



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 ایده 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 حوزه نقشه‌کشی برق صنعتی است، می‌پردازیم و با نحوه کار با این نرم‌افزار آشنا خواهیم شد.



واحد یادگیری ۵

شایستگی ترسیم انواع مدارهای های قدرت، فرمان و کنترل توسط نرم افزار «ePLAN P8»

هدفهای این شایستگی عبارتاند از:

- توانایی کار کردن با نرم افزار «ePLAN P8» و ساخت یک پروژه در محیط این نرم افزار
- آشنایی با کتابخانه های نرم افزار به منظور استفاده از سمبل های فراگرفته شده
- توانایی رسم انواع مدارهای قدرت در نرم افزار
- توانایی رسم انواع مدارهای فرمان در نرم افزار
- توانایی وارد کردن انواع «PLC» در نرم افزار «ePLAN P8» و نمایش ورودی ها و خروجی های مربوط به آن
- توانایی استفاده از قابلیت آدرس دهی هوشمند نرم افزار به منظور سهولت در نقشه کشی
- توانایی تهیه گزارش از اطلاعات ثبت شده مربوط به پروژه طراحی شده در نرم افزار

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان توانایی ترسیم انواع مدارهای های قدرت، فرمان و کنترلی را خواهند داشت و همچنین قادر خواهند بود گزارش های مورد نیاز را توسط نرم افزار تهیه کنند.

معرفی نرم‌افزار

فیلم



کاربرد نرم‌افزارهای طراحی

در بیشتر شرکت‌های مهندسی و کارخانه‌های تابلوسازی جهت سهولت در تهیه نقشه‌های برق از این نرم‌افزارها استفاده می‌شود.

در خصوص مراحل پیشرفت اصول نقشه‌کشی در گذر زمان تحقیق کنید.

پژوهش



نرم‌افزار «ePLAN P8» برنامه‌ای کامل و حرفه‌ای جهت طراحی 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.

چهار نرم‌افزار دیگر در زمینه طراحی انواع مدارهای برق را نام ببرید.

فعالیت



اکثر برندهای معتبر دنیا به سبب فراگیر شدن کاربری نرم‌افزارهای طراحی مجبور شده‌اند بلوک‌های تجهیزات تولیدی خود را، که با این نرم‌افزارها سازگارند، ارائه دهند.

بدانید



استفاده از نرم‌افزارهای هوشمند طراحی تابلوی برق، ضریب اشتباه و زمان طراحی تابلو را تا میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد.

بدانید



طریقه نصب نرم‌افزار «ePLAN P8»


فیلم



مطابق فیلم نمایش داده شده، نرم افزار «ePLAN P8» را بر روی رایانه خود نصب کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- در زمان نصب نرم افزار با چه مشکلاتی مواجه شدید؟
- مشکلات به وجود آمده را چگونه مرتفع کردید؟




پس از نصب نرم افزار، آیکون به شکل  بر روی صفحه ظاهر می شود. با باز کردن آن محیط کار نرم افزار، مطابق شکل زیر، باز می شود.



انجام دادن تنظیمات اولیه

■ تنظیم رنگ پس زمینه محیط کار (Back Ground Color)

ابتدا با زدن بر روی آیکون تنظیمات  به محیط تنظیمات وارد می شویم و پس از آن، مراحل بعد را طی می کنیم و در نهایت با انتخاب یکی از سه حالت زیر، رنگ پس زمینه محیط کاری را تنظیم خواهیم کرد:

■ **BLACK**: محیط کار مشکی؛

■ **GRAY**: محیط کار طوسی؛

■ **WHITE**: محیط کار سفید.

بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

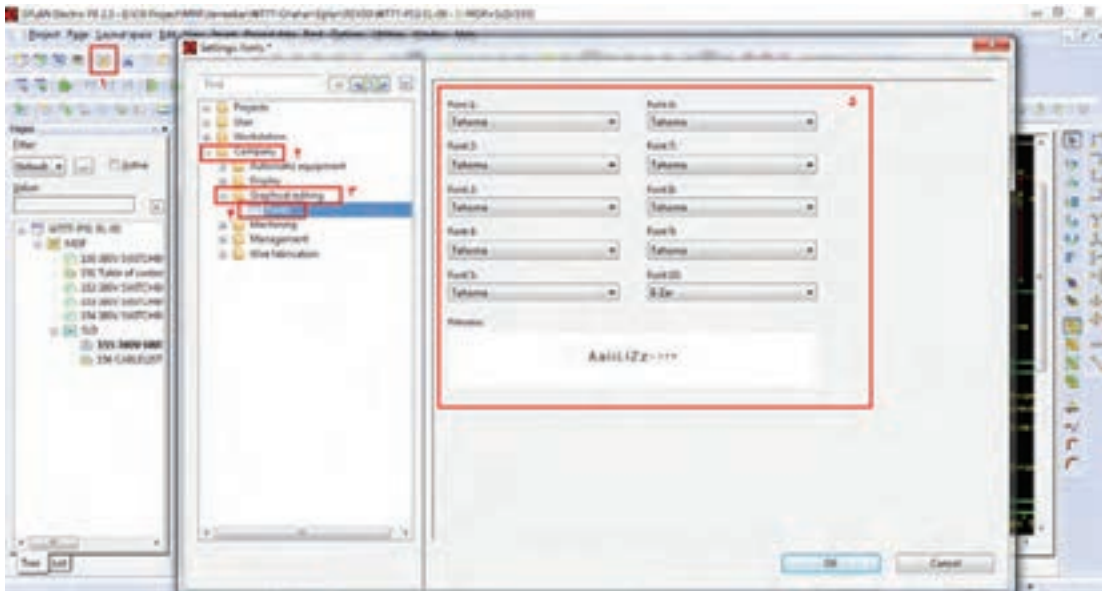
بحث

انتخاب رنگ پس زمینه 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 به صورت 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 منوهای نرم افزار

الف) معرفی نوار ابزار

نام	توضیحات
Project	برای ایجاد پروژه جدید، باز کردن پروژه‌های قبلی و بستن پروژه‌های جاری استفاده خواهد شد.
«Page»	برای ایجاد صفحات جدید، رفتن به صفحات قبلی و بعدی و شماره گذاری آنها استفاده می‌شود.
Layout space	برای طراحی سه بعدی 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 ... استفاده خواهد شد.
Insert	از این منو برای وارد کردن سمبل، تجهیزات، متن، تصاویر و ابزار اندازه زن ... 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 نرم افزار 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 پروژه 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 صفحه نمایش.
گريد		ابزاری است جهت نشان دادن نقاط مختصات صفحه 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.

بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

فعالیت

تفاوت گرید E, D, C, B, A را با استفاده از ابزار اندازه‌گیری مشخص نمایید.




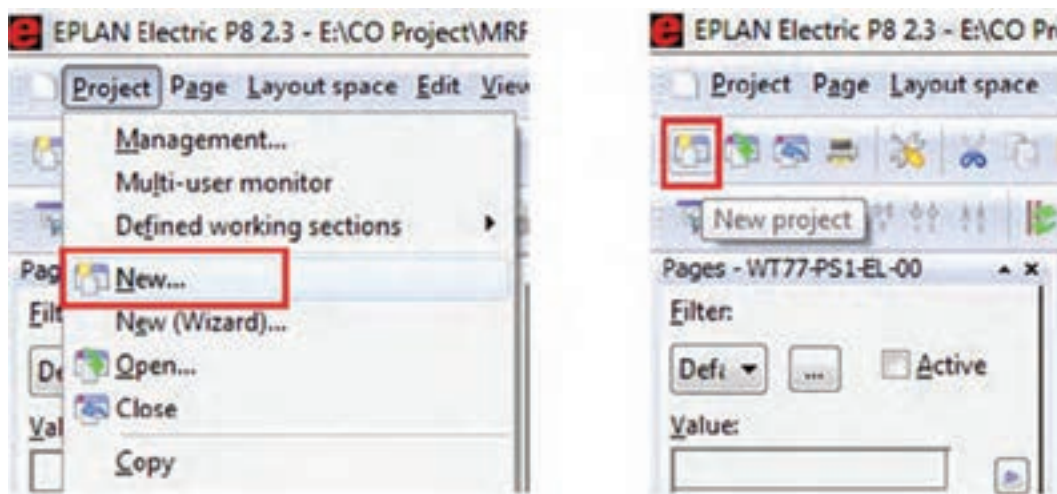
فیلم

نحوه انجام تنظیمات اولیه



ایجاد یک پروژه جدید در «ePLAN»

از طریق منوی «Project» با انتخاب «New» یا کلیک بر روی آیکون  یک پروژه 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 پروژه تعریف شده است. با زدن OK به مرحله بعد وارد می‌شویم.

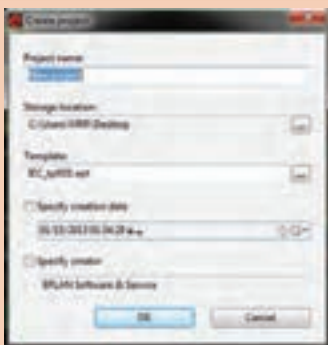
فیلم

مراحل ایجاد یک پروژه و نوشتن برنامه





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 طراحی تنظیم می‌کنیم.

	<p>۱ در صورتی که تابلو دارای چند سلول باشد از این پنجره جهت نام‌گذاری تابلو و سلول‌های آن استفاده می‌شود.</p>
	<p>۲ انتخاب تک یا چند خطی بودن نقشه</p>
	<p>۳ توضیحات مربوط به نقشه در این قسمت یادداشت می‌شود.</p>
	<p>۴ انتخاب کادر نقشه</p>

تفاوت بین نقشه‌های تک خطی و چندخطی در چیست؟

فعالیت



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 سمبل‌ها و تجهیزات، ضمن ورود به منوی «Insert»، یکی از گزینه‌های «Symbol» یا «Device» را انتخاب و تجهیز مورد نظر را وارد خواهیم کرد.

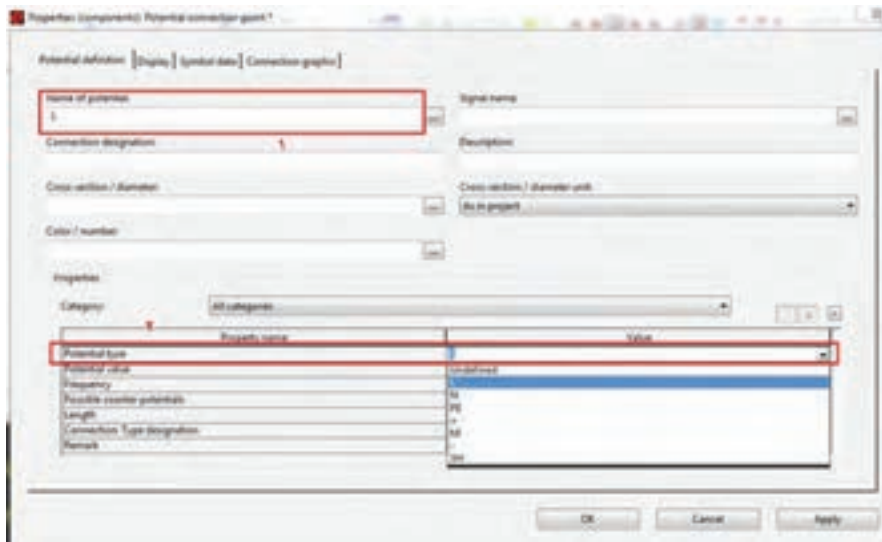
پژوهش

تحقیق کنید تفاوت بین «Symbol» و «Device» چیست؟



الف) وارد کردن نقاط اتصال پتانسیلی

از ورودی‌های پتانسیلی در «ePLAN»، به منظور 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، سمبل مربوطه، زیر نشانگر موس قرار خواهد گرفت. پس از انتقال سمبل به مکان مورد نظر، با کلیک کردن آن در صفحه قرار می‌گیرد و پنجره 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.

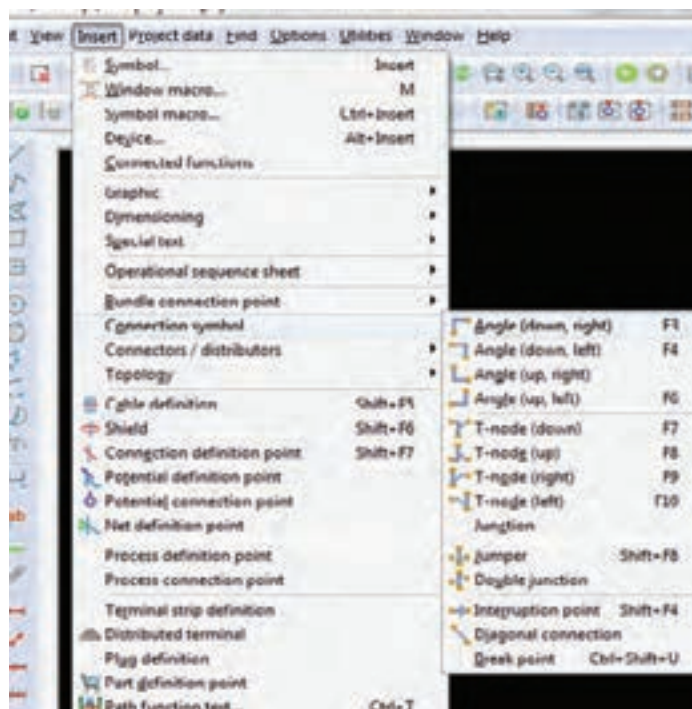
■ کلید Tab؛

■ فشار دادن کلید کنترل و حرکت هم‌زمان موس؛

■ تغییر «Variant» در تب «Symbol Data» در پنجره تنظیمات.

ج) وارد کردن سمبل‌های اتصال زاویه‌ای

از این سمبل‌ها برای اتصال المان‌های مختلف در نقشه‌کشی استفاده می‌شود. برای وارد کردن اتصالات از محیط «Toolbar» یا از «Insert → Connection Symbol» استفاده می‌کنیم.



در «ePLAN» ارتباط بین سمبل‌ها به صورت اتوماتیک برقرار می‌شود. لذا برای افزایش دقت و سرعت، حتماً دکمه «Snap to grid» را در حالت ON قرار دهید.



بدانید



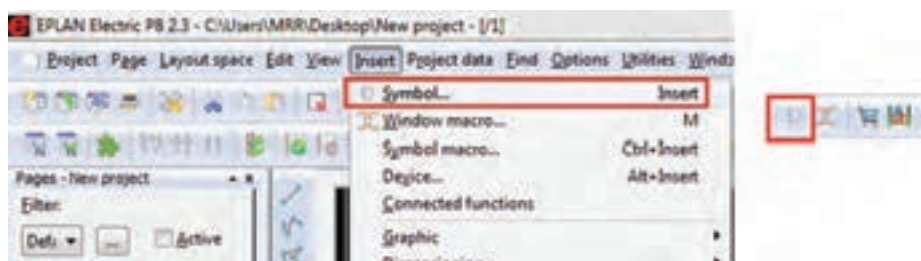
با استفاده از اتصالات، یک مربع ترسیم و آن به چهار قسمت مساوی تقسیم کنید. این فعالیت را در دو حالت «On» و «Off» بودن دکمه «Snap to grid» بررسی کنید.

فعالیت



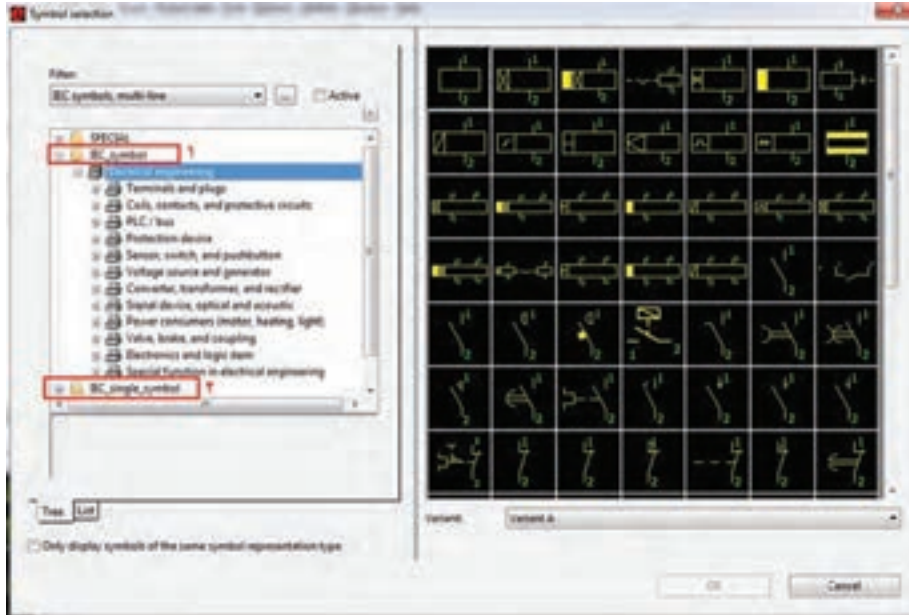
د) وارد کردن سمبل‌ها و تجهیزات

اولین گام برای وارد کردن المان‌های مدارهای برق در یک نقشه، وارد کردن سمبل‌هاست. آنها را با زدن دکمه «Insert» در کیبورد یا آیکون مربوطه یا مسیر «Insert/Symbol» در نقشه وارد می‌کنیم.



پودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

پس از کلیک بر روی آیکون سمبل، پنجره زیر باز می‌شود.

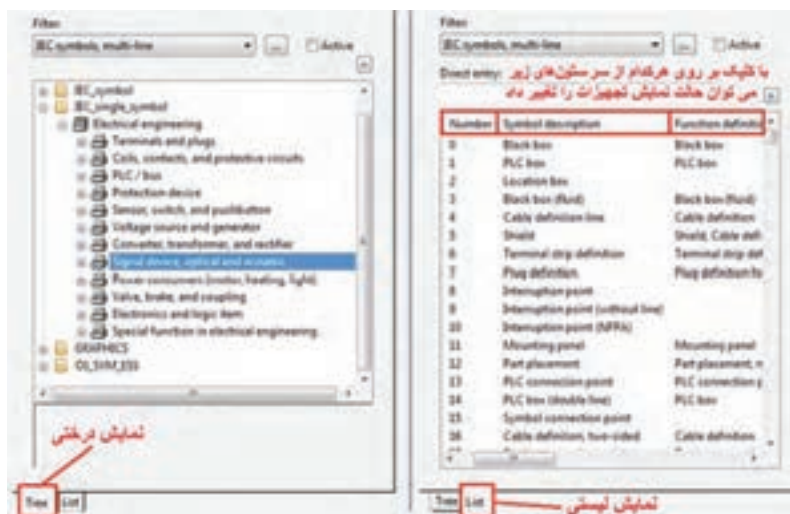


فعالیت

تفاوت کاربرد سمبل‌های شماره ۱ و ۲ در شکل قبل چیست؟



در پنجره فوق، سمبل‌ها را به صورت لیست و درختی می‌توان مشاهده کرد. البته حالت نمایش درختی به دلیل دسته‌بندی سمبل‌ها کاربردی‌تر است. در حالت نمایش لیستی با کلیک بر روی هر کدام از سرستون‌ها می‌توان ترتیب نمایش تجهیزات را مثلاً بر اساس شماره یا حروف مرتب‌سازی کرد. لازم به یادآوری است که مطابق مطالب گفته شده در پودمان اول، کتابخانه انتخابی برای نقشه‌کشی در نرم‌افزار «ePLAN»، می‌تواند استاندارد «IEC» باشد.



پژوهش

در شکل فوق، قسمت «Filter» چه کاربردی دارد؟



فعالیت

- ۱- تمام بلوک‌های زیر شاخه «IEC_symbol» را بررسی نمایید.
- ۲- سعی کنید در حالت نمایش لیستی سمبل‌ها، ترتیب نمایش سمبل‌ها را جابه‌جا کنید.



فیلم

وارد کردن سمبل‌ها در نقشه



ه) آدرس‌دهی بین سیم‌ها و اتصالات بین صفحات

برای آدرس‌دهی اتصالات بین صفحات مختلف از سمبلی به نام «INTRRUPTION POINTS» استفاده می‌شود. سمبل‌های اشاره شده ادامه اتصالات بین صفحات یا چندین بخش از یک صفحه شماتیک را مشخص می‌کنند. این عناصر 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»

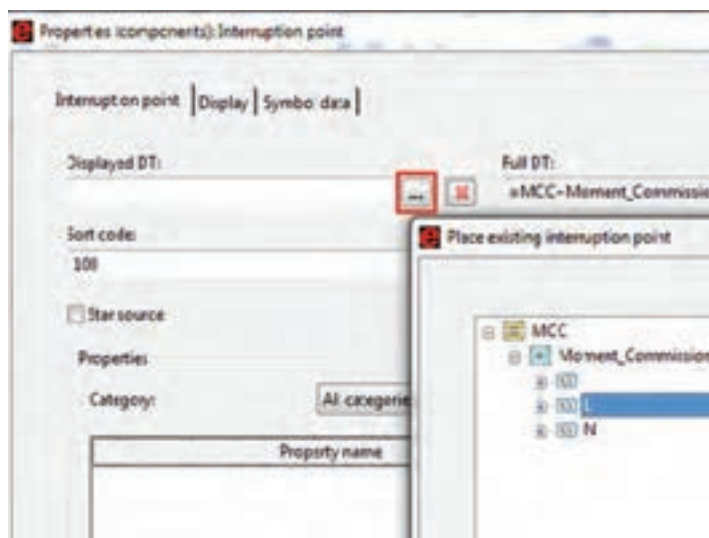
یا آیکون  صورت می‌گیرد. پس از انتخاب «Interruption Point» در زیر نشانگر موس قرار می‌گیرد.

فعالیت

چگونه می‌توان جهت قرارگیری «Interruption Point» را در صفحه نمایش تغییر داد؟



پس از رها کردن این المان در جهت دلخواه، کادر تنظیمات این سمبل مانند زیر باز خواهد شد.

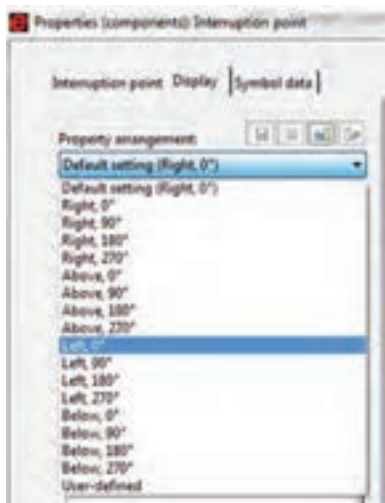
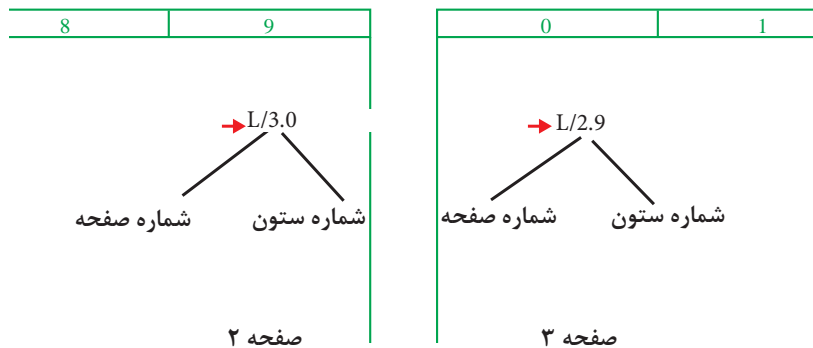


در پنجره بالا یک نام برای این المان در نظر می‌گیریم. این نام می‌تواند سطحی از یک ولتاژ یا یک نام دلخواه باشد. همچنین با کلیک بر روی دکمه‌ای که در شکل مشخص شده است، یک پنجره باز خواهد شد. در این پنجره تمام «Interruption Point» های قبلی که از آنها در محیط پروژه استفاده شده است، قرار دارند. لذا در صورت انتخاب هر کدام از آنها، المان فعلی به آن المان انتخاب شده ارجاع داده می‌شود.

(و) آدرس‌دهی المان‌ها به هم (CROSS-REFERENCE)

یکی از مهم‌ترین ابزارها در نقشه خوانی برق، ارجاع اجزای المان‌ها به یکدیگر است. به این عمل «آدرس‌دهی» گفته می‌شود. به جرأت می‌توان گفت که مهم‌ترین ایده‌ای که باعث شد مهندسان برق به فکر طراحی یک نرم‌افزار هوشمند جهت طراحی 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 صفحه دیگری منتقل کنید این ابزار به شما کمک خواهد کرد. نوع نمایش «Cross-Reference» ها به نوع کادر صفحه (Template) و تنظیمات این المان برمی‌شود. معمولاً در نقشه‌های برق برای دسترسی راحت به المان‌ها، صفحه به ده ستون موازی تقسیم می‌شود. به‌طور مثال در شکل زیر منظور از آدرس‌دهی L/3.0 یک «Interruption Point» است که به یک «Interruption Point» دیگر در ستون صفر از صفحه سه، ارجاع داده می‌شود.



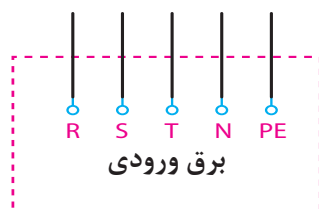
برای تغییر محل قرارگیری اطلاعات «Cross-Reference» مربوط به «Interruption Point» از قسمت نشان داده شده در شکل روبه‌رو می‌توان استفاده نمود.

در صورتی که بخواهیم از یک نقطه به چندین محل ارتباط برقرار کنیم، باید در پنجره تنظیمات این تجهیزه تیک «Star Source» را بزنیم. در غیراین صورت آدرس دهی به صورت زنجیر وار است. اکنون می‌خواهیم مدار قدرت و مدار فرمان «راه‌اندازی موتور به صورت دائم» را رسم نماییم.

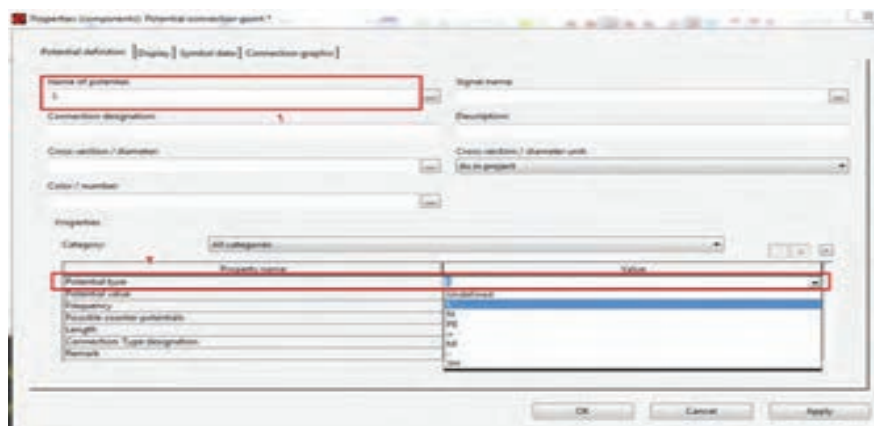
فیلم



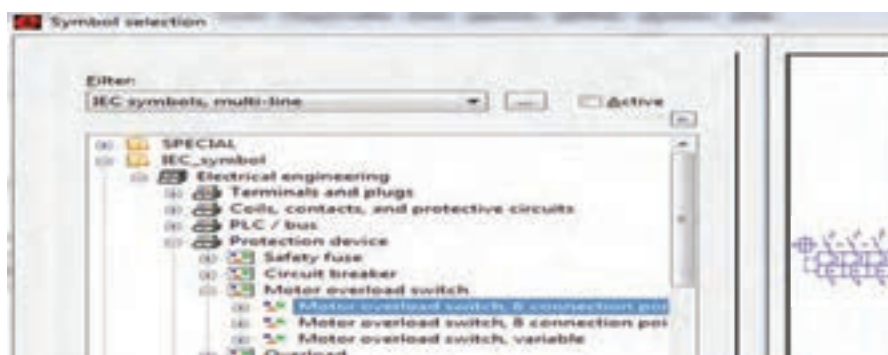
ساخت صفحات مربوط به مدار قدرت و مدار فرمان راه‌اندازی موتور به صورت دائم.



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 ایمن‌حفاظتی 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 کتابخانه سمبل‌ها و از قسمت مربوط به تجهیزات نقشه‌های گسترده (Multi-Line)، کلید حفاظت موتوری مورد نظر را انتخاب خواهیم کرد.



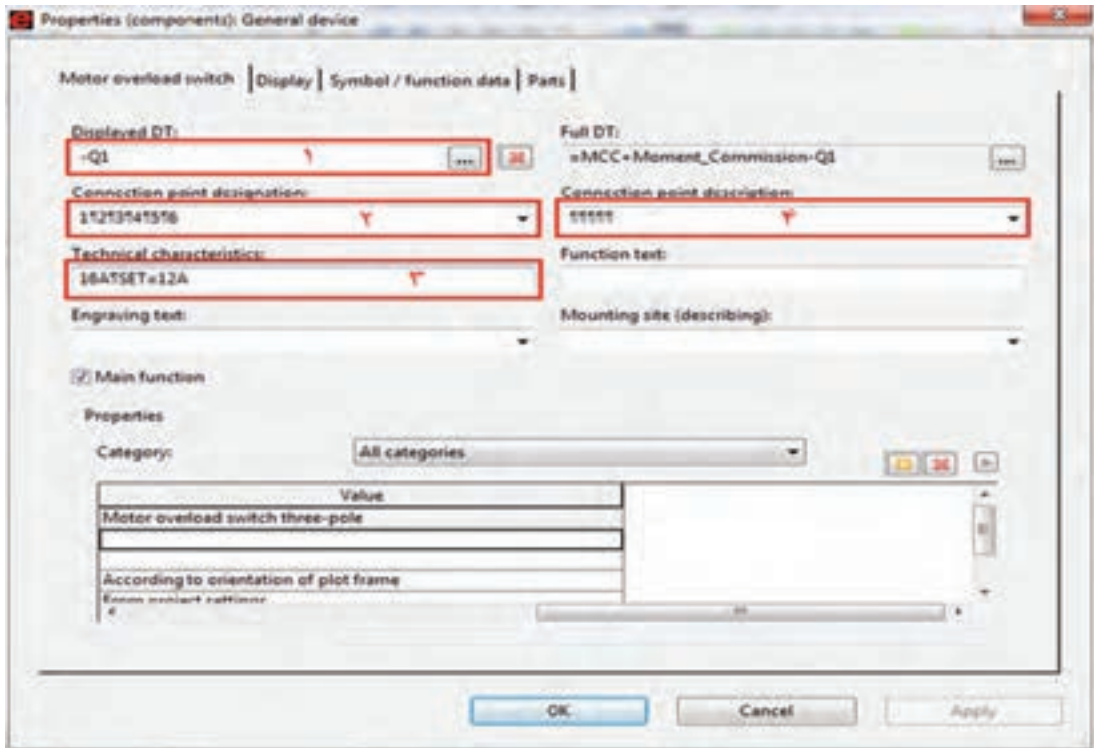
همان‌طور که قبلاً اشاره شد، کار با این نرم‌افزار باید مطابق استاندارد «IEC» باشد. لذا برای انتخاب ایمن‌های مدار خود، از بانک ایمن‌های مربوط به «IEC_Symbol» استفاده کنید.

نکته



بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

پس از انتخاب کلید حفاظت موتوری، بلافاصله این المان زیر نشانگر موس قرار خواهد گرفت. هر المانی که از کتابخانه سنبیل‌ها و تجهیزات انتخاب شود، بلافاصله پنجره مربوط به تنظیمات آن باز خواهد شد. لذا با رهاکردن کلید در مکان دلخواه، پنجره تنظیمات آن مطابق شکل زیر باز خواهد شد. لازم به ذکر است تنظیمات اکثر المان‌ها و اشکال گرافیکی آنها به صورت شکل زیر است.

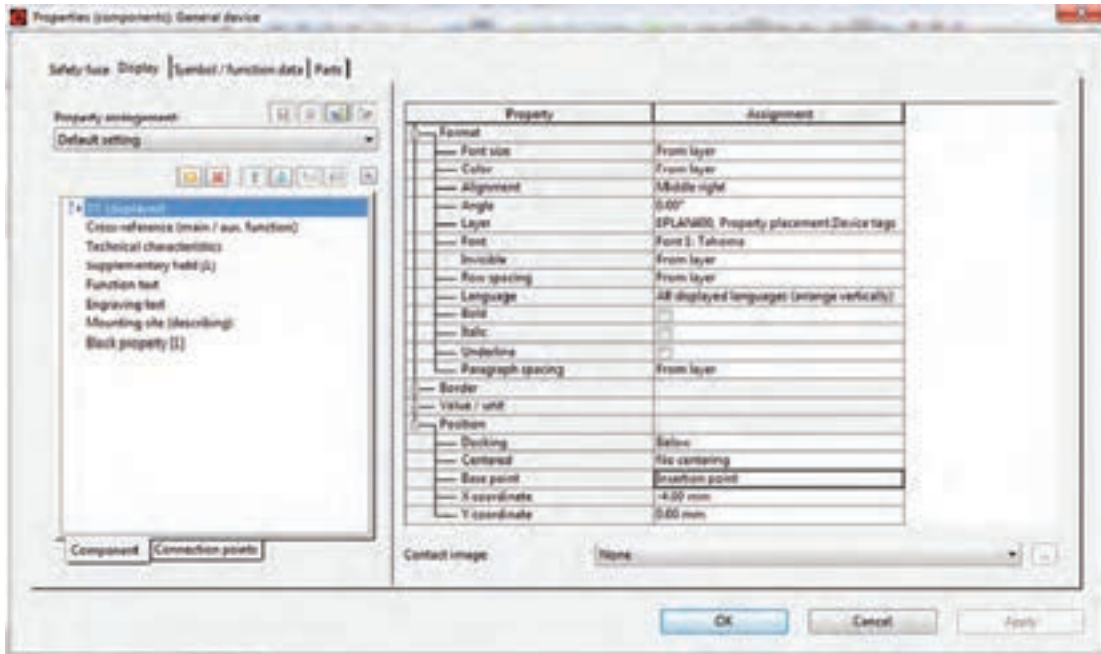


همان‌طور که در شکل مشخص شده، این پنجره دارای چهار تب (Tab) است.

تب (Tab) اول: تنظیم مشخصات المان

- نام تجهیز در این قسمت وارد می‌شود (Q1).
- شماره پایه‌های تجهیز در این قسمت وارد می‌شود. علامت پرچم (¶) در «ePLAN» نشان‌دهنده اینتر است، که برای درج آن باید از ترکیب کلیدهای «Ctrl + Enter» استفاده شود.
- مشخصات فنی در این قسمت وارد می‌شود (16A, SET=12A).
- در صورتی که پایه‌های تجهیز انتخابی نیاز به توضیح داشته باشند از این قسمت استفاده می‌شود.

تَب (Tab) دوم: تنظیم مشخصات ظاهری اِلمان

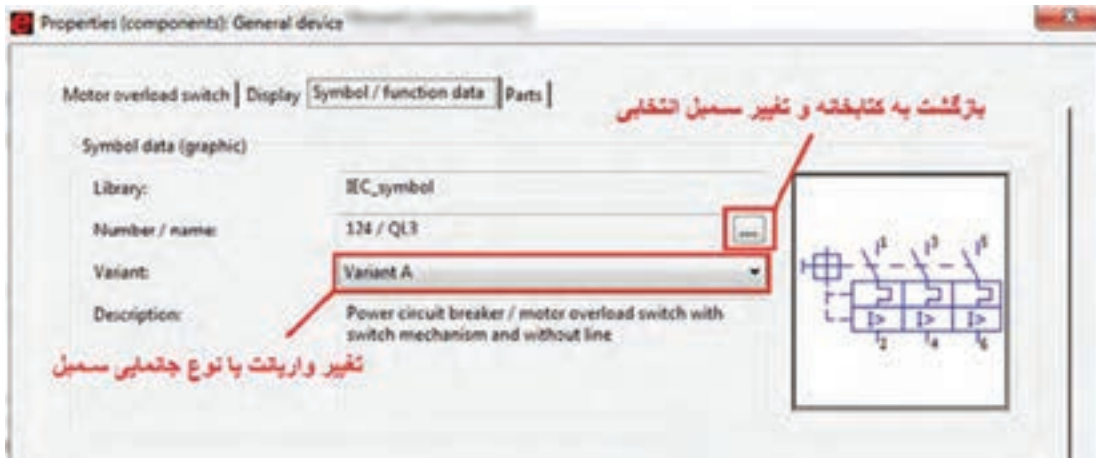


برای تنظیم پنجره فوق به جدول زیر توجه کنید.

فاصله سطرها	Row Spa.	انتخاب اندازه فونت	Font size
انتخاب زبان	Language	تنظیم رنگ	Color
ضخیم کردن متن	Bold	انتخاب نقطه جابه جایی مختصاتی	Alignment
مورب کردن متن	Italic	تنظیم زاویه قرارگیری	Angle
کشیدن خط زیر متن	Underline	انتخاب لایه کاری	Layer
مختصات X تجهیز در صفحه نمایش	X coor.	انتخاب نوع فونت	Font
مختصات Y تجهیز در صفحه نمایش	Y coor.	دیدنی و نادیدنی کردن تجهیز	Invisible

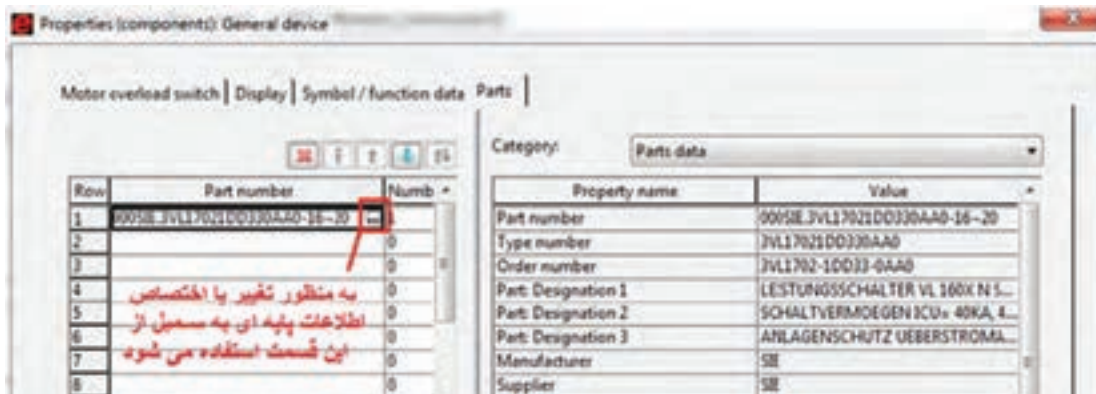
بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

تب (Tab) سوم: تنظیم مشخصات ظاهری المان



تب (Tab) چهارم: اختصاص مشخصات پایه‌ای به هر سمبل

تمام تجهیزاتی که از منوی سمبل انتخاب می‌شوند تصاویری ظاهری هستند و هیچ‌گونه اطلاعاتی از قبیل کد سفارش قطعه، کارخانه سازنده و... قابل استفاده جهت گزارش‌گیری به صورت هوشمند، ندارند. لذا برای تحقق این امر در قسمت «Part» و با کلیک بر روی دکمه نشان داده شده در شکل زیر و ورود به بانک اطلاعاتی «ePLAN» به مسیر «Part → Electrical _ Engeneering → Component» و به سمبل هویت می‌بخشیم.

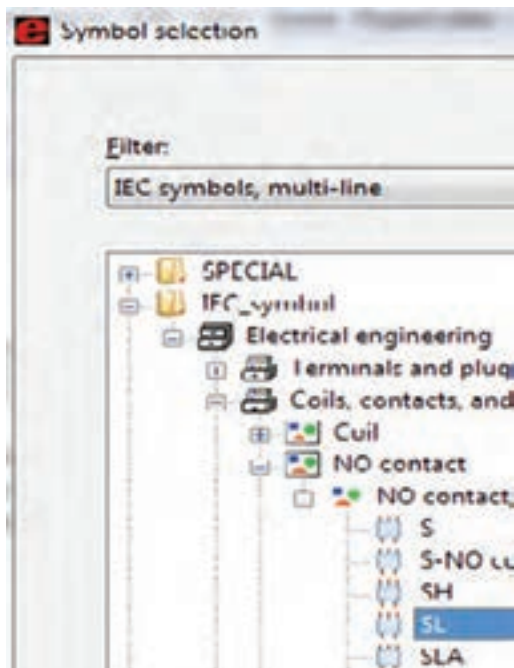


این اطلاعات پایه‌ای برای تعداد محدودی از تجهیزات در «Part Management» نرم‌افزار «ePLAN» وجود دارد.

با جست‌وجو در اینترنت تحقیق کنید چگونه می‌توان «Data Base» مربوط به تجهیزات شرکت «ETI» به اطلاعات پایه‌ای نرم‌افزار «ePLAN» اضافه کرد؟

پژوهش



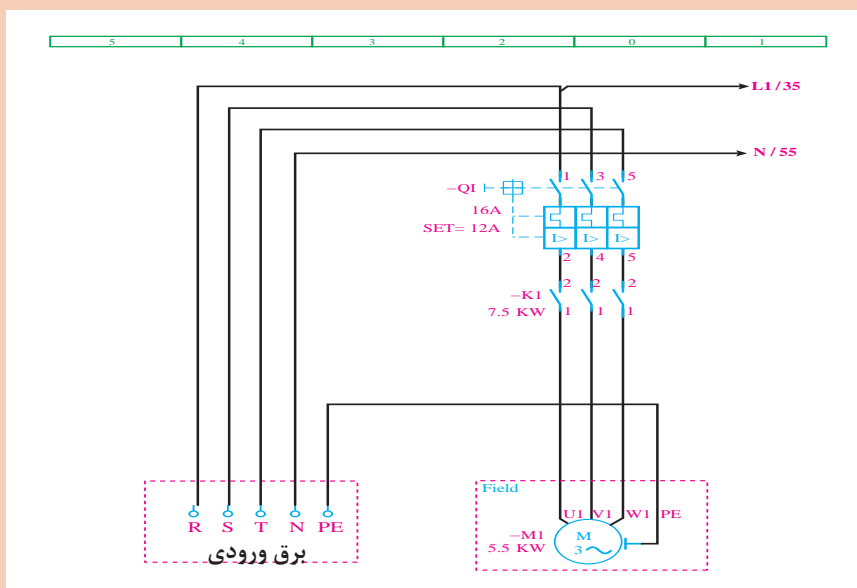


بعد از کلید حفاظت موتوری تیغه‌های قدرت کنتاکتور را از مسیر نشان داده شده در شکل مقابل وارد می‌کنیم و مشابه کلید تنظیمات مربوط به کنتاکتور را نیز وارد می‌کنیم.

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

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.

فعالیت



بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

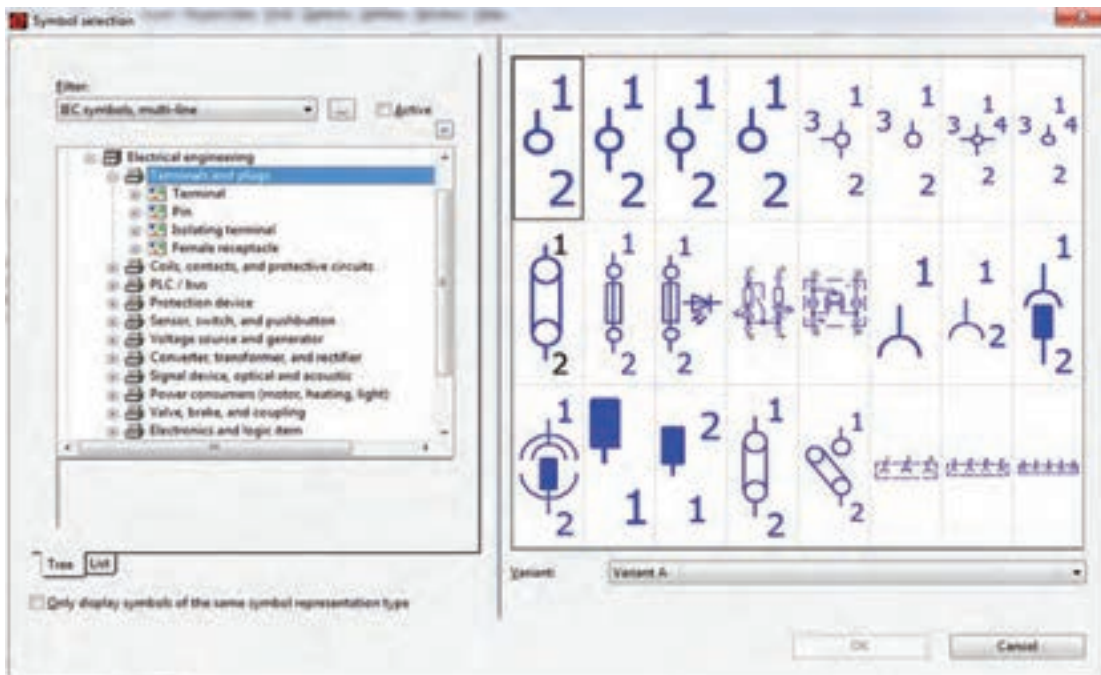
نکته

در «ePLAN» بعضی امان‌ها مثل تیغه‌های کنتاکتور یا ترمینال‌ها اگر در یک ردیف باشند فقط اولین مورد را نام‌گذاری کنید. سپس در زمان وارد کردن بقیه امان‌ها قسمت «Displayed DT» در پنجره 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

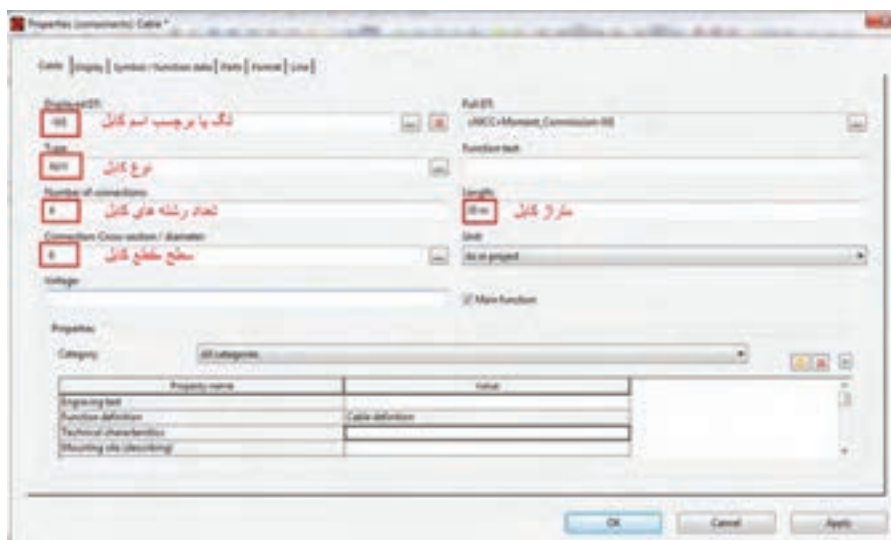
برای وارد کردن ترمینال‌ها پس از زدن دکمه «Insert» می‌توان به کتابخانه «IEC_Symbol» وارد شد و از زیر شاخه «Terminals and Plugs» نیز می‌توان انواع ترمینال‌ها را وارد کرد.



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 نکته ذکر شده قبلی، به تایپ دوباره نام هر کدام 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 به صورت افقی قطع کند. برای وارد کردن کابل از قسمت «Insert/Cable Definition» یا آیکون  خط مشخصه کابل را در زیر نشانگر موس قرار می‌دهیم و با دو بار کلیک آن را به صورت افقی از روی اتصالات می‌گذرانیم. در این لحظه، پنجره تنظیمات کابل باز می‌شود. در این صورت، مانند شکل زیر، اطلاعات آن را کامل می‌کنیم.



یک صفحه جدید ایجاد کنید و برای یک موتور، مدار فرمان «راه‌اندازی دائم» را مشابه تصویر زیر طراحی کنید.

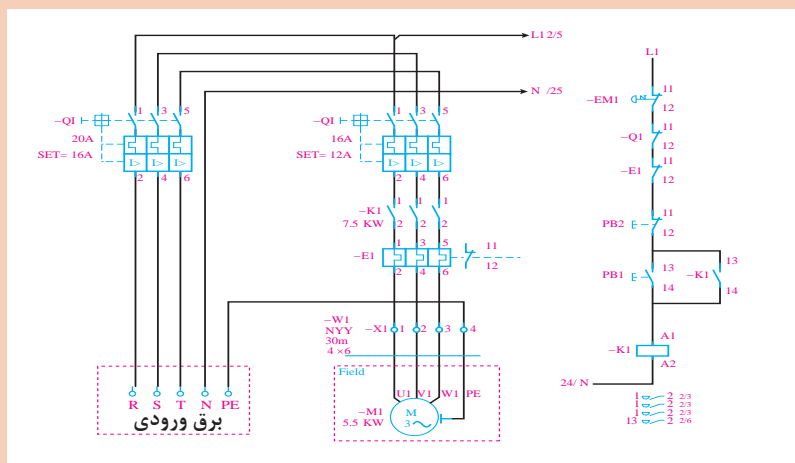
فعالیت



فیلم



وارد کردن برچسب کابل در نقشه و انجام تنظیمات مربوطه




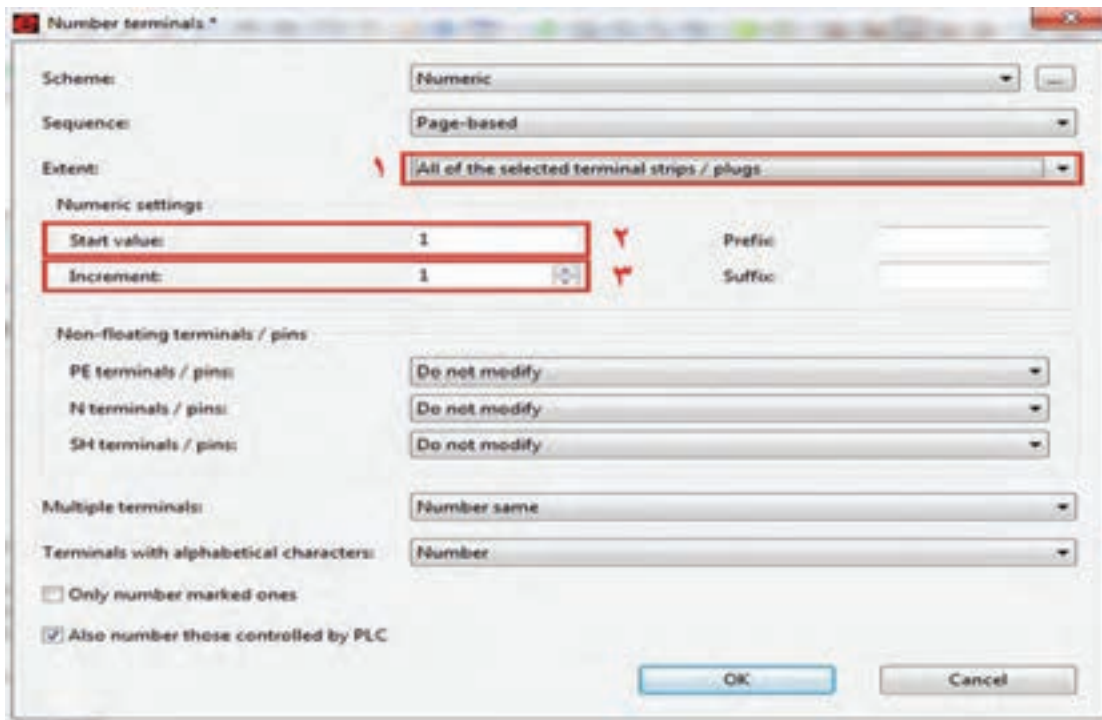
بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

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، پنجره زیر باز خواهد شد:



در این پنجره، همان‌طور که در شکل فوق مشخص است، قسمت شماره 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 شماره 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.

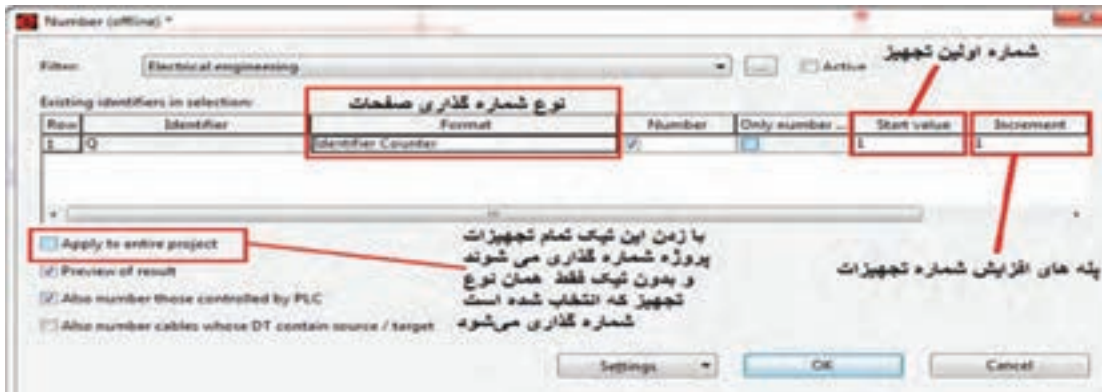
سایر گزینه‌های پنجره «Numbering Terminal» چه وظیفه‌ای بر عهده دارند.

پژوهش



ک) شماره‌گذاری تجهیزات

ابتدا بر روی یکی از تجهیزات کلیک کنید تا آیکون  فعال شود. سپس با کلیک بر روی این آیکون، پنجره زیر باز خواهد شد. تمام تنظیمات را مطابق تصویر زیر انجام دهید و بر روی OK کلیک نمایید.



در پنجره فوق سایر پارامترهای قسمت «Format» را بررسی و انتخاب و نتیجه حاصل را گزارش کنید.

پژوهش



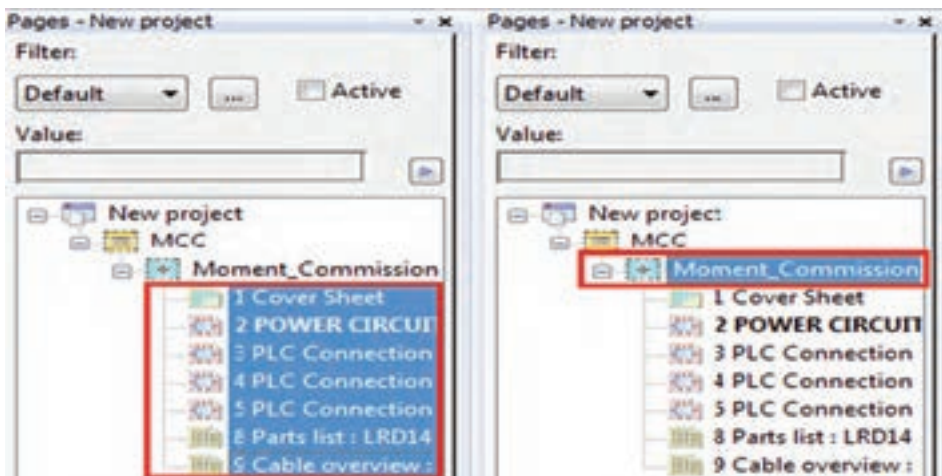
مدار قدرت و فرمان کنترل دو موتور به صورت «یکی پس از دیگری» را با توجه به تمام تنظیمات فوق طراحی کنید.

فعالیت



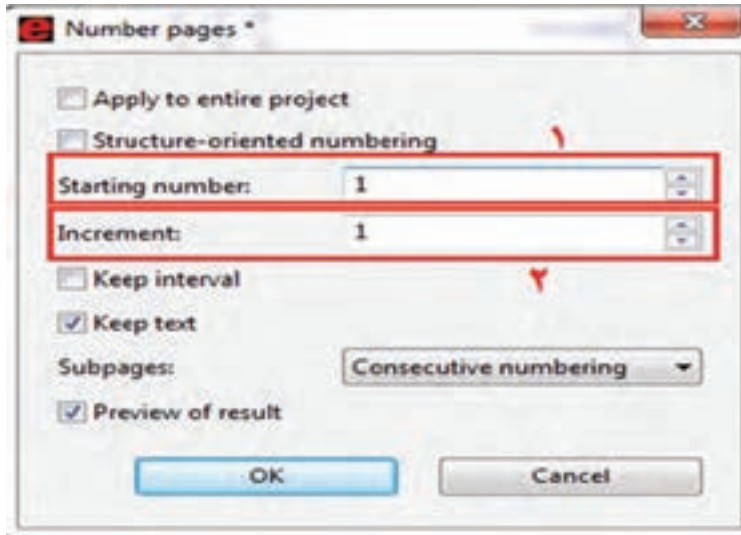
ل) شماره گذاری اتوماتیک صفحات

چنانچه در پروژه به صفحات بیشتری نیاز باشد، لازم است زیرمجموعه پروژه صفحات را ایجاد و هر صفحه را، به ترتیب نقشه‌ها، رسم کنیم. سپس جهت شماره گذاری اتوماتیک به صورت زیر عمل می‌کنیم.



بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

با راست کلیک کردن بر روی صفحات انتخاب شده یا با انتخاب گزینه «Number» از منوی «Page»، پنجره زیر باز می‌شود.



در تصویر فوق و در قسمت شماره یک، شماره اولین صفحه و در قسمت دوم پله‌های افزایشی، شماره صفحات را تنظیم و سپس بر روی OK کلیک کنید.

نحوه شماره گذاری اتوماتیک صفحات و تجهیزات

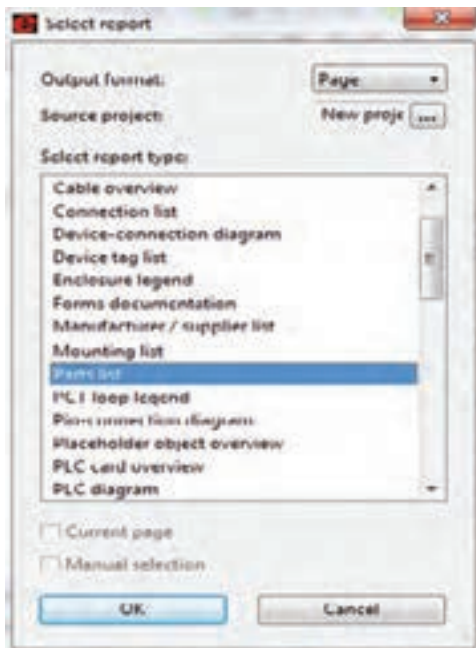
فیلم



م) تهیه گزارش

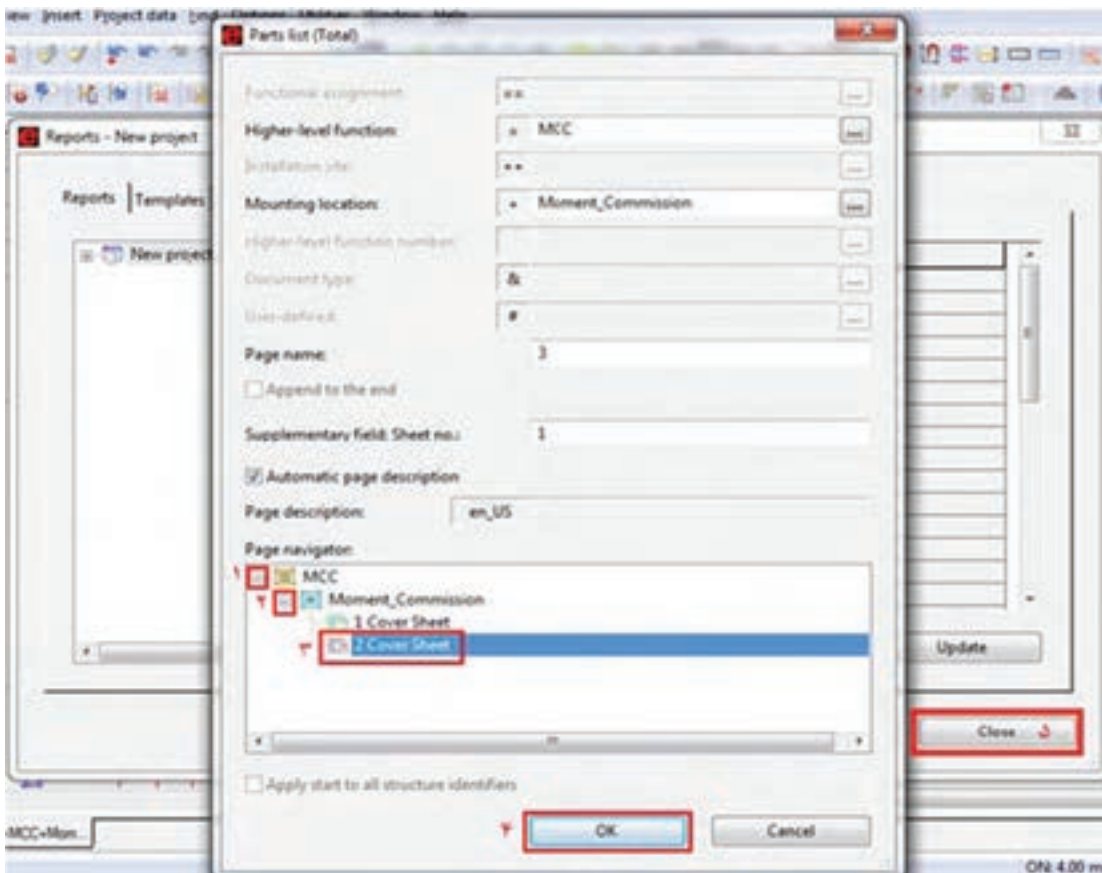
پس از کشیدن نقشه‌های شماتیک، می‌توان از المان‌هایی که مشخصات پایه‌ای آنها کامل شده است گزارش تهیه کرد. مسیر فراخوانی گزارش‌گیری از منوی «Utilities → Reports → Generate» انجام می‌گیرد. پس از کلیک بر روی کلمه «Generate» پنجره به شکل زیر باز خواهد شد. در این پنجره برای تهیه گزارش جدید باید روی «New» کلیک 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 المان‌ها یا مکانی که از المان‌ها 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.



بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

با کلیک بر روی OK اگر قصد تهیه گزارش دیگری ندارید، مطابق مرحله ۵ تصویر فوق، بر روی «Close» کلیک کنید تا بر روی صفحه جدید ایجاد شده دبل کلیک کنید تا «Part List» جدید 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

مدار راه‌اندازی یک موتور به صورت «چپ‌گرد - راست‌گرد سریع» را به صورتی که مدار قدرت در یک صفحه و مدار فرمان در صفحه دیگر باشد، با تمام تنظیمات، ترسیم و گزارش مربوط به تجهیزات و کابل‌ها را تهیه کنید.

فعالیت



اگر بعد از تهیه 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 به روز رسانی کرد. برای این کار دو راه وجود دارد:

■ صفحه 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 به صورت 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 دکمه 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، صفحه مربوط به «Interruption» یا «Cross-Reference» لینک می‌شود و با همان نقطه باز خواهد شد.


نحوه گزارش‌گیری از تابلوی طراحی شده

فیلم



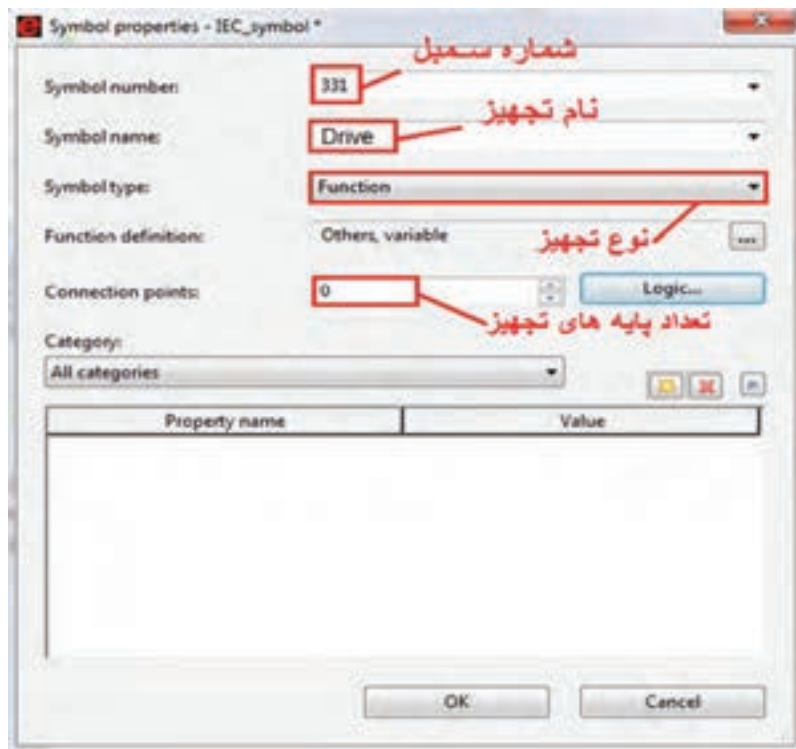
بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

ساخت سمبل در «ePLAN»

در نرم‌افزار «ePLAN»، علاوه بر کتابخانه پیش فرض نرم‌افزار، امکان ساخت و اضافه کردن سمبل‌های جدید نیز وجود دارد. برای این کار از مسیر زیر، یا از طریق منوی نوار ابزار بر روی آیکون  کلیک می‌نماییم.

Utility → Master Data → Symbol → New

پس مشاهده می‌شود که پنجره جدیدی باز خواهد شد. در این پنجره باید مشخصات سمبل مورد نظر را مطابق تصویر زیر وارد کرد.



پس از وارد کردن مشخصات تجهیز مورد نظر، بر روی OK کلیک می‌کنیم تا صفحه اصلی جهت ساخت سمبل باز شود. در پنجره باز شده، با استفاده از اِلمان‌های گرافیکی، به ساخت سمبل 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.



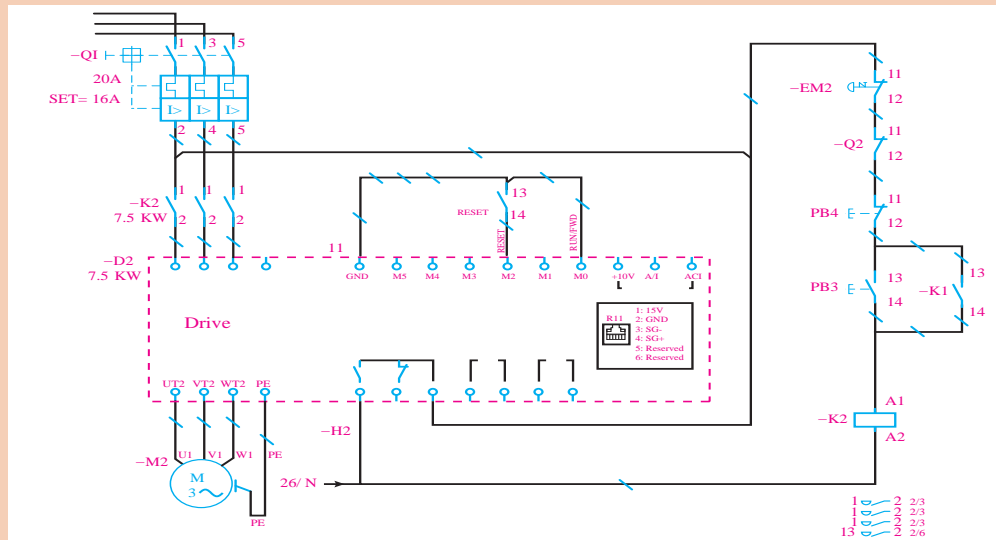
فیلم

با دقت به مراحل ساخت یک سمبل توجه کنید.





با توجه به توضیحات فوق، یک سمبل درایو بسازید و مطابق نقشه زیر، از آن به منظور راه اندازی یک موتور استفاده کنید.




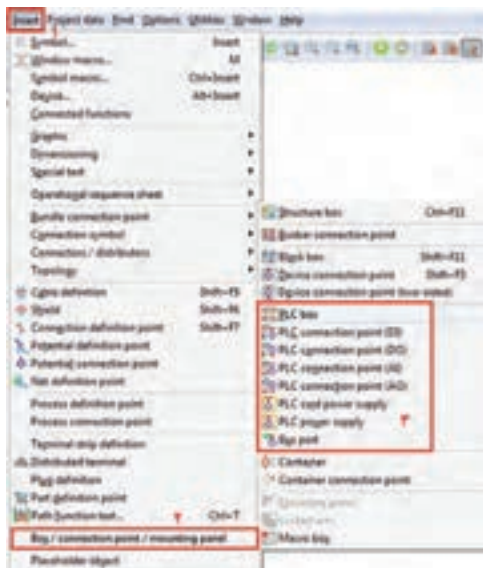
«ePLAN» در «PLC»

استفاده گسترده از سیستم‌های کنترل هوشمند در مراکز صنعتی و تابلوهای برق، نویسندگان برنامه «ePLAN» را بر آن داشت تا طراحی این سیستم‌ها را در نرم‌افزار خود قرار دهند. عملکرد موفق نرم‌افزار «ePLAN»، سازندگان مطرح و پیشرو از قبیل «ABB، SIEMENS، SCHEIDER» را بر آن داشت که اطلاعات پایه‌ای محصولات خود را در این نرم‌افزار، منطبق و سازگار با ساختار آن و به صورت «Macro»‌هایی آماده و قابل استفاده قرار دهند.

الف) وارد کردن «PLC»

برای وارد کردن «PLC» و تجهیزات مربوطه مورد استفاده، از مسیر «Insert → Symbol Macro» (یا کلیدهای ترکیبی Ctrl + Insert) پنجره «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 آیکن  یک باکس ترسیم می‌کنیم و سپس تنظیمات باکس را انجام می‌دهیم.



بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

با توجه به بودمان سوم، هر سیستم کنترل «PLC» دارای تجهیزاتی است، که در ادامه، مراحل ترسیم آنها را بررسی می‌نماییم.

ب) ترسیم منبع تغذیه

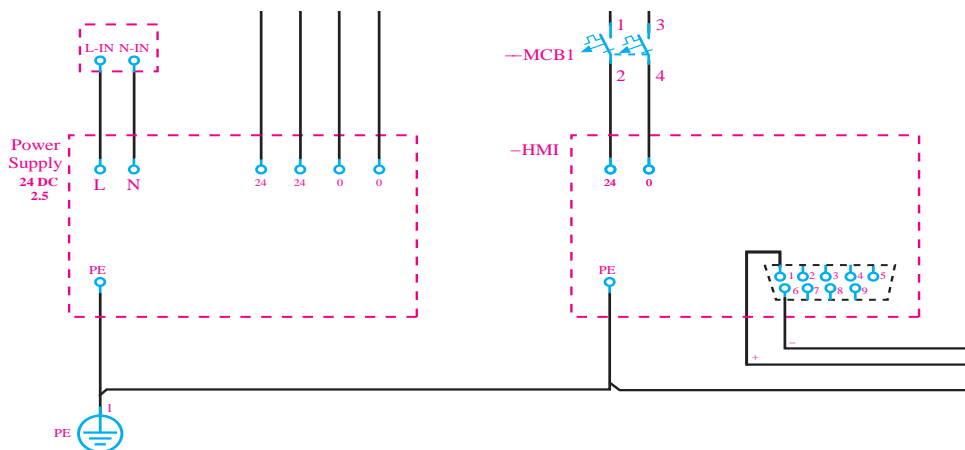
پس از ایجاد یک باکس، از طریق «PLC power supply» ترمینال‌های مورد نظر را اضافه می‌کنیم و تنظیمات مربوطه را انجام می‌دهیم.

پس از ایجاد یک پروژه جدید، یک منبع تغذیه ۲۴ ولت ۲/۵ آمپر، برای سیستم خود ترسیم کنید و کلیه تنظیمات آن را انجام دهید. (مطابق تصویر روبه‌رو)

فعالیت

ج) ترسیم مانیتورینگ (HMI)

سیستم مانیتورینگ در نقشه‌کشی فقط به صورت یک باکس است که نوع درگاه ارتباط با «PLC» یا تجهیزات دیگر و همچنین ترمینال‌های تغذیه «HMI» را نشان می‌دهد.

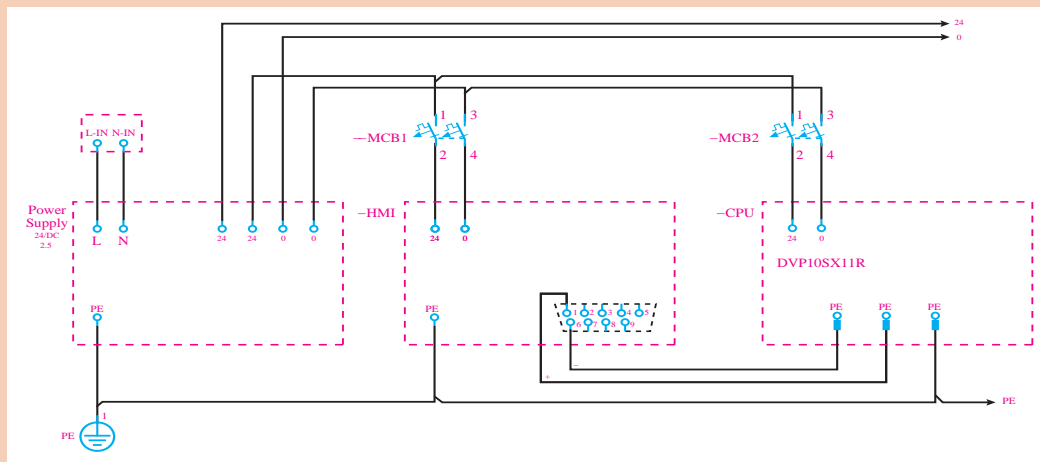


د) ترسیم «CPU»

مشابه منبع تغذیه و «HMI» یک باکس برای «CPU» وارد می‌کنیم و تغذیه و درگاه‌های ارتباطی آن را با سایر تجهیزات نشان می‌دهیم.



نقشه زیر را ترسیم کنید و تنظیمات مورد نیاز را انجام دهید.



در تصویر فوق دلیل استفاده از «Interuption Point» های ۲۴، ۰ و PE چیست؟

ه) ترسیم کارت‌های ورودی/خروجی

با توجه به مطالب مطرح شده در پودمان سوم، سیگنال‌ها دو دسته‌اند:

■ دیجیتال (ورودی - خروجی)

■ آنالوگ (ورودی - خروجی)

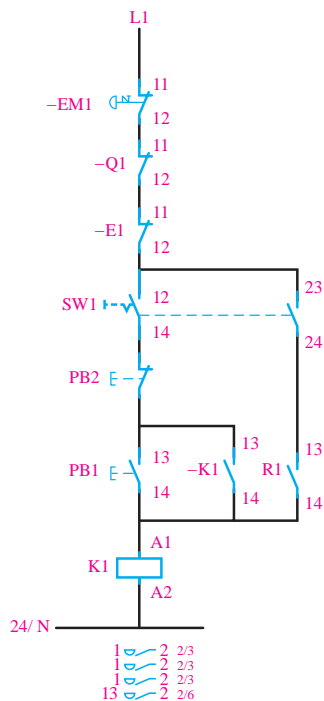
این سیگنال‌ها در «ePLAN» با استفاده از چهار آیکن در نقشه‌ها وارد می‌شوند.



قبل از وارد کردن سیگنال‌های ورودی و خروجی، ابتدا نقشه 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.

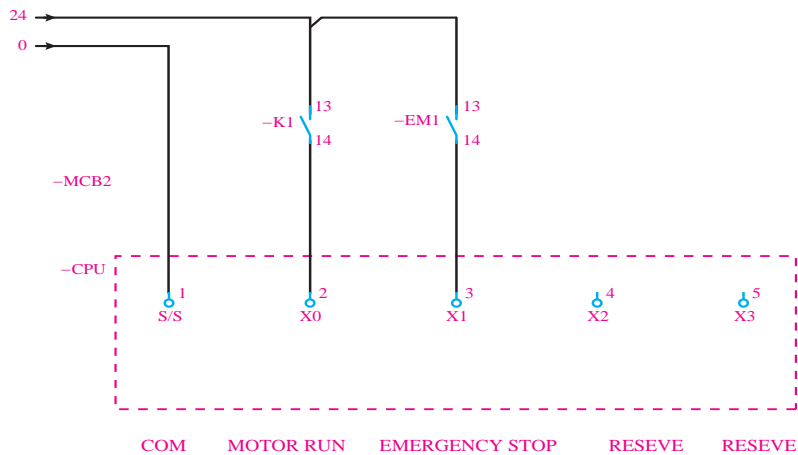
در «ePLAN» می‌توان به تعداد نامحدود از یک تجهیز در نقشه‌ها استفاده کرد و با استفاده از «Cross_reference» جانمایی آنها را در صفحات مختلف پیدا کرد. با توجه به اینکه «CPU» در این پروژه کامپکت و از برند دلتاست، لذا برای نشان دادن سیگنال‌های ورودی و خروجی باید مجدداً «PLC BOX» را با نام «CPU» در صفحه شماتیک وارد

کرد.



بودمان پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

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.

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 صفحه 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.

بدانید



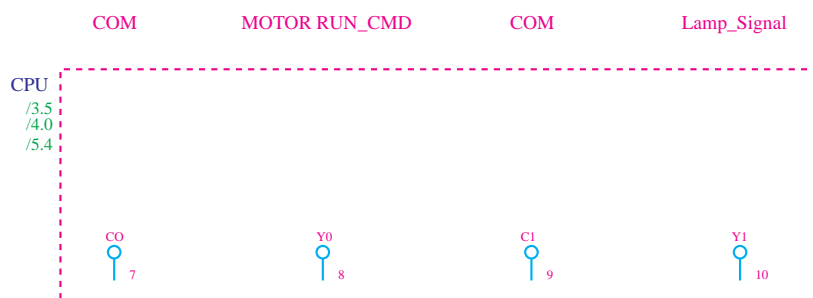
مدار فرمان کنترل دو موتور به صورت مجزا از هم را به صورت دستی و کنترل با «PLC» ترسیم کنید. سپس ورودی‌های دیجیتال مورد نیاز «PLC» را ترسیم نمایید.

فعالیت



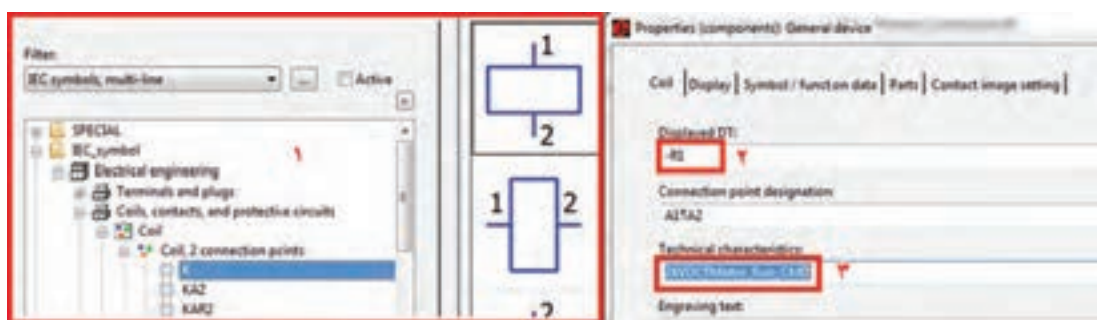
ترمینال‌های خروجی را در باکس قبل اضافه می‌کنیم. بر اساس نقشه‌های مدار فرمان و مدار قدرت شکل قبل، یک سیگنال خروجی جهت راه‌اندازی نیاز داریم. خروجی دوم را هم با یک لامپ سیگنال (جهت نشان دادن وضعیت کارکرد موتور) نشان خواهیم داد.

با توجه به اینکه «PLC» کامپکت است، باید ترمینال‌های ورودی در شکل زیر نشان داده شود.

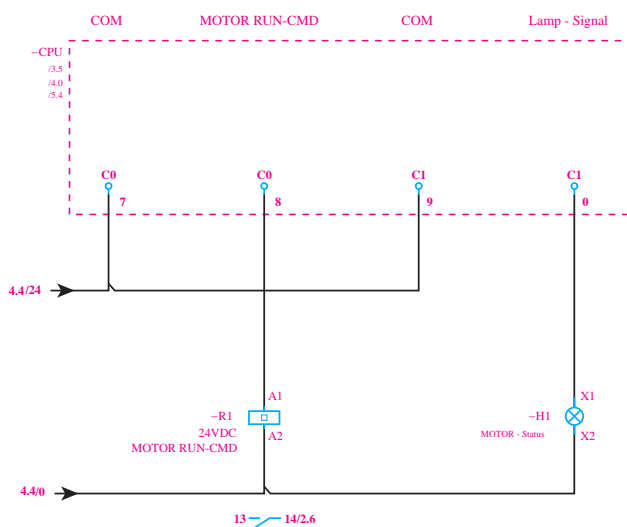


اکنون برای اتصال ترمینال‌های خروجی «PLC» به رله و لامپ سیگنال از مسیر زیر، یک بوبین برای رله در نقشه وارد می‌کنیم و تنظیمات مورد نیاز را مطابق مراحل زیر انجام می‌دهیم.

«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 کارگاهی قبل را با ترسیم ترمینال‌های خروجی و تنظیمات مربوطه تکمیل کنید.



وارد کردن تجهیزات سیستم کنترل در نرم‌افزار ePLAN



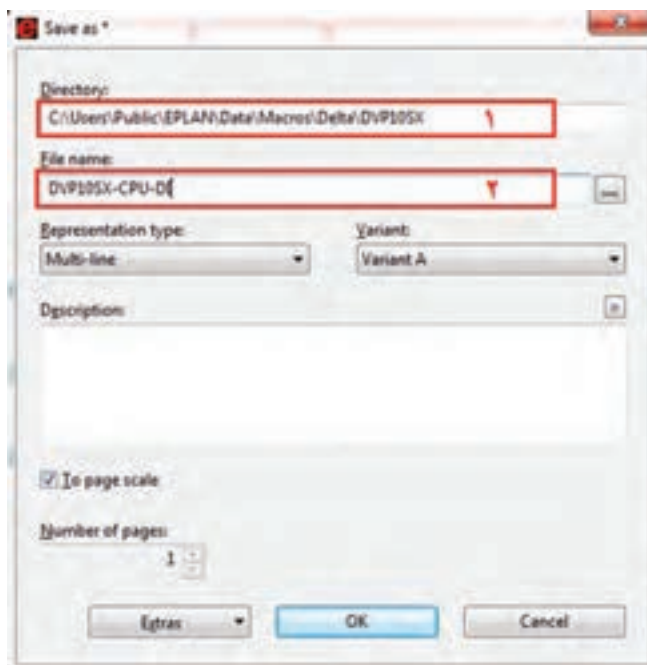
و) ساخت ماکروها

در صورتی که «PLC»‌های مورد نظر دارای کتابخانه‌های آماده نباشند باید با استفاده از «PLC BOX» و ترمینال‌های ورودی و خروجی، سیستم کنترل مورد نظر را طراحی 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 طراحی‌های بعدی بتوان به راحتی 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 مجموعه‌ی 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 اول، محل ذخیره‌ی 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

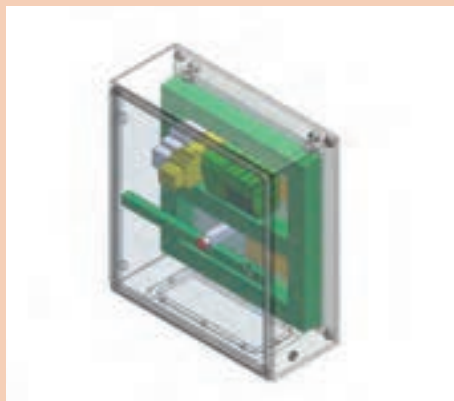


با استفاده از قابلیت «Create Macro» ماکروهای مربوط به منبع تغذیه، «HMI»، «CPU» ورودی و خروجی‌های دیجیتال و آنالوگ و «PLC» دلتا را بسازید.

بدانید



در نرم‌افزار «ePLAN» می‌توانید نقشه سب‌بعدی تابلوهای برق را طراحی کنید.

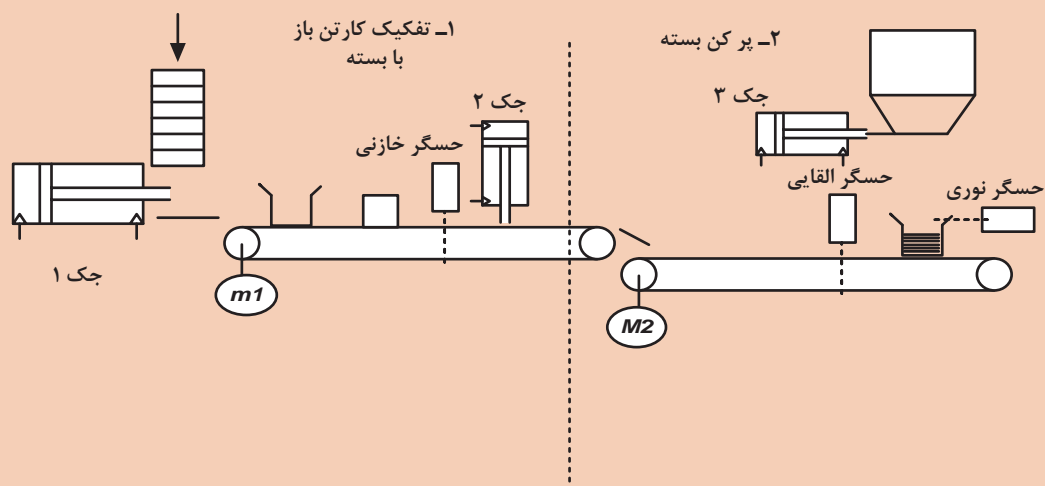


پروژه



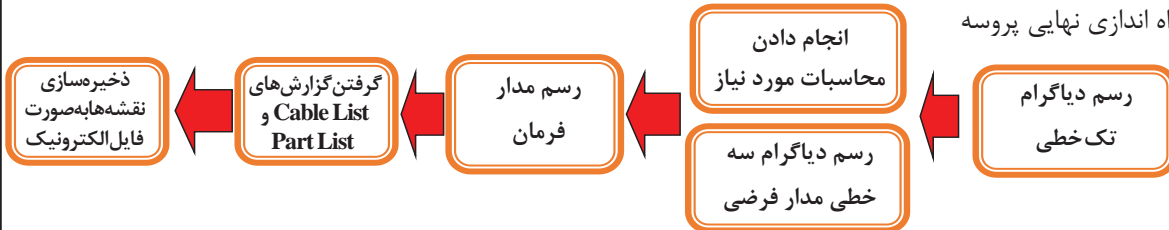
برنامه کنترل خط زیر را بنویسید. با توجه به مطالب ارائه شده در پنوماتیک از نظر انتخاب، لیست شیرها و جک‌ها را بررسی کنید و سیستم کنترل مربوط را برای یک ایستگاه یا دو ایستگاه طراحی کنید.

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 تک خطی، نوشتن لاجیک کنترلی مدار فرمان، کشیدن نقشه‌های گسترده، استفاده از شماره گذاری اتوماتیک، گرفتن گزارش‌های خروجی مورد نیاز

شرایط انجام دادن کار و ابزار و تجهیزات:

الف) شرایط

- ۱- اجرا در سایت رایانه ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳- تهویه استاندارد و دمای $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$
- ۴- ابزار آلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵- وسایل ایمنی استاندارد ۶- زمان ۱۸۰ دقیقه

ب) ابزار و تجهیزات

- ۱- رایانه دارای نرم‌افزار «ePLAN» ۲- چاپگر ۳- میز کار

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انجام تنظیمات مربوط به تجهیزات	۱	
۲	ایجاد صفحات جدید	۱	
۳	صحت استفاده از « Interruption Point »	۲	
۴	رسم دیاگرام تک خطی	۳	
۵	رسم دیاگرام سه خطی	۳	
۶	استخراج گزارش خروجی	۳	
<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <ol style="list-style-type: none"> ۱ قواعد و اصول در مراحل کار؛ ۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی؛ ۳ تمیز کردن گیره و محیط کار؛ ۴ رعایت دقت و نظم. 			
میانگین نمرات		۲	*

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

هنرمندان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه

برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وبگاه: www.tvoccd.oerp.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

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 درباره 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 دبیرخانه راهبری دروس نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی هنرمندان و خبرگان بازار کار که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه 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: گل دوست 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 ورزنده، مسعود محمدی، محمد علیمرادی، کاظم بهرامی

خبرگان فنی: رسول سپهرآذر، مجتبی یعقوب‌لو، محمدرضا جلوخانی نیارکی، میلاد خداپنده، مرتضی زارعی، مرتضی قدمی، مهرداد دقاق، محمدرضا راد، عبدالرضا سامع، محمد ارشدی، ابوالفضل طالبیان، نوید خوش‌خو