تابع رله کنترل اصلی (Master Control Relay-MCR)

با استفاده از تابع رله کنترل اصلی (MCR) می توان شرایطی ایجاد نمود که در صورت برقرار نبودن این شرایط قسمتی از برنامه بین دو دستور)MCR و (MCR قرار گرفته است، اجرا نشود. در حقیقت تابع MCR عملکردی مشابه دستور IF در زبان های برنامه نویسی کامپیوتری دارد.

در ادامه، اجزای تابع رله کنترل اصلی شرح داده می شود:

MCR Zone : به بخشی از برنامه که بین دو دستور)MCR و (MCR قرار گرفته است، MCR Zone گفته می شود.

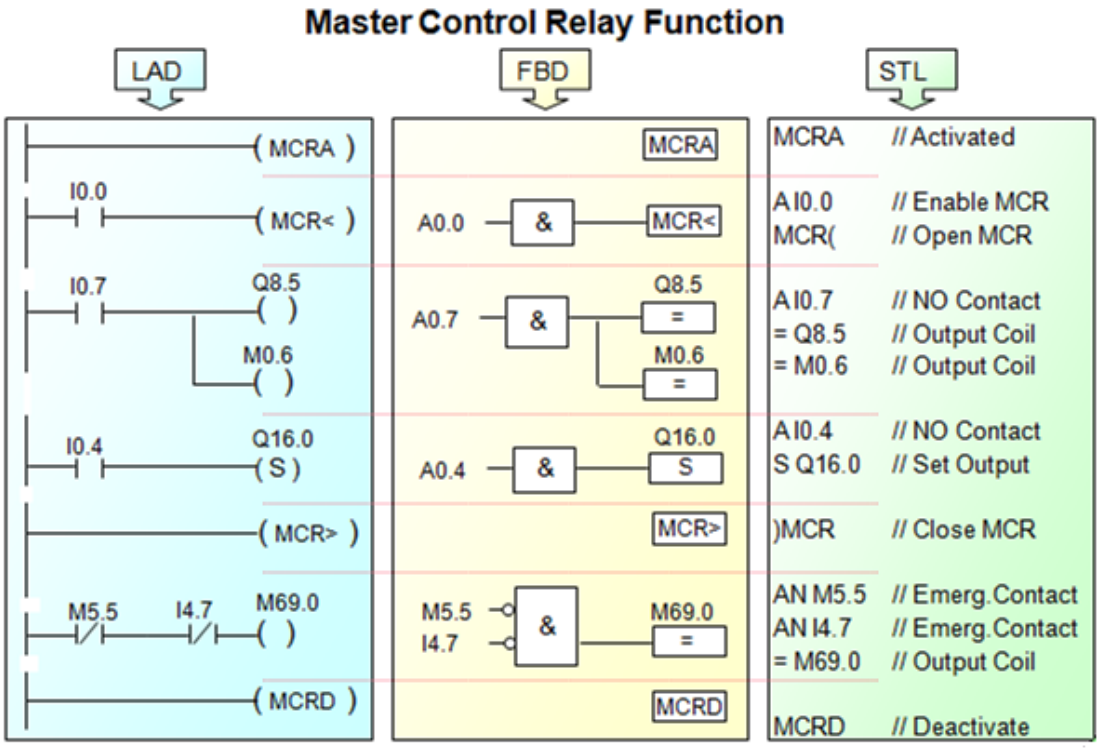
دستور MCR A : این دستور تابع MCR را فعال می کند. بعد از این دستور می توان MCR Zone ها را ایجاد و برنامه نویسی کرد.

دستور MCR D : این دستور تابع MCR را غیر فعال می کند. بعد از این دستور نمی توان MCR Zone دیگری را ایجاد و برنامه نویسی کرد؛ مگر این که بعد از این دستور، تابع MCR توسط دستور MCR A فعال شده باشد.

دستور)MCR : این دستور، MCR Zone را باز و RLO را در MCR Stack ذخیره می کند.

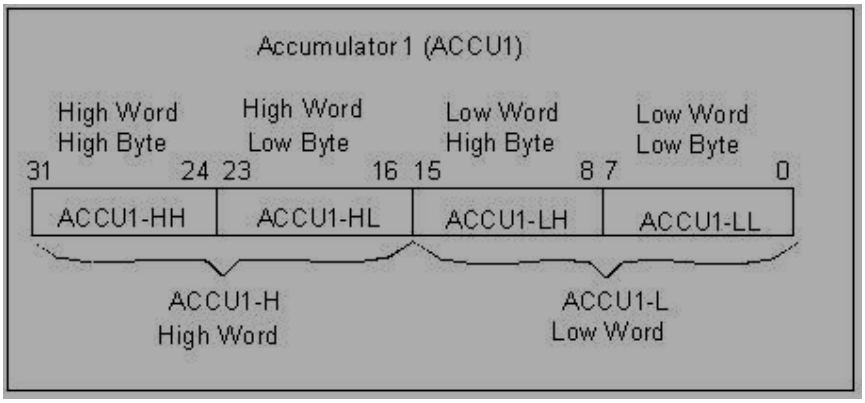
توجه : تابع MCR توسط MCR Stack کنترل می شود. از آنجا که عمق این (stack)، ۸ بیت است و هر دستور)MCR برای قرار دادن RLO در این پشته (stack) به یکی از این بیت ها احتیاج دارد، می توان بعد از فعال کردن تابع MCR حداکثر هشت MCR Zone متوالی ایجاد نمود.

دستور (MCR : این دستور آخرین MCR Zone باز شده را می بندد و RLO ذخیره شده در MCR Stack را پاک می کند.



دستورهای بارگذاری (Load –L) و انتقال (Transfer –T)

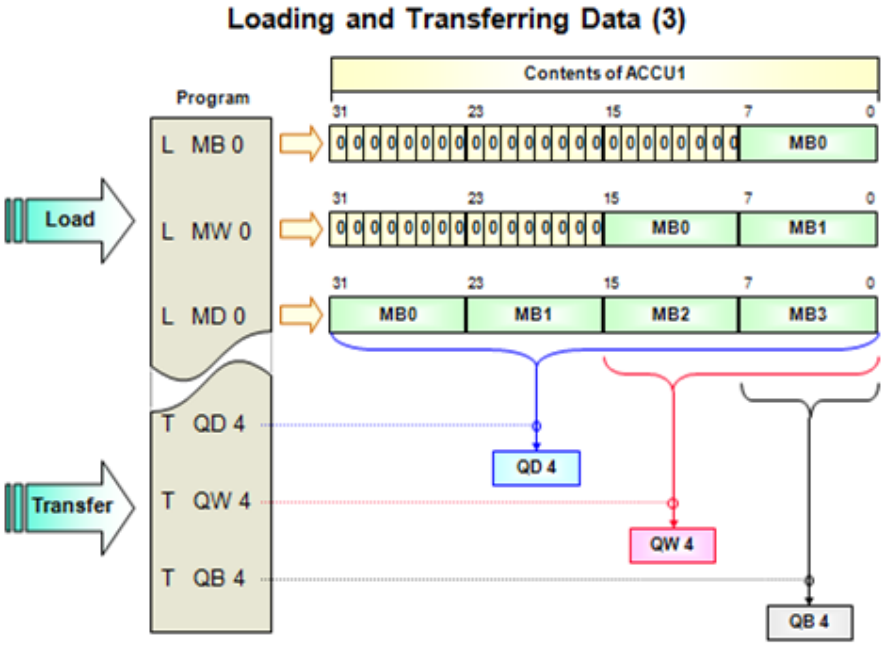
جهت مبادله اعداد احتیاج به یک حافظه واسطه است که به آن انباره (Accumulator – ACCU) گفته می شود به عبارت دیگر، انباره ها حافظه های کمکی CPU می باشند که از آنها برای مبادله اعداد بین آدرس های مختلف و عملیات مقایسه در ریاضی استفاده می شود. انبارها از نوع ثبات (Register) و ۳۲ بیتی می باشند. CPU های سری S7-300، دارای ۲ انباره و CPU های سری S7-400، دارای ۴ انباره می باشند.



دستور L(Load)

دستور L، به معنی بارگزاری (Load)است و به کمک آن، عدد موجود در یک بایت، کلمه، دو کلمه یا اعدادثابت توسط CPU خوانده می شود و در انباره ۱ (ACCU1) قرار داده می شود.

فرض کنید CPU مورد بحث ما دارای دو انباره (ACCU2وACCU1) است. حال، دستور L IW4را در نظر بگیرید. این دستوربدان معناست که ۱۶ بیت موجود در کلمه ورودی شماره ۴ یا به هبارتی بایت های ۴و۵ به داخل انباره ۱ یعنی ACCU 1 فرستاده شوند. اگر در همین حالت، دستور بعدی یعنی L ID6 اجرا گردد، ابتدا اطلاعات موجود در ACCU 1 یعنی IW 4 به ACCU 2 منتقل می شود و سپس ID6 به ACCU 1 انتقال می یابد. چنانچه در این وضعیت، دستور بارگذاری دیگری نظیر L MW 20 اجرا شود محتویات فعلی ACCU 2 یعنی IW 4 دور ریخته می شود، ID 6 در ACCU 2 ذخیره می شود، سپس MW 20 به ACCU 1 منتقل می شود. بنابراین به دلیل وجود دو انباره و سه دستور بارگذاری، اولین دسته اطلاعات از بین می رود. پس در صورتی که بخواهیم مثلاً سه عدد را با هم جمع کنیم ابتدا باید دو عدد را با یکدیگر جمع و سپس حاصل جمع این دو عدد را با عدد سوم جمع کنیم. در غیر این صورت اطلاعات بارگذاری شده مربوط به عدد اول از دست خواهد رفت.



دستور T(Transfer)

دستور T ، به معنی دستور (Transfer) است و به کمک آن، اطلاعاتی که در انباره ۱ موسوم به ثبات مرکزی قرار دارد توسط CPU به خروجی یا حافظه بیتی مورد نظر منتقل می شود. نمونه هایی از این دستور، T MW 14 و TQD 3 ، می باشند.

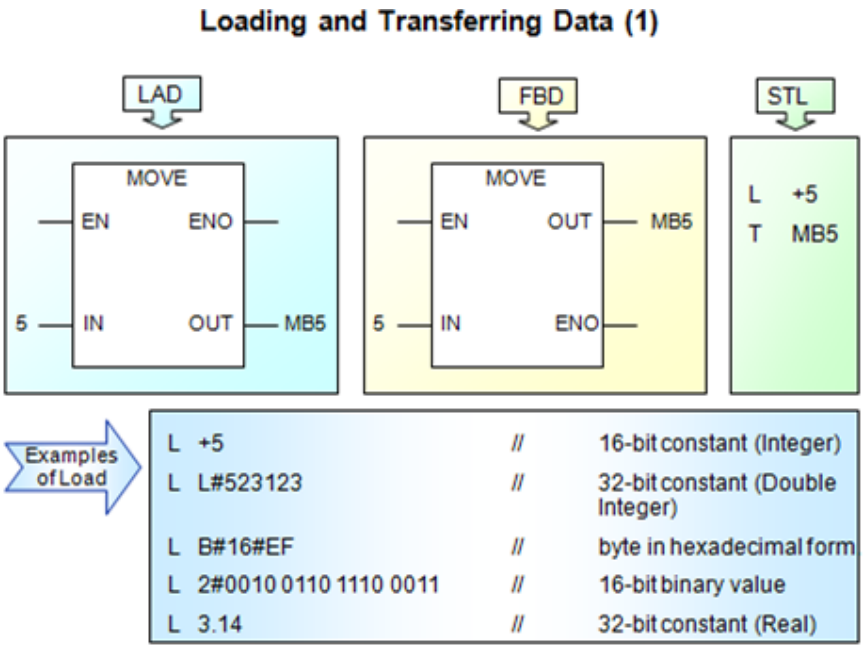
با اجرای دستور TQD 3 ، محتویات انباره ۱ (ACCU 1) به خروجی QD 3 منتقل می شود. قابل ذکر است که در این جا به جایی و انتقال، اطلاعات اصلی در انباره ۱ باقی می مانند و تنها رونوشتی از اطلاعات موجود در انبارهٔ ۱ به QD 3 انتقال می یابد با اندکی تأمل در می یابیم که در حقیقت رابط بین CPU و دنیای خارج، همان انباره ۱ است.

دستور MOVE در زبان برنامه نویسی LAD و FBD

در زبان های LAD و FBD با فعال شدن ورودی EN، مقدار موجود در ورودی IN به آدرسی که در خروجی OUT مشخص شده است کپی می شود.

حالت سیگنال ENO، شبیه EN است. یعنی به محض فعال شدن EN، خروجی ENO نیز فعال خواهد شد.

در زبان برنامه نویسی LAD و FBD با به کار بردن ورودی فعالساز (EN) عملیات انتقال و بارگذاری به RLO وابسته خواهد شد.



دستورهای ریاضی مختص اعداد صحیح ۱۶ بیتی

این دستورها شامل جمع، تفریق، ضرب و تقسیم می باشند که در ادامه به معرفی آنها خواهیم پرداخت

دستور جمع دو عدد صحیح ۱۶ بیتی (+I)

این دستور، دو عدد صحیح بارگذاری شده در (ACCU 1) و (ACCU 2) را با یکدیگر جمع می کند و نتیجه را درون ACCU 1 قرار می دهد.

دستور تفریق دو عدد صحیح ۱۶ بیتی (–I)

با استفاده از این دستور می توان دو عدد صحیح ۱۶ بیتی را تفریق نمود.

دستور ضرب دو عدد صحیح ۱۶ بیتی (×I)

این دستور، دو عدد بارگذاری شده در انباره ها را در یکدیگر ضرب می کند و حاصل را در انباره ۱ قرار می دهد.

دستور تقسیم دو عدد صحیح ۱۶ بیتی (/I)

در برنامه ای که به ذکر آن می پردازیم از این دستور استفاده شده است :

```
L   IW   10
L   IW   40
/I
T   MD   20
```

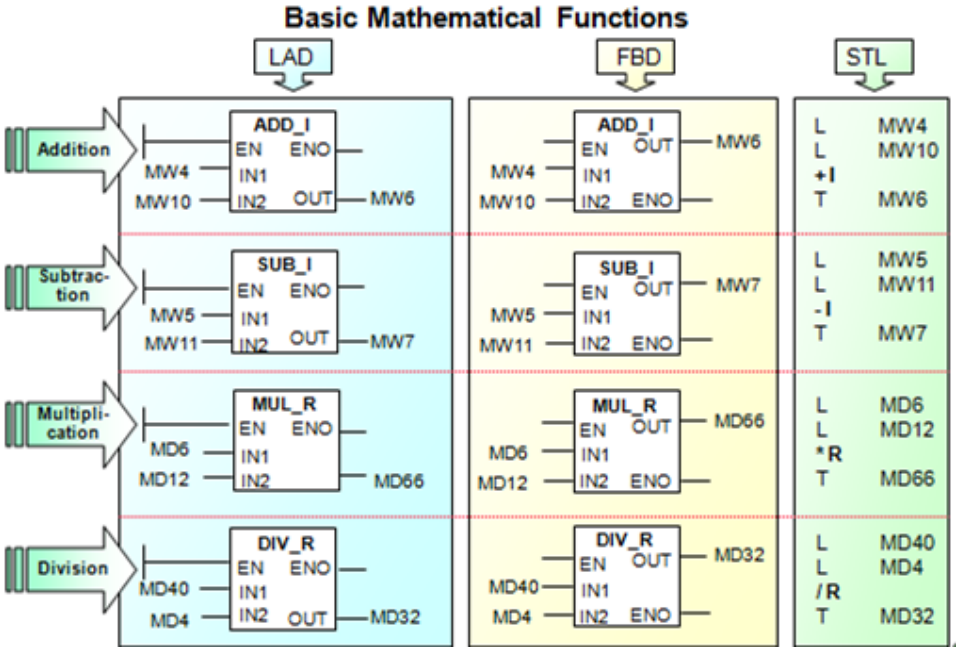
توضیح هر یک از دستورهای این برنامه عبارت است از:

L IW 10 : با اجرای این دستور کلمه ورودی ۱۰ به ACCU 1-L منتقل می شود.

L MW 14 : با اجرای این دستور ابتدا محتوای ACCU 1-L در ACCU 2-L بارگذلری می شود سپس محتوای MW 14 در ACCU 1-L بارگذاری می شود.

/I : با اجرای این دستور ACCU2-L بر ACCU 1-L تقسیم و حاصل در انباره ۱ ذخیره می شود. گفتنی است که خارج قسمت در ACCU 1-L و باقیمانده در ACCU 1-H ذخیره می شود.

T MD 20 : با اجرای این دستور محتوای انباره ۱ به MD 20 منتقل می شود.



دستورهای ریاضی ممیز شناور (دستورهای پایه)

R+ : از این دستور برای محاسبه جمع دو عدد حقیقی بارگذاری شده در انباره ها (ACCU 1 و ACCU 2) استفاده می شود.

R- : از این دستور برای محاسبه تفریق دو عدد حقیقی بارگذاری شده در انباره ها استفاده می شود

R* : از این دستور برای محاسبه ضرب دو عدد حقیقی بارگذاری شده در انباره ها استفاده می شود.

R/ : از این دستور باری محاسبه حاصل تقسیم دو عدد حقیقی بارگذاری شده در انباره ها (ACCU 1 و ACCU 2) استفاده می شود

ABS : از این دستور برای محاسبه قدر مطلق عدد حقیقی بار گذاری شده در انباره ۱ و ذخیره نتیجه به دست آمده در همان جا استفاده می شود.

دستورهای ریاضی ممیز شناور (دستورهای توسعه یافته)

SQR : از این دستور برای محاسبه مربع یک عدد حقیقی استفاده می شود

SQRT : از این دستور برای محاسبه ریشه دوم عدد حقیقی بارگذاری شده در انبارهٔ ۱ استفاده می شود.

EXP : از این دستور برای محاسبه مقدار نمایی (Eponential) یک عدد حقیق استفاده می شود.

LN : از این دستور برای محاسبه لگاریتم طبیعی یک عدد حقیقی استفاده می شود.

SIN : از این دستور برای محاسبه سینوس یک زاویه که به صورت یک عدد حقیقی است استفاده می شود.

COS : از این دستور برای محاسبه کسینوس یک زاویه که به صورت یک عدد حقیقی است استفاده می شود

TAN : از این دستوربرای محاسبه تانژانت یک زاویه که به صورت یک عدد حقیقی است استفاده می شود

ASIN : از این دستور برای محاسبه سینوس معکوس عدد حقیقی بارگذاری شده در انبارهٔ ۱ استفاده می شود

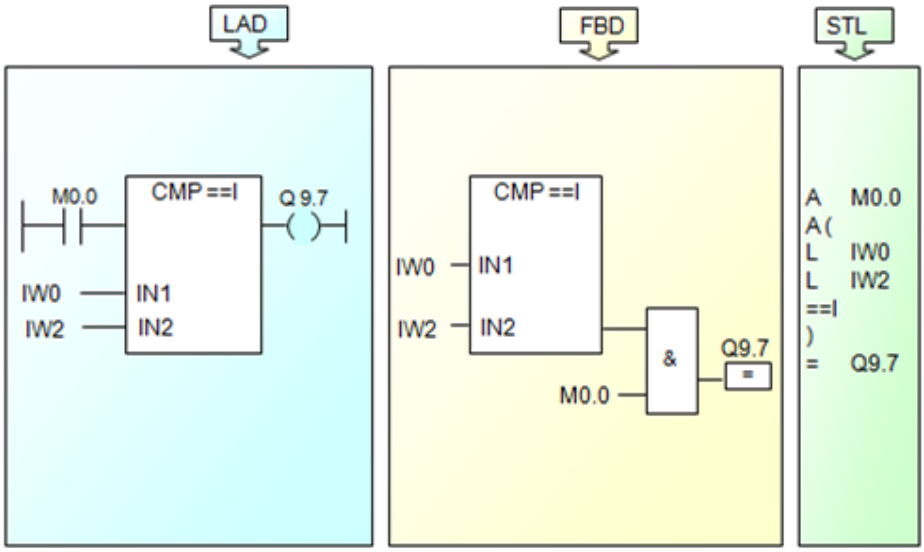
ACOS : از این دستور برای محاسبه کسینوس معکوس عدد حقیقی بارگذاری شده در انبارهٔ ۱ استفاده می شود

ATAN : از این دستور برای محاسبه تانژانت معکوس یک عدد حقیقی استفاده می شود.

عملیات مقایسه (comparison operations)

یکی دیگر از موارد استفاده انباره ها در مقایسه کننده هاست . یک مقایسه کننده مقدار دو ورودی را دریافت می نماید و خروجی مقایسه کننده را با توجه به نوع و نتیجه مقایسه ، فعال یا غیرفعال می کند.

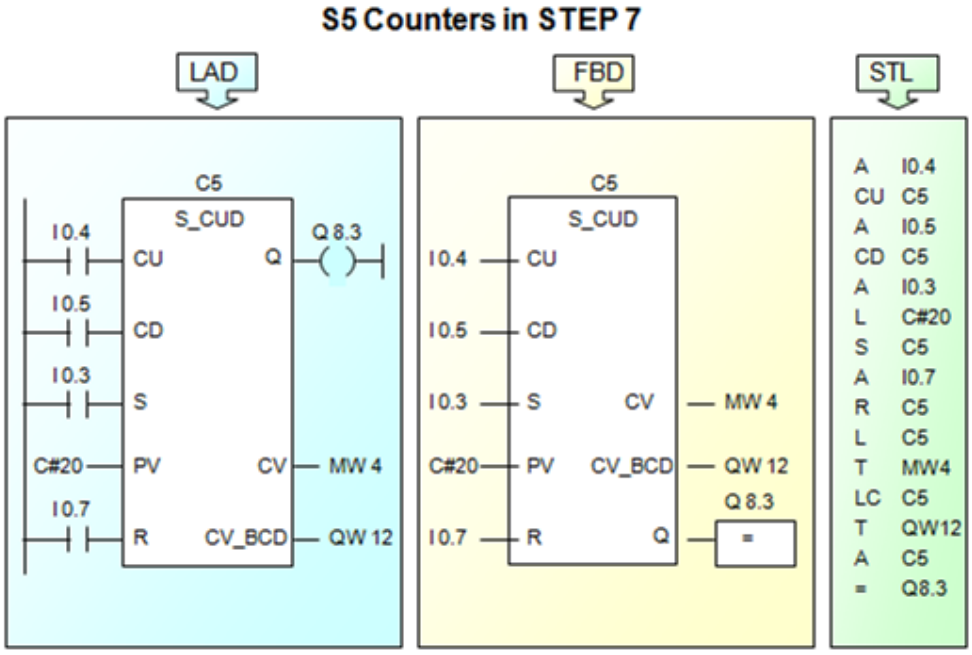
Comparison Operations



شمارنده ها (Counters)

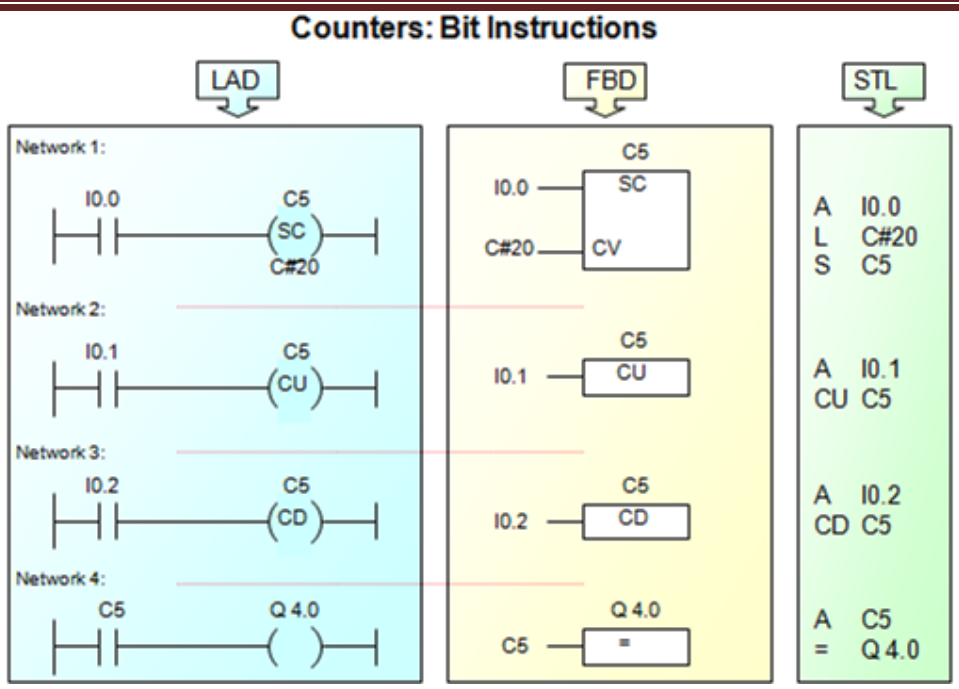
یکی از مواردی که در کنترل فرآیندهای صنعتی کاربرد فراوانی دارند شمارنده ها (Counters) هستند. در برخی از فرآیندها و خطوط تولید، نیاز به شمارش به وفور دیده می شود. از آن جمله، می توان به شمارش قطعات عبور کرده از خط تولید یا شمارش تعداد عناصری که باید در یک جعبه بسته بندی شوند اشاره کرد. علاوه بر این، شمارنه ها (Counters) در برنامه نویسی نیز کاربرد قابل ملاحظه ای دارند. تعداد شمارنده هایی که هر CPU در اختیار قرار می دهد متفاوت است. برای اطلاع از تعداد شمارنده هایی که یک CPU پشتیبانی می کند باید به مشخصات فنی CPU در CA01 مراجعه کرد. برای استفاده از هر شمارنده باید شماره آن را مثلاً (C5) ذکر نمود. در حافظه سیستمی CPU به هر شمارنده، یک کلمه (۱۶ بیت) اختصاص داده می شود که از آن، جهت ذخیره مقدار شمارنده (۰ تا ۹۹۹) در کد باینری استفاده می شود.

سه نوع شمارنده موجود عبارتند از: شمارنده افزایشی ـ کاهشی S-CUD(Up-Down Counter) ، شمارنده کاهشی S-(Down Counter)CD و شمارنده افزایشی S-CU(Up-Counter)



دستورهای بیتی شمارنده ها

دستور FR (Enabel Counter ; Free) : این دستور فقط در زبان STL وجود دارد. وقتی که RLO از صفر به یک تغییر می دهد، دستور FR لبه بالا رونده را که برای شمارش افزایشی یا کاهشی شمارنده به کار می رود، تشخیص می دهد و شمارنده را فعال می کند. استفاده از این دستور در حالت عادی ضروری نمی باشد.


Counters: Bit Instructions
LAD
FBD
STL
Network 1:
I0.0
C5
SC
C#20
C5
I0.0
SC
C#20
CV
A I0.0
L C#20
S C5
Network 2:
I0.1
C5
CU
C5
I0.1
CU
A I0.1
CU C5
Network 3:
I0.2
C5
CD
C5
I0.2
CD
A I0.2
CD C5
Network 4:
C5
Q 4.0
Q 4.0
C5
=
A C5
= Q 4.0

تایمرها (Timers)

تایمرها نقش بسیار مهمی در کنترل اکثر فرآیندها بر عهده دارند. از کنترل چراغ های راهنمایی سر چهار راه ها تا کنترل فرآیندهای پیچیده صنعتی، همگی نیاز به زمان سنجی دارند. تایمرها یک حافظه رزرو شده در CPU دارند. در این حافظه رزرو شده برای هر تایمر، یک کلمه (۱۶ بیت) در نظر گرفته شده است و مقدار زمان (Time value) در آن به صورت عدد باینری ۱۰ بیتی ذخیره می شود. برای یافتن تعداد تایمرهایی که یک CPU پشتیبانی می کند باید به اطلاعات فنی CPU مورد نظر، در کاتالوگ زیمنس مراجعه نمایید. بنا به نوع کاربرد تایمر می توان از انواع مختلف آن استفاده نمود. بنابراین تعیین نوع تایمر، در مورد استفاده از آن ضروری است.

انواع تایمرها عبارتند از:

۱ـ تایمر پله ای (Pulse Timer –SP)

۲ـ تایمر پله ای گسترده (Extended Pulse Timer – SE)

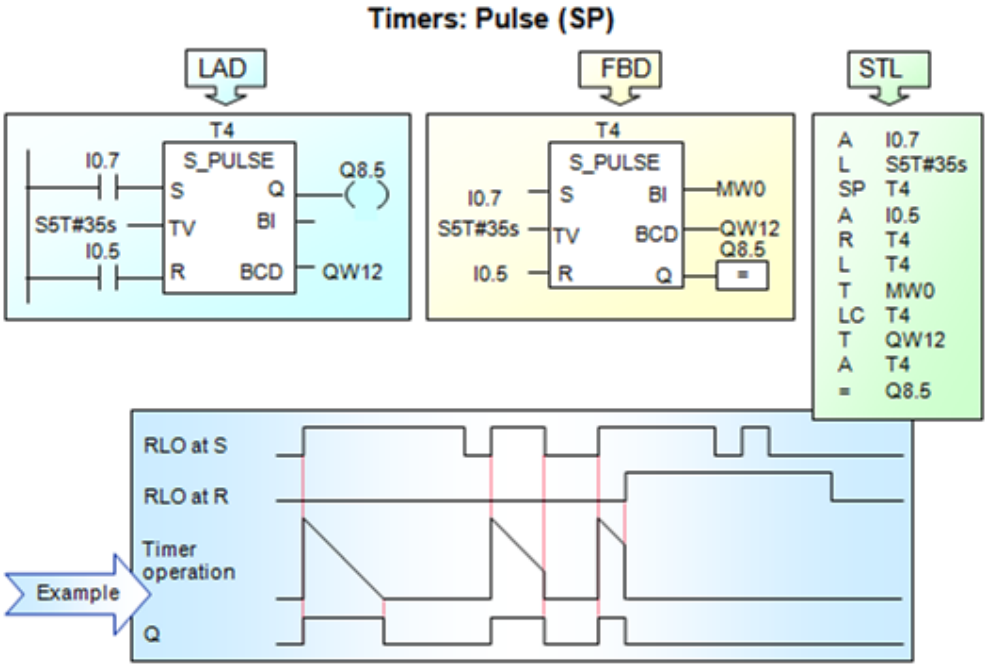
۳ـ تایمر با تأخیر روشن (On –Delay Timer – SD)

۴ـ تایمر با تأخیر خاموش (Off – Delay Timer-SF)

۵ـ تایمر با تأخیر ماندگاری (Stored On – Delay Timer – SS)

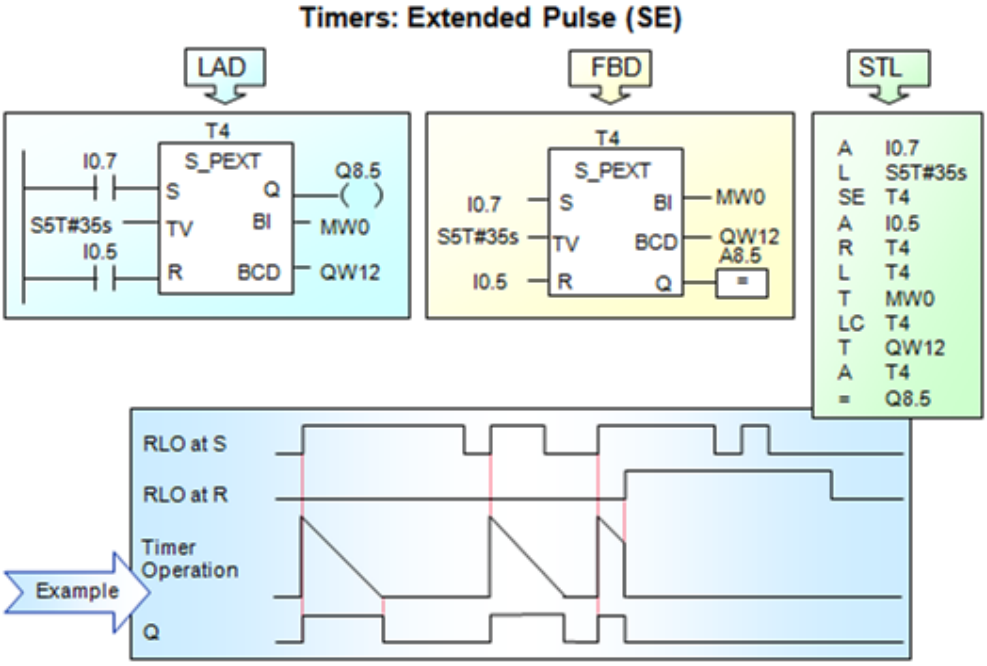
تایمر پله ای (Pulse Timer –SP)

در این تایمر، خروجی هم به لبه بالا رونده و هم به لبه پایین رونده حساس است. خروجی تایمر با لبه بالا رونده S به مدت TV ثانیه فعال و سپس غیر فعال می شود. با لبه پایین رونده S، خروجی نیز 0 خواهد شد. به عبارت دیگر خروجی تایمر بستگی به ورودی S خواهد داشت.



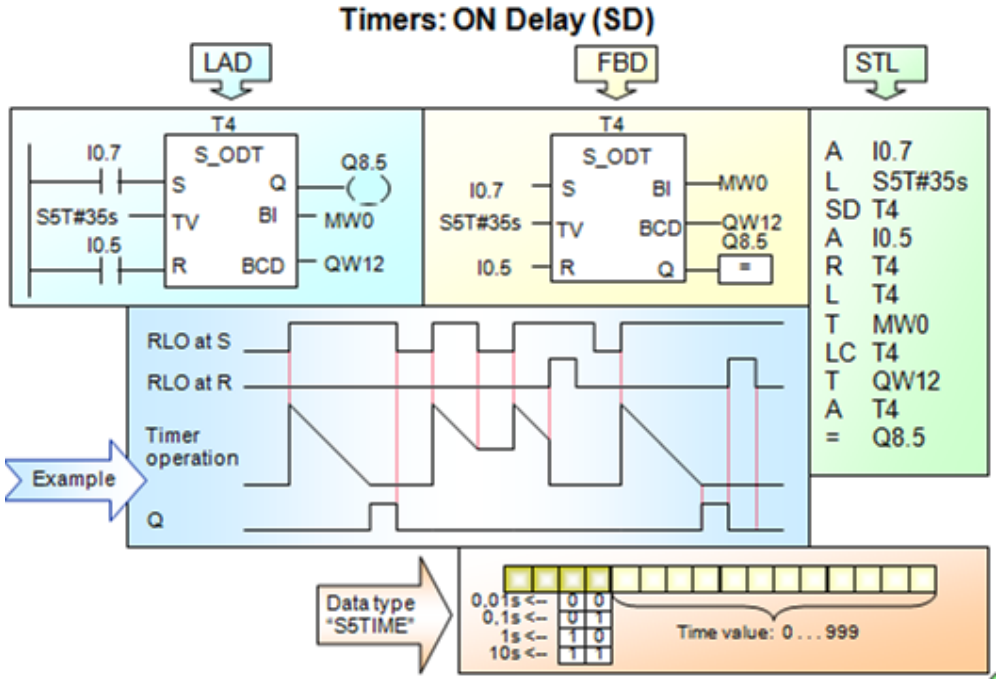
تایمر پله ای گسترده (Extended Pulse Timer – SE)

خروجی این تایمر، تنها به لبه بالا رونده ورودی S حساس است. با لبه بالا رونده ورودی S، خروجی تایمر به مدت TV ثانیه فعال و سپس خاموش می شود. در صورتی که در مدت زمانی کمتر از TV ثانیه در ورودی S یک لبه پایین رونده داشته باشیم، این لبه، بر خروجی بی تأثیر است و پس از گذشت مدت زمان TV، خروجی غیر فعال می شود.



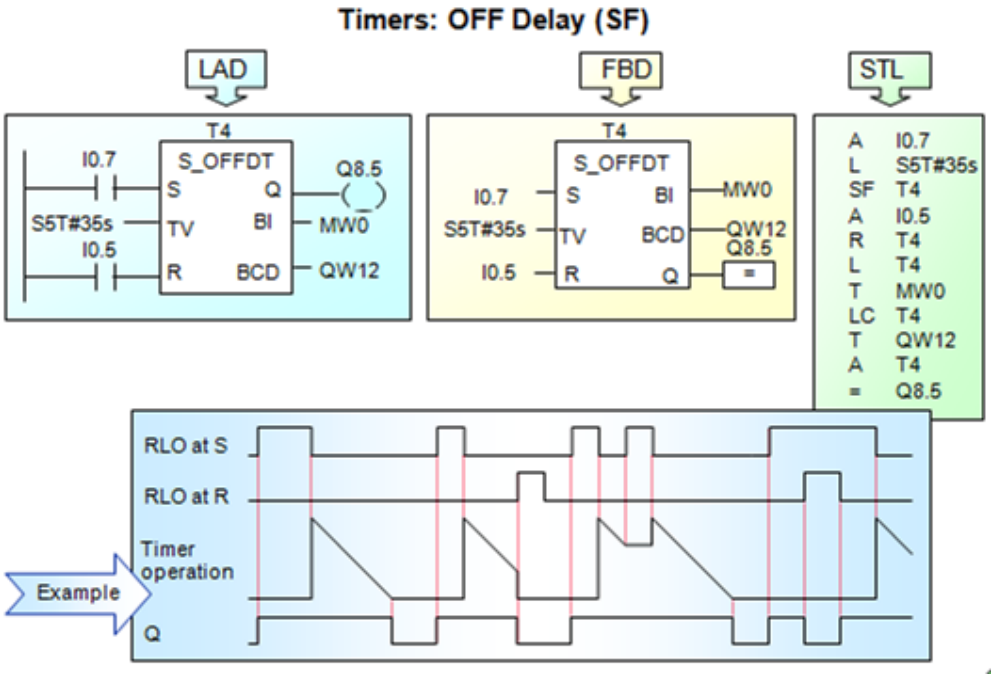
تایمر با تأخیر روشن (On –Delay Timer – SD)

خروجی این تایمر هم به لبه بالا رونده و هم به لبه پایین رونده ورودی S حساس است. در طول مدت زمان تایمر، ورودی S باید فعال باقی بماند. با لبه بالا رونده S، خروجی تایمر پس از مدت زمان TV ثانیه فعال و با لبه پایین رونده S، غیر فعال می شود. با اندکی تأمل در می یابیم که عملکرد این تایمر درست برعکس تایمر پله ای SP است.



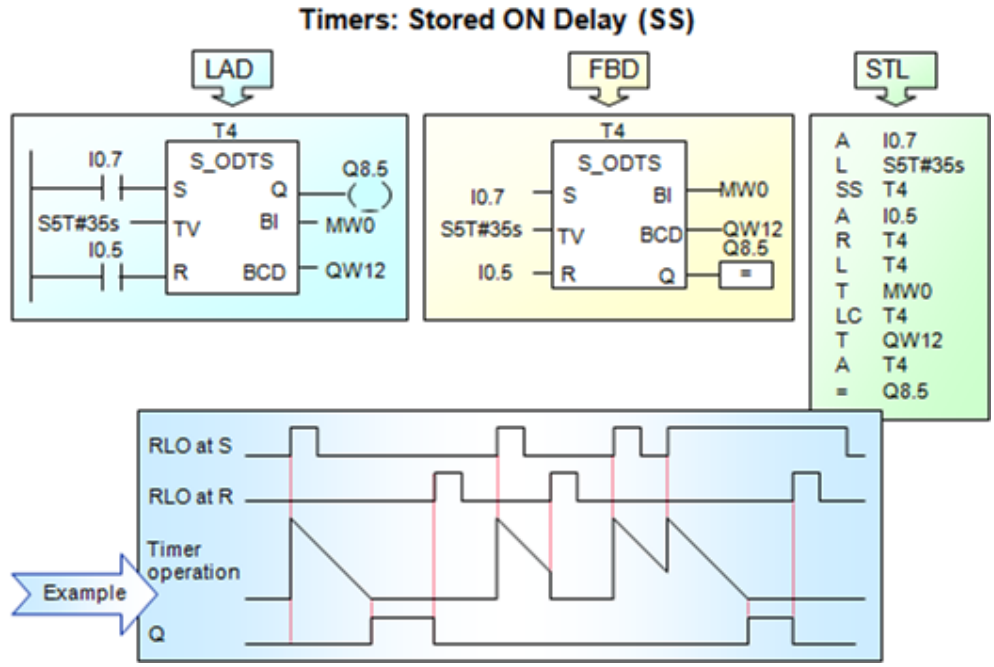
تایمر با تأخیر خاموش (Off – Delay Timer-SF)

خروجی این تایمر با لبه بالا رونده ورودی S فعال و با لبه پایین رونده ورودی S پس از TV ثانیه غیر فعال می شود.



تایمر با تأخیر ماندگاری (Stored On – Delay Timer – SS)

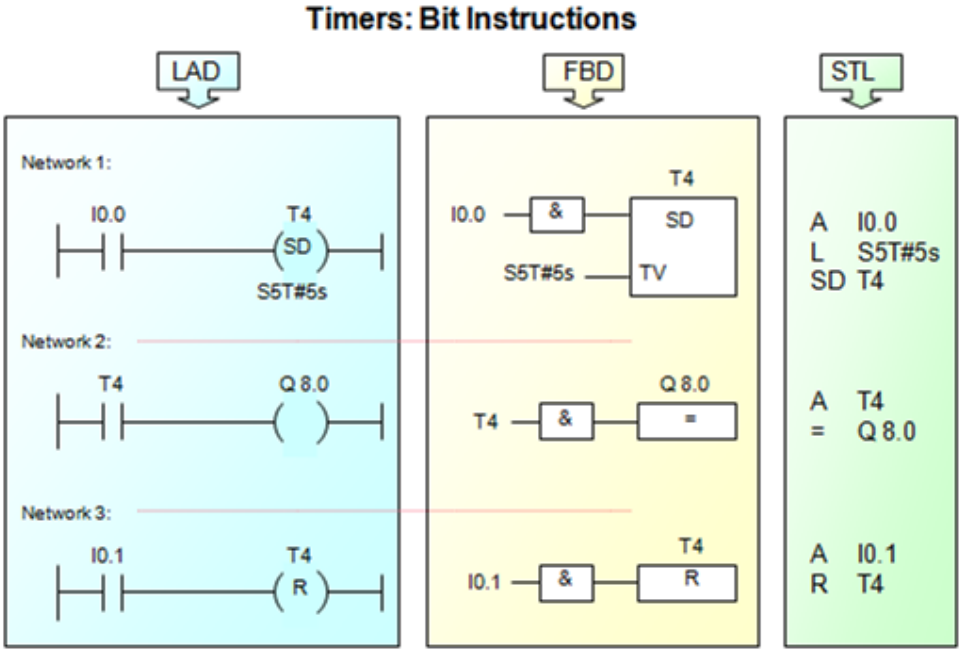
خروجی این تایمر، فقط به لبه بالا رونده ورودی حساس است. این تایمر با لبه بالا رونده ورودی S پس از TV ثانیه فعال می شود، در همین وضعیت باقی می ماند و تنها با فعال شدن ورودی R غیر فعال می شود عملکرد این تایمر، برعکس تایمر SE است.



دستورهای بیتی تایمرها

دستور FR (Enable Timer ; Free)

این دستور فقط در زبان STL وجود دارد. دستور FR وقتی که RLO از صفر به یک تغییر وضعیت می دهد لبه بالا رونده را تشخیص می دهد و تایمر را فعال می سازد. برای راه اندازی تایمر معمولاً نیازی به استفاده از این دستور نمی باشد و فقط برای راه اندازی مجدد تایمری که در حال کار است، به کار می رود؛ به طوری که آن را مجدداً با زمان اولیه راه اندازی می نماید.



دستور پرش (Jump Instructions)

با به کار بردن دستورهای پرش قادر به تغییر اسکن خطی (Linear Scan) برنامه خواهیم بود. مقصد پرش توسط یک برچسب (Label) مشخص می شود. در یک برنامه فقط باید یک مقصد برای یک دستور پرش خاص وجود داشته باشد. هر برچسب پرشی می تواند حداکثر چهار کاراکتری باشد و اولین کاراکتر حتماً باید یکی از حروف الفبا باشد. سایر کاراکترها می توانند حرف یا عدد باشند. پرش به دو جهت جلو و عقب امکان پذیر است. فاصله بین مبدأ و مقصد یک پرش حداکثر می تواند ۳۲۷۶۸ – یا ۳۲۷۶۷ + کلمه باشد.

هر دستورالعمل دارای یک کد است که می تواند ۱ ، ۲ یا ۳ کلمه باشد. بنابراین حداکثر تعداد دستورالعمل هایی که می توان از آنها پرش کرد بستگی به نوع دستورالعمل هایی دارد که در یک برنامه از آنها استفاده شده است.

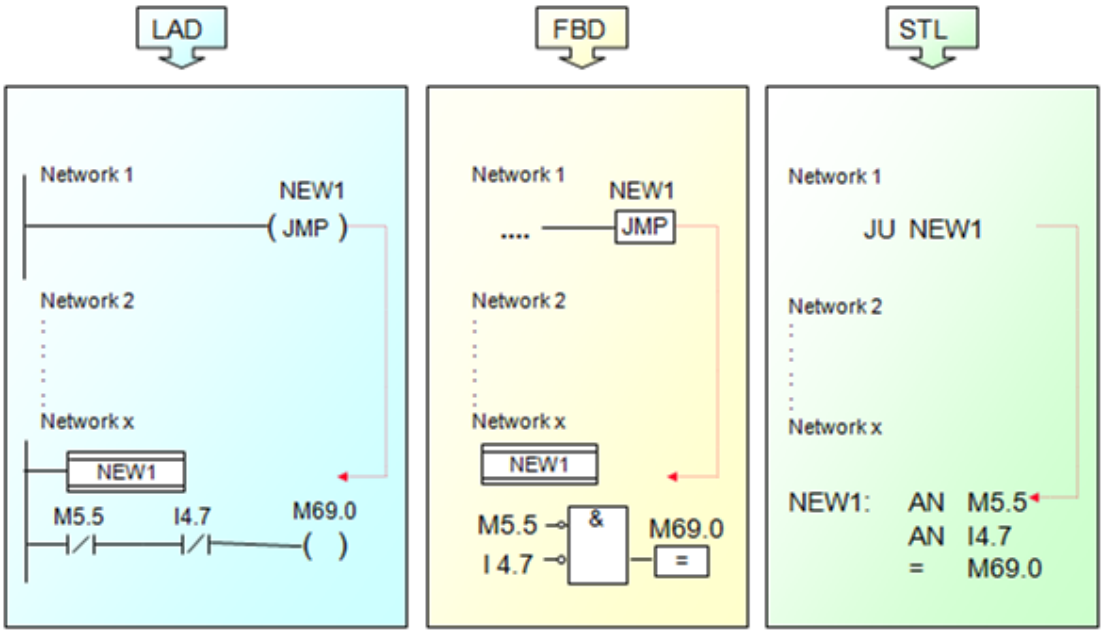
عمل پرش با توجه به محتویات کلمه وضعیت انجام می شود.

دستور پرش غیر شرطی (Jump Unconditional – JU)

یکی از دستورهای غیر وابسته بیت RLO، دستور JU است. همانگونه که از نام این دستور بر می آید؛ با دستور پرش غیر شرطی بدون وجود هر گونه شرطی، پرش انجام می گیرد.

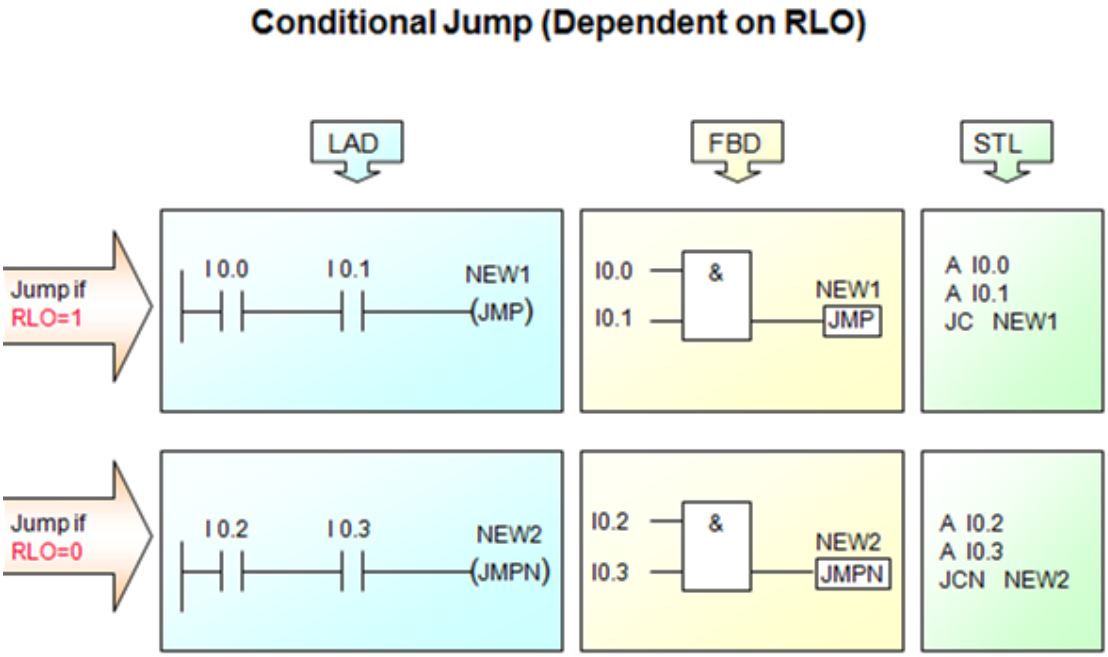
دستور JL (Jump to Labels) : توسط این دستور می توان چند پرش را برنامه ریزی کرد. فهرست مقصدهای پرش که تعداد آنها حداکثر می تواند ۲۵۵ مورد باشد از سطر بعد از دستور JL شروع می شود و تا سطر قبل از سطری که Label آن جلوی دستور JL مشخص شده است ادامه می یابد. هر مورد از فهرست مقصدهای پرش شامل یک دستور JL می باشد پرش براساس محتویات انبارهٔ ACCU 1 –L-L انجام می گیرد. بدین صورت که اگر مقدار آن صفر باشد، اولین دستور JU از فهرست مقاصد پرش اجرا می گردد و اگر مقدار آن یک باشد، دومین دستور JU اجرا می شود و ... و در صورتی که مقدار ACCU1 –L-L بیش از تعداد دستورهای JU (تعداد مقاصد پرش) باشد. پرش به برچسب مشخص شده در جلوی دستور JL انجام می شود.

Unconditional Jump (Independent of RLO)



دستور پرش شرطی (Jump Conditional – JC)

اجرای این دستور، برخلاف دستور JU وابسته به بیت RLO است. در این دستور، پرش هنگامی صورت می گیرد که بیت RLO مربوط به سطر قبلی یک باشد.



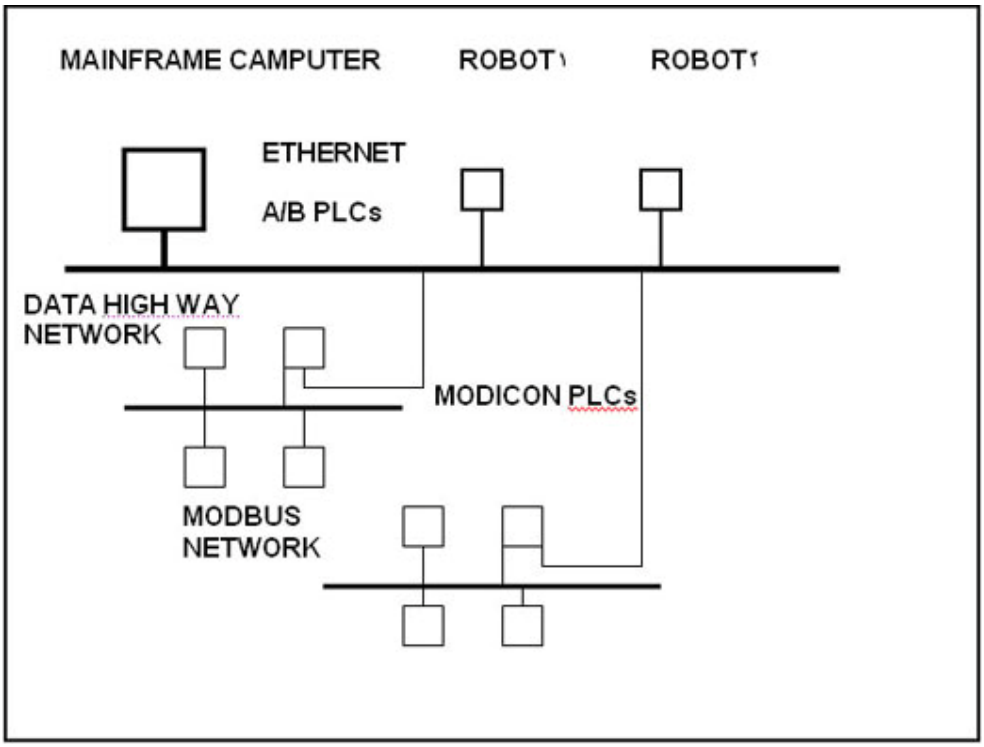
توضیحات	عملوند	عملکرد
پایان برنامه ـ برنامه صرف نظر از این که بیت RLO چه مقداری داشته باشد پایان می یابد.	—	BE
پایان برنامه بدون شرط ـ برنامه صرف نظر از این که بیت RLO چه مقدار داشته باشد پایان می یابد.	—	BEU
پایان برنامه با شرط ـ چنانچه مقدار RLO، 1 باشد برنامه پایان می یابد؛ در غیر این صورت اجرای برنامه ادامه خواهد یافت.	—	BEC

فصل سوم
شبکه های صنعتی

انتقال اطلاعات در صنعت

در سالهای اخیر مسئله بر قراری ارتباط در پروسه های صنعتی رشد چشمگیری داشته است. پیش از این ارتباط درصنعت و پرو سه های کنترل صنعتی به فرستادن سیگنال از جانب یک مرکز کنترل به مرکز فرماندهی خلاصه می شد، اما امروزه تمام کنترل کننده های کوچک و بزرگ (PLCs) در هر نقطه ای از فیلد که باشند باید با یکدیگر و در نهایت بامرکزکنترل مربوط به خود ارتباط بر قرار کنند و همین امر باعث پیچیده شدن هرچه بیشتر سیستمهای ارتباطی خواهد شد.PLCها امروزه طوری طراحی و سا خته می شوند که بجز وظیفه اصلی و مهم خود که همان اجرای فرامین کنترلی تعریف شده و کنترل اتو ماتیک یک پروسه صنعتی است، بتوانند موارد مهم دیگری از قبیل برقراری ارتباط با مرکز کنترل و دیگر کنترل کننده های داخل فیلد را نیز بر عهده بگیرند. بنابراین در ساختار داخلی آنها پیش بینی های لازم جهت استفاده از ابزار ها و لوازم خاص ارتباطی صورت گر فته است.به عنوان مثال می توانیم یک سیستم PLC که در محل خط تولید قرار دارد و توسط ترمینال مخصوص شبکه محلیLocal area network(LAN) به ماشینهای مرکز کنترل که در محل اتاق کنترل کار خانه قرار دارند،متصل کنیم و از همانجا ، PLC را کنترل کنیم.مثلا می توانیم بهPLC فرمان دهیم تا رو تین کنترلی مربوط به تولید قطعه ای خاص را اجرا کرده ، فرامین آنرا صادر کندو همچنین بر روند کل پروسه نظارت کامل داشته باشد.

سپس نفر بعدی که در شیفت بعدی فعالیت می کند ، می تواند یک گزارش کامل از چگونگی کنترل پروسه توسطPLCمورد نظر را تهیه کرده و از روی آن تعداد قطعات سالم و خراب و حتی زمانهای از دست رفته و تلف شده در حین تولید را محاسبه کند.مرکز تعمیرات کارخانه نیز می تواند با استفاده از روشهای ارتباطی و مخابراتی ، از بروز اشکال در هریک از ماشینهای کار خانه اطلاع حاصل کرده و پرسنل تعمیر کاری را جهت رفع اشکال اعزام دارد، مرکز تعمیرات حتی می تواند با اطلاع داشتن از وضعیت کلیه ماشینهای خراب، اولویت تعمیر را به هر کدام از آنها واگذار کند

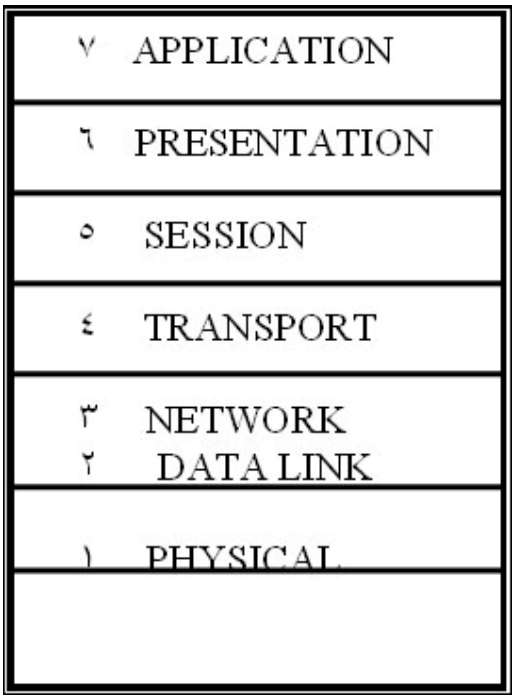


شکل۱- شبکه محلی PLCsو شبکه گسترده ETHENET بین کار خانه ها

همانطور که در شکل مشخص شده هر ماشین یک PLCدارد که آنها توسط شبکه محلی LANبهم مر تبط هستند و همگی روی لینک ارتباطی شبکه گسترده Ethernetبه هم مر تبط می شوند.در نگاه اول ممکن است اینطور به نظر برسد که PLCها و کنترل کننده های محلی تمامی اطلاعات در یافت کرده و جمع آوری کرده را مستقیما به کامپیوتر های اصلی در مرکز کنترل کارخانه ارسال می کنند، اما در عمل چنین چیزی غیر ممکن است ، زیرا با ارسال چنین حجم بزرگی از اطلاعات ، که در صد بسیار زیادی از آنها نیز برای مرکز کنترل بی ارزش محسوب می شوند،کامپیوتر های مرکز کنترل دچار مشکل شده و خیلی زود از کار خواهند افتاد.امروزه PLCها و کنترل کننده های محلی، خود به تنهایی قادر به آنالیز اطلاعات جمع آوری شده می باشند ، بنابراین پس از بررسی و آنالیز اطلاعات می توانند موارد سودمند و قابل استفاده برای سیستم کنترل را به مرکز کنترل ارسال کرده تا از آنها استفاده شود و در ضمن نسخه پشتیبان نیز از این اطلاعات تهیه خواهد شد.شبکه های محلی در محیط های صنعتی امروزه امکان استفاده های مختلفی را برای بخش ها و قسمت های مختلف کارخانه فراهم آورده اند،به عنوان مثال سیستم شبکه محلی کامپیوتر ها بین بخش های مختلف کارخانه که شامل امکانات پست الکترونیکی و انتقال اطلاعات بین کارمندان است،می تواند در کنار شبکه های صنعتی PLC،روی لینک شبکه محلی LANقرار گیرد و یک سیستم ارتباطی جامع را پدید آورد.

معماری شبکه:

در سالهای اخیر تولید کنندگان تجهیزات الکترونیکی و خصوصا سازندگان کنترلر ها و PLCها متو جه ساخت سیستمهای ارتباطی شده اندو اغلب آنها را ههایی را برای ارتباط بین سیستم های کنترل ساخت خو دشان پیشنهاد می کنند.اما با گذشت زمان و پیشرفت روز افزون صنایع و رشد چشمگیر آنها استفاده از یک نوع کنترلر و PLC در تمام سطوح کارخانه ای بزرگ امری غیر ممکن می نماید و بنابراین باید چاره ایی اندیشیدتا کنترلرها وPLCهای مختلف از مارک ها و مدل های مختلف که هر کدام به کنترل سیستمی خاص می پردازند(مثل کنترلر دستگاههای CNCیا روباتهای مونتاژگر) بتوانند با یگدیگر ارتباط بر قرار کنندبنابراین مدلی جامع متشکل از هفت لایه مجزا،به نام مدل ISO برای تعریف شبکه در نظر گرفته شد.



شکل۲- مدل هفت لایه ا یISO

تمام تجهیزات الکترونیکی در زمینه شبکه های ارتباطی امروزه از یک یا چند لایه از این مدل استفاده می کنند و فعالیتهای ارتباطی خود را تحت پوشش این استاندارد قرار داده ا ند.

لایه فیزیکی(Physical Layer):

ساده ترین لایه موجود لایه فیزیکی است که در موردشرایط جابجایی سیگنال های الکتریکی در طول خطوط و ما بین ابزار های مختلف شبکه به بحث می پردازد.نوع و شرایط کابل ها و سیم های ارتباطی و انواع سیگنال های مختلف مثل سیگنالهای و پالسهای on/offو شرایط انتشار آنها در این بخش مورد بحث قرار می گیرند،اما مقوله تشخیص خطا و رفع آن در محدوده کاری لایه فیزیکی نمی باشدو تنها در مورد رابطه های فیزیکی که کانال های مختلف را به هم مرتبط می کنند، صحبت می کند.

لایه دیتالینک(Data link Layer):

این لایه در ترکیب با لایه فیزیکی می تواند ضریب اطمینان کار با شبکه را تا حد بسیار زیادی بالا ببرد، زیرا این لایه به بحث در مورد تشخیص خطا یاDetection Error می پردازدو همچنین پس از پرداختن به مقوله تشخیص خطا در امر رفع ان خطا نیز راه حل های مناسبی را ارائه خواهد کرد.بنابراین بحث در مورد Error Detectionو Error Recovery از مباحث مربوط به این بخش می باشد.همچنین موارد دیگری نظیر کنترل جریان اطلاعات یاData Flow که شامل نکاتی از قبیل زمان شروع و پایان ارسال و دریافت اطلاعات، تعاریف مربوط به بسته بندی یاPackage اطلاعات(طول کلمه دیتا و چگونگی شروع و خاتمه ان) تعاریف مربوط به زمان بندی بر قراری ارتباط جهت ارسال و دریافت اطلاعات ، چگونگی اعلام دریافت اطلاعات(با و بدون خطا) توسط گیرنده،تعاریف مربوط به زمان لازم برای ماندن در حالت انتظار جهت دریافت و ارسال اطلاعات و مواردی دیگرشبیه به اینها هستندنیز در حوزه کار لایه دیتالینک قرار دارد.

لایه شبکه(Net work Layer):

کار این لایه ارائه یک مکانیزم مناسب و کارآمد برای شبکه سراسری است در واقع این لایه یک مکانیزم ارائه اطلاعات برای لایه انتقال دهنده آنها ارائه می دهد،مثل شبکه ای از چند PLC مختلف که اطلاعات کلی خودشان را به یک کامپیوتر اصلی ارائه می دهند.لایه شبکه از ترکیب سخت افزار و نرم افزار های مناسب برای ارائه پروتکل های کارامد ارتباطی نظیر X.21,X.25,X.75 استفاده کرده و مناسب ترین روش های فشرده سازی اطلاعات جهت دستیابی به سرعت های بالاتر ارتباطی را ارائه می دهد.

لایه انتقال(Transport Layer):

این لایه در مورد اتصال وارتباط یک شبکه با شبکه ای دیگر صحبت می کند،در واقع از این لایه به بعد،شبکه خیلی تخصصی تر و دقیق تر شده و هرکدام می توانند پیچیدگی های خاص خو دشان را داشته با شند،اما اغلب شبکه دارای نکات بسیارمشابهی در سه لایه اولیه هستند.
در این لایه همچنین درمورد استفاده از لایه های بالاترجهت نظارت برکار لایه هایپائین تربحث می شود.

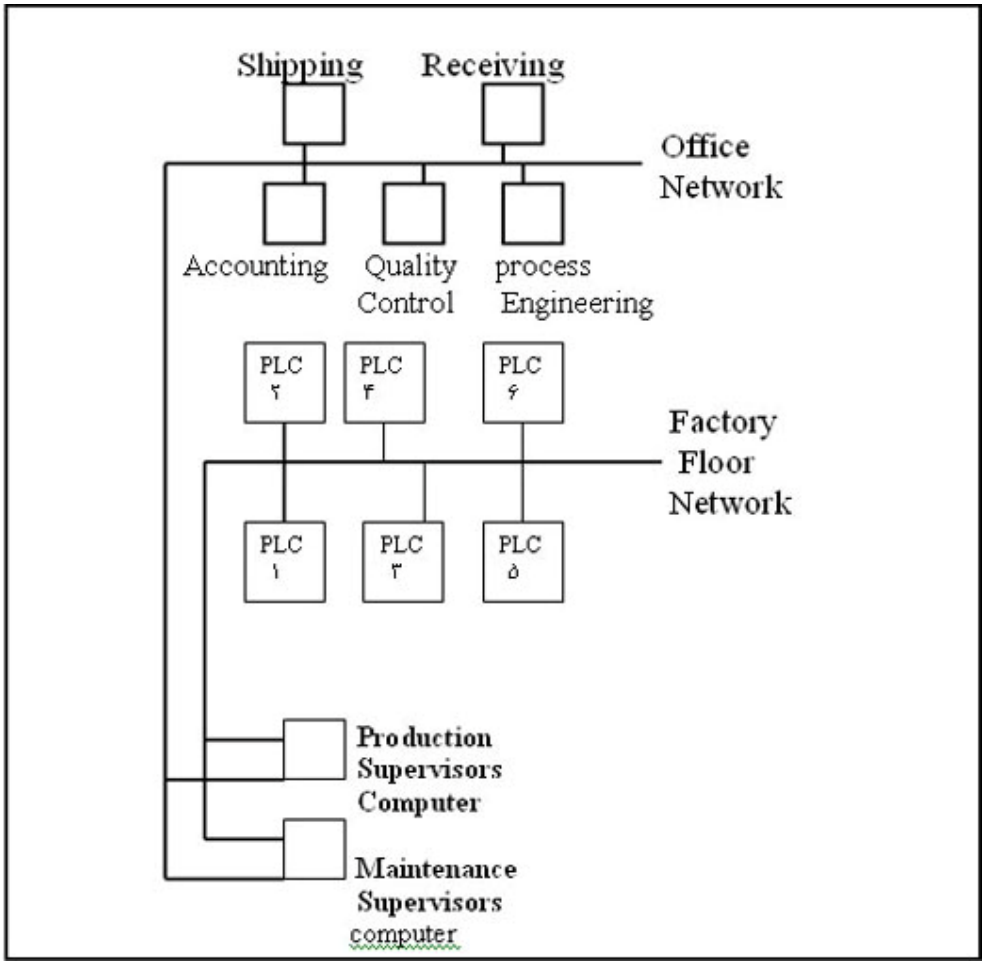
Session Layer

این لایه در مورد برقراری یک جلسه ارتباطی از طریق شبکه، بین دو کاربر مختلف صحبت می کند،بحث اصلی در مورد برقراری ارتباط، نگه داشتن آن در طول زمان تعیین شده و در نهایت قطع ارتباط در موقع لازم ، می باشد.به عنوان مثال دفتر تعمیرات کارخانه می تواند از طریق ارتباط با شبکه داخلی کارخانه با قسمت تدارکات ارتباط برقرار کرده و مو قع خرید لوازم مورد نیاز را گزارش دهد، استاندارد های تعریف شده برای این لایه عبارتند از: CCITT,X212,ISO8326

Application Layer

این لایه امکاناتی را جهت هماهنگ کردن تمام لایه ها با یکدیگر جهت برقراری ارتباط و ارسال و دریافت اطلاعات با لایه ها و شبکه های دیگرارائه می دهد و اگر اختلافی بین لایه های مختلف و سیستم های مختلف وجود داشته باشد، این لایه می تواند راه حلی مناسب جهت هماهنگی ارائه دهد.

به عنوان مثال فرض کنید که نرم افزاری خاص روی یکی از ترمینال های کارخانه در سال ۱۹۸۰نصب شده و هم اکنون نیز بکار خود ادامه می دهد و نرم افزار دیگری مثل یک سیستم پست الکترونیکی در سال ۱۹۹۰ در شبکه دفتر کار خانه قرار گرفته،لایه application می تواند مشکلات بر قراری ارتباط بین آنها را بر قرار کند.



شکل ۳– ترمینالهای مخصوص دفتر نظارت و دفتر تعمیرات که از طریق شبکه بایکدیگر ارتباط دارند لایه session اطلاعات مربوط به هر بخش را جدا گانه نگهداری می کند.

استانداردهای معروف لایه فیزیکی شبکه های صنعتی

RS-232: معمولترین و همگانی ترین استاندارد لایه فیزیکی RS-232 می باشد که سیر تکاملی آن از RS-232-C تا RS-232-F است. حداکثر انتقال داده به علت دامنه و ولتاژ زیاد نسبت به پروتکل های دیگر کمتر است.(حدود kbps۱۱۵) حداکثر فاصله دو ایستگاه ۱۶ متر است و دو نوع سیم بندی(۹و ۲۵ رشته) در آن استاندارد شده است . ماوس ، صفحه کلید و مودم کامپیوترهای شخصی از این درگاه استفاده می کنند.محدوده ولتاژ "۱" منطقی در RS 232-C از ۳– تا ۱۵– و " ۰" منطقی از۳+ تا ۱۵+ است.

RS-449: این استاندارد جایگزین RS 232در سرعتهای بالاتراز kbps۲۰ شده است. دو نوع اتصال ۹و ۳۷ برای آن معرفی و استاندارد شده است. این استاتدارد هم اکنون منسوخ شده است و لیکن هنوز برخی از دستگاهها برای ارتباطات از این استاندارد استفاده می کنند.

RS-530: توسعه یافته RS-449 و RS- 232 است و برای سرعت های بالا تر از kbps۲۰ مناسب است. این استاندارد از خطوط بالانس وبرای اتصال از DB-25 استفاده می نمایند به هر دو صورت سنکرون و آسنکرون قابل استفاده است و می تواند در دو حالت دو سویه و یک سویه کار کند. فاصله دو ایستگاه طبق استاندارد ۶۰ متر است.

RS-423: این استاندارد در حقیت توسعه یافته RS 232 است تغییرات اساسی آن افزایش تعداد ایستگاهای گیرنده ،مسافت ارسال و سرعت می باشد.

این پروتکل یک فرستنده را به چند گیرنده (تا ده ایستگاه) متصل می کند و حداکثر فاصله انتقال داده برای آن ۱۲۰۰ متر است . یکی از عوامل محدود کننده سرعت Slew Rate است . بدین معنا که دامنه ولتاژ در RS 232بالاست و به همین علت دست یافتن به سرعت بالا با توجه به خازن خط و پیچیدگی مدار مشکل است . برای افزایش سرعت لازم است دامنه سطوح و لتاژ کاهش یا بد . در همین راستا ولتاژ منطقی "۱"در RS 423 برابر ۳.۶- ولت تا ۶- ولت است و ولتاژ"۰" منطقی برابر ۳.۶ ولت تا ۶ ولت است . بدنبال این تغییر، سرعت انتقال داده در RS 423 چهار برابر RS ۲۳۲ است .

RS-422: شباهت زیادی به RS 232دارد ولی تا ۱۶گیرنده را پشتیبانی می کند. این پروتکل که از خطوط بالانس برای انتقال داده استفاده می کند، اثر نویز پذیری را بشدت کاهش داده است . در ورودی گیرنده ها از تقویت کننده دیفرانسیل استفاده شده است لذا به نسبت حذف مد مشترک ، نویز از بین می رود. بیشترین سرعت این پروتکل در ۳ متر فاصله ، برابر Mbps۱۰است حداکثر فاصله می تواند ۱۲۰۰ متر باشد که متناسب باآن سرعت کاهش می یابد.

گیرنده و فرستنده بصورت ولتاژی کار می کند(از سیگنالهایی با جنس ولتاژی استفاده می کند)که این نوع رفتار باعث نویز پذیری بیشترنسبت به جریان می شود.

RS-485: بیش از ۳۲ فرستنده و گیرنده را پشتیبانی می کند. در این استاندارد می توان بیش از یگ گره را به عنوان رئیس (Master)معرفی نمود زیرا مدارت سه وضعیتی هستند و با کمک یک مدار جانبی حالتهای مختلف یک خط را کنترل می کنند و به این روش گره هم قابلیت دریافت و هم ارسال خواهند داشت . در این پروتکل انتقال داده به صورت جریانی انجام می گیرد و بیشترین اعوجاج را در ورودی می پذیرد. اثر نویز در انتقال جریانی کمتراز ولتاژی است زیرا میزان انرژی که بتواند جریانی را تولید کند و بر سیگنال جریان اثر بگذارد ، از معادل ولتاژی بیشتر است .

بیشترین مسافت برای ارسال داده ۱۲۰۰ متر و رعایت حداقل طول (m۳۰)برای سیم رابط اتصال کابل شبکه به گذرگاه الزامیست. استفاده فراگیر از RS 485باعث ساخت کارتهای کامپیوتری و انواع مبدل برای این پروتکل شده است.

گذرگاه H1: این استاندارد در IEC 1158-2تعریف شده است و با سرعت Mbps۳۱.۲۵ برای شبکه سازی سطوح بسیار اتوماسیون صنعتی یعنی سنسور–محرک استفاده می شود .سیم کشی بصورت زوج سیم بهم تابیده بطول ۱۹۰۰ متر و همچنین ۳۲ دستگاه متصل ، که از همان دو سیم تغذیه می شود ، پیاده سازی می شوند. در صورتی که حفاظت و اطمینان واقعی مورد نیاز باشد، استاندارد، استفاده از۴ دستگاه متصل به شبکه رامجاز می داند. امروزه این پروتکل در میان استانداردهای گذرگاههای صنعتی جایگاهی ویژه پیدا کرده است.

گذرگاه H2: گذرگاهی با سرعت بالا (حدود Mbps۱۰۰)است برای ایجاد شبکه در لایه میانی شبکه های صنعتی نظیر لایه سلول مناسب است.

Highway Addressable Remote Transducer): HART) یک پروتکل ارتباطی که به صورت چشمگیری در صنعت مورد استفاده قرار گرفته است.HART از یک فرکانس سطح پایین سینوسی برای انتقال داده دیجیتال به مقصد استفاده می کند.

این فرکانس برای صفر و یک منطقی ۱۲۰۰Hzو ۲۲۰۰Hzاست سرعت انتقال داده در ان به ۱۲۰۰bps محدود می شود که ضعف عمده این پروتکل ارتباطی است. مزایای این پروتکل عملکرد چند انشعابی، انتقال روی دو رشته سیم، کارکرد مناسب در محیطهای پر نویز و قابلیت برقراری ارتباط بین تجهیزات تولید کنندگان مختلف (Interoperability) می باشد.

معرفی واسطهای انتقال و عوامل موثر در انتخاب :

منظور از واسط انتقال ، نوعی اتصال فیزیکی میان ایستگاهای شبکه است که به واسطه ان پیغام ها میان دو یا چند استگاه ردو بدل می شوند. معروف ترین واسطهای انتقال در شبکه ها ، کابل کواکسیال، زوج سیم بهم تابیده و فیبرنوری می باشند که در ادامه خلاصه ای از ویژگیهای انها بیان خواهد شد. واسطهایی همچون گیرنده های رادیویی و مادون قرمز و همچنین خطوط انتقال تلفن و ماهواره ها نیز در برخی مواقع مورد استفاده قرار می گیرند.

۱. **کابل کواکسیال:** این خط انتقال از یک هادی استوانه ای پر شده از دی الکتریک و یک هادی مرکزی تشکیل شده است. این واسط انتقال فیزیکی معمولا در اشکال ۵۰،۷۵،۹۱ اهم تولید می شوند. که درشبکه های ۱۰Mbpsو ۱۰۰Mbps بخوبی قابل استفاده هستند.برای مثال شبکه های محلی ۱۰ base 2 ،base 5،10 base T به ترتیب در فواصل ۵۰۰، ۲۰۰ و۱۰۰متر مورد استفاده قرار می گیرند.نویز پذیری کابل کواکسیال در مقایسه با انواع مسی (نظیر زوج سیم بهم تابیده) کمتر است. زیرا روکش مناسب تری برای آن استفاده می شود. بنابراین جهت انتقال در فواصل نسبتا طولانی نیز استفاده می شوند.

این کابلها علاوه بر استفاده عمومی در انتقال دیجیتال شبکه های محلی (LAN) که انرا base bandگویند در ارسال داده های آنالوگ آنتن تلویزیون نیز بکار گرفته می شود.این نوع انتقال در اصطلاح broad bandنامیده می شود.

۲.**زوج سیم بهم تابیده:** همچنان که از نام آن پیداست از بهم تابیدن دو هسته مسی عایق دار تشکیل شده است و در نوع روکش دار یا STP و بدون روکش یا UTPتولید می شود.درنوع روکش دار، برروی سیم های تابیده یک عایق مخصوص پیچیده می شود که در نوع بدون روکش تنها به یک روکش از جنس PTC اکتفا شده است.ETA/TIA پنج استاندارد را برای زوج سیم بهم تابیده بدون روکش پیشنهاد می کند که عبارتند از:cotegory1 تا cotegory5. نوع اول برای خطوط تلفن در دو رشته ،پیشنهاد و استاندارد شده است. نوع دوم به منظور انتقال داده در سرعت ۴Mbps توسط جهار زوج سیم و نوع سوم تا سرعت ۱۰Mbps قدرت انتقال داده را دارد و گاهی در شبکه های ATM بکار می رود.

۳.**فیبر نوری :**انتقال در خطوط فیبر نوری به روش تابش امواج نوری میان آئینه های موجود در فیبر صورت می گیرد. واضح است که برای اتصال فیبر به دستگاههای الکتریکی در ابتدا و انتهای آن ، مبدل سیگنال الکتریکی به امواج نوری و یا بر عکس آن استفاده می شودآنچه از ماهیت این واسط فیزیکی مشخص می گردد این است که تلفات انرژی در این خطوط بسیار کم است در نتیجه بدون استفاده ازتکرار کننده امکان انتقال تا مسافت طولانی (حدود ۱۰ کیلو متر) وجود دارد. نویز الکترو مغناطیسی بر این خط بی اثر است و لیکن بیش ازسایر خطوط انتقال نیاز به محافظت فیزیکی دارد و اسیب پذیری آن بالاتر است. طراحی و پیاده سازی شبکه با استفاده از این خطوط به نسبت گرانتر وپیچیده تر از سا یر واسط های انتقال است و نکته قابل توجه در مورد فیبر نوری این است که به دلیل عدم بروز خطا بر اثرتداخل امواج الکترو مغناطیسی،پروتکل های لایه پیوند در این نوع شبکه ها می تواند بسیار ساده باشد.

همچنین امکان شنود در آن دشواراست و بهمین دلیل کاربرد نظامی دارد.

پارامترهای موثر	زوج سیم بهم تابیده	کابل کواکسیال	فیبر نوری
قیمت	عالی	خوب	ضعیف
سرعت انتقال	خوب	خوب	عالی
سادگی نصب	خوب	عالی	ضعیف

عوامل موثردر انتخاب واسط انتقال:

در انتخاب واسط انتقال موارد زیر حائز اهمیت هستند:

۱)میزان نویز پذیری خط انتقال

۲)تلفات خط: تلفات ACناشی از اثر پوستی و تلفات دی الکتریک و همچنین تلفات DCناشی ازهدایت خط و نیز تلفات ناشی از نشتی جریان و ولتاژ خط بدلیل وجودخازن وسلف توزیع یافته در طول خط را گویند.در کابلها باکیفیت بالا تلفات هدایتی و دی الکتریک در مرتبه هم قرار می گیرند.

۳)هزینه های ساخت و نگهداری خط انتقال

۴)سادگی

۵)پهنای باند خط انتقال با سرعت انتقال داده

۶)پشتیبانی ازپیشرفت فناوری

پروتکل ها و استانداردها :

با نگاه کردن به مدل هفت لایه ای ISO، می توانید ببینید که نرم افزارها و استانداردهای بسیار زیادی برای انجام این امور به کار گرفته شده اند.در واقع بحث ایجاد استاندارد ها و قوانین، بحث بسیار وسیع و گسترده ای است،زیرا تقریبا هر گروه و سازمانی که به شکلی در ارتباط با این مسائل فعالیت می کند، سعی کرده تا روشی بر مبنای روتین ها ی کاری متداول خود ارائه دهد که نهایتا به تعریف استانداردهای مختلف و متفاوتی انجامیده است.اما در سال های اخیر بحث در مورد مدل های استاندارد ارائه شده توسط سازمان های معتبری چون ISOیاInternational Standard Organization وهمچنین موسسه دیگری به نام CCITTیا Consultative Committee On International telegraphy and telephony بسیار جدی شده و مدل های قابل قبول این سازمانها به صورت وسیعی مورد استفاده قرار می گیرند.

♣استاندارد های اترنت (Ethernet) IEEE 802,

در سا ل های اخیر گرو هی از تولید کنندگان و فروشندگان تجهیزات الکترونیکی شبکه تصمیم گرفتند تا استاندارد های خاصی را برای شبکه محلی LAN تصویب کرده و ثبت کنند، این گروه از شرکتها نظیر DEC,Intel,Xerox تشکیل شده بود و استاندارد تولید شده برای LANبه نام Ethernet،نام گذاری شد.Ethernet پس از آن به صورت گسترده موردا ستفاده عمومی قرار گرفت تا اینکه سازمان IEEE بر آن شد تا انجمنی برای مطالعه و بررسی سیستمهای Ethernet وارائه قوانین و پرو تکل های جدید در این زمینه تشکیل دهد و نام این انجمن راIEEE ۸۰۲ قرار دادند.قوانین ارایه شده توسط این سازمان ها اغلب بر لایه های دیتالینک و فیزیکی اعمال می شود و Ethernetکاربران زیادی در سطح جهان دارد.

♣ پروتکل MAP :

در سال های ۱۹۸۰ شرکت جنرال موتورز(GM)طی یک بررسی طو لانی یکی از بزرگترین مشکلات سیستم خود را نداشتن ارتباط مناسب بین ابزار ها،ماشین ها وقطعات مختلف در کارخانه عنوان کرد و جهت رفع این مشکل برآن شد تا پروتکلی را بین قسمت های مختلف بر قرار سازد و مشکل ارتباطی خود را بدین ترتیب حل کند.نام این پرو تکلMAP است که جهت بر قراری ارتباط بین سیستم های کنترل وPLCهای مختلف سا خت شرکت های متفاوت بکار می رود و به این سیستم ها اجازه می دهد که با یگدیگر صحبت کنند.

MAPپس از آن بسیار مورد توجه قرار گرفت و نسخه های جدید آن مثل:MAP2.0 MAP 3.0 ,MAP2.1 نیز به بازار آمدند و پروتکل MAPدر واقع بنیانگذار شبکه های محلی صنعتی بودکه امروزه در کارخانجات مورد استفاده قرار می گیرد.

♣پروتکل TOP (Technical Office Protocol)

در سالهای بعداز ابداع پروتکل MAP شرکتهای دیگری در مورد آن نظر دادندو به بحث و تولید استاندارد های جدید برای آن پرداختند، از جمله این شرکتها می توان به شرکت هواپیما سازی بوئینگ اشاره کرده که به دنبال را ه حلی مناسب جهت ارتباط کامپیوتر های دفتر طراحی که مشغول طراحی هواپیما بودند،می گشت و از آنجایی که این ارتباط بین نرم افزا های طراحی مثل CADDیا CAM برقرار می شد و نوع کار ،کاملا دفتری است این پرو تکل به نام TOPو یا Technical Office protocolشناخته شد.

♣پروتکل TCP/IP, (Transmission Control Protocol Internet)

TCP/IP یکی دیگر از استانداردهای شبکه است که در حین مطالعه و بررسی شبکه های صنعتی در کارخانه ها با آن مواجه خواهید شد ،این پروتکل برای لایه های ۳و۴ از مدلISOطراحی شده است.

TCP عمدتا برای لایه انتقال یاTransport طراحی شده و پروتکل Internetبرای لایه شبکه یا Network layer طراحی شده است.بنابراین هر دو آنها به تجهیزات مختلف از سازندگان متفاوت اجازه بر قراری ارتباط وتبادل اطلاعات را می دهد. این سری از پروتکلها توسط DODیا Department of Defense طراحی و ارائه شده است.

♣پروتکل SNA (System Network Architecture) :

شرکتIBM جهت پشتیبانی از محصولات خود که فروش بسیار خوبی نیز دارد،در سالهای گذشته اقدام به طراح و ابداع گروهی از استاندارد ها وپروتکل ها نمود.پروتکل SNA تمام رویه های استاندارد مدل ISOرا بجز لایه فیزیکی در بر می گیرد.

♣پروتکل MMS(Manufacturing Message Specification):

این پروتکل نیز یک پروتکل استاندارد هفت لایه ایی بر اساس مدل ISOاست که برای برقراری ارتباط بین دستگاههای مختلف در شبکه های شبیه بهم بکار گرفته می شود. از انجایی که سیستمهای مختلف دارای امکانات و ابزار مختلف و گوناگون هستندبراحتی نمی توانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.پروتکل MMSبرای رفع این اشکال و پر کردن خلأ موجود در سیستم ارتباطی کارخانه هاابداع کردند که براحتی می تواندانتظارات فوق را برآورده سازد.

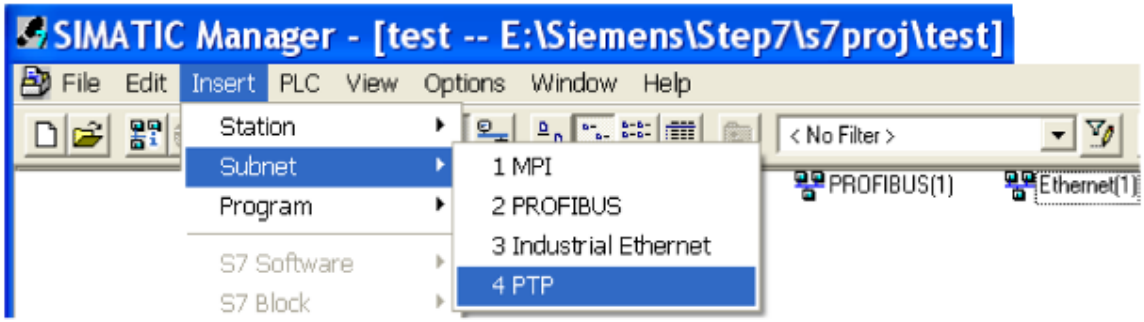
♣استاندارد Field bus :

همزمان با اتفاقات فوق و پیشرفت های چشمگیر صنعت ارتباطات در آمریکا،در اروپانیز صنعت ارتباطات دچار تغییر و تحول اساسی شد و سیستمهای مشابه سیستمهای آمریکایی در اروپا به بازار آمدند.استانداردهای اروپا از یک سیستم بنام فیلدباس استفاده می کنند که بسیار شبیه به مدل هفت لایهISO است و از یک مدل استاندارد پنج لایه ای جهت انجام امور استفاده می کند.این استاندارد با ترکیب لایه های فیزیکی و دیتالینک به استاندارد های دیگری به نامDINV 19245 TI.DINکه گروهی از استانداردهای آلمانی هستند.مدل هفت لایه ایی به شش لایه ای و سپس با ترکیب لایه هایSession،Presentationو همچنین قسمت انتهایی لایه Application به یک لایه تحت عنوان APمدل خود را تکمیل کرده و شروع به کار می کند.

♣استاندارد Profibus :

یک استاندارد برای شبکه های صنعتی و ارتباط بین شبکه ها است که توسط شرکت زیمنس در اروپا طراحی شد و تحت استاندارد فیلد باس به ثبت رسید .شرکت زیمنس در سالهای اخیر تعدادی از سیستمهای کنترل شرکتهای آمریکایی مثلInstrument Texasرا خریداری

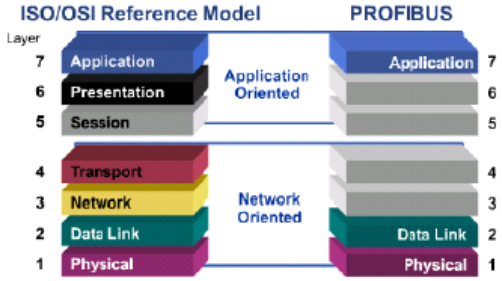
کرد و سعی در برقراری ارتباط بین سیستمهای خود و نمونه های آمریکایی داشت و از آنجایی که نیرو و دانش فنی بسیار خوبی برای انجام طراحی در زمینه سخت افزار و نرم افزار در اختیار داشت اقدام به ارائه استانداردجدیدیبه نام Profibus نمود.



شکل۴- وارد کردن شبکه های صنعتی

تکنولوژی پروفی باس(PROFIBUS (Process Field Bus

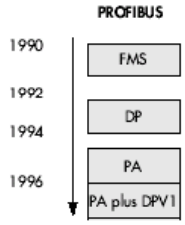
طراحی این استاندارد در سالهای ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۰ میلادی بصورت کاری مشترک از صنایع خصوصی و دانشگاههای آلمانی انجام گردید. پروفی باس طبق استاندارد آلمانی DINE 19245 و استاندارد اروپایی EN50170 پیاده سازی گردیده است.



استاندارد فوق پروفایلهای گوناگونی را با توجه به کاربرد ارائه کرده است که چند نمونه مهم آنها عبارتند از:

- Profibus DP
- Profibus PA
- Profibus FMS

پروفی باس یک استاندارد باز و مستقل از سازنده برای فیلد باس است که برای دامنه وسیعی از کاربردها در تولید و فرآیند به کار می رود. پروفی باس برقراری ارتباط بین دستگاههای ساخت شده توسط تولید کنندگان مختلف را بدون هیچ گونه وسیله میانی (interface) امکان پذیر می سازد. پروفی باس هم در کاربردهای سرعت بالا و حساس به زمان و هم برای کارهای ارتباطی پیچیده استفاده می شود.



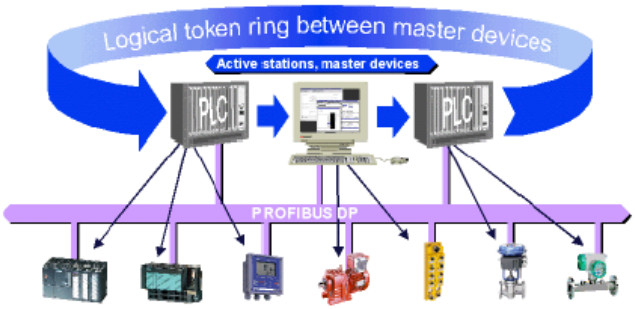
پروفایلهای ارتباطی

پروفایلهای ارتباطی پروفی باس ، چگونگی ارسال اطلاعات کاربران را بطور سری از طریق یک رسانه انتقال معمولی تعریف می کند.

پروفی باس DP

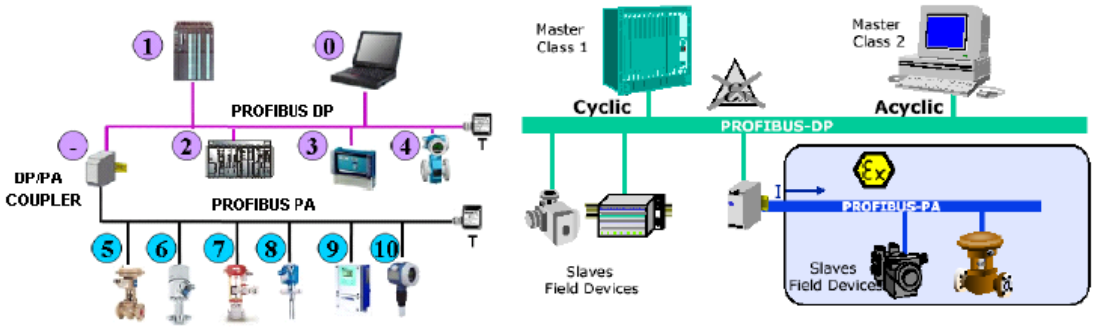
این پروفایل ارتباطی پر کاربرد ترین نوع می باشد که برای سرعت ، کارایی و هزینه کم اتصالات ، بهینه شده است. این پروفایل مخصوصا جهت ارتباط بین سیستمهای اتوماسیون و تجهیزات جانبی توزیع شده ، طراحی شده است . این استاندارد جایگزین مناسبی برای سیگنالهای آنالوگ ۴ تا ۲۰ میلی آمپر و شبکه HART در اتوماسیون فرآیند و یا انتقال سیگنال موازی مرسوم ۲۴ ولت در اتوماسیون کارخانه است.

این پروتکل برای انتقال سریع اطلاعات در سطح Device ها بوده و در اینجاکنترلر مرکزی با ورودی ها و خروجی های گسترده شده در تمام سایت تماس میگیرد و اطلاعات لازم را تا ۱۲ Mb/sبر روی خط RS485 با فیبر نوری مبادله میکند و در مواردی که "زمان پاسخ" کم و در حدود ۱۰ Msمورد نیاز است استفاده می شود . برای اینکه کنترلر مرکزی جوابگوی سرعت های مورد نیاز در سطح شبکه صنعتی باشد لازم است زمان پاسخ PLC کم و در حدود چند ۱۰ Msباشد . لذاتبادل اطلاعات PLC با ورودی و خروجی های گسترده شده عموما به صورت دوره ای انجام می گیرد بطوریکه مثلا اگر ۱۶ ایستگاه ورودی و خروجی ، هر یک با ۲بایت ورودی و خروجی به PLC متصل باشند زمان پاسخ شبکه برای به روز کردن اطلاعات در سرعت ۱۲ Mb/sتنها حدود ۱ Msمی باشد در صورتیکه همین تعدادایستگاه در پروتکل Profibus PA یا Foundation Fieldbus نیاز به حدود ۳۰۰Msبرای به روز کردن اطلاعات دارد . در این پروتکل امکان به روز کردن اطلاعات به صورت Acyclic هم وجود دارد.



:ProfibusPA

این شاخه از پروتکل خصوصا برای اتوماسیون در سطح فرآیند که عموما دارای زمان پاسخ زیاد و سرعت کم است به کار گرفته می شود و شبکه ای از کنترلر ووسایل جانبی از قبیل سنسورهای حرارت ، فشار و عمل کننده ها از قبیل شیرهاو ... را در بر می گیرد . این شبکه جایگزین کاربری سنتی سیگنال های ۴-۲۰maمی باشد و باعث کاهش قیمت در حدود 10% در هنگام طراحی و اتوماسیون یک فرآیند جدید می باشد . در این شبکه ولتاژهای تغذیه همراه با سیگنال در یک خط دو سیمه با فرکانس ۳۱.۲۵ Kb/sانتقال می یابد. این بخش از پروتکل کلاشبیه عملکرد Foundation Fiedl Bus می باشد.



a) اتصال دو نوع شبکه

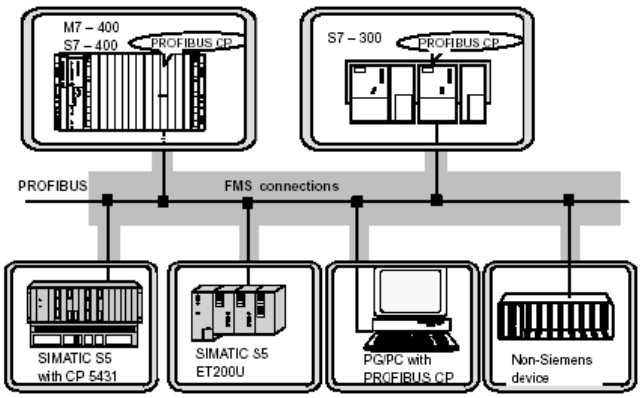
b) PROFIBUS DP

پروفی باس FMS

این یک پروفایل ارتباطی جامع برای کارهای ارتباطی دشوار می باشد. و یک سری توابع کاربردی پیشرفته را برای ارتباط بین دستگاههای هوشمند ارائه می کند. هرچند در نتیجه پیشرفتهای فنی بیشتر پروفی باس و استفاده از TCP/IP در سطح سلول ، FMS نقش کم اهمیت تری را در آینده بازی خواهد کرد.

این شاخه از پروتکل برای پوشش نیازمندیهای ارتباطی پیچیده تر بین کنترلرهای اصلی یا کنترل کننده های PC ها ، نمایشگرهای سطوح بالاتر است .این ارتباط بر اساس تبادل پیام ,Manage systemبین دو دستگاه است و به صورت Multimasterطراحی شده است . هر ایستگاه می تواند راسا گذرگاه را دراختیار بگیرد و پیام های خود را به ایستگاه مقابل بفرستد . این پیام ها در Objectتبلور پیدا می کند که یک متغیر مجازی در سطح شبکه است . در پروتکل FMS، کاربر قادر است که محل های مختلف حافظه را به عنوان Objectهای شبکه تعریف کند بطوریکه دریافت و ارسال اطلاعات با استفاده از این Object هاصورت گیرد . در ارتباط FMS هر یک از دو ایستگاه یکی از حالات زیر را داراهستند:

- یک ایستگاه خواستار دسترسی به Object های ایستگاه دیگر است که در این صورت ایستگاه به صورت در خواستگر عمل می کند.
- یک ایستگاه به صورت پاسخگو عمل کرده و جوابگوی خواسته های ایستگاه درخواستگر است . سرویس های متنوع FMS شامل خواندن ، نوشتن ، انتشار پیام ،اعلام وضعیت و ... می باشد.



پروفایلهای فیزیکی

زمینه کاربرد یک سیستم فیلدباس عمدتا توسط تکنولوژی انتقال موجود در آن سیستم تعیین می شود. علاوه بر درخواستهای عمومی بر روی سیستم باس ، همانند قابلیت اعتماد بالا در انتقال، مسافتهای طولانی و سرعت انتقال بالا در اتوماسیون فرآیند ، نیازهای اضافی نیز

همچون کار در محیطهای خطرناک و انتقال داده ها و توان بر روی یک کابل مشترک باید برآورده شود. از آنجایی که برآورده کردن تمام این نیازها با یک تکنولوژی انتقال منفرد هنوز امکان پذیر نیست ، در حال حاضر سه روش انتقال برای پروفی باس وجود دارد:

- تکنولوژی انتقال RS-485 : برای کاربردهای کلی در اتوماسیون کارخانه
- تکنولوژی انتقال IEC 1158-2: برای استفاده در اتوماسیون فرآیند
- فیبر نوری : برای توسعه امنیت در مقابل اختلال و شبکه های با فواصل بالا

در جریان پیشرفتهای فنی بیشتر قصد بر استفاده از تجهیزات اترنت تجاری با سرعتهای Mbps10 و Mbps 100 به عنوان لایه فیزیکی برای پروفی باس می باشد. کوپلرها یا لینکها جهت انتقال بین تکنولوژیهای انتقال مختلف در دسترس می باشند. کوپلرها پروتکل را با در نظر گرفتن شرایط فیزیکی اجرا می کنند. لینکها ذاتا هوشمند می باشند و امکانات اضافی را در پیکربندی شبکه پروفی باس ارائه می کنند.

پروفایلهای کاربردی

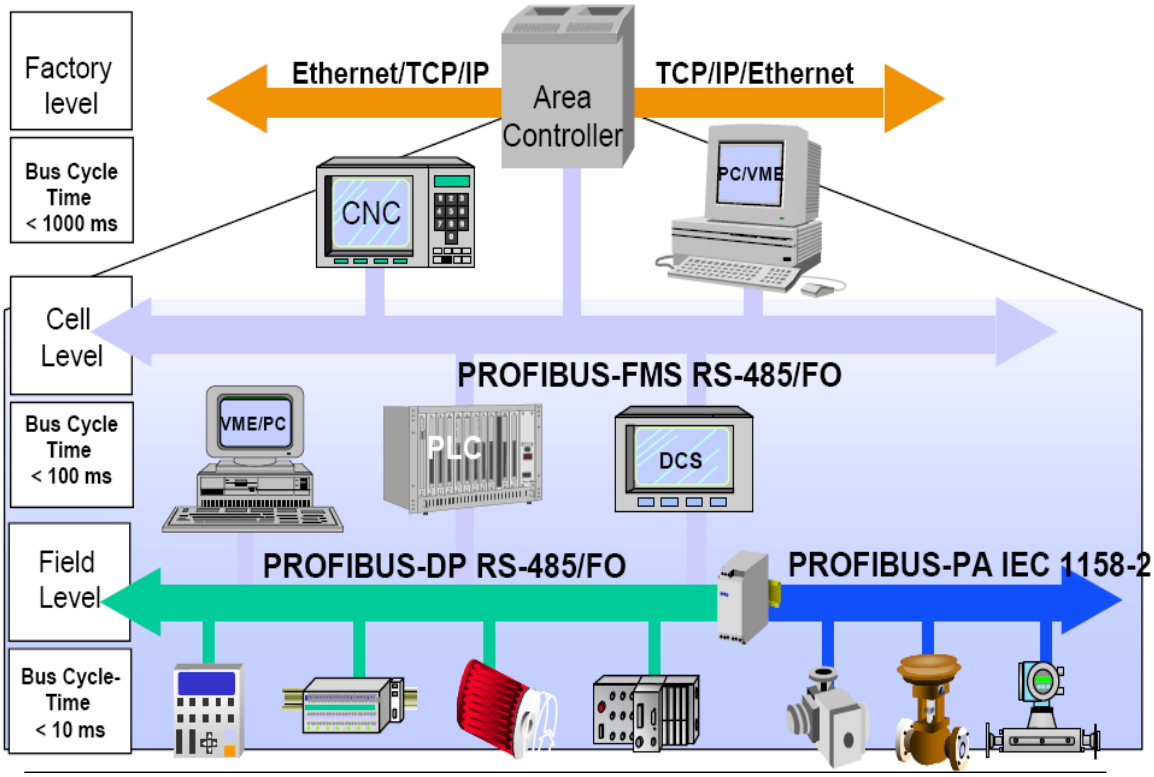
این پروفایلها اثر متقابل پروتکل ارتباطی و تکنولوژی انتقال استفاده شده را توصیف می کنند، همچنین رفتار تجهیزات فیلد را در مدت ارتباط از طریق پروفی باس تعریف می نمایند. مهمترین پروفایل کاربردی پروفی باس در حال حاضر پروفایل PA می باشد که پارامترها و بلوکهای تابعی (Function Blocks) تجهیزات اتوماسیون فرآیند همچون ترانسدیوسرهای اندازه گیری ، شیرها (Valves) و موقعیت دهنده ها را تعریف می کند.

ویژگیهای اصلی

پروفی باس مشخصات فنی یک سیستم فیلدباس سریال را که کنترل کننده های قابل برنامه ریزی دیجیتال گسترده می توانند از سطح فیلد تا سطح سلول شبکه شوند تعریف می کند. پروفی باس یک سیستم دارای چند (multi-master) master می باشد بنابراین عملیات مشترک چند سیستم اتوماسیون ، مهندسی و مانیتورینگ را با تجهیزات جانبی گسترده آنها بر روی یک باس امکان پذیر می سازد. پروفی باس تجهیزات زیر را تشخیص می دهد:

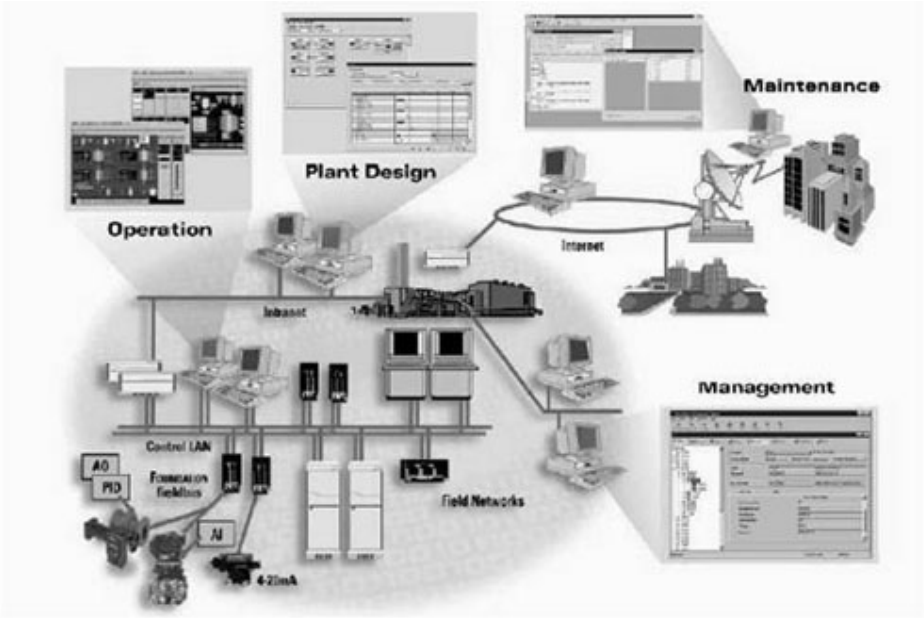
تجهیزات Master ارتباط داده ها راروی باس تعیین می کنند. یک Master می تواند پیغامها را بدون درخواست خارجی زمانیکه دسترسی به باس (token) را در اختیار دارد ، ارسال کند. Master را ایستگاه فعال نیز می گویند.

تجهیزات Slave تجهزات جانبی مانند دستگاههای I/O ، شیرها (Valves) ، درایورها و ترانسدیوسرهای اندازه گیری می باشند. این تجهیزات دسترسی مستقیم به باس ندارند و فقط زمانیکه Master از آنها تقاضا کند اطلاعاتی را می فرستند و یا پس از گرفتن پیغام اعلام وصول می کنند. Slave ها را ایستگاههای غیر فعال نیز می گویند.



استاندارد EN 50170 – 2

سیستمهای کنترل گسترده(DCS)



حوزه کار و عمر سیستمهای کنترل گستردهDistributed) (Control System یا DCS اکنون به پنجاه سال می رسد و دوره های اوج خود را سپری کرده است. بیشترین درجه اهمیت این موضوع مربوط به زمان ساخت میکرو کامپیوترهای با قیمت کم در حدود سالهای ۱۹۷۰ می باشد. پس از آن حوزه کارDCS ها در محدوده پروسه های صنعتی پیوسته گسترده تر و پیچیده تر شد.کاربردهای مختلف این تکنیکها در فرایندهای مختلف صنعتی مانندشیمی، پتروشیمی، نفت و گاز و پالایشگاهها، صنایع آهن و فولاد و مواردی از این قبیل است.

امروزه DCSها به عنوان یک ابزار اتوماسیون معمول در آمده اندکه از دیدگاههای مختلف می توانند تعابیر مختلفی داشته باشند. از نقطه نظر مهندسی پروسه این سیستم می تواند سبب بهبود میزان تولید و کیفیت تولید و ایمنی و قابل اطمینان و انعطاف پذیری بیشتر قسمتهای صنعتی و افزایش حوزه نظارت بر مراحل اجرای یک پروسه به کار گرفته می شود.

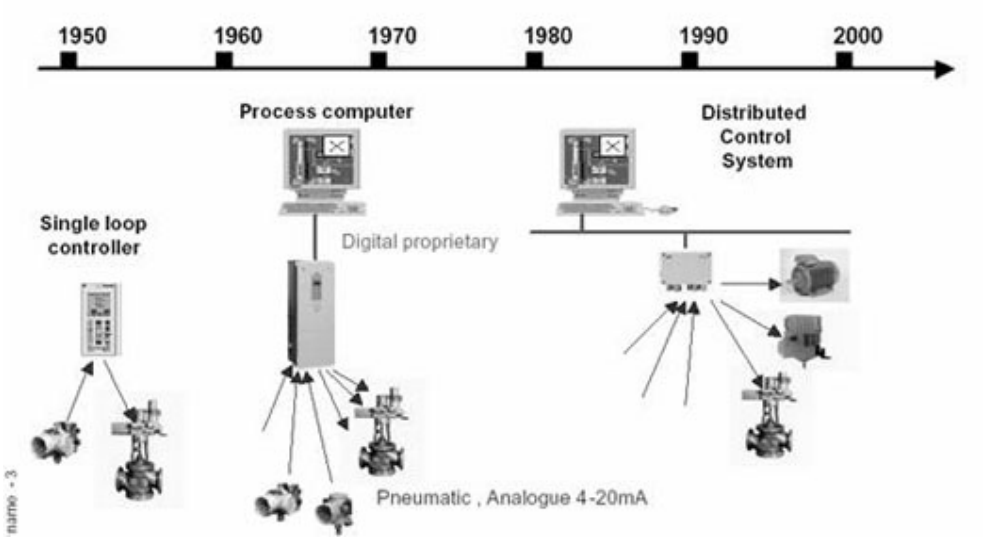
از دیدگاه مهندسی کنترل و کامپیوتر این فناوری حوزه ای است که کاربرد و رشد سریع تکنولوژی مخابرات و شبکه ها ی کامپیوتری در خدمت سیستمهای کنترلی را به نمایش می گذاردو حتی منجر به معرفی و اختصاص شبکه های کامپیوتری برای سرویس ها کنترلی شد که یک نمونه معروفCANیا (Control Area Network)است.

ایجاد سیستمهای کنترل گسترده(DCS)

در دهه ۶۰ کاربرد یک مینی کامپیوتر برای حل بسیاری از کارهای کنترلی که عملا بارله ها صورت می پذیرفت عملا کار گرانی بود. یک گروه مهندسی در شرکت Generals Motorsروی کنترل کننده های قابل برنامه ریزی کار کردند که هم قابلیتهای لاجیک داشته باشد و هم به کامپیوتر نیاز نداشته باشد که در این صورت با قیمت کمتر می شد کار کنترل را انجام داد .این سلسله فعالیت ها منجر به ظهور PLC شد.

رله ها نمی توانند توابع کنترلی پیچیده را پیاده کنند ولی این کار با PLC کاملا عملی شد. اولین PLC در سال ۱۹۶۹ دارای یک CPU بایک کیلوبایت حافظه و 178ورودی و خروجی بود که روزبه روز پیشرفت کرد و قابلیتهای مونیتورینگ و نرم افزاری و سخن افزاری آن سریعا پیشرفت کرد و زبانهایی نیز برای آن بصورت استاندارد جهت برنامه ریزی در نظر گرفته شد.

پیشر فتها به حدی بود که برای مثال در سال ۱۹۷۰ حافظه به ۱۲ کیلو بایت و خطوط ورودی خروجی به ۱۰۲۴ خط افزایش پیدا کرد، و روز به روز بر سخت افزار و نرم افزار ان افزوده شد.همزمان با رشد این تکنو لوژی سیستمهای مخابره داده و شبکه های کامپیوتری نیز پیشرفت کردو به شکل استاندارد های بین المللی در آمد.از تلفیق این دو سیستم ، PLCها و دیگر سیستمها ی کنترلی می توانستند به سادگی در سیستمهای پیچیده گرد هم جمع شوند و یک ساختارDCS تشکیل دهند.اولین DCSتوسط شرکت Honey Well در سال ۱۹۷۰ ساخته شد که یک سیستم پله ای با تعداد زیادی میکروپروسسور بود. امروزه سیستمهای گسترده جای سیستمهای متمرکز را گرفته اند.



شکل ۱- شبکه گسترده

هدف یک سیستم DCS کنترل گسترده یک فرایند پراکنده است که اینگسترده کردن پروسه نیاز به تجهیزات وسیع دارد.در حال حاضر شرکتهای زیادی در زمینه تولید DCS ها و PLC ها فعالیت می کنند

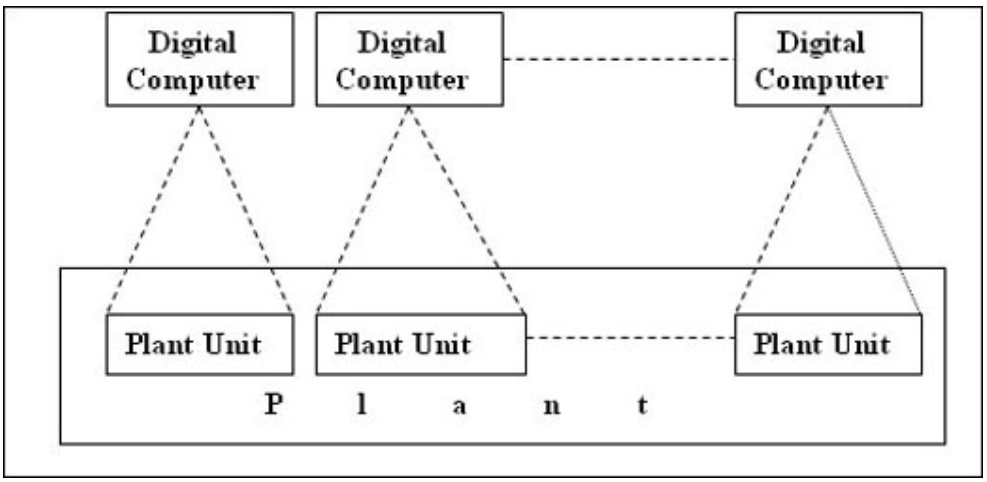
ساختار سیستم هایDCS

سیستمها با ساختار کامپیوتری چندین نوع هستند که از نظر ساختارکنترلی به دو نوع حلقه بسته و حلقه باز و از نظر اجرایی همگام (on-line) و غیر همگام (Off-line)دسته بندی می شوند.سیستم نوع اول یعنی حلقه باز غیر همگام برای جمع آوری و پردازش داده است که برای اهداف مونیتورینگ و متعادل کردن انرژی و مواد خام اولیه نیز بکار می رود، اما کامپیوتر روی خود پروسه کنترلی ندارد یعنی فقط سیستم از پروسه داده می گیرد.یک گام جلوتر سیستم حلقه بسته غیر همگام است که علاوه بر کارایی های سیستم قبلی قابلیت کنترل پروسه را نیز دارد و پس از جمع آوری و پردازش اطلاعات می تواند فرمانها یا مقادیر مناسب متغیرهای برای اعمال به عملگرها را ارائه بدهد.

سیستم نوع سوم ، سیستم همگام حلقه باز است که اطلاعات بلافاصله به کامپیوتر رفته و کار کنترل براساس داده های داده شده، توسط کاربر صورت می گیرد.و بالاخره نوع چهارم (حلقه بسته همگام) که تمام کارهای جمع آوری و پردازش و اعمال نتایج حاصل از پردازش به پروسه تماما توسط کامپیوتر انجام می شود.

کامپیو تر های کنترل فرایند وقتی برای یک هدف خاص کنترلی مانند جمع آوری داه و پردازش و امثال آن تعریف می شوند کامپیوتر با مصارف خاص گویند.این کامپیوتر ها معمولا در جاهای مختلف یک پروسه برای انجام کارهای مختلف گسترده می شوندو در ضمن کار قسمتها مستقل از یکدیگراست.

در این سیستم مبادله داده بین کامپیوتر ها به خاطر نداشتن اتصال مستقیم با یکدیگر به کندی صورت می گیرد. مدتی بعد بخاطر لزوم ساخت فایلهای داده مرکزی کامپیوترها از طریق یک کامپیوتر مرکزی بهم متصل شدند که این سیستم را سیستم متمرکز می گویند.(چون در این حالت وجود یک مرکز در قسمت اصلی و مهم پروسه که با سنسورها و عملگرها و سایر تجهیزات صنعتی پروسه مستقیما در ارتباط باشد لازم است)



شکل ۲- Distributed Dedicated Computer :

برخی ازمزایای DCS طبق جدول زیر قابل تقسیم هستند:

ارتباطات و مخابرات	ارتباط بین کامپیوتر ها به وسیله روشهای استاندارد صورت می گیرد
قیمت	ارسال سری داده از حالت موازی یا سیم بندی های آنالوگ ارزانتر است.استفاده از مدارات مجتمع خاص ارزانتر از رله ها و سیم بندی ها منطقی سخت افزاری است
قابلیت اطمینان سیستم	به خاطر و جود تعداد زیاد پردازنده های در حال کار در سطح متفاوت با قابلیت اطمینان بالا سیستم از قابلیت اطمینان بالای برخوردار است
صحت داده ها	داده ها از نظر خطا همواره بررسی می شوند
بهبود مشخصه های کاری	روشهای پیچیده کنترل زیادی می توان روی پروسه اعمال کرد و قدرت پردازش به شدت بالا می رود
مقطع و ماژو لار بودن	قطعه قطعه بودن سخت افزاری و توابع کنترلی یعنی مجزا بودن آنها از یکدیگر، که این مساله برای ارتباط بهتر بین قسمتها و سادگی تست سیستم بسیار مفید است

تا اینجا به طور عمده کارهای اتوماسیون و پیاده سازی آن در سطوح متفاوت یک سیستم DCS بررسی شد اما تمامی این کارها و اجرا و محاسبات مربوط به آنها منوط به ارسال و مبادلات اطلاعات و داده ها بین طبقات و درون طبقات است و اجرای توابع و اعمال داده های لازم برای کنترل محل و مدیریت پروسه باید در دسترس سیستم اتوماسیون باشد و داده های فرستاده شده از سطوح مدیریتی باید در اختیار کاربر قرار گیرد. لذا با توجه به اینکه داده ها هم از نظر سرعت و مقدار اطلاعات و کارآیی متفاوتند، لازم است در این قسمت به این بحث پرداخته شود و مسائلی مانند تولید داده ها، دسترسی به آنها ، به هنگام کردن آنها و محافظت از آنها و ارسال بین طبقات متفاوت بررسی

شوند اولین فرض قریب به ذهن این است که در یک DCS داده ها به طریقی شبیه به آنچه در کارهای اتو ماسیون تقسیم بندی شدند تفکیک شوند که لازم است در اینجا سطوح متفاوتی برای آنها تعریف شود

در هرسطح تنها داده های منتخب و مورد نیاز آن قسمت از قسمت های دیگر دریافت می شود نه همه داده ها و همچنین با توجه به اهمیت قسمتهای پایین تر از نظر کاری فرکانس مبادلات داده در آنجا بیشتر است و در طبقات بالا به سرعت ارسال بالا برای داده نیاز نیست، چگالی داده از قسمتهای پایین به بالا کم می شود چون در هر قسمت تنها داده های مربوط به همان قسمت ذخیره می شود و بقیه ارسال می شوند.محتویات واحد های داده پایه (Data base Unit)یا DBUبه محل آنها در سیستم پله بستگی دارد و در سطوح مختلف محتوای واحد های پایه داده DBU متفاوتند.

کاربردها

با توجه به قسمتهای قبلی به طور نسبی ساختار و قسمتهای یک DCS و چگونگی ارتباط بین قسمتها توضیح داده شد. شاید در اینجا ارائه چگونگی کاربرد یک DCSدر روشن شدن موضوع کمک بیشتری کندDCS به محض ورود به عرصه اتوماسیون با استقبال مواجه شد و متقاضیان روز به روز در خواست امکانات پیشرفته تر اعم از سخت افزار و نرم افزار و قابلیتهای گرافیک و مونیتورینگ و بسط سیستم را داشتند و شر کتهای زیادی در این زمینه مشغول بکار شده و هستند که مدلهای زیادی ازDCS ها از شرکتهای متفاوت در صنایع مختلف مانند نیروگاهها، کارخانجات آهن و فولاد ، شیمی و پتروشیمی . سیمان ، نئو پان و کاغذ ،شیشه، شرکتهای آب و فاضلاب و حوزه های کاری نفت و گاز با موفقیت نتیجه داده اند.