

فصل دوم

ساختار PLC

۲-۱- PLC

“PLC” از عبارت Programmable Logic Controller به معنای کنترل کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی گرفته شده است. PLC، کنترل کننده‌ای نرم‌افزاری است که در قسمت ورودی، اطلاعاتی را به صورت باینری دریافت و آنها را طبق برنامه‌ای که در حافظه‌اش ذخیره شده پردازش می‌نماید و نتیجه عملیات را نیز از قسمت خروجی به صورت فرمانهایی به گیرنده‌ها و اجراکننده‌های فرمان (Actuators) ارسال می‌کند.

به عبارت دیگر PLC عبارت از یک کنترل کننده منطقی است که می‌توان منطق کنترل را توسط برنامه برای آن تعریف نمود و در صورت نیاز، به راحتی آن را تغییر داد. وظیفه PLC قبلاً بر عهده مدارهای فرمان رله‌ای بود که استفاده از آنها در محیط‌های صنعتی جدید منسوخ گردیده است. اولین اشکالی که در این مدارها ظاهر می‌شود آن است که با افزایش تعداد رله‌ها حجم و وزن مدار فرمان، بسیار بزرگ شده، همچنین موجب افزایش قیمت آن می‌گردد. برای رفع این اشکال، مدارهای فرمان الکترونیکی ساخته شدند ولی با وجود این، هنگامی که تغییری در روند یا عملکرد ماشین صورت می‌گیرد مثلاً در یک دستگاه پرس، ابعاد، وزن، سختی و زمان قرار

گرفتن قطعه زیر بازوی پرس تغییر می‌کند، لازم است تغییرات بسیاری در سخت‌افزار سیستم کنترل داده شود. به عبارت دیگر اتصالات و عناصر مدار فرمان باید تغییر کند.

با استفاده از PLC تغییر در روند تولید یا عملکرد ماشین به آسانی صورت می‌پذیرد، زیرا دیگر لازم نیست سیم‌کشی‌ها (Wiring) و سخت‌افزار سیستم کنترل تغییر کند و تنها کافی است چند سطر برنامه نوشت و به PLC ارسال کرد تا کنترل مورد نظر تحقق یابد.

از طرف دیگر قدرت PLC در انجام عملیات منطقی، محاسباتی، مقایسه‌ای و نگهداری اطلاعات به مراتب بیشتر از تابلوهای فرمان معمولی است. PLC به طراحان سیستم‌های کنترل این امکان را می‌دهد که آنچه را در ذهن دارند در اسرع وقت بیازمایند و به ارتقای محصول خود بیندیشند، کاری که در سیستم‌های قدیمی مستلزم صرف هزینه و به خصوص زمان است و نیاز به زمان، گاهی باعث می‌شود که ایده مورد نظر هیچ‌گاه به مرحله عمل در نیاید.

هر کس که با مدارهای فرمان الکتریکی رله‌ای کار کرده باشد به خوبی می‌داند که پس از طراحی یک تابلوی فرمان، چنانچه نکته‌ای از قلم افتاده باشد، مشکلات مختلفی ظهور نموده، هزینه‌ها و اتلاف وقت بسیاری را به دنبال خواهد داشت. به علاوه گاهی افزایش و کاهش چند قطعه در تابلوی فرمان به دلایل مختلف مانند محدودیت فضا، عملاً غیرممکن و یا مستلزم انجام سیم‌کشی‌های مجدد و پرهزینه می‌باشد.

اکنون برای توجه بیشتر به تفاوت‌ها و مزایای PLC نسبت به مدارات فرمان رله‌ای، مزایای مهم PLC را نسبت به مدارات یاد شده بر می‌شماریم.

- ۱- استفاده از PLC موجب کاهش حجم تابلوی فرمان می‌گردد.
- ۲- استفاده از PLC مخصوصاً در فرآیندهای عظیم موجب صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه، لوازم و قطعات می‌گردد.
- ۳- PLC‌ها استهلاک مکانیکی ندارند، بنابراین علاوه بر عمر بیشتر، نیازی به تعمیرات و سرویس‌های دوره‌ای نخواهند داشت.
- ۴- PLC‌ها انرژی کمتری مصرف می‌کنند.
- ۵- PLC‌ها بر خلاف مدارات رله کنتاکتوری، نویزهای الکتریکی و صوتی ایجاد نمی‌کنند.
- ۶- استفاده از یک PLC منحصربه‌فرد و فرآیند خاصی نیست و با تغییر برنامه می‌توان به آسانی

از آن برای کنترل پروسه‌های دیگر استفاده نمود.

۷- طراحی و اجرای مدارهای کنترل و فرمان با استفاده از PLC ها بسیار سریع و آسان است.

۸- برای عیب‌یابی مدارات فرمان الکترومکانیکی، الگوریتم و منطق خاصی را نمی‌توان پیشنهاد نمود. این امر بیشتر تجربی بوده، بستگی به سابقه آشنایی فرد تعمیرکار با سیستم دارد. در صورتی که عیب‌یابی در مدارات فرمان کنترل شده توسط PLC به آسانی و با سرعت بیشتری انجام می‌گیرد.

۹- PLC ها می‌توانند با استفاده از برنامه‌های مخصوص، وجود نقص و اشکال در پروسه تحت کنترل را به سرعت تعیین و اعلام نمایند.

در جدول ۱-۲ مزایای PLC نسبت به مدارات فرمان رله‌ای و همچنین مدارهای منطقی الکترونیکی و کامپیوتر بر شمرده شده است.

جدول ۱-۲: مزایای PLC نسبت به کنترل‌کننده‌های دیگر

PLC	مدارهای رله‌ای	مدارهای منطقی الکترونیکی	کامپیوتر	
ارزان	نسبتاً ارزان	ارزان	گران قیمت	قیمت با توجه به عملکرد
خیلی کوچک	بزرگ و حجیم	خیلی کوچک	نسبتاً کوچک	حجم و ابعاد
خیلی سریع	کند	نسبتاً سریع	خیلی سریع	سرعت کنترل
خوب	عالی	خوب	کاملاً خوب	نویز الکتریکی
نصب و برنامه‌نویسی ساده است	طراحی و نصب مشکل است	طراحی مشکل است	برنامه‌نویسی مشکل است	نصب و بهره‌برداری
آری	خیر	خیر	آری	توانایی محاسبات پیچیده را دارد؟
بسیار آسان	خیلی مشکل	مشکل	آسان	تغییر نحوه کنترل و ایجاد تغییرات

۲-۲- تفاوت PLC با کامپیوتر

استفاده از کامپیوتر معمولی مستلزم آموزش‌های نسبتاً طولانی، صرف وقت و هزینه‌های بسیار

است. چنانچه کنترل فرآیندی مورد نظر باشد استفاده از کامپیوتر معمولی به مراتب پیچیده‌تر و در اغلب موارد عملاً ناممکن می‌شود. علاوه بر آن برای انطباق کامپیوتر با فرآیند مورد نظر، طراحی، ساخت و یا لااقل بررسی و خرید تجهیزات خاص برای انطباق، کاری طاقت فرسا است. بسیاری از صنعتگران نیاز به کارگیری سیستم‌های اتوماتیک را عملاً احساس نموده و دریافته‌اند که تولید بدون به کارگیری اتوماسیون، اقتصادی نمی‌باشد. از طرف دیگر، صنعتگران آموزش‌های مبسوط به این شاخه از صنعت را در محدوده وظایف خود نمی‌دانند.

PLC وسیله‌ای است که درست به همین دلایل ساخته شده و اتوماسیون را با کمترین هزینه و به بهترین شکل ممکن در اختیار قرار می‌دهد. استفاده از PLC بسیار ساده بوده، نیاز به آموزش‌های مفصل، طولانی و پرهزینه ندارد.

از آنجایی که این وسیله به منظور پاسخگویی به کاربردهای صنعتی طراحی شده است، تمامی مسائل مربوط به آن حل شده، هیچ مشکلی در راه استفاده از آن وجود ندارد. طراحان خطوط تولید با بهره‌گیری از این وسیله قابل انعطاف به سرعت می‌توانند نیازمندیهای مصرف‌کنندگان خود را تأمین و در اسرع وقت تواناییهای خود را با نیازمندیهای بازار هماهنگ نمایند.

از شرکت‌های سازنده PLC می‌توان ALLEN BRADLEY، AEG، SIEMENS، MITSUBISHI، OMRON و ... را نام برد. گرچه از عرضه PLC توسط سازندگان مختلف چند دهه سالی می‌گذرد و در ماشین آلات و خطوط تولید خریداری شده از خارج کشور نیز به وفور مشاهده می‌شود استفاده از این وسیله بسیار قابل انعطاف توسط طراحان و ماشین سازان داخلی کمتر به چشم می‌خورد. از جمله عواملی که موجب تأخیر در بهره‌برداری از PLC توسط طراحان داخلی گردیده است عبارتند از:

- ۱- ارتباط مشکل با منابع تأمین‌کننده خارجی.
- ۲- عدم دسترسی به موقع به اطلاعات سیستم‌ها.
- ۳- عدم پشتیبانی مؤثر سازندگان از تجهیزات فروخته شده خود.
- ۴- هزینه بالای تجهیزات خارجی.
- ۵- هزینه بالای آموزش در خارج از کشور.

شرکت‌های داخلی نیز با توجه به مشکلات یاد شده و برای پرکردن خلأ موجود اقدام به

طراحی و ساخت چند نوع PLC نموده‌اند. PLC‌های مذکور، کلیه امکانات استاندارد PLC‌های متداول را داشته، از نمونه‌های خارجی با قابلیت‌های مشابه ارزانترند. این PLC‌ها به خوبی آزمایش گردیده، از پشتیبانی کامل آموزش و خدمات پس از فروش برخوردار می‌باشند.

از شرکت‌های داخلی تولید کننده PLC و سیستم‌های اتوماسیون می‌توان شرکت کنترونیک را نام برد. این شرکت با به کارگیری دانش متخصصین داخلی اقدام به تولید چندین سیستم PLC با قابلیت‌های متفاوت جهت استفاده در صنایع مختلف و کاربردهای متنوع نموده است.

این شرکت همچنین مبتکر زبان برنامه‌نویسی خاصی جهت سیستم‌های PLC تولید شده می‌باشد که بسیار شبیه به زبان برنامه‌نویسی ابداع شده توسط شرکت SIEMENS یعنی STEP 5 است. PLC یاد شده با نمونه‌های خارجی مشابه خود به خوبی رقابت می‌کند.

در فصول آینده با شبیه‌سازهای ابداع شده توسط این شرکت آشنا شده، روش برنامه‌نویسی را توسط این شبیه‌سازها مرور خواهیم نمود. گرچه در این کتاب سعی بر این است که سیستم PLC به طور کلی معرفی شود اما در مورد برنامه‌نویسی به ناچار باید از یک زبان برنامه‌نویسی خاص استفاده نماییم. امروزه کاربرد PLC‌های ساخت شرکت زیمنس در سرتاسر دنیا گسترش یافته، این نوع PLC بیش از هر PLC دیگری در صنایع مختلف به چشم می‌خورد. بنابراین مؤلف ترجیحاً از زبان برنامه‌نویسی STEP 5 (S5) که زبان برنامه‌نویسی سیستم‌های PLC زیمنس می‌باشد استفاده نموده است. همان‌گونه که گفته شد این زبان بسیار شبیه به زبان ابداع شده توسط شرکت کنترونیک یعنی CSTL بوده، و تفاوت این دو زبان برنامه‌نویسی تنها در چند مورد جزئی است. جهت آشنایی بیشتر خوانندگان با این زبان برنامه‌نویسی (CSTL)، در برخی موارد سعی شده تا برنامه مورد نظر برای انجام یک پروسه به هر دو زبان S5 و CSTL نوشته شود تا خوانندگان شباهت‌های این دو زبان را بیشتر درک کنند.

لازم به ذکر است که اصول کلی زبانهای برنامه‌نویسی مختلف تقریباً یکسان بوده، خواننده می‌تواند با یادگیری یکی از زبانهای مذکور، سایر زبانها را به آسانی درک و از آنها استفاده نماید.

سازندگان سیستم‌های PLC برای برنامه‌نویسی سیستم‌های خود، هر یک از زبان منحصر به فردی استفاده می‌نمایند که از نظر اصولی همگی تابع یک سری قوانین منطقی و کلی بوده، تنها تفاوت آنها در ساختار برنامه‌نویسی و نمادهای استفاده شده است.

از زبانهای ابداع شده توسط سازندگان PLC می توان S5 ، FST ، OMRON ، CSTL ، ALLEN BRADLEY و ... را نام برد.

۲-۳- کاربرد PLC در صنایع مختلف

امروزه کاربرد PLC در صنایع و پروسه های مختلف صنعتی به وفور به چشم می خورد. در زیر تعدادی از این کاربردها آورده شده است.

- صنایع اتومبیل سازی - شامل: عملیات سوراخ کاری اتوماتیک، اتصال قطعات و همچنین تست قطعات و تجهیزات اتومبیل، سیستم های رنگ پاش، شکل دادن بدنه به وسیله پرس های اتوماتیک و ...

- صنایع پلاستیک سازی - شامل: ماشین های ذوب و قالب گیری تزریقی، دمش هوا و سیستم های تولید و آنالیز پلاستیک و ...

- صنایع سنگین - شامل: کوره های صنعتی، سیستم های کنترل دمای اتوماتیک، وسایل و تجهیزاتی که در ذوب فلزات استفاده می شوند و ...

- صنایع شیمیایی - شامل: سیستم های مخلوط کننده، دستگاه های ترکیب کننده مواد با نسبت های متفاوت و ...

- صنایع غذایی - شامل: سیستم های سانتریفوژ، سیستم های عصاره گیری و بسته بندی و ...

- صنایع ماشین - شامل: صنایع بسته بندی، صنایع چوب، سیستم های سوراخ کاری، سیستم های اعلام خطر و هشدار دهنده، سیستم های استفاده شده در جوش فلزات و ...

- خدمات ساختمانی - شامل: تکنولوژی بالابری (آسانسور)، کنترل هوا و تهویه مطبوع، سیستم های روشنایی خودکار و ...

- سیستم های حمل و نقل - شامل: جرثقیل ها، سیستم های نوار نقاله، تجهیزات حمل و نقل و ...

- صنایع تبدیل انرژی (برق، گاز و آب) شامل: ایستگاه های تقویت فشار گاز، ایستگاه های تولید نیرو، کنترل پمپ های آب، سیستم های تصفیه آب و هوای صنعتی، سیستم های تصفیه و بازیافت گاز و ...

۲-۴- سخت افزار PLC

از لحاظ سخت افزاری می توان قسمت های تشکیل دهنده یک سیستم PLC را به صورت زیر تقسیم نمود:

- ۱- واحد منبع تغذیه PS (Power Supply)
- ۲- واحد پردازش مرکزی CPU (Central Processing Unit)
- ۳- حافظه (Memory)
- ۴- ترمینال های ورودی (Input Module)
- ۵- ترمینال های خروجی (Output Module)
- ۶- مدول ارتباط پروسسوری CP (Communication Processor)
- ۷- مدول رابط IM (Interface Module)

۲-۴-۱- مدول منبع تغذیه (PS)

منبع تغذیه ولتاژهای مورد نیاز PLC را تأمین می کند. این منبع معمولاً از ولتاژهای ۲۴ ولت DC و ۱۱۰ یا ۲۲۰ ولت AC، ولتاژ ۵ ولت DC را ایجاد می کند. ماکزیمم جریان قابل دسترسی منطبق با تعداد مدول های خروجی مصرفی است. لازم به ذکر است که ولتاژ منبع تغذیه باید کاملاً تنظیم شده (رگوله)^۱ باشد. جهت دستیابی به راندمان بالا معمولاً از منابع تغذیه سوئیچینگ استفاده می شود. ولتاژی که در اکثر PLC ها استفاده می گردد ولتاژ ۵ یا ۵/۲ ولت DC است. (در برخی موارد، منبع تغذیه و واحد کنترل شونده در فاصله زیادی نسبت به یکدیگر قرار دارند بنابراین ولتاژ منبع، ۵/۲ ولت انتخاب می شود تا افت ولتاژ حاصل از بُعد مسافت بین دو واحد مذکور جبران گردد.)

برای تغذیه رله ها و محرک ها (Actuator) معمولاً از ولتاژ ۲۴ ولت DC به صورت مستقیم (بدون استفاده از هیچ کارت ارتباطی) استفاده می شود. در برخی موارد نیز از ولتاژهای ۱۱۰ یا ۲۲۰ ولت AC با استفاده از یک کارت رابط به نام Relay Board استفاده می گردد. (در مورد تغذیه رله ها

1 - Regulated Voltage

احتیاج به رگولاسیون دقیق نیست).

در برخی شرایط کنترلی لازم است تا در صورت قطع جریان منبع تغذیه، اطلاعات موجود در حافظه و همچنین محتویات شمارنده‌ها، تایمرها و فلگ‌های^۱ پایدار بدون تغییر باقی بمانند. در این موارد از یک باتری جنس "Lithium" جهت حفظ برنامه در حافظه استفاده می‌گردد. به این باتری "Battery Back up" می‌گویند. ولتاژ این نوع باتری‌ها معمولاً ۲/۸ ولت تا ۳/۶ ولت می‌باشد. از آنجایی که این باتری نقش مهمی در حفظ اطلاعات موجود در حافظه دارد در اکثر PLC ها یک چراغ نشان دهنده تعبیه شده و در صورتی که ولتاژ باتری به سطحی پائین‌تر از مقدار مجاز ۲/۸ ولت برسد این نشان دهنده روشن می‌گردد. این نشان دهنده به Battery Low LED معروف است. در صورت مشاهده روشن شدن این نشان دهنده لازم است که باتری مذکور تعویض گردد. برای تعویض باتری ابتدا باید به وسیله یک منبع تغذیه، ولتاژ مدول مورد نظر را تأمین و سپس اقدام به تعویض باتری نمود.

۲-۴-۲- واحد پردازش مرکزی (CPU)

CPU یا واحد پردازش مرکزی در حقیقت قلب PLC است. وظیفه این واحد، دریافت اطلاعات از ورودی‌ها، پردازش این اطلاعات مطابق دستورات برنامه و صدور فرمانهایی است که به صورت فعال یا غیرفعال نمودن خروجی‌ها ظاهر می‌شود. واضح است که هر چه سرعت پردازش CPU بالاتر باشد زمان اجرای یک برنامه کمتر خواهد بود.

۲-۴-۳- حافظه (Memory)

همان گونه که در فصل اول اشاره شد، حافظه محلی است که اطلاعات و برنامه کنترل در آن ذخیره می‌شوند. علاوه بر این، سیستم عامل^۲ که عهده‌دار مدیریت کلی بر PLC است در حافظه قرار دارد. تمایز در عملکرد PLC ها، عمدتاً به دلیل برنامه سیستم عامل و طراحی خاص CPU

۱ - در مورد تایمر، شمارنده و فلگ در همین فصل به تفصیل سخن خواهیم گفت.

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

- ۱- حافظه موقت (RAM) که محل نگهداری فلگ ها، تایمرها، شمارنده ها و برنامه های کاربر^۱ است.
- ۲- حافظه دائم (EPROM, EEPROM) که جهت نگهداری و ذخیره همیشه برنامه کاربر استفاده می گردد.

۲-۴-۴- ترمنال ورودی (Input Module)

این واحد، محل دریافت اطلاعات از فرآیند یا پروسه تحت کنترل می باشد. تعداد ورودی ها در PLC های مختلف، متفاوت است. ورودی هایی که در سیستم های PLC مورد استفاده قرار می گیرند در حالت کلی به صورت زیر می باشند:

الف) ورودی های دیجیتال (Digital Input)

ب) ورودی های آنالوگ (Analog Input)

الف) ورودی های دیجیتال یا گسته

این ورودی ها که معمولاً به صورت سیگنال های صفر یا ۲۴ ولت DC می باشند، گاهی برای پردازش توسط CPU به تغییر سطح ولتاژ نیاز دارند. معمولاً برای انجام این عمل مدول هایی خاص در PLC در نظر گرفته می شود. جهت حفاظت مدارات داخلی PLC از خطرات ناشی از اشکالات بوجود آمده در مدار یا برای جلوگیری از ورود نویزهای موجود در محیط های صنعتی ارتباط ورودی ها با مدارات داخلی PLC توسط کوپل کننده های نوری^۲ (Optical Coupler) انجام می گیرد. به دلیل ایزوله شدن ورودی ها از بقیه اجزای مدار داخلی PLC، هر گونه اتصال کوتاه و یا اضافه ولتاژ نمی تواند آسیبی به واحدهای داخلی PLC وارد آورد.

ب) ورودی های آنالوگ یا پیوسته

این گونه ورودی ها در حالت استاندارد $\pm 10 \text{ V DC}$ ، $0 - 20 \text{ mA}$ و $4 - 20 \text{ mA}$ است.

1 - User Programs

۲ - طرز کار این عنصر الکترونیکی در ضمیمه ۱ توضیح داده شده است.

بوده، مستقیماً به مدول‌های آنالوگ متصل می‌شوند. مدول‌های ورودی آنالوگ، سیگنال‌های دریافتی پیوسته (آنالوگ) را به مقادیر دیجیتال تبدیل نموده، سپس مقادیر دیجیتال حاصل توسط CPU پردازش می‌شوند.

۲-۴-۵- ترینال خروجی (Output Module)

این واحد، محل صدور فرمانهای PLC به پروسه تحت کنترل می‌باشد. تعداد این خروجی‌ها در PLC های مختلف متفاوت است. خروجی‌های استفاده شده در PLC ها به دو صورت زیر وجود دارند:

الف) خروجی‌های دیجیتال (Digital Output)

ب) خروجی‌های آنالوگ (Analog Output)

الف) خروجی‌های دیجیتال یا گسسته

این فرمانهای خروجی به صورت سیگنال‌های ۰ یا ۲۴ ولت DC بوده که در خروجی ظاهر می‌شوند، بنابراین هر خروجی از لحاظ منطقی می‌تواند مقادیر "۰" (غیرفعال) یا "۱" (فعال) را داشته باشد. این سیگنال‌ها به تقویت کننده‌های قدرت یا مبدل‌های الکتریکی ارسال می‌شوند تا مثلاً ماشینی را به حرکت در آورده (فعال نمایند) یا آن را از حرکت باز دارند (غیرفعال نمایند). در برخی موارد استفاده از مدول‌های خروجی دیجیتال جهت رسانیدن سطوح سیگنال‌های داخلی PLC به سطح ۰ یا ۲۴ ولت DC الزامی است.

ب) خروجی‌های آنالوگ یا پیوسته

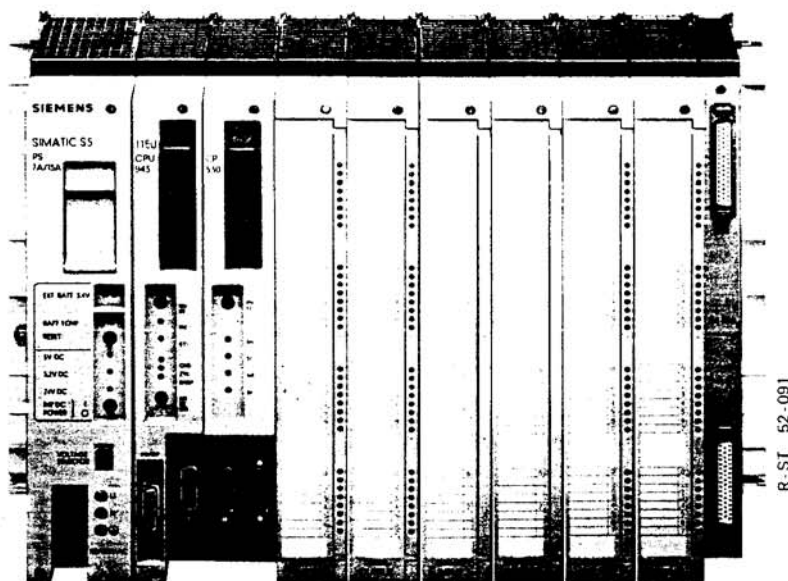
سطوح ولتاژ و جریان استاندارد خروجی می‌تواند یکی از مقادیر $V_{DC} \pm 10$ - ۰، mA ۲۰-۴۰ یا mA ۲۰-۰ باشد. معمولاً مدول‌های خروجی آنالوگ، مقادیر دیجیتال پردازش شده توسط CPU را به سیگنال‌های پیوسته (آنالوگ) مورد نیاز جهت پروسه تحت کنترل تبدیل می‌نمایند. این خروجی‌ها به وسیله واحدی به نام Isolator از سایر قسمت‌های داخلی PLC ایزوله می‌شوند. بدین ترتیب مدارات حساس داخلی PLC از خطرات ناشی از امکان بروز اتصالات ناخواسته خارجی محافظت می‌گردند.

۲-۴-۶- مدول ارتباط پرسوری (CP)

این مدول، ارتباط بین CPU مرکزی را با CPUهای جانبی برقرار می‌سازد.

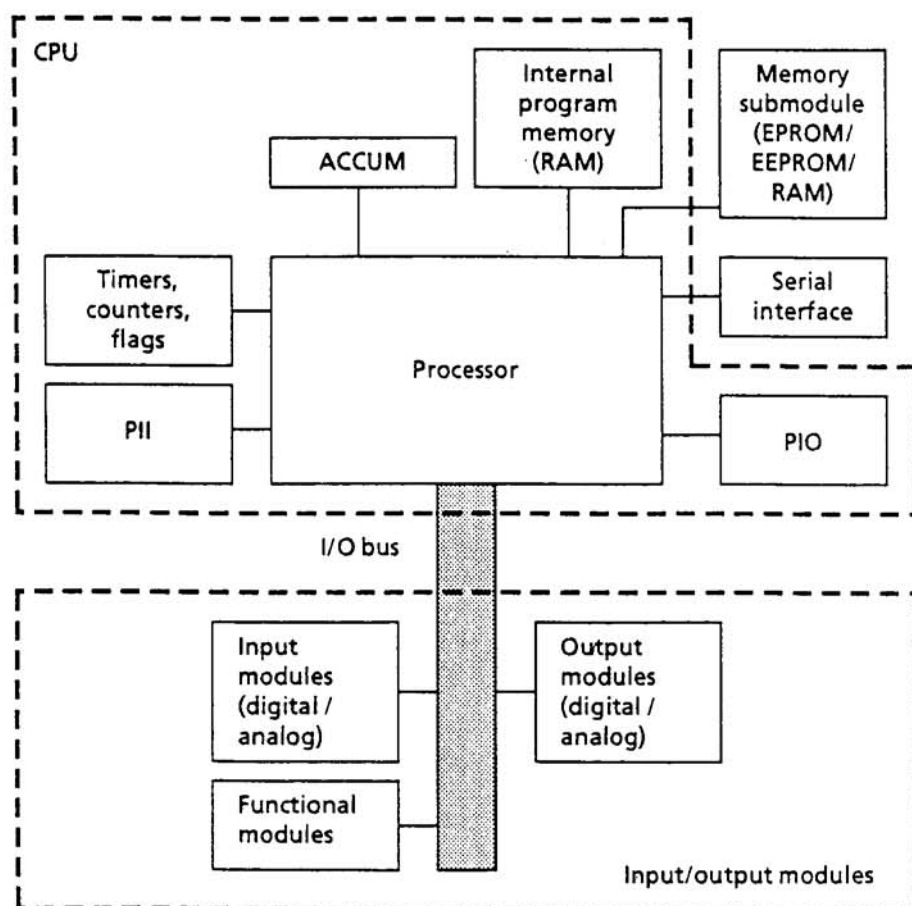
۲-۴-۷- مدول رابط (IM)

در صورت نیاز به اضافه نمودن واحدهای دیگر ورودی و خروجی به PLC یا جهت اتصال پانل اپراتوری و پروگرامر به PLC از این مدول ارتباطی استفاده می‌شود. در صورتی که چندین PLC به صورت شبکه به یکدیگر متصل شوند از واحد IM جهت ارتباط آنها استفاده می‌گردد. در شکل ۱-۲ شمای کلی یک PLC نشان داده شده است.



شکل ۱-۲: شمای کلی یک PLC و قسمت‌های مختلف آن

در شکل ۲-۲ نحوه ارتباط CPU با سایر قسمت‌های PLC نشان داده شده است.



شکل ۲-۲: نحوه ارتباط CPU با سایر قسمت‌های PLC

در ادامه بحث به توضیح در مورد برخی از مفاهیم موجود در شکل ۲-۲ خواهیم پرداخت.

۲-۵- تصویر ورودی‌ها (PII)^۱

قبل از اجرای برنامه، CPU وضعیت تمام ورودی‌ها را بررسی و در قسمتی از حافظه به

1 - Process Image Input

نام PII نگهداری می‌نماید. جز در موارد استثنایی و تنها در بعضی از انواع PLC، غالباً در حین اجرای برنامه، CPU به ورودی‌ها مراجعه نمی‌کند بلکه برای اطلاع از وضعیت هر ورودی به سلول مورد نظر در PII رجوع می‌کند. در برخی موارد این قسمت از حافظه، IIT (Input Image Table) نیز خوانده می‌شود.

۲-۶- تصویر خروجی‌ها (PIO)^۱

هرگاه در حین اجرای برنامه یک مقدار خروجی بدست آید، در این قسمت از حافظه نگهداری می‌شود. جز در موارد استثنایی و تنها در برخی از انواع PLC، غالباً در حین اجرای برنامه، CPU به خروجی‌ها مراجعه نمی‌کند بلکه برای ثبت آخرین وضعیت هر خروجی به سلول مورد نظر در PIO رجوع می‌کند و در پایان اجرای برنامه، آخرین وضعیت خروجی‌ها از PIO به خروجی‌های فیزیکی منتقل می‌گردند. در برخی موارد این قسمت از حافظه را OIT (Output Image Table) نیز می‌گویند.

۲-۷- فلگ‌ها، تایمرها و شمارنده‌ها

هر CPU جهت اجرای برنامه‌های کنترلی از تعدادی تایمر، فلگ و شمارنده استفاده می‌کند. فلگ‌ها محل‌هایی از حافظه‌اند که جهت نگهداری وضعیت برخی نتایج و یا خروجی‌ها استفاده می‌شوند. جهت شمارش از شمارنده و برای زمان‌سنجی از تایمر استفاده می‌گردد. فلگ‌ها، تایمرها و شمارنده‌ها را از لحاظ پایداری و حفظ اطلاعات ذخیره شده می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود.

- ۱- پایدار (Retentive) به آن دسته از فلگ‌ها، تایمرها و شمارنده‌هایی اطلاق می‌گردد که در صورت قطع جریان الکتریکی (منبع تغذیه) اطلاعات خود را از دست ندهند.
- ۲- ناپایدار (Non-Retentive) این دسته برخلاف عناصر پایدار، در صورت قطع جریان الکتریکی تغذیه، اطلاعات خود را از دست می‌دهند.

تعداد فلگ‌ها، تایمرها و شمارنده‌ها در PLC های مختلف متفاوت می‌باشد اما تقریباً در تمامی

1 - Process Image Output

موارد قاعده‌ای کلی جهت تشخیص عناصر پایدار و ناپایدار وجود دارد.

فرض کنید که در یک نوع PLC خاص تعداد فلگ‌ها، تایمرها و شمارنده‌ها به ترتیب m و n و p باشد. تعداد عناصر پایدار و ناپایدار با یکدیگر برابر است. بنابراین تعداد این عناصر به ترتیب $\frac{m}{3}$ و $\frac{n}{3}$ و $\frac{p}{3}$ می‌باشد. المان‌های که شماره آنها از مقادیر نصف یعنی $\frac{m}{3}$ و $\frac{n}{3}$ و $\frac{p}{3}$ کوچکتر باشد پایدار و بقیه، عناصر ناپایدار هستند. به‌طور کلی می‌توان گفت که نیمه اول این عناصر، پایدار و نیمه دوم ناپایدار می‌باشد.

فرض کنید که در یک نوع PLC، ۱۶ شمارنده ($C0 - C15$) تعریف شده باشد بنا بر قاعده مذکور شمارنده‌های $C0 - C7$ همگی پایدار و شمارنده‌های $C8 - C15$ ناپایدار می‌باشند.

۲-۸- انبارک یا آکومولاتور (ACCUM)

انبارک یا آکومولاتور یک ثبات منطقی است که جهت بارگذاری یا به عبارت دیگر لود نمودن^۱ اطلاعات استفاده می‌گردد. از این ثبات جهت بارگذاری اعداد ثابت در تایمرها، شمارنده‌ها، مقایسه‌گرها و ... استفاده می‌شود.

۲-۹- گذرگاه عمومی ورودی / خروجی (I/O bus)

همان‌گونه که قبلاً ذکر شد وظیفه پردازش اطلاعات در PLC برعهده CPU است. بنابراین برای اجرای برنامه بایستی CPU با ورودی‌ها، خروجی‌ها و سایر قسمت‌های PLC در ارتباط بوده، با آنها تبادل اطلاعات داشته باشد. سیستمی که مرتبط کننده CPU با قسمت‌های دیگر است bus نامیده می‌شود. این سیستم توسط CPU اداره می‌شود و در حقیقت علت کاهش چشمگیر اتصالات در PLC به دلیل وجود همین سیستم می‌باشد. سیستم bus از سه بخش زیر تشکیل شده است.

۱- باس داده (Data bus)

۲- باس آدرس (Address bus)

۳- باس کنترل (Control bus)

مشخصات سیستم باس بستگی به نوع CPU مورد استفاده و حجم کلی حافظه دارد. مثلاً برای پردازشگر Z80 باس داده دارای ۸ خط ارتباطی است که ارسال و دریافت هشت بیت یا یک بایت اطلاعات را امکان‌پذیر می‌سازد. بنابراین ورودی‌ها، خروجی‌ها و حافظه‌ها بایستی در دسته‌های هشت بیتی یا یک بایتی سازماندهی شوند.

هر بایت اطلاعات بایستی آدرس منحصر به فردی داشته باشد، هرگاه CPU بخواهد اطلاعاتی را با بایت بخصوصی رد و بدل نماید با استفاده از آدرس منحصر به فرد آن بایت این تبادل اطلاعات امکان‌پذیر می‌گردد. وقتی تمام امکانات CPU با بایت مورد نظر از لحاظ آدرس و خط ارتباطی فراهم شد CPU توسط باس کنترل، جهت حرکت و زمان رد و بدل اطلاعات را سازماندهی می‌کند.

۲-۱۰- روشهای مختلف آدرس دهی

جهت آدرس دهی معمولاً از سه روش زیر استفاده می‌شود.

۱- Fixed Address: در این روش تمام ورودی‌ها و خروجی‌ها دارای آدرس ثابتی می‌باشند.

نظیر این نوع آدرس دهی را در مینی PLCهای کنترنیک می‌توان یافت.

۲- Slot Address: در این روش، آدرس دهی قابل تغییر می‌باشد و این تغییر آدرس توسط

شیارهای مورد نظر و فیش‌های زائده‌دار انجام می‌گیرد.

۳- Flexible Address: در این روش آدرس دهی که قابل تغییر نیز می‌باشد سوئیچ‌هایی (دیپ

سوئیچ) در نظر گرفته شده که با استفاده از آنها می‌توان آدرس دهی را تغییر داد.

حال که با سخت افزار سیستم‌های PLC آشنا شدیم به بررسی نرم افزار آن می‌پردازیم.

۲-۱۱- نرم افزار PLC

در PLCها سه نوع نرم افزار قابل تعریف است:

۱- نرم افزاری که کارخانه سازنده با توجه به توان سخت افزاری سیستم تعریف می‌کند که به آن

Operating System یا به اختصار OS گویند. مثلاً در PLC زیمنس مدل U 100 تعداد ۱۶ تایمر

(T0 - T15) تعریف شده است و اگر در برنامه نویسی از تایمر شماره ۱۸ یعنی T18 استفاده شود

سیستم عامل دستور مذکور را به عنوان یک دستور اشتباه قلمداد کرده، برنامه اجراء نخواهد شد.

لازم به ذکر است که این نرم افزار ثابت بوده، قابل تغییر نمی باشد بنابراین از نوع فقط خواندنی است و معمولاً در EPROM یا E²PROM ذخیره می شود.

۲- نرم افزاری که برنامه نوشته شده توسط استفاده کننده (User) را به زبان قابل فهم ماشین تبدیل می نماید. این برنامه منحصر به کارخانه سازنده بوده، نام خاصی نیز دارد. معروف ترین و پر کاربردترین این نرم افزارها، نرم افزار S5 می باشد که توسط شرکت زیمنس ابداع گردیده است. این نرم افزار هم مانند OS قابل تغییر نیست و بایستی در ROM ذخیره و برای اجرا به RAM پروگرامر ارسال گردد.

۳- نرم افزار یا برنامه ای که توسط استفاده کننده نوشته می شود و به آن User Program گویند. این نرم افزار در هر لحظه قابل تغییر بوده، خواندنی / نوشتنی است. این نرم افزار در RAM و یا در EPROM و یا در E²PROM ذخیره و در صورت ایجاد هر گونه اشکال در RAM از مدول ذکر شده مجدداً در RAM کپی شده، اجرا می گردد.

همان گونه که ذکر شد هر PLC شامل سخت افزار و نرم افزار می باشد. در صفحات گذشته به طور اجمال به توضیح در مورد سیستم های سخت افزاری و همچنین نرم افزار PLC پرداختیم. واضح است که برای وارد کردن برنامه کنترلی یا نرم افزار کنترلی به سخت افزار، نیاز به یک واحد برنامه نویسی یا پروگرامر می باشد. در ادامه بحث به تشریح واحد برنامه نویسی (Programming Unit) می پردازیم.

۲-۱۲- واحد برنامه نویسی (PG)

در استفاده و به کارگیری PLC علاوه بر آشنایی با نحوه کار، آشنایی با واحد برنامه نویسی آن نیز ضروری است زیرا توسط این واحد قادر خواهیم بود با PLC ارتباط برقرار نماییم. به این ترتیب که برنامه کنترل دستگاه را نوشته، آن را در حافظه PLC قرار داده، اجرای آن را از PLC می خواهیم. این واحد بسیار شبیه به کامپیوترهای معمولی است، یعنی دارای یک صفحه نشان دهنده (مونیتور) و صفحه کلید می باشد. تفاوت این واحد با کامپیوتر معمولی، تک منظوره بودن آن می باشد بدین معنی که از PG تنها می توان جهت ارتباط برقرار نمودن با PLC مربوطه استفاده نمود. با استفاده از PG می توان از وضعیت و چگونگی اجرای برنامه مطلع شد. صفحه نمایش واحد

برنامه‌نویسی به ما نشان می‌دهد که کدام ورودی روشن یا خاموش است، PLC توسط خروجی‌ها دستور فعال شدن یا توقف کار کدام ماشین‌ها را می‌دهد و در حقیقت نحوه اجرای برنامه در صفحه نمایش ظاهر می‌شود. بنابراین در صورتی که اشکالی در برنامه وجود داشته باشد یا ایرادی در اجرای برنامه پیدا شود، از این طریق می‌توان به آن پی برد. پس می‌توان گفت که واحد برنامه‌نویسی در عیب‌یابی برنامه کنترل دستگاهها و سیستم‌های تحت کنترل و بررسی علت توقف آنها نقش به سزایی دارد. به وسیله PG می‌توان تغییرات عملوندها یعنی ورودی‌ها، خروجی‌ها و همچنین تایمرها و شمارنده‌های برنامه در حال اجرا را به صورت Real Time مشاهده نمود. در اکثر PLCها و به کمک PG می‌توان با دستور خاصی نظیر STATUS وضعیت عملوندها را در حین اجرای برنامه مشاهده نمود.

