



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی

عنوان :

طراحی برنامه خط تولید آهک با PLC

استاد راهنما: دکتر شهرام محمدی

گردآورنده:

سعید افشار

اردیبهشت ۱۳۹۵

## فهرست مطالب

فصل اول:.....	۱
کنترل کننده‌های منطقی برنامه پذیر .....	۱
۱- ۱ مقدمه .....	۲
۱- ۲ تعاریف .....	۲
۱- ۳ تاریخچه سیستم‌های کنترل از گذشته تا به امروز .....	۳
۱- ۴ PLC ها .....	۳
۱- ۵ تاریخچه PLC .....	۵
۱- ۶ مفهوم کنترلرهای قابل برنامه ریزی PLC .....	۵
۱- ۷ زمان پاسخ گویی (Scan Time) .....	۶
۱- ۸ قطعات ورودی .....	۶
۱- ۹ قطعات خروجی .....	۶
۱- ۱۰ نقش کنترلرهای قابل برنامه ریزی (PLC) در اتوماسیون صنعتی .....	۶
۱- ۱۱ مقایسه تابلوهای کنترل معمولی با تابلوهای کنترلی مبتنی بر PLC .....	۷
۱- ۱۲ کنترل منطقی .....	۸
۱- ۱۳ قسمت‌های اصلی PLC .....	۸
۱- ۱۴ PLC های متوسط .....	۹
۱- ۱۵ PLC های بزرگ .....	۱۰
۱- ۱۵ PLC ها با کاربرد محلی .....	۱۰
۱- ۱۶ PLC ها با کاربرد گسترده .....	۱۱
۱- ۱۷ مقایسه سیستم‌های کنترلی مختلف .....	۱۳
۱- ۱۸ برخی از معایب یا توجهات خاص در بکارگیری سیستم‌های PLC .....	۱۴
۱- ۱۹ سخت افزار PLC .....	۱۵
۱- ۲۰ قسمت‌های یک PLC .....	۱۶

۱۹	۱- ۲۱ ورودی / خروجی دور دست و ارتباط با آنها.....
۲۰	۱- ۲۲ انواع محیطهای برنامه نویسی و امکانات نرم افزاری در PLC.....
۲۰	۱- ۲۳ انواع plc ها از لحاظ سخت افزاری.....
۲۲	۱- ۲۴ پی ال سی های مختلف شرکت زیمنس.....
۲۲	۱- ۲۵ خانواده های PLC های زیمنس.....
۲۹	فصل دوم :.....
۲۹	آشنایی با تجهیزات پایه ای برق.....
۳۰	۲- ۱ مقدمه.....
۳۱	۲- ۲ برخی تجهیزات پایه ای در اتوماسیون صنعتی.....
۳۶	۲- ۳ سنسورها.....
۳۷	۲- ۴ انواع سنسورها.....
۴۵	فصل سوم :.....
۴۵	مبانی دیجیتال و دستورات برنامه نویسی.....
۴۶	۳- ۱ مقدمه.....
۴۶	۳- ۲ سیستم های عددی.....
۵۱	۳- ۳ گیت های منطقی.....
۵۳	۳- ۴ دستورات برنامه نویسی.....
۵۳	۳- ۵ دستورات BIT Logic.....
۵۹	۳- ۶ تایمرها و دستورات آن.....
۶۳	۳- ۷ کاترها و دستورات آن.....
۶۵	۳- ۸ روش های برنامه نویسی و پردازش برنامه.....
۶۶	۳- ۹ بلوک های برنامه نویسی.....







## ۱-۱ مقدمه

امروزه در بین کشورهای صنعتی، رقابت فشرده و شدیدی در ارائه راهکارهایی برای کنترل بهتر فرآیند تولید، وجود دارد که مدیران و مسئولان صنایع در این کشورها را بر آن داشته است تا تجهیزاتی مورد استفاده قرار دهند که سرعت و دقت عمل بالایی داشته باشند. بیشتر این تجهیزات شامل سیستم‌های استوار بر کنترلرهای قابل برنامه‌ریزی (Programmable Logic Controller) هستند. در بعضی موارد که لازم باشد می‌توان PLC ها را با هم شبکه کرده و با یک کامپیوتر مرکزی مدیریت نمود تا بتوان کار کنترل سیستم‌های بسیار پیچیده را نیز با سرعت و دقت بسیار بالا و بدون نقص انجام داد. قابلیت‌هایی از قبیل توانایی خواندن انواع ورودی‌ها (دیجیتال، آنالوگ، فرکانس بالا...)، توانایی انتقال فرمان به سیستم‌ها و قطعات خروجی ( نظیر مانیتورهای صنعتی، موتور، شیربرقی، ... ) و همچنین امکانات اتصال به شبکه، ابعاد بسیار کوچک، سرعت پاسخگویی بسیار بالا، ایمنی، دقت و انعطاف پذیریزاد این سیستم‌ها باعث شده که بتوان کنترل سیستم‌ها را در محدوده وسیعی انجام داد.

## ۱-۲ تعاریف

فرآیند: منظور از فرآیند مجموعه کارهایی است که بوسیله مجموعه عناصری روی مواد اولیه صورت می‌گیرد و ماده یا مواد دیگری را با تغییرات فیزیکی یا شیمیایی تولید کند.

بطور مثال

- فرآیند تولید کاغذ

- فرآیند تولید رنگ از ترکیب کردن مواد مختلف شیمیایی

برای کنترل قطعاتی که در فرآیند به کار گرفته می‌شود در دهه‌های گذشته از مدارات الکترومکانیکی یا سیستم‌های پنوماتیکی استفاده می‌شده است. که می‌توان از آن میان به مدارات فرمان رله‌ای اشاره کرد. با پیشرفت علم الکترونیک و انقلاب نیمه‌هادی‌ها و میکروپروسسرها در آن کم‌کم انسان برای بالا بردن کیفیت و افزایش و بهینه‌سازی محصولات در کارخانه جات صنعتی انسان به فکر به کارگیری کامپیوترها در صنعت افتاد.

PLC(Programmable Logic Controller) یا کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی دستگاهی

است که به عنوان مغز متفکر اتوماسیون صنعتی در حال کار می‌باشد. که جایگزین مدارات فرمان رله‌ای و

جانشین انسان در کنترل یک فرآیند در صنایع مختلف گردید.

### ۱-۳ تاریخچه سیستم‌های کنترل از گذشته تا به امروز

تا اواسط دهه ۱۹۷۰ بسیاری از سیستمها توسط رله‌هایی که در تابلوهای کنترل بزرگ قرار داشتند، کنترل می شدند. این رله‌ها معمولا میزان قابل توجه ای گرما تولید می کردند، همچنین مصرف انرژی زیادی داشته و با ولتاژهای سطح بالا کار می کردند.

سیستمهای کنترل رله ای برای مهندسين و کارشناسان فنی مشکلات زیادی ایجاد می کردند. اتصالات سیم بندی شده معمولا خیلی زیاد و به هزاران اتصال می رسید، این موضوع منجر به وجود آمدن مشکلات زیادی به هنگام از دست دادن یکی از اتصالات می شد. تایمرها به صورت پنوماتیکی بوده و به همین دلیل نیاز به تنظیمات دستی دوره ای داشتند که این امر باعث ایجاد مشکلاتی برای مهندسين می شد.

به دلیل اینکه رله‌ها یک عنصر مکانیکی هستند، روشن و خاموش شدن کوئل رله‌ها به آهستگی صورت می گرفت و همچنین زمان لازم برای عملکرد رله بسته به نوع آن متفاوت بود. این مشکل دیگری بود که در سیستمهای رله ای وجود داشت. از لحاظ مکانیکی نیز رله‌ها نیاز به نگهداری دوره ای برای تمیز کردن کنتاکتها و یا تعویض کامل رله‌ها داشته اند. همچنین با توجه به محدودیت تعداد کنتاکتهای موجود در رله‌ها باید برای دستیابی به کنتاکتهای بیشتر از رله‌ها به صورت موازی استفاده می شده است.

ایجاد تغییرات به منظور تغییر در منطق عملکرد سیستم کنترل نیاز به جا به جایی و یا برداشتن بعضی از سیمهای سیم بندی شده داشت که این امر نیز منجر به اشتباهات زیادی می شده است. تغییرات ایجاد شده در سیم بندی نیز معمولا جایی به ثبت نمی رسید که باعث افزایش مشکلات در هنگام رفع اشکال مدار می شده است. رفع اشکال نیز با مشکلات زیادی همراه بود که شامل اندازه گیری ولتاژها، خواندن اسناد مربوط به تابلو کنترل، بیرون کشیدن سیمها از تابلو کنترل و دنبال کردن سیمها برای پیدا کردن قطعی و یا مشکلات در مسیر سیم کشی می شد. منطق کنترل نیز به شکل "منطق نردبانی رله ای" (RLL) ترسیم می شده است. که در این روش "ستون‌های" عمودی نشان دهنده مسیر قدرت مدار منطقی و "پله‌های" افقی نیز نشان دهنده منطق رله ای کنترل دستگاه بوده است.

### ۱-۴ PLC ها

وظیفه PLC قبلا بر عهده مدارهای فرمان رله ای بود که استفاده از آنها در محیطهای صنعتی جدید منسوخ گردیده است. اولین اشکالی که در این مدارها ظاهر می شود آن است که با افزایش تعداد رله‌ها حجم و وزن مدار فرمان بسیار بزرگ شده، همچنین موجب افزایش قیمت آن می گردد. برای رفع این

اشکال مدارهای فرمان الکترونیکی ساخته شد، ولی با وجود این هنگامی که تغییری در روند یا عملکرد ماشین صورت می گیرد لازم است تغییرات بسیاری در سخت افزار سیستم کنترل داده شود.

با استفاده از PLC تغییر در روند یا عملکرد ماشین به آسانی صورت می پذیرد، زیرا دیگر لازم نیست سیم کشی ها و سخت افزار سیستم کنترل تغییر کند و تنها کافی است چند سطر برنامه نوشت و به PLC ارسال کرد تا کنترل مورد نظر تحقق یابد. کنترل کننده های منطقی پذیر (PLC) برای رفع و یا کاهش استفاده از رله ها طراحی شده اند PLC ها باعث کاهش سباز تابلوهای کنترل و همچنین انرژی مصرفی سیستمهای کنترل شده اند. در PLC های قدیمی برای جلوگیری از سیم بندی دوباره سیستم های رله ای که با ولتاژهای سطح پایین کار می کردند از ولتاژ VAC 120 استفاده شده است.

عناصر ورودی به یک نقطه اتصال در PLC متصل می شوند. از دست دادن اتصالات و قطعی آنها همچنان به عنوان مشکل باقی مانده است ولی با استفاده از PLC تعداد اتصالات به میزان قابل توجهی کاهش پیدا کرده است. تایمرها موجود در PLC الکتریکی بوده و بسیار باثبات تر از تایمرهای پنوماتیکی قدیمی است.

امروزه تایمرهای PLC به طرز باور نکردنی دقیق هستند به طوری که قابلیت محاسبه زمان با دقت بسیار بالا را دارا می باشند. ماهیت حالت جامد PLC ها توانسته است بسیاری از محدودیت های مکانیکی که در سیستم های رله ای وجود داشته است را برطرف سازد. برای اتصال بسیاری از خروجی های PLC به بارهای خارجی هنوز از رله ها استفاده می شود. این رله ها در ساختار داخلی PLC دارای تعداد نامحدودی کنتاکت

برای استفاده در برنامه نویسی هستند. بنابراین یک PLC می تواند جایگزین هزاران رله ولی در فضایی کوچک باشد. برنامه نویسی مجدد به جای تغییر در سیم بندی سیستم، برای تغییر منطق عملکرد سیستم کنترل استفاده می شود. رفع اشکال با استفاده از عناصر برنامه نویسی که در عملکرد منطقی برنامه

دیده می شود انجام می گیرد. این روش بسیار ساده تر از دنبال کردن سیمها و یا تست کردن کنتاکت رله ها می باشد. بسیاری از متخصصان برق برای خواندن منطق RLL برای نصب و رفع اشکال سیستمهای کنترل رله ای دوره دیده اند. این امر باعث شده تا در زبان برنامه نویسی PLC با الهام از منطق رله ای، از همان دید برنامه نویسی با منطق رله ای استفاده شود، که نمونه بارز آن زبان برنامه نویسی نردبانی می باشد.





شکل ۱- 1 یک نمونه از پی ال سی های شرکت زیمنس

## ۱ - ۵ تاریخچه PLC

اولین پی ال سی در سال ۱۹۶۸ توسط جنرال موتور ساخته شد در دهه‌ی هفتاد امکان Communication به آن اضافه شد. در دهه‌ی هشتاد پروتوکلهای ارتباط استاندارد به آن اضافه شد و بلاخره در دهه‌ی ۹۰ استانداردهای زبان برنامه‌نویسی یعنی استاندارد IEC1131 ارائه گردید که شرکت‌ها جهت دریافت آن لازم است نحوه‌ی ساخت پی ال سی و زبان‌های برنامه‌نویسی آنها با این استاندارد مطابق باشد. شرکت زیمنس معتقد است که S7 حدود ۷۰ درصد با این استاندارد منطبق است.

## ۱-۶ مفهوم کنترلرهای قابل برنامه‌ریزی PLC

در سیستم‌های اتوماسیون وظیفه اصلی کنترل برعهده PLC است که با گرفتن اطلاعات از طریق ترمینالهای ورودی، وضعیت ماشین را حس کرده و نسبت به آن پاسخ مناسبی برای ماشین فراهم می‌کند. امکان تعریف مدهای مختلف برای ترمینالهای ورودی/خروجی یک PLC، این امکان را فراهم کرده تا بتوان PLC را مستقیماً به المانهای دیگر وصل کرد. علاوه بر این PLC شامل یک واحد پردازشگر مرکزی (CPU) نیز هست، که برنامه کنترلی مورد نظر را اجرا می‌کند. این کنترلر آنقدر قدرتمند است که می‌تواند هزارها I/O را در مدهای مختلف آنالوگ یا دیجیتال و همچنین هزارها تایمر/کانتر را کنترل نماید. همین امر باعث شده بتوان هر سیستمی، از سیستم کنترل ماشین‌هایی با چند I/O که کار ساده‌ای مثل تکرار یک سیکل کاری کوچک انجام می‌دهند گرفته تا سیستم‌های بسیار پیچیده تعیین موقعیت و مکان‌یابی را کنترل نمود. این سیستم می‌تواند بدون نیاز به سیم‌بندی و قطعات جانبی و فقط از طریق نوشتن چند خط برنامه تا صدها تایمر را در آن واحد کنترل و استفاده نماید. PLC ها سخت افزاری شبیه کامپیوتر دارند، البته با ویژگی‌های خاصی که مناسب کنترل صنعتی است.

## ۱-۷ زمان پاسخ گویی (Scan Time)

این زمان بستگی به سرعت پردازش CPU مدل انتخاب شده PLC و طول برنامه کاربر دارد. از یک میکروثانیه تا ده میلی ثانیه می باشد. مثلاً در مواقعی که I/O از سیستم اصلی دور باشد، چون مجبور به نقل و انتقال سیگنالها به سیستم دورتری هستیم در نتیجه زمان اسکن زیاد می شود. همچنین مانیتور کردن برنامه کنترلی اغلب به زمان اسکن می افزاید چرا که CPU کنترلر مجبور است وضعیت کنتاکتها، رلهها، تایمرها و... را روی CRT یا هر وسیله نمایشگر دیگری بفرستد.

## ۱-۸ قطعات ورودی

هوشمند بودن سیستم اتوماسیون بیشتر مربوط به توانایی PLC در خواندن سیگنالهای ارسالی از انواع ورودیها، دستی، اتوماتیک و حس گرهای خودکار می باشد. قطعات ورودی نظیر شستی های استارت/ استوپ، سویچها، میکروسویچها، سنسورهای فتوالکتریک، proximity، level sensor، ترموکوپل، PT100 و... از این سنسورها برای انجام عملیاتی نظیر تشخیص قطعه روی نوار نقاله حامل قطعات، تشخیص رنگ، تشخیص سطح مایعات داخل مخزن، آگاهی داشتن از مکانیزم حرکت و موقعیت جسم، تست کردن فشار مخازن و بسیاری موارد دیگر، استفاده می کنند.

سیگنالهای ورودی یا دیجیتال هستند و یا آنالوگ، که در هر صورت ورودی های PLC را می توان در مدهای مختلف تنظیم و مورد استفاده قرار داد.

## ۱-۹ قطعات خروجی

همانطوری که می دانید یک سیستم اتوماسیون شده بدون داشتن قابلیت اتصال به قطعات خروجی از قبیل سیم پیچ، موتور، اینورتر، شیربرقی، هیتر و ... کامل نخواهد بود. قطعات خروجی نحوه عملکرد سیستم را نشان می دهند و مستقیماً تحت تاثیر اجرای برنامه کنترلی سیستم هستند در خروجی های PLC نیز مدهای مختلفی برای اعمال سیگنال به المانهای خروجی وجود دارد.

## ۱-۱۰ نقش کنترلرهای قابل برنامه ریزی (PLC) در اتوماسیون صنعتی

در یک سیستم اتوماسیون، PLC بعنوان قلب سیستم کنترلی عمل می کند. هنگام اجرای یک برنامه کنترلی که در حافظه آن ذخیره شده است، PLC همواره وضعیت سیستم را بررسی می کند. این کار را با گرفتن فیدبک از قطعات ورودی و سنسورها انجام می دهد. سپس این اطلاعات را به برنامه کنترلی خود منتقل می کند و نسبت به آن در مورد نحوه عملکرد ماشین تصمیم گیری می کند و در نهایت فرمانهای لازم را به قطعات و دستگاههای مربوطه ارسال می کند.

## ۱-۱۱ مقایسه تابلوهای کنترل معمولی با تابلوهای کنترلی مبتنی بر PLC

امروزه تابلوهای کنترل معمولی ( رله‌ای ) خیلی کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. چرا که معایب زیادی دارند. از آنجا که این نوع تابلوها با رله‌های الکترومکانیکی کنترل می‌شوند، وزن بیشتری پیدا می‌کنند، سیم‌کشی تابلو کار بسیار زیادی می‌طلبد و سیستم را بسیار پیچیده می‌کند. در نتیجه عیب‌یابی و رفع مشکل آن بسیار پرهزینه بوده و برای اعمال تغییرات لازم در هر سال و یا به روزکردن سیستم بایستی ماشین را به مدت طولانی متوقف نمود که این امر مقرون به صرفه نخواهد بود. ضمناً توان مصرفی این تابلوها بسیار زیاد است.

با بوجود آمدن PLC، مفهوم کنترل و طراحی سیستم‌های کنترلی بطور بسیار چشمگیری پیشرفت کرده است و استفاده از این کنترلرها مزایای بسیار زیادی دارد. که به برخی از این موارد در زیر اشاره می‌کنیم که

با مطالعه آن می‌توان به وجه تمایز PLC با سایر سیستم‌های کنترلی پی برد:

- سیم بندی سیستم‌های جدید در مقایسه با سیستم‌های کنترل رله‌ای تا ۸۰٪ کاهش می‌یابد.
- از آنجاییکه PLC توان بسیار کمی مصرف می‌کند، توان مصرفی بشدت کاهش پیدا خواهد کرد.
- توابع عیب‌یاب داخلی سیستم PLC، تشخیص و عیب‌یابی سیستم را بسیار سریع و راحت می‌کند.
- برعکس سیستم‌های قدیمی در سیستم‌های کنترلی جدید اگر نیاز به تغییر در نحوه کنترل یا ترتیب مراحل آن داشته باشیم، بدون نیاز به تغییر سیم‌بندی و تنها با نوشتن چند خط برنامه این کار را انجام می‌دهیم. در نتیجه وقت و هزینه بسیار اندکی صرف انجام اینکار خواهد شد.
- در مقایسه با تابلوهای قدیمی در سیستم‌های مبتنی بر PLC نیاز به قطعات کمکی از قبیل رله، کانتر، تایمر، مبدل‌های A/D و D/A و... بسیار کمتر شده است. همین امر نیز باعث شده در سیستم‌های جدید از سیم‌بندی، پیچیدگی و وزن تابلوها به نحو چشمگیری کاسته شود.
- از آنجاییکه سرعت عملکرد و پاسخ‌دهی PLC در حدود میکروثانیه و نهایتاً میلی ثانیه است، لذا زمان لازم برای انجام هر سیکل کاری ماشین بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و این امر باعث افزایش میزان تولید و بالا رفتن بازدهی دستگاه می‌شود.
- ضریب اطمینان و درجه حفاظت این سیستم‌ها بسیار بالاتر از ماشین‌های رله‌ای است.
- وقتی توابع کنترل پیچیده‌تر و تعداد I/Oها خیلی زیاد باشد، جایگزین کردن PLC بسیار کم هزینه‌تر و راحت‌تر خواهد بود







