



## دانشگاه تجان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی برق

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی

در رشته مهندسی برق

### مانیتورینگ و کنترل سطح مخازن شرکت نخ تایر صبا با استفاده از گوشی های

هوشمند

تحقیق و نگارش:

همایون بابامرادی

استاد راهنما:

دکتر ابوالفضل جلیوند

شهریور ۹۶





|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| انرژی زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق     | انرژی زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق | انرژی زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق | انرژی زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق |
| ۱۰-۱ انواع محیطهای برنامه نویسی و امکانات نرم افزاری در PLC | ۱۳  | ۱۱-۱ پی ال سی های مختلف شرکت زیمنس                      | ۱۳  |
| ۱۲-۱ خانواده های PLC های زیمنس                              | ۱۴  | ۱۲-۱ SIMATIC S5   | ۱۴  |
| ۱۲-۲ SIMATIC S7   | ۱۴  | ۱۲-۳ LOGO Logic Modules                                 | ۱۵  |
| ۱۲-۴ SIMATIC C7   | ۱۵  | ۱۲-۵ SIMATIC 505  | ۱۶  |
| ۱۲-۲-۱ S7-200   | ۱۷  | ۱۲-۲-۲ S7-300   | ۱۷  |
| ۱۲-۲-۳ S7-300F  | ۱۸  | ۱۲-۲-۱ S7-400   | ۱۹  |
| ۱۲-۲-۱ S7-400C  | ۱۹  | ۱۲-۲-۱ S7-400H  | ۲۰  |
| ۱۲-۲-۱ S7-400FH   | ۲۱  | فصل دوم: کنترل کننده های PID و کاربرد آنها در صنعت      | ۲۲  |
| ۱-۲ مقدمه   | ۲۲  |   |   |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| ..... | ۲-۲ پیاده سازی کنترل کننده های PID                      | ۲۲ |
| ..... | ۲-۳ کنترل کننده های تناسبی (Proportional)               | ۲۴ |
| ..... | ۲-۴ کنترلر انتگرالی (Integral)                          | ۲۵ |
| ..... | ۲-۵ کنترل کننده های مشتق گیر (DIFFERENTIAL)             | ۲۵ |
| ..... | ۲-۶ کنترل کننده های تناسبی _ انتگرالی (PI)              | ۲۶ |
| ..... | ۲-۷ کنترلر تناسبی - مشتق گیر (PD)                       | ۲۶ |
| ..... | ۲-۸ کنترل کننده PID                                     | ۲۷ |
| ..... | ۲-۹ ویژگی های کنترلر PID                                | ۲۸ |
| ..... | ۲-۱۰ کاربرد کنترل کننده PID در صنعت                     | ۲۹ |
| ..... | ۲-۱۰-۱ کنترلر دما با استفاده از PID                     | ۲۹ |
| ..... | ۲-۱۰-۲ نقش کنترل کننده PID در کنترل دما                 | ۳۰ |
| ..... | ۲-۱۰-۳ کنترل سطح مخازن با استفاده از PID کنترلر         | ۳۰ |
| ..... | <b>فصل سوم: روش های تشخیص و کنترل سطح مایع در مخازن</b> | ۳۱ |
| ..... | ۳-۱ مقدمه:  | ۳۱ |
| ..... | ۳-۲ کنترل سطح مایع در مخازن                             | ۳۱ |
| ..... | ۳-۳ اجزای فرایند کنترل سطح مایع                         | ۳۲ |
| ..... | ۳-۴ سنسورهای ارتفاع یا سطح                              | ۳۳ |



|   |    |
|---|----|
| ۳-۱۲-۱ نقش اینورتر در کنترل سطح مایع                            | ۴۴ |
| <b>فصل چهارم: طراحی کنترلر PID در PLC S7 ۳۰۰</b>                | ۴۵ |
| ۱-۴ مقدمه   | ۴۵ |
| ۲-۴ معرفی بلوک FB۴۱   | ۴۵ |
| ۳-۴ پارامترهای ورودی FB۴۱                                       | ۴۶ |
| ۴-۴ پارامترهای خروجی FB۴۱                                       | ۴۸ |
| ۵-۴ دیاگرام داخلی FB۴۱  | ۴۹ |
| ۴-۵-۱ بررسی دیاگرام داخلی FB۴۱                                  | ۵۰ |
| ۴-۶-۱ مراحل انجام برنامه نویسی PID در نرم افزار TIA PORTAL V۱۳  | ۵۱ |
| ۴-۷ تنظیم ضرایب PID   | ۵۲ |
| ۴-۸ کنترل پروسه تنظیم Level به روش PID                          | ۵۲ |
| ۴-۹-۱ مراحل کار در نرم افزار TIA PORTAL V۱۳                     | ۵۳ |
| ۴-۹-۱ توضیح خط به خط برنامه                                     | ۵۴ |
| <b>فصل پنجم:</b>  | ۵۹ |
| <b>مانیتورینگ کنترل سطح مخازن با استفاده از نرم افزار wincc</b> | ۵۹ |
| ۱-۵ مقدمه   | ۵۹ |
| ۲-۵ تعریف HMI   | ۶۰ |

|   |  |    |
|---|--|----|
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان | ۳-۵ دلایل کاربرد HMI در صنعت                                   | ۶۱ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۴-۵ ویژگی کارکرد HMI   | ۶۲ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۵-۵ مشخصات کلی HMI   | ۶۲ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۵-۶ انواع نمایشگرهای HMI                                       | ۶۳ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۵-۶-۲ نمایشگرهای گرافیکی                                       | ۶۳ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۵-۶-۳ نمایشگرهای تاج اسکرین                                    | ۶۴ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۵-۷ مراحل کار با HMI در نرم افزار TIA PORTAL V۱۳               | ۶۵ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۵-۸ مراحل کار با HMI دلتا در نرم افزار DOP soft                | ۶۹ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۹-۵ توضیح Screen ها  | ۷۲ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۵-۱۰ نحوه استفاده از نرم افزار eRemote در تلفنهای همراه هوشمند | ۷۳ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۱۱-۵ ویژگیها و قابلیت های نرم افزار eRemote                    | ۷۵ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۱۲-۵ تنظیم ضرایب PID   | ۷۵ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | ۱۳-۵ مراحل تنظیم ضرایب PID                                     | ۷۵ |
| دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاه زنجان   | مراجع:   | ۸۱ |



## فصل اول: مقدمه ای بر PLC و کاربرد آن

### ۱-۱ مقدمه

در جامعه صنعتی و پیشرفته امروزه، سیستمهای کنترل اتوماتیک جزء شیوه هایی از زندگی روزمره به شمار می آیند. اگر چه تاریخچه ی اولین سیستم کنترل ساخت بشر را به چند صد سال قبل از میلاد نسبت می دهند، لیکن مسلم آن است که تحول اساسی در زمینه طراحی و ساخت سیستمهای کنترل اتوماتیک، با طراحی و ساخت اولین گاورنر توسط جیمز وات در دوران انقلاب صنعتی رخ داد. امروزه اکثر وسایل به صورت اتوماتیک ساخته می شوند و عملکرد آنها بدون سیستم کنترل، به کلی مختل و بسیار ضعیف است. قبل از آنکه بتوان کنترل را به هر مفهوم در هر نوع سیستمی اعمال کرد باید یک هدف و انگیزه مشخص برای اعمال کنترل کننده وجود داشته باشد که ما آن مشخصه ها را عملکرد سیستم می نامیم برای مثال یک مدیر کارخانه سعی دارد تا با اعمال یک سری قوانین و برقراری نظم خاص در کارخانه بر تولید بیشتر و یا کیفیت بهتر با قیمت ارزان برسد. چهار دلیل استفاده از سیستمهای کنترل را می توان به صورت زیر نام برد:

۱- عملکرد

۲- مسائل اقتصادی و سودآوری تولید

۳- امنیت کاربرد

۴- قابلیت اطمینان

سرعت تولید به همراه رسیدن به کیفیت مناسب عواملی بسیار مهم اقتصادی هستند که توسط سیستم های اتوماسیون و کنترل قابل دسترسی است. امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی کاربرد کامپیوتر در صنعت نیز نمود پیدا کرده است بدین گونه که بجای تابلوهای فرمان و قدرت دستگاه های خط تولید که تماماً به صورت رله کنتاکتوری ساخته می شد و در نتیجه برای تعمیر و عیب یابی هر ایراد اولاً به تجربه و شناخت کافی از تابلو نیاز بود و ثانیاً بایستی مرحله به مرحله تمامی تابلو از طریق نقشه کنترل می گردید تا ایراد مشخص گردد اما امروزه از دستگاهی به نام plc استفاده می گردد و به وسیله plc علاوه بر اینکه می توان هر ایرادی را مانیتور نموده و بر روی صفحه نمایش داد بدون نیاز به نقشه و به راحتی می توان ایرادات دستگاه ها را در کوتاه ترین زمان ممکن مشخص و رفع عیب نمود.

از دیگر مزایای plc قابلیت اتصال آن ها به یکدیگر و برقراری ارتباط شبکه می باشد که بدین وسیله می-

توان از طریق یک کامپیوتر مرکزی در اتاق کنترل تمامی تجهیزات و plc های داخل خط تولید را کنترل و

مورد بررسی قرار داد که این موضوع باعث کاهش نیروی ماهر در خط تولید و افزایش دقت و راندمان تجهیزات می‌گردد.

در کارخانه ایران خودرو از سال ۱۳۷۹ تاکنون تقریباً تمامی تجهیزات خطوط تولید سالن های مختلف از قبیل مونتاژ، رنگ آمیزی، بدنه سازی، پرس، موتورسازی و ریخته‌گری از حالت قدیمی خارج شده و مجهز به سیستم اتوماسیون صنعتی و plc گردیده است.

## ۱- ۲ 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 می‌شدند. این رله‌ها معمولاً میزان قابل توجهی گرما تولید می‌کردند، همچنین مصرف انرژی زیادی داشته و با ولتاژهای سطح بالا کار می‌کردند.

سیستم‌های کنترل رله ای برای مهندسیین و کارشناسان فنی مشکلات زیادی ایجاد می‌کردند. اتصالات سیم‌بندی شده معمولاً خیلی زیاد و به هزاران اتصال می‌رسید، این موضوع منجر به وجود آمدن مشکلات زیادی به هنگام از دست دادن یکی از اتصالات می‌شد. تایمرها به صورت پنوماتیکی بوده و به همین دلیل نیاز به تنظیمات دستی دوره‌ای داشتند که این امر باعث ایجاد مشکلاتی برای مهندسیین می‌شد. به دلیل

اینکه رله‌ها یک عنصر مکانیکی هستند، روشن و خاموش شدن کوئل رله‌ها به آهستگی صورت می‌گرفت 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 می‌شده است. ایجاد تغییرات به منظور تغییر در منطق عملکرد سیستم کنترل نیاز به جابه‌جایی و یا برداشتن بعضی از سیم‌های سیم‌بندی شده

داشت که این امر نیز منجر به اشتباهات زیادی می‌شده است. تغییرات ایجاد شده در سیم‌بندی نیز معمولاً جایی به ثبت نمی‌رسید که باعث افزایش مشکلات در هنگام رفع اشکال مدار می‌شده است. رفع اشکال نیز با مشکلات زیادی همراه بود که شامل اندازه‌گیری 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 سیم‌کشی می‌شد. منطق کنترل نیز به شکل " منطق نردبانی رله ای " (RLL) ترسیم می‌شده 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.

## ۱-۳ PLC

PLC از عبارت programmable logic control به معنای کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی

گرفته شده است. پی ال سی کنترل کننده ای نرم افزاری است که در قسمت ورودی اطلاعاتی را به صورت باینری یا آنالوگ دریافت و آن ها را طبق برنامه ای که در حافظه اش ذخیره شده است پردازش می نماید و نتیجه عملیات را نیز از قسمت خروجی به صورت فرمان هایی به گیرنده ها و اجرا کننده های فرمان ارسال می کند. به عبارت دیگر PLC عبارت از یک کنترل کننده منطقی است که می تواند منطق کنترل را توسط برنامه برای آن تعریف نمود و در صورت نیاز براحتی آن را تغییر داد.

وظیفه plc قبلاً به عهده مدارات فرمان و رله های کنتاکتوری بود که امروز استفاده از آن ها منسوخ شده

است. از اشکالات عمده این رله ها این بود که با افزایش این رله ها حجم و وزن مدارات فرمان بسیار بزرگ شده و قیمت آن ها نیز افزایش می یافت و نهایتاً عیب یابی اینگونه مدارات بسیار پیچیده و زمان بر می گردید.

برای رفع این معضل مدارات فرمان الکترونیکی ساخته شدند که آن ها نیز به علت اینکه تک کار بودند و

برای استفاده در چند مدار می بایستی تغییرات عمده در آن ها ایجاد می شد کارایی کمی داشتند.

با استفاده از PLC تغییر در روند تولید یا عملکرد ماشین به راحتی صورت می گیرد 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.

از طرف دیگر قدرت PLC در انجام عملیات منطقی و محاسباتی و مقایسه ای و نگهداری اطلاعات به

مراتب بیشتر از تابلوهای فرمان معمولی است. PLC به طراحان این امکان را می دهد که آنچه را که در

ذهن دارند در اسرع وقت بیازمایند.

هر کس با مدارات فرمان رله ای کار کرده باشد به خوبی می داند که پس از طراحی تابلو اگر نکته ای از

کار افتاده باشد مشکلات بسیاری برای رفع آن پیش روست و زمان زیادی نیز صرف خواهد شد.

## ۱-۴ تاریخچه PLC

PLC ها تاریخچه کوتاهی دارند و از تولد اولین آن ها عمر چندانی نمی گذرد. اولین PLC ها در دهه ۷۰

برای استفاده در صنایع اتومبیل سازی طراحی شدند. نخستین بار کنترلرهای برنامه پذیر توسط شرکت

Modicon در سال ۱۹۶۸ وارد صنعت شدند که با هدف جایگزینی رله های مکانیکی از آن ها استفاده می شد.

در ابتدا ترغیب کردن صنعتگران به استفاده از plc کار چندان ساده ای نبود چون به راحتی قانع نمی شدند که یک مجموعه از قطعات الکترونیکی به همراه چند خط برنامه بتواند وظایف ۴۰-۵۰ تابلوی متشکل از مدارات رله-کنتاکتوری را انجام دهد. اما استفاده از plc با توجه به مزایایی که داشت به تدریج رایج شد و سازندگان متعددی نیز در این رشته پدیدار شدند. با پیشرفت علم الکترونیک PLCها نیز از قابلیت های بهتر و بیشتری برخوردار شدند و در صنایع مختلف به کار گرفته شدند. هم اکنون بیش از میلیون ها PLC در سراسر دنیا در حال کار هستند و روز به روز نیز به تعداد آن ها افزوده می شود.

## ۱-۵ کاربردهای PLC در صنایع مختلف

امروزه کاربردهای فراوانی از PLC در پروسه های مختلف صنعتی به چشم می خورد که خود نشانگر اهمیت فراوان PLC در صنعت است. از جمله این استفاده ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- صنایع اتومبیل سازی شامل سوراخ کاری و پاشش رنگ و حمل موتور LIFT و DROP
- صنایع پلاستیک سازی شامل ذوب قالبگیری و دمش هوا
- صنایع سنگین شامل کوره های صنعتی کنترل دمای اتوماتیک
- صنایع شیمیایی شامل دستگاه های مخلوط شیمیایی
- خدمات ساختمانی شامل آسانسور تهویه هوا و ...
- سیستم های حمل و نقل شامل جرثقیل ها سیستم کانوایر و ...

## ۱-۶ مزایای مهم PLC

- ۱- استفاده از plc موجب کاهش حجم تابلوی فرمان می گردد .
- ۲- استفاده از PLC مخصوصاً در فرآیندهای عظیم موجب صرفه جویی قابل توجهی در هزینه، لوازم و قطعات می گردد .
- ۳- PLC ها استهلاک مکانیکی ندارند، بنابراین علاوه بر عمر بیشتر، نیازی به تعمیرات و سرویس های دوره ای نخواهد داشت.
- ۴- PLC انرژی کمتری مصرف می کند.
- ۵- PLC ها بر خلاف مدارات رله کنتاکتوری، نویزهای الکتریکی و صوتی ایجاد نمی کنند.

۶- استفاده از یک PLC منحصر به پروسه 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 عیب یابی مدارات فرمان الکترومکانیکی، الگوریتم و منطق خاصی را نمی‌توان پیشنهاد نمود. این امر بیشتر تجربی بوده، بستگی به سابقه آشنایی فرد تعمیر کار 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.

## ۱-۷ سازندگان مطرح PLC

در حال حاضر شرکت‌های زیادی در اکثر کشورهای توسعه یافته تولید کننده PLC و قطعات مربوطه هستند. در اینجا به نام چند سازنده که از اعتبار و معروفیت جهانی برخوردارند اشاره می‌شود:

- Siemens
- Omron
- Modicon
- GE Fanuc
- Allen-Bradley

شرکت آلمانی Siemens سازنده PLC های سری S5 و S7

شرکت آمریکایی Allen-Bradely سازنده PLC های سری Control Logix

شرکت آمریکایی Modicon سازنده PLC های سری Quantum

شرکت آمریکایی GE Fanuc سازنده PLC های سری GE Series ۹۰

## ۱-۸ اجزاء تشکیل دهنده یک PLC

برای انجام عملیات کنترلی، تمامی PLC ها دارای مجموعه ای از سخت افزارهای گوناگون هستند که هر یک وظیفه مشخصی را انجام می‌دهند. در این قسمت به معرفی این المان ها پرداخته می‌شود. این المان ها

که به شرح زیر می‌باشند، در تمامی PLC ها وجود دارند.

۵



