



www.mohandesyar.com

عنوان

کنترل در صنعت

کنترل در صنعت

مقدمه:

هدف از کنترل: هدف از کنترل در صنعت، دستیابی به دو هدف زیر در سیستم های صنعتی می باشد:

۱ - Tracking: مفهوم Tracking عبارت است از اینکه خروجی سیستم، ورودی آن را دنبال کند و خروجی متأثر از ورودی بوده و پیرو ورودی باشد.

۲ - Regulating: چنانچه بخواهیم خروجی سیستم در محدوده خاصی و یا Set Point مورد نظر قرار گیرد، بحث Regulating یعنی تنظیم خروجی سیستم توسط ورودی آن مطرح می گردد.

تاریخچه کنترل در صنعت:

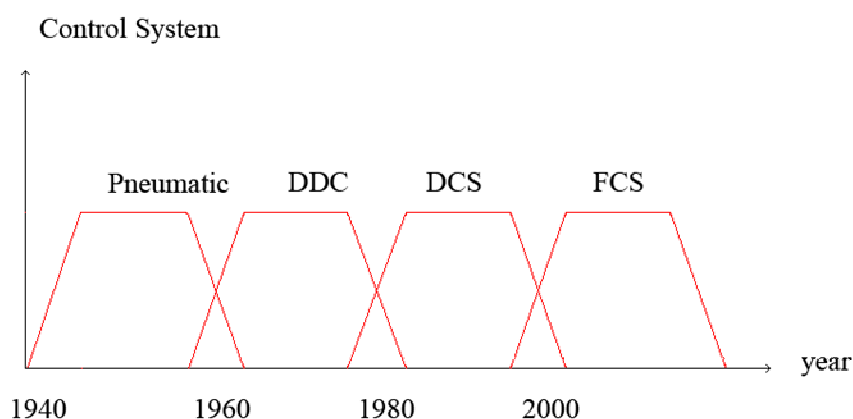
بیش از یکصد سال است که سیر سیستم های کنترلی شروع شده است. این سیر تکاملی از کنترل دستی شروع شد که در آن اپراتور با مشاهده تغییرات، تنظیمات لازم را انجام می داد. Control Loop بعدها به عنوان پایه و اساس کنترل پیرو سس باقی ماند. در سیستم فوق توانایی کنترل شخص فقط به تعداد اندکی لوپ محدود می شد و علاوه بر آن کار جمع آوری و ثبت اطلاعات بصورت دستی دقت و قدرت کنترلی را کاهش می داد. سرانجام کنترل نیوماتیک در سال ۱۹۴۰ مطرح شد که در آن با تبدیل تغییرات پیروسی به هوای فشرده (نیوماتیک) و بکارگیری آن جهت مقاصد کنترلی، قدم بزرگی در پیشرفت و توسعه سیستم های کنترلی برداشته شد. این تبدیل باعث شد تا تغییرات پیروسی به جای دیگری منتقل شده و عمل اندازه گیری و کنترل از راه دور به راحتی انجام پذیرد.

با اختراع ترانزیستور و وجود آمدن کامپیوترهای دیجیتال در اواخر دهه ۵۰ و اوایل دهه ۶۰، تلاش برای استفاده از یک کامپیوتر بزرگ برای کنترل متمرکز فرآیند آغاز شد.

که نتیجه ی این تلاشها منجر به شکل گیری تئوری کنترل DDC (Direct Digital control) شد. در این سیستم ها، کامپیوترهای دیجیتال پس از دریافت تمام متغیرهای فرآیند از طریق ورودیها و دستورات صادره توسط ابراتوراز طریق صفحه کلید، آنها را طبق برنامه ی کنترلی از قبل نوشته شده، پردازش و نتایج این پردازش را از طریق خروجیها به محرك های نهایی کنترل اعمال می کنند. همزمان با رشد و توسعه سیستم های کنترل DDC در دهه ۶۰، مشکلات استفاده از مدارهای فرمان رله ای در کارهای کنترلی مطرح شد. پژوهشگران در ابتدا، استفاده از یک مینی کامپیوتر را برای حل بسیاری از مسائل مربوط به کارهای کنترلی که با رله ها صورت می پذیرفت، پیشنهاد کردند. اما این روش راه حل گرانی بود. یک گروه مهندسی در شرکت General Motors روی کنترل کننده های قابل برنامه ریزی کار کردند. که هم قابلیت های لاجیکی داشته باشد و هم به کامپیوتر نیاز نداشته باشد. این سلسله فعالیتها منجر به تولید PLC شد اولین PLC در سال ۱۹۶۹ دارای یک CPU با یک کیلوبایت حافظه و ۱۷۸ ورودی و خروجی ساخته شد. و قابلیت های مونیتورینگ و نرم افزاری و سخت افزاری آن سریعاً پیشرفت کرد و زبانهای هم به صورت استاندارد جهت برنامه ریزی آن در نظر گرفته شد.

در دهه ۷۰ مشکل متمرکز بودن سیستم کنترل DDC مطرح شد. در سیستم کنترل DDC اگر کامپیوتر مرکزی از کار می افتاد، باعث از کار افتادن کل سیستم کنترلی می شد. لذا پژوهشگران تلاش کردند روش هایی برای انجام عملیات کنترلی به صورت غیرمتمرکز ابداع کنند. این تلاشها در سال ۱۹۸۰ باعث بوجود آمدن نسلی از روش کنترل به نام DCS (Distributed Control System) شد. سرانجام با ساخت سنسورهای هوشمند در دهه ۸۰ و با پیشرفت تکنولوژی در دهه ۹۰، از شبکه های باس برای انتقال اطلاعات کنترل کننده دیجیتالی جدید و ابزار دقیق هوشمند استفاده شد. به این

ترتیب نیاز به استفاده از مبدل‌های A/D (Analog to Digital) و D/A از بین می رفت. بنابراین برای بهینه سازی سیستم های کنترلی و فشردگی بیشتر سیستم ها، سیستم های کنترل فیلد باس (FCS (Fieldbus Control System)، ایجاد گردید و به تدریج استاندارد شد. نمودار شکل (۱ - ۳) تاریخچه کنترل در صنعت را نمایش می دهد. همانطور که ملاحظه می شود، سیر



شکل (۱-۳)

تکاملی علم کنترل از اتوماسیون مکانیکی آغاز شده و سپس با اتوماسیون نیوماتیکی ادامه یافته و پس از آن به سمت الکترونیکی شدن پیش رفته است.

تقسیم بندی ساختار کنترل:

همانطور که قبلاً اشاره شد، همه روش های اتوماسیون را می توان در دو ساختار کلی و متفاوت جای داد. این دو ساختار عبارتند از:

(3-1-1) - کنترل متمرکز: در کنترل متمرکز کل پروسه در اتاق کنترل و توسط سرورهای بزرگ کنترل می شود. کنترل نیوماتیکی و DDC مثالهایی از کنترل متمرکز هستند. در این ساختار چنانچه مشکلی در کامپیوتر مرکزی بوجود بیاید، ماکل کنترل پروسه را از دست خواهیم داد.

(3-1-2) - کنترل غیرمتمرکز: ایده کنترل غیرمتمرکز در مقابل کنترل متمرکز شکل گرفت. کنترل DCS و FCS مثالهایی از کنترل غیر متمرکز است که در دهه اخیر، تئوری آنها شکل گرفته و استانداردهای لازم راجهت استفاده در صنایع مختلف کسب کرده اند. قبل از معرفی سیستمهای کنترلی نیروگاه سهند مناسب است، ابتدا با روش های مختلف اتوماسیون در صنعت آشنا شده و مزایا و معایب هر کدام از این روش ها را مورد بررسی قرار دهیم.

(3-2) - کنترل Pneumatic:

پیش از استفاده از سیگنالهای الکتریکی برای کنترل دستگاهها در صنعت، از ابزارهای نیوماتیک استفاده می شد. سیگنالهای ورودی سیستم کنترل و نیز فرمانهای کنترلر به صورت تغییرات فشار در خطوط هوایی بین Device و کنترلر منتقل می شد. استاندارد پذیرفته شده برای فشار هوایی ابزار دقیق بین سنسورها و کنترلرها ۱۵ - ۳ psi بود. موارد مورد نیاز در سیستم های نیوماتیک برای برقراری ارتباط شامل کمپرسورها، خطوط هوا، رگولاتور، خشک کن ها و... می باشد. سیگنال فرستاده شده از Device در کنترلر به کمک کنترلرهای تناسبی، PID، PI که به کمک تیغه شیبورک (Flapper Nozzle) و دم ها (Bellows) ساخته می شوند، فرمان لازم برای محرك راتولید می کند. همانطور که ملاحظه می شود، همه ی تجهیزات مکانیکی بوده و هیچ قطعه الکترونیکی در این روش کنترل نداریم. این سیستم ها دارای عمر طولانی و قیمت پایین

هستند. سرعت بالا و ایمنی کارکرد این سیستم ها در مناطق خطرناک از مزایای دیگر آنها می باشد.

(3-3) - روش کنترل مستقیم دیجیتالی (DDC):

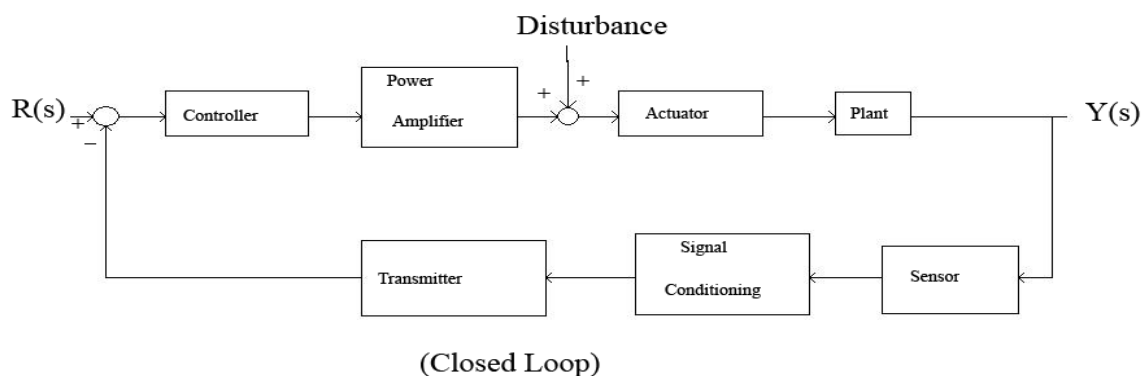
در کنترل مستقیم دیجیتال، ورودی ها توسط رشته سیم ها از سایت به اتاق کنترل مرکزی فرستاده می شوند و در آنجا عملیات محاسباتی و تصمیم گیری صورت می گیرد و فرمانهای صادر شده توسط مرکز به محرک ها اعمال می شود. و همانطور که ذکر شد چنانچه مشکلی در سرور مرکزی بوجود آید، کنترل کل پروسه را از دست خواهیم داد. روش DDC، امروزه در بسیاری از اتوماسیون ها کاربرد ندارد. برخی از دلایل ناکارآمدی DDC عبارت است از: هزینه نگهداری بالا، نویزپذیری زیاد روی سیم های ارتباطی، عدم توانایی پردازش محلی سنسورها و محرک ها، هزینه های زیاد سیم کشی و کانال گذاری، عدم کارایی در فواصل طولانی، دشواری کشف خطاهای سیستم توسط تکنسین ها و توسعه دشوار ورودی و خروجی ها.

قبل از معرفی سیستم DCS لازم است با پیکربندی و ساختار کنترل در صنعت آشنا شویم. امروزه ساختار روش های کنترلی راکه در صنایع بزرگ مانند پالایشگاه، پتروشیمی، نیروگاه، کارخانجات صنایع غذایی، کارخانه سیمان و ذوب آهن و ... بکار می رود، می توان به دو بخش تقسیم کرد. a - کنترل آنالوگ یا حلقه بسته (Closed loop) b - کنترل ترتیبی (Sequential Control)

(3-4) - کنترل آنالوگ یا حلقه بسته (Closed loop): شکل (۲ - ۳) یک لوپ

کنترلی ساده را نمایش می دهد که در آن $R(s)$ ورودی مرجع (Set Point) و $Y(s)$ خروجی فرآیند و تابع تبدیل $H(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$ ، تابع تبدیل این لوپ کنترلی است. در این لوپ کنترلی ساده سیگنال خروجی از کنترلر به دلیل اینکه سیگنال ضعیفی است و توانایی راه اندازی محرک ها را ندارد، پس از عبور از یک طبقه تقویت کننده توان به محرک ارسال

شده و خروجي محرك به فرآيند اعمال مي شود. سپس پارامتر خروجي فرآيند توسط سنسور اندازه گيري شده و سيگنال خروجي سنسور پس



شكل (3-2)

از عبور از مدارات به سازي به Transmitter اعمال شده و از طريق آن به محل مقايسه کننده ارسال مي شود.

يك سيستم صنعتي از زير سيستمهاي تشكيل شده است كه اين زير سيستم هادر هر لحظه بصورت ديناميكي كار کرده و برروي يكدیگر تأثیر مي گذارند. به عبارت دیگر اين زير سيستمها متأثر از يكدیگر بوده و براي كنترل پارامترهاي يكي از اين زير سيستمها بايد زير سيستمهاي دیگر را هم مد نظر قرار داد. مثلاً در نير وگاه، توربين موقع كار كردن متأثر از بويلر است و و پارامترهاي توربين و Set Point هاي آنها تابع كار كرد بويلر بوده و بسته به دما و فشار بخار خروجي از بويلر تغيير مي كند. حال اين سؤال مطرح مي شود، كه چگونه مسئله تأثیر پذيري زير سيستم هاي مختلف از يكدیگر را در لوپ كنترلي ساده نشان داده شده در شكل (۲ - ۳) لحاظ كنيم؟ بديهي است چون همه زير سيستم ها در هر لحظه به صورت ديناميكي كار مي كنند. نمي توان اين مسئله را با لوپ كنترلي ساده

شکل (۲ - ۳) حل کرد. و برای حل این مشکل از لوپ های صنعتی استفاده می کنند. که این لوپ های صنعتی در بحث کنترل آنالوگ یا حلقه بسته مورد بررسی قرار می گیرد. البته مفهوم اصطلاح حلقه بسته در اینجا جدای از مفهوم حلقه های فیدبک دار یا بدون فیدبک مانند شکل (۲ - ۳) می باشد.

تقسیم بندی لوپ های صنعتی:

(3-4-1) - کنترل سری (Cascade-Control): یک پروسه را گاهی می توان به دو یا چند قسمت متمایز با سرعت پاسخ متفاوت تقسیم نمود. مانند کنترل دمای یک دیگ که با جریان بخار گرم می شود.

(3-4-2) - کنترل نسبت (Ratio - Control): گاهی به جای کنترل مقدار مطلق یک کمیت، کنترل مقدار آن نسبت به کمیتی دیگر مطرح می گردد. در چنین مواردی با یک کمیت کنترل ناپذیر روبرو هستیم و ناچاراً باید کمیت یا کمیت های دیگری را متناسب با آن تنظیم کنیم. مثلاً در نیروگاه برای تنظیم نسبت سوخت به هوای ورودی مشعل های بویلر از کنترل نسبت استفاده می شود.

(3-4-3) - کنترل تقسیم قیاس (Split Range - Control): گاهی مشکلات فنی ایجاب می کند که کمیتی را در یک محدوده از طریق یک وسیله و در محدوده ای از طریق وسیله ای دیگر کنترل نماییم. مانند تنظیم دمای یک راکتور. در چنین مواردی از کنترل تقسیم مقیاس استفاده می کنیم.

(3-4-4) - کنترل پیش تغذیه (Feed Forward - Control): گاهی اوقات بجای آنکه فیدبک منفی به کنترلر اعمال کنیم، فیدبک مثبت می دهیم. مانند کنترل میزان تبدیل بخار به مایع که در این صورت از کنترل پیش تغذیه استفاده می کنیم.

ب - کنترل ترتیبی (Sequential Control) یا حلقه باز: همانطور که اشاره شد، یک پروسه صنعتی از زیر سیستم هایی تشکیل شده است. که این زیر سیستم ها متأثر از هم

هستند. بدیهی است که برای کنترل پارامترهای این زیرسیستم ها باید لاجیکی نوشته شود که این زیرسیستم ها را با هم هماهنگ کند. کنترل ترتیبی به لاجیکی که باید بین زیرسیستم های مختلف یک پروسه حاکم شود تا این زیرسیستم ها در کنار یکدیگر عملکرد مطلوب را داشته باشند، می پردازد.

(3-5) - سیستم کنترل توزیع شده (DCS):

با معرفی پروسسورها و میکرو کامپیوترها به بازار، کارهایی که در یک پروسه بر عهده یک کامپیوتر بود بین میکروپروسسورها و میکرو کامپیوترها تقسیم شد و باعث بوجود آمدن نسلی از روش کنترل به نام DCS شد. DCS مخفف Distributed Control System به معنی سیستم کنترل توزیع شده است. انگیزه پیدایش سیستم DCS، انجام عملیات کنترلی به صورت غیر متمرکز بود. برخلاف ظاهر سیستم DCS که کلیه کنترلرها به اتاق کنترل آورده شده اند و به نظر می رسد که کنترل به صورت متمرکز انجام می شود. کنترل در سیستم DCS به صورت غیرمتمرکز است. آنچه اساساً در سیستم DCS رخ می دهد، تقسیم عملیات کنترلی بین چندین کنترل کننده است که در اتاق کنترل قرار گرفته اند. و به دلیل همین تقسیم است که سیستم Distributed نام گذاری شده است. در سیستم DCS کنترلی در محل سایت وجود ندارد. برخلاف سیستم های نیوماتیک که کنترلرها اکثراً به صورت محلی وجود دارند و در سایت نصب شده اند. سیستم DCS مهمترین سیستم کنترلی نیروگاهها می باشد. بطوریکه در ایران و در نیروگاههایی که بعد از سال ۱۳۷۰ ساخته شده اند، سیستم DCS کنترل اصلی نیروگاه می باشد.

(3-6) FCS(Fieldbus Control System):

در يك سيستم متمرکز ، همه حسگرها و تحريك كننده ها مستقيماً به سيستم مونيتور مركزي متصل مي شوند. در يك سيستم بزرگ كه تعداد ورودي و خروجي ها به هزاران مي رسد و اين تعداد بسيار فزايي از ظرفيت سخت افزار كامپيوتر است ، هر دوره اخذ اطلاعات از ورودي ها بيشتر از زمان محدود تعريف شده توسط سيستم طول خواهد كشيد. ساير اشكالات سيستم متمرکز عبارتند از : عدم انعطاف پذيري ، عدم استفاده از تكنيك هاي به روز و تكنولوژي هاي جديد و هزينه نصب زياد و مشكلات مربوط به توسعه سيستم . به همين دلائل سعي مي شود كه وظايف در سيستم توزيع شوند . در سيستم توزيع شده تصميم گيريها به صورت محلي صورت مي گيرد و چندين نقطه كنترلي وجود دارد كه به طور مستقل از هم عمل مي كنند اما به يكدگر ارتباط دارند . در يك سيستم توزيع شده ، دستگاههاي لايه پائيني هوشمند هستند و كاربر مطابق نياز خودش قادر به برنامه ريزي اين ابزارها مي باشد. اين دستگاههاي هوشمند بايد قادر باشند از طريق شبكه با سايرين ارتباط برقرار كنند و به ابزار ذخيره سازي اطلاعات دسترسي مستقيم داشته باشند.

در سال ۱۹۸۰ ، شركت Honeywell براي نخستين بار ، امكان سوار كردن سيگنالهاي ديگيتال روي حلقه جريان ۴ تا ۲۰ ميلي آمپر را براي برخي از Field device هاي توليدي خود فراهم كرد. اين سرآغاز ايده ساختن فيلد باس شد. هر Field device براي ارتباطش از قواعد خاص خودش پيروي مي كند كه به سازنده اش بستگي دارد. اداره چنين دستگاههاي روز به روز مشكل تر و پيچيده تر مي شود. به منظور حل اين مسأله ، از شبكه هاي كامپيوتري الهام گرفته شده است. در اين روش يك يا چند خط سريال ، همه Field device ها را به هم وصل مي كند.

يك فيلد باس از دو جزء اصلي تشكيل مي شود : Field device ها كه گره خوانده مي شوند و بستري كه شبكه داده اي را تشكيل مي دهد. به كمك فيلد باس مي توان

دستگاههای صنعتی سطح پایین نظیر حسگرها ، تحریک کننده ها، ابزار I/O و کنترل کننده ها مثل PLC و کامپیو ترها را به روشی ساده و یکسان به هم متصل نمود . با استفاده از ابزار اندازه گیری سنتی ۴ تا ۲۰ میلی آمپر، فقط ارسال مقادیر یک متغیر از طریق جفت سیم میسر بود. به کمک تکنولوژی فیلدباس ، تبادل اطلاعات در فرم دیجیتالی و دو طرفه صورت می گیرد. بنابراین علاوه بر مقادیر متغیرها، می توان اطلاعات دیگری راجع به وضعیت Field device هابست آورد و عمل پیکربندی ابزار را نیز از طریق شبکه انجام داد . بدین ترتیب علاوه بر کنترل دستگاهها ، می توان آنها را اداره کرد. مثلاً مطلع شد که یک ترانسمیتر حرارتی آخرین بار چه موقع کالیبره شده است.

به کمک این اطلاعات وبا استفاده از قدرت پردازشی Field device ، می توان عملیات کنترلی پیچیده تری را به صورت محلی انجام داد.

فیلد باس علاوه بر امکان انتقال سیگنالها بین ابزار دقیق و اتاق کنترل، امکان انتقال تغذیه مورد نیاز تجهیزات را تنها توسط یک جفت سیم میسر می سازد. این موضوع سبب کاهش هزینه های کابل کشی ، پانل های نگه دارنده کابل ، اتصالات ، کابینتهای مارشالینگ(ترمینالهایی که wiring را مرتب می کنند در این ترمینالها ایزولاتور ؛ signal conditioner barriers و... موجود است.) و مخارج نیروی انسانی در رابطه با نصب ، پیاده سازی و نگهداری می شود. همچنین نیاز به تعویض پانلها و قطعات دیگر به دلیل فرسودگی و خوردگی کاهش می یابد. سیستم انعطاف پذیر می شود و به راحتی می توان از تکنولوژیهای جدید استفاده کرد. هر گره را می توان به منظور سرویس و تعمیر از شبکه خارج کرد، بدون اینکه اختلالی در عملکرد سایرین ایجاد شود. با استفاده از ابزار واسط مبدل سیگنالهای فشار

(3 to 15 psi) و جریان (4 to 20mA) به سیگنالهای فیلد باس ، امکان مدرنیزه کردن با تکنولوژی فیلد باس و حفظ قطعات سنتی میسر است. به کمک این ابزار واسط صرفه جویی های قابل ملاحظه ای در مدرنیزه کردن مجموعه حاصل می شود. گفتیم که برای ساخت فیلد باس از شبکه های کامپیوتری محلی ایده گرفته شده است. اما تفاوتی هم بین این دو وجود دارد، از جمله اینکه نرخ انتقال اطلاعات چندان زیاد نیست لیکن داده ها باید در فواصل زمانی قابل پیش بینی ارسال شوند.

PLC(3-7):

سیستم کنترلی دیگری که در نیروگاه حرارتی سهند از آن استفاده شده است، سیستم PLC می باشد. بخشهای عمده ای از PLC در آن استفاده شده است عبارتند از: بویلر کمکی، HVAC، کمپرسورها، بخش شیمی و Fir Fighting.

PLC از عبارت Programmable Logic Controller به معنای کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی گفته شده است. PLC کنترل کننده ای نرم افزاری است که در قسمت ورودی، اطلاعاتی را بصورت باینری دریافت و آنها را طبق برنامه ای که در حافظه اش ذخیره شده پردازش می نماید و نتیجه عملیات رانیز از قسمت خروجی به صورت فرمانهایی به گیرنده ها و اجرا کننده های فرمان (Actuators) ارسال می کند. به عبارت دیگر PLC عبارت از یک کنترل کننده منطقی است که می توان منطق کنترل را توسط برنامه برای آن تعریف نموده و در صورت نیاز، به راحتی آن را تغییر داد.

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



از شرکتهای سازنده PLC می توان SIEMENS، AEG، Allen Bradley، Omron، Mitsubishi و ... را نام برد. شکل (۱۱ - ۳) یک نمونه های ساخت شرکت زیمنس (s5) Step5 است.

از دیگر زبان های برنامه نویسی ابداع شده توسط سازندگان PLC میتوان Allen Bradley FST, CSTL, OMRAN و ... نام برد. شکل (۱۱-۳)

(3-7-1) سخت افزار PLC:

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

- a - واحد منبع تغذیه (Power Supply) PS
- b - واحد پردازش مرکزی (Control Processing Unit) CPU
- c - حافظه (Memory)
- d - ترمینال ورودی (Input Module)
- e - ترمینال خروجی (Output Module)

f - مدول ارتباط پروسسوري CP (Communication Processor)

h - مدول رابط IM (Interface Module)

۱ - مدول منبع تغذيه (PS):

منبع تغذيه ولتاژهاي مورد نیاز PLC را تأمین مي کند. اين منبع معمولاً ازولتاژهاي ۲۴ ولت DC و 110 يا 2۲۰ ولت AC، ولتاژ ۵ ولت DC را ايجاد مي کند. ماکزیم جريان قابل دسترسي منطبق با تعداد مدول هاي خروجي مصرفي است. لازم به ذکر است که ولتاژ منبع تغذيه بايد کاملاً تنظيم شده (رگوله) باشد. جهت دستيابي به راندمان بالا معمولاً از منابع تغذيه سوئچینگ استفاده مي شود. ولتاژي که دراکثر PLC ها استفاده مي گردد ولتاژ ۵ يا ۵/۲ ولت DC است. (دربرخي موارد، منبع تغذيه و واحد کنترل شونده درفاصله زيادي نسبت به يکديگر قرار دارند. بنابر اين ولتاژ منبع، ۵/۲ ولت انتخاب مي شود تا افت ولتاژ حاصل از بعد مسافت بين دو واحد مذکور جبران گردد).

براي تغذيه رله ها و محرك ها (Actuators) معمولاً ازولتاژ ۲۴ ولت DC به صورت مستقيم (بدون استفاده از هيچ کارت ارتباطي) استفاده مي شود. دربرخي موارد نيز ازولتاژهاي ۱۱۰ يا ۲۲۰ ولت AC با استفاده از يك کارت رابط به نام Relay Board استفاده مي گردد. (درمورد تغذيه رله ها احتياج به رگولاسيون دقيق نيست).

دربرخي شرايط کنترلي لازم است تادرسورت قطع جريان منبع تغذيه، اطلاعات موجود درحافظه و همچنين محتويات شمارنده ها، تايمرها و فلگ هاي پايدار، بدون تغيير باقي بمانند. در اين موارد از يك باطري جنس ((Lithium)) جهت حفظ برنامه درحافظه استفاده مي گردد. به اين باطري ((Battery Back up)) مي گویند. ولتاژ اين نوع باطري ها معمولاً ۲/۸ ولت تا ۳/۶ ولت مي باشد. از آنجا که اين باطري نقش مهمي در حفظ اطلاعات موجود درحافظه دارد. دراکثر PLC ها يك چراغ نشان دهنده، تعبيه

شده و در صورتی که ولتاژ باتری به سطح پایین تر از مقدار $2/8$ ولت برسد، این نشان دهنده روشن می گردد. 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 يك منبع تغذیه، ولتاژ مدول موردنظر را تأمین و سپس اقدام به تعویض باتری نمود.

۲ - واحد پردازش مرکزی (CPU):

واحد پردازش مرکزی در حقیقت قلب PLC است. وظیفه این واحد، دریافت اطلاعات از ورودی ها، پردازش این اطلاعات مطابق دستورات برنامه و صدور فرمانهایی است که به صورت فعال یا غیر فعال نمودن خروجی ها ظاهر می شود. واضح است که هرچه سرعت پردازش CPU بالاتر باشد، زمان اجرای يك برنامه کمتر خواهد بود.

۳ - حافظه (Memory):

حافظه محلی است که اطلاعات و برنامه کنترل در آن ذخیره می شود. علاوه بر این سیستم عامل که عهده دار مدیریت کلی بر PLC است در حافظه قرار دارد. تمایز در عملکرد PLC ها، عمدتاً به دلیل برنامه ی سیستم عامل و طراحی خاص CPU آنهاست. در حالت کلی در PLC ها دو نوع حافظه وجود دارد.

a - حافظه موقت (RAM) که محل نگهداری فلگ ها، تایمرها، شمارنده ها و برنامه های کاربر است.

b - حافظه دائم (EPROM و EEPROM) که جهت نگهداری و ذخیره همیشگی برنامه ی کاربر استفاده می گردد.

۴ - ترمینال 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 دو صورت می باشند:

الف) ورودی های دیجیتال (Digital Input)

ب) ورودی های آنالوگ (Analog Input)

۵ - ترمینال خروجی (Output Module):

این واحد، محل صدور فرمانهای PLC به پروسه تحت کنترل می باشد. تعداد این خروجی ها در PLC های مختلف متفاوت است. خروجی های استفاده شده در PLC ها به دو صورت خروجی های دیجیتال و خروجی های آنالوگ وجود دارند.

۶ - مدول ارتباط پروسسوری CP:

این مدول، ارتباط بین CPU مرکزی را با CPU های جانبی برقرار می سازد.

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 می شود. در صورتی که چندین PLC به صورت شبکه به یکدیگر متصل شوند از واحد IM جهت ارتباط آنها استفاده می گردد.

تصویر ورودی ها (PII):

قبل از اجرای برنامه، CPU وضعیت تمام ورودی ها را بررسی و در قسمتی از حافظه به نام PII نگهداری می کند. غالباً در حین اجرای برنامه، CPU به ورودی ها مراجعه نمی کند بلکه برای اطلاع از وضعیت هر ورودی به سلول مورد نظر در PII رجوع می کند.

تصویر خروجی ها (PIO):

هرگاه درحین اجرای برنامه يك مقدار خروجي بدست آید، دراین قسمت ازحافظه نگهداري مي شود. غالباً درحین اجرای برنامه ها، CPU به خروجي ها مواجهه نمي کند، بلکه براي ثبت آخرین وضعیت هرخروجي به سلول موردنظر در PIO رجوع مي کند.

فلگ ها، تایمرها و شمارنده ها:

هر CPU براي اجرای برنامه هاي كنترلي از تعدادي تایمر، فلگ و شمارنده استفاده مي کند. فلگ ها محل هايي از حافظه اند که جهت نگهداري وضعیت برخي نتایج و یاخروجي ها استفاده مي شوند. جهت شمارش از شمارنده ها و براي زمان سنجي از تایمر استفاده مي گردد. فلگ ها، تایمرها و شمارنده ها را از لحاظ پایداري و حفظ اطلاعات مي توان به دو دسته كلي تقسیم نمود.

- ۱ - پایدار (Retentive) به آن دسته از فلگ ها، تایمرها و شمارنده هايي اطلاق مي گردد که در صورت قطع جریان الكتریكي (منبع تغذیه) اطلاعات خود را از دست ندهند.
- ۲ - ناپایدار (Non Retentive): این دسته برخلاف پایدار، در صورت قطع جریان الكتریكي تغذیه، اطلاعات خود را از دست مي دهند.



تعداد فلگ ها، تایمر ها و شمارنده ها در PLC های مختلف متفاوت می باشد. شکل (۱۲) -
(۳) تصویر پانل های PLC رادرنیروگاه حرارتی سهند نمایش می دهد.