

جلسه اول

هدف:

- کلیاتی در معرفی PLC
- معرفی تجهیزات مطرح در یک سیستم خودکار
- سخت افزار یک PLC
- معرفی پروگرامر (PG) و نرم افزار
- معرفی HMI
- معرفی تجهیزات سیستم خودکار جدا کننده مهره های سیاه و سفید موجود در آزمایشگاه
- معرفی سخت افزارهای PLC روی میزهای کار آزمایشگاه
- نحوه آدرس دهی ماژول های ورودی، خروجی و حافظه

۱-۱) مقدمه

کلیاتی در معرفی PLC

۱-۱-۱) جایگاه PLC^۱ در یک سیستم خودکار

PLC وسیله ای است که با آن می توان عملیات مربوط به فرایندهای مختلف را بطور خودکار اجرا و کنترل کرد. کنترل فرایند با PLC، می تواند بصورت حلقه باز و یا حلقه بسته انجام شود. برای مثال در خط تولید نوشابه از PLC برای خودکار کردن فرآیند تولید استفاده می شود. یا در نیروگاه ها، برای تولید برق، عملیات تولید بکمک PLC بصورت خودکار انجام می شود. بطور کلی در خیلی از فرآیندهای شیمیایی، حرارتی، مکانیکی و .. از PLC برای خودکار کردن عملیات فرآیند استفاده می شود.

۱-۱-۲) انتخاب PLC

برای انتخاب تجهیزات یک PLC به منظور استفاده در یک پروژه، لازم است به موارد زیر توجه شود:

- امکانات نرم افزاری و سخت افزاری مورد نیاز در پروژه
- قابلیت اطمینان
- طول عمر
- دسترسی به پشتیبان
- قیمت

۱-۱-۳) تفاوت کلی PLC های سازنده های مختلف

توانایی های PLC های سازندگان مختلف، برای اجرای کارهای عمومی مشابه هستند. تفاوت آنها در پاسخ به حجم حافظه، سرعت پردازش، تعداد ورودی خروجی، قابلیت داشتن سخت افزار و نرم افزار برای اجرای امور خاص و پاسخ دهی در شرایط و محیط های خاص است.

اگر ما با یکی از PLC های یک سازنده آشنا شویم، به آسانی با کمی تلاش می توانیم PLC های دیگر سازندگان را هم بکار بگیریم چون اصول عملکرد همه آنها مشابه است. در این آزمایشگاه با PLC سری S7-300 شرکت زیمنس آشنا خواهیم شد که نرم افزار برنامه ریزی آن Simatic Manager است.

^۱ Programmable Logic Controller

^۲ Process

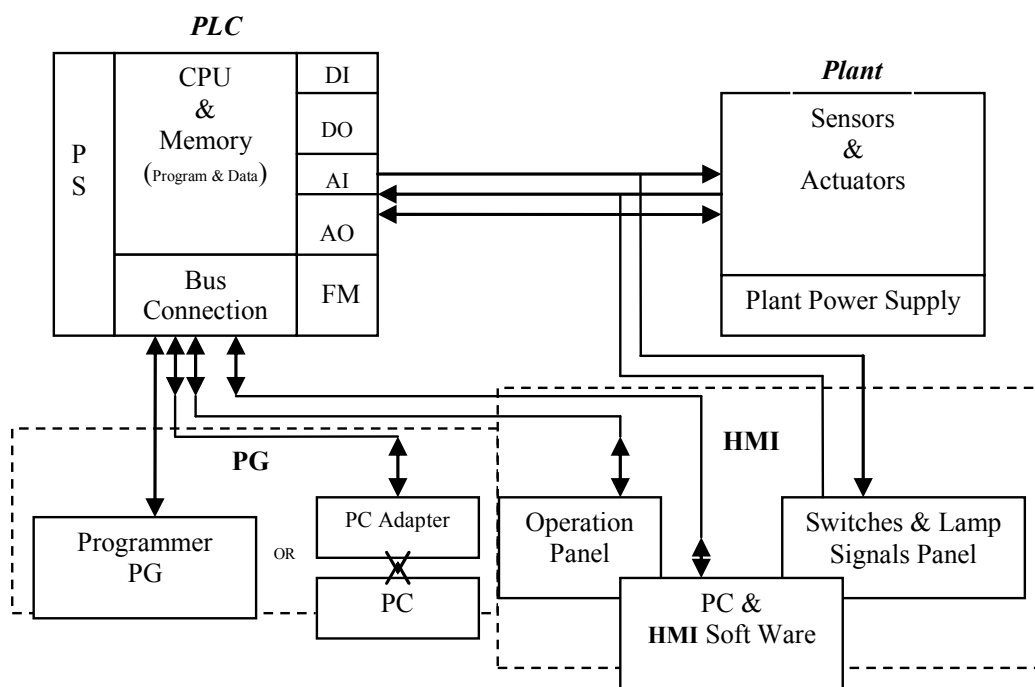
۲-۱) تجهیزات مطرح در یک سیستم خودکار

طرح بلوکی شکل (۱-۱) تجهیزات مطرح در یک سیستم خودکار را که با PLC کار می کنند نشان می دهد. این تجهیزات شامل، Plant، PLC، PG^۱ و HMI^۲ هستند

۱-۲-۱) Plant :

منظور از Plant در یک سیستم خودکار، ماشین یا مجموعه ای از ماشین های صنعتی هستند که برای اجرای هدف و یا هدف های تعریف شده ای بطور خودکار عمل می کنند.

در هر Plant یک سیستم خودکار مجموعه ای از ابزارها به نام های حسگر^۳ و عملگر^۴ وجود دارند. که با ارتباط این ابزارها با یک کنترل کننده مرکزی شرایطی فراهم می شود، که در آن سیستم اجرای عملیات یک پروسه بصورت خودکار امکان پذیر می شود. حسگرها اطلاعات Plant را به کنترل کننده مرکزی منتقل و عملگرها فرامین را برای اجرای عمل مربوطه، از آن دریافت می کنند. حسگرها و عملگرها توسط طراح ماشین انتخاب و در محل های مورد نظر نصب می شوند. در اینجا کنترل کننده مرکزی یک PLC است



شکل (۱-۱) طرح بلوکی امکانات مطرح در یک سیستم خودکار

۲-۲-۱) سخت افزار PLC

ساختار یک PLC، بصورت یک پارچه^۵ و یا بصورت ماژولار^۶ است. معمولا PLC ها با قابلیت های محدود بصورت یک-پارچه و PLC با توانایی های بالا بصورت ماژولار ساخته می شوند. در اولی اجزای تشکیل دهنده آن بصورت سخت افزاری یک پارچه و در دومی بصورت جدا جدا طراحی و ساخته می شوند. اجزای تشکیل دهنده PLC های ماژولار با کانکتورهای مناسب بهم وصل و در کنار هم بر روی ریل نصب می شوند.

^۱ Programmer

^۲ Human Machine Interface

^۳ Sensor

^۴ Actuator

^۵ Compact

^۶ Modular

در طراحی سخت افزار یک PLC لازم است اجزای تشکیل دهنده آن، به درستی انتخاب و مورد استفاده قرار گیرند. که این اجزاء شامل CPU، ماژول های ورودی - خروجی، ماژول های خاص مورنیزسیستم، منبع تغذیه و تجهیزات ارتباطی بین CPU و دیگر عنصر کنترلی Plant می باشند

انتخاب^۱ CPU

برای انتخاب یک CPU لازم است تمام سخت افزارها و نرم افزارهایی که باید توسط آن (برای کنترل یک Plant) پشتیبانی شود، مورد توجه قرار گیرد. بر این اساس باید CPU ای انتخاب شود، تا پارامترهای آن، نیاز سخت افزار و نرم افزار مورد نظر را پوشش دهد. پارامترهای مهم یک CPU شامل:

- سرعت
- حجم حافظه برنامه و داده
- پشتیبانی تعداد ورودی خروجی
- پشتیبانی تعداد Counter و Timer
- پشتیبانی از قابلیت های خاص دیگر، مانند شبکه شدن، پاسخگویی به وقفه ها، دنبال کردن مکان و اندازه گیری فرکانس بالا، شمارش سرعت بالا و قابلیت های دیگر...

است.

انتخاب ورودی های دیجیتال^۲

انتخاب ورودی های دیجیتال، بر اساس تعداد و مقدار ولتاژ حسگرها (Sensor) دیجیتالی و تعداد کلیدهای موجود در Plant انتخاب می شوند. پارامترهای عمومی برای انتخاب یک ماژول ورودی دیجیتال شامل:

- مقدار ولتاژ ورودی
- نوع جدا سازی^۳

است.

ورودی های دیجیتال با ساختار ماژولار معمولا در گروه های ۸ و ۱۶ و یا ۳۲ تایی ارائه می شوند.

انتخاب خروجی دیجیتال

انتخاب خروجی های دیجیتال، بر اساس تعداد، مقادیر جریان و ولتاژ عملگرها دیجیتالی و لامپ سیگنال ها بکار گرفته شده در Plant، انتخاب می شوند. پارامترهای عمومی برای انتخاب یک مدول خروجی دیجیتال شامل:

- مقدار ولتاژ خروجی
- مقدار جریان خروجی
- نوع جدا سازی
- نوع حفاظت

است.

خروجی های دیجیتال با ساختار ماژولار معمولا در گروه های ۸ و ۱۶ و یا ۳۲ تایی ارائه می شوند. سازندگان PLC ماژولهای با ۸ ورودی و ۸ خروجی دیجیتال هم به بازار عرضه می کنند.

^۱ Central Processor Unit

^۲ Digital

^۳ Isolation

انتخاب ورودی آنالوگ^۱

انتخاب ورودی‌های آنالوگ، بر اساس تعداد حسگرهای آنالوگ استفاده شده در Plant، نوع کارکرد آنها با ولتاژ و یا جریان، و همچنین تعداد تنظیم کننده‌های ولتاژی و یا جریانی استفاده شده در Plant انتخاب می‌شوند. پارامترهای عمومی برای انتخاب ورودی‌های آنالوگ شامل:

- سیگنال دیتای ورودی از نوع ولتاژ یا جریان

- در نوع ولتاژ، مقادیر گستره ولتاژ ۰ تا ۱۰ ولت و یا ۱۰- تا ۱۰+ ولت است.
- در نوع جریان، مقادیر گستره جریان ۰ تا ۲۰ میلی آمپر و یا ۴ تا ۲۰ میلی آمپر است.

- نوع جدا سازی

- دقت مورد نیاز (تعداد بیت مبدل آنالوگ به دیجیتال) است.

انتخاب خروجی‌های آنالوگ

انتخاب خروجی‌های آنالوگ، بر اساس تعداد عملگرهای آنالوگ استفاده شده در Plant، نوع کارکرد آنها با ولتاژ و یا جریان، و همچنین تعداد نشاندهنده‌های ولتاژی و یا جریانی استفاده شده در Plant، انتخاب می‌شوند. پارامترهای عمومی برای انتخاب یک مدول خروجی آنالوگ شامل:

- سیگنال دیتای خروجی از نوع ولتاژ و یا جریان

- در نوع ولتاژی مقادیر گستره ولتاژ ۰ تا ۱۰ ولت و یا ۱۰- تا ۱۰+ ولت است.
- در نوع جریانی مقادیر گستره جریان ۰ تا ۲۰ میلی آمپر و یا ۴ تا ۲۰ میلی آمپر است.

- نوع جداسازی

- دقت مورد نیاز (تعداد بیت مبدل دیجیتال به آنالوگ)

است.

سؤال: مزایای انتقال دیتا به بصورت جریان نسبت به انتقال آن به صورت ولتاژ چیست؟

انتخاب مدول خاص (Function Module)

سازندگان PLC به منظور ایجاد تسهیلات لازم برای کارهای خاص در صنعت اتوماسیون ماژول‌های خاصی را عرضه می‌کنند که بطور مثال شامل:

Stepper Motor Driver, Counter for Shaft Encoder, PID Controller و است. انتخاب این نوع ماژول‌ها

بر اساس نیازهای موجود در طراحی یک پروژه انجام می‌شود.

- انتخاب Power Supply

در یک سیستم که از PLC استفاده می‌شود، معمولاً از دو منبع تغذیه استفاده می‌شود. یکی از آنها برای تغذیه CPU و تجهیزات (ماژول‌ها) جانبی آن استفاده می‌شود که لازم است این منبع تغذیه دقیق باشد و معمولاً سازندگان PLC آنرا عرضه می‌کنند. و منبع تغذیه دیگری برای تغذیه عملگرها و حسگرهای Plant استفاده می‌شود، با توجه به اینکه گستره پذیرش ولتاژ اغلب عملگرها و حسگرها نسبتاً بزرگ و معمولاً توان مورد نیاز برای تغذیه این ابزارها در یک Plant زیاد است، به منظور کاهش هزینه‌ها، برای تغذیه حسگرها و عملگرها از منابع تغذیه خیلی دقیق استفاده نمی‌شود، و با توجه به ولتاژها و توان ابزارهای موجود در Plant منبع تغذیه نه چندان گران قیمت تهیه می‌شود.

^۱ Analog

۳-۲-۱) معرفی PG (Programmer) و نرم افزار برنامه ریزی

برای بکارگیری PLC، نیاز به برنامه ریزی آن ها است. برای برنامه ریزی آن ها نیاز به یک وسیله ای بنام PG به همراه نرم افزار برنامه ریزی است. از نرم افزار برنامه ریزی برای تولید برنامه، انتقال برنامه به PLC، راه اندازی و متوقف کردن اجرای برنامه در PLC، پایش اجرای برنامه و پاک کردن برنامه منتقل شده به PLC استفاده می شود. برای بکارگیری PLC های هر شرکت سازنده، لازم است نرم افزار برنامه ریزی خاص آن PLC تهیه و از آن استفاده شود. PLC های آزمایشگاه دانشکده از سری S7-300 شرکت زیمنس و نرم افزار برنامه ریزی آن Simatic Manager است. نرم افزار Simatic Manager را می توان به دو روش بکار گرفت. یکی از روش ها استفاده از PG خاص شرکت زیمنس و روش دیگر استفاده از PC و PC Adapter ساخت شرکت زیمنس است. در آزمایشگاه از PC و PC Adapter استفاده می شود. از نرم افزار برنامه ریزی عموماً برای دو کار عمده استفاده می شود. این دو کار شامل برنامه ریزی PLC و پایش برنامه در حال اجرا در PLC، است.

۴-۲-۱) معرفی HMI^۱

وسایل HMI واسط بین انسان و ماشین هستند. بدین معنی که یک HMI وسیله یا تجهیزاتی است که انسان را به منظور تبادل اطلاعات (از طریق PLC) به ماشین ارتباط می دهد این وسایل یا تجهیزات نظیر:

- کلیدها و لامپ سیگنال ها

- OP (Operation Panel) ها

- PC و نرم افزار HMI (مانند Win CC) می باشند.

تبادل اطلاعات بین تجهیزات ردیف اول (آمده در بالا) و PLC بطور موازی و تبادل اطلاعات تجهیزات دو ردیف دیگر و PLC معمولاً به طور سری انتقال انجام می شود.

۵-۲-۱) نحوه تبادل داده بین PLC و دیگر ابزارها و تجهیزات در یک سیستم خودکار

تبادل داده بین ابزارها و تجهیزات موجود در یک سیستم خود کار با PLC بصورت موازی یا سری انجام می شود، برای انتقال داده بصورت موازی، علاوه بر سیم های منبع تغذیه، برای هر حسگر و یا عملگر حد اقل یک سیم ارتباطی استفاده می شود. ولی برای انتقال داده بصورت سری، برای همه ابزارها و تجهیزات موجود در یک سیستم خودکار فقط دو و یا سه سیم استفاده شده و تبادل داده بین آنها بشکل مالتی پلکس^۲، انجام می شود.

کمپانی های مختلف، Busهایی با پروتکل های متفاوت به بازار عرضه کرده اند که به وسیله هر یک از آنها، امکان تبادل داده بین CPU و دیگر تجهیزات یک سیستم خودکار، بصورت مالتی پلکس فراهم می شود. باس های مطرح در صنایع اتوماسیون شامل:

- Mod Bus
- Foundation Field Bus
- PROFIBUS -DP
- PROFIBUS -PA
- MPI

هستند، در آزمایشگاه نحوه به کار گیری PROFIBUS -DP برای ارتباط PLC با تجهیزات Plant و HMI بررسی و از باس MPI^۳ برای ارتباط Programmer و CPU استفاده می شود.

^۱ Human machine Interface

^۲ Multiplex

^۳ Moltpoint Interface

۳-۱) معرفی سیستم خودکار جداکننده مهره‌های سفید و سیاه موجود در آزمایشگاه

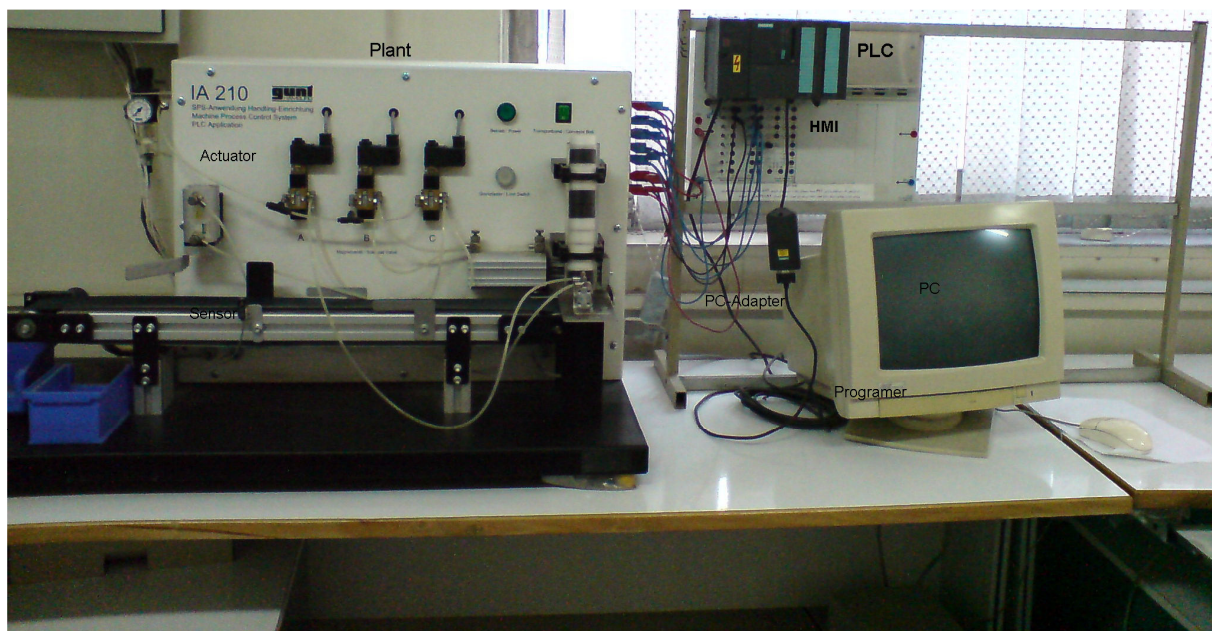
- شرح کار سیستم

در آزمایشگاه یک سیستم آموزشی وجود دارد که تصویر آن در شکل (۲-۱) نشان داده شده است. این سیستم برای جدا سازی مهره‌های سیاه و سفید بصورت خودکار است. مهره‌ها توسط کاربر در داخل مخزن Plant ریخته می‌شوند و در خروجی Plant مهره‌های سیاه و سفید بصورت خودکار از هم تفکیک می‌شوند. این سیستم از چند بخش عمده تشکیل شده که شامل Plant، PLC و HMI هستند. علاوه بر این بخش‌ها در تصویر یک PC به همراه یک PC-Adapter دیده می‌شوند که مجموعاً کار یک PG را انجام می‌دهند. در زیر تجهیزات هر یک از این بخش‌ها معرفی شده اند.

۱-۳-۱) معرفی تجهیزات Plant

Plant این سیستم دارای دو عدد حسگر و چهار عدد عملگر دیجیتالی است. یکی از حسگرها در زیر مخزن نصب شده و خارج شدن هر یک از مهره‌ها از مخزن را مشخص می‌کند. حسگر دوم در مسیر انتقال مهره در کنار تسمه نقاله نصب شده است که رنگ مهره‌ها را تشخیص می‌دهد. هر یک از این حسگرهای دیجیتالی تشخیص خود را بصورت صفر و یا یک از طریق ورودی دیجیتال به PLC منتقل می‌کنند.

از چهار عملگرها موجود در سیستم یکی یک موتور DC است که از طریق خروجی دیجیتال از PLC فرمان گرفته و تسمه نقاله را (برای جابجا کردن مهره‌ها، از کنار مخزن تا خروجی‌های مربوطه) به حرکت در می‌آورد. سه عملگر دیگر شامل سه شیر نیوماتیکی (جریان هوا) به همراه سه سیلندر و پیستون می‌باشند، که این شیرها از PLC فرمان دریافت کرده و مسیرهای جریان هوای سیلندر مربوطه را جابجا می‌کنند، با جابجائی مسیرهای جریان هوا، پیستون در داخل سیلندر به سمت خارج و یا داخل جابجا می‌شوند. یکی از شیرها برای خارج کردن مهره‌ها از مخزن بصورت دانه دانه، و دیگری برای جابجا کردن مهره خارج شده از مخزن، از زیر مخزن تا روی تسمه نقاله و آخرین آنها برای تفکیک مهره سیاه و سفید از یکدیگر استفاده می‌شوند.



شکل (۲-۱) تصویر سیستم جدا کننده مهره‌های سیاه و سفید

۱-۳-۲) معرفی تجهیزات PLC

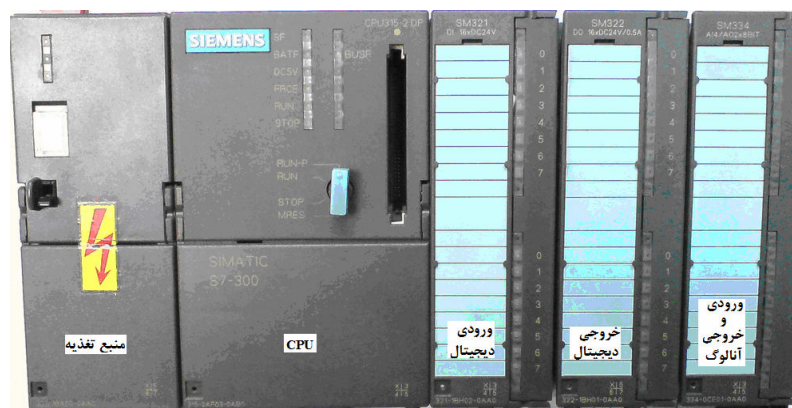
PLC استفاده شده در این سیستم از سری S7-300 شرکت زیمنس و بصورت ماژولار است. این PLC از چهار ماژول تشکیل شده که بر روی یک ریل نصب شده‌اند. ماژول منتهی‌الیه سمت چپ نصب شده بر روی ریل منبع تغذیه، ماژول کنار آن CPU، ماژول سمت راست CPU، ماژول ورودی-خروجی دیجیتال و آخرین آنها یک ماژول ورودی-خروجی آنالوگ است که از ماژول آنالوگ در این سیستم استفاده نشده است.

۱-۳-۴) معرفی تجهیزات HMI

تجهیزات ارتباطی انسان با ماشین (HMI) این سیستم، شش عدد کلید On-Off و چند چراغ LED هستند. که کلیدها به ورودی‌های دیجیتال PLC و LEDها به خروجی دیجیتال PLC متصل می‌باشند. کلیدها فرامین ماشین را از انسان دریافت و به PLC منتقل می‌کنند و LEDها وضعیت ماشین را از PLC دریافت و به انسان نشان می‌دهند. یکی از این کلیدها برای راه اندازی و متوقف کردن ماشین، دیگری برای انتخاب راه‌انداز حالت دستی و یا حالت خودکار ماشین و چهار کلید دیگر برای راه‌اندازی چهار عملگر در حالت دستی استفاده می‌شوند. یک از LEDها وضعیت خالی بودن مخزن و بقیه LEDها وضعیت هر یک از عملگرها ماشین را به کاربر نشان می‌دهند.

۱-۴-۴) معرفی سخت افزارهای PLC روی میزهای کار آزمایشگاه

روی هر میز کار آزمایشگاه یک PLC ساخت شرکت زیمنس و از سری S7-300 قرار دارد که بصورت ماژولار است. ماژول‌های این PLC بر روی یک ریل آلومینیومی کنار یکدیگر (توسط یک پیچ که در زیر هر یک است) نصب و هر دو ماژول مجاور از طریق یک کانکتور U شکل از پشت بهم متصل شده‌اند. در جال حاضر تعداد ماژول‌های نصب شده بر روی این ریل پنج عدد می‌باشد که تا یازده ماژول قابل افزایش است. تصویر یکی از PLCهای میز آموزشی در شکل (۱-۳) نشان داده شده است. ماژول‌ها این PLC از سمت چپ شامل منبع تغذیه، CPU، ورودی دیجیتال، خروجی دیجیتال، و ورودی-خروجی آنالوگ هستند. در زیر قابلیت‌های هر یک از این ماژول‌ها به اختصار معرفی شده‌اند.



شکل (۱-۳) تصویر ماژول‌های یک PLC بر روی ریل

۱-۴-۱) ماژول منبع تغذیه (PS307-2A):

توان خروجی این منبع 24V/2A و ولتاژ ورودی آن 220V و یا 110V (قابل انتخاب) است. این منبع تغذیه مختص تغذیه CPU و ماژول‌های جانبی آن است. اجزای روی ماژول منبع تغذیه شامل:

- کلید On-Off: برای روشن و خاموش کردن منبع تغذیه است.
- نشانگر LED سبز رنگ: با روشن شدن منبع تغذیه روشن می‌شود.
- دریچه بالای کلید On-Off: محل انتخاب ولتاژ 110V و یا 220V ورودی منبع تغذیه است.
- U Connector: برای ارتباط دادن منبع تغذیه با ماژول CPU است و در زیر درب پائین ماژول قرار دارد.

۱-۴-۲) ماژول CPU

در آزمایشگاه سه نوع ماژول CPU وجود دارد که شامل CPU314IFM و CPU314، CPU315-2DP و CPU315-2AF03-0AB0 است معرفی می‌شود. Order Number آن 315-2AF03-0AB0 است معرفی می‌شود.

اجزای روی صفحه ماژول CPU:

- کلید انتخاب حالت CPU

این کلید چهار حالت دارد:

- RUN-P: در این حالت می‌توان برنامه را از PG به حافظه CPU منتقل کرد و CPU می‌تواند برنامه را اجرای کند.
- RUN: در این حالت فقط CPU می‌تواند برنامه را اجرای کند.
- STOP: در این حالت اجرای برنامه متوقف می‌شود و می‌توان برنامه را از PG به حافظه CPU منتقل کرد.
- MRESET: در این حالت وضعیت کلید ناپایدار است و از این حالت می‌توان برای پاک کردن برنامه و یا برای Cold restart کردن برنامه که شرح آن در زیر آمده است استفاده می‌شود.

پاک کردن برنامه: برای پاک کردن برنامه، ابتدا دو ثانیه کلید در وضعیت MRESET نگه داشته می‌شود (در این شرایط LED زرد رنگ حالت توقف دو مرتبه با فرکانس نیم هرتز روشن و خاموش می‌شود). سپس کلید را رها و بلافاصله به این حالت برگردانده و نگه‌داشته می‌شود تا برنامه پاک شود (در این شرایط LED زرد رنگ حالت توقف با فرکانس دو هرتز روشن و خاموش می‌شود و با پاک شدن برنامه LED پیوسته روشن باقی می‌ماند).

انواع شروع مجدد برنامه و نحوه انجام آنها در CPUهای مختلف با استفاده از کلید انتخاب حالت

Cold restart: در این نوع شروع مجدد، پردازش برنامه کاربر از نقطه ابتدایی اولین دستور (OB^۱) شروع می‌شود و همه داده‌ها اعم از محتوای حافظه‌های نگهدارنده^۲ و غیرنگهدارنده^۳ پاک می‌شوند. برای انجام این نوع شروع مجدد لازم است مراحل زیر دنبال شوند:

(۱) کلید به وضعیت STOP برده شده تا نشانگر STOP روشن شود. (۲) کلید را از وضعیت Stop به وضعیت MRES برده در این وضعیت نگه داشته، تا نشانگر STOP دو مرتبه، با فرکانس نیم هرتز خاموش و روشن شود و سپس روشن باقی بماند.

(۳) در انتهای اجرای بند (۲) کلید به وضعیت RUN یا RUN-P برده تا شروع مجدد آغاز شود. از CPUهای سری 300 فقط CPU318 قابلیت Cold Restart را دارد.

Warm restart: در این نوع شروع مجدد نیز مانند Cold restart اجرای برنامه کاربر از ابتدا آغاز می‌شود با این تفاوت که این بار داده‌های حافظه‌های نگهدارنده و بلوک‌های داده حفظ می‌شوند (در S7-300 تنها بلوک‌های داده‌ای که خودنگهدار هستند حفظ می‌شوند). هر بار که کلید Stop به حالت Run و RunP برده می‌شود عمل Warm restart انجام می‌شود.

Hot restart: در این نوع شروع مجدد پردازش برنامه کاربر از نقطه‌ای که متوقف شده بود از سر گرفته می‌شود و هیچ حافظه‌ای پاک نمی‌شود.

برای اجرای Warm restart و یا Hot restart باید مراحل زیر دنبال شوند:

(۱) کلید به وضعیت STOP برده شده تا نشانگر STOP روشن شود.

(۲) کلید از وضعیت Stop به وضعیت RUN یا RUN-P برده شده تا شروع مجدد آغاز شود. در این حالت از اینکه کدام نوع

شروع مجدد (Warm یا Hot) انجام شود بستگی به پارامتر تنظیم شده در CPU دارد. CPUهای سری S7-300، توانایی Hot restart شدن را ندارند و همه CPUهای آزمایشگاه از سری S7-300 هستند.

^۱ Restart

^۲ Retentive

^۳ Non Retentive

- نشانگرهای LED روی CPU

برای نشان دادن وضعیت کاری CPU هفت عدد LED روی CPU وجود دارد که عملکرد هر ک به شرح زیر است.

- STOP: روشن شدن آن به رنگ زرد پیوسته حالت توقف CPU، روشن - خاموش شدن آن به رنگ زرد با فرکانس نیم هرتز دوره شروع مجدد حالت Cold Restart اجرای برنامه، و روشن - خاموش شدن آن با فرکانس دو هرتز دوره پاک شدن برنامه را نشان می‌دهد.

- RUN: روشن شدن آن به رنگ سبز حالت اجرای برنامه را نشان می‌دهد.
- Force: روشن شدن آن به رنگ زرد وجود ورودی و خروجی اجباری در برنامه را نشان می‌دهد.
- DC5: روشن شدن آن به رنگ سبز وجود منبع تغذیه پنج ولت را نشان می‌دهد.
- Battery Fail: روشن شدن آن به رنگ قرمز خالی بودن باتری پشتیبان را نشان می‌دهد.
- System Fail: روشن شدن آن به رنگ قرمز وجود اشکال در برنامه سخت‌افزار و یا نرم‌افزار را نشان می‌دهد.
- Bus Fail: روشن شدن آن به رنگ قرمز وجود اشکال در باس شبکه را نشان می‌دهد.

- **Memory Slot:** محل نصب کارت حافظه است.

- **باتری پشتیبان:** در زیر درب بخش پائینی ماژول یک باتری پشتیبان وجود دارد که برای نگهداری محتوای حافظه‌های برنامه و داده است. اگر لازم شود باتری CPU در شرایطی که CPU دارای برنامه است تعویض گردد، برای حفظ شدن برنامه باید در شرایطی که منبع تغذیه CPU روشن است، این تعویض انجام شود.

- **MPI Connector:** یک کانکتور ۹ پین است و در زیر درب بخش پائینی ماژول قرار دارد. از این کانکتور برای ارتباط PG با PLC استفاده می‌شود. این کانکتور در تمام ماژول‌های CPU وجود دارد.

- **Profibus Connector:** یک کانکتور ۹ پین است و در زیر درب بخش پائینی ماژول قرار دارد. از این کانکتور برای ارتباط شبکه Profibus-DP استفاده می‌شود. این کانکتور در تمام ماژول‌های CPU وجود ندارد. در آزمایشگاه ماژول‌های CPU315-2DP دارای این کانکتور است.

۱-۴-۳) ماژول ورودی دیجیتال^۱ SM321 (Order Number:321-1BH02-0AA0)

این ماژول دارای ۱۶ بیت ورودی ایزوله شده (در گروه ۱۶ تایی) ۲۴ ولت است. در برنامه‌ها، برای دسترسی به اطلاعات ماژول‌های ورودی دیجیتال، بصورت زیر آدرس دهی می‌شوند. که این آدرس دهی‌ها بصورت Bit، یا Byte (۸ بیت)، و یا Word (۱۶ بیت) می‌باشند.

Im.n	آدرس دهی ورودی بصورت Bit (یک بیت)
IBm	آدرس دهی ورودی بصورت Byte (مجموعاً ۸ بیت)
IWm	آدرس دهی ورودی بصورت Word (مجموعاً ۱۶ بیت)

در این آدرس دهی‌ها I، IB و IW فرمت آدرس دهی، m شماره بایت و n شماره بیت (0-7) آدرس مورد نظر هستند. آدرس IBm شامل Im.0 تا Im.7 (مجموعاً ۸ بیت) و آدرس IWm شامل Im+1.0 تا Im.7 بیت (مجموعاً ۱۶ بیت) می‌باشند. شماره بایت آدرس‌ها در برنامه پیکربندی سخت‌افزار تعیین می‌شود. که نحوه پیکربندی سخت‌افزار بعداً خواهد آمد.

۱-۴-۴) ماژول خروجی دیجیتال^۲ SM322 (Order Number:322-1BH01-0AA0)

این ماژول دارای ۱۶ بیت خروجی ۲۴ ولت ۰/۵ آمپر است. در برنامه برای دسترسی به اطلاعات این ماژول خروجی بصورت Bit، Byte (۸ بیت)، و یا Word (۱۶ بیت) قابل آدرس دهی است. این آدرس دهی به شکل زیر می‌باشد.

^۱ Digital Input Module

^۲ Digital Input Module

Qm.n آدرس دهی خروجی بصورت Bit

QBm آدرس دهی خروجی بصورت Byte

QWm آدرس دهی خروجی بصورت Word

در این نوع آدرس دهی ها Q, QB و QW فرمت آدرس دهی، حرف m شماره بایت و حرف n شماره بیت (7-0) آدرس مورد نظر هستند. آدرس QBm شامل Qm.0 تا Qm.7 بیت و آدرس QWm شامل Qm+1.0 تا Qm.7 بیت می باشند. شماره بایت آدرس ها در برنامه پیکربندی سخت افزار تعیین می شود. که نحوه پیکربندی سخت افزار بعدا خواهد آمد.

توضیح: اگر ماژول ورودی یا خروجی دارای ۳۲ بیت باشد، علاوه بر آدرس دهی با فرمت های آمده در بالا، می توان بصورت Double Word (۳۲ بیتی) که در زیر آمده است، آدرس دهی کرد.

IDm آدرس دهی ورودی بصورت Double Word

QDm آدرس دهی خروجی بصورت Double Word

در این آدرس دهی ID فرمت آدرس دهی ورودی، QD فرمت آدرس دهی خروجی، حرف m شماره با ارزش ترین بایت دابل ورد است. آدرس IDm شامل Im+3.0 تا Im.7 بیت و QDm شامل Qm+3.0 تا Qm.7 بیت است. شماره بایت آدرس ها در برنامه پیکربندی سخت افزار تعیین می شود. که نحوه پیکربندی سخت افزار آینده توضیح داده خواهد شد.

توضیح: در آزمایشگاه ماژول با ۸ بیت ورودی و ۸ بیت خروجی دیجیتال هم موجود است که شماره آن SM323 می باشد.

۱-۴-۵) ماژول ورودی و خروجی آنالوگ SM324 (Order Number:332-0CE01-0AA0)

این ماژول دارای چهار ورودی و دو خروجی آنالوگ با دقت تبدیل ۸ بیتی است. گستره سیگنال هریک از چهار ورودی این ماژول، 0 تا 20mA و یا 0 تا 10V است. همچنین گستره مقادیر هریک از دو خروجی این ماژول 0 تا 20mA و یا 0 تا 10V است. پارامترهای ورودی ها و خروجی های این ماژول قابل تنظیم نبوده و گستره سیگنال های آنها بصورت ثابت و برابر مقادیر ذکر شده در بالا می باشند.

در برنامه ها برای دسترسی به اطلاعات این ورودی ها و خروجی ها به شکل زیر قابل آدرس دهی مستقیم می باشند.

PIBm آدرس دهی ورودی بصورت Byte

PQBm آدرس دهی خروجی بصورت Byte

در این آدرس دهی، PIB و PQB به ترتیب فرمت آدرس دهی ورودی و خروجی آنالوگ بصورت بایت و حرف m شماره بایت آدرس مورد نظر است. شماره بایت ها در برنامه پیکربندی سخت افزار که بعدا خواهد آمد تعیین می شوند.

توضیح: اگر دقت تبدیل در ماژول های ورودی و یا خروجی بیشتر از ۸ بیت باشند، متناسب با تعداد بیت ها، آدرس دهی می شوند. که می توانند بصورت Word یا Double Word آدرس دهی شوند.

۱-۵) آدرس دهی حافظه

حافظه را می توان مانند ماژول های ورودی و خروجی با فرمت زیر آدرس دهی کرد. در این آدرس دهی ها M فرمت آدرس دهی برای حافظه است.

Mm.n آدرس دهی حافظه بصورت Bit

MBm آدرس دهی حافظه بصورت Byte

MWm آدرس دهی حافظه بصورت Word

MDm آدرس دهی حافظه بصورت Double Word

تمرین: مدارک مربوط به ماژول های میز کار خودتان را (با توجه شماره های مربوطه) از منابع زیرمنس مطالعه کرده و گزارش جامعی برای آنها تهیه کرده و به آزمایشگاه ارائه دهید.