کتاب نصب و راه‌اندازی سیستم‌های کنترلی مکاترونیک

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن
و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز الکتروتکنیک (۱) و (۲)

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز الکتروتکنیک

خرید و دانلود

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

نصب و راه اندازی سیستم های کنترلی مکاترونیک

رشتهٔ مکاترونیک

گروه مکانیک

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: نصب و راه اندازی سیستم‌های کنترلی مکاترونیک ـ ۲۱۲۴۸۰

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: حمید یزدانی، زهرا لطفی، سعید صفایی موحد، محسن بهرامی، سید حسن سید تقی زاده، محمدمحمدی، حمیده سادات میرمحمدی و شریتا نوری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
مجتبی آقاجانی، مرتضی قدمی، ابوالفضل طالبیان، محمدرضا راد و عباس منظری (اعضای گروه تألیف)
فرزاد اعظم، محمدمهدی علی بابا و سعید هادی (ویراستار علمی) ـ حسین داودی (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری)ـ افسانه ابراهیمی (صفحه آرا)ـ صبا کاظمی(طراح جلد)ـ فاطمه رئیسیان فیروزآباد، الهام محبوب و محمود شوشتری (رسام)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی) تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وب‌گاه: www.chap.sch.ir
www.irtextbook.ir

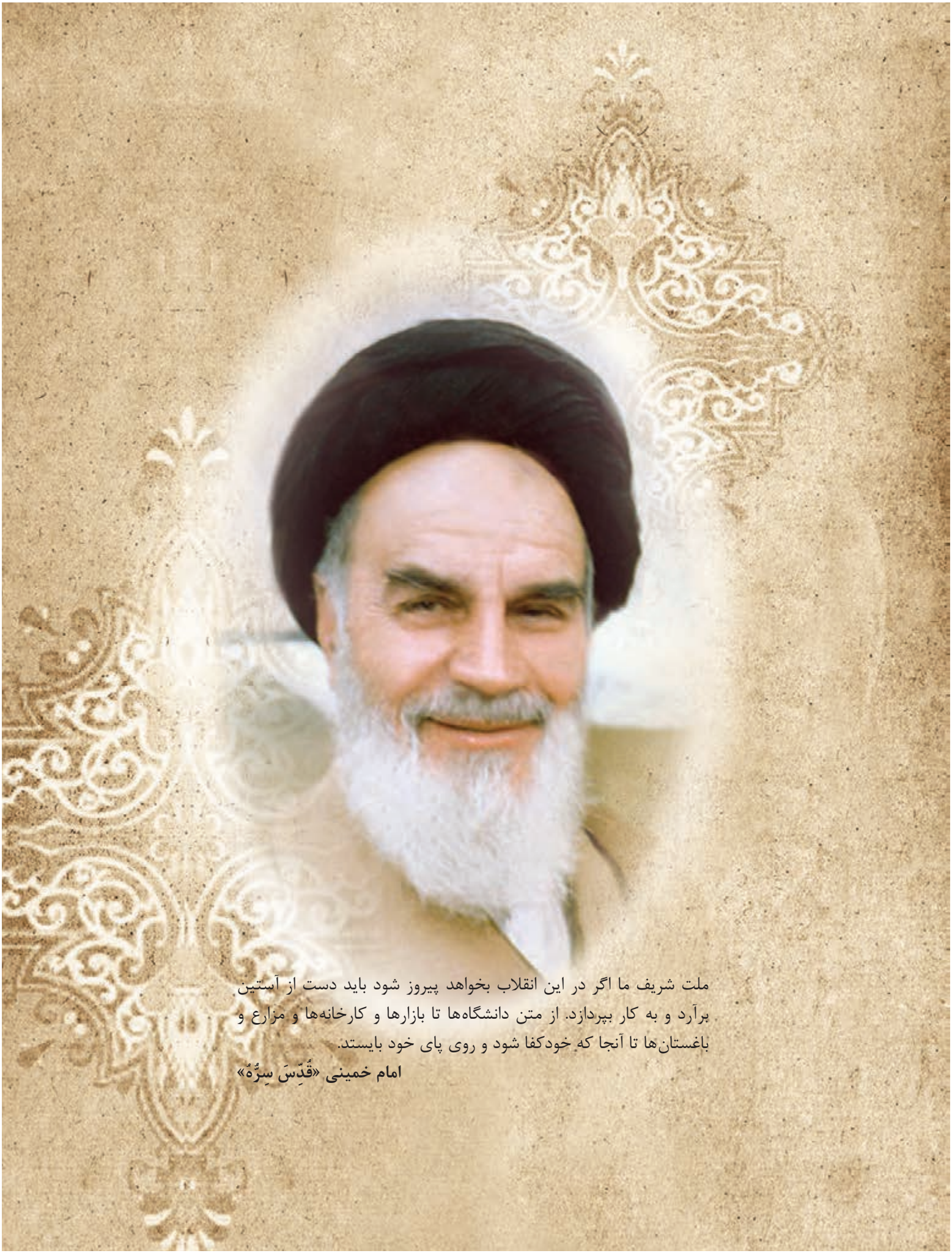
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ نهم ۱۴۰۵

کلیهٔ حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۲- ۳۰۷۰ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 3070–2**



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

فهرست

پودمان ۱ ـ برق صنعتی

- کاربردهای برق سه فاز ۳
- انواع موتورهای سه فاز القایی ۵
- ساختمان موتورهای آسنکرون ۷
- تئوری میدان دوّار ۷
- شیوهٔ نامگذاری سیم پیچ ها در موتور سه فاز آسنکرون ۱۰
- معرفی ولتاژها و جریان‌های شبکهٔ سه فاز ۱۱
- نحوهٔ سربندی (اتصال) سیم پیچ ها در موتورهای سه فاز ۱۱
- مقادیر ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره و مثلث ۱۳
- آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز ۱۶
- تعریف کابل ۱۸
- سرسیم و کابلشو ۲۱
- راه‌اندازی موتورهای سه فاز ۲۲
- کلیدهای زبانه‌ای ۲۲
- اتصال موتورهای سه فاز به شبکهٔ برق با کلید قطع و وصل (۱ـ۰) ۲۳
- تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز ۲۴
- راه‌اندازی موتورهای سه فاز به صورت ستاره مثلث ۲۶
- کنترل جریان راه‌اندازی با استفاده از مدار ستاره مثلث ۲۷
- کنتاکتور یا کلید مغناطیسی ۲۹
- ساختمان کنتاکتور ۲۹
- شناخت مشخصات فنی کنتاکتور ۳۰
- اجزای تشکیل‌دهندهٔ مدارهای کنترل با استفاده از کنتاکتور ۳۰

- راه‌اندازی موتور سه فاز با استفاده از کنتاکتور ۳۵
- رلهٔ زمانی (تایمر) و انواع آن ۳۹
- تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز ۴۰
- مدار چپ‌گرد ـ راست‌گرد با توقف ۴۲
- مدار چپ‌گرد ـ راست‌گرد سریع ۴۲
- مدار چپ‌گرد ـ راست‌گرد با حفاظت کامل ۴۳
- لیمیت سوئیچ‌ها (سوئیچ‌های محدودکننده) ۴۳
- رلهٔ کنترل فاز ۴۴
- رلهٔ کنترل بار ۴۴
- راه اندازی موتور به صورت ستاره مثلث ۴۶
- ارزشیابی پایان شایستگی ۵۰

پودمان ۲ ـ نصب و راه اندازی اینورتر موتورهای الکتریکی

- انواع روش‌های راه‌اندازی موتورهای القایی ۵۳
- رلهٔ حالت جامد (SSR) ۵۳
- راه‌انداز نرم ۵۵
- اصول کار راه‌انداز نرم ۵۶
- انواع راه‌انداز نرم از نظر کاربرد ۵۶
- راه‌انداز نرم «بای پس دار» ۵۶
- راه‌انداز نرم «بدون بای پس» ۵۷
- پلاک خوانی راه انداز نرم ۵۷
- مراحل سیم‌کشی و نصب راه انداز نرم ۵۸

- معرفی ترمینال‌ها بر روی راه انداز نرم (Soft Starter) ۵۹
- معرفیِ کلیدها بر روی کی پد و تنظیم پارامترها ۶۰
- تنظیمات سریع ۶۲
- روش‌های کنترل سرعت موتور الکتریکی ۶۴
- اینورتر ۶۵
- ساختمان داخلی اینورتر ۶۵
- پلاک خوانی و نحوهٔ انتخاب اینورتر ۷۰
- مراحل نصب و سیم کشی ۷۱
- معرفی کلیدهای تابع بر روی کی پد و تنظیم پارامترها ۷۴
- تنظیم پارامترها ۷۵
- تنظیم محدودهٔ کاری فرکانس ۷۷
- تنظیمات نمایشگر ۷۸
- زمان راه اندازی و توقف ۷۸
- تنظیمات کنترل فرکانس ۷۹
- کنترل فرکانس با سیگنال آنالوگ ۸۰
- خروجی دیجیتال ۸۱
- ارزشیابی پایان شایستگی ۸۲

پودمان ۳ ـ نصب و راه‌اندازی کنترل کننده‌های منطقی

- سخت افزار «PLC» ۸۶
- منبع تغذیه «PowerSupply» ۸۶
- واحد پردازشگر مرکزی «Central processing unit» ۸۷
- ترمینال‌های ورودی «Input Module» ۹۰

- ترمینال‌های خروجی «Output Module» ۹۲
- نصب نرم‌افزار «WPL SOFT» ۹۴
- دستور کنتاکتِ باز ۹۶
- دستور کنتاکتِ بسته ۹۶
- دستور «OUT» ۹۶
- سمبُل نویسی «Symbol Table» ۹۹
- دستور «SET» ۱۰۰
- دستور «RESET» ۱۰۰
- دستور « ZRST» ۱۰۰
- دستور (عملگر) «LDP» ۱۰۱
- دستور (عملگر) «LDF» ۱۰۲
- تایمر «Timer» ۱۰۳
- کانتر یا شمارنده «Counter» ۱۰۴
- مقایسه‌گر «Comparator» ۱۰۶
- دستـــور «MOV» ۱۱۰
- توابـع ریاضی ۱۱۱
- برنامه نویسی سازمان یافته ۱۱۲
- ورودی آنالوگ ۱۱۴
- کارت های توسعهٔ آنالوگ ۱۱۹
- ارزشیابی پایان شایستگی ۱۲۶

پودمان ۴ ـ نصب و راه اندازی سیستم های مانیتورینگ

- سخت افزار و نرم افزار «HMI» تولیدی شرکت دلتا ۱۳۰
- کانکتورها و پورت های موجود در « DELTA HMI» ۱۳۲
- چگونگی ارتباط «HMI» با رایانه و «PLC» ۱۳۲
- کابل ارتباطی بین «HMI» با رایانه (PC) ۱۳۳
- کابل ارتباطی بین «HMI» با «PLC» ۱۳۴
- نصب نرم‌افزار «DOPSOFT» ۱۳۵
- ایجاد یک پروژه جدید در «DOP SOFT» ۱۳۶
- آشنایی با نوار منو ۱۳۸
- آشنایی با «Screen» (صفحه‌های نمایش بر روی HMI) و «Sub screen» ۱۴۰
- آشنایی با تگ (TAG)، انواع آن و چگونگی ایجاد آنها ۱۴۱
- آشنایی با انواع اِلمان‌ها و طرز قرار دادن آنها در صفحه (SCREEN) ۱۴۲
- برگه مشخصات ابزار و المان ۱۴۳
- استفاده از اِلمان «Goto Screen» برای جابه‌جا شدن بین صفحات «HMI» ۱۴۵
- استفاده از ابزار «Botton» ۱۴۶
- استفاده از ابزار «Indicator» ۱۴۸
- استفاده از ابزار «Numeric Entry» ۱۵۵
- خصوصی سازی شکل‌ها ۱۵۷
- استفاده از ابزار «Numeric Display» ۱۵۸
- استفاده از ابزار «Multi state» ۱۵۹

- استفاده از ابزار رسم نمودار«Trend Graph» ۱۶۱
- ارزشیابی پایان شایستگی ۱۶۳

پودمان ۵ – تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

- کاربرد نرم‌افزارهای طرّاحی ۱۶۷
- انجام دادن تنظیمات اولیه ۱۶۸
- آشنایی با منوها در نرم‌افزار ۱۷۰
- ایجاد یک پروژهٔ جدید در «ePLAN» ۱۷۱
- شروع نقشه‌کشی ۱۷۳
- ساخت سمبل در «ePLAN» ۱۹۱
- «PLC» در «ePLAN» ۱۹۲
- ارزشیابی پایان شایستگی ۱۹۹

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط درحال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعهٔ فناوری‌ها و تحقق توسعهٔ پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامهٔ تغییرات پایه‌های قبلی بر اساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامهٔ درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی باز طراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، «توانایی انجام دادن کار واقعی به طور استاندارد و درست» تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشتهٔ تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار، مانند توانایی نصب و راه اندازی سیستم‌های کنترلی مکاترونیکی؛

شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و کسب موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه؛

شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مانند کار با نرم افزارها؛

شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر، مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر؛

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار، مجموعهٔ اسناد برنامهٔ درسی رشته‌های شاخهٔ فنی و حرفه‌ای که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است، تدوین نموده‌اند.

این درس، سومین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژهٔ رشتهٔ مکاترونیک در پایهٔ دوازدهم تألیف شده و کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آیندهٔ شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی نصب و راه‌اندازی سیستم‌های کنترلی مکاترونیک شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانهٔ ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمرهٔ قبولی در هر پودمان حداقل «۱۲» است.

در صورت احراز نشدن شایستگی پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل پنج پودمان و از دو بخش نمرهٔ مستمر و نمرهٔ شایستگی برای هر پودمان خواهد بود. اگر در یکی از پودمان‌ها نمرهٔ قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحلهٔ اول ارزشیابی مورد تأیید است و به ارزشیابی مجدد نیاز ندارد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار خواهد بود.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزاء بستهٔ آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بستهٔ آموزشی «کتاب همراه» هنرجوست که برای انجام دادن فعالیت‌های موجود در کتاب درسی برایتان قابل استفاده است. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و در فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته‌باشید.

فعالیت‌های یادگیری مرتبط با شایستگی‌های غیرفنی، از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و نیز شایستگی‌های یادگیری مادام العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات، همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بستهٔ آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز، کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در اجرای فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام دادن کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان را درخصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، جدّی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، درجهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی گام‌های مؤثری برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنر آموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامهٔ درسی ملّی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامهٔ درسی رشتهٔ مکاترونیک طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید.
کتاب حاضر از مجموعهٔ کتاب‌های کارگاهی است که برای پایهٔ دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای پنج پودمان و هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی آن مبتنی بر کسب شایستگی های از ویژگی این کتاب است که در پایان هر پودمان شیوهٔ ارزشیابی بیان شده است. هنرآموزان گرامی برای هر پودمان یک نمره در سامانهٔ ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمرهٔ قبولی در هر پودمان حداقل «۱۲» است و نمرهٔ هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌هاست.
از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی (از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی) است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از آن و از سایر اجزای بستهٔ آموزشی (مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی) در فرایند یادگیری استفاده شود.
کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام دادن کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بستهٔیادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوهٔ ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید.
لازم به یادآوری است،کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمرهٔ «۵» پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی ها، لازم است به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، کسب شایستگی‌های غیرفنی و اجرای مراحل کلیدی بر اساس استاندارد، کاملاً ضروری است. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب «۸» در معدل کل محاسبه می‌شود و بسیار تأثیرگذار است.
کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:
پودمان اول: برق صنعتی
پودمان دوم: نصب و راه اندازی اینورتر موتورهای الکتریکی
پودمان سوم: نصب و راه اندازی کنترل کننده‌های منطقی
پودمان چهارم: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های مانیتورینگ
پودمان پنجم : تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه
امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نظرسنجی کتاب درسی

پودمان ۱

برق صنعتی



رشد روزافزون کارخانجات و مراکز صنعتی، استفاده از سیستم برق سه‌فاز به‌جای تک‌فاز و همچنین ضرورت شناسایی مصرف کننده‌ها و مخصوصاً موتورهای سه فاز و همچنین طریقهٔ کنترل آنها را ایجاب می‌کند. هرچند موتورهای تک‌فاز نیز هنوز کاربرد خود را در صنعت دارند ولی مزایای برق سه فاز نسبت به تک‌فاز موجب گردیده است که در کارگاه‌ها و کارخانجات صنعتی از این موتورها استفاده شود. برای این منظور لازم است تمامی قسمت‌های مرتبط با کنترل موتورهای سه‌فاز، اعم از شبکهٔ تغذیه، کابل‌های ارتباطی و انواع موتورهای سه فاز، مورد بررسی قرار گیرند.



واحد یادگیری ۱

شایستگی اجرای مدارهای برق صنعتی

آیا تا به حال پی برده اید:

- چرا در اکثر مراکز صنعتی از برق سه فاز استفاده می‌کنند؟
- مزایا و معایب انواع موتورهای سه فاز چیست؟
- چگونه می‌توان موتورهای سه فاز را کنترل نمود؟

هدف های این شایستگی عبارت اند از:

- آشنایی با ولتاژ خطوط مختلف؛
- آشنایی و توانایی نقشه‌خوانی و استفاده از کلیدهای دستی در راه‌اندازی موتورهای سه فاز؛
- آشنایی و توانایی نقشه‌خوانی و استفاده از کلیدهای مغناطیسی در راه‌اندازی موتورهای سه فاز.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی برق صنعتی، هنرجویان قادر خواهند بود تا موتورهای سه فاز را با کلیدهای دستی و مغناطیسی (کنتاکتور) کنترل نموده و انواع نقشه‌های آن را ترسیم و نقشه‌خوانی کنند.

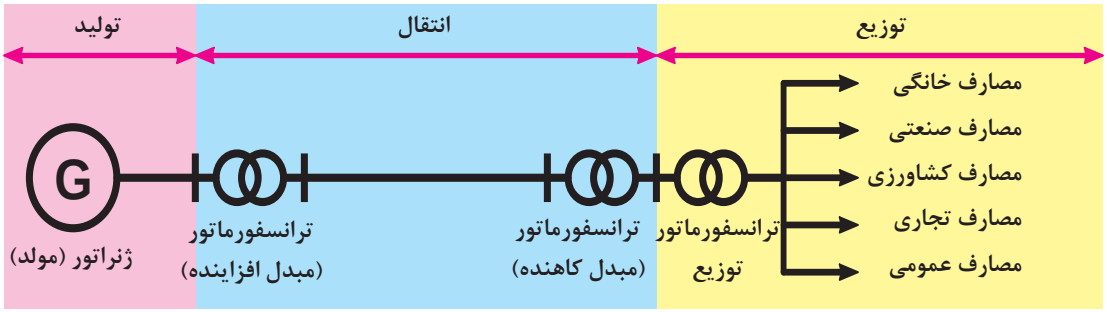
کاربردهای برق سه فاز

در بیشتر مراکز و کارخانجات تولیدی و صنعتی از ولتاژ سه فاز استفاده می‌کنند. سطح ولتاژ سه فاز در شبکه‌های سه‌فاز توزیع فشار ضعیف، ۴۰۰/۲۳۰ ولت است.

پژوهش

مزایای برق سه فاز نسبت به تک‌فاز را بیان کنید.

مراکز تولید برق اغلب در خارج از شهرها و مناطق صنعتی قرار دارند. از آنجا که مقدار ولتاژ تولید شده در مولدها نمی‌تواند بیش از حد مجاز باشد و انتقال این ولتاژ با جریان بالا، اتلاف انرژی را به دنبال دارد، بنابراین در محل تولید برق مقدار ولتاژ تولید شده، افزایش و در انتهای خط در چند مرحله جهت استفادهٔ مصرف کنندگان صنعتی و خانگی به ولتاژ ۴۰۰/۲۳۰ ولت کاهش می‌یابد. این عمل توسط ترانسفورماتورهای افزاینده و کاهندهٔ ولتاژ صورت می‌گیرد.



فعالیت

جدول زیر را مطابق ردیف اول تکمیل کنید.

نام	تصویر	هدف	سطح ولتاژ
شبکهٔ انتقال نیرو		تبادل انرژی و توان بین مناطق و نواحی اصلی	۲۳۰ یا ۴۰۰ کیلوولت
شبکهٔ فوق توزیع		.....	۶۳ یا ۱۳۲ کیلوولت
شبکهٔ توزیع نیرو (فشار متوسط)		.....	.....
شبکهٔ توزیع نیرو (فشار ضعیف)		.....	.....

فعالیت

با رسم شکل، نام و علایم خطوط فشار ضعیف از بالا به پایین را در شبکه‌های سه سیمه و پنج سیمه بنویسید و در مورد عملکرد و کاربرد هر خط بحث کنید.

فیلم

کاربرد برق تک فاز و برق سه فاز در صنعت

انواع موتورهای سه فاز القایی

به‌طورکلی موتورهای سه فاز را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی نمود:

الف) سنکرون(همزمان)

در این‌گونه موتورها تعداد دور سنکرون برابر تعداد دور روتور است.

$$(n_s = n_r)$$

ب) آسنکرون(غیر همزمان)

در این‌گونه موتورها درحالت کار عادی تعداد دور سنکرون بیشتر از تعداد دور روتور است.

$$(n_s > n_r)$$

ترجمه

An AC motor has two basic electrical parts: a “stator” and a “rotor”. The stator is in the stationary electrical component. The rotor is the rotating electrical component. The rotor is located inside the stator and is mounted on the AC motor’s shaft.

بحث

۱ دور سنکرون (n_s) چه تفاوتی با دور موتور (n_r) دارد؟
۲ دور سنکرون به چه عواملی بستگی دارد؟

فیلم

ساختمان موتورهای سه فاز سنکرون

فعالیت

جدول زیر را در مورد موتورهای سنکرون تکمیل کنید.

موتورهای سنکرون		
کاربرد	ساعت‌های الکتریکی، ..... و	
مزایا	ضرب قدرت قابل تنظیم، بازدهٔ عالی، ..... ، ..... و	
معایب	قیمت بالا، نیاز به وسیلهٔ کمکی راه انداز، ..... و	

فیلم

ساختمان موتورهای سه فاز آسنکرون

فعالیت

جدول زیر را در مورد موتورهای آسنکرون تکمیل کنید.

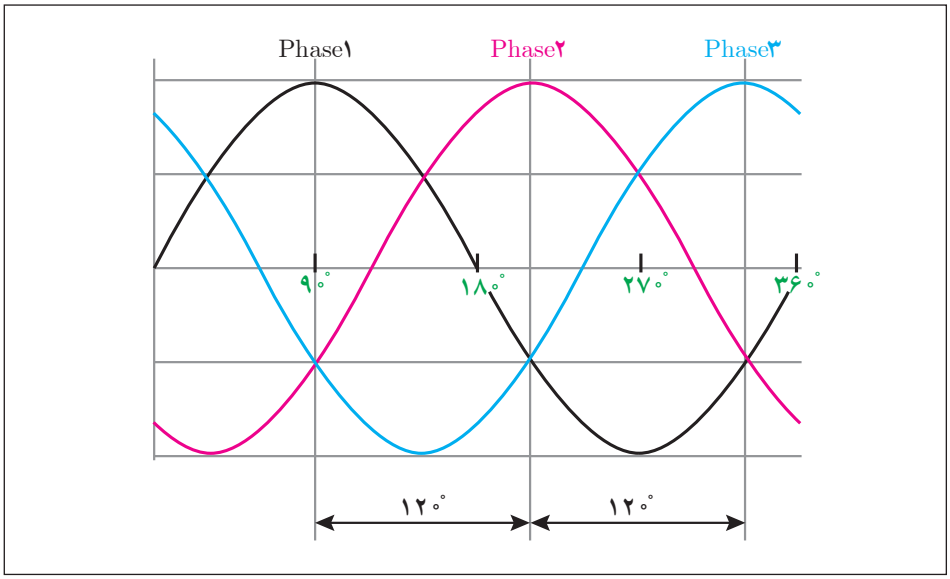
موتورهای آسنکرون		
کاربرد	پمپ آب، ..... و	
مزایا	نداشتن جاروبک، قیمت پایین، ..... ،..... و	
معایب	گشتاور راه اندازی کم، ..... و	

ساختمان موتورهای آسنکرون

موتورهـای آسـنکرون از دو قسـمت اصلـی روتـور و اسـتاتور تشـکیل شـده اسـت. بـر روی اسـتاتور سـه دسـته سـیم پیـچ بـا اختـلاف مکانـی ۱۲۰ درجـه نسـبت به‌هـم قـرار گرفتـه اسـت کـه بـا اتصـال جریـان سـه فـاز بـا اختـلاف فـاز ۱۲۰ درجـهٔ الکتریکـی، میـدان دوّار تولیـد می‌شـود.

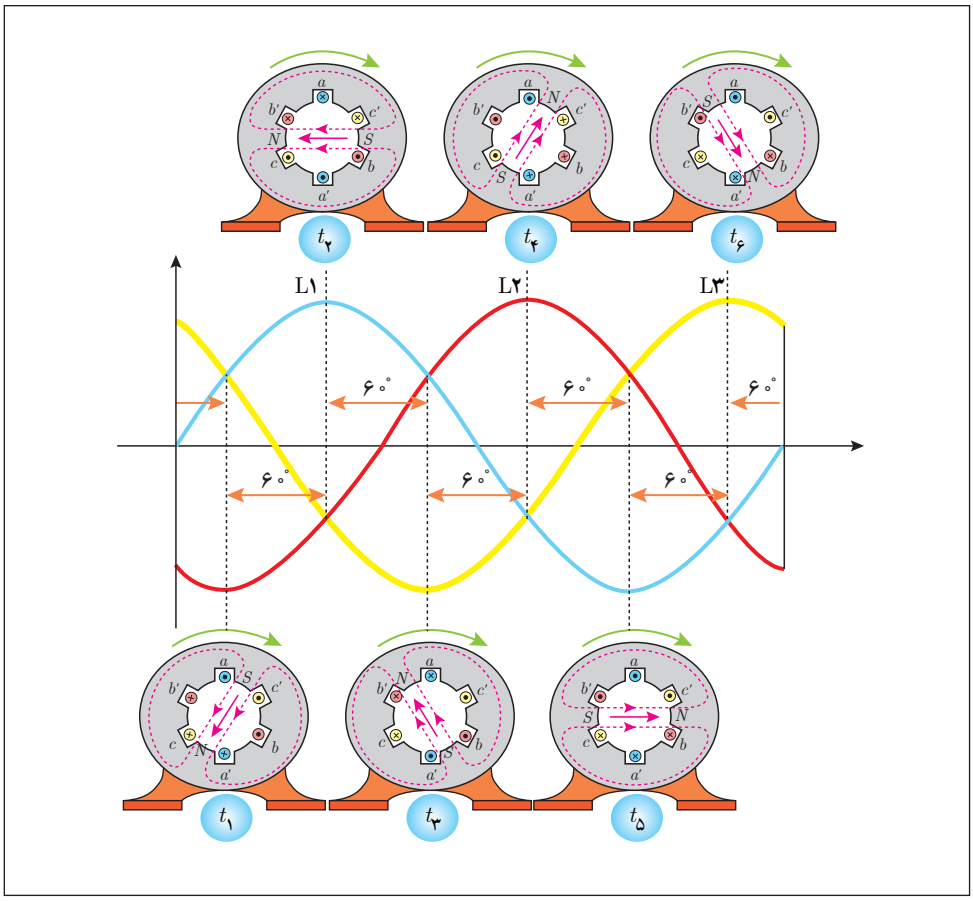
تئوری میدان دوّار

اسـاس حرکـت موتورهـای سـه فـاز «تئوری میـدان دوّار» اسـت. منظـور از میـدان دوّار، میدان مغناطیسـی اسـت کـه حـول یـک محـور گـردش کنـد. در موتورهـای الکتریکـی سـه فـاز، بـرق سـه فـاز بـا اختـلاف فـاز زمانـی ۱۲۰ درجـه را بـه سـه سـیم پیـچ بـا اختـلاف فـاز مکانـی ۱۲۰ درجـه وصـل می‌کنیـم. بـا توجّـه بـه وجـود اختـلاف فـاز ۱۲۰ درجـه در شـکل مـوج سـه فـاز، یـک میـدان دوّار خواهیـم داشـت.



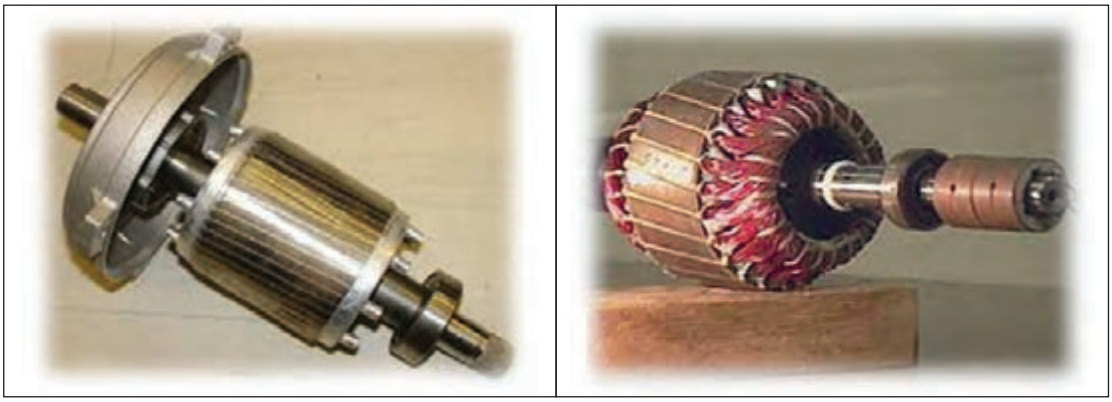
شکل موج برق سه‌فاز

در شـکل صفحـهٔ بعـد در شـش مرحلـه، عبـور جریـان الکتریکـی از سـیم‌پیچی‌های موتـور بررسـی شـده و بیانگـر آن اسـت کـه مجمـوع جریان‌هـای چنـد سـیم پیـچ، یـک قطـب مغناطیسـی را تشـکیل می‌دهنـد. در ایـن شـکل در هـر ۶۰ درجـه از یـک شـکل مـوج، تغییـرات جریـان در سـیم‌بندی اسـتاتور مـورد بررسـی قرارگرفتـه و تغییـر مـکان میـدان مغناطیسـی(قطـب N و S) را می‌تـوان در شـکل مشـاهده نمـود. در زمان‌هـای مختلـف قطب‌هـای مغناطیسـی جـای خـود را عـوض می‌کننـد. به‌عبـارت دیگـر شـروع بـه حرکـت می‌کننـد. بـه ایـن حرکـت «تئـوری میـدان دوّار» می‌گوینـد.



اساس کار موتور آسنکرون، القای الکترومغناطیس و تولید میدان دوّار است. وجود اختلاف سرعت سنکرون(ns) و روتور(nr)، شرط و ضرورت این‌گونه موتورهاست.

روتور در این‌گونه موتورها می‌تواند سیم‌پیچی شده یا از نوع روتور قفسی باشد.

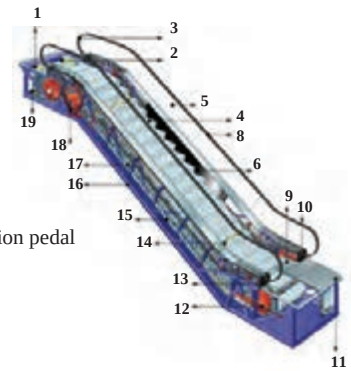


روتور سیم پیچی شده

روتور قفسی

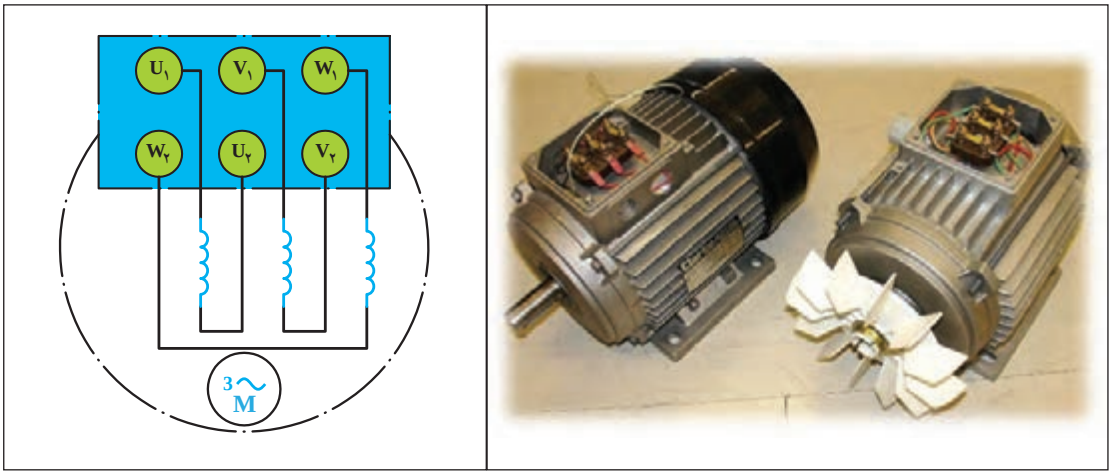
فعالیت

در جدول زیر برخی از کاربرد موتورها در صنایع مختلف بیان شده است. جدول را تکمیل کنید.

کاربرد	تصویر	هدف از استفاده
پمپ آب یا کف‌کش		مکش آب از چاه یا استخر
ارهٔ نجاری		.....
صنعت نساجی		.....
پله‌های برقی	1. Speed monitor 2. Control cabinet 3. Handrail turning part 4. Step 5. Balustrade 6. Skirt Eght 7. Skirt panel 8. Handrail Belt 9. Front pedal 10. Operational control 11. Reverese standing protection pedal 12. Tesioner 13. Handrail entry protection 14. Step running protection 15. Guide rail 16. Supporting frame 17. Step vhain 18. Handrail belt driving device 19. Drive divice 	....

شیوهٔ نامگذاری سیم پیچ ها در موتور سه فاز آسنکرون

همان‌طورکه گفته شد، در ساختمان موتورهای آسنکرون، سه دسته سیم پیچی وجود دارد که سر و ته هر سیم‌پیچ بر روی تخته کلم موتور قرار گرفته است. در استاندارد کمیتهٔ بین‌المللی الکتروتکنیک(IEC) برای نشان دادن سر کلاف‌ها از حروف «U_1,V_1,W_1» و برای نمایش انتهای کلاف‌ها از «U_2,V_2,W_2» استفاده شده است.



فیلم

روش تشخیص سر و ته کلاف‌های موتور

فعالیت کارگاهی

با مشاهدهٔ فیلم فعالیت‌های زیر را انجام دهید:

۱ با استفاده از اهم متر برروی تخته کلم موتور اتصال سر و ته موتورها را بررسی کنید.

۲ با استفاده از اهم متر، مقدار مقاومت هر کلاف را به‌طور جداگانه اندازه‌گیری کنید و چنانچه در کارگاه دو موتور متفاوت وجود دارد، مقاومت به دست آمده را با هم مقایسه کنید.

معرفی ولتاژها و جریان‌های شبکهٔ سه فاز

ولتاژها و جریان‌های شبکهٔ سه فاز با عناوینی به شرح زیر معرفی شده و به کار می‌روند.

■ ولتاژ خطی (V_L)

به اختلاف سطح ولتاژ هر فاز با فاز دیگر ولتاژ خطی می‌گویند. در شبکهٔ فشارضعیف ایران مقدار این ولتاژ برابر ۴۰۰ ولت است.

■ ولتاژ فازی (V_P)

مقدار ولتاژ (اختلاف پتانسیل) دو سر هر مصرف‌کنندهٔ سه فاز را ولتاژ فازی می‌گویند.

در مدارهایی که دارای سیم نول باشند به ولتاژ بین هر فاز و سیم نول ولتاژ فازی گفته می‌شود.

■ جریان خطی (I_L)

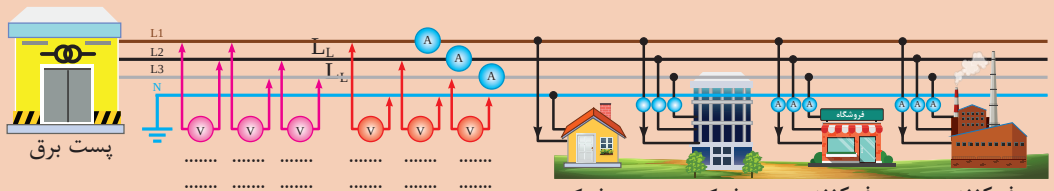
به جریانی که از هر مسیر (سیم فاز) شبکه عبور می‌کنند جریان خطی می‌گویند.

■ جریان فازی (I_P)

به جریانی که از هر کلاف مصرف‌کننده عبور می‌کند جریان فازی می‌گویند.

فعالیت

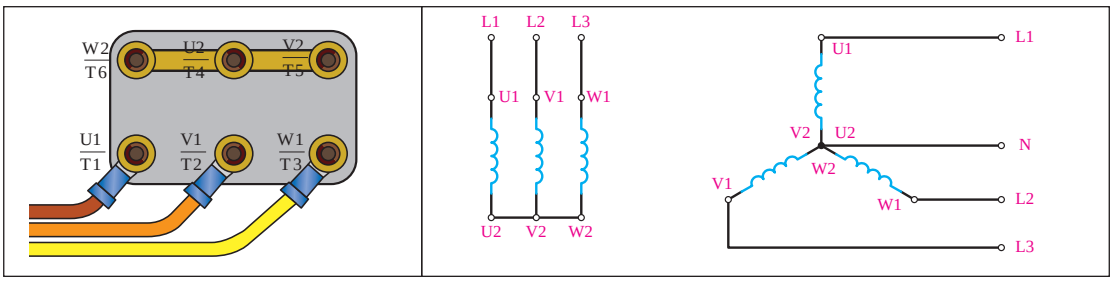
با توجه به تعاریف بالا در شکل زیر ولت‌مترها و آمپرمترها کدام مقادیر را نشان می‌دهند؟



نحوهٔ سربندی (اتصال) سیم پیچ ها در موتورهای سه فاز

الف) اتصال ستاره (Y)

اگر به ابتدای سیم‌پیچ‌های (سر کلاف‌های «U_1,V_1,W_1») موتور به‌ترتیب شبکهٔ سه فاز L_1 و L_2،L_3 را وصل کرده و انتهای سیم‌پیچ‌ها (ته کلاف‌ها «U_2,V_2,W_2») را به‌یکدیگر اتصال دهیم، به‌نوع اتصال، «اتصال ستاره» می‌گویند. شکل زیر نحوهٔ اتصال ستاره را به‌صورت مداری و روی تختهٔ کلم‌موتور نشان می‌دهد.

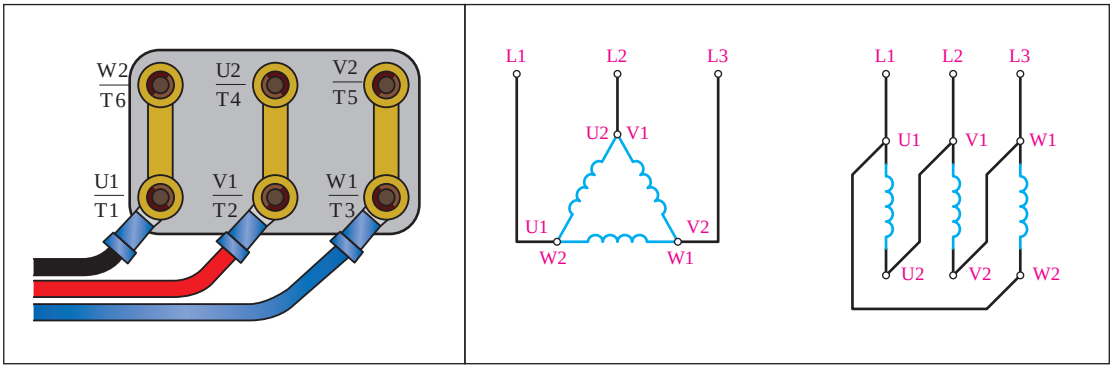


فعالیت کارگاهی

تخته کلم یک موتور سه فاز را به‌صورت ستاره ببندید و با استفاده از اهم متر مقدار مقاومت بین سرهای U_1,V_1,W_1 را دو به دو با هم به‌دست آورید.

ب) اتصال مثلث (Δ)

اگـر انتهـای کلاف اول (U_2) بـه ابتـدای کلاف دوم (V_1) و انتهـای کلاف دوم (V_2) بـه ابتـدای کلاف سـوم (W_1) و بـه همیـن ترتیـب انتهـای کلاف سـوم (W_2) بـه ابتـدای کلاف اول (U_1) وصـل شـود، بـه ایـن اتصـال «اتصـال مثلـث» گوینـد. شـکل زیـر نحـوهٔ اتصـال مثلـث را به‌صـورت مـداری و روی تختـه کلم‌موتـور نشـان می‌دهـد.



فعالیت کارگاهی

تخته کلم یک موتور سه فاز را به‌صورت مثلث ببندید و با استفاده از اهم متر مقدار مقاومت بین سرهای U_1,V_1,W_1 را دو به دو با هم به‌دست آورید.

بحث

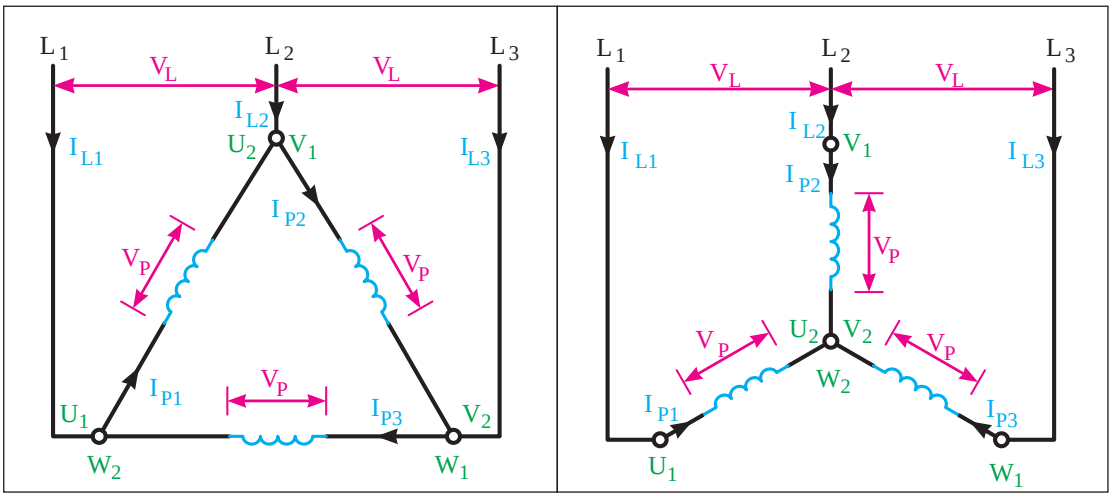
مقدار مقاومت به‌دست آمده در اتصال مثلث را با مقدار به‌دست آمده در ستاره، مقایسه و دربارهٔ تفاوت این دو مقدار بحث کنید.

پژوهش

دلیل استفاده از اتصال ستاره و مثلث چیست و کاربرد این دو اتصال در چه مواقعی است؟

مقادیر ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره و مثلث

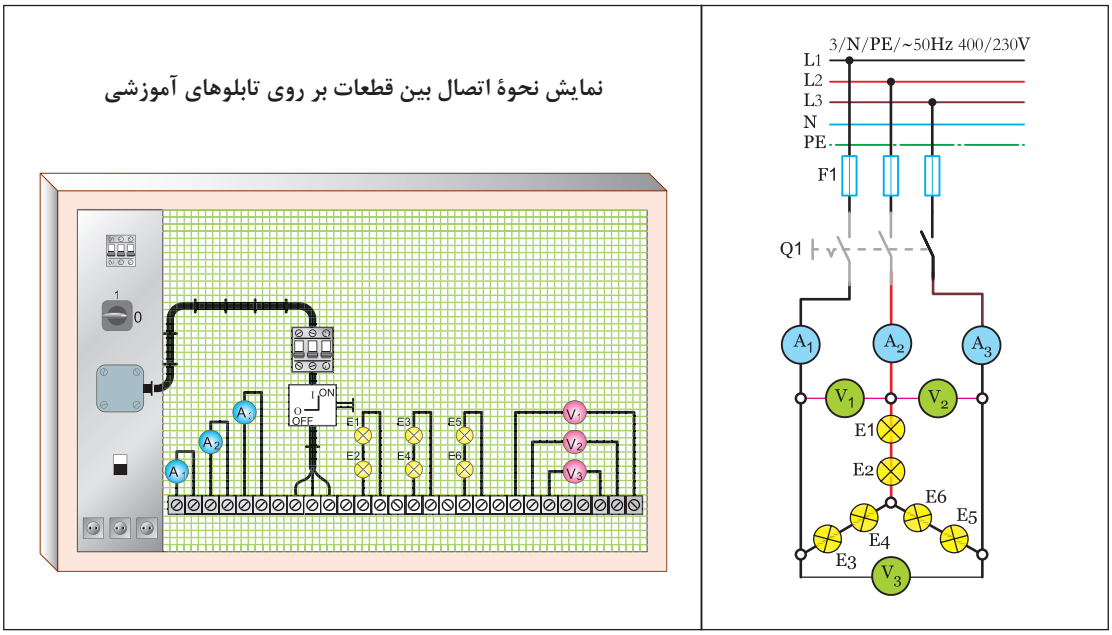
شکل‌های زیر ولتاژها و جریان‌های خطی و فازی را در اتصال ستاره و مثلث بیان می‌کند.



مقادیر ولتاژ خطی — مقادیر ولتاژ فازی

فعالیت کارگاهی

در گام اول مدار شکل زیر را با کمک شش لامپ ۱۰۰ وات روی تابلو برق ببندید. اتصال بین قطعات مدار را توسط سیم و با استفاده از ترمینال‌ها برقرار کنید.



نمایش نحوهٔ اتصال بین قطعات بر روی تابلوهای آموزشی

اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید Q_1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپرمترها را بخوانید.

IA_1= ..... A V_1= V

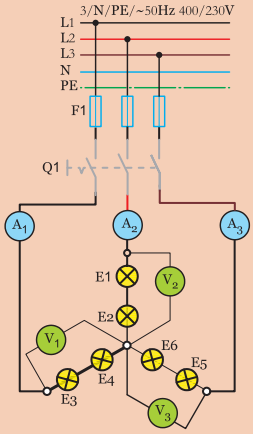
IA_2= ..... A V_2= V

IA_3= ..... A V_3= V

هر یک از ولت مترها و آمپرمترها چه کمیتی را اندازه‌گیری می‌کنند ؟

اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را قطع کنید و سپس کلید Q_1 را درحالت OFF قرار دهید.

در گام دوم محل قرار گرفتن ولت مترها را مطابق مدار شکل زیر تغییر دهید.
اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید Q_1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپرمترها را بخوانید.



IA_1= ..... A V_1= V

IA_2= ..... A V_2= V

IA_3= ..... A V_3= V

ـ هر یک از ولت‌مترها و آمپرمترها چه کمیتی را اندازه‌گیری می‌کنند؟
ـ اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را قطع کنید و سپس کلید Q_1 را در حالت OFF قرار دهید.

فعالیت

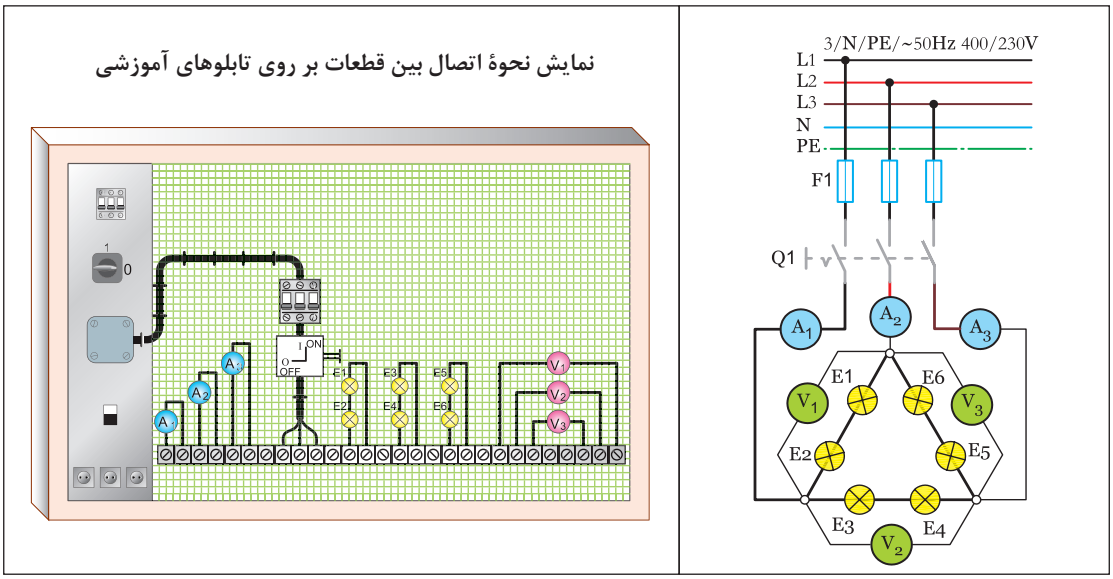
از مقایسهٔ گام اول و دوم چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پرسش

چرا نور لامپ‌ها در این اتصال از نور لامپ‌ها در حالت معمولی کمتر است؟

فعالیت کارگاهی

در گام اول مدار شکل زیر را با کمک شش لامپ ۱۰۰ وات روی تابلو برق ببندید. اتصال بین قطعات مدار را توسط سیم و با استفاده از ترمینال‌ها برقرار کنید.



اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید Q_1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپرمترها را بخوانید.

IA_1= ..... A V_1= V

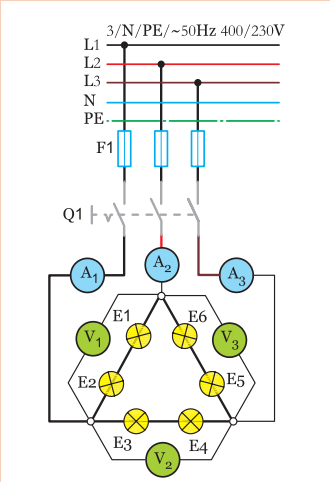
IA_2= ..... A V_2= V

IA_3= ..... A V_3= V

ـ هر یک از ولت‌مترها و آمپرمترها چه کمیتی را اندازه‌گیری می‌کنند؟

ـ اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را قطع کنید و سپس کلید Q_1 را در حالت OFF قرار دهید.

در گام دوم محل قرار گرفتن ولت مترها را مطابق مدار شکل زیر تغییر دهید.
اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را وصل کنید و سپس کلید Q_1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپرمترها را بخوانید.



$IA_{1=}$ ..... A $V_{1=}$ V

$IA_{2=}$ ..... A $V_{2=}$ V

$IA_{3=}$ ..... A $V_{3=}$ V

هر یک از ولت‌مترها و آمپرمترها چه کمیتی را اندازه‌گیری می‌کنند؟
اکنون فیوز مینیاتوری سه فاز را قطع کنید و سپس کلید Q_1 را در حالت OFF قرار دهید.

فعالیت

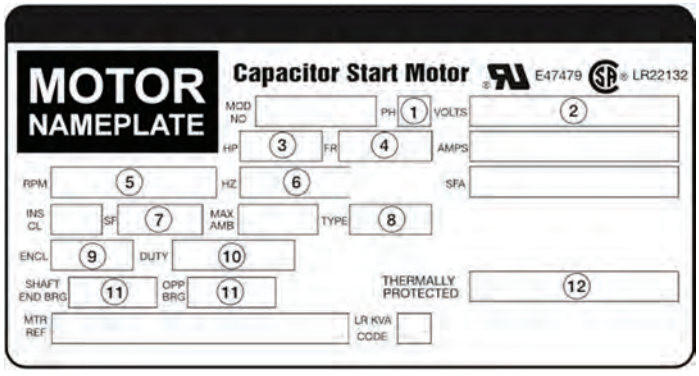
از مقایسهٔ گام اول و دوم چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پژوهش

۱ علّت تفاوت نور لامپ‌ها در اتصال مثلث و اتصال ستاره چیست ؟
۲ علّت استفاده نکردن از سیم نول درفعالیت کارگاهی فوق چیست؟

آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز

برای انتخاب صحیح و مناسب موتور سه فاز، باید به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجّه نمود. شکل پلاک موتورهای سه فاز، همچنین اطلاعات نوشته شده روی آنها متفاوت است.



یکی از مهم ترین موارد نوشته شده بر روی موتور، «ولتاژ نامی» موتور است و نظر به اینکه مقدار ولتاژ شبکه در نقاط مختلف دنیا متفاوت است، باید به این قسمت توجّه ویژه شود.
در اتصال مصرف‌کننده‌های سه فاز (موتورها) به شبکهٔ برق، باید دقت کنیم که ولتاژ کار هر یک از سیم‌پیچ‌ها (ولتاژ فازی) برابر ولتاژی باشد که از طریق شبکهٔ برق به آنها می‌رسد.
از آنجا که در اتصال مثلث، ولتاژ هر فاز $\sqrt{3}$ برابر ولتاژ فازی در حالت اتصال ستاره است، باید در اتصال موتور به صورت ستاره و مثلث دقت کافی نمود. برای مثال، اگر بر روی پلاک یک موتور الکتریکی سه فاز نوشته شده باشد «230VΔ »، به این معنی است که این موتور را در برق ایران نمی‌توان به صورت مثلث به شبکه متصل کرد؛ زیرا به دو سر هر سیم‌پیچ ۳۸۰ولت ولتاژ می‌رسد و آن‌را می‌سوزاند. در ایران موتوری را می‌توان به صورت مثلث اتصال داد که روی پلاک مشخصات آن نوشته شده باشد «400VΔ» یا «680/400V».

فعالیت

با توجّه به موارد فوق، جدول زیر را مطابق با ولتاژ شبکهٔ ایران تکمیل کنید.

مشخصات پلاک موتور	نحوهٔ اتصال موتور به شبکهٔ برق ایران
230 Y	نمی‌تواند با شبکهٔ سه فاز ایران راه‌اندازی شود.
230 Δ	
400 Y	
400 Δ	
400/230 Y/ Δ	فقط به صورت ستاره
680/400 Y/ Δ	

پروژه

از پلاک موتورهای موجود در کارگاه، اطلاعات و مشخصات آن را استخراج کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

تعریف کابل

چنانچه یک یا چند هادی الکتریکی، که نسبت به‌هم عایق هستند، در درون غلافی محافظت شوند، کابل الکتریکی تشکیل می‌شود. در یک کابل، ولتاژ سطح عایق نسبت به زمین صفر است (عایق کامل).

ساختمان کابل‌ها به سه دستهٔ زیر تقسیم‌بندی می‌گردد:

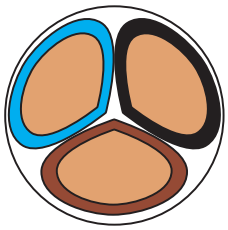
- هادی کابل
- عایق کابل
- غلاف کابل

الف) هادی کابل

وظیفهٔ عبور و تحمل جریان برعهدهٔ «هادی کابل» است، که با توجّه به‌جریان عبوریِ مقطعِ هادی، تغییر می‌کند. هادی کابل از جنس مس خالص و دارای انعطاف قابل قبول است یا از آلومینیم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می‌شود. کابل‌ها از نظر تعدادِ رشته، به دو دسته تک رشته (مفتولی) با حرف اختصاری(e) و چند رشته (افشان) با حرف اختصاری(m)، و از نظر سطح مقطع نیز به دو دستهٔ گِرد با حرف اختصاری(r) و مثلثی با حرف اختصاری (S) تقسیم‌بندی می‌شوند.

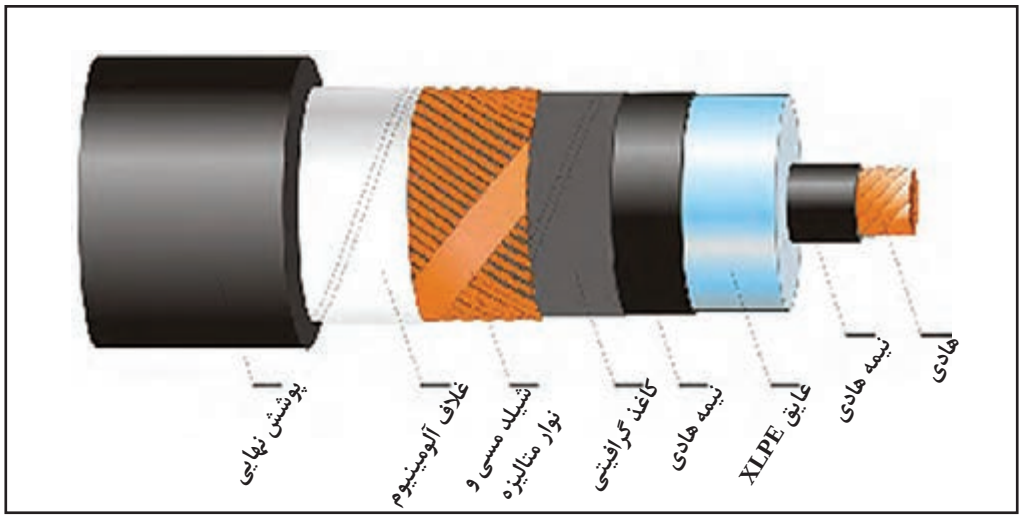
فعالیت

جدول زیر را تکمیل کنید.

تصویر		
نام	sm	
تصویر		
نام		re

ب) عایق کابل

با توجّه به اینکه کابل‌ها در زیرِ زمین یا روی تجهیزات قرار می‌گیرند، باید فاقد هرگونه اتصال الکتریکی بین‌هادی و زمین باشند. به عبارت دیگر، باید ولتاژ روی بدنهٔ عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق‌کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژِ روی‌هادی کابل، از مواد مختلفی همچون کاغذهای آغشته به روغن، مواد پروتودور(PVC) و مواد عایق پلی‌اتیلن (PET) استفاده می‌شود.

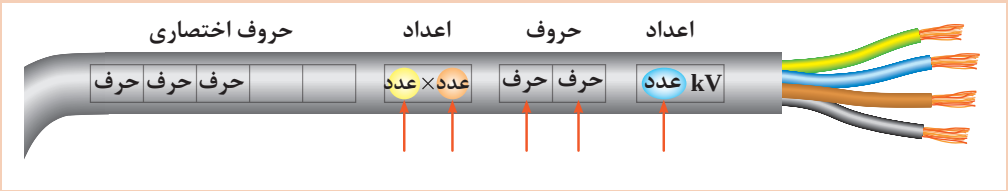


ج) غلاف کابل

در برخی کابل‌ها از لایه یا لایه‌هایی روی کابل استفاده می‌شود که می‌توانند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کنند و همچنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری نمایند. به این محافظ «غلاف کابل» یا «زره» گفته می‌شود.

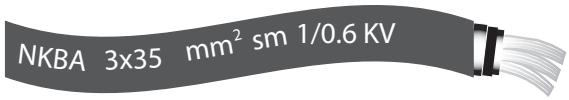
پژوهش

با توجّه به شکل زیر قسمت‌های مختلف کابل را بررسی و توضیح دهید:



فعالیت

در جدول زیر اطلاعات روی هر کابل را استخراج و سپس جدول را کامل کنید.

تصویر	اطلاعات
	
	
	
	
	
	

سرسیم و کابلشو

برای اتصالات جداشدنی سیم‌ها، از فیش یا سرسیم‌های مخصوص استفاده می‌کنند. سرسیم‌ها، با توجّه به سطح مقطع سیم، در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند و با لحیم‌کاری یا توسط دستگاه پرسِ مخصوص، به‌هادی محکم می‌شوند.

برای اتصال جداشدنی کابل از کابلشو استفاده می‌شود. کابلشوها در انواع مختلفِ پرسی، لحیمی، پیچی و منگنه‌ای ساخته می‌شود. روی کابلشوها معمولاً سطح مقطع کابل و قطر سوراخ کابلشو جهت اتصال به پیچ مناسب نوشته می‌شود.



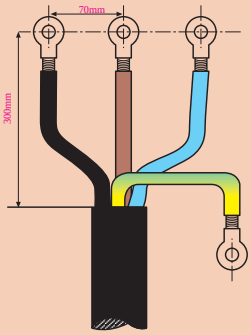
انواع کابلشو



دستگاه پرس کابلشوی دستی و اتوماتیک

فعالیت کارگاهی

یک کابل mm^{2}rm ۴×۱۶ را مانند شکل زیر فرم داده و روی هر یک از رشته‌ها یکی از انواع کابلشوها را متصل کنید.



راه‌اندازی موتورهای سه فاز

بهره‌برداری مطمئن و بدون وقفه از انرژی الکتریکی شدیداً به خصوصیات و طرز کار وسایل کنترل‌کننده از جمله کلیدها بستگی دارد. در سال‌های اخیر تولیدکنندگان تجهیزات الکتریکی، براساس نیاز بازار، انواع کلیدها را با خواص الکتریکی و مکانیکیِ هماهنگ با شرایط بهره‌برداری و جنبه‌های اقتصادی تولید کرده‌اند. امروزه موتورهای الکتریکی عمدتاً توسطِ کلیدهای زبانه‌ای یا کلیدهای مغناطیسی(کنتاکتور) کنترل می‌شوند. البته دو نوع کلید اهرمی و غلتکی نیز در صنایع قدیمی‌دیده می‌شود که به علّت استهلاک بالا دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

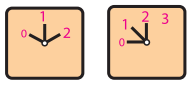
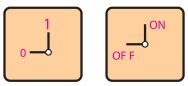
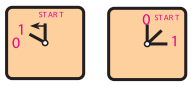
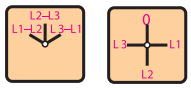
کلیدهای زبانه‌ای



در این نوع کلیدها استوانه‌ای طرّاحی شده است که چندین برجستگی و فرورفتگی دارد و با حرکت استوانه به دور محور خود، زبانه بالا و پایین می‌رود و کنتاکت‌های متحرک و ثابت را به همدیگر وصل یا قطع می‌کند. در صنعت به این کلیدها «کلید سلکتور» نیز می‌گویند.

فعالیت

در جدول زیر علائم مربوط به انواع کلید زبانه‌ای ترسیم شده است. با توجّه به علائم، کاربرد کلید را بنویسید.

نام کلید	تصویر	نام کلید	تصویر
چند سرعته (۰ـ۱ـ۲) ـ (۰ـ۱ـ۲ـ۳)		قطع و وصل ساده (۰ـ۱)	
			
انتخاب کنندهٔ فاز برای دستگاه‌های اندازه‌گیری مانند کلید ولت‌متر			
			

فیلم

راه‌اندازی موتورهای سه فاز با کلیدهای زبانه‌ای

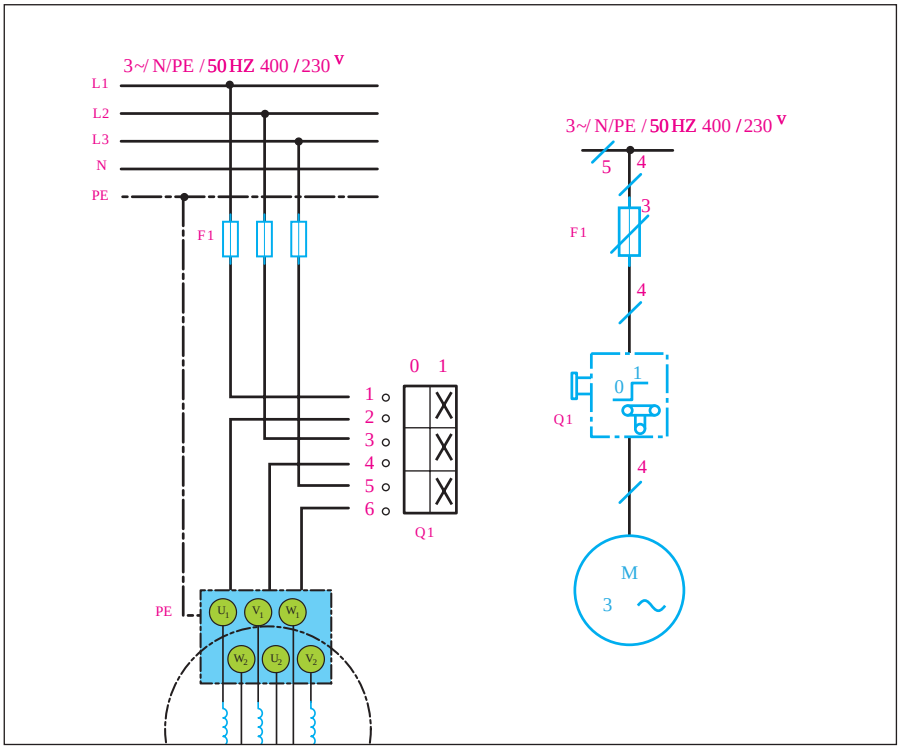
اتصال موتورهای سه فاز به شبکهٔ برق با کلید قطع و وصل (۱ـ۰)

در این حالت، کلید زبانه‌ای مشابه سه کلید تک پل عمل می‌کند و باید سه فاز L_3 و L_2 ، L_1 را به سرهای U_1، V_1 و W_1 اتصال دهد یا قطع کند. به خاطر داشته باشید که هنگام استفاده از کلیدهای (۱ـ۰) اتصال موتور با استفاده از تیغه‌های تخته کلم باید به‌صورت ستاره یا مثلث بسته شده باشد.

فعالیت کارگاهی

با استفاده از اهم متر اتصال کلید زبانه‌ای (۱ـ۰) را در دو حالت قطع و وصل بررسی کنید.

برای رسم نقشه و همچنین کاربرد کلیدهای زبانه‌ای در استاندارد کمیتهٔ بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) از دو شمای فنی (تک خطی) و حقیقی استفاده می‌شود. در کلیدهای قطع و وصل زبانه‌ای نیز نقشه‌های فنی و حقیقی مانند شکل زیر است:

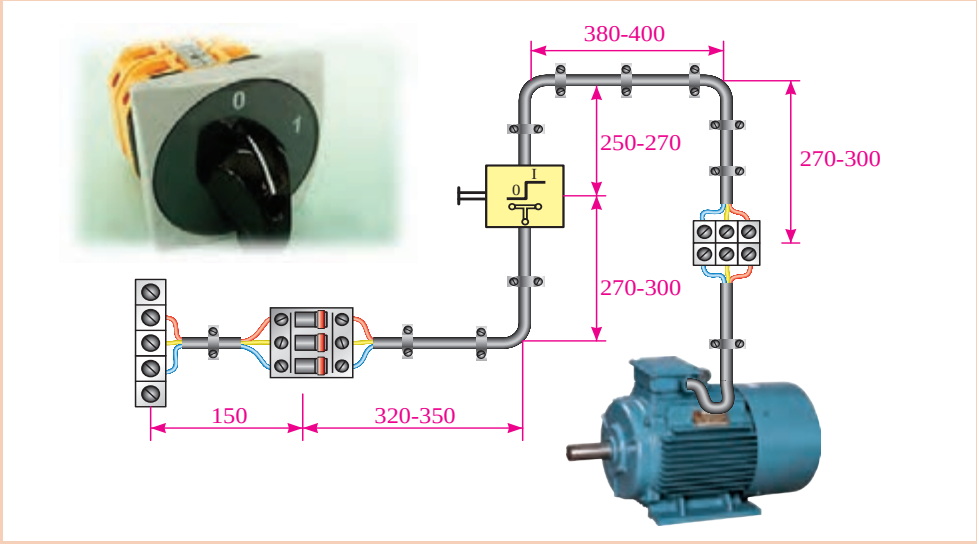


ب) شمای حقیقی (استاندارد IEC)

الف) شمای فنی (استاندارد IEC)

فعالیت کارگاهی

با توجّه به شکل زیر و با رعایت فاصله‌ها، یک موتور سه فاز را در یک مرحله با اتصال ستاره و در مرحلهٔ بعد با اتصال مثلث راه‌اندازی کنید.



بر روی فازهای ورودی، سه آمپرمتر ببندید و جریان راه‌اندازی را در دو حالت راه‌اندازی با اتصال ستاره و راه‌اندازی با اتصال مثلث، با هم مقایسه کنید.

تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز

پرسش

از تغییر جهت گردش دور موتور برای چه استفاده می‌شود و در چه مواردی به‌کار می‌رود؟

در موتورهای سه فاز برای تغییر جهت گردش دور موتور باید جایِ دو فاز، سه فازِ ورودی را با هم جابه‌جا نماییم؛ یعنی:

$$\begin{cases} L_1 \rightarrow V_1 \\ L_2 \rightarrow U_1 \\ L_3 \rightarrow W_1 \end{cases}$$

درحالت راست‌گرد

در حالت چپ‌گرد

$$\begin{cases} L_1 \rightarrow U_1 \\ L_2 \rightarrow V_1 \\ L_3 \rightarrow W_1 \end{cases}$$

پرسش

در صورت تعویض هر سه فازِ ورودی با هم، آیا جهت دور موتور برعکس می‌شود؟

از مقایسهٔ حالت‌های چپ‌گرد و راست‌گرد با یکدیگر مشاهده می‌شود که در یک فاز مشترک‌اند و می‌توان به رابطه کلی زیر دست یافت:

$$V_1 \rightarrow L_1 \rightarrow U_1$$
$$U_1 \rightarrow L_2 \rightarrow V_1$$
$$W_1 \rightarrow L_3 \rightarrow W_1$$

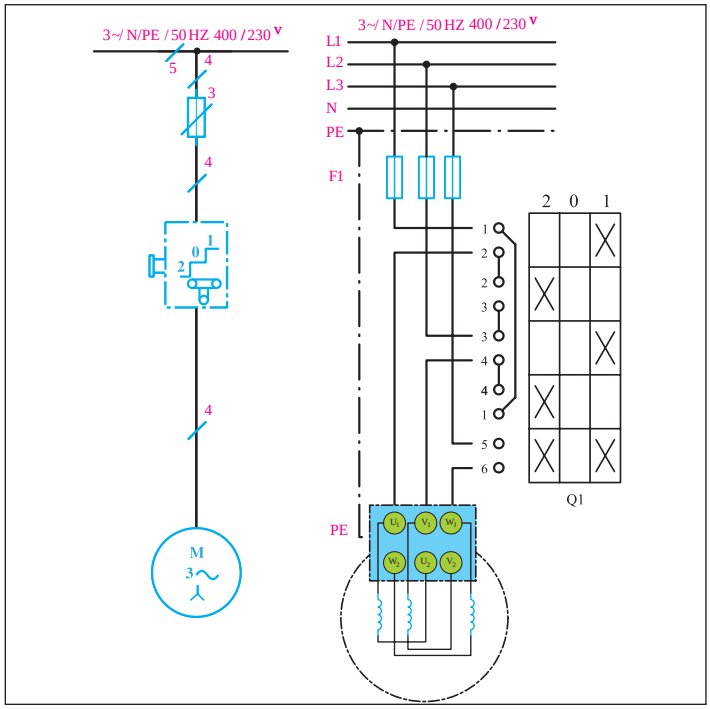
فعالیت

حالت‌های دیگر کلید چپ‌گرد ـ راست‌گرد را، در صورت ثابت ماندن فاز دیگر بنویسید.

فعالیت کارگاهی

با استفاده از اهم متر اتصال تیغه‌های کلید چپ‌گرد ـ راست‌گرد زبانه‌ای را در سه حالتِ چپ‌گرد، قطع و راست‌گرد بررسی کنید.

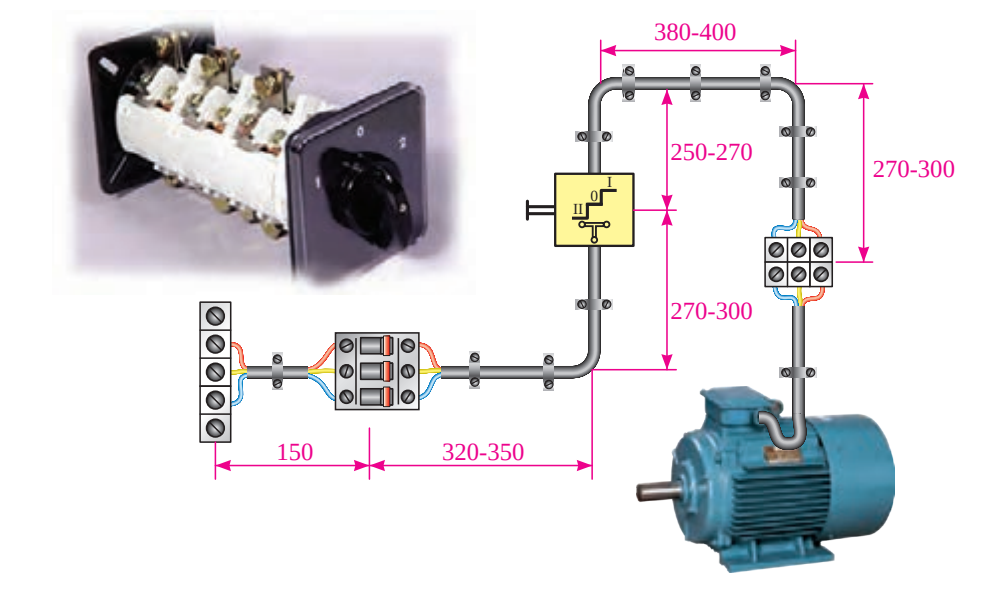
شمای فنی و حقیقی کلیدهای چپ‌گرد ـ راست‌گرد در شکل زیر نمایش داده شده است.



الف) شمای حقیقی (استاندارد IEC) ب) شمای فنی (استاندارد IEC)

فعالیت کارگاهی

با توجّه به شکل زیر و با رعایت فاصله‌ها یک موتور سه فاز را تغییر جهت دهید.



بحث

چنانچه یکی از فازها قطع باشد، در هنگام چپ‌گرد- راست‌گرد شدن چه اتفاقی می‌افتد و موتور در چه جهتی حرکت می‌کند؟ در مورد زیر بار بودن یا نبودن موتور در حالت فوق بحث کنید.

فیلم

راه‌اندازی موتورهای سه فاز با کلید زبانه‌ای به صورت ستاره مثلث

راه‌اندازی موتورهای سه فاز به‌صورت ستاره مثلث

برای اینکه یک موتور از حالت سکون به دور نامی برسد، آن‌را با وسایلی که «راه‌انداز» نامیده می‌شود به‌کار می‌اندازند. اگر موتورهای الکتریکی با قدرت بالا را مستقیماً به شبکه وصل کنیم، جریان راه‌اندازی حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی از شبکه دریافت می‌کند؛ در نتیجه احتمال دارد سیم‌های رابط و سیم‌پیچ‌های موتور صدمه ببینند. به همین جهت موتورها را به گونه‌ای راه‌اندازی می‌کنند که بتوان جریان راه‌اندازی را کنترل و آن را محدود کرد (البته هر چه جریان راه‌اندازی بیشتر باشد گشتاور راه‌اندازی موتور نیز بالاتر می‌رود).

پژوهش

در مورد مفهوم «گشتاور» و ارتباط آن با «جریان» تحقیق و پژوهش کنید.

به همین دلیل است که موتورهای با قدرت پایین را مستقیماً به شبکه وصل می‌کنند و موتورهای دارای جریان بالا و قدرت زیاد را توسط روش‌های راه‌اندازی، کنترل می‌کنند. یکی از این روش‌های راه‌اندازیِ موتورهای سه فاز، اتصال ستاره مثلث است. این روش در موتورهایی به‌کار می‌رود که می‌توانند در شبکهٔ مورد نظر اتصال مثلث داشته باشند و با استفاده از مدارهای ستاره مثلث، به شبکه اتصال می‌دهند.

پرسش

برای راه‌اندازی موتورهای با قدرت بالا چه روش‌های دیگری به‌کار برده می‌شود؟

فعالیت

جدول زیر را برای راه‌اندازی موتورهای سه فاز تکمیل کنید.

روش‌های راه‌اندازی	قدرت نامی	
	در شبکهٔ ۲۳۰V	در شبکهٔ ۴۰۰V
راه‌اندازی به صورت مستقیم	۱/۵KW تا ۳KW	.....
.....	.....	۴KW تا ۱۱KW

بحث

۱ آیا توان در اتصال ستاره و مثلث تغییر می‌کند؟
۲ آیا موتوری که باید در نهایت با اتصال مثلث کار کند، می‌تواند در حالت ستاره، زیر بار قرار گیرد؟چرا؟

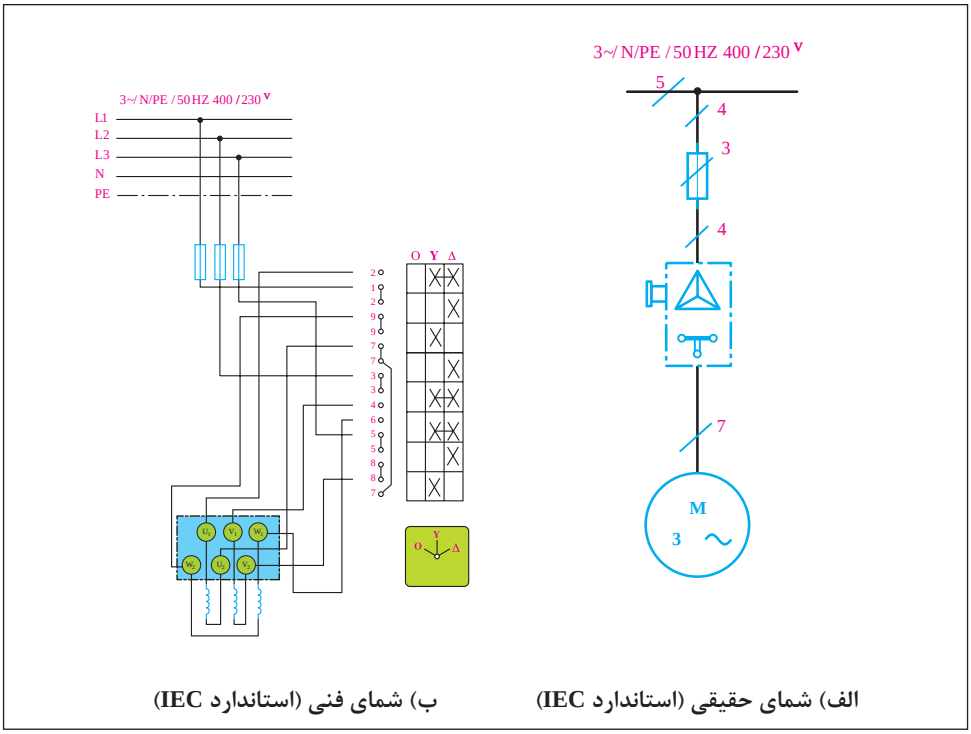
کنترل جریان راه‌اندازی با استفاده از مدار ستاره مثلث

همان‌طور که در قسمت‌های قبل گفته شد، برای ایجاد اتصالات ستاره و مثلث باید اتصال کلاف‌ها و فازها به صورت زیر باشد:

اتصال مثلث
$$\begin{cases} L_1 \rightarrow U_1 \rightarrow W_2 \\ L_2 \rightarrow V_1 \rightarrow U_2 \\ L_3 \rightarrow W_1 \rightarrow V_2 \end{cases}$$

اتصال ستاره
$$\begin{cases} L_1 \rightarrow U_1 \\ L_2 \rightarrow V_1 \\ L_3 \rightarrow W_1 \\ U_2 \rightarrow V_2 \rightarrow W_2 \end{cases}$$

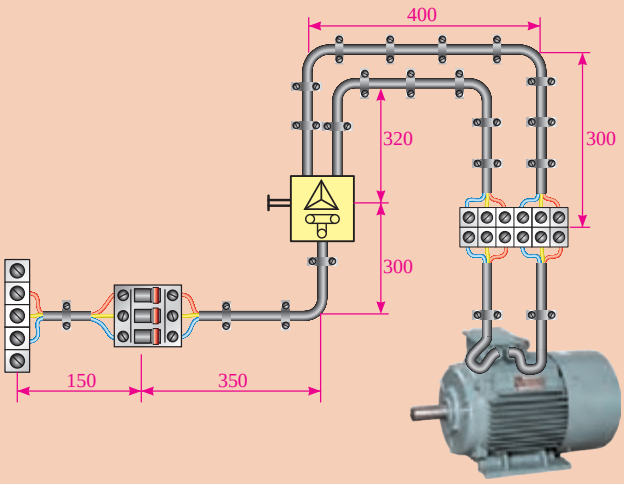
شمای فنی و حقیقی کلیدهای ستاره مثلث زبانه‌ای در شکل زیر نمایش داده شده است.



ب) شمای فنی (استاندارد IEC)　　الف) شمای حقیقی (استاندارد IEC)

فعالیت کارگاهی

در شکل زیر نحوهٔ کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون 680/400V را مشاهده می‌کنید. با رعایت اندازه‌های داده شده، مدار را اتصال دهید و با استفاده از اهم متر بررسی کنید که آیا اتصال تیغه‌های کلید ستاره مثلث در سه حالت صفر، ستاره و مثلث با روابط بالا مطابقت دارد یا خیر. سپس با قرار دادن کلید در حالت وصل، موتور را راه‌اندازی کنید.



کنتاکتور یا کلید مغناطیسی



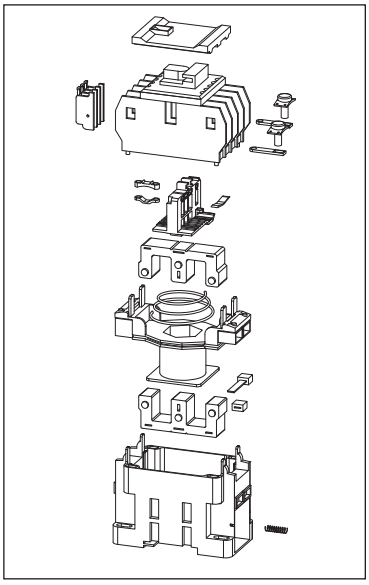
کنتاکتور با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس (مانند رله‌ها) تعدادی کنتاکت را به یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می‌کند. از این خاصیت جهت قطع و وصل یا تغییر اتصال مدار استفاده می‌شود.

در مدارهای فرمان الکتریکی وسایل مختلفی به‌کار می‌رود که مهم‌ترین آنها کنتاکتور یا کلید مغناطیسی است. استفاده از کنتاکتور در مدارهای کنترل، طرّاحی‌های متنوع را در پی دارد.

بحث

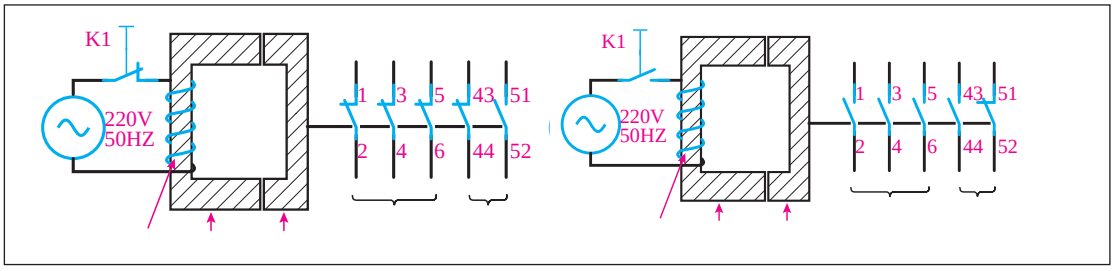
استفاده از کنتاکتورها چه مزایایی نسبت به کلیدهای دستی دارد؟

ساختمان کنتاکتور



این کلید از دو هسته به شکل E یا U، که یکی ثابت و دیگری متحرک است، تشکیل می‌شود. در میان هستهٔ ثابت یک بوبین یا سیم‌پیچ قرار دارد. وقتی بوبین به برق متصل می‌شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی، نیروی کششی فنر را خنثی می‌کند و هستهٔ فوقانی را به هستهٔ تحتانی اتصال می‌دهد و باعث می‌شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال‌های ورودی و خروجیِ کلید متصل شود یا باعث گردد کنتاکت‌های بستهٔ کنتاکتور باز شوند.

در صورتی‌که مدار تغذیهٔ بوبینِ کنتاکتور قطع شود، هستهٔ متحرک در اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد، دوباره به حالت اوّل باز می‌گردد. شکل زیر طرح ساده‌ای از یک کنتاکتور را نشان می‌دهد.



شناخت مشخصات فنی کنتاکتور

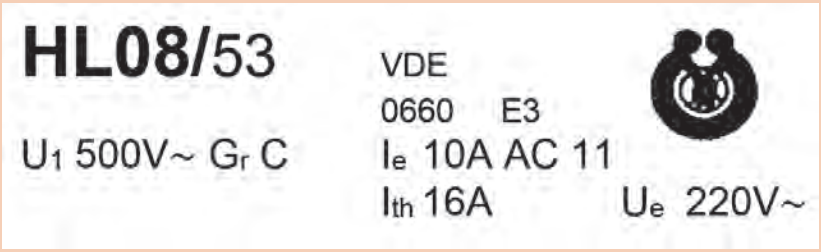
با توجّه به نوع مصرف‌کننده و شرایط کار، کنتاکتورها قدرت و جریان عبوری مشخصی برای ولتاژهای مختلف دارند. بنابراین، باید به جدول و مشخصات کنتاکتور توجّه کافی شود و منطبق بر مشخصات مورد نیاز، انتخاب گردد.

برای اتصال مصرف‌کننده به شبکه باید از کلید یا کنتاکتوری استفاده کرد که کنتاکت‌های آن تحمل جریان راه‌اندازی و جریان دائمی‌را داشته باشند. همچنین در صورت اتصال کوتاه، جریان لحظه‌ای زیادی که از مدار عبور می‌کند و یا جرقه‌ای که هنگام قطع مدار ایجاد می‌شود، صدمه‌ای به کلید نزند.

به این منظور و برای اینکه بتوانیم پس از طرّاحی مدار، کنتاکتور مناسب را برای اتصال مصرف‌کننده به شبکه انتخاب کنیم، باید با مقادیر نامی‌مربوط به کنتاکتور آشنا شویم. این مقادیر برای کلیدهای غیرمغناطیسی، مانند کلید اهرمی و غلتکی نیز، وجود دارد.

فعالیت

حروف و علائم نوشته شده روی پلاک کنتاکتور زیر را تحلیل و تفسیر کنید.



فیلم

اجزای تشکیل‌دهندهٔ کنتاکتور

اجزای تشکیل‌دهندهٔ مدارهای کنترل با استفاده از کنتاکتور

در مدارهای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با استفاده از کنتاکتور، عموماً با دو نقشهٔ مدار فرمان و مدار قدرت روبه‌رو هستیم، که در شماهای مسیرجریان، حقیقی، مونتاژ و خارجی نشان داده می‌شوند. در این کتاب به نقشهٔ مسیر جریان اکتفا شده است.

پژوهش

در مورد هر یک از شِماها (مسیر جریان، حقیقی، مونتاژ و خارجی) و کاربردشان در مدارهای کنترل، پژوهش کنید.

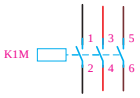
پرسش

مدار فرمان با مدار قدرت چه تفاوتی دارد؟

برای طرّاحی راه‌اندازی موتورهای الکتریکی و کار با آنها باید وسایل تشکیل‌دهندهٔ آن را به‌طور کامل شناخت و به اصول ساختمان و موارد استفاده از این وسایل آشنا شد.
وسایلی که در مدارهای قدرت به‌کار می‌روند عبارت‌اند از:
۱ـ انواع فیوز؛
۲ـ کنتاکت‌های قدرت کنتاکتور؛
۳ـ بی‌متال؛
۴ـ موتورها.

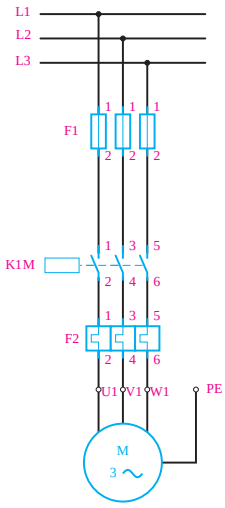
فعالیت

با توجّه به وسایل مدارهای قدرت، جدول زیر را مطابق ردیف اول تکمیل کنید:

نام	تصویر	هدف از استفاده	نقشه در مدار قدرت	علامت وسیله
کلید مینیاتوری[۱] (MCB)		حفاظت در برابر اتصال کوتاه	.....	F
فیوز فشنگی		حفاظت در برابر اتصال کوتاه	.....	.....
فیوز سکسیونری (سیلندری)		.....	.....	.....
.....		.....		.....
.....		.....	.....	.....

۱- Miniature Circuit Breaker

شکل زیر نمونه‌ای از مدار قدرت و علائم به‌کار رفته را نشان می‌دهد.





با توجّه به شکل فوق، هدف از مدار قدرت تنها تغذیهٔ مصرف‌کننده از قبیل موتور، لامپ و... است (جایگزین کلیدهای دستی).

فعالیت

مدار قدرت راه اندازی دو موتور را ترسیم کنید.

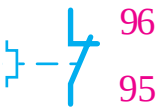
وسایلی که در مدارهای کنترل فرمان به‌کار می‌روند، عبارت‌اند از:

۱ـ کنتاکتور (کلید مغناطیسی)؛
۲ـ شستی استاپ استارت؛
۳ـ تیغه‌های بی‌متال؛
۴ـ لامپ‌های سیگنال؛
۵ـ فیوزها؛
۶ـ لیمیت سوییچ‌ها؛
۷ـ کلیدهای تابع فشار، دما (ترموستات) و ارتفاع؛
۸ـ کلیدهای شناور؛
۹ـ چشم‌های الکتریکی (سنسورهای القایی و خازنی)؛
۱۰ـ تایمر و انواع آن؛
۱۱ـ کلیدهای تابع دور.

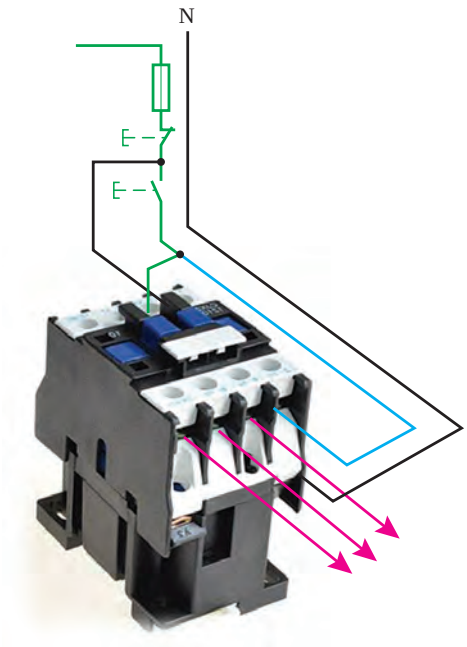
فعالیت

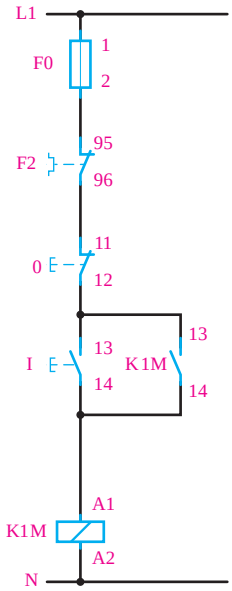
با توجّه به وسایل مدارهای قدرت، جدول زیر را مطابق ردیف اول تکمیل کنید:

نام	تصویر	هدف از استفاده	نقشه در مدار قدرت	علامت وسیله
کنتاکت باز کنتاکتور (NO)		نگهدارنده و وابسته نمودن مکانی به مکان دیگر		
کنتاکت بستهٔ کنتاکتور (NC)		.....	11 12	
بوبین کنتاکتور		.....		
		.....		
شستی استپ		.....		

نام	تصویر	هدف از استفاده	نقشه در مدار قدرت	علامت وسیله
				
کنتاکت باز بی متال				F

شکل زیر نمونه‌ای از «مدار فرمان» و علائم به‌کار رفته را نشان می‌دهد.





با توجّه به شکل صفحهٔ قبل، می‌توان گفت که هدف از مدار فرمان، کنترل مدار تغذیهٔ مصرف‌کننده (بوبین کنتاکتور) است. بنابراین مدارهای فرمان و قدرت باید به‌طور هم‌زمان با هم کار کنند و وجود هر یک به تنهایی نمی‌تواند عملکرد صحیح را در پی داشته باشد.

فعالیت

۱ مدار AND و OR منطقی را با شستی استارت ترسیم و جدول صحّت آن را با توجه به عملکرد مدار رسم کنید.

۲ مدار AND و OR منطقی را با شستی استپ ترسیم و جدول صحت آن را با توجه به عملکرد مدار رسم کنید.

فیلم

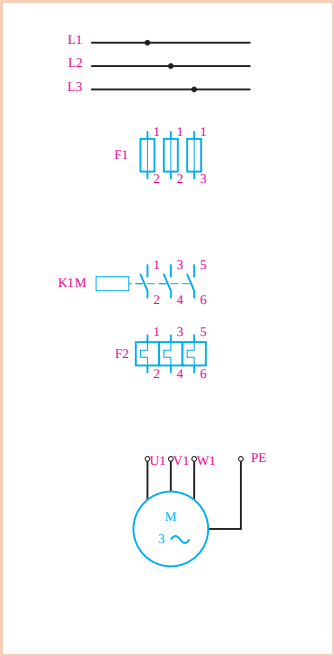
مراحل راه‌اندازی موتور سه فاز به صورت لحظه‌ای و دائم

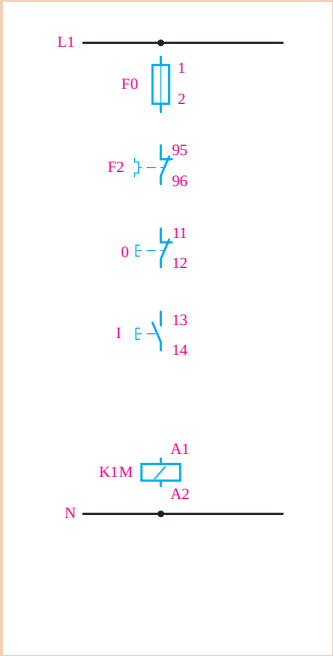
راه‌اندازی موتور سه فاز با استفاده از کنتاکتور

برای راه اندازی موتورهای سه فاز تنها به یک کنتاکتور نیاز است تا بتوانیم توسط یک شستی (استارت) موتور را به حرکت در آوریم و توسط یک شستی دیگر (استپ)، آن را متوقف نماییم. از فیوز و رلهٔ حرارتی نیز، به ترتیب به عنوان وسایل حفاظت‌کننده در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار، استفاده می‌نماییم.

فعالیت

مدار فرمان و مدار قدرت زیر را، که مربوط به راه‌اندازی موتور به‌صورت لحظه‌ای است تکمیل کنید.





فعالیت کارگاهی

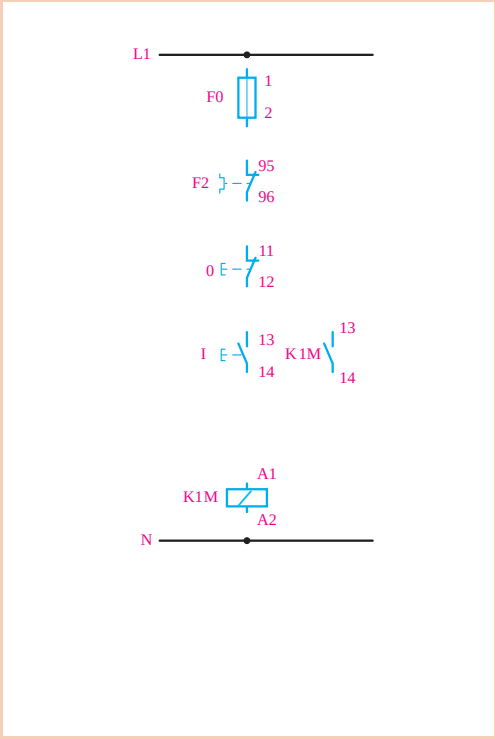
تکمیل شدهٔ فعالیت کلاسی قبل را روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.

پرسش

۱ علّت لحظه‌ای بودن وصل کنتاکتور چیست؟
۲ برای دائم بودن این مدار چه راه حلّی وجود دارد؟
۳ مقدار فیوز و رلهٔ حرارتی بر چه مبنایی انتخاب می‌شود؟

فعالیت کارگاهی

مدار زیر را، که مربوط به راه‌اندازی دائم کار موتور است تکمیل و آن را روی تابلو، آزمایش کنید.



پرسش

آیا مدار قدرت این مدار با مدار فعالیت کارگاهی قبل متفاوت است؟ چرا؟

تفکر

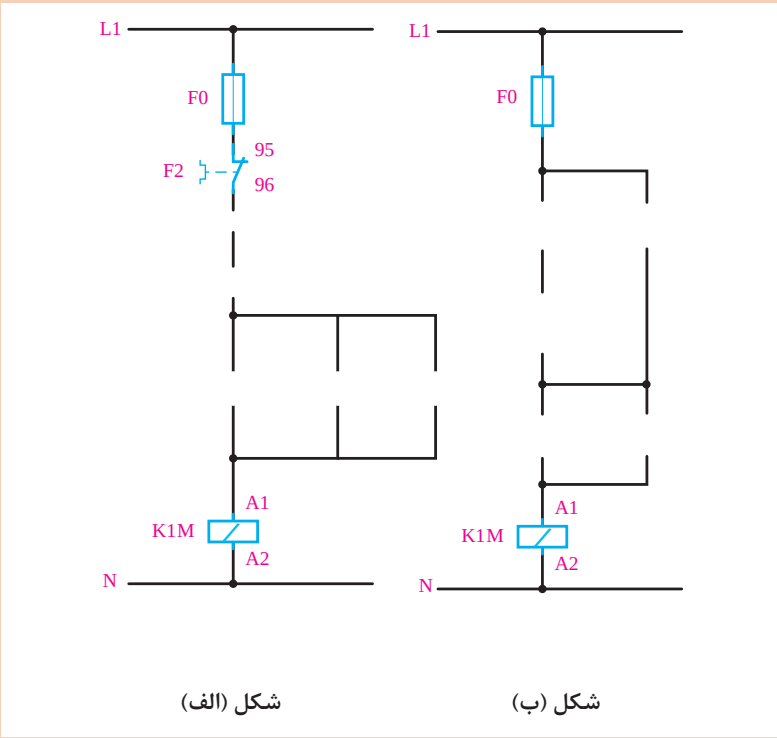
چرا کنتاکت باز کنتاکتور سبب شده است که موتور دائم کار شود؟

بحث

در مورد مزایا و معایب راه‌اندازی موتور توسط کلیدهای دستی و کنتاکتور بحث کنید.

فعالیت کارگاهی

شکل (الف) مربوط به راه‌اندازی یک موتور به‌صورت دائم کار است که از دو محل قابل کنترل است. شکل (ب) نیز مربوط به دستگاهی مانند پرس است که هر دو دست اپراتور باید روی شستی باشد تا دستگاه کار کند. این دو شکل را تکمیل کنید و آن را با بستن روی تابلو، آزمایش کنید.



شکل (الف) شکل (ب)

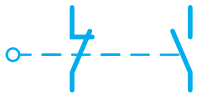
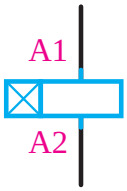
پروژه

در یک ماشین صنعتی از دو موتور M1 و M2 استفاده شده است. موتور M1 یک موتور سه فاز برای پمپ روغن به قدرت 0/5 کیلووات و جریان 1/5 آمپر و موتور M2 یک موتور سه‌فاز به قدرت 5 کیلووات و جریان 10 آمپر است.

طرز کار این ماشین به‌گونه‌ای است که موتور اصلی بدون پمپ روغن نباید کار کند، اما پمپ روغن می‌تواند به تنهایی به کار رود. با طرّاحی مدار الکتریکی این کار، نوع کنتاکتور و جریان نامی حفاظت‌کننده‌های لازم را حساب کنید.

فعالیت

با توجّه به وسایل مدارهای فرمان جدول زیر را تکمیل کنید:

نام	تصویر	هدف از استفاده	نقشه در مدار قدرت	علامت وسیله
استپ استارت دوبل		قطع و وصل همزمان دو نقطه از مدار		
لیمیت سوئیچ		.....		
بوبین تایمر تأخیر در وصل		.....		
بوبین تایمر تأخیر در قطع		.....		KT
کنتاکت باز و بسته تایمر		.....		
لامپ سیگنال		.....		

فیلم

معرفی تجهیزات مورد استفاده در مدارهای رله‌ای

فعالیت کارگاهی

در یک ماشین چوب‌بری، از یک موتور سه فاز روتور قفسی استفاده شده است. برای اتصال دائمی این موتور از یک شستی و برای قطع آن نیز از یک شستی دیگر استفاده می‌شود. علاوه بر این دو شستی، توسط یک پدال نیز باید بتوان موتور را به‌طور لحظه‌ای به شبکه متصل نمود. مدار فرمان و مدار قدرت این موتور را ترسیم و آن را روی تابلو آزمایش کنید.

رلهٔ زمانی (تایمر) و انواع آن

یکی از وسایل فرمان‌دهندهٔ مدارهای کنترل اتوماتیک، تایمرها یا رله‌های زمانی هستند که وظیفهٔ کنترل مدار را برای مدت زمانی معین بر عهده دارند. رله‌های زمانی در انواع مختلف ساخته می‌شوند:

الف) رلهٔ زمانی موتوری یا الکترومکانیکی؛

ب) رلهٔ زمانی الکترونیکی (ثابت زمانی خازن)؛

پ) رلهٔ زمانی نیوماتیکی (با فشار هوا)؛

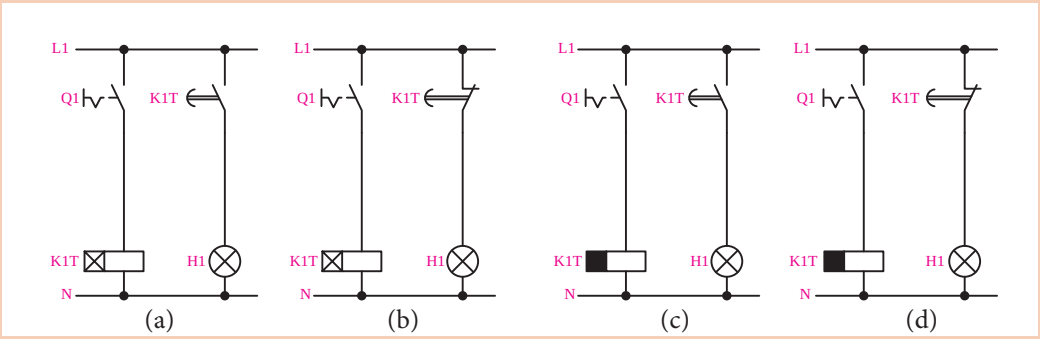
ت) رلهٔ زمانی بی‌متال یا حرارتی؛

ث) رلهٔ زمانی هیدرولیکی (فشار روغن).

امروزه بیشتر در بازار، از رلهٔ زمانیِ الکترونیکی، به علت کیفیت و عمر بالا و قیمت مناسب، استفاده می‌شود. در نوعی از این تایمرها، با شارژ و دشارژ شدن یک خازن، بوبین یک رلهٔ کوچک تحریک می‌گردد. این نوع رله‌ها در دو نوع تأخیر در وصل و تأخیر در قطع می‌باشند.

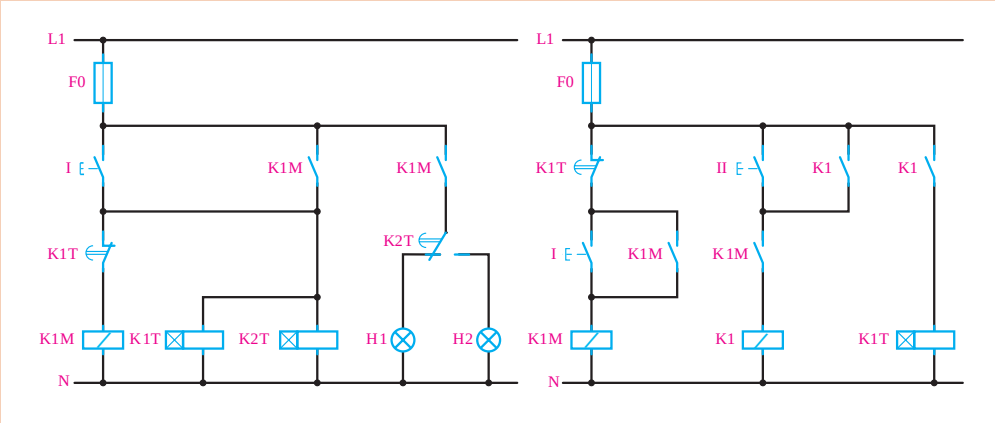
فعالیت

در مدارهای زیر چنانچه کلید یک پل برای یک دقیقه وصل شود و سپس قطع گردد و تایمرها روی ۴۰ ثانیه تنظیم شده باشند، عملکرد لامپ در مدارها با هم چه فرقی خواهند داشت؟



برداشت

برداشت خود را از نحوهٔ عملکرد دو شکل زیر بیان کنید.



فعالیت کارگاهی

مداری طرّاحی کنید که با فشار به یک شستی موتور اول روشن شود و بعد از ۲۰ ثانیه موتور دوم فعال گردد و موتور اول را خاموش کند.

تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز

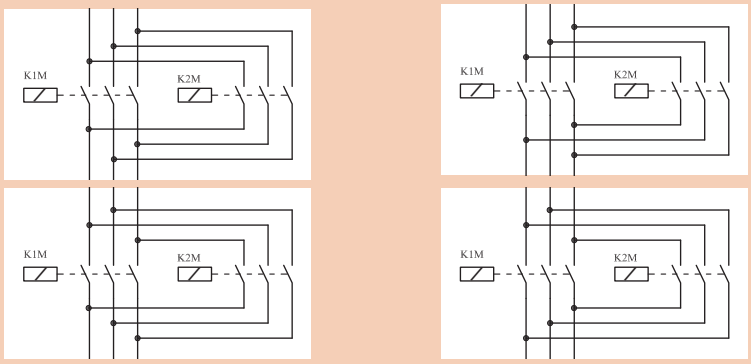
در قسمت‌های قبل گفته شد که برای تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز کافی است جای دو فاز با یکدیگر تعویض شود. بنابراین برای انجام این کار به دو کنتاکتور نیاز است که یکی از آنها برای راست‌گرد و دیگری برای چپ‌گرد طرّاحی می‌شود.

نکته

توجّه داشته باشید که این دو کنتاکتور در هیچ صورتی نباید به‌طور هم‌زمان در مدار، فعال باشند. آیا دلیل این امر را می‌دانید؟

فعالیت

کدام یک از مدارهای قدرت زیر برای چپ‌گرد ـ راست‌گرد، عملکرد صحیحی ندارد؟ چرا؟

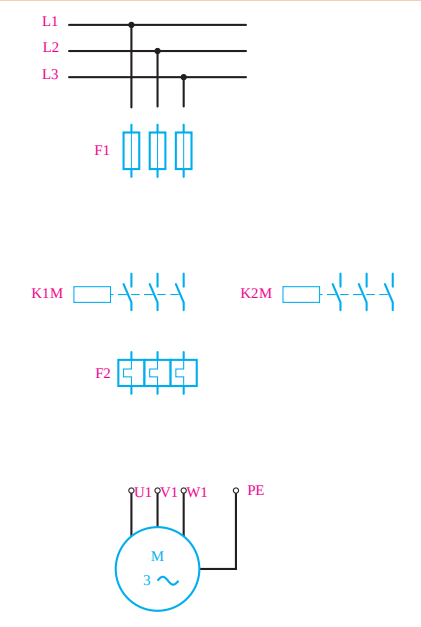


فیلم

مراحل راه‌اندازی موتور سه فاز به صورت چپ‌گرد ـ راست‌گرد

فعالیت

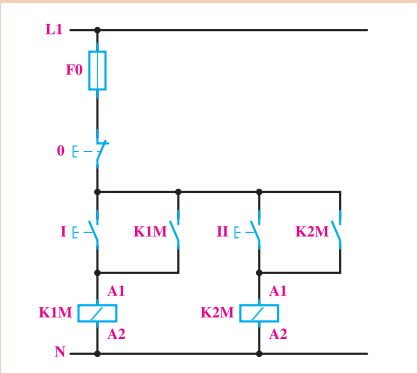
مدار قدرت زیر را، که مربوط به مدار چپ‌گرد ـ راست‌گرد است تکمیل کنید.
مقدار فیوز و بی‌متال در این مدار چگونه انتخاب می‌شود؟



برای مدار فرمان چپ‌گرد ـ راست‌گرد، مدارهای مختلفی طراحی می‌شود که عبارت‌اند از:
۱ـ مدار چپ‌گرد ـ راست‌گرد با توقف؛
۲ـ مدار چپ‌گرد ـ راست‌گرد سریع؛
۳ـ مدار چپ‌گرد ـ راست‌گرد با حفاظت کامل.

فعالیت

در کنار شکل زیر، نقاط ضعف مدار فرمان را برای چپ‌گرد ـ راست‌گرد کردن موتور یادداشت کنید.



مدار چپ‌گرد ــ راست‌گرد با توقف

در این مدار با فشار بر یکی از شستی‌ها (راست‌گرد یا چپ‌گرد) موتور در همان جهت انتخابی شروع به حرکت می‌کند و برای تغییر جهت، ابتدا باید موتور توسط شستی استپ متوقف گردد، سپس با فشار بر شستیِ استارتِ دیگر، موتور تغییر جهت دهد.

فعالیت کارگاهی

مدار فرمان و مدار قدرت چپ‌گرد ـ راست‌گرد با توقف را طراحی کنید و پس از تأیید هنرآموز، آن را بر روی تابلو ببندید و آزمایش کنید.

پرسش

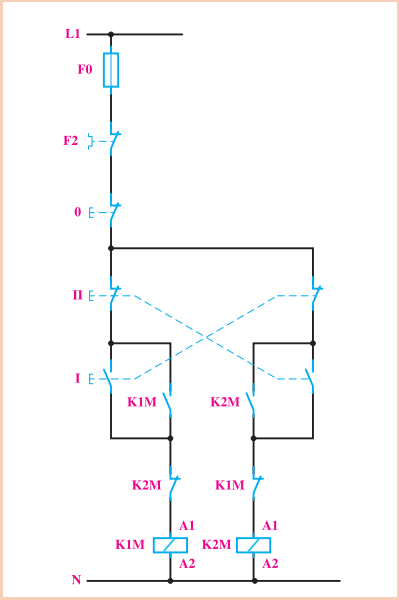
به نظر شما عیوب و نقاط ضعف مدار فوق چیست؟

مدار چپ‌گرد ــ راست‌گرد سریع

در مدارهای فرمان قبل، که طراحی شد، برای تغییر جهت گردش موتور، باید ابتدا شستی قطع را فشار دهیم و در صورتی که بخواهیم بدون قطع‌کردن مدار، جهت چرخش موتور را عوض کنیم، می‌توانیم کنتاکت بستهٔ شستی I را در مدار بوبین کنتاکتور K2M و کنتاکت بستهٔ شستی II را در مدار بوبین کنتاکتور K1M، به‌صورت سری قرار دهیم تا با فشار بر هر یک از آنها، ابتدا مدارِ کنتاکتورِ مقابل قطع گردد و سپس جهت چرخش موتور عوض شود.

فعالیت کارگاهی

در شکل زیر، مدار فرمان چپ‌گرد ـ راست‌گردِ سریع را روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.
به نظر شما نقاط ضعف این مدار چیست؟



مدار چپ‌گرد ــ راست‌گرد با حفاظت کامل

اگر در مدار چپ‌گرد ـ راست‌گرد با توقف، شستی‌های I و II هم‌زمان فشار داده شوند، هر دو کنتاکتور K1M و K2M هم‌زمان جذب کرده و اتصال کوتاه دو فاز پیش خواهد آمد. برای کیفیت بهتر مدار، می‌توان شستی‌های I , II را دوبل انتخاب کرد. در این صورت با فشار هم‌زمان به شستی‌ها، هیچ یک از کنتاکتورها جذب نخواهند کرد.

فعالیت کارگاهی

مدار فرمان و مدار قدرت چپ‌گرد ـ راست‌گرد با حفاظت کامل را طراحی و پس از تأیید هنرآموز، روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.

فعالیت

مدار فرمان چپ‌گرد ـ راست‌گرد با توقف، سریع و با حفاظت کامل را به صورتی طراحی کنید که بتوان موتور را از دو محل کنترل کرد.

لیمیت سوئیچ‌ها (سوئیچ‌های محدودکننده)

این نوع کلیدها معمولاً برای فرمان‌های مکانیکی یا محدودکردن حرکت دستگاه به‌کار می‌روند. ساختمان داخلی آنها مانند استاپ استارت‌هاست و به‌صورت ساده، دوبل و چند کنتاکته ساخته می‌شوند. به لیمیت سوئیچ‌هایی که در ابعاد کوچک ساخته می‌شوند میکروسوئیچ هم گفته می‌شود.

کاربرد و ساختمان خارجی لیمیت سوئیچ‌ها متفاوت است و مستقیماً به چگونگی سیستم مکانیکی دستگاه بستگی دارد.

پروژه

می‌خواهیم جهت گردش یک موتور آسنکرون سه فازه را، که بر روی یک ماشین تراش نصب شده است، توسط کنتاکتور عوض کنیم. مدار فرمان و مدار قدرت آن را ترسیم کنید و آنها را روی تابلو ببندید و آزمایش کنید.



نکته

در ماشین‌هایی همچون ماشین تراش، ولتاژ تغذیهٔ مدار فرمان بسیار کم است.

فیلم

معرفی رلهٔ کنترل فاز و رلهٔ کنترل بار

رلهٔ کنترل فاز



در مدارهای کنترلی سه فاز، چنانچه یکی از فازها قطع شود (به‌اصطلاح دو فاز شود) توان موتور کاهش می‌یابد و قادر به اجرای کار مورد نظر نخواهد بود (زیر بار می‌خوابد). در نتیجه جریان زیادی از موتور عبور می‌کند و چنانچه وسایل حفاظتی عمل نکنند موتور آسیب می‌بیند. یکی از کاربردهای کنترل فاز جلوگیری از دو فاز شدن موتور است.

پژوهش

در مورد دیگر کاربردهای کنترل فاز پژوهش کنید.

فعالیت

رلهٔ کنترل فاز موجود در کارگاه را بررسی کرده و عملکرد هر یک از کنتاکت‌ها و LEDها را بیان کنید.

رلهٔ کنترل بار



رلهٔ کنترل بار جایگزین مناسبی برای بی‌متال‌های حرارتی، به‌منظور محافظت از موتور در برابر اضافه جریان (اضافه بار) است. در این رله‌ها، با استفاده از یک سری کانال عبوری که سیم‌های سه فاز در داخل آنها قرار می‌گیرد، میزان جریان عبوری را توسط روش القایی اندازه می‌گیرند (مانند آمپرمترهای انبری). کاربرد عمدهٔ این رله‌ها در حفاظت موتورها، عبارت است از اضافه بار بیش از حد مجاز، دو فاز شدن، اتصالی در هر نقطه از مسیر جریان مصرفی (حتی در داخل موتور) و اختلالات داخلی موتور.

فعالیت

رلهٔ کنترل بار موجود در کارگاه را بررسی کنید و عملکرد هر یک از کنتاکت‌ها و LEDها را بیان کنید.

پژوهش

در مورد مزایا و معایب بی متال‌های حرارتی و کنترل بار پژوهش کنید.

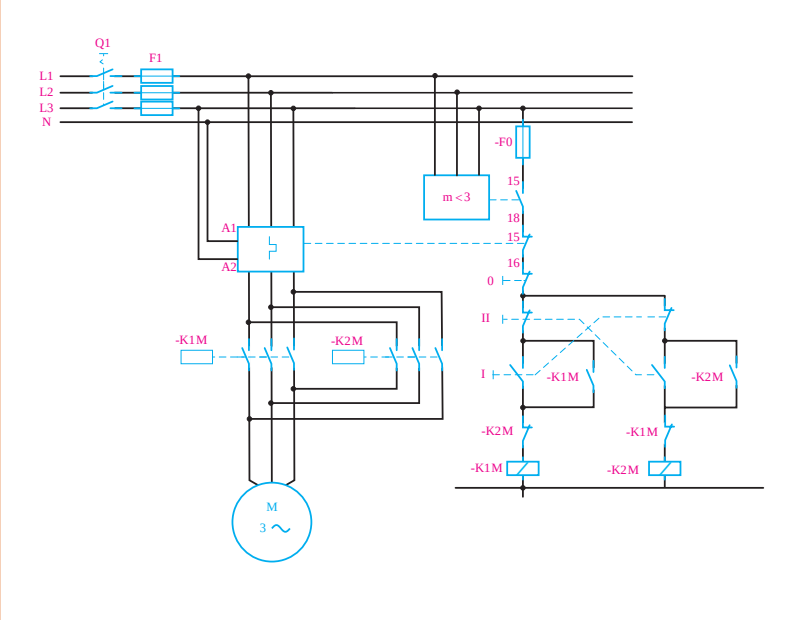
فعالیت کارگاهی

شمای مدار فرمان و مدار قدرت چپ‌گرد ـ راست‌گرد سریع، با استفاده از کنترل فاز و کنترل بار ترسیم شده است. این مدار را روی تابلو ببندید و تست‌های زیر را انجام دهید.

۱ ابتدا با رعایت توالی فازها مدار را تست کنید.

۲ جای دو فاز را روی کنترل فاز تغییر و نتیجه را گزارش دهید.

۳ یکی از فازهای ورودی به کنترل فاز را قطع کنید و نتیجه را گزارش دهید.



آیا می دانید

به تازگی رله‌های کنترل فاز ـ بار نیز، که هر دو عمل کنترل فاز و کنترل بار را هم‌زمان انجام می‌دهند، در بازار عرضه می‌شوند.



پژوهش

دربارهٔ رلهٔ کنترل فاز ـ بار و نحوهٔ عملکرد آن پژوهش کنید.

راه‌اندازی موتور به صورت ستاره مثلث

با توجّه به مطالب گفته شده در قسمت‌های قبل، برای کاهش جریان راه‌اندازی موتورهای آسنکرون سه فازه، می‌توان از اتصال ستاره مثلث استفاده کرد. یکی از مزایای راه‌اندازی ستاره مثلث توسط کنتاکتور، نسبت به راه‌اندازی توسط کلید دستی، در این است که با طراحی مدار فرمان مناسب می‌توان موتور را طور اتومات از حالت ستاره به حالت مثلث تغییر حالت داد.

الف) مدار قدرت

در حالت ستاره، باید سه انتهای کلاف‌های موتور، یعنی U_2,V_2,W_2 به یکدیگر متصل شود و L_1 به U_1 ، L_2 به V_1 و L_3 به W_1 اتصال یابد. برای رسیدن به این هدف، به ۲ عدد کنتاکتور نیاز است تا یکی از آنها مانند K1M انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر اتصال دهد و کنتاکتور دیگر مانند K2M، سه فاز را به سر کلاف‌های موتور متصل کند.

در حالت مثلث نیز باید فاز L_1 به W_2 و U_1، فاز L_2 به V_1 و U_2، و فاز L_3 به W_1 و V_2 وصل شود. برای این‌کار نیز به دوکنتاکتور، نیاز است، به‌طوری که کنتاکتور K3M، سه فاز را به سه انتهای کلاف‌ها به ترتیب ذکر شده اتصال دهد.

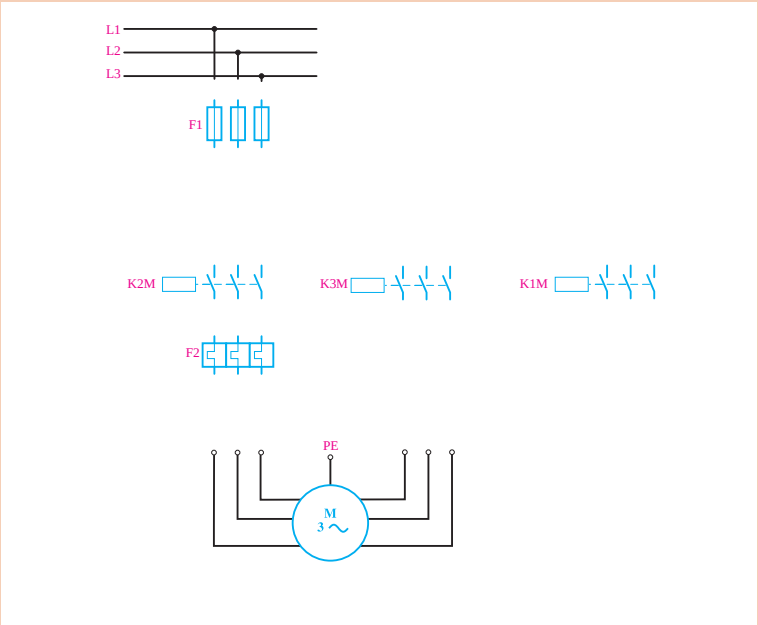
با دقت در مطالب، در می‌یابیم که یکی از کنتاکتورها (K2M) در هر دو حالت در مدار باقی می‌ماند.

نکته

توجّه داشته باشید که دو کنتاکتور K1M و K2M در هیچ صورتی نباید به‌طور هم‌زمان در مدار فعال باشند. آیا دلیل این امر را می‌دانید؟

فعالیت

مدار قدرت راه‌اندازی موتور را، طبق مطالب گفته شده به صورت ستاره ـ مثلث تکمیل و حروف سروته کلاف‌ها را روی موتور بنویسید.



پرسش

۱ مقدار جریان بی متال مدار قدرت بر چه اساس انتخاب می‌شود؟
۲ چنانچه بی متال F_2 بعد از فیوزهای F_1 قرار گیرد، رِنجِ بی متال چگونه انتخاب می‌شود؟
۳ چنانچه بی متال F_2 بعد از کنتاکتور K_3 قرار گیرد، رِنجِ بی متال چگونه انتخاب می‌شود؟

ب) مدار فرمان برای حالت دستی

برای راه‌اندازی موتور باید با فشار به شستی I کنتاکتورهای K1M و K2M جذب گردد و با فشار دادن به شستی 0 کنتاکتور K1M قطع و کنتاکتور K3M جذب شود. البته قبل از وصل شدن کنتاکتور K3M باید حتماً K1M قطع شود. به علاوه، اگر برای راه‌اندازی موتور ابتدا شستی 0 فشار داده شود، هیچ یک از کنتاکتورها نباید وصل شوند.

برای طراحی مدار، ابتدا اتصال کنتاکتورهای K1M و K2M را توسط شستی I ترسیم می‌کنیم. چون کنتاکتور K2M در حالت مثلث نیز باید در مدار باشد، از این‌رو برای اتصال دائم مدار، از کنتاکت باز K2M به‌صورت موازی با شستی I استفاده می‌کنیم. در مرحلهٔ بعدی باید با فشار بر شستی 0، ابتدا کنتاکتور K1M قطع و بعد کنتاکتور K3M وصل شود. برای اطمینان از این امر، کنتاکت بستهٔ K1M را به‌طور سری با کنتاکتور K3M قرار می‌دهیم و چون فقط کنتاکتور K1M باید از مدار قطع شود و کنتاکتور K2M در مدار باقی بماند، از شستی 0 برای قطع کنتاکتور K1M استفاده می‌کنیم.

همچنین برای اینکه پس از فشار مجدد شستی I کنتاکتور K1M دوباره وصل نشود، کنتاکت بستهٔ K3M را به‌طوری سری با آن قرار می‌دهیم.

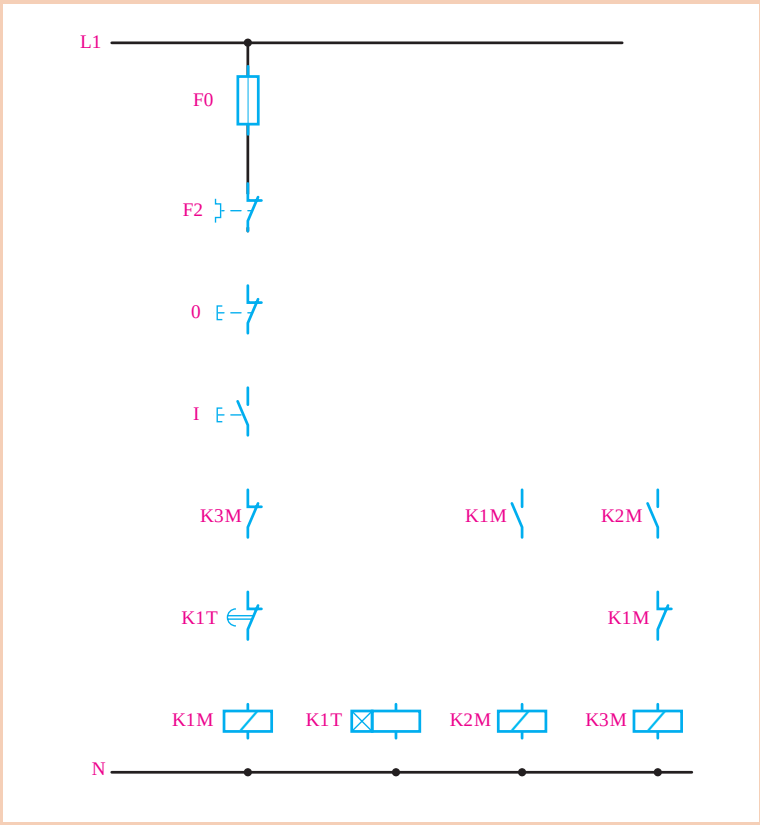
فعالیت کارگاهی

با توجّه به مطالب گفته شده، مدار فرمان ستاره مثلث دستی را همراه با مدار قدرت طراحی و پس از تأیید هنرآموز آن را روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.

ج) مدار فرمان برای حالت اتوماتیک: در این حالت، باید با فشار دادن به شستی I ، موتور به‌صورت ستاره راه‌اندازی شود و پس از گذشت زمانِ از قبل تنظیم شده‌ای، که بستگی به موتور و بار آن دارد، به‌طور اتومات به حالت مثلث اتصال یابد.

فعالیت

مدار فرمان صفحه بعد را که مربوط به ستاره مثلث اتوماتیک است، تکمیل کنید.

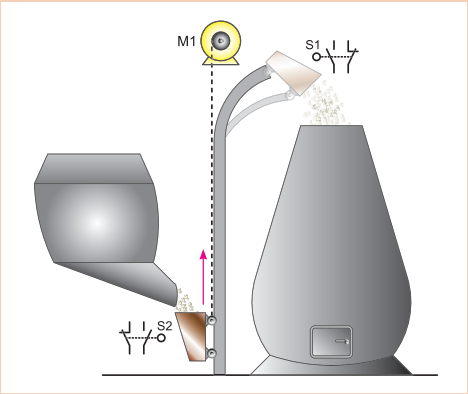


فعالیت کارگاهی

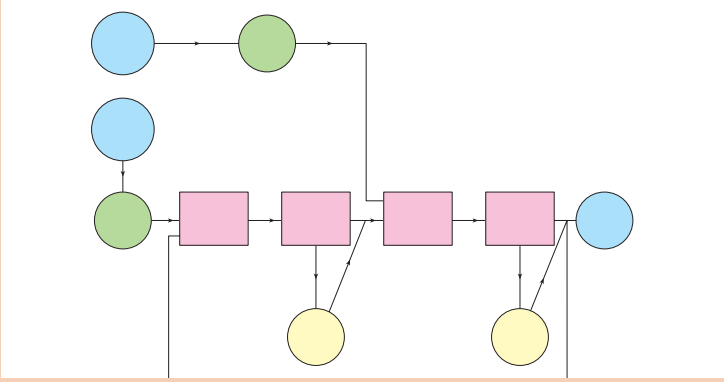
مدار تکمیل شدهٔ فوق را به همراه مدار قدرت روی تابلو ببندید و آن را آزمایش کنید.

پروژه

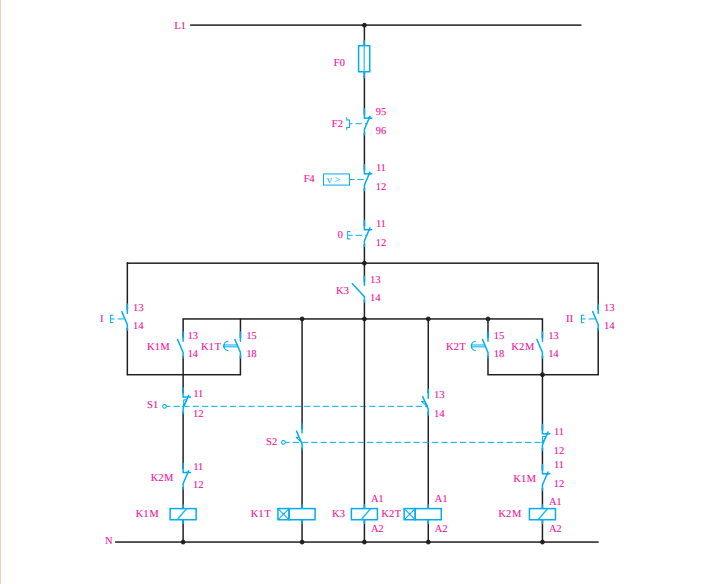
برای ریختن مواد به داخل یک کوره، مانند شکل زیر، از یک مخزن بالابر (که توسط موتور M1 حرکت می‌کند) استفاده شده است.



عملکرد این مدار به‌گونه‌ای است که با فشار به شستی S1 یا S2 مخزن به سمت بالا یا پایین حرکت می‌کند. در ایستگاه بالا به مدت ۳۰ ثانیه و در ایستگاه پایین به مدت ۲ دقیقه توقف می‌کند. این عمل تا آنجا ادامه پیدا می‌کند که فرمان قطع توسط شستی صورت پذیرد.



مدار فرمان این مدار مطابق شکل زیر است. این مدار را روی ماکتِ ساخته شده در کارگاه ببندید و آن را آزمایش کنید.



پروژه

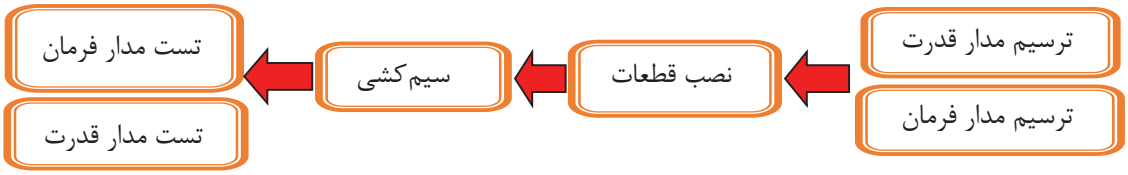
مدار فرمان و قدرت برای یک موتور سه فاز ستاره ـ مثلثِ چپ‌گرد ـ راست‌گرد، همراه با کنترل فاز و کنترل بار طرّاحی و ترسیم کنید. سپس آن را روی تابلو ببندید و آزمایش کنید.

پروژه

مدار فرمان و قدرت یک چراغ راهنمایی رانندگی را در یک تقاطع چهارراهه به نحوی طراحی نمایید که مدت زمان چراغ سبز و قرمز ۱۵ ثانیه و مدت زمان چراغ زرد ۲ ثانیه باشد.

شرح کار:

طراحی نقشه، سیم‌کشی و اجرای یک موتور سه فاز ستاره مثلث چپ‌گرد ـ راست‌گرد با استفاده از کنترل فاز و کنترل بار



استاندارد عملکرد:

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی برق صنعتی، هنرجویان قادر خواهند بود تا موتورهای سه فاز را با کلیدهای دستی و مغناطیسی (کنتاکتور) کنترل نمایند و انواع نقشه‌های آن را ترسیم و نقشه خوانی کنند.

شاخص‌ها:

صحت ترسیم مدار فرمان و مدار قدرت ـ نصب صحیح قطعات ـ سیم‌کشی صحیح ـ عملکرد صحیح مدار فرمان و مدار قدرت

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

الف) شرایط

۱ـ اجرا در کارگاه برق صنعتی ۲ـ نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳ـ تهویهٔ استاندارد و دمای $20°C \pm 3$
۴ـ ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به‌کار ۵ـ وسایل ایمنی استاندارد ۶ـ زمان ۱۰۰ دقیقه

ب) ابزار و تجهیزات

۱ـ فیوز سیلندری سه فاز ۲ـ کلید مینیاتوری تک‌فاز ۳ـ کنترل فاز ۴ـ کنترل بار ۵ـ شستی استپ و استارت ۶ـ تایمر ۷ـ کنتاکتور
۸ـ موتور سه فاز ستاره مثلث ۹ـ سیم ۱۰ـ داکت ۱۱ـ ریل

معیار شایستگی:

ردیف	مرحلهٔ کار	حداقل نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ هنرجو
۱	رسم مدار فرمان	۲	
۲	رسم مدار قدرت	۲	
۳	نصب صحیح قطعات	۱	
۴	رعایت اصول سیم‌کشی	۱	
۵	تست مدار فرمان	۳	
۶	تست مدار قدرت	۳	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار؛ ۲ استفاده از لباس‌کار و کفش ایمنی؛ ۳ تمیزکردن گیره و محیط کار؛ ۴ رعایت دقت و نظم.	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، «۲» می‌باشد.

پودمان ۲

نصب و راه‌اندازی اینورتر موتورهای الکتریکی



امروزه با رشد روز افزون کارخانجات و مراکز صنعتی، استفاده از سیستم برق سه فاز، ماشین‌های الکتریکی در به حرکت در آوردن چرخ صنعت جایگاه ویژه‌ای یافته است. به همین دلیل راه‌اندازی موتورهای الکتریکی و کنترل دور آنها برای بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی و کاهش استهلاک مکانیکی موتورها مورد توجه قرار گرفته است. لذا با توجه به اهمیت این موضوع، برای راه‌اندازی موتورها از تجهیزاتی نظیر اینورتر و راه‌انداز نرم (Soft Starter) استفاده می‌شود.



واحد یادگیری ۲

شایستگی انتخاب سافت استار و اینورتر جهت راه‌اندازی نرم موتورهای الکتریکی

هدف‌های این شایستگی عبارت‌اند از:

- بررسی معایب راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کنتاکتور الکترومکانیکی؛
- بررسی رلهٔ حالت جامد (SSR) و استفاده از آن جهت راه‌اندازی موتورهای الکتریکی؛
- بررسی راه‌انداز نرم (Soft Starter) از نظر مدل‌ها و سخت‌افزار؛
- بررسی ترمینال‌ها و کاربرد هر کدام جهت راه‌اندازی موتور؛
- تنظیمات راه‌انداز نرم؛
- بررسی روش‌های کنترل سرعت موتورهای آسنکرون و مزایا و معایب این نوع موتورها؛
- بررسی اینورتر از نظر سخت‌افزار و مدل‌ها؛
- بررسی ترمینال‌های اینورتر و کاربرد هر کدام در کنترل موتور؛
- بررسی پارامترها و تنظیمات اینورتر؛
- بررسی روش‌های مختلف تغییر سرعت توسط اینورتر در موتورهای القایی.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی، هنرجویان می‌توانند نحوهٔ انتخاب سافت‌استار مناسب را برای راه‌اندازی نرم موتورها یا انتخاب اینورتر مناسب را جهت کنترل سرعت موتورهای القایی و تنظیم پارامترها، با توجه به شرایط فرایند، انجام دهند.

بدانید

اکثر موتورهای الکتریکی در صنعت از نوع موتورهای القایی آسنکرون سه فاز است.

انواع روش‌های راه‌اندازی موتورهای القایی

جهت راه‌اندازی موتورهای القایی از تجهیزات مختلفی مانند کنتاکتور، رله حالت جامد (SSR)، راه‌انداز نرم (Soft Starter) و اینورتر استفاده می‌شود.
در پودمان قبل با کلیدهای الکترومغناطیسی (کنتاکتور) و چگونگی راه‌اندازی موتورهای الکتریکی، به‌صورت خیلی ساده آشنا شدید.

فیلم

روش‌های راه‌اندازی موتورهای القایی

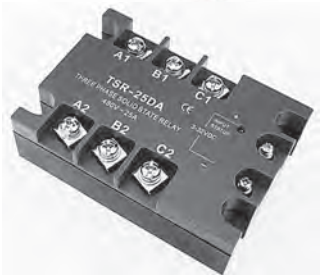
فعالیت

معایب استفاده از کنتاکتور را برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی بررسی کنید.

رلهٔ حالت جامد (SSR)[1]

رله‌های حالت جامد از نظر عملکرد، مشابه کنتاکتورها هستند، با این تفاوت که سخت‌افزار آن، قطعات الکترونیکی است.
رله‌های حالت جامد در دو نوع تکفاز و سه فاز است که نوع سه‌فاز آن را با عنوان TSR نیز می‌شناسند.





فیلم

معرفی رلهٔ حالت جامد (SSR) و مراحل بستن مدار

۱_ Solid State Relay

فعالیت

۱ مزایای استفاده از رلهٔ حالت جامد (SSR) را نسبت به کنتاکتور بررسی کنید.

۲ کاتالوگ یک رلهٔ حالت جامد (SSR) را انتخاب و ساختمان داخلی، ولتاژ فرمان، ولتاژ و جریان قدرت را بررسی کنید.

بدانید

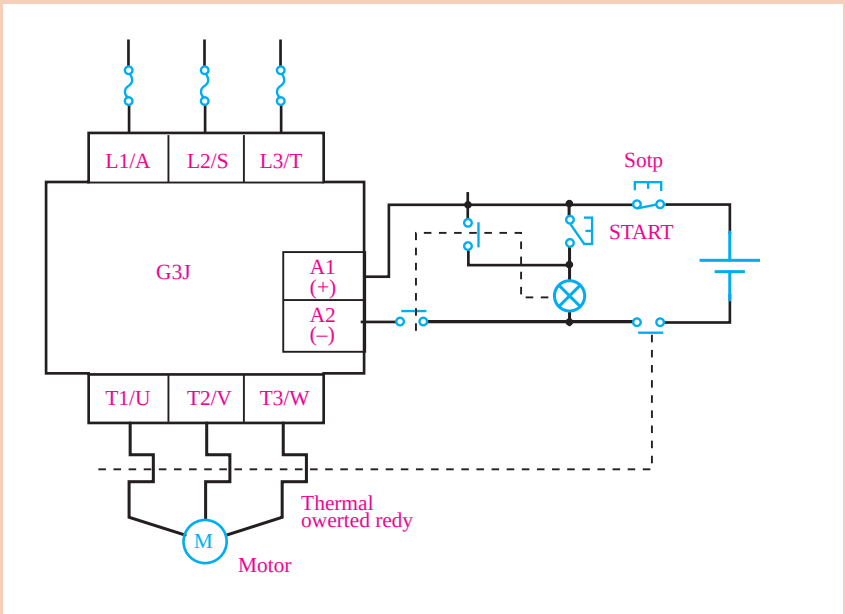
در رلهٔ حالت جامد (SSR) تیغهٔ فرمان وجود ندارد. به همین جهت برای روشن ماندن آن لازم است تغذیهٔ فرمان دائماً وصل باشد. در عین حال می‌توان از روش‌های مختلفی مانند فرمان از طریق رله و بردهای الکترونیکی (میکروکنترلر و کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی) استفاده نمود.

فیلم

نحوهٔ استفاده از رلهٔ حالت جامد (SSR) در مدارهای فرمان

فعالیت کارگاهی

مطابق شکل زیر، با استفاده از یک رلهٔ فرمان، یک عدد شاسی استارت، یک عدد شاسی استپ و یک رلهٔ حالت جامد (SSR)، مدار را ببندید و اساس کارکرد مدار را توضیح دهید.



با استفاده از رلهٔ حالت جامد (SSR)، یک موتور الکتریکی را توسط میکروکنترلر خاموش و روشن کنید. مدار را به نحوی طراحی کنید که فرمان خاموش و روشن شدن آن توسط حسگرهای مختلف امکان‌پذیر باشد.

فعالیت کارگاهی

مدار را یکی پس از دیگری با استفاده از رلهٔ حالت جامد (SSR) پیاده‌سازی کنید.

فیلم

معرفی راه‌انداز نرم

راه‌انداز نرم[1]



راه‌اندازی موتورهای القایی با کنتاکتور و رلهٔ حالت جامد (SSR) با مشکلاتی نظیر جریان راه‌اندازی و ایجاد تنش‌های مکانیکی و الکتریکی در موتور، همراه است به همین دلیل ضرورت دارد از دستگاهی به نام راه‌انداز نرم استفاده کنند.

اگر موتور القایی با کنتاکتور و SSR راه‌اندازی شود به این روش «راه‌اندازی مستقیم» می‌گویند. در این صورت هیچ کنترل دقیقی نمی‌توان بر جریان موتور در زمان راه‌اندازی داشت.

جهت کنترل جریان راه‌اندازی از سخت‌افزاری به نام راه‌انداز نرم استفاده می‌شود که می‌توان در مدت زمان تعیین شده ولتاژ موتور را به‌صورت پیوسته افزایش داد تا به ولتاژ نامی برسد. به این ترتیب، نه تنها جریان راه‌اندازی موتور در مقدار مطلوب محدود می‌شود، بلکه تنش‌های مکانیکی و الکتریکی موتور در زمان راه‌اندازی نیز محدود می‌گردد.

بدانید

از راه‌انداز نرم برای راه‌اندازی موتورهای القایی سه فازِ قفس سنجابی و مخصوصاً در توان‌های بالا استفاده می‌شود.

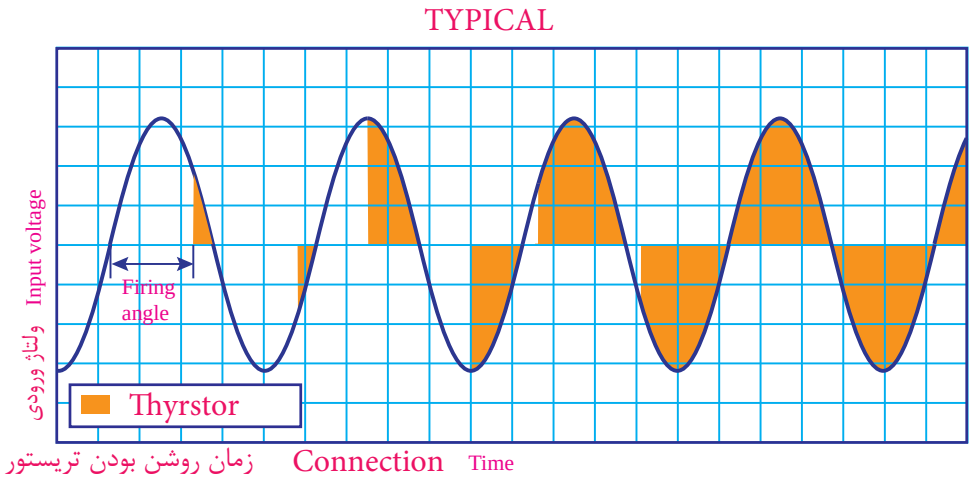
بحث

مزایای راه‌انداز نرم را نسبت به راه‌اندازی موتور با کنتاکتور و SSR بررسی کنید.

۱ـ Soft Starter

اصول کار راه‌انداز نرم

کنترل جریان راه‌اندازی اصلی‌ترین عامل استفاده از راه‌انداز نرم است.
در داخل این دستگاه از تجهیزات الکترونیک قدرت نظیر تریستورها و مدارهای کنترل استفاده می‌شود.
وظیفهٔ اِلمان‌های الکترونیک قدرت و مدارات کنترلی تنظیم ولتاژ بر اساس کلیدزنی مناسب اِلمان‌های قدرت است.
در شکل زیر چگونگی فعال کردن تریستورها برای کنترل ولتاژ و جریان موتور نشان داده شده است.
در این مدارها، با گذشت زمان مقدار مؤثرِ ولتاژ از صفر افزایش می‌یابد و در نتیجه جریان نیز افزایش یافته ولی فرکانس برق خروجی با برق ورودی همچنان برابر است.

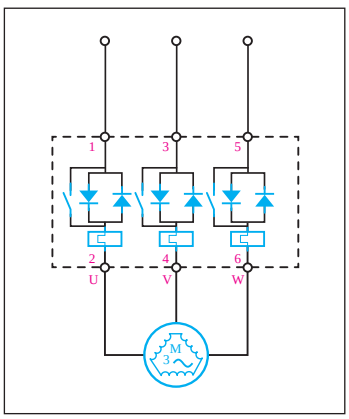


انواع راه‌انداز نرم از نظر کاربرد

راه‌انداز نرم، بسته به مشخصات طراحی و کاربرد می‌تواند به دو دستهٔ «دائم بای‌پس‌دار» یا فقط برای «راه‌اندازی بدون بای‌پس» استفاده شود.

راه‌انداز نرم «بای‌پس‌دار»

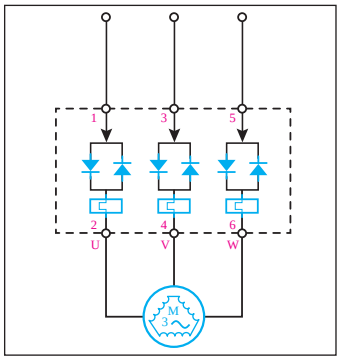
در این نوع یک کنتاکتور موازی با اِلمان‌های قدرت در داخل راه‌انداز نرم وجود دارد که پس از راه‌اندازی کامل و رسیدن به جریان نامی کنتاکتور، وارد مدار می‌شود و اِلمان‌های قدرت از مدار خارج می‌گردد.



بای پس دار

راه‌انداز نرم «بدون بای‌پس»

در این نوع راه‌انداز نرم، کنتاکتور داخلی وجود ندارد، بنابراین بهتر است برای افزایش طول عمر راه‌انداز نرم (Soft Starter) از یک کنتاکتور خارجی به نام «بای‌پس» پس از راه‌اندازی کامل به‌صورت موازی با راه‌انداز نرم قرار می‌گیرد.



بدون بای پس

بدانید

از امکانات دیگر موجود در راه‌انداز نرم می‌توان به تشخیص اضافه بار، اضافه ولتاژ، کاهش ولتاژ، دو فاز شدن و عدم تقارن جریان موتور اشاره نمود، که با توجه به مدل دستگاه می‌توان مقدار آنها را تنظیم کرد.

ترجمه

Some soft starters can also provide a soft_stop function in applications where an abrupt stop can cause problems. Examples include pumps where a quick stop can bring on water hammering and conveyor belts where material can get damaged if belts stop too quickly. The soft_stop sequence uses the same power semiconductors employed for soft.

پلاک‌خوانی راه‌انداز نرم



شکل روبه‌رو نمونه‌ای از یک پلاک راه‌انداز نرم (Soft Starter) است که مشخصات فنی کلی دستگاه را بیان می‌کند.

مدل راه‌انداز نرم	SJR۲ـ۵۰۱۵
کد شرکت سانیو	S
راه‌انداز نرم جریان متناوب	JR
شماره سری	۲
کدتوان راه‌انداز نرم	۰۱۵

مشخصات فنی در مورد شرایط محیطی راه‌انداز نرم (Soft Starter) را بررسی کنید.

مراحل سیم‌کشی و نصب راه‌انداز نرم

برای راه‌اندازی موتور توسط راه‌انداز نرم (Soft Starter) لازم است ابتدا سیم‌کشی مدار قدرت و فرمان بر روی ترمینال‌های راه‌انداز نرم (Soft Starter) انجام گیرد، سپس پارامترهای مورد نظر جهت راه‌اندازی موتور تنظیم گردد. سیم‌کشی مدارات قدرت و فرمان هر دستگاه مطابق با دیاگرام سیم‌کشی موجود در کاتالوگ مربوطه انجام می‌شود.

ایمنی

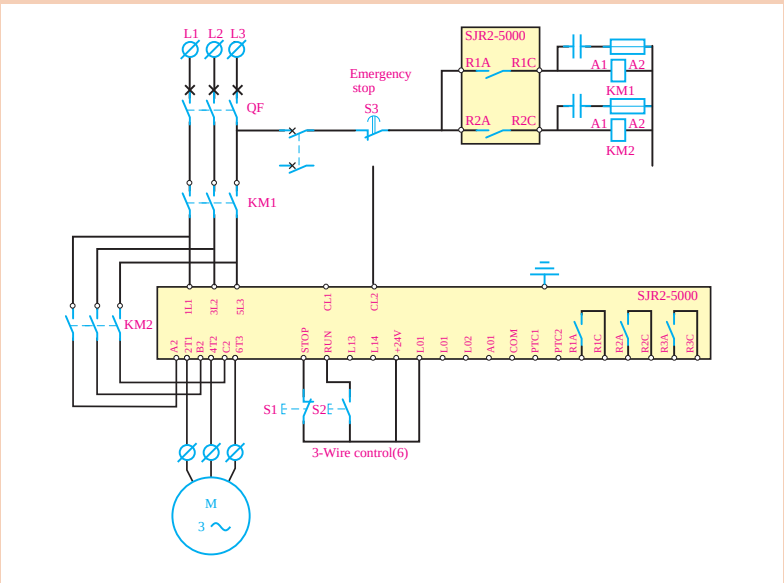
در هنگام سیم‌کشی راه‌انداز نرم (Soft Starter) هیچ کدام از تغذیه‌های قدرت L_1، L_2، L_3 و فرمان CL_1، CL_2 نباید وصل باشد.

فیلم

مراحل سیم‌کشی و نصب راه‌انداز نرم

فعالیت کارگاهی

سیم‌کشی مدار راه‌انداز نرم (Soft Starter) « بدون بای‌پس» را طبق شکل زیر انجام دهید. با استفاده از اهم‌متر بر روی تخته کلم موتور، اتصال سر و ته موتورها را بررسی کنید.



نکته

در هنگام اتصال کنتاکتور بای پاس به نکات زیر توجه کنید:

L1 در سمت ورودی به A2 در سمت خروجی متصل شود:

L2 در سمت ورودی به B2 در سمت خروجی متصل شود:

L3 در سمت ورودی به C2 در سمت خروجی متصل شود:

پرسش

چرا خروجی کنتاکتور بای‌پس، مستقیم به سرهای موتور وصل نمی‌گردد؟

فعالیت

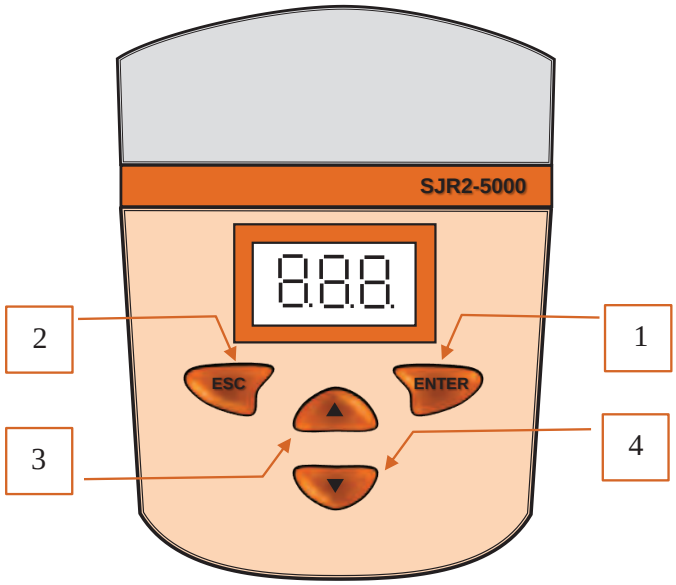
دیاگرام سیم‌کشیِ یک راه‌انداز نرم (Soft Starter) همراه بای‌پس را رسم کنید.

معرفی ترمینال‌ها بر روی راه‌انداز نرم (Soft Starter)

ترمینال	کاربرد
CL1 CL2	ترمینال تغذیهٔ داخلی راه‌انداز نرم (Soft Starter) با ولتاژ ۴۱۵ ـ ۲۲۰
R1A R1C	کنتاکت نرمال بازِ قابل برنامه‌ریزی که معمولاً از آن برای کنتاکتور خطاها استفاده می‌شود.
R2A R2C	کنتاکت نرمال بازِ قابل برنامه‌ریزی که معمولاً از آن برای کنتاکتور بای‌پس استفاده می‌شود.
R3A R3C	کنتاکت نرمال بازِ قابل برنامه‌ریزی
STOP RUN LI3 LI4	کنتاکت نرمال بسته، برای خاموش کردن موتور کنتاکت نرمال باز، برای راه‌اندازی موتور ترمینال ورودیِ قابل برنامه‌ریزی
24V	ولتاژ مثبت ۲۴ ولت
LO+	ولتاژ ۲۴ ولت خروجیِ قابل برنامه‌ریزی
LO1 LO2	ترمینال خروجیِ قابل برنامه‌ریزی
ترمینال	**کاربرد**
AO1	ترمینال خروجیِ آنالوگ قابل برنامه‌ریزی
COM	مشترک ورودی و خروجی‌ها
PTC1 PTC2	ورودی یک حسگر حرارتی برای حس دمای موتور
RS485	ترمینال شبکه کردن راه‌انداز نرم (Soft Starter)

معرفی کلیدها بر روی کی پد وتنظیم پارامترها

برای تنظیم پارامترهای دستگاه از کلیدهای تابع روی آن، که در مدل انتخابی به شکل زیر است می‌توانیم استفاده کنیم.



ردیف	کلید	کاربرد
۱	ENTER	جهت وارد شدن به منوها و پارامتر یا جهت ذخیره کردن تغییرات درحافظه جهت ذخیره نمودن مقادیر تغییر داده شده (پس از فشار دادن این کلید اعداد موجود بر روی صفحهٔ نمایشگر چشمک می‌زند و نشان‌دهندهٔ ذخیره شدن آنها در حافظه است)
۲	ESC	جهت خارج شدن از منو یا پارامترها یا مقدار نشان داده شده، به مقدار قبلی، بدون ذخیره کردن در حافظه
۳	▲	بازگشت به پارامتر یا منوی قبلی و همچنین افزایش مقدار نشان داده شده در صفحهٔ نمایشگر
۴	▼	رفتن به منو یا پارامتر بعدی و همچنین کاهش دادن مقدار نشان داده شده در صفحهٔ نمایشگر

فیلم

مراحل تنظیم پارامترهای راه‌انداز نرم

برای تنظیم هر پارامتر لازم است بدانیم جزء کدام یک از گروه‌های پارامتر اشاره شدهٔ زیر است.

عنوان	گروه
RDY	نمایش وضعیت راه‌انداز نرم (Soft Starter)
SET	منوی تنظیمات
PRO	منوی حفاظت
DRC	منوی تنظیمات پیشرفته
IO	منوی ورودی‌ها وخروجی‌ها
ST2	منوی تنظیمات موتور دوم
COP	منوی ارتباطات
SUP	انتخاب پارامترهای دلخواه جهت نمایش و اطلاع از کدهای مربوط به قفل

پژوهش

با توجه به کاتالوگ دستگاهِ مربوط، کدهای نمایش داده شده بر روی کی پد چه پیغام‌هایی را شامل می‌شود؟

کدها	پیغام‌ها
NLP	
RDY	
TBS	
HEA	
BRL	
STB	

تنظیمات دستی در مدل‌های مختلف مطابق با کاتالوگ می‌تواند به دو روش انجام شود:

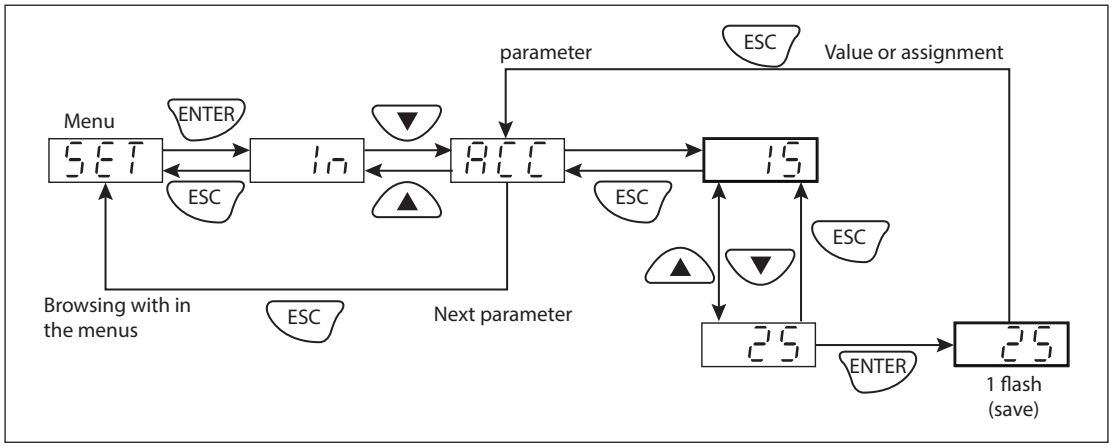
روش اول: تنظیمات سریع؛

روش دوم: تنظیمات پیشرفته.

با توجه به اینکه پارامترهای هر دستگاه در کارخانه تنظیم می‌شود و به‌صورت پیش فرض در دستگاه ذخیره شده است، برای راه‌اندازی سریع، چند گزینه را که اهمیت بالایی دارند، تنظیم می‌کنیم.

تنظیمات سریع

پارامترهای مربوط به گروه تنظیمات SET زمانی قابل برنامه‌ریزی هستند که موتور خاموش باشد.
این تنظیمات را می‌توان مانند شکل زیر انجام داد:



فیلم

نحوهٔ تنظیمات داخلی راه‌انداز نرم

■ **جریان نامی موتور (IN)**

مقدارجریان نامی موتور را براساس جریان نامی قید شده در پلاک موتورتنظیم کنید، حتی اگر موتور با اتصال مثلث راه‌اندازی می‌شود. حتماً دقت کنید که جریان بین ۰/۴ ICL و ۱/۳ ICL باشد (حداکثر جریان قابل تحمل توسط راه‌انداز نرم ICL).

■ **محدودیت جریان (ILT)**

محدویت جریان به صورت درصدی از جریان نامی بیان می‌شود. برای مثال:

IN = ۲۲ A , ILT =۳۰۰٪

محدودیت جریان = IN × ILT = ۲۲A × ۳۰۰٪ = ۶۶A

■ **زمان اوج گیری سرعت موتور (ACC)**

این قسمت (گزینه) مربوط به زمان رسیدن گشتاورراه‌انداز نرم (Soft Starter) از صفر به گشتاور نامی است. این زمان بین یک تا ۶۰ ثانیه قابل تنظیم است.

■ **گشتاور اولیه (TQ۰)**

گشتاور اولیه در هنگام راه‌اندازی بین صفر تا ۱۰۰ درصد قابل تنظیم است.

نوع خاموش شدن موتور (STY)

که به یکی از سه روش زیر است.

الف) خاموش شدن نرم با استفاده از کنترل گشتاور (D): در این حالت، راه‌انداز نرم (Soft Starter) جهت جلوگیری از خاموش شدن آنی و برای خاموش شدن نرم و تدریجی، یک گشتاور موتوری اعمال می‌کند. این نوع خاموش شدن ریسک ضربات کله قوچی را در پمپ کاهش می‌دهد.

ب) خاموش شدن دینامیک (B): در صورت اینرسی زیاد، راه‌انداز نرم (Soft Starter) یک گشتاور ترمزی به موتور اعمال می‌کند.

ج) حالت Freewheeling (F): در این حالت هیچ گشتاوری از راه‌انداز نرم (Soft Starter) به موتور اعمال نمی‌شود.

زمان صفرشدن دور موتور (DEF)

این پارامتر زمانی فعال می‌شود که نوع خاموش شدن موتور توسط راه‌انداز نرم (Soft Starter) روی پارامتر D تنظیم شده باشد و بین ۱ الی ۶۰ ثانیه قابل تنظیم است.

با تنظیم صحیح قسمت‌های فوق می‌توان راه‌انداز نرم (Soft Starter) را راه‌اندازی کرد.

بدانید

آیا می‌دانید زمان سرعت گرفتن موتور را در زمان روشن شدن و زمان خاموش شدن موتور براساس نوع بار و اینرسی آن تنظیم می‌کنند.

فیلم

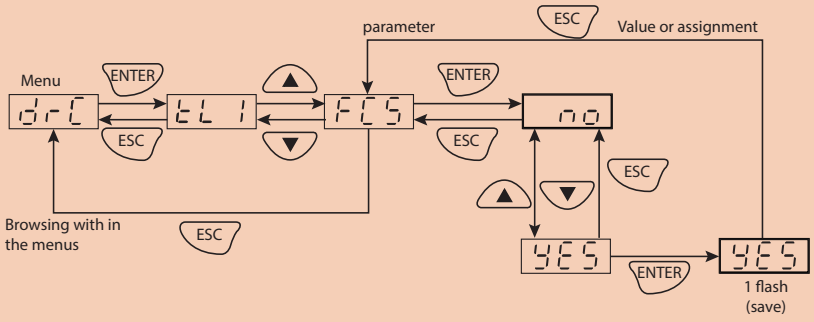
راه‌اندازی موتور القایی با راه‌انداز نرم

فعالیت کارگاهی

با توجه به سیم‌کشی فعالیت بالا، تنظیمات راه‌انداز نرم (Soft Starter) را طبق موتور موجود در کارگاه با تأخیر زمانی ۱۰ ثانیه برای راه‌اندازی و با تأخیر زمانی ۵ ثانیه برای توقف با توجه به جریان مجاز راه‌انداز نرم (Soft Starter) و موتور راه‌اندازی کنید.

بدانید

از طریق شکل زیر، می‌توانیم تنظیمات دستگاه را به حالت پیش فرض کارخانه برگردانیم.



فعالیت

۱ـ با توجه به کاتالوگ، دیگر گروه تنظیمات مانند PRO – DRC – I/O را بررسی کنید.
۲ـ با توجه به کاتالوگ، خطاها و عمل‌های ایجاد خطا و روش‌های رفع خطا را بررسی کنید.

بحث

راه‌انداز نرم چه معایبی دارد؟
برای رفع این معایب چه پیشنهادی دارید؟

فیلم

روش‌های کنترل سرعت موتورهای الکتریکی

روش‌های کنترل سرعت موتور الکتریکی

انواع روش‌های کنترل سرعت موتورهای الکتریکی به شرح زیرند:

۱ـ روش مکانیکی

در بسیاری از دستگاه‌ها هم‌زمان با انتقال قدرت، تبدیل سرعت انجام می‌شود و نظر به اینکه هر روش مزایا و معایبی دارد، با توجه به شرایط طراحی آنها معمولاً از یک روش یا هم‌زمان از دو روش استفاده می‌شود. مثلاً در خودرو از گیربکس، در دریل‌های ستونی از تسمه و در دستگاه تراش از هر دو حالت استفاده می‌کنند.



۲ـ روش الکتریکی

در روش الکتریکی با تغییر یکی از پارامترهای قطب، فرکانس، ولتاژ و تغییر هم‌زمان فرکانس و ولتاژ می‌توانیم سرعت را کنترل کنیم.

الف) روش تغییر قطب: با توجه به رابطهٔ سرعتِ میدانِ دوّارِ استاتور، تعداد قطب‌ها با سرعت، نسبت عکس دارد. پس هرگونه تغییرات در تعداد قطب موتور باعث تغییر در سرعت میدان دوّار می‌شود. در موتورهای «القایی دالاندر» و «دو سرعته» از این روش جهت تغییر سرعت استفاده شده است.

پژوهش

اصول عملکرد موتور دالاندر و دو سرعته چیست؟

ب) روش تغییر فرکانس: فرکانس با میدان دوّار استاتور و در نتیجه با سرعت موتور رابطه مستقیم دارد. اما کنترل سرعت موتور با ثابت ماندن ولتاژ و تغییر پارامتر فرکانس بر راندمان موتور، درجه حرارت موتور و سیم‌پیچ‌ها اثر مخرّب خواهد داشت.

ج) روش تغییر ولتاژ: با تغییر ولتاژ سرعت تغییر می‌کند ولی از آنجا که گشتاور با مجذور ولتاژ رابطهٔ عکس دارد، این تغییر ولتاژ هم بر سرعت موتور تأثیر می‌گذارد و هم باعث تغییر در گشتاور موتور خواهد شد که برای موتور مخرّب خواهد بود.

د) روش تغییر هم‌زمان ولتاژ و فرکانس: همان‌طور که گفته شد، تغییر ولتاژ یا فرکانس به تنهایی روش مطلوبی برای کنترل سرعت موتور نیست اما تغییر هم‌زمان این دو کمیت نتیجهٔ مطلوبی برای کنترل سرعت موتور الکتریکی خواهد داشت.

فیلم

معرفی اینورتر

اینورتر

اینورتر به دستگاهی گفته می‌شود که ولتاژ و فرکانس خروجی آن توسط کلیدزنی قطعات الکترونیکی (مانند IGBT) قابل تنظیم است، به نحوی که در عمل، باعث تغییر سرعت موتور می‌گردد.



فعالیت

مزایای استفاده از اینورتر را برای کنترل سرعت موتورهای الکتریکی بنویسید.

فعالیت

تفاوت عملکرد اینورترهای جرّثقیل و پمپ و فن‌ها را پژوهش کنید.

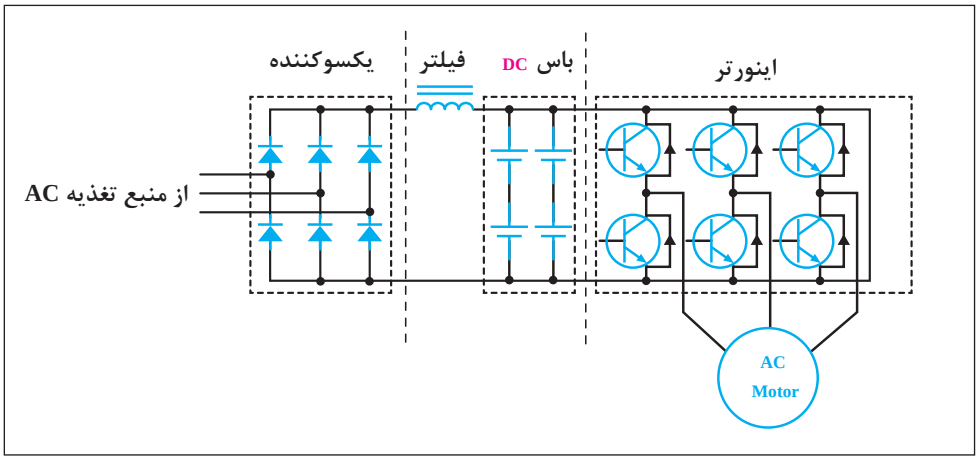
ساختمان داخلی اینورتر

یک اینورتر شامل سه قسمت اصلی زیر است:

۱ـ یکسوساز (Rectifier)؛

۲ـ کنترل کلید زنی برای تغییر ولتاژ و فرکانس (LOGIC CONTROL)؛

۳ـ سوئیچ‌های قدرت (IGBT).



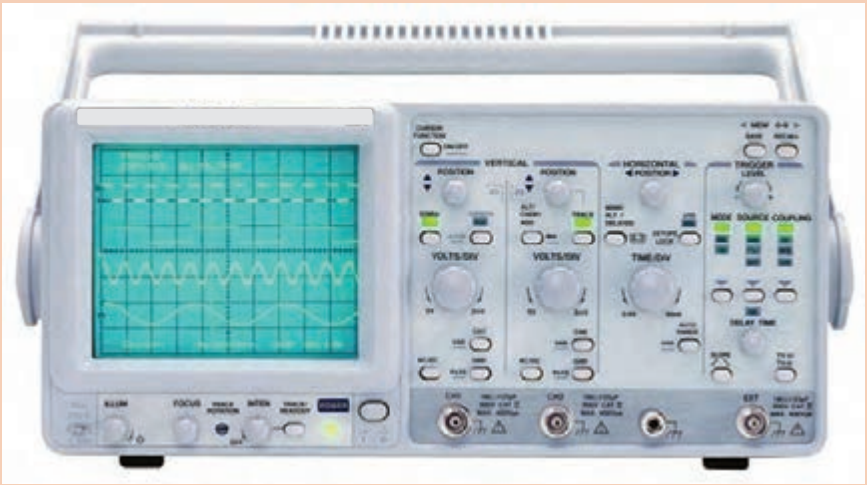
۱ـ یکسوساز: وظیفهٔ یکسوساز (Rectifier)، تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم (DC) است و با توجّه به نوع درایو، برق ۲۲۰ ولتِ تک فاز یا ۳۸۰ ولتِ سه فاز را یکسو می‌کند.

بدانید

با توجه به اینکه جریان متناوب در این قسمت به جریان مستقیم تبدیل می‌شود، فرکانس و شکل موج ورودی اینورتر اهمیتی نخواهد داشت.

بدانید

برای دیدن شکل موج‌ها و طول موج از دستگاهی به نام اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند.



پژوهش

وظیفهٔ هر کلید و مراحل نمایش یک شکل موج بر روی اسیلوسکوپ را شرح دهید.

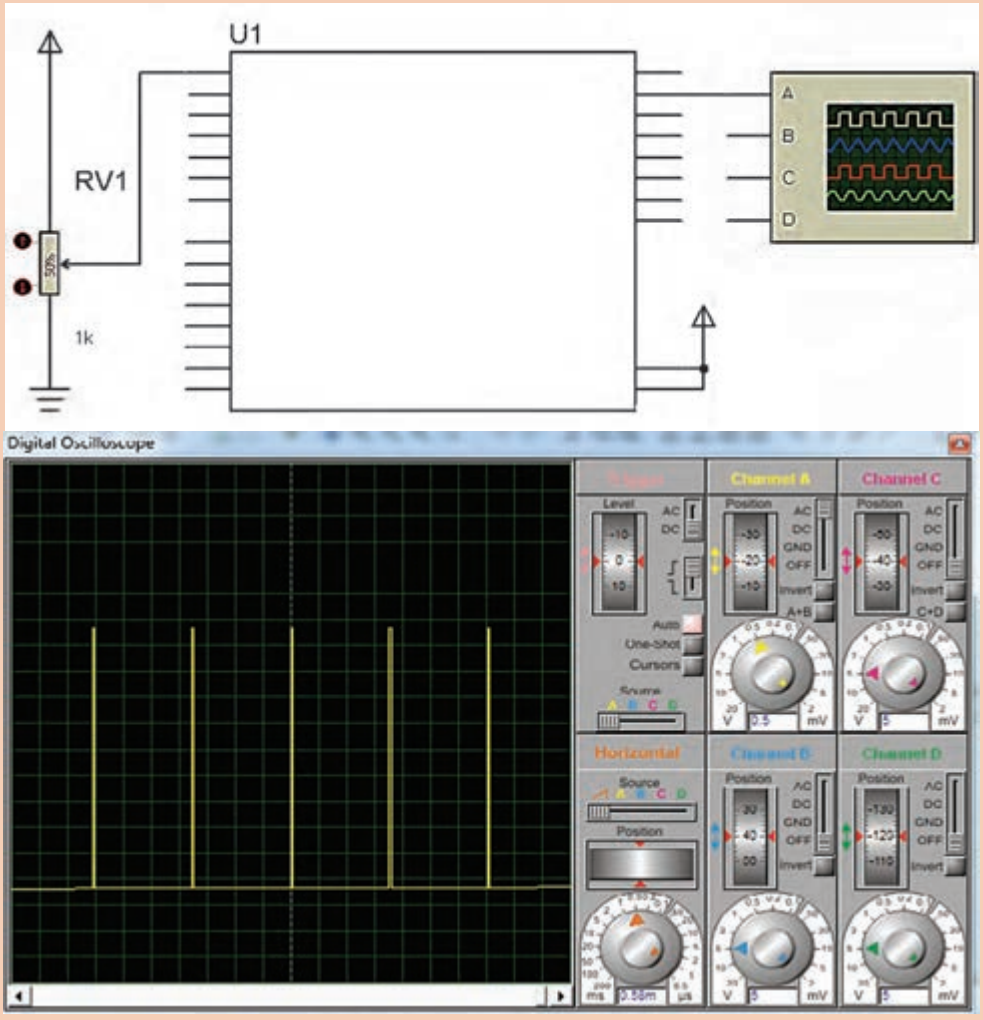
فعالیت کارگاهی

یک ولتاژ متناوب سه فاز با دامنهٔ ۱۲ ولت را به‌صورت نیم موج و تمام موج یکسوسازی کنید. شکل موج خروجی را در دو حالت با خازن صافی و بدون خازن در محیط نرم‌افزار، شبیه‌سازی کنید یا در صورت امکان آن را با اسیلوسکوپ نمایش دهید.

۲ـ کنترل کلیدزنی برای تغییر ولتاژ و فرکانس (LOGIC CONTROL): وظیفهٔ اصلی بُردِ کنترل، تولید پالس‌هایی برای خاموش و روشن کردن سوئیچ‌های الکترونیکی است، به‌صورتی‌که برق DC خروجی یکسوساز را به AC تبدیل می‌کند. مبنای کلیدزنی و پهنایِ پالسِ کلیدزنی، به پارامترهای تنظیم شده در اینورتر بستگی دارد که پس از تنظیم از طرف بُردِ کنترل، به سوئیچ‌های الکترونیکی اعمال می‌شود.

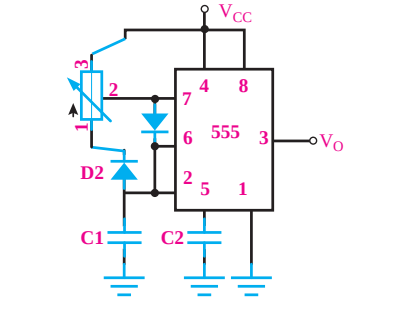
فعالیت کارگاهی

با استفاده از یک میکروکنترلر و یک ولوم، مداری بسازید که پالس‌های مربعی با سطح پالس متغیر از صفر تا صد درصد جهت سوئیچ‌زنی اِلمان‌های قدرت تولید کند.



فعالیت کارگاهی

فعالیت کارگاهی قبل را با یک مدار سادهٔ الکترونیکی پیاده‌سازی کنید.



IC	۵۵۵
POT	۱۰K
D۱_ D۲	۱N۴۱۴۸
C۱	۱۰۰nF
C۲	۱۰nF

۳ـ سوئیچ‌های قدرت: برای تبدیل جریان مستقیمDC به جریان AC متناوب باید بتوان جریان مستقیم را با سرعت زیاد قطع و وصل نمود. اِلمان‌هایی که می‌توانند عمل قطع و وصل (سوئیچ) جریان مستقیم را در توان‌های بالا انجام دهند به سوئیچ‌های قدرت معروف اند. همان طور که در بالا اشاره شد فرمان کلیدزنی این سوئیچ‌ها از برد کنترل صادر می‌شود.

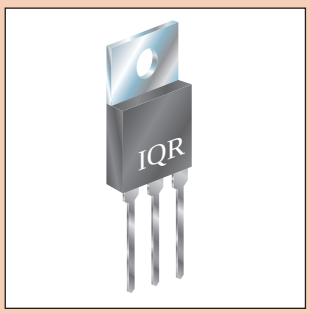
سوئیچ‌های قدرت دارای انواع مختلفی در صنعت می‌باشند. یکی از مهم‌ترین آنها که در اینورترها به‌کار گرفته می‌شود IGBT نام دارد.

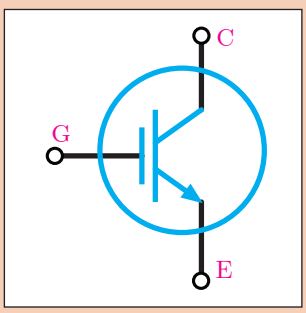
بدانید

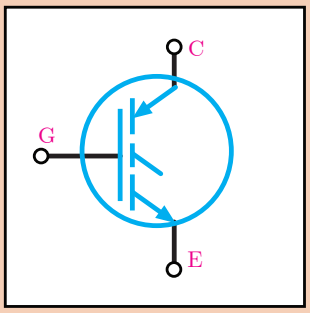
IGBT مزایای ترانزیستورهای دو قطبی و Mosfetها را به طور یکجا دارد و به علّت داشتن یک Mosfet در ورودی گیت، برای کار در سرعت‌های سوئیچینگ بالا مناسب است. همچنین می‌توان آن را به‌وسیلهٔ یک مدار ساده، کنترل کرد. به علاوه چون در خروجی آن یک ترانزیستور دو قطبی قرار دارد، دارای قابلیت هدایت جریان بالاتری نسبت به ترانزیستورهای دو قطبیِ قدرت است.

با توجّه به این مشخصات ممتاز IGBT، استفاده از آن در ولتاژهای بالا به‌طور وسیعی افزایش یافته و جایگزین مناسبی برای Mosfetها و ترانزیستورهای دو قطبیِ قدرت است.

در یک اینورتر سه فاز شش عدد IGBT، جهتِ تبدیل جریان مستقیم به جریان متناوبِ سه فازِ متعادل است.

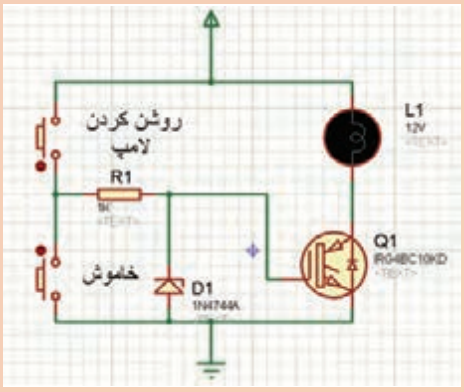






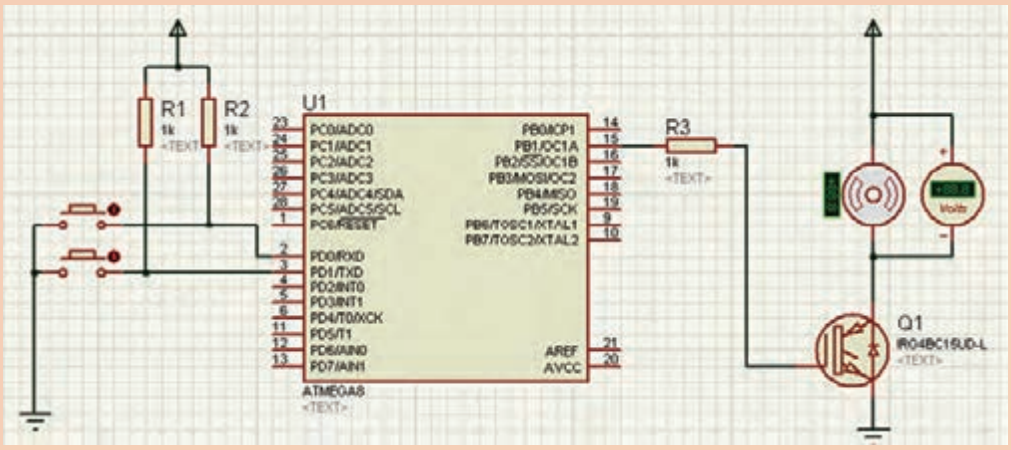
فعالیت کارگاهی

پایه‌های یک IGBT را از روی کاتالوگ، شناسایی کنید و روش تست سالم بودن آن را مطابق با مدار روبه‌رو تشخیص دهید.



فعالیت کارگاهی

در فعالیت کارگاهی ابتدای صفحهٔ ۷۰، یک IGBT در خروجی مدار اضافه کنید و توسط دو عدد شستی، پهنای پالس(PWM) و ولتاژ DC دو سر بار را کنترل کنید. (بار، یک موتور ۱۲VDC انتخاب شود.)

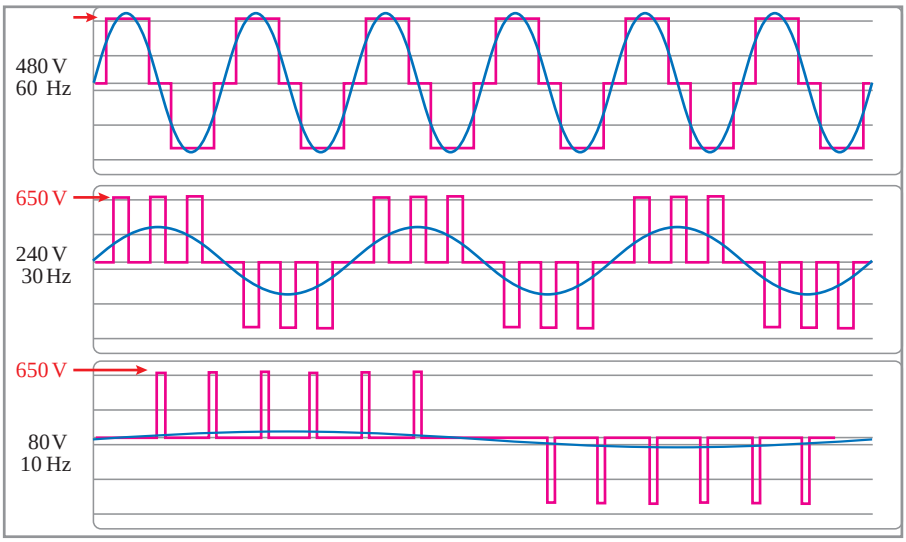


بدانید

ولتاژ دو سر بار در مدارات PWM طبق رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$Vout = \frac{Ton}{Ton + Toff}$$

نکتهٔ قابل توجه این است که در اینورترها فرکانس و ولتاژ هم‌زمان کنترل می‌شود و هرچه فرکانس کاهش یابد، ولتاژ آن نیز باید کم شود. مطابق شکل صفحه بعد می‌توان به این نکته پی برد.

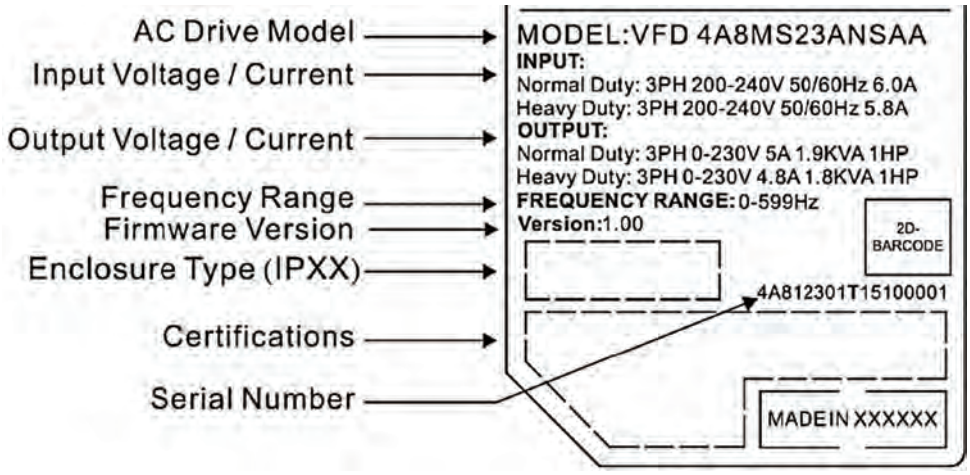


پژوهش

در صورتی‌که فرکانس کم شود ولی ولتاژ ثابت بماند، چه مشکلی برای موتور و اینورتر به‌وجود می‌آید؟

پلاک‌خوانی و نحوهٔ انتخاب اینورتر

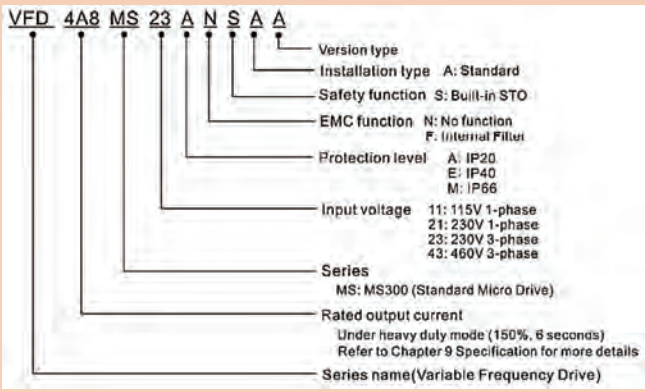
در پلاک یک اینورتر، مشخصاتی از قبیل مدل دستگاه، ولتاژ ورودی وخروجی، توان خروجی و حداکثر فرکانس خروجی مشخص می‌شود. این پارامترها را می‌توان در پلاک زیر مشاهده نمود.



همان‌طور که گفته شد، می‌توان از روی کدهای سفارش به مشخصات دستگاه پی برد.

فعالیت

کد مدل زیر را ترجمه کنید.



برای انتخاب اینورتر نکات زیر باید رعایت شود:

۱ـ تک فاز یا سه فاز بودن ولتاژ ورودی؛

۲ـ اتصال ستاره یا مثلث موتور طبق ولتاژ خروجی اینورتر؛

۳ـ متناسب بودن توان خروجی (توان اینورتر، برابر یا یک رنج بالاتر از توان موتور باشد)؛

۴ـ متناسب بودن مدل اینورتر با بار مکانیکی (فن، پمپ، بارهای سنگین مثل جرثقیل)

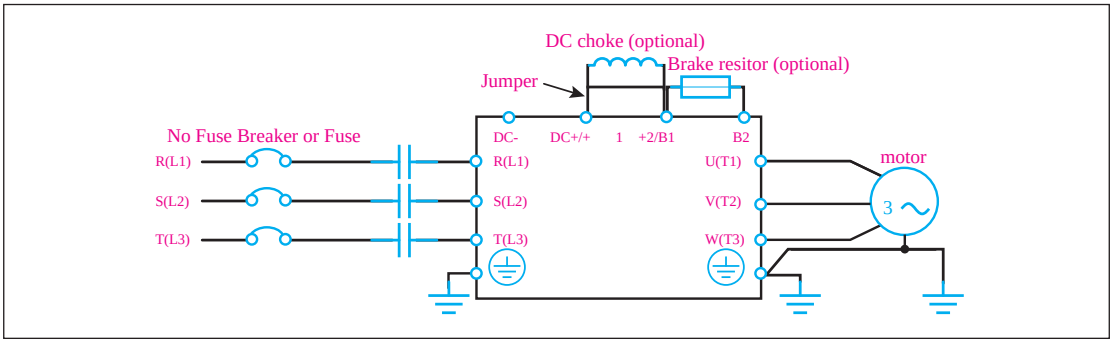
مراحل نصب و سیم‌کشی

برای راه‌اندازی موتور توسط اینورتر لازم است ابتدا سیم‌کشی مدار فرمان و مدار قدرت بر روی ترمینال‌های اینورتر انجام شود. سپس جهت راه‌اندازی موتور، پارامترهای مورد نظر تنظیم گردد.

فیلم

پلاک خوانی و مراحل نصب و سیم‌کشی اینورتر

الف) سیم‌کشی ترمینال‌های قدرت اینورتر: سیم‌کشی مدارات قدرت و فرمان هر دستگاه مطابق با دیاگرام سیم‌کشی موجود درکاتالوگ مربوطه انجام می‌شود.

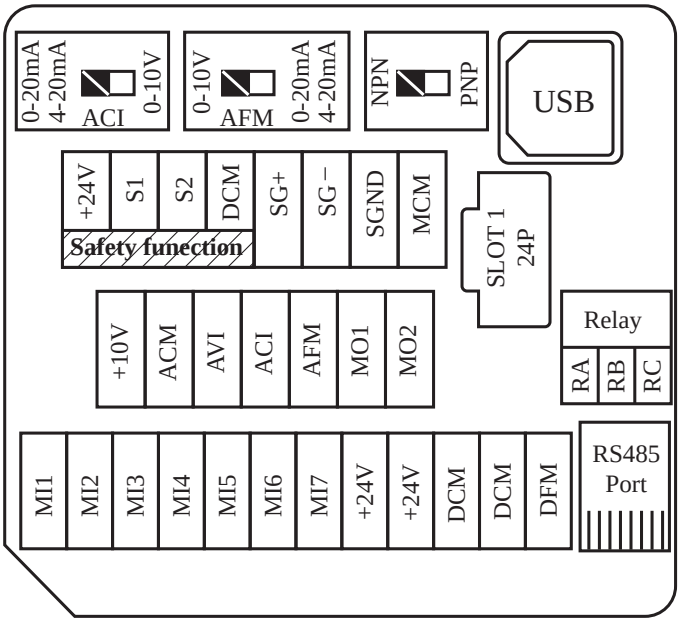


نام ترمینال	عملکرد ترمینال
R/L1, S/L2	ورودی برق تک فاز ۲۲۰ ولتی
R/L1,S/L2, T/L3	ورودی برق سه فاز ۳۸۰ ولتی
U/T1, V/T2, W/T3	خروجی سه فاز اینورتر
+2 ,+1	ترمینال اتصال سلف برای جبران ضریب قدرت
DC+, DC	ترمینال ولتاژ DC داخلی اینورتر
B1, B2	ترمینال اتصال مقاومت ترمز
⏚	ترمینال برای اتصال زمین

پژوهش

از ترمینال B1، B2 در قسمت ترمینال‌های قدرت به چه منظوری استفاده می‌شود؟

ب) آشنایی با ترمینال‌های فرمان: جدول زیر، عملکرد ترمینال‌های پر کاربرد اینورتر را بیان می‌کند:



نام ترمینال	عملکرد ترمینال	
+۲۴V	ترمینال ولتاژ ۲۴ ولت	
MI۱~MI۷	ترمینال‌های قابل برنامه‌ریزی ورودی	
DFM	ترمینال خروجی فرکانس وپالس	یک اپتوکوپلر است که مطابق تنظیمات داخلی، براساس فرکانس کار می‌کند.
DCM	ترمینال مشترک خروجی فرکانس و پالس	
MO۱	ترمینال قابل برنامه‌ریزی خروجی	
MO۲	ترمینال قابل برنامه‌ریزی خروجی	
MCM	ترمینال مشترک برای خروجی‌های قابل برنامه‌ریزی	
RA	ترمینال رله نرمال باز که قابل برنامه‌ریزی است.	
RB	ترمینال رله نرمال بسته که قابل برنامه‌ریزی است.	
RC	ترمینال مشترک رله که قابل برنامه‌ریزی است.	
+۱۰V	از ترمینال ولتاژ مثبت ۱۰ ولت برای تغذیه ولوم و ورودی آنالوگ استفاده می‌شود.	
AVI	ترمینال ورودی آنالوگ برای ولتاژ تا حداکثر ۱۰ ولت	
ACI	ترمینال ورودی آنالوگ برای جریان حداکثر ۲۰ میلی‌آمپر	
AFM	ترمینال خروجی آنالوگ قابل برنامه‌ریزی با خروجی ولتاژ و جریان	
ACM	ترمینال مشترک خروجی آنالوگ قابل برنامه‌ریزی	

فعالیت

از اینترنت دو نمونه کاتالوگ اینورتر از شرکت‌های دیگر دریافت کنید و ترمینال‌های فرمان و قدرت آنها را در این مدل‌ها مورد بررسی قرار دهید.

ایمنی

ترمینال‌های فرمان برای تغذیهٔ ۲۴ ولت است. اتصال ولتاژ بالاتر باعث سوختن قطعات داخلی بُردِ کنترل اینورتر می‌شود.

معرفی کلیدهای تابع بر روی کی‌پد و تنظیم پارامترها

یکی از قسمت‌های اینورتر کلیدهای روی دستگاه است که می‌توان توسط این کلیدهای تابعی پارامترهای داخلی اینورتر را تغییر داد و تنظیم نمود.

فیلم

تنظیم پارامترها در اینورتر

در برخی از دستگاه‌ها می‌توان کلیدها و نمایشگر را از روی بدنه جدا و روی درِ تابلو نصب کرد.





بدانید

در اینورترها دو نوع نمایشگر وجود دارد:

۱ نمایشگر سون سگمنت (7SEGMENT)

۲ نمایشگر ال سی دی (LCD)

در نمایشگرهای (LCD) پارامترها همراه با عنوان تنظیمات به زبان انگلیسی نشان داده می‌شود ولی در نمایشگرهای LED_7SEGMENT پارامترها به‌صورت کد عددی نشان داده می‌شود.

تنظیم پارامتر ها

هر اینورتر، برای استفادهٔ ابتدایی دارای تنظیمات پیش‌فرض کارخانه است. بسته به نیاز و شرایط کنترلی می‌توان پارامترهای مختلف را تنظیم نمود. در تمامی اینورترها، پارامترها گروه‌بندی شده‌اند. برای اینکه بتوانیم این پارامترها را تنظیم کنیم، ابتدا باید گروه‌بندی آنها را مطالعه کنیم. پس در اینجا با گروه پارامترها در مدل انتخابی آشنا می‌شویم:

گروه	موضوع گروه
۰۰_ Parameters Drive	تنظیمات داخلی درایو برای تنظیم فرکانس و راه‌اندازی و...
۰۱_ Parameters Basic	تنظیمات مشخصات موتور فرکانس و ولتاژ و... .
۰۲_ Parameters Digital Input/Output	تنظیم پایه‌های ورودی و خروجی خاموش و روشن
۰۳_ Parameters Analog Input/Output	تنظیمات پایه‌های ورودی و خروجی آنالوگ
۰۴ _ Parameters Multi_stage Speed	تنظیمات برای سرعت‌های پله‌ای و نقطه به نقطه
۰۵_ Parameters Motor	پارامترهای مشخصات داخلی موتور
۰۶ _ Parameters Protection (۱)	پارامترهای تنظیمات خطاهای اینورتر و حد خطاها
۰۷_ Parameters Special	پارامترهای تنظیمات ترمز
۰۸_ Parameters High_function PID	پارامترهای کنترل حلقهٔ بسته با مقادیر آنالوگ...
۰۹_ Parameters Communication	پارامترهای تنظیمات داده‌ها و مقادیر شبکه
۱۰ _ Parameters Speed Feedback Control	پارامترهای تنظیمات حلقه بسته با انکودر

فعالیت

با بررسی کاتالوگ اینورتر، پارامترهای انتخابی از گروه‌های

۰۰ Parameters Drive
۰۱ Parameters Basic
۰۲ Parameters Digital Input/Output
۰۳ Parameters Analog Input/Output

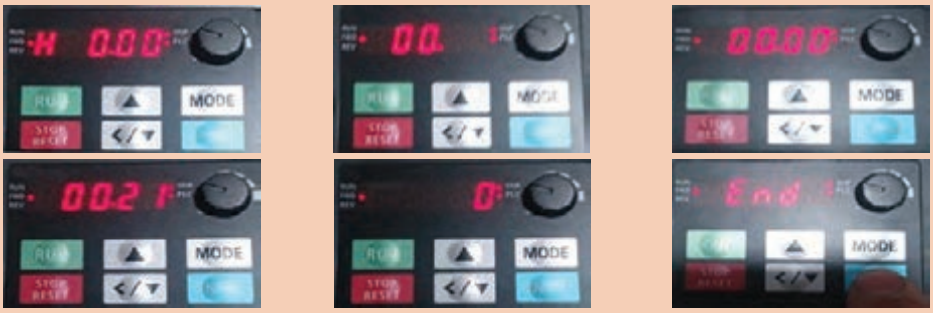
را با نظر دبیر ترجمه و کاربرد هر یک را بررسی کنید.

فعالیت کارگاهی

سیم‌های برق ورودی و موتور را به درایو متصل کنید. زیرا قرار است با تنظیم پارامتر مناسب اینورتر موتور را از طریق کلید RUN روشن و با کلید STOP خاموش کند.
حال این فعالیت را مطابق مراحل زیر انجام می‌دهیم.
درایو را روشن کنید. برای این کار با توجه به کاتالوگ در پارامتر ۲۱ـ۰۰ عدد صفر را انتخاب می‌کنیم.

00-21	Source of the operation command (AUTO)	0: Digital keypad 1: External Terminals 2: communication RS_485 input 3: CANopen communication card 5: Communication card (not includes CANopen card [Note] Need to use with MO setting as 42, or use with KPC _CC01	0

برق ورودی اینورتر را وصل کنید. سپس کلید «ENTER» را بزنید تا وارد تنظیمات شود. در مرحلهٔ اول، گروه تنظیمات با کلیدهای مکان‌نما انتخاب می‌شود. کد 00 را انتخاب می‌کنیم و کلید «ENTER» را می‌زنیم تا وارد پارامترهای زیرگروه شویم. با کلیدهای مکان‌نما زیر گروه 21 را انتخاب کرده و مجدداً با زدن کلید «ENTER» وارد زیرگروه پارامتر 21 می‌شویم (می‌توان اعداد 0 تا 5 را برای آن انتخاب نمود.) و عدد 0 را انتخاب می‌کنیم. با زدن کلید «ENTER» و نمایش «END»، پارامتر با موفقیت ذخیره و تنظیم شده است.



فعالیت کارگاهی

با استفاده از کی پد جهت چرخش موتور را به‌صورت زیر تغییر دهید:
پس از زدن کلید «MODE»، جهتِ چرخش موتور می‌توان کلیدهای مکان‌نما را به صورت «REV_FWD» انتخاب نمود. با زدن کلید «ENTER»، موتور تنظیم می‌شود.

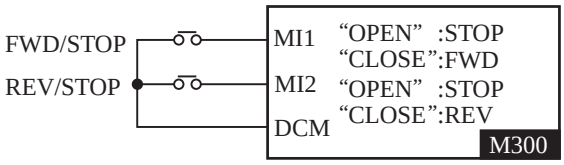
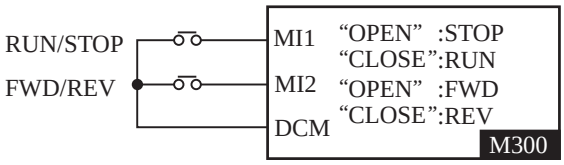
پژوهش

با توجه به اینورتر موجود در کارگاه، انواع عملکردهایی را که ترمینال ورودی می‌تواند داشته باشد، تعیین کنید.

بدانید

در این مدل اینورتر، هفت ورودیِ دیجیتال فرمان داریم که می‌توان با تنظیم پارامترها به هر ترمینال یک عملکرد مورد نیاز را اختصاص داد. لازم به ذکر است پیش فرض برای هر ترمینال یک عملکردِ پیش‌بینی شده است. برای مثال ترمینال MI1 برای FWD و ترمینال MI2 برای REV در نظر گرفته شده است.

برای اینکه بتوان از ترمینال‌های فرمان جهت کنترل استفاده نمود، لازم است در گروه پارامتر ۰۰ـ۲۱، عددِ یک را انتخاب نماییم. برای تعیین عملکرد ترمینال‌های MI1 و MI2 لازم است در پارامتر ۰۰ـ۰۲ عملکرد مناسب را انتخاب کنید، سپس سیم‌کشی متناسب با آن را (طبق کاتالوگی که بخشی از آن در شکل زیر است) در ترمینال‌ها انجام دهید.

Pr.02-00	Control Circuits of the External Terminal
Setting value:1 2-Wire FWD/STOP REV/STOP	
Setting value:2 2-Wire RUN/STOP REV/FWD	

فعالیت کارگاهی

با استفاده از ترمینال‌های فرمان، فعالیت‌های زیر را انجام دهید.

۱ در یک پروسهٔ صنعتی با روشن شدن یک کنتاکتور می‌خواهیم از یک تیغهٔ بازِ فرمان، اینورتر موتور مربوط به خود را روشن کند و موتور در حالت راست گرد به حرکت در آید.

۲ در یک دستگاه می‌خواهیم با یک کلید دو طرفهٔ فرمان ۰۲ـ۰۱، هم‌زمان اینورتر را روشن و خاموش کنیم و جهت آن را تغییر دهیم.

۳ می‌خواهیم در یک دستگاه انتقال مواد، با یک کلید، اینورتر را در جهت راست گرد روشن کنیم ولی در مواقعی که مواد در جدارهٔ دستگاه گیر می‌کند جهتِ حرکت موتور را با یک پدال، عکس کنیم.

تنظیم محدودهٔ کاری فرکانس

در برخی از کاربردهای اینورتر، باید حدود فرکانس کاری دستگاه را تنظیم نمود. با توجه به دستگاه و نوع بارِ موتور الکتریکی آن در زمان روشن شدن، فرکانس از یک مقدار مشخص شروع شود.

فعالیت

چرا در بعضی از کاربردهای راه‌اندازی اینورترها، شروع فرکانس راه‌اندازی اینورتر را بالاتر از صفر انتخاب می‌کنند؟

بدانید

فرکانس خروجی اینورترها را می‌توان بیشتر از فرکانس ورودی تنظیم کرد.
حداکثر فرکانس در اینورترها تا ۶۰۰ هرتز قابل تنظیم است.

پژوهش

چرا نمی‌توان فرکانس اینورتر را برای موتورهای معمولی بیش از حد مشخص شده بر روی پلاک آن افزایش داد؟

فعالیت کارگاهی

در اینورتر، فرکانس کمینه، فرکانس راه‌اندازی، فرکانس اصلی و فرکانس بیشینه را به ترتیب ۵، ۱۰، ۵۰ و ۶۰ هرتز تعیین کنید.

فعالیت کارگاهی

۱ برای راه‌اندازی یک نوار نقّاله از یک اینورتر استفاده کرده‌ایم و می‌خواهیم دستگاه به‌صورتی کار کند که فرکانس اینورتر در حالت سریع ۵۰ هرتز تنظیم شود و در زمانی‌که می‌خواهند سرعت را کم کنند فرکانس اینورتر ۱۰ هرتز شود.
۲ در صورتی‌که بخواهند نوار نقّاله در دو جهت کار کند و شرایط بالا را داشته باشد، با دو عدد کلید دو طرفهٔ ۲ـ۰ـ۱ تنظیمات لازم را انجام دهید.

تنظیمات نمایشگر

از طریق نمایشگرِ روی کی پد، می‌توان اعداد و کمیّت‌های داخلی اینورتر را نشان داد. لذا با تغییر پارامترهای داخلی اینورتر، می‌توان مشخص کرد که نمایشگر چه کمیّتی را نشان دهد.
در این مدل در پارامتر ۰۰ـ۰۴ می‌توان این تنظیمات را انجام داد:

فعالیت کارگاهی

یک اینورتر را با استفاده از کی پد راه‌اندازی کنید و تنظیمات را به‌صورتی انجام دهید که کمیّت‌های زیر را نشان دهد:
۱ فرکانس تنظیمی؛
۲ ولتاژ خروجی؛
۳ جریان خروجی؛
۴ سرعت موتور؛
۵ توان خروجی؛
۶ ولتاژ ورودی آنالوگ؛
۷ جریان ورودی آنالوگ.

زمان راه‌اندازی و توقف

یکی از مزایای اینورترها، راه‌انداز نرم است. می‌توان مدت زمانِ سرعت موتور از صفر تا حد مطلوب را از ۰/۱ ثانیه تا ۶۰۰۰ ثانیه تغییر داد. مدت زمانِ سرعت گرفتن و متوقف شدن موتور بر اساس نوع تجهیزات مکانیکی متصل به محور موتور و اینرسی بار مکانیکی تنظیم می‌شود. معمولاً هر چه مقدار بار و اینرسی موتور زیاد باشد مدت زمان را نیز افزایش می‌دهند.

ایمنی

در صورتی‌که مدت زمان تنظیمی از حد مطلوب کمتر باشد در هنگام راه‌اندازی یا توقف به مدارات و قطعات داخل اینورتر خسارت وارد می‌شود.

فعالیت کارگاهی

در جدول زیر، پارامتر مربوط به زمان راه‌اندازی و پارامتر مربوط به زمان توقف معرفی شده است.

ـ مدت زمان روشن شدن اینورتر را ۵ ثانیه و مدت زمان خاموش شدن را ۲ ثانیه قرار دهید. موتور را با اینورتر راه‌اندازی کنید.

ـ موتور را مستقیماً توسط کنتاکتور راه‌اندازی کنید و رفتار موتور را با مرحلهٔ قبل مقایسه کنید.

01-12	Accel. Time 1	Pr.01-45=0:0.00 ~ 600.00 sec. Pr.01-45=1:0.00 ~ 6000.0 sec.	10.00 10.0
01-13	Decel. Time 1	Pr.01-45=0:0.00 ~ 600.00 sec. Pr.01-45=1:0.00 ~ 600.0 sec.	10.00 10.0

ترجمه

01-44

Settings ۰: Linear accel. / decel.

۱ Auto accel., linear decel.

۲ Linear accel., auto decel.

۳ Auto accel. / decel.

۴ Linear, stall prevention by auto accel. / decel. (limited by Pr. 01-12 to 01-21)

Setting ۰ linear accel. / decel. : it will accel. / decel. according to the setting of Pr. 01-12~01-19.

تنظیمات کنترل فرکانس

برای تنظیم روش کنترل فرکانسِ خروجیِ اینورتر، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. در این مدل در پارامتر ۰۰ـ۲۰، می‌توان محل و روش تغییر فرکانس را تعیین نمود.

Pr.	Explanation	Settings	Factory Setting
00-20	Source of the master frequency command (AUTO)	0: Digital keypad 1: Communication RS-485 input 2: External analog input (Refer to Pr. 03-00) 3: External UP / DOWN terminal 4: Pulse input without direction command (Refer to Pr. 10-16 without direction) 6: CANopen communication card 7: Digital keypad dial 8: Communication card (not includes CANopen card) [Note]: Need to use with MO setting as 42, or use with KPC-CC01	0

فعالیت کارگاهی

می‌خواهیم فرکانس یک اینورتر را تحت شرایط زیر کنترل کنیم :

۱ با استفاده از کی پد اینورتر راه‌اندازی شود و سپس با کلیدهای بالا و پایین، فرکانس تغییر کند.

۲ با استفاده از ترمینال‌های فرمان توسط یک کلید ۰ـ۱ اینورتر راه‌اندازی شود و سپس با استفاده از دو شستیِ استارت، فرکانس اینورتر را کاهش و افزایش دهید، به‌صورتی‌که با فشردن هر شستی فرکانس اینورتر نیم هرتز (۰/۵ Hz) تغییر کند.

۳ تنظیمات را همانند مرحلهٔ قبل انجام دهید، با این تفاوت که افزایش یا کاهش فرکانس تا زمانی خواهد بود که شستی را فشار داده باشیم.

کنترل فرکانس با سیگنال آنالوگ

یکی از پرکاربردترین روش‌های تغییر فرکانس در اینورترها استفاده از سیگنال آنالوگ است.

در تمام اینورترها دو ترمینال آنالوگ ورودی وجود دارد: یکی بر اساس ولتاژ 0-10 ولت دیگری بر اساس جریان 0-20 یا 4-20 میلی آمپر.

لازم به ذکر است برای تغییر فرکانس خروجی از طریق ترمینال‌های آنالوگ، ابتدا باید برای پارامتر 00-20 عدد 2 را انتخاب کنیم.

در این مدل در پارامتر 00-03 و 01-03 می‌توان تعیین نمود که کدام ورودی و با چه پارامتری قرار است کنترل را انجام دهد. برای مثال همان‌طورکه درشکل می‌بینید، 00-03 (AVI) به صورت پیش فرض عدد «1» است که تعیین می‌کند ورودی آنالوگ فرکانس را کنترل خواهد کرد.

03-00	Analog input selection (AVI)	0: No function	1
03-01	Analog input selection (ACI)	1: Frequency command	0
		4: PID target value	
		5: PID feedback signal	
		6: PTC thermistor input value	
		11: PT100 thermistor input value	
		12: Auxilliary frequncy input	
		13: PID compensation value	

فعالیت کارگاهی

۱ می‌خواهیم توسط کی پد، اینورتر را راه‌اندازی کنیم و فرکانس اینورتر را با ولوم روی کی پد تغییر دهیم.

۲ یک اینورتر را می‌خواهیم توسط ترمینال فرمان راه‌اندازی کنیم. سپس با استفاده از یک ولوم خارجی فرکانس آن را تغییر دهیم.

۳ در یک دستگاه صنعتی برای تخلیه مخزن از یک موتور و یک سنسور فشار با خروجی جریان 4-20 میلی‌آمپر استفاده شده است. سیستم را به‌گونه‌ای طراحی کنید که با افزایش فشار، سرعت موتور افزایشی یابد و با کاهش فشار، سرعت کاهش یابد.

ترمینال «AFM» خروجیِ مثبت سیگنال آنالوگ اینورتر و «ACM» ترمینال خروجیِ منفی آنالوگ اینورتر است. برای اندازه‌گیری یا انتقال سیگنال آنالوگ باید از آنها استفاده نمود. نوع سیگنال خروجی، متناسب با تنظیمات پارامتر 03-20 می‌تواند جریان یا ولتاژ، انتخاب شود و در پارامتر 03-21 باید میزان ضریبی برای سیگنال خروجی در نظر گرفت.

فعالیت کارگاهی

۱ در یک کارگاه می‌خواهیم فرکانس خروجی اینورتر را به صورت آنالوگ به یک ولت متر متصل کنیم. تنظیمات لازم را انجام دهید.

۲ فرکانس ورودیِ یک اینورتر وابسته به یک حسگر فشار 20-4 میلی آمپر است. می‌خواهیم مقدار ورودی جریان آنالوگ را در خروجی آنالوگ به صورت ولتاژ نمایش دهیم. تنظیمات لازم را انجام دهید.

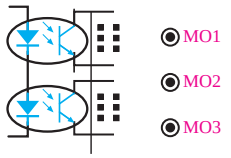
فعالیت کارگاهی

در یک جرثقیل از دو اینورتر برای حرکت طولی استفاده شده است. برای اینکه جرثقیل از مسیر خود خارج نشود باید سرعت موتورها یکسان باشد.تنظیمات و سیم‌کشی دو اینورتر را به نحوی انجام دهید که بتوان سرعت موتور دوم را با سرعت موتور اول سنکرون نمود.

خروجی دیجیتال

در تمام اینورترها رله ای به عنوان خروجی دیجیتال تعبیه شده است که می‌توان براساس شرایط مختلف آن را کنترل کرد. با توجه به مدل اینورتر، ممکن است پارامترهایی که این رله را کنترل کند متفاوت باشد ولی چندین مورد آن برای تمام اینورترها به‌صورت مشترک است. پایه‌های این رله با حروف «RC_RB_RA» نام‌گذاری شده است.

علاوه بر خروجی رله‌ای، اینورتر دارای دو خروجی ترانزیستوری نیز هست، که می‌توان در شرایط مختلف از آنها استفاده نمود. لازم به‌ذکر است نحوهٔ سیم‌کشی این خروجی‌ها در کاتالوگ مشخص شده است.

MO1	Multi-function output ۱ (photocoupler)	programmable open-collector outputs, see Pr. 02-16 and Pr. 02-17. 
MO2	Multi-function output ۲ (photocoupler)	

فعالیت کارگاهی

با توجه به اینکه تهویهٔ موتورهای الکتریکی توسط یک پروانهٔ نصب شده در انتهای موتور انجام می‌گیرد. در صورتی‌که موتور همواره در سرعت‌های پایین کار کند موتور گرم می‌شود و لازم است جهت خنک‌کردن موتور، فن کمکی روشن شود. لذا با استفاده از رلهٔ داخلیِ اینورتر تغذیه فن را کنترل کنید (با روشن شدن اینورتر فن روشن شود).

ارزشیابی پایان شایستگی

شرح کار

در یک دستگاه انتقال مواد از دو نوار نقاله استفاده شده است
نوار نقاله‌ای اول بزرگ و نوار نقاله‌ای دوم کوچک‌تر است و باید سرعت نوار نقاله دوم دو برابر نوار نقاله اول باشد تا مشکلی برای انتقال مواد به‌وجود نیاید.
تنظیمات را به‌صورتی انجام دهید که با یک کلید ۰ـ۱ بتوانیم اینورتر را راه‌اندازی کنیم و با یک ولوم بتوانیم سرعت هر دو نوار نقاله را کنترل کنیم.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری راه‌انداز نرم و کنترل دور موتور الکتریکی، هنرجویان قادر خواهند بود با استفاده از تجهیزات راه‌اندازی الکترونیکی موتورهای القایی را راه‌اندازی کرده و سرعت آنها را نیز کنترل کنند.

شاخص‌ها

شناسایی تجهیزات راه‌اندازی الکترونیکی، شناسایی ترمینال‌های قدرت و فرمان و سیم‌کشی و نصب و راه‌اندازی صحیح

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

الف) شرایط

۱ـ اجرا در کارگاه برق صنعتی (اتوماسیون) ۲ـ نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳ـ تهویه استاندارد و دمای مناسب ۴ـ ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵ـ وسایل ایمنی استاندارد ۶ـ زمان ۴۰ دقیقه

ب) ابزار و تجهیزات

۱ـ اینورتر ۲ـ ولوم ۳ـ فیوز سه فاز ۴ـ کلید فرمان ۵ـ سیم

معیار شایستگی:

ردیف	مرحلهٔ کار	حداقل نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ هنرجو
۱	نصب صحیح اینورتر و لوازم جانبی	۳	
۲	نحوه صحیح سیم‌بندی مدار قدرت	۳	
۳	نحوه صحیح سیم‌بندی مدار فرمان	۲	
۴	تنظیمات اینورتر برای راه‌اندازی	۲	
۵	تنظیمات اینورتر با توجه به نیاز	۲	
۶	اجرای کار و صحت کار کرد هر دو اینورتر	۳	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ قواعد و اصول در مراحل کار؛ ۲ استفاده از لباس‌کار و کفش ایمنی؛ ۳ تمیزکردن گیره و محیط کار؛ ۴ رعایت دقت و نظم.	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، «۲» است.

پودمان ۳

نصب و راه‌اندازی کنترل کننده‌های منطقی





بشر از زمان‌های دور به دنبال روش‌های کنترل دستگاه‌های صنعتی و تکامل بخشیدن به آنها بوده و آنها را برای کنترل دستگاه‌ها به‌کار گرفته است ولی در چند دههٔ اخیر با پیشرفت فناوری و روی کار آمدن ریزپردازنده‌ها تحوّل چشمگیری در فرایندهای کنترلی به‌وجود آمده است.

یکی از این تحولات، به‌کارگیری علم اتوماسیون است که با استفاده از «PLC» به اجرای پروسه‌های صنعتی و ساختمانی پرداخته است. در اکثر پروسه‌های صنعتی حلقه‌های کنترلی به «PLC» ختم می‌شود که به‌عنوان مغز متفکر سیستم، کنترل پروسه را در اختیار دارد. این سیستم علاوه‌بر داشتن توانایی بالا در کنترل فرایندها، برای گرایش‌های مختلف علمی، از قابلیت برنامه‌نویسی بسیار ساده‌ای برخوردار است و به‌راحتی به دستگاه‌ها متصل می‌شود.

این توانایی‌ها باعث شده است که کاربرد «PLC» در صنعت توسعهٔ چشمگیری پیدا کند و نیاز به یادگیری آن نیز کاملاً احساس شود.



واحد یادگیری ۳

شایستگی انتخاب سخت‌افزار مناسب برای کنترل فرایند

هدف‌های این شایستگی عبارت‌اند از:

- توانایی شناخت سخت‌افزار و بررسی انواع مدل‌ها، بررسی رله حالت جامد (SSR) و استفاده جهت راه‌اندازی موتورهای الکتریکی؛
- توانایی انتخاب سخت‌افزار مناسب، با توجه به مزایا و معایب محصولات شرکت‌های مختلف سازندهٔ کنترل‌کننده‌های منطقی؛
- توانایی انتخاب سخت‌افزار، با توجه به تعداد اِلمان‌های کنترل‌کننده و کنترل‌شونده همراه با تعیین مدل و تهیهٔ فهرست خرید قطعات؛
- توانایی سیم‌کشی ورودی و خروجی‌های «PLC» برای اِلمان‌های مختلف؛
- توانایی نصب نرم‌افزار «wpl soft» و «Isp soft» روی رایانه و بررسی تفاوت آنها؛
- توانایی استفاده از دستورات و توابع مختلف در برنامه‌نویسی؛
- توانایی انتقال برنامه نوشته شده در نرم‌افزار به سخت‌افزار؛
- توانایی هماهنگ کردن نرم‌افزار با سخت‌افزار و راه‌اندازی سیستم با «PLC»؛
- توانایی راه‌اندازی یک ربات صنعتی.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی، هنرجویان قادر خواهند بود با انتخاب و به‌کارگیری جهت اتوماسیون، برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی کنترل فرایند توسط «PLC» اقدام کنند.

بدانید



PLC چیست؟

«PLC» حروف اول عبارت «Programmable Logic Controller» است و به معنای کنترل‌کنندهٔ منطقی قابل برنامه‌ریزی است. منطق کنترل در این کنترل‌کننده، توسط نرم‌افزار تعیین می‌شود، به‌گونه‌ای که اطلاعاتی را در قسمت ورودی دریافت می‌کند و آنها را طبق برنامه‌ای که در حافظه‌اش ذخیره شده است پردازش می‌نماید و نتایج به‌دست آمده را نیز از طریق واحد خروجی به صورت فرمان‌هایی به گیرنده‌ها و اجراکننده‌های فرمان مانند عملگرها (Actuators) و رله‌ها ارسال می‌کند.

به عبارت دیگر «PLC» عبارت است از یک کنترل‌کنندهٔ منطقی به‌طوری که می‌توان برایش منطق کنترل را توسط برنامهٔ کاربر (user) تعریف نمود و فرایند کنترل آن، در صورت نیاز، به راحتی قابل تغییر است.

فعالیت

مزایای «PLC» را نسبت به مدارهای رله‌ای، بررسی کنید.

فیلم

معرفی و نمایش سخت‌افزار «PLC»

سخت‌افزار «PLC»

این سخت‌افزار شامل قسمت‌های مختلفی است و هر کدام از اجزای آن نیز انواع مختلفی دارند. به همین دلیل لازم است ابتدا شرایط مورد نیاز سیستم تحت کنترل بررسی شود. سپس متناسب با شرایط مورد نیاز، سیستم سخت‌افزار مناسب برای آن انتخاب می‌شود.

اجزا عبارت‌اند از:

۱ـ منبع تغذیه (PS)؛

۲ـ واحد پردازشگر مرکزی (CPU)؛

۳ـ واحد حافظه (memory)؛

۴ـ ترمینال‌های ورودی (input module)؛

۵ـ ترمینال‌های خروجی (output module)؛

۶ـ کارت رابط (interface module)؛

۷ـ کارت شبکه (communication module).

ترجمه

Teamwork

Programmable logic controllers («PLC») have been an integral part of factor automation and industrial process control for decades. «PLC's» control a wide array of applications from simple lighting functions to environmental systems to chemical processing plants. These systems perform many functions, providing a variety of analog and digital input and output interface; signal processing; data conversion; and various communication protocols.

All of the «PLC»'s components and functions are centered around the controller, which is programmed for a specific task.

منبع تغذیه (Power Supply)

جهت تغذیهٔ قسمت‌های مختلف «PLC» از جمله «CPU» و کارت‌های ورودی و خروجی و به‌طور کلی هر قسمت که به مجموعهٔ «PLC» اضافه می‌شود لازم است حتماً تغذیهٔ آن تأمین شود.

منبع تغذیه، که در انواع مختلف طراحی می‌شود، عبارت‌اند از:

۱ـ منبع تغذیهٔ معمولی با آدابتور، که با ترانس معمولی و پل دیود و خازنِ صافی ساخته می‌شود.

۲ـ منبع تغذیهٔ سوئیچینگ، که با قطعات الکترونیکی ساخته می‌شود و براساس سوئیچ زنی قطعات الکترونیکی کار می‌کند.

فعالیت

مزایای منبع تغذیهٔ سوئیچینگ را نسبت به منبع تغذیهٔ معمولی بررسی کنید و مزایا و معایب هر کدام را بنویسید.

بدانید

نکات مهم در انتخاب منبع تغذیه برای یک سیستم کنترل عبارت‌اند از:

۱ توان مصرف‌کننده‌ها (میزان جریان مورد نیاز قسمت‌های مختلف که باید منبع تأمین کند)؛

۲ با شبکهٔ شهری هم خوانی داشته باشد (ایران تکفاز حداکثر 230 ولت)؛

۳ منبع باید از نوع سوئیچینگ باشد تا راندمان کاری«PLC» افزایش یابد.

چند نمونه از منابع تغذیهٔ «دلتا» شامل «PS05، PS02 و PS01 » که به ترتیب از چپ به راست قابل مشاهده هستند منابع با جریان و توان بالاتر نیز وجود دارد که براساس نیاز انتخاب می‌شود. به عنوان مثال PS02 یک منبع تغذیه با جریان خروجی 2 آمپر است.







فعالیت

۱ منابع تغذیهٔ با استاندارد و عرضه شدهٔ در بازار دارای چه رنج‌هایی است؟
(با ذکر کد خرید برای برند دلتا از روی کاتالوگ)

۲ در صورتی که یک سیستم کنترل با جریان بالاتر نیاز باشد و منبع مورد نیاز در بازار عرضه نشده است، چه اقدامی باید انجام داد؟

واحد پردازشگر مرکزی «Central processing unit»

این واحد در واقع مغز سیستم کنترل است و به این صورت عمل می‌کند که اطلاعات کارت ورودی ازطریق «BUS» به آن منتقل می‌شود و پس از پردازش، طبق برنامهٔ کاربر، نتایج به‌دست آمده از طریق همان «BUS» به کارت خروجی انتقال می‌یابد.

یکی از مهم‌ترین قدم‌های طرّاحی انتخاب «CPU» مناسب برای کنترل فرایند است. انتخاب نادرست «CPU» یا انتخابی که مبتنی بر آینده‌نگری نباشد مشکلات زیادی را درآینده برای سیستم ایجاد خواهد کرد و هزینه‌های سنگینی را از این بابت تحمیل خواهد نمود.

فاکتورهای اولیه‌ای که معمولاً در انتخاب «CPU» به آنها توجه می‌شود عبارت‌اند از:

۱ـ تعداد ورودی وخروجی (I/O)
۲ـ حجم برنامه‌نویسی پروسه
۳ـ سرعت پردازش
۴ـ تعداد بیت حافظه مورد نیاز
۵ـ تعداد تایمر مورد نیاز
۶ـ تعداد کانتر موردنیاز
۷ـ تعداد رجیستر مورد نیاز

و در فرایندهای پیچیده‌تر ممکن است به فاکتورهای زیر نیز نیاز پیدا کنیم:
۱ـ کارت‌های ورودی و خروجی‌های خاص مثل کارت کنترل موقعیت؛
۲ـ کارت شبکه مورد نیاز سیستم.
اولین فاکتور مهم در انتخاب «CPU» مناسب، تعداد ورودی و خروجی‌های مورد نیاز پروسه است. این تعداد لازم است با احتساب توسعهٔ در آینده، یعنی حداقل ۲۰ درصد اضافه بر تعداد به‌دست آمده باشد. به‌طور کلی هر مدل «CPU» می‌تواند تعدادی I/O را پشتیبانی نماید. بنابراین لازم است ابتدا مدل‌های مختلف و قابلیت‌های هر کدام را بشناسیم.
«CPU»های دلتا دارای سری‌های MC ـ PM ـ E ـ S است و هر سری نیز دارای زیر مجموعه‌هایی است.

بدانید

- کلیهٔ «CPU»های دلتا با تغذیهٔ ۲۴VDC کار می‌کنند (به جز سری E که دارای منبع داخلی هستند). نکتهٔ دیگر اینکه می‌توان تغذیهٔ «CPU» را از منبع خودش تأمین نمود.
- نظر به اینکه منبع داخلی توان کمی دارد، لازم است برای توان‌های بالا منبع تغذیه اضافه شود.
- «CPU»های مدل S که پسوند E دارند (مثل۱۲SE)، جهت شبکه شدن و برنامه‌ریزی (Program) به پورت اترنت مجهزند.
- «CPU»های مدل S و E که پسوند X دارند (مثل SX و EX)، دارای ورودی و خروجی دیجیتال و آنالوگ هستند.
- «CPU»های مدل S که پسوند S دارند (مثل SS)، فقط دارای ورودی و خروجی دیجیتال هستند.

فعالیت

جدول زیر را تکمیل کنید و کاتالوگ دو «CPU» دیگر را از اینترنت بگیرید و مشخصات آنها را بررسی کنید.

DVP ○○□□○○□○
Series ❶ ❷ ❸ ❹❺

1. Total I/O
2. Model
ES / ES2 : ES / ES2 series PLC
EX / EX2 : EX / EX2 series PLC
SS / SS2 : SS / SS2 series PLC
SA / SA2 : SA / SA2 series PLC
SX / SX2 : SX / SX2 series PLC
SC : SC series PLC
SV : SV series PLC
SE : SE series PLC
PM : PM series PLC
MC : MC series PLC
EH : EH series PLC
EC : EC series PLC
3. Power supply
00 : AC power input
11 : DC power input
4. Output type
R : Relay
T : Transistor (NPN)
M : Mixed with differential signal
S : Transistor (PNP)
RC : Relay + CANopen
TC : Transistor + CANopen
5. Version

۱ تعداد کل ورودی و خروجی .....

۲ مدل «CPU» .....

۳ نوع تغذیه .....

۴ نوع خروجی .....

۵ ورژن «CPU» .....

۶ تعداد تایمر .....

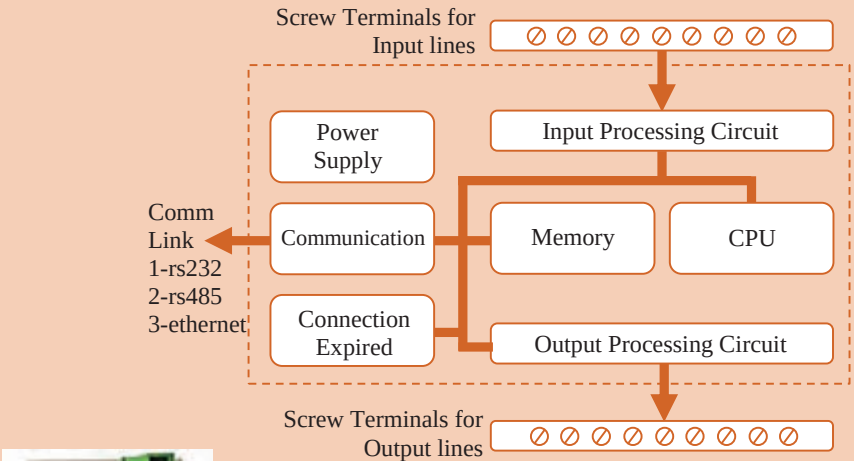
۷ تعداد کانتر .....

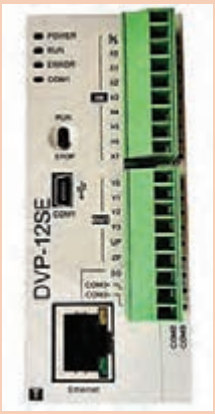
بدانید

- چراغ سیگنال «ERROR» قرمز رنگ است و وقتی روشن باشد، نشان‌دهندهٔ آن است که در کارت و «CPU» خطا وجود دارد (مثلاً اتصالات درست نیست یا تغذیهٔ کارت وصل نیست.)
- چراغ سیگنال «RUN» سبز رنگ است و وقتی روشن باشد علامت آن است که «CPU» در وضعیت اجرای برنامه‌هاست.
- چراغ سیگنال «STOP» نارنجی رنگ است و وقتی روشن باشد نشان‌دهندهٔ آن است که «CPU» روشن است ولی کار پردازش انجام نمی‌شود.
- چراغ سیگنال «RS۲۳۲» نارنجی رنگ است و وقتی در وضعیت چشمک‌زن باشد یعنی «CPU» با یک «DEVICE» دیگر از طریق این پورت در حال تبادل اطلاعات است.
- چراغ سیگنال «RS۴۸۵» نارنجی رنگ است و وقتی چشمک‌زن باشد یعنی «CPU» با یک DEVICE دیگر از طریق این پورت در حال تبادل اطلاعات است.
- کلید در وضعیت «RUN»: در این حالت اگر نرم‌افزاری نیز «RUN» باشد، «CPU» در حال پردازش است.
- کلید در وضعیت «STOP»: در این حالت پردازش «CPU» متوقف است.

فعالیت

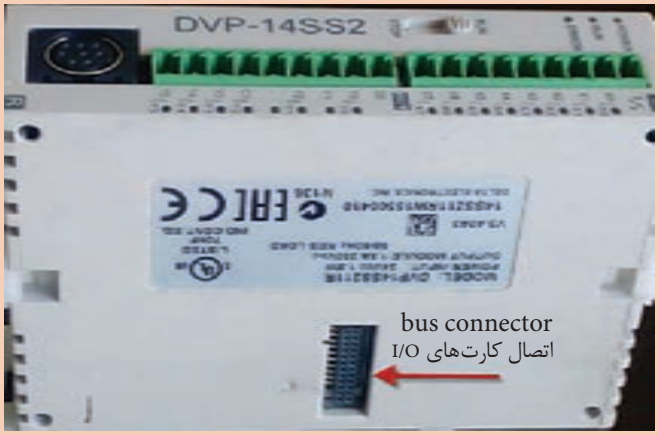
پروتکل‌های ارتباطی در «دلتا» را برای هر «CPU» بررسی کنید.





پژوهش

بررسی کنید کاربرد کانکتور مشخص شده در «CPU» چیست؟



ترجمه

Teamwork

A programmable logic controller is a specialized computer used to control machines and processes. It therefore shares common terms with typical PCs like central processing unit, memory, software and communications. Unlike a personal computer though the «PLC» is designed to survive in a rugged industrial atmosphere and to be very flexible in how it interfaces with inputs and outputs to the real world.

ترمینال‌های ورودی «Input Module»

اطلاعات از محل سیستم تحت کنترل، دریافت می‌شود. این اطلاعات از طریق ورودی‌های مختلفی قابل دریافت است که عبارت‌اند از:

۱ـ ورودی دیجیتال (DI)　　۲ـ ورودی آنالوگ (AI)　　۳ـ ورودی خاص (انکودر)

فیلم

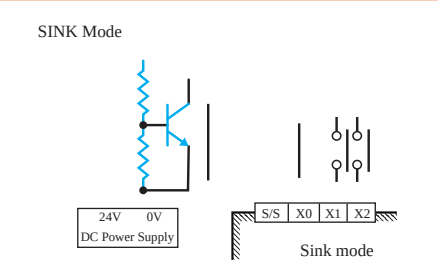
معرفی کارت‌های ورودی و خروجی

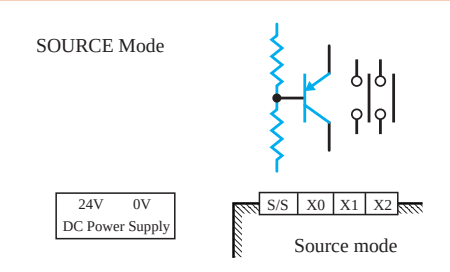
۱ـ ورودی دیجیتال (Digital Input): هر ورودی دیجیتال دارای دو حالت صفر یا یک است و معمولاً با ۲۴ ولت تغذیه می‌شود. از جمله ورودی‌های دیجیتال در محیط‌های صنعتی می‌توان استپ، استارت، میکروسوئیچ، حسگرهای دیجیتال، و همچنین کنتاکت وسایل حفاظتی مانند بی متال و... را نام برد.

در برند «دلتا» (و معمولاً برندهای تایوانی) جهت سیم‌کشی ورودی‌ها ترمینالی به نام S/S وجود دارد. این ترمینال در تمام کارت‌هایی که ورودی هستند اولین ترمینال است و مشخص‌کنندهٔ مقدار ولتاژ برای فعّال شدن ورودی‌هاست.

بدانید

■ اگر می‌خواهید ورودی‌ها با ولتاژ منفی فعّال شوند باید ولتاژ مثبت را به ترمینال S/S متصل کنید (SINK). بالعکس اگر می‌خواهید ورودی‌ها با ولتاژ مثبت فعّال شوند باید ولتاژ منفی را به ترمینال S/S متصل کنید (SOURCE).





بنابراین اگر مثلاً بخواهیم با یک حسگر pnp، که سیم برگشت آن در هنگام فعّال شدن ۲۴+ می‌شود، یک ورودی را فعّال کنیم، باید به S/S ولتاژ منفی بدهیم.

■ در مسیر هر ورودی دیجیتال داخل کارت، جهت حفاظت «CPU» و مدارهای داخلی در مقابل ولتاژ ناگهانی، از فتو ترانزیستور[۱] استفاده شده است.

فعالیت

انواع کارت‌های ورودی را از نظر مدل و تعداد ورودی بررسی کنید.







فعالیت

با توجه به تأثیر ترمینال S/S، دو نمونه سیم‌کشی ورودی را از روی کاتالوگ رسم کنید.

۱- Optocoupler

ترمینال‌های خروجی «Output Module»

از این ترمینال‌ها برای ارسال نتایج به‌دست آمده پس از پردازش جهت فعّال کردن محرّک‌ها و رله‌ها استفاده می‌شود و دارای انواع زیر است:

۱ـ خروجی دیجیتال (DO)　　۲ـ خروجی آنالوگ (AO)　　۳ـ خروجی خاص (فرکانس بالا)

هر خروجی دیجیتال دارای دو حالت صفر یا یک است. به‌طور کلی خروجی دیجیتال در «PLC» به دو صورت در بازار عرضه می‌شود:

۱ـ خروجی ترانزیستوری که در نام‌گذاری، با پسوند T مشخص می‌شود.

۲ـ خروجی رله‌ای که در نام‌گذاری، با پسوند R مشخص می‌شود.

بدانید

- در خروجی از نوع ترانزیستوری اگر لازم باشد به بار متصل شود باید خروجی به رله کمکی متصل شود و از طریق کنتاکت رله به بار فرمان داده شود.
- در نوع رله‌ای، رله در داخل کارت قرار دارد و به‌راحتی می‌توان از طریق کنتاکت آن به محرک‌ها فرمان داد.
- خروجی ترانزیستوری نسبت به نوع رله‌ای دارای مزایای زیر است:
  - ـ سرعت سوئیچ بالاتر؛
  - ـ عمر مفید بالا، به دلیل نداشتن کنتاکت مکانیکی؛
  - ـ تعداد خروجی بیشتر، به دلیل حجم کم ترانزیستور؛
  - ـ تعمیر راحت‌تر، به دلیل بیرون قرار گرفتن از کارت.
- خروجی رله‌ای نسبت به نوع ترانزیستوری دارای مزایای زیر است:
  - ـ سیم‌کشی آن ساده‌تر است.
  - ـ در ولتاژهای مختلف به راحتی قابل استفاده است و محدود به ۲۴ ولت نیست.
  - ـ جهت تغذیه مصرف‌کننده، جریان بالاتری در رنج ۵ تا ۱۰ آمپر از کنتاکت می‌توان عبور داد ولی در ترانزیستوری محدودیت جریان داریم. در برند دلتا هر خروجی ۳۰۰ میلی‌آمپر است.

فعالیت

انواع کارت‌های خروجی را از نظر مدل و تعداد ورودی بررسی کنید.







بدانید

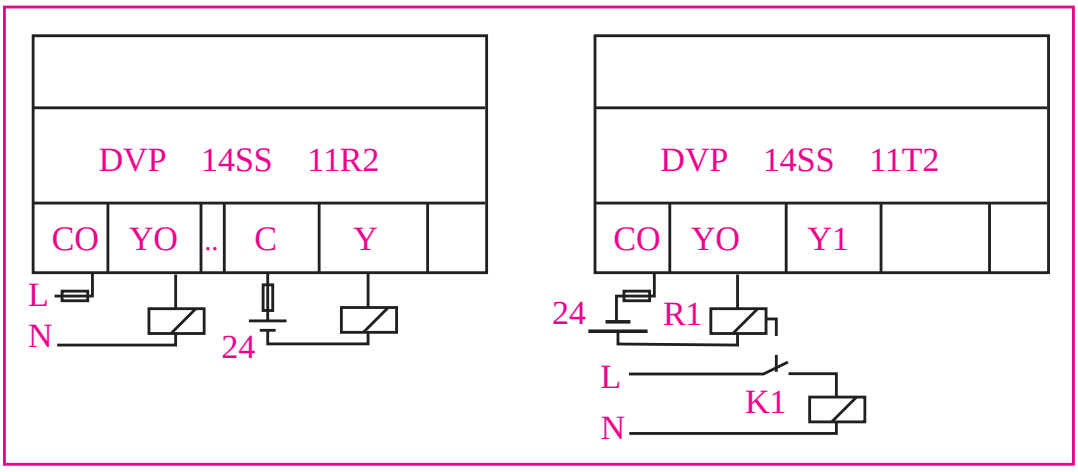
کارت 16SP 11R یک کارت ترکیبی است که ۸ عدد ورودی و ۸ عدد خروجی به مجموعه اضافه می‌کند. بنابراین در زمانی که لازم باشد تعدادی ورودی و خروجی اضافه شود، به جای دو کارت می‌توان از یک کارت ترکیبی استفاده نمود.





پسوند M برای کارت ورودی
پسوند N برای کارت خروجی
پسوند P برای کارت ترکیبی

شکل زیر نحوهٔ سیم‌کشی کارت‌های خروجی را در برند دلتا نشان می‌دهد.



بدانید

در سیستم کنترل با «PLC» اطلاعات دستگاه تحت کنترل از طریق ترمینال‌ها و کارت‌های ورودی دریافت و از طریق «BUS» به «CPU» منتقل می‌شود. در«CPU» طبق برنامهٔ کاربر، که در نرم‌افزار «WPL SOFT» یا «ISP SOFT» نوشته شده از طریق کابل به حافظهٔ «CPU» منتقل می‌شود و پردازش صورت می‌گیرد. نتایج به دست آمده پس از پردازش، توسط ترمینال‌های خروجی، به محرک‌ها و رله‌ها ارسال می‌شود و هیچ‌گونه ارتباط الکتریکی بین ورودی و خروجی وجود ندارد.

نصب نرم‌افزار «WPL SOFT»



نرم‌افزار «WPL» به‌راحتی نصب می‌شود. فقط کافی است که آخرین نسخهٔ نرم‌افزار را تهیه و گزینهٔ «Setup» را اجرا کنید.
پس از نصب، یک آیکون در صفحه ایجاد می‌شود، و می‌توانید نرم‌افزار را باز کنید و براساس نیاز کنترل پروسه، برنامه‌نویسی کنید.

فیلم

نصب نرم‌افزار و معرفی آن

بدانید

برای برنامه‌نویسی «CPU»های دلتا از یک نرم‌افزار دیگر به نام «ISP SOFT» نیز می‌توانیم استفاده کنیم و این نرم‌افزار برای ارتباط با «CPU» نیاز به یک نرم‌افزار جانبی با نام «COMMGR» دارد که لازم است متناسب با نیاز، «DRIVER» را تعیین کنیم تا بتوانیم با شبیه‌ساز یا «CPU» واقعی ارتباط برقرار کنیم.

فعالیت

- نرم‌افزار «WPL SOFT» را بر روی رایانه نصب و منوهای آن را بررسی کنید.
- نرم‌افزار «ISP SOFT» را نصب و تفاوت آن را با «WPL SOFT» بررسی کنید.

فعالیت

یک سیستم کنترل پیشنهاد کنید که بتواند ۷۸ ورودی و ۴۵ خروجی دیجیتال را پوشش دهد. (مشخص کردن قطعات با کد سفارش الزامی است.)

PS ....

CPU ....

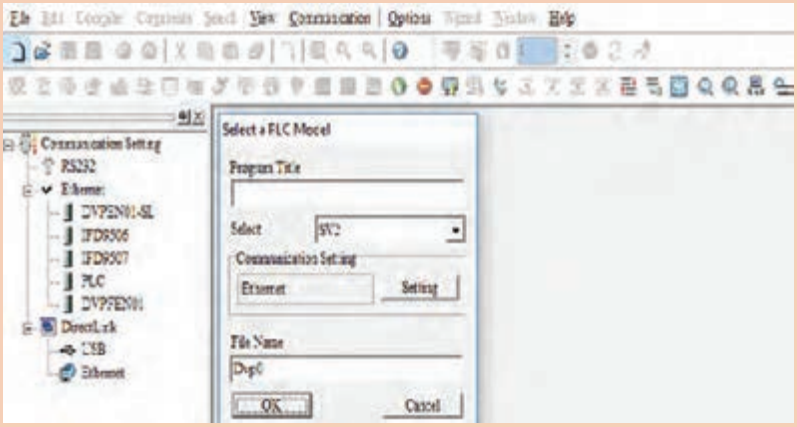
۱
۲
۳

فعالیت کارگاهی

نرم‌افزار «WPL» را اجرا کنید و مطابق دستورالعمل زیر یک مدار ساده را شبیه‌سازی کنید.

از منوی فایل یا از نوار ابزار، گزینهٔ «new» را انتخاب کنید، سپس مدل «CPU» مورد نیاز را تعیین کنید.

لازم به ذکر است اگر مدل مشخص نباشد یک مدل دلخواه تعیین کنید و پس از مشخص شدن «CPU»، آن را از منوی «options» گزینهٔ «change PLC type» به مدل موجود تغییر دهید.



بدانید

مدل انتخابی و آدرس «station» و تعداد «step»های قابل برنامه‌نویسی برای «CPU» در نوار پایین نرم‌افزار قابل مشاهده است.



در نوار ابزار بالایی، تمام اِلمان‌های مورد نیاز جهت برنامه‌نویسی وجود دارد.

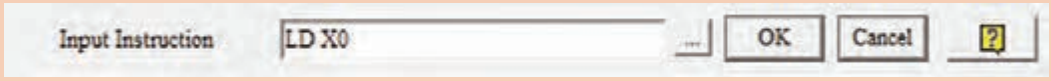


دستورات برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار به سه روش قابل استفاده است. برای مثال کنتاکت باز را به روش‌های زیر می‌توانیم وارد محیط برنامه‌نویسی کنیم:

۱ کلید میانبر F۱؛

۲ انتخاب کنتاکت باز در نوار ابزار و تعیین عملوند و آدرس؛

۳ تایپ دستور LD X۰.



فیلم

نصب نرم‌افزار «WPL SOFT»

دستور کنتاکتِ باز

این دستور برای استفاده از وضعیت عملوند آدرس داده شده در برنامه به‌کار می‌رود و به صورت یک بیت با دو وضعیت صفر یا یک است. عملوندهای قابل استفاده در این دستور عبارت‌اند از:

X بیت ورودی؛
Y بیت خروجی؛
M بیت حافظه؛
S بیت STEP؛
T تایمر؛
C کانتر.



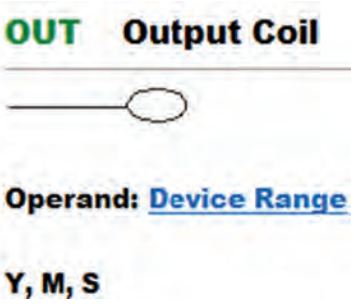
دستور کنتاکتِ بسته

این دستور برای استفاده از «NOT» وضعیت عملوند آدرس داده شده به‌کار می‌رود. عملوندهای قابل استفاده در این دستور مانند کنتاکت باز است.



دستور «OUT»

از این دستور برای اعمال نتیجه به عملوند مورد نظر استفاده می‌شود و همیشه به خطوط برنامهٔ قبل از دستور وابسته است و با تغییر وضعیت صفر به یک، عملوند مورد نظر مثل خروجی یک می‌شود و با صفر شدن وضعیت قبل از دستور عملوند نیز صفر می‌شود.

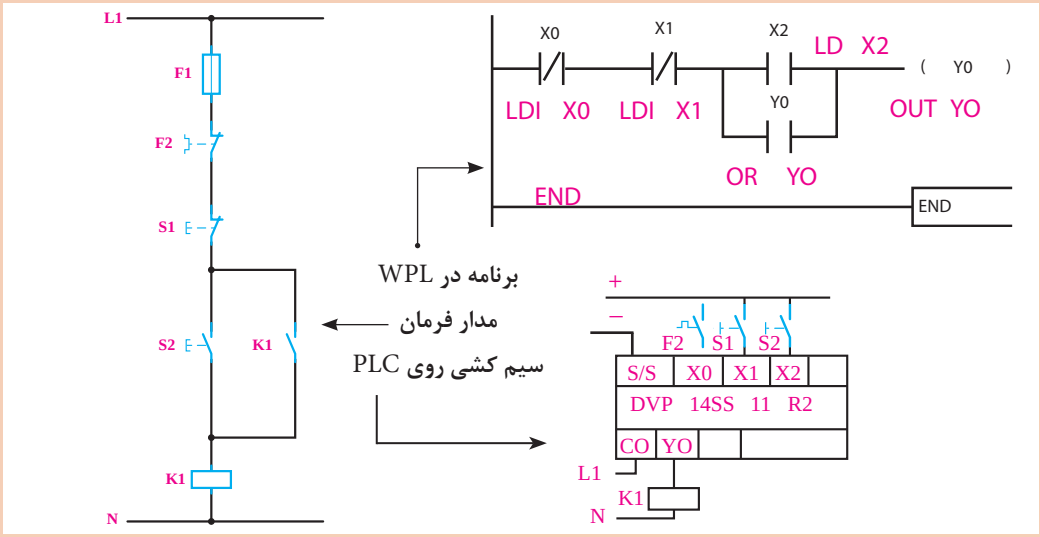


فیلم

فرایند انتخاب و برنامه‌نویسی در دلتا

فعالیت

برنامهٔ کنترل موتور از یک نقطه را بنویسید و آن را با شبیه‌ساز آزمایش کنید.



پس از اتمام برنامه‌نویسی آن را save کنید و مراحل زیر را به ترتیب اجرا کنید.

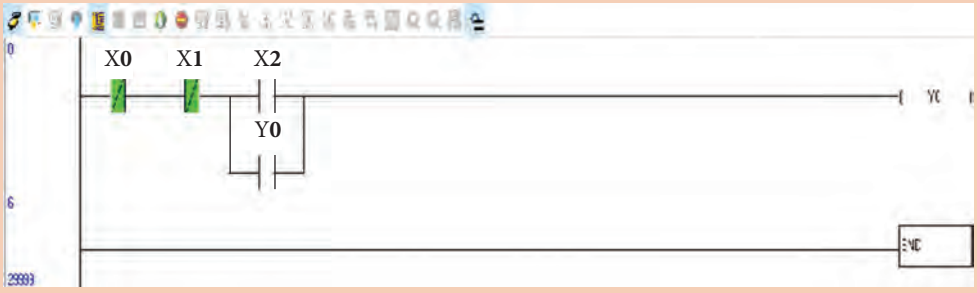
۱ شبیه‌ساز را باز کنید؛

۲ برنامه را دانلود کنید؛

۳ تست آنلاین را بزنید.



پس از اجرای آنلاین اگر «CPU» در وضعیت «STOP» بود لازم است به وضعیت «RUN» تبدیل شود.



جهت تست، کافی است هر اِلمانی را که باید تحریک شود انتخاب و موس را روی آن راست‌کلیک کنید. برای یک شدن گزینهٔ «SET ON» و برای صفر شدن گزینهٔ «SET OFF» را بزنید. لازم است تک به تک اِلمان‌های مورد نیاز جهت تست مانند استپ و استارت صفر و یک شوند.



فعالیت کارگاهی

مدارهای زیر را که در پودمان اول طرّاحی کردید همانند مثال انجام شده، برنامه‌نویسی و سپس آنلاین تست کنید.

۱ کنترل موتور از دو نقطه؛
۲ کنترل دو موتور یکی به جای دیگری؛
۳ کنترل موتور به‌صورت چپ‌گرد ـ راست‌گرد ساده.

فعالیت کارگاهی

مدارهای زیر را برنامه‌نویسی و به صورت واقعی اجرا کنید. سپس آنلاین تست کنید.

۱ کنترل دو موتور یکی پس از دیگری؛
۲ کنترل موتور به صورت چپگرد ـ راستگردِ سریع؛
۳ کنترل موتور ۵۰ اسب بخار (به صورت ستاره مثلث).

بدانید

زبان‌های برنامه‌نویسی در دلتا سه روش دارد که عبارت‌اند از:

۱ Ladder diagram (روش نردبانی)
۲ SFC Diagram mode (روش چارتی)
۳ Instruction List mode (روش عبارت کوتاه)



لازم به ذکر است در حال حاضر بیشتر از زبان «LAD» استفاده می‌شود ولی وقتی برنامه با یک زبان نوشته شود تبدیل برنامه در نرم‌افزار امکان‌پذیر است (در قسمت ابتدای نوارابزار تبدیل‌ها وجود دارد).

سمبُل‌نویسی «Symbol Table»

در برنامه‌های کنترل، که لازم است کار کنترلیِ گسترده انجام دهند، پس از الگوریتم‌نویسی برای ورودی‌ها و خروجی ها یک نام متناسب با پروژه، در قسمت «symbol table» وارد می‌کنیم و گزینهٔ «show symbol» را فعّال می‌کنیم. همچنین می‌توانیم برای هر اِلمان توضیح (comment) بنویسیم. این کار باعث می‌شود حین برنامه‌نویسی در انتخاب آدرس‌ها کمتر خطا شود. در نوار ابزار شکل زیر اِلمان‌های مربوط به فعّال‌سازی و ویرایش سمبُل و توضیحات مربوط به هر اِلمان برنامه مشخص شده است. لذا لازم است برنامه‌های نوشته شده، از این مبحث به بعد سمبُل‌نویسی و توضیح نیز داشته باشند.



فیلم

سمبل‌نویسی

فعالیت

برنامه‌ای برای کنترل موتور ۱۰۰ اسب بخار، به صورت چپ‌گرد ـ راست‌گرد، اجرا و برای ورودی و خروجی‌ها سمبُل‌گذاری کنید.
آیا می‌توانید ویژگی سمبُل‌گذاری را بیان کنید؟

بدانید

ساختار کلی دستورات در دلتا با فرمت زیر است و تعداد عملوندها در هر دستور متفاوت است.

	عملوند۲ S2	عملوند۱ S1	عملگر

عملگر
نوعی عمل منطقی است که باید انجام شود، مانند «SET» و «RESET» و توابع ریاضی مانند «ADD»

عملوند
آدرسی است که باید عمل منطقی روی آن صورت گیرد و متناسب با مبنای دستور و نوع اطلاعات متفاوت است. در دستورات بیتی از عملوندهای بیتی مثل Y و X و M استفاده می‌شود. در عملوندهای بقیهٔ مبناها از رجیستر D وE وF و برای اعداد ثابت در مبنای دسیمال از K استفاده می‌شود (مانند K10). برای اعداد در مبنای ۱۶ از فرمت H استفاده می‌شود (مانند H10).

پژوهش

هر تابع، عملگری است که بر روی تعدادی عملوند اثرگذار است. برای مثال اطلاعات مربوط به S1 در تابع ADD عبارت‌اند از:

S_1: K, H, K_NX, K_NY, K_NM, K_NS, T, C, D, E

تعیین کنید کاربرد هر کدام از دیتاها چه زمانی است؟

دستور «SET»

در برنامه‌هایی که از دستور «OUT» استفاده شده متوجه شدیم جهت فعّال ماندن نیاز به نگهدارنده داریم ولی در دستور «SET» وقتی مسیر یک شود محل مورد نظر نیز یک می‌شود و یک می‌ماند.

SET	S	S : Set device

Operand: Device Range

S : Y, M, S

دستور «RESET»

آدرس‌هایی که با دستور «SET» فعّال شده‌اند فعّال باقی خواهند ماند و جهت غیرفعّال شدن نیاز به «RESET» دارند.

RST	S	S : Reset device

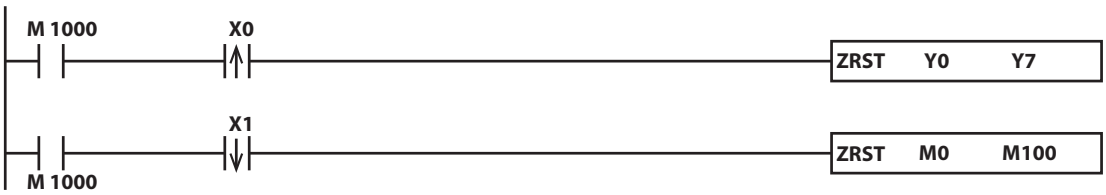
Operand: Device Range

S : Y, M, S, T, C, D, E, F

دستور «ZRST»

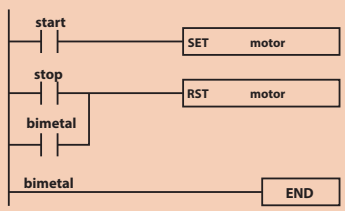
هرگاه بخواهیم تعداد زیادی عملوند Y و M را، که آدرس آنها به ترتیب است غیر فعّال کنیم به جای استفاده از دستور «RST» که یک بیت را غیر فعّال می‌کند و لازم است تعداد زیادی از این دستور نوشته شود از دستور «ZRST» استفاده می‌کنیم و با یک دستور کلیه عملوندها را غیرفعّال می‌کنیم.

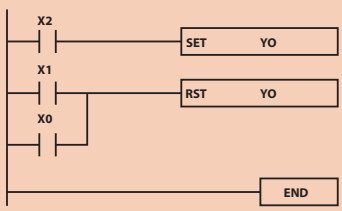
در دستور زیر با فعّال شدن X0 همزمان خروجی Y0 تا Y7 و حافظهٔ M0 تا M100 غیرفعّال می‌شود.



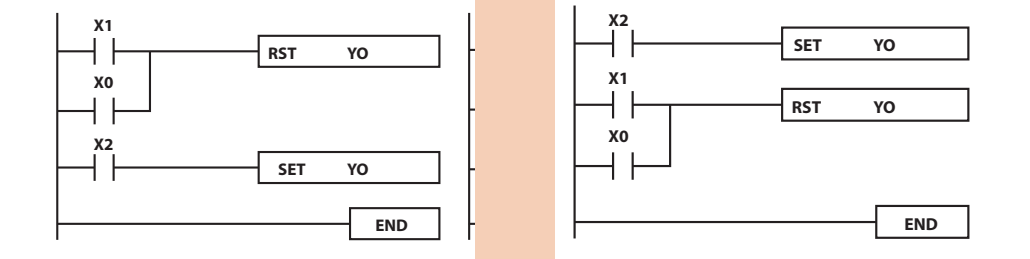
بدانید

- هر آدرس، مثلاً خروجی در طول برنامه می‌تواند چندین بار «SET» یا «RESET» شود. در صورتی که خروجی «OUT» فقط یک بار قابل استفاده است و نباید تکرار شود.
- برنامه کنترل موتور از یک نقطه توسط دستورات «SET , RESET» نوشته شده که در برنامه سمت چپِ سمبُل فعّال شده و در سمت راست سمبُل غیرفعّال است.





- در این برنامه با زدن استارت X2 موتور روشن می‌شود و روشن می‌ماند و با زدن استپ X1 یا عمل کردن بی متال X0 موتور خاموش می‌شود.
- در دو برنامهٔ زیر، برنامهٔ سمت راست «RESET» مقدّم است و برنامهٔ سمت چپ «SET» مقدّم است و معمولاً ما از برنامه «RESET» مقدّم استفاده می‌کنیم.
- اگر استارت و استپ را به‌طور هم‌زمان بزنیم در برنامه، «RESET» مقدّم، خروجی خاموش است ولی در برنامه «SET» مقدم خروجی روشن است زیرا «SET» است.



- اجرای برنامه در «PLC» خط به خط است یعنی خط اول خوانده و اجرا می‌شود، سپس خط دوم و به ترتیب ادامه می‌یابد تا به دستور «END» برسد و سیکل تکرار شود. به همین دلیل دستورات بعد بر دستورات قبل از خود اولویت دارند، زیرا دیرتر اجرا می‌شوند.

فیلم

برنامه‌نویسی با دستورات «SET , RESET»

فعالیت کارگاهی

مدارهای زیر را با روش «SET , RESET» برنامه‌نویسی کنید سپس آنلاین تست کنید و در پایان عملی انجام دهید. (حتماً سیم‌کشی انجام شود و کارها واقعی تست شوند)

۱ کنترل موتور از دو نقطه؛
۲ کنترل دو موتور یکی پس از دیگری؛
۳ کنترل موتور به صورت چپ‌گرد ـ راست‌گردِ سریع؛
۴ کنترل موتور ۵۰ اسب بخار (ستاره ـ مثلث).

دستور (عملگر) «LDP»

این دستور آشکارسازی لبهٔ بالارونده سیگنال است. مانند لحظهٔ وصل کلید که صفر به یک تبدیل می‌شود، در لحظهٔ وصل، یک پالس ۱۰۰ میلی ثانیه تولید و فرمان را به محل مورد نظر صادر می‌کند.

SET	S

S : Set device

Operand: Device Range

S : Y, M, S

دستور (عملگر) «LDF»

این دستور، آشکارسازی لبهٔ پایین روندهٔ سیگنال است. مانند لحظهٔ قطع کلید که به یک به صفر تبدیل می‌شود، در لحظهٔ قطع، یک پالس ۱۰۰ میلی‌ثانیه تولید و فرمان را به محل مورد نظر صادر می‌کند.

RST	S

S : Reset device

Operand: Device Range

S : Y, M, S, T, C, D, E, F

بدانید



در این برنامه، لحظهٔ وصل X0، خروجی Y0 روشن می‌شود ولی در لحظهٔ تحریک X1 هیچ اتفاقی نمی‌افتد بلکه در لحظهٔ قطع X1، خروجی Y0 قطع می‌شود.

فیلم

کاربری «LDP» و «LDF»

فعالیت کارگاهی

کاربرد دستور «LDP» و دستور «LDF» را بررسی کنید و در مدار راه‌اندازی موتور ۱۰۰ اسب بخار چپ‌گرد ـ راست‌گرد، استارت‌های شروع را با دستور LDP اجرا و سپس بررسی کنید کدام روش درست است (استارت با لبه یا بدون لبه)

فعالیت کارگاهی

برنامه‌ای بنویسید که لحظهٔ تحریکِ استارت، موتور «ستاره» و با قطع شدنِ استارت، «مثلث» شود.

بدانید

M در دلتا حافظهٔ بیتی هستند و با شمارهٔ M0 و M1 و... است که جهت ذخیرهٔ مقادیر میانی از آنها به صورت بیتی استفاده می‌شود.

D در دلتا حافظهٔ ۱۶ بیتی هستند که جهت ذخیره اعداد و اطلاعات از ۸ بیت، ۱۶بیت و ۳۲ بیت استفاده می‌شود و با شمارهٔ D0 و D1 و... هستند.

یادآوری می‌شود که M , D در دلتا سه نوع هستند:

۱ ناپایدار (GENERAL)؛

۲ پایدار (LATCH)؛

۳ مخصوص (SPECIAL).

فعالیت

کاربرد M چیست ؟
وضعیت حافظه از M0 تا M4095 را بررسی کنید و کاربرد هر محدوده را بنویسید.
کاربرد رجیستر D چیست ؟
وضعیت رجیستر از D0 تا D4999 را بررسی کنید و کاربرد هر محدوده را بنویسید.

تایمر «Timer»

از تایمر جهت زمان‌سنجی استفاده می‌شود. در مدارهای اتوماتیک و جاهایی که لازم است پس از سپری شدن زمان، فرمان به یک محل صادر شود از تایمر استفاده می‌شود.
لازم به ذکر است تمام تایمرها در دلتا از نوع «on delay timer» هستند و پلهٔ زمانی مشخصی دارند. برای تعریف زمان لازم است پلهٔ زمانی را بدانیم و بدین منظور باید به کاتالوگ «CPU» مورد نظر مراجعه کنیم.
طبق فرم زیر تایمرهای T0 تا T199 با پلهٔ زمانی 100ms و T200 تا T245 با پلهٔ زمانی 10ms و T246 تا T249 با پلهٔ زمانی 1ms است.

Timer	100 ms	T0~T199, 200 points (*1)	total 256 points	When the timer that set by TMR command reaches the preset value. the T contact with the same number will be on.
		T192~T199 for Subroutine		
		T250~T255, 6 points Accumulative (*4)		
	10 ms	T200~T239, 40 points (*2)		
		T240~T245, 6 points Accumulative (*4)		
	1 ms	T246~T249, 6 points Accumulative (*4)		

دستور تایمر، به فرم روبه‌روست.

TMR	S_1	S_2

S_1 : Timer number
S_2 : set value

S_1 شمارهٔ تایمر است. که در نوع 100ms از T0 تا T199 است. S_2 عدد تنظیم مقدار زمان تایمر است برای محاسبهٔ زمان واقعی تایمر.

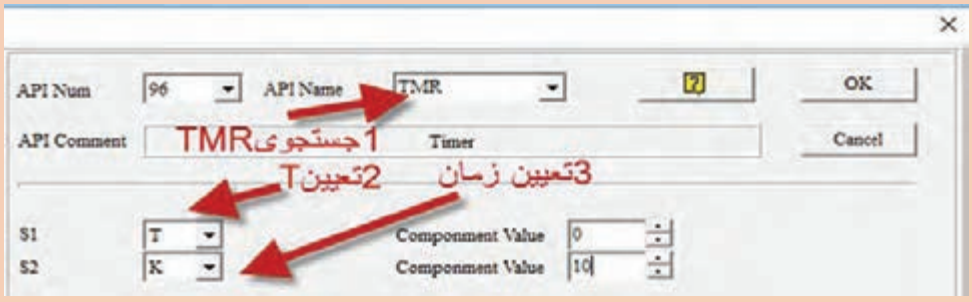
Operand: Device Range
S_1 : T
S_2 : K.D

زمان واقعی تایمر = عدد تنظیم(S2) × پلهٔ زمانی متناسب با شمارهٔ تایمر

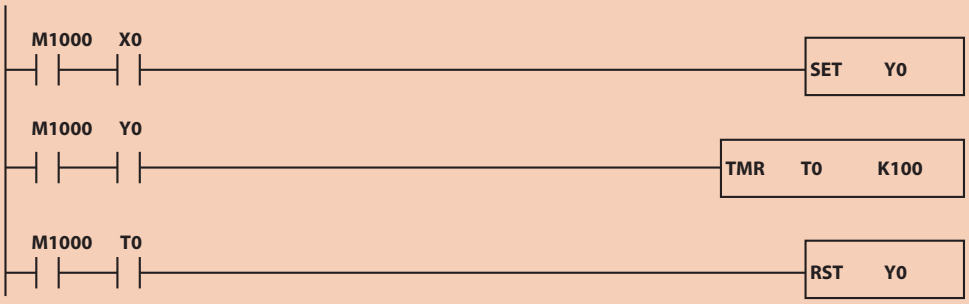
مثلاً برای تایمر T0، که قرار است ۱۰ ثانیه کار کند، عدد تنظیمی (S2) را K100 تعریف می‌کنیم و در صورت نیاز به زمان متغیر در قسمتِ عددِ تنظیمی، از رجیستر «D» استفاده می‌شود (مثلاً D0).

بدانید

دستور تایمر علاوه بر تایپ TMR T0 K10 ، می تواند از طریق تابع میانبر F6 یا از نوار ابزار اجرا شود.
برای استفاده از F6 یا نوار ابزار به شکل زیر عمل می‌کنیم.



در برنامهٔ زیر وقتی X۰ تحریک شود خروجی Y۰ روشن و تایمر زمان ۱۰ ثانیه را سپری می‌کند سپس Y۰ خاموش می‌شود.



فیلم

آموزش برنامه‌نویسی با تایمر

فعالیت کارگاهی

مدارهای زیر را اجرا کنید. زمان‌های ذکر نشده دلخواه هستند.

۱ کنترل دو موتور به صورت یکی پس از دیگری اتوماتیک؛

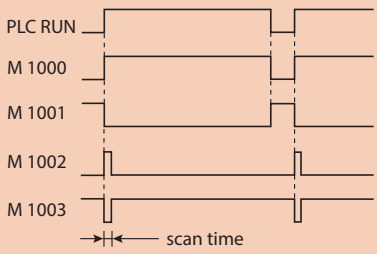
۲ کنترل دو موتور به صورت یکی به جای دیگری اتوماتیک؛

۳ کنترل موتور ستاره مثلث اتوماتیک؛

۴ برنامه‌ای بنویسید که با زدن استارت، موتور ۱ روشن و بعد از ۱۰ثانیه موتور ۲ روشن و بعد از یک ساعت، کل مدار قطع شود.

بدانید

- M1000 با «RUN» شدن «CPU» یک می‌شود؛ بنابراین معمولاً در ابتدای هر خط از آن استفاده می‌شود.
- M1001 با «STOP» شدن «CPU» یک می‌شود.



کانتر یا شمارنده «Counter»

از کانتر جهت شمارش، استفاده می‌شود. مانند شمارش قطعات در خطوط تولید، شمارش قطعات ورودی و خروجی انبار، شمارش ماشین در پارکینگ‌ها و...

C	**Counter**	16-bit count up	C0~C95, 96 points (*1)	total 256 points	When the counter that set by CNT command reaches the preset value, the C contact with the same number will be on.
			C96~C199, 104 points (*3)		
		32-bit count up	C200~C215, 16 points (*1)		
			C216~C234, 19 points (*3)		
		32-bit high-speed count up/down	C235~C245, 1 phase 1 input, 9 points (*3)		
			C246~C250, 1 phase 2 input, 3 points (*3)		
			C251~C254, 2 phase 2 input, 3 points (*3)		

در مدل دلتا سه نوع کانتر در اختیار شماست:
۱ـ کانتر ۱۶ بیتی که همه از نوع بالا شمار هستند (C0 تا C199)؛
۲ـ کانتر ۳۲ بیتی که براساس نیاز، به کمک حافظه می‌تواند بالا شمار یا پایین شمار شود (C200 تا C234)؛
۳ـ کانتر ۳۲ بیتی برای شمارش سریع از نوع بالا و پایین شمار که کاربرد فراوانی در خطوط تولید دارد مانند شمارش پالس‌های انکودر.

۱ـ کانتر ۱۶ بیتی



فقط بالاشمار است و در خطوط تولید برای شمارش قطعات و بسته‌بندی کاربرد دارد. محدودهٔ قابل شمارش توسط آنها تا ۳۲۷۶۷ است و فرمت دستور آن به شکل روبه‌رو است:

اگر عدد شمارش شده توسط کانتر برابر با عدد تعریف شده در S2 باشد کانتر فعّال می‌شود و می‌توانیم از کنتاکت آن برای فرمان استفاده کنیم.

فیلم

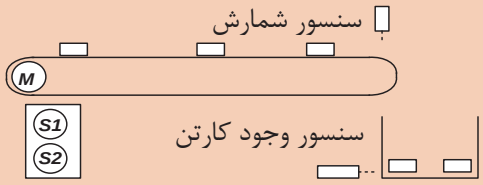
آموزش برنامه‌نویسی با شمارنده

فعالیت

برنامه‌ای بنویسید که با زدن استارت، موتور روشن و با زدن استپ، موتور خاموش شود. اگر موتور بیش از ده مرتبه خاموش و روشن شد کل مدار خاموش شود و دیگر استارت نشود.

فعالیت

برنامهٔ کنترلِ بخشی از خط تولید را به نحوی بنویسید که با زدن «S1» با شرط وجود کارتن، تسمهٔ نقاله شروع به کار کند و قطعات را انتقال دهد. قطعات شمارش شوند و اگر تعداد به ۱۰ رسید تسمه متوقف شود تا کارتن برداشته شود و با گذاشتن کارتن بعدی، مجدد ادامه دهد و این روند ادامه یابد تا وقتی که سیستم استپ (S2) شود.



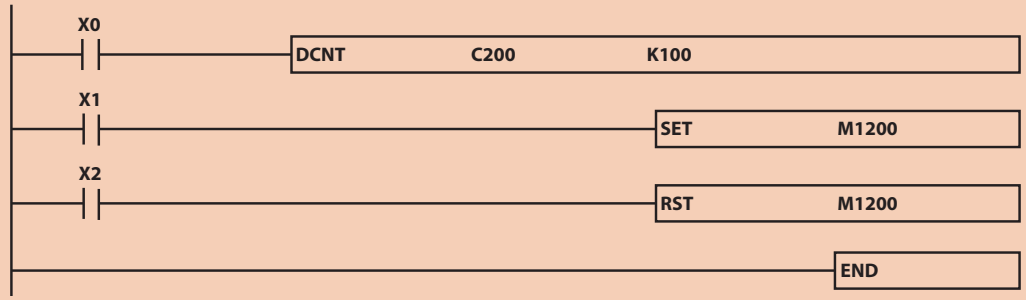
۲ـ کانتر ۳۲ بیتی

این کانتر قادر است براساس نیاز، بالا یا پایین شمار باشد و به این منظور برای هر کانتر یک حافظهٔ خاص در نظر گرفته شده است، مانند M1200 برای C200 و M1201 برای C201 تا M1234 برای C234. اگر حافظهٔ مربوطه غیرفعّال باشد، کانتر بالاشمار و اگر فعّال شود کانتر پایین شمار می‌شود. فُرمت برنامه‌نویسی کانتر ۳۲بیتی به یکی از دو فرم زیر است.

DCNT C200 K…
DCNT C200 D…

بدانید

با تحریک X۰ کانتر «C200» شمارش می‌کند ولی باتحریک X1 و X2 شمارش متفاوت خواهد شد. وقتی X1 تحریک شود حافظهٔ «M1200 » فعّال می‌شود وکانتر پایین شمار می‌شود و با تحریک X2 حافظهٔ «M1200 » غیرفعّال می‌گردد و کانتر بالا شمار عمل می‌کند.



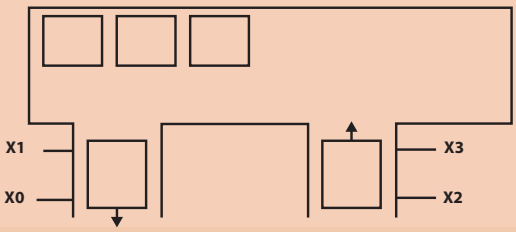
فعالیت

برنامهٔ کنترل پارکینگ را به صورت زیر بنویسید.

- ظرفیت پارکینگ ۱۰۰ خودرو، تعیین شده است. با ورود خودرو، از ظرفیت کم و با خروج آن، به ظرفیت اضافه شود و ظرفیت موجود مشخص شود.

X3, X2 حسگر مسیر ورودی

X1, X0 حسگر مسیر خروجی



مقایسه‌گر «comparator»

در برنامه‌نویسی گاهی نیاز است که مقداری را با مقداری دیگر مقایسه کنیم. برای مثال اگر تعداد محصولی که تولید کردیم (از جلوی حسگر عبور کرده است) بیشتر از یک مقدار مشخص شد، می‌خواهیم دستگاه خاموش شود و آلارم مخصوص سرویس و نگهداری به صدا در آید. یا اگر مقدار دمای محیط از دمایی که ما تعیین کردیم بیشتر یا کمتر یا مساوی بود، می‌خواهیم خروجی متناسب با آن وضعیت فعّال شود. در این مواقع می‌توان با استفاده از دستورات مقایسه‌کننده این کار را انجام داد.

توجّه داشته باشید در هنگام محاسبات ریاضی لازم است دو مقدار دارای مبنای مشترک باشند. اگر مبناها یکسان نباشند لازم است مقادیر با مبنای متفاوت توسط مبدل‌ها به مبنای مورد نظر تبدیل شوند.

- برای برنامه‌نویسی در «PLC»های دلتا انواع مقایسه‌کننده‌هایی که می‌توان برای راحتی کار از آنها استفاده کرد، موجود است.
- دستورات مقایسه‌ای بر پایهٔ «LD»:

این دستور انواع مختلفی دارد و به شکل‌های زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱ـ اعداد صحیح ۱۶ بیتی integer

=LD و <LD و >LD و <>LD و =<LD و =>LD

۲ـ اعداد صحیح ۳۲ بیتی Doble integer

=DLD و <DLD و >DLD و <>DLD و =<DLD و =>DLD

۳ـ اعداد اعشاری (float) Real

=FLD و <FLD و >FLD و <>FLD و =<FLD و =>FLD

فرمت کلی دستور مقایسه کننده‌ها به شکل زیر است.

API 224~230 LD* Contact Comparison

LD*	S1	S2

S_1 : Data source device 1

S_2 : Data source device 2

Operand: Device Range

S_1 : K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F

S_2 : K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F

S1 مقدار خوانده شده از اِلمان اول است، مثل کانتر یا D و...

S2 مقدار خوانده شده از اِلمان دوم است، مثل کانتر یا D یا عدد ثابت و...

در مقایسه کننده مقدار S1 با S2 مقایسه شده و در صورتی که شرط مقایسه برقرار باشد خروجیِ مقایسه‌کننده، فعّال می‌شود و به محل عملوند مورد نظر بعد از فرمان اعمال می‌گردد.

- برای مثال، اِلمانِ اول می‌تواند مقدار خوانده شده از حسگر دما و اِلمان دوم یک عدد ثابت باشد یعنی دما با یک مقدار ثابت مقایسه شود.
- یا اِلمان اول می‌تواند مقدار حسگرِ دما و اِلمان دوم دمای تعیین شده از«HMI» باشد که با رجیستر D از «HMI» به «CPU» اعمال می‌شود و...

بدانید

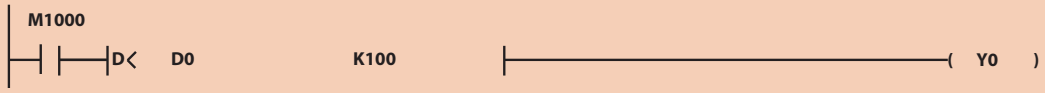
در خط برنامه، با فعّال شدن شرط اجرای دستور مقایسهٔ X0 زیر اگر مقدار D0 از عدد ۱۰ بیشتر شود خروجی Y0 فعّال می‌گردد تا زمانی که مقدار D0 از ۱۰ کمتر و Y0 غیرفعّال شود.



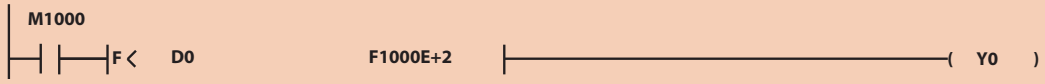
بدانید



این خط دستور مقایسهٔ ۱۶ بیتی اعداد صحیح است که اطلاعات D0 را با عدد 100 مقایسه می‌کند و اگر D0 از 100 کمتر شد Y0 روشن می‌شود.



این خط دستور مقایسهٔ ۳۲ بیتی اعداد صحیح است که اطلاعات D0 را با عدد 100 مقایسه می‌کند و اگر D0 از 100 کمتر شد Y0 روشن می‌شود.



این خط دستور مقایسهٔ ۳۲ بیتی اعداد اعشاری است که اطلاعات D0 را با عدد 100.0 که عدد اعشاری است مقایسه می‌کند و اگر D0 از 100 کمتر شد Y0 روشن می‌شود.

بدانید

با دستور «INC» و «DEC» می‌توانیم کار شمارش را انجام دهیم. برای درک بهتر این دستور به مثال ترکیبی زیر توجه کنید:

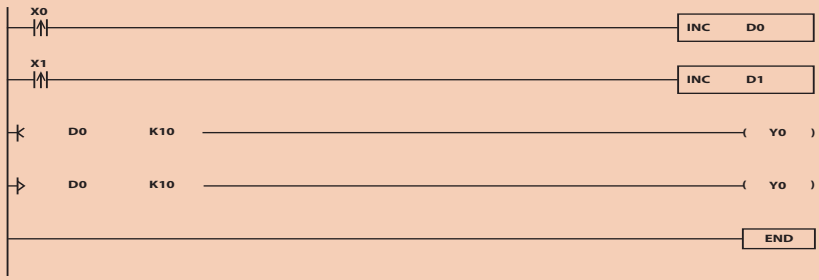
پارکینگی را در نظر بگیرید، که برای ۱۰ خودرو ظرفیت دارد و در ورودی پارکینگ حسگر X0 تعبیه شده است تا تعداد خودروهای ورودی را بشمارد.

در خروجی پارکینگ نیز حسگر X1 تعبیه شده است تا تعداد خودروهای خروجی را بشمارد. تعداد خودروی باقی مانده در پارکینگ توسط دستورات مقایسه‌کننده مقایسه می‌شود و خروجی متناسب فعّال می‌گردد.

الف) در صورتی که تعداد خودرو در پارکینگ، از ۱۰ خودرو کمتر باشد خروجی Y0، که به تابلوی «وارد شوید» متصل است فعّال می‌شود.

ب) در صورتی که تعداد خودرو در پارکینگ، بیشتر یا مساوی ۱۰ خودرو باشد خروجی Y1 که به تابلوی «ظرفیت تکمیل است» متصل است فعّال می‌شود.

در این مثال، D0 ظرفیت پارکینگ است.

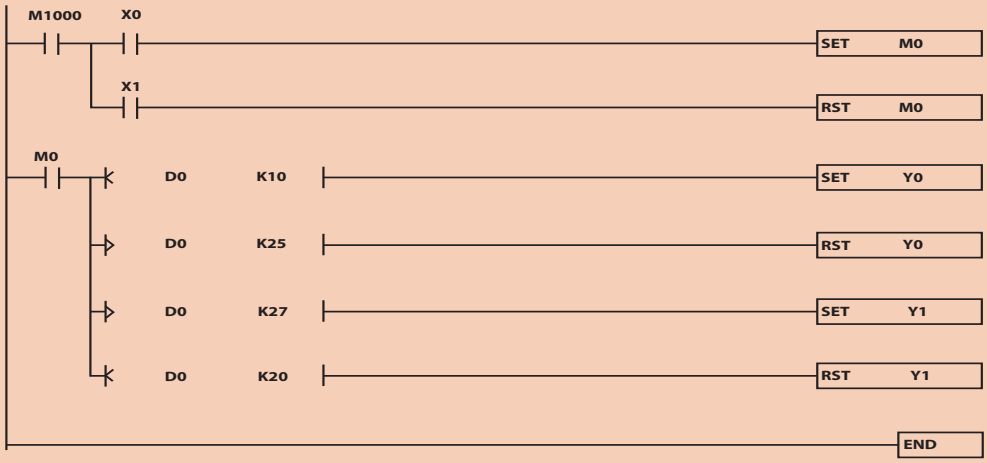


فیلم

آموزش برنامه‌نویسی با مقایسه‌گر

فعالیت

عملکرد برنامهٔ زیر را با کمک هنرآموز بررسی و آن را در شبیه‌ساز تست و کاربرد آن را نیز مشخص کنید.



برای تست شبیه‌ساز در محیط برنامه، لازم است به رجیستر مقداردهی کنیم. نحوهٔ مقداردهی پس از فعّال کردن سیمولاتور، به صورت زیر است.



فعالیت

فرض کنید دمای یک کوره در رجیستر D۰ ذخیره می‌شود. برنامه‌ای بنویسید که متناسب با تغییر دمای کوره به صورت زیر عمل کند:

۱ اگر دما کوچک‌تر از ۱۰۰ شد ۳ مشعل روشن شود؛
۲ اگر دما بزرگ‌تر از ۱۰۰ وکوچک‌تر از ۲۰۰ شد ۲ مشعل روشن شود؛
۳ اگر دما بزرگ‌تر از ۲۰۰ وکوچک‌تر از ۳۰۰ شد ۱ مشعل روشن شود؛
۴ اگر دما بزرگ‌تر از ۳۰۰ وکوچک‌تر از ۳۵۰ شد ۳ مشعل خاموش شود؛
۵ و اگر دما بزرگ‌تر از ۴۰۰ شد سیستم خنک‌کننده روشن شود.

بدانید

علاوه بر دستور «LD» برای مقایسه‌کننده‌ها دستور «CMP» نیز وجود دارد.
نتیجهٔ دستور «LD» به صورت بیتی است که بعد از دستور می‌تواند فرمان لازم را صادر کند.

LD*	S1	S2

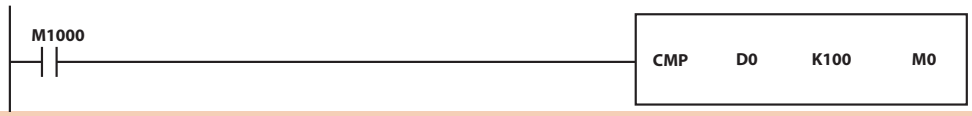
S_1 : Data source device 1 value
S_2 : Data source device 2 in value

ولی دستور «CMP» دو مقدار عملوند S1 و S2 را با هم مقایسه می‌کند و نتیجهٔ آن در عملوند D، سه حالت ایجاد می‌کند. بنابراین هر آدرسی برای آن تعیین شود دو بیت بعدی نیز استفاده می‌شود. مثلاً اگر M0 معرفی شود M1 و M2 نیز اِشغال می‌شود. بنابراین در ادامه از M3 به بعد می‌توانیم استفاده کنیم.

CMP	S1	S2	D

S_1 First comparison value
S_2 Second comparison value
D Comparison result

اگر D0<K100 بود، M0 فعّال می‌شود؛
اگر D0=K100 بود، M1 فعّال می‌شود؛
اگر D0>K100 بود، M2 فعّال می‌شود.



دستور «MOV»

از این تابع برای انتقال اطلاعات (بارگذاری و انتقال) استفاده می‌شود و زمانی که لازم باشد اطلاعات یک رجیستر یا یک عدد ثابت را به رجیستر دیگری منتقل کنیم کاربرد دارد. فرمت تابع به شکل روبه‌رو است:

MOV	S	D

S : Data source
D : Data destination

Operand: Device Range

S : K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F
D : KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F

فیلم

آموزش برنامه‌نویسی «MOV»

فعالیت

با تحریک X0 در چهار خط برنامهٔ زیر چه اتفاقی می‌افتد و تفاوت آنها در چیست؟

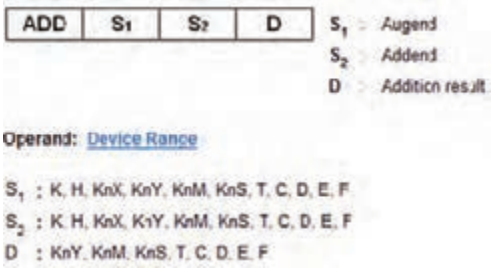


توابع ریاضی

توابع و دستورات پر کاربرد محاسبه ریاضی مانند ADD و SUB وDiv و Mul و... نیز همانند دستور Mov و دستور مقایسه‌کننده برای هر سه مبنا وجود دارد و هرگاه لازم باشد روی دو دیتا (data) عملیات ریاضی انجام شود باید دقت شود که دارای مبنای مشترک باشند. برای مثال هر دو دیتا از نوع اعشاری باشند.

۱ـ دستور «ADD»

برای جمع دو دیتای اعداد صحیح، از نوع ۱۶ بیتی استفاده می‌شود و حاصل را می‌تواند در رجیستر ذخیره کند:



S_1 مقدار دیتای اول
S_2 مقدار دیتای دوم
D حاصل جمع ذخیره شده در رجیستر

$D = S_1 + S_2$

۲ـ دستور «SUB»

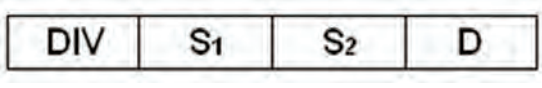
برای تفریق دو دیتای اعداد صحیح، از نوع ۱۶ بیتی استفاده می‌شود و حاصل را در رجیستر می‌تواند ذخیره کند.



$D = S_1 - S_2$

۳ـ دستور «DIV»

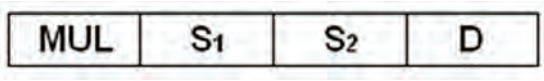
برای تقسیم دو دیتای اعداد صحیح، از نوع ۱۶ بیتی استفاده می‌شود و حاصل را در رجیستر می‌تواند ذخیره کند.



$D = S_1 / S_2$

۴ـ دستور «MUL»

برای ضرب دو دیتای اعداد صحیح، از نوع ۱۶ بیتی استفاده می‌شود و حاصل را در رجیستر می‌تواند ذخیره کند.



$D = S_1 \times S_2$

فیلم

آموزش توابع ریاضی

فعالیت کارگاهی

تفاوت دستور «Add» با دستور «Dadd» و دستور «Daddr» در چیست؟
این تفاوت در بقیه دستورات ریاضی نیز بررسی شود.
در محیط نرم‌افزار، توابع ریاضی زیر را برنامه‌نویسی و جواب به‌دست آمده را تعیین کنید.
آیا جواب به‌دست آمده با جواب ماشین حساب مطابقت دارد؟

$$F_1 = \frac{۴۵ \times ۱۴}{۲} \qquad F_2 = \frac{۴۵ \times ۱۴}{۳} + ۳ - ۴/۲$$

برنامه‌ای بنویسید که با تحریک X0 حالت‌های زیر ایجاد شود؟
در برنامه‌نویسی فقط از اعداد هگزا دسیمال استفاده شود:

۱ با تحریک X0 تعداد ۸ خروجی هم‌زمان روشن شود؛
۲ با تحریک X1 از ۸ خروجی به‌صورت یک در میان بیت‌های زوج روشن شود؛
۳ با تحریک X1 از ۸ خروجی به‌صورت یک در میان بیت‌های فرد روشن شود؛
۴ با تحریک X2 تعداد ۸ خروجی غیر فعّال شوند.

برنامه‌نویسی سازمان یافته

برنامه‌هایی که تا قبل از این مبحث نوشته شده از نوع برنامه‌نویسی خطی[۱] است. لازم است کل برنامهٔ کنترل در «Main» نوشته شود و در حین اجرا، برنامه خط به خط اجرا گردد. حتی اگر دستور یا خطی در یک سیکل نیاز نباشد، «CPU» مجبور به اجرای دستور است. این کار باعث می‌شود تعداد خط‌های برنامه برای «CPU» حین اجرا زیاد باشد که در برنامه‌های سنگین ممکن است «CPU» از نظر «CYCLE TIME» دچار مشکل شود. بنابراین گاهی اوقات مجبور به تعویض و استفاده از «CPU» با سرعت پردازش بالاتر می‌شویم. این راه اصولی نیست و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه نیست. به همین دلیل از برنامه‌نویسی سازمان یافته استفاده می‌کنیم. در این روش، برنامه‌نویسی شامل یک Main و یک سری زیر برنامه[۲] است و می‌توان هر زیربرنامه را (Subroutine) به‌صورت شرطی یا غیرشرطی اجرا کرد.

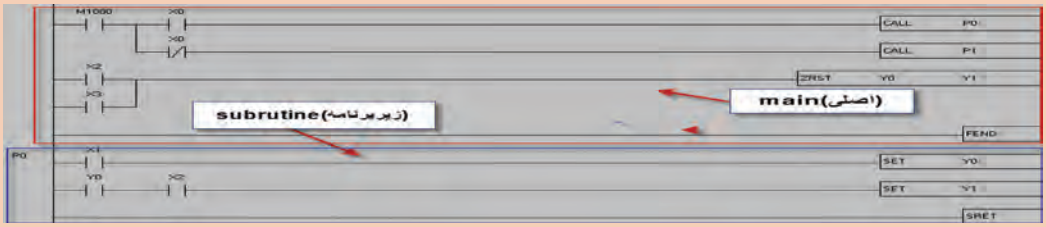
۱ـ Linear Program

۲ـ Subroutine

این کار باعث می‌شود همیشه «CPU» فقط با قسمتی از برنامه درگیر باشد و زمان «scan time» کاهش یابد. همچنین می‌توانیم از «CPU»هایی که سرعت پردازش کمتری دارند برای کنترل‌های وسیع نیز استفاده نماییم، به همین دلیل از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر خواهد شد. تعداد زیربرنامه‌ها بستگی به مدل «CPU» دارد بنابراین لازم است قبل از برنامه‌نویسی سازمان یافته، کاتالوگ «CPU» بررسی شود و تعداد زیربرنامه‌های قابل اجرا برای «CPU» شناسایی گردد.

بدانید

زیربرنامه‌ها (Subroutine) با P نام‌گذاری می‌شوند و از آنها برای فراخوانی از دستور «CALL» استفاده می‌شود و لازم است پایان هر زیر برنامه و برنامه اصلی تعیین شود.



با فعّال شدن X0 زیر برنامه P0 اجرا می‌شود و با غیرفعّال بودن X0 زیربرنامهٔ P1 اجرا می‌شود.

- «RESET» اصلی بهتر است در برنامهٔ «MAIN» نوشته شود.
- پایان «MAIN» با «FEND» تعیین می‌شود.
- پایان هر زیربرنامه باید با «SRET» تعیین شود.

فیلم

نحوه استفاده از برنامه‌نویسی سازمان یافته

فعالیت کارگاهی

با استفاده از برنامه‌نویسی سازمان‌یافته برنامهٔ کنترل به شرح زیر بنویسید (تمام نکات ایمنی لحاظ شود). دستگاه دارای یک کلید انتخاب ۲ـ۰ـ۱ است.

- اگر کلید انتخاب در وضعیت ۱ باشد، با زدن استارتِ ۱، موتورِ ۱ روشن و بعد از ۱۰ ثانیه موتورِ ۲ روشن و بعد از ۲۰ ثانیه مدار خاموش شود.
- اگر کلید انتخاب در وضعیت ۲ باشد، با زدن استارتِ ۱، موتور ۱ روشن و با زدن استارت ۲ موتور ۲ روشن شود و با زدن استپ کل مدار قطع شود.

ورودی آنالوگ

هرگاه لازم باشد کمیّت‌ها مانند نیرو، دما، فشار، وزن و... به‌صورت پیوسته کنترل شوند، از ورودی آنالوگ استفاده می‌شود، به این صورت که توسط حسگرها کمیت اندازه‌گیری شده به یک کمیت الکتریکی استاندارد تبدیل می‌شود و به ورودی آنالوگ «PLC» ارسال می‌شود.



خروجی ترانسدیوسر ممکن است یکی از کمیت‌های الکتریکی زیر باشد:

- ولتاژ Voltage
- جریان Current
- مقاومت Resistance
- خازن capacitance
- فرکانس Frequency

مهم‌ترین کمیت‌هایی که به‌وسیله ترانسدیوسرها اندازه‌گیری می‌شوند عبارت‌اند از:

- موقعیت Position
- نیرو Force
- سرعت Velocity
- شتاب Acceleration
- فشار Pressur
- سطح Level
- دبی Flow
- دما Temperature

ورودی آنالوگ در دلتا به دو صورت است:

۱ـ ترمینال‌های ورودی آنالوگ موجود در «CPU» که از نوع ولتاژی و جریانی است.

۲ـ کارت ورودی آنالوگ که به مجموعهٔ «CPU» اضافه می‌شود و متناسب با نیاز، جهت سیستم کنترل می‌توان انواع مختلفی را انتخاب و به مجموعه اضافه کرد. مانند:

DVP 04AD ـ DVP06AD – DVP 04PT – DVP 04TC

فیلم

نحوه نوشتن برنامه به‌صورت آنالوگ

۱ـ ترمینال‌های ورودی آنالوگ موجود در «CPU» :

هر کانال ورودی آنالوگ روی «CPU» دارای انواع ولتاژ و جریان است و بر اساس نیاز می‌توانیم از هر کانال، نوع ولتاژ یا جریان آن را مورد استفاده قرار دهیم.

برای هر کانال یک رجیستر مخصوص وجود دارد که مقدار تغییرات حسگر متصل شده به آن در رجیستر مربوطه ذخیره می‌شود. رجیستر مربوط به هر کانال مشخص است:

- D1110 مربوط به مقدار میانگین کانال اول؛
- D1111 مربوط به مقدار میانگین کانال دوم؛
- D1118 زمان نمونه برداری برحسب ms؛
- D1056 مقدار لحظه به لحظهٔ کانال اول؛
- D1057 مقدار لحظه به لحظهٔ کانال دوم.

بدانید

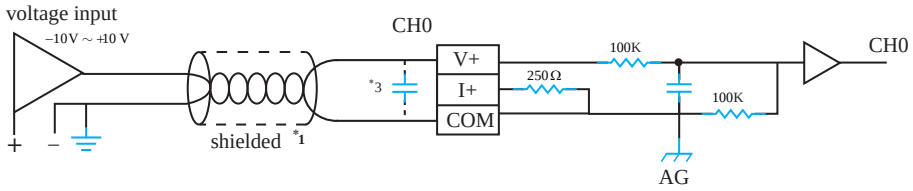
- «CPU 10sx» دارای دو کانال ورودی و دوکانال خروجی آنالوگ روی «CPU» است.
- «CPU 20ex» دارای چهار کانال ورودی و دو کانال خروجی آنالوگ روی «CPU» است.
- مقادیر میانگین در مواردی که تغییرات زیاد است به‌کار می‌رود، مانند سطح آب که ممکن است در حین پر شدن، نوسان زیادی داشته باشد، می‌توانیم در یک زمان مشخص میانگین بگیریم.
- مقدار لحظه به لحظه را در مواقعی که بخواهیم همهٔ تغییرات در هر لحظه اندازه‌گیری شود، مورد استفاده قرار می‌دهیم.
- اگر سیم‌کشی کانال درست انجام شود در این صورت مثلاً در کانال 1 چنانچه مقدار میانگین لازم باشد کافی است D1110 و چنانچه مقدار لحظه به لحظه مورد نیاز باشد D1056 را در برنامه استفاده کنیم.

فعالیت

کارت‌های آنالوگ را از نظر مشخصات بررسی کنید. همچنین روش سیم‌کشی یک کانال در هر کارت را متناسب با نوع آن معلوم کنید.

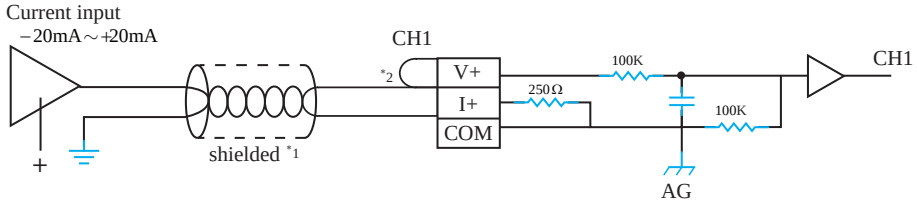
الف) ورودی آنالوگ از نوع ولتاژ

معمولاً حسگرهایی که خروجی استاندارد 0ـ10VDC یا ±10VDC و... دارند به ترمینال COM و V0+ وصل می‌کنیم. (COM به منفی و V+ به برگشت حسگر)



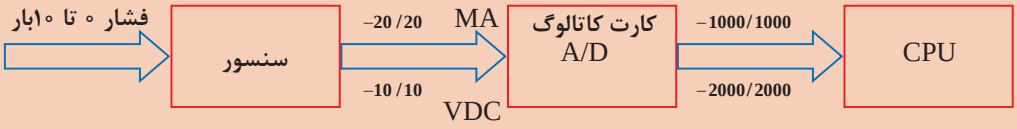
ب) ورودی آنالوگ از نوع جریان

معمولاً حسگرهایی که خروجی استاندارد 0ـ20mA یا ±20mA و 4ـ20mA دارند به ترمینال «COM، I+ و V+» وصل می‌کنیم. (COM به منفی، I+ و V+ به هم متصل شده و به برگشت حسگر متصل می‌شود). معمولاً سیگنال جریان 4ـ20mA در صنعت بیشترین کاربرد را دارد.



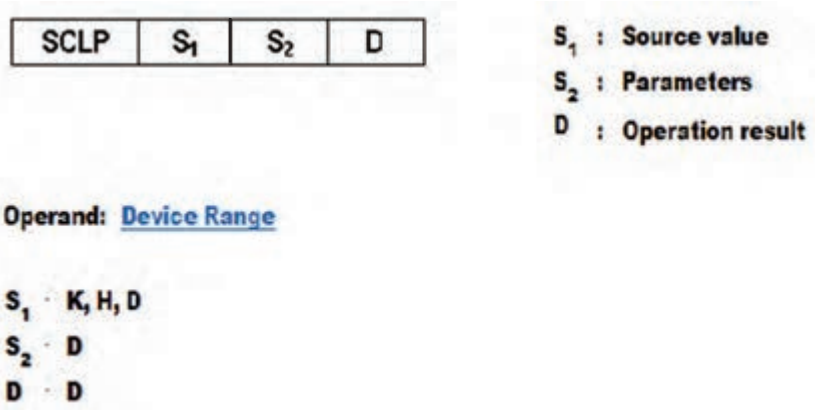
بدانید

خروجی حسگر که مثلاً ۱۰VDC± است، در ورودی آنالوگ به دیجیتال تبدیل می‌شود، که با بررسی کاتالوگ، عدد ۱۰- تا ۱۰+ ولت در کارت به عدد ۲۰۰۰- تا ۲۰۰۰+ تبدیل و در «CPU» اعمال می‌شود که برنامه‌نویسی و معادل‌سازی آن کار نسبتاً طاقت فرسایی است. برای مثال فشار یک مخزن که بین ۰ تا ۱۰ بار است، عدد ۲۰۰۰ـ۰ در رجیستر تعیین شده «CPU» قرار می‌گیرد که باید بتوان عدد خوانده شده در رجیستر را به رِنج ۱۰ـ۰ تبدیل نمود.اصطلاحاً به این عمل «scale» گفته می‌شود. بنابراین لازم است ابتدا ورودی آنالوگ خوانده شده با دستور «SCLP» به مقیاس مورد نظر تبدیل شود.



دستور «SCLP»

از این دستور برای مقیاس و تبدیل مقادیر و اطلاعات استفاده می‌شود. برای مثال حسگر سطح با محدودهٔ اندازه‌گیری صفر تا ۲۰ متر طبق نمودار پایین به ۰ تا ۱۰ ولت و در «CPU» به عدد صفر تا ۲۰۰۰ تبدیل می‌شود که خیلی قابل فهم نیست. بنابراین می‌توانیم با این دستور عدد صفر تا ۲۰۰۰ را به همان رنج حسگر یعنی صفر تا ۲۰ تبدیل کنیم.



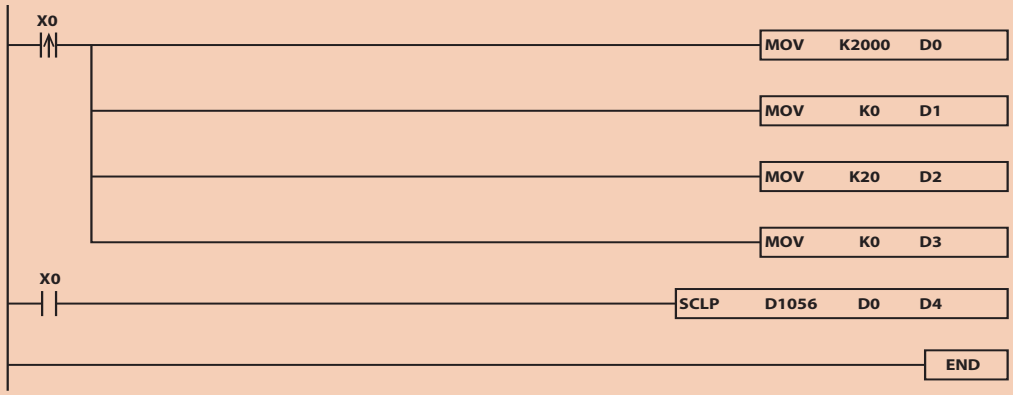
S_1 : مقدار خوانده شده از حسگر یعنی ورودی آنالوگ است.

S_2 : مقادیر «MIN» و «MAX» برای تبدیل هستند.

D : حاصل تبدیل به مقیاس را در محل آدرس داده شده ذخیره می‌کند و برای برنامه‌نویسی از آن استفاده می‌کنیم.

بدانید

لحظهٔ یک شدن X0 عدد ۲۰۰۰ به عنوان حد بالا در D0 و عدد صفر در D1 به عنوان حد پایین ذخیره می‌شود. در دستور بعدی عدد ۲۰ به عنوان حد بالای مقیاس‌دهی در D2 و عدد صفر به عنوان حد پایین مقیاس‌دهی در D3 ذخیره می‌شود.
سپس با دستور «SCLP» مقدار اندازه‌گیری شده از ورودی آنالوگ D۱۰۵۶ توسط پارامترهای تعیین شده، که شروع آنها از D0 بود، در D4 ذخیره می‌شود، که عددی بین صفر تا ۲۰ است. در ادامه از D4 جهت بررسی و پردازش استفاده می‌شود.



فیلم

نحوهٔ برنامه‌نویسی آنالوگ و SCALE کردن

فعالیت

برنامه‌ای بنویسید که دمای اتاق را از طریق کانالِ صفر بخواند و به‌صورت زیر عمل کند:
- اگر دما کمتر از ۱۵ درجه بود گرمکن روشن شود؛
- اگر دما بیش از ۲۳ درجه شد گرمکن خاموش شود؛
- اگر دما بیش از ۲۷ درجه شد کولر روشن شود؛
- اگر دما کمتر از ۱۹ درجه بود کولر خاموش شود.

فعالیت

برنامه‌ای بنویسید که دمای اتاق را از طریق کانالِ یک بخواند و به‌صورت زیر عمل کند:
- اگر دما کمتر از ۱۰۰ درجه بود ۳مشعل روشن شود؛
- اگر دما بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه بود ۲ مشعل روشن شود؛
- اگر دما بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه بود ۱ مشعل روشن شود؛
- اگر دما بین ۳۰۰ تا ۳۵۰ درجه بود همه مشعل‌ها خاموش شود؛
- اگر دما بالای ۳۵۰ درجه بود سیستم خنک‌کننده روشن شود.

۲ـ ترمینال‌های خروجی آنالوگ موجود در «CPU»

از خروجی آنالوگ جهت کنترل مقادیر پیوسته (مانند کنترل سرعت موتور، کنترل میزان باز و بسته شدن ولوها، کنترل میزان نور و...) استفاده می‌شود.

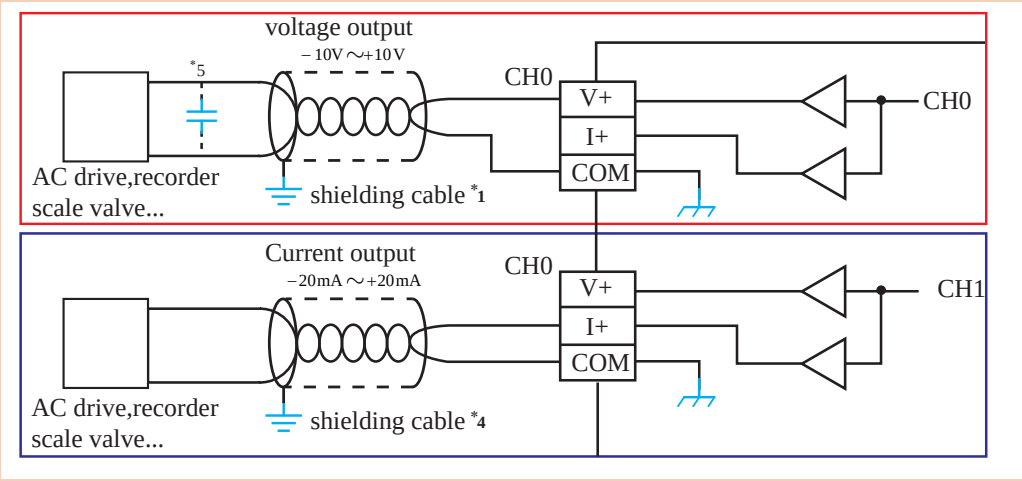
هر کانال خروجی آنالوگ روی «CPU» فقط دارای سیگنال نوع ولتاژ و جریان است و بر اساس نیاز می‌توان از هر کانال، نوع ولتاژ یا جریان آن را مورد استفاده قرار داد.

برای هر کانال یک رجیستر مخصوص وجود دارد که مقدار تغییرات حاصل از برنامه باید در آن ذخیره شود تا در کانال خروجی اعمال شود. رجیستر مربوط به هر کانال مشخص است و عبارت‌اند از:

- D1116 خروجی کانال اول؛
- D1117 خروجی کانال دوم.

بدانید

- فرایند ارسال اطلاعات به خروجی آنالوگ برعکس ورودی آنالوگ است. اگر عدد را از مقیاس برنگردانیم باید عدد 2000- تا 2000 را در رجیستر مثلاً D1116 اعمال کنیم تا در خروجی 4ـ20mA یا 0ـ20mA یا ±10mA برای جریانی‌ها و 0ـ10VDC یا ±10VDC برای ولتاژی‌ها اعمال شود.
- «DVP04DA» کارت توسعهٔ آنالوگ است و دارای چهار کانال خروجی است.



فعالیت کارگاهی

برنامه‌ای بنویسید که سیستم کنترل فشارآب مربوط به یک مجتمع ۲۰ واحدی را به‌صورت پیوسته انجام دهد. فشار توسط حسگر صفر تا ۲۰ بار از طریق کانال صفر خوانده شود و به‌صورت زیر عمل کند:

- اگر فشار کمتر از ۲ بار بود موتور با فرکانس ۵۰ هرتز کار کند؛
- اگر فشار بین ۲ تا ۳ بار بود موتور با فرکانس ۴۰ هرتز کار کند؛
- اگر فشار بین ۳ تا ۴ بار بود موتور با فرکانس ۲۵ هرتز کار کند؛
- اگر فشار بین ۴ تا ۵ بار بود موتور با فرکانس ۱۵ هرتز کار کند؛
- اگر فشار بالای ۶ بار بود موتور خاموش شود.

بدانید

سیستم کنترل اجرا شده در فعّالیت کلاسی صفحهٔ قبل یک سیستم پله‌ای است و ممکن است نوسانی شود. بنابراین در چنین مواقعی باید از سیستم حلقه بسته و سیستم کنترلِ «PID» استفاده شود تا بتوانیم یک سیستم پایدار طراحی کنیم. البته در صورتی که تعداد تقسیمات ریز شود، می‌توانیم به روش سعی و خطا، یک سیستم کنترل تقریباً متعادل طراحی کنیم ولی قطعاً ایده‌آل نخواهد بود.

کارت‌های توسعهٔ آنالوگ

کارت‌های توسعهٔ آنالوگ نیز به دو گروه کارت‌های توسعهٔ ورودی و خروجی تقسیم می‌شوند.

۱ـ کارت‌های توسعه آنالوگ ورودی

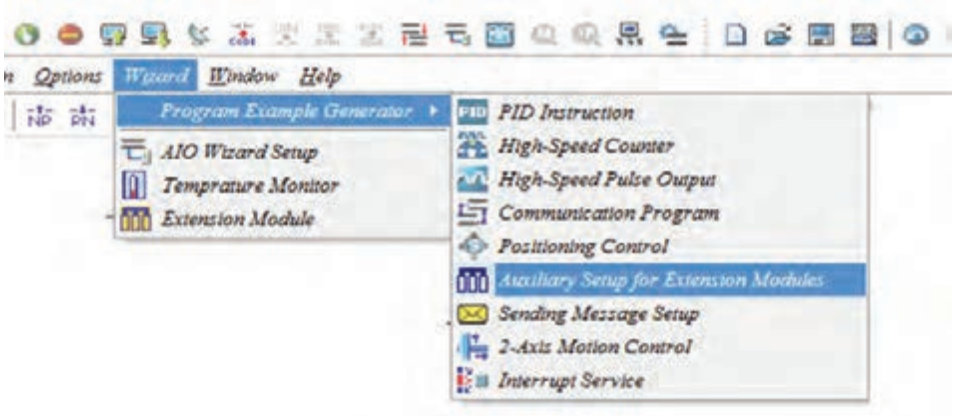
این کارت‌ها بستگی به نوع اندازه‌گیری دارند و بر اساس نیاز کنترل، انتخاب می‌شوند و عبارت‌اند از:

- Dvp04AD کارت آنالوگ با ۴ ورودی از نوع ولتاژ و جریان؛
- Dvp06AD کارت آنالوگ با ۶ ورودی از نوع ولتاژ و جریان؛
- Dvp06XA کارت آنالوگ با ۴ ورودی و ۲ خروجی از نوع ولتاژ و جریان؛
- Dvp04PT کارت آنالوگ با ۴ ورودی از نوع PT100 برای اندازه‌گیری دما؛
- Dvp04TC کارت آنالوگ با ۴ ورودی از نوع ترموکوپل.

در «CPU»های سری S و H و E جمعاً تا ۸ کارت، قابل توسعه است که از K0 که اولین کارت آنالوگ تا K7 که هشتمین کارت است، می‌توان به سیستم اضافه نمود. جهت استفاده از کانال‌های کارت آنالوگ و خواندن مقادیر، می‌توان به کمک دستور «FROM» مقدار هر کانال از هر کارت را خواند و در یک رجیستر ذخیره نمود یا می‌توان تنظیمات مربوط به هر کانال آنالوگ را از طریق «WIZARD» نرم‌افزار انجام داد.

مراحل تنظیم «WIZARD» به دو صورت قابل دسترسی است:

الف) نوار منو ـ گزینهٔ «Wizard»



فیلم

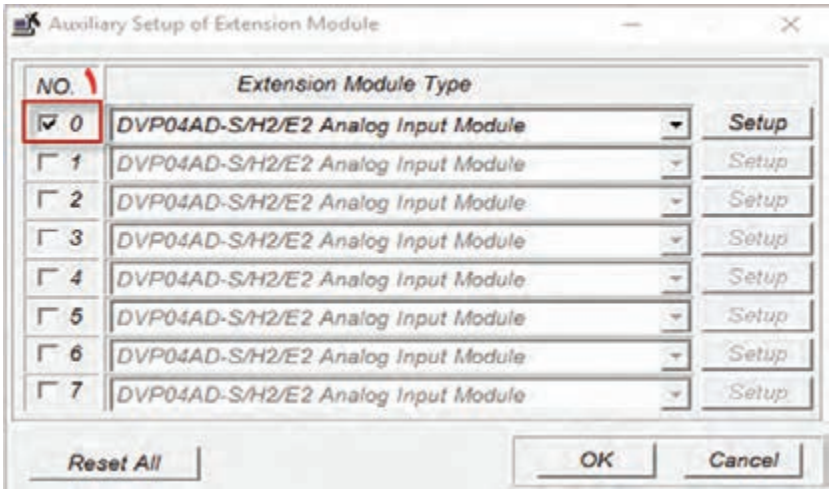
مراحل تنظیم برنامه آنالوگ به‌صورت «Wizard»

ب) نوار ابزار

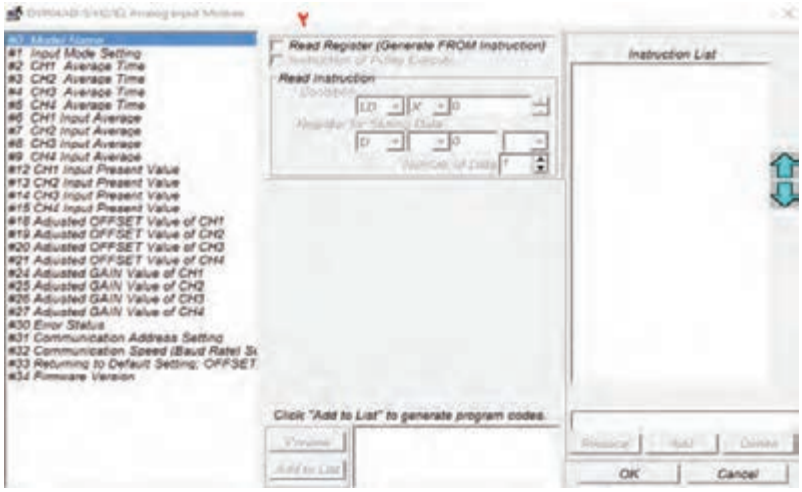


مراحل تنظیم به‌صورت زیر است :

۱ـ Auxiliary setup of extension module را باز کرده؛ اولین کارت را انتخاب می‌کنیم.

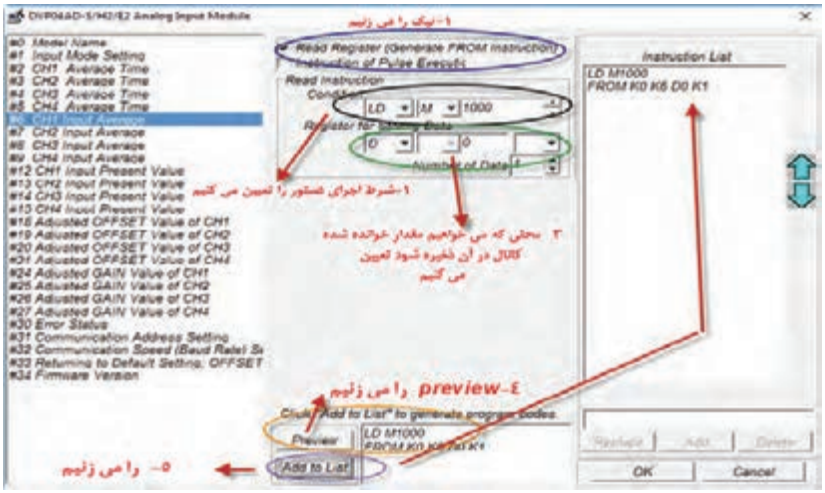


۲ـ زبانهٔ سمت راست را کلیک می‌کنیم تا کارت‌ها باز شوند و کارت مورد نظر را انتخاب کنیم. مثلاً DVP۰۴AD، سپس گزینهٔ «setup» را می‌زنیم تا وارد تنظیمات کارت شویم.

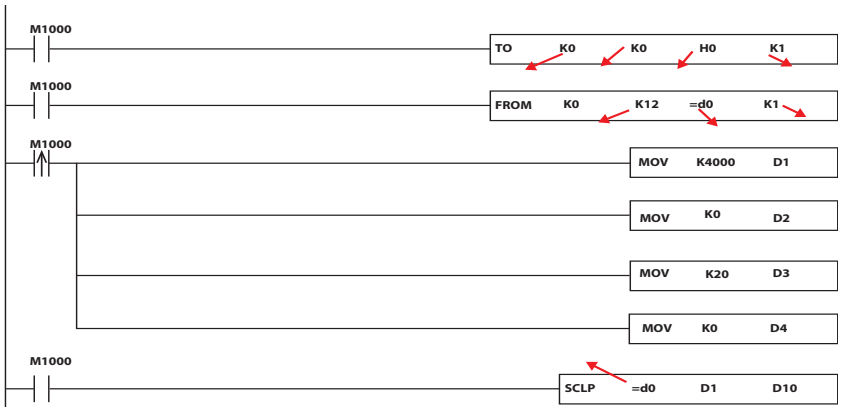


۳ـ CR0 مربوط به مدل کارت است که با آن کاری نداریم. CR1 مربوط به «input mode setting» است و از آن برای تنظیم هر کانال از نظر ولتاژ یا جریان یا هر نوع دیگر استفاده می‌شود. مثلاً اگر خروجی حسگر متصل به کانال اول ولتاژ است باید در این قسمت نوع سیگنال کانال اول را ولتاژ انتخاب کنیم. سپس گزینهٔ «write» را انتخاب و شرط دستور را M1000 یا هر شرطی که برای اجرا نیاز داریم اعمال می‌کنیم و در نهایت کانال اول را از نظر نوع سیگنال انتخاب می‌کنیم. سپس «preview» را می‌زنیم تا دستور در پایین ظاهر شود و در نهایت «add to list» را می‌زنیم تا در خانهٔ سمت راست اضافه شود.

■ اگر همهٔ کانال‌ها را بخواهیم برای هر چهار کانال باید سیگنال را انتخاب و مراحل «preview» و «add to list» را تکرار کنیم تا در سمت راست، برای همهٔ کانال‌ها سیگنال تعیین شده باشد.



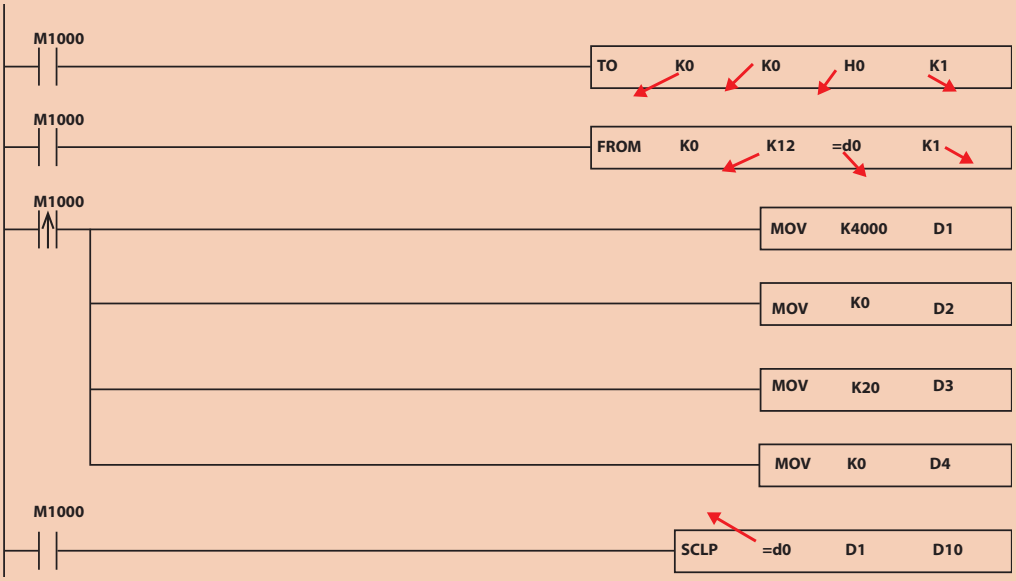
لازم به ذکر است برای میانگین لازم است زمان تعیین شود که زمان برای کانال اول CR2 است.



باید دقت شود آدرس حافظه‌های اختصاص یافته تداخل نداشته باشد.

بدانید

برنامه‌نویسی کارت‌های آنالوگ همانند ورودی آنالوگ در «CPU» است فقط در برنامه‌ها به‌جای «d1056» باید مثلاً d0 که آنالوگ در آن ذخیره شده است جای‌گذاری شود و صرفاً دستور «to» و یک دستور «from» برای هر کانال نسبت به قبل اضافه می‌شود و فرایند مقیاس‌دهی و برنامه کنترل همانند قبل است.



بدانید

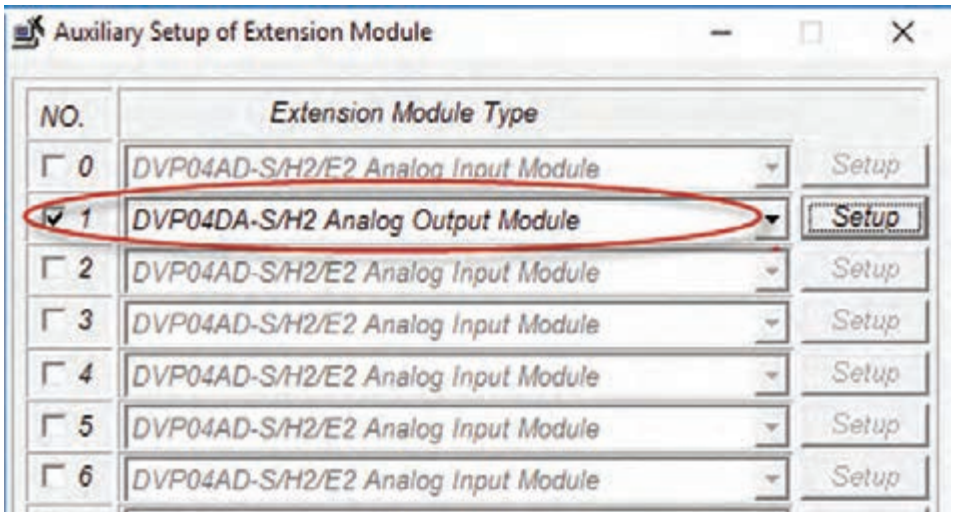
در حالت شبیه سازِ جهت، باید به جای حسگر، که قرار است اطلاعات را از ورودی آنالوگ اندازه‌گیری کند، در نرم‌افزار به‌صورت دستی مقداردهی شود و فرایند آن به شکل زیر است:



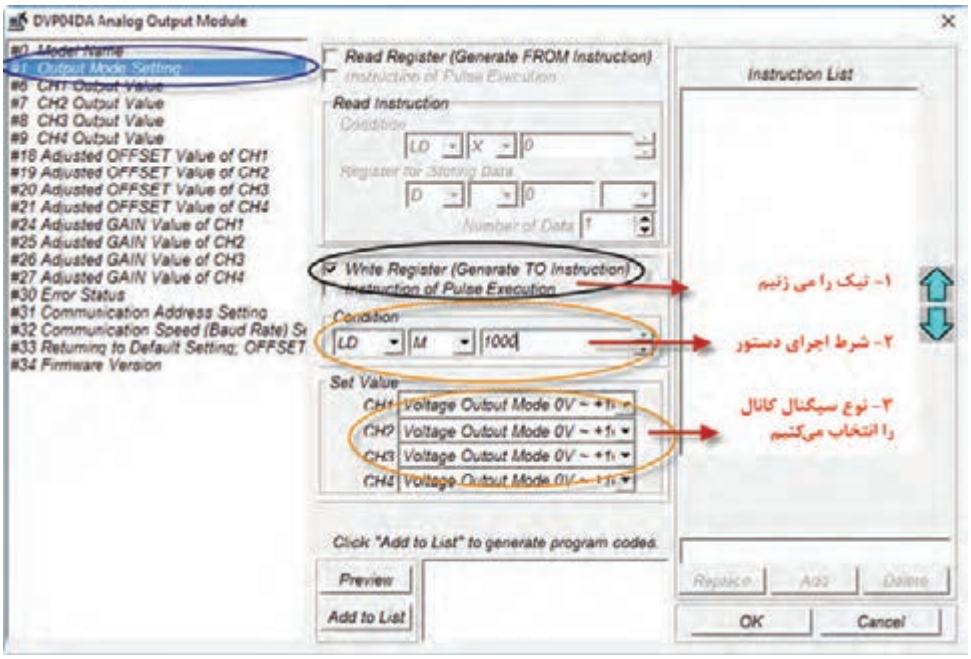
۲ـ کارت‌های توسعه آنالوگ خروجی

Dvp02DA کارت با دو خروجی آنالوگ از نوع ولتاژ و جریان است. تمامی مراحل تنظیم کارت خروجی آنالوگ همانند کارت ورودی آنالوگ است.

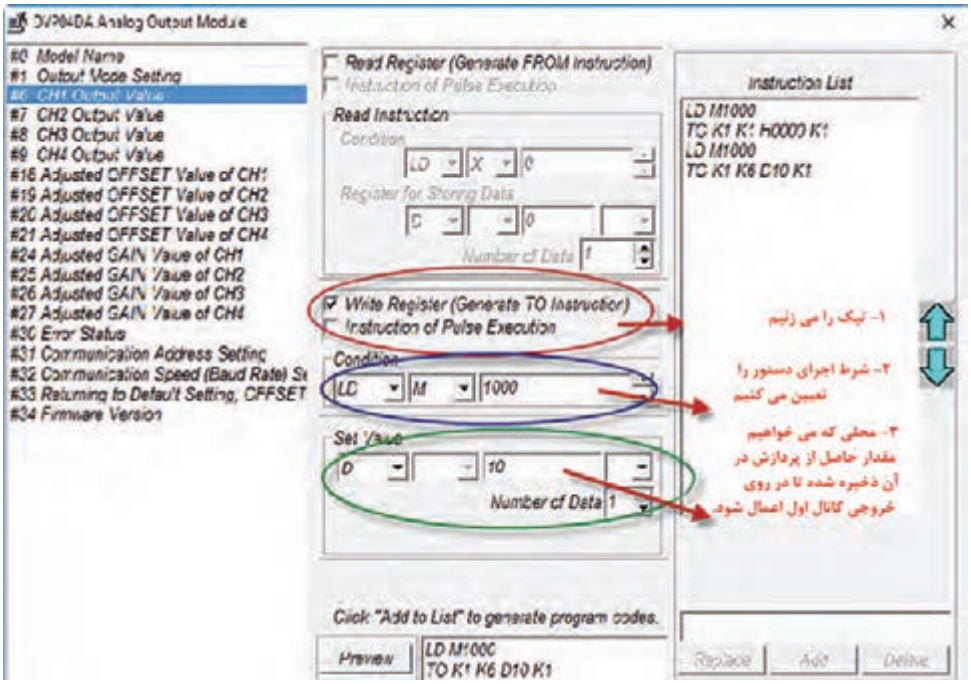
۱ـ کارت خروجی را انتخاب می‌کنیم و وارد تنظیمات می‌شویم.



۲ـ تنظیم سیگنال کانال‌ها



۳ـ انتخاب یک رجیستر، برای اینکه مقدار حاصل از پردازش را که باید در کانال خروجی اعمال شود، در آن ذخیره کنیم تا مقدار لحظه به لحظه، از طریق رجیستر به کانال اعمال گردد.



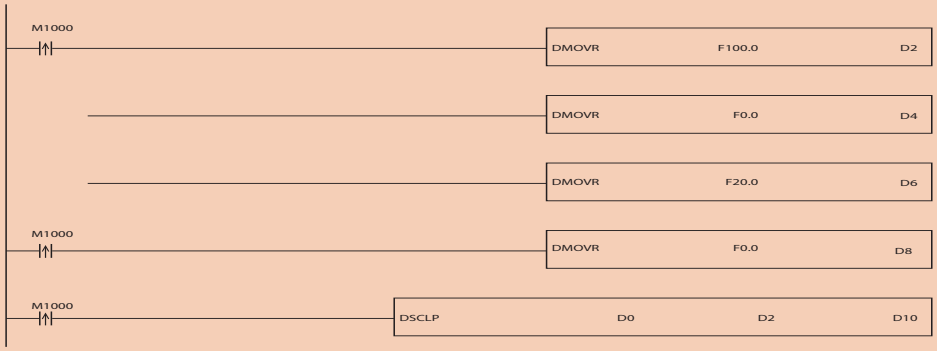
فعالیت

کارت آنالوگ ورودی و خروجی روی «PLC» اضافه کنید و فعّالیت صفحهٔ ۱۱۷ و دو فعالیت اول صفحهٔ ۱۱۸ را روی کارت‌های آنالوگ پیاده سازی کنید.

بدانید

مقیاس‌بندی با دستور «SCLP» از نوع اعداد صحیح است. بنابراین مقادیر خوانده شده به‌صورت پله‌ای هستند (۱، ۲، ۳ و...) و دقت خوبی ندارد.

با اضافه شدن کارت آنالوگ می‌توانیم مقیاس‌دهی در مبنای اعشاری انجام دهیم که باعث می‌شود دقت بالایی داشته باشیم و مقادیر پیوسته خواهند بود. لذا در کارت‌های آنالوگ مقیاس‌بندی اعشاری خواهد بود (همانند برنامه زیر)



نکته

مبنای d0 باید اعشاری باشد اگر نبود باید در برنامه دستور FLT D0 D12 اجرا شده و به جای d0 در دستور مقیاس d12 قرار بگیرد.

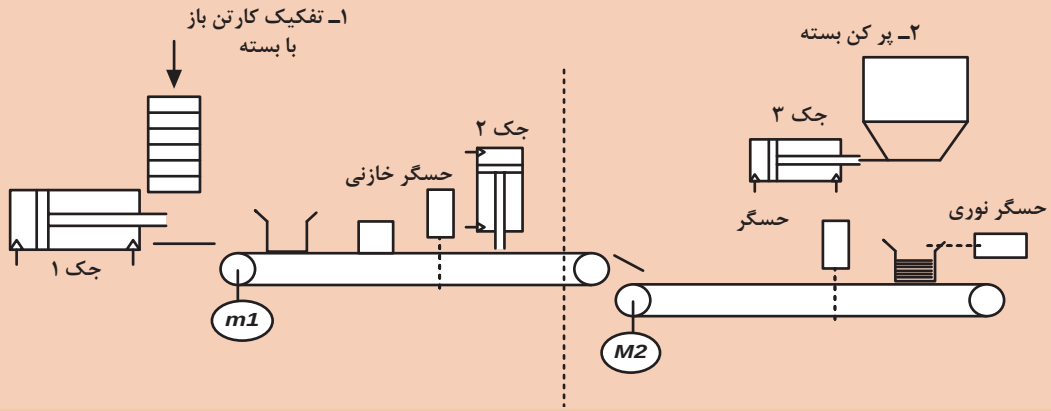
فعالیت

برنامه‌ای بنویسید که سیستم کنترل فشارآب مربوط به یک مجتمع ۲۰ واحدی را به‌صورت پیوسته انجام دهد. فشار توسط حسگر صفر تا ۲۰ بار از طریق کانال صفر بخواند و به‌صورت زیر عمل کند.

- اگر فشار کمتر از ۲ بار بود موتور با فرکانس ۵۰ هرتز کار کند؛
- اگر فشار بین ۲ تا ۳ بار بود موتور با فرکانس ۴۰/۵ هرتز کار کند؛
- اگر فشار بین ۳ تا ۴ بار بود موتور با فرکانس ۲۵/۵ هرتز کار کند؛
- اگر فشار بین ۴ تا ۵ بار بود موتور با فرکانس ۱۵/۵ هرتز کار کند؛
- اگر فشار بالای ۶ بار بود موتور خاموش شود.

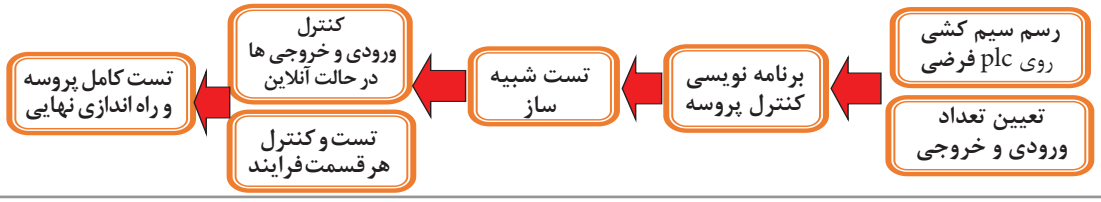
پروژه

با توجه به مطالب ارائه شده در پنوماتیک از نظر انتخاب لیست شیرها و جک‌ها، سیستم کنترل خط زیر را برای یک ایستگاه یا دو ایستگاه طراحی کنید و برنامهٔ کنترل آن را بنویسید.
لازم به ذکر است موتور ۱ باید قابلیت کنترل دور داشته باشد.



شرح کار:

تعیین تعداد I/O، سیم‌کشی و اجرای کامل پروسه و برنامه‌نویسی کنترل فرایند با رعایت کامل نکات ایمنی و همراه با راه‌اندازی نهایی پروسه



استاندارد عملکرد:

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی «PLC»، هنرجویان قادر خواهند بود یک فرایند صنعتی را بررسی و تعداد ورودی و خروجی مورد نیاز را تعیین کنند و برنامهٔ کنترل مربوطه را بنویسند و آن را به‌طور کامل راه‌اندازی کنند.

شاخص‌ها:

صحت تعیین تعداد I/O ـ نصب صحیح سیم‌کشی I/O ـ برنامه‌نویسی صحیح پروسه ـ عملکرد صحیح فرایند در تست شبیه‌سازـ کنترل صحت سیم‌کشی در حالت آنلاین ـ کنترل عملکرد صحیح هر قسمت پروسه ـ تست کامل و راه‌اندازی نهایی پروسه.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

الف) شرایط

۱ـ اجرا در کارگاه «PLC»
۲ـ نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس
۳ـ تهویهٔ استاندارد و دمای ۲۰°C
۴ـ تجهیزات استاندارد و آماده به کار
۵ـ وسایل ایمنی استاندارد
۶ـ زمان ۱۸۰ دقیقه

ب) ابزار و تجهیزات

۱ـ فیوز سیلندری سه فاز ۲ـ کلید مینیاتوری تک‌فاز ۳ـکنترل فاز برای موتور تسمه نقاله ۴ـ کنترل بار برای موتور تسمه نقاله ـ شستی استپ و استارت ۵ـ حسگر نوری و القایی ـ رلهٔ 24VDC ۶ـ کنتاکتور ۷ـ موتور ۸ـ سیم ۹ـ داکت ۱۰ـ ریل

معیار شایستگی:

ردیف	مرحلهٔ کار	حداقل نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ هنرجو
۱	تعیین تعداد I/O	۱	
۲	سیم‌کشی I/O	۱	
۳	برنامه‌نویسی	۳	
۴	تست شبیه ساز	۲	
۵	کنترل صحت ورودی/خروجی در حالت آنلاین و تست و کنترل هر قسمت فرایند	۳	
۶	تست نهایی و راه اندازی کامل پروسه	۳	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار؛ ۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی؛ ۳ تمیزکردن گیره و محیط کار؛ ۴ رعایت دقت و نظم.	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، «۲» است.

پودمان ۴

نصب و راه‌اندازی سیستم‌های مانیتورینگ



برای کار کردن با هر سیستمی لازم است مقادیر ورودی و خروجیِ آن زیر نظر باشد و در صورت نیاز کنترل شوند. برای مثال زمانی که اتومبیلی رانده می‌شود، راننده با نگاه به نشان‌دهنده‌های مختلف، وضعیت سوخت، دمای آب رادیاتور، سرعت و... می‌تواند اطلاع کسب کند و در صورت نیاز برای کاهش سرعت و... تصمیم بگیرد. در حقیقت واسط کاربر (HMI)[1] که همان مانیتورینگ نامیده می‌شود؛ نشان‌دهنده‌ها و تجهیزاتی نظیر فرمان و پدال برای کنترل هستند که کار با ورودی و خروجی‌های یک سیستم را برای انسان و کاربر امکان‌پذیر می‌کند. در نتیجه اپراتورها به سادگی می‌توانند از وضعیت پارامترهای مختلف دما، فشار و... در پروسه‌ها اطلاع کسب کنند و در صورت نیاز به سادگی با فشار دست بر روی صفحهٔ دستگاه، تجهیزی را خاموش یا روشن نمایند.

1- Human Machine Interface



واحد یادگیری ۴

شایستگی انتخاب سخت‌افزار مناسب برای یک سیستم مانیتورینگ

هدف‌های این شایستگی عبارت‌اند از:

- توانایی انتخاب سخت‌افزار مناسب، با توجه به مزایا و معایب محصولات شرکت‌های مختلف سازندهٔ «HMI»؛
- توانایی انتخاب سخت‌افزار، با توجه به پورت «PORT»های موجود در سیستم‌های کنترل‌کننده؛
- توانایی درست کردن کابل‌های ارتباطی بین «PC» با «HMI» و همچنین با «PLC»؛
- توانایی نصب نرم‌افزار «DOPsoft» بر روی رایانه و بررسی تفاوت آن با نرم‌افزارهای مشابه مانیتورینگ شرکت‌های دیگر؛
- توانایی ویرایش صفحات گرافیکی و تنظیم پارامترهای هر اِلمان؛
- توانایی دانلود برنامهٔ نوشته شده از نرم‌افزار به سخت‌افزار؛
- توانایی هماهنگ کردن «HMI» با سیستم «PLC»؛
- توانایی مانیتورینگ یک فرایند صنعتی.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی، هنرجویان قادر خواهند بود سخت‌افزار «HMI» را متناسب با فرایند تحت کنترل، جهت اتوماسیون و برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی سیستم مانیتورینگ انتخاب کنند.

فیلم

معرفی یک نمونه «HMI» و اجزای آن

بدانید

«HMI» چیست؟



در بیشتر مراکز و کارخانجات تولیدی و صنعتی برای نظارت بر روند اجرای خط تولید، مشاهده و مقداردهی پارامترهای اساسی یک فرایند و همچنین دادن دستورات کنترلی، از سیستمی نظیر فرمان روشن یا خاموش یک موتور استفاده می‌گردد. امروزه این سیستم (مانیتورینگ) شامل دو دسته اسکادا (SCADA) و «HMI» در صنعت است و آشنایی و یادگیری آنها در سطح اتوماسیون صنعتی بسیار مفید است.

پژوهش

تفاوت دو سیستم مانیتورینگ، اسکادا و «HMI» را بیان کنید.
جایگاه استفاده از هر کدام از این دو نوع سیستم مانیتورینگ در صنعت را ذکر کنید.
اصطلاح «MIMIC PANEL» و «OPERATION PANEL» در صنعت چیست؟

فعالیت

مزایای استفاده از سیستم «HMI» را نسبت به میزهای اپراتوری بیان کنید.

 «HMI»	 «OPERATION PANEL»
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

بدانید

بیشتر شرکت‌های سازندهٔ سیستم‌های کنترل‌کنندهٔ قابل برنامه‌ریزی، مانند «PLC» یک سیستم مانیتورینگ «HMI» تولید می‌کنند. هر دستگاه «HMI» تولیدی به یک نرم‌افزار مخصوص نیاز دارد تا پس از نصب آن در رایانه امکان طراحی و تنظیم پارامتر فراهم گردد.

پژوهش

چند سازندهٔ دستگاه مانیتورینگ «HMI» و مدل‌های آنها را ذکر کنید و نرم‌افزار مربوط به آنها را توضیح دهید.

سخت‌افزار و نرم‌افزار «HMI» تولیدی شرکت دلتا

همان‌طور که در پودمان سوم در مورد «PLC» شرکت دلتا و برنامه‌نویسی آن اشاره شد، در این پودمان به معرفی «HMI»های این شرکت می‌پردازیم.





«HMI» شرکت دلتا دارای چهار سری مختلف است.

- DOP_B؛
- DOP_W؛
- DOP_H؛
- HMC.

هرکدام از این انواع نیز مدل‌های مختلفی دارند. برای طراحی صفحات گرافیکی و تنظیم پارامتر اِلمان‌ها و اَشکال به‌کار برده شده از نرم‌افزار «DOPSoft» استفاده می‌شود.



فعالیت

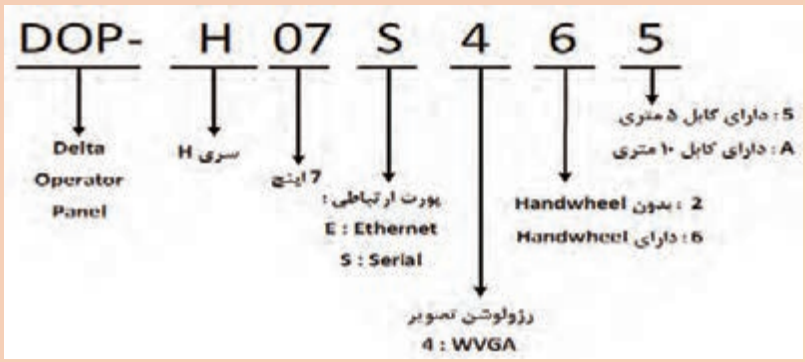
تفاوت چهار سری «HMI» دلتا را از لحاظ قابلیت‌های پشتیبانی نظیر کاربرد، انواع پورت‌ها برای ارتباط با «PLC»، خروجی صدا و پخش فیلم و حافظه داخلی بیان کنید.

پژوهش

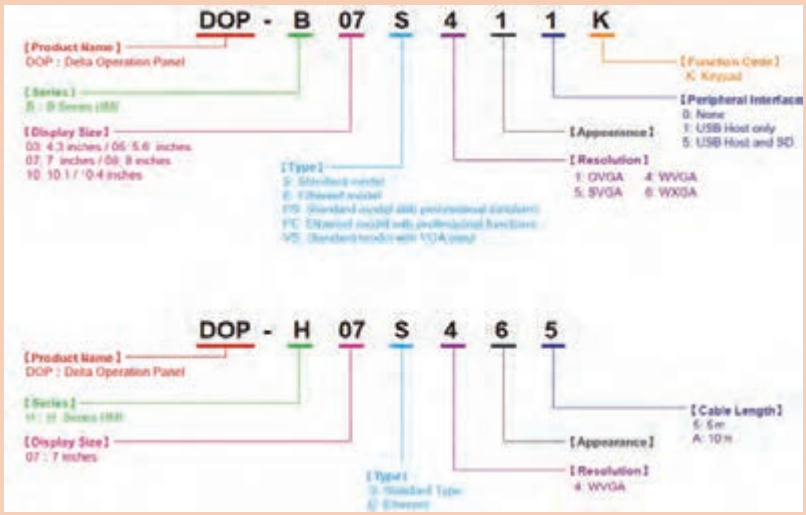
آیا دستگاه «HMI» از یک شرکت را می‌توان با «PLC» از شرکت دیگری ارتباط داد؟

بدانید

هر وسیله دارای یک کد سفارش است که مجموعه‌ای از شماره‌ها و حروف بوده و هر حرف و شماره خود بیانگر هدف خاصی است؛ به‌طور مثال کد زیر از نمونه مدل‌های «HMI» را ملاحظه کنید.



ترجمه

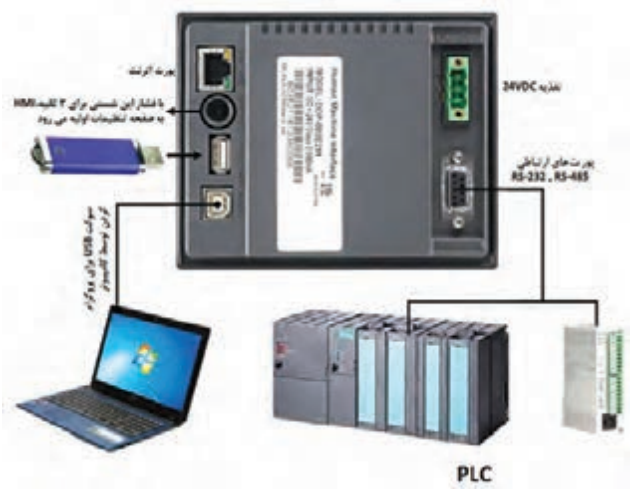


فیلم

کانکتورها و پورت‌های موجود در «DELTA HMI»

کانکتورها و پورت‌های موجود در «DELTA HMI»

در پشت هر «HMI»، بسته به مدل آن، تعدادی پورت برای ارتباط با وسایل دیگر نظیر رایانه و «PLC» پیش‌بینی شده است. همچنین یک کانکتور برای تأمین تغذیه وجود دارد.



فعالیت

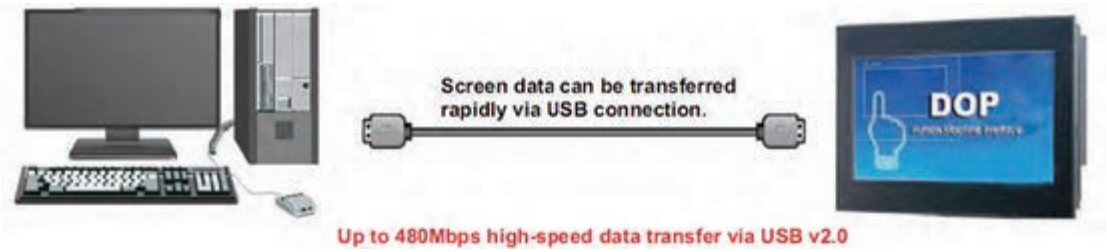
«HMI» موجود را از لحاظ انواع پورت‌های ارتباطی بررسی کنید.

پژوهش

- پروتکل‌های ارتباطی درگاه‌های سریال RS422، RS485، RS232 را از لحاظ اصول انتقال داده‌ها بررسی کنید.
- علاوه بر اتصال «HMI» به کامپیوتر، «PLC» و «HMI» با چه وسایل دیگری نیز می‌تواند ارتباط داشته باشد و اطلاعات را انتقال دهد.
- تفاوت پورت «USB_A» را با «USB_B» بیان کنید.

چگونگی ارتباط «HMI» با رایانه و «PLC»

پس از ایجاد فایل جدید در نرم‌افزار «DOPSoft» و طراحی صفحات گرافیکی (نظیر قرار دادن شستی‌ها، موتورها، مخازن و... در صفحه نمایش و تنظیم پارامتر هر اِلمان برای عملکرد مناسب)، نوبت به ایجاد ارتباط صحیح توسط یک پروتکل مناسب و قابل پشتیبان بین «HMI» با کامپیوتر می‌رسد.



پس از برقراری ارتباط و انتقال برنامهٔ طراحی شده به «HMI» حال نوبت به اتصال «HMI» بر اساس یک پروتکل مناسب به «PLC» می‌رسد تا از این به بعد، عمل کنترل و نظارت بر فرایند صورت گیرد.



فیلم

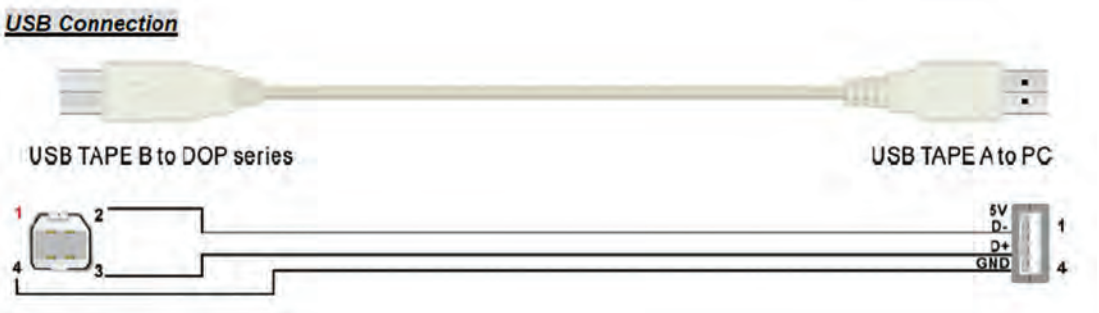
چگونگی ارتباط «HMI» با رایانه

بدانید

در بیشتر موارد برای اتصال «HMI» به کامپیوتر(PC) از پورت «USB_B» استفاده می‌شود و برای اتصال «HMI» به «PLC» بیشتر از اتصال درگاه سریال (RS232 و RS485) استفاده می‌گردد.

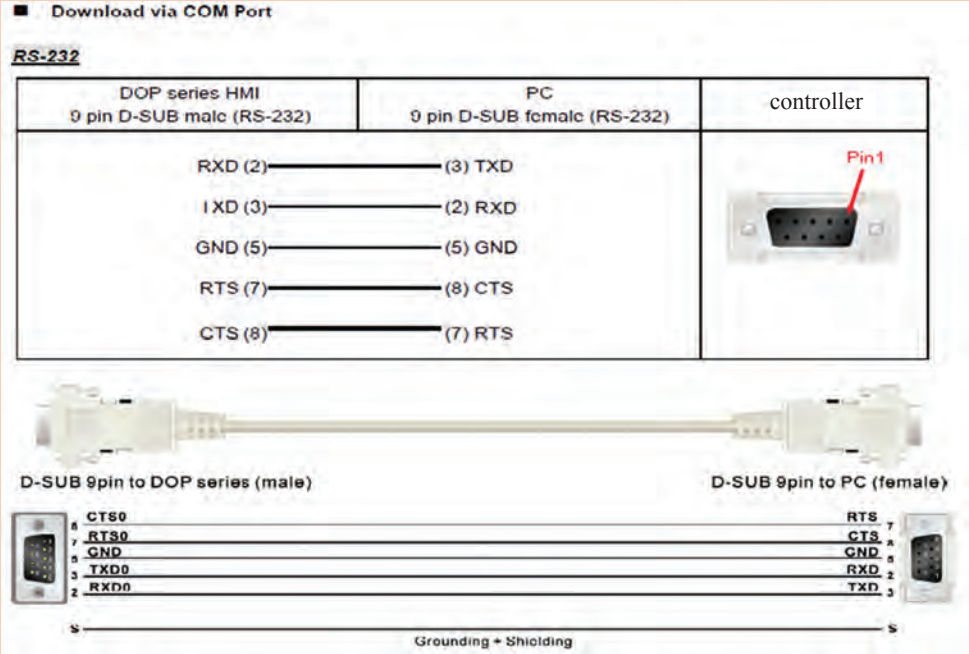
کابل ارتباطی بین «HMI» با رایانه (PC)

در بیشتر مواقع جهت ارتباط «HMI» با رایانه، از پورت «USB» مطابق شکل زیر استفاده می‌کنیم:
در بعضی از مواقع می‌توان برای ارتباط «HMI» با رایانه از پروتکل «RS232» که آن را به اصطلاح پورت «COM» نیز می‌گویند، استفاده نمود.



فعالیت

بر اساس شکل زیر جهت ارتباط «HMI» با رایانه، کابل زیر را بسازید.

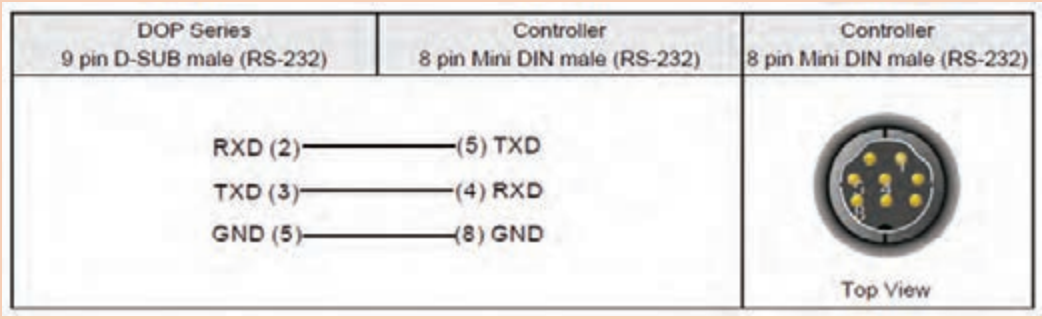


کابل ارتباطی بین «HMI» با «PLC»

برای ارتباط و تبادل داده بین «HMI» و «PLC» نیاز به کابل ارتباطی مناسب داریم. با توجه به انتخاب «PLC» دلتا به بررسی ایجاد کابل ارتباطی در دو حالت پروتکل «RS232» و «RS485» می‌پردازیم.

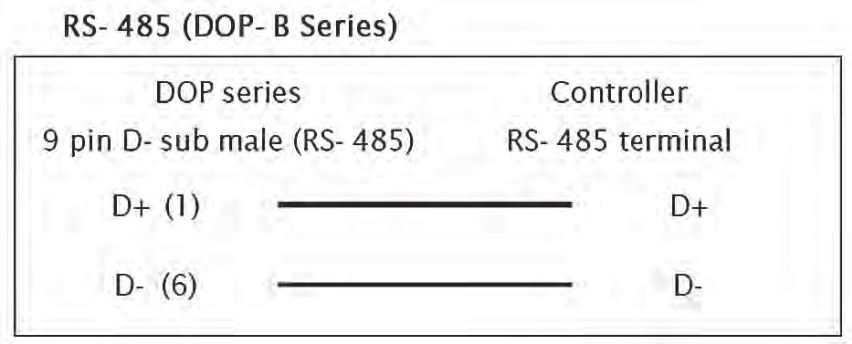
فعالیت

برای ایجاد یک ارتباط صحیح توسط RS232 (COM) نُه پین از سمت «HMI» با پورتِ هشت پین گرد (8pin mini DIN male سمت PLC) کابلی مطابق شکل زیر، بسازید.



فعالیت

برای ایجاد یک ارتباط صحیح توسط RS485 (COM) نُه پین از سمت «HMI» مدل B (DOP_B) با پورت RS485 سمت PLC کابلی مطابق شکل زیر بسازید.



بدانید

در تمامی نرم‌افزارهای مانیتورینگ برای مشخص نمودن اینکه از کدام پورت RS232، RS422 و RS485 موجود در «HMI» بخواهیم استفاده کنیم، می‌توان در ابتدای ایجاد یک فایل جدید و در قسمت تنظیمات این عمل را انجام داد.

نصب نرم‌افزار «DOPSOFT»

هر نرم‌افزاری برای نصب به یک سری مشخصات، نظیر سیستم عامل، حافظه و قدرت پردازنده نیاز دارد، که در جدول ارائه شده است.

سیستم عامل	همهٔ سیستم عامل‌ها را پشتیبانی می‌کند. Windows 7/8/10
هارد	Capacity: 400MB and above
حافظه (RAM)	2G MB and above
پردازشگر	Pentium4 1.6GHz or greater

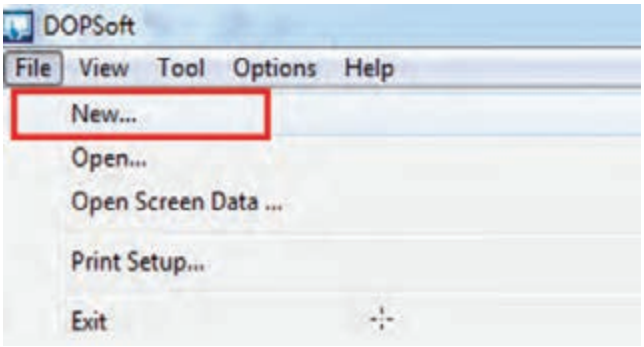
فیلم

معرفی نرم‌افزار «DOPSOFT» و مراحل نصب این نرم‌افزار

پژوهش

با مراجعه به اینترنت نرم‌افزار یکی از مدل «HMI»های موجود در بازار را دانلود نموده و نصب کنید و وارد محیط نرم‌افزار شوید. به عنوان نمونه می‌توان از «HMI» مارک PANEL MASTER استفاده نمود.

ایجاد یک پروژه جدید در DOP SOFT

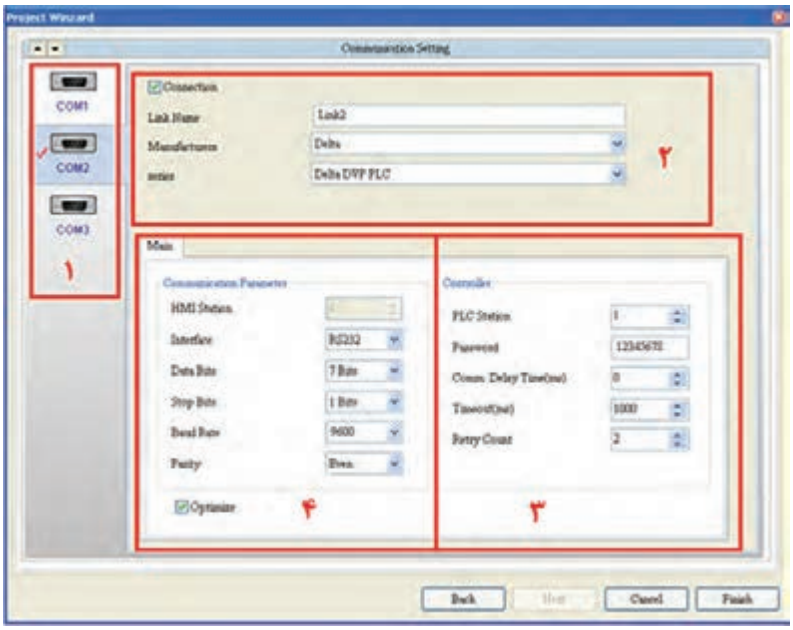


پس از باز نمودن برنامه، نوبت به ایجاد یک پروژه جدید می‌رسد. که از طریق نوار منو گزینهٔ «File» زیرشاخه «New...» را انتخاب می‌کنیم.

پس از انتخاب New، صفحهٔ جدیدی به نام «Project Wizard» باز می‌شود. از طریق این صفحه می‌توان سری «HMI» مربوطه و همچنین مدل هر «HMI» را که در اختیار داریم انتخاب کنیم و پروژه را تحت یک نام ایجاد نماییم.



در قسمت تنظیمات پروژه (Project Setup) می‌توان نام پروژه، نام صفحات گرافیکی و... را تنظیم نمود. پس از تنظیمات و انتخاب گزینهٔ «Next» به صفحهٔ «Communication Setting» وارد می‌شویم که دارای قسمت‌هایی نظیر انتخاب نوع، مدل کنترل‌کننده، تنظیمات کابل و مشخصات ارتباطی بین «HMI» و «PLC» است.



شمارهٔ ۱

در این قسمت می‌توان پورت‌های موجود در پست «HMI» را بسته به مدل آن مشاهده و انتخاب نمود. در این زمینه«COM ۱،۲،۳» قابلیت پشتیبانی پروتکل‌های «RS485 ، RS422 ، RS232» را داراست.

شمارهٔ ۴

در این قسمت یکی از پروتکل‌های بالا را متناسب با کابل تهیه شده، انتخاب می‌کنیم و بقیهٔ موارد را به‌صورت پیش فرض باقی می‌گذاریم.

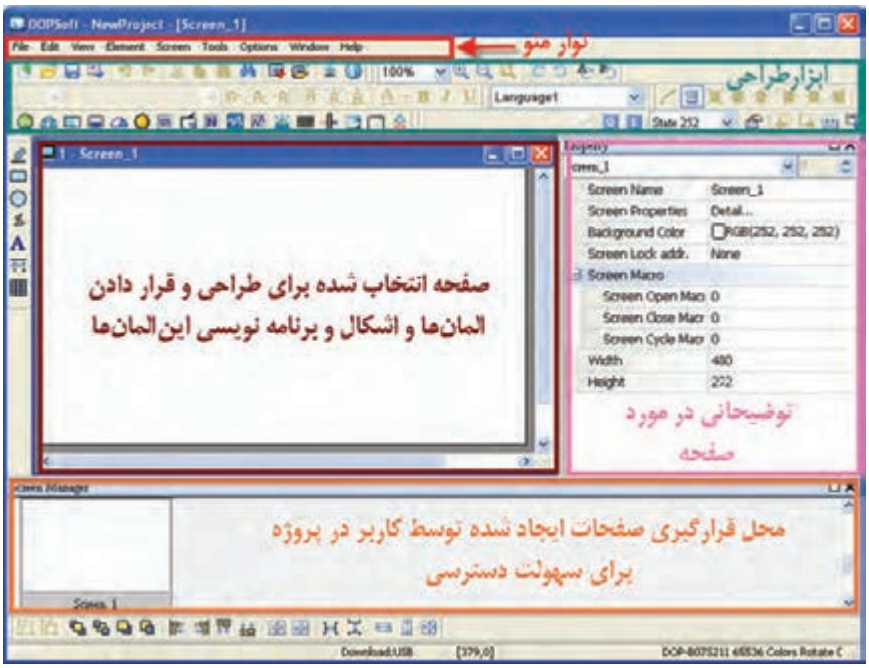
شمارهٔ ۲

ابتدا متناسب با «COM» انتخاب شده در گزینهٔ «Name Link» یک نام به این ارتباطی که قرار است با «PLC» برقرار کند، می‌دهیم. سپس در قسمت‌های «Manufacturers Series»، مارک و مدل «PLC» که قرار است با «HMI» در ارتباط باشد را مشخص می‌کنیم.

فعالیت

باتوجه به شکل بالا، بخش شمارهٔ ۳ چه قسمتی از تنظیمات را انجام می‌دهد.

بعد از تنظیمات صفحه و زدن «Finish» پروژهٔ جدید مطابق شکل صفحه بعد ساخته می‌شود. در این پروژه می‌توان طراحی گرافیکی صفحات و تنظیم پارامترهایِ اِلمان را انجام داد.



فیلم

طریقهٔ ایجاد پروژهٔ جدید در نرم‌افزار «DOPSoft»

پژوهش

اگر لازم باشد مدل «PLC» و تنظیمات ارتباطی پروژه‌ای را که قبلاً انجام شده است تغییر دهیم، چگونه امکان پذیر است؟

فعالیت

در صفحهٔ ایجاد شدهٔ جدید توسط کاربر، قسمت‌های «Output»، «Property» و «Screen Manager» را توضیح دهید و اگر این قسمت‌ها را ببندیم به چه صورتی می‌توان آنها را مجدداً در صفحه ظاهر نمود؟

آشنایی با نوار منو

نوار منو شامل گزینه‌هایی نظیر View ـ Edit ـ File Help ـ Window ـ Option ـ Tools ـ Screen ـ Element است و هر کدام دارای یک سری زیرشاخه‌اند.

فعالیت

شرح مختصری در رابطه با وظیفه هر کدام از زبانه‌های نوار منو، با توجه به زیرشاخه‌های درون هر یک، بنویسید.

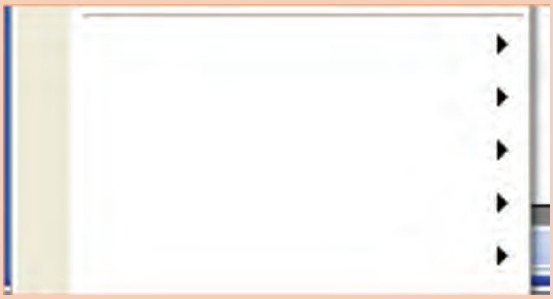
گزینه	توضیحات
File	در این گزینه می‌توان فایل را باز نمود یا ذخیره کرد و همچنین می‌توان تنظیمات پرینتر را انجام داد و چاپ گرفت.
Edit	.....
View	.....
Element	.....
Screen	.....
Tools	.....
Option	.....

فعالیت

با انتخاب کردن و انتخاب نکردن گزینه‌های موجود در «Tools» از گزینهٔ «View» در نوار منو، ابزار طراحی را اضافه یا کم کنید و تغییرات آن را بررسی کنید.

پژوهش

در نوار منو گزینهٔ «Edit» از زیرشاخه‌های زیر در چه مواقعی استفاده می‌کنند؟



آشنایی با «Screen» (صفحه‌های نمایش بر روی HMI) و «Sub screen»

به‌جای میز اپراتوری (پنل‌هایی که شامل شستی‌ها برای فرمان دادن، لامپ سیگنال و عقربه[1] برای نشان دادن وضعیت فعلی یک خط تولید است) می‌توان آنها را مطابق شکل زیر در چندین صفحه[2] در «HMI» طراحی نمود و سپس به هر شکل یا اِلمان قرار داده شده در صفحهٔ یک عمل[3] نسبت داد.



در نهایت، با استفاده از سیستم مانیتورینگ، میزهای اپراتوریِ با حجم بالا را می‌توان به تابلوی کنترلی مطابق شکل زیر، که دستگاه «HMI» بر روی آن نصب می‌شود، تبدیل نمود.



فعالیت

ضمن باز کردن یک پروژهٔ جدید، سعی کنید به روش‌های مختلف چند صفحهٔ طراحی (Screen) را با روش‌های مختلف ایجاد کنید. سپس رنگ پس زمینهٔ طراحی را تغییر دهید.

۱ـ Gage
۲ـ Screen
۳ـ Action

بدانید

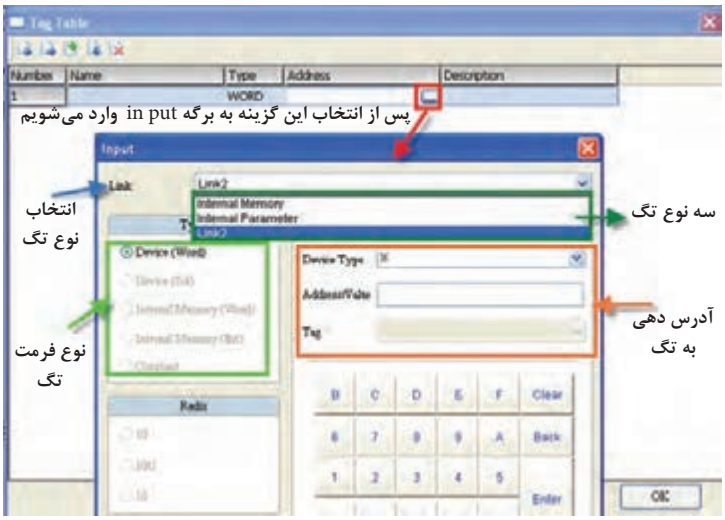
اگر بخواهیم صفحهٔ کوچکی را در یک صفحهٔ اصلی (Screen) باز نماییم، به این گونه صفحات، زیرصفحه یا «Subscreen» می گویند.

فعالیت

چگونه می‌توان زیرصفحه (Subscreen) ایجاد نمود و همچنین آن را تعریف کرد؟

آشنایی با تگ (TAG)، انواع آن و چگونگی ایجاد آنها

«تگ» یک واسط اطلاعاتی بین مانیتورینگ و «PLC» است و نیاز به یک آدرس منحصر به فرد از «PLC» دارد. از طرفی برای اختصاص درست تگ‌ها به المان‌های داخل محیط گرافیگی «HMI»، لازم است برای هر تگ یک نام در نظر گرفت. برای ایجاد تگ و اختصاص نام و آدرس مناسب به آن از نوار منو، «Option → Tag Table» را انتخاب می‌کنیم تا به محیط زیر وارد شویم.



در «HMI» سه نوع تگ اساسی وجود دارد. نوع سوم نشان داده شده در شکل بالا (Link ۲) همان نام و تنظیمات انجام شده در صفحهٔ «Communication Setting» است.

فعالیت

مطابق جدول زیر کاربرد هر نوع تگ را بیان کنید.

نوع تگ	کاربرد
Internal Memory	.....
Internal Parameter	.....
Link۱ یا Link۲	.....

فعالیت

در ابتدا با انتخاب «PLC» از نوع دلتا، «Tag Table» را باز کنید و مطابق با موارد خواسته شده و اطلاعات مربوط به پودمان سوم، تگ‌های مناسب را ایجاد کنید.

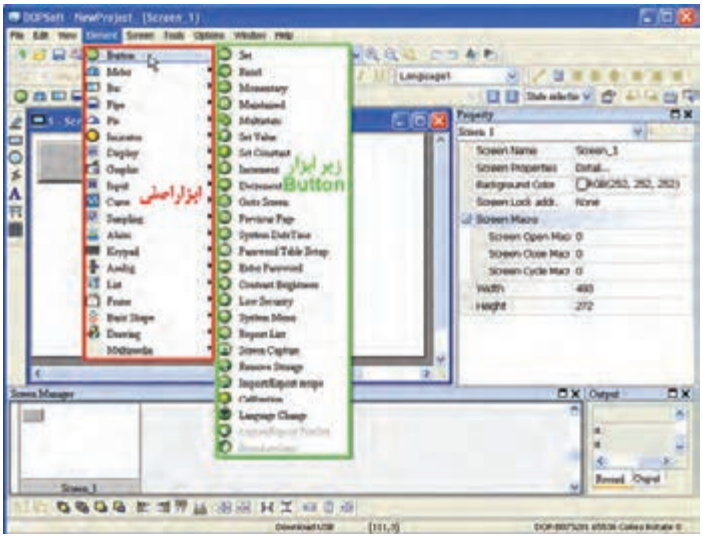
ردیف	نام	نوع	آدرس
۱	start	bit	M0
۲	stop	bit	M1
۳	motor	bit	Y0
۴	temp	word	D0
۵	time	word	T0
۶	Count	word	C0
۷	A	bit	$0.0
۸		word	*$2

فیلم

نحوهٔ ایجاد جدول تگ در یک پروژهٔ عملی به‌وسیله ارتباط با یک «PLC»

آشنایی با انواع اِلمان‌ها و طرز قرار دادن آنها در صفحه (SCREEN)

ابزار گرافیکی طراحی را به روش‌های مختلف می‌توان انتخاب نمود. یکی از روش‌های مرسوم استفاده از گزینه «Element» در نوار منو مطابق شکل زیر است. این نرم‌افزار ۱۹ اِلمان و ابزار گرافیکی کلی برای طراحی صفحات یک پروسهٔ صنعتی در اختیار کاربر قرار می‌دهد و هر کدام نیز دارای زیر ابزار مختلف دیگر است.



فعالیت

از هرکدام از ابزارهای «Button، Indicator ، Meter و Bar » یکی را انتخاب کنید و آن را در اولین صفحه قرار دهید.

بدانید

از مهم‌ترین وسایل برای فرمان کنترل به یک سیستم، استفاده از شستی‌های استارت، استپ، کلیدها برای ارسال سیگنال به سیستم کنترل (به عنوان ورودی، X) و لامپ‌های سیگنال جهت نمایش روشن یا خاموش بودن یک خروجی سیستم کنترل (به عنوان خروجی، Y) است. این ابزار را می‌توان بر روی یک میز کنترلی نصب نمود. برای پیاده‌سازی و طراحیِ یک صفحه در دستگاه «HMI» به این وسایل، باید از ابزار «Button» (به عنوان ورودی دیجیتال) و «Indicator» (به عنوان خروجی دیجیتال) استفاده کنیم. همچنین از ابزار«Set Value» (به عنوان ورودی سیگنال آنالوگ یا مقدار مورد نظر برای تنظیم یک کمّیت مورد کنترل) و ابزار «Meter ، Bar ، Display» (به عنوان خروجی آنالوگ یا نشان‌دهنده مقدار یک کمّیت آنالوگ مورد کنترل) استفاده نمود.

برگه مشخصات ابزار و المان

با قرار دادن هر ابزار در صفحه و دبل کلیک بر روی آن می‌توان وارد صفحه مشخصات آن ابزار شد. این صفحه دارای منوهایی است که متناسب با ابزار تعداد منوها تغییر می‌کند.
از مهم‌ترین منوها می‌توان به منوی «Picture ، Main و Text» اشاره نمود.

فعالیت

با قرار دادن یک اِلمان «Indicator ، Button و Time Display»، صفحهٔ مشخصات آنها را با هم مقایسه کنید.

نکته

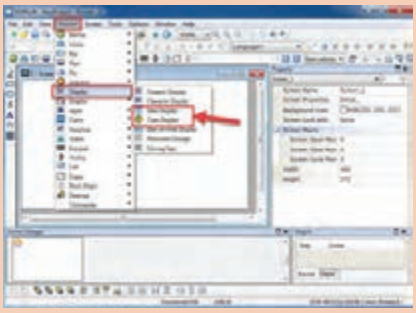
در منوی «Main» لازم است به هر اِلمان یک تگ اختصاص داد. برای بیشتر اِلمان‌ها این امر صادق است.

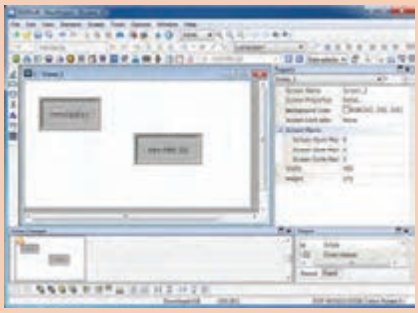
فعالیت

مطابق مراحل زیر، یک برنامهٔ ساده را پیاده‌سازی کنید.

مرحلهٔ ۱ :

در ابتدا پس از ایجاد یک پروژه و ایجاد صفحهٔ «Screen» از نوار منو « Display → Element»، ابزار «Time display و Date display» را انتخاب کنید و آنگاه آن را در صفحه قرار دهید.

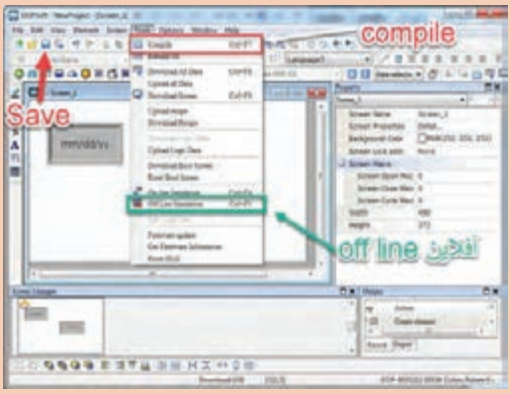




مرحلهٔ ۲:

پس از «Save» و «Compile» کردن برنامه از طریق منوی «Tools» حال نوبتِ تست کردن، به‌صورت «OFF Line» است. این کار از طریق منوی «Tools» در قسمت «Off Line Simulation» انجام می‌شود. پس از انجام این عمل می‌توان دستگاه «HMI» را به‌صورت واقعی به‌همراه صفحه طراحی شده مشاهده نمود.





فعالیت

بر روی اِلمان «Time Display»، که در صفحه قرار داده‌اید، دبل کلیک کنید و به مشخصات این اِلمان که دارای سه منو به نام‌های «Main – Text – coordinates» است، وارد شوید. با تغییر هرکدام از پارامترها در داخل هر منو، وظیفهٔ هر کدام از آنها را بنویسید.

سربرگ	پارامتر	وظیفه
.....	Style	.....
.....	Border Color	.....
Main	Background Color	.....
.....	Time Format	.....
Text	MS Outlook	.....
.....	12	.....
.....		.....
.....	Hori. Alignment: Align Left	.....
.....	Ver. Alignment Align Center Vertically	.....
coordinates	X	.....
.....	Y	.....
.....	Width	.....
.....	Height	.....

استفاده از اِلمان «Goto Screen» برای جابه جا شدن بین صفحات «HMI»

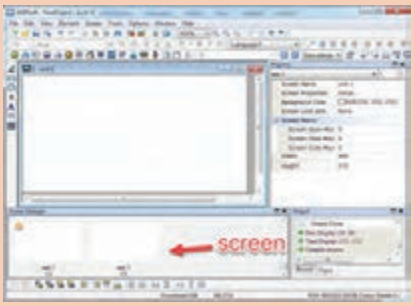
در بیشتر پروژه‌ها به‌علت ازدیاد ابزار و اَشکال گرافیکی و کوچک بودن اندازهٔ صفحه «HMI» (به‌طور مثال ۷ اینچ) لازم است که در طراحی این پروسه به صورت مانیتورینگ ابزار و اَشکال را به صورت دسته‌بندی شده در چندین صفحه «Screen»، طراحی نماییم. باید امکان جابه‌جایی بین صفحات وجود داشته باشد. برای این امر می‌توان از ابزار «Goto Screen» استفاده نمود. این ابزار از زیر مجموعه «Button» انتخاب می‌شود.

فعالیت

فرایند استفاده از ابزار «Goto Screen» را مطابق مراحل زیر انجام دهید.

مرحلهٔ ۱ : پس از ایجاد پروژه، مطابق شکل‌های زیر، ابتدا دو «Screen» به نام‌های «Setting» و «Alarm» ایجاد می‌کنیم.

مرحلهٔ۲: پس از دبل کلیک کردن بر روی هر «Screen» در پایین صفحه، یک اِلمان«Goto Screen» قرار دهید تا با فعّال کردن هر اِلمان در هر صفحه، آن اِلمان در صفحهٔ دیگر نیز ایجاد شود.



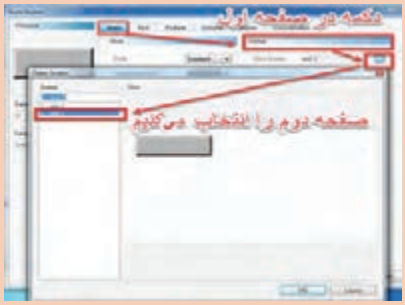
مرحلهٔ۱

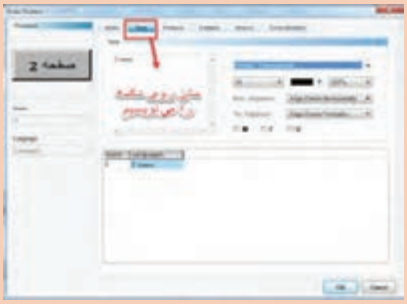


مرحلهٔ۲

مرحله ۳ : با دبل کلیک کردن بر روی اِلمان، در مشخصات ابزار وارد می‌شویم و در منوی «Main» در قسمت «Detail» می‌توانیم صفحه‌ای را که مدنظر است، انتخاب کنیم.

مرحله ۴ : در اینجا لازم است که بر روی هر اِلمان نیز یک متن مشخص بنویسیم تا اپراتور به‌راحتی بتواند دکمه‌ها را در صفحه تشخیص دهد و سپس آن را به‌صورت آفلاین تست نماید.


مرحلهٔ۱


مرحلهٔ۲

حال با بررسی منوی «Text» حالت‌های مختلف آن را تجزیه و تحلیل کنید.

فیلم

چگونگی برقراری و ارتباط بین صفحات گرافیکی و استفاده از sub screen

استفاده از ابزار «Button»

یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین ابزارهای گرافیکی «Button» است. این ابزار دارای انواع مختلفی از لحاظ عملکرد است. چنانچه اپراتور، یکی از گزینه‌های زیرمجموعهٔ «Button» را در «HMI» فشار دهد، عملی برروی حافظه یا آدرسی که در قسمت تگ‌گذاری به آن اختصاص داده شده است، انجام می‌شود.



ابزارهای پر کاربرد در زیر مجموعهٔ «Button» عبارت اند از :

SET

چنانچه اپراتور، این گزینه را در صفحهٔ «HMI» لمس کند، تگ با آدرس بیت نسبت داده شدهٔ به آن در «PLC» یک (۱ منطقی) می‌شود و یک باقی می‌ماند.

RESET

چنانچه اپراتور، این گزینه را درصفحهٔ «HMI» لمس کند، تگ با آدرس بیت نسبت داده شده به آن در «PLC» صفر می‌شود و صفر باقی می‌ماند.

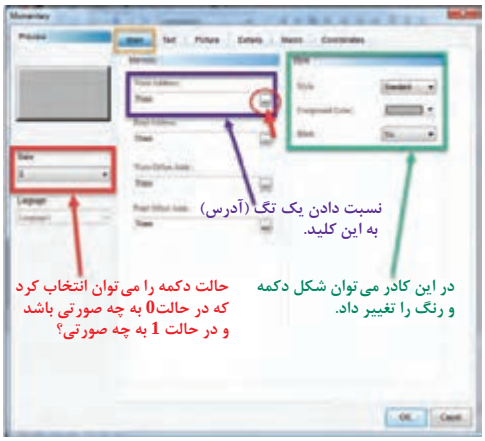
MOMENTARY

چنانچه اپراتور، این گزینه را در صفحهٔ «HMI» لمس کند، تگ با آدرس بیت نسبت داده شده به آن در «PLC» به مدت لمس شستی یک می‌ماند.

پژوهش

دربارهٔ دیگر ابزار استفاده شده در قسمت «Button» تحقیق کنید و عملکرد هر کدام راتوضیح دهید.

حال به توضیحات برگهٔ مشخصات یک نوع از ابزار «Button» می‌پردازیم. برای این کار در صفحه، یک نوع «Button» مانند «MOMENTARY» قرار می‌دهیم و بر روی آن دبل کلیک می‌کنیم.





بدانید

در منوی«Main» قسمت «Memory» دو گزینهٔ «Write Address» برای اختصاص تگ به‌صورتی که بتوان آن تگ را فعّال نمود (جهتِ دادنِ فرمان به «PLC» و نوشتن مقادیر در تگ استفاده می‌شود) و «Read Address» نیز برای اختصاص تگ به‌صورتی که بتوان مقدار آن تگ را خواند (جهتِ خواندنِ فرمان از «PLC» و خواندن مقادیر از تگ) استفاده می‌شود.

بدانید

در منوی«Main» قسمت «State» با انتخاب حالت صفر می‌توان مشخص نمود که در این حالت اگر تگ مربوطهٔ نسبت داده شده مقدار صفر باشد، مانند تنظیماتی همانند رنگ پس زمینهٔ اِلمان یا متن نوشته شدهٔ بر روی آن و... به چه صورتی در «HMI» نمایش داده شود. با انتخاب حالتِ ۱ نیز متناسب با تنظیمات و مقدار تگ مربوطه به همین ترتیب می‌توان بیان نمود.

فعالیت

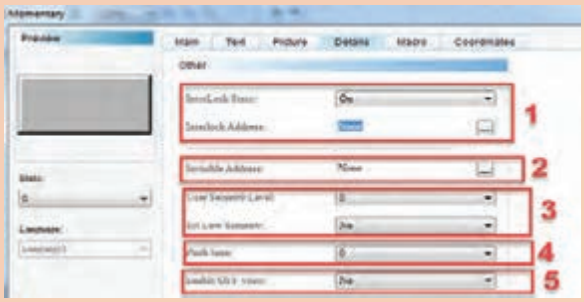
در صفحهٔ مشخصات یک «Button» در سربرگ‌های دیگر، نظیر «Text , Picture» بروید و با تغییر مشخصات هر پارامتر، وظیفهٔ هر کدام را توضیح دهید.

فیلم

توضیحات در مورد ابزار «Button»

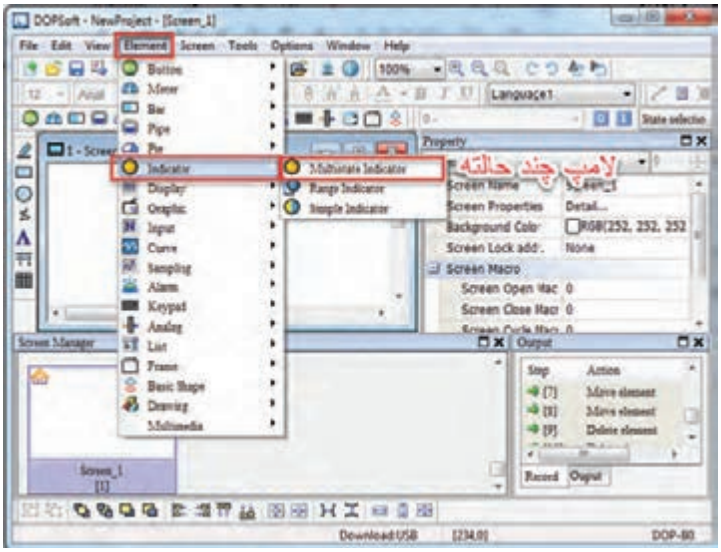
پژوهش

در صفحهٔ مشخصات، بعضی از ابزارها در منوی «Details» وجود دارد که به‌صورت روبه‌رو است. دربارهٔ هر پارامتر، که با شماره مشخص شده است، توضیح دهید.



استفاده از ابزار «Indicator»

یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین ابزارهای گرافیکی نشان دهنده «Indicator» هاست و دارای انواع مختلفی از لحاظ عملکرد است. از این ابزار جهت نمایش خروجی‌های دیجیتال استفاده می‌شود. با تغییر وضعیت خروجی می‌توانیم رنگ پس زمینه و یا تصویر این اِلمان را عوض کنیم. این بدان منظور است که تگ یا آدرس داده شده به آن در قسمت «Main» توسط تگ خارجی (PLC) یا تگ داخلی «Internal Memory» فعّال و «۱» شده است.



فعالیت

یک «Indicator» از نوع «Multistate Indicator» در صفحه قرار دهید و بر روی آن دبل کلیک کنید. و وارد صفحه مشخصات شوید، سپس پارامترها را توضیح دهید.

فیلم

توضیحات در مورد ابزار «Indicator»

بدانید

برای اختصاص دادن تگ به ابزار «Button» و «Indicator» می‌توان به دو صورت عمل نمود.

- **از طریق تگ داخلی «Internal Memory» :**

با ایجاد یک تگ از نوع $M و فرمت دادهٔ «Type» از نوع Bit می‌توان ارتباط بین ابزارها را در داخل «HMI» برقرار نمود.

- **از طریق Link :**

با انتخاب این روش می‌توان از طریق link ایجاد شده به PLC در قسمت ایجاد پروژه، ابزار Button را به عنوان ورودی معرفی نمود که برای آدرس تگ استفاده شده باید از حافظه داخلی PLC (مثلا M0 و M1 و ...) استفاده نمود و همچنین ابزار Indicator که به عنوان خروجی معرفی می‌شود باید برای آدرس دهی تگ استفاده شده از آدرس‌های خروجی دیجیتال PLC (مثلاً Y0 وY1 و ...) استفاده نمود.

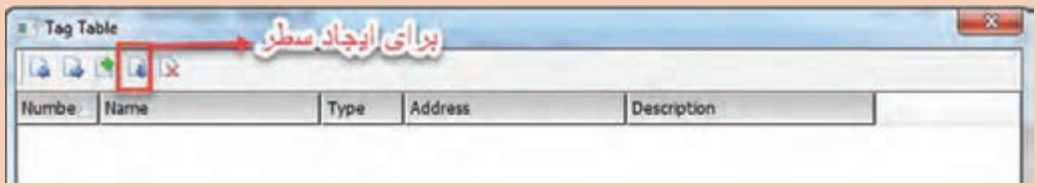
پژوهش

چرا درخصوص ارتباط «HMI» با «PLC» دلتا در قسمت تگ‌گذاری خارجی (Link) برای اختصاص یک تگ به «Button» که به‌عنوان ورودی است، نباید از آدرس X0، X1 و.... استفاده شود؟

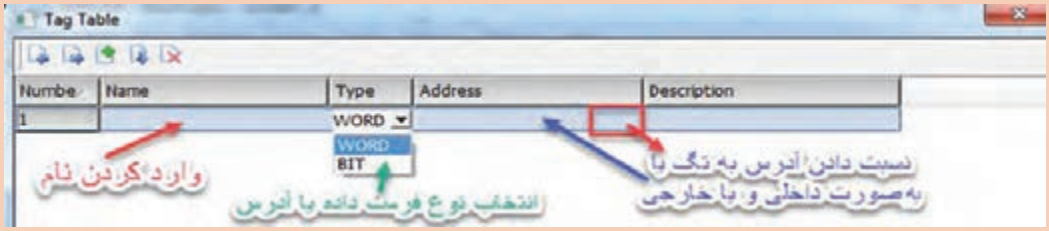
فعالیت

قرار است با فعّال شدن یک شستی «Momentary» از مجموعهٔ «Button» در «HMI» یک لامپ سیگنال «Indicator Multistate » از مجموعهٔ «Indicator»روشن شود و با غیرفعّال شدن شستی، لامپ نیز خاموش شود. یادآوری می‌شود در این فعّالیت، برای ارتباط بین این دو ابزار از تگ داخلی استفاده می کنیم.

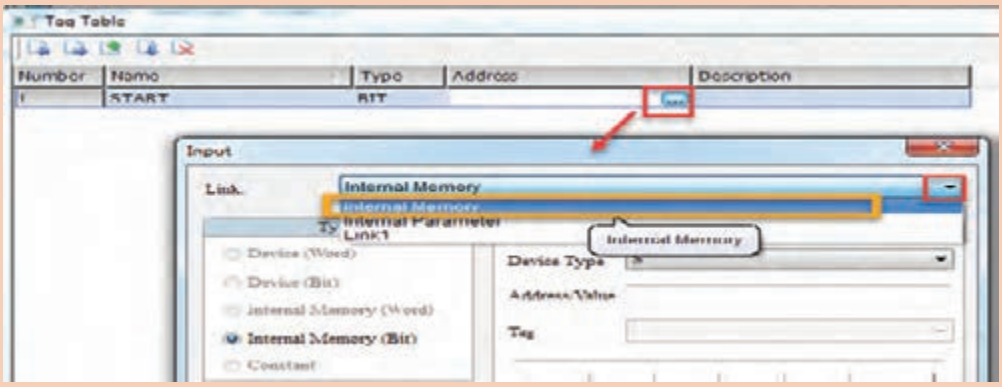
- در این مثال ابتدا یک تگ داخلی در قسمت «Internal Memory» با نوع $M با آدرس صفر ایجاد می کنیم.



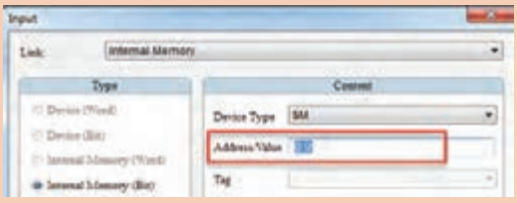
- پس از ایجاد سطر جدید نام تگ را نوشته و نوع فرمت داده را انتخاب می کنیم.

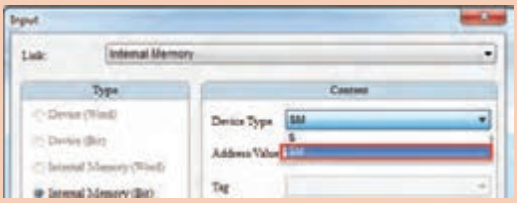


سپس در سربرگ «Address» به تگ مربوطه آدرس اختصاص می دهیم.

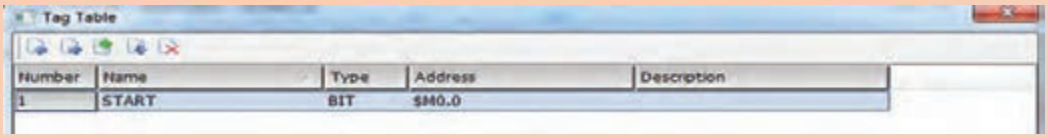


پس از انتخاب نوع آدرس‌دهی به‌صورت «Internal Memory» نوبت به آدرس‌دهی مربوط به تگ می‌شود.

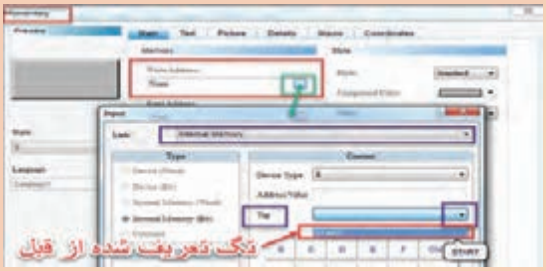


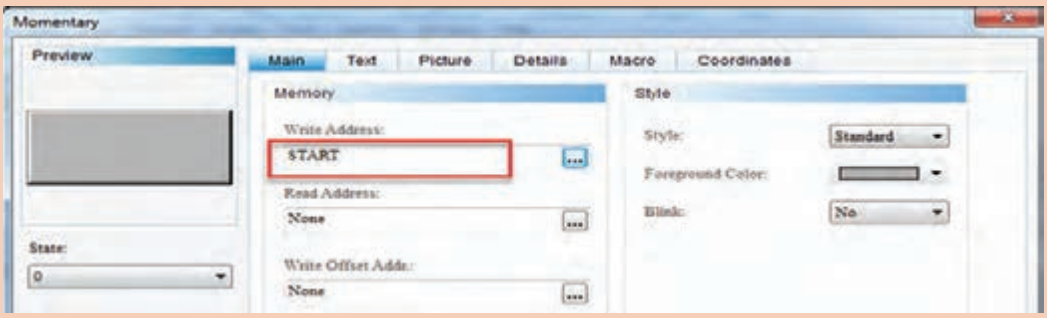


پس از نسبت دادن آدرس تگ «Enter» را (از روی صفحه کلید) می‌زنیم و تگ ساخته می‌شود.



پس از پایان تعریف تگ‌ها نوبت به گذاشتن اِلمان گرافیکی و تعیین تگ مناسب به هرکدام از اِلمان‌هاست. پس در «Screen» مربوطه یک «Button» از نوع «Momentary» و یک «Indicator» از نوع «Indicator Multistate» قرار می‌دهیم و بر روی اِلمان «Momentary» دبل کلیک می‌کنیم تا صفحهٔ مشخصات آن باز شده و در قسمت «Main»، تگ مورد نظر را وارد می‌کنیم تا در هنگام فعّال‌کردن (فشار دادن یا لمس کردن بر روی «HMI») مقدار یکِ منطقی را در تگ مربوطه بریزد.

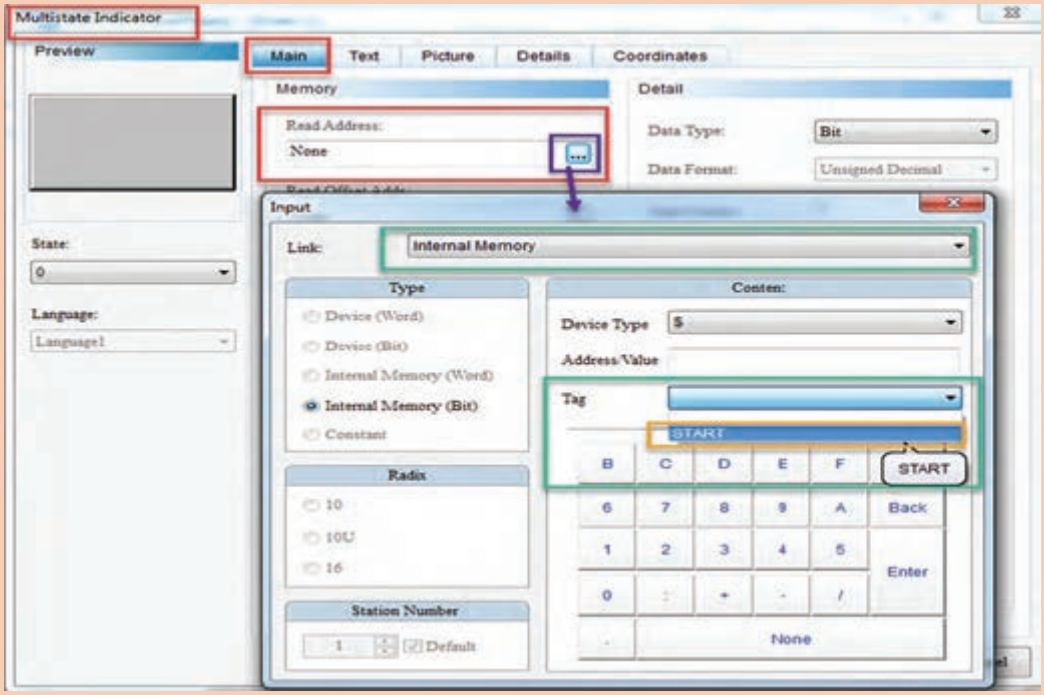


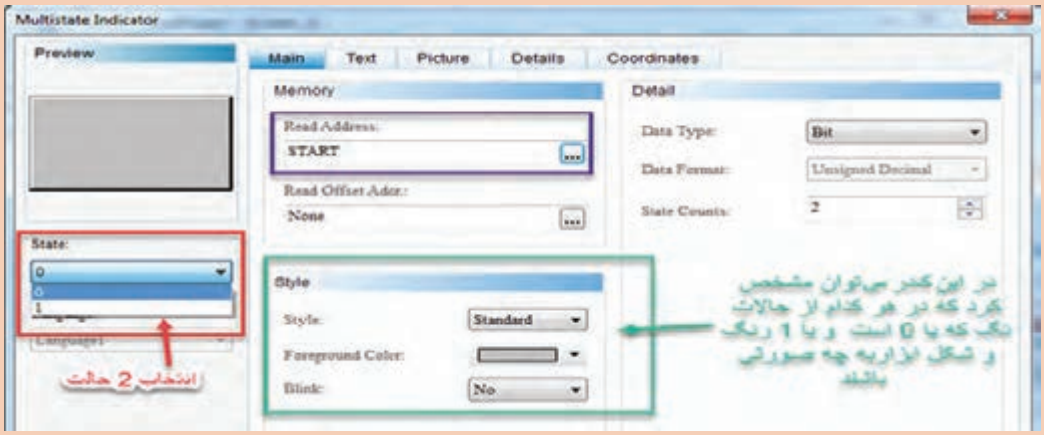


حال می‌توان در دو حالت صفر یا یک، اِلمان «Momentary» را از لحاظ شکل ظاهری و نوشتن متن بر روی آن تنظیم نمود تا زیبایی و جلوه پیدا کند.



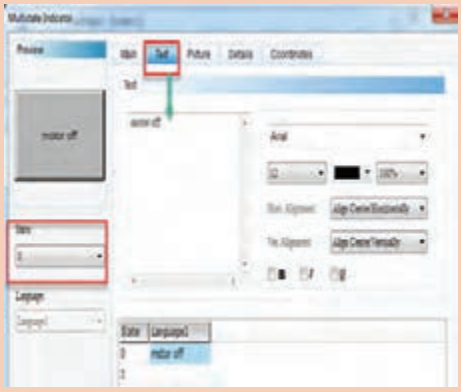
پس از تنظیمات این تگ (Momentary)، نوبت به تنظیم تگ «Indicator» می‌رسد که با دبل کلیک کردن بر روی آن، به صفحهٔ مشخصات آن ابزار وارد می‌شویم و به آن یک تگ نسبت می‌دهیم. حال اگر مقدار آن تگ «۱» منطقی شد، بر روی لامپ سیگنال اثری مانند تغییر رنگ پشت زمینه انجام می‌دهد و اپراتور با دیدن این تغییر رنگ متوجه فعّال شدن آن تگ می‌شود. در صنعت (واقعیت) آدرس آن تگ، خروجی‌های «PLC» است زیرا قرار است با فشار دادن اِلمان گذاشته شده لامپ روشن شود. پس باید از همان تگ قبلی استفاده شود زیرا «Button» مقدار ۱ را به تگ «start» می‌دهد (می‌نویسد) و «Indicator» باید همان تگ «start» را بخواند.



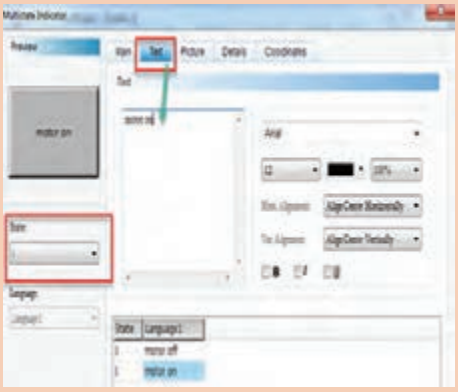


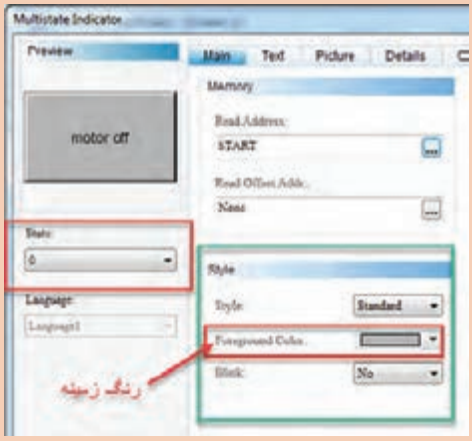
در این مثال، فرض می‌کنیم اگر شستی را نزده باشیم لامپ خاموش با رنگ خاکستری و اگر شستی فشار داده شود رنگ لامپ برای نشان دادن به اپراتور قرمز شود. حتی می‌توان در هر کدام از حالات یک متن نیز بر روی «Indicator» نوشت؛ مثلاً در حالت صفر، بر روی آن «motor off» و درحالتِ یک بر روی آن «motor on» نوشته شود.

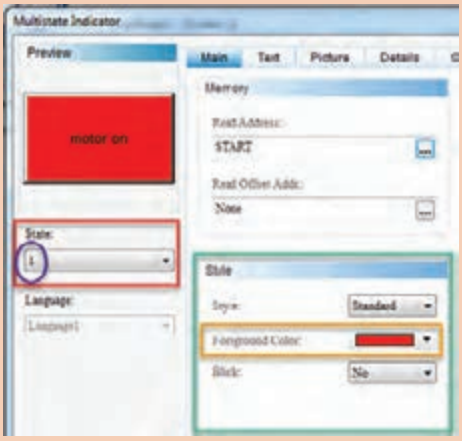
حالت صفر (مقدار تگ صفر منطقی /غیر فعّال است)



حالت یک (مقدار تگ برابر یک منطقی / فعّال است)







■ پس از این تنظیمات، برنامه را «Save» نموده و «Compile» می کنیم و به صورت آفلاین تست می‌کنیم.

قبل از فعّال کردن (زدن شستی)



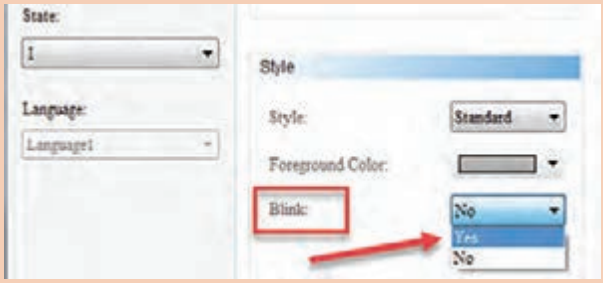
بعد از فعّال کردن (زدن شستی)



فعالیت

فعالیت صفحهٔ ۱۴۹ را با تنظیمات زیر انجام دهید.

- مشخصات ابزار «Indicator» را به‌صورت زیر تغییر داده با تست کردن پارامتر «Blink» بررسی کنید.



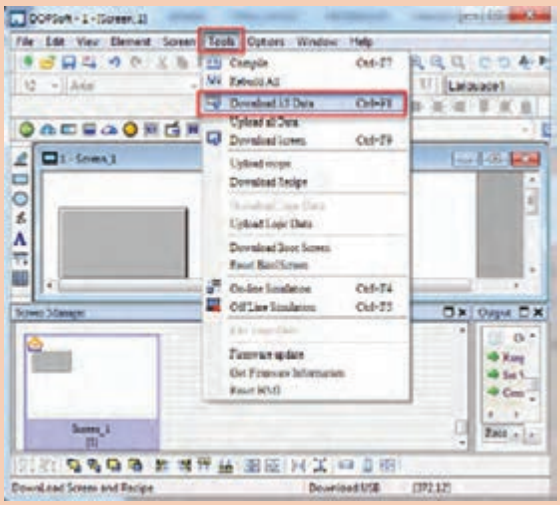
- جابه‌جایی «Indicator Simple» با «Indicator Multistate» مجدداً اجرا کنید و رفتار و عملکرد «Indicator Simple» را توضیح دهید.
- اگر از ابزار «Button» دکمهٔ «SET» به‌جای «Momentary» استفاده کنیم، چه عملی رخ می‌دهد؟ آن را به صورت کامل تست کنید و در صورت ایجاد مشکل به اصلاح آن بپردازید.

فعالیت

ابزار «Range Indicator» را از مجموعهٔ «Indicator» توضیح دهید و موارد استفاده از آن را ذکر کنید.

بدانید

اگر در برنامه‌نویسی «HMI» از تگ‌های خارجی به‌منظور ارتباط با «PLC» واقعی استفاده شود. پس از طراحی صفحات، تگ‌گذاری، «Save» و «Compile» کردن، نوبت به برقراری ارتباط مناسب «HMI» با «PLC» خواهد بود. در مرحلهٔ بعد، انتقال صفحات گرافیکی طراحی شده از «HMI» به «PLC» انتقال می‌یابد، که از طریق نوار منو مطابق شکل روبه‌رو صورت می‌پذیرد.



فعالیت

برنامهٔ راه‌اندازی یک موتور سه فاز را به دوصورت زیر در «PLC» بنویسید و سپس فرمان‌های کنترلی ـ نظارتی را توسط «HMI» پیاده‌سازی نمایید:

- کنترل از یک محل «Remote» (از طریق PLC) ؛
- کنترل از دو محل «Remote» و «Local» (از طریق دستی).

پژوهش

اگر جدول تگ‌ها (Tag Table) را از ابتدا ایجاد نکنیم و تگ‌ها در آن تعریف نشود، آیا راهی وجود دارد تا بتوان تگ مربوطه را به یک ابزار اختصاص داد؟

فعالیت

فرمان‌های کنترل و نظارت فعّالیت صفحهٔ ۱۰۹ پودمان سوم، بندهای ۲ و ۳ را توسط «HMI» پیاده‌سازی کنید.

استفاده از ابزار «Numeric Entry»

یکی از روش‌های دستیابی به این ابزار، استفاده از نوار منو گزینهٔ «Element ⟶ Input ⟶ Numeric Entry» است.

یا استفاده از گزینهٔ  که در نوار ابزار است. از این ابزار برای وارد کردن عدد در یک تگ با آدرس مشخص استفاده می‌شود. این تگ می‌تواند داخلی یا خارجی باشد.

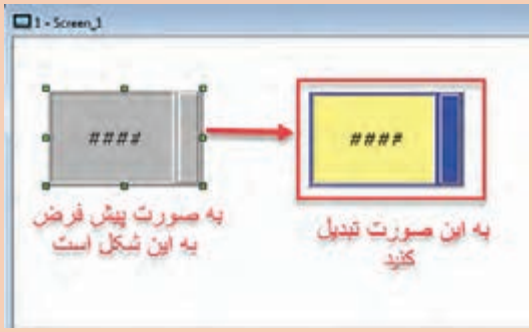
برای نمونه اگر بخواهیم اتاق را در دمای ۴۵ درجه ثابت نگه داریم، باید عدد ۴۵ را از طریق «HMI» به «PLC» وارد کنیم تا این عدد به نشانهٔ نقطهٔ تنظیم (Set Point) برای برنامه‌نویسی و بهره‌گیری در بلوک‌هایی مثل مقایسه‌گر مورد استفاده قرارگیرد. این عدد را، بسته به‌نظر کارفرما، می‌توان هر لحظه تغییر داد.

پژوهش

ابزار «Numeric Entry» برای وارد کردن عدد است. از این ابزار برای چه موارد دیگری غیر از مقداردهی به یک بلوک مقایسه‌گر در «PLC» استفاده می‌شود؟

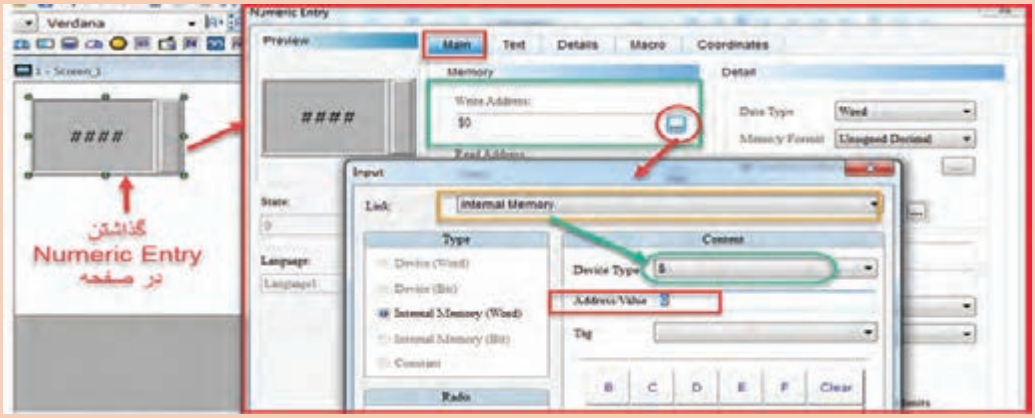
فعالیت

با قرار دادن یک «Numeric Entry» در «Screen» و با تغییر مشخصات «Style» این ابزار، شکل پیش فرض را به شکل روبه‌رو تغییر دهید.

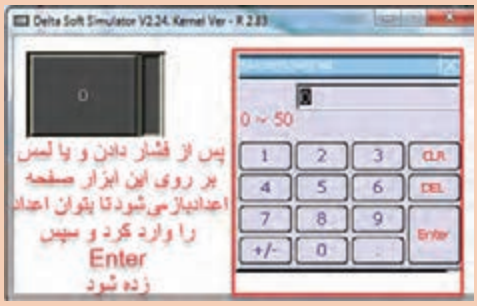


فعالیت

با گذاشتن ابزار «Numeric Entry» و وارد شدن در صفحهٔ مشخصات و سربرگ «Main» و اختصاص یک تگ داخلی «Internal Memory» از نوع $ و آدرس صفر، پس از ذخیره، چک کردن و تست، در حالت آفلاین به‌صورت زیر نمایش داده می شود.







فعالیت

در صفحهٔ مشخصات ابزار «Numeric Entry» وارد شوید و با تغییر پارامترهای مشخص شده در منوی «Main» و تست به صورت آفلاین، وظیفهٔ هر کدام را توضیح دهید.



بدانید

برای نمایش عدد در «HMI» می‌توانیم از ابزار «Set Value» نیز استفاده کنیم. این ابزار را می‌توان از مسیر «Element → Button → Set Value» انتخاب نمود.

بدانید

جهت نوشتن متن و توضیحات در صفحه، می‌توان از ابزار«Text» در مسیر زیر استفاده نمود:
Element → Drawing → Text

پژوهش

تفاوت استفاده از «Numeric Entry» را با «Set Value» از زیرمجموعهٔ «Button» جهت مقداردهی به متغیرها بررسی کنید.

فعالیت

برنامهٔ کنترلی و نظارت فعّالیت صفحهٔ ۱۱۲ پودمان سوم بند ۲ را با طراحی صفحات گرافیکی در «HMI» پیاده‌سازی کنید.

خصوصی سازی شکل ها

همان‌طور که بیان شده، می‌توان به هر اِلمان گذاشته شده در صفحهٔ گرافیکی و وارد شدن در صفحهٔ مشخصات اِلمان در منوی «Picture» در قسمت «Picture Bank Name» یک عکس مخصوص به‌هرکدام از دو حالت (صفر یا یک بودن) نسبت داد. حال اگر عکس و شکل موردنظر (به‌طور نمونه نوار نقاله، جک‌های پنوماتیکی، حسگرها و...) در این دسته‌بندی قرار نداشتند، می‌توان از نوار منو مسیر «Options → Picture Bank» یک دستهٔ جدید ایجاد نمود و عکس‌های موردنظر را، که می‌توان با نرم‌افزارهای طراحی کشید یا از اینترنت دانلود کرد، در این دسته وارد نمود و سپس در طراحی از آنها استفاده کرد.

فعالیت

یک دستهٔ جدید به نام «class» در «Picture Bank» ایجاد کنید و اَشکال زیر را به این دسته اضافه کنید:

- جک بسته
- جک باز
- نوار نقاله خاموش
- نوار نقاله روشن
- لیمیت سوئیچ در حالت عادی
- لیمیت سوئیچ در حالت فعّال

بدانید

می‌توان درقسمت «Picture Bank»، اَشکال موجود در «HMI»، مدل‌های دیگر را در این مدل وارد و نصب نمود.

فعالیت

برنامهٔ کنترلی و نظارتی فعّالیتِ اولِ صفحهٔ ۱۱۲، از پودمان سوم را با طراحی صفحات گرافیکی در «HMI» پیاده‌سازی کنید. لازم است تعداد قطعات موردنیاز را اپراتور تنظیم کند.

استفاده از ابزار «Numeric Display»

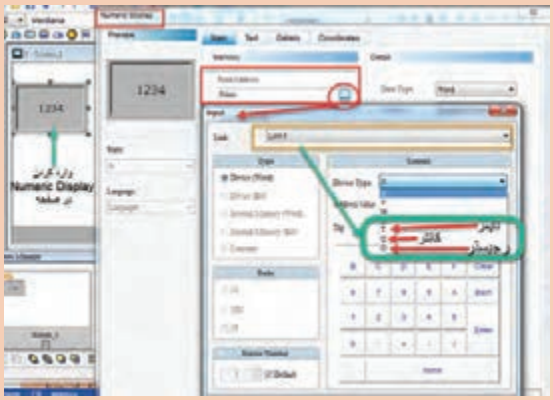
یکی از روش‌های دستیابی به این ابزار استفاده از نوار منو مسیر « Element → Display → Numeric Display » است.
یا استفاده از گزینهٔ 123 که در نوار ابزار است. از این ابزار برای نشان دادن عددی استفاده می‌شود که در یک تگ با آدرس مشخصی آمده است. تگ می‌تواند داخلی یا خارجی باشد.
برای نمونه اگر بخواهیم تعداد قطعات تولیدی یک خط صنعتی را در «HMI» نشان دهیم، پس از قرار دادن دستور شمارنده (کانتر) و نوشتن برنامه در «PLC»، باید مقدار کانتر را با شمارهٔ تعریف شده در «HMI» به‌صورت یک تگ در جدول تگ‌ها تعریف کنیم. سپس با استفاده از ابزار «Numeric Display»، تگ مربوطه خوانده می‌شود و بر روی این ابزار به نمایش درمی‌آید.

فیلم

ایجاد یک «Numeric Entry» و ارتباط آن به صورت تگ داخلی با یک «Numeric Display» به طوری که هر عددی را که وارد «Numeric Entry» شود بر روی «Numeric Display» نمایش دهد.

بدانید

در نسبت دادن آدرس به تگ در ابزار «Numeric Display» به‌صورت خارجی با «PLC» که قرار است عدد یک متغیر از «PLC» به ما نشان دهد، می‌توان به رجیسترها (D)، تایمرها (T) و کانترها (C) با شماره‌هایی که در برنامه «PLC» از آنها استفاده شده است، نسبت داد.



فعالیت

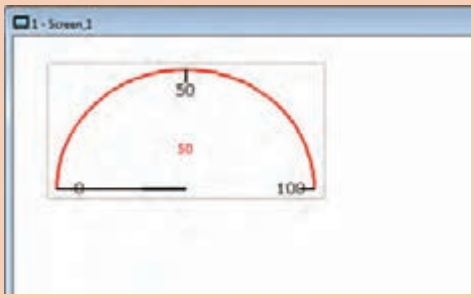
برنامهٔ کنترلی و نظارتی فعّالیت صفحهٔ ۱۱۳ پودمان سوم را با طراحی صفحات گرافیکی در «HMI» پیاده‌سازی کنید. لازم به ذکر است :

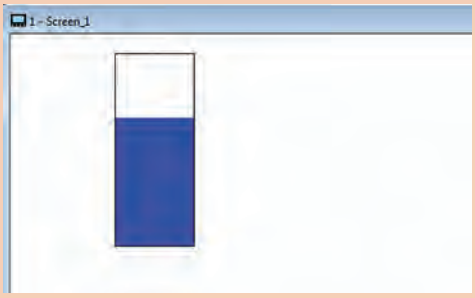
- مقدار ظرفیت پارکینگ توسط اپراتور تنظیم می شود.
- وجود ماشین در ورودی و خروجی نمایش داده شود.
- تعداد ماشین‌های موجود در پارکینگ نمایش داده شود.

بدانید

علاوه بر ابزار «Numeric Display» که می‌تواند به‌عنوان نشان‌دهندهٔ عدد در «HMI» از آن استفاده شود، با ابزارهای دیگری نیز می‌توان این عمل را به صورت گرافیکی نمایش داد.

- قرار است سرعت دور یک موتور را به‌صورت عقربه‌ای نمایش دهیم. برای این امر می‌توان از ابزار «Meter» از مسیر نوار منوی «Element → Meter» یا از دکمهٔ  از نوار ابزار استفاده شود.
- قرار است مقدار آب درون یک مخزن را توسط ابزاری به نام«Bar»از مسیر نوار منوی «Element → Bar» یا از دکمهٔ  از نوار ابزار استفاده کرد.





در حالت کلی برای نمایش مقدار یک سیگنال آنالوگ خروجی «PLC» (تگ) یا مقدار یک رجیستری که در حال تغییر است، می‌توان از این ابزار استفاده کرد.

فعالیت

در برگه مشخصات «Bar» وارد شوید و در سربرگ «Main»، پارامترهای آن را با تغییر هرکدام و اثرگذاری آنها را در این ابزار، توضیح دهید.

لازم به‌ذکر است که در این ابزار نمی‌توان مقدار تگ را نشان داد بلکه آن مقدار با رنگ مشخص می‌شود. برای اینکه اپراتور بتواند، علاوه بر مشاهدهٔ مقدار تگ به‌صورت رنگ، آن را به‌صورت عدد نیز مشاهده کند، چه راه حلّی پیشنهاد می‌دهید؟

استفاده از ابزار «Multi State»

این ابزار از زیرمجموعه «Button» است. از این ابزار در صنعت برای کلیدهای چند وضعیت (سلکتور) استفاده می‌شود (مانند کلیدهای ۲-۰-۱)، که بیان‌کننده این است که در هر کدام از حالات چه عملی را سیستم کنترل انجام دهد.

در هنگام استفاده از این ابزار در صفحهٔ «HMI» لازم است که به این ابزار یک تگ با فرمت دادهٔ «word» نسبت دهیم، زیرا به تناسب قرار دادن سلکتور بر روی هرحالت، مقدار عدد آن حالت در این تگ قرار می‌گیرد.

در «PLC» مقدار آدرس این تگ را به‌صورت زیر می‌توان مورد استفاده قرار داد:

پس از آدرس‌دهی به تگ مثلاً (D0) که یک رجیستر ۱۶ بیتی است، متناسب با عدد سلکتور در صفحه «HMI» آن عدد به‌صورت «Integer» در آدرس «PLC» قرار می‌گیرد و سپس در برنامه‌نویسی «PLC»

می‌توان مقدار «D0» را با اعداد مختلف مقایسه کرد و نتیجه هر مقایسه را از لحاظ مساوی بودن در هر عدد، به صورت یک شرط در ادامهٔ برنامه‌نویسی «PLC» استفاده نمود.
پس از وارد کردن ابزار«Multistate» بر روی آن دبل کلیک می‌کنیم تا به صفحهٔ مشخصات این ابزار وارد شویم و پارامترها و مشخصات و تگ‌گذاری را انجام دهیم.
در ابتدا در سربرگ«Main» تگ مربوطه را اختصاص می‌دهیم، سپس تعداد سلکتور (حالت کلید) را مشخص می‌کنیم. پس از مشخص شدن تعداد حالات در قسمت «State counts» لازم است در گزینه «State» با انتخاب هر حالت شکل سلکتور مربوطه را در منوی «Picture» تنظیم کنیم.

فعالیت

با تعریف یک تگ داخلی و انتخاب یک سلکتور ۱۰ حالته و یک نمایشگر عدد (Numeric Display)، برنامه‌ای طراحی کنید که با قرار دادن سلکتور در هر حالت عدد مربوط بتوان سلکتور را در نمایشگر نشان داد (تست به صورت آفلاین).

فعالیت

برنامهٔ کنترلی و نظارتی فعّالیت صفحهٔ ۱۲۴ پودمان سوم را با طراحی صفحات گرافیکی و استفاده از «Multistate» در «HMI» پیاده‌سازی کنید.

فعالیت

فعّالیت صفحهٔ ۱۲۵ پودمان سوم را با طراحی صفحهٔ گرافیکی «HMI» و ارتباط بین «HMI» و «PLC» به‌صورت عملی انجام دهید به نحوی که :
در برنامهٔ «HMI» فشار را بتوان مشاهده نمود.
اپراتور بتواند با استفاده از چهار عدد «Numeric Entry» مقادیر p1,p2, p3, p4 را به دلخواه تنظیم کند و با استفاده از چهار عدد «Numeric Entry» دیگر فرکانس های f1,f2,f3,f4 را به‌صورت دلخواه در «HMI» به شرح زیر تعریف نماید و بتواند «PLC» اینورتر را با فرکانس‌های تعریف شده، راه‌اندازی کند.

نتیجه	شرط
F1	P<p1
F2	p2<P<p1
F3	P3<P<p2
F4	P4<P<p3
موتور خاموش	P4<P

استفاده از ابزار رسم نمودار «Trend Graph»

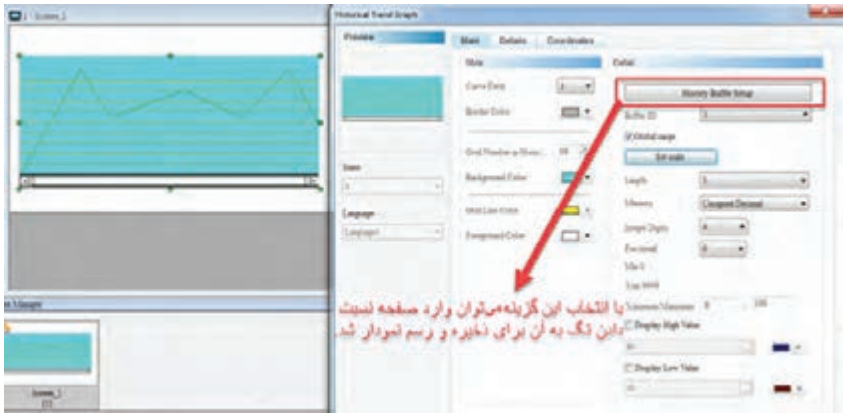
برای نشان دادن مقدار یک کمّیت (پارامتر) مانند فشار، ارتفاع و یا دمای یک مخزن به صورت یک نمودار می‌توان از ابزار «Trend Graph» در قسمت نوارِ منو، مسیر زیر استفاده نمود.

Element Sampling → Historical Trend Graph

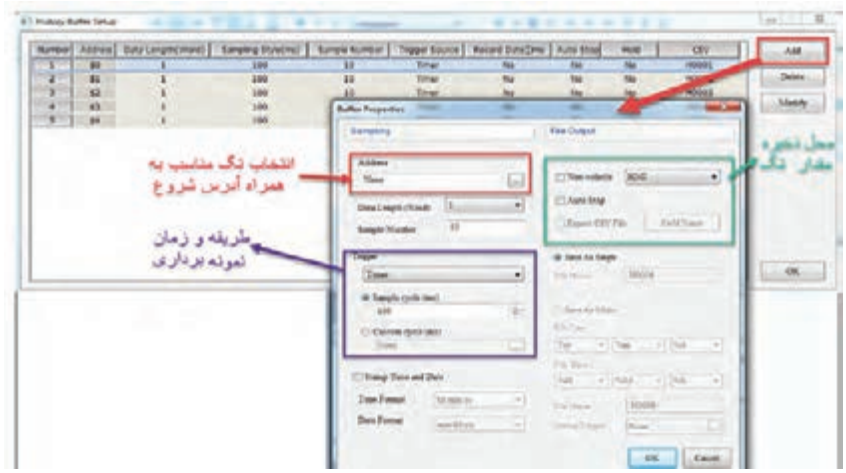
بدانید

اِلمان «Ternd Graph» از نوار منوی مسیر «Elemet → Curve → Ternd Graph» صرفاً نمودار تغییرات را نمایش می‌دهد ولی «Historical Trend Graph» علاوه بر نمایش تغییرات، دیتاها را ضبط و نگهداری می‌کند، بنابراین قابلیت برگشت و بررسی تغییرات در زمان‌های گذشته وجود دارد.

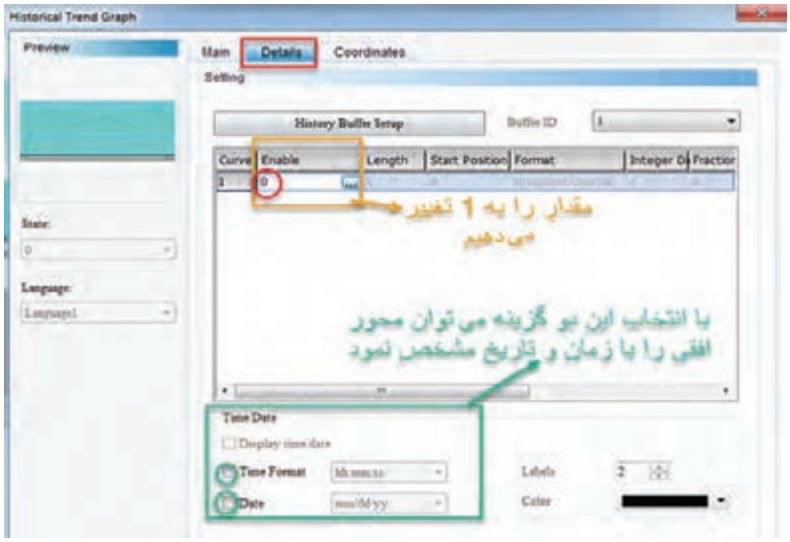
با وارد کردن یک «Historical Trend Graph» در صفحهٔ کاری و وارد شدن در صفحهٔ مشخصات آن، به‌صورت شکل زیر ظاهر می شود:



پس از وارد شدن در گزینهٔ «History Buffer Setup» مطابق شکل زیر می‌توان یک تگ مناسب جهت نمایش و ذخیره مقادیر در «HMI» ثبت نمود.



پس از تنظیم و نسبت دادن تگ مناسب در صفحه «History Buffer Setup»، «OK» را می‌زنیم تا به‌صفحهٔ اصلی «History Buffer Setup» وارد شویم و در منوی «Details» مطابق شکل زیر، در قسمت «Enable» مقدار صفر را به‌مقدار یک تغییر می‌دهیم تا بتوان ذخیره و رسم نمودار را فعّال نمود.



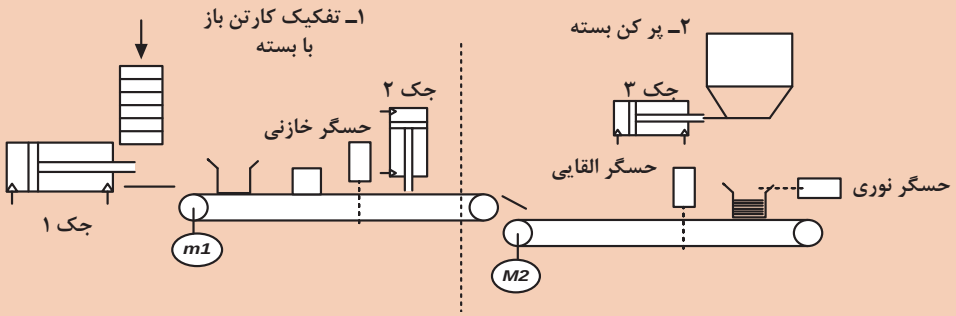
فعالیت

با توجه به فعّالیت اولِ صفحهٔ ۱۲۵ پودمان سوم مقدار دما را به‌صورت یک نمودار نسبت به زمان توسط Historical Trend Graph در یک صفحه نشان داده و در صفحهٔ دیگر در «HMI» وضعیت خاموش و یا روشن بودن بخاری و کولر را نمایش دهید.

پروژه

برنامه کنترلی/ نظارتی خط زیر را با توجه توضیحات در «HMI» طراحی کنید.

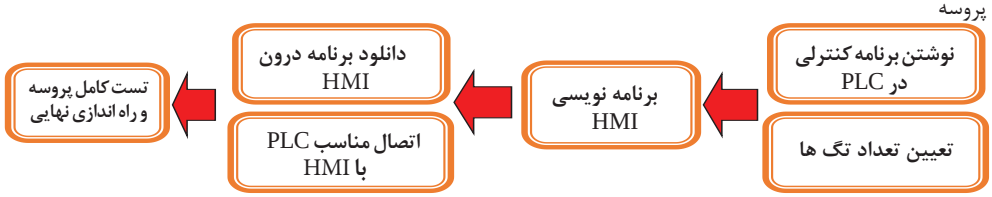
- هر ایستگاه در یک صفحه نمایش
- وضعیت روشن و یا خاموش بودن نوار نقاله‌ها و مشخص بودن وضعیت جک‌ها
- وضعیت فعّال یا غیرفعّال بودن حسگرها
- وضعیت درحال پرشدن و ریختن مواد درون کارتن
- نشان دادن سرعت موتور اول که با اینورتر کنترل می‌شود.



ارزشیابی پایان شایستگی

شرح کار:

تعیین تعداد تگ‌های مورد نیاز به همراه آدرس هر کدام از طرف PLC، کامل نمودن جدول تگ‌ها در «HMI»، ایجاد صفحات طراحی و گذاشتن المان‌ها، ایجاد تنظیمات و نسبت دادن تگ‌های مربوط به هر المان، چک و ذخیره نمودن برنامه، انتقال برنامه به «HMI»، برنامه‌نویسی کنترل فرایند توسط PLC و در آخر اتصال مناسب بین PLC و «HMI» با رعایت کامل نکات ایمنی و همراه با راه‌اندازی نهایی پروسه



استاندارد عملکرد:

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی «HMI»، هنرجویان قادر خواهند بود یک فرایند صنعتی را توسط «HMI» نظارت و فرمان‌های کنترلی را صادر کنند.

شاخص ها:

نوشتن برنامه PLC و مشخص کردن آدرس‌هایی که از PLC در HMI مورد استفاده قرار می‌گیرد ـ تهیه جدول تگ ـ طراحی صفحات گرافیکی و تنظیم پارامترها ـ تست کامل و راه‌اندازی نهایی پروسه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

الف) شرایط

۱- اجرا در کارگاه PLC و رایانه ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳– تهویه استاندارد و دمای ۳ ± ۲۰°C
۴- ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵- وسایل ایمنی استاندارد ۶- زمان ۱۸۰ دقیقه

ب) ابزار و تجهیزات

ست PLC - ست پنوماتیک - دستگاه «HMI» - فیوز سیلندری سه فاز - کلید مینیاتوری تک‌فاز - کنترل فاز برای موتور تسمه نقاله - کنترل بار برای موتور تسمه نقاله - شستی استپ و استارت - حسگر نوری و القایی - رله ۲۴VDC - کنتاکتور - موتور - سیم - داکت - ریل

معیار شایستگی:

ردیف	مرحلهٔ کار	حداقل نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ هنرجو
۱	برنامه نویسی کنترل فرایند توسط «PLC»	۱	
۲	تعیین تعداد تگ‌های مورد نیاز، کامل نمودن جدول تگ‌ها در «HMI»	۲	
۳	ایجاد صفحات طراحی و گذاشتن اِلمان‌ها	۲	
۴	ایجاد تنظیمات و نسبت دادن تگ‌های مربوط به هر اِلمان	۲	
۵	انتقال برنامه به «HMI» و ارتباط «PLC» با «HMI»	۱	
۶	تست نهایی و راه‌اندازی کامل پروسه	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳ تمیزکردن گیره و محیط کار ۴ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، «۲» است.

پودمان ۵

تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه



در دنیای صنعتی امروز و در کشورهای صنعتی رو به رشد که در زمینه‌های مختلف الکتریکی فعالیت می‌کنند استفاده از «نقشه» برای ساخت قطعات صنعتی، تابلوهای الکتریکی و...، از اهمیت بالایی برخوردار است. نقشه‌کشی در واقع برگرفته از ایدهٔ اشخاص و بر اساس تئوری‌های منطقی برق و الفبای آنها شکل می‌گیرد و ترکیبی از ترسیمات تصویرسازی دو بعدی و سه بعدی و درحقیقت زبان بین طراح و سازنده است.

در این پودمان به معرفی نرم‌افزار «ePLAN electric P8» که تخصصی‌ترین و جامع‌ترین نرم‌افزار در حوزهٔ نقشه‌کشی برق صنعتی است، می‌پردازیم و با نحوهٔ کار با این نرم‌افزار آشنا خواهیم شد.



واحد یادگیری ۵

شایستگی ترسیم انواع مدارهای‌های قدرت، فرمان و کنترل توسط نرم افزار «ePLAN P8»

هدف‌های این شایستگی عبارت‌اند از:

- توانایی کارکردن با نرم‌افزار «ePLAN P8» و ساخت یک پروژه در محیط این نرم‌افزار
- آشنایی با کتابخانه‌های نرم‌افزار به منظور استفاده از سمبل‌های فراگرفته شده
- توانایی رسم انواع مدارهای قدرت در نرم‌افزار
- توانایی رسم انواع مدارهای فرمان در نرم‌افزار
- توانایی وارد کردن انواع «PLC» در نرم‌افزار «ePLAN P8» و نمایش ورودی‌ها و خروجی‌های مربوط به آن
- توانایی استفاده از قابلیت آدرس‌دهی هوشمند نرم‌افزار به منظور سهولت در نقشه‌کشی
- توانایی تهیهٔ گزارش از اطلاعات ثبت شدهٔ مربوط به پروژهٔ طراحی شده در نرم‌افزار

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان توانایی ترسیم انواع مدارهای‌های قدرت، فرمان و کنترلی را خواهند داشت و همچنین قادر خواهند بود گزارش‌های مورد نیاز را توسط نرم‌افزار تهیه کنند.

فیلم

معرفی نرم‌افزار

کاربرد نرم‌افزارهای طرّاحی

در بیشتر شرکت‌های مهندسی و کارخانه‌های تابلوسازی جهت سهولت در تهیهٔ نقشه‌های برق از این نرم‌افزارها استفاده می‌شود.

پژوهش

در خصوص مراحل پیشرفت اصول نقشه‌کشی در گذر زمان تحقیق کنید.

نرم‌افزار «ePLAN P8» برنامه‌ای کامل و حرفه‌ای جهت طرّاحی و کشیدن نقشه‌های سیستم‌های کنترلی، ابزار دقیق، برق، اتوماسیون صنعتی و پنوماتیکی است. این نرم‌افزار با داشتن قابلیت‌های خودکار، نقشه‌ای کامل (شامل ترسیمات شماتیک، خروجی‌های خودکار، صفحه‌بندی نقشه، شماره‌گذاری سیم‌ها، شماره‌گذاری ورودی و خروجی‌های نقشه) به ما ارائه می‌دهد. لذا «ePLAN P8» یکی از نرم‌افزارهایی است که فراگیران برق و الکترونیک باید در مورد چگونگی خواندن و کشیدن نقشه با آن آموزش ببینند.

فعالیت

چهار نرم‌افزار دیگر در زمینه طرّاحی انواع مدارهای برق را نام ببرید.

بدانید

اکثر برندهای معتبر دنیا به سبب فراگیر شدن کاربری نرم‌افزارهای طرّاحی مجبور شده‌اند بلوک‌های تجهیزات تولیدی خود را، که با این نرم‌افزارها سازگارند، ارائه دهند.

بدانید

استفاده از نرم‌افزارهای هوشمندِ طرّاحیِ تابلوی برق، ضریب اشتباه و زمان طرّاحی تابلو را تا میزان قابل توجّهی کاهش می‌دهد.

فیلم

طریقهٔ نصب نرم‌افزار «ePLAN P8»

فعالیت

مطابق فیلم نمایش داده شده، نرم‌افزار «ePLAN P8» را بر روی رایانه خود نصب کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- در زمان نصب نرم‌افزار با چه مشکلاتی مواجه شدید؟
- مشکلات به وجود آمده را چگونه مرتفع کردید؟

پس از نصب نرم‌افزار، آیکون به شکل  بر روی صفحه ظاهر می‌شود. با باز کردن آن محیط کار نرم‌افزار، مطابق شکل زیر، باز می‌شود.



انجام دادن تنظیمات اولیه

- **تنظیم رنگ پس‌زمینهٔ محیط کار (Back Ground Color)**

ابتدا با زدن بر روی آیکون تنظیمات  به محیط تنظیمات وارد می‌شویم و پس از آن، مراحل بعد را طی می‌کنیم و در نهایت با انتخاب یکی از سه حالت زیر، رنگ پس زمینهٔ محیط کاری را تنظیم خواهیم کرد:

- **BLACK**: محیط کار مشکی؛
- **GRAY**: محیط کار طوسی؛
- **WHITE**: محیط کار سفید.

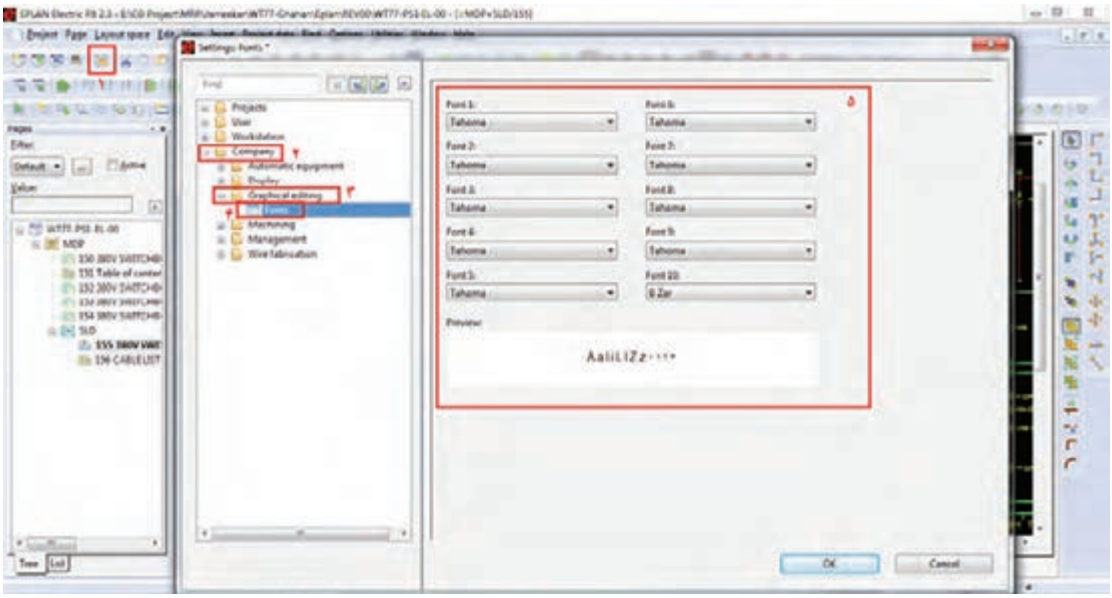
بحث

انتخاب رنگ پس زمینهٔ محیط کار از چه جهت می‌تواند مهم باشد؟

تنظیم فونت نرم‌افزار

مطابق شکل زیر، ابتدا با زدن بر روی آیکون تنظیمات  به محیط تنظیمات وارد می‌شویم و پس از طی مسیر زیر ده عدد فونت، که هر کدام به‌صورت جداگانه قابل تنظیم‌اند، مشاهده می‌شود.

Company → Graphical editing → Fonts



فعالیت

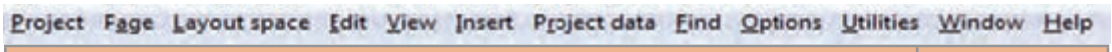
ده نوع فونت متفاوت را برای فونت‌های ۱ تا ۱۰ انتخاب کنید.

پژوهش

دلیل وجود و مزیت ده عدد فونت قابل انتخاب در نرم‌افزار «ePLAN» چیست؟

آشنایی با منوها در نرم‌افزار

الف) معرفی نوار ابزار



نام	توضیحات
Project	برای ایجاد پروژهٔ جدید، بازکردن پروژه‌های قبلی و بستن پروژه‌های جاری استفاده خواهد شد.
«Page»	برای ایجاد صفحات جدید، رفتن به صفحات قبلی و بعدی و شماره‌گذاری آنها استفاده می‌شود.
Layout space	برای طرّاحی سه‌بعدی تابلو استفاده خواهد شد.
Edit	از این منو برای اصلاح پروژه استفاده خواهد شد.
View	از این منو برای مشاهده ابزارهایی نظیر زوم کردن و ایجاد نقاط مختصات و... استفاده خواهد شد.
Insert	از این منو برای وارد کردن سمبُل، تجهیزات، متن، تصاویر و ابزار اندازه زن و... استفاده می‌شود.
Project Data	از این منو به منظور مشاهده و اصلاح اطلاعات پایه‌ای پروژه استفاده خواهد شد.
Find	برای پیدا کردن تجهیزات مختلف در محیط پروژه استفاده خواهد شد.
Options	از این منو برای تنظیمات نرم‌افزار استفاده می‌شود.
Utilities	برای گرفتن گزارش، اضافه کردن تجهیزات جدید و بلوک‌های برندهای مختلف استفاده خواهد شد.
Window	از این منو برای جابه‌جا شدن بین پروژه‌های مختلف استفاده خواهد شد.

ب) معرفی ابزارهای کاربردی (Toolbar)

نام	شکل	توضیحات
«New» Project		ابزاری است جهت تعریف پروژهٔ جدید
Open Project		ابزاری است جهت باز کردن پروژه‌هایی که قبلاً تعریف شده‌اند.
Close Project		ابزاری است جهت بستن پروژه‌هایی که باز هستند.
Zoom		ابزاری است جهت دور یا نزدیک کردن محیط کار در صفحهٔ نمایش.
گرید		ابزاری است جهت نشان دادن نقاط مختصات صفحهٔ نمایش.
Page Setting		از این ابزار به منظور ایجاد صفحات جدید و جابه‌جایی بین صفحات مختلف استفاده می‌شود.
Graphic Tools		از این ابزار برای کارهای گرافیکی استفاده می‌شود.

فعالیت

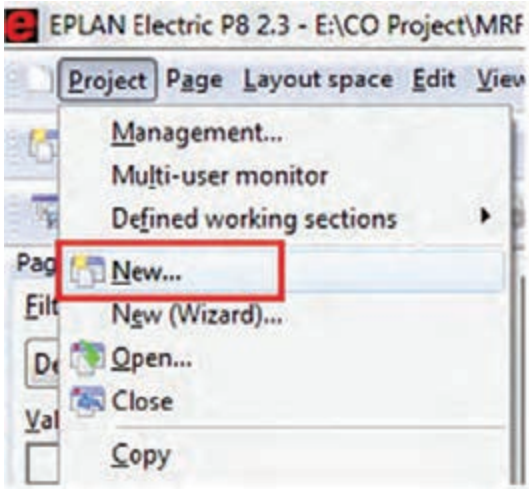
تفاوت گرید E، D، C، B، A را با استفاده از ابزار اندازه‌گیری مشخص نمایید.

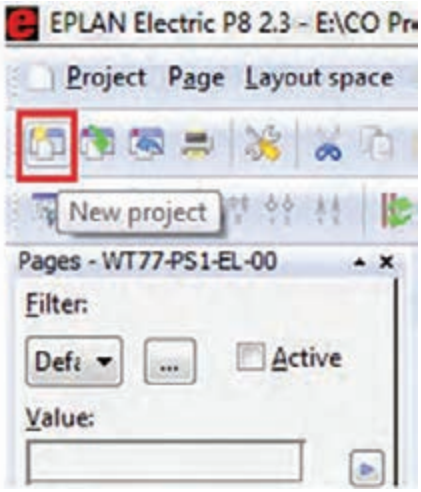
فیلم

نحوهٔ انجام تنظیمات اولیه

ایجاد یک پروژهٔ جدید در «ePLAN»

از طریق منوی «Project» با انتخاب «New» یا کلیک بر روی آیکون  یک پروژهٔ جدید ایجاد می‌کنیم.





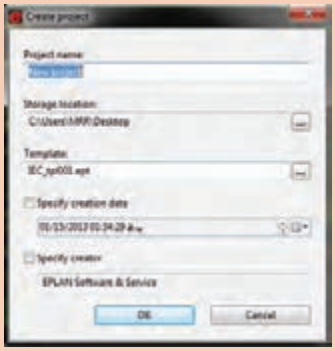
با کلیک بر روی «New» پنجره مقابل ظاهر می‌شود. همان‌طور که در شکل مشخص است، نام پروژه و محل ذخیره‌سازی آن در این پروژه تعیین می‌شود. پس از کامل کردن مشخصات مذکور با زدن OK، یک پنجره دیگر باز خواهد شد که مربوط به تنظیمات پیش فرض نرم‌افزار در خصوص پروژهٔ تعریف شده است. با زدن OK به مرحلهٔ بعد وارد می‌شویم.

فیلم

مراحل ایجاد یک پروژه و نوشتن برنامه

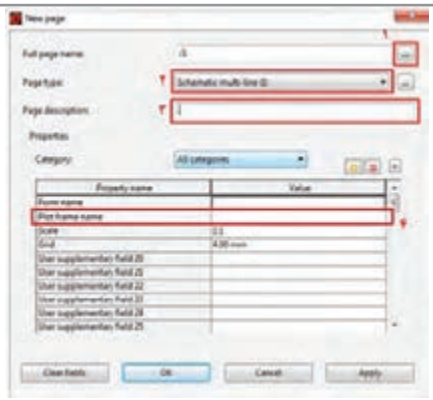
پژوهش

کاربرد «Template» در پنجرهٔ روبه‌رو چیست؟



ایجاد صفحهٔ جدید در پروژه

برای ایجاد صفحهٔ جدید از منوی «Page» گزینه «New» را انتخاب و مراحل زیر را متناسب با نیاز طرّاحی تنظیم می‌کنیم.



۱	در صورتی که تابلو دارای چند سلول باشد از این پنجره جهت نام‌گذاری تابلو و سلول‌های آن استفاده می‌شود.
۲	انتخاب تک یا چند خطی بودن نقشه
۳	توضیحات مربوط به نقشه در این قسمت یادداشت می‌شود.
۴	انتخاب کادر نقشه

فعالیت

تفاوت بین نقشه‌های تک‌خطّی و چندخطّی در چیست؟

فعالیت

سایر گزینه‌های مربوط به «Page Type» را در تنظیمات صفحهٔ جدید، بررسی کنید.

ترجمه

Symbol	.....	Page Type	.....
Plot Frame	.....	Multi Line	.....
Grid	.....	Panel	.....
Control Circuit	.....	Page Description	.....
Power Circuit	.....	Single Line	.....
Insert	.....	Connection	.....

شروع نقشه‌کشی

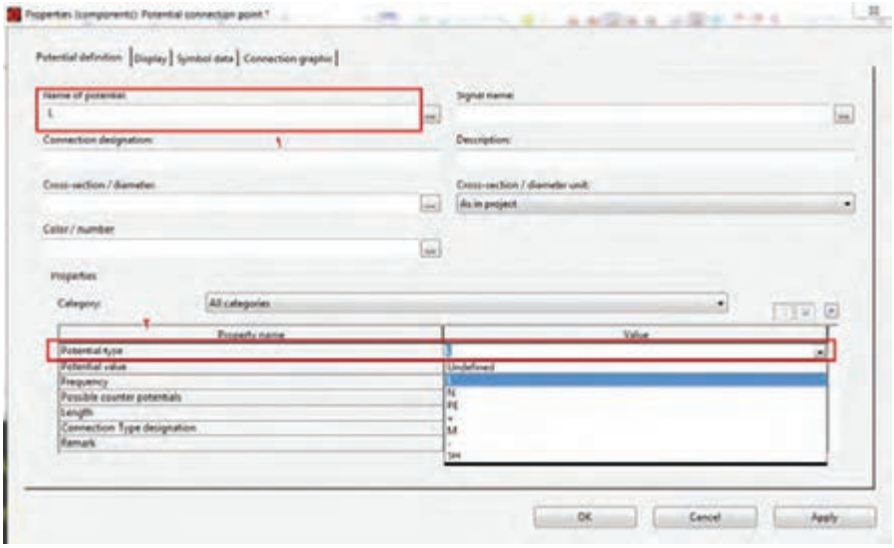
برای وارد کردن علائم و سمبُل‌ها و تجهیزات، ضمن ورود به منوی «Insert»، یکی از گزینه‌های «Symbol» یا «Device» را انتخاب و تجهیز مورد نظر را وارد خواهیم کرد.

پژوهش

تحقیق کنید تفاوت بین «Symbol» و «Device» چیست؟

الف) وارد کردن نقاط اتصال پتانسیلی

از ورودی‌های پتانسیلی در «ePLAN»، به‌منظور ورود پتانسیل به نقشه استفاده می‌شوند و از محیط «Toolbar» یا از منوی «Insert → Potential Connection Point» در نقشه ایجاد می‌شوند. با انتخاب این گزینه، سمبُل مربوطه، زیرِ نشانگرِ موس قرار خواهد گرفت. پس از انتقال سمبُل به مکان مورد نظر، با کلیک کردن آن در صفحه قرار می‌گیرد و پنجرهٔ زیر، جهت تنظیمات (انتخاب نام نقطه پتانسیلی و نوع آن نظیر فاز، نول، ارت و...) باز خواهد شد. این عمل می‌تواند تا زدن کلید «ESC» به تعداد مورد نیاز ادامه یابد.



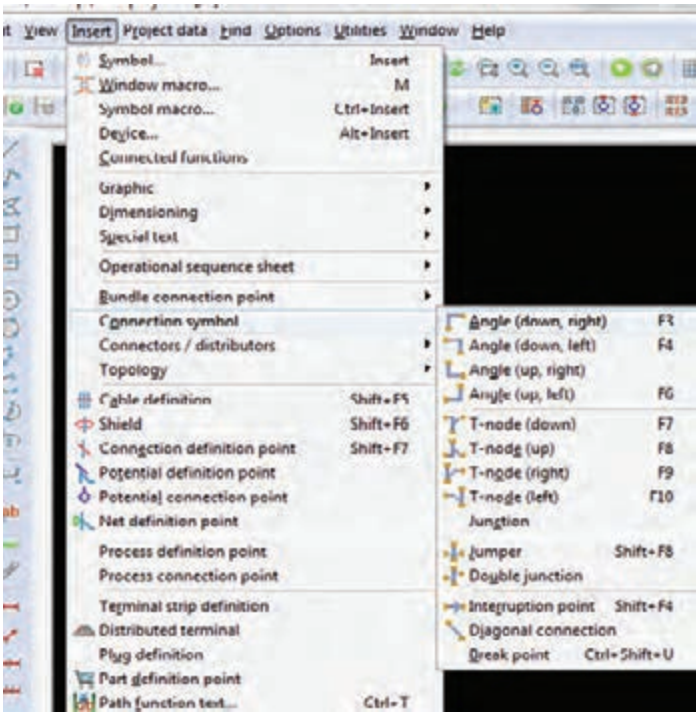
ب) چرخش اِلمان‌ها در محیط نرم‌افزار

در زمان کشیدن نقشه نیازمند این هستیم که اِلمان‌ها را در جهات مختلف در صفحه قرار دهیم. این کار به سه روش قابل اجرا است.

- کلید Tab ؛
- فشار دادن کلید کنترل و حرکت هم‌زمان موس؛
- تغییر «Variant» در تب «Symbol Data» در پنجرهٔ تنظیمات.

ج) وارد کردن سمبُل‌های اتصال زاویه‌ای

از این سمبُل‌ها برای اتصال اِلمان‌های مختلف در نقشه‌کشی استفاده می‌شود. برای وارد کردن اتصالات از محیط «Toolbar» یا از «Insert → Connection Symbol» استفاده می‌کنیم.



بدانید

در«ePLAN» ارتباط بین سمبل‌ها به‌صورت اتوماتیک برقرار می‌شود. لذا برای افزایش دقت و سرعت، حتماً دکمهٔ «Snap to grid» را در حالت ON قرار دهید.

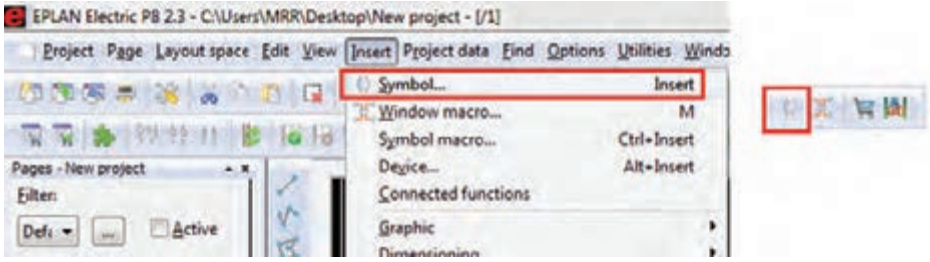


فعالیت

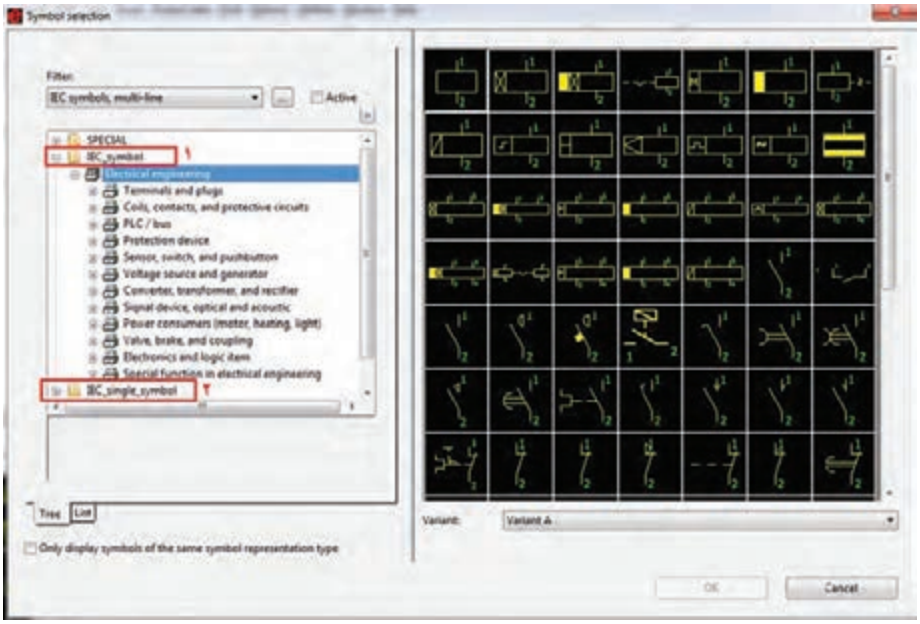
با استفاده از اتصالات، یک مربع ترسیم و آن را به چهار قسمت مساوی تقسیم کنید. این فعالیت را در دو حالت «On» و «Off» بودن دکمهٔ «Snap to grid» بررسی کنید.

د) وارد کردن سمبُل‌ها و تجهیزات

اولین گام برای وارد کردن اِلمان‌های مدارهای برق در یک نقشه، وارد کردن سمبُل‌هاست. آنها را با زدن دکمهٔ «Insert» در کیبورد یا آیکون مربوطه یا مسیر «Insert/Symbol» در نقشه وارد می‌کنیم.



پس از کلیک بر روی آیکون سمبُل، پنجرهٔ زیر باز می‌شود.

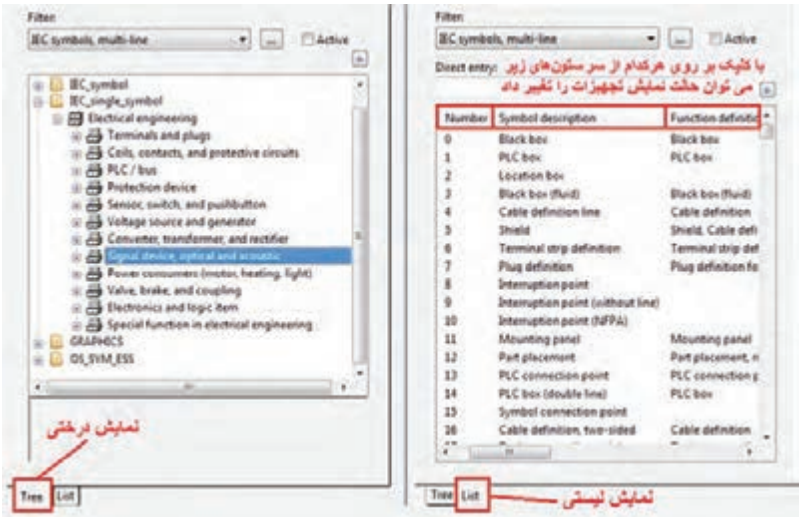


فعالیت

تفاوت کاربرد سمبل‌های شمارهٔ ۱ و ۲ در شکل قبل چیست؟

در پنجرهٔ فوق، سمبل‌ها را به‌صورت لیست و درختی می‌توان مشاهده کرد. البته حالت نمایش درختی به دلیل دسته‌بندی سمبل‌ها کاربردی‌تر است. در حالت نمایشِ لیستی با کلیک بر روی هرکدام از سر ستون‌ها می‌توان ترتیب نمایش تجهیزات را مثلاً بر اساس شماره یا حروف مرتب‌سازی کرد.

لازم به یادآوری است که مطابق مطالب گفته شده در پودمان اوّل، کتابخانهٔ انتخابی برای نقشه‌کشی در نرم‌افزار «ePLAN»، می‌تواند استاندارد «IEC» باشد.



پژوهش

در شکل فوق، قسمت «Filter» چه کاربردی دارد؟

فعالیت

۱ـ تمام بلوک‌های زیر شاخهٔ «IEC_symbol» را بررسی نمایید.
۲ـ سعی کنید در حالت نمایش لیستیِ سمبل‌ها، ترتیب نمایش سمبل‌ها را جابه‌جا کنید.

فیلم

وارد کردن سمبل‌ها در نقشه

هـ) آدرس‌دهی بین سیم‌ها و اتصالات بین صفحات

برای آدرس‌دهی اتصالات بین صفحات مختلف از سمبلی به نام «INTRRUPTION POINTS» استفاده می‌شود. سمبل‌های اشاره شده ادامهٔ اتصالات بین صفحات یا چندین بخش از یک صفحهٔ شماتیک را مشخص می‌کنند. این عناصِر زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که لازم باشد از پتانسیل خاص یا سیگنال‌ها در چند صفحه استفاده شود. فراخوانی این سمبل از مسیر

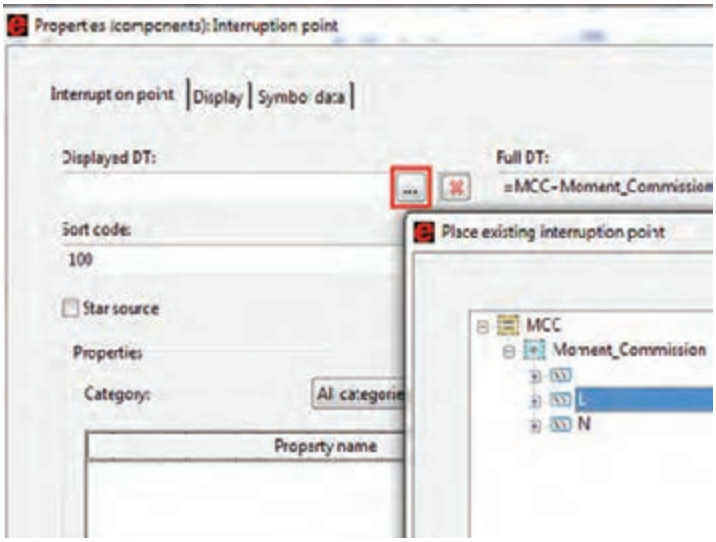
«INSERT → CONNECTION SYMBOL → INTRRUPTION POINTS»

یا آیکون  صورت می‌گیرد. پس از انتخاب «Interruption Point» در زیرِ نشانگرِ موس قرار می‌گیرد.

فعالیت

چگونه می‌توان جهت قرارگیری «Interruption Point» را در صفحهٔ نمایش تغییر داد؟

پس از رها کردن این اِلمان در جهت دلخواه، کادر تنظیمات این سمبل مانند زیر باز خواهد شد.

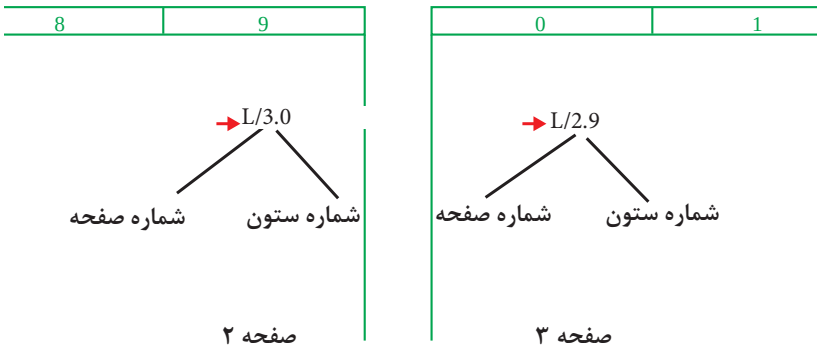


در پنجرهٔ بالا یک نام برای این اِلمان در نظر می‌گیریم. این نام می‌تواند سطحی از یک ولتاژ یا یک نام دلخواه باشد. همچنین با کلیک بر روی دکمه‌ای که در شکل مشخص شده است، یک پنجره باز خواهد شد. در این پنجره تمام «Interruption Point»های قبلی که از آنها در محیط پروژه استفاده شده است، قرار دارند. لذا در صورت انتخاب هرکدام از آنها، اِلمان فعلی به آن اِلمان انتخاب شده ارجاع داده می‌شود.

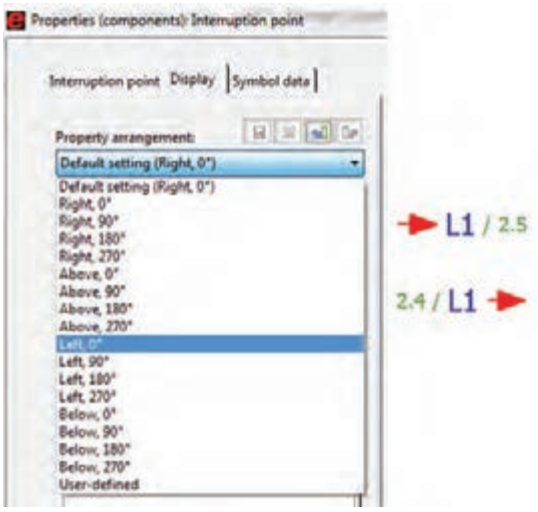
و) آدرس‌دهی اِلمان‌ها به هم (CROSS_REFERENCE)

یکی از مهم‌ترین ابزارها در نقشه خوانی برق، ارجاع اجزای اِلمان‌ها به یکدیگر است. به این عمل «آدرس‌دهی» گفته می‌شود. به جرأت می‌توان گفت که مهم‌ترین ایده‌ای که باعث شد مهندسان برق به فکر طرّاحی یک نرم‌افزار هوشمند جهت طرّاحی تابلوهای برق باشند، آدرس‌دهی بین تجهیزات است.

به‌طور مثال وقتی بخواهید تیغه‌های قدرت یک کنتاکتور را با بوبین آن در مدار فرمان آدرس‌دهی (ارجاع) دهید یا مثلاً بخواهید یک سیم در یک صفحه را به صفحهٔ دیگری منتقل کنید این ابزار به شما کمک خواهد کرد. نوع نمایش «Cross_Reference»ها به نوع کادر صفحه (Template) و تنظیمات این اِلمان برمی‌شود. معمولاً در نقشه‌های برق برای دسترسی راحت به اِلمان‌ها، صفحه به ده ستون موازی تقسیم می‌شود. به‌طور مثال در شکل زیر منظور از آدرس‌دهی L/3.0 یک «Interuption Point» است که به یک «Interuption Point» دیگر در ستون صفر از صفحهٔ سه، ارجاع داده می‌شود.



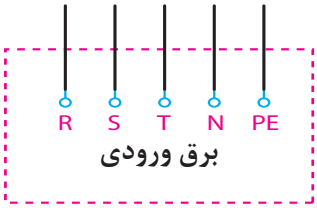
برای تغییر محل قرارگیری اطلاعات «Cross_Reference» مربوط به «Interuption Point» از قسمت نشان داده شده در شکل روبه‌رو می‌توان استفاده نمود.



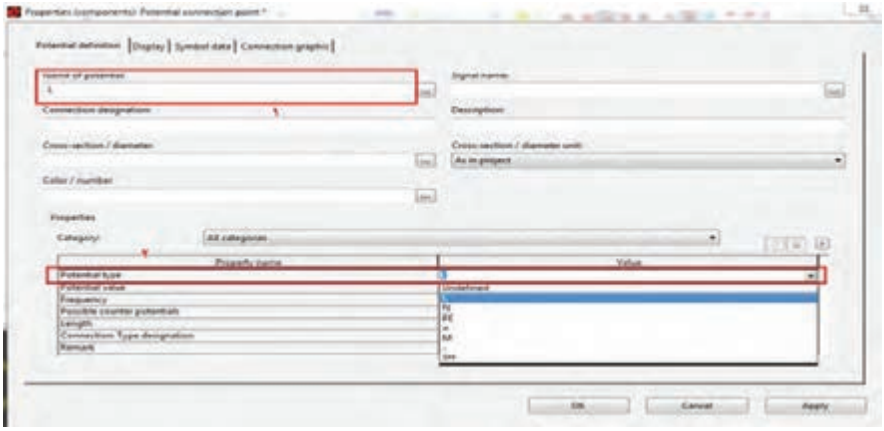
در صورتی که بخواهیم از یک نقطه به چندین محل ارتباط برقرار کنیم، باید در پنجرهٔ تنظیمات این تجهیز تیکِ «Star Source» را بزنیم. در غیراین‌صورت آدرس‌دهی به‌صورت زنجیر وار است.
اکنون می‌خواهیم مدار قدرت و مدار فرمان «راه‌اندازی موتور به‌صورت دائم» را رسم نماییم.

فیلم

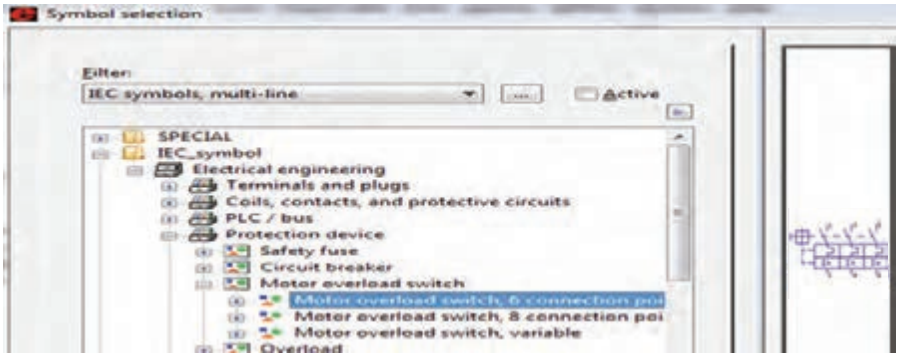
ساخت صفحات مربوط به مدار قدرت و مدار فرمان راه‌اندازی موتور به‌صورت دائم.



ابتدا مانند شکل روبه‌رو برق ورودی را با استفاده از ترمینال‌های پتانسیلی تأمین می‌کنیم.
پس از آن با استفاده از سمبل‌های اتصال زاویه‌ای باید سیم‌کشی برق را به منظور گرفتن انشعاب‌های مصرفی به نقاط مورد دلخواه هدایت کرد.



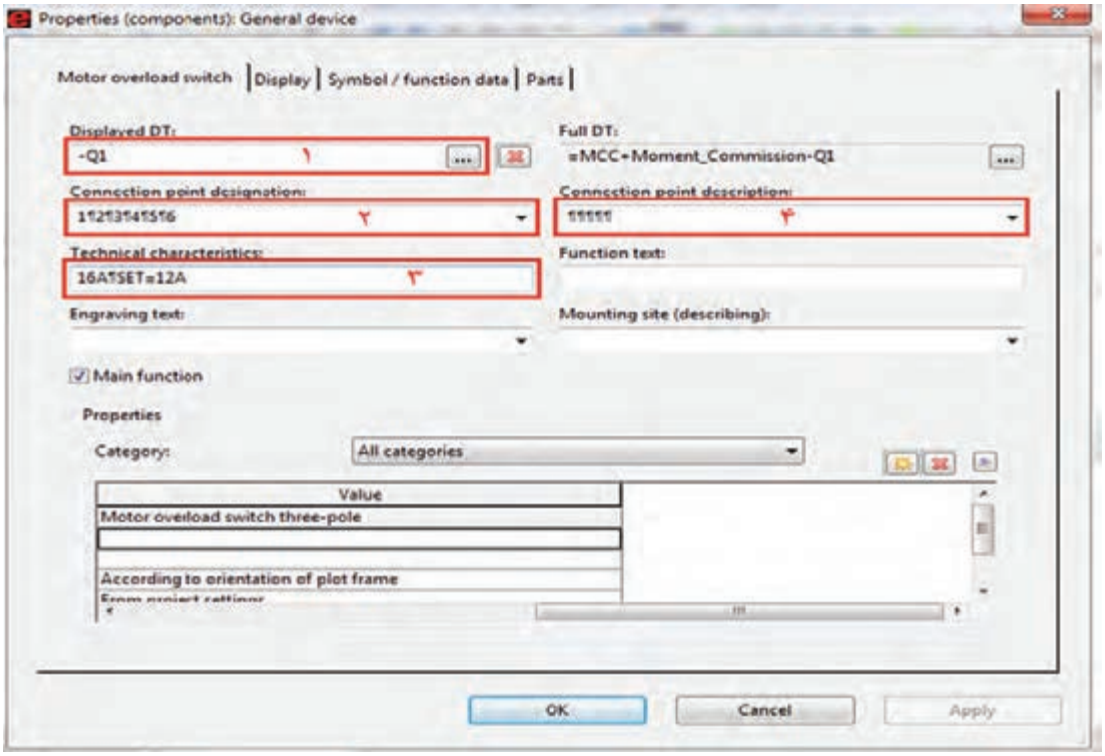
اولین اِلمانِ حفاظتی که در مدار وارد خواهد شد، کلید حفاظت موتوری است. هرگاه سخن از مدار فرمان است، قطعاً سروکار ما با نقشه‌های گسترده است. لذا از کتابخانهٔ سمبل‌ها و از قسمت مربوط به تجهیزات نقشه‌های گسترده (Multi_Line)، کلید حفاظت موتوری مورد نظر را انتخاب خواهیم کرد.



نکته

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، کار با این نرم‌افزار باید مطابق استاندارد «IEC» باشد. لذا برای انتخاب اِلمان‌های مدار خود، از بانک اِلمان‌های مربوط به «IEC_Symbol» استفاده کنید.

پس از انتخاب کلید حفاظت موتوری، بلافاصله این اِلمان زیر نشانگر موس قرار خواهد گرفت. هر اِلمانی که از کتابخانهٔ سمبل‌ها و تجهیزات انتخاب شود، بلافاصله پنجرهٔ مربوط به تنظیمات آن باز خواهد شد. لذا با رهاکردن کلید در مکانِ دلخواه، پنجرهٔ تنظیمات آن مطابق شکل زیر باز خواهد شد. لازم به ذکر است تنظیمات اکثر اِلمان‌ها و اَشکال گرافیکی آنها به‌صورت شکل زیر است.

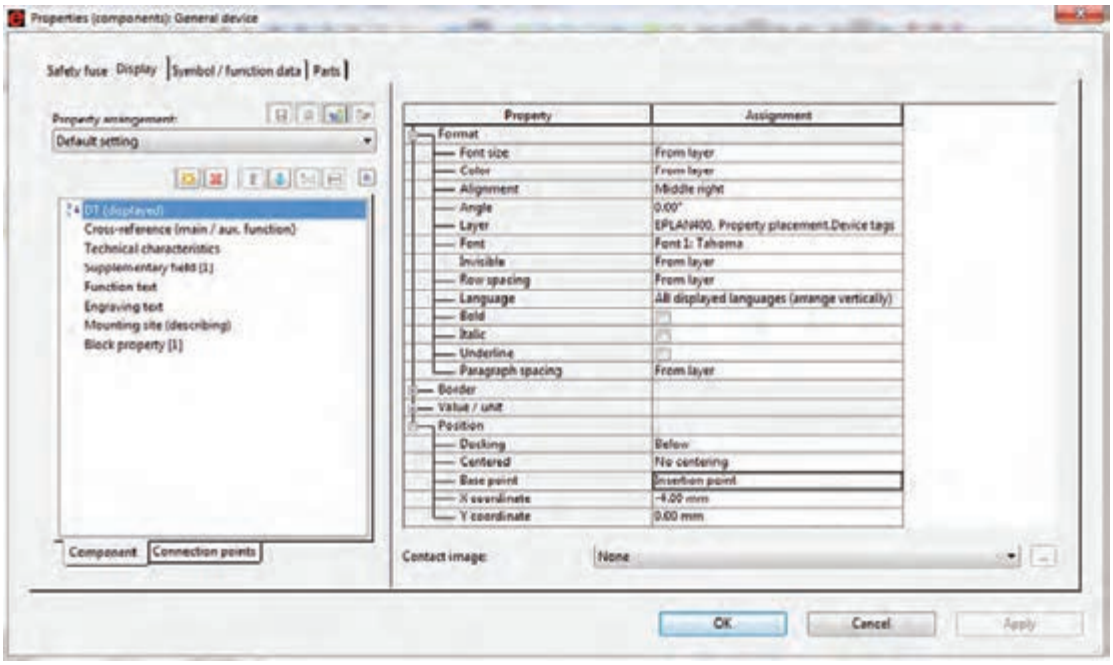


همان‌طور که در شکل مشخص شده، این پنجره دارای چهار تَب (Tab) است.

تَب (Tab) اوّل: تنظیم مشخصات اِلمان

- نام تجهیز در این قسمت وارد می‌شود (Q1).
- شمارهٔ پایه‌های تجهیز در این قسمت وارد می‌شود. علامت پرچم (¶) در «ePLAN» نشان‌دهندهٔ اینتر است، که برای درج آن باید از ترکیب کلیدهای «Ctrl + Enter» استفاده شود.
- مشخصات فنی در این قسمت وارد می‌شود (16A, SET=12A).
- درصورتی که پایه‌های تجهیز انتخابی نیاز به توضیح داشته باشند از این قسمت استفاده می‌شود.

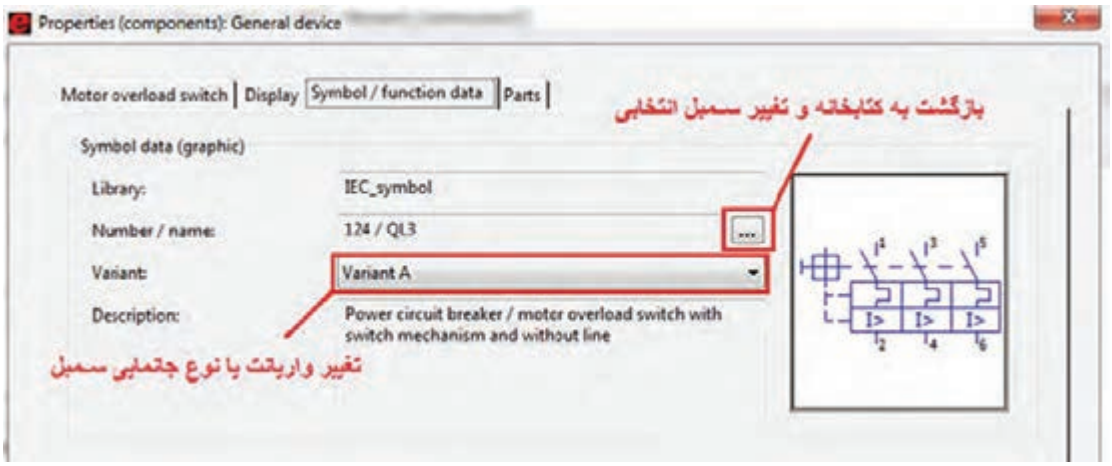
تَب (Tab) دوم: تنظیم مشخصات ظاهری اِلمان



برای تنظیم پنجرهٔ فوق به جدول زیر توجه کنید.

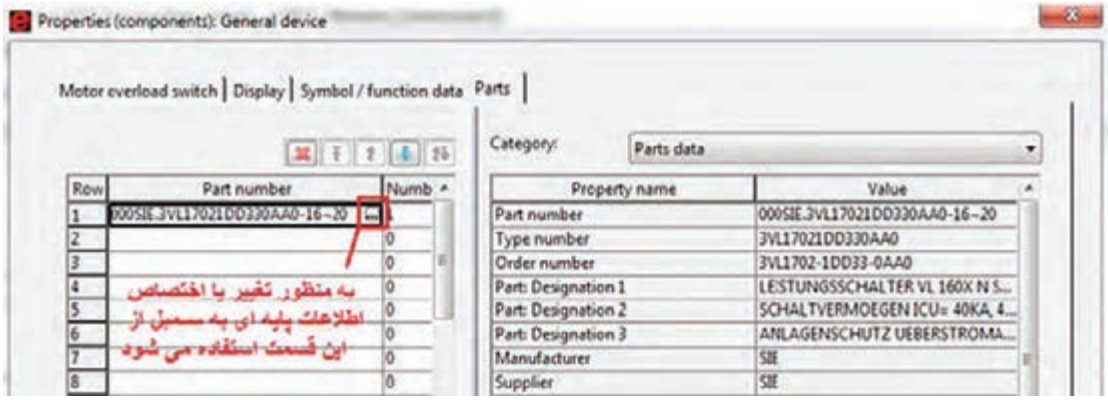
فاصلهٔ سطرها	**Row Spa.**	انتخاب اندازهٔ فونت	**Font size**
انتخاب زبان	**Language**	تنظیم رنگ	**Color**
ضخیم کردن متن	**Bold**	انتخاب نقطهٔ جابه‌جایی مختصاتی	**Alignment**
مورّب کردن متن	**Italic**	تنظیم زاویهٔ قرارگیری	**Angle**
کشیدن خط زیر متن	**Underline**	انتخاب لایه‌کاری	**Layer**
مختصات X تجهیز در صفحهٔ نمایش	**X coor.**	انتخاب نوع فونت	**Font**
مختصات Y تجهیز در صفحهٔ نمایش	**Y coor.**	دیدنی و نادیدنی کردن تجهیز	**Invisible**

تَب (Tab) سوم: تنظیم مشخصات ظاهری اِلمان



تَب (Tab) چهارم: اختصاص مشخصات پایه‌ای به هر سمبل

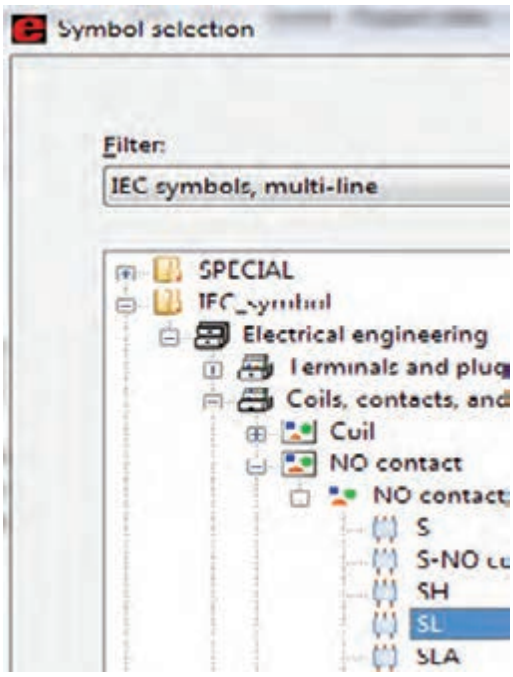
تمام تجهیزاتی که از منوی سمبل انتخاب می‌شوند تصاویری ظاهری هستند و هیچ گونه اطلاعاتی از قبیل کد سفارش قطعه، کارخانه سازنده و...، قابل استفاده جهت گزارش‌گیری به‌صورت هوشمند، ندارند. لذا برای تحقق این امر در قسمت «Part» و با کلیک بر روی دکمهٔ نشان داده شده در شکل زیر و ورود به بانک اطلاعاتی «ePLAN» به مسیر «Part → Electrical ـ Engeenering → Component» و به سمبل هویت می‌بخشیم.



این اطلاعات پایه‌ای برای تعداد محدودی از تجهیزات در «Part Management» نرم‌افزار «ePLAN» وجود دارد.

پژوهش

با جست‌وجو در اینترنت تحقیق کنید چگونه می‌توان «Data Base» مربوط به تجهیزات شرکت «ETI» به اطلاعات پایه‌ای نرم‌افزار «ePLAN» اضافه کرد؟

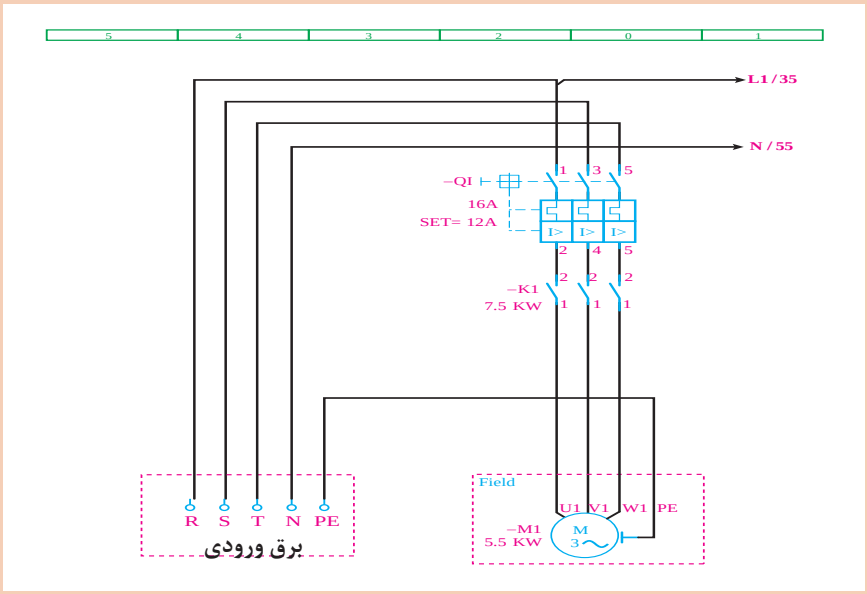


بعد از کلید حفاظت موتوری تیغه‌های قدرت کنتاکتور را از مسیر نشان داده شده در شکل مقابل وارد می‌کنیم و مشابه کلید تنظیمات مربوط به کنتاکتور را نیز وارد می‌کنیم.

حال نوبت اضافه کردن موتور است. موتور را هم از کتابخانهٔ سمبل‌ها و مسیر زیر انتخاب می‌کنیم:
Insert/IEC_Symbol/Electrical_ Eng./Power_Consumer/M3-1

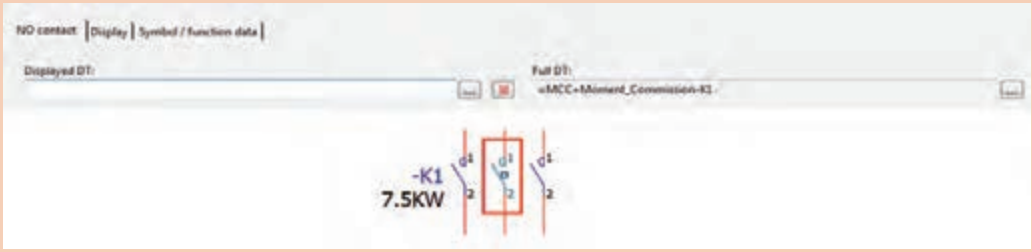
فعالیت

تنظیمات موتور و کنتاکتور را، مشابه شکل مدار زیر، در برنامهٔ خود اجرا کنید و از قسمت پارت، اطلاعات پایه‌ای و متناسب با هر تجهیز را از کتابخانهٔ موجود در «ePLAN» انجام دهید.



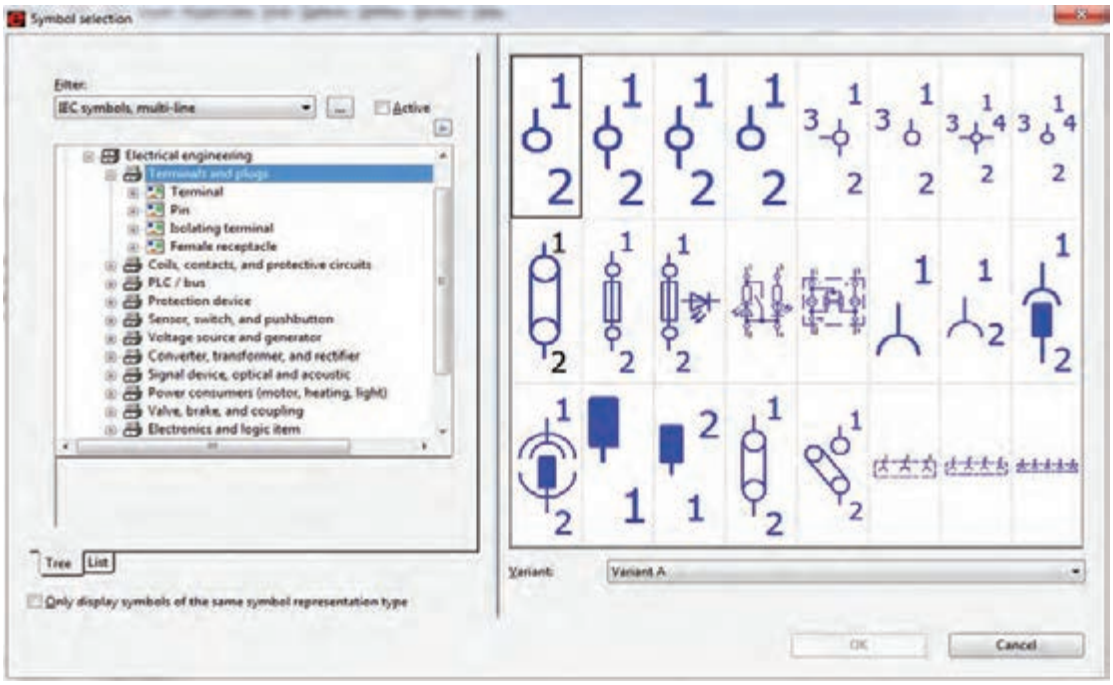
نکته

در «ePLAN» بعضی اِلمان‌ها مثل تیغه‌های کنتاکتور یا ترمینال‌ها اگر در یک ردیف باشند فقط اولین مورد را نام‌گذاری کنید. سپس در زمان وارد کردن بقیهٔ اِلمان‌ها قسمت «Displayed DT» در پنجرهٔ تنظیمات خالی بگذارید. در این حالت مشاهده خواهید کرد که در قسمت «Full DT» نام آن تجهیز مشابه تجهیز قبلی و هم راستا با خودش خواهد شد.



ز) وارد کردن ترمینال‌ها

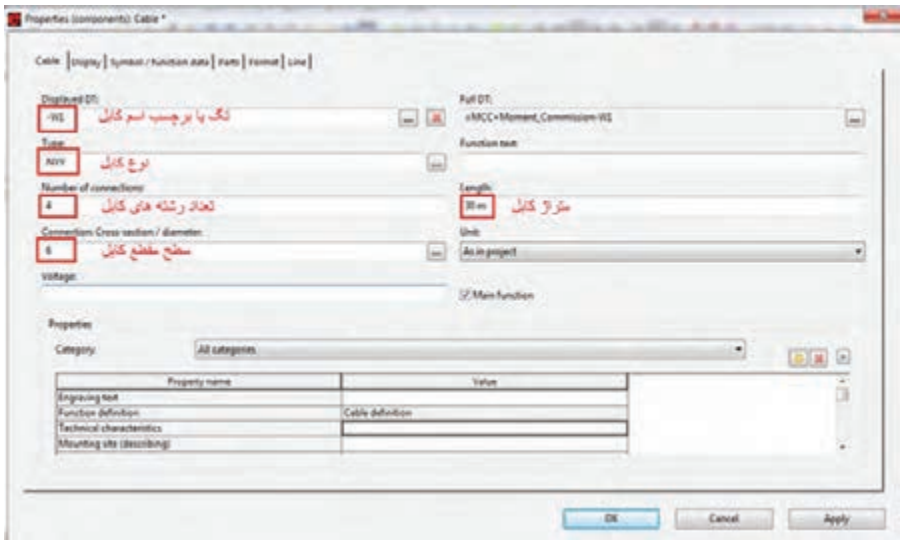
برای وارد کردن ترمینال‌ها پس از زدن دکمهٔ «Insert» می‌توان به کتابخانهٔ «IEC_Symbol» وارد شد و از زیر شاخهٔ «Terminals and Plugs» نیز می‌توان انواع ترمینال‌ها را وارد کرد.



در زمان وارد کردن یک ردیف ترمینال، در صورتی که در یک راستا قرار داشته باشند، فقط نام اولین ترمینال را وارد کنید زیرا با توجه به نکتهٔ ذکر شدهٔ قبلی، به تایپ دوبارهٔ نام هرکدام از ترمینال‌ها نیاز نیست.

ح) وارد کردن خطوط کابل

وارد کردن کابل به این شکل است که پس از اینکه ترمینال‌های خروجی تابلو مشخص شدند باید توسط المانی که معرفی می‌شود، خطوط کشیده شده بین دو سمبل را به‌صورت افقی قطع کند. برای وارد کردن کابل از قسمت «Insert/Cable Definiation» یا آیکون  خط مشخصهٔ کابل را در زیر نشانگر موس قرار می‌دهیم و با دو بار کلیک آن را به‌صورت افقی از روی اتصالات می‌گذرانیم. در این لحظه، پنجرهٔ تنظیمات کابل باز می‌شود. در این صورت، مانند شکل زیر، اطلاعات آن را کامل می‌کنیم.

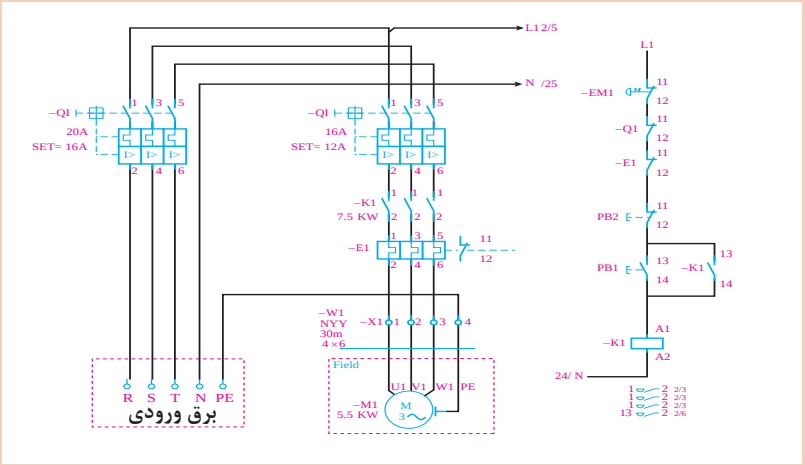


فعالیت

یک صفحهٔ جدید ایجاد کنید و برای یک موتور، مدار فرمان «راه‌اندازی دائم» را مشابه تصویر زیر طرّاحی کنید.

فیلم

وارد کردن برچسب کابل در نقشه و انجام تنظیمات مربوطه

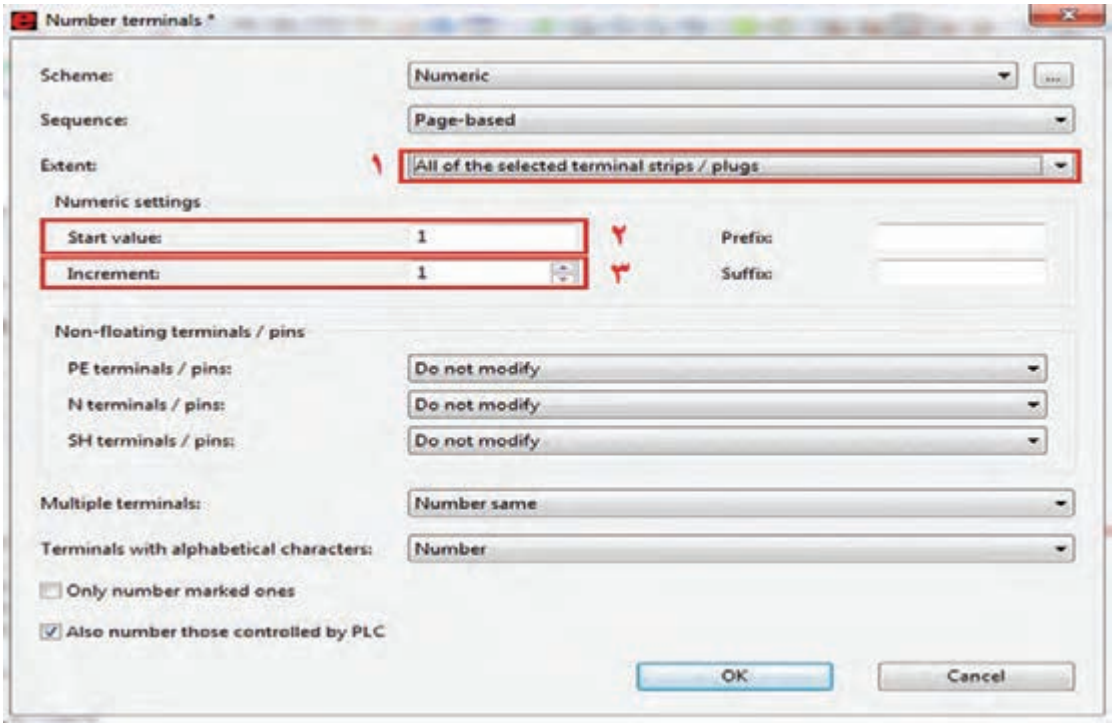


ط) شماره‌گذاری اتوماتیک ترمینال‌ها، تجهیزات

شماره‌گذاری اتوماتیک را با استفاده از آیکون‌های  ، که در منوی «Tollbars» هستند، انجام خواهیم داد.

ی) شماره‌گذاری ترمینال‌ها

ابتدا بر روی یکی از ترمینال‌ها کلیک می‌کنیم تا آیکون  فعال شود. سپس با کلیک بر روی این آیکون، پنجرهٔ زیر باز خواهد شد:



در این پنجره، همان‌طور که در شکل فوق مشخص است، قسمت شمارهٔ ۱ را انتخاب می‌کنیم تا همان گروه ترمینالی که انتخاب کرده‌ایم شماره‌گذاری شود یا اینکه تمام گروه‌های ترمینال موجود در نقشه شماره‌گذاری شود. در قسمت شمارهٔ ۲ مشخص می‌کنیم که شروع شماره‌گذاری با چه شماره‌ای انجام شود. در قسمت سوم هم پله‌های افزایشی شماره‌گذاری را مشخص می‌کنیم. در پایان OK را کلیک خواهیم کرد.

پژوهش

سایر گزینه‌های پنجرهٔ «Numbering Terminal» چه وظیفه‌ای بر عهده دارند.

ک) شماره‌گذاری تجهیزات

ابتدا بر روی یکی از تجهیزات کلیک کنید تا آیکون  فعال شود. سپس با کلیک بر روی این آیکون، پنجرهٔ زیر باز خواهد شد. تمام تنظیمات را مطابق تصویر زیر انجام دهید و بر روی OK کلیک نمایید.



پژوهش

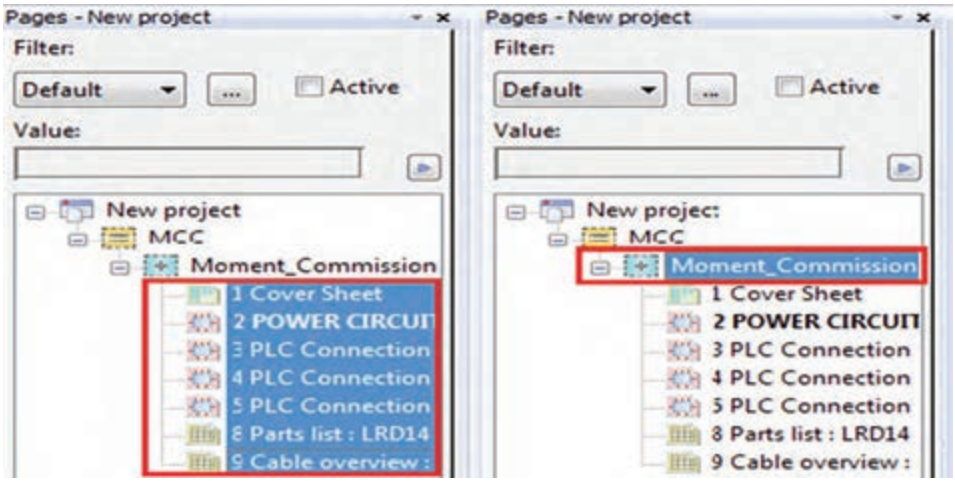
در پنجرهٔ فوق سایر پارامترهای قسمت «Format» را بررسی و انتخاب و نتیجهٔ حاصل را گزارش کنید.

فعالیت

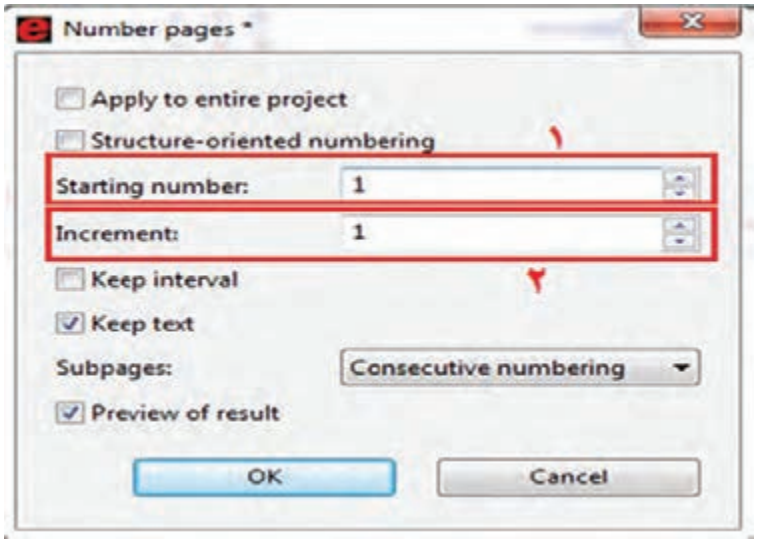
مدار قدرت و فرمان کنترل دو موتور به‌صورت «یکی پس از دیگری» را با توجه به تمام تنظیمات فوق طرّاحی کنید.

ل) شماره‌گذاری اتوماتیک صفحات

چنانچه در پروژه به صفحات بیشتری نیاز باشد، لازم است زیرمجموعهٔ پروژهٔ صفحات را ایجاد و هر صفحه را، به ترتیب نقشه‌ها، رسم کنیم. سپس جهت شماره‌گذاری اتوماتیک به‌صورت زیر عمل می‌کنیم.



با راست کلیک کردن بر روی صفحات انتخاب شده یا با انتخاب گزینهٔ «Number» از منوی «Page»، پنجرهٔ زیر باز می‌شود.



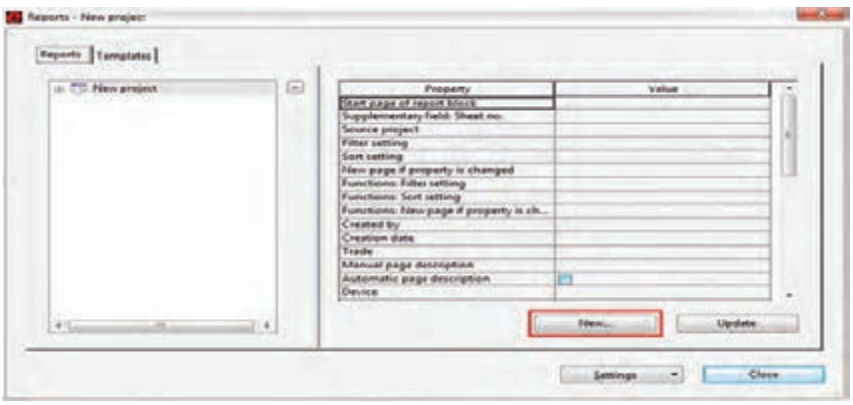
در تصویر فوق و در قسمت شمارهٔ یک، شمارهٔ اولین صفحه و در قسمت دوم پله‌های افزایشی، شمارهٔ صفحات را تنظیم و سپس بر روی OK کلیک کنید.

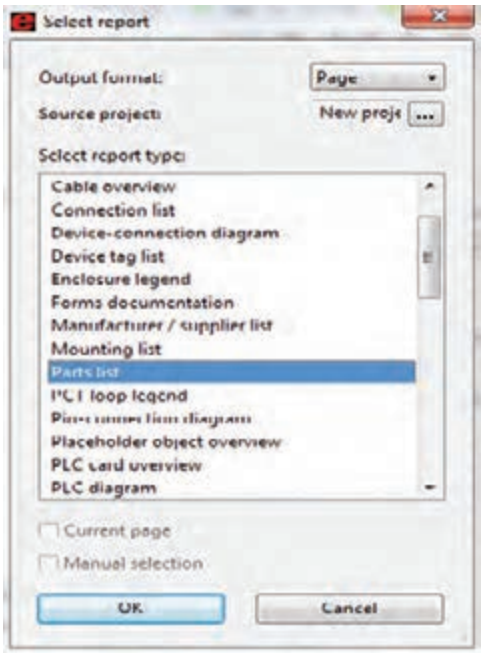
فیلم

نحوهٔ شماره‌گذاری اتوماتیک صفحات و تجهیزات

م) تهیهٔ گزارش

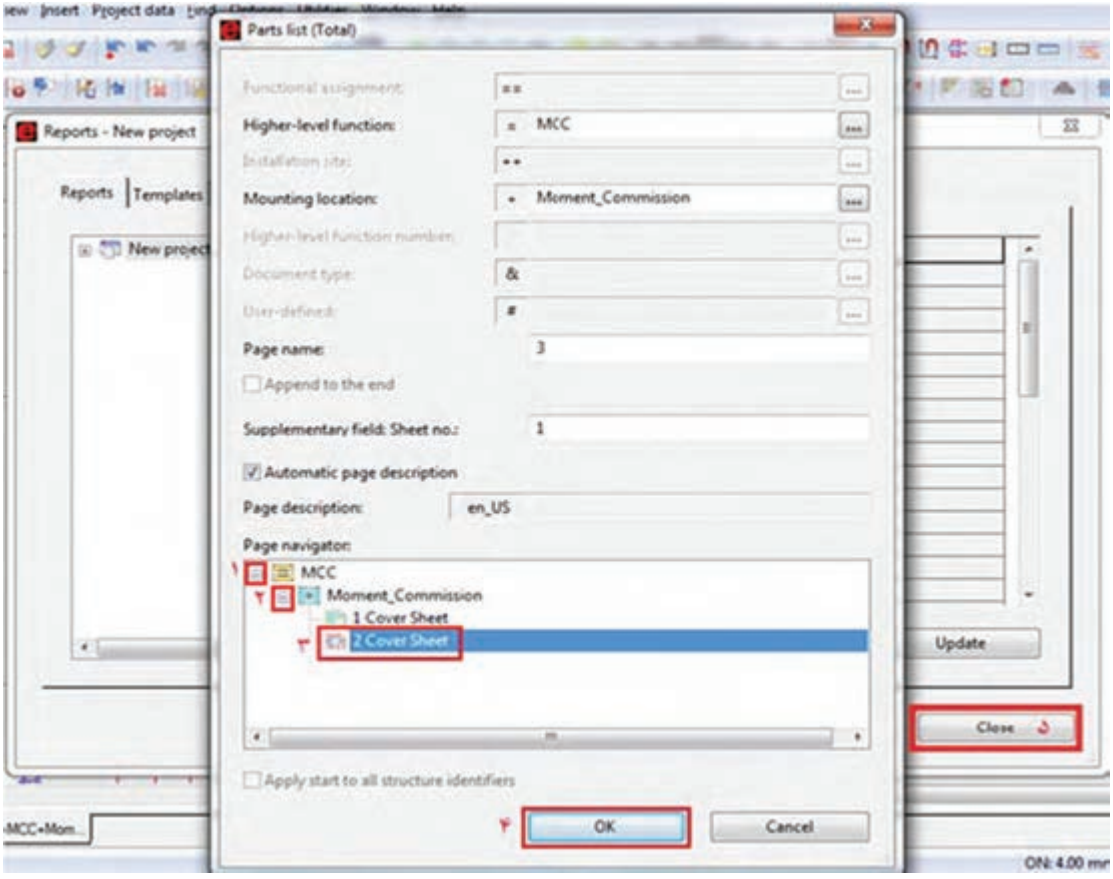
پس از کشیدن نقشه‌های شماتیک، می‌توان از اِلمان‌هایی که مشخصات پایه‌ای آنها کامل شده است گزارش تهیه کرد. مسیر فراخوانی گزارش‌گیری از منوی «Utilities → Reports → Generate» انجام می‌گیرد. پس از کلیک بر روی کلمهٔ «Generate» پنجره به شکل زیر باز خواهد شد. در این پنجره برای تهیهٔ گزارش جدید باید روی «New» کلیک نمایید.





پس از کلیک کردن «New»، پنجرهٔ روبه‌رو باز خواهد شد. در این پنجره، لیستی از گزارش‌های خروجی نرم‌افزار قابل مشاهده است. برای این کار در کادر باز شده، ابتدا بر روی «Part List» و سپس بر روی OK کلیک می‌کنیم.

در مرحلهٔ بعد، پنجره‌ای جهت فیلترکردن اِلمان‌ها یا مکانی که از اِلمان‌ها استفاده شده است، ظاهر می‌شود. اگر قصد فیلتر کردن ندارید، بدون زدن تیک‌های مربوطه، بر روی OK کلیک کنید تا پنجرهٔ تنظیمات مربوط به شمارهٔ صفحهٔ جدیدی که می‌خواهد ایجاد شود، باز شود. در این مرحله، مطابق تصویر زیر، شمارهٔ صفحه و همچنین مکانی را که می‌خواهیم صفحهٔ جدید در آن قرار گیرد، مطابق شماره‌های ۱ تا ۴ تنظیم و OK را کلیک می‌کنیم.



با کلیک بر روی OK اگر قصد تهیهٔ گزارش دیگری ندارید، مطابق مرحلهٔ ۵ تصویر فوق، بر روی «Close» کلیک کنید تا بر روی صفحه جدید ایجاد شده دبل کلیک کنید تا «Part List» جدیدِ ایجاد شده را ملاحظه کنید.

Parts list

Device tag	Quantity	
-E1	1	thermal overload relay for m0
-EM1	1	
-K1	1	
-M1	1	
-PB1	1	
-PB2	1	
-Q1	1	LEISTUNGSSCHALTER VL 160
-Q1	1	LEISTUNGSSCHALTER VL 160

فعالیت

مدار راه‌اندازی یک موتور به‌صورت «چپ‌گرد ـ راست‌گرد سریع» را به‌صورتی که مدار قدرت در یک صفحه و مدار فرمان در صفحهٔ دیگر باشد، با تمام تنظیمات، ترسیم و گزارش مربوط به تجهیزات و کابل‌ها را تهیه کنید.

اگر بعد از تهیهٔ گزارش‌های مورد نیاز، در برنامه تغییراتی اعمال کنیم که باعث شود تجهیزات، کابل‌ها و سایر مواردی که به گزارش تهیه شده وابسته‌اند تغییر کنند، می‌توان تمام گزارش‌ها را به‌روز رسانی کرد. برای این کار دو راه وجود دارد:

- صفحهٔ گزارش مربوطه را باز کنیم و سپس از مسیر «Utilities / Reports / Update» فایل‌ها به روزرسانی شود.
- تمام صفحات مربوط به گزارش‌ها را انتخاب کنیم و از مسیر «Utilities/Reports/Update» فایل‌ها به روزرسانی شود.

ن) چاپ نقشه

- **چاپ نقشه توسط پرینتر:** چاپ نقشه‌ها از مسیر «Project/Printer» یا با کلیدهای ترکیبی «Ctrl + P» صورت می‌گیرد.

■ **ذخیره‌سازی نقشه‌ها به‌صورت فایل PDF:** ذخیره‌سازی فایل‌ها از مسیر «Page/Export» صورت می‌گیرد. در این حالت پنجره‌ای به شکل زیر باز خواهد شد:



تنظیمات این پنجره را مطابق توضیحات داده شده در شکل فوق، انجام دهید و در نهایت بر روی دکمهٔ OK کلیک نمایید. فایل «PDF» ایجاد شده دارای «Interruption Points»ها و «Cross-Reference»های هوشمند است. به این صورت که با کلیک بر روی هر کدام از نقاط ذکر شده، صفحهٔ مربوط به «Interruption» یا «Cross-Reference» لینک می‌شود و با همان نقطه باز خواهد شد.

فیلم

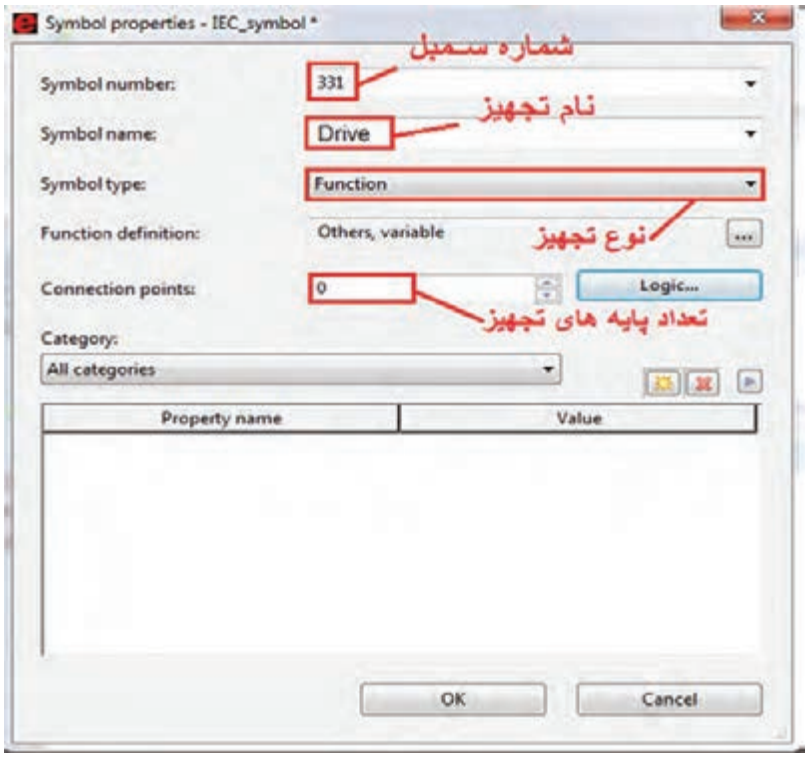
نحوهٔ گزارش‌گیری از تابلوی طراحی شده

ساخت سمبل در «ePLAN»

در نرم‌افزار «ePLAN»، علاوه‌بر کتابخانهٔ پیش‌فرض نرم‌افزار، امکان ساخت و اضافه کردن سمبُل‌های جدید نیز وجود دارد. برای این کار از مسیر زیر، یا از طریق منوی نوار ابزار بر روی آیکون  کلیک می‌نماییم.

Utility → Mastaer Data → Symbol → New

سپس مشاهده می‌شود که پنجرهٔ جدیدی باز خواهد شد. در این پنجره باید مشخصات سمبُل مورد نظر را مطابق تصویر زیر وارد کرد.



پس از وارد کردن مشخصات تجهیز مورد نظر، بر روی OK کلیک می‌کنیم تا صفحهٔ اصلی جهت ساخت سمبُل باز شود. در پنجرهٔ باز شده، با استفاده از اِلمان‌های گرافیکی، به ساخت سمبُل می‌پردازیم. پس از مشخص شدن پایه‌های ورودی و خروجی، با استفاده از نوار «Toolbars» و آیکون‌های «Symbol Editor»، مطابق تصویر زیر و با توجه به جهت پایه‌ها، آنها را جهت استفاده در برنامه، هوشمند و فعال خواهیم کرد.

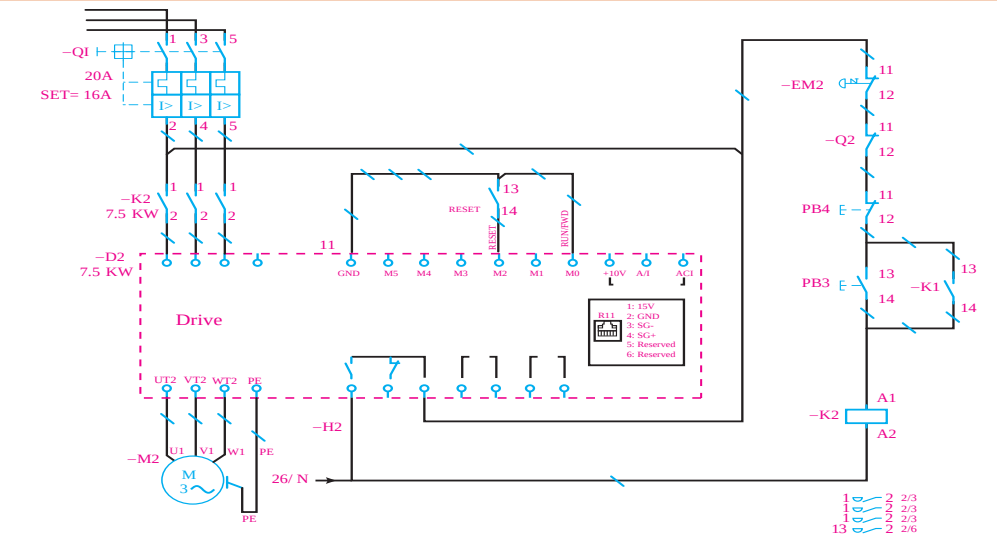


فیلم

با دقت به مراحل ساخت یک سمبُل توجه کنید.

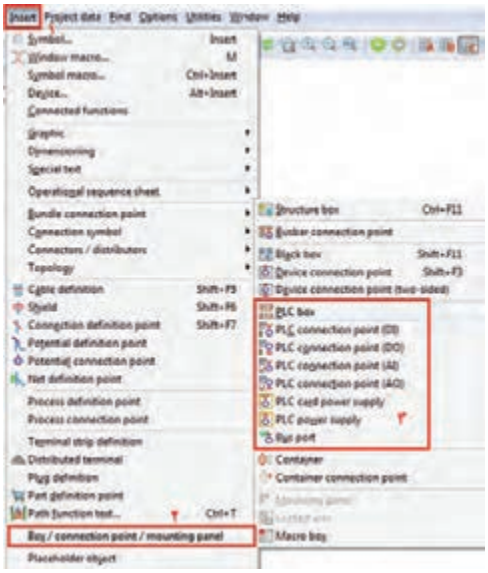
فعالیت

با توجه به توضیحات فوق، یک سمبُل درایو بسازید و مطابق نقشهٔ زیر، از آن به منظور راه‌اندازی یک موتور استفاده کنید.



«PLC» در «ePLAN»

استفادهٔ گسترده از سیستم‌های کنترل هوشمند در مراکز صنعتی و تابلوهای برق، نویسندگان برنامه «ePLAN» را بر آن داشت تا طرّاحی این سیستم‌ها را در نرم‌افزار خود قرار دهند. عملکرد موفق نرم‌افزار «ePLAN»، سازندگان مطرح و پیشرو از قبیل «SIEMENS، ABB، SCHEINDER» را بر آن داشت که اطلاعات پایه‌ای محصولات خود را در این نرم‌افزار، منطبق و سازگار با ساختار آن و به‌صورت «Macro»هایی آماده و قابل استفاده قرار دهند.



الف) وارد کردن «PLC»

برای وارد کردن «PLC» و تجهیزات مربوطهٔ مورد استفاده، از مسیر «Insert → Symbol Macro» (یا کلیدهای ترکیبی Ctrl + Insert) پنجرهٔ «Select Macro» را باز و «Macro»ی دلخواه را انتخاب می‌کنیم. در صورت نبودن «Macro»ی مورد نظر، مانند تجهیزات برند «Delta» لازم است از منوی «Insert» مطابق شکل زیر، «PLC» و تجهیزات مربوطه را در نقشه‌ها وارد کنیم.

هر کدام از تجهیزات سیستم «PLC» باید در یک باکس قرار گیرد. لذا ابتدا با کلیک بر روی آیکون یک باکس ترسیم می‌کنیم و سپس تنظیمات باکس را انجام می‌دهیم.

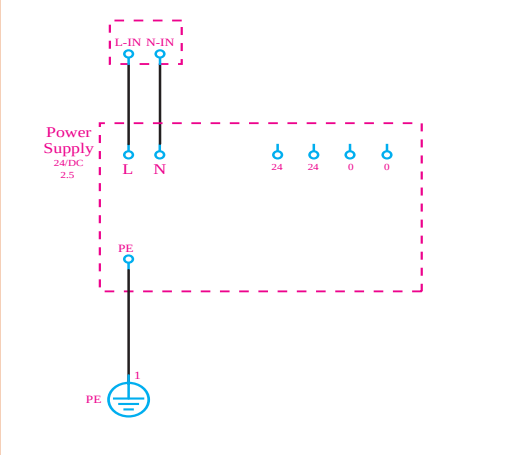
با توجه به پودمان سوم، هر سیستم کنترل «PLC» دارای تجهیزاتی است، که در ادامه، مراحل ترسیم آنها را بررسی می‌نماییم.

ب) ترسیم منبع تغذیه

پس از ایجاد یک باکس، از طریق «PLC power supply» ترمینال‌های مورد نظر را اضافه می‌کنیم و تنظیمات مربوطه را انجام می‌دهیم.

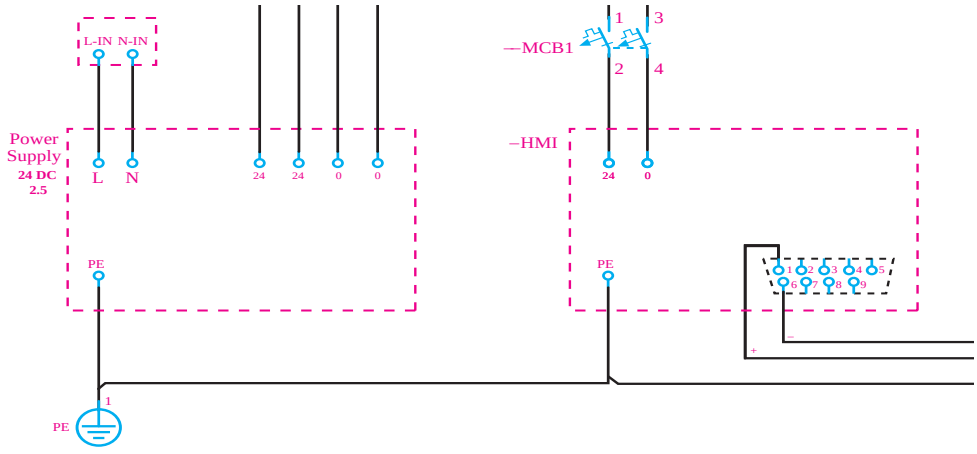
فعالیت

پس از ایجاد یک پروژهٔ جدید، یک منبع تغذیه ۲۴ ولتِ ۲/۵ آمپر، برای سیستم خود ترسیم کنید و کلیهٔ تنظیمات آن را انجام دهید. (مطابق تصویر روبه‌رو)



ج) ترسیم مانیتورینگ (HMI)

سیستم مانیتورینگ در نقشه‌کشی فقط به‌صورت یک باکس است که نوع درگاه ارتباط با «PLC» یا تجهیزات دیگر و همچنین ترمینال‌های تغذیهٔ «HMI» را نشان می‌دهد.

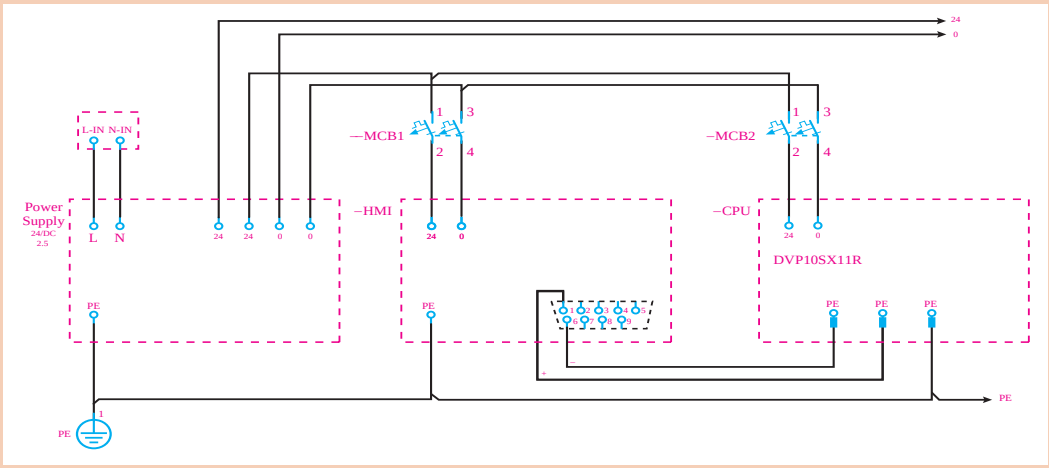


د) ترسیم «CPU»

مشابه منبع تغذیه و «HMI» یک باکس برای «CPU» وارد می‌کنیم و تغذیه و درگاه‌های ارتباطی آن را با سایر تجهیزات نشان می‌دهیم.

فعالیت

نقشهٔ زیر را ترسیم کنید و تنظیمات مورد نیاز را انجام دهید.



بحث

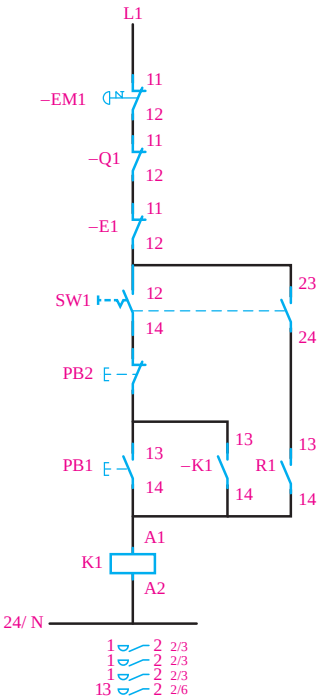
در تصویر فوق دلیل استفاده از «Interuption Point»های ۲۴، ۰ و PE چیست؟

هـ) ترسیم کارت‌های ورودی/خروجی

با توجه به مطالب مطرح شده در پودمان سوم، سیگنال‌ها دو دسته‌اند:

- دیجیتال (ورودی ـ خروجی)
- آنالوگ (ورودی ـ خروجی)

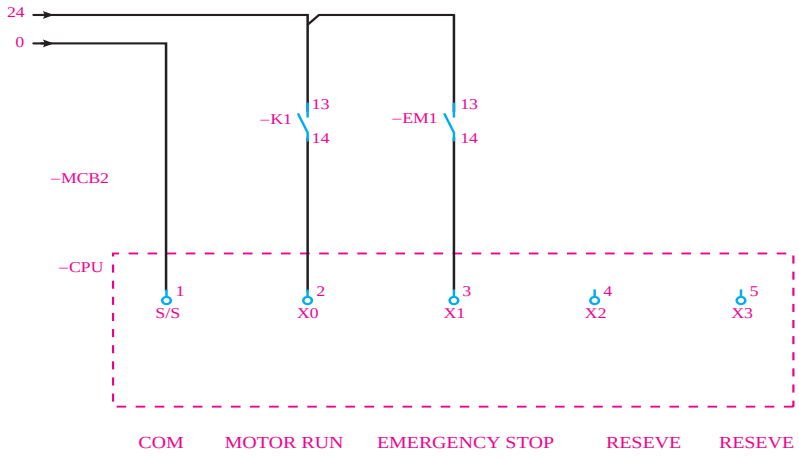
این سیگنال‌ها در «ePLAN» با استفاده از چهارآیکون DI DO AI AO در نقشه‌ها وارد می‌شوند.



قبل از واردکردن سیگنال‌های ورودی و خروجی، ابتدا نقشهٔ مدار راه‌انداز موتور را بررسی می‌کنیم و مطابق تصویر مقابل، با ایجاد تغییراتی در مدار فرمان آن، امکان راه‌اندازی موتور از طریق سیستم «PLC» را برقرار خواهیم کرد. برای این کار با قرار دادن یک سلکتور سوئیچ در مدار فرمان، کنترل موتور را بین دو حالت «Manual» و «PLC» تغییر می‌دهیم.

در «ePLAN» می‌توان به تعداد نامحدود از یک تجهیز در نقشه‌ها استفاده کرد و با استفاده از «Cross_reference» جانمایی آنها را در صفحات مختلف پیدا کرد. با توجه به اینکه «CPU» در این پروژه کامپکت و از برند دلتاست، لذا برای نشان دادن سیگنال‌های ورودی و خروجی باید مجدداً «PLC BOX» را با نام «CPU» در صفحهٔ شماتیک وارد کرد.

بنابراین ابتدا یک باکس در نقشه ایجاد می‌کنیم و با استفاده از آیکون مربوط به ترمینال‌های ورودی دیجیتال ، چهار عدد ترمینال دیجیتال در این باکس قرار می‌دهیم. مطابق تصویر زیر سیگنال‌های ورودی را به سیستم کنترل معرفی می‌کنیم.



همان‌طور که در شکل فوق مشخص شده است، توضیحات مربوط به هر سیگنال، با استفاده از یک «Text» در زیر ترمینال ورودی همان سیگنال نوشته می‌شود.

بدانید

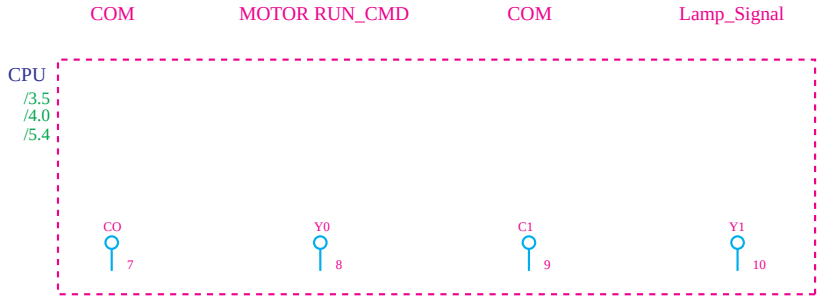
برای وارد کردن تیغه‌های کمکی حالت باز یا بسته، با فشار دادن کلید «Insert» و از مسیر «IEC_ Symbol / Electrical Engineering / Coil _ Contact ...» اقدام کنید. همچنین تنظیمات مربوط به تمام اِلمان‌های وارد شده را در پنجره‌ای که پس از رها کردن هر اِلمان در صفحهٔ نمایش یا با دبل کلیک بر روی آن اِلمان باز خواهد شد، انجام دهید. همچنین «Cross_reference» ذکر شده در کنار اِلمان‌ها بیانگر این است که این اِلمان در جای دیگری از نقشه‌ها هم به کار رفته است.

فعالیت

مدار فرمان کنترل دو موتور به‌صورت مجزا از هم را به‌صورت دستی و کنترل با «PLC» ترسیم کنید. سپس ورودی‌های دیجیتال مورد نیاز «PLC» را ترسیم نمایید.

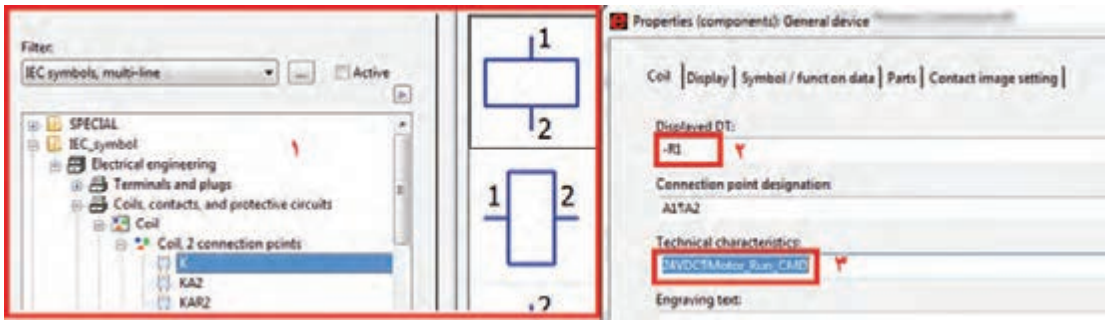
ترمینال‌های خروجی را در باکس قبل اضافه می‌کنیم. بر اساس نقشه‌های مدار فرمان و مدار قدرت شکل قبل، یک سیگنال خروجی جهت راه‌اندازی نیاز داریم. خروجی دوم را هم با یک لامپ سیگنال (جهت نشان دادن وضعیت کارکرد موتور) نشان خواهیم داد.

با توجه به اینکه «PLC» کامپکت است، باید ترمینال‌های ورودی در شکل زیر نشان داده شود.



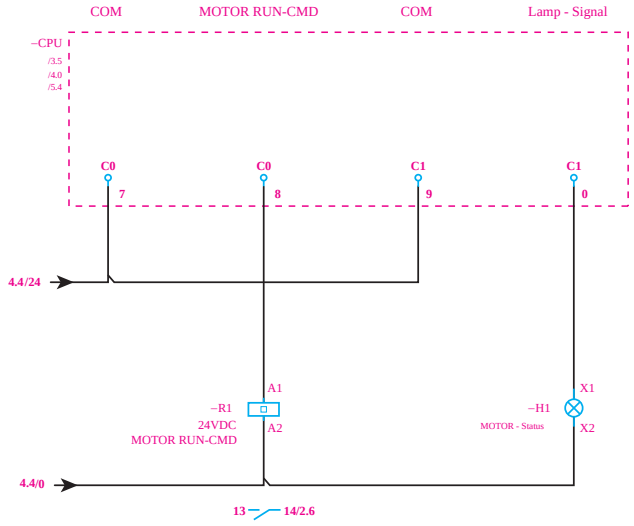
اکنون برای اتصال ترمینال‌های خروجی «PLC» به رله و لامپ سیگنال از مسیر زیر، یک بوبین برای رله در نقشه وارد می‌کنیم و تنظیمات مورد نیاز را مطابق مراحل زیر انجام می‌دهیم.

«Insert → IEC_Symbol → Coil»



چراغ سیگنال را هم در زیر ورودی دوم قرار می‌دهیم و نقشه را مطابق شکل زیر ترسیم می‌کنیم.

با توجه به اینکه «PLC» کامپکت است، باید ترمینال‌های ورودی در شکل زیر نشان داده شود.



فعالیت

فعالیت کارگاهی قبل را با ترسیم ترمینال‌های خروجی و تنظیمات مربوطه تکمیل کنید.

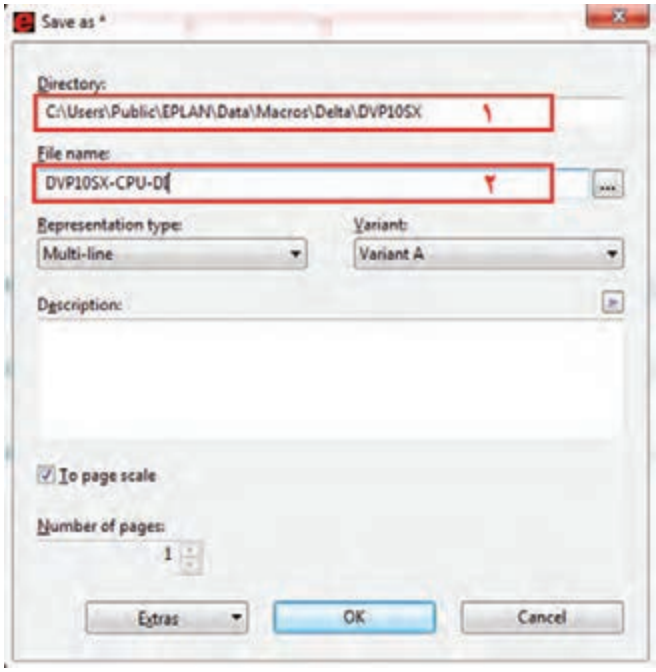
فیلم

وارد کردن تجهیزات سیستم کنترل در نرم‌افزار ePLAN

و) ساخت ماکروها

درصورتی‌که «PLC»های مورد نظر دارای کتابخانه‌های آماده نباشند باید با استفاده از «PLC BOX» و ترمینال‌های ورودی و خروجی، سیستم کنترل مورد نظر را طرّاحی کرد. در عین حال و با استفاده از منوی «Create_Macro» می‌توان کتابخانه‌ای از «PLC»هایی که با روش دستی ساخته شده‌اند تهیه کرد تا در طرّاحی‌های بعدی بتوان به‌راحتی از آنها استفاده نمود.

برای این کار، ابتدا باید مجموعه‌ای از سمبل‌هایی که می‌خواهند در کنار هم نقش یک ماکرو را داشته باشند، توسط موس گرفته شود. سپس از منوی «Edit → Create_Symbol_Macro» یا با فشردن کلید میانبر B آنها به یک ماکرو تبدیل خواهند شد. برای مثال اگر بخواهیم مجموعهٔ ورودی‌های دیجیتال را به ماکرو تبدیل کنیم، ابتدا این مجموعه را انتخاب می‌کنیم و سپس کلید B را فشار می‌دهیم. پس از این مرحله پنجره‌ای به شکل روبه‌رو باز خواهد شد.



در قسمت اوّل، محل ذخیرهٔ فایل و در قسمت دوم نام ماکرو را می‌نویسیم.

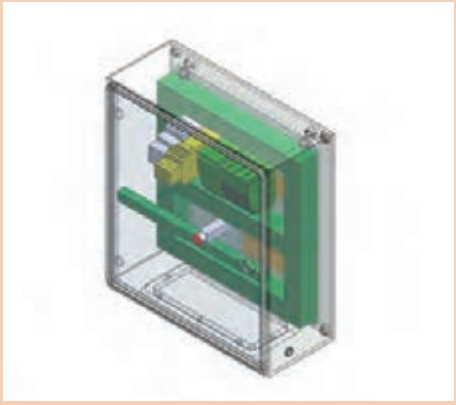
برای فراخوانی و استفاده از ماکروهای ساخته شده از منوی «Insert → Symbol Macro» یا از کلیدهای ترکیبی «Ctrl + Insert» استفاده می‌کنیم.

فعالیت

با استفاده از قابلیت «Create Macro» ماکروهای مربوط به منبع تغذیه، «HMI»، «CPU» ورودی و خروجی‌های دیجیتال و آنالوگ و «PLC» دلتا را بسازید.

بدانید

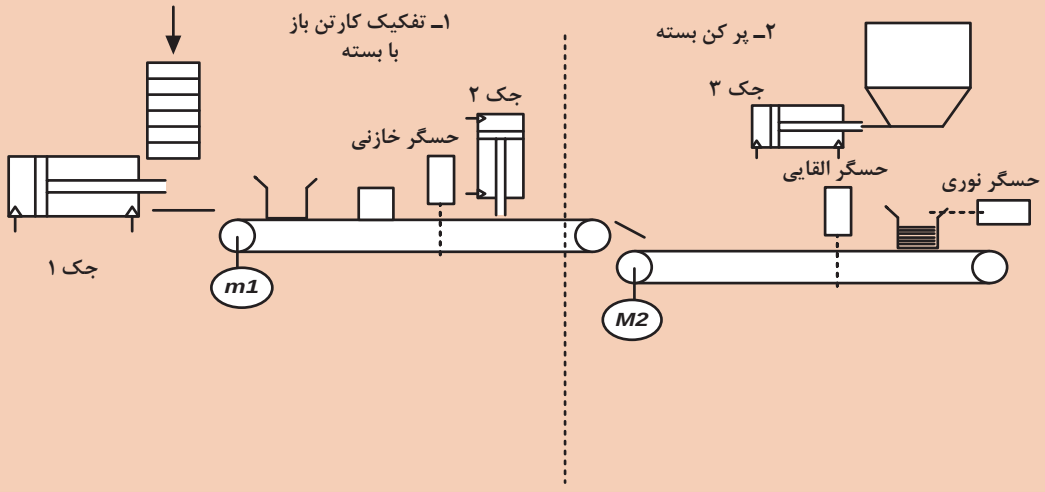
در نرم‌افزار «ePLAN» می‌توانید نقشهٔ سه‌بعدی تابلوهای برق را طرّاحی کنید.



پروژه

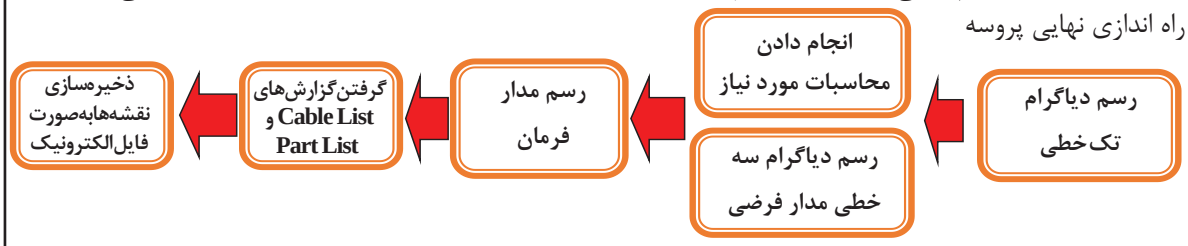
برنامهٔ کنترل خط زیر را بنویسید. با توجه به مطالب ارائه شده در پنوماتیک از نظر انتخاب، لیست شیرها و جک‌ها را بررسی کنید و سیستم کنترل مربوط را برای یک ایستگاه یا دو ایستگاه طرّاحی کنید.

لازم به ذکر است موتور ۱ باید قابلیت کنترل دور داشته باشد.



شرح کار

تعیین تعداد I/O ، سیم کشی و اجرای کامل پروسه و برنامه ریزی کنترل فرایند، با رعایت کامل نکات ایمنی و همراه با راه اندازی نهایی پروسه



استاندارد عملکرد:

استاندارد عملکرد: پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی در نرم‌افزار «ePLAN»، هنرجویان قادر خواهند بود تا نقشه‌های مربوط به تابلوی برق و سیستم کنترل یک پروسه صنعتی را بکشند.

شاخص‌ها:

ساخت یک پروژه جدید، رسم دیاگرام تک‌خطی، نوشتن لاجیک کنترلی مدار فرمان، کشیدن نقشه‌های گسترده، استفاده از شماره‌گذاری اتوماتیک، گرفتن گزارش‌های خروجی مورد نیاز

شرایط انجام دادن کار و ابزار و تجهیزات:

الف) شرایط

۱ـ اجرا در سایت رایانه ۲ـ نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳ـ تهویهٔ استاندارد و دمای ۳ ± ۲۰°C
۴ـ ابزار آلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵ـ وسایل ایمنی استاندارد ۶ـ زمان ۱۸۰ دقیقه

ب) ابزار و تجهیزات

۱ـ رایانه دارای نرم‌افزار «ePLAN» ۲ـ چاپگر ۳ـ میز کار

معیار شایستگی:

ردیف	مرحلهٔ کار	حداقل نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ هنرجو
۱	انجام تنظیمات مربوط به تجهیزات	۱	
۲	ایجاد صفحات جدید	۱	
۳	صحت استفاده از « Interruption Point»	۲	
۴	رسم دیاگرام تک‌خطی	۳	
۵	رسم دیاگرام سه‌خطی	۳	
۶	استخراج گزارش خروجی	۳	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ قواعد و اصول در مراحل کار؛ ۲ استفاده از لباس‌کار و کفش ایمنی؛ ۳ تمیزکردن گیره و محیط کار؛ ۴ رعایت دقت و نظم.	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، «۲» است.

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران ـ صندوق پستی ۴۸۷۴ ـ ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی برخط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی هنرآموزان و خبرگان بازار کار که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اصفهان: احسان رفعتی، علی ایمانیان نجف‌آبادی، رضا حیدرپور بارده، مجتبی آقاجانی، عباس منظری، محمدمهدی علی‌بابا، فرزاد اعظم، مهدی کاظمی، سعید هادی، محمد ابراهیمی، محمدرضا پایا، سید اکبر زهرایی، سید فرهاد مدرسی، سید رحیم زرافشان، علی‌رضا نباتی

قزوین: گل‌دوست لیاولی، مهدی ناصرلویی، محمدرضا آقایی، محمدجواد حسنا، فرهاد مشاط‌زادگان

مرکزی: حمید شفیع‌نیا، علی پورشجاع، حامد کوچکی، ابوالفضل حسنی

خوزستان: آرش قنواتی، بهزاد بهزادی مقدم، امین نقاش، امین برملا

تهران: یاسر پازوکی، محمدحسن خاجی، محمد چشفر، مهدی اسماعیلی

تبریز: یونس غفارزاده خسروشاهی، عباس رسولی، محمد شعوری میلانی، اسماعیل مصطفی‌زاده، ابراهیم شایان‌فر

قم: محمد قاسمی ورزنه، مسعود محمدی، محمد علیمرادی، کاظم بهرامی

خبرگان فنی: رسول سپهرآذر، مجتبی یعقوب‌لو، محمدرضا جلوخانی نیارکی، میلاد خدابنده، مرتضی زارعی، مرتضی قدمی، مهرداد دقاق، محمدرضا راد، عبدالرضا سامع، محمد ارشدی، ابوالفضل طالبیان، نوید خوش‌خو

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز الکتروتکنیک (۱) و (۲)

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز الکتروتکنیک

خرید و دانلود

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir