ویرایش دوم

چاپ هفتم

www.negarandedanesh.com

مجموعه پروژه های کاربردی با

PLC SIEMENS

مهندس احمد فرجی

- پروژه های راه اندازی موتورهای الکتریکی
- پروژه های سطح مقدماتی، متوسط و پیشرفته
- پروژه های تکمیلی و کاربردی
- پروژه های کنترل دما، Level، فشار و فلو
- پروژه های کنترل بسته‌بندی، رنگ‌آمیزی، بطری پرکنی
- پروژه های تولید محصول شیمیایی

محتویات DVD
- نسخهٔ دائمی نرم‌افزار Step7 v5.5 sp2
- قابل نصب روی ویندوز xp و 7

مجموعه پروژه‌های کاربردی با

PLC SIEMENS

نوشتهٔ
مهندس احمد فرجی

انتشارات نگارنده دانش

سرشناسه	: فرجی، احمد.
عنوان و نام پدیدآور	: مجموعه پروژه‌های کاربردی با PLC SIEMENS/ نوشتهٔ احمد فرجی.
وضعیت ویراست	: ویراست ۲.
مشخصات نشر	: تهران: نگارنده دانش، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۲۵۶ ص(چهارده + ۲۴۲)، مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۱۹۰-۴۶-۴.
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: کنترل‌کننده‌های برنامه‌پذیر
موضوع	: طراحی منطقی
موضوع	: زبان‌های برنامه‌نویسی کامپیوتر
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۲ ۴۵ف۹ک/TJ۲۲۳
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۹/۸۹۵
شمارهٔ کتابشناسی ملی	: ۳۳۸۵۲۶۴

مجموعه پروژه‌های کاربردی با PLC SIEMENS

نوشتهٔ	مهندس احمد فرجی
ویراستهٔ	مهندس علی کلانتری
حروفچینی	واحد تولید نشر نگارنده دانش
لیتوگرافی، چاپ، صحافی	گلپاگرافیک، فرشیوه، یکتافر
نوبت چاپ	هفتم، ۱۳۹۴
تعداد صفحات، قطع	۲۵۶، وزیری
تعداد	۱۰۰۰ نسخه
بها به همراه DVD	۱۵۰۰۰ تومان

www.negarandedanesh.com

نگارنده دانش تلفن: ۶۶۹۶۲۰۵۳

انتشارات آترا تلفن: ۶۶۹۲۲۰۸۲

انتشارات آزاده تلفن: ۶۶۴۱۴۳۷۴

هرگونه تکثیر، اسکن یا کپی‌برداری از تمام یا بخشی از مطالب این کتاب حتی با ذکر منبع، بدون اجازهٔ کتبی ناشر ممنوع است. هیچ فرد حقیقی یا حقوقی اجازهٔ تولید و انتشار لوح یا مجموعهٔ آموزشی از این اثر را به هر نحو ندارد.

سخن ناشر

با توسعهٔ روزافزون دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی در کشور، اهمیت انتشار کتاب‌ها و منابع علمی مناسب برای کسانی که به پژوهش، تدریس، یا تحصیل در سطوح مختلف آموزش عالی مشغول هستند، کاملاً روشن است. از طرفی از سال‌ها پیش، کمبود کتاب‌های صنعتی و کاربردی مناسب، چه از نظر محتوی و چه از نظر مواردی همچون نحوهٔ نگارش، به‌روز بودن، و اعمال تغییرات متناسب با آیین‌نامه‌ها و استانداردهای روز که بتواند فاصلهٔ موجود بین صنعت و دانشگاه را به‌طور مناسب پر کرده و پاسخگوی این نیاز فارغ‌التحصیلان باشد، کاملاً محسوس بوده است. انتشارات نگارندهٔ دانش با تکیه بر تجربهٔ کادر خود و شناخت آسیب‌های موجود در صنعت نشر، برای جبران جزئی از این کمبودها، اقدام به چاپ و نشر کتاب‌های دانشگاهی و کاربردی در زمینه‌های فنی مهندسی، علوم پایه و نرم‌افزارهای تخصصی به‌صورت تألیف یا ترجمه کرده است.

در این راستا، این انتشارات همواره کوشیده است تا با بررسی نیاز روز صنایع مختلف کشور، دریافت پیشنهاد چاپ کتاب‌های مورد نظر متخصصین، تعامل با مراکز علمی و صنعتی، و همکاری با مؤلفین باتجربه و مترجمین خبره و دارای تحصیلات مرتبط، همواره با نشر کتاب‌های برگزیده و کاملاً کاربردی، پاسخگوی این نیاز جامعهٔ علمی و صنعتی کشور باشد.

بدیهی است پیشنهادها و انتقادهای سازنده جامعهٔ علمی و صنعتی کشور، ما را در بهبود کار و انجام هرچه بهتر وظیفه‌ای که بر عهده گرفته‌ایم یاری خواهد کرد.

مدیر مسئول
علی کلانتری
info@negarandedanesh.com

تقدیم به

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

و

همسر عزیزم الهام نوریان

پیشگفتار ویرایش دوم

کتابی که پیش‌رو دارید مجموعه‌ای از مثال‌ها و پروژه‌های صنعتی می‌باشد که برای اجرای آنها از PLCهای S7-300 و S7-400 زیمنس استفاده شده و برنامه‌نویسی آن توسط نرم‌افزار Simatic Manager انجام گرفته است. این کتاب ویرایش جدید کتاب قبلی با همین عنوان است که قبلاً در پنج فصل ارائه شده و توسط انتشارات نگارندهٔ دانش به چاپ پنجم رسیده است.

در ویرایش جدید که در قالب ۷ فصل ارائه شده، اصلاحات و تغییرات فراوانی در راستای ساده‌سازی و کاربردی‌سازی پروژه‌های ارائه شده، انجام شده است. برخی از اصلاحات انجام شده در ویرایش جدید عبارتند از:

- حذف پروژه‌های نامفهوم و یا بسیار پیچیده
- حذف پروژه‌های غیرکاربردی
- افزودن پروژه‌های مربوط به راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز
- افزودن پروژه‌های کاربردی جدید
- ارائهٔ چند روش برنامه‌نویسی برای حل برخی از پروژه‌ها
- تغییر اکثر شکل‌های قدیمی با شکل‌های طراحی شده توسط نرم‌افزار WinCC
- بازنویسی برخی از برنامه‌های قبلی به روش‌های ساده‌تر
- تغییر چیدمان پروژه‌ها بر مبنای دستورات به‌کار رفته در پروژه و روش حل آن

مخاطبین کتاب

این کتاب می‌تواند برای مخاطبین زیر مورد استفاده قرار گیرد:

- هنرجویان (دانش‌آموزان) درس کارور PLC درجه ۲ در سطح فنی و حرفه‌ای – کاردانش، که این گروه می‌توانند همزمان از کتاب "کارور PLC درجه ۲" تألیف مهندس فرجی از نشر نگارنده دانش استفاده کنند.
- دانشجویان (رشتهٔ مهندسی برق) شرکت‌کننده در دوره‌های آموزشی PLC S7
- متخصصان صنایع برای آشنایی با روش انجام پروژه‌های ساده و متوسط صنعتی

همان‌طورکه اشاره شد، ویرایش جدید کتاب در قالب ۷ فصل به شرح ذیل ارائه شده است:

فصل اول. پروژه‌های راه‌اندازی موتورهای الکتریکی: در این فصل به بررسی روش‌های مختلف راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز توسط PLC پرداخته شده و مطالب ارائه شده در این فصل کاملاً با کتاب "کارور PLC درجه ۲" تألیف مهندس فرجی از انتشارات نگارنده دانش منطبق می‌باشد.

فصل دوم. پروژه‌های سطح مقدماتی: در این فصل به ارائهٔ نمونه پروژه‌های سطح مقدماتی پرداخته شده و مطالب آن با کتاب‌های "کامل‌ترین مرجع کاربردی PLC S7 سطح مقدماتی" تألیف مهندس ماهر و مهندس فرجی و نیز کتاب "کامل‌ترین مرجع کاربردی کارور PLC درجه ۲" تألیف مهندس فرجی منطبق می‌باشد. در این فصل هنرجو (دانشجو) با نحوهٔ استفاده از دستورات ساده مانند فلیپ ـ فلاپ و تایمر در پروژه‌های صنعتی آشنا می‌شود.

فصل سوم. پروژه‌های سطح متوسط: در این فصل به ارائهٔ نمونه پروژه‌های سطح متوسط پرداخته شده است. در این فصل دانشجو (هنرجو) با نحوهٔ استفاده از دستورات کانتر، دستورات ریاضی، دستورات مقایسه‌گر و ... در پروژه‌های صنعتی آشنا می‌شود. مطالب این فصل نیز کاملاً منطبق با مطالب دو کتاب معرفی شده می‌باشد.

فصل چهارم. پروژه‌های سطح پیشرفته: در این فصل پروژه‌های سطح پیشرفته ارائه شده است که عموماً در آنها از دستورات مرتبط با سیگنال‌های آنالوگ نظیر استفاده از FC105 و FC106 استفاده شده است. پروژه‌های این فصل بیشتر منطبق با کتاب "کامل‌ترین مرجع کاربردی PLC S7 سطح پیشرفته" تألیف مهندس ماهر و مهندس فرجی بوده ولی روش بیان مطالب به‌نحوی است که برای سایر مخاطبین نیز قابل فهم می‌باشد.

فصل پنجم. پروژه‌های سطح تکمیلی: پروژه‌های ارائه شده در این فصل حالت جامع دارد، بدین معنی که کلیهٔ مراحل انجام یک پروژهٔ کوچک صنعتی به همراه ادوات مورد استفاده در آن شرح داده شده است. مطالب این فصل می‌تواند برای دانشجویانی که قصد ارائهٔ پروژه به‌عنوان پایان‌نامه یا تمرین دارند، مناسب باشد. همچنین هنرجویان فنی و حرفه‌ای و کاردانش نیز می‌توانند با انجام این پروژه‌ها، سطح اطلاعات خود را مورد ارزیابی قرار داده و خود را برای انجام پروژه‌های واقعی صنعتی آماده نمایند.

فصل ششم. نکات و ترفندهای برنامه‌نویسی: در این فصل مثال‌هایی از نحوهٔ به‌کارگیری ترفندها و نکات برنامه‌نویسی ارائه شده که خواننده را با نکات و تکنیک‌های برنامه‌نویسی آشنا می‌کند. مطالعهٔ این فصل برای دانشجویان و هنرجویان (اعم از دانشگاهی ـ فنی و حرفه‌ای و کاردانش) مفید است.

فصل هفتم. پروژه‌های کاربردی: در این فصل نمونه پروژه‌های کاربردی عموماً با محوریت کنترل حلقه بسته ارائه می‌شود. نکات تکمیلی در این مورد را می‌توانید در کتاب "کامل‌ترین مرجع کاربردی PID کنترل در صنعت" تألیف مهندس فرجی از نشر نگارنده دانش بیابید.

روش استفاده از کتاب

به‌منظور اثر بخشی بیشتر مطالب ارائه شده در کتاب، پیشنهاد می‌شود ابتدا دانشجو (هنرجو) به یکی از کتاب‌های "کامل‌ترین مرجع کارور PLC درجه ۲" یا "کامل‌ترین مرجع PLC S7 سطح مقدماتی" مراجعه نموده و آشنایی نسبی با دستورات برنامه‌نویسی به‌دست آورد، سپس با مراجعه به این کتاب به حل پروژه‌ها پرداخته و نهایتاً پاسخ خود را با پاسخ‌های کتاب مطابقت دهد. همچنین به خوانندگان گرامی توصیه می‌شود، پس از مطالعهٔ کتاب حاضر، جهت آشنایی با پروژه‌های پیشرفته‌تر به "کتاب مجموعه پروژه‌های پیشرفته PLC و WinCC" تألیف مهندس فرجی از انتشارات نگارنده دانش مراجعه نمایند.

استفاده از سایت اینترنتی www.mrfaraji.blogsky.com

علاقه‌مندان می‌توانند برای ارائهٔ نظرات، سؤالات، پیشنهادات و انتقادات خود و نیز دسترسی به مطالب جدید مرتبط با حوزهٔ اتوماسیون صنعتی، به سایت فوق که مدیریت آن بر عهدهٔ مؤلف (مهندس فرجی) قرار دارد مراجعه نمایند.

ارتباط با مؤلف

علاقه‌مندان به برقراری ارتباط با مؤلف می‌توانند پیام‌های خود را به ایمیل Ahmad.faraji@Hotmail.com ارسال نموده و یا پیام‌های کوتاه خود را به سامانه SMS مهندس فرجی به شمارهٔ 30004624000000 ارسال نمایند.

احمد فرجی

زمستان ۹۲

پیشگفتار ویرایش اول

با گسترش روزافزون استفاده از اتوماسیون صنعتی زیمنس در کارخانه‌جات مختلف درون کشور، فراگیری نحوهٔ عملکرد و برنامه‌ریزی این سیستم‌ها از اهمیت خاصی برخوردار گشته است. خوشبختانه به همت اساتید بزرگوار در حوزهٔ اتوماسیون صنعتی، منابع فارسی خوبی به‌منظور آشنایی دانشجویان و مهندسین با این مقوله تألیف شده است؛ اما فقدان کتابی که به‌طور مشخص به بررسی پروژه‌های صنعتی و چگونگی برنامه‌نویسی آنها پرداخته باشد، موجب شد اینجانب به تألیف این اثر پرداخته که حاصل کار، کتابی است که مشاهده می‌نمایید. لازم به‌ذکر است که در تألیف این اثر، خانم‌ها مهندس بهاره مکوندی و مهندس منیر بابادی و آقای مهندس محمد صفرکارمزدی با اینجانب همکاری نموده‌اند، که بدین وسیله از این دوستان تشکر می‌نمایم.

بی‌شک با وجود دقت فراوانی که جهت ارائهٔ بدون نقص مطالب صرف شده است، این اثر خالی از اشکال نیست؛ از این‌رو از کلیهٔ اساتید، متخصصان صنایع و دانشجویان محترم تقاضا دارم پیشنهادات و انتقادات خود را به آدرس پست الکترونیکی ahmad.fa62@gmail.com ارسال و یا از طریق سایت اینترنتی www.mrfaraji.blogsky.com و یا سامانهٔ SMS به شمارهٔ 30004624000000 موارد مورد نظر خود را با اینجانب مطرح نمایند. مطمئناً این نظرات در ویرایش‌های بعدی مد نظر قرار خواهد گرفت.

احمد فرجی

تابستان ۱۳۸۹

فهرست مطالب

فصل ۱. پروژه‌های راه‌اندازی موتورهای الکتریکی ۱
۱.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت لحظه‌ای ۲
۲.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار (بدون حفاظت) ۴
۳.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز دائم کار از دو محل ۶
۴.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار (با شرایط حفاظتی) ۷
۵.۱ پروژهٔ راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به‌صورت یکی پس از دیگری ۱۱
۶.۱ پروژهٔ راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به‌صورت یکی به‌جای دیگری ۱۳
۷.۱ پروژهٔ راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد (معمولی) ۱۴
۸.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد سریع ۱۶
۹.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد با تأخیر ۱۸
۱۰.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد (با فیدبک) ۲۲
۱۱.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث ۲۴
۱۲.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث (با فیدبک) ۲۶
۱۳.۱ پروژهٔ راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث ـ چپگرد/ راستگرد ۲۸
۱۴.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز القایی با دو سرعت انتخابی ۳۱
۱۵.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز دالاندر ۳۵

فصل ۲. پروژه‌های سطح مقدماتی ۳۹
۱.۲ پروژهٔ سیستم انتقال آب ۴۰
۲.۲ پروژهٔ کنترل دریل صنعتی ۴۲
۳.۲ پروژهٔ کنترل چراغ‌های آپارتمان ۴۴
۴.۲ پروژهٔ کنترل سطح مایع درون مخزن ۴۵
۵.۲ پروژهٔ کنترل دستگاه کاتر ۴۷
۶.۲ پروژهٔ کنترل ترتیبی دو نوار نقاله ۴۹
۷.۲ پروژهٔ کنترل سیستم انتقال محصول ۵۲

فصل ۳. پروژه‌های سطح متوسط ۵۵
۱.۳ پروژهٔ کنترل چراغ راهنمایی ۵۶

۲.۳ پروژهٔ کنترل نوار نقاله ۶۰
۳.۳ پروژهٔ کنترل میکسر ۶۴
۴.۳ پروژهٔ کنترل سیستم انبار ۶۸
۵.۳ پروژهٔ محاسبهٔ موجودی انبار ۷۰
۶.۳ پروژهٔ کنترل دمای مخزن ۷۴
۷.۳ پروژهٔ مونتاژ قطعات ۷۷
۸.۳ پروژهٔ انتقال مواد ۸۰
۹.۳ پروژهٔ کنترل دمای موتور ۸۳
۱۰.۳ پروژهٔ کنترل دمای آب ۸۵
۱۱.۳ پروژهٔ کنترل فیلترهای صنعتی ۸۷
۱۲.۳ کنترل بطری پرکنی ۹۰

فصل ۴. پروژه‌های پیشرفته ۹۵
۱.۴ پروژهٔ کنترل سطح مایع درون مخزن ۹۶
۲.۴ پروژهٔ کنترل پروسهٔ تولید مادهٔ شیمیایی ۱۰۱
۳.۴ پروژهٔ کنترل فشار روغن خط تولید ۱۰۷
۴.۴ پروژهٔ کنترل سیستم تست آب ۱۱۱
۵.۴ پروژهٔ کنترل سیستم رنگ‌آمیزی قطعات صنعتی ۱۱۵
۶.۴ پروژهٔ کنترل کمپرسورخانه ۱۲۰
۷.۴ پروژهٔ کنترل سطح از طریق کنترل فلو ۱۳۱

فصل ۵. پروژه‌های سطح تکمیلی ۱۴۱
۱.۵ پروژهٔ کنترل پروسهٔ بطری پُرکنی در یک کارخانهٔ تولید نوشابه ۱۴۲
۲.۵ پروژهٔ خط تولید نوشابه همراه با تمام جزئیات ۱۴۸
۳.۵ پروژهٔ کنترل پروسهٔ تولید شکر از چغندر قند ۱۵۴
۴.۵ پروژهٔ کنترل عملیات تولید آهک ۱۶۴
۵.۵ پروژهٔ کنترل سیستم بسته‌بندی شکر ۱۷۴

فصل ۶. مثال‌ها و ترفندهای برنامه‌نویسی ۱۸۱
مثال ۱. ساخت Counter با استفاده از دستور لبه ۱۸۲
مثال ۲. ساخت Counter بدون استفاده از دستورات لبه ۱۸۶
مثال ۳. ساخت تایمر ۱۸۷
مثال ۴. ساخت چشمک‌زن با استفاده از جمع‌کننده ۱۹۲

مثال ۵. روشن نمودن همزمان ۸ و ۱۶ خروجی ۱۹۲
مثال ۶ استفاده از PIQ به‌عنوان Memory bit ۱۹۴
مثال ۷. تعیین زمان روشن ماندن لامپ ۱۹۶
مثال ۸. ساخت یک فلیپ فلاپ با استفاده از یک FC ۱۹۸

فصل ۷. پروژه‌های کاربردی ۲۰۱
۱.۷ کنترل Batching ۲۰۲
۲.۷ کنترل دما به روش حلقه بسته ۲۰۷
۳.۷ کنترل Override به روش حلقه بسته ۲۱۳
۴.۷ کنترل دمای محصول به روش حلقه بسته ۲۲۰
۵.۷ کنترل دمای راکتور به روش حلقه بسته ۲۲۲
۶.۷ کنترل فشار به روش حلقه بسته ۲۲۹

فصل ۱

پروژه‌های راه‌اندازی موتورهای الکتریکی

۱.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت لحظه‌ای

۲.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار (بدون حفاظت)

۳.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز دائم‌کار از دو محل

۴.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار (با شرایط حفاظتی)

۵.۱ پروژهٔ راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به‌صورت یکی پس از دیگری

۶.۱ پروژهٔ راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به‌صورت یکی به‌جای دیگری

۷.۱ پروژهٔ راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد (معمولی)

۸.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد سریع

۹.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد با تأخیر

۱۰.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد (با فیدبک)

۱۱.۱ پروژه راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث

۱۲.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث (با فیدبک)

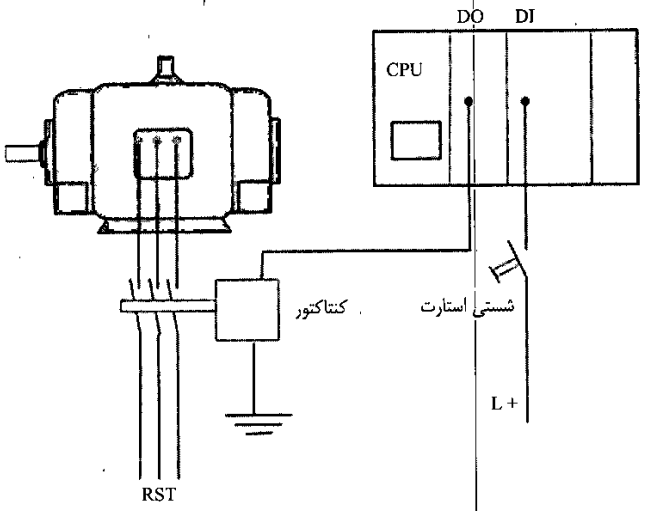
۱۳.۱ پروژهٔ راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث ـ چپگرد/ راستگرد

۱۴.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز القایی با دو سرعت انتخابی

۱۵.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز دالاندر

۱.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت لحظه‌ای

به‌منظور راه‌اندازی یک موتور الکتریکی سه‌فاز به‌صورت کارکرد لحظه‌ای، از مداری به‌صورت نشان داده شده در شکل ۱.۱ استفاده می‌شود. همان‌طورکه در شکل مشاهده می‌شود، در این مدار فقط از یک عدد شستی استارت و یک کنتاکتور راه‌انداز موتور استفاده شده و از شستی استپ استفاده نشده است؛ زیرا این موتور امکان کار در حالت دائم را نداشته و فقط به‌صورت لحظه‌ای کار می‌کند.



شکل ۱.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت لحظه‌ای

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فعال شدن شستی استارت (Start)، موتور روشن شده و با رها کردن شستی استارت، موتور خاموش می‌شود.
- موتور دارای حالت کار دائم نمی‌باشد.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲.۱ کامل نمایید.

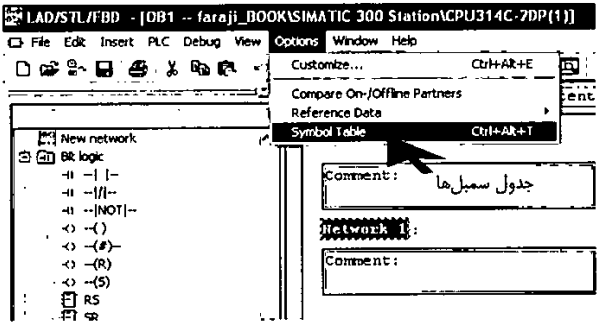
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		Motor	Q 0.0	BOOL	فرمان روشن شدن موتور

شکل ۲.۱ سمبل‌های استفاده شده در پروژهٔ ۱.۱

روش اجرای جدول سمبل‌ها

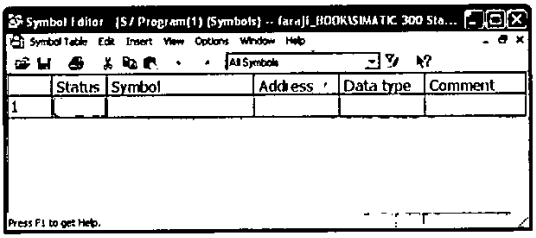
الف) وارد محیط OB1 شوید.

ب) از مسیر نشان داده شده در شکل ۳.۱، گزینهٔ Symbol Table را انتخاب نمایید.



شکل ۳.۱ روش اجرای جدول سمبل‌ها

ج) در این هنگام محیط جدول سمبل‌ها به‌صورت نشان داده شده در شکل ۴.۱ نشان داده می‌شود.

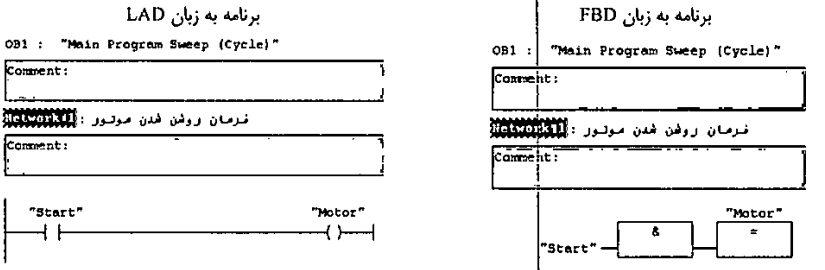


شکل ۴.۱ محیط Symbol Table (جدول سمبل‌ها)

د) سمبل‌های مورد نظر را در این جدول تعریف نموده و سپس تغییرات را با انتخاب گزینهٔ Save از منو Symbol Table ذخیره نمایید. برای ذخیره‌سازی تنظیمات انجام شده در جدول سمبل‌ها، علاوه بر روش فوق می‌توان از کلید ترکیبی Ctrl + S نیز استفاده نمود.

۳. برنامه نشان داده شده در شکل ۵.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توجه: همان‌طورکه در شکل ۵.۱ مشاهده می‌شود، برنامه به دو زبان LAD و FBD ارائه شده است که عملاً یکی از آنها در محیط OB1 نوشته می‌شود؛ پس لازم نیست که خوانندگان کتاب هر دو برنامه را در OB1 پیاده‌سازی نمایند، بلکه می‌توانند به دلخواه یکی از دو برنامهٔ زیر را پیاده‌سازی نمایند.

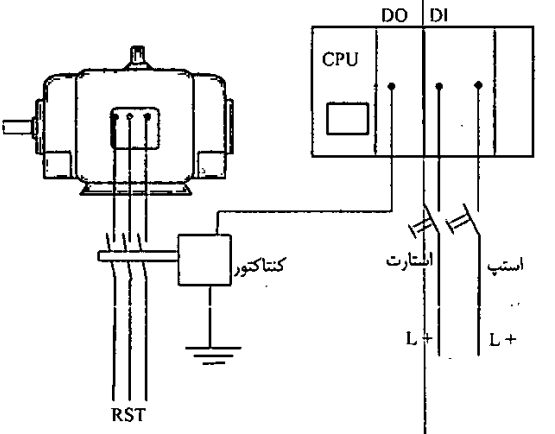


شکل ۵.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱.۱

لازم به‌ذکر است که کلیهٔ مثال‌ها و پروژه‌های موجود در این کتاب را می‌توان توسط Simulation نرم‌افزار Simatic Manager تست نمود.

۲.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار (بدون حفاظت)

به‌منظور راه‌اندازی یک موتور الکتریکی سه‌فاز به‌صورت دائم کار، از مداری مطابق شکل ۶.۱ استفاده می‌شود. در این مدار از یک عدد کنتاکتور سه‌فاز استفاده شده است. زمانی‌که کنتاکتور برق‌دار شود، موتور روشن شده و هرگاه کنتاکتور بی‌برق شود، موتور خاموش می‌شود.



شکل ۶.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار

منطق کنترل (شرح عملکرد)

با فشرده شدن شستی استارت (Start)، خروجی Q0.1 روشن و با فشرده شدن شستی استپ (Stop)، خروجی Q0.1 خاموش می‌شود. خروجی Q0.1 را به بوبین کنتاکتور وصل می‌کنیم تا هرگاه این خروجی فعال شد، بوبین برق‌دار شده و در نتیجه موتور روشن شود. همچنین لازم است زمانی‌که موتور روشن است، یک لامپ نیز روشن شود تا اپراتور متوجه روشن شدن موتور شود.

توجه: در این پروژه، شستی‌های استارت و استپ به‌صورت تیغهٔ باز (NO) در نظر گرفته شده‌اند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

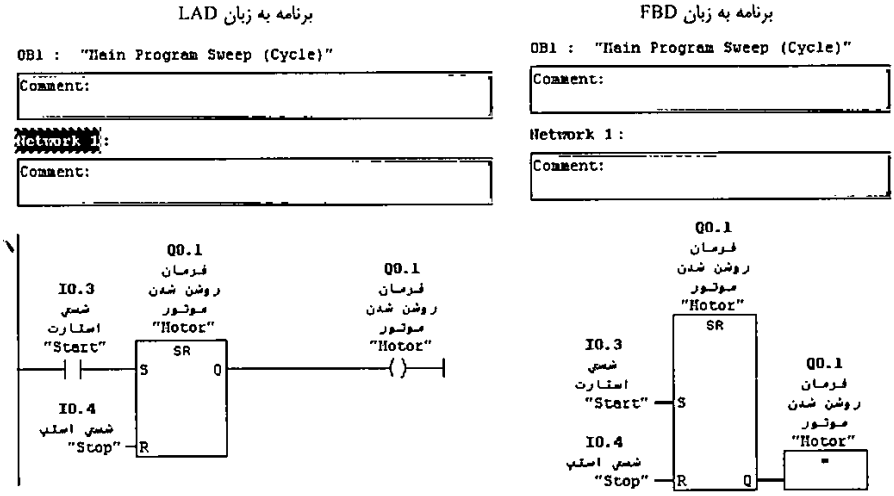
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۷.۱ کامل نمایید.

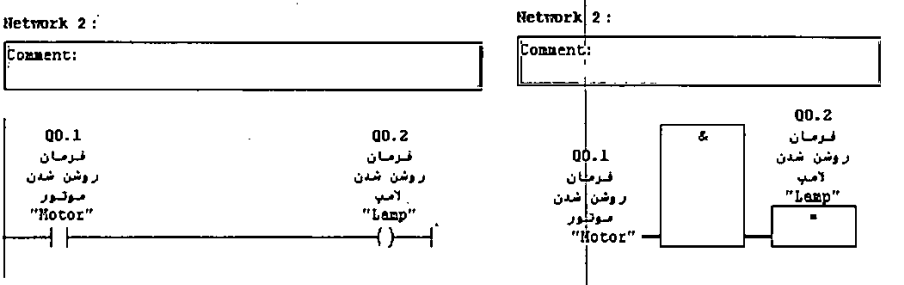
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 0.3	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 0.4	BOOL	شستی استپ
3		Motor	Q 0.1	BOOL	فرمان روشن شدن موتور
4		Lamp	Q 0.2	BOOL	فرمان روشن شدن لامپ

شکل ۷.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۲.۱

۳. برنامه نشان داده شده در شکل ۸.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



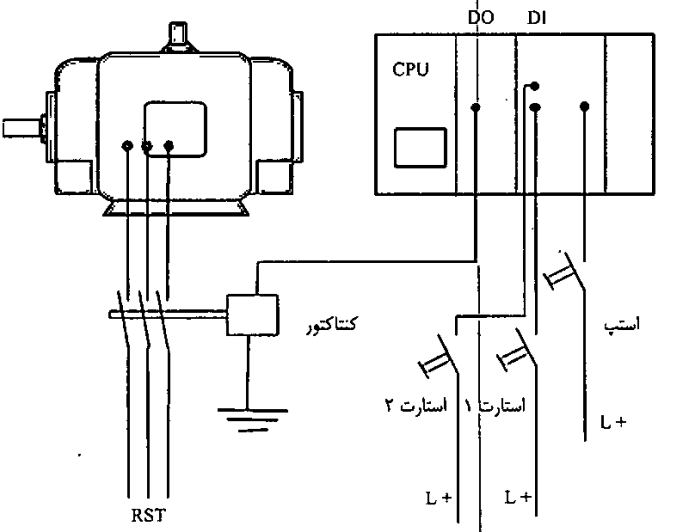
شکل ۸.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۲.۱



شکل ۸.۱ (ادامه)

۳.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز دائم کار از دو محل

به‌منظور راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز از دو محل، از مداری مطابق شکل ۹.۱ استفاده شده است. در محل اول، شستی استارت ۱ و در محل دوم، شستی استارت ۲ قرار دارد. با فشردن هر یک از این دو شستی استارت، موتور شروع به‌کار می‌کند. با فشردن شستی استپ، موتور خاموش می‌شود.



شکل ۹.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم‌کار و از دو محل

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

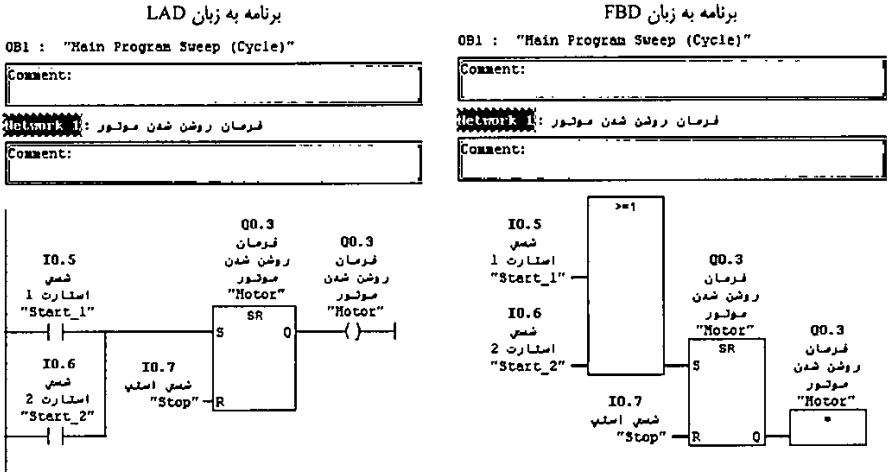
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۰.۱ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Motor	Q 0.3	BOOL	فرمان روشن شدن موتور
2		Start_1	I 0.5	BOOL	شستی استارت 1
3		Stop	I 0.7	BOOL	شستی استپ
4		Start_2	I 0.6	BOOL	شستی استارت 2

شکل ۱۰.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژه ۳.۱

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۱۱.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

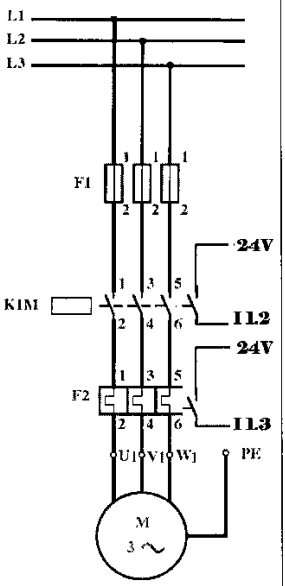


شکل ۱۱.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۳.۱

۴.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار (با شرایط حفاظتی)

همان‌طورکه در پروژهٔ ۲ مشاهده شد، راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار ولی بدون در نظر گرفتن شرایط حفاظتی بررسی و برنامهٔ مورد نظر جهت آن ارائه گردید؛ اما آنچه که عملاً در صنعت اتفاق می‌افتد راه‌اندازی موتور با در نظر گرفتن شرایط حفاظتی است. در این پروژه به بررسی روش راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت دائم‌کار و با در نظر گرفتن حفاظت در برابر اضافه بار[1] و نیز دریافت فیدبک روشن‌شدن موتور (از تیغه کمکی کنتاکتور راه‌انداز) می‌پردازیم. شکل ۱۲.۱ مدار قدرت این موتور را نشان می‌دهد.

1. Overload



شکل ۱۲.۱ مدار قدرت راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت دائم کار با در نظر گرفتن شرایط حفاظتی

همان‌طورکه در شکل ۱۲.۱ مشخص است، در مدار قدرت از یک کنتاکتور به‌عنوان راه‌انداز موتور استفاده شده است و تیغهٔ باز (تیغهٔ کمکی) کنتاکتور به‌عنوان فیدبک استفاده می‌شود. درصورتی‌که موتور روشن شود (کنتاکتور وصل شود)، تیغهٔ باز کنتاکتور بسته شده و فیدبک وصل می‌شود. همچنین برای حفاظت موتور در برابر اضافه بار، از یک رلهٔ بی‌متال (Overload) استفاده شده است. در صورت بروز حالت اضافه‌بار، تیغهٔ باز رلهٔ بی‌متال بسته شده و سیگنال وصل به PLC می‌دهد.

منطق کنترل (شرح عملکرد)

الف) حالت ساده

- با فشرده شدن شستی استارت (Start)، موتور روشن شده و با فشرده شدن شستی استپ (Stop)، موتور خاموش می‌شود.
- درصورتی‌که موتور دچار خطای Overload یا اضافه بار شود، موتور خاموش شده و لامپ سیگنال مربوط به فالت (خطا) روشن می‌شود. پس از برطرف شدن حالت اضافه بار، لامپ فالت به‌صورت اتوماتیک خاموش می‌شود.
- در صورت دریافت فیدبک از تیغهٔ کمکی کنتاکتور، لامپ سیگنال نشان‌دهندهٔ روشن بودن موتور روشن می‌شود.
- درصورتی‌که فیدبک دریافت نشود، هیچ اتفاقی نیافتده و صرفاً لامپ نشان‌دهندهٔ روشن بودن موتور، روشن نمی‌شود.

ب) حالت پیشرفته

منطق عملکرد این حالت، مشابه حالت (الف) است، با در نظر گرفتن شرایط زیر:

- در صورت بروز خطای Overload یا اضافه‌بار، لامپ فالت روشن شده و با برطرف شدن حالت Overload، لامپ خاموش نشود. در این‌حالت اپراتور باید شستی ریست ۱ را فعال نماید تا لامپ فالت خاموش گردد.
- درحالتی‌که لامپ فالت روشن است، موتور روشن نشود.

ج) حالت تکمیلی

منطق کنترل در این روش مشابه حالت (ب) است، با در نظر گرفتن شرایط زیر:

- درصورتی‌که تا ۶ ثانیه پس از روشن شدن موتور، فیدبک دریافت نشود، فرمان روشن شدن موتور قطع شده و لامپ فالت فیدبک روشن گردد.
- به‌منظور برطرف شدن فالت فیدبک، باید اپراتور شستی ریست ۲ را فعال نماید.

توجه: در این پروژه، شستی‌های استارت و استپ و ریست به‌صورت تیغهٔ باز (NO) در نظر گرفته شده‌اند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۳.۱ کامل نمایید.

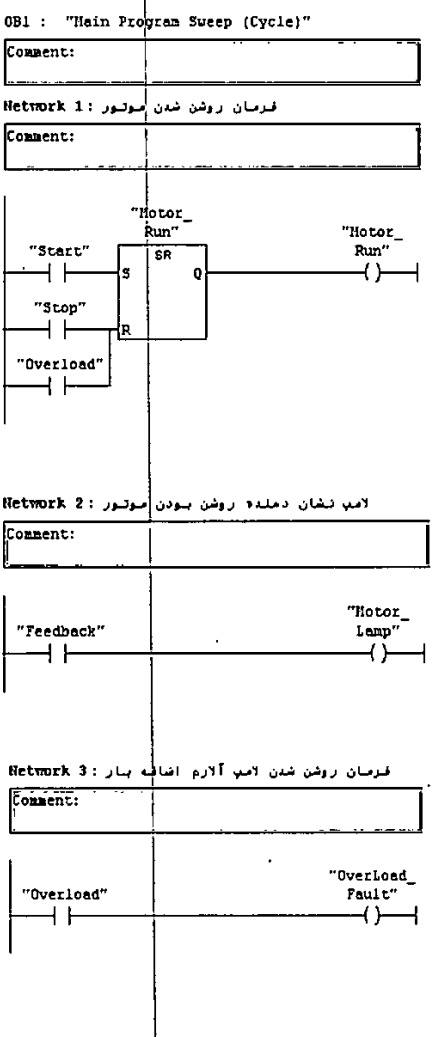
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 1.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 1.1	BOOL	شستی استپ
3		Feedback	I 1.2	BOOL	فیدبک دریافتی از تیغهٔ کمکی کنتاکتور
4		Overload	I 1.3	BOOL	فیدبک دریافتی از رلهٔ بی‌متال و نشان‌دهندهٔ حالت اضافه بار
5		Reset_1	I 1.4	BOOL	شستی ریست 1
6		Reset_2	I 1.5	BOOL	شستی ریست 2
7		Motor_Run	Q 0.4	BOOL	فرمان روشن شدن موتور
8		OverLoad_Fault	Q 0.5	BOOL	فرمان روشن شدن لامپ آلارم اضافه بار
9		Feedback_Fault	Q 0.6	BOOL	فرمان روشن شدن لامپ آلارم فیدبک
10		Motor_Lamp	Q 0.7	BOOL	لامپ نشان‌دهندهٔ روشن بودن موتور

شکل ۱۳.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۴.۱

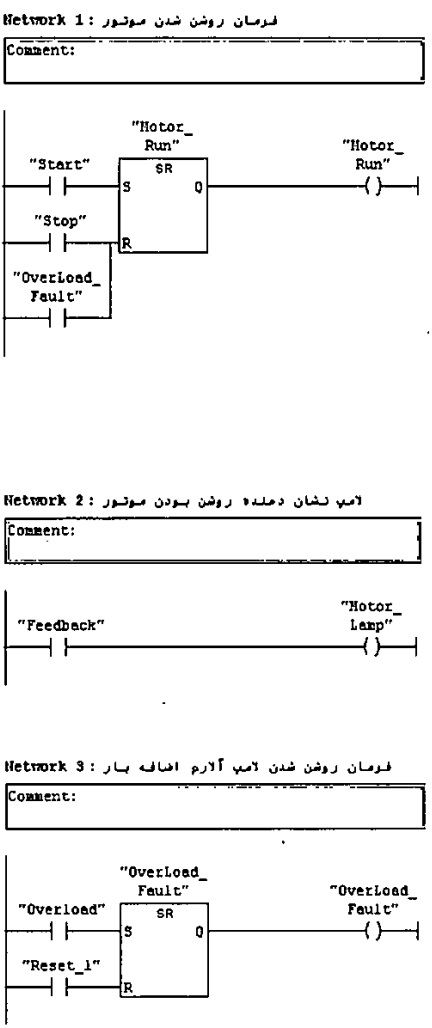
۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۱۴.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید. توجه نمایید که بهتر است ابتدا برنامه حالت (الف) را نوشته و پس از انجام تست توسط سیمولاتور، برنامهٔ (ب) را جایگزین برنامهٔ (الف) نموده و سپس مجدداً برنامه را توسط سیمولاتور تست نمایید.

توجه: در تست برنامه توسط سیمولاتور، فیدبک و سایر ورودی‌ها نظیر ورودی نشان دهنده Overload را باید به‌صورت دستی در سیمولاتور فعال نمود.

برنامهٔ مورد نظر جهت حالت (الف) به زبان LAD



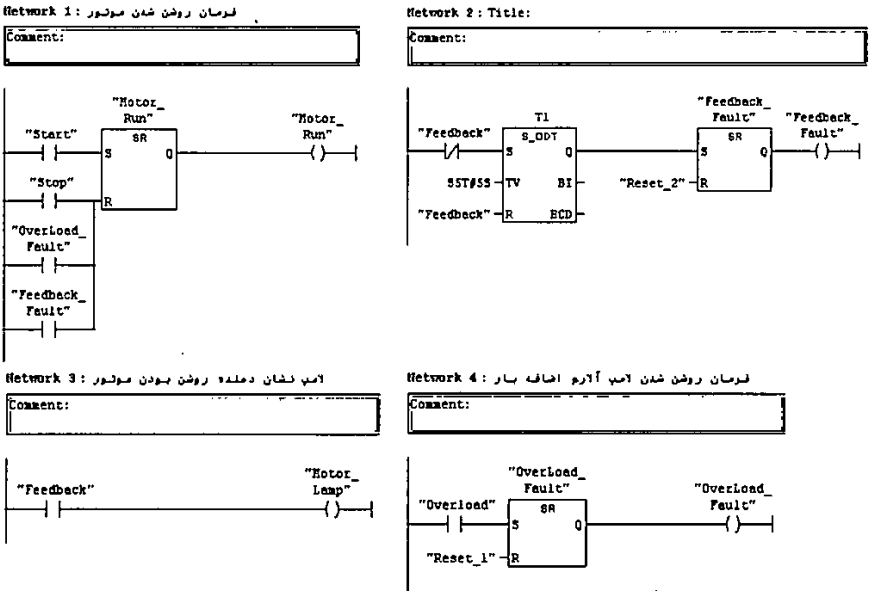
برنامهٔ مورد نظر جهت حالت (ب) به زبان LAD



شکل ۱۴.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای بخش‌های (الف) و (ب) پروژهٔ ۴.۱

۴. از برنامه‌نویسی مراحل (الف) و (ب) و انجام تست برنامه با سیمولاتور، برنامهٔ قبلی را پاک نموده و برنامهٔ بخش (ج) را به‌صورت نشان داده شده در شکل ۵.۱ در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامهٔ حالت (ج) به زبان LAD



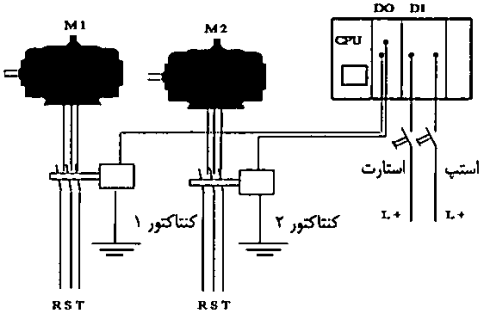
شکل ۱۵.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای بخش (ج) پروژهٔ ۴.۱

۵.۱ پروژهٔ راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به‌صورت یکی پس از دیگری

در این پروژه، هدف راه‌اندازی یک موتور در ابتدا و موتور دیگر با تأخیر زمانی نسبت به موتور اول می‌باشد. مدار این نوع راه‌اندازی در شکل ۱۶.۱ نشان داده شده است.

منطق کنترل (شرح عملکرد)

با فشرده شدن شستی استارت (Start)، ابتدا موتور M1 روشن شده و پس از سپری شدن زمان 10 ثانیه، موتور M2 روشن می‌شود. با فشرده شدن شستی استپ (Stop)، هر دو موتور خاموش می‌شوند.



شکل ۱۶.۱ مدار راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به‌صورت یکی پس از دیگری

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

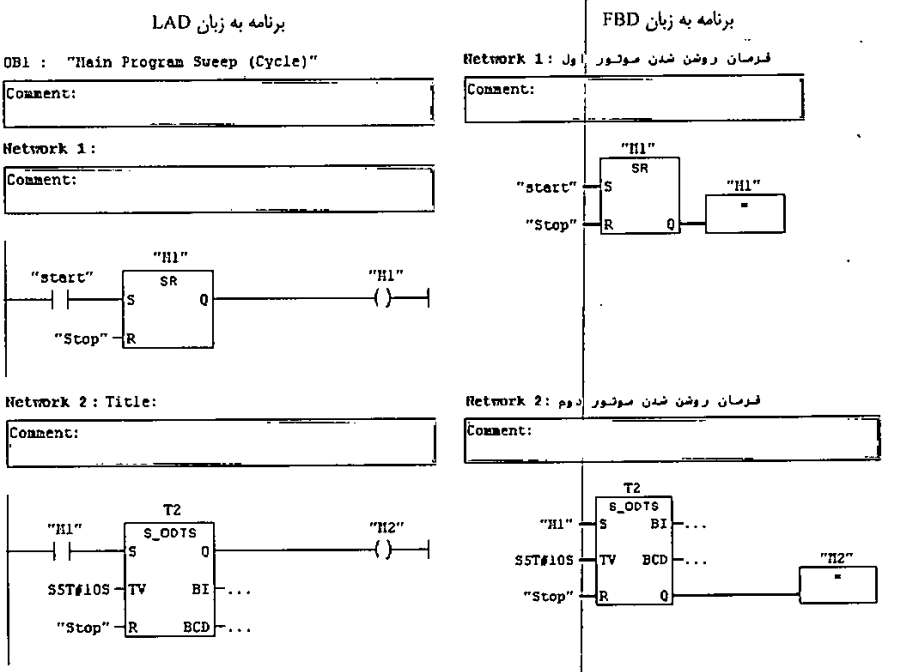
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۷.۱ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		start	I 1.6	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 1.7	BOOL	شستی استپ
3		M1	Q 1.0	BOOL	فرمان روشن شدن موتور اول
4		M2	Q 1.1	BOOL	فرمان روشن شدن موتور دوم

شکل ۱۷.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۵.۱

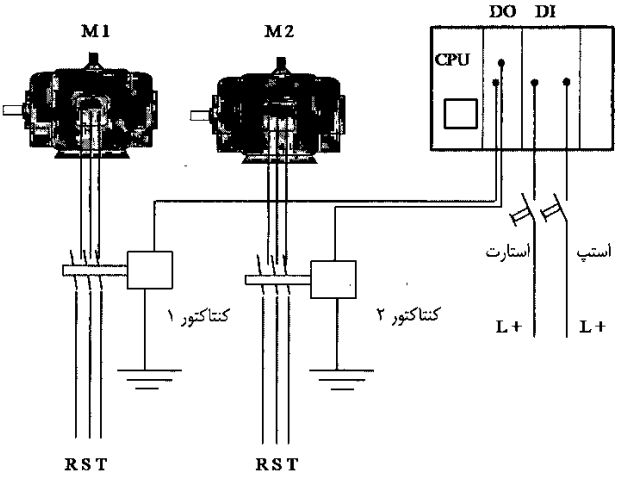
۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۱۸.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۱۸.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۵.۱

۶.۱ پروژهٔ راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به‌صورت یکی به‌جای دیگری

به‌منظور راه‌اندازی دو عدد موتور سه‌فاز به‌صورت یکی به‌جای دیگری، از مدار نشان داده شده در شکل ۱۹.۱ استفاده شده است. در این مدار، با فشرده شدن شستی استارت (Start)، موتور ۱ روشن می‌شود؛ پس از 10 ثانیه ابتدا موتور ۲ روشن شده و سپس موتور ۱ خاموش می‌شود. با فشرده شدن شستی استپ (Stop)، هرکدام از موتورها که روشن باشد، خاموش می‌گردد.



شکل ۱۹.۱ مدار راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به‌صورت یکی به‌جای دیگری

توجه: همان‌طورکه در شکل ۱۹.۱ نیز مشخص است، شستی‌های استپ و استارت در این پروژه به‌صورت تیغهٔ باز (NO) در نظر گرفته شده‌اند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

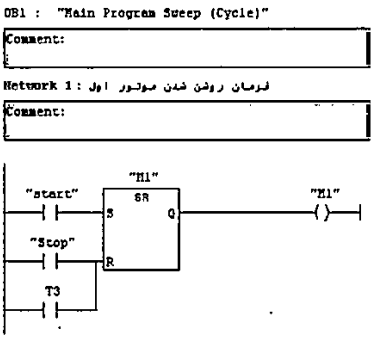
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۰.۱ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		start	I 2.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 2.1	BOOL	شستی استپ
3		M1	Q 1.2	BOOL	فرمان روشن شدن موتور اول
4		M2	Q 1.3	BOOL	فرمان روشن شدن موتور دوم

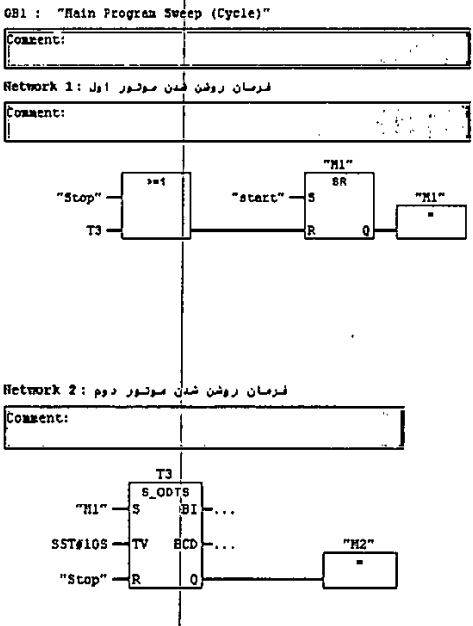
شکل ۲۰.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۶.۱

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۱.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامه به زبان LAD



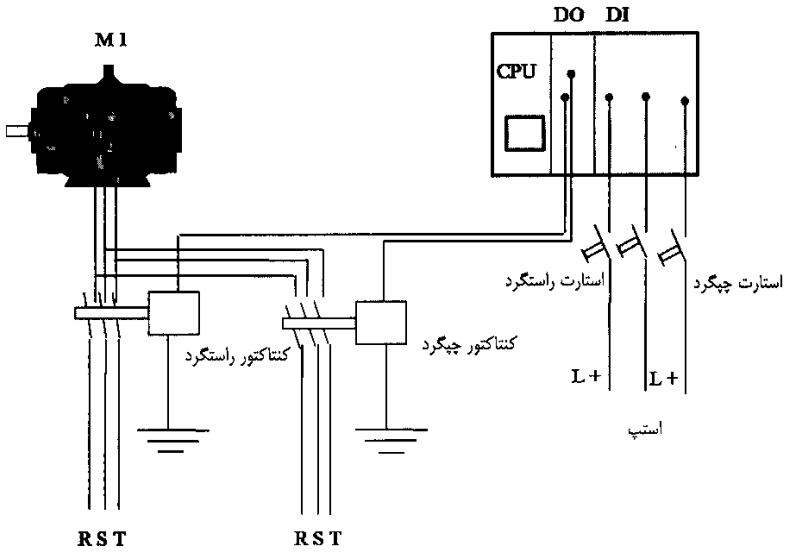
برنامه به زبان FBD



شکل ۲۱.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۶.۱

۷.۱ پروژهٔ راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد (معمولی)

به‌منظور راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد، از مدار قدرت نشان داده شده در شکل ۲۲.۱ استفاده می‌شود. در این مدار از دو عدد کنتاکتور سه‌فاز که به‌نام‌های کنتاکتور راستگرد و کنتاکتور چپگرد شناخته می‌شوند، استفاده شده است.



شکل ۲۲.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت راستگرد (Start_R)، درصورتی‌که موتور به‌صورت چپگرد در حال کار نباشد، موتور به‌صورت راستگرد روشن می‌شود (خروجی راستگرد فعال می‌شود).
- با فشرده شدن شستی استارت چپگرد (Start_L)، درصورتی‌که موتور به‌صورت راستگرد در حال کار نباشد، موتور به‌صورت چپگرد روشن می‌شود (خروجی چپگرد روشن می‌شود).

نکات ایمنی

- هیچ‌گاه دو خروجی چپگرد و راستگرد با هم روشن نشوند؛ یعنی هر کدام از خروجی‌های راستگرد یا چپگرد که روشن بود، تا شستی استپ فشرده نشده است خروجی دیگر فعال نشود.

توجه: این نوع راه‌اندازی به چپگرد/ راستگرد معمولی معروف است. علاوه بر این روش، دو نوع راه‌اندازی چپگرد/ راستگرد سریع و چپگرد/ راستگرد با تأخیر نیز وجود دارد که در پروژه‌های بعدی بررسی می‌شوند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

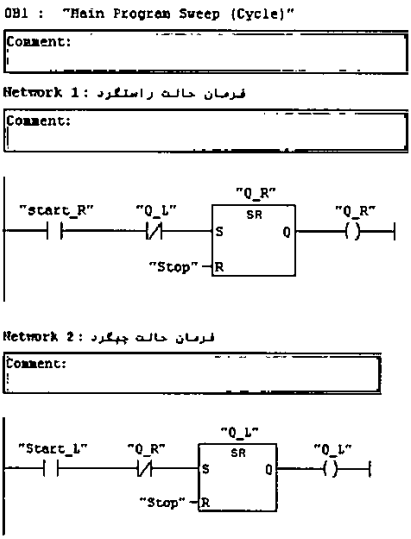
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۳.۱ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Q_L	Q 1.5	BOOL	فرمان حالت چپگرد
2		Q_R	Q 1.4	BOOL	فرمان حالت راستگرد
3		Start_L	I 2.3	BOOL	شستی استارت چپگرد
4		start_R	I 2.2	BOOL	شستی استارت راستگرد
5		Stop	I 2.4	BOOL	شستی استپ

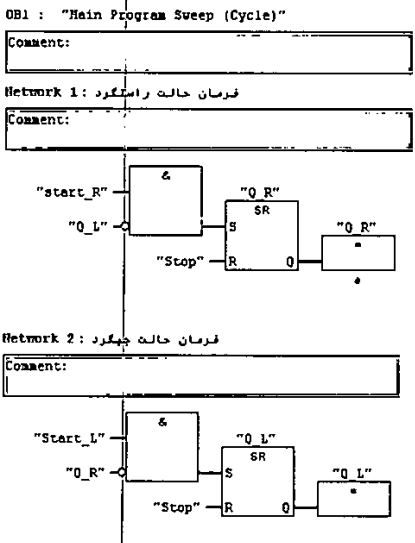
شکل ۲۳.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۷.۱

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۴.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامهٔ به زبان LAD



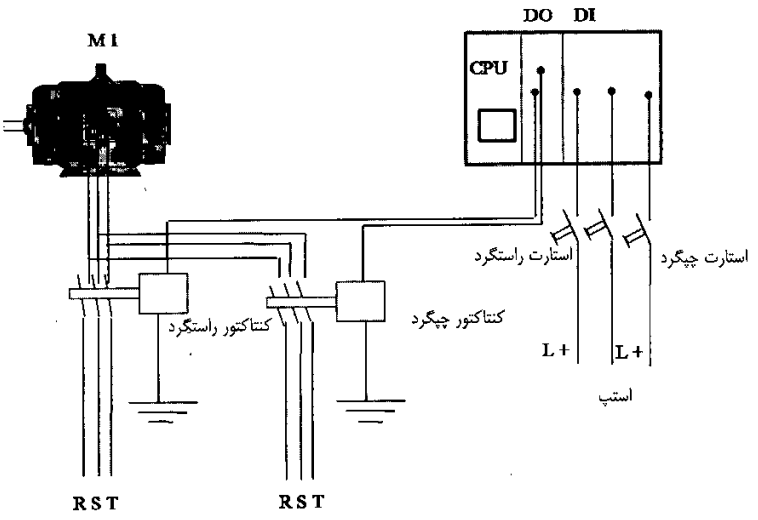
برنامهٔ به زبان FBD



شکل ۲۴.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۷.۱

۸.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد سریع

همان‌طورکه در شکل ۲۵.۱ مشاهده می‌شود، مدار قدرت راه‌اندازی چپگرد/ راستگرد سریع تفاوتی با راه‌اندازی چپگرد/راستگرد معمولی ندارد. آنچه که باعث تفاوت در عملکرد حالت سریع با حالت معمولی می‌شود، برنامه نوشته شده در PLC (نرم‌افزار Simatic Manager) است.



شکل ۲۵.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد سریع

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت راستگرد (Start_R)، موتور به‌صورت راستگرد روشن می‌شود (خروجی راستگرد فعال می‌شود) و با فشرده شدن شستی استارت چپگرد (Start_L)، موتور به‌صورت چپگرد روشن می‌شود (خروجی چپگرد روشن می‌شود).
- با فشردن شستی استپ (Stop) هر دو خروجی غیرفعال می‌شوند.
- هر کدام از خروجی‌های راستگرد یا چپگرد که روشن بود، اگر استارت دور عکس آن فشرده شد، موتور متوقف شده و بلافاصله با دور جدید شروع به‌کار نماید.

نکات ایمنی

- هیچ‌گاه دو خروجی چپگرد و راستگرد با هم روشن نشوند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

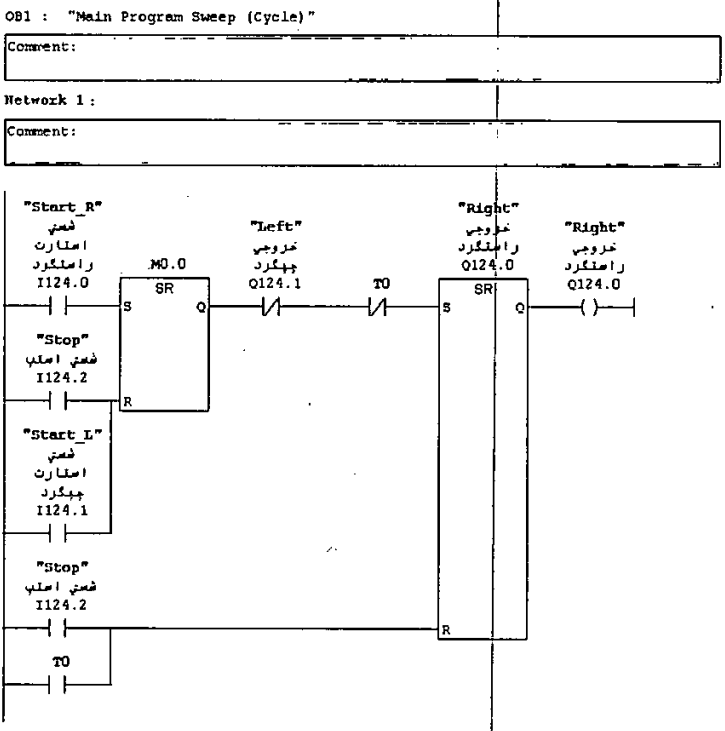
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۶.۱ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start_R	I 124.0	BOOL	شستی استارت راستگرد
2		Start_L	I 124.1	BOOL	شستی استارت چپگرد
3		Stop	I 124.2	BOOL	شستی استپ
4		Right	Q 124.0	BOOL	خروجی راستگرد
5		Left	Q 124.1	BOOL	خروجی چپگرد

شکل ۲۹.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۹.۱

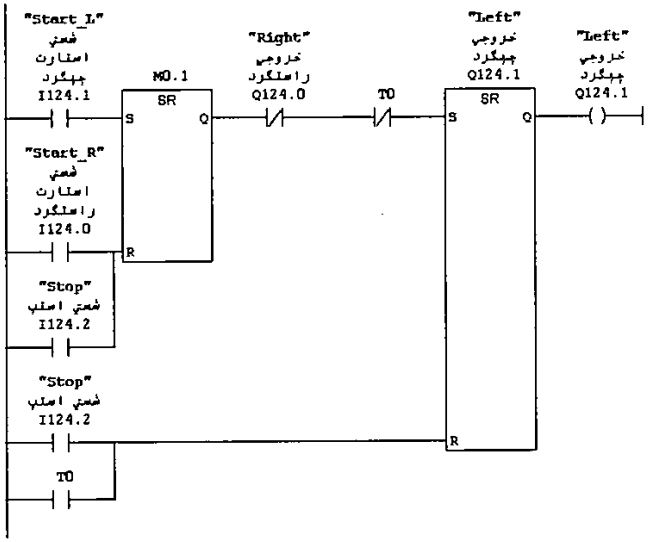
۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۳۰.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۳۰.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۹.۱

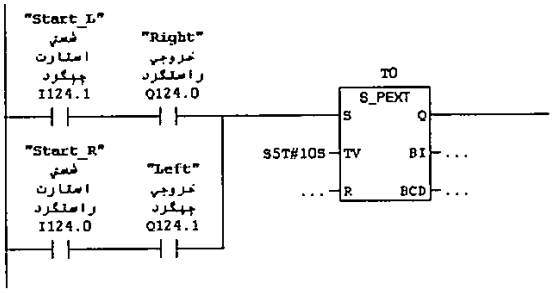
Network 2 :

Comment:



Network 3 : Title:

Comment:

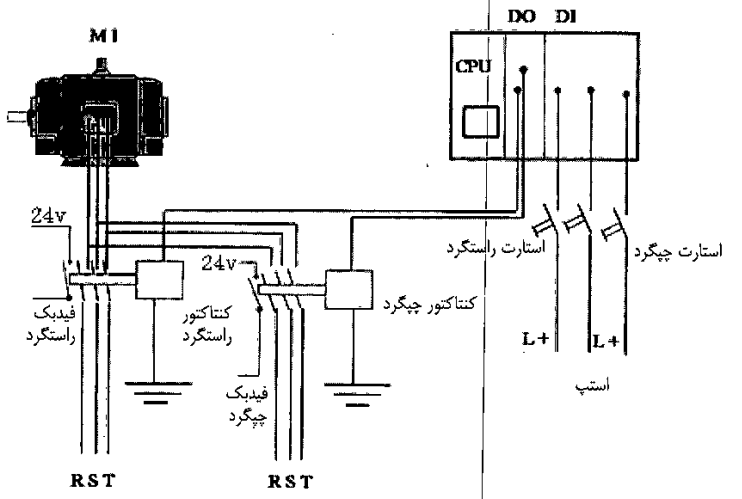


شکل ۳۰.۱ (ادامه)

۱۰.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد (با فیدبک)

در مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد، به‌منظور جلوگیری از وصل شدن همزمان کنتاکتورهای راستگرد و چپگرد، بهتر است از تیغه‌های کمکی این کنتاکتورها به‌عنوان فیدبک استفاده نموده و برنامه را اصلاح نمود.

شکل ۳۱.۱ مدار قدرت این نوع راه‌اندازی را نشان می‌دهد که در حقیقت همان مدار چپگرد/ راستگرد معمولی است که از تیغه‌های کمکی کنتاکتورهای چپگرد و راستگرد به‌عنوان فیدبک استفاده شده است.



شکل ۳۱.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت چپگرد/ راستگرد همراه با فیدبک

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت راستگرد (Start_R)، به‌شرطی‌که موتور در حالت چپگرد در حال کار نباشد (فیدبک کنتاکتور چپگرد قطع باشد)، خروجی راستگرد فعال می‌شود.
- با فشرده شدن شستی استارت چپگرد (Start_L)، به‌شرطی‌که موتور در حالت راستگرد در حال کار نباشد، (فیدبک کنتاکتور راستگرد قطع باشد)، خروجی چپگرد فعال می‌شود.
- با فشرده شدن شستی استپ، هر کدام از خروجی‌ها که روشن باشد، قطع می‌شود.
- به‌دلیل شرایط حفاظتی، هیچ‌گاه دو خروجی چپگرد و راستگرد با هم روشن نشوند یعنی هر کدام از خروجی‌های راستگرد یا چپگرد که روشن بود، تا شستی استپ فشرده نشده است خروجی دیگر فعال نشود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

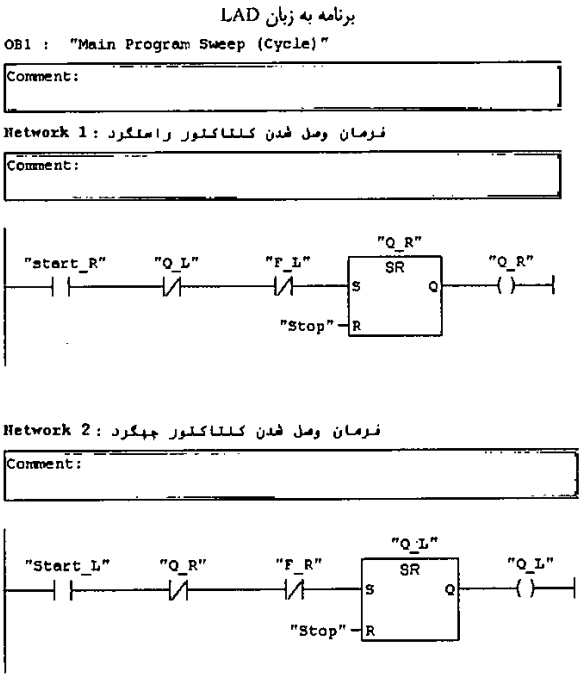
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۳۲.۱ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Q_R	Q 2.3	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور راستگرد
2		Q_L	Q 2.4	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور چپگرد
3		start_R	I 3.5	BOOL	شستی استارت راستگرد
4		Start_L	I 3.6	BOOL	شستی استارت چپگرد
5		Stop	I 3.7	BOOL	شستی استپ
6		F_R	I 4.0	BOOL	فیدبک راستگرد
7		F_L	I 4.1	BOOL	فیدبک چپگرد

شکل ۳۲.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱۰.۱

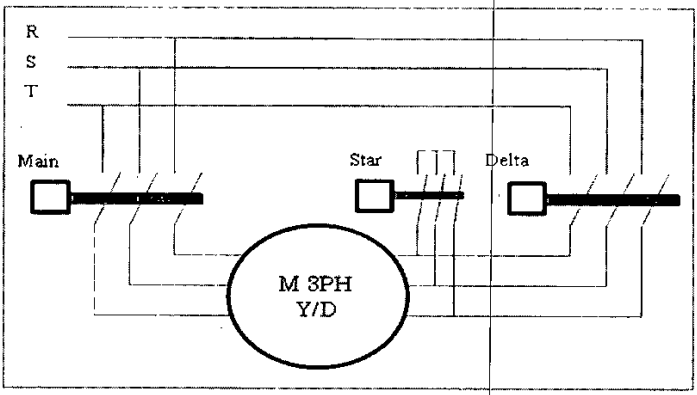
۳. برنامه نشان داده شده در شکل ۳۳.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۳۳.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱۰.۱

۱۱.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث

روش راه‌اندازی ستاره/ مثلث یکی از روش‌های متداول راه‌اندازی موتورهای الکتریکی توان متوسط و توان بالا می‌باشد. در این روش از مداری به‌صورت نشان داده شده در شکل ۳۴.۱ استفاده می‌شود. همان‌طورکه در این مدار مشخص است، سیم‌پیچ‌های موتور به سه عدد کنتاکتور به‌نام‌های اصلی (Main)، ستاره (Star) و مثلث (Delta) متصل شده و از طریق این سه کنتاکتور به برق سه‌فاز متصل می‌شود. در این روش در ابتدا، موتور با اتصال ستاره وارد مدار شده و پس از چند ثانیه، اتصال موتور به اتصال مثلث تغییر پیدا می‌کند.



شکل ۳۴.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- با فشردن شستی استارت (START)، هر دو خروجی اصلی (MAIN) و خروجی ستاره (STAR) به‌طور همزمان روشن شوند.
- پس از 6 ثانیه، به‌صورت اتوماتیک و بدون فشردن شستی دیگری، ابتدا خروجی ستاره غیرفعال شده و سپس خروجی مثلث روشن شود.
- به‌دلیل حفاظت مدار، هیچ‌گاه دو خروجی ستاره و مثلث نباید با هم فعال شوند. با فشردن شستی استپ (STOP)، هر سه خروجی (اصلی ، ستاره و مثلث) غیرفعال شوند.

جدول ۱.۱ ترتیب وصل شدن هر کدام از کنتاکتورها را در حالت‌های ستاره و مثلث نشان می‌دهد.

جدول ۱.۱

	Main کنتاکتور	Star کنتاکتور	Delta کنتاکتور
حالت ستاره	•	•	
حالت مثلث	•		•

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۳۵.۱ کامل نمایید.

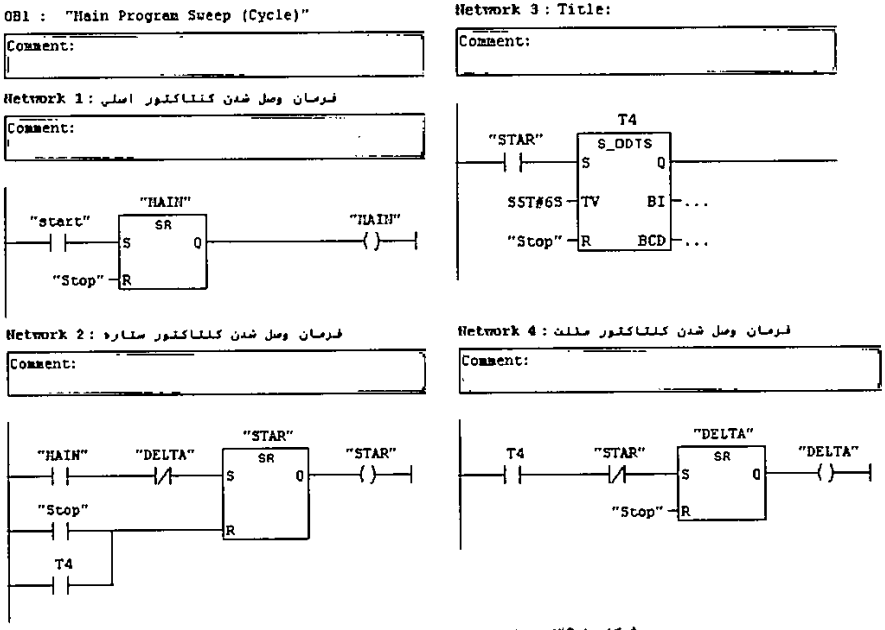
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		start	I 3.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 3.1	BOOL	شستی استپ
3		MAIN	Q 2.0	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور اصلی
4		STAR	Q 2.1	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور ستاره
5		DELTA	Q 2.2	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور مثلث

شکل ۳۵.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱۱.۱

۳. برنامه نشان داده شده در شکل ۳۶.۱ یا ۳۷.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

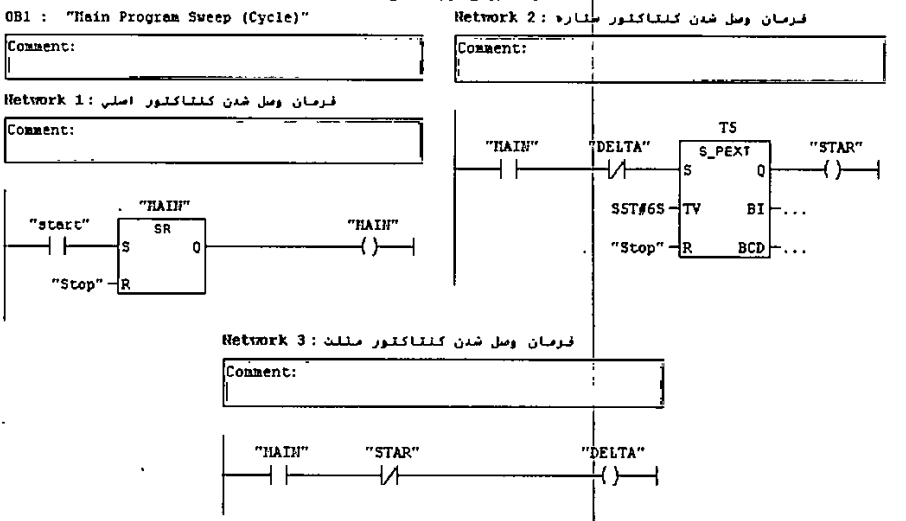
توجه: برنامه مورد نظر جهت راه‌اندازی ستاره/مثلث را می‌توان به چند روش پیاده‌سازی نمود که دو روش آن در این پروژه ارائه می‌شود. خوانندگان می‌توانند هر کدام از این دو روش را جداگانه نوشته و توسط سیمولاتور نرم‌افزار، آن را تست نمایند. برای تست هر روش، برنامه روش قبل را حذف نمایید.

برنامه روش اول به زبان LAD



شکل ۳۶.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱۱.۱ به روش اول

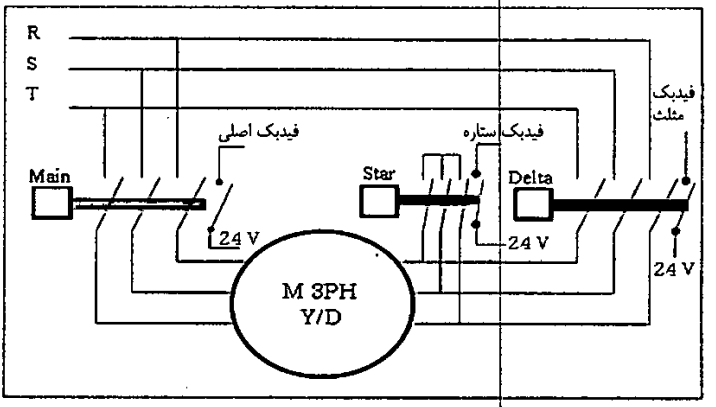
برنامه روش دوم به زبان LAD



شکل ۳۷.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱۱.۱ به روش دوم

۱۲.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث (با فیدبک)

یکی از اشکالاتی که در راه‌اندازی ستاره/مثلث توسط PLC ممکن است ایجاد شود، وصل‌شدن همزمان کنتاکتورهای ستاره و مثلث است. به‌منظور جلوگیری از این اتفاق، بهتر است از تیغه‌های کمکی کنتاکتورهای ستاره و مثلث به‌عنوان فیدبک استفاده نموده و منطق برنامه را اصلاح کرد. شکل ۳۸.۱ مدار قدرت راه‌اندازی ستاره/مثلث را با استفاده از فیدبک نشان می‌دهد.



شکل ۳۸.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/مثلث همراه با فیدبک

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- با فشردن شستی استارت (START)، ابتدا خروجی ستاره روشن شده و پس از دریافت فیدبک آن، خروجی اصلی نیز روشن شود.
- اگر فیدبک وصل‌شدن کنتاکتورهای ستاره و اصلی دریافت شد، پس از 6 ثانیه، به‌صورت اتوماتیک و بدون فشردن شستی دیگری، ابتدا خروجی ستاره غیرفعال شده و سپس خروجی مثلث روشن شود.
- به‌دلیل حفاظت مدار، هیچ‌گاه دو خروجی ستاره و مثلث نباید با هم فعال شوند. با فشردن شستی استپ (STOP)، هر سه خروجی (اصلی، ستاره و مثلث) غیرفعال شوند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژه جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۳۹.۱ کامل نمایید.

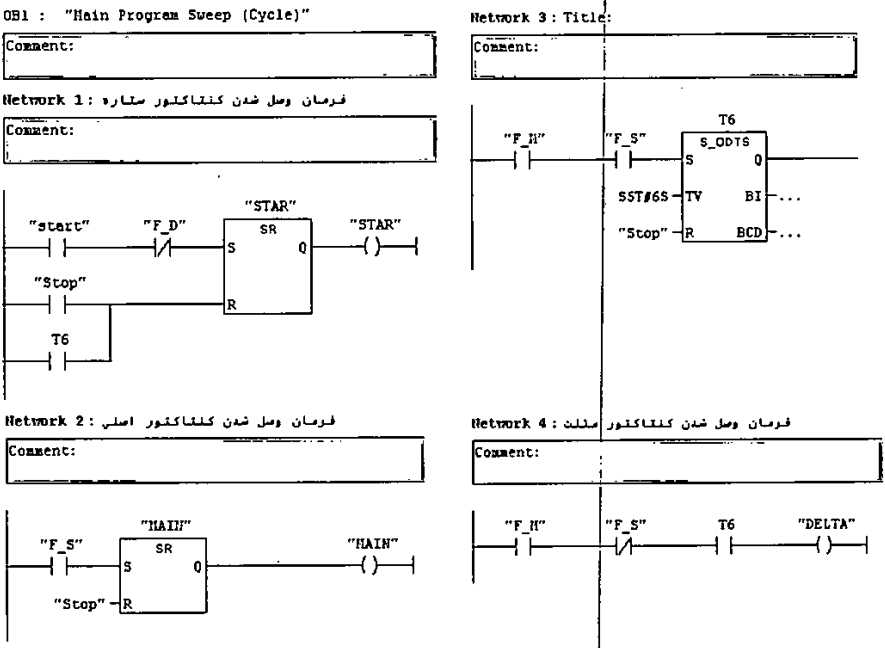
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		start	I 3.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 3.1	BOOL	شستی استپ
3		MAIN	Q 2.0	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور اصلی
4		STAR	Q 2.1	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور ستاره
5		DELTA	Q 2.2	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور مثلث
6		F_M	I 3.2	BOOL	فیدبک کنتاکتور اصلی
7		F_S	I 3.3	BOOL	فیدبک کنتاکتور ستاره
8		F_D	I 3.4	BOOL	فیدبک کنتاکتور مثلث

شکل ۳۹.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱۲.۱

۳. برنامه نشان داده شده در شکل ۴۰.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توجه: در تست برنامه توسط سیمولاتور، فیدبک را باید به‌صورت دستی در سیمولاتور فعال نمود.

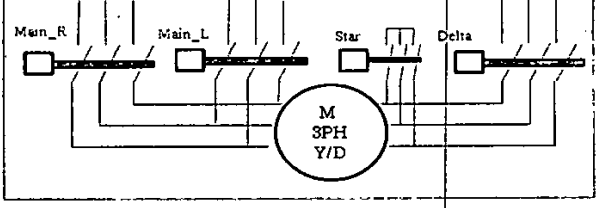
برنامه به زبان LAD



شکل ۴۰.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱۲.۱

۱۳.۱ پروژهٔ راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث ـ چپگرد/ راستگرد

همان‌طورکه اشاره شد، یکی از روش‌های متداول در راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز توان متوسط و بالا، راه‌اندازی ستاره/ مثلث است. در برخی از مواقع لازم است موتوری که به‌صورت ستاره/ مثلث راه‌اندازی می‌شود، امکان تغییر دور نیز داشته باشد؛ در این صورت می‌توان از مدار راه‌اندازی ستاره/ مثلث ـ چپگرد/ راستگرد استفاده نمود. این مدار در شکل ۴۱.۱ نشان داده شده است.



شکل ۴۱.۱ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به‌صورت ستاره/ مثلث ـ چپگرد/ راستگرد

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشردن شستی استارت راستگرد (Start_R)، درصورتی‌که موتور به‌صورت چپگرد در حال کار نباشد، هر دو خروجی اصلی راستگرد (MAIN_R) و خروجی ستاره (STAR) به‌طور همزمان روشن می‌شوند. پس از 6 ثانیه به‌صورت اتوماتیک و بدون فشردن شستی دیگر، ابتدا خروجی ستاره غیرفعال شده و سپس خروجی مثلث روشن می‌شود.
- با فشردن شستی استپ (STOP)، هر سه خروجی (اصلی، ستاره و مثلث) غیرفعال می‌شوند.
- با فشردن شستی استارت چپگرد، درصورتی‌که موتور به‌صورت راستگرد در حال کار نباشد، هر دو خروجی اصلی چپگرد (MAIN_L) و ستاره (STAR) روشن شده و پس از 6 ثانیه خروجی ستاره خاموش شده و خروجی مثلث روشن می‌شود.
- به‌دلیل حفاظت مدار، هیچ‌گاه خروجی راستگرد و چپگرد نباید با هم فعال شوند.
- به‌دلیل حفاظت مدار، هیچ‌گاه دو خروجی ستاره و مثلث نباید با هم فعال شوند.

جدول ۲.۱ ترتیب وصل شدن هر کدام از کنتاکتورها را در حالت‌های مختلف کاری نشان می‌دهد.

جدول ۲.۱

	Main_R	Main_L	Star	Delta
حالت ستاره راستگرد	•		•	
حالت مثلث راستگرد	•			•
حالت ستاره چپگرد		•	•	
حالت مثلث چپگرد		•		•

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۴۲.۱ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start_Right	I 124.0	BOOL	شستی استارت راستگرد
2		Start_Left	I 124.1	BOOL	شستی استات چپگرد
3		Stop	I 124.2	BOOL	شستی استپ
4		Main_R	Q 124.0	BOOL	خروجی اصلی راستگرد
5		Main_L	Q 124.1	BOOL	خروجی اصلی چپگرد
6		Star	Q 124.2	BOOL	خروجی ستاره
7		Delta	Q 124.3	BOOL	خروجی مثلث

شکل ۴۲.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱۳.۱

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۴۳.۱ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

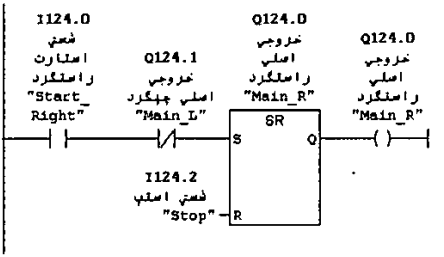
برنامه به زبان LAD

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

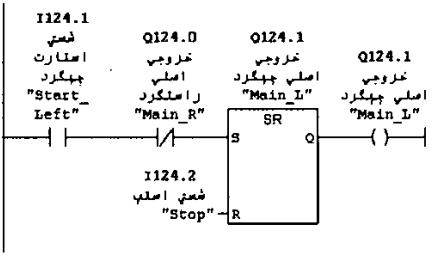
Network 1 : Title:

Comment:



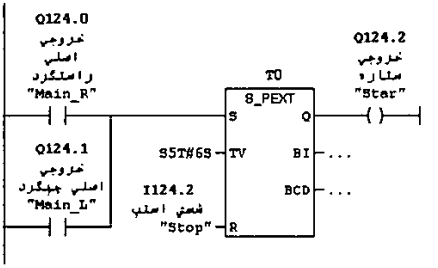
Network 2 :

Comment:

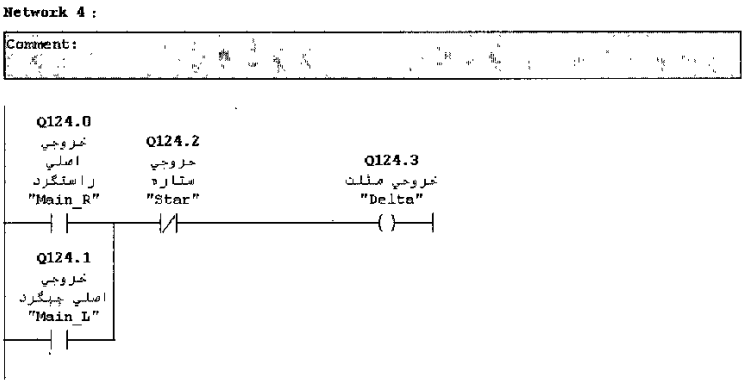


Network 3 : Title:

Comment:



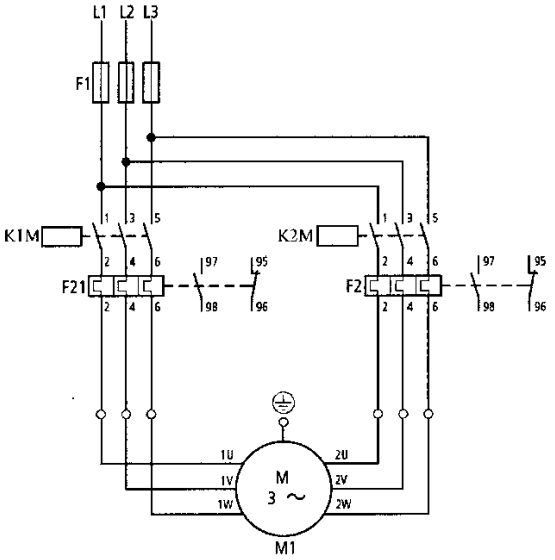
شکل ۴۳.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱۳.۱



شکل ۴۳.۱ (ادامه)

۱۴.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز القایی با دو سرعت انتخابی

یکی از روش‌های راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز با دو سرعت، استفاده از دو سیم‌بندی مجزا در استاتور موتور و مداری به‌صورت نشان داده شده در شکل ۴۴.۱ می‌باشد. مطابق شکل، در این مدار از دو عدد کنتاکتور K1M و K2M استفاده شده است. کنتاکتور K1M مربوط به دور کند و کنتاکتور K2M مربوط به دور تند می‌باشد. همچنین از دو عدد رلهٔ بی‌متال (F2 و F21) جهت تشخیص حالت اضافه بار یا Overload استفاده شده است.



شکل ۴۴.۱ مدار قدرت راه‌اندازی موتور سه‌فاز القایی با دو سرعت انتخابی

منطق کنترل (شرح عملکرد)

الف) بدون در نظر گرفتن حفاظت اضافه‌بار

- با فشردن شستی Start_Low، موتور با دور کند شروع به‌کار نماید.
- با فشردن شستی Start_High، موتور با دور تند شروع به‌کار نماید.
- امکان تغییر سرعت در ضمن کار موتور وجود داشته باشد، یعنی اگر موتور با دور تند کار نماید امکان تغییر به دور کند و اگر با دور کند کار نماید، امکان تغییر به دور تند وجود داشته باشد.
- با فشردن شستی استپ، موتور خاموش گردد.
- به‌دلیل شرایط حفاظتی، هیچ‌گاه کنتاکتور K1M به‌همراه کنتاکتور K2M وصل نگردد.

ب) در نظر گرفتن حفاظت اضافه‌بار

- هر کدام از رله‌های تشخیص اضافه بار (F2 و F21) که عمل نمایند، موتور خاموش شود.
- هر کدام از رله‌های تشخیص اضافه بار (F2 و F21) که عمل نمایند، یک لامپ آلارم روشن شده و توسط شستی ریست خاموش شود.
- تا زمانی‌که لامپ آلارم اضافه‌بار روشن است، موتور روشن نشود.

توجه: در تست برنامه توسط سیمولاتور، حالت اضافه بار را باید به‌صورت دستی در سیمولاتور فعال نمود. برای این‌منظور می‌توان در سیمولاتور آدرس‌های I4.5 و I4.6 را به‌صورت دستی فعال نمود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژه جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

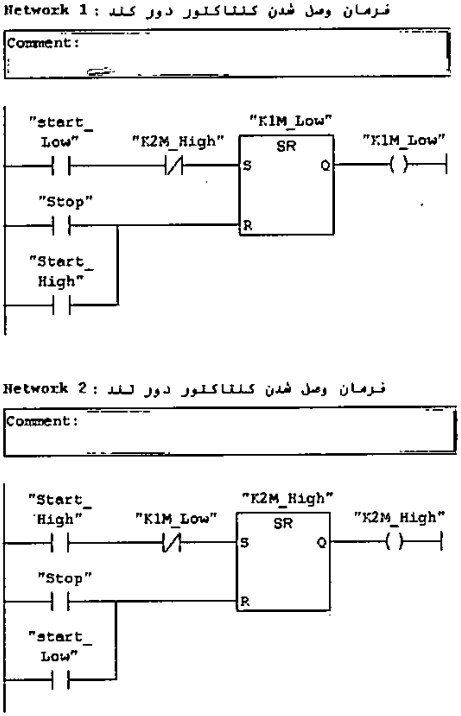
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۴۵.۱ کامل نمایید.

1		start_Low	I	4.2	BOOL	شستی استارت دور کند
2		Start_High	I	4.3	BOOL	شستی استارت تند
3		Stop	I	4.4	BOOL	شستی استپ
4		F2	I	4.5	BOOL	تیغهٔ کمکی رلهٔ بی‌متال کنتاکتور دور کند
5		F12	I	4.6	BOOL	تیغهٔ کمکی رلهٔ بی‌متال کنتاکتور دور تند
6		Reset	I	4.7	BOOL	شستی ریست
7		K1M_Low	Q	2.3	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور دور کند
8		K2M_High	Q	2.4	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور دور تند
9		Alarm_Lamp	Q	2.5	BOOL	لامپ آلارم

شکل ۴۵.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱۴.۱

۳. برنامه نشان داده شده در شکل‌های ۴۶.۱ و ۴۷.۱ را به‌طور جداگانه در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامهٔ حالت (الف) به زبان LAD

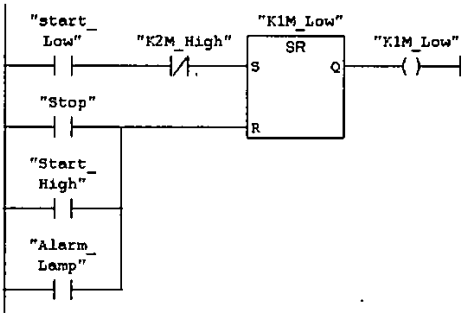


شکل ۴۶.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای بخش (الف) پروژهٔ ۱۴.۱

برنامهٔ حالت (ب) به زبان LAD

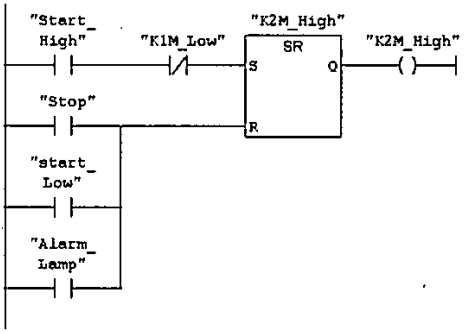
Network 1 : فرمان وصل شدن کنتاکتور دور کند

Comment:



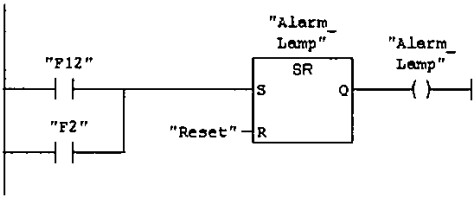
Network 2 : فرمان وصل شدن کنتاکتور دور تند

Comment:



Network 3 : لامپ آلارم

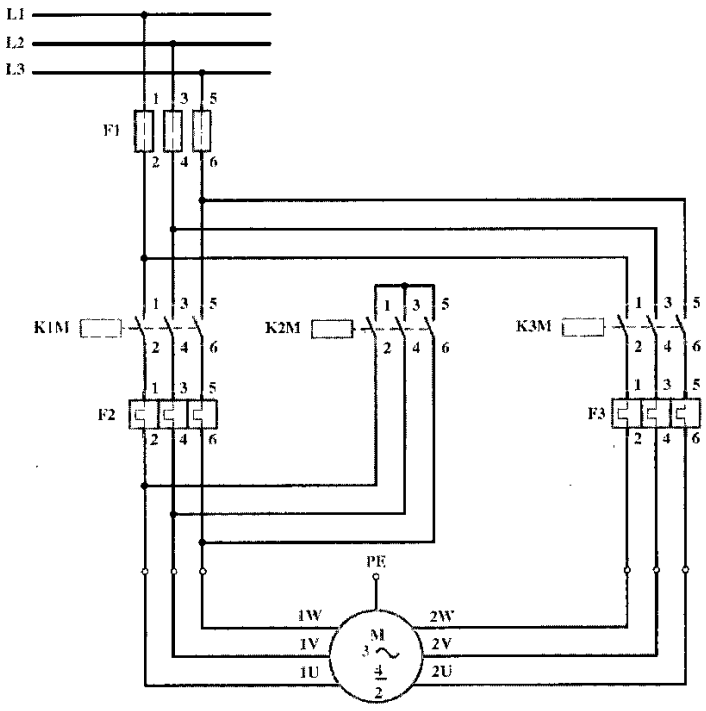
Comment:



شکل ۴۷.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای بخش (ب) پروژهٔ ۱۴.۱

۱۵.۱ پروژهٔ راه‌اندازی موتور سه‌فاز دالاندر

یکی از روش‌های تغییر دور موتورهای الکتریکی سه‌فاز، روش دالاندر است. در این روش با تغییر در اتصالات، تعداد قطب‌های سیم‌پیچی استاتور تغییر می‌نماید؛ به‌همین منظور از مداری مطابق شکل ۴۸.۱ استفاده می‌شود. در این مدار از سه عدد کنتاکتور به‌نام‌های K1M، K2M و K3M استفاده شده است که در شکل از سمت چپ به راست قرار گرفته‌اند. همچنین از دو عدد رلهٔ بی‌متال به‌نام‌های F2 و F3 که به ترتیب در مسیر کنتاکتورهای K1M و K2M قرار گرفته‌اند، استفاده شده است.



شکل ۴۸.۱ مدار قدرت راه‌اندازی موتور سه‌فاز دالاندر

منطق کنترل (شرح عملکرد)

الف) بدون در نظر گرفتن حفاظت اضافه‌بار

- اگر کنتاکتور K1M به تنهایی فعال شود، موتور به‌صورت دور کند شروع به‌کار می‌نماید.
- اگر کنتاکتور K1M قطع شده و کنتاکتورهای K2M و K3M فعال شوند، موتور به‌صورت دور تند شروع به‌کار می‌نماید.

- با فشردن شستی Start_Low، موتور با دور کند شروع به‌کار نماید.
- با فشردن شستی Start_High، موتور با دور تند شروع به‌کار نماید.
- امکان تغییر سرعت در ضمن کار موتور وجود داشته باشد، یعنی اگر موتور با دور تند کار نماید امکان تغییر به دور کند و اگر با دور کند کار نماید، امکان تغییر به دور تند وجود داشته باشد.
- با فشردن شستی استپ، موتور خاموش شود.
- به‌دلیل شرایط حفاظتی، هیچ‌گاه کنتاکتور K1M به‌همراه کنتاکتورهای K2M یا K3M وصل نشود.

ب) در نظر گرفتن حفاظت اضافه‌بار

- هر کدام از رله‌های تشخیص اضافه بار (F2 و F3) که عمل نمایند، موتور خاموش شود.
- هر کدام از رله‌های تشخیص اضافه بار (F2 و F3) که عمل نمایند، یک لامپ آلارم روشن شده و توسط شستی ریست خاموش شود.
- تا زمانی‌که لامپ آلارم اضافه بار روشن است، موتور روشن نشود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۴۹.۱ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		start_Low	I 5.0	BOOL	شستی استارت دور کند
2		Start_High	I 5.1	BOOL	شستی استارت تند
3		Stop	I 5.2	BOOL	شستی استپ
4		F2	I 5.3	BOOL	تیغهٔ کمکی رلهٔ بی‌متال کنتاکتور دور کند
5		F3	I 5.4	BOOL	تیغهٔ کمکی رلهٔ بی‌متال کنتاکتور دور تند
6		Reset	I 5.5	BOOL	شستی ریست
7		K1M_Low	Q 3.0	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور K1M
8		K2M_High	Q 3.1	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور K2M
9		K3M_High	Q 3.2	BOOL	فرمان وصل شدن کنتاکتور K3M
10		Alarm Lamp	Q 3.3	BOOL	لامپ آلارم

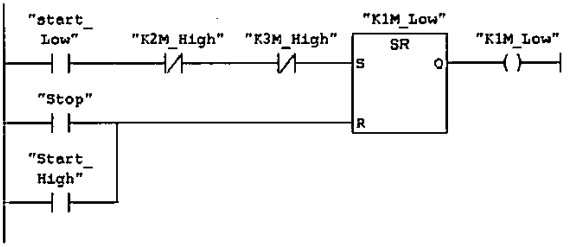
شکل ۴۹.۱ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱۵.۱

۳. برنامه نشان داده شده در شکل‌های ۵۰.۱ و ۵۱.۱ را به‌طور جداگانه در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامهٔ حالت (الف) به زبان LAD

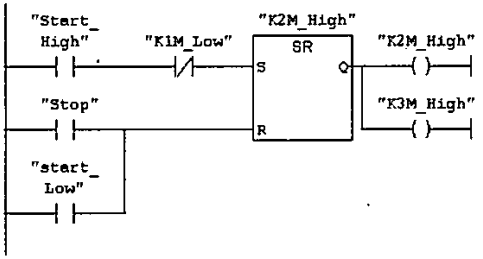
Network 1 : فرمان وصل شدن کنتاکتور دور کند

Comment:



Network 2 : فرمان وصل شدن کنتاکتورهای دور تند

Comment:

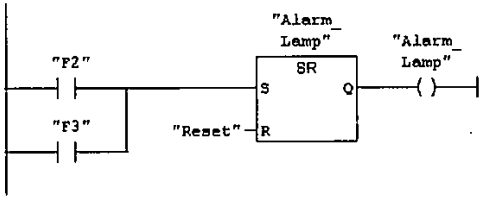


شکل ۵۰.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای بخش (الف) پروژهٔ ۱۵.۱

برنامه حالت (ب) به زبان LAD

Network 1 : لامپ آلارم اضافه بار

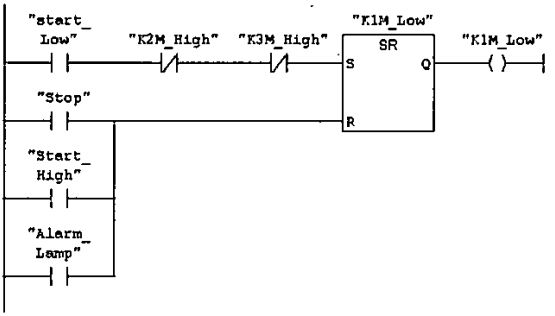
Comment:



شکل ۵۱.۱ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای بخش (ب) پروژهٔ ۱۵.۱

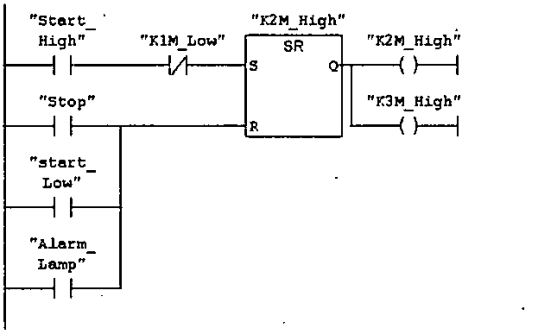
Network 2 : فرمان وصل شدن کنتاکتور دور کند

Comment:



Network 3 : فرمان وصل شدن کنتاکتورهای دور تند

Comment:



شکل ۵۱.۱ (ادامه)

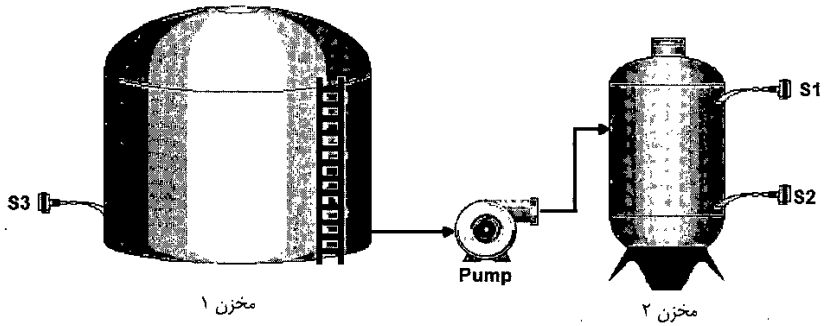
فصل ۲

پروژه‌های سطح مقدماتی

۱.۲ پروژهٔ سیستم انتقال آب
۲.۲ پروژهٔ کنترل دریل صنعتی
۳.۲ پروژهٔ کنترل چراغ‌های آپارتمان
۴.۲ پروژهٔ کنترل سطح مایع درون مخزن
۵.۲ پروژهٔ کنترل دستگاه کاتر
۶.۲ پروژهٔ کنترل ترتیبی دو نوار نقاله
۷.۲ پروژهٔ کنترل سیستم انتقال محصول

۱.۲ پروژهٔ سیستم انتقال آب

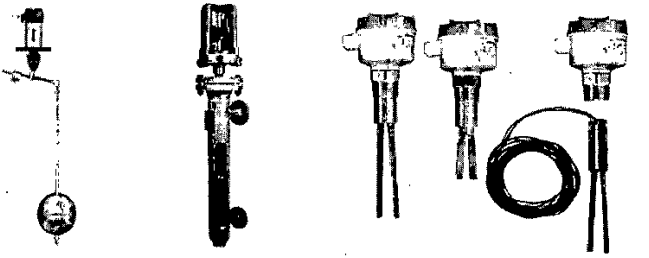
در یک سیستم انتقال آب، به‌منظور پمپاژ آب از درون مخزن شماره ۱ به درون مخزن شماره ۲، از یک عدد پمپ دارای موتور الکتریکی سه‌فاز استفاده شده است. نمای شماتیک این سیستم در شکل ۱.۲ نشان داده شده است.



شکل ۱.۲ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۱.۲

همان‌طورکه در شکل ۱.۲ نیز مشخص است، ادوات به‌کار رفته در این سیستم عبارتند از:

- یک عدد پمپ دارای موتور الکتریکی سه فاز که وظیفهٔ پمپاژ آب را بر عهده دارد.
- سه عدد سنسور دیجیتال به‌منظور تشخیص ارتفاع سطح آب درون مخازن. این سنسورها دارای یک تیغهٔ باز هستند و هرگاه وجود آب را حس کنند، تیغهٔ باز آنها بسته می‌شود. به این نوع سنسورها در اصطلاح Level Switch گفته می‌شود. در شکل ۲.۲ چند نمونه سنسور Level Switch صنعتی نشان داده شده است.



شکل ۲.۲ چند نمونه سنسور Level Switch صنعتی

فصل ۲

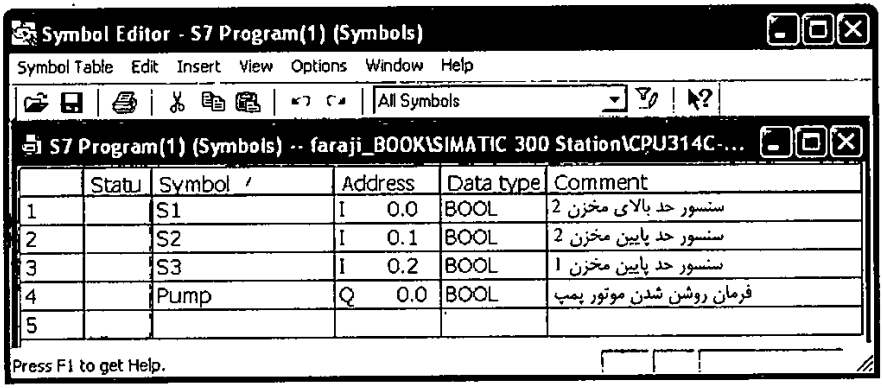
منطق کنترل (شرح عملکرد)

- در درون مخزن شماره ۲، دو عدد سنسور به‌کار رفته که یکی در بالای مخزن و دیگری در پایین مخزن قرار گرفته است.
- هرگاه سنسور حد پایین (S2) وجود آب را حس نکند، پمپ روشن شده و زمانی‌که سنسور حد بالا (S1) وجود آب را حس نماید، پمپ آب خاموش می‌شود.
- در مخزن شماره ۱ نیز یک سنسور تعبیه شده است (S3) که حد پایین آب درون مخزن شماره ۱ را تشخیص می‌دهد.
- در مواقعی که آب درون مخزن شماره ۱ کمتر از حد مجاز شود، باید پمپ خاموش شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

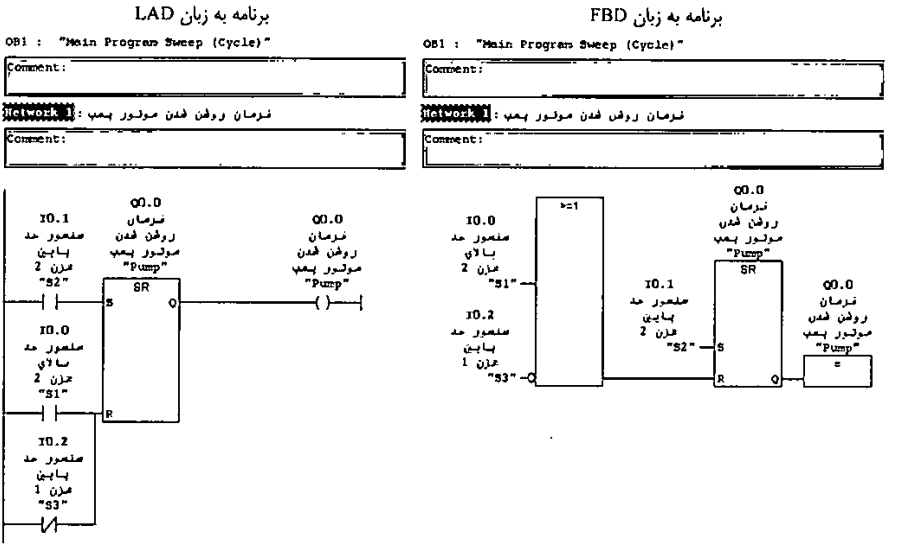
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۳.۲ کامل نمایید.



شکل ۳.۲ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱.۲

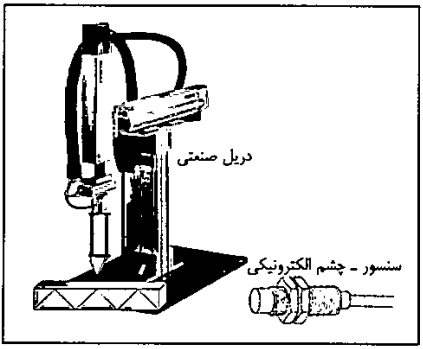
۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۴.۲ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۴.۲ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱.۲

۲.۲ پروژهٔ کنترل دریل صنعتی

در یک سیستم صنعتی به‌منظور سوراخ‌کاری قطعات مختلف، از یک دریل صنعتی مطابق شکل ۵.۲ استفاده می‌شود. در این سیستم برای شروع کار دریل لازم است که ابتدا قطعهٔ مورد نظر توسط اپراتور در زیر مته قرار داده شود. برای تشخیص وجود قطعه در زیر مته، از یک سنسور چشم الکترونیکی استفاده می‌شود. به‌منظور حفاظت بیشتر، از دو عدد شستی استارت به‌منظور راه‌اندازی دریل استفاده می‌شود، تا اگر اپراتور اشتباهاً یکی از شستی‌ها را فعال نمود، دریل شروع به‌کار ننموده و از آسیب احتمالی جلوگیری شود.



شکل ۵.۲ پروسهٔ مورد نظر برای پروژهٔ ۲.۲

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- هرگاه سنسور، حضور قطعه را در زیر متهٔ دریل حس نمود و اپراتور هر دو شستی را فشرد، لازم است دریل روشن شود.
- اگر هر کدام از شرط‌های گفته شده جهت روشن شدن دریل از بین رفت (مثلاً اپراتور یکی از شستی‌ها را رها نمود)، باید دریل خاموش شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

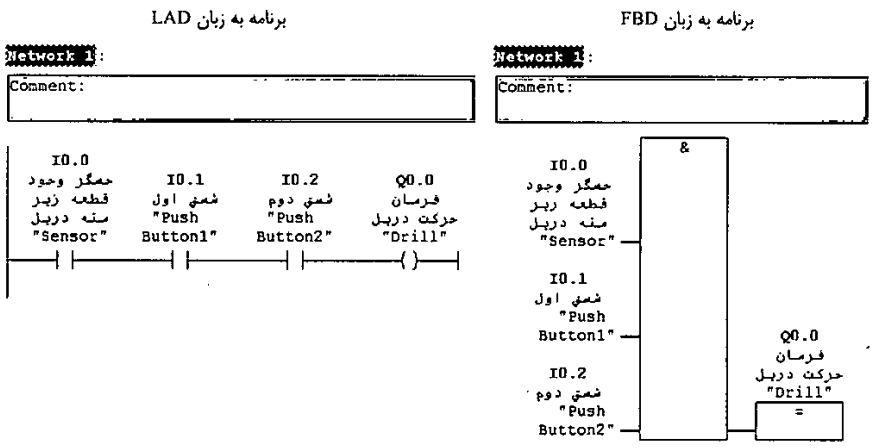
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۶.۲ کامل نمایید.

	Statu	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Drill	Q 0.0	BOOL	فرمان حرکت دریل
2		Push Button1	I 0.1	BOOL	شستی اول
3		Push Button2	I 0.2	BOOL	شستی دوم
4		Sensor	I 0.0	BOOL	حسگر وجود قطعه زیر مته دریل

شکل ۶.۲ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۲.۲

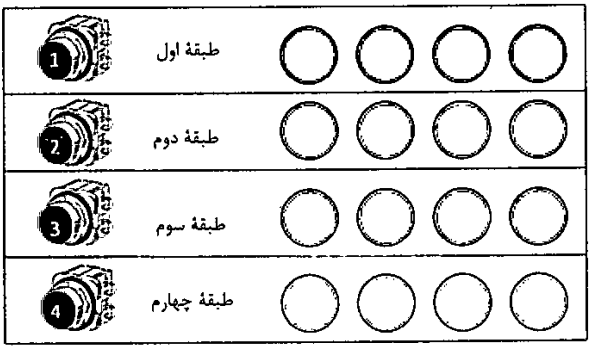
۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۷.۲ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۷.۲ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۲.۲

۳.۲ پروژهٔ کنترل چراغ‌های آپارتمان

در راهروی یک آپارتمان چهار طبقه از تعدادی لامپ به‌منظور روشنایی استفاده شده است. در هر طبقه یک شستی قرار دارد که توسط آن، همهٔ لامپ‌های راهرو روشن می‌شوند. به شکل ۸.۲ توجه کنید.



شکل ۸.۲

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن هر شستی، لامپ‌ها روشن شده و به مدت ۳۰ ثانیه روشن بمانند.
- اگر قبل از اتمام ۳۰ ثانیه در طبقات دیگر شستی فشرده شود، تایمر از اول زمان ۳۰ ثانیه را محاسبه نماید.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۹.۲ کامل نمایید.

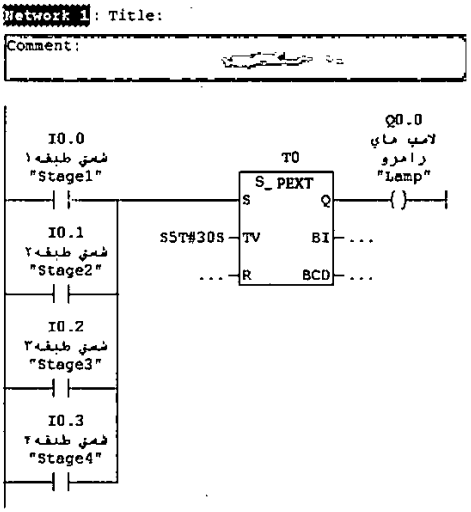
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Lamp	Q 0.0	BOOL	لامپ‌های راهرو
2		Stage1	I 0.0	BOOL	شستی طبقه ۱
3		Stage2	I 0.1	BOOL	شستی طبقه ۲
4		Stage3	I 0.2	BOOL	شستی طبقه ۳
5		Stage4	I 0.3	BOOL	شستی طبقه ۴

شکل ۹.۲ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۳.۲

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۱۰.۲ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

فصل ۲

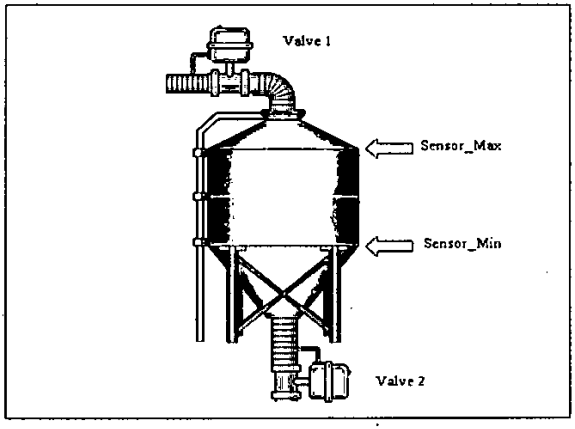
برنامه به زبان LAD



شکل ۱۰.۲ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۳.۲

۴.۲ پروژهٔ کنترل سطح مایع درون مخزن

در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور نگهداری میزان مشخصی مایع، از یک عدد مخزن استفاده می‌شود. وظیفهٔ مخـزن نگهداری مقدار مشخصی مایع می‌باشد که توسط شیرهای ورودی و خروجی به آن تنظیم می‌شود. در شکل ۱۱.۲ نمایی از این پروسه را مشاهده می‌نمایید.



شکل ۱۱.۲ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۴.۲

منطق کنترل (شرح عملکرد)

برای فعال شدن کاتر، دو عدد شستی استارت با فاصله‌ای به اندازهٔ عرض شانهٔ یک انسان معمولی از یکدیگر قرار گرفته است. هنگامی‌که اپراتور هر دو شستی را به‌طور همزمان فعال کند، کاتر عمل می‌نماید. در غیر این صورت کاتر عمل نمی‌کند. دلیل این موضوع این است که اگر اشتباهاً دست اپراتور به شستی استارت خورد، کاتر عمل نکند.

این برنامه را به دو صورت زیر می‌توان نوشت

الف) بدون استفاده از دستورات برنامه‌نویسی حساس به لبه

- در این حالت فقط فشرده شدن دو شستی استارت مد نظر است و شرط همزمان فشردن شستی‌ها مد نظر قرار نمی‌گیرد.

ب) با استفاده از دستورات برنامه‌نویسی حساس به لبه

- در این صورت علاوه بر فشرده شدن دو شستی، شرط همزمان فشرده شدن نیز مد نظر قرار می‌گیرد.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

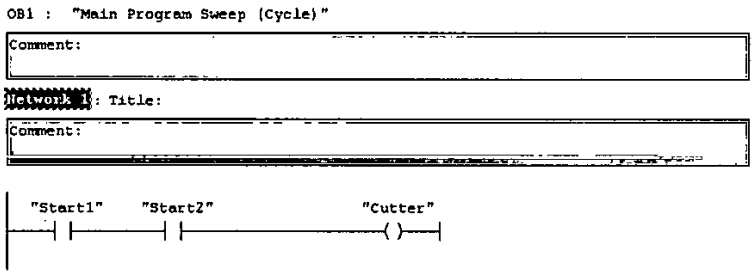
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۵.۲ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Cutter	Q 124.0	BOOL	فرمان کاتر
2		Start1	I 124.0	BOOL	شستی استارت ۱
3		Start2	I 124.1	BOOL	شستی استارت ۲

شکل ۱۵.۲ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۵.۲

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۱۶.۲ یا شکل ۱۷.۲ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

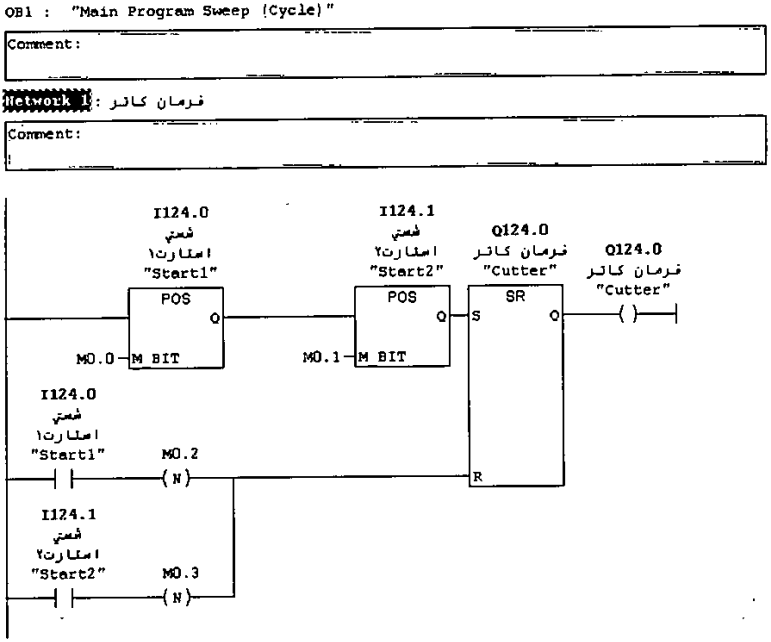
برنامهٔ حالت (الف) به زبان LAD



شکل ۱۶.۲ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای حالت (الف) پروژهٔ ۵.۲

توجه: برنامهٔ حالت (ب) عملاً توسط سیمولاتور قابل تست نبوده و فقط در عمل می‌توان آن را تست نمود؛ زیرا در سیمولاتور امکان فعال کردن دو ورودی به‌صورت کاملاً همزمان وجود ندارد.

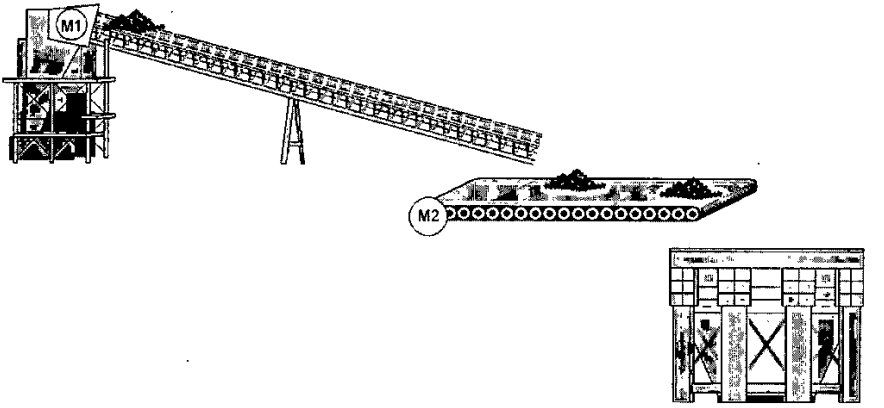
برنامهٔ حالت (ب) به زبان LAD



شکل ۱۷.۲ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای حالت (ب) پروژهٔ ۵.۲

۶.۲ پروژهٔ کنترل ترتیبی دو نوار نقاله

در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور انتقال ضایعات صنعتی به انبار ضایعات، از دو عدد نوار نقاله مطابق شکل ۱۸.۲ استفاده می‌شود. هر کدام از نوار نقاله‌ها دارای یک عدد موتور الکتریکی می‌باشند. این سیستم به‌منظور شروع به کار، دارای یک عدد شستی استارت است. همچنین یک عدد شستی استپ به‌منظور متوقف‌سازی سیستم در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۸.۲ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۶.۲

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت، ابتدا نوار نقالهٔ ۱ روشن و پس از 10 ثانیه نوار نقالهٔ ۲ روشن شود.
- با فشرده شدن شستی استاپ، ابتدا نوار نقالهٔ ۱ خاموش و پس از 10 ثانیه نوار نقالهٔ ۲ خاموش شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۹.۲ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Motor1	Q 0.0	BOOL	موتور نوار نقالهٔ اول
2		Motor2	Q 0.1	BOOL	موتور نوار نقالهٔ دوم
3		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
4		Stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ

شکل ۱۹.۲ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۶.۲

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۰.۲ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

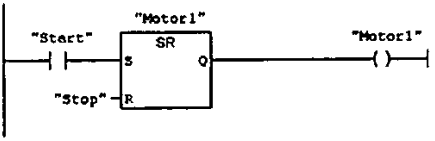
برنامه به زبان LAD

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

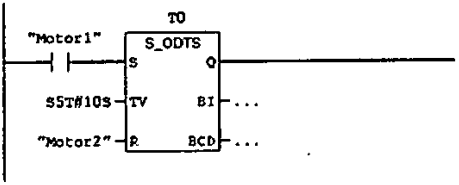
Network 1: Title:

Comment:



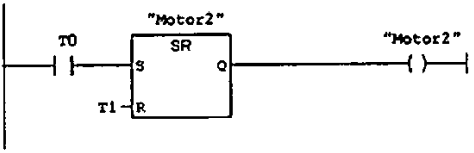
Network 2 : Title:

Comment:



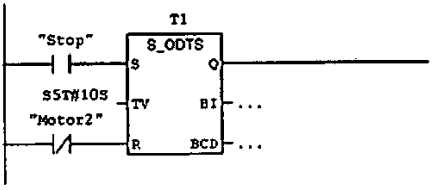
Network 3 : Title:

Comment:



Network 4 : Title:

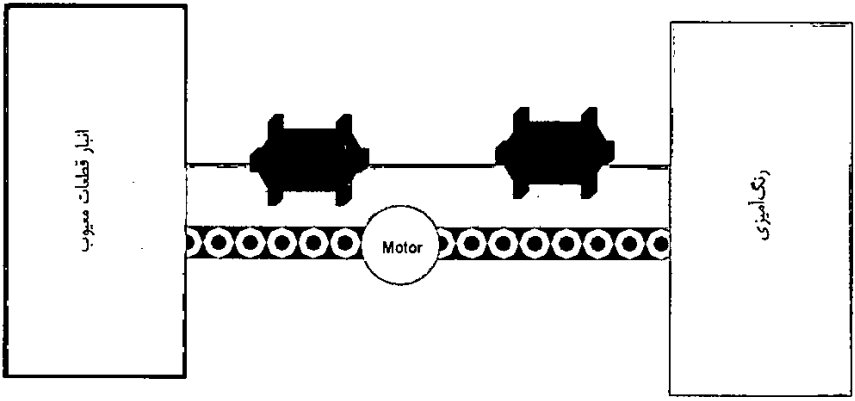
Comment:



شکل ۲۰.۲ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۶.۲

۷.۲ پروژهٔ کنترل سیستم انتقال محصول

در پروسهٔ صنعتی تولید قطعات، پس از اینکه صحت قطعهٔ تولیدی مورد بررسی قرار گرفت، برحسب اینکه محصول سالم است یا معیوب، باید به قسمت‌های بعدی انتقال داده شود. بدین منظور قطعهٔ تولیدی وارد قسمت انتقال محصول شده و روی یک نوار نقاله قرار می‌گیرد. این نوار نقاله دارای یک موتور چپگرد/ راستگرد است. اگر قطعهٔ تولیدی سالم باشد، اپراتور موتور را به‌صورت راستگرد روشن می‌کند؛ در این صورت قطعه به‌منظور انجام عمل رنگ‌آمیزی، وارد واحد رنگ‌آمیزی می‌شود. اگر قطعهٔ تولیدی سالم نباشد، اپراتور موتور را به‌صورت چپگرد روشن می‌کند؛ در این صورت قطعه وارد انبار قطعات معیوب می‌شود. شکل ۲۱.۲ پروسهٔ انتقال محصول را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱.۲ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۷.۲

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت راستگرد (Start_R)، موتور به‌صورت راستگرد (لحظه‌ای) روشن می‌شود. درصورتی‌که اپراتور این شستی را رها نماید موتور خاموش می‌شود.
- با فشرده شدن شستی استارت چپگرد (Start_L)، موتور به‌صورت چپگرد (لحظه‌ای) روشن شده و در صورت رها شدن این شستی موتور خاموش می‌شود.
- به‌منظور نشان دادن وضعیت کارکرد موتور به لحاظ روشن یا خاموش بودن، از دو عدد لامپ سیگنال استفاده می‌شود. یک لامپ به‌منظور نشان دادن حالت کاری راستگرد موتور و لامپ دیگر به‌منظور نمایش دادن حالت کاری چپگرد موتور می‌باشد.
- هیچ‌گاه هر دو خروجی راستگرد و چپگرد با هم روشن نشوند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۲.۲ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start_R	I 124.0	BOOL	شستی استارت راستگرد
2		Start_L	I 124.1	BOOL	شستی استارت چپگرد
3		Motor_R	Q 124.0	BOOL	فرمان روشن شدن موتور به‌صورت راستگرد
4		Motor_L	Q 124.1	BOOL	فرمان روشن شدن موتور به‌صورت چپگرد
5		Lamp_R	Q 124.2	BOOL	لامپ نشان‌دهندهٔ روشن بودن موتور به‌صورت راستگرد
6		Lamp_L	Q 124.3	BOOL	لامپ نشان‌دهندهٔ روشن بودن موتور به‌صورت چپگرد

شکل ۲۲.۲ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۷.۲

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۳.۲ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

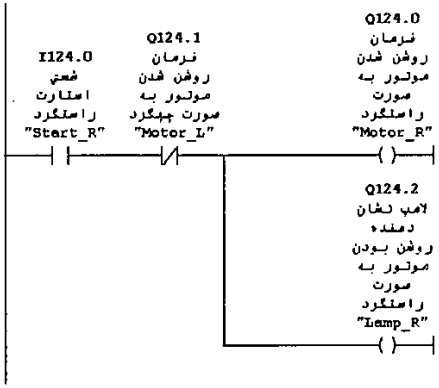
برنامه به زبان LAD

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

Network 1 : Title:

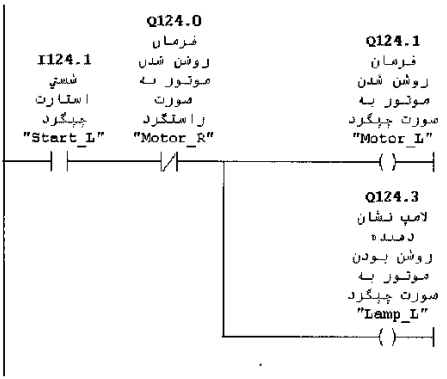
Comment:



شکل ۲۳.۲ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۷.۲

Network 2 :

Comment:



شکل ۲۳.۲ (ادامه)

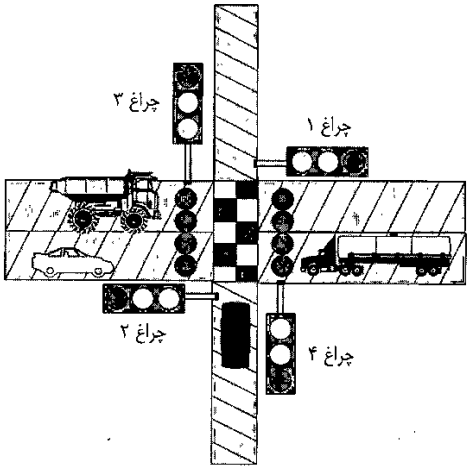
فصل ۳

پروژه‌های سطح متوسط

۱.۳ پروژهٔ کنترل چراغ راهنمایی
۲.۳ پروژهٔ کنترل نوار نقاله
۳.۳ پروژهٔ کنترل میکسر
۴.۳ پروژهٔ کنترل سیستم انبار
۵.۳ پروژهٔ محاسبهٔ موجودی انبار
۶.۳ پروژهٔ کنترل دمای مخزن
۷.۳ پروژهٔ مونتاژ قطعات
۸.۳ پروژهٔ انتقال مواد
۹.۳ پروژهٔ کنترل دمای موتور
۱۰.۳ پروژهٔ کنترل دمای آب
۱۱.۳ پروژهٔ کنترل فیلترهای صنعتی
۱۲.۳ کنترل بطری پرکنی

۱.۳ پروژهٔ کنترل چراغ راهنمایی

در یک چهار راه، از چهار عدد چراغ راهنمایی مطابق شکل ۱.۳ استفاده شده است.



شکل ۱.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۱.۳

منطق کنترل (شرح عملکرد)

عملکرد این چراغ‌ها دو به دو مانند هم است، یعنی دو چراغ موجود در خیابان اصلی (چراغ‌های ۱ و ۲) با هم سبز، زرد و قرمز شده و چراغ‌های موجود در خیابان فرعی (چراغ‌های ۳ و ۴) با هم روشن و خاموش می‌شوند.

ترتیب روشن و خاموش شدن چراغ‌ها به‌صورت زیر است:

- چراغ سبز خیابان اصلی 20 ثانیه
- چراغ زرد خیابان اصلی 5 ثانیه
- چراغ قرمز خیابان اصلی 15 ثانیه
- چراغ قرمز خیابان فرعی 25 ثانیه
- چراغ سبز خیابان فرعی 12 ثانیه
- چراغ زرد خیابان فرعی 3 ثانیه

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲.۳ کامل نمایید.

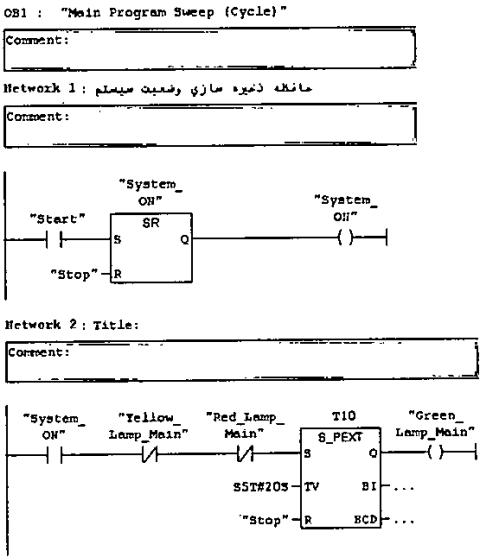
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 5.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 5.1	BOOL	شستی استپ
3		System_ON	M 100.0	BOOL	حافظهٔ ذخیره‌سازی وضعیت سیستم
4		Green_Lamp_Main	Q 4.0	BOOL	لامپ سبز خیابان اصلی
5		Yellow_Lamp_Main	Q 4.1	BOOL	لامپ زرد خیابان اصلی
6		Red_Lamp_Main	Q 4.2	BOOL	لامپ قرمز خیابان اصلی
7		Green_Lamp_Byway	Q 4.3	BOOL	لامپ سبز خیابان فرعی
8		Yellow_Lamp_Byway	Q 4.4	BOOL	لامپ زرد خیابان فرعی
9		Red_Lamp_Byway	Q 4.5	BOOL	لامپ قرمز خیابان فرعی

شکل ۲.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۳.۳ یا شکل ۴.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توجه: برنامهٔ مورد نظر را می‌توان به چند روش پیاده‌سازی نمود که دو روش آن در این تمرین ارائه می‌شود.

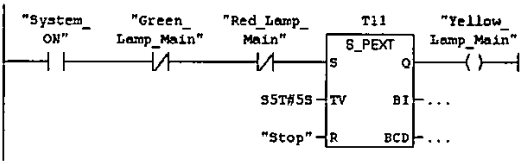
برنامه روش (الف) به زبان LAD



شکل ۳.۳ برنامهٔ مورد نظر جهت اجرای پروژهٔ ۱.۳ به روش (الف)

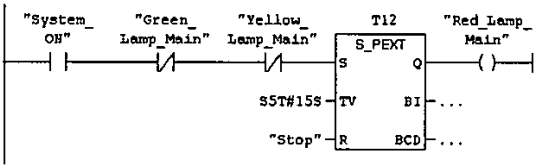
Network 3 : Title:

Comment:



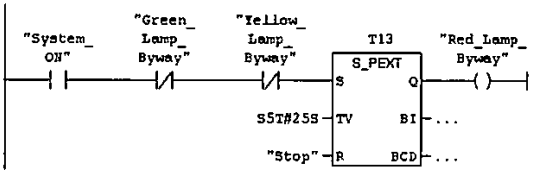
Network 4 : Title:

Comment:



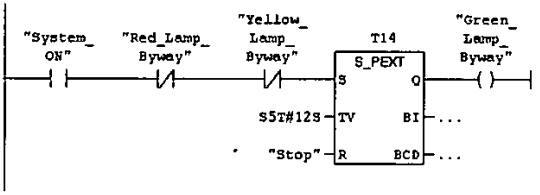
Network 5 : Title:

Comment:



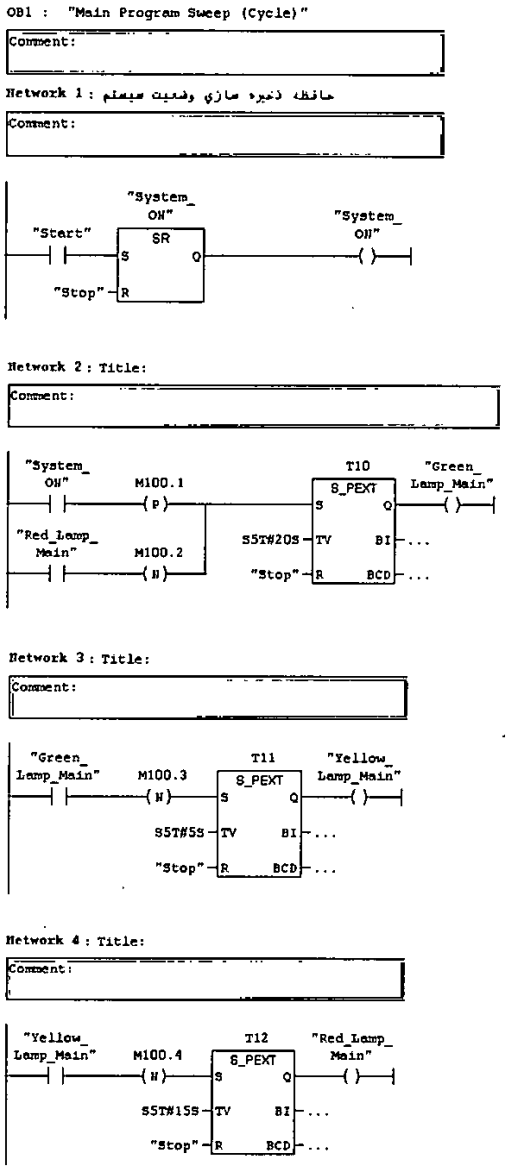
Network 6 : Title:

Comment:

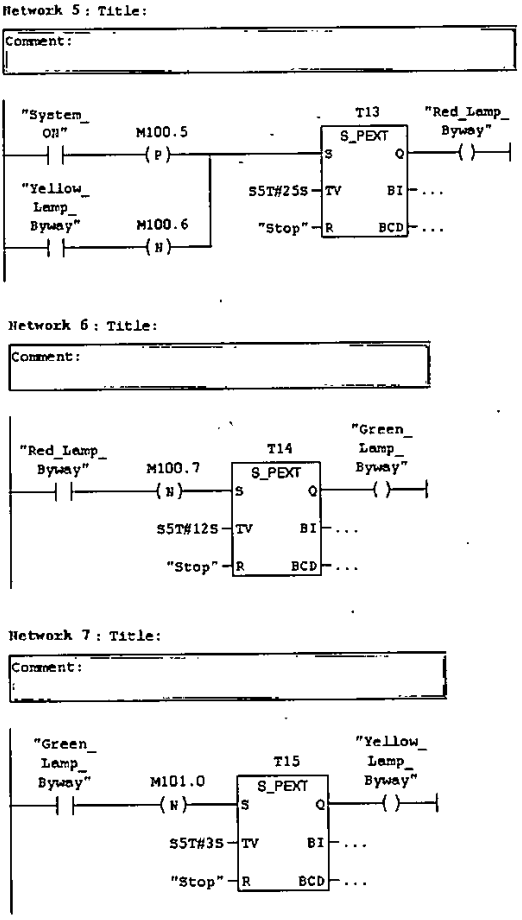


شکل ۳.۳ (ادامه)

برنامه روش (ب) به زبان LAD



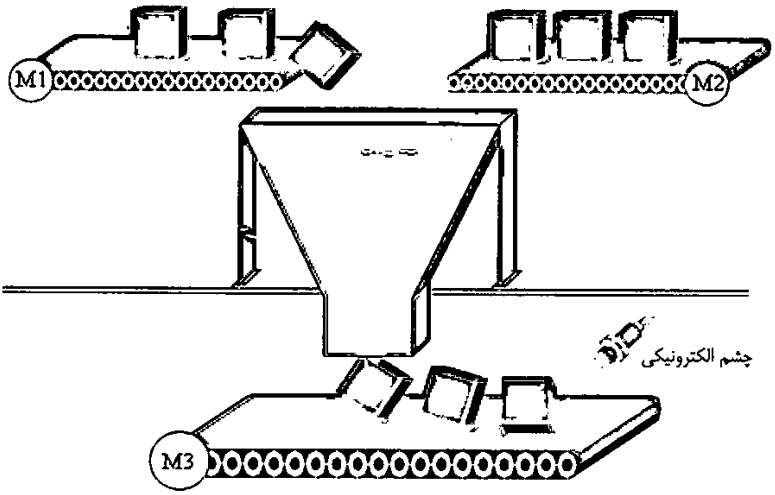
شکل ۴.۳ برنامهٔ مورد نظر جهت اجرای پروژهٔ ۱.۳ به روش (ب)



شکل ۴.۳ (ادامه)

۲.۳ پروژهٔ کنترل نوار نقاله

در یک پروسهٔ صنعتی از عدد سه نوار نقاله که هر کدام دارای یک موتور الکتریکی می‌باشند، مطابق شکل ۵.۳ استفاده شده است. در این پروسه لازم است، عمکرد نوار نقاله‌ها به‌ترتیب خاصی کنترل گردد.



شکل ۵.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۲.۳

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- موتور نوار نقاله‌های شماره ۱ و ۲ هر یک توسط دو شستی، روشن (ON) یا خاموش (OFF) شده و روشن یا خاموش بودن آنها توسط لامپ‌های سیگنال مربوطه نشان داده شود.
- هنگامی‌که هر یک از نقاله‌های ۱ و ۲ روشن شوند، نقالهٔ ۳ باید به‌طور اتوماتیک روشن شود.
- هنگامی‌که فرمان خاموش‌کردن نوار نقالهٔ ۱ یا ۲ داده شود، نقالهٔ مربوط به مدت 20 ثانیه به حرکت ادامه داده و آنگاه خاموش شود. سپس به دنبال آن نقالهٔ ۳ با 40 ثانیه تأخیر خاموش شود.
- درصورتی‌که چشم الکترونیکی (تیغهٔ باز) تا 15 ثانیه چیزی ندید، موتورهای ۱ و ۲ خاموش شوند.
- نقاله‌های ۱ و ۲ نباید به‌طور همزمان روشن شوند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

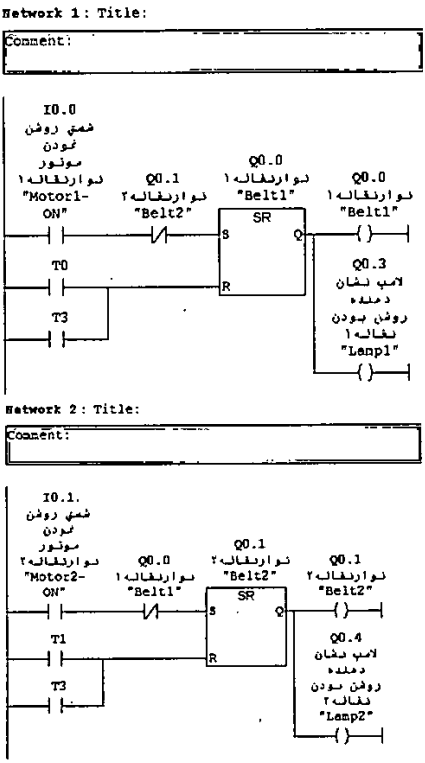
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۶.۳ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Motor1-ON	I 0.0	BOOL	شستی روشن نمودن موتور نوار نقالهٔ ۱
2		Motor2-ON	I 0.1	BOOL	شستی روشن نمودن موتور نوار نقالهٔ ۲
3		Motor1-OFF	I 0.2	BOOL	شستی خاموش نمودن موتور نوار نقالهٔ ۱
4		Motor2-OFF	I 0.3	BOOL	شستی خاموش نمودن موتور نوار نقالهٔ ۲
5		Sensor	I 0.4	BOOL	چشم الکترونیکی
6		Belt1	Q 0.0	BOOL	نوار نقالهٔ ۱
7		Belt2	Q 0.1	BOOL	نوار نقالهٔ ۲
8		Belt3	Q 0.2	BOOL	نوار نقالهٔ ۳
9		Lamp1	Q 0.3	BOOL	لامپ نشان‌دهندهٔ روشن بودن نقالهٔ ۱
10		Lamp2	Q 0.4	BOOL	لامپ نشان‌دهندهٔ روشن بودن نقالهٔ ۲

شکل ۶.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۲.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۷.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

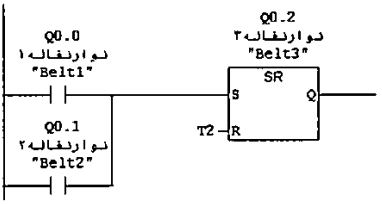
برنامه به زبان LAD



شکل ۷.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۲.۳

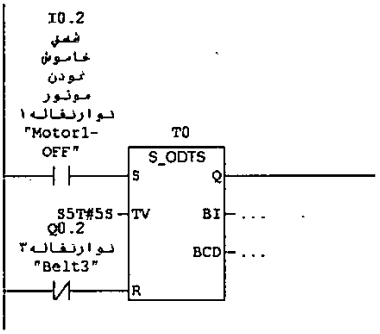
Network 3 :

Comment:



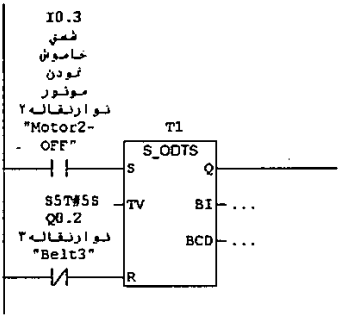
Network 4 : Title:

Comment:



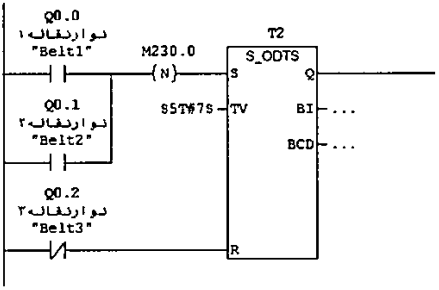
Network 5 : Title:

Comment:



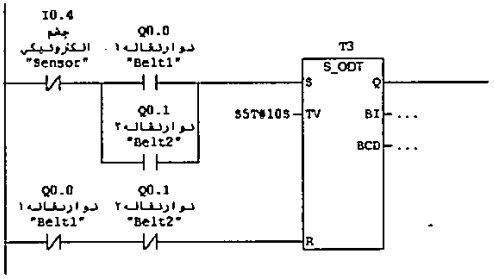
Network 6 : Title:

Comment:



Network 7 : Title:

Comment:



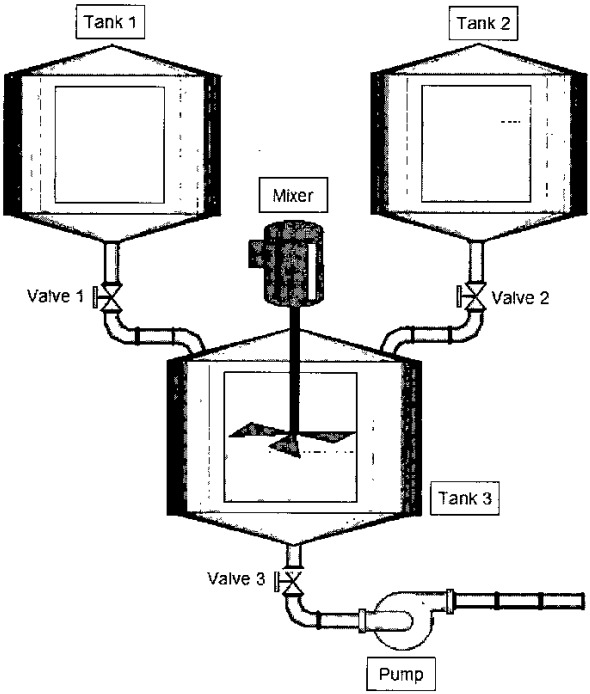
شکل ۷.۳ (ادامه)

۳.۳ پروژهٔ کنترل میکسر

در یک سیستم صنعتی از یک میکسر جهت تولید مادهٔ خاصی استفاده می‌شود. در این سیستم، دو مادهٔ مختلف که در دو مخزن مجزا قرار دارند، وارد یک مخزن شده و توسط موتور میکسر با یکدیگر ترکیب می‌گردند. مادهٔ حاصل شده، توسط یک موتور پمپ، به بخش دیگر پروسه منتقل می‌شود. شکل ۸.۳ نمای این پروسه را نشان می‌دهد.

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت، مادهٔ شیمیایی درون Tank 1 به مدت 15 ثانیه و مادهٔ شیمیایی درون Tank 2 به مدت 20 ثانیه وارد مخزن Tank 3 می‌شوند.
- پس از پایان ورود مواد به مخزن، میکسر به مدت 25 ثانیه روشن می‌شود.
- پس از خاموش شدن میکسر، ابتدا شیر تخلیه باز شده و سپس پمپ خروجی به مدت 35 ثانیه روشن می‌شود.
- این عمل به‌طور مداوم، اتوماتیک‌وار انجام می‌شود. با فشرده شدن شستی استپ، کل پروسه متوقف شده و با فشرده شدن شستی استارت، پروسه از ابتدا آغاز می‌شود.



شکل ۸.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۳.۳

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۹.۳ کامل نمایید.

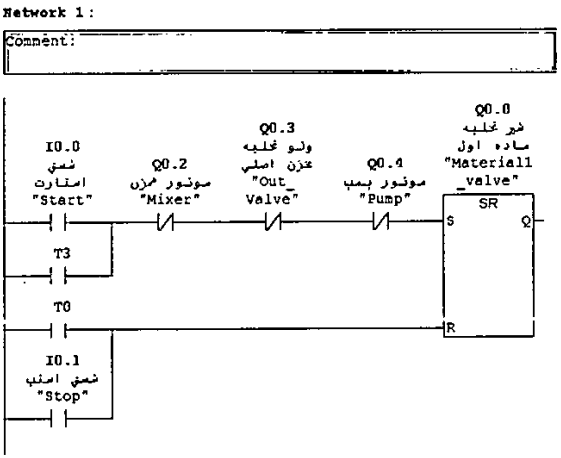
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		Material1_valve	Q 0.0	BOOL	ولو تخلیهٔ مادهٔ اول
4		Material2_valve	Q 0.1	BOOL	ولو تخلیهٔ مادهٔ دوم
5		Mixer	Q 0.2	BOOL	موتور همزن
6		Out_Valve	Q 0.3	BOOL	ولو تخلیهٔ مخزن اصلی
7		Pump	Q 0.4	BOOL	موتور پمپ

شکل ۹.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۳.۳

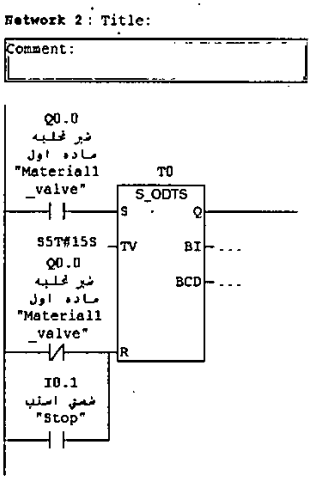
۳. برنامهٔ زیر را به زبان LAD در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توضیح برنامهٔ Network 1 و Network 2

با فشرده شدن شستی استارت، به‌شرطی‌که موتور همزن و پمپ خاموش بوده و شیر تخلیهٔ مخزن اصلی نیز بسته باشد، شیر تخلیهٔ مادهٔ اول باز می‌شود. با باز شدن شیر تخلیهٔ مادهٔ اول، تایمر T0 شروع به‌کار نموده و پس از 15 ثانیه شیر مادهٔ اول را می‌بندد. با بسته شدن شیر مادهٔ اول، خود تایمر نیز ریست شده و برای سیکل کاری بعدی آماده می‌شود.



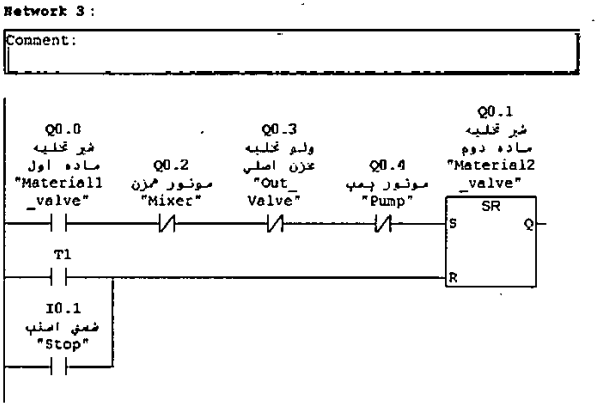
شکل ۱۰.۳ برنامهٔ Network 1 برای اجرای پروژهٔ ۳.۳



شکل ۱۱.۳ برنامهٔ Network 2 برای اجرای پروژهٔ ۳.۳

توضیح برنامهٔ Network 3

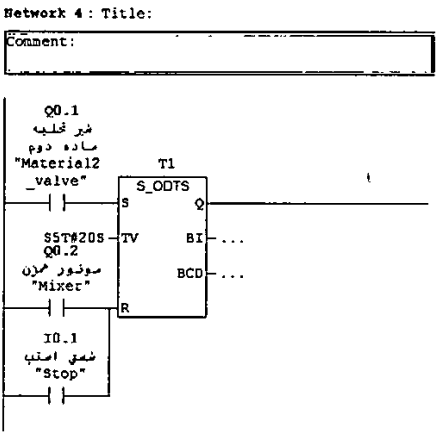
هنگامی‌که شیر تخلیهٔ مادهٔ اول باز شد، به‌شرطی‌که موتور همزن و پمپ خاموش بوده و شیر تخلیهٔ مخزن اصلی نیز بسته باشد، شیر تخلیه مادهٔ دوم باز می‌شود.



شکل ۱۲.۳ برنامهٔ Network 3 برای اجرای پروژهٔ ۳.۳

توضیح برنامهٔ Network 4

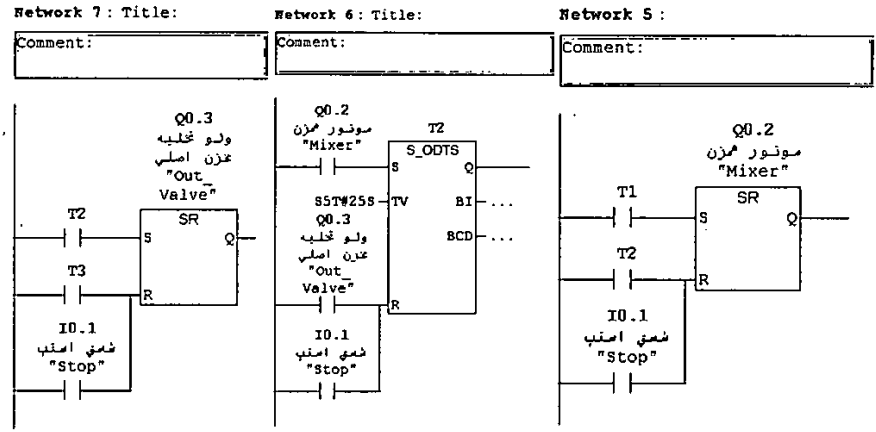
با باز شدن شیر تخلیهٔ مادهٔ دوم، تایمر T1 شروع به‌کار نموده و پس از 20 ثانیه شیر مادهٔ دوم را بسته و موتور میکسر را روشن می‌کند. با روشن شدن موتور میکسر، خود تایمر نیز ریست شده و برای سیکل کاری بعدی آماده می‌شود.



شکل ۱۳.۳ برنامهٔ Network 4 برای اجرای پروژهٔ ۳.۳

توضیح برنامهٔ Network 5 ، Network 6 و Network 7

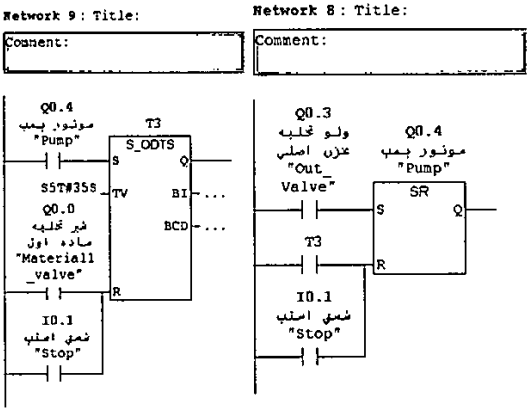
همان‌طورکه گفته شد، تایمر T1 علاوه بر اینکه در نتورک ۴ شیر تخلیهٔ مادهٔ دوم را می‌بندد، در نتورک ۵ موتور میکسر را نیز روشن می‌کند. با روشن‌شدن موتور میکسر، تایمر T2 نیز فعال شده و پس از 25 ثانیه هم موتور میکسر را خاموش نموده و هم شیر تخلیهٔ مخزن اصلی را باز می‌نماید. هنگامی‌که شیر تخلیهٔ مخزن اصلی باز شد، تایمر T2 ریست شده و برای سیکل کاری بعد آماده می‌شود. با باز شدن شیر خروجی مخزن اصلی (Valve 3)، پمپ نیز روشن شده و تایمر T3 نیز فعال می‌شود و همان‌طورکه مشاهده می‌شود، این تایمر پس از طی زمان مشخص شده (35 ثانیه) شیر تخلیهٔ مخزن اصلی را می‌بندد.



شکل ۱۴.۳ برنامهٔ Network 5, 6, 7 برای اجرای پروژهٔ ۳.۳

توضیح برنامهٔ Network 8 و Network 9

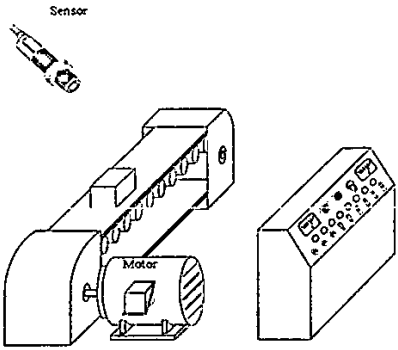
در نتورک ۸ با باز شدن شیر تخلیهٔ مخزن اصلی موتور پمپ روشن می‌شود. با روشن شدن پمپ تایمر T3 نیز فعال شده و پس از زمان 35 ثانیه هم پمپ را خاموش نموده و هم شیر مخزن اصلی را می‌بندد. همچنین برای شروع اتوماتیک‌وار پروسه از این تایمر استفاده شده است. بدین صورت که این تایمر در نتورک اول مجدداً شیر تخلیهٔ مخزن اول را باز نموده و پروسه را یک‌بار دیگر تکرار می‌کند.



شکل ۱۵.۳ برنامهٔ Network 8. 9 برای اجرای پروژهٔ ۳.۳

۴.۳ پروژهٔ کنترل سیستم انبار

در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور انتقال جعبه‌ها به انبار، از سیستمی مطابق شکل ۱۶.۳ استفاده می‌شود. همان‌طورکه در شکل۱۶.۳ مشخص است، در این سیستم از یک نوار نقاله که دارای یک موتور الکتریکی است، استفاده شده است که وظیفهٔ انتقال موارد به انبار را دارا می‌باشد. همچنین از یک سنسور چشم الکترونیکی به‌منظور تشخیص عبور قطعات استفاده شده است.



شکل ۱۶.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۴.۳

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشردن شستی Start موتور نوار نقاله روشن می‌شود.
- زمانی‌که ۱۰ جعبه از مقابل سنسور چشم الکترونیکی عبور کرد، موتور به‌طور اتوماتیک خاموش شده و برای شروع مجدد باید اپراتور شستی Start را فشار دهد.
- لازم است تعداد کل جعبه‌های عبوری در یک خانهٔ حافظه ذخیره شود.

توجه: سنسور به‌کار رفته در این پروژه از نوع فتوالکتریک می‌باشد. این سنسور دارای یک تیغهٔ باز است که به کارت ورودی دیجیتال (DI) متصل می‌شود. هرگاه جعبه‌ای از مقابل این سنسور عبور کند، تیغهٔ باز آن بسته شده و یک سیگنال الکتریکی به کارت اعمال می‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

فصل ۳

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

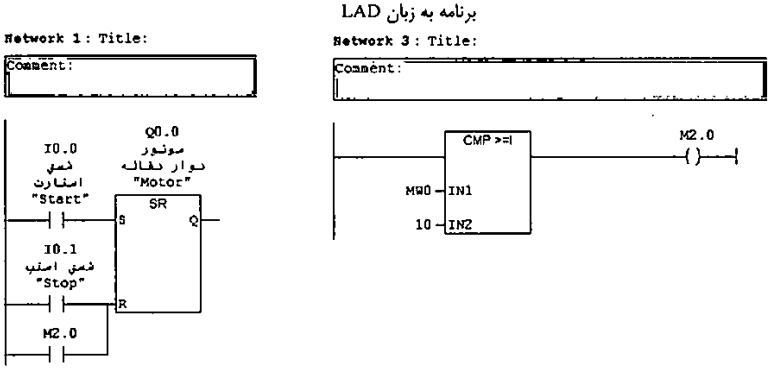
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۷.۳ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		Sensor	I 0.2	BOOL	چشم الکتریکی
4		Motor	Q 0.0	BOOL	موتور نوار نقاله
5		BOX_NUMBER	MW 4	INT	تعداد کل جعبه‌های عبوری

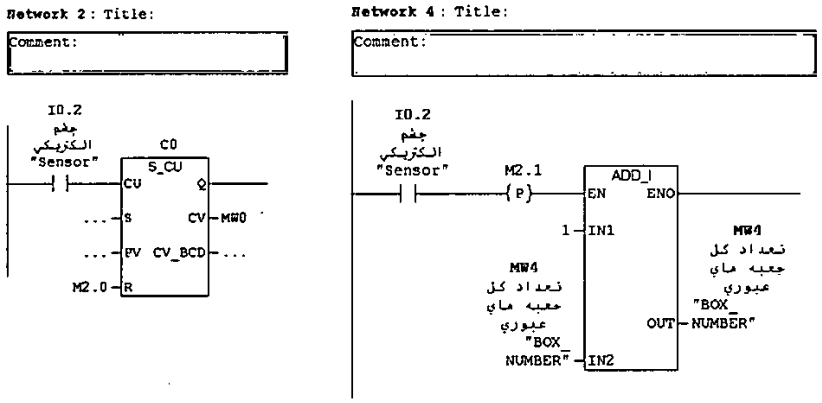
شکل ۱۷.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۴.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۱۸.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامه به زبان LAD



شکل ۱۸.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۴.۳



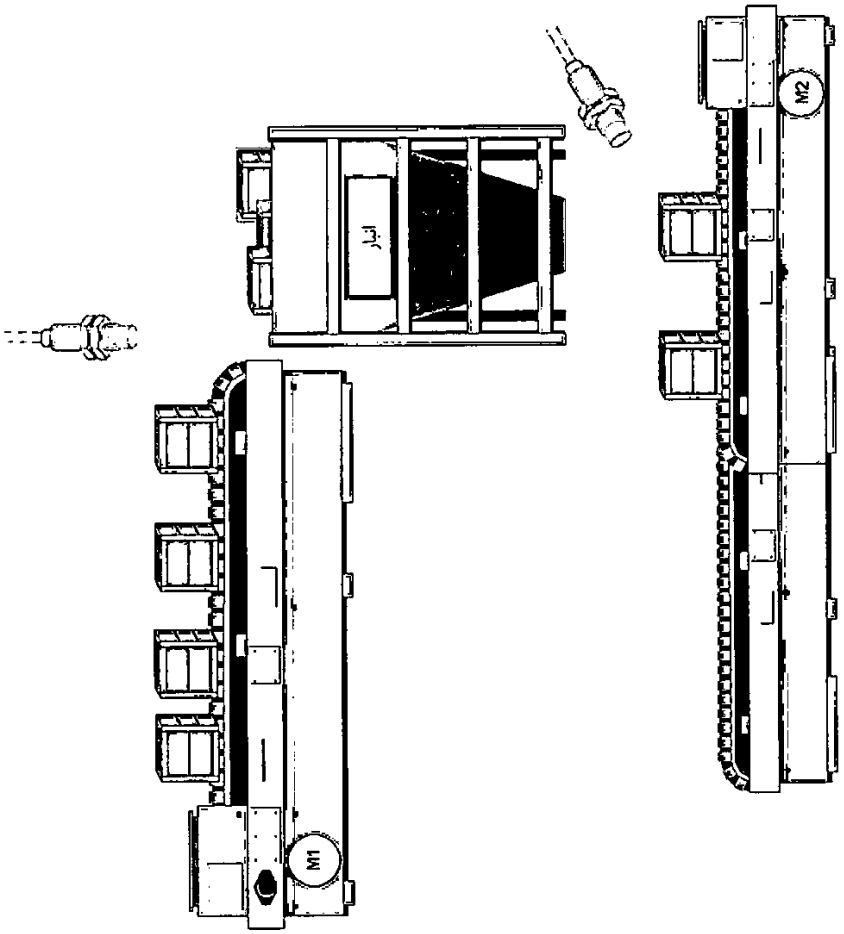
شکل ۱۸.۳ (ادامه)

توضیح Network 4

همان‌طورکه در شکل ۱۸.۳ مشاهده می‌شود، در Network4 از یک دستور جمع‌کننده Integer استفاده شده است که مقدار ۱ را با مقدار یک حافظه (MW4) جمع می‌زند. البته باید توجه داشت که انجام عمل جمع به‌صورت کنترل شده صورت می‌پذیرد، یعنی هرگاه سنسور جعبه‌ای را مشاهده نماید، دستور جمع‌کننده، یک (۱) عدد به مقدار حافظهٔ MW4 اضافه نموده و بدین ترتیب تعداد کل جعبه‌های ورودی به انبار محاسبه می‌شود.

۵.۳ پروژهٔ محاسبهٔ موجودی انبار

همان‌طورکه در شکل ۱۹.۳ ملاحضه می‌نمایید، در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور انتقال جعبه‌های تولیدی به انبار از دو عدد نوار نقاله استفاده می‌شود. هر کدام از این نوار نقاله‌ها دارای یک موتور الکتریکی می‌باشند. در انتهای نوار نقالهٔ شماره ۱، یک سنسور فتوالکتریک (نوری) قرار گرفته است. در زیر انبار و در ابتدای نوار نقالهٔ شماره ۲، یک سنسور نوری دیگر قرار گرفته است.



شکل ۱۹.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۵.۳

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- با فشردن شستی Start، موتور ۱و ۲ روشن شده و جعبه‌ها از طریق نوار نقالهٔ ۱ وارد انبار شده و از آنجا روی نوار نقالهٔ ۲ قرار می‌گیرند.
- سنسور I0.2 که در انتهای نوار نقالهٔ ۱ موجود است بسته‌های ورودی به انبار را تشخیص داده و یک کانتر در برنامهٔ PLC تعداد این جعبه‌ها را می‌شمارد.
- سنسور I0.3 که در ابتدای نوار نقالهٔ ۲ قرار دارد تعداد بسته‌های خروجی از انبار را تشخیص داده و یک کانتر در برنامهٔ PLC تعداد این جعبه‌ها را می‌شمارد.

- لازم است تعداد بسته‌های موجود در انبار در MW 10 نمایش داده شود.
- اگر تعداد بسته‌های موجود در انبار به عدد ۹ رسید، یک چراغ آلارم روشن شود.
- اگر تعداد بسته‌های موجود در انبار به ۱۰ رسید، موتور نوار ۱ خاموش شده و وقتی جعبه‌های موجود در انبار کمتر از ۷ عدد شد، موتور نوار ۱ روشن شود.
- توسط فعال نمودن شستی ریست، حافظهٔ مربوط به کانتر(ها) و حافظهٔ مربوط به موجودی انبار، صفر شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

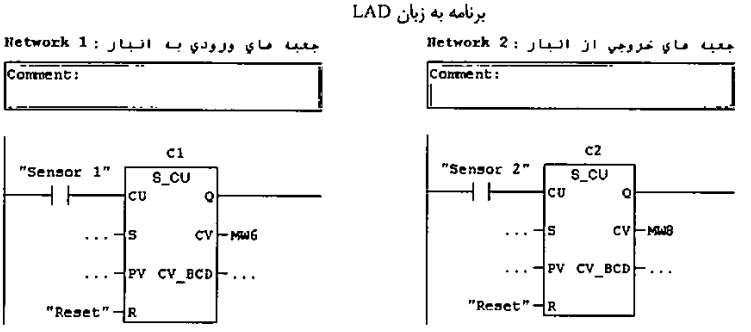
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۰.۳ کامل نمایید.

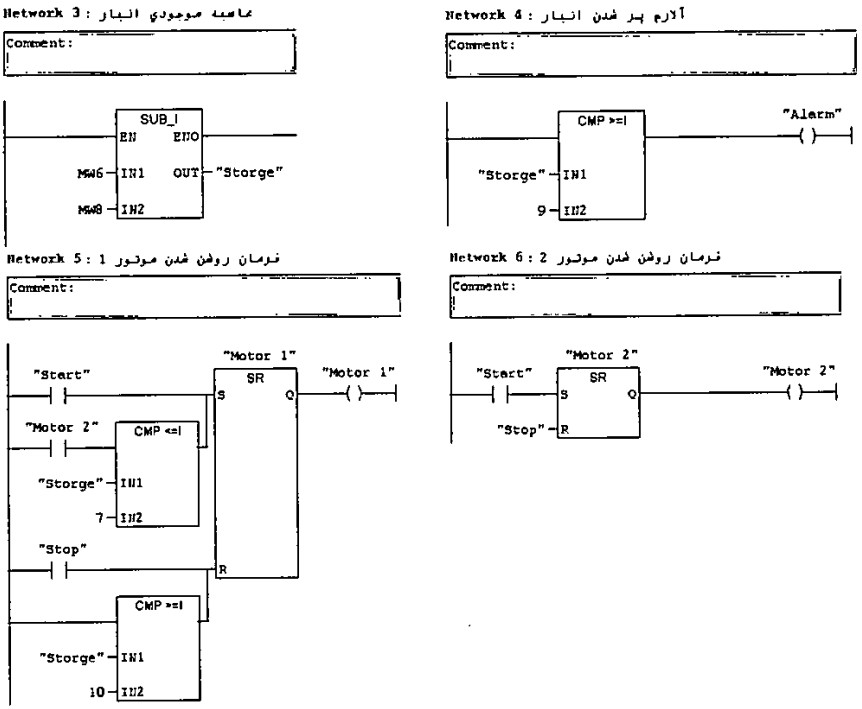
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 6.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 6.1	BOOL	شستی استپ
3		Sensor 1	I 6.2	BOOL	سنسور 1
4		Sensor 2	I 6.3	BOOL	سنسور 2
5		Storge	MW 10	INT	تعداد جعبه‌های موجود در انبار
6		Motor 1	Q 6.0	BOOL	فرمان روشن شدن موتور 1
7		Motor 2	Q 6.1	BOOL	فرمان روشن شدن موتور 2
8		Alarm	Q 6.2	BOOL	آلارم پر شدن انبار
9		Reset	I 6.4	BOOL	شستی ریست

شکل ۲۰.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۵.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۱.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

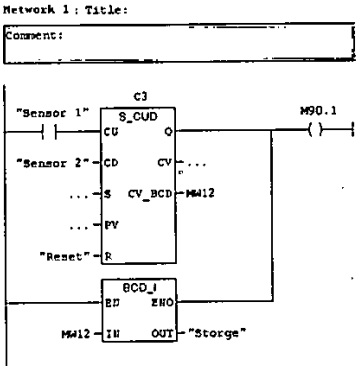


شکل ۲۱.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۵.۳



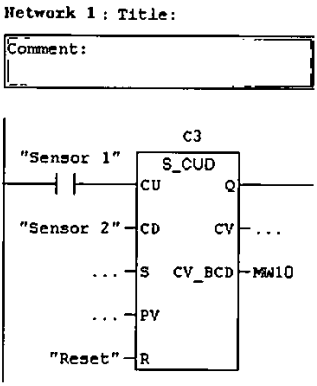
شکل ۲۱.۳ (ادامه)

توجه: درصورتی‌که نیاز به ذخیره‌سازی تعداد جعبه‌های ورودی و خروجی از انبار نباشد، می‌توان به‌جای سه نتورک اول برنامهٔ فوق، از برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۲.۳ استفاده نمود.



شکل ۲۲.۳

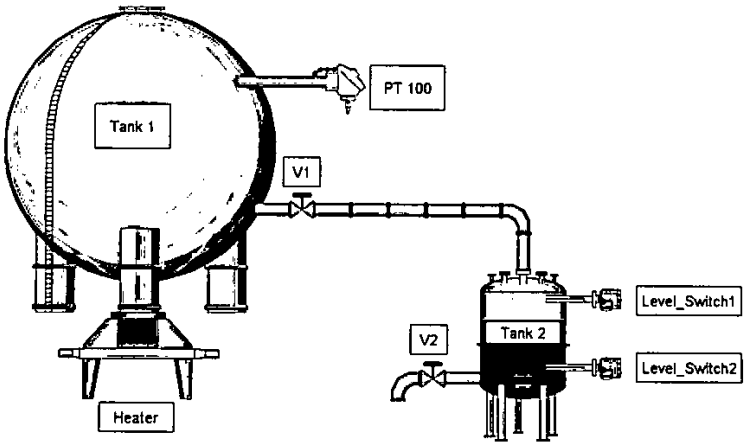
توجه: درصورتی‌که آدرس MW10 را از جدول سمبل‌ها حذف نمود، می‌توان فوق برنامه را به‌صورت نشان داده شده در شکل ۲۳.۳ نیز پیاده‌سازی کرد.



شکل ۲۳.۳

۶.۳ پروژهٔ کنترل دمای مخزن

در یک پروسهٔ صنعتی، ماده‌ای در یک مخزن (Tank1) قرار گرفته و توسط هیتر، دمای آن در رنج خاصی تنظیم می‌شود. شکل ۲۴.۳ این پروسهٔ صنعتی را نشان می‌دهد.



شکل ۲۴.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۶.۳

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- هرگاه دمای مادهٔ درون مخزن، بین 50 تا 60 درجه قرار داشت، ولو شماره یک (۱) باز شده و ماده از مخزن ۱ به مخزن ۲ ریخته می‌شود.
- در مخزن ۲، دو عدد Level Switch قرار دارد. اگر مخزن ۲ بیشتر از حد مجاز پر شد تیغهٔ باز Level Switch1 بسته می‌شود، در این صورت ولو یک (۱) بسته شده و ولو دو (۲) باز می‌شود.
- اگر آب از حد مشخص شده توسط Level Switch2 کمتر شد، ولو دو (۲) بسته شده و ولو یک (۱) باز می‌شود.
- به‌منظور شروع به‌کار سیستم از یک عدد شستی استارت و به‌منظور غیرفعال نمودن سیستم، از یک عدد شستی استپ استفاده شده است.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

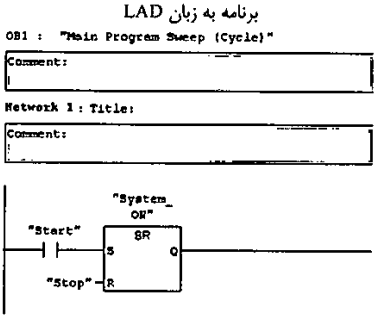
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۵.۳ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 124.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 124.1	BOOL	شستی استپ
3		Level_Switch1	I 124.2	BOOL	لول سوئیچ ۱
4		Level_Switch2	I 124.3	BOOL	لول سوئیچ ۲
5		Heatet	Q 124.0	BOOL	هیتر
6		V1	Q 124.1	BOOL	ولو ۱
7		V2	Q 124.2	BOOL	ولو ۲
8		PT100	PIW 760	INT	سنسور اندازه‌گیری دمای مخزن ۱
9		Tank1_temp	MW 2	INT	دمای مخزن ۱
10		System_ON	M 0.0	BOOL	سیستم فعال است

شکل ۲۵.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۶.۳

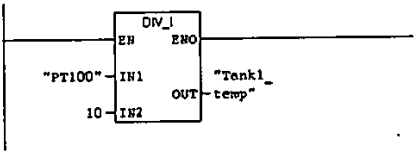
۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۶.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۲۶.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۶.۳

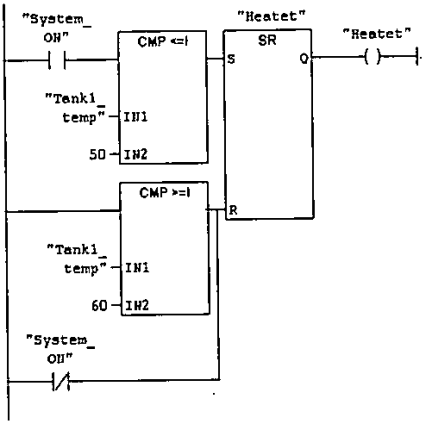
Network 2 : Title:

Comment:



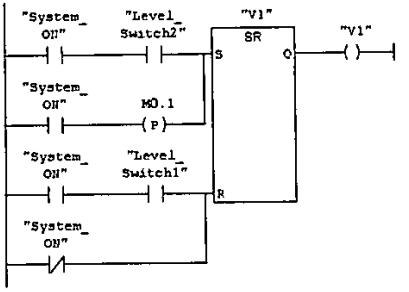
Network 3 : هیتر

Comment:

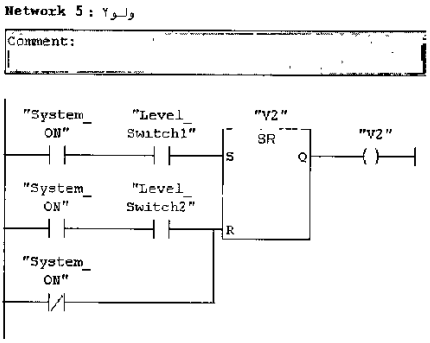


Network 4 : ولو\

Comment:



شکل ۲۶.۳ (ادامه)

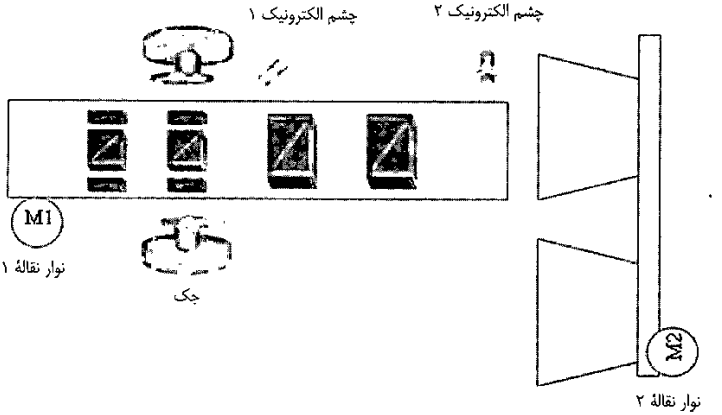


شکل ۲۶.۳ (ادامه)

فصل ۳

۷.۳ پروژهٔ مونتاژ قطعات

در پروسهٔ نشان داده شده در شکل ۲۷.۳، قطعات از مونتاژ ۳ قطعه روی هم ساخته می‌شوند. در این پروسه از دو عدد نوار نقاله و یک عدد جک هیدرولیکی استفاده شده است. همچنین دو عدد سنسور نوری (چشم الکترونیک) در محل‌های مناسب نصب شده‌اند.



شکل ۲۷.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۷.۳

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- به‌منظور استارت کل سیستم، یک شستی Start و به‌منظور متوقف نمودن کل سیستم، یک شستی Stop تعبیه شده است.

- در ابتدا سه قطعه روی نوار نقالهٔ ۱ قرار می‌گیرند.
- با فعال شدن شستی Start، سیستم روشن شده و موتور ۱ (نوار نقالهٔ ۱) روشن می‌شود.
- با روشن شدن نوار نقالهٔ ۱، قطعات روی نوار نقاله حرکت کرده و هنگامی‌که به چشم الکترونیکی ۱ می‌رسند موتور خاموش می‌شود.
- پس از 2 ثانیه، ولو مربوط به جک عمل کرده و دو فک متحرک جک، قطعه را محکم می‌فشارد و باعث مونتاژ قطعه می‌شود.
- هنگامی‌که جک عمل نمود، 5 ثانیه بعد باید OFF شود تا سر جای اولش بازگردد. در این هنگام موتور ۱ روشن شده و قطعهٔ بعدی را مقابل جک قرار می‌دهد و این روند به‌همین صورت تکرار می‌شود.
- در انتهای نوار نقالهٔ ۱، چشم الکترونیکی شماره ۲ قرار دارد که عبور قطعات از نوار نقالهٔ ۱ به ظرف قرارگیری قطعات در نوار نقالهٔ ۲ را به PLC اعلام می‌نماید.
- لازم است تعداد قطعات قرار گرفته در ظرف توسط برنامهٔ PLC شمرده شود.
- هنگامی‌که تعداد قطعات عبوری (قطعات قرار گرفته در ظرف) به عدد ۱۰ رسید، ابتدا موتور ۱ خاموش شده و سپس موتور ۲ به مدت 5 ثانیه روشن می‌شود. در این هنگام ظرف خالی بعدی زیر نوار نقالهٔ ۱ قرار می‌گیرد، پس از 5 ثانیه موتور ۲ خاموش شده و موتور ۱ روشن می‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

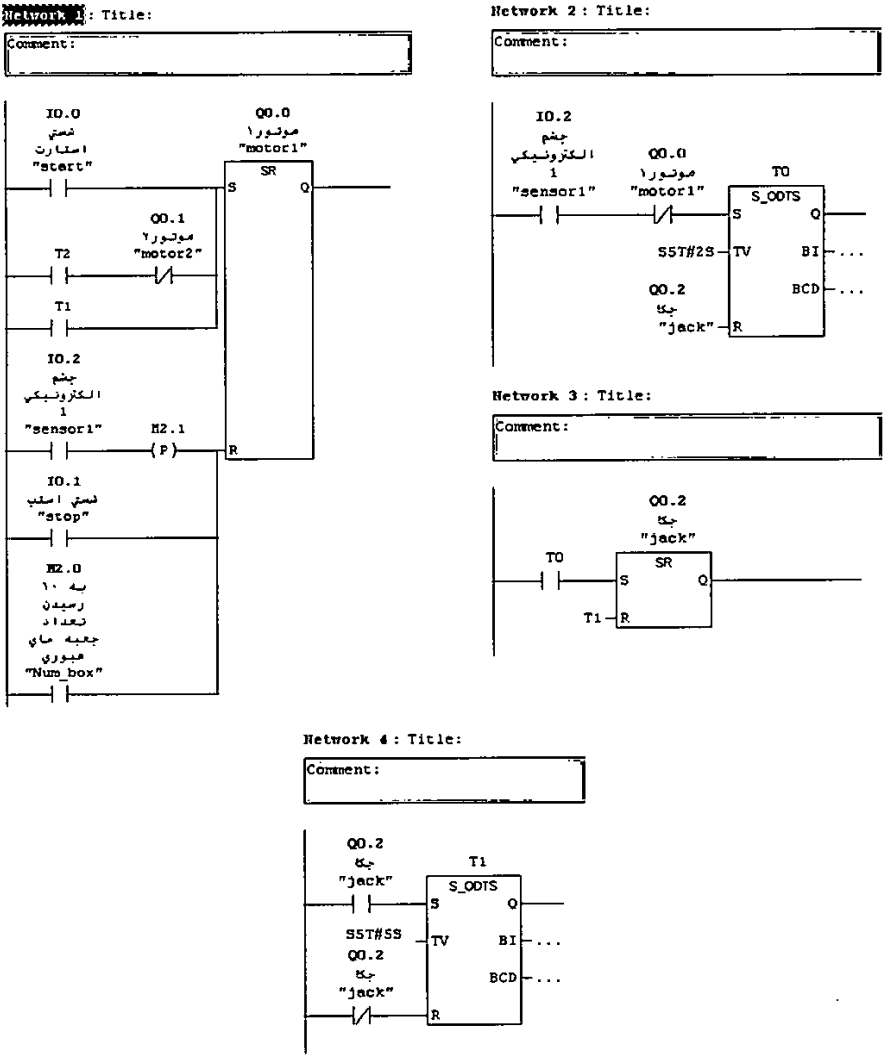
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۸.۳ کامل نمایید.

	Stat	Symbol	Address	Data ty	Comment
1		start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		sensor1	I 0.2	BOOL	چشم الکترونیکی ۱
4		sensor2	I 0.3	BOOL	چشم الکترونیکی ۲
5		Num_box	M 2.0	BOOL	به ۱۰ رسیدن تعداد جعبه‌های عبوری
6		motor1	Q 0.0	BOOL	موتور ۱
7		motor2	Q 0.1	BOOL	موتور ۲
8		jack	Q 0.2	BOOL	جک

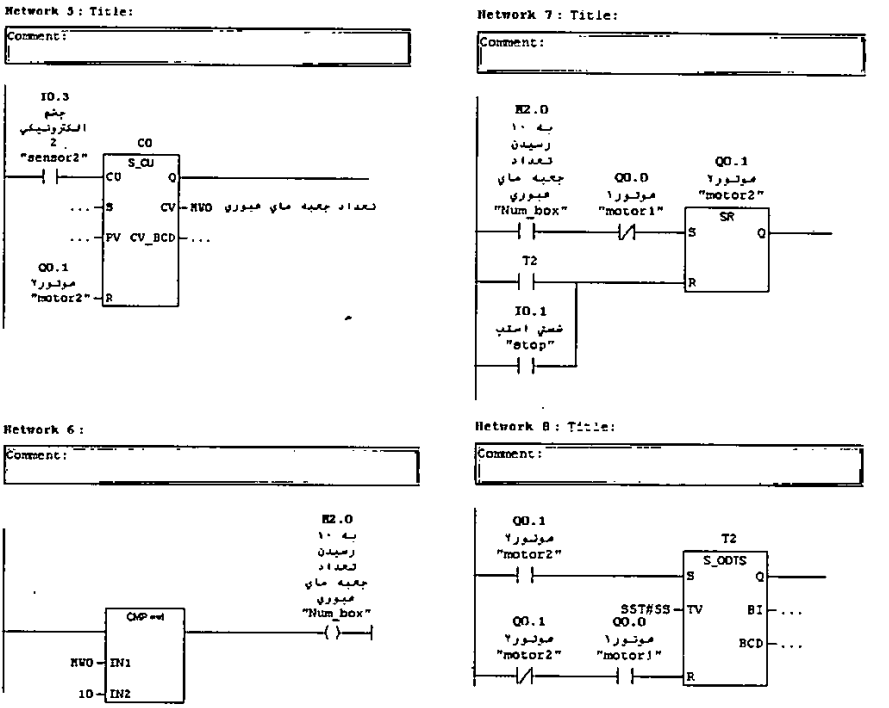
شکل ۲۸.۳ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۷.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۹.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامه به زبان LAD



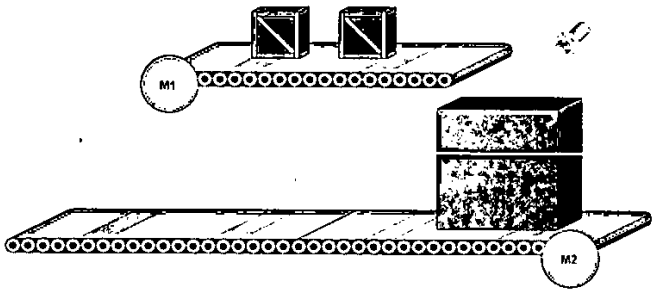
شکل ۲۹.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۷.۳



شکل ۲۹.۳ (ادامه)

۸.۳ پروژهٔ انتقال مواد

در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور انتقال قطعات از یک بخش به بخش دیگر، از سیستمی مطابق شکل ۳۰.۳ استفاده می‌شود. همان‌طورکه در شکل ۳۰.۳ مشخص است، در این سیستم از دو عدد نوار نقاله که هر کدام دارای یک موتور الکتریکی هستند و نیز یک سنسور پراکسیمیتی (خازنی) استفاده شده است.



شکل ۳۰.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۸.۳

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت، موتور M1 شروع به‌کار نموده و جعبه‌های کوچک از طریق نوار نقالهٔ ۱ به درون جعبهٔ بزرگ انتقال می‌یابند.
- ظرفیت جعبهٔ بزرگ، ۱۰ جعبهٔ کوچک می‌باشد.
- در انتهای نوار نقالهٔ ۱، یک عدد سنسور پراکسیمیتی (از نوع خازنی) به‌منظور تشخیص جعبه‌های عبوری تعبیه شده است. در اثر عبور هر جعبه از مقابل این سنسور، سنسور یک پالس به کارت DI می‌دهد.
- هنگامی‌که ۱۰ جعبه از مقابل سنسور عبور نمود، باید لامپ نشان‌دهندهٔ پُر بودن انبار روشن شده و موتور M1 به‌طور اتوماتیک خاموش شده و موتور M2 روشن شود.
- هنگامی‌که جعبهٔ بزرگ بعدی در مقابل سنسور قرار گرفت، موتور M2 خاموش شده و تا زمانی‌که اپراتور شستی استارت را نفشرده است، لامپ همچنان روشن بوده و سیستم شروع به‌کار نکند.

فصل ۳

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

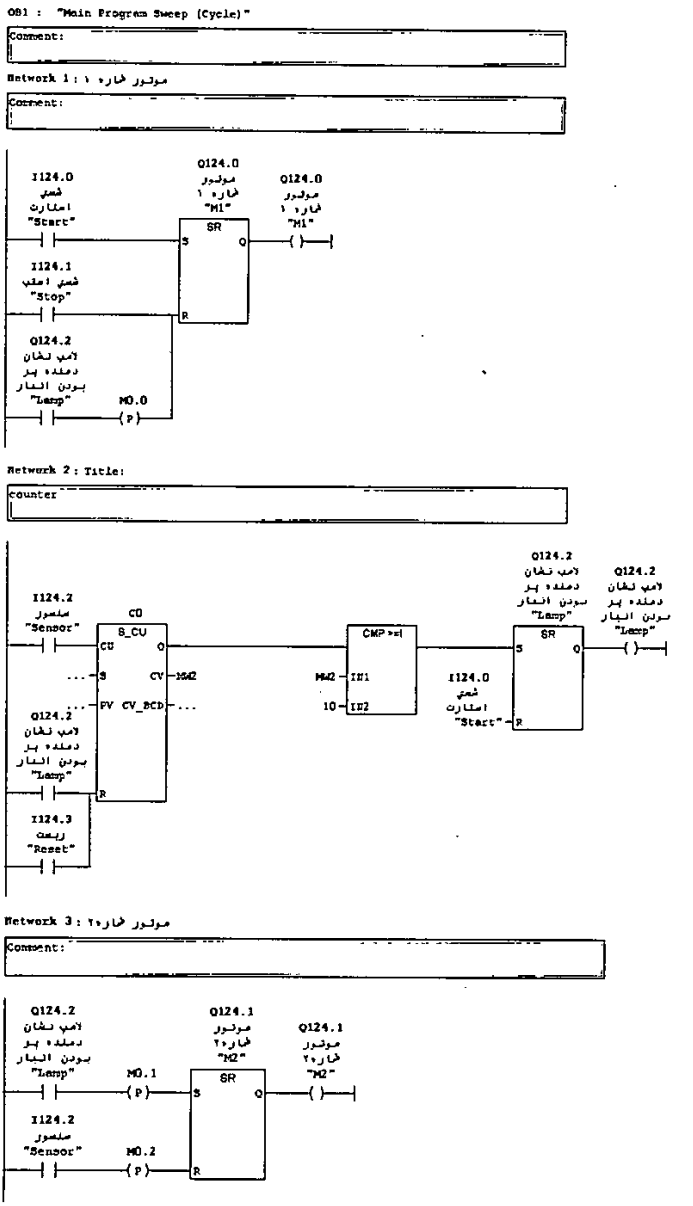
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۳۱.۳ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 124.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 124.1	BOOL	شستی استپ
3		Sensor	I 124.2	BOOL	سنسور
4		Reset	I 124.3	BOOL	ریست
5		M1	Q 124.0	BOOL	موتور شماره ۱
6		M2	Q 124.1	BOOL	موتور شماره ۲
7		Lamp	Q 124.2	BOOL	لامپ نشان‌دهندهٔ پر بودن انبار

شکل ۳۱.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۸.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۳۲.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

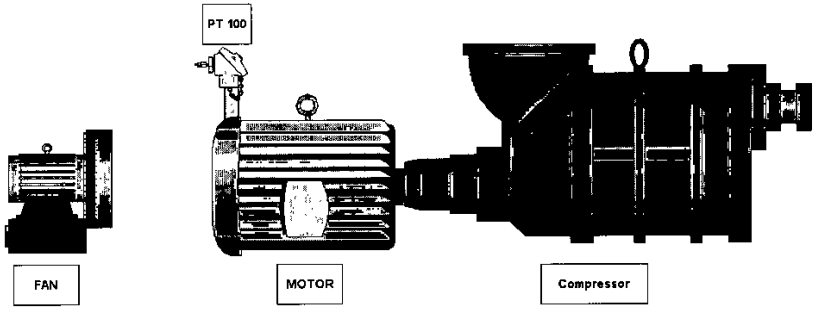
برنامه به زبان LAD



شکل ۳۲.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۸.۳

۹.۳ پروژهٔ کنترل دمای موتور

در یک پروسهٔ صنعتی برای ایجاد فشار هوای لازم جهت ادوات پنوماتیکی موجود در کارخانه، از یک عدد کمپرسور استفاده می‌شود؛ این کمپرسور دارای یک موتور الکتریکی است. به‌منظور خنک نمودن موتور کمپرسور از یک موتور فن کوچک استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری دمای موتور کمپرسور از یک سنسور PT 100 دو سیمه که مستقیماً به کارت AI در PLC متصل شده استفاده می‌شود. شکل ۳۳.۳ این پروسه را نشان می‌دهد.



شکل ۳۳.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۹.۳

فصل ۳

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت (START)، موتور روشن و با فشرده شدن شستی استپ (STOP)، موتور خاموش می‌شود.
- اگر دمای موتور کمپرسور از 70 درجه بیشتر گردید، موتور فن روشن می‌شود.
- اگر دمای موتور کمپرسور به زیر 50 درجه رسید، موتور فن خاموش می‌شود.
- اگر دمای موتور کمپرسور بیشتر از 90 درجه شد، موتور کمپرسور خاموش و چراغ خطای افزایش درجه حرارت روشن می‌شود. تا زمانی‌که شستی ریست فشرده نشده است، موتور کمپرسور روشن نشده و لامپ خاموش نمی‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

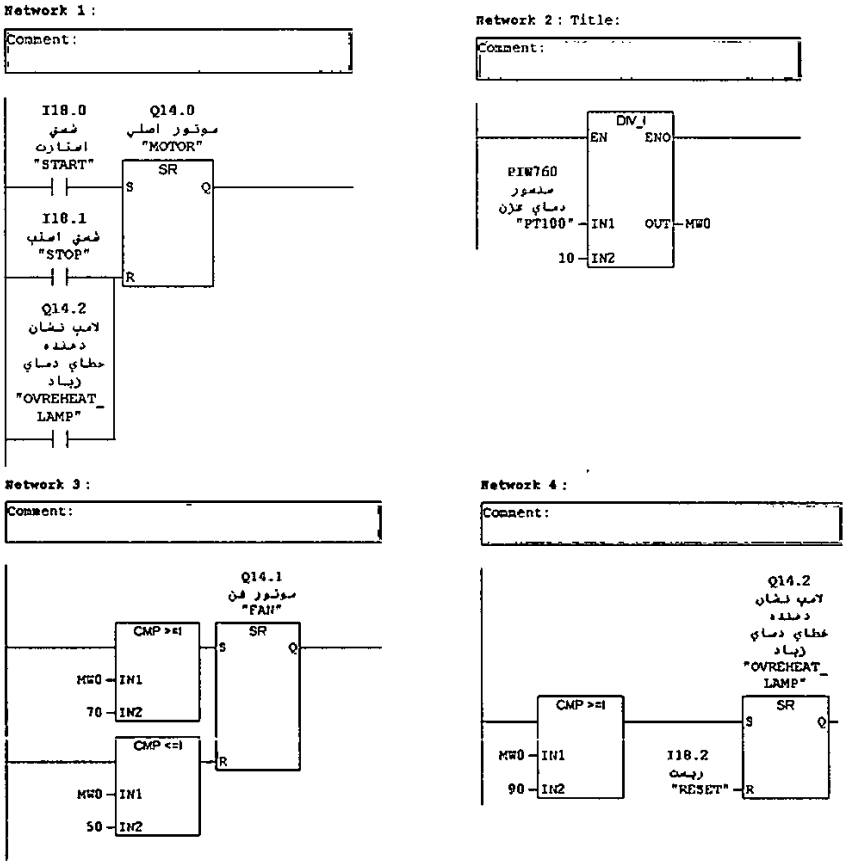
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۴۳.۳ کامل نمایید.

	Stat	Symbol	Address	Data ty	Comment
1		START	I 18.0	BOOL	شستی استارت
2		STOP	I 18.1	BOOL	شستی استپ
3		RESET	I 18.2	BOOL	ریست
4		PT100	PIW 760	INT	سنسور دمای مخزن
5		MOTOR	Q 14.0	BOOL	موتور اصلی
6		FAN	Q 14.1	BOOL	موتور فن
7		OVREHEAT_LAMP	Q 14.2	BOOL	لامپ نشان‌دهندهٔ خطای دمای زیاد

شکل ۳۴.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۹.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۴۵.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

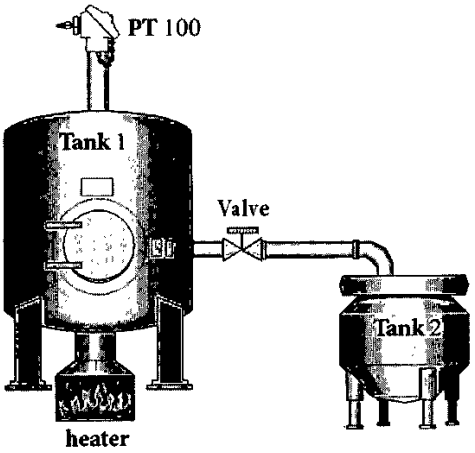
برنامه به زبان LAD



شکل ۳۵.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۹.۳

۱۰.۳ پروژهٔ کنترل دمای آب

در یک پروسهٔ صنعتی مطابق شکل ۳۶.۳، به‌منظور گرم نمودن آب درون مخزن از یک هیتر استفاده می‌شود. به‌منظور انتقال آب از مخزن ۱ به مخزن ۲ از یک لوله که روی آن یک شیر برقی (Valve) تعبیه شده است، استفاده می‌شود.



شکل ۳۶.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۱۰.۳

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی Start، سیستم روشن می‌شود.
- با فشرده شدن شستی Stop، سیستم خاموش می‌شود.
- زمانی‌که سیستم روشن است، هیتر روشن می‌شود.
- هنگامی‌که دمای آب درون مخزن ۱ به 50 درجه رسید، هیتر خاموش شده و ولو باز می‌شود.
- پس از 10 ثانیه ولو بسته می‌شود.
- هرگاه دما به زیر 30 درجه رسید هیتر مجدداً روشن می‌شود.
- زمانی‌که سیستم خاموش است، هیتر خاموش شده و ولو بسته می‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

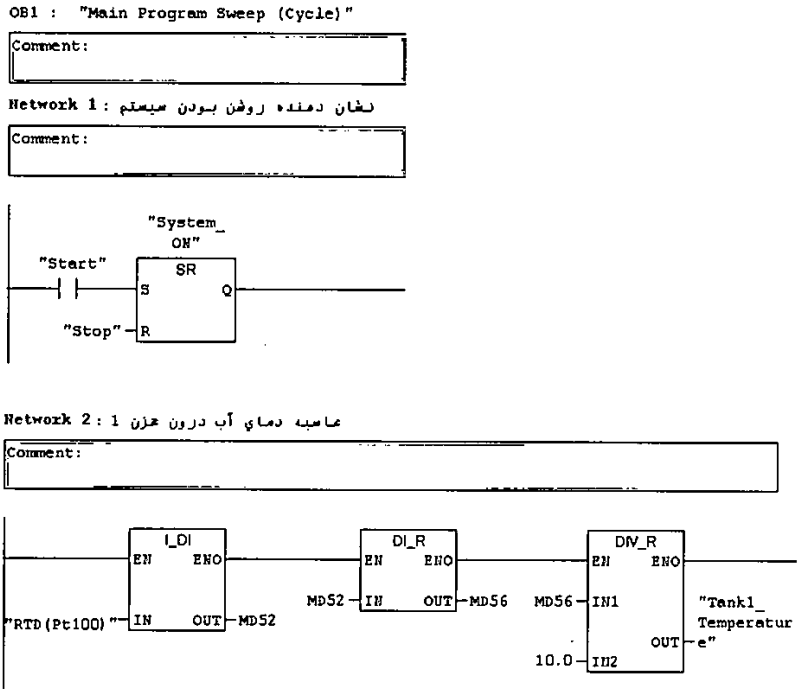
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۳۷.۳ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 7.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 7.1	BOOL	شستی استپ
3		RTD(Pt100)	IW 82	INT	دیتای ارسالی از سنسور Pt100
4		System_ON	M 102.0	BOOL	نشان‌دهندهٔ روشن بودن سیستم
5		Tank1_Temperature	MD 60	REAL	دمای مخزن ۱
6		Heater	Q 7.2	BOOL	فرمان روشن شدن هیتر
7		Valve	Q 7.3	BOOL	شیر تخلیه (Tank 1)

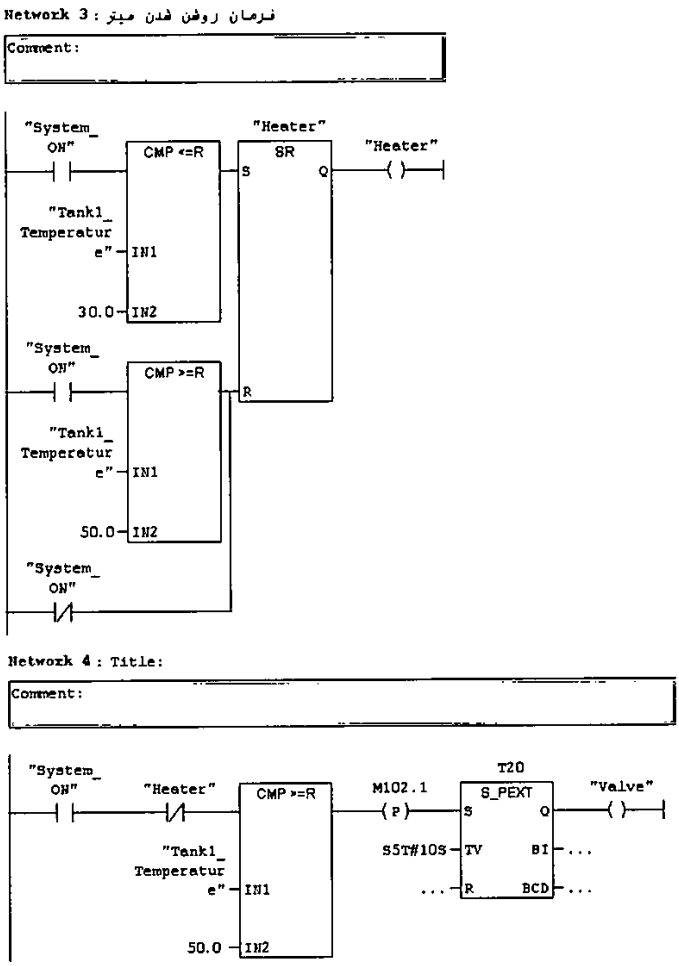
شکل ۳۷.۳ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۱۰.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۳۸.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامه به زبان LAD



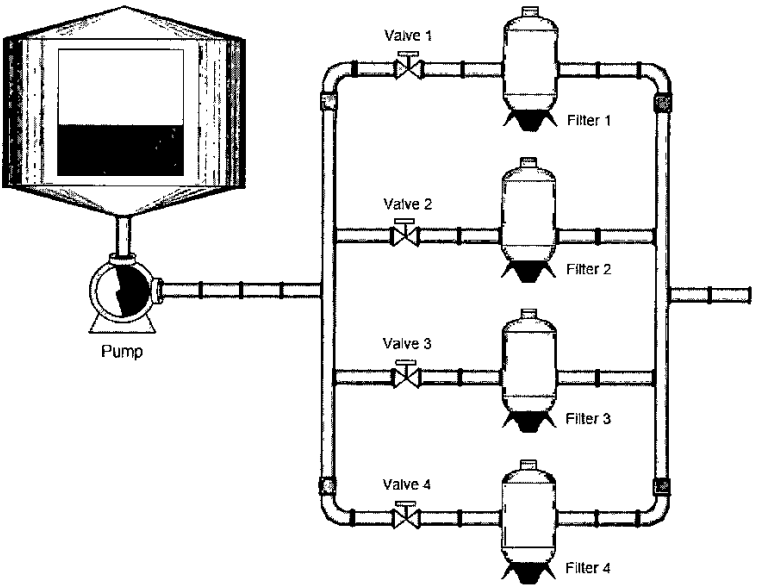
شکل ۳۸.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱۰.۳



شکل ۳۸.۳ (ادامه)

۱۱.۳ پروژهٔ کنترل فیلترهای صنعتی

در یک پروسهٔ صنعتی، به‌منظور تصفیهٔ آب از ۴ عدد فیلتر صنعتی مطابق شکل ۳۹.۳ استفاده می‌شود. در این سیستم لازم است برحسب نیاز، تعداد خاصی از فیلترها در مدار قرار گیرد. هر فیلتر دارای یک ولو است که هرگاه باز شود، آن فیلتر در مدار قرار می‌گیرد.



شکل ۳۹.۳ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۱۱.۳

منطق کنترل (شرح عملکرد)

این سیستم دارای دو حالت Manual (منوال) و Automatic (اتوماتیک) است که توسط یک کلید می‌توان هر کدام از این حالت‌ها را انتخاب نمود. اگر کلید در حالت وصل قرار داشته باشد، وضعیت اتوماتیک و اگر در حالت قطع قرار داشته باشد، وضعیت منوال انتخاب می‌شود.

شرح عملکرد سیستم در هر کدام از حالت‌های منوال و اتوماتیک به شرح ذیل است:

الف) حالت Manual

- برای هر کدام از فیلترها یک شستی ON (روشن) و یک شستی OFF (خاموش) در نظر گرفته شود.
- با فشردن شستی ON هر کدام از فیلترها، آن فیلتر وارد مدار شود، یعنی ولو مربوط به آن فیلتر باز شود.
- با فشردن شستی OFF هر کدام از فیلترها، آن فیلتر از مدار خارج شود، یعنی ولو مربوط به آن فیلتر بسته شود.

ب) حالت اتوماتیک

- برای همهٔ فیلترها یک شستی ON و یک شستی OFF کلی در نظر گرفته شود.
- با فعال شدن شستی ON، همهٔ فیلترها وارد مدار شده و با فعال‌شدن شستی OFF، همهٔ فیلترها از مدار خارج شوند.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

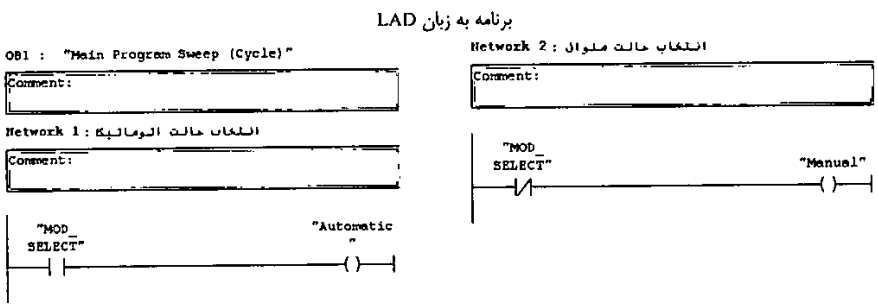
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۴۰.۳ کامل نمایید.

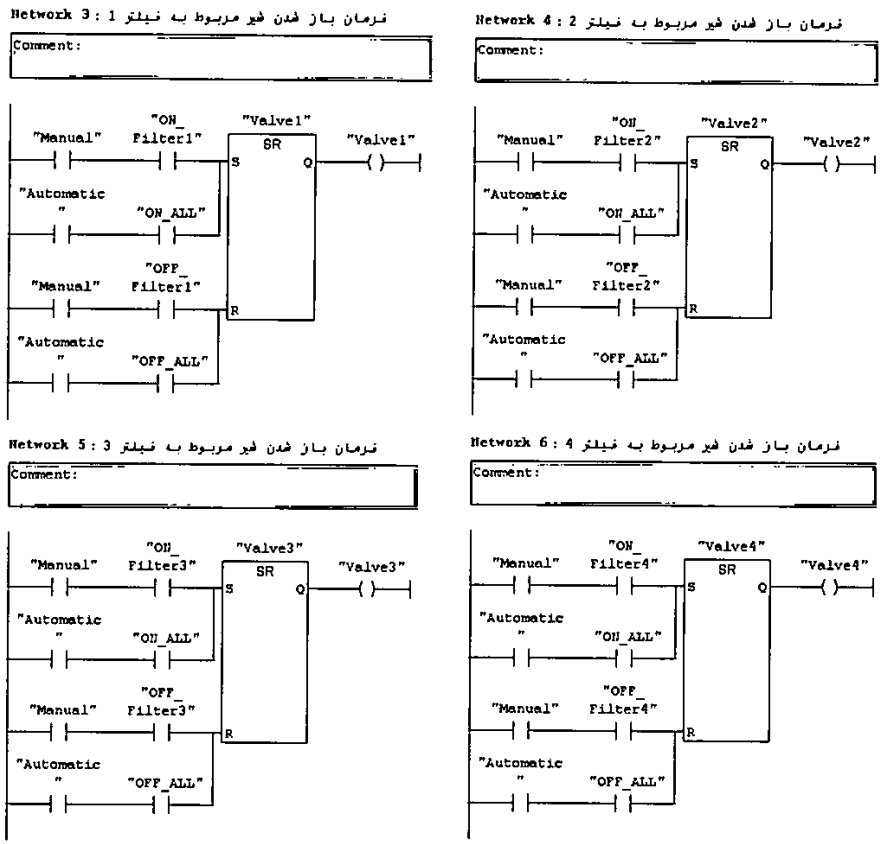
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		MOD_SELECT	I 7.2	BOOL	کلید انتخاب وضعیت کاری
2		ON_ALL	I 7.3	BOOL	شستی روشن کردن همهٔ فیلترها در حالت منوال
3		OFF_ALL	I 7.4	BOOL	شستی خاموش کردن همهٔ فیلترها در حالت اتوماتیک
4		ON_Filter1	I 7.5	BOOL	شستی روشن کردن فیلتر ۱ در حالت منوال
5		OFF_Filter1	I 7.6	BOOL	شستی خاموش کردن فیلتر ۱ در حالت منوال
6		ON_Filter2	I 7.7	BOOL	شستی روشن کردن فیلتر ۲ در حالت منوال
7		OFF_Filter2	I 8.0	BOOL	شستی خاموش کردن فیلتر ۲ در حالت منوال
8		ON_Filter3	I 8.1	BOOL	شستی روشن کردن فیلتر ۳ در حالت منوال
9		OFF_Filter3	I 8.2	BOOL	شستی خاموش کردن فیلتر ۳ در حالت منوال
10		ON_Filter4	I 8.3	BOOL	شستی روشن کردن فیلتر ۴ در حالت منوال
11		OFF_Filter4	I 8.4	BOOL	شستی خاموش کردن فیلتر ۴ در حالت منوال
12		Automatic	M 102.1	BOOL	نشان‌دهندهٔ انتخاب حالت اتوماتیک
13		Manual	M 102.2	BOOL	نشان‌دهندهٔ انتخاب حالت منوال
14		Valve1	Q 7.3	BOOL	فرمان باز شدن شیر مربوط به فیلتر ۱
15		Valve2	Q 7.4	BOOL	فرمان باز شدن شیر مربوط به فیلتر ۲
16		Valve3	Q 7.5	BOOL	فرمان باز شدن شیر مربوط به فیلتر ۳
17		Valve4	Q 7.6	BOOL	فرمان باز شدن شیر مربوط به فیلتر ۴

شکل ۴۰.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱۱.۳

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۴۱.۳ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۴۱.۳ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱۱.۳



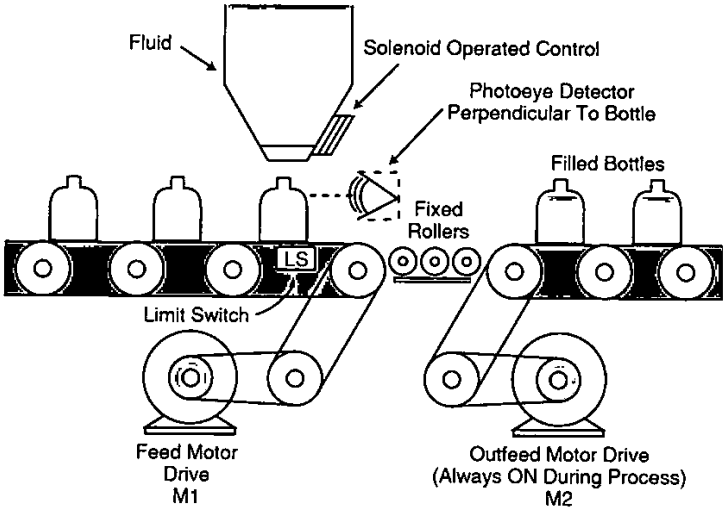
شکل ۴۱.۳ (ادامه)

۱۲.۳ کنترل بطری پرکنی

در یک سیستم صنعتی به‌منظور انجام عملیات بطری پرکنی از سیستمی مطابق شکل ۴۲.۳ استفاده می‌شود. همان‌طورکه در شکل ۴۲.۳ نیز مشخص است، در این پروسه از دو عدد نوار نقاله که دارای دو عدد موتور M1 و M2 می‌باشد، استفاده شده است. وظیفهٔ موتور M1 انتقال بطری‌های خالی به زیر مخزن و وظیفهٔ موتور M2 انتقال بطری‌های پر شده به بخش دیگر می‌باشد.

در بخش زیر مخزن از یک عدد Limit Switch که دارای تیغهٔ NO (normaly open) است، استفاده شده است. هرگاه بطری در زیر مخزن قرار گیرد، تیغهٔ باز لیمیت سوئیچ بسته می‌شود و سیگنال یک به PLC می‌دهد. همچنین از یک سنسور نوری به‌منظور تشخیص پر شدن بطری استفاده شده است. این سنسور دارای تیغهٔ باز بوده و هرگاه وجود مایع در بطری را حس نماید، تیغهٔ آن بسته شده و دیتای یک به PLC می‌دهد.

در بخش مخزن از یک عدد شیر برقی (ولو) دو حالته ON/OFF استفاده شده است که ورود مایع به درون بطری را کنترل می‌نماید. این ولو مطابق منطق کنترل، فرمان خود را از PLC دریافت می‌نماید.



شکل ۴۲.۳

فصل ۳

منطق کنترل

- با فعال شدن شستی استارت، ابتدا موتور M2 روشن شده و سپس موتور M1 روشن می‌شود.
- در طول کار سیستم (تا زمانی‌که شستی استپ فعال نشده است)، موتور M2 روشن بماند.
- درصورتی‌که لیمیت سوئیچ وجود بطری را در زیر مخزن حس نماید، ابتدا موتور M1 خاموش شده و سپس ولو تخلیه باز می‌شود.
- هرگاه سنسور نوری، پر شدن بطری را تشخیص دهد، ابتدا ولو تخلیه بسته شده و سپس موتور M1 روشن می‌شود.
- این پروسه به‌طور اتوماتیک ادامه می‌یابد. درصورتی‌که لیمیت سوئیچ تا 20 S وجود بطری جدید را در زیر مخزن حس ننماید، پروسه متوقف می‌شود. در این حالت برای شروع مجدد کار، باید شستی استارت فعال شود.
- درصورتی‌که شستی استپ فعال شود، کل سیستم متوقف می‌گردد.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

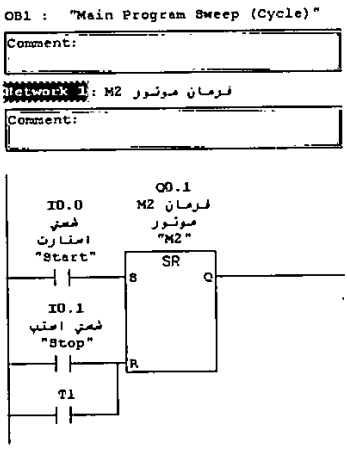
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۴۳.۳ کامل نمایید.

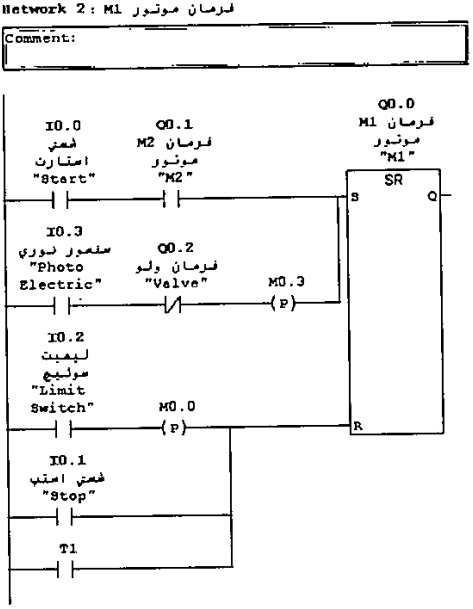
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		Limit Switch	I 0.2	BOOL	لیمیت سوئیچ
4		Photo Electric	I 0.3	BOOL	سنسور نوری
5		M1	Q 0.0	BOOL	فرمان موتور M1
6		M2	Q 0.1	BOOL	فرمان موتور M2
7		Valve	Q 0.2	BOOL	فرمان ولو

شکل ۴۳.۳ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱۲.۳

۳. برنامهٔ زیر را به زبان LAD در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



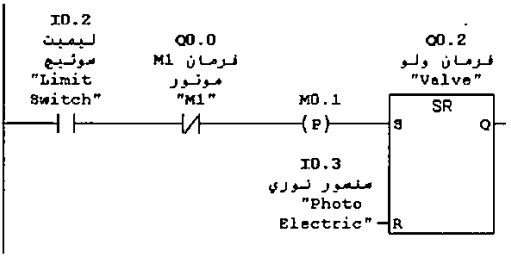
شکل ۴۵.۳ برنامهٔ نتورک ۱



شکل ۴۴.۳ برنامهٔ نتورک ۲

Network 3 : فرمان ولو

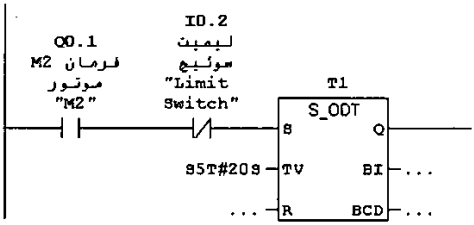
Comment:



شکل ۴۶.۳ برنامهٔ نتورک ۳

Network 4 : Title:

Comment:



شکل ۴۷.۳ برنامهٔ نتورک ۴ جهت محاسبهٔ زمان S 20 به‌منظور توقف سیستم

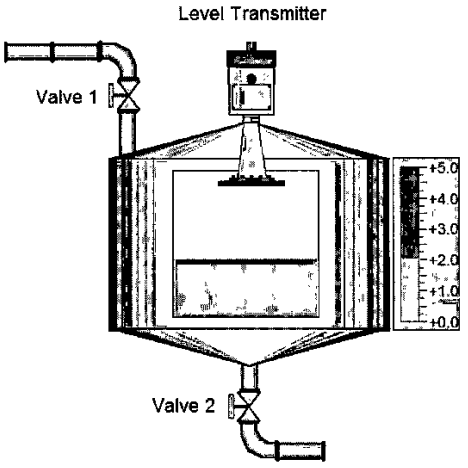
فصل ۴

پروژه‌های پیشرفته

۱.۴ پروژهٔ کنترل سطح مایع درون مخزن
۲.۴ پروژهٔ کنترل پروسهٔ تولید مادهٔ شیمیایی
۳.۴ پروژهٔ کنترل فشار روغن خط تولید
۴.۴ پروژهٔ کنترل سیستم تست آب
۵.۴ پروژهٔ کنترل سیستم رنگ‌آمیزی قطعات صنعتی
۶.۴ پروژهٔ کنترل کمپرسورخانه
۷.۴ پروژهٔ کنترل سطح از طریق کنترل فلو

۱.۴ پروژهٔ کنترل سطح مایع درون مخزن

مطابق شکل ۱.۴ در یک پروسه، ارتفاع سطح مایع درون مخزن با توجه به دبی ورودی و مصرف تغییر می‌کند. ارتفاع سطح مطلوب، بین حد پایین (1 متر) و حد بالا (3 متر) می‌باشد.



شکل ۱.۴ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۱.۴

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- هرگاه سطح مایع درون مخزن کمتر از 0.7 متر شده و یا بیشتر از 3.2 متر شود، توسط آلارم‌های جداگانه اپراتور باخبر شود.
- اگر سطح آب به 3 متر رسید، شیر V1 (Valve 1) بسته شده و شیر V2 (Valve 2) باز شود؛ در نتیجه آب از مخزن خارج می‌شود.
- اگر آب کمتر از 1 متر شد، ولو V1 باز شده و ولو V2 بسته شود؛ در نتیجه آب وارد مخزن می‌شود.
- به‌منظور سنجش ارتفاع سطح (Level) آب درون مخزن، از یک عدد سنسور اندازه‌گیری ارتفاع سطح با خروجی آنالوگ 4 الی 20 میلی‌آمپری استفاده شده است.
- باید توجه نمود که رنج عملکرد سنسور بین 0 الی 5 متر است. لازم است با استفاده از توابع برنامه‌نویسی زیمنس، مقدار ارسالی سنسور اندازه‌گیری سطح را مقیاس نموده و به‌صورت قابل فهم درآورد.

در شکل ۲.۴ یک ترانسمیتر اندازه‌گیری ارتفاع سطح از نوع راداری را مشاهده می‌نمایید. سیم‌های خروجی این ترانسمیتر را می‌توان مستقیماً به کارت ورودی آنالوگ متصل نمود.

شکل ۲.۴ یک نمونه سنسور اندازه‌گیری ارتفاع سطح (Level Transmitter)

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۳.۴ کامل نمایید.

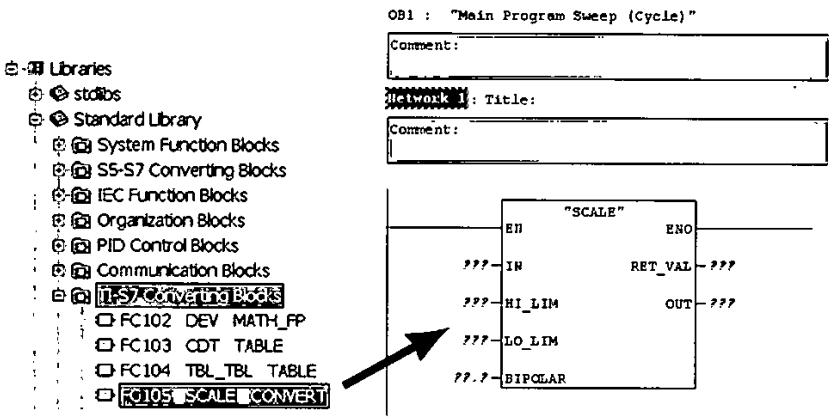
	Stat	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Level_meter	PIW 752	INT	سنسور اندازه‌گیری ارتفاع مایع درون مخزن
2		v1	Q 124.0	BOOL	شیر ورودی مخزن
3		v2	Q 124.1	BOOL	شیر خروجی مخزن
4		H limit_alarm	Q 124.2	BOOL	آلارم حد بالای مخزن
5		l limit_alarm	Q 124.3	BOOL	آلارم حد پایین مخزن
6		hieght	MD 20	REAL	ارتفاع مایع درون مخزن برحسب متر

شکل ۳.۴ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱.۴

۳. مقیاس مقدار سنسور

برای اینکه بتوان از مقداری که سنسور به کارت آنالوگ می‌دهد در برنامه استفاده نمود، باید آن را مقیاس کرد. به چند روش می‌توان عمل مقیاس را انجام داد که ساده‌ترین آنها استفاده از تابع FC105 زیمنس با نام سمبولیک Scale است که در بخش Library نرم‌افزار قرار گرفته است.

شکل ۴.۴ مسیر دسترسی به FC105 را نشان می‌دهد. برای دسترسی به این بلاک کافیست تا در محیط OB1 از مسیر نشان داده شده در شکل ۴.۴ بلاک را انتخاب نموده و با انجام عمل Drag & Drop (کشیدن و رها کردن) آن را در نتورک مربوطه قرار داد.



شکل ۴.۴ مسیر فراخوانی بلاک FC105 با نام سمبولیک "Scale"

همان‌طورکه در شکل ۴.۴ مشاهده می‌شود، بلاک FC105 دارای پایه‌های ورودی و خروجی مختلفی می‌باشد. شرح عملکرد هر کدام از این پایه‌ها در جدول ۱.۴ بیان شده است.

جدول ۱.۴ شرح عملکرد پارامترهای FC105

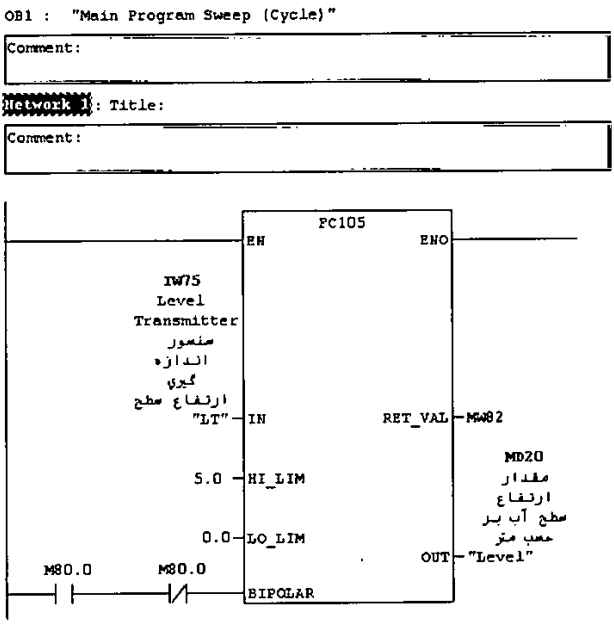
نام پایه (پارامتر)	دیتا تایپ	عملکرد
IN	Integer	آدرس سنسور در کارت AI، در این تمرین: IW75
HI_LIM	Real	حد بالای کار سنسور که سنسور برای آن کالیبره شده است. در این تمرین: 5.0 متر
LO_LIM	Real	حد پایین کار سنسور که سنسور برای آن کالیبره شده است. در این تمرین: 0.0 متر
BIPOLAR	BOOL	مشخص‌کنندهٔ نوع سیگنال ورودی از کارت AI سیگنال‌های رنج مثبت: مقدار صفر سیگنال‌های رنج مثبت/ منفی: مقدار یک
RET_VAL	Word	کد وضعیت، در این تمرین: MW80
OUT	Real	مقدار دیتای سنسور به‌صورت مقیاس شده و قابل استفاده در برنامه در این تمرین: MD20

توضیح جدول ۱.۴

همان‌طورکه مشاهده می‌شود، تابع FC105 به‌منظور فعال شدن دارای یک پایه به‌نام EN می‌باشد. همچنین یک

پایهٔ دیگر به‌نام ENO نیز وجود دارد که درصورتی‌که تابع به‌صورت صحیح اجرا شود، خروجی آن فعال می‌شود. در غیر این صورت خروجی پایهٔ ENO غیرفعال شده و برنامه‌نویس متوجه بروز اشکال در اجرای تابع می‌شود. پارامتر RET_VAL کد خطای به‌وجود آمده را برمی‌گرداند و از روی کد نمایش داده شده می‌توان فهمید که چه اشکالی در هنگام کار تابع به‌وجود آمده است. تابع FC105 دارای یک پایه به اسم IN می‌باشد که مقدار ورودی تابع به فرم Integer است؛ در این پروژه مقداری که از ترانسمیتر می‌آید باید مقیاس شود، بنابراین آدرس آن را به‌عنوان ورودی تابع وارد می‌کنیم. در پارامتر HI_LIM حد بالای مقیاس و در پارامتر LO_LIM حد پایین مقیاس در نظر گرفته می‌شود. در پارامتر OUT مقدار مقیاس شده برحسب متر به فرم Real قرار می‌گیرد.

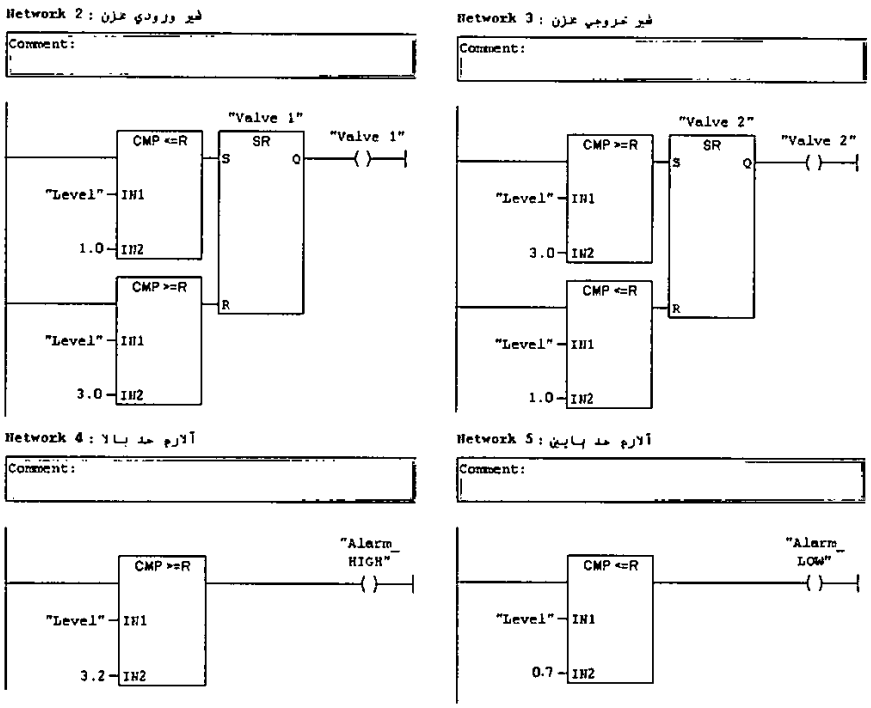
۴. وارد محیط OB1 شده و مطابق روش بیان شده در مرحلهٔ قبل، بلاک FC105 را از بخش Library نرم‌افزار انتخاب نموده و در Network 1 قرار دهید. حال، آدرس‌دهی پایه‌های این بلاک را مطابق شکل ۵.۴ انجام دهید.



شکل ۵.۴ آدرس‌دهی پایه‌های FC105

۵. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۶.۴ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

برنامه به زبان LAD



شکل ۶.۴ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۱.۴

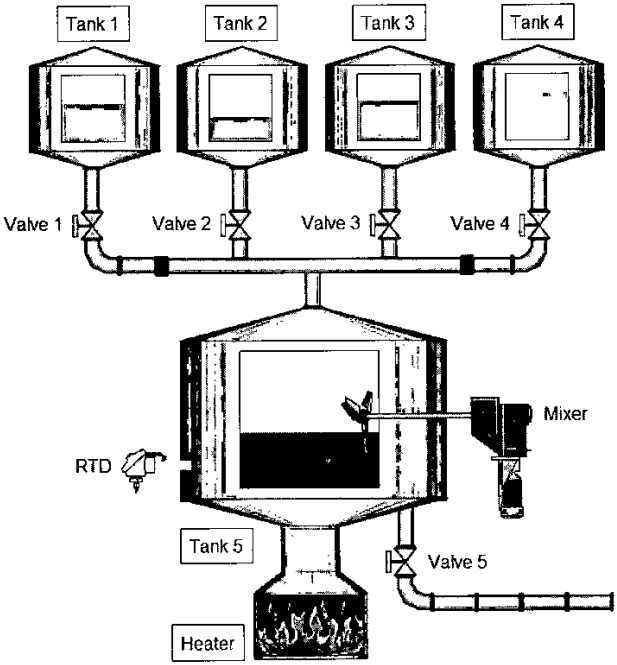
توضیح عملکرد برنامه

- در نتورک ۲، اگر ارتفاع مایع درون مخزن کمتر از 1 متر شده باشد، شیر ورودی مخزن باز می‌شود و اگر ارتفاع سطح آب بیشتر از 3 متر شده باشد، شیر ورودی بسته می‌شود.
- در نتورک ۳، اگر ارتفاع درون مخزن بیشتر از 3 متر شده باشد، شیر خروجی مخزن باز می‌شود و اگر ارتفاع سطح آب کمتر از 1 متر شده باشد، شیر خروجی بسته می‌شود.
- در نتورک ۴ میزان ارتفاع مایع درون مخزن با عدد 3.2 (3.2 متر) مقایسه شده و درصورتی‌که این مقدار بیشتر از 3.2 متر شود، آلارم حد بالای مخزن فعال می‌شود.
- در نتورک ۵ میزان ارتفاع مایع درون مخزن با عدد 0.7 (0.7 متر) مقایسه شده و درصورتی‌که این مقدار کمتر از 0.7 متر شود، آلارم حد پایین مخزن فعال می‌شود.

توجه: هرگاه در برنامه علاوه بر OB1، از فانکشن‌ها یا فانکشن بلاک‌ها (FB, FC) استفاده شود، حتماً باید آن بلاک را هم به PLC یا Simulation دانلود نمود؛ در غیر این صورت PLC (یا CPU درون سیمولاتور) متوقف شده و Run نمی‌شود.

۲.۴ پروژهٔ کنترل پروسهٔ تولید مادهٔ شیمیایی

در یک پروسهٔ صنعتی باید سه نوع مادهٔ اولیه و یک مادهٔ محلول به نسبت مناسب درون یک مخزن ریخته شده و به‌وسیلهٔ میکسر مخلوط شوند. در ضمن انجام عمل میکس، لازم است دمای محصول در حد مشخصی تنظیم شود که این عمل توسط هیتر صورت می‌پذیرد. شکل ۷.۴ این پروسه را نشان می‌دهد. لازم به‌ذکر است که مواد اولیه در مخازن ۱ و ۲ و ۳ قرار داشته و محلول در مخزن ۴ قرار دارد.



شکل ۷.۴ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۲.۴

منطق کنترل (شرح عملکرد)

با فشرده شدن شستی استارت:

- شیر تخلیهٔ مادهٔ اول به‌مدت 7 ثانیه باز می‌شود.
- شیر تخلیهٔ مادهٔ دوم به‌مدت 10 ثانیه باز می‌شود.
- شیر تخلیهٔ مادهٔ سوم به‌مدت 14 ثانیه باز می‌شود.
- شیر تخلیهٔ محلول به‌مدت 17 ثانیه باز می‌شود.

- پس از آنکه همهٔ مواد اولیه و محلول به درون مخزن ۵ وارد شدند، میکسر به‌مدت 10 ثانیه شروع به‌کار می‌کند.
- بعد از گذشت زمان 10 ثانیه، موتور میکسر خاموش شده و جهت خارج شدن محصول، شیر خروجی به‌مدت 20 ثانیه باز می‌شود.
- از زمان شروع به‌کار سیستم، هیتر روشن شده و دمای محصول درون Tank 5 را بین 70 تا 100 درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌نماید.
- پس از اجرای یک دور مراحل فوق، سیستم متوقف شده و برای شروع به‌کار مجدد، باید شستی Start فشرده شود.
- در ضمن اجرای کار سیستم، هرگاه شستی Stop فشرده شود، سیستم متوقف می‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۸.۴ کامل نمایید.

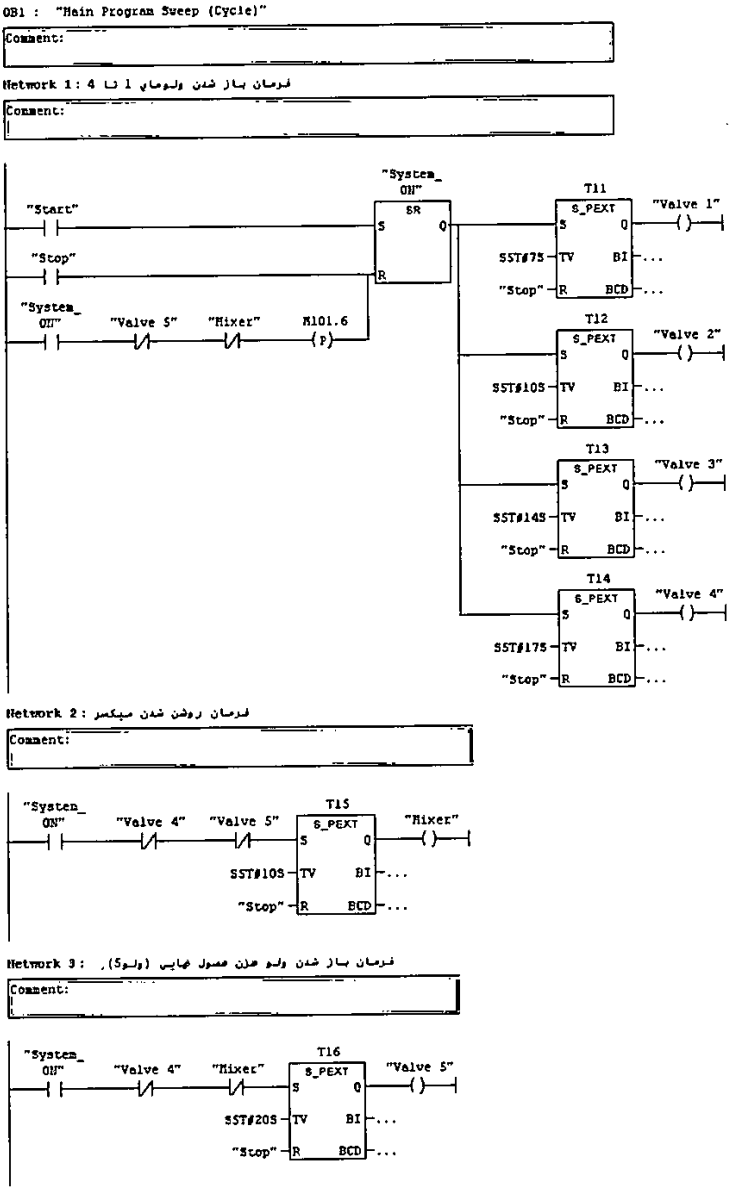
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 6.5	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 6.6	BOOL	شستی استپ
3		Valve 1	Q 6.3	BOOL	شیر تخلیهٔ مادهٔ اول (Tank 1)
4		Valve 2	Q 6.4	BOOL	شیر تخلیهٔ مادهٔ دوم (Tank 2)
5		Valve 3	Q 6.5	BOOL	شیر تخلیهٔ مادهٔ سوم (Tank 3)
6		Valve 4	Q 6.6	BOOL	شیر تخلیهٔ محلول (Tank 4)
7		Valve 5	Q 6.7	BOOL	شیر تخلیهٔ محصول نهایی (Tank 5)
8		Mixer	Q 7.0	BOOL	فرمان روشن شدن موتور میکسر
9		Heater	Q 7.1	BOOL	فرمان روشن شدن هیتر
10		RTD(Pt100)	IW 80	INT	دیتای ارسالی از سنسور Pt100
11		Tank5_Temperature	MD 48	REAL	دمای مخزن محصول نهایی
12		System_ON	M 101.7	BOOL	نشان‌دهندهٔ روشن بودن سیستم

شکل ۸.۴ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۲.۴

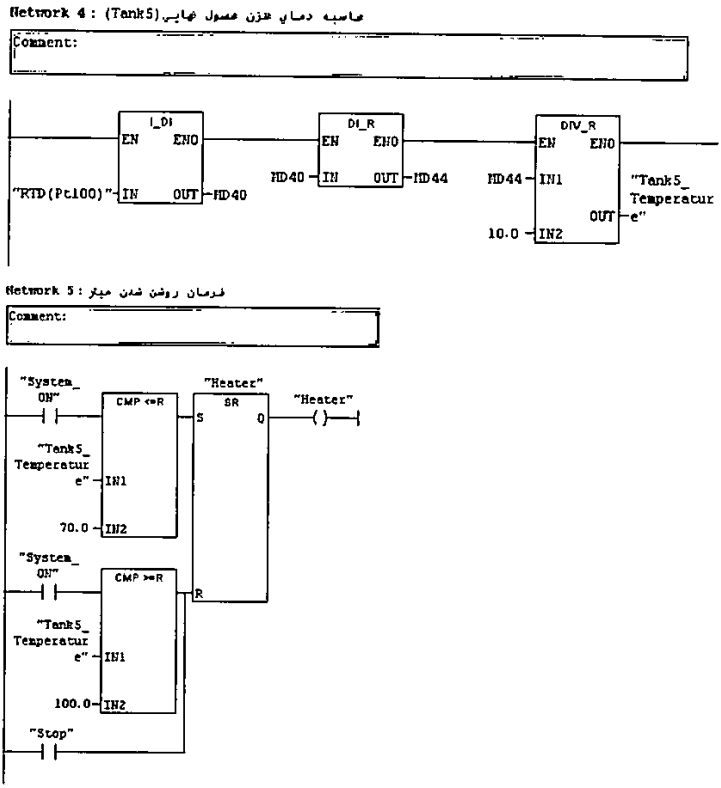
۳. پیاده‌سازی برنامه در OB1

به چند روش می‌توان برنامهٔ مورد نظر جهت کنترل این سیستم را پیاده‌سازی نمود که دو روش آن در این پروژه ارائه می‌شود.

برنامهٔ روش (الف) به زبان LAD



شکل ۹.۴ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۲.۴ به روش (الف)



شکل ۹.۴ (ادامه)

توضیحات برنامهٔ روش (الف)

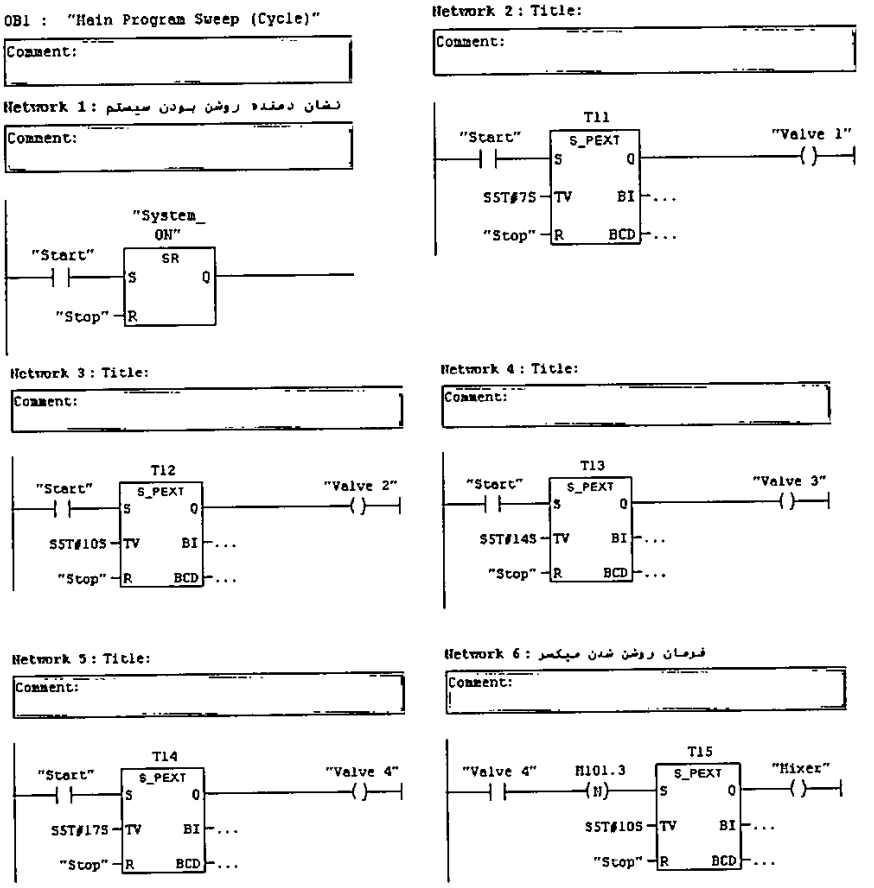
- در نتورک اول با فعال شدن سیستم، ولوهای ۱ تا ۴ باز شده و مطابق ترتیب زمانی ذکر شده در پروژه، بسته می‌شوند.
- در نتورک دوم روشن شدن میکسر کنترل می‌شود. روشن شدن میکسر بستگی به فعال بودن سیستم، بسته بودن ولو ۴ و بسته بودن ولو ۵ دارد.
- در نتورک سوم باز شدن ولو ۵ که همان ولو تخلیه محصول نهایی است، کنترل می‌شود. باز شدن ولو ۵ بستگی به روشن بودن سیستم، خاموش بودن میکسر و بسته بودن ولو ۴ دارد.
- در نتورک چهارم، دمای مخزن محصول نهایی (Tank5) محاسبه می‌شود. در این نتورک، دیتای ارسالی از سنسور RTD (Pt100) از فرمت Integer (عدد صحیح ۱۶ بیتی) ابتدا به Double Integer (عدد صحیح ۳۲ بیتی) و سپس به فرمت Real (عدد اعشاری ۳۲ بیتی) تبدیل می‌شود. دلیل تبدیل این است که دما یک کمیت آنالوگ اعشاری است، یعنی می‌تواند مقداری اعشاری داشته باشد؛ لذا بهتر است آن را به فرمت Real تبدیل نمود. در پایان، عدد Real به‌دست آمده بر عدد 10.0 تقسیم می‌شود تا دمای واقعی مخزن به‌دست آید.

- در نتورک پنجم، کنترل روشن و خاموش شدن هیتر با توجه به دمای مخزن صورت می‌پذیرد.

توجه: در نتورک اول، شرط خاموش شدن سیستم که انجام یک سیکل کامل پروسه است؛ به‌صورت زیر پیاده‌سازی شده است:

- اگر سیستم روشن باشد و ولو ۵ و میکسر خاموش شوند، سیستم خاموش می‌شود.
- دلیل استفاده از دستور (P) نیز آن است که سیستم دائماً خاموش نشود و فقط در زمانی‌که در پایان سیکل، ولو ۵ بسته می‌شود؛ سیستم خاموش گردد.
- لازم به‌ذکر است که این برنامه تست شده و در عمل هیچ مشکلی ندارد.

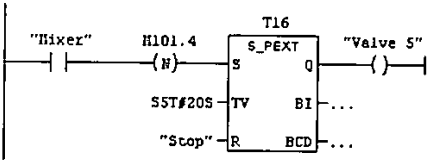
برنامهٔ روش (ب) به زبان LAD



شکل ۱۰.۴ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۲.۴ به روش (ب)

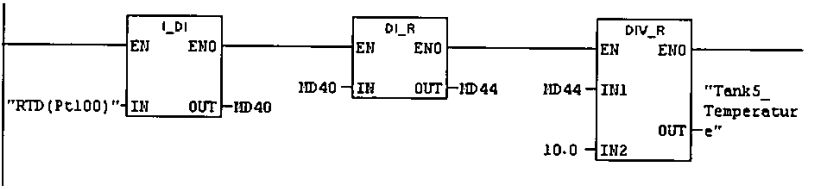
Network 7 : فرمان باز شدن ولو هزن محصول نهایی (ولو5).

Comment:



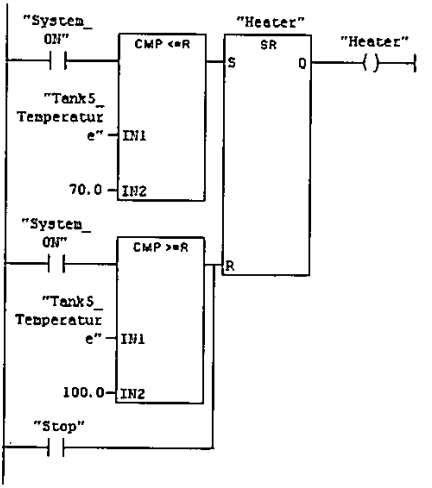
Network 8: (Tank5) محاسبه دمای هزن محصول نهایی

Comment:



Network 9: فرمان روشن شدن هیتر

Comment:



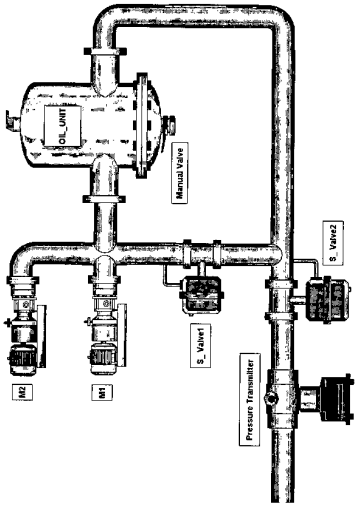
شکل ۱۰.۴ (ادامه)

توضیحات برنامهٔ روش (ب)

- برنامهٔ نتورک‌های ۱ الی ۵ شبیه برنامهٔ روش (الف) است.
- در نتورک ۶ و ۷ از دستور (N) استفاده شده است که نشان‌دهندهٔ فعال شدن دستور، در زمان قطع شدن است.
- برنامهٔ نتورک ۸ و ۹ مانند روش (الف) است.

۳.۴ پروژهٔ کنترل فشار روغن خط تولید

در یک پروسهٔ صنعتی مطابق شکل ۱۱.۴، در خطوط مختلف تولید، جهت استفاده در جک‌ها و سایر ادوات هیدرولیکی نیاز به روغن می‌باشد. به این منظور یک یونیت روغن و یک موتور سه فاز (و یک موتور رزرو) که وظیفهٔ پمپاژ روغن را بر عهده دارد، قرار داده شده است.



شکل ۱۱.۴ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۳.۴

منطق کنترل (شرح عملکرد)

- این سیستم دارای دو موتور است که در هر لحظه یکی از آنها در مدار است و دیگری نقش رزرو را بر عهده دارد.
- با فشردن شستی استارت، ابتدا ولو ۲ باز شده و سپس موتور ۱ روشن می‌شود. با فشرده شدن شستی استپ موتور ۱ خاموش می‌شود.

- اگر سنسور اندازه‌گیری فشار (که مقدار آنالوگ می‌دهد) فشار بیش از 30 bar را حس نمود، باید ابتدا ولو ۱ باز شده و سپس ولو ۲ بسته شود.
- اگر فشار کمتر از 20 bar شد، ولو ۲ باز شده و ولو ۱ بسته می‌شود.
- هنگامی‌که ولو ۱ باز می‌شود، روغن در یک مسیر بسته که به یونیت ختم می‌شود گردش می‌کند.
- اگر تحت هر شرایطی فشار از 40 bar بیشتر شد، هر کدام از موتورها که روشن است خاموش شده و یک لامپ آلارم روشن می‌شود. تا زمانی‌که شستی Acknowledge فشرده نشده است، لامپ آلارم روشن مانده و در صورت فشرده شدن شستی استارت، موتور روشن نمی‌شود.
- به‌منظور جلوگیری از وارد شدن فشار بیش از حد به موتور ۱ از یک موتور دیگر (موتور ۲) به‌عنوان موتور کمکی استفاده می‌شود. هرگاه موتور ۱ به‌مدت 10 ساعت کار نمود، لازم است که به‌طور اتوماتیک خاموش شده و موتور ۲ روشن شود.
- هنگامی‌که موتور ۲ نیز به‌مدت 2 ساعت کار نمود، باید خاموش شده و موتور ۱ مجدداً روشن شود.

نکات مهم در پروسه

۱. در این پروسه به‌منظور اندازه‌گیری فشار، از یک عدد پرشر ترانسمیتر با خروجی آنالوگ 4 mA الی 20 mA استفاده می‌گردد. این ترانسمیتر به‌ازای فشار 0 Bar مقدار 4 mA و به‌ازای فشار 50 Bar مقدار 20 mA و به‌ازای فشارهای مختلف، متناسب با فشار، مقداری بین 4 الی 20 میلی‌آمپر به کارت AI تحویل می‌دهد.

۲. در این برنامه نیاز به استفاده از تایمری است که بتواند تا زمان 10 ساعت را محاسبه نماید. لذا از تایمر ساخته شده در مثال ۳ فصل ۶، با نام FB 1 (Timer) استفاده می‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

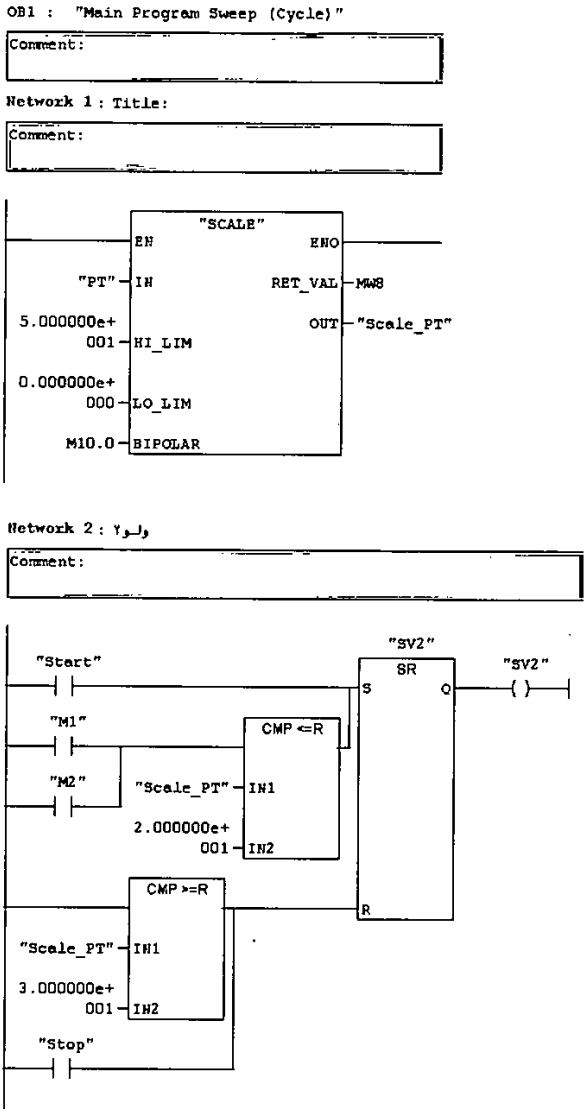
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۲.۴ کامل نمایید.

	Status	Symboi	Address	Data type	Comment
1		Acknowlage	I 124.2	BOOL	شستی تصدیق
2		Alarm	Q 124.4	BOOL	لامپ آلارم افزایش فشار از حد مجاز
3		M1	Q 124.0	BOOL	موتور ۱
4		M1_Time_Out	M 10.1	BOOL	پایان ده ساعت کار موتور ۱
5		M2	Q 124.1	BOOL	موتور ۲
6		PT	PIW 752	INT	پرشر ترانسمیتر (سنسور اندازه‌گیری فشار) خط
7		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
8		Scale_PT	MD 0	REAL	مقدار مقیاس شدهٔ فشار برحسب بار
9		Start	I 124.0	BOOL	شستی استارت
10		Stop	I 124.1	BOOL	شستی استپ
11		SV1	Q 124.2	BOOL	ولو ۱
12		SV2	Q 124.3	BOOL	ولو ۲
13		Timer	FB 1	FB 1	

شکل ۱۲.۴ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۳.۴

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۱۳.۴ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

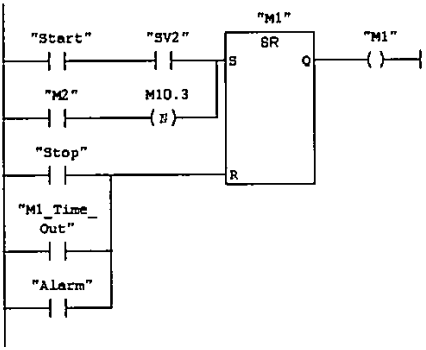
برنامه به زبان LAD



شکل ۱۳.۴ برنامهٔ مورد نظر برای اجرای پروژهٔ ۳.۴

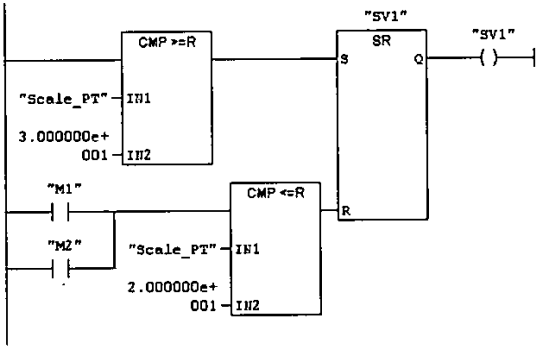
Network 3 :

Comment:



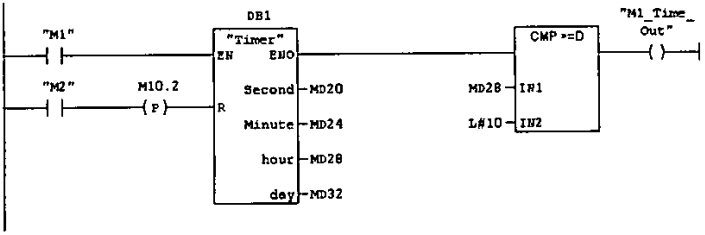
Network 4 :

Comment:

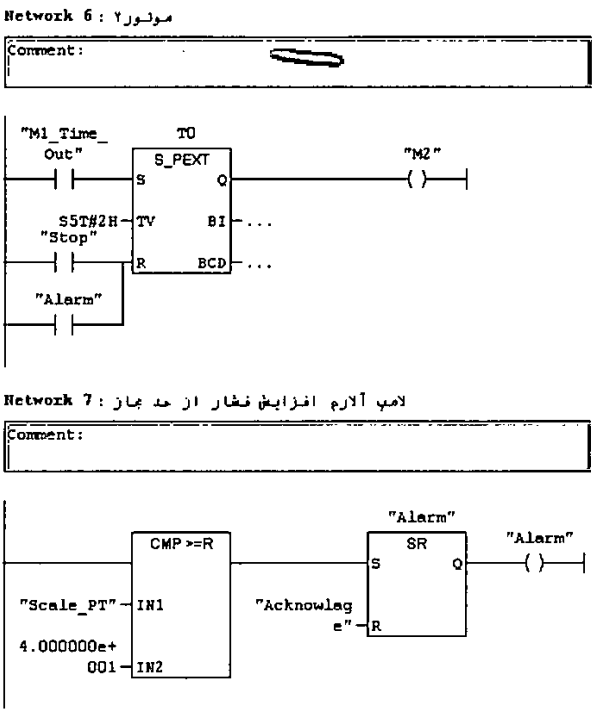


Network 5 : پایان ده ساعت کار موتور ۱

Comment:



شکل ۱۳.۴ (ادامه)



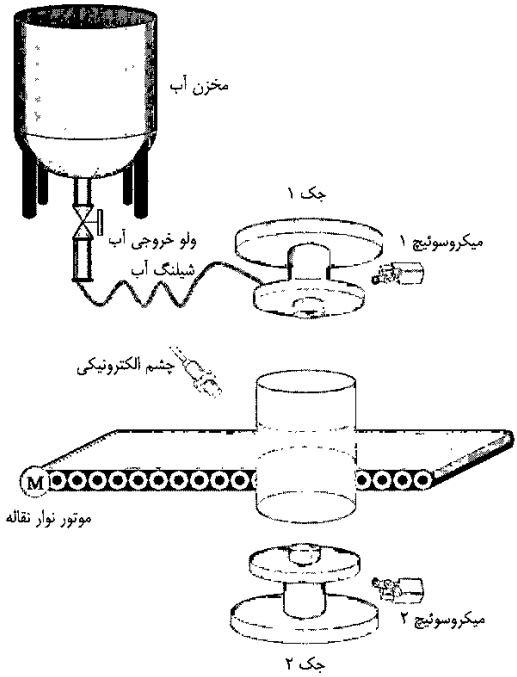
شکل ۱۳.۴ (ادامه)

توجه: درصورتی‌که در ضمن تست با سیمولاتور، برنامه متوقف شد؛ به نکات زیر توجه نموده و نسبت به رفع اشکال اقدام نمایید:

- FC105 را مجدداً دانلود نمایید. برای انجام عمل دانلود بهتر است وارد محیط FC105 شده و از منو PLC گزینهٔ Download را انتخاب نمایید.
- FB1 و DB1 را دانلود نمایید.
- آدرس PIW 752 را در تمام برنامه و جدول سمبل‌ها به آدرس IW 100 تغییر دهید.
- کل برنامه را مجدداً دانلود نمایید.

۴.۴ پروژهٔ کنترل سیستم تست آب

در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور تست محصولات تولیدی (لوله‌های فلزی) از سیستمی مطابق شکل ۱۴.۴ به‌نام سیستم تست آب استفاده می‌شود.



شکل ۱۴.۴ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۴.۴

عملکرد سیستم

در این سیستم، قطعات تولیدی (لوله) توسط نوار نقاله مقابل دو عدد جک قرار می‌گیرند. وظیفهٔ جک‌ها مسدود نمودن سوراخ لوله است. هنگامی که جک‌ها سوراخ لوله را مسدود نمودند، آب به درون لوله تزریق می‌شود. آب به‌مدت 30 ثانیه درون لوله باقی می‌ماند، اگر از اطراف لوله آب چکه نماید، نشان‌دهندهٔ معیوب بودن قطعه است در غیر این صورت نشان‌دهندهٔ صحت لوله است. در این سیستم یک نوار نقاله مجهز به یک موتور الکتریکی وجود دارد که وظیفهٔ انتقال لوله را به محل تست بر عهده دارد. یک عدد چشم الکتریکی حضور قطعه را روبه‌روی جک‌ها حس می‌نماید. در پشت جک‌ها دو عدد میکروسوئیچ قرار گرفته است که در زمان روشن شدن موتور نوار نقاله، باید این میکروسوئیچ‌ها تحریک شده باشند یعنی جک‌ها کاملاً عقب باشند. به‌منظور تزریق آب از یک عدد مخزن که دارای یک عدد ولو است استفاده شده است.

منطق برنامه

- با فشرده شدن شستی استارت (Start)، درصورتی‌که جک‌ها کاملاً عقب باشند (یعنی میکروسوئیچ‌ها تحریک شده باشند) موتور نوار نقاله شروع به‌کار می‌نماید.
- هنگامی‌که چشم الکترونیکی حضور لوله را حس نمود، موتور خاموش شده و جک‌های ۱ و ۲ فعال می‌شوند.

- پس از 5 ثانیه ولو مخزن آب باز شده و آب وارد لوله می‌شود.
- پس از 15 ثانیه ولو مخزن آب بسته می‌شود و جک‌ها نیز غیرفعال شده و به‌جای خود برمی‌گردند.
- در پایان، مجدداً موتور روشن شده و این چرخه تکرار می‌شود.
- در صورت فشرده شدن شستی استپ (Stop)، پروسه متوقف می‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

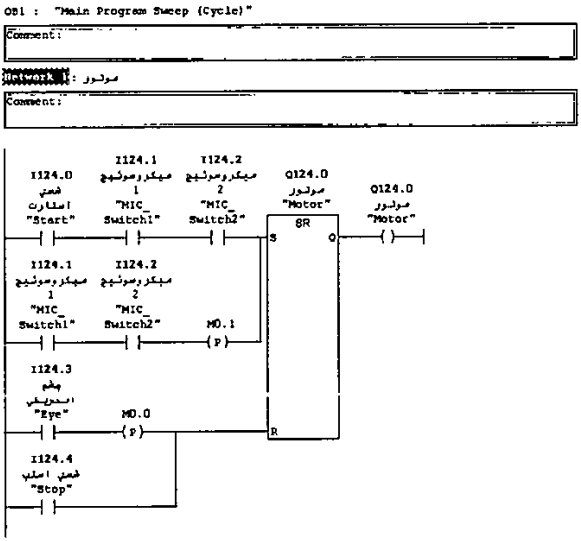
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۵.۴ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 124.0	BOOL	شستی استارت
2		MIC_Switch1	I 124.1	BOOL	میکروسوئیچ ۱
3		MIC_Switch2	I 124.2	BOOL	میکروسوئیچ ۲
4		Eye	I 124.3	BOOL	چشم الکتریکی
5		Motor	Q 124.0	BOOL	موتور
6		Jack1	Q 124.1	BOOL	جک ۱
7		Jack2	Q 124.2	BOOL	جک ۲
8		Valve	Q 124.3	BOOL	ولو
9		Stop	I 124.4	BOOL	شستی استپ

شکل ۱۵.۴ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۴.۴

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل‌های ۱۶.۴ الی ۱۸.۴ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۱۶.۴ برنامهٔ Network 1 برای اجرای پروژهٔ ۴.۴

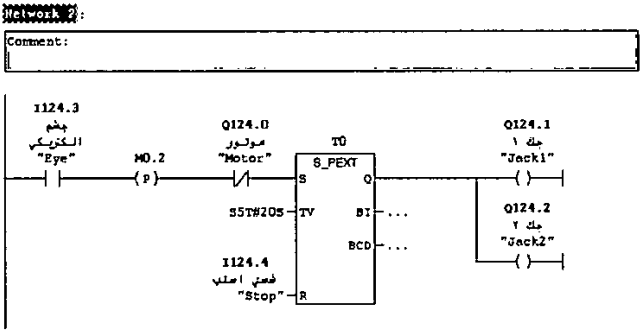
توضیح برنامهٔ Network 1

در Network 1 روشن و خاموش شدن موتور کنترل می‌گردد. همان‌طورکه در منطق برنامه ذکر گردید، در شرایط زیر موتور روشن می‌شود:

- فشرده شدن شستی استارت و فعال بودن میکروسوئیچ‌های ۱ و ۲
- فعال شدن میکروسوئیچ‌های ۱ و ۲

در شرایط زیر موتور خاموش می‌شود:

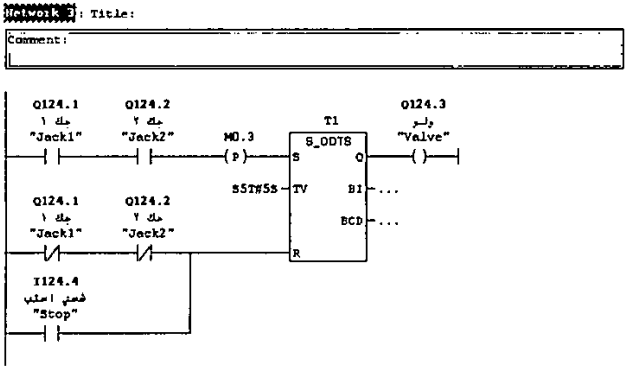
- عمل نمودن چشم الکتریکی
- فشرده شدن شستی استپ



شکل ۱۷.۴ برنامهٔ Network 2 برای اجرای پروژهٔ ۴.۴

توضیح برنامهٔ Network 2

در Network 2 روشن و خاموش شدن جک ۱ و ۲ کنترل می‌گردد. برای این منظور از یک عدد تایمر تأخیر در قطع استفاده شده است تا مدت زمان فعال بودن جک‌ها را کنترل نماید. زمان فعال بودن جک‌ها برابر 20 ثانیه در نظر گرفته شده است، زیرا جک‌ها باید 5 ثانیه قبل از باز شدن ولو و 15 ثانیه پس از باز شدن ولو، فعال باشند.



شکل ۱۸.۴ برنامهٔ Network 3 برای اجرای پروژهٔ ۴.۴

توضیح برنامهٔ Network 3

در Network 3 روشن و خاموش شدن ولو کنترل می‌گردد. در این نتورک از یک عدد تایمر تأخیر در وصل استفاده شده است تا 5 ثانیه بعد از فعال شدن جک‌ها، ولو را باز نماید.

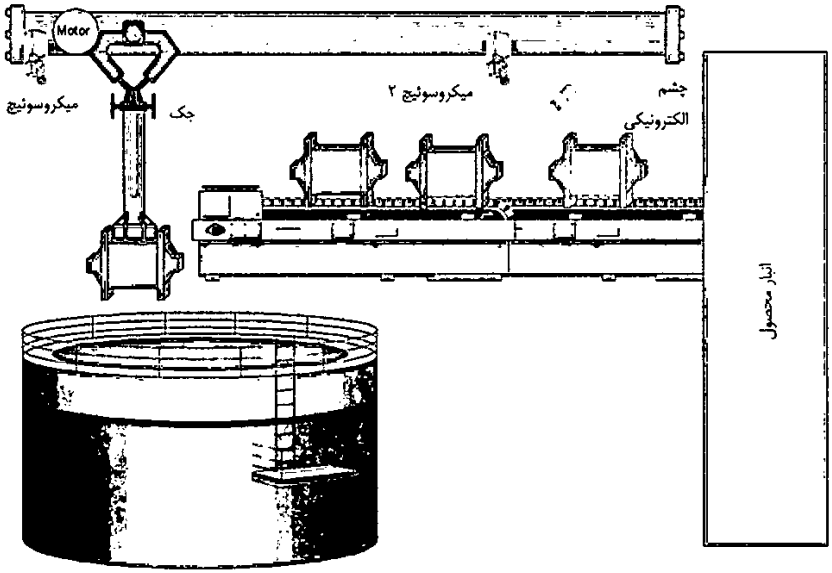
بسته شدن ولو نیز به غیرفعال شدن جک‌ها منوط شده است؛ یعنی زمانی‌که جک‌ها غیرفعال شدند، ولو نیز بسته می‌شود.

۵.۴ پروژهٔ کنترل سیستم رنگ‌آمیزی قطعات صنعتی

در یک پروسهٔ صنعتی تولید قطعات، به‌منظور انجام عمل رنگ‌آمیزی، قطعات تولیدی وارد واحد رنگ‌آمیزی می‌شوند. در این واحد، قعطعات تولیدی رنگ‌آمیزی شده و به انبار محصول انتقال پیدا می‌نمایند. در واحد رنگ‌آمیزی از یک عدد نوار نقاله که دارای یک عدد موتور الکتریکی است، به‌منظور جابه‌جایی قطعات استفاده می‌شود. همچنین از یک عدد ربات به‌منظور انجام عمل رنگ‌آمیزی استفاده می‌شود. به‌منظور حرکت ربات در طول مسیر رنگ‌آمیزی، از یک عدد موتور الکتریکی سه‌فاز با راه‌اندازی چپگرد/ راستگرد استفاده می‌شود. در شکل ۱۹.۴ پروسهٔ رنگ‌آمیزی قطعات نشان داده شده است.

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت، موتور چرخش نوار نقاله روشن می‌شود.
- زمانی‌که چشم الکترونیکی حضور قطعه را در مقابل خود حس نمود، ابتدا موتور چرخش نوار نقاله خاموش شده و سپس بازوی ربات به پایین آمده و قطعه را بلند می‌کند.
- زمان لازم برای رسیدن بازوی ربات به قعطه 5 ثانیه در نظر گرفته شده است.
- در قسمت پایینی دست ربات از یک عدد مگنت استفاده شده است. عملکرد این مگنت به این صورت است که زمانی‌که برقدار گردد حالت آهنربایی پیدا نموده و می‌تواند فلزات را جذب نماید. اگر مگنت بی‌برق شود، خاصیت مغناطیسی خود را از دست داده و فلزی را که جذب نموده رها می‌نماید.
- در مرحلهٔ بعد موتور حرکت ربات به‌صورت چپگرد شروع به‌کار نموده و زمانی‌که ربات با میکروسوئیچ شماره ۱ برخورد نمود، این موتور خاموش می‌شود.
- در این زمان بازوی ربات به‌سمت پایین حرکت کرده و قطعه را در مخزن رنگ فرو می‌برد. زمان لازم برای رسیدن بازوی ربات به مخزن رنگ 5 ثانیه در نظر گرفته شده است.
- پس از مدت 10 ثانیه که قطعه در رنگ قرار داشت، بازوی ربات به‌سمت بالا حرکت می‌کند. سپس موتور به‌صورت راستگرد روشن شده و زمانی‌که ربات با میکروسوئیچ شماره ۲ برخورد نمود، موتور خاموش می‌شود.
- در این زمان بازوی ربات به‌سمت پایین حرکت کرده و قطعه را رها می‌کند.
- سپس بازوی ربات به‌سمت بالا حرکت نموده و مجدداً موتور چرخش نوار نقاله روشن شده و این چرخه دائماً تکرار می‌شود.
- به‌منظور متوقف نمودن کل سیستم از یک عدد شستی استپ استفاده می‌شود.



شکل ۱۹.۴ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۵.۴

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۰.۴ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Automatic	FC 1	FC 1	برنامهٔ مد کنترلی اتوماتیک
2		Manual	FC 2	FC 2	برنامهٔ مد کنترلی دستی
3		Start	I 124.0	BOOL	استارت
4		Stop	I 124.1	BOOL	استپ
5		Micro_switch1	I 124.2	BOOL	میکروسوئیچ ۱
6		Micro_switch2	I 124.3	BOOL	میکروسوئیچ ۲
7		eye	I 124.4	BOOL	چشم الکترونیکی
8		MOD_SELECTION	I 124.5	BOOL	کلید انتخاب حالت کاری اتوماتیک یا دستی
9		Start_Man_Motor_ROB_R	I 124.6	BOOL	استارت حرکت دستی موتور حرکت ربات به‌صورت راستگرد
10		Start_Man_Motor_ROB_L	I 124.7	BOOL	استارت حرکت دستی موتور حرکت ربات به‌صورت چپگرد
11		Magnet_off_ON_Man	I 125.1	BOOL	کنترل مگنت به‌صورت دستی
12		Motor_CON	Q 124.0	BOOL	موتور چرخش نوار نقاله
13		Motor_ROB_R	Q 124.1	BOOL	فرمان حرکت موتور ربات به‌صورت راستگرد
14		Motor_ROB_L	Q 124.2	BOOL	فرمان حرکت موتور ربات به‌صورت چپگرد
15		Magnet	Q 124.3	BOOL	مگنت
16		Jack_DWN	Q 124.4	BOOL	حرکت پایین جک
17		Jack_UP	Q 124.5	BOOL	حرکت بالای جک

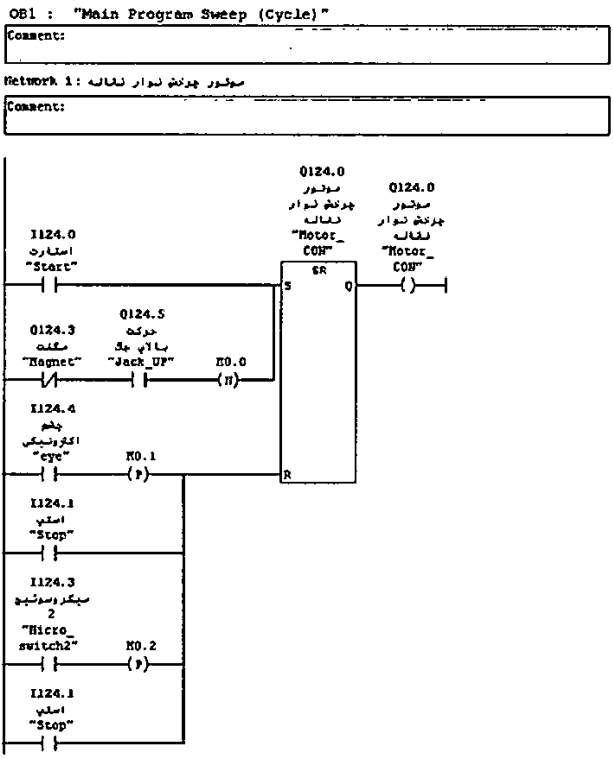
شکل ۲۰.۴ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۵.۴

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل‌های ۲۱.۴ تا ۲۶.۴ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توجه: در هر Network از برنامهٔ ارائه شده، توضیحاتی در مورد چگونگی عملکرد Network ارائه گردیده است؛ ولی تحلیل کامل برنامهٔ مذکور بر عهدهٔ خواننده می‌باشد.

توضیح برنامه Newtwork 1

در Network 1، شرایط لازم جهت روشن و خاموش نمودن موتور چرخش نوار نقاله در نظر گرفته شده است. همان‌طورکه در برنامهٔ نتورک ۱ مشخص است، از دستورات حساس به لبه (دستور P و N) نیز به دفعات استفاده شده است. باید توجه نمود اگر از این دستورات استفاده نمی‌شد، اجرای برنامه با اشکال مواجه می‌شد.

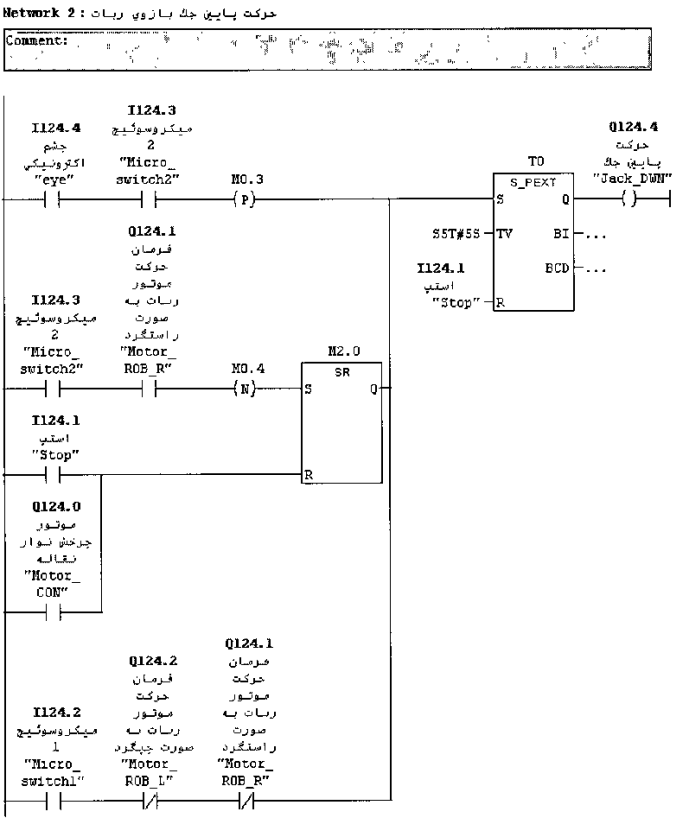


شکل ۲۱.۴ برنامهٔ Network 1 برای اجرای پروژهٔ ۵.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 2

همان‌طورکه در منطق برنامه ذکر شد، ربات به‌منظور جابه‌جایی قطعات دارای یک بازو می‌باشد. بازوی ربات به‌منظور حرکت رو به بالا و پایین خود دارای یک عدد جک می‌باشد. در Network 2، برنامهٔ لازم به‌منظور

حرکت رو به پایین این جک نوشته شده است. در این نتورک نیز از دستورات لبه استفاده شده است. در رابطه با استفاده از دستورات لبه باید توجه نمود که آدرس Memory که برای هر دستور لبه به‌کار برده می‌شود، در جای دیگری از برنامه استفاده نشود؛ در غیر این صورت اجرای صحیح برنامهٔ دچار اشکال خواهد شد.



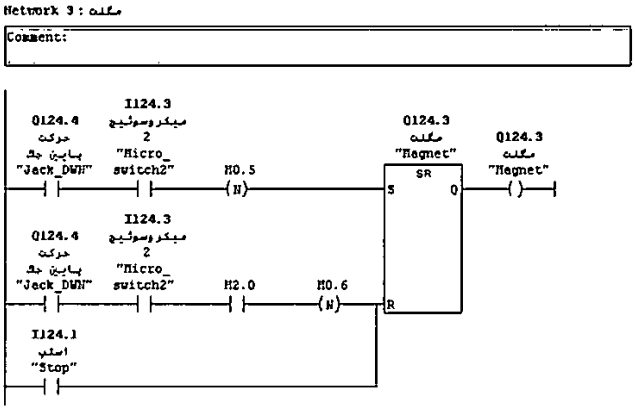
شکل ۲۲.۴ برنامهٔ Network 2 برای اجرای پروژهٔ ۵.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 3

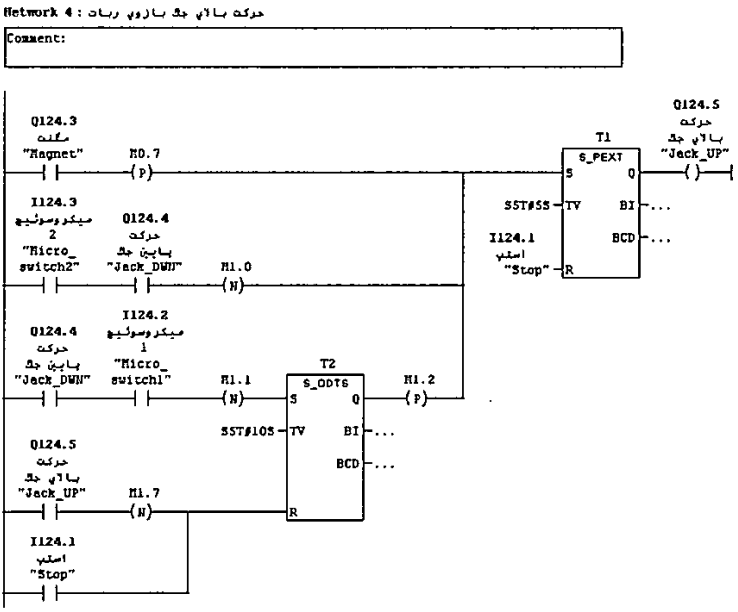
در Network 3 روشن و خاموش شدن خروجی مربوط به مگنت کنترل می‌شود.

توضیح برنامهٔ Newtwork 4

در Network 4 روشن و خاموش شدن خروجی مربوط به حرکت بالای جک، کنترل می‌شود.



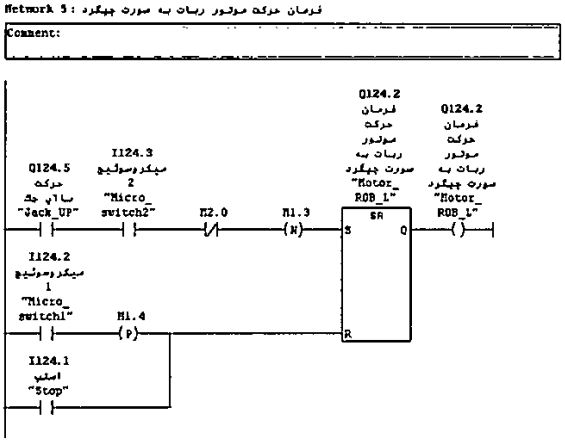
شکل ۲۳.۴ برنامهٔ Network 3 برای اجرای پروژهٔ ۵.۴



شکل ۲۴.۴ برنامهٔ Network 4 برای اجرای پروژهٔ ۵.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 5

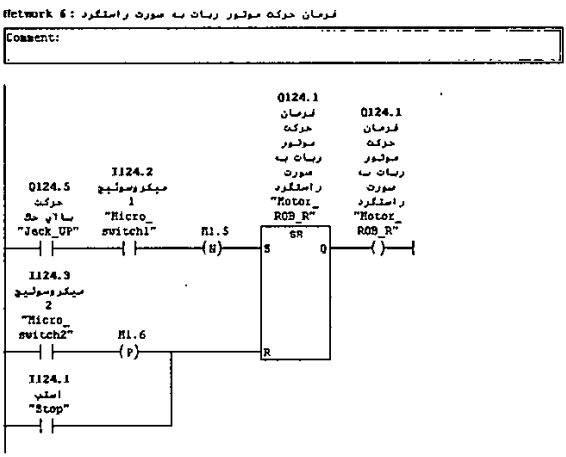
در Network 5 حرکت موتور ربات به‌صورت چپگرد کنترل می‌شود.



شکل ۲۵.۴ برنامهٔ Network 5 برای اجرای پروژهٔ ۵.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 6

در Network 6 حرکت موتور ربات به‌صورت راستگرد کنترل می‌شود.



شکل ۲۶.۴ برنامهٔ Network 6 برای اجرای پروژهٔ ۵.۴

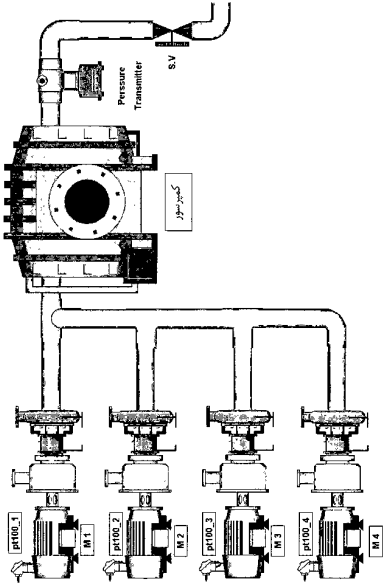
۶.۴ پروژهٔ کنترل کمپرسورخانه

در اکثر پروسه‌های صنعتی به‌منظور تأمین فشار هوای مورد نیاز جهت ادوات مختلفی که با فشار هوا کار می‌کنند، از واحد کمپرسورخانه استفاده می‌شود. جک‌ها و سیستم‌های نیوماتیکی که تقریباً در اکثر کارخانه‌جات مورد استفاده قرار می‌گیرند، از جمله وسایلی هستند که با فشار هوا کار می‌کنند.

در شکل ۲۷.۴ نمایی از واحد کمپرسورخانه نشان داده شده است.

ادوات مورد استفاده در این پروژه

در این پروژه به‌منظور تأمین هوای مورد نیاز خط تولید از چهار عدد کمپرسور استفاده می‌شود که هر یک از آنها دارای یک موتور الکتریکی می‌باشد. دو عدد از کمپرسورها به‌عنوان کمپرسور اصلی و دو عدد دیگر به‌عنوان رزرو در نظر گرفته شده‌اند. به‌منظور اندازه‌گیری فشار تولیدی کمپرسورها، از یک عدد Perssure Transmitter (سنسور اندازه‌گیری فشار) با سیگنال خروجی 4 الی 20 میلی‌آمپر استفاده شده است. در این پروژه فرض می‌شود که این سنسور به‌ازای فشار Bar 0 مقدار 4 میلی‌آمپر و به‌ازای فشار Bar 10 مقدار 20 میلی‌آمپر به کارت AI تحویل می‌دهد. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری دمای هر یک از موتورها، از یک عدد PT 100 و به‌منظور نمایش وضعیت دمای موتورها از چهار عدد لامپ که هر کدام مربوط به یکی از موتورها می‌باشد، استفاده شده است. در صورت افزایش دمای هر کدام از موتورها از حد مجاز، لامپ مربوط به خطای افزایش دمای آن موتور روشن می‌شود. همچنین به‌منظور کنترل ارسال فشار هوای تولیدی به درون خط از یک عدد شیر برقی (ولو) استفاده شده است.



شکل ۲۷.۴ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۶.۴

فصل ۴

عملکرد سیستم

- در این سیستم موتورهای شماره ۱ و ۳ موتورهای اصلی بوده و در شرایط عادی مطابق منطق برنامه روشن می‌شوند.
- درصورتی‌که هر کدام از این موتورها دچار اشکال شوند، به‌طور اتوماتیک موتور رزرو آن وارد مدار می‌شود.
- از جمله اشکالات مهمی که ممکن است برای موتورها پیش آید، افزایش دمای موتور از حد مجاز است؛ در این صورت موتوری که دمای آن از حد مجاز افزایش یافته است، به‌طور اتوماتیک خاموش شده و موتور رزرو روشن می‌شود.
- در صورت افزایش دمای موتور از حد مجاز، لامپ خطای افزایش دمای مجاز آن موتور نیز روشن می‌شود.
- به‌منظور تأیید کردن خطای به‌وجود آمده، از یک عدد شستی Acknowledge (تأیید) استفاده می‌شود.

منطق برنامه

- با فشرده شدن شستی استارت (Start)، ابتدا شیر برقی (S.V) باز شده و پس از 7 ثانیه موتور شماره ۱ روشن می‌شود.
- اگر فشار هوای درون خط کمتر از 3 Bar بود، موتور شماره ۳ نیز روشن می‌شود.
- اگر فشار هوای درون خط بیشتر از 8 Bar شد، موتور شماره ۳ خاموش می‌شود.
- در شرایطی که موتور شماره ۱ یا موتور رزرو آن (موتور شماره ۲) روشن است، اگر فشار هوای درون خط کمتر از 3 Bar شد، مجدداً موتور شماره ۳ یا موتور رزرو آن (موتور شماره ۴) روشن می‌شود.
- به‌همین ترتیب ذکر شده، فشار هوای خط بین 3 الی 8 Bar تنظیم می‌شود.
- با فشرده شدن شستی استپ (Stop)، همهٔ موتورها خاموش شده و پس از 5 ثانیه شیر برقی (S.V) بسته می‌شود.
- اگر دمای هر کدام از موتورهای شماره ۱ و ۳ در حال کار از 80 درجه بیشتر شود، لازم است آن موتور خاموش شده و موتور رزرو آن به‌طور اتوماتیک روشن شود. همچنین لامپ نشان‌دهندهٔ افزایش دمای مجاز آن موتور نیز روشن شود.
- در صورت کاهش دما از محدودهٔ خطا، تا زمانی‌که اپراتور شستی Acknowledge را نفشرده است، لامپ مذکور روشن مانده و موتور در استارت‌های بعدی نیز روشن نمی‌شود.
- اگر اپراتور شستی Acknowledge را فشرد، لامپ خطا خاموش شده و در استارت‌های بعدی، موتوری که دچار خطا شده بود روشن می‌شود.

توجه: مقادیر به‌کار رفته جهت دما و فشار در این تمرین فقط جنبهٔ تمرینی داشته و ممکن است در عمل از مقادیر دیگری استفاده شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۸.۴ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 124.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 124.1	BOOL	شستی استپ
3		Acknowledge	I 124.2	BOOL	شستی تصدیق
4		pressure of line	MD 10	REAL	فشار هوای خط تولید
5		M1_temp	MW 0	INT	دمای موتور ۱
6		M2_temp	MW 2	INT	دمای موتور ۲
7		M3_temp	MW 4	INT	دمای موتور ۳
8		M4_temp	MW 6	INT	دمای موتور ۴
9		P.T	PIW 752	INT	پرشر ترنسمیتر
10		Pt100_1	PIW 754	INT	سنسور دمای موتور ۱
11		Pt100_2	PIW 756	INT	سنسور دمای موتور ۲
12		Pt100_3	PIW 758	INT	سنسور دمای موتور ۳
13		Pt100_4	PIW 760	INT	سنسور دمای موتور ۴
14		M1	Q 124.0	BOOL	موتور شمارهٔ ۱ اصلی
15		M2	Q 124.1	BOOL	موتور شمارهٔ ۲ رزرو
16		M3	Q 124.2	BOOL	موتور شمارهٔ ۳ اصلی
17		M4	Q 124.3	BOOL	موتور شمارهٔ ۴ رزرو
18		S.V	Q 124.4	BOOL	سلونوئید ولو خط هوا
19		M1_Fult	Q 124.5	BOOL	خطای افزایش دمای موتور ۱
20		M2_Fult	Q 124.6	BOOL	خطای افزایش دمای موتور ۲
21		M3_Fult	Q 124.7	BOOL	خطای افزایش دمای موتور ۳
22		M4_Fult	Q 125.0	BOOL	خطای افزایش دمای موتور ۴

شکل ۲۸.۴ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۶.۴

توجه: به‌دلیل استفاده از آدرس‌های پری‌فرال (PIW) در برنامه و جدول سمبل‌ها، حتماً کارت‌های آنالوگی با همین آدرس‌ها در پیکربندی خود ایجاد نمایید یا اینکه آدرس‌های مذکور را به آدرس‌های نشان داده شده در جدول ۲.۴ تغییر دهید.

فصل ۴

جدول ۲.۴

سمبل	آدرس پری‌فرال	آدرس معمولی
PT	PIW 752	IW 90
Pt100_1	PIW 754	IW 92
Pt100_2	PIW 756	IW 94
Pt100_3	PIW 758	IW 96
Pt100_4	PIW 760	IW 98

توجه: در صورت استفاده از CPU314C-2DP در پیکربندی خود، نیازی به استفاده از کارت آنالوگ مجزا و یا تغییر دادن آدرس‌ها نمی‌باشد.

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل‌های ۲۹.۴ تا ۴۳.۴ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توضیح برنامهٔ Newtwork 1 تا Network 4

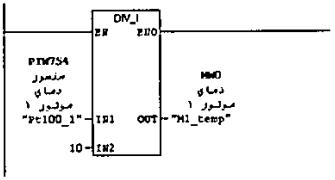
می‌دانید عددی که پس از تبدیل سیگنال RTD در اختیار ما قرار می‌گیرد، ده برابر دمای واقعی است، پس لازم است در برنامه، آن را بر عدد 10 تقسیم نموده تا مقدار دمای واقعی به‌دست آید. در Network 1 الی Network 4، محاسبهٔ دمای موتورهای ۱ الی ۴ صورت پذیرفته است.

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

Network 1 : Title:

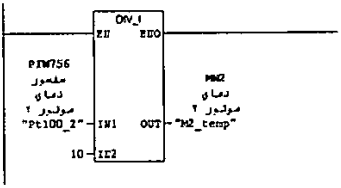
Comment:



شکل ۲۹.۴ برنامهٔ Network 1 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

Network 2 : Title:

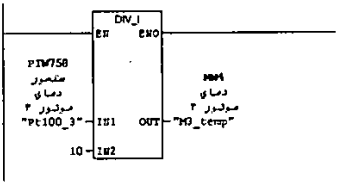
Comment:



شکل ۳۰.۴ برنامهٔ Network 2 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

Network 3 : Title:

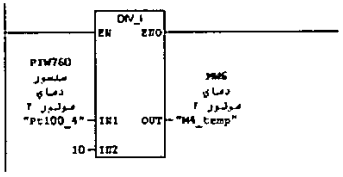
Comment:



شکل ۳۱.۴ برنامهٔ Network 3 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

Network 4 : Title:

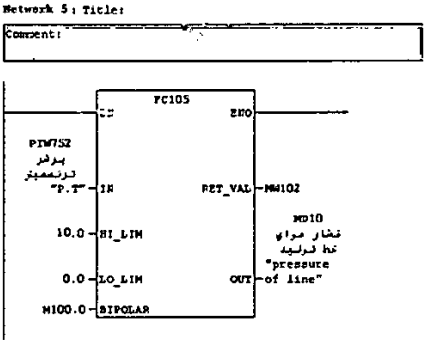
Comment:



شکل ۳۲.۴ برنامهٔ Network 4 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 5

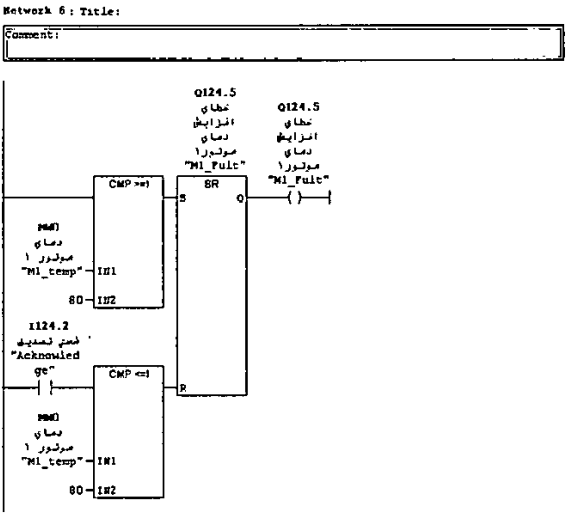
عددی که پس از تبدیل سیگنال ارسالی از ترانسمیتر فشار در اختیار ما قرار می‌گیرد به‌صورت خام بوده و باید آن را بین محدودهٔ 0.0 الی 10.0 بار، مقیاس نمود. این کار توسط FC105 از توابع زیمنس صورت می‌گیرد. نحوهٔ استفاده از این FC در مراحل قبل توضیح داده شده است.



شکل ۳۳.۴ برنامهٔ Network 5 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 6

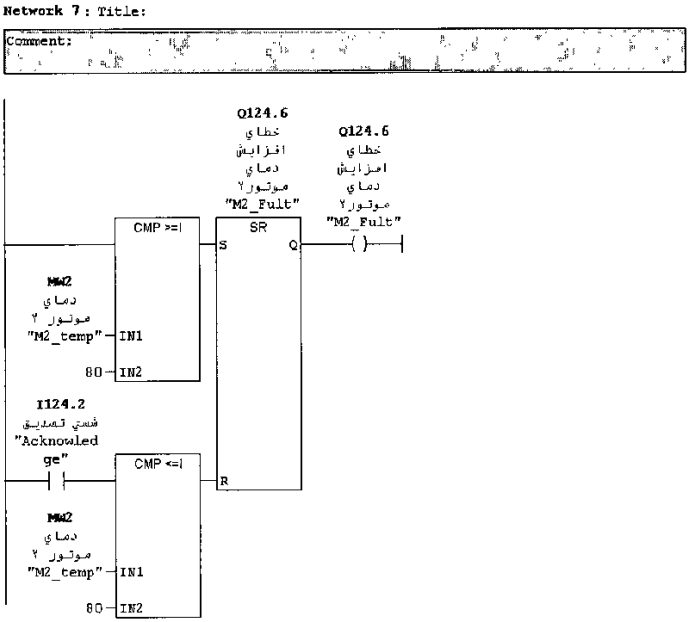
در صورت افزایش دمای موتور ۱ از حد مجاز (80 درجه) خروجی Q124.5 که نشان‌دهندهٔ وجود خطا در موتور ۱ است Set می‌شود. همچنین درصورتی‌که دما زیر 80 درجه قرار داشته باشد و شستی Acknowledge فشرده گردد، خطا Reset می‌شود.



شکل ۳۴.۴ برنامهٔ Network 6 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 7

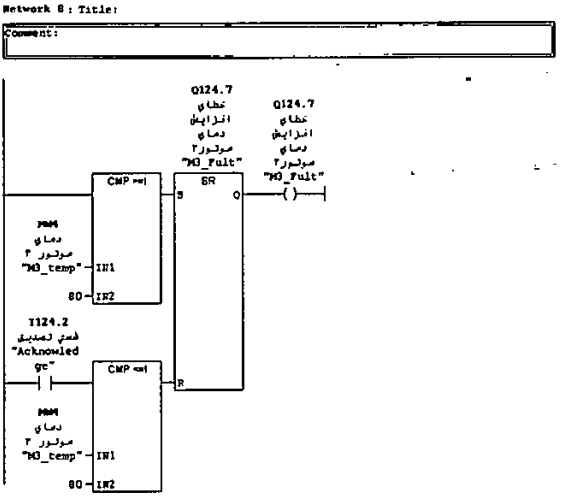
در صورت افزایش دمای موتور ۲ از حد مجاز (80 درجه) بیت خروجی Q124.6 که نشان‌دهندهٔ وجود خطا در موتور ۲ است Set می‌شود. همچنین درصورتی‌که دما زیر 80 درجه قرار داشته باشد و شستی Acknowledge فشرده گردد، این بیت Reset می‌شود.



شکل ۳۵.۴ برنامهٔ Network 7 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 8

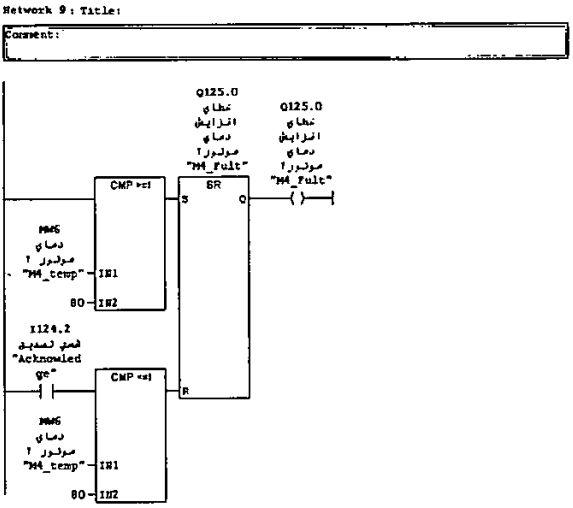
در صورت افزایش دمای موتور ۳ از حد مجاز (80 درجه) بیت خروجی Q124.7 که نشان‌دهندهٔ وجود خطا در موتور ۳ است Set می‌شود. همچنین درصورتی‌که دما زیر 80 درجه قرار داشته باشد و شستی Acknowledge فشرده گردد، این بیت Reset می‌شود.



شکل ۳۶.۴ برنامهٔ Network 8 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 9

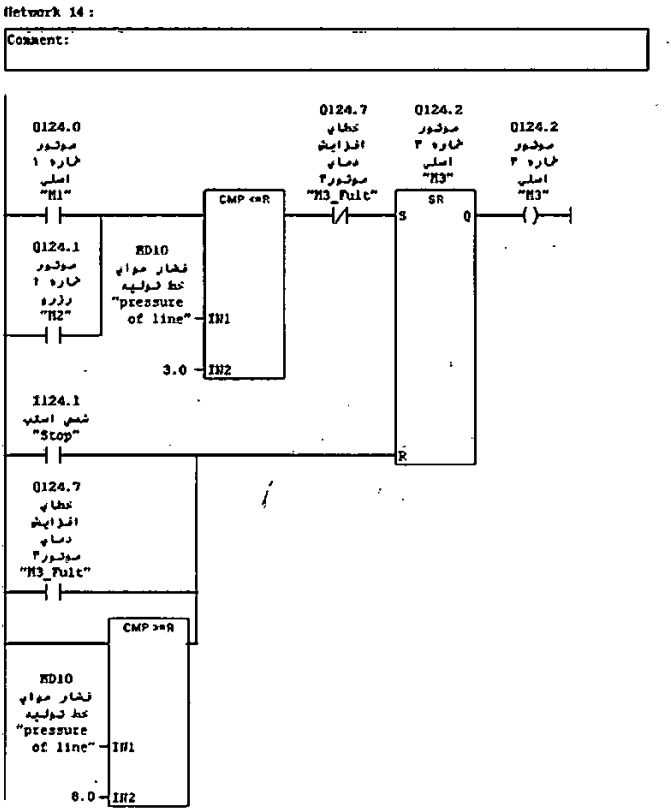
در صورت افزایش دمای موتور ۴ از حد مجاز (80 درجه) بیت خروجی Q125.0 که نشان‌دهندهٔ وجود خطا در موتور ۴ است Set می‌شود. همچنین درصورتی‌که دما زیر 80 درجه قرار داشته باشد و شستی Acknowledge فشرده گردد، این بیت Reset می‌شود.



شکل ۳۷.۴ برنامهٔ Network 9 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 14

روشن و خاموش شدن موتور ۳ بستگی به فشار هوای درون خط دارد. اگر فشار هوای درون خط کمتر از 3 Bar باشد و یکی از موتورهای ۱ یا ۲ نیز روشن باشند، موتور ۳ روشن می‌شود. درصورتی‌که فشار هوای درون خط بیشتر از 8 Bar شود، این موتور خاموش می‌شود. درصورتی‌که خطای افزایش دما برای موتور ۳ به‌وجود آید، این موتور خاموش می‌شود. تا زمانی‌که خطا برطرف و تأیید نشده است، هر زمان که لازم است این موتور روشن شود، موتور ۴ به‌جای آن روشن می‌شود.

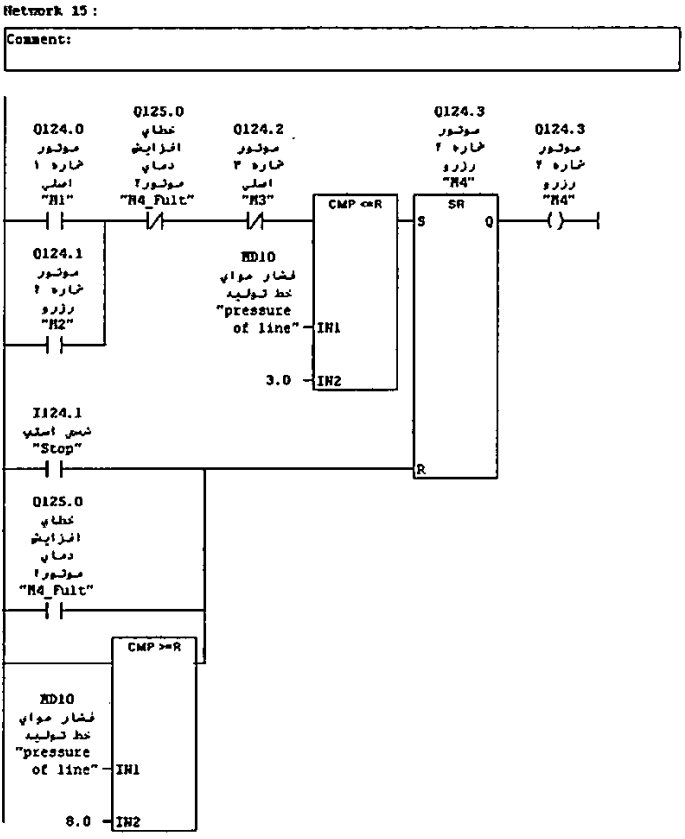


شکل ۴۲.۴ برنامهٔ Network 14 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

توضیح برنامهٔ Newtwork 15

روشن و خاموش شدن موتور ۴ بستگی به فشار هوای درون خط دارد. اگر فشار هوای درون خط کمتر از 3 Bar باشد و یکی از موتورهای ۱ یا ۲ نیز روشن باشند و موتور ۳ دچار خطا شده باشد، این موتور روشن می‌شود.

درصورتی‌که فشار هوای درون خط بیشتر از Bar 8 شود، این موتور خاموش می‌شود. اگر خود این موتور هم دچار خطا گردد، خاموش شده و لامپ نشان‌دهندهٔ به‌وجود آمدن خطا روشن می‌شود.



شکل ۴۳.۴ برنامهٔ Network 15 برای اجرای پروژهٔ ۶.۴

۷.۴ پروژهٔ کنترل سطح از طریق کنترل فلو

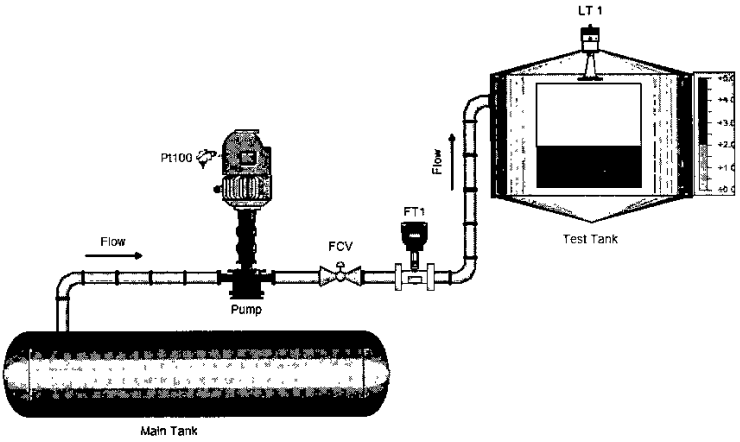
در یک پروسهٔ صنعتی، از دو عدد مخزن به‌نام‌های مخزن اصلی (Main Tank) و مخزن تست (Test Tank) استفاده می‌شود. هدف آن است که میزان مشخصی آب، از درون مخزن اصلی به مخزن تست منتقل شود. جهت انتقال آب از یک عدد پمپ که دارای موتور الکتریکی است، استفاده شده است.

به‌منظور سنجش میزان فلوی آب ورودی به مخزن تست، از یک سنسور آنالوگ اندازه‌گیری فلو (Flow Transmitter) با سیگنال خروجی 4-20 mA استفاده شده است. این سنسور قادر است میزان فلوی عبوری را بین محدودهٔ M3/M 10-0 (0 الی 10 متر مکعب بر دقیقه) اندازه‌گیری نماید.

به‌منظور سنجش ارتفاع سطح (Level) آب درون مخزن تست، از یک عدد سنسور آنالوگ اندازه‌گیری سطح از نوع راداری با سیگنال خروجی 4-20 mA استفاده شده است. این سنسور قادر است، میزان ارتفاع سطح بین 0-5 m (0 الی 5 متر) را اندازه‌گیری نماید.

به‌منظور کنترل میزان فلوی آب ورودی به مخزن تست، از یک کنترل ولو با سیگنال فرمان 4-20 mA استفاده شده است. اگر سیگنال 4 mA به کنترل ولو داده شود، کاملاً بسته و اگر سیگنال 20 mA به آن داده شود، کاملاً باز می‌شود. اگر سیگنالی بین 4-20 mA به کنترل ولو داده شود، به‌صورت آنالوگ به اندازهٔ درصد مشخصی بین 100-0٪ باز یا بسته می‌شود.

شکل ۴۴.۴ پروسهٔ مورد نظر جهت کنترل سطح از طریق کنترل فلو را نشان می‌دهد.



شکل ۴۴.۴ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۷.۴

منطق برنامه (شرح عملکرد)

- با فشرده شدن شستی استارت (Start)، ابتدا کنترل ولو به میزان 20٪ باز شده و پس از 5 ثانیه موتور پمپ روشن می‌شود.
- با فشرده شدن شستی استپ (Stop)، ابتدا موتور پمپ خاموش شده و پس از 5 ثانیه کنترل ولو کاملاً بسته می‌شود؛ یعنی فرمان اعمالی به کنترل ولو برابر با 0٪ می‌شود.
- به‌منظور اندازه‌گیری دمای موتور از یک عدد سنسور Pt100 استفاده شده است، لازم است میزان دمای موتور به فرم Real محاسبه شده و در یک خانهٔ حافظه ذخیره شود.
- اگر دمای موتور از 60 درجه بیشتر شد، لازم است یک آلارم فعال شود.
- در شرایطی که میزان ارتفاع سطح مخزن کمتر از 4 متر است، لازم است فرمان کنترل ولو به‌صورت زیر و با توجه به میزان فلو تغییر نماید:

فلو بین 0M3/m الی 5M3/m: فرمان کنترل ولو 80٪

فلوی بین 5M3/m الی 8M3/m: فرمان کنترل ولو 60٪

فلوی بالای 8M3/m: فرمان کنترل ولو 30٪

- اگر میزان ارتفاع سطح مخزن بیشتر از 4 متر شد، فرمان کنترل ولو روی 5٪ تنظیم شود.
- اگر میزان ارتفاع سطح مخزن به عدد 4.4 متر رسید، موتور پمپ خاموش شده و پس از 5 ثانیه کنترل ولو نیز کاملاً بسته شود.

نکتهٔ ۱: در زمانی‌که ارتفاع سطح مخزن بیشتر از 4 متر شود، میزان فلوی آب عبوری در کار کنترل تأثیری ندارد و فرمان کنترل ولو با توجه به میزان ارتفاع سطح به‌صورت ذکر شده تنظیم می‌شود.

نکتهٔ ۲: در عمل در صنعت به‌جای اینکه فرمان کنترل ولو با توجه به بازهٔ تغییرات اعمال شود، از روش PID کنترل استفاده شده و فرمان در هر لحظه متناسب با مقدار کمیت پروسه در همان لحظه صادر می‌شود. در این رابطه می‌توانید به کتاب "مجموعه پروژه‌های پیشرفتهٔ PLC و WinCC" تألیف مهندس فرجی از انتشارات نگارندهٔ دانش مراجعه و تمرین ارائه شده در فصل ۳ با عنوان PID کنترل را مطالعه نمایید.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۴۵.۴ کامل نمایید.

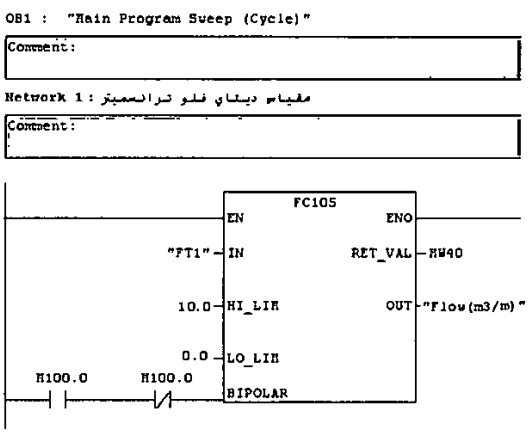
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 8.5	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 8.6	BOOL	شستی استپ
3		FT1	IW 90	INT	سنسور اندازه‌گیری فلو (فلو ترانسمیتر)
4		LT1	IW 92	INT	سنسور اندازه‌گیری ارتفاع سطح (Level Transmitter)
5		Pt100	IW 94	INT	سنسور اندازه‌گیری دما
6		Flow(m3/m)	MD 110	REAL	فلوی عبوری برحسب متر مکعب بر دقیقه
7		Level (m)	MD 114	REAL	ارتفاع سطح آب درون مخزن برحسب متر
8		Temperature(C)	MD 118	REAL	دمای موتور برحسب درجهٔ سانتی‌گراد
9		FCV_Percent	MD 122	REAL	درصد فرمان اعمالی به کنترل ولو
10		Pump	Q 7.7	BOOL	فرمان روشن کردن موتور پمپ
11		FCV	QW 100	INT	فرمان کنترل "فلو کنترل ولو"
12		Temperature_Alarm	Q 8.0	BOOL	آلارم افزایش دمای موتور پمپ

شکل ۴۵.۴ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۷.۴

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل‌های ۴۶.۴ الی ۵۷.۴ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توضیح برنامهٔ Network 1

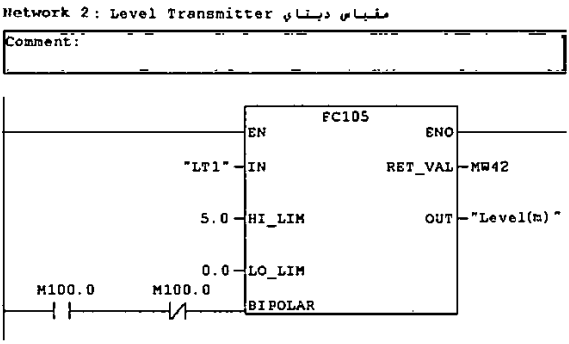
در این نتورک، مقدار دیتای خام ارسالی از سنسور فلو ترانسمیتر در رنج 0 الی 10 متر مکعب بر دقیقه مقیاس می‌شود. همان‌طورکه در برنامه دیده می‌شود، از تابع FC105 زیمنس استفاده شده است.



شکل ۴۶.۴ برنامهٔ Network 1 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 2

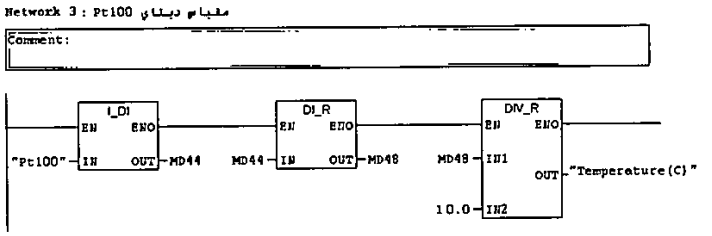
در این نتورک، مقدار دیتای خام ارسالی از سنسور اندازه‌گیری ارتفاع سطح (Level Transmitter) در رنج 0 الی 5 متر مقیاس می‌شود. همان‌طورکه در برنامه دیده می‌شود، از تابع FC105 زیمنس استفاده شده است.



شکل ۴۷.۴ برنامهٔ Network 2 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 3

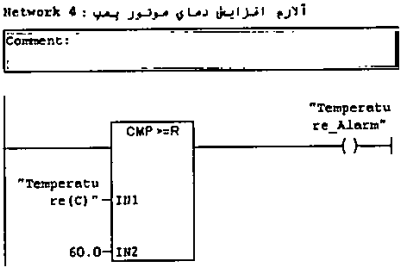
در این نتورک، دیتای خام ارسالی از Pt100 به‌صورت دمای واقعی مقیاس می‌شود. همان‌طورکه در برخی از پروژه‌های قبل نیز مشاهده شد، برای تبدیل دیتای Pt100 به‌صورت دمای واقعی باید آن را بر عدد 10 تقسیم نمود. البته بهتر است ابتدا دیتا را از فرم Integer به فرم Real تبدیل نمود تا دما به‌صورت اعشاری محاسبه شود.



شکل ۴۸.۴ برنامهٔ Network 3 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 4

در صورت افزایش دمای موتور پمپ از 60 درجه، باید یک آلارم فعال شود. در این نتورک برنامهٔ مورد نظر جهت تولید آلارم افزایش دما طراحی شده است.

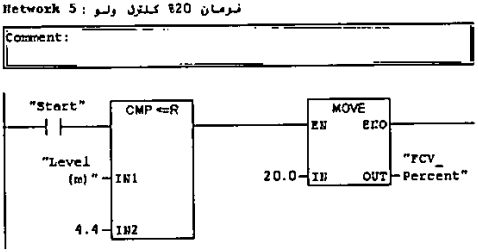


شکل ۴۹.۴ برنامهٔ Network 4 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

فصل ۴

توضیح برنامهٔ Network 5

در این نتورک، اعمال فرمان 20٪ به کنترل ولو در زمان فشرده شدن شستی استارت پیاده‌سازی شده است. همان‌طورکه در برنامه این نتورک مشخص است، علاوه بر فرمان استارت، از یک مقایسه‌گر نیز استفاده شده است تا زمانی‌که مقدار ارتفاع سطح آب درون مخزن بزرگتر یا مساوی 4.4 است، فرمان به کنترل ولو اعمال نگردد. همچنین جهت اعمال فرمان، از تابع Move استفاده شده است که عدد 20.0 (معادل 20٪) را به حافظهٔ FCV_Percent ارسال می‌نماید.

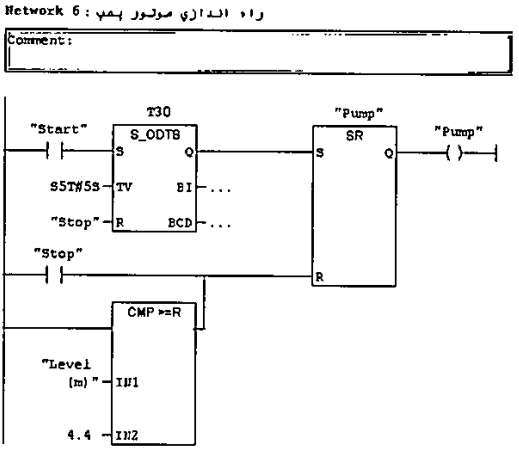


شکل ۵۰.۴ برنامهٔ Network 5 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 6

در این نتورک برنامه لازم جهت روشن و خاموش نمودن موتور پمپ پیاده‌سازی شده است. همان‌طورکه در برنامه نیز مشخص است، برای روشن شدن موتور پمپ باید شستی استارت فشرده شود؛ در این حالت پس از 5 ثانیه تایمر T30 موتور پمپ را روشن می‌کند.

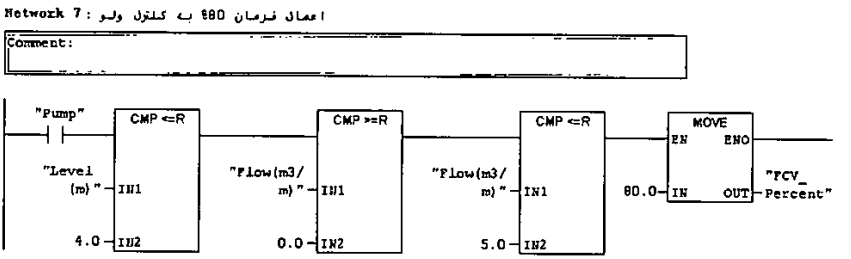
شرط خاموش شدن موتور پمپ نیز فشرده شدن شستی استپ (Stop) یا افزایش مقدار ارتفاع سطح (Level) مخزن به 4.4 متر است. هر کدام از دو عمل فوق که اتفاق افتد، موتور پمپ خاموش می‌شود.



شکل ۵۱.۴ برنامهٔ Network 6 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 7

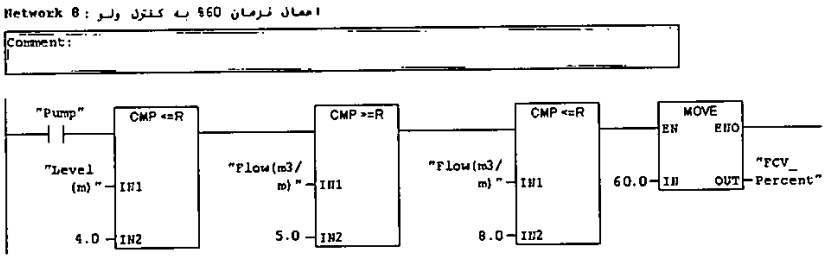
در این نتورک، برنامهٔ لازم جهت اعمال فرمان 80٪ به کنترل ولو طراحی شده است. درصورتی‌که ارتفاع سطح (Level) آب درون مخزن کمتر از 4 متر باشد و نیز میزان فلوی آب ورودی به مخزن تست در رنج 0 الی 5 متر مکعب بر دقیقه باشد، عدد 80 که بیانگر فرمان 80٪ است به حافظهٔ FCV_Percent ارسال می‌شود.



شکل ۵۲.۴ برنامهٔ Network 7 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 8

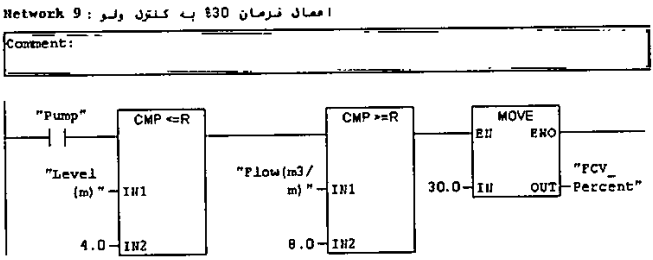
در این نتورک، برنامهٔ لازم جهت اعمال فرمان 60٪ به کنترل ولو طراحی شده است. درصورتی‌که ارتفاع سطح (Level) آب درون مخزن کمتر از 4 متر باشد و نیز میزان فلوی آب ورودی به مخزن تست در رنج 5 الی 8 متر مکعب بر دقیقه باشد، عدد 60 که بیانگر فرمان 60٪ است به حافظهٔ FCV_Percent ارسال می‌شود.



شکل ۵۳.۴ برنامهٔ Network 8 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 9

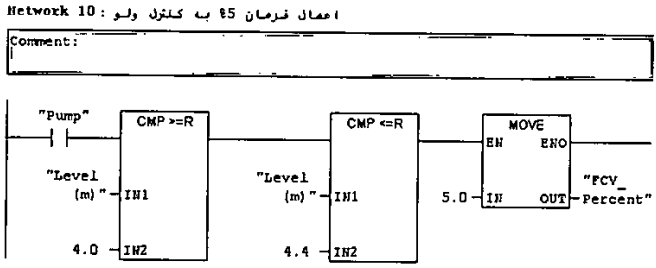
در این نتورک، برنامهٔ لازم جهت اعمال فرمان 30٪ به کنترل ولو طراحی شده است. درصورتی‌که ارتفاع سطح (Level) آب درون مخزن کمتر از 4 متر باشد و نیز میزان فلوی آب ورودی به مخزن تست بزرگتر یا مساوی 8 متر مکعب بر دقیقه باشد، عدد 30 که بیانگر فرمان 30٪ است به حافظهٔ FCV_Percent ارسال می‌شود.



شکل ۵۴.۴ برنامهٔ Network 9 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 10

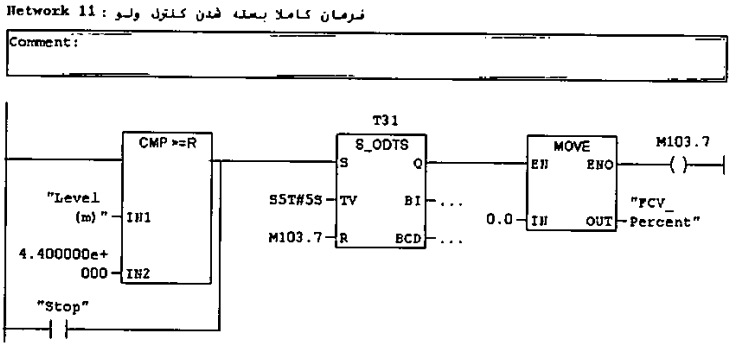
درصورتی‌که ارتفاع سطح (Level) آب درون مخزن از 4 متر بیشتر شود (و کمتر از 4.4 متر باشد)، بدون در نظر گرفتن میزان فلوی آب ورودی به مخزن، فرمان 5٪ به کنترل ولو اعمال می‌شود.



شکل ۵۵.۴ برنامهٔ Network 10 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 11

درصورتی‌که ارتفاع سطح (Level) آب درون مخزن مساوی یا بزرگتر از 4.4 متر شود، تایمر T31 فعال شده و پس از 5 ثانیه دیتای 0 که معادل فرمان 0٪ است را به حافظهٔ FCV_Percent ارسال می‌نماید. همچنین درصورتی‌که شستی استپ (Stop) فعال شود نیز فرمان 0٪ به کنترل ولو ارسال می‌شود.

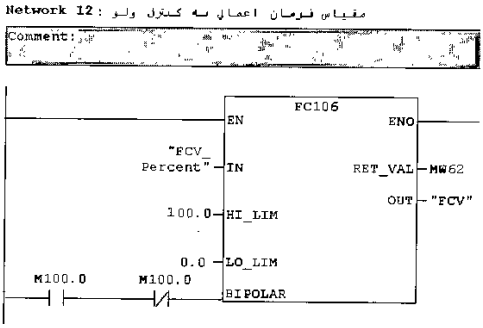


شکل ۵۶.۴ برنامهٔ Network 11 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

توضیح برنامهٔ Network 12

در این نتورک با استفاده از FC106 زیمنس، دیتای درون حافظهٔ FCV_Percent در رنج 0 الی 100 (معادل 0٪ الی 100٪) Unscale می‌شود. این عمل لازم است که برای فرمان‌های خروجی آنالوگ صورت پذیرد و عملکرد آن عکس تابع FC105 است.

لازم به‌ذکر است که محل قرارگیری تابع FC106 در Library نرم‌افزار و در همان پوشه‌ای است که تابع FC105 قرار گرفته است.



شکل ۵۷.۴ برنامهٔ Network 12 برای اجرای پروژهٔ ۷.۴

فصل ۵

پروژه‌های سطح تکمیلی

۱.۵ پروژهٔ کنترل پروسهٔ بطری پُرکنی در یک کارخانهٔ تولید نوشابه

۲.۵ پروژهٔ خط تولید نوشابه همراه با تمام جزئیات

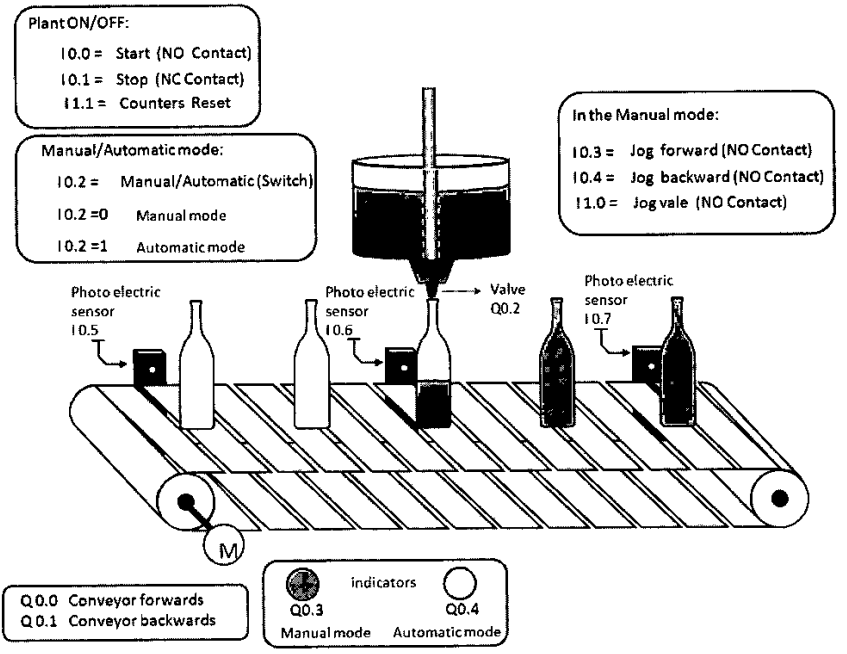
۳.۵ پروژهٔ کنترل پروسهٔ تولید شکر از چغندر قند

۴.۵ پروژهٔ کنترل عملیات تولید آهک

۵.۵ پروژهٔ کنترل سیستم بسته‌بندی شکر

۱.۵ پروژهٔ کنترل پروسهٔ بطری پُرکنی در یک کارخانهٔ تولید نوشابه

در این پروژه مراحل لازم جهت کنترل یک خط تولید نوشابه توسط PLC بیان شده و ادوات به‌کار رفته در آن پروسه بررسی خواهند شد. در ابتدا ادوات مختلف به‌کار رفته در پروژه شرح داده شده و سپس منطق کنترل بیان می‌گردد. در پایان، جدول سمبل‌ها و برنامهٔ نوشته شده به‌همراه توضیحات مربوطه ارائه خواهند شد. در شکل ۱.۵ نمایی از این پروسه و ادوات مختلفی که در آن استفاده شده است را مشاهده می‌نمایید.

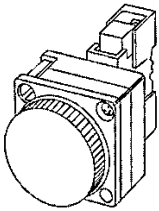


شکل ۱.۵ پروسهٔ مورد نظر در پروژه ۱.۵

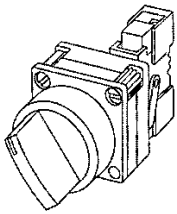
ادوات به‌کار رفته در پروژه

۱. شستی‌های پوش باتون استپ و استارت (شکل ۲.۵ (الف))

۲. سوئیچ دوحالته انتخاب حالت کار سیستم، اتوماتیک/ غیراتوماتیک (شکل ۲.۵ (ب))



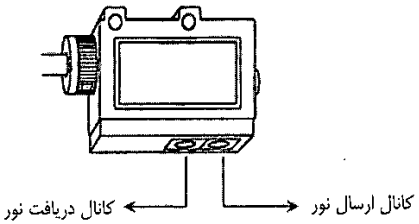
(الف) پوش باتون



(ب) سوئیچ دو حالته

شکل ۲.۵

۳. سنسورهای فتوالکتریک به‌منظور تشخیص بطری در ابتدا، وسط و انتهای خط که یک نمونه از آنها در شکل ۳.۵ نشان داده شده است.

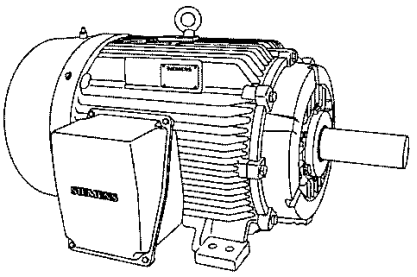


شکل ۳.۵

طرز کار این سنسور به این صورت است که توسط قسمت ارسال نور، نوری به‌صورت مستقیم منتشر می‌شود. اگر جسمی در مقابل سنسور قرار گرفته باشد، نور به آن اصابت کرده و به طرف سنسور باز می‌گردد. نور بازگشتی توسط کانال دریافت نور حس شده و در نتیجه تیغهٔ باز سنسور بسته شده و یک سیگنال به PLC می‌دهد.

۴. موتور حرکت نوار نقاله

نوار نقاله، به‌منظور حرکت راستگرد (Forward) و چپگرد (Backward) دارای یک عدد موتور الکتریکی می‌باشد. در شکل ۴.۵ یک نمونه موتور الکتریکی نشان داده شده است.

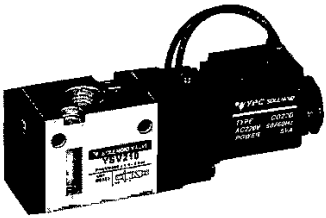


شکل ۴.۵ یک نمونه موتور الکتریکی

فصل ۵

۵. شیر برقی تخلیهٔ مخزن (Valve)

به‌منظور تخلیهٔ مادهٔ درون مخزن از یک عدد شیر برقی استفاده شده است. به شکل ۵.۵ توجه کنید.



شکل ۵.۵ یک نمونه شیر برقی (Valve)

۶. لامپ‌های نشان‌دهنده (لامپ سیگنال)

به‌منظور نشان دادن مد کاری انتخابی از دو عدد لامپ استفاده شده است.

منطق برنامه (شرح عملکرد)

توسط سوئیچ I0.2 می‌توان حالت کار سیستم را به‌صورت اتوماتیک یا غیراتوماتیک انتخاب نمود.

الف) مد کاری اتوماتیک

با فشرده شدن شستی Start، موتور به‌صورت راستگرد شروع به‌کار می‌نماید.

- هنگامی‌که سنسور فتوالکتریک I0.6 حضور بطری را در زیر مخزن حس نمود، موتور خاموش می‌شود. در این زمان شیر تخلیهٔ مخزن به مدت 5 ثانیه باز شده و سپس بسته می‌شود.
- پس از 5 ثانیه موتور مجدداً به‌صورت راستگرد روشن می‌شود. این روند به‌طور سیکلی تکرار می‌شود.
- توسط سنسور I0.5 بطری‌های خالی ورودی به نوار نقاله تشخیص داده شده و توسط برنامهٔ PLC تعداد آنها شمارش می‌شود.
- توسط سنسور I0.7 بطری‌های پُر شده تشخیص داده شده و توسط برنامهٔ PLC تعداد آنها شمارش می‌شود.
- با فشرده شدن شستی Stop موتور خاموش می‌شود.

ب) مد کاری غیراتوماتیک (دستی)

- با فشرده شدن شستی I0.3 موتور به‌صورت راستگرد روشن می‌شود. با رها نمودن این شستی، موتور خاموش می‌شود.
- با فشرده شدن شستی I0.4 موتور به‌صورت چپگرد روشن می‌شود. با رها نمودن این شستی، موتور خاموش می‌شود.
- با فشرده شدن شستی I1.0 شیر تخلیهٔ مخزن باز می‌شود. با رها نمودن این شستی، شیر تخلیه بسته می‌شود.

- در این مد توسط سنسورهای I0.5 و I0.7 برنامهٔ PLC همچنان عمل شمارش صورت می‌پذیرد.

توجه: در هر کدام از مدهای کاری، فشرده شدن شستی Count_reset باعث ریست شدن کانترها می‌شود.

نکات حفاظتی

۱. هیچ‌گاه فرمان‌های حرکت راستگرد (جلو) و چپگرد (عقب) موتور با هم فعال نشوند.
۲. هنگامی‌که موتور در حال حرکت است شیر تخلیهٔ مخزن باز نشود.
۳. هنگامی‌که شیر تخلیهٔ مخزن باز است موتور روشن نشود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۶.۵ کامل نمایید.

	Stat	Symbol	Address	Data ty	Comment
1		START	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		STOP	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		AUTO/MAN	I 0.2	BOOL	سوئیچ انتخاب حالت اتوماتیک/ دستی
4		JOG FORWARD	I 0.3	BOOL	شستی حرکت جلو (راستگرد) موتور
5		JOG BACKWARD	I 0.4	BOOL	شستی حرکت عقب (چپگرد) موتور
6		PHOTO_ELEC 1	I 0.5	BOOL	سنسور فتوالکتریک ابتدای خط
7		PHOTO_ELEC 2	I 0.6	BOOL	سنسور فتوالکتریک وسط خط
8		PHOTO_ELEC 3	I 0.7	BOOL	سنسور فتوالکتریک انتهای خط
9		JOG_VALVE	I 1.0	BOOL	باز کردن شیر تخلیهٔ مخزن به‌صورت غیراتوماتیک
10		Count_reset	I 1.1	BOOL	شستی ریست نمودن کانترها
11		MOTOR_R	Q 0.0	BOOL	فرمان حرکت جلو (راستگرد) موتور
12		MOTOR_L	Q 0.1	BOOL	فرمان حرکت عقب (چپگرد) موتور
13		OUT_VALVE	Q 0.2	BOOL	
14		AUTO_LAMP	Q 0.3	BOOL	لامپ سیگنال نشان‌دهندهٔ انتخاب حالت اتوماتیک
15		MAN_LAMP	Q 0.4	BOOL	لامپ سیگنال نشان‌دهندهٔ انتخاب حالت غیراتوماتیک

شکل ۶.۵ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱.۵

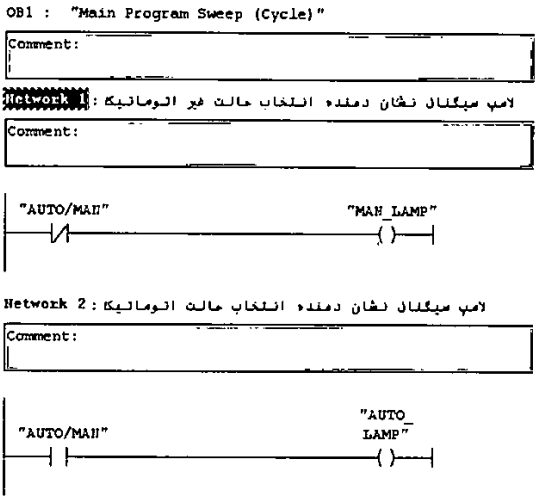
۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل‌های ۷.۵ تا ۱۰.۵ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توجه: این برنامه به زبان LAD ارائه شده است.

توضیح برنامهٔ Network 1 و Network 2

درصورتی‌که سوئیچ AUTO/MAN روی حالت قطع قرار داشته باشد، خروجی MAN_LAMP روشن می‌شود، یعنی اینکه مد کاری Manual انتخاب شده است. این عمل در Network 1 انجام می‌پذیرد.

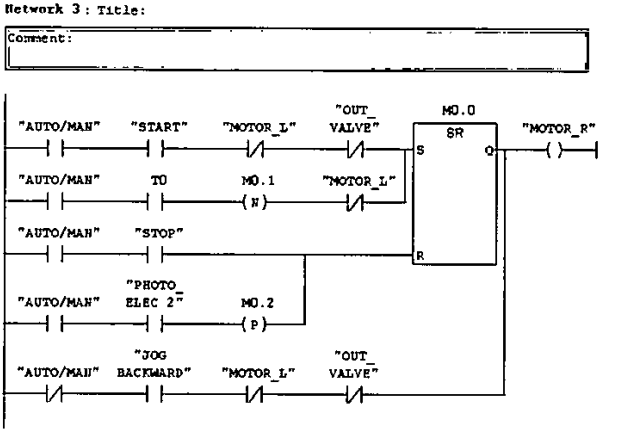
درصورتی‌که سوئیچ AUTO/MAN روی حالت وصل قرار داشته باشد، خروجی AUTO_LAMP روشن می‌شود، یعنی اینکه مد کاری Automatic انتخاب شده است. این عمل در Network 2 انجام می‌پذیرد.



شکل ۷.۵ برنامهٔ Network 1, 2 جهت اجرای پروژهٔ ۱.۵

توضیح برنامهٔ Network 3

در نتورک ۳، شرایط روشن شدن موتور نوار نقاله به‌صورت راستگرد (رو به جلو) بررسی می‌شود. در این نتورک هم شرایط کار به‌صورت اتوماتیک و هم شرایط کار به‌صورت منوال (غیراتوماتیک) در نظر گرفته شده است. همچنین شرایطی در نظر گرفته شده که پس از اینکه سنسور فتوالکتریک ۲ حضور قطعه را در زیر مخزن مایع حس نمود، موتور خامـــوش شده و پس از بسته شدن شیر تخلیهٔ مخزن موتور مجدداً شروع به‌کار نماید.



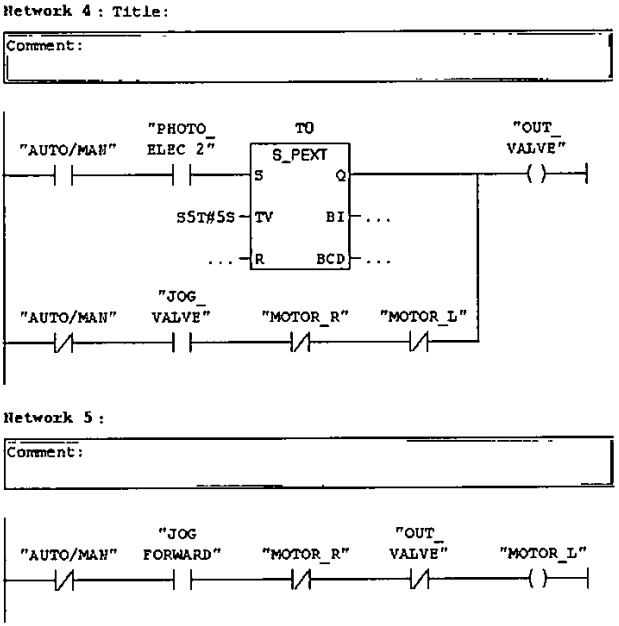
شکل ۸.۵ برنامهٔ Network 3 جهت اجرای پروژهٔ ۱.۵

توضیح برنامهٔ Network 4

در نتورک شمارهٔ ۴ شرایط لازم به‌منظور باز شدن شیر تخلیه در نظر گرفته شده است. همچنین از یک عدد تایمر تأخیر در قطع به‌منظور در نظر گرفتن زمان لازم برای باز ماندن شیر در مد کاری اتوماتیک استفاده شده است.

توضیح برنامهٔ Network 5

در نتورک شمارهٔ ۵ شرایط لازم به‌منظور حرکت چپگرد (رو به عقب) در نظر گرفته شده است. موتور فقط در مد کاری غیراتوماتیک توسط فشرده شدن شستی jog backward امکان حرکت رو به عقب را دارد.



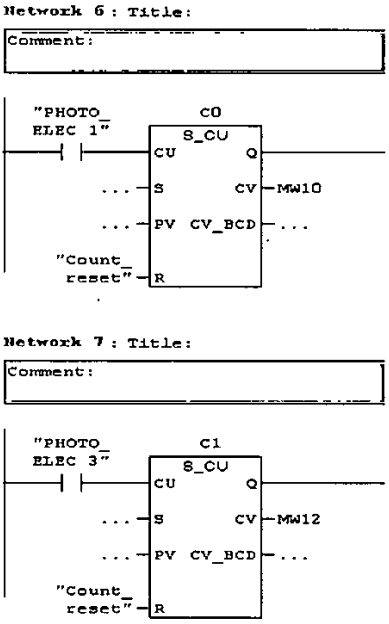
شکل ۹.۵ برنامهٔ Network 4, 5 جهت اجرای پروژهٔ ۱.۵

توضیح برنامهٔ Network 6

در نتورک شمارهٔ ۶ توسط کانتر C0 تعداد بطری‌های خالی شمارش می‌شود. همان‌طورکه مشخص است به پایهٔ شمارندهٔ افزایشی، آدرس سنسور فتوالکتریک شمارهٔ ۱ داده شده است. اگر این سنسور حضور قطعه را حس نماید، یک عدد به خروجی کانتر افزوده می‌شود. مقدار شمارش شده توسط کانتر در آدرس MW10 قرار می‌گیرد. همچنین به‌منظور ریست نمودن این کانتر از شستی Count_reset استفاده شده است.

توضیح برنامهٔ Network 7

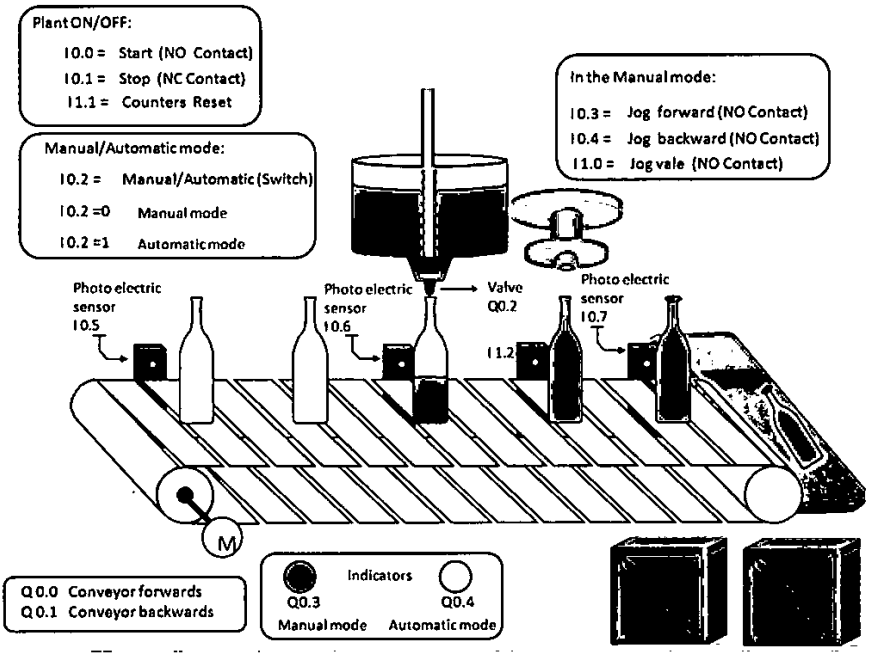
در نتورک شمارهٔ ۷، توسط کانتر C1 تعداد بطری‌های پُر شده شمارش می‌شود. همان‌طورکه مشخص است به پایهٔ شمارندهٔ افزایشی، آدرس سنسور فتوالکتریک شمارهٔ ۳ داده شده است. اگر این سنسور حضور قطعه را حس نماید، یک عدد به خروجی کانتر افزوده می‌شود. مقدار شمارش شده توسط کانتر در آدرس MW12 قرار می‌گیرد. همچنین به‌منظور ریست نمودن این کانتر از شستی Count_reset استفاده شده است.



شکل ۱۰.۵ برنامهٔ Network 6. 7 جهت اجرای پروژهٔ ۱.۵

۲.۵ پروژهٔ خط تولید نوشابه همراه با تمام جزئیات

این برنامه در واقع همان برنامهٔ قبل است که یک سری شرایط دیگر به‌منظور تکمیل پروسه به آن اضافه شده است. از جمله اینکه یک عدد جک به‌منظور پرس نمودن درب بطری‌ها و یک عدد سنسور به‌منظور تشخیص وجود بطری زیر جک پرس به پروژه اضافه گردیده است. شکل ۱۱.۵ این پروسه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱.۵ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۲.۵

منطق کنترل (شرح عملکرد)

منطق کنترل این پروژه، همان منطق کنترل پروژهٔ قبل است، با در نظر گرفتن شرایط زیر:

- بطری‌ها توسط جک، درب‌گذاری می‌شوند.
- بطری‌ها پس از درب‌گذاری روی نوار نقالهٔ دوم قرار گرفته و وارد جعبه‌های بسته‌بندی می‌شوند.
- هرگاه ۱۰ بطری وارد جعبه‌های بسته‌بندی شد، موتور خاموش شده تا اپراتور بتواند جعبهٔ جدید را در محل مورد نظر قرار دهد. همچنین کانتر نیز ریست شده و برای شمارش بعدی آماده می‌شود.
- برای شروع مجدد سیستم، باید شستی استارت فشرده شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۲.۵ کامل نمایید.

	Stat	Symbol	Address	Data ty	Comment
1		START	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		STOP	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		AUTO/MAN	I 0.2	BOOL	سوئیچ انتخاب حالت اتوماتیک/ دستی
4		JOG FORWARD	I 0.3	BOOL	شستی حرکت جلو (راستگرد) موتور
5		JOG BACKWARD	I 0.4	BOOL	شستی حرکت عقب (چپگرد) موتور
6		PHOTO_ELEC 1	I 0.5	BOOL	سنسور فتوالکتریک ابتدای خط
7		PHOTO_ELEC 2	I 0.6	BOOL	سنسور فتوالکتریک وسط خط
8		PHOTO_ELEC 3	I 0.7	BOOL	سنسور فتوالکتریک انتهای خط
9		JOG_VALVE	I 1.0	BOOL	باز کردن شیر تخلیهٔ مخزن به‌صورت غیراتوماتیک
10		Count_reset	I 1.1	BOOL	شستی ریست نمودن کانترها
11		Sensor	I 1.2	BOOL	سنسور مربوط به درب‌گذاری بطری‌ها
12		Anbar_ful	M 0.3	BOOL	نشان‌دهندهٔ پر شدن انبار
13		MOTOR_R	Q 0.0	BOOL	فرمان حرکت جلو (راستگرد) موتور
14		MOTOR_L	Q 0.1	BOOL	فرمان حرکت عقب (چپگرد) موتور
15		OUT_VALVE	Q 0.2	BOOL	
16		AUTO_LAMP	Q 0.3	BOOL	لامپ سیگنال نشان‌دهندهٔ انتخاب حالت اتوماتیک
17		MAN_LAMP	Q 0.4	BOOL	لامپ سیگنال نشان‌دهندهٔ انتخاب حالت غیراتوماتیک
18		Jack	Q 0.5	BOOL	جک مربوط به نصب درب بطری‌ها

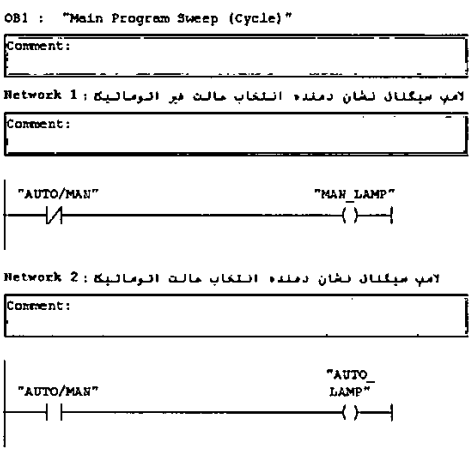
شکل ۱۲.۵ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۲.۵

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل‌های ۱۳.۵ تا ۱۹.۵ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

توضیح برنامهٔ Network 1 و Network 2

درصورتی‌که سوئیچ AUTO/MAN روی حالت قطع قرار داشته باشد، خروجی MAN_LAMP روشن می‌شود، یعنی اینکه مد کاری Manual انتخاب شده است. این عمل در Network 1 انجام می‌پذیرد.

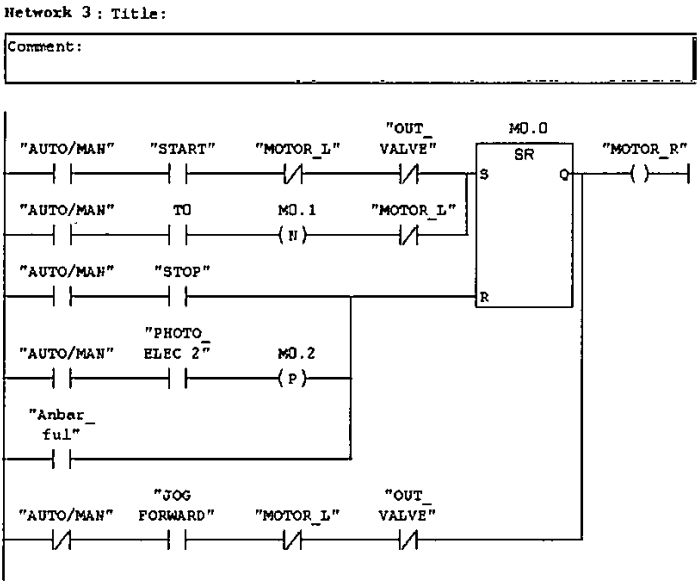
درصورتی‌که سوئیچ AUTO/MAN روی حالت وصل قرار داشته باشد، خروجی AUTO_LAMP روشن می‌شود، یعنی اینکه مد کاری Automatic انتخاب شده است. این عمل در Network 2 انجام می‌پذیرد.



شکل ۱۳.۵ برنامهٔ Network 1, 2 جهت اجرای پروژهٔ ۲.۵

توضیح برنامهٔ Network 3

در نتورک ۳، شرایط روشن شدن موتور نوار نقاله به‌صورت راستگرد (رو به جلو) بررسی می‌شود. در این نتورک هم شرایط کار به‌صورت اتوماتیک و هم شرایط کار به‌صورت منوال (غیراتوماتیک) در نظر گرفته شده است. همچنین شرایطی در نظر گرفته شده که پس از اینکه سنسور فتوالکتریک ۲، حضور قطـــعه را در زیر مخـزن مـایع حـس نمود، موتور خامـــوش شده و پس از بسته شدن شیر تخلیهٔ مخزن، موتور مجدداً شروع به‌کار نماید. همچنین اگر ظرفیت انبار تکمیل شده باشد، موتور خاموش می‌شود.

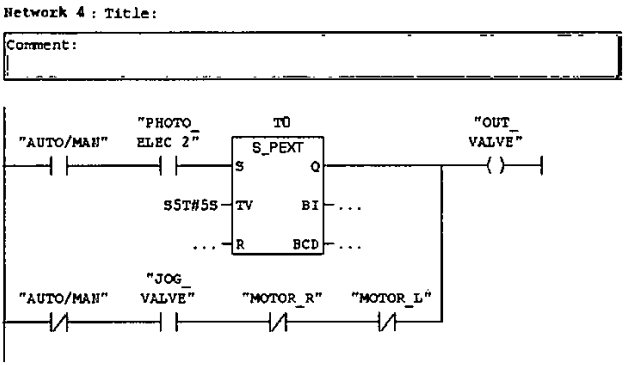


شکل ۱۴.۵ برنامهٔ Network 3 جهت اجرای پروژهٔ ۲.۵

توضیح برنامهٔ Network 4

در این نتورک شرایط لازم به‌منظور باز شدن شیر تخلیه در نظر گرفته شده است. همچنـین از یـک عـدد تـایمر تأخیر در قطع به‌منظور در نظر گرفتن زمان لازم بـرای بـاز مانـدن شـیر در مـد کـاری اتوماتیـک اسـتفاده شـده است.

فصل ۵



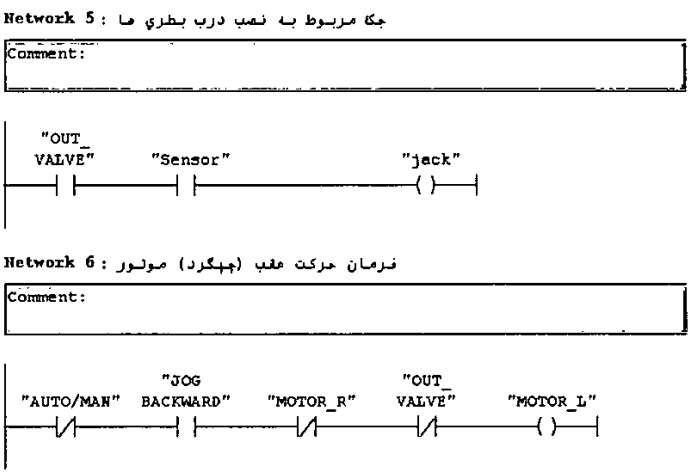
شکل ۱۵.۵ برنامهٔ Network 4 جهت اجرای پروژهٔ ۴۲

توضیح برنامهٔ Network 5

در نتورک ۵، شرایطی در نظر گرفته شده است که اگر شیر خروجی باز باشد و سنسور بطری پُـر شـدهٔ قبلـی را در زیر جک پرس حس نماید، عمل پرس درب روی بطری صورت پذیرد.

توضیح برنامهٔ Network 6

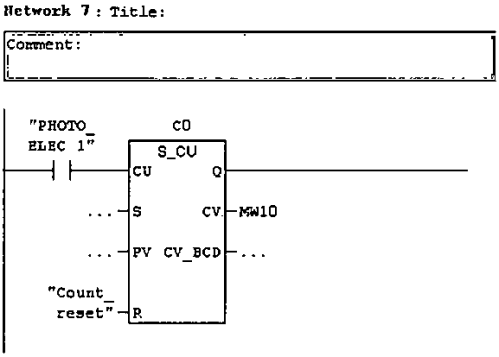
در نتورک ۶ شرایط لازم به‌منظور حرکت چپگرد (رو به عقب) در نظر گرفته شده است. موتور فقط در مـد کـاری غیراتوماتیک توسط فشرده شدن شستی jog backward امکان حرکت رو به عقب را دارد.



شکل ۱۶.۵ برنامهٔ Network 5, 6 جهت اجرای پروژهٔ ۲.۵

توضیح برنامهٔ Network 7

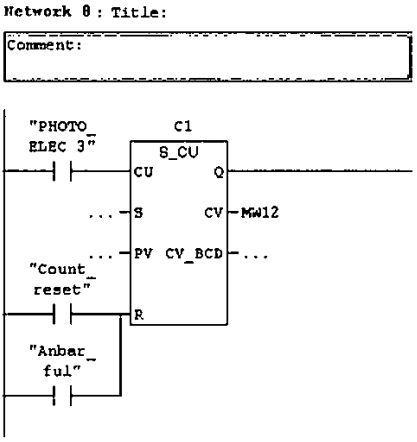
در نتورک ۷، توسط کانتر C0 تعداد بطری‌های خالی شمارش شده و عدد آن در آدرس MW10 قرار داده می‌شود.



شکل ۱۷.۵ برنامهٔ Network 7 جهت اجرای پروژهٔ ۲.۵

توضیح برنامهٔ Network 8

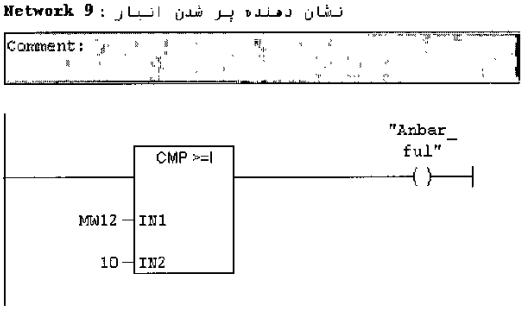
در این نتورک توسط کانتر C1 تعداد بطری‌های پر شده، شمارش می‌شود. درصورتی‌که ظرفیت انبار تکمیل شود، هم موتور خاموش شده و هم این کانتر ریست می‌شود. با شروع به‌کار مجدد موتور، عملیات شمارش از سر گرفته می‌شود.



شکل ۱۸.۵ برنامهٔ Network 8 جهت اجرای پروژهٔ ۲.۵

توضیح برنامهٔ Network 9

در این نتورک به‌منظور اطلاع از پُر شدن انبار، تعداد جعبه‌های ورودی به انبار با عدد ۱۰ مقایسه می‌شود. درصورتی‌که تعداد جعبه‌های عبوری به عدد ۱۰ برسد، بیت Anbar_Full یک می‌شود.



شکل ۱۹.۵ برنامهٔ Network 9 جهت اجرای پروژهٔ ۲.۵

۳.۵ پروژهٔ کنترل پروسهٔ تولید شکر از چغندر قند

به‌طور کلی مراحل تولید شکر از چغندر قند را می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود.

۱. تحویل چغندر قند به‌کارخانه و نگهداری در سیلو
۲. انتقال چغندر قند به محل فرایند
۳. تهیهٔ خلال چغندر
۴. استخراج قند از خلال توسط دستگاه دیفوژن (تولید شربت خام)
۵. انتقال تفاله به بیرون از کارخانه
۶. تصفیهٔ شربت خام
۷. رنگ‌بری شربت
۸. تولید شکر درجهٔ ۱ توسط سانتریفیوژ

اکنون به شرح هر یک از مراحل این پروسه می‌پردازیم.

۱. تحویل چغندر قند به محل فرایند و نگهداری آن در سیلو:

این مرحله توسط سیستم‌های غیرالکتریکی توسط کامیون و جرثقیل انجام شده و چغندر قند در سیلو قرار داده می‌شود. لذا این مرحله در برنامه‌نویسی منظور نمی‌شود.

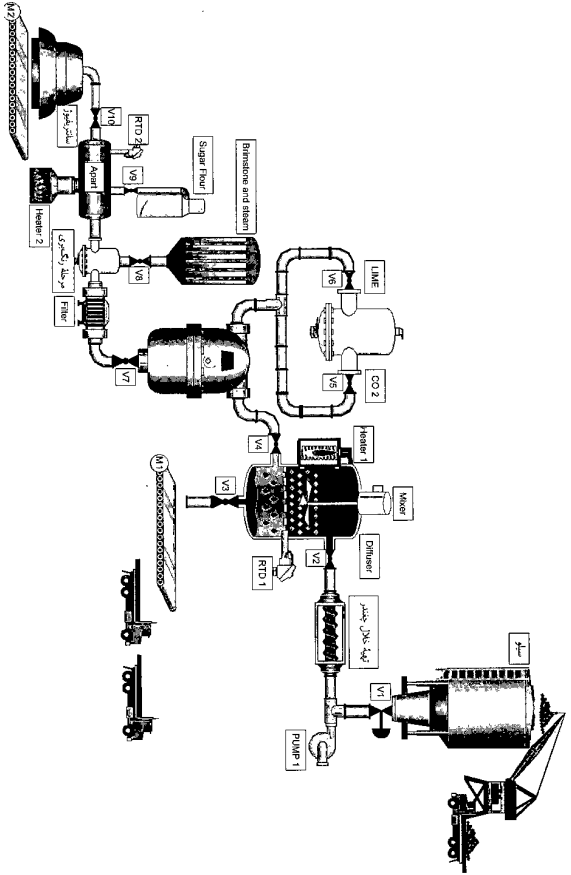
۲. به‌منظور انتقال چغندر قند از سیلو به مرحلهٔ بعدی، از آب با فشار استفاده می‌شود.
۳. چغندر توسط فشار آب وارد دستگاهی به نام دستگاه خلال چغندر شده و در آنجا به‌صورت خلال درمی‌آید.

۴. چغندر خلال شده وارد دستگاهی به نام Diffuser شده و در آنجا قند آن جدا شده و تفالهٔ آن نیز جدا می‌شود. به مایع قندی جدا شده، شربت خام گفته می‌شود.
۵. تفالهٔ به‌جا مانده از مرحلهٔ ۴ توسط یک عدد نوار نقاله به خارج از کارخانه هدایت می‌شود.
۶. به‌منظور تصفیهٔ شربت خام، آن را وارد مخزنی نموده و به آن آب آهک و گازکربنیک می‌زنند.
۷. سپس شربت خام را از یک فیلتر غیرالکتریکی عبور داده و به‌منظور از بین بردن رنگ کدر آن، به آن گوگرد می‌زنند. به‌منظور غلیظ‌تر نمودن شربت خام به آن بخار می‌زنند.
۸. به‌منظور تولید کریستال از شربت خام، آن را وارد دستگاهی به نام آپارت نموده و در آنجا ضمن حرارت دادن شربت خام به آن پودر شکر اضافه می‌کنند.
۹. پخت حاصل شده را به دستگاهی به نام سانتریفیوژ می‌دهند. در آنجا بر اثر سرعت چرخش زیاد این دستگاه، آب از شکر جدا شده و شکر خالص به‌دست می‌آید.

ادوات به‌کار رفته در پروسه

در شکل ۲۰.۵ پروسهٔ تولید شکر از چغندر قند نشان داده شده است. همان‌طورکه در این شکل مشخص است، ادوات به‌کار رفته عبارتند از:

۱. **سیلو:** سیلو دارای یک عدد ولو (شیر برقی) تخلیه می‌باشد. تناژ خروجی سیلو ۱۰۰ کیلوگرم در دقیقه می‌باشد.
۲. به‌منظور انتقال مواد خروجی از سیلو، از یک عدد پمپ که دارای یک موتور الکتریکی می‌باشد استفاده شده است.
۳. دستگاه تهیهٔ چغندر قند یک عدد موتور الکتریکی به‌منظور ایجاد خلال چغندر دارد.
۴. تعداد ۱۰ عدد ولو (با در نظر گرفتن ولو سیلو) در کل پروسه وجود دارد که با شمارهٔ V1 تا V10 نام‌گذاری شده‌اند.
۵. دستگاه دیفوزر دارای یک عدد همزن با موتور الکتریکی می‌باشد. همچنین از یک عدد هیتر برقی نیز به‌منظور افزایش دمای مواد درون آن استفاده شده شده است. به‌منظور حس نمودن دمای دیفوزر نیز از یک عدد RTD از نوع PT 100 استفاده شده است.
۶. دستگاه آپارت نیز دارای یک عدد هیتر برقی و یک عدد RTD از نوع PT 100 می‌باشد.
۷. در زیر هر یک از دستگاه‌های دیفوزر و سانتریفیوژ یک عدد نوار نقاله که دارای موتورهای الکتریکی می‌باشند وجود دارد.
۸. **شستی‌ها:** به‌منظور شروع به‌کار سیستم یک عدد شستی استارت در نظر گرفته شده است.



شکل ۲۰.۵ پروسهٔ مورد نظر جهت تولید شکر

منطق کنترل (شرح عملکرد)

۱. با فشرده شدن شستی استارت، ابتدا ولو V2 باز شده و سپس موتور پمپ ۱ روشن شده و سپس ولو سیلو باز می‌شود. لازم است پس از اینکه 100 کیلوگرم چغندر قند از سیلو خارج شد، ولو سیلو بسته شود.

۲. 30 ثانیه بعد از بسته شدن ولو سیلو، موتور پمپ نیز خاموش شده و ولو V2 نیز بسته می‌شود.

۳. در این مرحله Heater 1 روشن شده و هرگاه دمای آب به 75 درجه رسید، این هیتر خاموش شده و موتور Mixer شروع به‌کار می‌نماید. پس از اینکه یک دقیقه از روشن بودن موتور Mixer سپری شد، این موتور خاموش می‌شود. در طول زمانی‌که موتور Mixer روشن است اگر دمای دیفوزر به زیر 70 درجه بیاید، باید هیتر ۱ روشن شود. پس از خاموش شدن موتور Mixer، ابتدا به مدت یک دقیقه ولو V4 باز شده تا شربت خام خارج شود. سپس ولو V3 نیز به مدت 20 ثانیه باز شده تا تفاله ته‌نشین شده از دستگاه خارج و روی نوار نقاله قرار گیرد.

۴. هنگامی‌که ولو V3 باز شد، درصورتی‌که سنسور چشم الکتریکی حضور ماشین را در زیر نوار نقاله حس نمود، موتور M1 روشن می‌شود. از آنجا که تفاله قرار گرفته روی نوار نقاله به میزان بارگیری دو ماشین است، لذا پس از بارگیری ۲ ماشین لازم است نوار نقاله خاموش شود.

۵. بعد از اینکه ولو V4 بسته شد باید ولوهای V5 و V6 به مدت 15 ثانیه باز شده و سپس بسته شوند. این عمل به‌منظور تزریق آب آهک و گاز کربنیک انجام می‌پذیرد.

۶. 30 ثانیه بعد از اینکه ولوهای V5 و V6 بسته شدند، لازم است ولو V7 باز شده و شربت خام از فیلتر عبور نماید. همزمان با بازشدن ولو V7، ولو V8 نیز به‌منظور تزریق گوگرد و بخار باز می‌شود. پس از 45 ثانیه هردو ولو V7 و V8 بسته می‌شوند.

۷. در این هنگام شربت خام وارد دستگاه آپارت می‌شود و لازم است در آنجا به مدت 30 ثانیه در دمای بین 80 تا 85 درجه قرار بگیرد. افزایش دما توسط هیتر۲ انجام می‌پذیرد. هنگامی دمای شربت خام که از این پس به آن پخت گفته می‌شود، به 80 درجه رسید باید ولو V9 نیز باز شده تا پودر شکر به آن اضافه شود.

۸. پس از پایان 30 ثانیه، ولو شمارهٔ ۱۰ نیز باز شده و پخت وارد سانتیفیوژر می‌شود. این دستگاه دارای یک موتور الکتریکی بوده که در این هنگام روشن می‌شود. پس از ۱ دقیقه این موتور نیز خاموش شده و شکر خالص تولیدی روی نوار نقاله قرار می‌گیرد.

فصل ۵

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

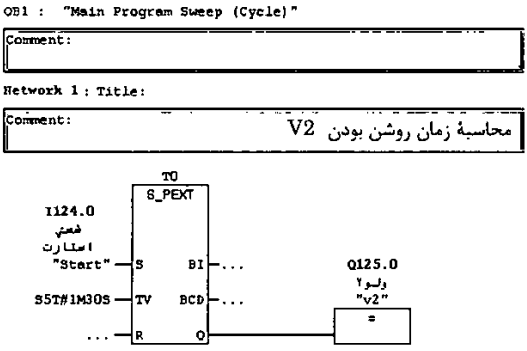
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۱.۵ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		FUL	M 10.4	BOOL	بارگیری دو ماشین انجام شد
2		heater1	Q 124.2	BOOL	هیتر ۱
3		heater2	Q 124.4	BOOL	هیتر ۲
4		M1	Q 124.3	BOOL	موتور نوار نقالهٔ ۱
5		M2	Q 124.5	BOOL	موتور نوار نقالهٔ ۲
6		Mixer	Q 124.1	BOOL	موتور میکسر
7		NUM_CAR	MW 2	INT	تعداد ماشین‌های بارگیری کردهٔ تفاله
8		PUMP1	Q 124.0	BOOL	موتور پمپ ۱
9		RTD1	PIW 758	INT	دمای دیفیوزر
10		RTD2	PIW 760	INT	دمای آپارت
11		Santrifuj	Q 124.6	BOOL	موتور سانتریفیوژ
12		SENSOR_PHOTO	I 124.1	BOOL	چشم الکتریکی
13		Start	I 124.0	BOOL	شستی استارت
14		v1	Q 124.7	BOOL	ولو ۱
15		v10	Q 126.0	BOOL	ولو ۱۰
16		v2	Q 125.0	BOOL	ولو ۲
17		v3	Q 125.1	BOOL	ولو ۳
18		v4	Q 125.2	BOOL	ولو ۴
19		v5	Q 125.3	BOOL	ولو ۵
20		v6	Q 125.4	BOOL	ولو ۶
21		v7	Q 125.5	BOOL	ولو ۷
22		v8	Q 125.6	BOOL	ولو ۸
23		v9	Q 125.7	BOOL	ولو ۹

شکل ۲۱.۵ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۳.۵

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۲.۵ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

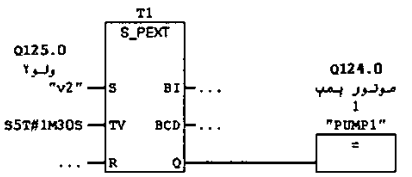
برنامه به زبان FBD



شکل ۲۲.۵ برنامهٔ مورد نظر جهت اجرای پروژهٔ ۳.۵

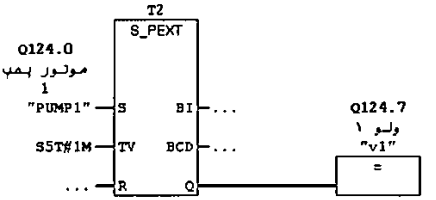
Network 2 : Title:

Comment: محاسبهٔ زمان روشن بودن پمپ ۱



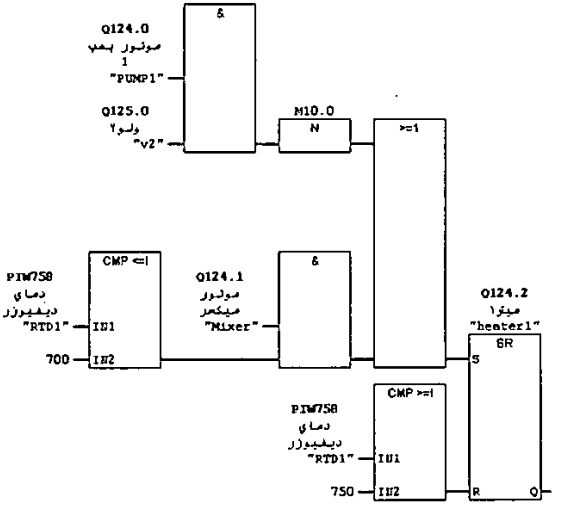
Network 3 : Title:

Comment: محاسبهٔ زمان روشن بودن V1



Network 4 : هیتر۱

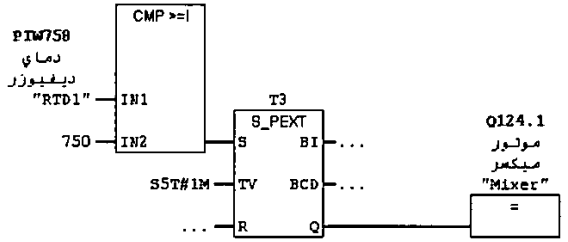
Comment: شرایط مورد نظر جهت روشن شدن هیتر۱



شکل ۲۲.۵ (ادامه)

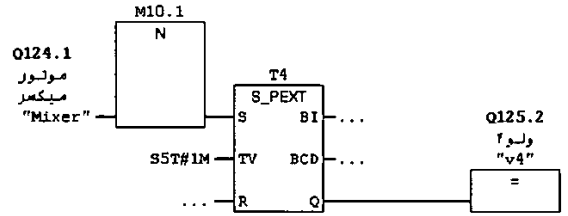
Network 5 : Title:

Comment:
شرایط مورد نظر جهت روشن شدن میکسر و محاسبهٔ زمـان



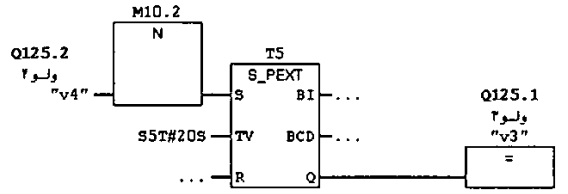
Network 6 : Title:

Comment:
شرایط مورد نظر جهت فعال شدن V4



Network 7 : Title:

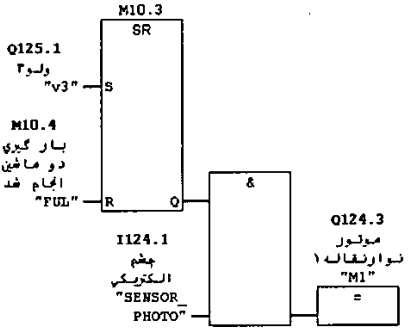
Comment:
شرایط مورد نظر جهت فعال شدن V3



شکل ۵.۲۲ (ادامه)

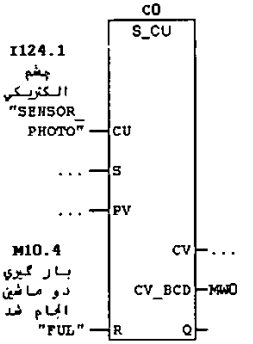
Network 8 : موتور نوارنقاله ۱

Comment: شرایط مورد نظر جهت فعال شدن M1



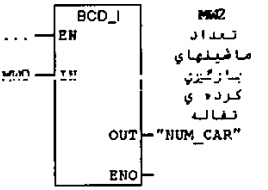
Network 9 : Title:

Comment:



Network 10 : Title:

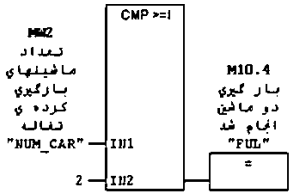
Comment:



شکل ۲۲.۵ (ادامه)

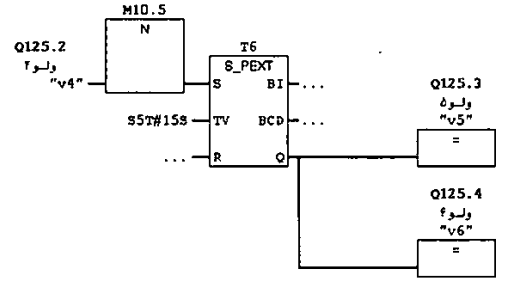
Network 11 :

Comment: مقایسهٔ تعداد ماشین‌ها با عدد ۲



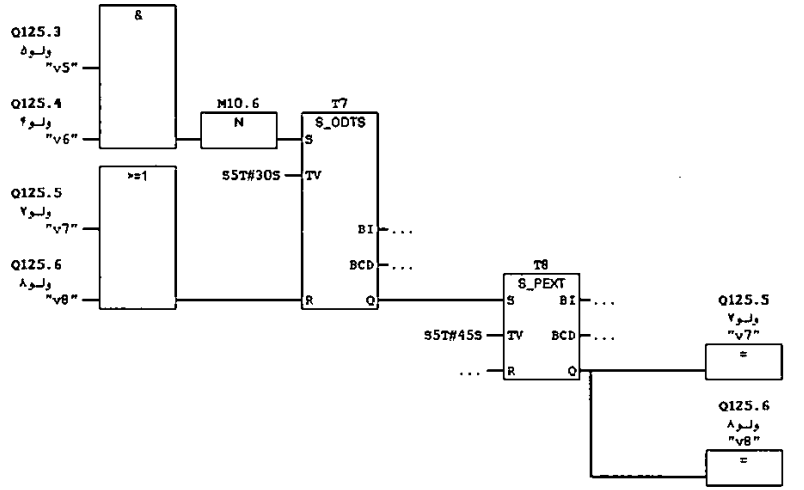
Network 12 : Title:

Comment: شرایط لازم جهت فعال شدن V5 و V6



Network 13 : Title:

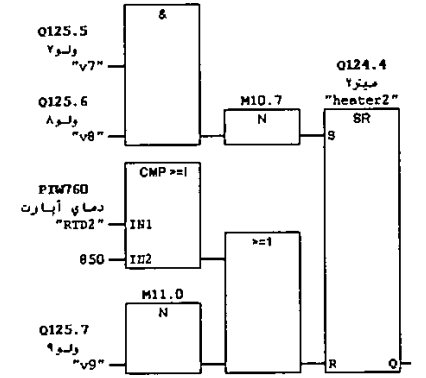
Comment: شرایط لازم جهت فعال شدن V7 و V8



شکل ۲۲.۵ (ادامه)

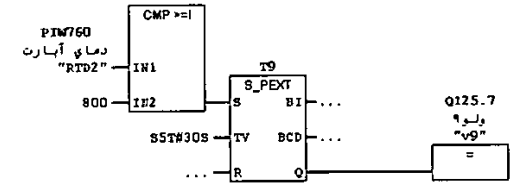
Network 14 : هیتر۲

Comment: شرایط مورد نظر جهت روشن شدن هیتر 2



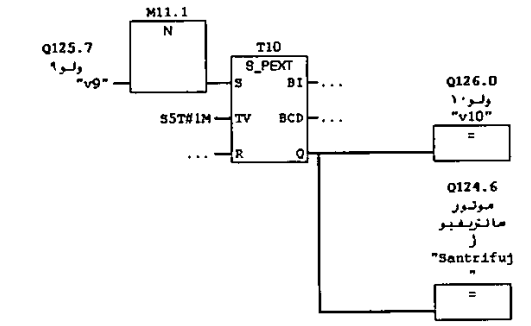
Network 15 :

Comment: شرایط لازم جهت فعال شدن V9



Network 16: Title:

Comment: شرایط لازم جهت فعال شدن V10 و موتور



شکل ۲۲.۵ (ادامه)

فصل ۵

۴.۵ پروژهٔ کنترل عملیات تولید آهک

به‌منظور تولید آهک از سنگ آهک، از پروسه‌ای مطابق شکل ۲۳.۵ استفاده می‌شود.

شرح پروژه

مرحلهٔ اول: سنگ آهک استخراج شده، درون یک خردکنندهٔ بسیار بزرگ قرار گرفته و به قطعات ریز تبدیل می‌شود تا بتوان آنها را درون کوره استفاده کرد. این زمان 30 دقیقه به طول می‌انجامد.

مرحلهٔ دوم: سنگ‌های خرد شده، توسط نوار نقاله وارد یک دستگاه شوینده می‌شوند تا هر گونه ناخالصی از آنها پاک شود. این مرحله 20 دقیقه طول می‌کشد.

مرحلهٔ سوم: سنگ‌های آهک توسط نوار نقاله به درون کورهٔ پخت (FURNACE) ریخته می‌شوند. درون کورهٔ سه قسمت وجود دارد که سنگ‌های آهک به‌ترتیب وارد آنها می شوند:

۱. هنگامی‌که سنسور بالای کوره، سنگ‌های آهک ورودی را تشخیص داد، درب ورودی کوره به مدت 30 ثانیه باز شده و سنگ‌ها وارد بخش اول کوره می‌شوند. به‌منظور افزایش دمای کوره از یک عدد هیتر برقی استفاده می‌شود. زمانی‌که سنگ آهک وارد کوره شد، هیتر روشن می‌شود. در این مرحله لازم است سنگ آهک به مدت 30 دقیقه در دمای بین 800 تا 820 درجه قرار بگیرد. پس از مدت زمان 30 دقیقه تمام عملیات متوقف شده و دریچهٔ قسمت دوم کوره باز می‌شود و سنگ‌ها درون آن ریخته می‌شوند.

۲. در این مرحله نیز همانند مرحلهٔ قبل ابتدا سنسور دما باید دمای 900 درجه را تشخیص دهد و بعد از تشخیص باید تایمر زمان 20 دقیقه را محاسبه نماید. بعد از 20 دقیقه، کار این مرحله نیز تمام شده است و دریچهٔ مخزن پایینی باید باز شود تا سنگ‌ها وارد مرحلهٔ بعدی شوند.

۳. در این مرحله چون سنگ‌ها دمای بسیار بالایی دارند باید خنک شوند، لذا سنگ‌ها تا زمانی‌که دمای آنها به 40 درجه برسد، در این مرحله قرار می‌گیرند.

پس از آنکه آهک تولید شده به دمای مطلوب رسید، آمادهٔ بارگیری می‌شود، سپس توسط نوار نقاله به سیلو انتقال داده می‌شود. هنگامی‌که سنسور توانست کامیون مخصوص حمل آهک را در زیر شیر تخلیهٔ سیلو تشخیص دهد دریچهٔ خروجی باز می‌شود. در نظر می‌گیریم که برای پُر شدن کامل این کامیون 15 دقیقه کافیست. پس از 15 دقیقه عملیات به پایان می‌رسد و برای شروع مجدد باید اپراتور شستی استارت را بفشارد.

ادوات به‌کار رفته در پروسه

۱. **نوار نقالهٔ انتقال سنگ آهک به خردکن:** این نوار نقاله دارای یک عدد موتور الکتریکی می‌باشد.

۲. **دستگاه خردکن:** این دستگاه دارای یک عدد موتور MIXER به‌منظور خرد نمودن سنگ آهک می‌باشد. همچنین دارای یک ولو تخلیه نیز می‌باشد.

۳. **دستگاه Washer و مخزن (Tank):** دستگاه Washer دارای دو عدد ولو تخلیه بوده که یکی از آنها مربوط به تخلیهٔ آب و دیگری تخلیهٔ سنگ آهک تمیز شده می‌باشد. به‌منظور تأمین آب مورد نیاز این دستگاه

از یک عدد مخزن (Tank) استفاده می‌شود. آب به‌صورت مدار بسته در این این سیستم جریان دارد و توسط یک عدد پمپ از Washer به Tank انتقال پیدا می‌نماید.

۴. هر کدام از نوار نقاله‌ها دارای یک عدد موتور الکتریکی می‌باشند.

۵. کوره دارای یک عدد هیتر، سه عدد ترموکوپل (به‌منظور سنجش دمای کوره) و چهار عدد ولو می‌باشد. همچنین یک سنسور فتوالکتریک نیز روی نوار نقاله‌ای که مواد را به درون کوره هدایت می‌کند قرار گرفته که در صورت وجود مواد، فرمان باز شدن درب کوره صادر می‌شود.

۶. سیلو دارای یک عدد ولو تخلیه و یک عدد سنسور فتوالکتریک می‌باشد.

منطق کنترل پروسه

۱. با فشرده شدن شستی استارت، ابتدا Mixer روشن می‌شود. سپس موتور M1 روشن شده و پس از یک دقیقه خاموش می‌شود. پس از سپری‌شدن زمان 30 دقیقه، Mixer خاموش شده و ابتدا M2 روشن شده و سپس ولو V1 باز می‌شود. پس از یک دقیقه ولو V1 بسته شده و موتور M2 نیز خاموش می‌شود.

۲. در این هنگام مواد درون Washer قرار گرفته‌اند، لذا ابتدا ولوهای V2 و V3 باز شده و سپس پمپ نیز روشن می‌شود. پس از سپری شدن زمان 20 دقیقه، ابتدا ولو V2 بسته شده و پس از 15 ثانیه پمپ خاموش و سپس ولو V3 بسته می‌شود. در این زمان ابتدا موتور M3 روشن شده و سپس ولو V4 (به‌منظور تخلیهٔ مواد روی نوار نقاله) باز می‌شود. پس از یک دقیقه ولو V4 بسته شده و موتور M3 نیز پس از 5 دقیقه خاموش می‌شود.

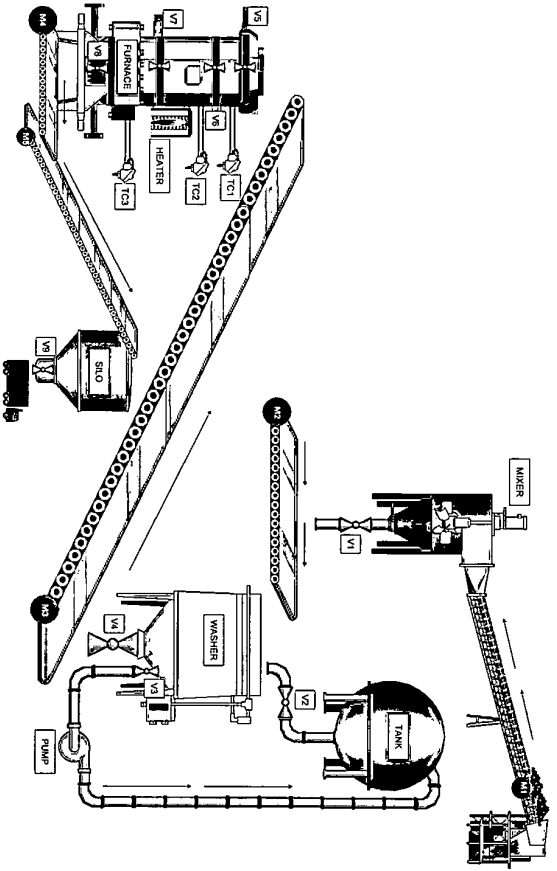
۳. هنگامی‌که سنسور بالای نوار نقاله وجود سنگ آهک را حس نمود، ولو V5 به مدت 5 دقیقه باز شده و در نتیجه درب کوره نیز باز می‌شود. بدین ترتیب مواد درون قسمت اول کوره قرار می‌گیرند. همان‌طورکه گفته شد، ابتدا هیتر روشن شده و از لحظه‌ای که دما به 800 درجه رسید به مدت 30 دقیقه مواد در این مرحله نگه داشته می‌شوند. به‌منظور سنجش دمای هر یک از قسمت‌های کوره از یک عدد TC (ترموکوپل) استفاده می‌شود. در مرحلهٔ اول دما باید بین 800 الی 820 درجه قرار داشته باشد. پس از سپری شدن زمان 30 دقیقه، ولو V6 به مدت 5 دقیقه باز شده و مواد به مرحلهٔ دوم کوره وارد می‌شوند.

در مرحلهٔ دوم دما بین 900 الی 920 درجه قرار گرفته و مواد به مدت 20 دقیقه در این مرحله نگه داشته می‌شوند؛ سپس ولو V7 به مدت 5 دقیقه باز شده و مواد وارد مرحلهٔ سوم می‌شوند.

در مرحلهٔ سوم مواد شروع به سرد شدن نموده و هرگاه دمای آنها به 40 درجه رسید، ابتدا موتورهای M5 و M4 روشن شده، سپس ولو V8 به مدت 5 دقیقه باز می‌شود. پس از 10 دقیقه موتور های M5 و M4 خاموش می‌شوند.

هرگاه سنسور به‌کار رفته در قسمت سیلو وجود کامیون بارگیری مواد را حس نمود، ولو V9 به مدت 15 ثانیه باز می‌شود.

فصل ۵



شکل ۲۳.۵ پروسهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۴.۵

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۴.۵ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Heater	Q 124.7	BOOL	
2		M1	Q 124.0	BOOL	
3		M2	Q 124.1	BOOL	
4		M3	Q 124.2	BOOL	
5		M4	Q 124.3	BOOL	
6		M5	Q 124.4	BOOL	
7		Mixer	Q 124.5	BOOL	
8		NUMber	MW 22	INT	تعداد کامیون‌های بارگیری شده
9		Pump	Q 124.6	BOOL	
10		Sensor1	I 124.1	BOOL	
11		Sensor2	I 124.2	BOOL	
12		Start	I 124.0	BOOL	
13		Step1	M 1.0	BOOL	
14		step2	M 1.1	BOOL	
15		step3	M 1.2	BOOL	
16		Tc1	PIW 752	INT	
17		Tc2	PIW 754	INT	
18		Tc3	PIW 756	INT	
19		Temp_Step1	MW 100	INT	دمای قسمت اول کوره
20		Temp_Step2	MW 102	INT	دمای قسمت دوم کوره
21		Temp_Step3	MW 104	INT	دمای قسمت سوم کوره
22		V1	Q 125.0	BOOL	
23		V2	Q 125.1	BOOL	
24		V3	Q 125.2	BOOL	
25		V4	Q 125.3	BOOL	
26		V5	Q 125.4	BOOL	
27		V6	Q 125.5	BOOL	
28		V7	Q 125.6	BOOL	
29		V8	Q 125.7	BOOL	
30		V9	Q 126.0	BOOL	
31					

شکل ۲۴.۵ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۴.۵

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۵.۵ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

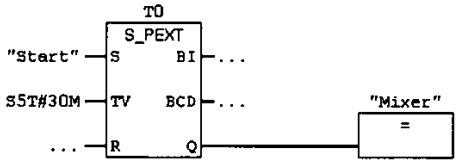
برنامه به زبان FBD

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

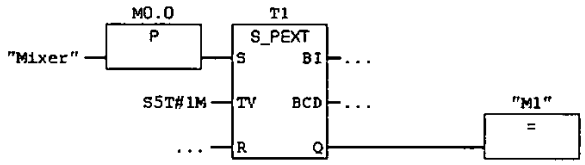
Network 1 : Title:

Comment: روشن شدن میکسر به مدت ۳۰ دقیقه



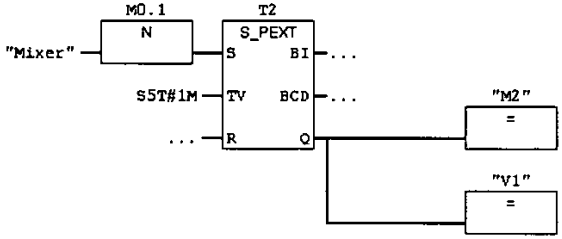
Network 2 : Title:

Comment: روشن شدن M1 به مدت ۱ دقیقه



Network 3 : Title:

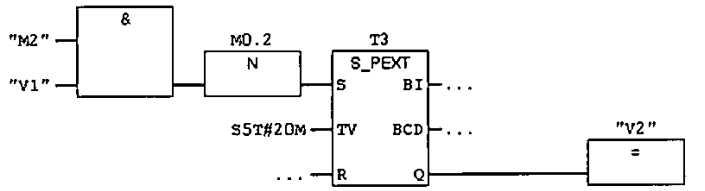
Comment: روشن شدن M2 و V1 به مدت ۱ دقیقه



شکل ۲۵.۵ برنامهٔ مورد نظر جهت اجرای پروژهٔ ۴.۵

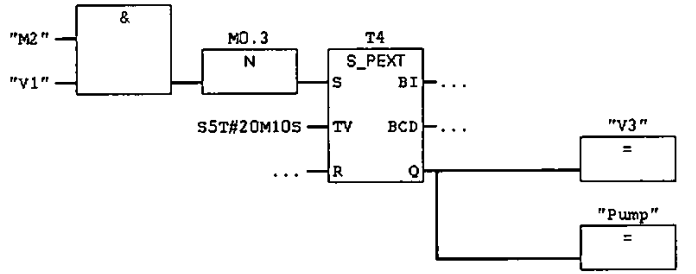
Network 4 : Title:

Comment: روشن شدن V3 و Pump به مدت ۲۰ دقیقه و ۱۰ ثانیه



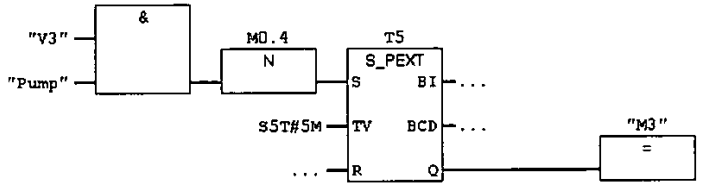
Network 5 : Title:

Comment: روشن شدن V2 به مدت ۲۰ دقیقه



Network 6 : Title:

Comment: روشن شدن M3 به مدت ۵ دقیقه

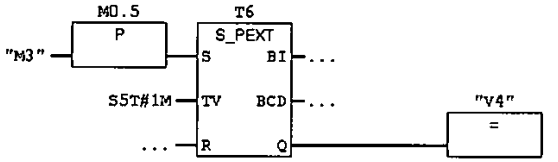


شکل ۲۵.۵ (ادامه)

فصل ۵

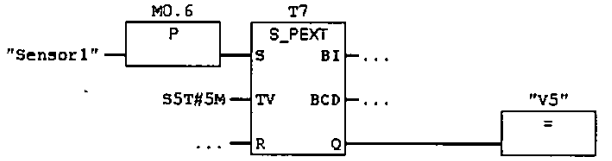
Network 7 : Title:

Comment: روشن شدن V4 به مدت ۱ دقیقه



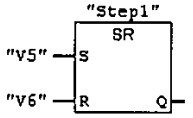
Network 8 : Title:

Comment: روشن شدن V5 به مدت ۵ دقیقه



Network 9 : Title:

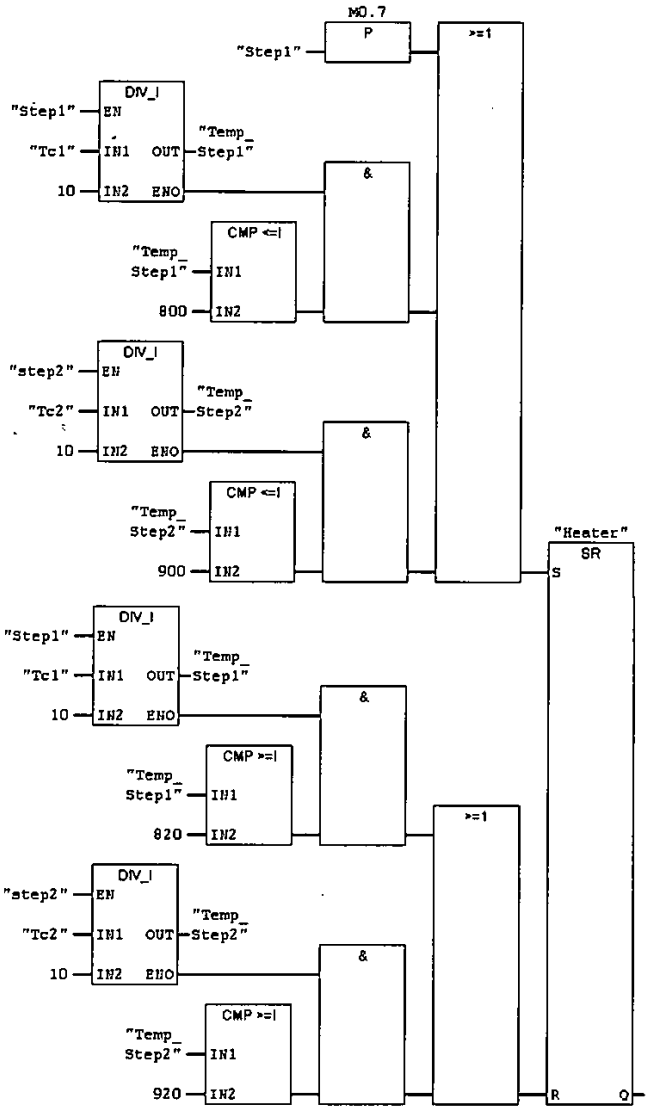
Comment: نشان دهنده فعال بودن مرحله یک کوره



شکل ۲۵.۵ (ادامه)

Network 10 : Title:

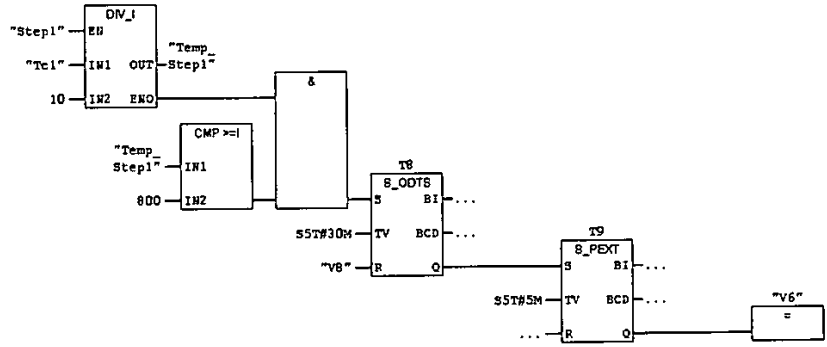
Comment: روشن شدن Heater با توجه به نکات گفته شده در منطق برنامه



شکل ۲۵.۵ (ادامه)

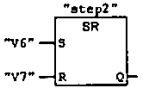
Network 11: Title:

Comment: فعال شدن V6 پس از ۳۰ دقیقه که مواد در مرحلهٔ ۱ قرار داشتند، به مدت ۵ دقیقه



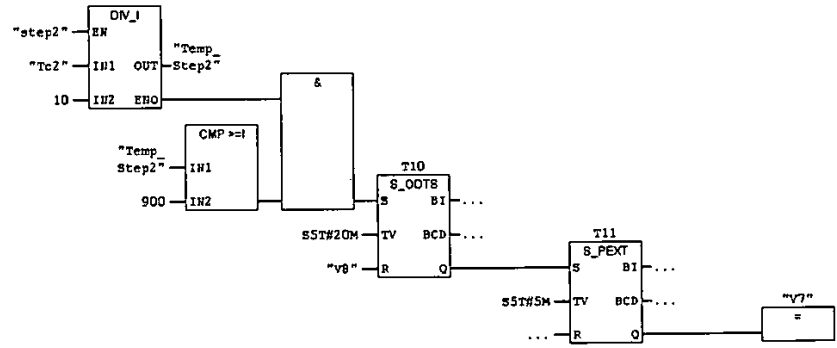
Network 12: Title:

Comment: نشان‌دهندهٔ فعال بودن مرحلهٔ دوم کار کوره



Network 13: Title:

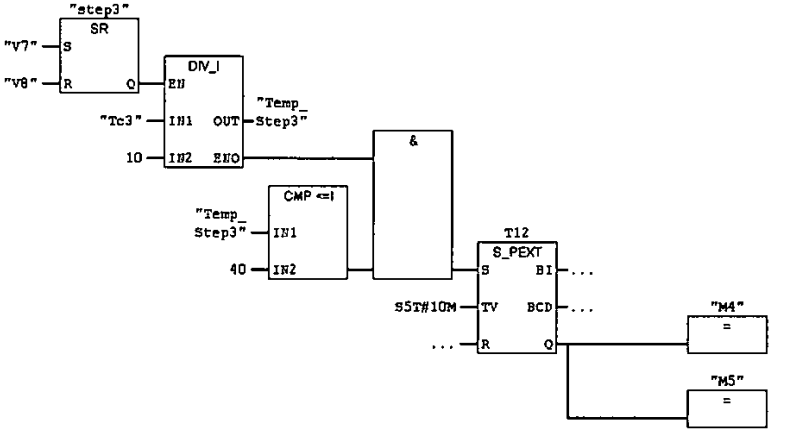
Comment: فعال شدن V7 پس از ۲۰ دقیقه که مواد در مرحلهٔ ۲ قرار داشتند، به مدت ۵ دقیقه



شکل ۲۵.۵ (ادامه)

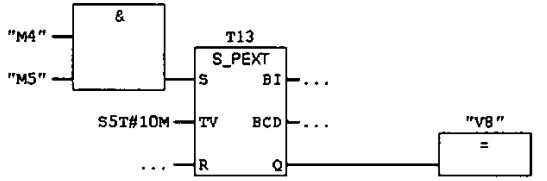
Network 14 : Title:

Comment:



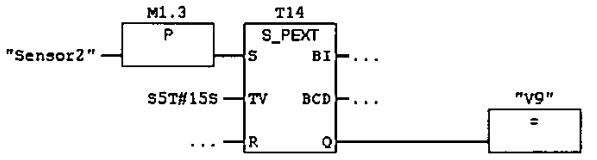
Network 15 : Title:

Comment: با فعال شدن M4 و M5 ، V8 نیز فعال می‌شود

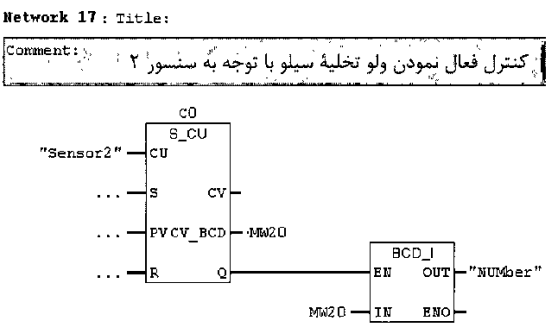


Network 16 : Title:

Comment: کنترل فعال نمودن ولو تخلیه سیلو با توجه به سنسور ۲



شکل ۲۵.۵ (ادامه)



شکل ۲۵.۵ (ادامه)

۵.۵ پروژهٔ کنترل سیستم بسته‌بندی شکر

در این پروسه، یک کارخانهٔ فرضی بسته‌بندی شکر به‌صورت نشان داده شده در شکل ۲۶.۵، مورد بررسی قرار گرفته و برنامهٔ کنترل آن توسط PLC S7 Siemens به زبان FBD ارائه می‌گردد.

ادوات به‌کار رفته در پروسه

۱. **نوار نقالهٔ شمارهٔ یک:** این نوار نقاله که وظیفهٔ آن جابه‌جایی جعبه‌های شکر در طول پروسه و انتقال آنها به انبار است، دارای یک عدد موتور الکترکی می‌باشد.

۲. در طول مسیر این نوار نقاله ۴ عدد سنسور فتوالکتریک (نوری) قرار گرفته که هر کدام از آنها نقش متفاوتی را عهده‌دار می‌باشند.

۳. **مخزن شکر:** این مخزن که درون آن شکر قرار گرفته است، به‌منظور تخلیهٔ شکر به جعبه‌های خالی استفاده می‌شود. این مخزن دارای یک عدد شیر برقی (ولو) می‌باشد.

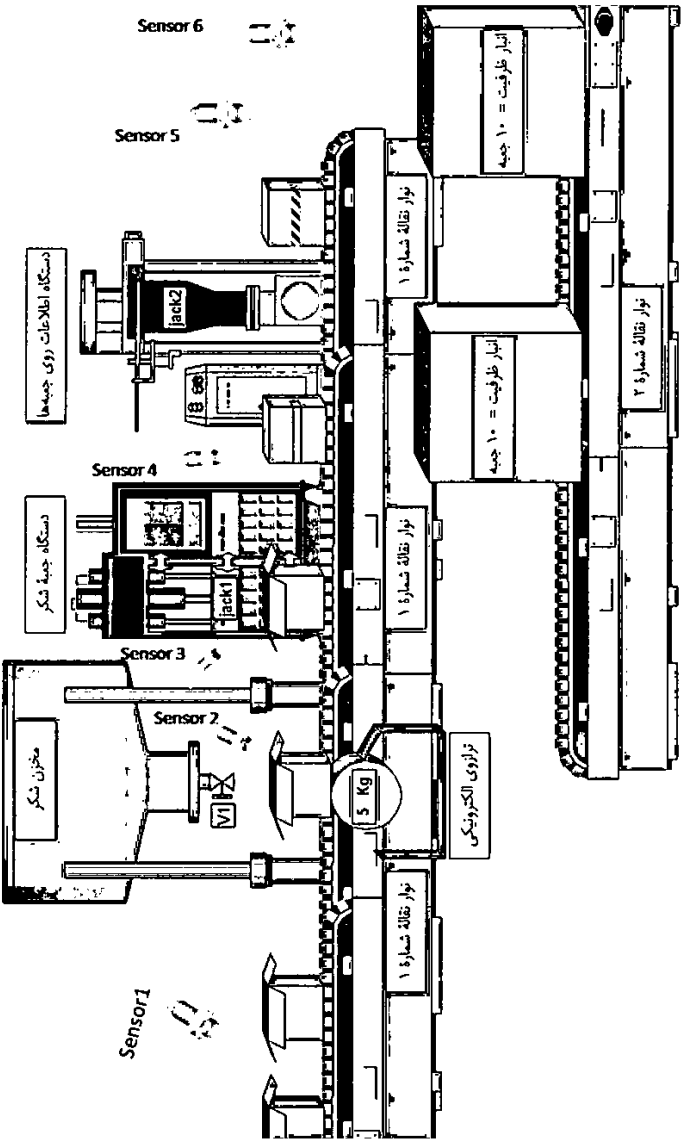
۴. **دستگاه پرس جعبه:** این دستگاه به‌منظور بسته‌بندی و پرس جعبه‌های عبوری از مخزن شکر استفاده می‌شود. این دستگاه دارای یک عدد جک بوده که توسط PLC کنترل می‌شود.

۵. دستگاه درج بارکد و اطلاعاتی نظیر وزن و ... :
این دستگاه نیز دارای یک عدد جک بوده که توسط PLC کنترل می‌شود.

۶. **ترازوی الکترونیکی:** این ترازو که در زیر مخزن شکر قرار گرفته است، دارای سیگنال خروجی الکتریکی متناسب با وزن جعبه‌ها می‌باشد. سیگنال الکتریکی خروجی آن به‌صورت جریانی 4-20 mA بوده و به کارت ورودی آنالوگ PLC داده می‌شود. در این پروژه فرض می‌شود عددی که این ترازو به PLC می‌دهد، وزن واقعی جعبه شکر است.

۷. **نوار نقالهٔ ۲:** این نوار نقاله به‌منظور حمل جعبه‌های بزرگتر (انبار) که جعبه‌های شکر در آنها قرار می‌گیرد، به‌کار می‌رود و دارای یک عدد موتور الکتریکی است.

۸. **سنسور نوری بالای نوار نقالهٔ ۲:** وظیفهٔ این سنسور تشخیص وجود انبـار در روی نـوار نقالـهٔ ۲، در قـسمت انتهای نوار نقالهٔ ۱ می‌باشد.



شکل ۲۶.۵ پروسه مورد نظر در پروژه ۴۵

منطق کنترل

لازم است برنامهٔ مورد نظر با توجه به نکات زیر پیاده‌سازی شود.

۱. ابتدا جعبه‌های خالی توسط نوار نقالهٔ اول وارد سیستم شده و توسط سنسور اول شمرده می‌شوند.

۲. جعبه‌ها به زیر سنسور دوم که رسیدند، نوار نقاله خاموش می‌شود و پس از خاموش شدن آن، عملیات پُر شدن جعبه‌ها آغاز می‌شود. وزن مورد نظر برای جعبه‌ها 50 کیلوگرم در نظر گرفته شده است. یعنی هنگامی‌که ترازوی زیر جعبه این وزن را تشخیص داد دریچهٔ مخزن شکر بسته می‌شود و عملیات پر کردن جعبه به اتمام می‌رسد.

بعد از این مرحله مجدداً نوار نقاله روشن می‌شود و جعبه‌ها به راه خود ادامه می‌دهند.

۳. جعبه‌ها به سنسور سوم که رسیدند، نوار نقاله خاموش می‌شود و در جعبه‌ها پرس می‌شود. زمان در نظر گرفته شده برای این عملیات 5 ثانیه است. یعنی نوار نقاله خاموش می‌شود و بعد از 5 ثانیه مجدداً به‌کار خود ادامه می‌دهد.

۴. نوار نقاله روشن می‌شود و جعبه‌ها پس از حرکت وقتی به سنسور چهارم رسیدند، مجدداً نوار نقاله خاموش شده و اطلاعاتی مانند تاریخ تولید و نام محصول روی جعبه‌ها درج می‌شود. برای این عملیات مدت زمان 10 ثانیه در نظر گرفته شده است.

۵. مجدداً نوار نقاله روشن شده و این بار جعبه‌ها پس از حرکت وارد انبار می‌شوند. در انتهای خط و قبل از آنکه جعبه‌ها وارد محیط انبار شوند، یک سنسور نوری دیگر قرار دارد (سنسور ۵) که جعبه‌هایی را که مراحل قبل را طی نموده و به سلامت به این مرحله رسیده‌اند تشخیص داده و برنامه درون PLC، تعداد این جعبه‌ها را می‌شمارد. ظرفیت انبار ۱۰ جعبه در نظر گرفته شده است.

۶. هنگامی‌که ۱۰ جعبه درون انبار قرار گرفت، موتور نوار نقالهٔ ۱ خاموش شده و نوار نقالهٔ ۲ روشن می‌شود و انبار پُر شده از مقابل سنسور ششم عبور می‌کند. هنگامی‌که این سنسور حضور جعبه انبار بعدی را حس نمود موتور نوار نقالهٔ ۲ خاموش شده و نوار نقالهٔ یک روشن می‌شود.

حالات کاری سیستم

توسط یک کلید دوحالته می‌توان حالت کاری را به‌صورت اتوماتیک یا دستی مشخص نمود. در حالت اتوماتیک، I 125.3 دارای مقدار یک و در حالت دستی I 125.4 دارای مقدار یک می‌شوند.

الف) اتوماتیک: با فشردن شستی استارت، موتور نوار نقالهٔ ۱ به‌صورت راستگرد شروع به‌کار می‌نماید و با فشردن شستی استپ سیستم متوقف می‌گردد.

ب) دستی: با فشردن استارت راستگرد موتور به‌صورت راستگرد و با استارت چپگرد موتور به‌صورت چپگرد کار می‌نماید. با فشردن شستی تخلیهٔ دستی، دریچهٔ مخزن شکر باز می‌شود و با رها نمودن این شستی، دریچه بسته می‌شود. همچنین پرس جعبه‌ها و درج اطلاعات نیز به‌صورت دستی امکان‌پذیر می‌باشد.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

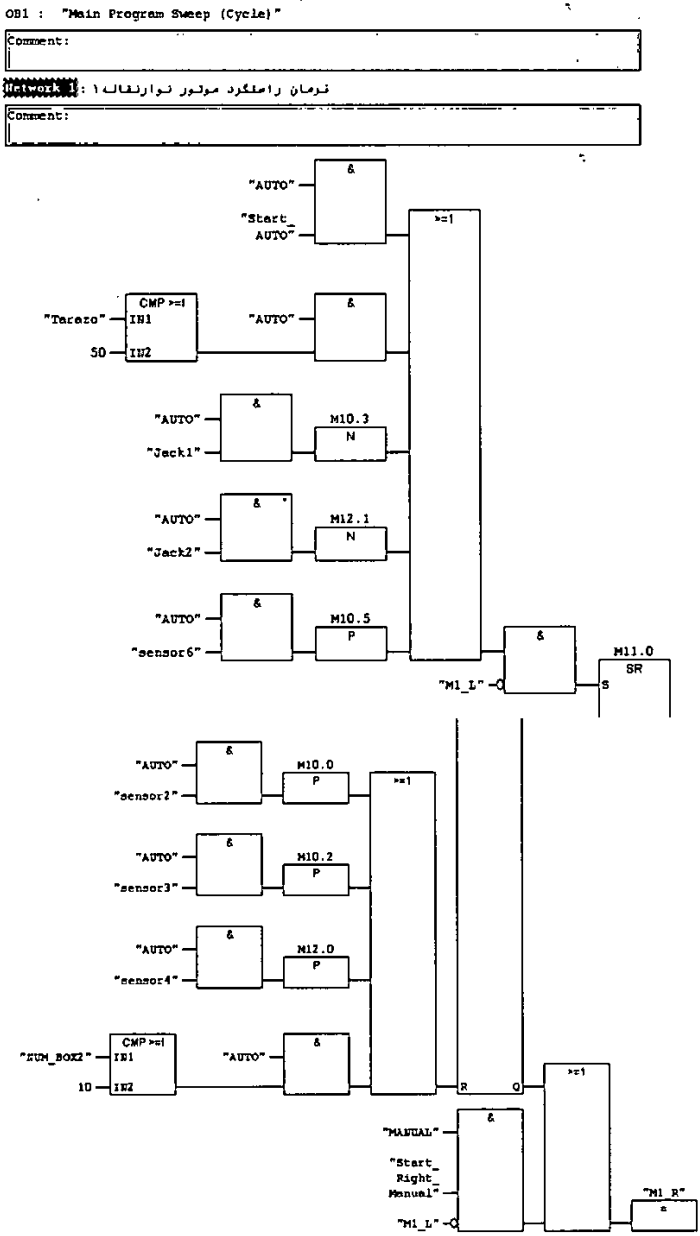
۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲۷.۵ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start_AUTO	I 124.0	BOOL	استارت اتوماتیک
2		Stop_AUTO	I 124.1	BOOL	استپ اتوماتیک
3		Start_Right_Manual	I 124.2	BOOL	استارت راستگرد در حالت دستی
4		Start_Left_Manual	I 124.3	BOOL	استارت چپگرد در حالت دستی
5		Command Vale_Mnual	I 124.4	BOOL	باز نمودن دریچهٔ مخزن شکر بصورت دستی
6		sensor1	I 124.5	BOOL	سنسور نوری ۱
7		sensor2	I 124.6	BOOL	سنسور نوری ۲
8		sensor3	I 124.7	BOOL	سنسور نوری ۳
9		sensor4	I 125.0	BOOL	سنسور نوری ۴
10		sensor5	I 125.1	BOOL	سنسور نوری ۵
11		sensor6	I 125.2	BOOL	سنسور نوری ۶
12		NUM_BOX2	MW 2	INT	تعداد جعبه‌های ورودی به انبار
13		NUM_BOX1	MW 6	INT	تعداد جعبه‌های خالی
14		Tarazo	PIW 760	INT	ترازو
15		M1_R	Q 124.0	BOOL	فرمان راستگرد موتور نوار نقالهٔ ۱
16		M1_L	Q 124.1	BOOL	فرمان چپگرد نوار نقالهٔ ۱
17		Valve	Q 124.2	BOOL	ولو
18		Jack1	Q 124.3	BOOL	جک ۱
19		Jack2	Q 124.4	BOOL	جک ۲
20		M2	Q 124.5	BOOL	موتور نوار نقالهٔ ۲
21		AUTO	I 125.3	BOOL	انتخاب حالت اتوماتیک
22		MANUAL	I 125.4	BOOL	انتخاب حالت دستی
23		Command Jack1_Mnual	I 125.5	BOOL	
24		Command Jack2_Mnual	I 125.6	BOOL	

شکل ۲۷.۵ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۵.۵

۳. برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۲۸.۵ را در OB1 پیاده‌سازی نمایید.

فصل ۵

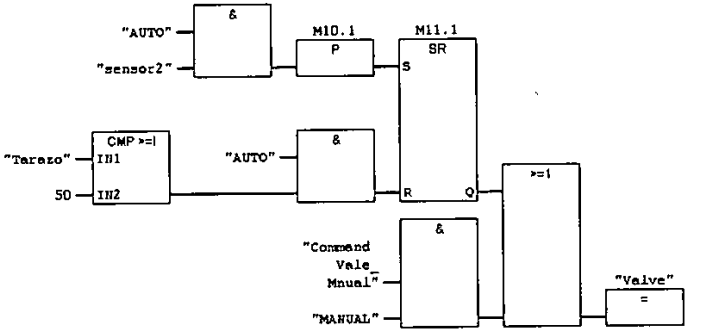


شکل ۲۸.۵ برنامهٔ مورد نظر در پروژهٔ ۵.۵

Network 2 :

Comment:

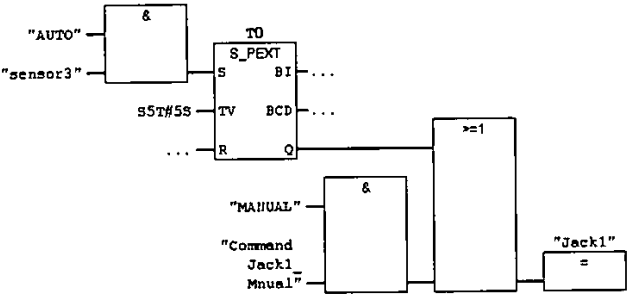
فرمان ولو مخزن شکر



Network 3 : Title:

Comment:

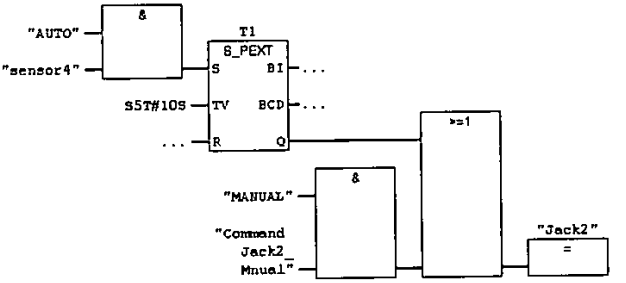
فرمان جک بسته بندی شکر



Network 4 : Title:

Comment:

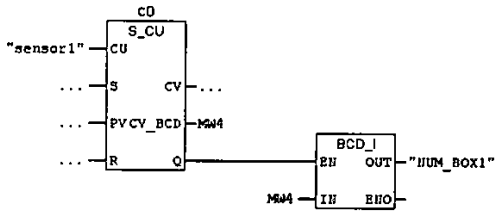
فرمان جک، حک نمودن اطلاعات روی جعبه‌ها



شکل ۲۸.۵ (ادامه)

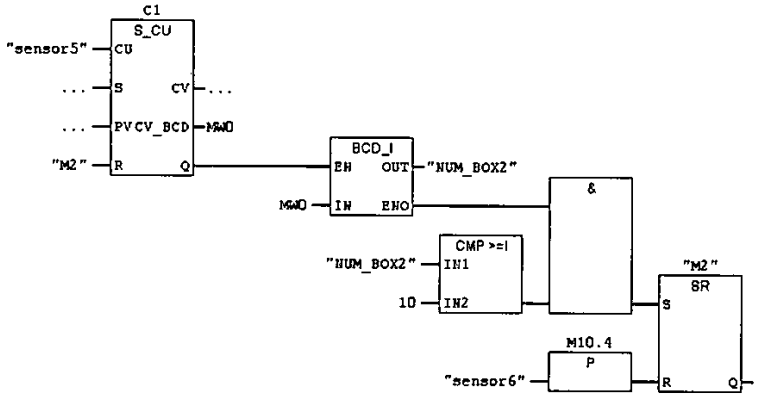
Network 5 : Title:

Comment:
شمارش جعبه‌های خالی



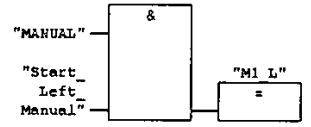
Network 6 : Title:

Comment:
فرمان مربوط به موتور نوار نقاله شماره ۲ و شمارش جعبه‌های پُر شده



Network 7 :

Comment:
فرمان حرکت موتور نوارنقاله ۱ به‌صورت چپگرد



شکل ۲۸.۵ (ادامه)

فصل ۶

مثال‌ها و ترفندهای برنامه‌نویسی

مثال ۱. ساخت Counter با استفاده از دستور لبه
مثال ۲. ساخت Counter بدون استفاده از دستورات لبه
مثال ۳. ساخت تایمر
مثال ۴. ساخت چشمک‌زن با استفاده از جمع‌کننده
مثال ۵. روشن نمودن همزمان ۸ و ۱۶ خروجی
مثال ۶. استفاده از PIQ به‌عنوان Memory bit
مثال ۷. تعیین زمان روشن ماندن لامپ
مثال ۸. ساخت یک فلیپ فلاپ با استفاده از یک FC

مثال ۱. ساخت Counter با استفاده از دستور لبه

در این مثال می‌خواهیم با استفاده از دستورات لبه، یک شمارنده (Counter) بسازیم. می‌دانیم که هرگاه یک بیت یک (1) شود، یک لبهٔ بالارونده ایجاد می‌گردد و هرگاه یک بیت که دارای مقدار یک است صفر شود، یک لبهٔ پایین‌رونده به‌وجود می‌آید. در نرم‌افزار Simatic Manager دو تابع وجود دارد که با این لبه‌ها کار می‌کنند. تابع POS با لبهٔ بالارونده و تابع NEG با لبهٔ پایین‌رونده کار می‌کنند. مثلاً در تابع POS هرگاه یک لبهٔ بالارونده به‌وجود آید، خروجی این تابع به مدت یک سیکل اسکن یک (1) و بعد از آن صفر (0) خواهد شد. در این مثال خروجی این تابع را به‌عنوان فعال‌ساز یک تابع جمع‌کننده در نظر گرفته‌ایم. هرگاه شستی ورودی که به‌عنوان ورودی تابع لبه در نظر گرفته شده است فشرده شود، یک لبه به‌وجود می‌آید. در نتیجه جمع‌کنندهٔ ما به مدت یک سیکل اسکن فعال شده و یک عدد به خروجی آن افزوده می‌شود. شمارنده‌ای که ما در این مثال می‌سازیم مزیت نسبت به شمارنده‌های معمولی نرم‌افزار، این است که این شمارنده می‌تواند تا عدد ۲۱۴۷۴۸۳۶۴۷ را بشمارد؛ درحالی‌که شمارنده‌های نرم‌افزار تا عدد ۹۹۹ را می‌توانند بشمارند.

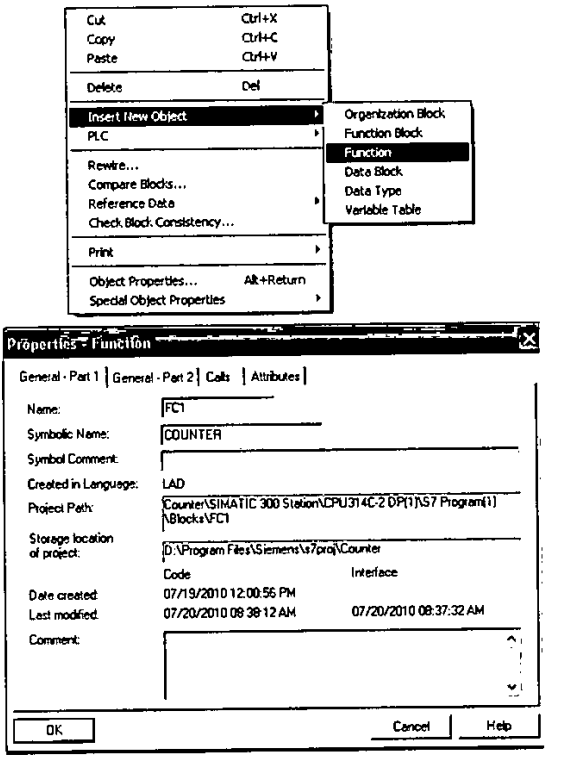
مراحل انجام مثال:

به‌منظور انجام صحیح این مثال باید مراحل زیر را به‌ترتیب طی نمود.

۱. ایجاد FC1
۲. ایجاد متغیرهای محلی در آن
۳. برنامه‌نویسی FC1
۴. فراخوانی FC1 در OB1 و اختصاص آدرس‌های لازم

۱. ایجاد FC

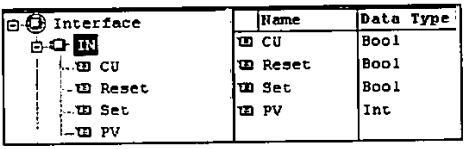
در شکل ۱.۶ نحوهٔ ایجاد FC1 را مشاهده می‌نمایید.



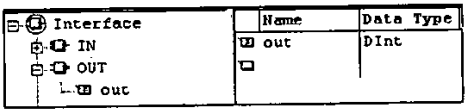
شکل ۱.۶ نحوهٔ ایجاد FC1

۲. تعریف متغیرهای محلی در بخش Interface

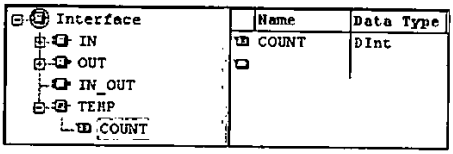
در شکل‌های ۲.۶ الی ۴.۶ متغیرهای محلی ایجاد شده در FC1 نشان داده شده است.



شکل ۲.۶ ایجاد متغیر محلی از نوع In در FC1



شکل ۳.۶ ایجاد متغیر محلی از نوع Out در FC1



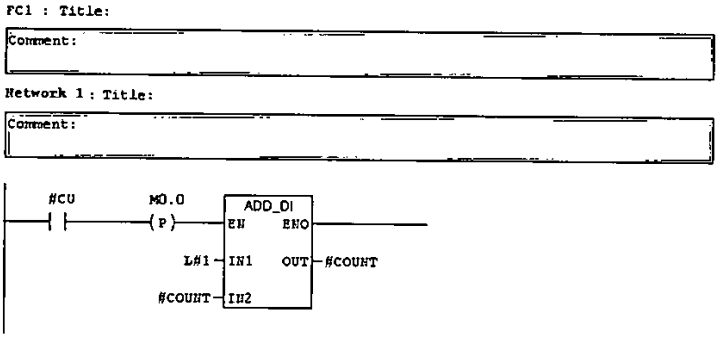
شکل ۴.۶ ایجاد متغیر محلی از نوع Temp در FC1

۳. برنامه‌نویسی FC1

پس از ایجاد متغیرهای محلی در FC1، برنامهٔ مورد نظر را به زبان LAD در FC1 می‌نویسیم.

توضیح برنامهٔ Network 1 در FC1

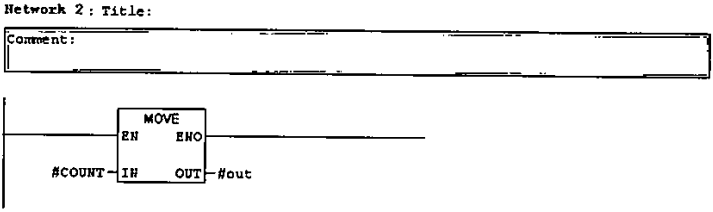
در نتورک ۱، در صورت فعال شدن متغیر محلی #CU یک عدد به خروجی جمع‌کننده (#COUNT) افزوده می‌شود. چون از دستور لبه استفاده شده است، تا زمانی‌که متغیر مذکور صفر و سپس یک نشود، خروجی جمع‌کننده افزایش نخواهد یافت.



شکل ۵.۶ برنامهٔ Network 1 در در FC1

توضیح برنامهٔ Network 2 در FC1

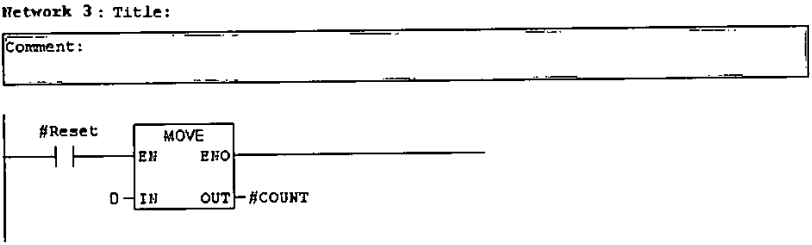
در نتورک ۲، مقدار ذخیره شده در متغیر محلی #COUNT به متغیر #OUT منتقل می‌شود.



شکل ۶.۶ برنامهٔ Network 2 در FC1

توضیح برنامهٔ Network 3 در FC1

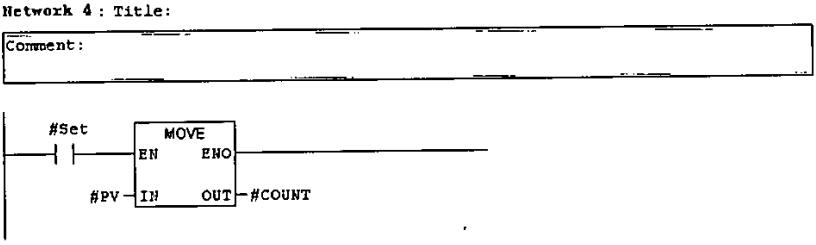
در صورت فعال شدن متغیر محلی #Reset عدد صفر بـه متغیـر #COUNT انتقـال داده شـده و در واقـع کـانتر ریست می‌شود.



شکل ۷.۶ برنامهٔ Network 3 در FC1

توضیح برنامهٔ Network 4 در FC1

در صورت فعال شدن متغیر محلی #Set عدد موجود در متغیر #PV به متغیر محلی #COUNT انتقال داده شـده و به خروجی کانتر منتقل می‌شود. در واقع با این عمل می‌توان عدد مورد نظر را بـه خروجـی کـانتر انتقـال داد، و کانتر از آن عدد به بعد شروع به شمارش نماید.

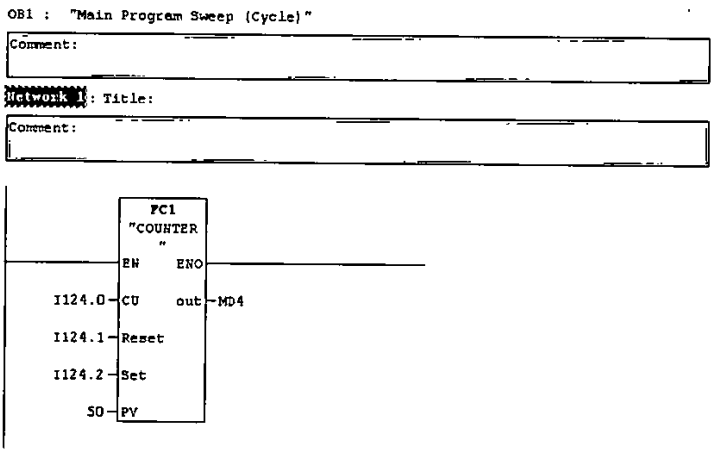


شکل ۸.۶ برنامهٔ Network 4 در FC1

فراخوانی FC1 در OB1

توضیح برنامهٔ Network 1 در OB1

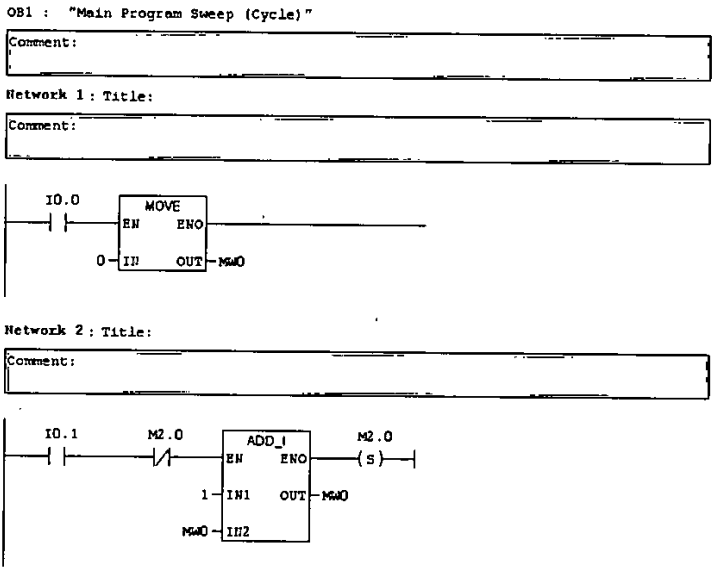
نهایتاً FC1 را در OB1 فراخوانی نموده و آدرس‌های مورد نظر را به پارامترهای آن اختصاص می‌دهیم.



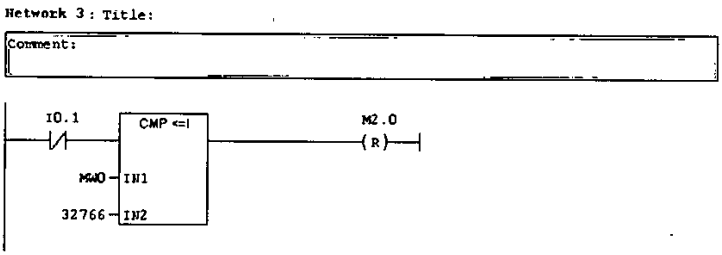
شکل ۹.۶ فراخوانی FC1 در محیط OB1

مثال ۲. ساخت Counter بدون استفاده از دستورات لبه

در این مثال، چگونگی ساخت Counter بدون استفاده از دستور لبه بیان می‌گردد. تجزیه و تحلیل مسئله بر عهدهٔ خواننده است.



شکل ۱۰.۶ برنامهٔ مورد نظر در مثال ۲



شکل ۱۰.۶ (ادامه)

مثال ۳. ساخت تایمر

در این مثال نحوهٔ ساخت تایمر مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌طورکه می‌دانید تایمرهای معمولی PLC حداکثر زمان 2 ساعت و 46 دقیقه را می‌توانند محاسبه نمایند. همچنین تایمرهای IEC موجود در کتابخانهٔ نرم‌افزار Simatic Manager نیز حداکثر 24 روز را می‌توانند محاسبه نمایند. اما در این مثال تایمری می‌سازیم که قادر به محاسبهٔ چندین روز، ماه و حتی سال می‌باشد. از این تایمر در مثال‌های دیگر نیز استفاده می‌کنیم. از آنجایی‌که می‌خواهیم از این تایمر در مثال‌های دیگر نیز استفاده نماییم، آن را درون یک FB برنامه‌نویسی می‌کنیم تا به‌راحتی در سایر بلاک‌ها قابل فراخوانی باشد.

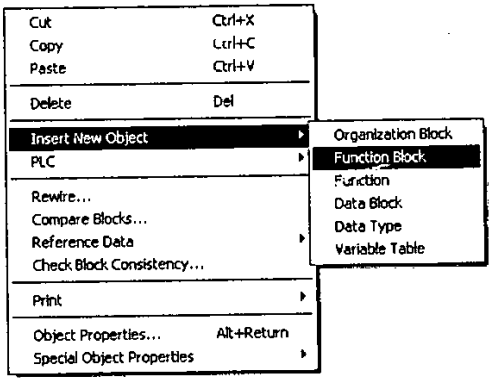
مراحل انجام مثال:

۱. ایجاد FB1 با نام سمبولیک Timer
۲. ایجاد متغیرهای محلی در آن
۳. فعال نمودن کلاک پالس CPU
۴. برنامه‌نویسی FB1
۵. فراخوانی FB1 در OB1 و اختصاص یک DB اختصاصی به آن

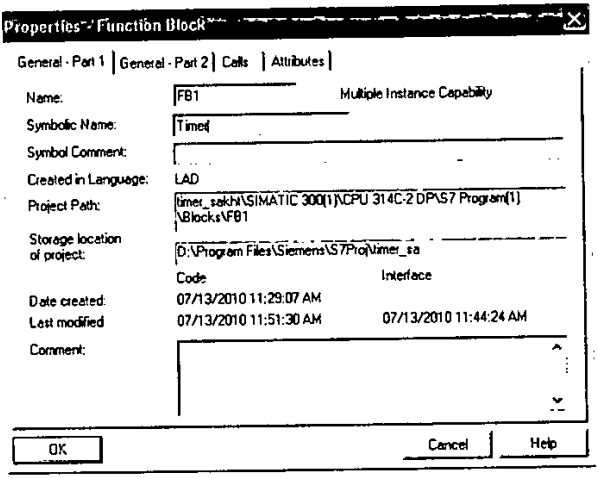
نکته: در زمان دانلود برنامه به PLC یا Simulation باید همهٔ بلاک‌هایی که در برنامه‌نویسی از آنها استفاده شده است را دانلود نمود.

در شکل ۱۱.۶ نحوهٔ ایجاد FB1 را مشاهده می‌نمایید.

در شکل ۱۲.۶ اختصاص نام سمبولیک Timer به FB1 نشان داده شده است.

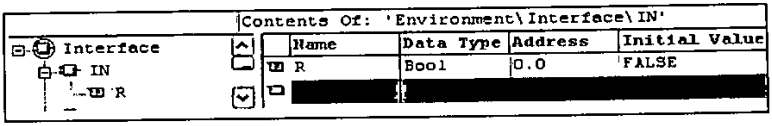


شکل ۱۱.۶ ایجاد FB1 با نام سمبولیک Timer

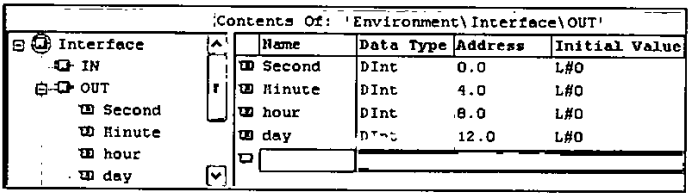


شکل ۱۲.۶ اختصاص نام سمبولیک Timer به FB1

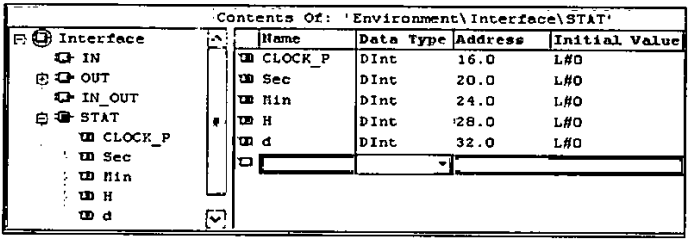
پس از ایجاد FB1 و اختصاص نام سمبولیک Timer به آن، باید متغیرهای محلی را در FB1 ایجاد نمود. در شکل‌های ۱۳.۶ تا ۱۵.۶ متغیرهای محلی ایجاد شده در FB1 نشان داده شده‌اند.



شکل ۱۳.۶ نحوهٔ ایجاد متغیر محلی از نوع IN در FB1

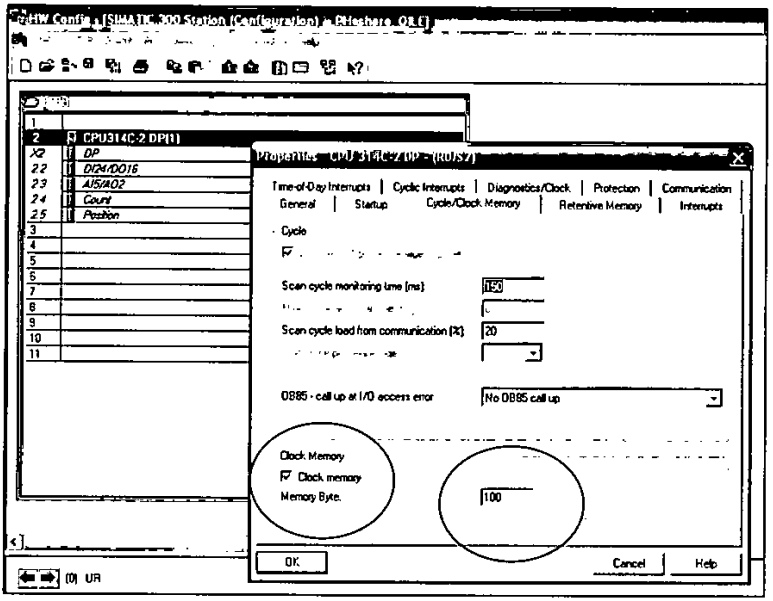


شکل ۱۴.۶ نحوهٔ ایجاد متغیر محلی از نوع OUT در FB1



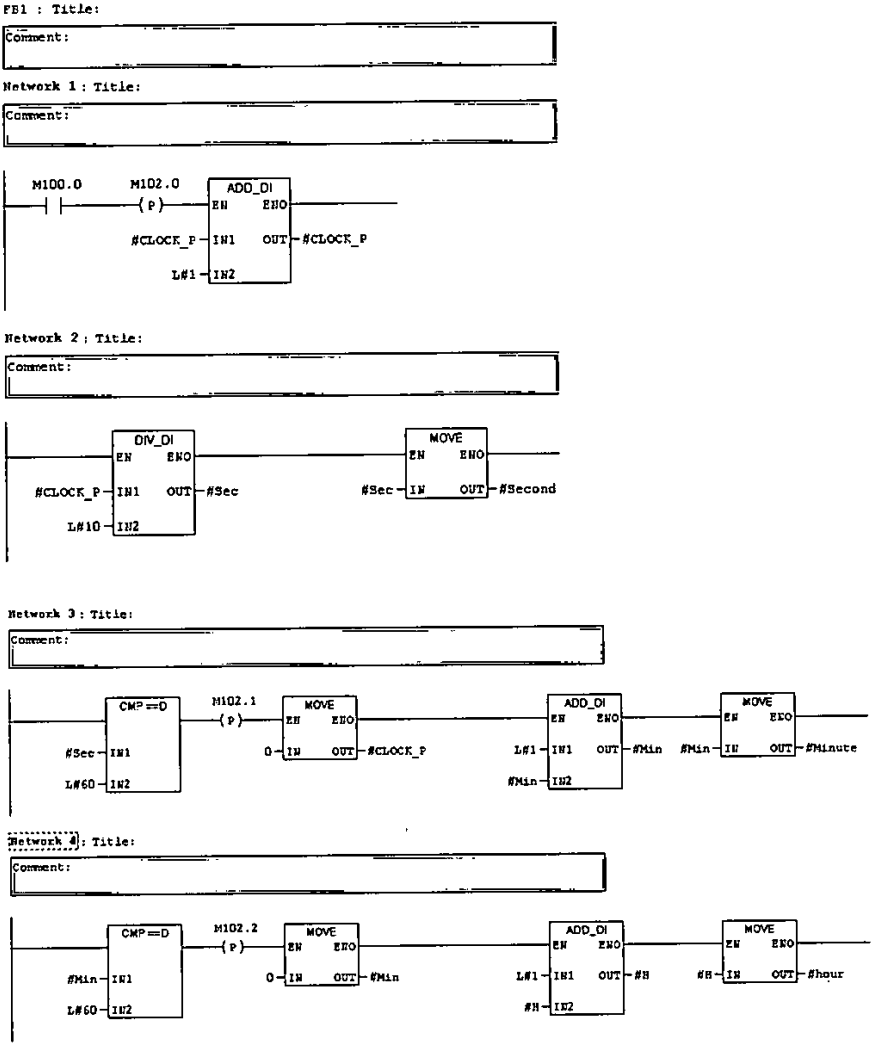
شکل ۱۵.۶ نحوهٔ ایجاد متغیر محلی از نوع STAT در FB1

پس از تعریف متغیرهای محلی باید کلاک پالس CPU را فعال نمود. شکل ۱۶.۶ نحوهٔ فعال نمودن کلاک پالس CPU را نشان می‌دهد.

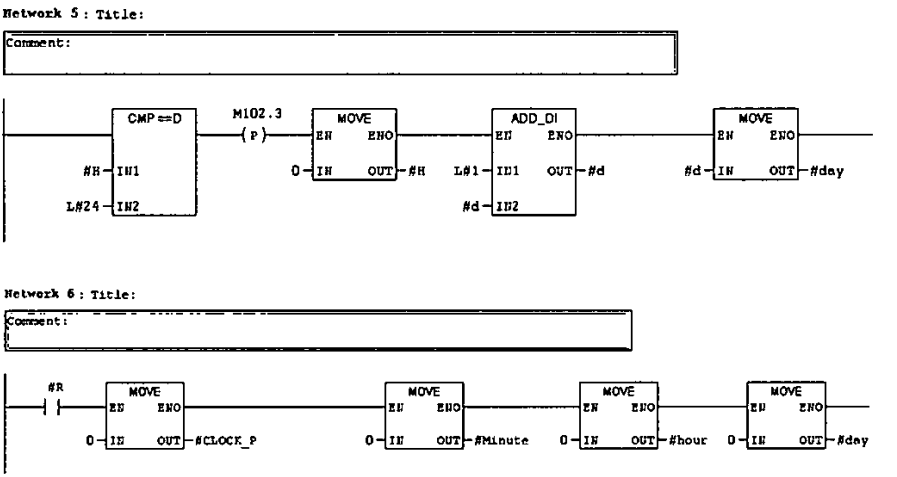


شکل ۱۶.۶ نحوهٔ فعال نمودن کلاک پالس CPU

پس از فعال نمودن کلاک پالس CPU برنامه را به زبان LAD در FB1 می‌نویسیم. تجزیه و تحلیل برنامهٔ مذکور به‌عهدهٔ خواننده است.

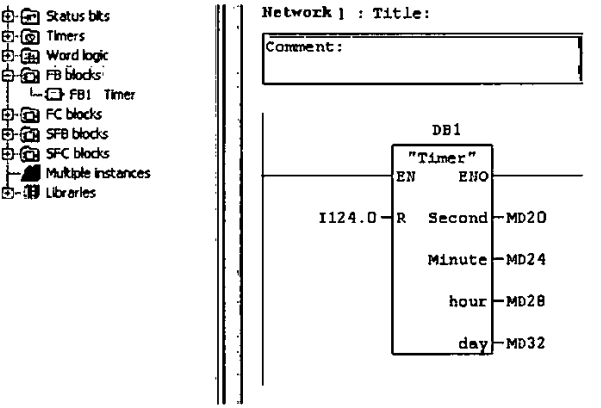


شکل ۱۷.۶ برنامهٔ مورد نظر در FB1



شکل ۱۷.۶ (ادامه)

پس از اینکه برنامهٔ مورد نظر در FB1 نوشته شد، باید این بـلاک را در OB1 فراخـوانی نمـود. شـکل ۱۸.۶ نحوهٔ فراخوانی FB1 در OB1 و اختصاص آدرس به پایه‌های آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸.۶ فراخوانی FB1 در محیط OB1 و اختصاص آدرس به آن

لازم به‌ذکر است که عملکرد هر کدام از پایه‌های FB1 به‌صورت زیر می‌باشد:

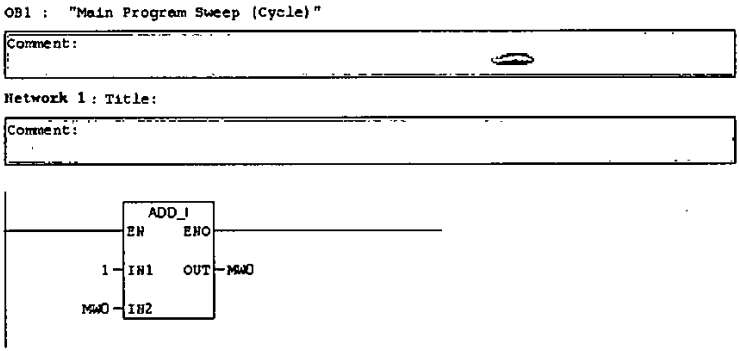
- **EN:** این پایه فعال‌ساز تایمر بوده و زمانی‌که فعال شود تایمر شروع به‌کار می‌کند.
- **Second:** در این پایه مقدار ثانیهٔ تایمر قرار می‌گیرد.
- **Minute:** در این پایه مقدار دقیقهٔ تایمر قرار می‌گیرد.

- **Hour:** در این پارامتر مقدار ساعت تایمر قرار می‌گیرد.
- **Day:** در این پارامتر مقدار روز شمارش شده توسط تایمر قرار می‌گیرد.

مثال ۴. ساخت چشمک‌زن با استفاده از جمع‌کننده

توضیح برنامهٔ Network 1

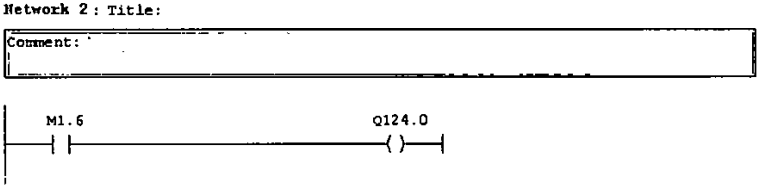
به‌منظور ساخت یک چشمک‌زن (منظور بیتی که مرتباً صفر و یک شود) می‌توان از برنامهٔ نوشته شده در Network1 استفاده نمود. در این صورت، هر کدام از بیت‌های موجود در Mw0 با یک فرکانس خاص شروع به صفر و یک شدن می‌نمایند.



شکل ۱۹.۶ برنامهٔ Network 1

توضیح برنامهٔ Network 2

در این مثال از بیت M1.6 استفاده نموده و آن را در مسیر خروجی Q124.0 قرار داده‌ایم. لذا با صفر و یک شدن M1.6، Q124.0 نیز صفر و یک شده و یک حالت چشمک‌زن به‌وجود می‌آید.



شکل ۲۰.۶ برنامهٔ Network 2

مثال ۵. روشن نمودن همزمان ۸ و ۱۶ خروجی

در این مثال می‌خواهیم با استفاده از دستور Move برنامه‌ای بنویسیم که:

الف) با فشردن شستی S1، ۸ خروجی Q124.0 تا Q124.7 روشن شده و با فشرده شدن شستی S2، خروجی‌های فوق همگی خاموش شوند.

ب) با فشردن شستی S3، ۱۶ خروجی Q124.0 تا Q125.7 روشن شده و با فشرده شدن شستی S4، خروجی‌های فوق همگی خاموش شوند.

در شکل ۲۱.۶ سمبل‌های به‌کار رفته در مثال ۵ نشان داده شده است.

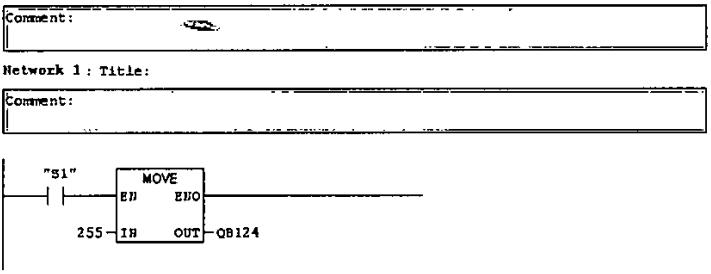
	Statu	Symbol	Address	Data type	Comment
1		S1	I 124.0	BOOL	
2		S2	I 124.1	BOOL	
3		S3	I 124.2	BOOL	
4		S4	I 124.3	BOOL	

شکل ۲۱.۶ سمبل‌های به‌کار رفته در مثال ۵

پس از تعریف جدول سمبول‌ها به ارائهٔ برنامهٔ مورد نظر در OB1 می‌پردازیم.

توضیح برنامهٔ Network 1

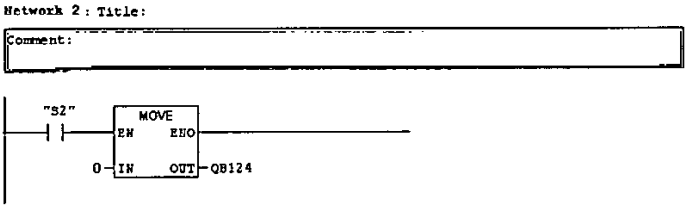
با انتقال مقدار 255 درون QB20، ۸ خروجی (QB20.0 تا QB20.7) همزمان مقدارشان یک می‌شود.



شکل ۲۲.۶ برنامهٔ Network 1

توضیح برنامهٔ Network 2

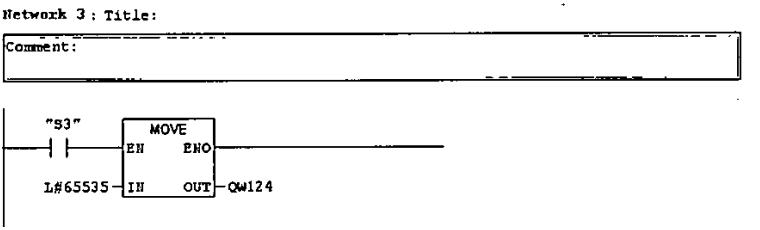
با انتقال مقدار صفر درون QB20، ۸ خروجی (QB20.0 تا QB20.7) همزمان مقدارشان صفر می‌شود.



شکل ۲۳.۶ برنامهٔ Network 2

توضیح برنامهٔ Network 3

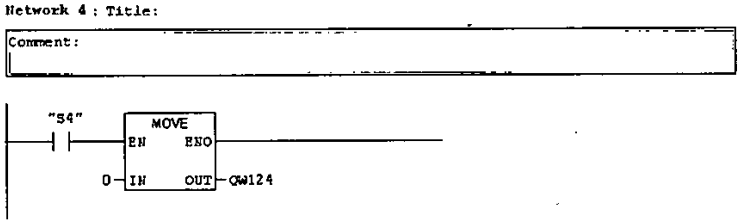
با انتقال مقدار 65535 درون QW124، ۱۶ خروجی (QB124.0 تا QB124.7) همزمان مقدارشان یک می‌شود.



شکل ۲۴.۶ برنامهٔ Network 3

توضیح برنامهٔ Network 4

با انتقال مقدار صفر درون QW124، ۱۶ خروجی (QB124.0 تا QB124.7) همزمان مقدارشان صفر می‌شود.



شکل ۲۵.۶ برنامهٔ Network 4

مثال ۶. استفاده از PIQ به‌عنوان Memory bit

می‌دانیم که تعداد خانه‌های حافظهٔ یک PLC محدود است و ممکن است با کمبود این خانه‌ها مواجه شویم. برای رفع این مشکل دو راه‌حل وجود دارد:

۱. استفاده از DB (دیتا بلاک)

۲. استفاده از PIQ

در صورت استفاده از خانه‌های PIQ به‌عنوان حافظه، باید توجه نمود از آدرس‌هایی از PIQ می‌توان استفاده کرد که به هیچ کارتی اختصاص داده نشده باشد.

در این مثال مقدار MW0 و MW2 توسط مقایسه‌گر مقایسه شده و لازم است از نتیجهٔ آن در چند Network استفاده شود.

توضیح برنامهٔ Network 1

در Network1، نتیجهٔ مقایسهٔ Mw0 و Mw2 در Q0.0 ذخیره می‌شود.

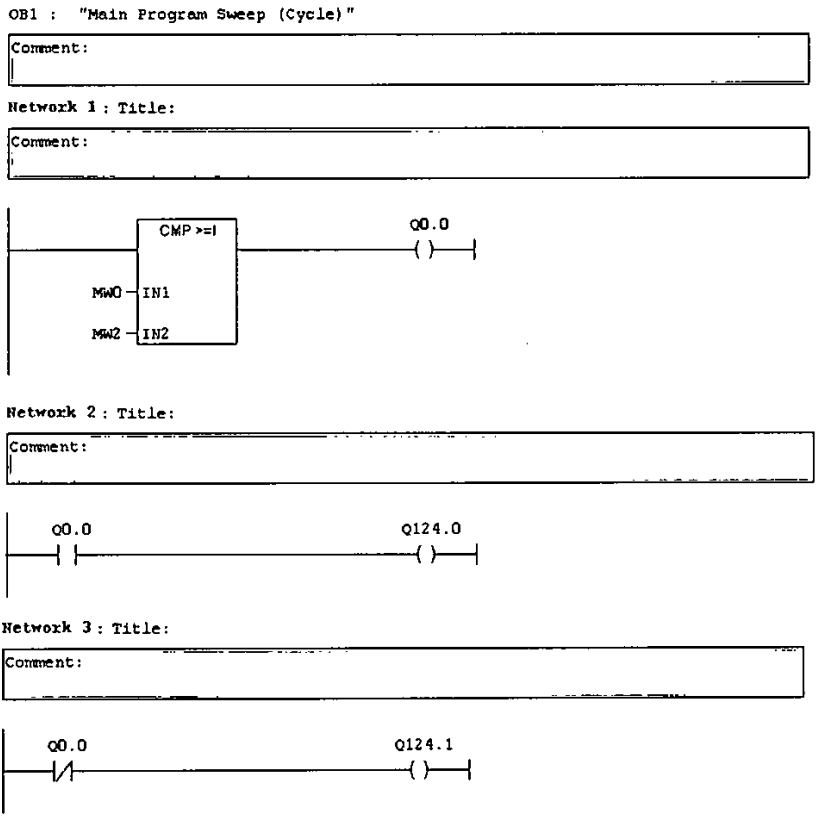
توضیح برنامهٔ Network 2

در Network 2، درصورتی‌که Q0.0 یک شد، Q124.0 نیز یک می‌شود.

توضیح برنامهٔ Network 3

درصورتی‌که Q0.0 یک شد، Q124.1 صفر می‌شود. در غیر این صورت خروجی Q124.1 همواره یک خواهد بود.

همان‌طورکه در برنامهٔ ارائه شده مشاهده می‌شود، Q0.0 نقش یک مموری را بازی نموده و از آن به‌عنوان ذخیرهٔ نتیجهٔ میان برنامه استفاده شده است.



شکل ۲۶.۶ برنامهٔ مورد نظر در مثال ۶

مثال ۷. تعیین زمان روشن ماندن لامپ

می‌خواهیم برنامه‌ای طراحی کنیم که اگر برای بار اول یک شستی فشرده شد، لامپ به مدت 2 ثانیه روشن شده و سپس خاموش شود. اگر شستی دفعات بعد فشرده شد مطابق منطق زیر لامپ به مدت زمان مشخص شده روشن و سپس خاموش شود.

بار دوم: 5 ثانیه

بار سوم: 7 ثانیه

بار چهارم: 10 ثانیه

بار پنجم: زمان از بار اول شروع شود. (2 ثانیه)

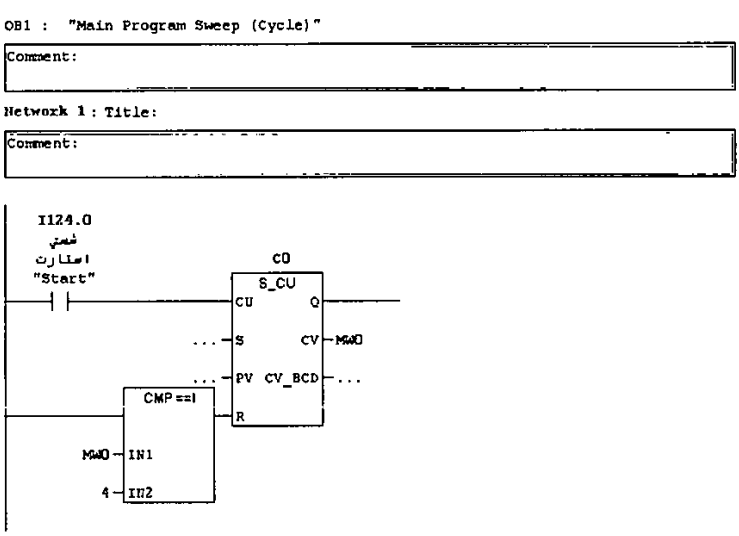
در شکل ۲۷.۶ سمبل‌های به‌کار رفته در مثال ۷ نشان داده شده است.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 124.0	BOOL	شستی استارت
2		Lamp	Q 124.0	BOOL	شستی استپ
3		Timer_Time	MW 2	S5TIME	مدت زمان روشن بودن لامپ

شکل ۲۷.۶ سمبل‌های به‌کار رفته در مثال ۷

توضیح برنامهٔ Network 1

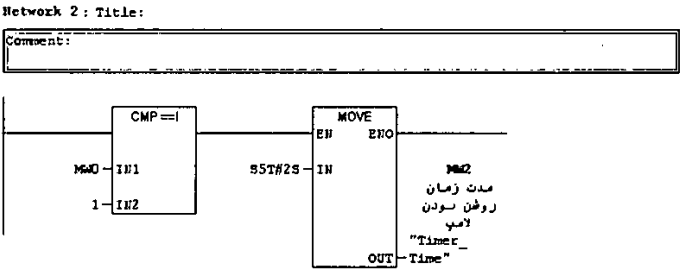
در Network 1 به‌منظور شمارش تعداد دفعات فشرده شدن شستی از یک کانتر استفاده می‌شود.



شکل ۲۸.۶ برنامهٔ Network 1

توضیح برنامهٔ Network 2

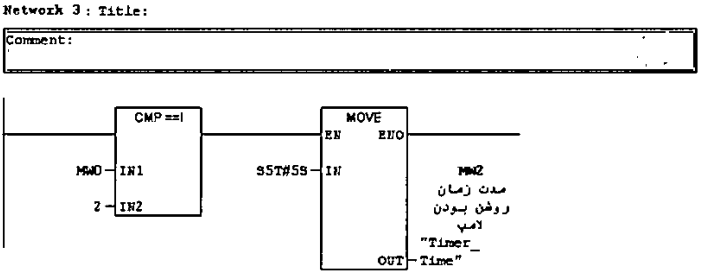
در Network 2، درصورتی‌که شستی برای بار اول فشرده شده باشد، زمان تایمر 2 ثانیه در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۲۹.۶ برنامهٔ Network 2

توضیح برنامهٔ Network 3

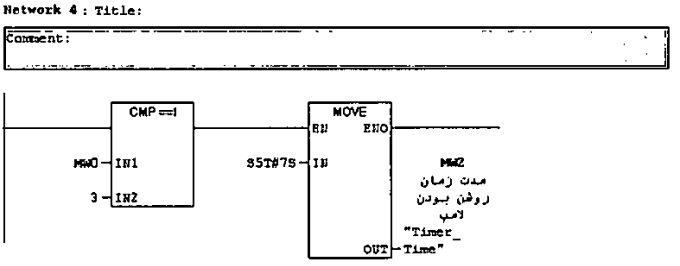
در Network 3، درصورتی‌که شستی برای بار دوم فشرده شده باشد، زمان تایمر 5 ثانیه در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳۰.۶ برنامهٔ Network 3

توضیح برنامهٔ Network 4

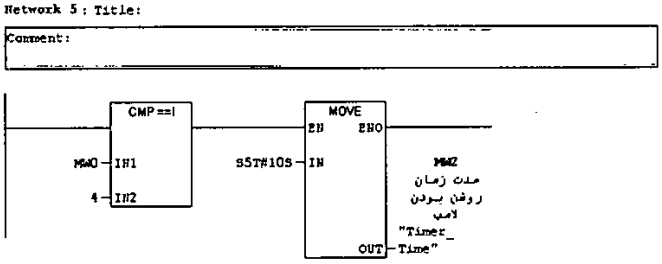
در Network4، درصورتی‌که شستی برای بار سوم فشرده شده باشد، زمان تایمر 7 ثانیه در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳۱.۶ برنامهٔ Network 4

توضیح برنامهٔ Network 5

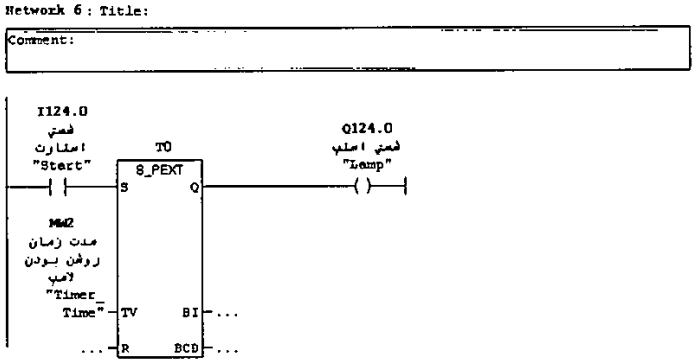
در Network 5، درصورتی‌که شستی برای بار چهارم فشرده شده باشد، زمان تایمر 10 ثانیه در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳۲.۶ برنامهٔ Network 5

توضیح برنامهٔ Network 6

در Network 6، از یک عدد تایمر تأخیر در قطع استفاده شده است که پس از سپری شدن زمان مورد نظر، لامپ را خاموش نماید.



شکل ۳۳.۶ برنامهٔ Network 6

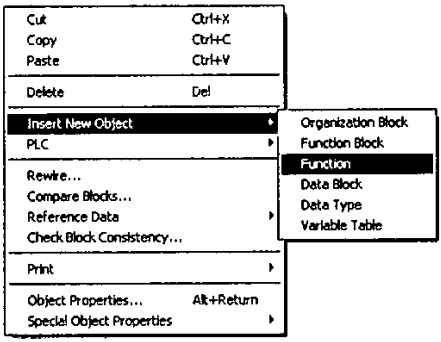
مثال ۸. ساخت یک فلیپ فلاپ با استفاده از یک FC

مراحل انجام مثال:

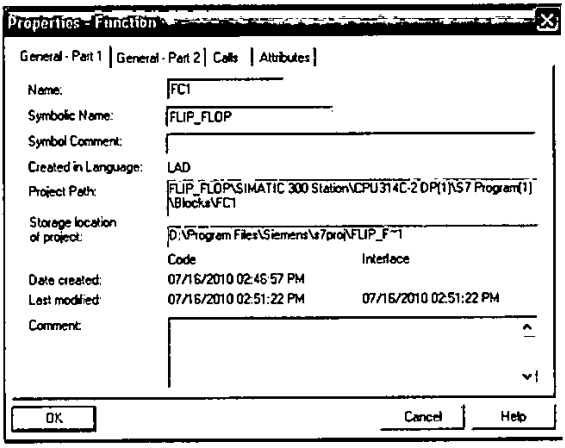
۱. ایجاد FC1 و اختصاص نام سمبولیک FLIP_FLOP به آن
۲. ایجاد متغیرهای محلی در آن
۳. برنامه‌نویسی FC1
۴. فراخوانی FC1 در OB1

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ایجاد FC1 و اختصاص نام سمبولیک FLIP_FLOP به آن



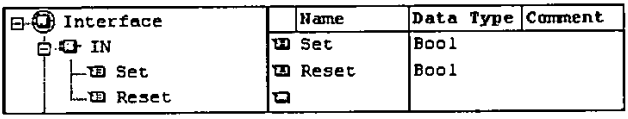
شکل ۳۴.۶ ایجاد FC1



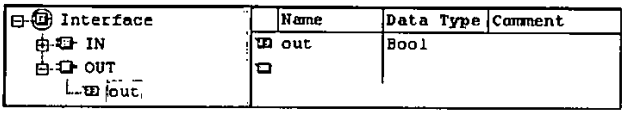
شکل ۳۵.۶ اختصاص نام سمبولیک FLIP_FLOP به FC1

۲. ایجاد متغیرهای محلی در FC1

در شکل‌های ۳۶.۶ و ۳۷.۶ متغیرهای محلی تعریف شده در FC1 نشان داده شده است.



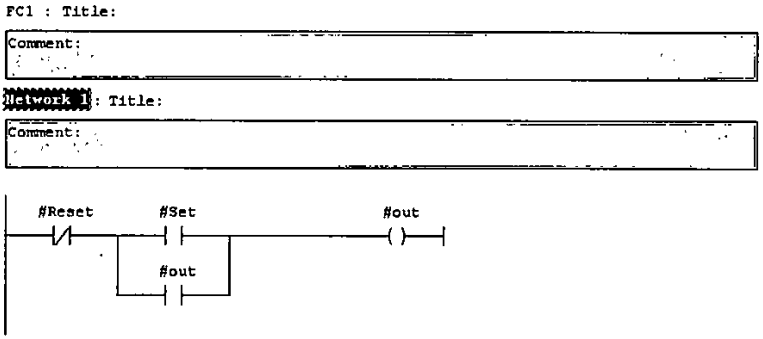
شکل ۳۶.۶ متغیرهای محلی از نوع IN در FC1



شکل ۳۷.۶ متغیرهای محلی از نوع OUT در FC1

۳. برنامه‌نویسی FC1

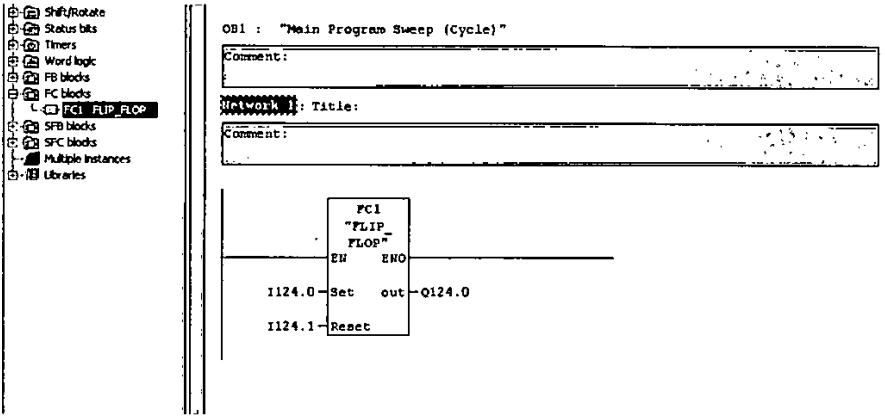
برنامهٔ نشان داده شده در شکل ۳۸.۶ را در FC1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۳۸.۶ برنامهٔ پیاده‌سازی شده در FC1

۴. فراخوانی FC1 در OB1

مطابق شکل ۳۹.۶، FC1 را در محیط OB1 فراخوانی نموده و پایه‌های آن را آدرس‌دهی نمایید.



شکل ۳۹.۶ فراخوانی FC1 در OB1

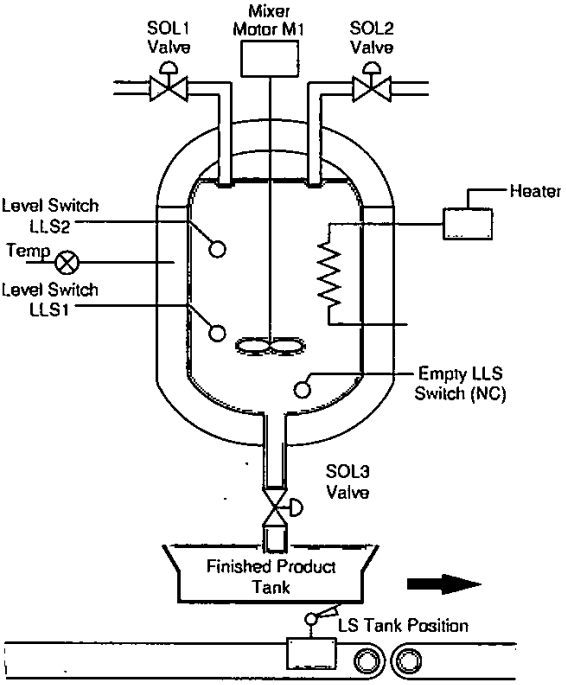
فصل ۷

پروژه‌های کاربردی

۱.۷ کنترل Batching
۲.۷ کنترل دما به روش حلقه بسته
۳.۷ کنترل Override به روش حلقه بسته
۴.۷ کنترل دمای محصول به روش حلقه بسته
۵.۷ کنترل دمای راکتور به روش حلقه بسته
۶.۷ کنترل فشار به روش حلقه بسته

۱.۷ کنترل Batching

در یک سیستم صنعتی به‌منظور انجام ترکیب صحیح دو مادهٔ مختلف با یکدیگر، از پروسهٔ نشان داده شده در شکل ۱.۷ استفاده می‌شود. همان‌طورکه در شکل ۱.۷ نیز مشخص است، توسط دو عدد لوله که در آنها از دو عدد ولو SOL1 و SOL2 استفاده شده است، مواد مختلف وارد مخزن می‌شوند. به‌منظور سهولت برنامه‌نویسی، نوع ولوها به‌صورت ON/OFF در نظر گرفته شده است. برای مخلوط نمودن مواد با یکدیگر، از یک عدد موتور میسکر استفاده شده است. همچنین برای تنظیم دمای مخزن، از یک عدد هیتر ON/OFF استفاده شده است. در خروجی مخزن نیز از یک عدد ولو ON/OFF به‌نام SOL3 استفاده شده است که خروج مواد از مخزن اصلی را به درون مخزن محصول (Finished Product Tank) کنترل می‌نماید.



شکل ۱.۷

در درون مخزن از سه عدد Level Switch (دو حالته) استفاده شده است. این سوئیچ‌ها عبارتند از:

- **LLS1 (NO):** به‌منظور کنترل سطح مادهٔ ۱ که هرگاه وجود مایع را حس نماید، دیتای ۱ منطقی به PLC می‌دهد.
- **LLS2 (NO):** به‌منظور کنترل سطح مادهٔ ۲ که هرگاه وجود مایع را حس نماید، دیتای ۱ منطقی به PLC می‌دهد.
- **LLS3 (NC):** به‌منظور کنترل خالی شدن مخزن که هرگاه خالی شدن مخزن را حس نماید، دیتای ۱ منطقی به PLC می‌دهد؛ در غیر این صورت دیتای صفر به PLC می‌دهد.

در خارج از مخزن نیز از یک عدد Limit Switch (NO) به‌منظور تشخیص وجود مخزن محصول در زیر ولو SOL3 استفاده شده است. این سنسور هرگاه وجود مخزن محصول را حس نماید، دیتای ۱ منطقی به PLC می‌دهد.

منطق کنترل

- با فعال شدن استارت، سیستم روشن و با فعال شدن استپ، سیستم خاموش شود.
- در ابتدا باید مخزن اصلی کاملاً خالی باشد (LLS3 دیتای ۱ به PLC بدهد).
- برای شروع به‌کار سیستم، باید مخزن محصول در زیر SOL3 قرار داشته باشد.
- در زمان روشن شدن سیستم، دمای مخزن در 100 درجهٔ سانتی‌گراد تنظیم شود. به‌منظور تنظیم دمای مخزن از یک عدد هیتر و به‌منظور اندازه‌گیری دمای آن از یک عدد Pt100 که مستقیماً به کارت AI در PLC متصل شده است، استفاده می‌شود.
- اگر مخزن خالی بوده و دمای آن نیز معادل 100 درجه باشد، ولو SOL1 باز می‌شود و مادهٔ اول به درون مخزن وارد می‌شود.
- هرگاه لیمیت سوئیچ LLS1 وجود مایع را در سطح مورد نظر حس نماید، ولو SOL1 بسته می‌شود و ولو SOL2 باز می‌شود.
- هرگاه لیمیت سوئیچ LLS2 وجود مایع را در سطح مورد نظر حس نماید، ولو SOL2 نیز بسته می‌شود.
- در مدت زمان ورود مواد به مخزن، باید دمای مخزن در 100 درجهٔ سانتی‌گراد قرار داشته باشد. برای تنظیم دما تلرانس ٪10 -/+ قابل قبول است.
- هنگامی‌که دو ماده درون مخزن قرار گرفتند، ابتدا باید دمای مخزن روی مقدار 300 درجه تنظیم شود. برای تنظیم دما تلرانس ٪10 -/+ قابل قبول است. پس از آن موتور میکسر به مدت 20 ثانیه عمل ترکیب مواد را انجام دهد.
- در مدت زمان انجام عمل ترکیب مواد، باید دمای مخزن در رنج 300 درجه باقی بماند.
- پس از اتمام مراحل فوق و درصورتی‌که مخزن محصول زیر SOL3 قرار داشته باشد، ولو SOL3 باز می‌شود. هنگامی‌که مخزن کاملاً خالی شود (LLS3 دیتای ۱ به PLC دهد)، ولو SOL3 بسته می‌شود.

- هرگاه یک مخزن محصول جدید در زیر SOL3 قرار گیرد و سیستم روشن باشد (شستی استپ فعال نشده باشد)، پروسه به‌طور اتوماتیک از ابتدا آغاز می‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

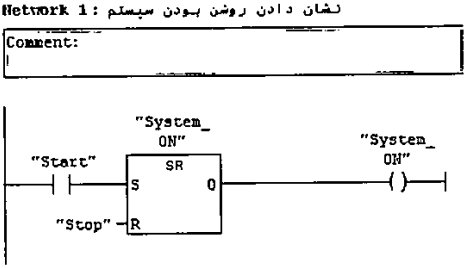
۱. در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. وارد محیط OB1 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۲.۷ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		LLS1	I 0.2	BOOL	لول سوئیچ ۱
4		LLS2	I 0.3	BOOL	لول سوئیچ ۲
5		LLS3	I 0.4	BOOL	لول سوئیچ ۳
6		LS	I 0.5	BOOL	لیمیت سوئیچ
7		Pt100	IW 60	INT	دیتای سنسور RTD
8		System_ON	M 0.0	BOOL	نشان دادن روشن بودن سیستم
9		System_OFF	M 0.1	BOOL	نشان دادن خاموش بودن سیستم
10		Temperature	MD 60	REAL	دمای واقعی مخزن
11		SOL1	Q 0.0	BOOL	ولو ۱
12		SOL2	Q 0.1	BOOL	ولو ۲
13		SOL3	Q 0.2	BOOL	ولو ۳
14		Heater	Q 0.3	BOOL	هیتر
15		Mixer	Q 0.4	BOOL	میکسر
16					

شکل ۲.۷ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۱.۷

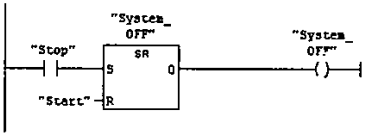
۳. برنامهٔ زیر را به زبان LAD در OB1 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۳.۷ برنامهٔ نتورک ۱

Network 2 : نشان دادن خاموش بودن سیستم

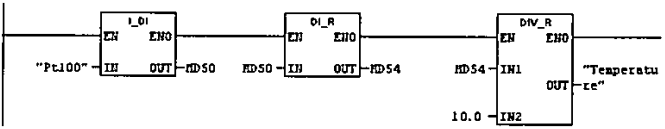
Comment:



شکل ۴.۷ برنامهٔ نتورک ۲

Network 3 : PT100 Scale

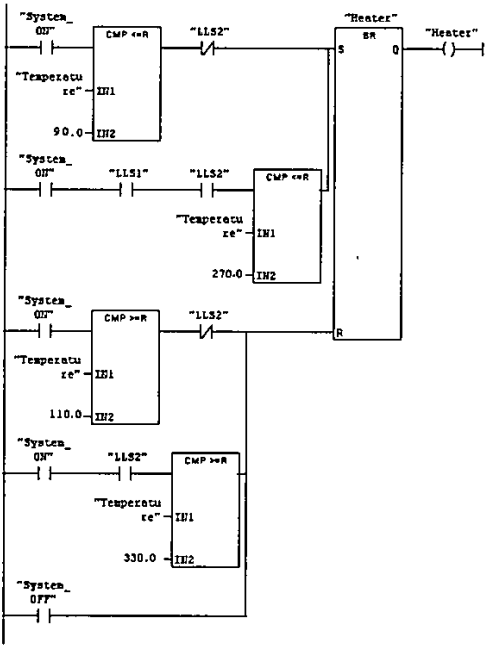
Comment:



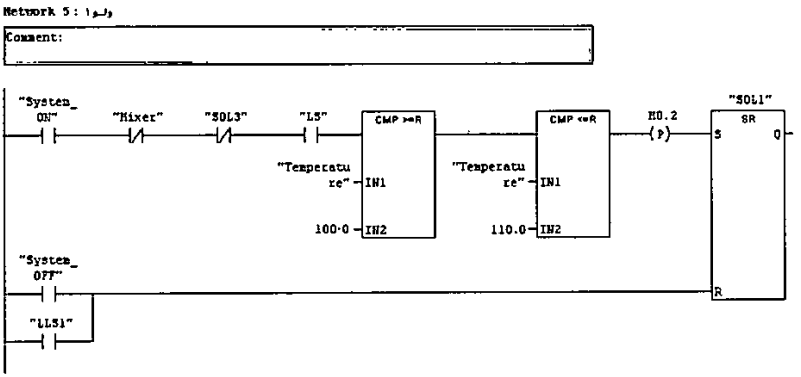
شکل ۵.۷ برنامهٔ نتورک ۳

Network 4 : میکر

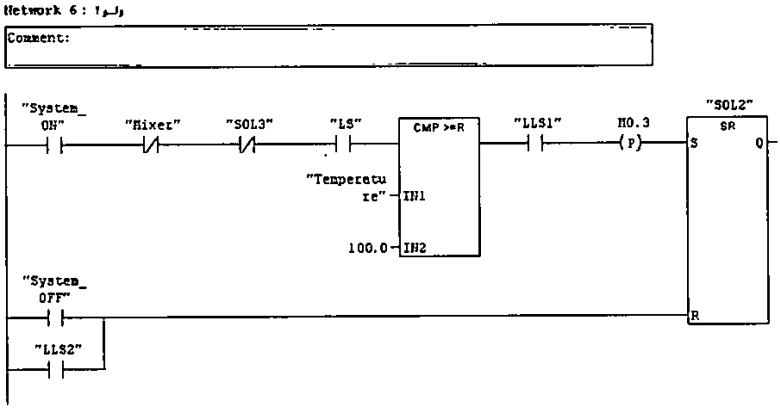
Comment:



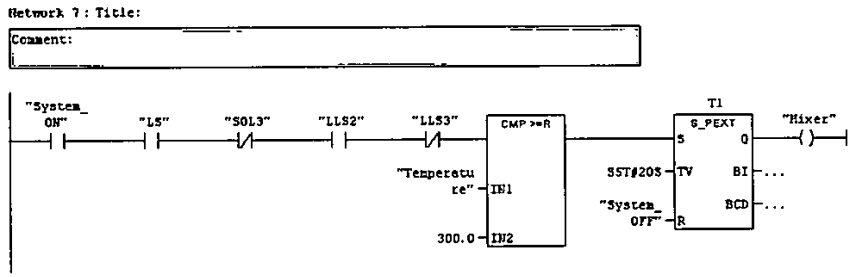
شکل ۶.۷ برنامهٔ نتورک ۴



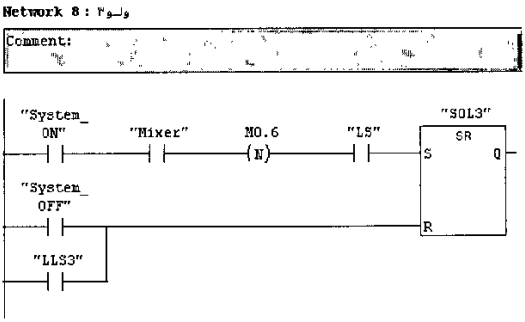
شکل ۷.۷ برنامهٔ نتورک ۵



شکل ۸.۷ برنامهٔ نتورک ۶



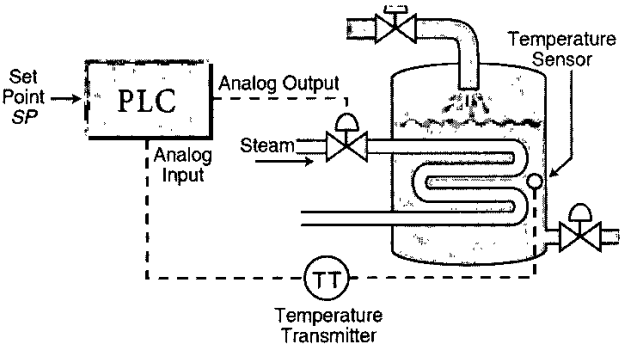
شکل ۹.۷ برنامهٔ نتورک ۷



شکل ۱۰.۷ برنامهٔ نتورک ۸

۲.۷ کنترل دما به روش حلقه بسته

در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور تنظیم دمای مایع درون یک مخزن، از سیستمی مطابق شکل ۱۱.۷ استفاده می‌شود. همان‌طورکه در شکل ۱۱.۷ نیز مشخص است، در این سیستم از بخار آب گرم[1] برای تنظیم دمای مخزن در مقدار مورد نظر استفاده شده است. میزان بخار ورودی به سیستم گرمایشی توسط یک عدد کنترل ولو که با سیگنال پیوسته (4-20mA) کار می‌نماید، کنترل می‌شود. همچنین دمای مخزن توسط یک عدد ترانسمیتر دما (TT) اندازه‌گیری شده و به کارت AI در PLC داده می‌شود.



شکل ۱۱.۷

منطق کنترل

- ترانسمیتر دما، مقدار دما در رنج 0 الی 100 درجه را اندازه‌گیری نموده و یک سیگنال 4-20 mA به کارت AI در PLC می‌دهد.

1. Steam

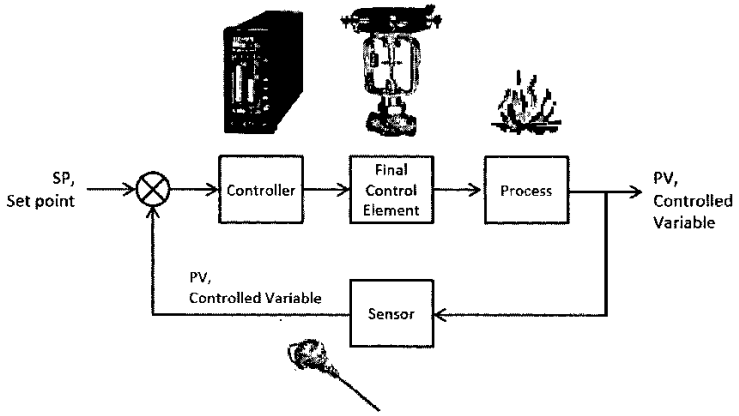
- در صورت افزایش دما از 90 درجه، یک آلارم فعال شود.
- کنترل ولو با سیگنال 4-20 mA کار نموده و این سیگنال را از کارت AO در PLC دریافت می‌کند.
- برنامهٔ کنترل به روش حلقه بسته پیاده‌سازی شود. در این روش مقدار Setpoint توسط کاربر به کنترل‌کننده اعمال شده و سپس کنترل‌کننده فرمان اعمالی به کنترل ولو را به‌گونه‌ای تنظیم نماید که مقدار دما برابر مقدار Setpoint شود.

آشنایی با کنترل حلقه بسته

همان‌طورکه ذکر شد، می‌خواهیم این پروژه را به روش حلقه بسته و با استفاده از متدهای مرسوم کنترل حلقه بسته پیاده‌سازی نماییم. اما قبل از شروع کار، لازم است نکاتی در مورد کنترل حلقه بسته بیان شود. این موارد را در حد اختصار بیان می‌نماییم، علاقه‌مندان می‌توانند جهت توضیحات بیشتر به کتاب "مرجع کاربردی آموزش PID کنترل در صنعت کنترل" تألیف مهندس فرجی از نشر نگارندهٔ دانش مراجعه نمایند.

آشنایی با سیستم حلقه بسته

در این سیستم، مقدار کمیت تحت کنترل در پروسه، به‌عنوان فیدبک به ورودی سیستم داده شده و با مقدار ورودی مبنا، سنجیده می‌شود و فرمان کنترل‌کننده با توجه فیدبک، اصلاح می‌شود. شکل ۱۲.۷ مدل ریاضی و بلاک دیاگرام این نوع سیستم را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲.۷

عملکرد سیستم حلقه بسته

در یک سیستم حلقه بسته، مقدار نقطهٔ تنظیمی (Setpoint) به سیستم کنترل اعمال می‌شود. منظور از Setpoint مقداری است که باید کمیت فیزیکی در آن مقدار قرار گیرد. مثلاً در یک پروسهٔ کنترل دما، اگر Setpoint برابر

60 درجه قرار داده شود، به آن مفهوم است که باید دما در نقطهٔ 60 درجه قرار گیرد.

از طرف دیگر، مقدار واقعی کمیت پروسه (PV) توسط سنسور اندازه‌گیری شده و به سیستم کنترل اعمال می‌شود که به آن فیدبک گفته می‌شود. فیدبک از سنسوری که وظیفهٔ اندازه‌گیری کمیت پروسه را بر عهده دارد، دریافت می‌شود. سیستم کنترل با دریافت Setpoint و فیدبک، باید فرمان اعمالی به المان نهایی را به‌گونه‌ای تنظیم نماید که مقدار PV به مقدار Setpoint نزدیک شده و نهایتاً با آن برابر شود. به‌منظور انجام عملیات فوق، روش‌های مختلفی ارائه شده است که معروف‌ترین آن، روش PID است.

فصل ۷

Error و محاسبهٔ آن در سیستم حلقه بسته

منظور از سیگنال Error (e)، تفاضل بین مقدار مبنا (Setpoint) و مقدار فیدبک (PV) است که بیان‌گر میزان اختلاف مقدار واقعی کمیت پروسه نسبت به Setpoint می‌باشد. به فرمول زیر توجه کنید:

$$e = SP - PV$$

اولین قدم در کنترل یک سیستم حلقه بسته، محاسبهٔ سیگنال Error است و سپس با توجه به آن، فرمان خروجی کنترل‌کننده جهت اعمال به المان نهایی تولید می‌شود.

آشنایی با مدهای P، I، D

الف) مد P یا تناسب

در این روش ابتدا اختلاف بین Setpoint و PV (فیدبک) محاسبه شده و به‌نام سیگنال Error شناخته می‌شود. کنترل‌کننده با استفاده از سیگنال Error که در حقیقت انحراف فیدبک از Setpoint است، اقدام به اصلاح فرمان کنترل‌کننده می‌نماید. به فرمول زیر توجه نمایید:

$$e = SP - PV$$

که در این فرمول:

e: مقدار سیگنال Error

SP: مقدار Setpoint

PV: مقدار فیدبک یا Process Variable

یک راه‌حل برای ایجاد فرمان خروجی، بزرگ‌نمایی Error است. در این روش یک عدد ثابت (بهره یا گین) در مقدار Error ضرب می‌شود و در نتیجه فرمان اعمالی به عمل‌گر چند برابر می‌شود؛ از این‌رو عمل‌گر عکس‌العمل سریع‌تری از خود نشان داده و سرعت پاسخ سیستم افزایش می‌یابد. منظور از سرعت پاسخ، سرعت رسیدن فیدبک (PV) به Setpoint (SP) است. به فرمول زیر توجه کنید:

$$m = Kp\ e + b$$

که در این فرمول:

m: فرمان خروجی کنترل‌کننده

Kp: مقدار ضریب بهره یا تناسب

e: مقدار سیگنال Error

b: بایاس یا آفست

ب) مد I یا انتگرال‌گیر

یکی دیگر از روش‌های کنترل لوپ و تولید فرمان اعمالی به عمل‌گر، روش انتگرال‌گیری از Error در مبنای زمانی است. در این روش، مقادیر Error هر لحظه با مقادیر Errorهای لحظات قبل جمع شده و در نتیجه فرمان خروجی به‌تدریج افزایش پیدا می‌نماید. به فرمول زیر توجه کنید:

$$m = \frac{1}{Ti} \int e \, dt$$

که در این فرمول:

m: فرمان اعمالی به عمل‌گر

Ti: ثابت زمانی انتگرال (زمان انتگرال‌گیری)

e: مقدار Error

ج) مد D یا مشتق‌گیر

در این کنترل‌کننده، فرمان خروجی با استفاده از مشتق‌گیری از سیگنال Error به‌دست می‌آید. در حقیقت این کنترل‌کننده با توجه به نرخ تغییرات Error در مبنای زمان کار می‌کند. به فرمول زیر توجه کنید:

$$m = td \frac{de}{dt}$$

که در این فرمول:

m: فرمان خروجی کنترل‌کننده

Td: ثابت زمانی مشتق

روش پیاده‌سازی برنامهٔ PID

به‌منظور پیاده‌سازی برنامهٔ PID توسط نرم‌افزار STEP7 دو روش وجود دارد:

- **استفاده از بلاک‌های آمادهٔ زیمنس:** در این روش می‌توان از بلاک‌های آمادهٔ زیمنس مانند FB41، FB42، FB43 و ... استفاده نمود.
- **استفاده از برنامه‌نویسی:** در این روش کاربر می‌تواند خود برنامهٔ مورد نظر را پیاده‌سازی نماید.

توجه: در این کتاب، از روش برنامه‌نویسی به‌منظور پیاده‌سازی کنترل P استفاده می‌شود. البته در عمل کنترل P به‌تنهایی به‌کار نمی‌رود و از کنترل PI، PD و یا PID استفاده می‌شود.

مراحل انجام پروژه

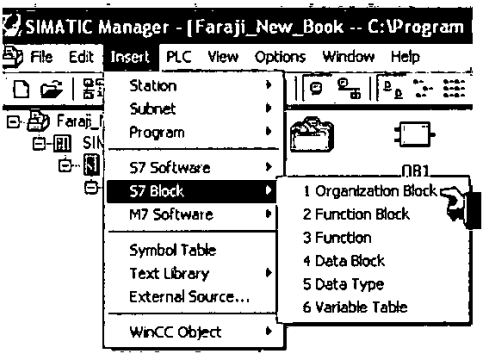
حال که آشنایی با روش کنترل حلقه بسته بیان شد، به پیاده‌سازی پروژه در نرم‌افزار STEP7 می‌پردازیم.

توجه: برنامهٔ PID کنترل باید در یکی از OBهای خانوادهٔ 30 نظیر OB35 نوشته شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

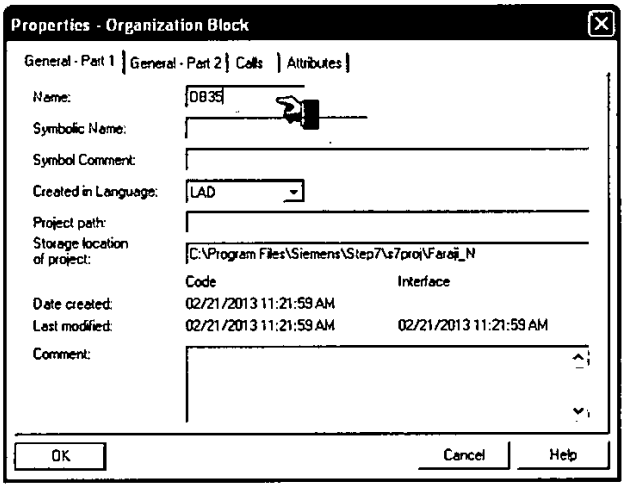
۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. در محیط Simatic Manager از منو Insert گزینهٔ S7 Block را انتخاب نموده و سپس گزینهٔ Organization Block را انتخاب نمایید. به شکل ۱۳.۷ توجه نمایید.



شکل ۱۳.۷

۳. در کادر Properties مطابق شکل ۱۴.۷، در بخش Name عبارت OB35 را وارد نموده و روی گزینهٔ OK کلیک نمایید. در این صورت OB35 ایجاد می‌گردد.



شکل ۱۴.۷

۴. وارد محیط OB35 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۱۵.۷ کامل نمایید.

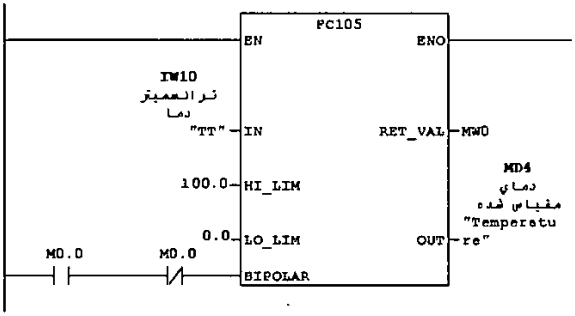
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		TT	IW 10	INT	ترانسمیتر دما
2		Temperature	MD 4	REAL	دمای مقیاس شده
3		Setpoint	MD 8	REAL	نقطهٔ تنظیمی دما
4		e	MD 12	REAL	Error مقدار
5		Kp	MD 16	REAL	Kp مقدار ضریب
6		TV_Command%	MD 20	REAL	فرمان اعمالی به کنترل ولو برحسب درصد
7		alarm	Q 0.0	BOOL	آلارم افزایش دما
8		TV	QW 10	INT	کنترل ولو

شکل ۱۵.۷ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژهٔ ۲.۷

۵. برنامهٔ زیر را به زبان LAD در OB35 پیاده‌سازی نمایید.

Network 1: Title:

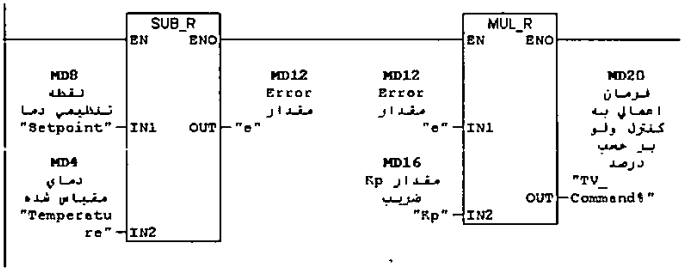
Temperature Scale TT1 : 0-100 C



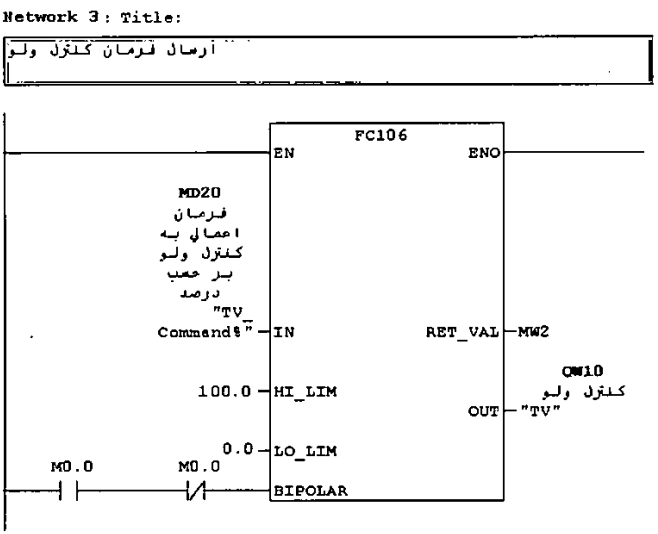
شکل ۱۶.۷ برنامهٔ نتورک ۱

Network 2: Title:

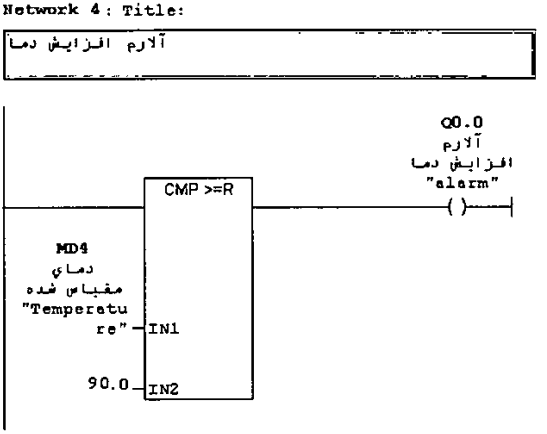
فاصله Error و فرمان کنترل‌کننده



شکل ۱۷.۷ برنامهٔ نتورک ۲



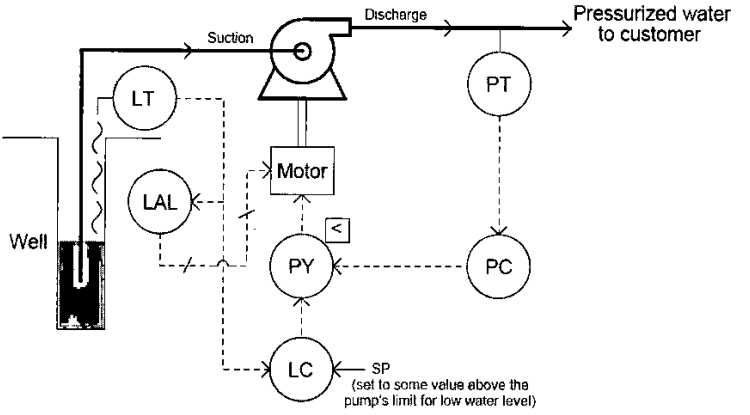
شکل ۱۸.۷ برنامهٔ نتورک ۳



شکل ۱۹.۷ برنامهٔ نتورک ۴

۳.۷ کنترل Override به روش حلقه بسته

در یک سیستم صنعتی برای کنترل فشار آب خروجی از درون چاه، از پروسه‌ای مطابق شکل ۲۰.۷ استفاده شده است.



شکل ۲۰.۷

همان‌طورکه در شکل ۲۰.۷ نیز مشخص است، در این سیستم از یک عدد موتور با سرعت قابل تنظیم توسط درایو، به‌منظور پمپاژ آب درون چاه استفاده شده است. همچنین از یک عدد PT (Pressure Transmitter) به‌منظور اندازه‌گیری فشار خروجی آب استفاده شده است. در درون چاه نیز از یک سنسور اندازه‌گیری ارتفاع سطح LT (Level Transmitter) استفاده شده است.

منطق کنترل

- سنسور PT فشار آب خروجی از چاه را در رنج 0-10 Bar اندازه‌گیری نموده و به‌صورت سیگنال 4-20 mA به کارت آنالوگ ورودی در PLC می‌فرستد.
- سنسور LT ارتفاع سطح آب درون چاه را در رنج 0-10 m اندازه‌گیری نموده و به‌صورت سیگنال 4-20 mA به کارت آنالوگ ورودی در PLC می‌فرستد.
- درایو کنترل دور موتور، سیگنال 0-10V را از کارت خروجی آنالوگ PLC دریافت نموده و مطابق آن، دورِ موتور را تنظیم می‌نماید.
- لازم است در کنترلر یک برنامهٔ کنترل فشار نوشته شود. PC (Pressure Control)
- لازم است در کنترلر یک برنامهٔ کنترل Level نوشته شود. LC (Level Control)
- درصورتی‌که میزان Level مخزن بیش از 2 متر باشد، برنامهٔ کنترل فشار (PC) بر برنامهٔ کنترل Level (LC) ارجحیت دارد و فرمان تولیدی آن به درایو کنترل دور موتور ارسال می‌شود.
- درصورتی‌که Level کوچکتر/مساوی 2 متر شود، برنامهٔ کنترل Level (LC) بر برنامهٔ کنترل فشار (PC) ارجحیت پیدا نموده و اصطلاحاً آن را Override (لغو یا نادیده) می‌نماید. در این حالت فرمان تولیدی کنترل Level به درایو کنترل دور موتور ارسال می‌شود.
- کنترل‌کنندهٔ فشار دارای Setpoint دلخواهی است که توسط کاربر تعیین می‌شود ولی Setpoint کنترل

Level مقدار 1 متر است. لازم است برنامهٔ کنترلی به یکی از روش‌های کنترلی مرسوم در روش حلقه بسته (P، PI، PD یا PID) نوشته شود.

- درصورتی‌که Level به حد 2 متر یا کمتر رسید، یک آلارم فعال شود.
- اگر Level کمتر از 0.5 شود، باید موتور تریپ شود.
- اگر به هر دلیل فشار آب خروجی از چاه بیشتر از 8.5 بار شد، یک آلارم فعال شود.
- اگر فشار آب خروجی از چاه بیشتر از 9 بار شد، موتور تریپ شود. در این صورت یک لامپ آلارم روشن شده و تا زمانی‌که شستی ریست فعال نشده است، موتور روشن نشود.
- موتور به‌منظور روشن شدن دارای دو فرمان Run و OFF است که توسط دو خرجی دیجیتال PLC به درایو اعمال می‌شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. ابتدا در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. در محیط Simatic Manager از منو Insert گزینهٔ S7 Block را انتخاب نموده و سپس گزینهٔ Organization Block را انتخاب نمایید.

۳. در کادر Properties در بخش Name عبارت OB35 را وارد نموده و روی گزینهٔ OK کلیک نمایید. در این صورت OB35 ایجاد می‌گردد.

۴. سپس وارد محیط OB35 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل‌های ۲۱.۷ و ۲۲.۷ کامل نمایید.

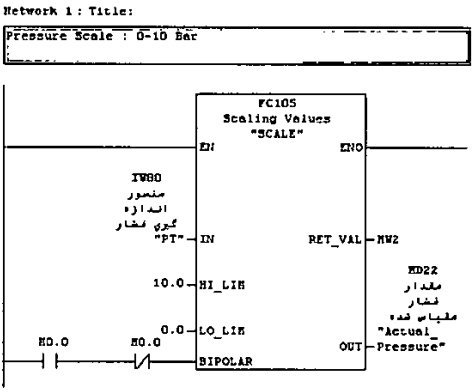
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
2		UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
3		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
4		Stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ
5		Reset	I 0.2	BOOL	شستی ریست
6		PT	IW 80	INT	سنسور اندازه‌گیری فشار
7		LT	IW 82	INT	سنسور اندازه‌گیری ارتفاع سطح
8		Pressure_SP	MD 10	REAL	مقدار Setpoint تنظیم فشار
9		e(Pressure)	MD 14	REAL	مقدار Error برای لوپ فشار
10		Kp	MD 18	REAL	Kp ضریب
11		Actual_Pressure	MD 22	REAL	مقدار فشار مقیاس شده
12		Actual_Level	MD 26	REAL	مقدار ارتفاع سطح مقیاس شده
13		e(Level)	MD 30	REAL	مقدار Error برای لوپ Level
14		e(pressure)%	MD 34	REAL	مقدار Error برای لوپ فشار برحسب درصد
15		e(Level)%	MD 38	REAL	مقدار Error برای لوپ Level برحسب درصد

شکل ۲۱.۷ سمبل‌های به‌کار رفته در پروژه ۴۸

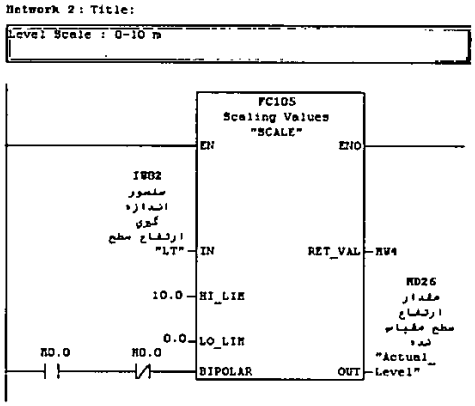
16		P_Command	MD	42	REAL	فرمان لوپ فشار
17		L_Command	MD	46	REAL	فرمان لوپ Level
18		Drive_Command	MD	50	REAL	فرمان درایو برحسب درصد
19		Motor_Run	Q	0.0	BOOL	فرمان روشن کردن موتور
20		Motor_Off	Q	0.1	BOOL	فرمان خاموش کردن موتور
21		Alarm_HP	Q	0.2	BOOL	آلارم فشار بیشتر از 8.5
22		Alarm_HHP	Q	0.3	BOOL	آلارم فشار بیشتر از 9 و تریپ موتور
23		Alarm_LL	Q	0.4	BOOL	آلارم کاهش ارتفاع سطح از 2 متر
24		alarm_LLL	Q	0.5	BOOL	آلارم کاهش ارتفاع سطح از 0.5 متر و تریپ موتور
25		Drive	QW	80	INT	فرمان درایو

شکل ۲۲.۷ ادامه سمبل‌های به‌کار رفته در پروژه ۴۸

۵. برنامهٔ زیر را به زبان LAD در OB35 پیاده‌سازی نمایید.



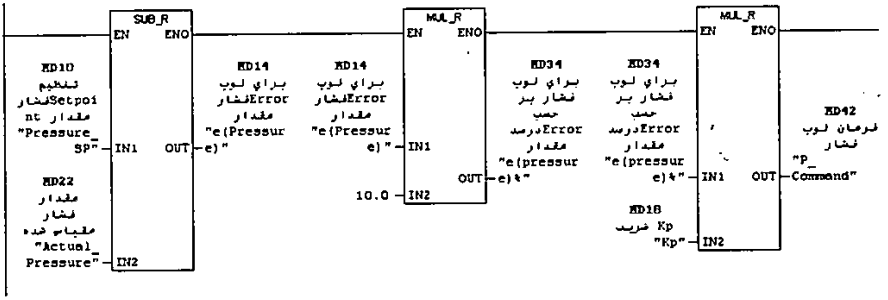
شکل ۲۳.۷ برنامهٔ نتورک ۱



شکل ۲۴.۷ برنامهٔ نتورک ۲

Network 3 : Title:

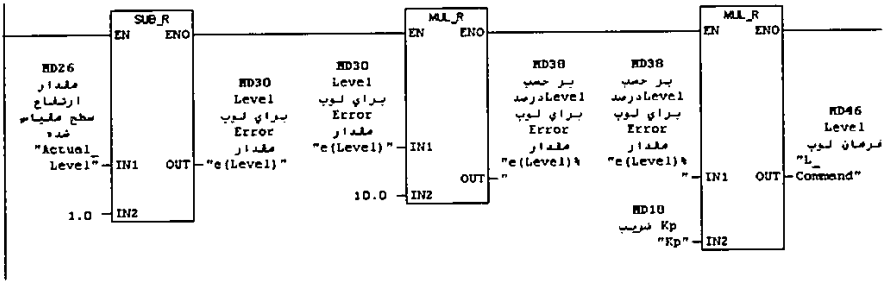
محاسبه Error و فرمان کنترل‌کننده فشار



شکل ۲۵.۷ برنامهٔ نتورک ۳

Network 4 : Title:

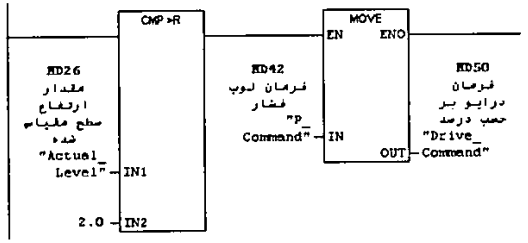
محاسبه Error و فرمان کنترل‌کننده Level



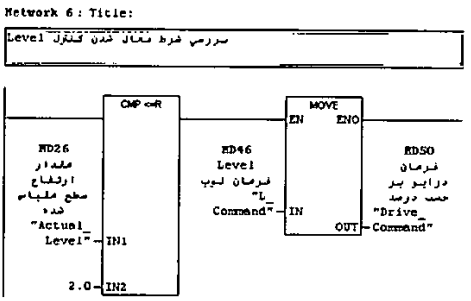
شکل ۲۶.۷ برنامهٔ نتورک ۴

Network 5 : Title:

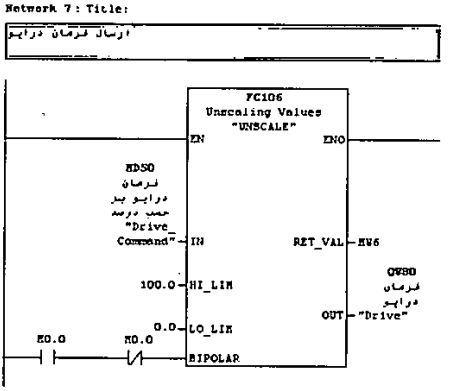
بررسی شرط فعال شدن کنترل فشار



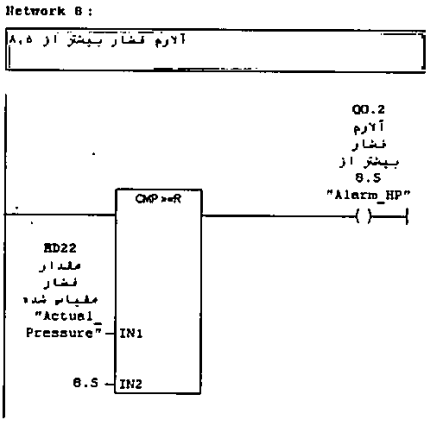
شکل ۲۷.۷ برنامهٔ نتورک ۵



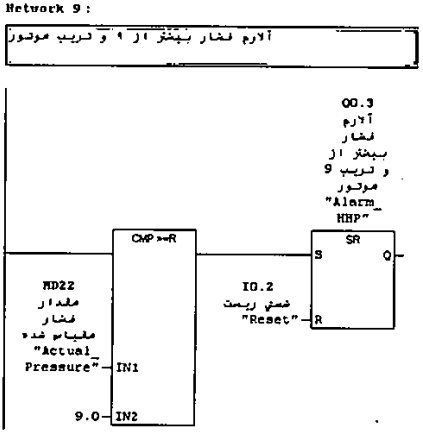
شکل ۲۸.۷ برنامهٔ نتورک ۶



شکل ۲۹.۷ برنامهٔ نتورک ۷



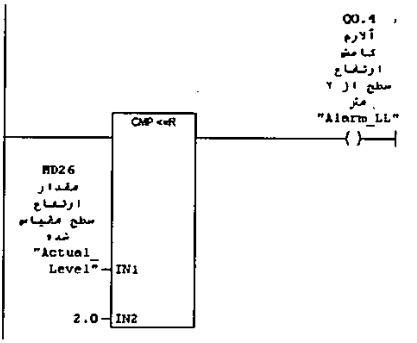
شکل ۳۰.۷ برنامهٔ نتورک ۸



شکل ۳۱.۷ برنامهٔ نتورک ۹

Network 10 :

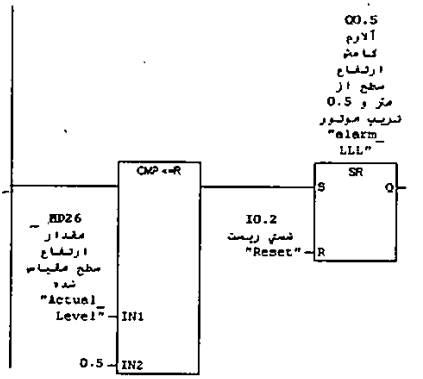
آلارم کاهش ارتفاع سطح از ۲ متر



شکل ۳۲.۷ برنامهٔ نتورک ۱۰

Network 11 :

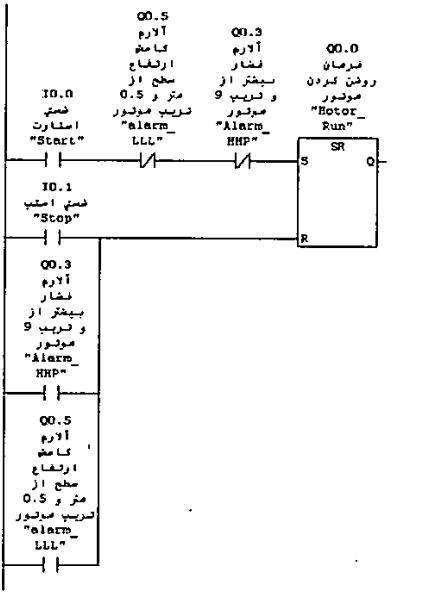
آلارم کاهش ارتفاع سطح از ۰.۵ متر و تریپ موتور



شکل ۳۳.۷ برنامهٔ نتورک ۱۱

Network 12 :

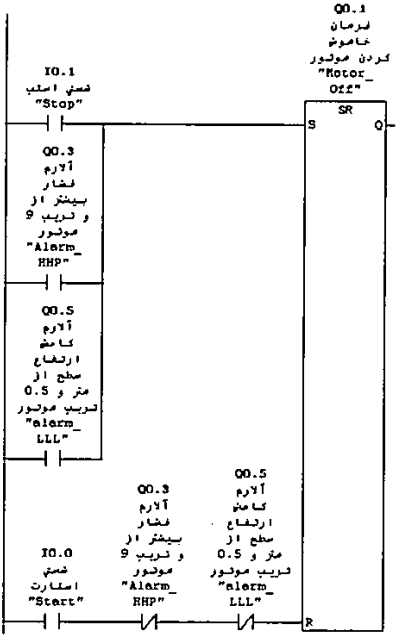
فرمان روشن کردن موتور



شکل ۳۴.۷ برنامهٔ نتورک ۱۲

Network 13 :

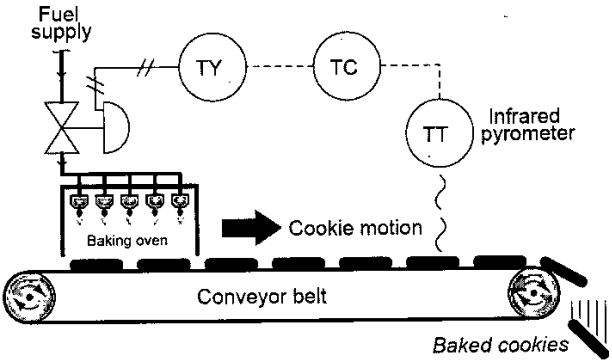
فرمان خاموش کردن موتور



شکل ۳۵.۷ برنامهٔ نتورک ۱۳

۴.۷ کنترل دمای محصول به روش حلقه بسته

در یک سیستم صنعتی به‌صورت نشان داده شده در شکل ۳۶.۷، مواد خام روی نوار نقاله قرار گرفته و پس از عبور از زیر یک مشعل گازی، اصطلاحاً پخته می‌شوند. نوار نقاله دارای یک موتور الکترکی با دور ثابت است و وظیفهٔ عبور جعبه‌ها از زیر مشعل را بر عهده دارد. مشعل از نوع گازی بوده و گاز ورودی آن توسط یک کنترل ولو، کنترل می‌شود. در این سیستم دمای مواد عبوری از مشعل توسط یک سنسور infrared pyrometer اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۳۶.۷

منطق کنترل

- این سیستم به‌صورت حلقه بسته کنترل می‌شود.
- سنسور اندازه‌گیری دما، یک سیگنال 4-20 mA معادل دمای 0-800 درجهٔ سانتی‌گراد تولید و به کارت AI در PLC می‌دهد.
- کنترل‌ولو با سیگنال 4-20 mA کار می‌کند و سیگنال عملکرد خود را از کارت AO در PLC دریافت می‌نماید.
- این سیستم به‌منظور شروع کار، دارای یک شستی استارت و به‌منظور پایان کار دارای یک عدد شستی استپ می‌باشد.
- با فعال شدن استارت، سیستم روشن شده و با فعال شدن شستی استپ، سیستم خاموش می‌شود.
- با روشن شدن سیستم، موتور نوار نقاله روشن شده و مواد از مقابل مشعل عبور داده می‌شوند.
- در زمان روشن بودن سیستم، باید دما به‌طور اتوماتیک برابر Setpoint تعیین شده توسط اپراتور شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. در محیط Simatic Manager از منو Insert گزینهٔ S7 Block را انتخاب نموده و سپس گزینهٔ Organization Block را انتخاب نمایید.

۳. در کادر Properties در بخش Name عبارت OB35 را وارد نموده و روی گزینهٔ OK کلیک نمایید. در این صورت OB35 ایجاد می‌گردد.

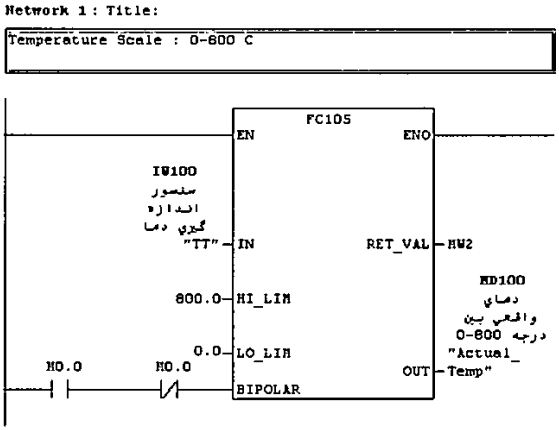
۴. وارد محیط OB35 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۳۷.۷ کامل نمایید.

فصل ۷

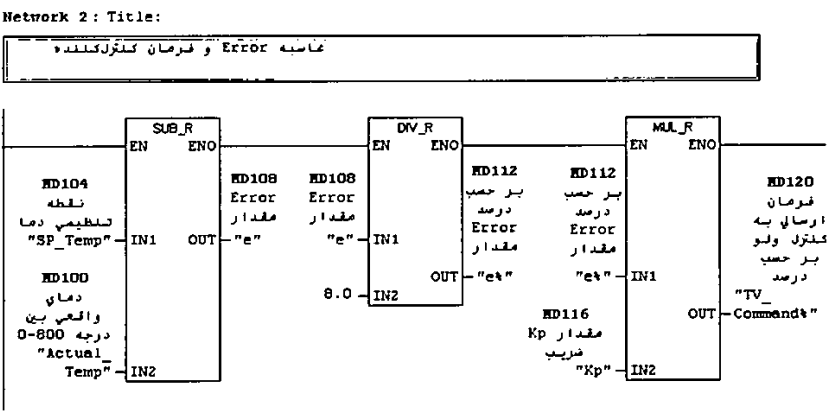
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		TT	IW 100	INT	سنسور اندازه‌گیری دما
4		Actual_Temp	MD 100	REAL	دمای واقعی بین 0-800 درجه
5		SP_Temp	MD 104	REAL	نقطهٔ تنظیمی دما
6		e	MD 108	REAL	مقدار Error
7		e%	MD 112	REAL	مقدار Error برحسب درصد
8		Kp	MD 116	REAL	مقدار ضریب Kp
9		TV_Command%	MD 120	REAL	فرمان ارسالی به کنترل ولو برحسب درصد
10		Motor_Run	Q 0.0	BOOL	فرمان روشن شدن موتور نوار نقاله
11		TV	QW 100	INT	کنترل ولو دما

شکل ۳۷.۷ سمبل‌های مورد استفاده در پروژه ۴.۷

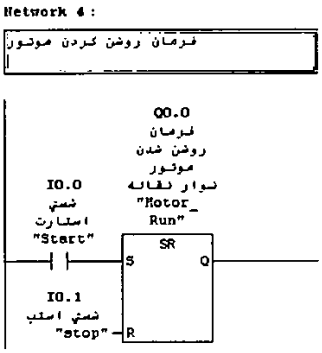
۵. برنامهٔ زیر را به زبان LAD در OB35 پیاده‌سازی نمایید.



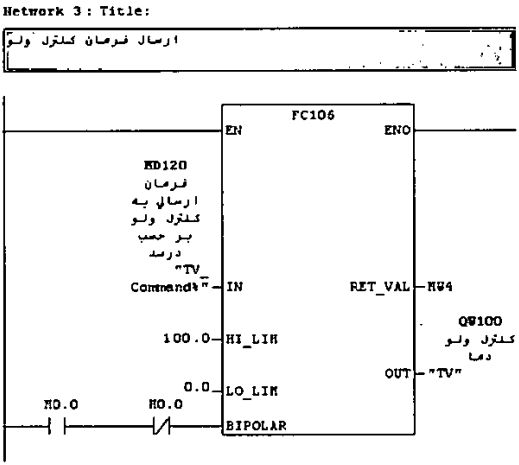
شکل ۳۸.۷ برنامهٔ نتورک ۱



شکل ۳۹.۷ برنامهٔ نتورک ۲



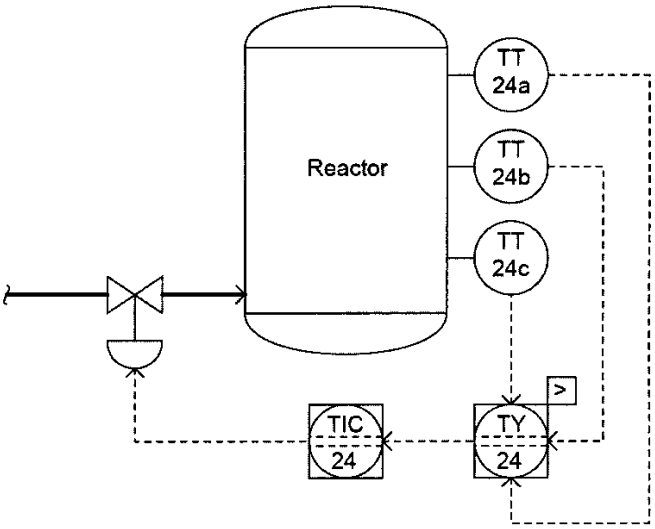
شکل ۴۱.۷ برنامهٔ نتورک ۴



شکل ۴۰.۷ برنامهٔ نتورک ۳

۵.۷ کنترل دمای راکتور به روش حلقه بسته

در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور کنترل دمای یک راکتور از سیستمی مطابق شکل ۴۲.۷ استفاده می‌شود. در این سیستم از یک عدد مشعل گازی که میزان گاز آن توسط یک کنترل ولو، کنترل می‌شود، استفاده شده است. همچنین سه عدد ترانسمیتر اندازه‌گیری دما به‌منظور اندازه‌گیری دمای بخش‌های مختلف راکتور مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۴۲.۷

منطق کنترل

- کنترل دما به‌صورت حلقه بسته انجام می‌شود.
- هر کدام از ترانسمیترها دمای رنج 500-0 درجه را اندازه‌گیری نموده و به‌صورت سیگنال 4-20 mA به کارت AI در PLC می‌دهند.
- مقدار اندازه‌گیری شدهٔ هر کدام از ترانسمیترها که بزرگتر باشد، به‌عنوان فیدبک سیستم در نظر گرفته می‌شود.
- Setpoint تنظیم دما به‌صورت دلخواه توسط کاربر تعیین می‌شود.
- کنترل ولو، با سیگنال 4-20 mA کار نموده و فرمان خود را از کارت AO دریافت می‌نماید.
- اگر دیتای یکی از ترانسمیترها از رنج خارج شود (مثلاً به‌دلیل قطعی سیم)، آن ترانسمیتر در محاسبات لحاظ نمی‌شود.
- اگر دیتای همهٔ ترانسمیترها از رنج خارج شود، به‌دلیل شرایط حفاظتی، فیدبک 400 درجه در نظر گرفته شود.
- اگر دمای مخزن بیشتر از 450 درجه شود، فرمان کنترل ولو قطع گردد و لامپ آلارم HT روشن شود. تا زمانی‌که شستی ریست فعال نشده است، فرمان کنترل ولو برقرار نمی‌شود. اگر شستی ریست فعال شود، کنترل به‌حالت عادی در می‌آید.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. در محیط Simatic Manager از منو Insert گزینهٔ S7 Block را انتخاب نموده و سپس گزینهٔ Organization Block را انتخاب نمایید.

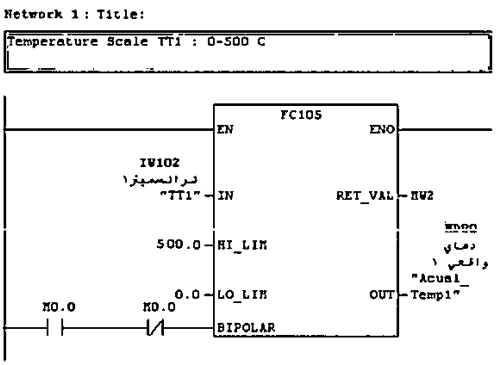
۳. در کادر Properties در بخش Name عبارت OB35 را وارد نموده و روی گزینهٔ OK کلیک نمایید. در این صورت OB35 ایجاد می‌گردد.

۴. سپس وارد محیط OB35 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۴۳.۷ کامل نمایید.

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		TT1	IW 102	INT	ترانسمیتر ۱
2		TT2	IW 104	INT	ترانسمیتر ۲
3		TT3	IW 106	INT	ترانسمیتر ۳
4		Acual_Temp1	MD 80	REAL	دمای واقعی ۱
5		Acual_Temp2	MD 84	REAL	دمای واقعی ۲
6		Acual_Temp3	MD 88	REAL	دمای واقعی ۳
7		SP_Temp	MD 92	REAL	مقدار تنظیمی دما
8		TV_Command%	MD 96	REAL	فرمان کنترل ولو برحسب درصد
9		e	MD 100	REAL	مقدار Error
10		e%	MD 104	REAL	مقدار Error برحسب درصد
11		Kp	MD 108	REAL	ضریب Kp
12		TV	QW 104	INT	فرمان اعمالی به کنترل ولو
13		Alarm_TT1	Q 0.0	BOOL	آلارم از رنج خارج شدن TT1
14		Alarm_TT2	Q 0.1	BOOL	آلارم از رنج خارج شدن TT2
15		Alarm_TT3	Q 0.2	BOOL	آلارم از رنج خارج شدن TT3
16		Acual_PV	MD 112	REAL	مقدار فیدبک انتخابی از بین مقادیر ترانسمیترها
17		Alarm_HT	Q 0.3	BOOL	آلارم افزایش دما
18		Reset	I 0.0	BOOL	شستی ریست

شکل ۴۳.۷ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۵.۷

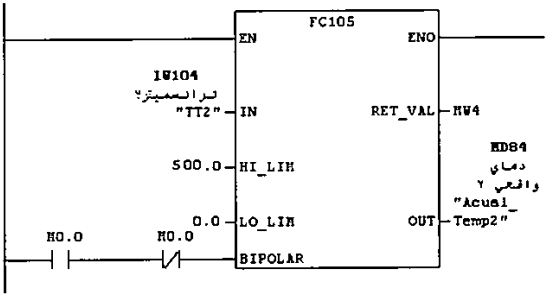
۵. برنامه زیر را به زبان LAD در OB35 پیاده‌سازی نمایید.



شکل ۴۴.۷ برنامهٔ نتورک ۱

Network 2 : Title:

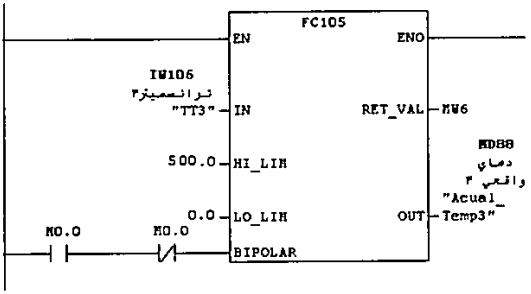
Temperature Scale TT2 : 0-500 C



شکل ۴۵.۷ برنامهٔ نتورک ۲

Network 3 : Title:

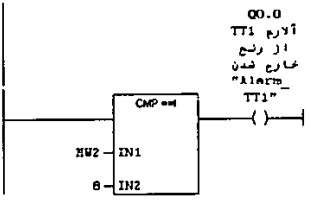
Temperature Scale TT3 : 0-500 C



شکل ۴۶.۷ برنامهٔ نتورک ۳

Network 4 : TT1 آلارم از رنج خارج شدن

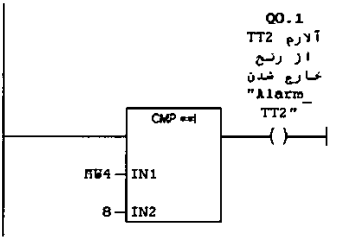
Comment:



شکل ۴۷.۷ برنامهٔ نتورک ۴

Network 5 : TT2 آلارم از رنج خارج شدن

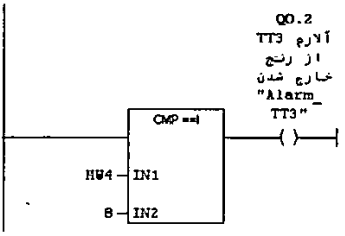
Comment:



شکل ۴۸.۷ برنامهٔ نتورک ۵

Network 6 : TT3 آلارم از رنج خارج شدن

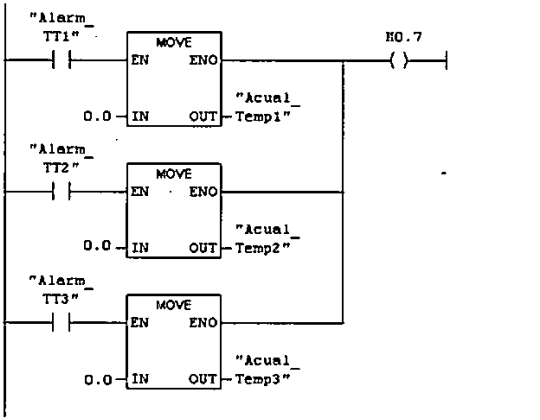
Comment:



شکل ۴۹.۷ برنامهٔ نتورک ۶

Network 7 : صفر کردن دیتای سلصوری که از رنج خارج شده است

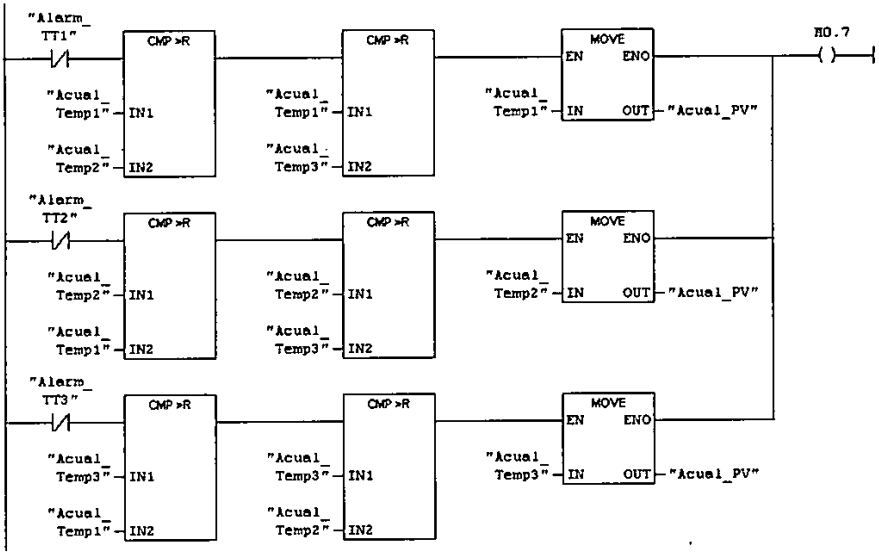
صفر کردن دیتای سلصوری که از رنج خارج شده است



شکل ۵۰.۷ برنامهٔ نتورک ۷

Network 8 : مقایسه جهت انتخاب دیتای بزرگتر از بین دیتای ترانسمیترها

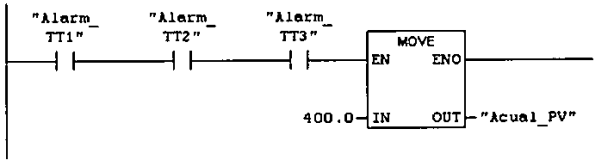
Comment:



شکل ۵۱.۷ برنامهٔ نتورک ۸

Network 9 : Title:

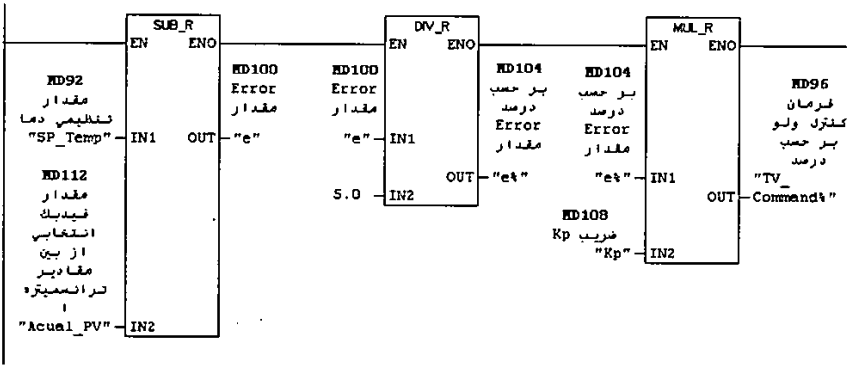
اگر دیتای هر سنسورها از رنج خارج شود، مقدار ۴۰۰ بعنوان فیدبک در نظر گرفته می شود



شکل ۵۲.۷ برنامهٔ نتورک ۹

Network 10 : Title:

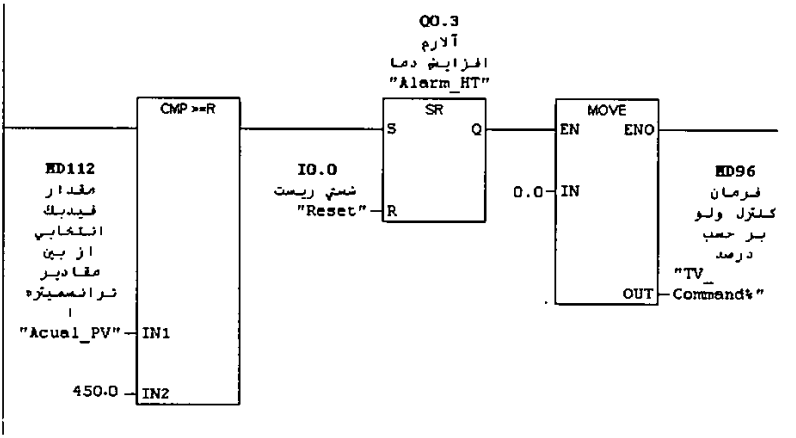
محاسبه Error و فرمان کنترل‌کننده



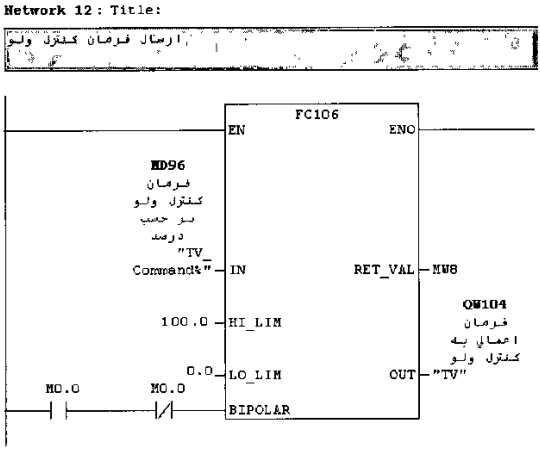
شکل ۵۳.۷ برنامهٔ نتورک ۱۰

Network 11 : آلارم افزایش دما

Comment:



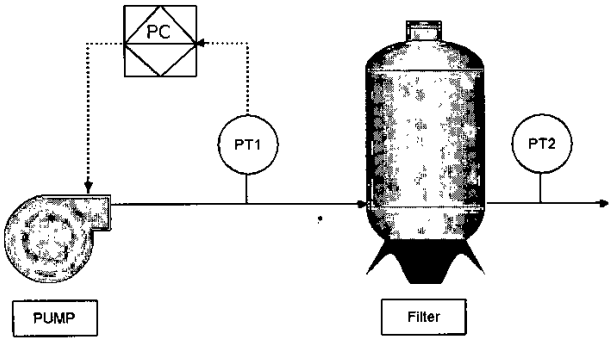
شکل ۵۴.۷ برنامهٔ نتورک ۱۱



شکل ۵۵.۷ برنامهٔ نتورک ۱۲

۶.۷ کنترل فشار به روش حلقه بسته

در یک پروسهٔ صنعتی به‌منظور کنترل فشار آب، از سیستمی مطابق شکل ۵۶.۷ استفاده می‌شود. همان‌طورکه در این شکل مشخص است، از یک عدد موتور پمپ که دارای درایو کنترل سرعت است برای ایجاد فشار آب استفاده می‌شود. همچنین دو عدد سنسور اندازه‌گیری فشار (PT1 و PT2) فشار آب ورودی به بخش فیلترها و فشار خروجی از فیلترها را اندازه‌گیری می‌نمایند.



شکل ۵۶.۷

منطق کنترل

- هر کدام از سنسورهای فشار، می‌توانند فشار بین 0-10 Bar را اندازه‌گیری نموده و سیگنال 4-20 mA به کارت AI در PLC بدهند.

- درایو کنترل دور موتور، سیگنال 0-10V را به‌عنوان رفرنس تنظیم دور از کارت AO در PLC دریافت نموده و مطابق آن، دور موتور را تنظیم می‌نماید.
- با فعال شدن شستی استارت، موتور پمپ روشن می‌شود. در این حالت سیستم به‌صورت حلقه بسته عمل نموده و فشار مطابق Setpoint اعمالی کاربر تنظیم می‌شود.
- سیستم حلقه بسته متشکل از PT1، درایو و PLC می‌باشد.
- در صورت افزایش فشار ورودی به فیلتر از 8 Bar، آلارم HP فعال شود.
- در صورت افزایش فشار ورودی به فیلتر از 9 Bar، موتور پمپ تریپ شود و دور آن نیز صفر گردد.
- درصورتی‌که اختلاف فشار قبل و بعد از فیلتر بیش از 2 Bar شود، آلارم DP فعال شود.

مراحل کار در نرم‌افزار Simatic Manager

۱. در نرم‌افزار Simatic Manager، یک پروژهٔ جدید ایجاد نموده و پس از انتخاب یک Station 300، پیکربندی دلخواهی را انجام دهید.

۲. در محیط Simatic Manager از منو Insert گزینهٔ S7 Block را انتخاب نموده و سپس گزینهٔ Organization Block را انتخاب نمایید.

۳. در کادر Properties در بخش Name عبارت OB35 را وارد نموده و روی گزینهٔ OK کلیک نمایید. در این صورت OB35 ایجاد می‌گردد.

۴. وارد محیط OB35 شده و از مسیر Option > Symbol Table جدول سمبل‌ها را باز نموده و آن را مطابق شکل ۵۷.۷ کامل نمایید.

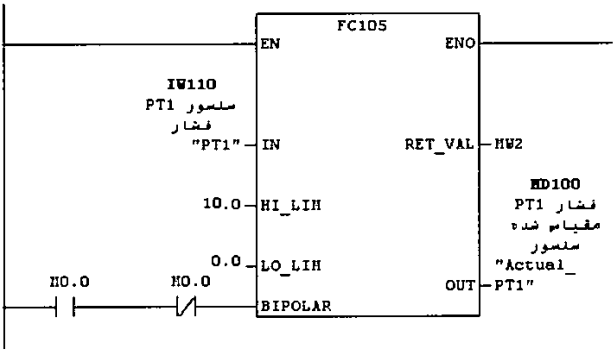
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		Start	I 0.0	BOOL	شستی استارت
2		Stop	I 0.1	BOOL	شستی استپ
3		PT1	IW 110	INT	سنسور فشار PT1
4		PT2	IW 112	INT	سنسور فشار PT2
5		Drive	QW 110	INT	درایو
6		Actual_PT1	MD 100	REAL	فشار مقیاس شدهٔ سنسور PT1
7		Actual_PT2	MD 104	REAL	فشار مقیاس شدهٔ سنسور PT2
8		DP_Pressure	MD 108	REAL	اختلاف فشار
9		e	MD 112	REAL	مقدار Error
10		e%	MD 116	REAL	مقدار Error برحسب درصد
11		Kp	MD 120	REAL	مقدار ضریب Kp
12		Drive_Command%	MD 124	REAL	فرمان درایو برحسب درصد
13		Pump_Run	Q 0.0	BOOL	فرمان روشن شدن پمپ
14		HP_Alarm	Q 0.1	BOOL	آلارم افزایش فشار
15		DP_Alarm	Q 0.2	BOOL	آلارم افزایش اختلاف فشار
16		SP_Pressure	MD 128	REAL	مقدار تنظیم فشار

شکل ۵۷.۷ سمبل‌های مورد استفاده در پروژهٔ ۶.۷

۵. برنامهٔ زیر را به زبان LAD در OB35 پیاده‌سازی نمایید.

Network 1 : Title:

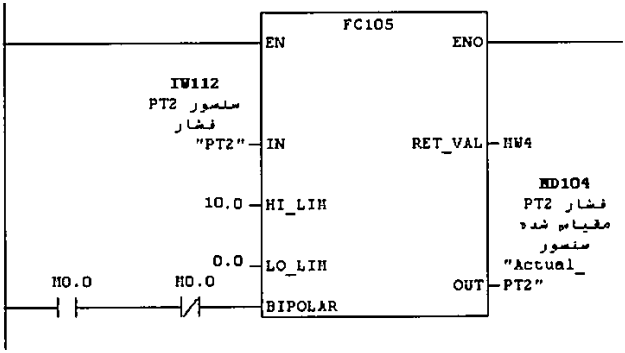
Pressure Scale PT1 : 0-10 Bar



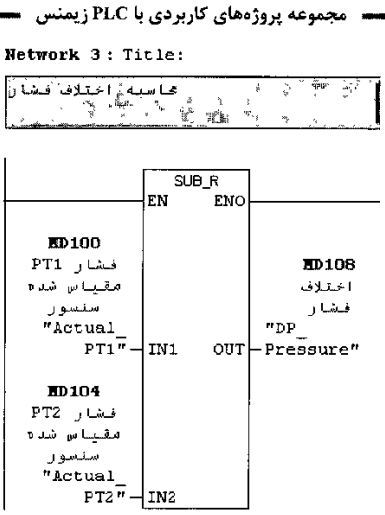
شکل ۵۸.۷ برنامهٔ نتورک ۱

Network 2 : Title:

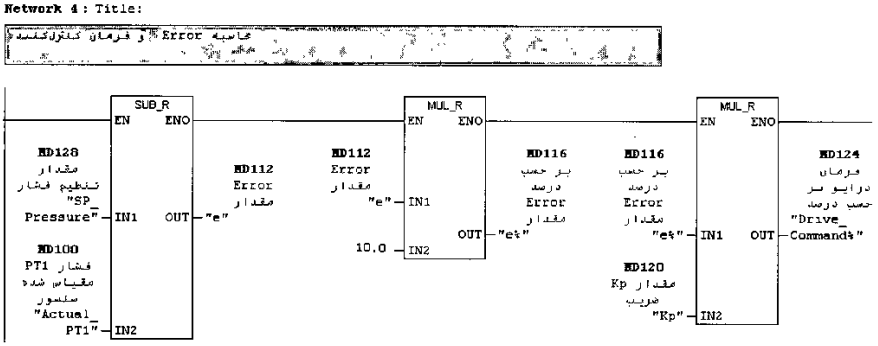
Pressure Scale PT2 : 0-10 Bar



شکل ۵۹.۷ برنامهٔ نتورک ۲



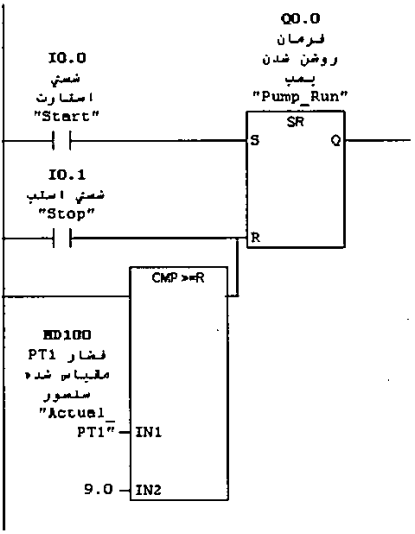
شکل ۶۰.۷ برنامهٔ نتورک ۳



شکل ۶۱.۷ برنامهٔ نتورک ۴

Network 5 : Title:

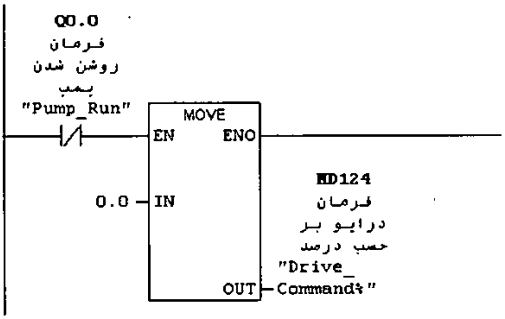
کنترل موتور



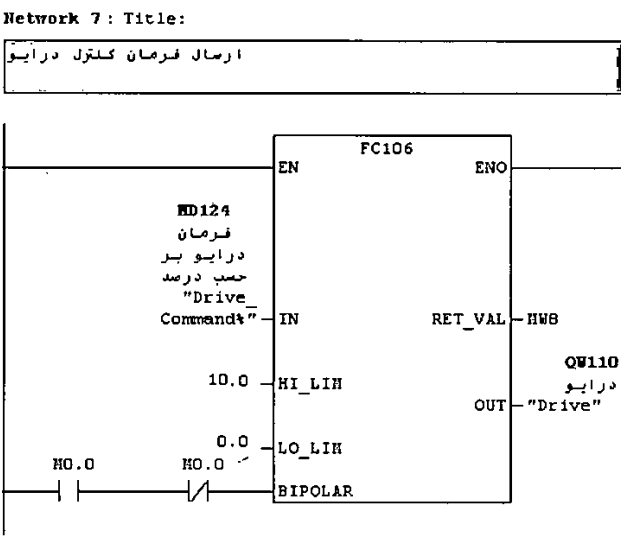
شکل ۶۲.۷ برنامهٔ نتورک ۵

Network 6 : Title:

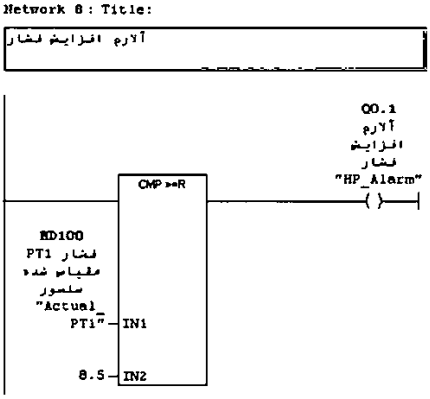
در صورت خاموش شدن موتور، دور آن نیز صفر شود



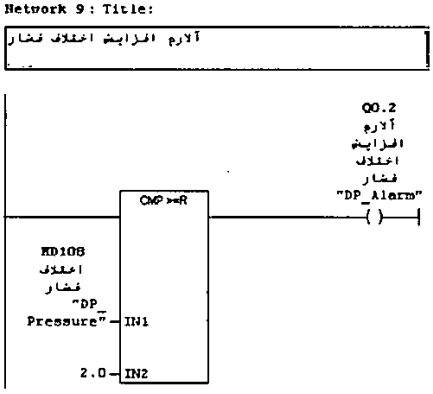
شکل ۶۳.۷ برنامهٔ نتورک ۶



شکل ۶۴.۷ برنامهٔ نتورک ۷



شکل ۶۵.۷ برنامهٔ نتورک ۸



شکل ۶۶.۷ برنامهٔ نتورک ۹

کاملترین مرجع کاربردی کارور

PLC درجهٔ ۲

مهندس احمد فرجی

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۱، پنجم/۱۳۹۴
۴۳۲ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- آشنایی با کامپیوتر و مدارات منطقی
- موتورهای الکتریکی سه‌فاز و تک‌فاز و مدار فرمان
- آشنایی با ساختمان PLC و سنسورها و عملگرها
- پیکربندی سخت‌افزار S7 300 و S7 400
- برنامه‌نویسی در محیط SIMATIC Manager
- نمونه پروژه‌های کاربردی

کاملترین مرجع کاربردی

PLC S7 SIEMENS

(سطح مقدماتی)

مهندس محمدرضا ماهر
مهندس احمد فرجی

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۰، ششم/۱۳۹۴
۷۳۶ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- تاریخچهٔ سیستم‌های کنترل
- جایگاه PLC در سیستم‌های کنترل
- ساختار و اجزای PLC
- نکات طراحی و انتخاب PLC
- نکات نصب PLC
- آشنایی با سنسورها و عملگرها
- آشنایی با کنترلرهای زیمنس و انواع PLCهای S7
- نصب و استفاده از نرم‌افزار Step7
- پیکربندی سخت‌افزار S7 300 توسط HW Config
- مفاهیم برنامه‌نویسی
- برنامه‌نویسی با دستورات LAD و FBD
- نحوهٔ کار با Modify/Force
- ارتباط Online با PLC و ...

کاملترین مرجع کاربردی

PLC S7 SIEMENS

(سطح پیشرفته)

مهندس محمدرضا ماهر
مهندس احمد فرجی

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۰، پنجم/۱۳۹۴
۶۵۶ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- سخت‌افزار S7 400
- کار با سیگنال‌های آنالوگ
- استفاده از DB
- برنامه‌نویسی ساختار یافته با FB و FC
- آشنایی با SFB و SFC
- برنامه‌نویسی راه‌اندازی PLC
- برنامه‌نویسی وقفه‌ها
- کنترل PID با PLC
- نحوهٔ عیب‌یابی در PLC و ...

کاملترین مرجع کاربردی

PLC S7 SIEMENS

(سطح تکمیلی)

مهندس محمدرضا ماهر

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۴
۷۵۲ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- برنامه‌نویسی به زبان STL
- برنامه‌نویسی با فانکشن‌های سیستمی SFC/SFB
- برنامه‌نویسی با فانکشن‌های IEC
- برنامه‌نویسی با سایر فانکشن‌های کتابخانهٔ STEP7

کاملترین مرجع کاربردی شبکه‌های صنعتی

Wireless

مهندس محمدرضا ماهر
مهندس احسان بیت مشعل

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۴
۳۸۴ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- جایگاه شبکه‌های صنعتی بی‌سیم در صنعت
- کاربرد استانداردهای مختلف IWLAN در اتوماسیون
- امنیت در شبکه‌های بی‌سیم
- انواع مدولاسیون سیگنال‌های رادیویی
- محصولات SCALANCE W زیمنس
- تکنولوژی Wireless HART
- کاربرد WiMAX در اتوماسیون

کاملترین مرجع کاربردی شبکهٔ صنعتی

Modbus

مهندس محمدرضا ماهر
مهندس حمیدرضا رفیعیان

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۰، چهارم/ ۱۳۹۴
۶۷۲ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- جایگاه شبکهٔ مدباس در اتوماسیون صنعتی
- ارتباطات فیزیکی و اجزای سخت‌افزاری شبکهٔ مدباس
- پروتکل‌های مختلف مدباس
- پیکربندی و برنامه‌نویسی مدباس در PLC زیمنس
- نحوهٔ عیب‌یابی و تست مدباس
- کاربرد مدباس در DCS یوکوگاوا
- کاربرد مدباس در PLCهای HIMA و ABB
- کاربرد مدباس در سیستم کنترل لرزش Bentley Nevada

کاملترین مرجع کاربردی شبکهٔ صنعتی

Profibus

(جلد اول)

مهندس سعید اسفندیارپور

با ویرایش و نظارت **مهندس محمدرضا ماهر**

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۱، دوم/۱۳۹۲

۴۳۲ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- جایگاه پروفی‌باس در اتوماسیون صنعتی
- انواع پروتکل‌های پروفی‌باس
- ویژگی‌های پروفی‌باس
- تجهیزات سخت‌افزاری پروفی‌باس
- پیکربندی Master-Slave
- برنامه‌نویسی Master-Slave
- عیب‌یابی

کاملترین مرجع کاربردی شبکهٔ صنعتی

Profibus

(جلد دوم)

مهندس سعید اسفندیارپور

با ویرایش و نظارت **مهندس محمدرضا ماهر**

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۱، دوم/۱۳۹۲

۴۸۰ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- ارتباط درایو با PLC از طریق پروفی‌باس
- Master-Slave با کارت شبکهٔ پروفی‌باس
- تبادل دیتا بین PLCها از طریق پروفی‌باس
- اتوماسیون PC-Based با پروفی‌باس
- ارتباط S7-1200 با پروفی‌باس
- مانیتورینگ از طریق پروفی‌باس
- آشنایی با Profibus-FMS
- آشنایی با Profibus-PA

کاملترین مرجع کاربردی

WinCC v7

مهندس احمد فرجی

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۱، پنجم/۱۳۹۴
۷۳۶ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- پیکربندی سیستم مانیتورینگ توسط نرم‌افزار WinCC
- تعریف ارتباطات و تگ‌ها
- طراحی گرافیک پروسه
- برنامه‌نویسی به زبان‌های C و VBS
- ارتباط مجتمع WinCC و Simatic Manager
- آرشیوگیری و نمایش Trend و Table
- نمایش پیام‌های آلارم
- گزارش‌گیری
- پیکربندی سیستم Client/Server و ریداندانت
- بیش از ۱۰۰ تمرین و مثال کاربردی

مجموعه پروژه‌های پیشرفتهٔ

PLC و WinCC

مهندس احمد فرجی

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۲، سوم/۱۳۹۴
۲۷۲ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- پروژه‌های کنترل موتور
- پروژه‌های ترکیبی
- پروژه‌های PLC
- پروژه‌های SP2
- پروژه‌های WinCC

کاملترین مرجع کاربردی

PCS7

(جلد اول)

مهندس محمدرضا ماهر

نوبت چاپ: اول/۱۳۸۹، چهارم/۱۳۹۴
۵۴۴ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- جایگاه PCS7 در اتوماسیون صنعتی و ساختار آن
- سخت‌افزار و نرم‌افزار PCS7
- برنامه‌نویسی با CFC و SFC
- طراحی و پیاده‌سازی امکانات مانیتورینگ OS
- مثال‌های کاربردی و ...

کاملترین مرجع کاربردی

PCS7

(جلد دوم)

مهندس محمدرضا ماهر

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۲، دوم/۱۳۹۴
۶۹۶ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- شناخت بلوک‌های پیشرفتهٔ کتابخانهٔ PCS7
- پیاده‌سازی استراتژی‌های مختلف PID
- کار با Model و Process Tag Type
- فانکشن‌نویسی با SCL
- طراحی و تغییر Faceplate
- پیاده‌سازی طرح Client Server
- پیاده‌سازی Profibus PA
- تبادل دیتا بین دو یا چند AS

کاملترین مرجع کاربردی

PID Control در صنعت

مهندس احمد فرجی

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۳، دوم/۱۳۹۴
۳۶۰ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- آشنایی با انواع سیستم‌های صنعتی
- آشنایی با نقشه‌ها و علائم ابزاردقیق (P&ID و PFD)
- انواع استراتژی‌های کنترل لوپ (حلقه بسته)
- متدها (روش‌های) کنترل لوپ (P,I,D)
- شناخت رفتار دینامیک سیستم‌های صنعتی
- روش‌های تنظیم لوپ (Tuning)
- آشنایی با انواع سخت‌افزارهای کنترل PID
- پیاده‌سازی کنترل PID توسط نرم‌افزار STEP7 و WinCC

کاملترین مرجع کاربردی تحلیل سیستم‌های قدرت با

ETAP

مهندس سعید احمدیان

نوبت چاپ: اول /۱۳۹۲، سوم/۱۳۹۴
۶۶۴ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- محاسبات سایزینگ کابل، ترانسفورماتور و مدارشکن های فشار قوی و فشار ضعیف
- محاسبات Arc Flash و تعیین فواصل مجاز
- محاسبات هماهنگی تجهیزات حفاظتی (رله‌ها و فیوزها)
- محاسبات تحلیل هارمونیکی، طراحی فیلتر و اسکن فرکانسی
- محاسبات طراحی زمین
- پیاده‌سازی پروژه‌های عملی و کاربردی در پایان هر فصل و ارائهٔ پروژهٔ پایانی

کتاب درسی

الکترومغناطیس مهندسی هیت

(ویرایش هشتم)

ترجمهٔ دکتر محمود بهار

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۲، دوم/۱۳۹۳
۶۶۴ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- آنالیز برداری
- قانون کولن و شدت میدان الکتریکی
- چگالی شار الکتریکی، قانون گاؤس و دیورژانس
- انرژی و پتانسیل
- رساناها و دی‌الکتریک‌ها
- ظرفیت الکتریکی
- میدان مغناطیسی ایستا
- نیروهای مغناطیسی، مواد، و القاوری
- میدان‌های متغیر با زمان
- خطوط انتقال
- موج تخت یکنواخت
- بازتاب و پاشندگی موج تخت
- موج‌های هدایت شده
- تابش الکترومغناطیسی و آنتن‌ها

راهنمای

الکترومغناطیس مهندسی هیت

(ویرایش هشتم)

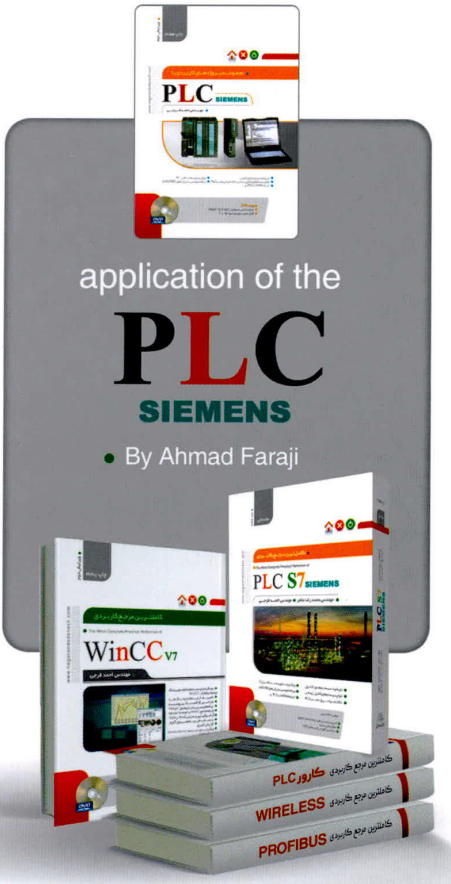
ترجمهٔ دکتر محمود بهار

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۴
۵۰۴ صفحه/ وزیری

مباحث اصلی شامل:

- آنالیز برداری
- قانون کولن و شدت میدان الکتریکی
- چگالی شار الکتریکی، قانون گاؤس و دیورژانس
- انرژی و پتانسیل
- رساناها و دی‌الکتریک‌ها
- ظرفیت الکتریکی
- میدان مغناطیسی ایستا
- نیروهای مغناطیسی، مواد، و القاوری
- میدان‌های متغیر با زمان
- خطوط انتقال
- موج تخت یکنواخت
- بازتاب و پاشندگی موج تخت
- موج‌های هدایت شده
- تابش الکترومغناطیسی و آنتن‌ها

نگارنده دانش
• ناشر کتاب های دانشگاهی •
NEGARANDE DANESH



نگارنده دانش

انتشارات نگارنده دانش
تلفن: ۶۶۹۶۲۰۵۳ - ۶۶۹۶۲۳۰۵
فروش اینترنتی در وب سایت
www.negarandedanesh.com
شابک: ۴-۴۶-۶۱۹۰-۶۰۰-۹۷۸

9786006190464

Follow us on
negarandedanesh
WE'RE SOCIAL

DESIGNER: EHSAN RAD