



University of Tabriz

Faculty of Electrical & Computer Engineering

Department of Electrical Engineering

Control Engineering Department Third Stage and Fourth Stage

Industrial Automation Laboratory (IAL)

FINAL EXAMINATION

Course Lecturer / Instructor: Dr. Abbasgholi Pashaei (PhD)

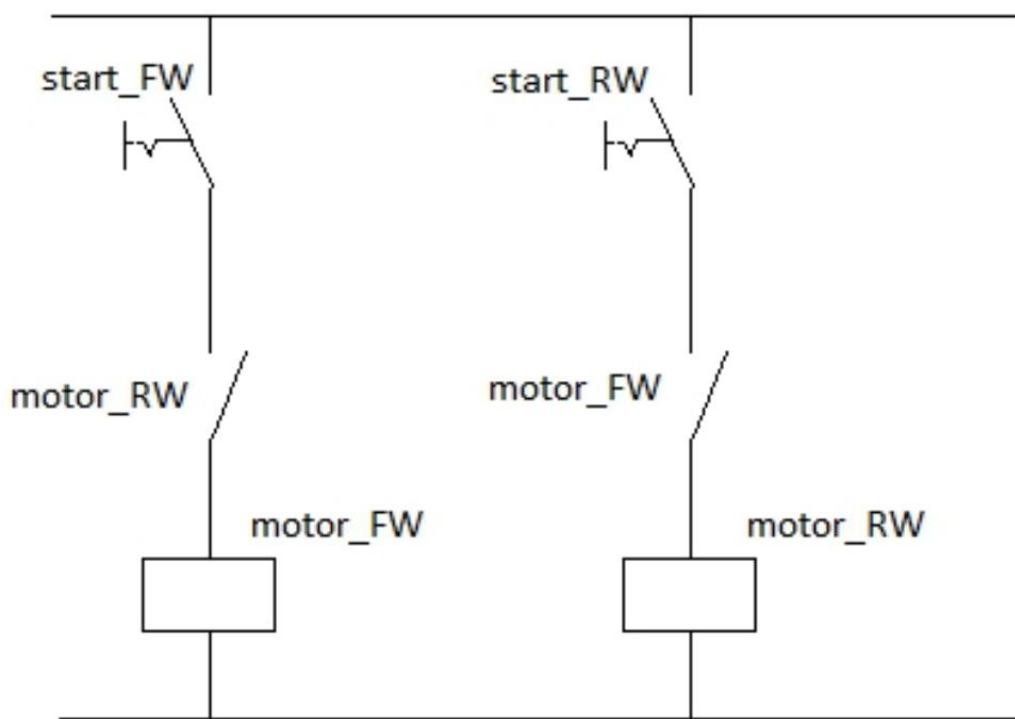
Senior Lab Expert, Control Systems: Eng. Saedeh S. Dalali

Academic Year: 2025 – 2026

Semester: Second (Spring 2026)

تمرین ۱: برنامه‌ای به زبان Ladder در محیط TIA Portal بنویسید که کنترل یک موتور الکتریکی را به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد (Forward/Reverse) طبق شرایط زیر پیاده‌سازی کند:

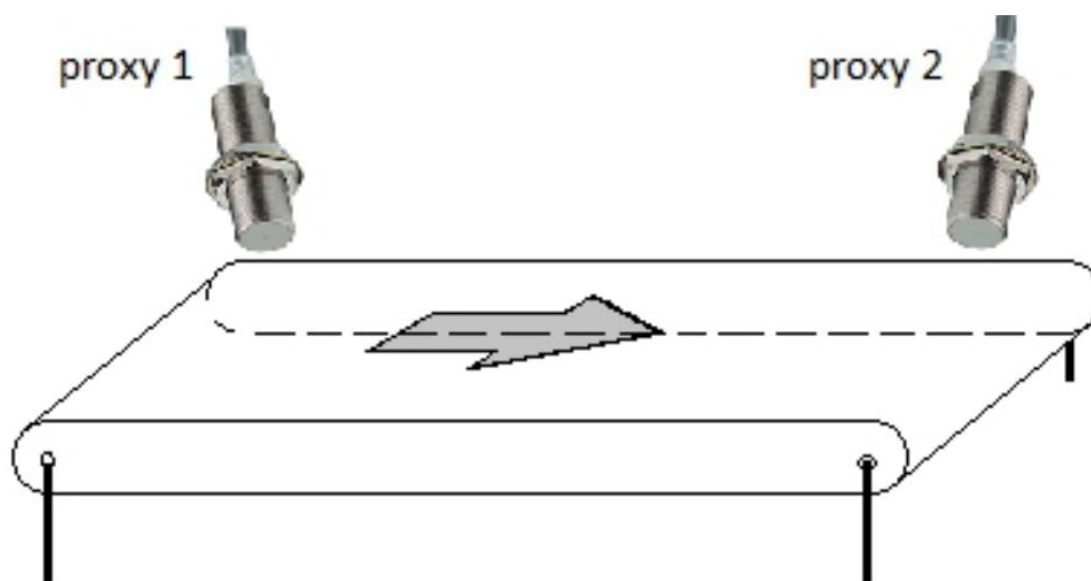
۱. با فشردن شستی start_FW، خروجی مربوط به جهت راست‌گرد (motor_FW) فعال شود.
۲. با فشردن شستی start_RW، خروجی مربوط به جهت چپ‌گرد (motor_RW) فعال شود.
۳. برنامه باید مجهز به اینترلاک الکتریکی باشد؛ به این معنا که اگر موتور در یک جهت در حال چرخش است، فشردن شستی جهت مخالف نباید هیچ تغییری در مدار ایجاد کند و از اتصال کوتاه یا تداخل جلوگیری شود.
۴. مطابق نقشه، از کنتاکت‌های بسته (NC) هر خروجی در مسیر خروجی مقابل برای ایمنی استفاده کنید.



شکل تمرین ۱

تمرین ۲: برنامه‌ای به زبان Ladder برای یک نوار نقاله (Conveyor Belt) بنویسید که دارای دو سنسور مجاورتی در ابتدا (proxy 1) و انتها (proxy 2) است. عملکرد سیستم باید مطابق با الزامات زیر باشد:

۱. با تحریک سنسور proxy 1 (ورود قطعه)، نوار نقاله شروع به حرکت کند.
۲. نوار نقاله باید تا زمانی که قطعه به انتهای مسیر برسد و سنسور proxy 2 را تحریک کند، به حرکت خود ادامه دهد.
۳. بلافاصله پس از تحریک سنسور proxy 2 (رسیدن قطعه به انتها)، نوار نقاله باید متوقف شود.
۴. سیستم باید قابلیت خودنگهدار (Latching) داشته باشد تا پس از عبور قطعه از مقابل سنسور اول، نوار نقاله تا رسیدن به سنسور دوم روشن بماند.

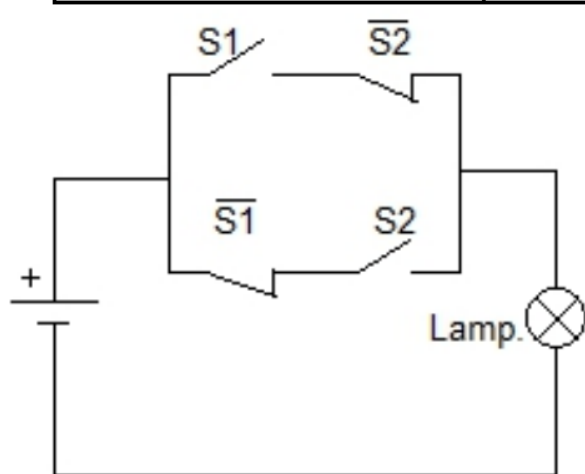


شکل تمرین ۲

تمرین ۳: با توجه به جدول صحت (Truth Table) و دیاگرام مدار الکتریکی ارائه شده، برنامه‌ای به زبان Ladder در محیط TIA Portal بنویسید که خروجی Lamp را توسط دو ورودی S1 و S2 کنترل کند. برنامه باید دقیقاً مطابق با منطق زیر عمل نماید:

۱. اگر تنها یکی از ورودی‌ها (S1 یا S2) فعال باشد، خروجی Lamp روشن شود.
۲. اگر هر دو ورودی غیرفعال (۰) یا هر دو ورودی همزمان فعال (۱) باشند، خروجی Lamp خاموش بماند.
۳. در پیاده‌سازی برنامه، از ترکیب کنتاکت‌های باز (NO) و بسته (NC) مطابق با ساختار موازی-سری نشان داده شده در نقشه استفاده کنید.

S1	S2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



شکل تمرین ۳

تمرین ۴: برنامه‌ای به زبان Ladder در محیط TIA Portal بنویسید که سطح مایع درون یک مخزن را توسط دو شیر برقی ورودی (EV_carica) و خروجی (EV_scarica) و دو سنسور سطح (الکترودهای High و Low) به صورت خودکار کنترل کند. منطق عملکرد سیستم باید به شرح زیر باشد:

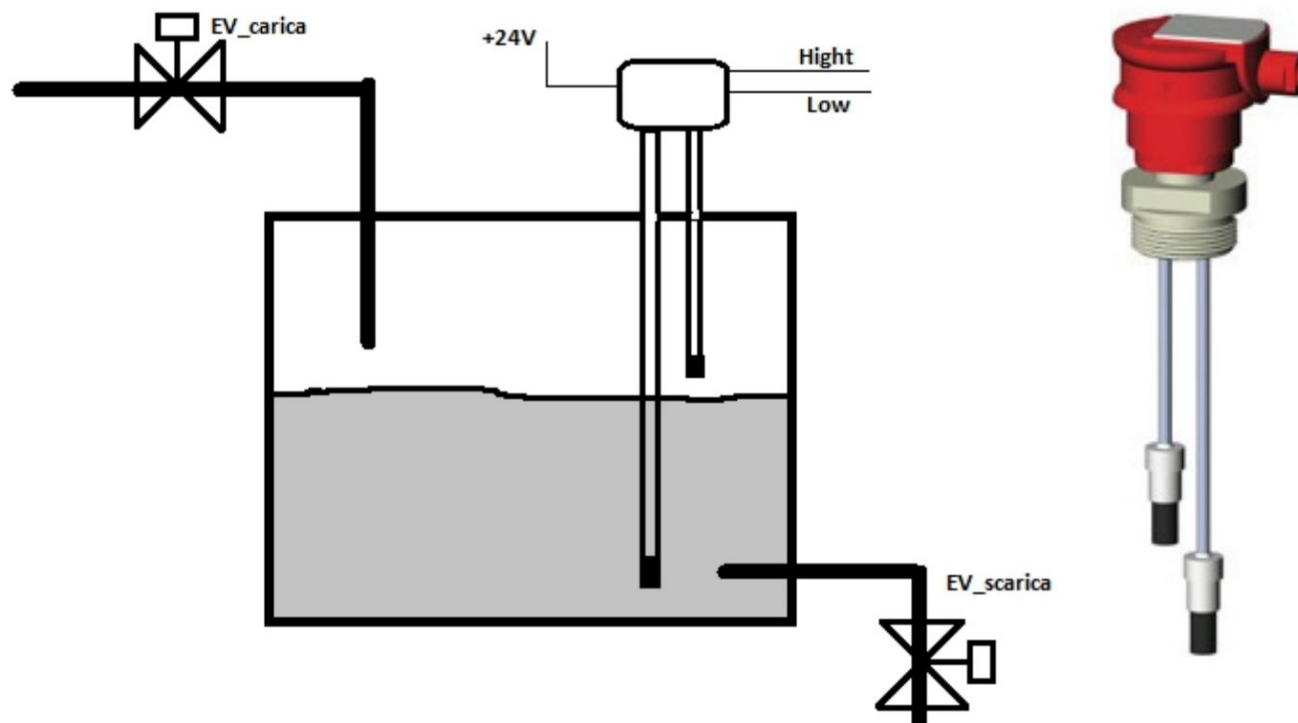
۱. هرگاه سطح مایع به زیر الکتروود پایین (Low) رسید، شیر ورودی (EV_carica) باز شود تا عملیات پر کردن مخزن آغاز گردد.

۲. عملیات پر شدن باید تا زمانی ادامه یابد که سطح مایع به الکتروود بالایی (High) برسد؛ در این لحظه شیر ورودی باید بسته شود.

۳. در صورتی که سطح مایع به الکتروود بالایی (High) رسید، شیر خروجی (EV_scarica) باز شود تا تخلیه مخزن صورت گیرد.

۴. عملیات تخلیه باید تا رسیدن سطح مایع به الکتروود پایین (Low) ادامه یافته و سپس شیر خروجی بسته شود.

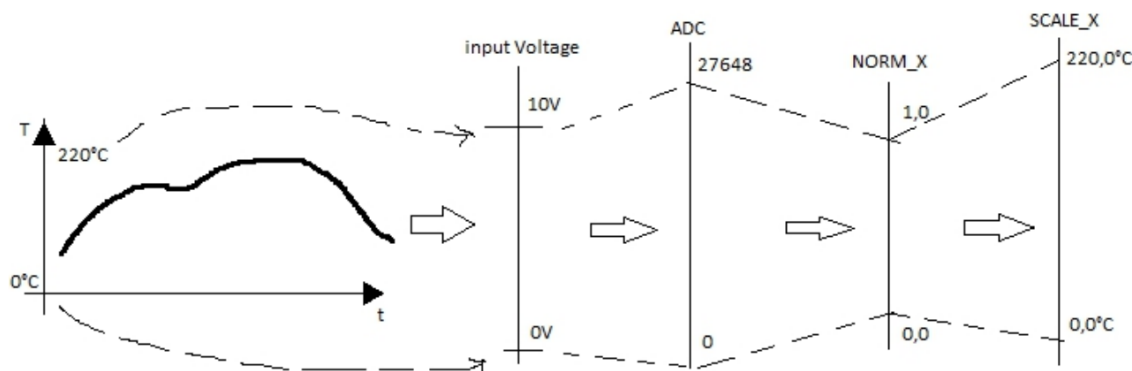
۵. برنامه باید به گونه‌ای طراحی شود که از نوسان سریع شیرها در مرز سنسورها جلوگیری کند (استفاده از خاصیت خودنگهدار یا دستورات Set/Reset).



شکل تمرین ۴

تمرین ۵: یک سنسور دما، مقادیر بازه 0 تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد را به صورت سیگنال ولتاژ 0 تا ۱۰ ولت به یک کارت ورودی آنالوگ PLC ارسال می‌کند. با توجه به دیاگرام مراحل تبدیل ADC، برنامه‌ای در محیط TIA Portal بنویسید که مقدار دمای واقعی را محاسبه و نمایش دهد. الزامات برنامه به شرح زیر است:

۱. مقدار خام ورودی آنالوگ (که در بازه 0 تا ۲۷۶۴۸ دیجیتال می‌شود) را دریافت کنید.
۲. با استفاده از بلوک تابع NORM_X، مقدار خام ورودی را به یک عدد اعشاری (Real) در بازه 0.0 تا ۱.۰ نرمالیزه کنید.
۳. با استفاده از بلوک تابع SCALE_X، مقدار نرمالیزه شده را به بازه مهندسی دمای واقعی (0.0 تا ۲۲۰.۰ درجه سانتی‌گراد) تبدیل کنید.
۴. خروجی نهایی را در یک تگ از نوع داده‌ای Real ذخیره کنید تا مقدار دقیق دما با اعداد قابل مشاهده باشد.



شکل تمرین ۵

تمرین ۶: در یک سیستم کنترل حرارت مطابق شکل، دمای سیال درون مخزن توسط سنسور PT100 اندازه‌گیری شده و به ورودی آنالوگ IW64 منتقل می‌شود. گرمایش مخزن توسط یک المنت (R) تامین می‌گردد که از طریق یک ماسفت (MOSFET) به خروجی دیجیتال Q0.0 متصل است. برنامه‌ای به زبان Ladder در محیط TIA Portal بنویسید که:

۱. مقدار ورودی آنالوگ را از IW64 قرائت کرده و آن را به مقدار دمای واقعی (برحسب درجه سانتی‌گراد) تبدیل کند.

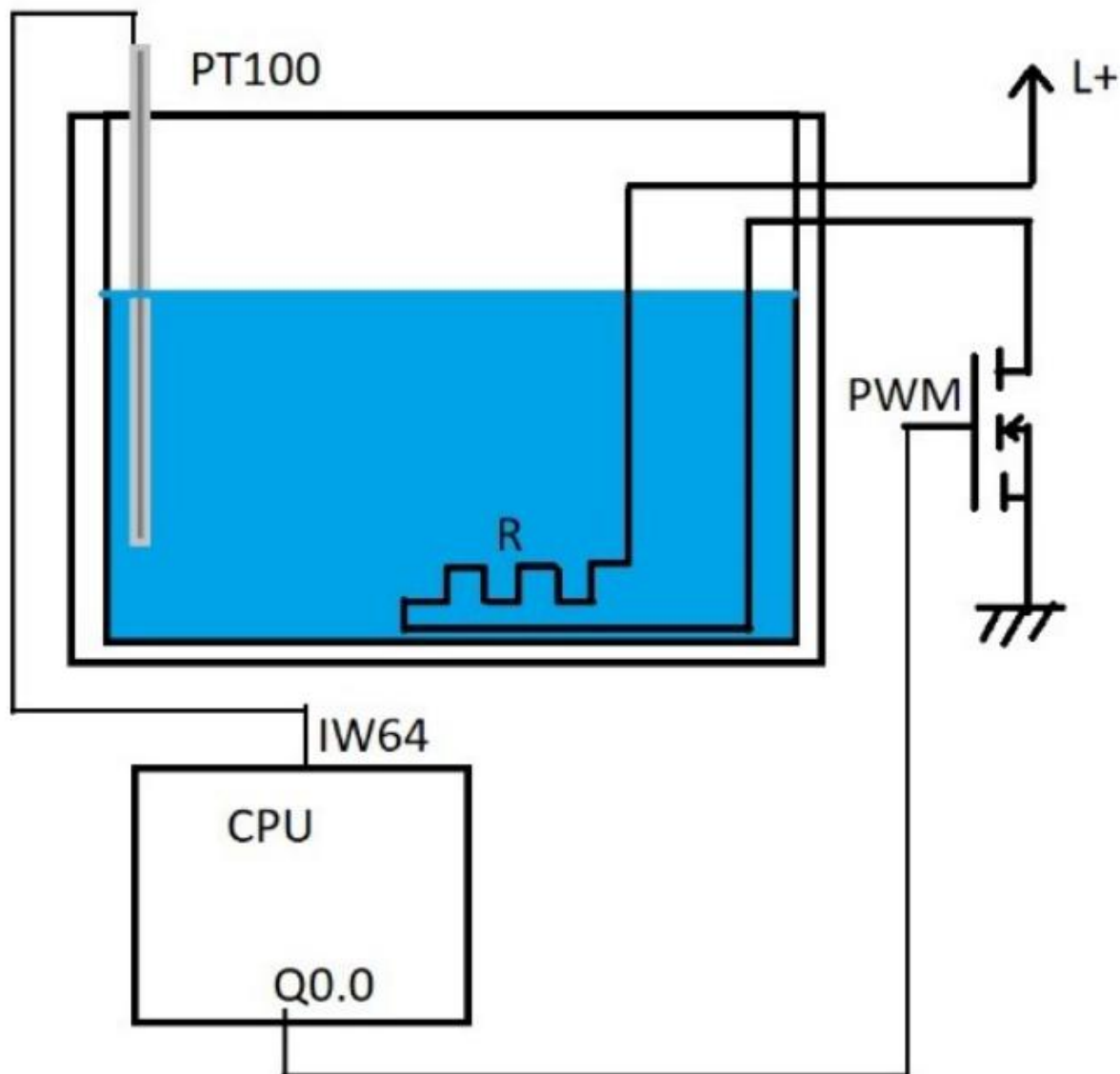
۲. یک سیگنال PWM دستی با دوره زمانی (Period) ۲ ثانیه بر روی خروجی Q0.0 ایجاد کنید.

۳. منطق کنترل را به گونه‌ای طراحی کنید که:

- اگر دما کمتر از ۴۰ درجه بود، خروجی دائماً روشن باشد (Duty Cycle = 100%).

- اگر دما بین ۴۰ تا ۶۰ درجه بود، خروجی به صورت متناوب ۱ ثانیه روشن و ۱ ثانیه خاموش شود (Duty Cycle = 50%).

- اگر دما از ۶۰ درجه فراتر رفت، خروجی جهت جلوگیری از آسیب به المنت کاملاً قطع شود (Duty Cycle = 0%).

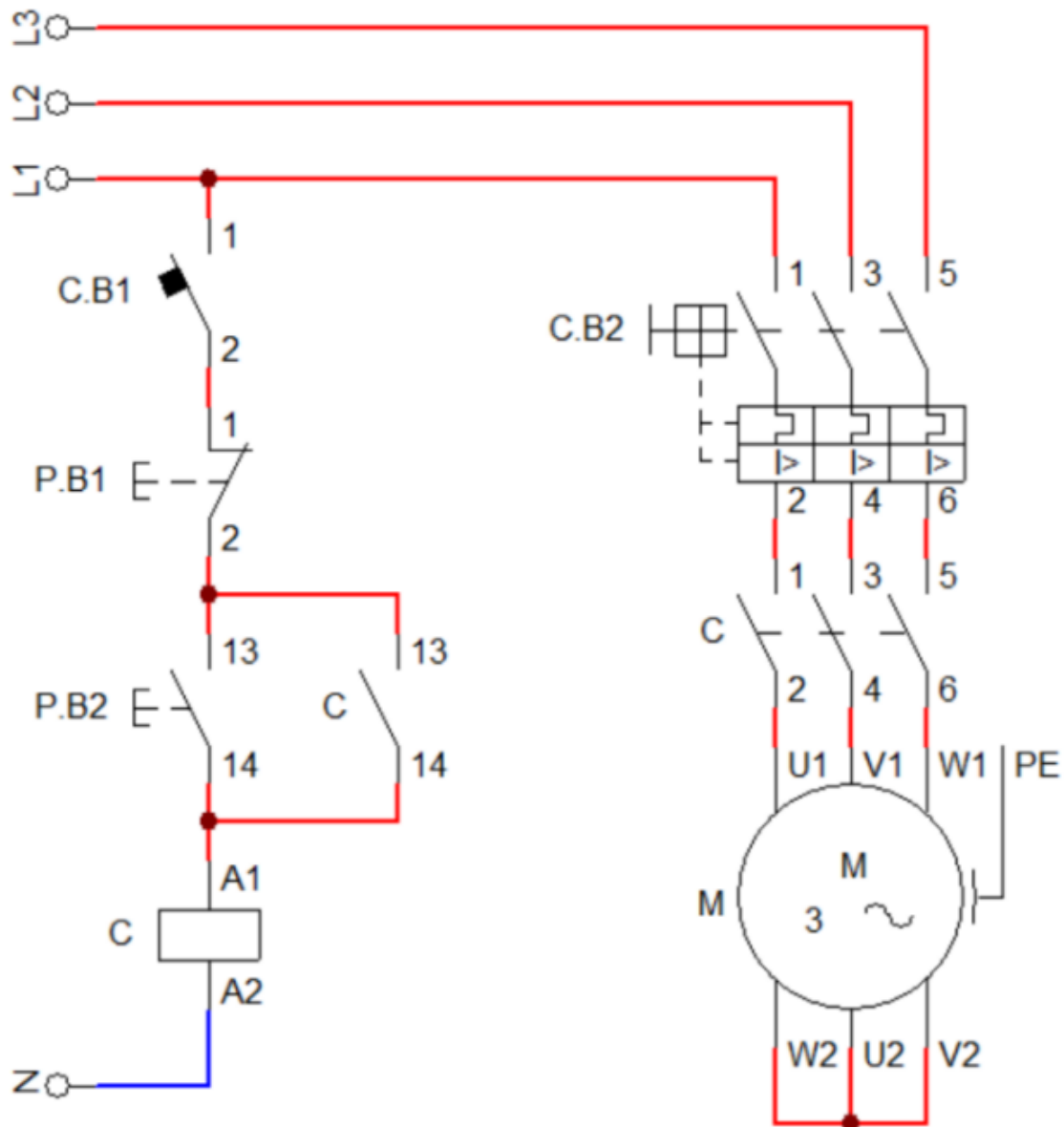


شکل تمرین ۶

تمرین ۷: با توجه به نقشه مدار فرمان و قدرت الکتریکی ارائه شده، برنامه‌ای به زبان Ladder بنویسید

که عملکرد این مدار را در یک PLC شبیه‌سازی کند. مفروضات و الزامات فنی به شرح زیر است:

۱. ورودی I0.0 را برای شستی استاپ (P.B1) و ورودی I0.1 را برای شستی استارت (P.B2) در نظر بگیرید.
۲. خروجی Q0.0 را به عنوان بوبین کنتاکتور (C) جهت برق‌دار کردن موتور تعریف کنید.
۳. برنامه باید دارای مدار خودنگهدار (Seal-in contact) باشد تا با رها کردن شستی استارت، موتور روشن بماند.
۴. یک ورودی دیجیتال دیگر (I0.2) را برای کنتاکت کمکی بی‌متال یا کلید محافظ موتور (C.B2) تعریف کنید که در صورت بروز خطا، بلافاصله خروجی را قطع نماید.
۵. وضعیت تیغه‌های ورودی (باز یا بسته بودن در نرم‌افزار) را بر اساس نوع فیزیکی تجهیزات در نقشه (NC بودن استاپ و NO بودن استارت) به درستی پیاده‌سازی کنید.



شکل تمرین ۷

تمرین ۸: در یک مسیر انتقال روغن، دمای سیال توسط یک سنسور PT100 اندازه‌گیری می‌شود. خروجی این سنسور از طریق یک ترانسمیتر در بازه ۴ تا ۲۰ میلی‌آمپر و با کالیبراسیون ۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد به PLC ارسال می‌گردد. برنامه‌ریزی سیستم را به گونه‌ای انجام دهید که:

۱. در صورت افزایش دما به بیش از ۲۲۰ درجه، آلارم "High Temperature" فعال شده و بیت $M0.0$ در HMI ست (set) شود.

۲. این آلارم باید دارای «حافظه» باشد؛ به این معنا که در صورت کاهش دما به کمتر از ۲۲۰ درجه، آلارم همچنان فعال بماند تا زمانی که اپراتور از طریق یک دکمه تایید (Acknowledge) با آدرس $M0.1$ آن را ریست کند.

۳. مقدار لحظه‌ای دما بر روی نمایشگر HMI نمایش داده شود.

تمرین ۹: فرض کنید می خواهید سطح یک مخزن ۳ متری را با استفاده از یک سنسور راداری (سنسور Level Detector) مانیتور کنید. این سنسور مقادیر را در بازه ۴ تا ۲۰ میلی آمپر ارسال می کند (به طوری که ۴ میلی آمپر نشان دهنده کف مخزن و ۲۰ میلی آمپر نشان دهنده ارتفاع کامل ۳ متری است). برنامه ای بنویسید که در آن:

۱. اگر سطح آب از ۱ متر کمتر شد، ولو ۱ فعال شود.
۲. اگر سطح بین ۱ تا ۲ متر بود، ولو ۲ فعال گردد.
۳. و اگر سطح از ۲.۵ متر فراتر رفت، ولو ۳ باز شود.
۴. در نهایت، مقدار عددی سطح مخزن را به گونه ای به HMI ارسال کنید که کاربر آن را بر حسب متر مشاهده کند.

تمرین ۱۰: در یک سیستم صنعتی، سرعت یک موتور سه-فاز (مربوط به یک کانوایر) توسط یک اینورتر کنترل می‌شود. برای مدیریت این فرآیند، از یک HMI استفاده شده است که کاربر می‌تواند فرکانس کاری موتور را در بازه ۰ تا ۵۰ هرتز تنظیم کند. مقدار وارد شده در HMI در حافظه `DB1.DBDO` ذخیره می‌شود. خروجی آنالوگ PLC با بازه ولتاژ ۰ تا ۱۰ ولت به اینورتر متصل شده تا سرعت موتور را کنترل نماید. مطلوب است:

برنامه‌ریزی به گونه‌ای باشد که در صورت افزایش فرکانس کاری به بیش از ۴۵ هرتز، هشدار "High Speed" از طریق بیت `M0.0` در HMI نمایش داده شود.