

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# راهنمای هنر آموز

نصب و راه اندازی سیستم های کنترلی مکترونیک

رشته مکترونیک

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- راهنمای هنرآموز نصب و راه‌اندازی سیستم‌های کنترلی مکترونیک- ۲۱۲۸۹۷  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش  
حمید یزدانی، زهرا لطفی، زهرا نیکنام، محسن بهرامی، سید حسن سیدتقی‌زاده  
(اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مجتبی آقاجانی، مرتضی قدمی، ابوالفضل طالبیان، محمدرضا راد، عباس منطری،  
حمید یزدانی (اعضای گروه تألیف) - فرزاد اعظم، محمدمهدی علی بابا، سعید هادی،  
مطهره عباسقربانی (ویراستار علمی) - حسین داودی (ویراستار ادبی)
- اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی  
جواد صفری (مدیر هنری) - مریم وثوقی انباردان (صفحه‌آرا) - فاطمه رئیسین فیروزآباد  
(رسم)
- تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)  
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وب‌گاه: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) و [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)
- شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج -  
خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰  
صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵
- شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  
چاپ اول ۱۳۹۷
- نام کتاب:  
پدیدآورنده:  
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:  
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:  
مدیریت آماده‌سازی هنری:  
شناسه افزوده آماده‌سازی:  
نشانی سازمان:  
ناشر:  
چاپخانه:  
سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه 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 به صورت 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.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

- پودمان ۱: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی ..... ۱
- پودمان ۲: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی ..... ۵۵
- پودمان ۳: کنترل کننده‌های منطقی PLC ..... ۱۰۷
- پودمان ۴: مانیتورینگ (HMI) ..... ۱۳۳
- پودمان ۵: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه ePLAN P8 ..... ۱۶۳

از الزامات اجرای برنامه درسی، وجود محتوای آموزشی جهت تحقق نیازهای فردی و اجتماعی و اهداف نظام تعلیم و تربیت می‌باشد. با توجه به تغییرات نظام آموزشی که حول محور سند تحول بنیادین آموزش و پرورش انجام شد چرخش‌های جدیدی از وضع موجود به مطلوب صورت پذیرفت. از جمله به نقش معلم از آموزش‌دهنده صرف، به مربی، اسوه و تسهیل‌کننده یادگیری و نقش دانش‌آموز از یادگیرنده منفعل به فراگیرنده فعال، تربیت‌جو و مشارکت‌پذیر و نقش محتوا از کتاب درسی به عنوان تنها رسانه آموزشی به برنامه محوری و بسته یادگیری (آموزشی) نام برد. بسته یادگیری شامل رسانه‌های متنوعی از جمله کتاب درسی دانش‌آموز، کتاب همراه دانش‌آموز/ هنرجو، کتاب راهنمای تدریس معلم/ هنرآموز، نرم‌افزارهای آموزشی، فیلم آموزشی و پوستر و... می‌باشد که با هم در تحقق اهداف یادگیری نقش ایفا می‌کنند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی برای هر کتاب درسی طراحی و تدوین شده است. در این رسانه سعی شده روش تدریس کلی و جلسه به جلسه به همراه تجهیزات، ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز هر جلسه، نکات مربوط به ایمنی و بهداشت فردی و محیطی آورده شود. همچنین نمونه طرح درس، تبیین پیچیدگی‌های یادگیری هنرجویان، هدایت و مدیریت کارگاه و کلاس در هنرستان، راهنمایی و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، بیان شاخص‌های اصلی جهت ارزشیابی شایستگی و ارائه بازخورد، اشاره به اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان و روش سنجش و نمره‌دهی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و ارگونومی، منابع مطالعاتی، نکات مهم در فرایند اجرا و آموزش در محیط یادگیری، بودجه‌بندی زمانی و صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است.

امید است شما هنرآموزان گرامی با دقت و سعه صبر در راستای تحقق اهداف بسته آموزشی که با کوشش و تلاش مؤلفین گرانقدر تدوین و تألیف شده موفق باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

موضوع اولین هدف عملیاتی سند تحول بنیادین آموزش و پرورش مربوط به پرورش تربیت یافتگانی است که با درک مفاهیم اقتصادی در چارچوب نظام معیار اسلامی از طریق کار و تلاش و روحیه انقلابی و جهادی، کارآفرینی، قناعت و انضباط مالی، مصرف بهینه و دوری از اسراف و تبذیر و با رعایت وجدان، عدالت و انصاف در روابط با دیگران در فعالیت‌های اقتصادی در مقیاس خانوادگی، ملی و جهانی مشارکت می‌نمایند. همچنین سند برنامه ملی درسی جمهوری اسلامی ایران «حوزه تربیت و یادگیری کار و فناوری» به قلمرو و سازماندهی محتوای این آموزش‌ها پرداخته است. در برنامه‌های درسی فنی و حرفه‌ای علاوه بر اصول دین‌محوری، تقویت هویت ملی، اعتبار نقش یادگیرنده، اعتبار نقش مرجعیت معلم، اعتبار نقش پایه‌ای خانواده، جامعیت، توجه به تفاوت‌های فردی، تعادل، یادگیری مادام‌العمر، جلب مشارکت و تعامل، یکپارچگی و فراگیری، اصول تنوع‌بخشی آموزش‌ها و انعطاف‌پذیری به آموزش بر اساس نیاز بازار کار، اخلاق حرفه‌ای، توسعه پایدار و کاهش فقر و تولید ثروت، شکل‌گیری تدریجی هویت حرفه‌ای توجه شده است.

مطالبات اسناد بالادستی، تغییرات فناوری و نیاز بازار کار داخل کشور و تغییر در استانداردها و همچنین توصیه‌های بین‌المللی، موجب شد تا الگوی مناسب که پاسخگوی شرایط مطرح شده باشد طراحی و برنامه‌های درسی بر اساس آن برنامه‌ریزی و تدوین شوند. تعیین سطوح شایستگی و تغییر رویکرد از تحلیل شغل به تحلیل حرفه و توجه به ویژگی‌های شغل و شاغل و توجه به نظام صلاحیت حرفه‌ای ملی، تلفیق شایستگی‌های مشترک و غیرفنی در تدوین برنامه‌ها از ویژگی‌های الگوی مذکور و برنامه‌های درسی است. بر اساس این الگو فرایند برنامه‌ریزی درسی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و مهارتی در دو بخش دنیای کار و دنیای آموزش طراحی شد. بخش دنیای کار شامل ده مرحله و بخش دنیای آموزش شامل پانزده مرحله است. نوع ارتباط و تعامل هر مرحله با مراحل دیگر فرایند به صورت طولی و عرضی است، با این توضیح که طراحی و تدوین هر مرحله متأثر از اعمال موارد اصلاحی مربوط به نتایج اعتباربخشی آن مرحله یا مراحل دیگر می‌باشد.

توصیه سند تحول بنیادین و برنامه درسی ملی بر تدوین اجزای بسته آموزشی جهت تسهیل و تعمیق فعالیت‌های یاددهی یادگیری، کارشناسان و مؤلفان را بر آن داشت تا محتواهای آموزشی مورد نظر را در شبکه‌ای از اجزای یادگیری با تأکید بر برنامه درسی رشته، برنامه‌ریزی و تدوین نمایند. کتاب راهنمای هنرآموز از اجزای شاخص بسته آموزشی است و هدف اصلی آن توجیه و تبیین برنامه‌های درسی تهیه شده با توجه به چرخش‌های تحولی در آموزش فنی و حرفه‌ای و توصیه‌هایی برای اجرای مطلوب آن می‌باشد. کتاب راهنمای هنرآموز در دو بخش تدوین شده است.

بخش نخست مربوط به تبیین جهت‌گیری‌ها و رویکردهای کلان برنامه درسی است که کلیات تبیین منطق برنامه درسی، چگونگی انتخاب و سازماندهی محتوا، مفاهیم و مهارت‌های اساسی و چگونگی توسعه آن در دوره، جدول مواد و منابع آموزشی را شامل می‌شود.

بخش دوم مربوط به طراحی واحدهای یادگیری است و تبیین منطق واحد یادگیری، پیامدهای یادگیری، ایده‌های کلیدی، طرح پرسش‌های اساسی، سازماندهی محتوا و تعیین تکالیف یادگیری و عملکردی با استفاده از راهبردهای مختلف و در آخر تعیین روش‌های ارزشیابی را شامل می‌شود. همچنین در قسمت‌های مختلف کتاب راهنمای هنرآموز با توجه به اهمیت آموزش شایستگی‌های غیرفنی بر آموزش مدیریت منابع، ایمنی و بهداشت، یادگیری مادام‌العمر و مسئولیت‌پذیری تأکید شده است.

مسئله اجرای مطلوب برنامه‌های درسی، نیازمند مساعدت و توجه ویژه هنرآموزان عزیز و بهره‌مندی از صلاحیت‌ها و شایستگی‌های حرفه‌ای و تخصصی مناسب ایشان می‌باشد.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**





## فصل ۱

# نصب و راه اندازی سیستم‌های برق صنعتی



رشد روزافزون کارخانجات و مراکز صنعتی، استفاده از سیستم برق سه فاز به جای تک فاز و همچنین ضرورت شناسایی مصرف‌کننده‌ها و مخصوصاً موتورهای سه فاز و همچنین طریقه کنترل آنها را ایجاد می‌کند. هر چند موتورهای تک فاز نیز هنوز کاربرد خود را در صنعت دارند، ولی مزایای برق سه فاز نسبت به تک فاز 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 سه فاز، اعم از شبکه تغذیه، کابل‌های ارتباطی و انواع موتورهای سه فاز، مورد بررسی قرار گیرند.

## آموزش گام به گام

در این پژوهش هدف ما آشنا شدن هنرجو با برق سه فاز و مزایای برق سه فاز است و اینکه چرا در اغلب مراکز صنعتی از برق سه فاز به جای تک فاز استفاده می شود. طرح سؤال:

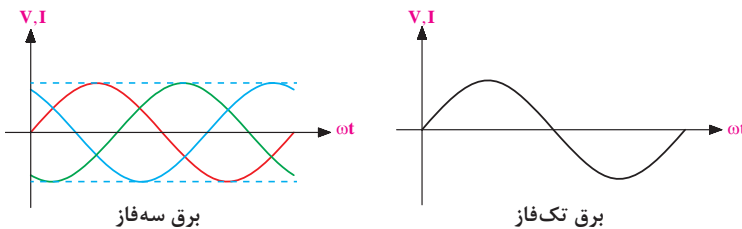
آیا از مراکز صنعتی بازدید نموده اید؟  
آیا تا به حال در این فکر بوده اید که این مراکز چه نوع تغذیه ای از نظر الکتریکی دارند؟  
همچنین هنرجو ابتدا باید کاربرد برق سه فاز در مراکز صنعتی را دیده باشد.

پژوهش کنید

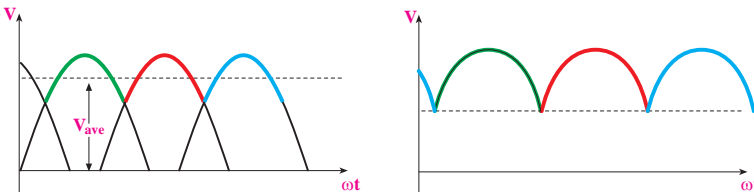


پژوهش صفحه ۳: مزایای برق سه فاز نسبت به تک فاز را بیان کنید.

(الف) از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر است، چون ژنراتورهای سه فاز با توان مشابه از حجم کمتری نسبت به ژنراتورهای تک فاز برخوردار است.  
(ب) توان در مصرف کننده های سه فاز هیچگاه صفر نمی شود، چون در صورت صفر شدن دامنه یکی از فازها، بقیه دارای مقدار می باشند.



(ج) موج یک سو شده سه فاز نسبت به تک فاز از ریبیل کمتری برخوردار است.



(د) موتورهای سه فاز جهت ایجاد میدان دوار مغناطیسی نیاز به وسایل اضافه ندارند،

در صورتی که موتورهای تک‌فاز برای ایجاد میدان مغناطیسی دوار نیاز به وسایل اضافه مانند سیم پیچ کمکی، کلید گریز از مرکز، خازن و... دارند.

فعالیت کلاسی



**انجام فعالیت توسط هنرآموز با استفاده از روش تفحص گروهی:**

هدف از این فعالیت شناسایی و آشنا شدن هنرجو با انواع خطوط انتقال و سطح ولتاژ این خطوط است.

**مراحل اجرایی روش تفحص گروهی:**

**موقعیت‌سازی:**

برای انجام این فعالیت ابتدا باید هنرآموز، هنرجویان را به درب ورودی هنرستان برده تا هنرجویان دو نمونه خط انتقال فشار متوسط ( $20\text{KV}$ ) و فشار ضعیف ( $400\text{V}$ ) را مشاهده کنند (البته چنانچه در نزدیکی هنرستان پست انتقال وجود داشته باشد بازدید از پست به آگاهی هنرجو بسیار کمک می‌کند).

**کشف واکنش:**

در این مرحله هنرآموز تلاش می‌کند هنرجویان خود را برای واکنش در برابر محیط و مواد آموزشی آماده سازد و سؤالات زیر را برای هنرجو مطرح می‌کند: آیا تا به حال در خارج از شهر به دکل‌های برق فکر کرده‌اید؟ می‌دانید علت وجود این دکل‌ها چه بوده و چرا اندازه آنها متفاوت است؟ از سطح ولتاژ دکل‌ها اطلاعی دارید؟

چرا در خیابان‌های شهر خطوط سه سیمه افقی در بالا و پنج سیمه عمودی در پایین قرار دارد؟

کاربرد خطوط هر یک از خطوط پنج سیمه چیست؟

**فرمول‌بندی و سازمان‌دهی:**

در این گام، الزامی است که سازماندهی ویژه موقعیت پدید آمده، انجام پذیرد و روال ویژه‌ای برای رویدادها تدارک دیده شود.

در اینجا هنرآموز از هنرجویان می‌خواهد تا عملیات تولید، توزیع و انتقال انرژی الکتریکی را طبق تحقیقات انجام شده هنرجو بر روی کاغذ ترسیم کند. سپس هنرآموز با توضیحات خطوط انتقال هنرجویان را راهنمایی نماید.

**دانستنی‌های هنرآموز:**

**شبکه‌های انتقال و توزیع:**

**۱] انتقال نیرو**

انرژی تولید شده در نیروگاه‌های مختلف (آبی، دیزلی، گازی، چرخه ترکیبی، بخاری، اتمی و بادی) پس از افزایش به مقدار ولتاژهای (۴۰۰، ۲۳۰، ۱۳۲ و ۶۳) کیلوولت به مناطق مصرف انتقال می‌یابد.

جابه‌جایی انرژی الکتریکی با ولتاژهای ۴۰۰ یا ۲۳۰ کیلوولتی را در اصطلاح انتقال نیرو می‌خوانند و هدف آن تبادل انرژی و توان بین مناطق و نواحی اصلی است که معمولاً در فاصله‌های دور از هم قرار گرفته‌اند.

#### ۲ شبکه‌های فوق توزیع

رساندن انرژی و توان به مراکز مصرف بیشتر با خط‌های ۶۳ (یا ۶۶) یا ۱۳۲ کیلوولتی صورت می‌گیرد. این بخش از فعالیت نیرورسانی را در اصطلاح شبکه‌های فوق توزیع می‌نامند. در صنعت برق، توزیع انرژی برق اساساً در دو سطح فشار متوسط و فشار ضعیف صورت می‌گیرد.

#### ۳ توزیع نیرو

##### ۱-۳ خط‌های فشار متوسط

بیشتر شبکه‌های فشار متوسط در ایران از نوع ۲۰ کیلوولتی‌اند؛ اما ولتاژهای ۳۳ و ۱۱ کیلوولتی نیز پهنه‌های محدودی از کاربرد را دارند.

##### ۲-۳ خط‌های فشار ضعیف

برق مصرف‌کنندگان عادی با خط‌های فشار ضعیف تأمین می‌شود. این خط‌ها آخرین قسمت از شبکه عظیم و گسترده برق‌رسانی را پیش از تحویل انرژی به مصرف‌کننده تشکیل می‌دهند. خط‌های فشار ضعیف رایج در سراسر کشور از نوع ۲۳۰/۴۰۰ ولتی و معمولاً به صورت ۵ سیمه‌اند.

#### مطالعه مستقل و گروهی:

در این مرحله هنرآموز فعالیت کلاسی صفحه ۴ را ارائه می‌دهد که هنرجو خود را ملزم می‌داند تا آنها را انجام دهد.

#### تجزیه و تحلیل:

هنرآموز در این مرحله فعالیت کلاسی هنرجویان را بازدید نموده و در صورت اشتباه بودن فعالیت راهنمایی‌های لازم را انجام می‌دهد.

#### فعالیت دوباره:

در این مرحله همه هنرجویان باید بتوانند فعالیت کلاسی صفحه ۴ و ۵ را به‌طور کامل انجام داده و با انواع خطوط انتقال، سطح ولتاژ و کاربرد هر یک از خطوط در فشار ضعیف آشنا گردند.

## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

### فعالیت کلاسی



جدول زیر را تکمیل نمایید.

نام	تصویر	هدف	سطح ولتاژ
انتقال نیرو		تبادل انرژی و توان بین مناطق و نواحی اصلی	۲۳۰ یا ۴۰۰ کیلوولت
شبکه‌های فوق توزیع		رساندن توان و انرژی به مراکز مصرف	۶۳ یا ۱۳۲ کیلوولت
توزیع نیرو (خطوط فشار متوسط)		رساندن توان و انرژی به مراکز صنعتی و محلات	۲۰ کیلوولت
توزیع نیرو (خطوط فشار ضعیف)		رساندن توان و انرژی به کارگاه‌های کوچک، مراکز اداری و مجتمع‌های مسکونی	۴۰۰/۲۳۰ ولت

### فعالیت کلاسی



با رسم شکل نام و علائم خطوط فشار ضعیف از بالا به پایین در شبکه‌های سه سیمه و ۵ سیمه را بنویسید و در مورد عملکرد و کاربرد هر خط بحث کنید.



## روش پیشنهادی تدریس برای فعالیت قسمت موتور:

برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. ایده کلاس معکوس بسیار ساده است در این کلاس‌ها آموزش مستقیم از طریق CD و یا سایر مواد آموزشی انجام می‌شود که دانش‌آموزان قبل از آمدن به کلاس از آن استفاده می‌کنند. این جابه‌جایی در زمان آموزش به معلم امکان می‌دهد که از زمان کلاس درس برای فعالیت‌های گروهی و فردی استفاده کند. در کلاس معکوس، شیوه مرسوم تدریس به کلی جابه‌جا می‌شود تا به جای اینکه تکالیف در خانه و تدریس در کلاس انجام شود، دانش‌آموزان درس را در خانه و از طریق CD و... که معلمشان تهیه کرده است و یا در اینترنت قرار دارد، دریافت کنند و زمان کلاس به انجام دادن تکالیف و پروژه‌هایی مرتبط با درس‌ها اختصاص می‌یابد. این در تئوری بسیار عالی است.

کلاس معکوس یک فعالیت مستمر است و اگر از بیرون به آن نگاه شود، چرخه‌ای است که با فعالیت خارج از کلاس آغاز می‌شود، درون کلاس ادامه پیدا می‌کند و دوباره به خارج از کلاس می‌رود. برای ادامه این چرخه می‌بایست دانش‌آموزان تشویق شوند که فعالیت‌های بیرون از کلاس را انجام دهند تا مبادا این چرخه از حرکت بایستد. ارزشمندترین دارایی یک معلم دقایقی است که با دانش‌آموزانش در کلاس می‌گذراند. پس باید از این زمان به بهترین نحو ممکن استفاده کند. برای دانش‌آموزان نیز این زمان بسیار ارزشمند است، زیرا اگر با مشکلی مواجه شوند معلم حضور دارد و می‌تواند آن را برطرف کند.

**۱** در این روش معلم بایستی فیلم یا اسلایدهایی را که قبلاً در مورد کلیدهای ساده و چراغ‌دار آماده کرده است به فراگیرانش بدهد و از آنها بخواهد که فیلم را در منزل مشاهده کرده و بر اساس مشاهدات خود در جلسه بعدی کلاس توضیحاتی را ارائه دهند.

**۲** سوالات زیر به عنوان نمونه از هنرجویان پرسیده شود:

الف) دسته‌بندی موتور به چند روش می‌باشد؟

ب) چند وسیله برقی نام ببرید که در آنها موتور سه فاز استفاده شده است؟

ج) اساس چرخش موتورها چیست؟

د) تعداد دور موتور در دقیقه به چه عواملی وابسته است؟

**۳** مطابق دستورالعمل داده شده ابتدا متن داده شده را ترجمه نمایید.

**۴** با توجه به فیلم‌های دیده شده جداول مربوط به مزایا و معایب هر یک از موتورها را کامل نمایید.

**۵** فعالیت مربوط به کاربرد موتورها در انواع صنایع را کامل نمایید.

## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

### ترجمه کنید



یک موتور جریان متناوب دارای دو بخش الکتریکی اساسی است: یک استاتور و یک روتور. استاتور جزو قسمت ثابت است. روتور در قسمت متحرک قرار می‌گیرد. روتور در داخل استاتور قرار دارد و بر روی شفت موتور AC نصب شده است.

### بحث کنید



۱ دور سنکرون ( $n_s$ ) چه تفاوتی با دور موتور ( $n_p$ ) دارد؟

۲ دور سنکرون به چه عواملی بستگی دارد.

۱ به تعداد دور میدان دوار مغناطیسی، دور سنکرون گفته می‌شود و به تعداد دور روتور که قابل رؤیت می‌باشد و با تاکومتر (دورسنج) قابل اندازه‌گیری است، دور موتور گفته می‌شود.

۲ سنکرون با فرکانس شبکه رابطه مستقیم و با تعداد قطب‌ها نسبت عکس دارد و از فرمول  $n_s = \frac{120 \cdot f}{P}$  به دست می‌آید. در آن فرمول  $f$ ، فرکانس شبکه و  $P$ ، تعداد کل قطب‌های موتور می‌باشد.

### فعالیت کلاسی



جدول زیر را در مورد موتورهای سنکرون تکمیل نمایید.

موتورهای سنکرون	
	<b>کاربرد</b> ساعت‌های الکتریکی، گرم و اصلاح ضریب قدرت
	<b>مزایا</b> دارای ضریب قدرت مناسب و قابل تنظیم، بازده بسیار بالا، حساس نبودن به نوسانات ولتاژ، استفاده در ولتاژ بالا، استفاده به عنوان مولد
	<b>معایب</b> برای راه‌اندازی نیاز به راه‌انداز خارجی دارد، نیاز به منبع DC برای روتور، قیمت بالا و عدم تحمل بار ناگهانی بار زیاد





جدول زیر را در مورد موتورهای آسنکرون تکمیل نمایید.

موتورهای آسنکرون	
	<b>کاربرد</b> پمپ آب، آسانسور و پله برقی و اره‌های نجاری و صنایع نساجی
	<b>مزایا</b> نداشتن جاروبک، قیمت پایین، اتصال آسان به منبع سه فاز، خود راه‌انداز هستند، عدم نیاز به تعمیر و نگهداری، سادگی ساختمان و استحکام، هزینه نگهداری پایین
	<b>معایب</b> گشتاور راه‌اندازی کم، عدم سرعت ثابت، کنترل دور مشکل‌تر نسبت به موتورهای دیگر، ضریب قدرت نسبتاً پایین، جریان راه‌اندازی بالا (۳-۷ برابر جریان نامی)، حساس به ولتاژ ورودی (کاهش ولتاژ افزایش جریان)



در جدول زیر برخی کاربرد موتورها در صنایع مختلف داده شده است. جدول را تکمیل نمایید.

هدف از استفاده	تصویر	کاربرد
مکش آب از چاه یا استخراج		پمپ آب
کمک برش الوار چوبی		اره نجاری



<p>جابه‌جایی افراد در طبقات مختلف</p>		<p>آسانسور و پله برقی</p>
<p>ساختن نخ و استفاده در انواع پارچه</p>		<p>صنعت نساجی</p>

### روش پیشنهادی تدریس برای فعالیت کارگاهی این فصل

برای تدریس فعالیت‌های کارگاهی این فصل از روش تدریس آزمایشگاهی استفاده می‌کنیم.

آزمایشگاه برای دانش‌آموزان، محیطی است که اطلاعات جدید از طریق بینش، توسعه ایده‌ها و تفسیر اطلاعات، رشد می‌یابند و آزمایش، فعالیتی است که در جریان آن، فراگیران با به کار بردن وسایل و مواد به خصوصی درباره مفهومی خاص، عملاً تجربه کسب می‌کنند.

آزمایش معمولاً در آزمایشگاه انجام می‌گیرد، اما نداشتن آزمایشگاه مجهز یا وسایل مناسب در مدرسه، نباید دلیلی برای انجام ندادن آزمایش باشد. در بعضی موارد، برای انجام دادن آزمایش در کلاس، وسایل بسیار ساده‌ای لازم است که معلم و حتی دانش‌آموز می‌تواند به آسانی آنها را تهیه کند.

\* روش آزمایشگاهی دانش‌آموزان را مستقیماً با موضوع آموزشی درگیر می‌کند؛ زیرا این روش بر این تأکید دارد که خود دانش‌آموز به کمک ابزارهای آموزشی، درس مربوطه را عملاً تجربه کند.

\* روش آزمایشگاهی بسیاری از قوای حسی دانش‌آموزان را به فعالیت وادار می‌دارد و این کار خود سبب تقویت یادگیری انفرادی می‌شود؛ برای مثال، هنگامی که دانش‌آموز یادگیری را به روش آزمایشگاهی تجربه می‌کند، می‌تواند اشیا را لمس کند، ببیند، بو کند، بچشد و به صداها گوش دهد. دانش‌آموز حتی قادر است برخی مواد را شخصاً آزمایش کند.

\* وقتی دانش‌آموز با استفاده از وسایل و ابزارها، مهارتی را کسب می‌کند و یا آزمایشی را انجام می‌دهد و یا درصد کشف محیط جدیدی برمی‌آید، عملاً احساس مسئولیت می‌کند.

\* هنگامی که معلم و دانش‌آموزان، به روش آزمایشگاهی در کنار هم کار می‌کنند، حس تعاون و مشارکت در میان آنان تقویت می‌شود.

\* روش آزمایشگاهی زمینه‌ساز یادگیری سایر مباحث مشابه است؛ زیرا تجربیات حاصل در کسب مهارت‌ها و شناخت‌های خارج از مدرسه بسیار مؤثرند و بالاخره اینکه:

\* روش آزمایشگاهی سبب رشد و گسترش مهارت‌هایی می‌شود که در مجموع دانش‌آموزان را به سوی مطالعه و تحقیق بیشتر سوق می‌دهد.

## مراحل روش آزمایشگاهی

الف) مرحله آماده‌سازی

هر آزمایش سه مرحله دارد. در اولین مرحله، مسئله مورد آزمایش برای دانش‌آموزان مطرح می‌شود تا پیرامون کشف راه‌های حل آن مسئله فکر کنند مثلاً اگر قرار باشد که راجع به اتصالات ستاره و مثلث آزمایشی انجام شود، معلم مسئله را به صورت سؤال مطرح می‌کند:

آیا مقدار مقاومت سیم پیچ‌ها در اتصال ستاره و مثلث تفاوت دارد؟

دومین مرحله، انجام آزمایش است که در آن دانش‌آموزان با وسایلی که در اختیار دارند، آزمایش‌های لازم را انجام می‌دهند.

در گام دوم: یک اهم‌متر دیجیتالی در اختیار گروه‌ها قرار می‌دهیم و از آنها می‌خواهیم که:

با استفاده از اهم‌متر، مقاومت سیم‌پیچ‌ها را در اتصال ستاره و مثلث اندازه‌گیری نموده و فعالیت صفحه ۱۲ را انجام دهند.

ب) مرحله جمع‌بندی

سومین مرحله این است که دانش‌آموزان جریان و نتیجه آزمایش‌هایی را که انجام داده‌اند یادداشت می‌کنند. برای اینکه یادداشت کردن جریان و نتیجه آزمایش بهتر صورت گیرد، از رهنمودهای زیر استفاده کنید:

۱ هرگز اجازه ندهید که دانش‌آموز جریان و نتیجه آزمایش را از روی تابلو یا نوشته‌ای رونویسی کند؛ زیرا رونویسی مانع از این می‌شود که دانش‌آموز فکر خود را پیرامون آزمایش متمرکز کند.

۲ نحوه یادداشت کردن را برای دانش‌آموزان مشخص کنید؛ زیرا ممکن است لازم باشد که دانش‌آموزان در یادداشت خود چگونگی را شرح دهند و یا آزمایش طوری باشد که یادداشت مختصر کافی باشد. یا ممکن است لازم شود که دانش‌آموزان در یادداشت، شکل و نمودار هم رسم کنند.

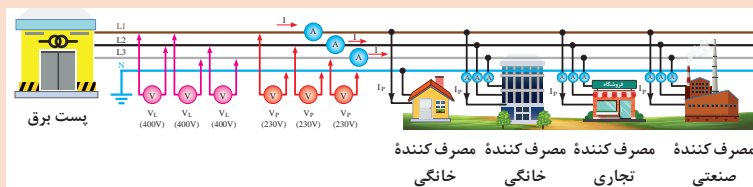
## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

- ۳ ضمن اینکه از دانش آموزان می‌خواهید که در یادداشت نتیجه آزمایش از الگوی مشخصی استفاده کنند، در تنظیم آن برای دانش آموز آزادی عمل قائل شوید.
- ۴ از نظر دستوری بهتر است از حالت معلوم فعل‌ها استفاده شود و جمله‌ها به صورت مجهول (ابهام) بیان نشوند؛ مثلاً اگر بنویسیم: بعد از اندازه‌گیری مقاومت‌ها، مشاهده شد (با اهم متر) که مقاومت حالت ستاره، از مقاومت حالت مثلث بیشتر است، بهتر است تا اینکه بنویسیم «مقاومت ستاره از مثلث بیشتر است».
- ۵ چون دانش آموزان آزمایش را به طور گروهی انجام می‌دهند، بهتر است در یادداشت خود از هم‌کلاسان خود نیز نام ببرند؛ مثلاً بنویسند: «من و حسن، مقاومت‌ها را اندازه‌گیری کرده و متوجه شدیم که مقاومت حالت ستاره بیشتر از مثلث می‌باشد...»، این کار موجب می‌شود که یادداشت برای دانش‌آموز خاطره‌انگیز باشد و روح جمعی در آنان تقویت شود. ولی اگر آزمایش را شخصاً انجام می‌دهند، در یادداشت، از اول شخص مفرد استفاده کنند؛ مثلاً بنویسند: «مقاومت‌ها را اندازه‌گیری کردم...».

### فعالیت کلاسی



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



### روش تدریس

در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به مبحث ستاره مثلث آماده نموده و شروع به تدریس و انجام فعالیت‌ها نماید:

- ۱ آیا همه موتورهای قابل اتصال به شبکه برق ایران هستند؟
- ۲ علت تغییر نور لامپ‌ها در شب‌های تابستان و هنگام روشن کردن کولر چیست؟
- ۳ در مورد موتورهای با توان بالا، چنانچه موتور مستقیم به شبکه وصل شود چه اتفاقاتی ممکن است رخ بدهد؟
- ۴ در موتورهای الکتریکی چگونه شش سر کلاف‌ها را به سه فاز متصل می‌کنند؟

پژوهش کنید



دلیل استفاده از اتصال ستاره و مثلث چیست و این دو اتصال در چه مواقعی به کار می‌رود.

در هنگام راه‌اندازی موتورهای القایی جریان بسیار زیادی از شبکه دریافت می‌شود که این جریان می‌تواند به سیم پیچ‌ها و کابل‌های ارتباطی موتور آسیب وارد نماید. در اتصال ستاره جریان، یک سوم حالت مثلث می‌باشد و بنابراین می‌توانیم موتور را ابتدا به صورت ستاره راه‌اندازی و پس از رسیدن دور موتور به ذکر این نکته ضروری است که قبل از اتصال موتور باید پلاک مشخصات موتور بررسی و در صورت امکان اتصال مثلث را برقرار نمود. همچنین وقتی موتور می‌تواند زیر بار قرار گیرد که اتصال مثلث برقرار شود چون در حالت ستاره توان موتور  $\frac{1}{3}$  حالت مثلث است.

فعالیت کلاسی



از مقایسه مرحله ۱ و ۲ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟  
در این مثال نتیجه گرفته می‌شود که در حالت ستاره جریان‌های خطی و فازی باهم برابرند ولی ولتاژ خط  $\sqrt{3}$  برابر ولتاژ فازی است،  
یعنی:

$$I_L = I_P$$
$$V_L = \sqrt{3} V_P$$

پرسش



چرا نور لامپ‌ها در این اتصال کمتر از نور معمولی می‌باشد؟  
با توجه به فعالیت قبل در اتصال ستاره  $V_L = \sqrt{3} V_P$ ، پس ولتاژ فازی در این اتصال  $230^\circ$  ولت می‌باشد و با توجه به اینکه اتصال لامپ‌ها به صورت سری است بنابراین دو سر هر لامپ ولتاژ  $110^\circ$  ولت قرار گرفته و نور لامپ‌ها کم می‌شود.

فعالیت کلاسی



از مقایسه مرحله ۱ و ۲ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟  
در این مثال نتیجه گرفته می‌شود که در حالت مثلث ولتاژهای خطی و فازی باهم برابرند ولی جریان خط  $\sqrt{3}$  برابر جریان فازی است،  
یعنی:

$$I_L = \sqrt{3} I_P$$
$$V_L = V_P$$



۱ علت تفاوت نور لامپها در اتصال مثلث و اتصال ستاره چیست؟ میزان ولتاژ قرار گرفته شده در دو سر هر کلاف (لامپها) می باشد. در اتصال ستاره ولتاژ قرار گرفته شده برابر ۲۳۰ ولت و در اتصال مثلث ۴۰۰ ولت می باشد. بنابراین به دو سر هر لامپ در اتصال مثلث ولتاژی حدود دو برابر حالت ستاره افت کرده و نور لامپها بیشتر می شود.

۲ علت عدم استفاده از سیم نول در فعالیت کارگاهی های فوق چیست؟ سیم نول تنها در اتصال ستاره مورد استفاده قرار می گیرد و به مرکز ستاره متصل می شود.

اتصال ستاره و مثلث به دو دسته اتصال متعادل و نامتعادل تقسیم بندی می شوند.

اتصال متعادل

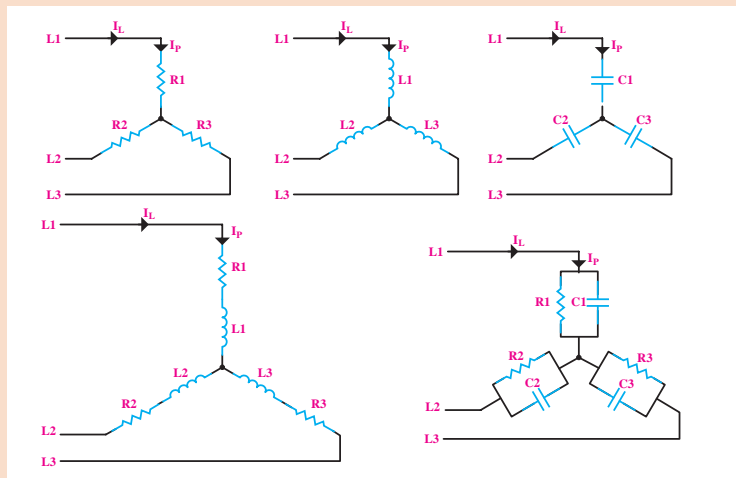
چنانچه امپدانس و ضریب توان همه کلافها با هم برابر باشند، اتصال متعادل تشکیل می شود.

$$Z_1 = Z_2 = Z_3$$

$$\cos \phi_1 = \cos \phi_2 = \cos \phi_3$$

اتصال ستاره متعادل:

شکل های زیر انواع ستاره متعادل را نمایش می دهد:



در اتصال ستاره متعادل به دلیل برابر بودن جریان های فازی با یکدیگر، جمع برداری جریان ها با هم برابر صفر شده و از سیم نول جریانی عبور نمی کند

و بنابراین نیازی به سیم نول نمی‌باشد.

**توجه:**

می‌توان در فعالیت کارگاهی با اندازه‌گیری جریان سیم نول این مورد را اثبات نمود.

اتصال ستاره نامتعادل:

چنانچه یکی از شروط اتصال متعادل برقرار نباشد، ستاره نامتعادل تشکیل می‌گردد. در ستاره نامتعادل جمع برداری جریان‌ها صفر نشده و نیاز به سیم نول می‌باشد. اگر سیم نول متصل نباشد قانون  $V_L = \sqrt{3}V_P$  برقرار نبوده و دو سر کلاف‌ها ولتاژ یکسانی افت نمی‌کند.  
توجه: مطالب فوق توسط هنرآموز برای هنرجویان آزمایش گردد.

با توجه به موارد فوق جدول زیر را با توجه به ولتاژ شبکه ایران تکمیل نمایید.

مشخصات پلاک موتور	نحوه اتصال موتور به شبکه برق ایران
۲۳۰ ل	نمی‌تواند با شبکه سه فاز ایران راه‌اندازی شود
۲۳۰ Δ	فقط به صورت ستاره
۴۰۰ ل	فقط به صورت ستاره
۴۰۰ Δ	به صورت ستاره مثلث می‌توان راه‌اندازی کرد و در نهایت باید اتصال مثلث باشد.
۴۰۰/۲۳۰ ل/Δ	فقط به صورت ستاره
۴۰۰/۶۸۰ ل/Δ	به صورت ستاره مثلث راه‌اندازی می‌شود و در نهایت باید مثلث بسته شود.

فعالیت کلاسی



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

پروژه



## آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز

برای انتخاب صحیح و مناسب موتور سه‌فاز، باید به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجه نمود. شکل پلاک موتورهای سه‌فاز و همچنین اطلاعات نوشته شده در روی آنها متفاوت است. شکل‌های زیر نمونه‌ای از پلاک موتور سه‌فازه می‌باشد.



اگر مشخصات نوشته شده (روی پلاک موتورها) را با یکدیگر مقایسه کنیم می‌بینیم که این پلاک‌ها تفاوت‌هایی با هم دارند. در شکل فوق بخش‌های مختلف یک نوع پلاک موتورهای سه‌فازه مشاهده می‌شود. در جدول زیر توضیحات مربوط به هر قسمت آمده است.

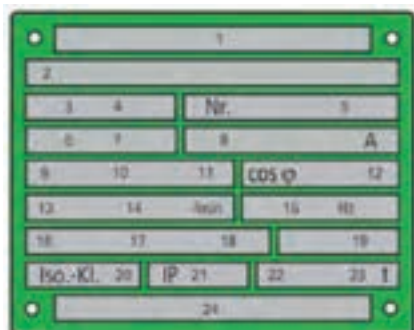
جدول ۱

اطلاعات داده شده		شماره
نشانه کارخانه (نام و آرم)		۱
نشانه نوع ماشین (تیپ ماشین)		۲
نوع جریان مانند: G (جریان مستقیم)، E (جریان تک‌فاز)، D (جریان سه‌فاز)		۳
نوع کار (Gen - ژنراتور)؛ (Mot - موتور)		۴
شماره تولید ماشین		۵
نوع اتصال سیم‌پیچ استاتور در ماشین‌های سنکرون و القایی، به علاوه:		
مدار	کلاف	علامت
۱~		I
	با کلاف (سیم‌پیچ) کمکی	⊥
۳~	به صورت باز	III
	ستاره	Y
۳~ به هم وصل شده	مثلث	Δ
	ستاره با نقطه وسط خارج شده	Y

۷	ولتاژ نامی		
۸	جریان نامی		
۹	توان نامی (تحویلی) با قدرت ظاهری خروجی در موتورها و ژنراتورها		
۱۰	نشانه واحدها VA, KVA, W, KW و مولدها بر حسب (VA یا kVA) و موتورها بر حسب (W یا KW) و مولدها بر حسب (VA یا kVA)		
۱۱	نوع کار (در کار دائمی = S1) و زمان کار نامی با مدت زمان روشن بودن نسبی مثال: S230 min		
۱۲	ضریب توان نامی $\cos\phi$ در ماشین‌های سنکرون در صورتی که توان راکتیو دریافت شود، باید نشانه اضافه شود.		
۱۳	جهت چرخش (از طرف سر محور موتور نگاه می‌شود): → (راست‌گرد) ← (چپ‌گرد)		
۱۴	سرعت نامی (علاوه بر این در موتورهای با تحریک سری حداکثر سرعت $n_{max}$ در مولدهای با توربین آبی، سرعت میانی $n_H$ توربین؛ در موتورهای چرخ‌دنده‌دار سرعت آخرین چرخ‌دنده $n_z$ ارائه می‌شود).		
۱۵	فرکانس نامی		
۱۶	در ماشین سنکرون و در موتور با حلقه لغزان	در موتور تک‌فاز خازنی	
	تحریک‌کننده با «Err»	روتور با «Lfr»	خازن موقت $C_A$
۱۷	نوع اتصال سیم‌پیچ روتور	ظرفیت خازن موقت به نام $\mu F$	
۱۸	ولتاژ تحریک نامی به V (ولت)	ولتاژ سکون روتور به V (ولت)	خازن دائم CB
۱۹	جریان تحریک	جریان روتور	ظرفیت خازن دائم به $\mu F$
در کار نامی، اگر جریان کوچک‌تر از ۱۰ A باشد، اطلاعات حذف می‌شود.			
۲۰	گروه مواد عایق‌کننده (Y, A, E, B, F, H, C) اگر سیم‌پیچ استاتور و روتور از گروه‌های مختلف عایقی استفاده شده باشند، ابتدا گروه عایقی (کلاس عایقی) سیم‌پیچ استاتور و سپس گروه عایقی سیم‌پیچ روتور بیان می‌شود (مثلاً F/B).		
۲۱	نوع محافظت طبق DIN ۴۰۰۵۰، مثلاً IP۴۴		
۲۲	طرز صحیح نصب موتور حرف A, B, C, D برای نصب افقی W, V برای نصب عمودی همراه عددی مقابل حرف		
۲۳	وزن تقریبی به t، برای وزن‌های کمتر از یک تن اطلاعاتی داده نمی‌شود.		
۲۴	توضیحات اضافی، به طور مثال ۳۰۳۵۰/۰۰۰ VID مقدار متوسط خنکی با تهویه هوای آزاد با خنک شدن با آب.		



فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی



توضیحات مربوط به نمونه دیگری از پلاک موتورهای سه فاز، که در شکل روبه‌رو نشان داده شده، در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه
۲	مدل
۳	قدرت برحسب اسب بخار
۴	شماره بدنه
۵	ولتاژ کار
۶	تعداد فاز - یک فاز یا سه فاز
۷	مقدار جریان (مقدار آمپر)
۸	ضریب خدمات (ضریب کارکرد)
۹	کلاس عایقی
۱۰	دمای مجاور (دمای محیط)
۱۱	تعداد دور در دقیقه
۱۲	مدت زمان کار موتور در بار نامی
۱۳	حرف رمز حالت توقف و یا در حال کار روتور
۱۴	حداکثر بازده
۱۵	میزان بازده اسمی
۱۶	استاندارد کارخانجات تولیدکننده وسایل الکتریکی
۱۷	ضریب قدرت
۱۸	فرکانس (برحسب هرتز)

## شرح تکمیلی برخی از علائم روی پلاک

در ردیف یازدهم جدول ۳ نوع کار و مدت زمان روشن بودن ماشین به طور نسبی بیان می‌شود. هشت حالت کاری، طبق استاندارد، تعریف شده است که با حروف S1 تا S8 نشان داده می‌شوند. مفهوم هر یک از حروف مطابق جدول ۳ است. مثلاً اگر روی پلاک موتوری در ردیف نوع کار، S1 نوشته شده باشد نشان می‌دهد که این موتور تحت بار نامی، در درجه حرارت پایدار و بی‌وقفه کار می‌کند بدون اینکه از دمای مجاز موتور تجاوز کند.

جدول ۳ انواع کار ماشین‌ها

ماشین تحت بار نامی به درجه حرارت پایدار و ثابت می‌رسد. کار ماشین می‌تواند بدون وقفه اجرا شود، بدون اینکه از دمای مجاز تجاوز کند. مثال: پمپ فاضلاب	کار پیوسته S1
زمان کار در مقایسه با وقفه بعد از آن کوتاه است. کار با بار نامی فقط در زمان داده شده مجاز به اجراست. زمان‌های بارگذاری استاندارد: ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه مثال: موتور محرکه سیرن. (اژبر)	کار کوتاه مدت S2
زمان روشن بودن ED فقط بخشی از مدت زمان سیکل است. EDهای استاندارد: ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درصد. اگر مدت زمان سیکل معلوم نباشد، آن را ۱۰ دقیقه در نظر می‌گیرند. در نوع کار S3 مرحله راه‌اندازی، هیچ اثری بر روی دمای ماشین نمی‌گذارد. مثال برای S3: موتور بالابر (روتور با حلقه لغزان)	کار موقت S3
در S4 کار شبیه S3 است، با این حال جریان راه‌اندازی، ماشین را بیشتر گرم می‌کند. اطلاعات مثلاً: راه‌اندازی ۲۵/۵۰۰ درصد ED S4 مثال برای S4: موتور محرک برای بالابر کوچک (روتور قفسه‌ای)	S4
در S5 کار شبیه S4 است، با این حال در اینجا یک ترمز الکتریکی (ترمز جریان مستقیم، ترمز جریان معکوس) در نظر گرفته شده، که در گرم شدن نیز سهیم است. اطلاعات مثلاً: راه‌اندازی ۵۰۰، جریان معکوس، ۲۵٪ ED S4 مثال برای S5: موتور محرک برای نقاله‌ها	S5
این نوع کار شبیه نوع کار S3 است. با این حال این ماشین به هنگام وقفه در حالت بی‌باری می‌ماند و خاموش نمی‌شود. اطلاعات مثلاً: ۱۰ min/۶۰ min یا بهتر ۴۰ min/۲۵٪ ED S6	کار پیوسته با بار موقت S6
این ماشین در کار بدون وقفه است و بدین جهت از طریق راه‌اندازی مداوم و ترمز الکتریکی بیش از حد معمول گرم می‌شود. اطلاعات مثلاً: راه‌اندازی ۱۰۰، ترمز با جریان مستقیم، SY مثال: موتور محرک برای ماشین‌های تراش مرکزی (ماشین ابزار خودکار)	کار بدون وقفه S7

## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

این نوع کار شبیه SY است، با این حال به جای راه‌اندازی و ترمز با تغییر دوره به طور مثال از طریق تغییر قطب‌ها، کار را پیش می‌برد.  
اطلاعات: SA. ۳۰۰ min. ۵min/۱۵۰۰ min/۱۰ min  
کاربرد: خط تولید خودکار

SA

در ردیف بیست و یکم پلاک موتور، که نوع محافظت (ایمنی) به کار رفته در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و آب بیان می‌شود، از حروف IP و دو رقم کد استفاده می‌شود. اولین رقم، درجه ایمنی در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و دومین رقم، درجه ایمنی در مقابل نفوذ آب را نشان می‌دهد. گاهی اوقات نیز از کد ۳ رقمی استفاده می‌شود که یک رقم آن مربوط به شرایط محیطی است. در جدول ۴، معانی هر یک از رقم‌های اول و دوم بعد از IP را مشاهده می‌کنید. همچنین بر روی برخی دستگاه‌ها از علائم خاصی، مشابه علائم جدول، استفاده می‌شود. توضیحات هر یک را می‌توان از جدول‌ها استخراج کرد.

به عنوان مثال اگر بر روی پلاک موتوری IP۴۴ نوشته شده باشد بیانگر آن است که این موتور در مقابل اجسام خارجی بزرگ‌تر از قطر ۱mm و همچنین در مقابل پاشیده شدن آب، حفاظت شده است.

جدول ۴

نوع ایمنی	توضیح	نشانه
<b>ایمنی تماس و ایمنی جسم خارجی</b>		
IP۰X	بدون ایمنی تماس، بدون ایمنی جسم خارجی	-
IP۱X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از ۵۰mm	-
IP۲X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از ۱۲mm	-
IP۳X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از ۲/۵ mm	-
IP۴X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از ۱mm	-
IP۵X	ایمنی در مقابل رسوب گرد و غبار مضر به داخل	۱
IP۶X	ایمنی در مقابل نفوذ گرد و غبار	۲
<b>ایمنی آب</b>		
IPX۰	بدون ایمنی آب	-
IPX۱	ایمنی در مقابل ریزش عمودی قطرات آب	-
IPX۲	ایمنی در مقابل ریزش مایل قطرات آب (۱۵ درجه نسبت به عمود)	-

IPX۳	ایمنی در مقابل پخش آب	-
IPX۴	ایمنی در مقابل پاشیدن آب	۴
IPX۵	ایمنی در مقابل فوران آب، مثلاً از نازل	۵
IPX۶	ایمنی در مقابل جریان آب	۶
IPX۷	ایمنی در مقابل غوطه‌ور شدن	۷
IPX۸	ایمنی در مقابل غوطه‌وری کامل	۸

نشانه‌های انواع ایمنی (مفهوم را در جدول بالا ببینید):

برای تدریس این قسمت از روش تدریس **یادسپاری** استفاده می‌کنیم. در ابتدا معلم تلاش می‌کند توجه فراگیران را از طریق استفاده از مطالب اصلی، جداول و... به درس جلب کند. معلم تلاش می‌کند با استفاده از تصاویر، نشان دادن تجهیزات از نزدیک و حتی نمایش فیلم، شناخت دقیقی از مطالب را به فراگیر بدهد. معلم تلاش می‌کند با ایجاد ارتباط بین مطالب، فراگیر را از اهمیت شناخت تمامی اجزا آگاه کند.

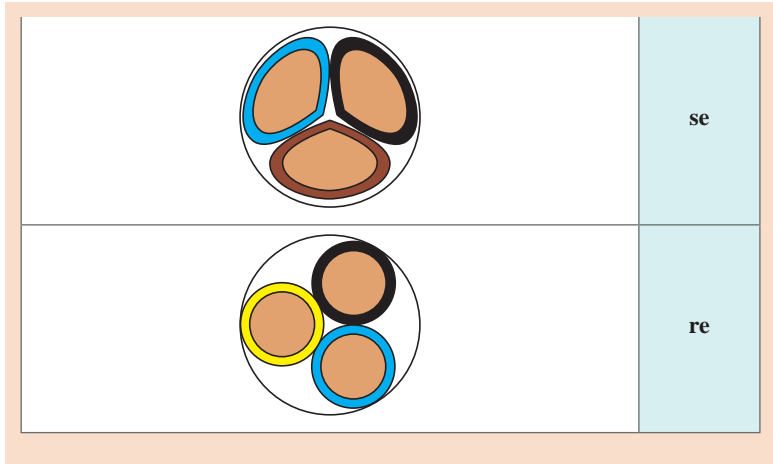
جدول زیر را تکمیل نمایید.

تصویر	ام
	sm
	rm

فعالیت کلاسی



فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی



فعالیت کلاسی



با توجه به شکل زیر، قسمت‌های مختلف کابل را بررسی کرد و توضیح دهید.



برای بیان جنس هادی و عایق به کار رفته در کابل‌ها و همچنین توضیحات بیشتر از جدول ۵ استفاده می‌کنیم.

جدول ۵

توضیحات	حروف اختصاری
کابل‌های نرُم شده با هادی مسی براساس استاندارد VDE	N
عایق پرتودور	Y (اولین Y در ردیف حروف)
روپوش پرتودور	Y (دومین Y در ردیف حروف)

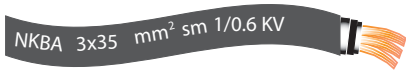

کابل‌های نُرَم شده با نوع هادی از جنس آلومینیوم	NA (اولین حروف)
غلاف خارجی دوبل	A (دومین حرف)
کابل مسلح با نوار فلزی (بانداز فولادی)	B
غلاف سربی	K

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

یادداشت کنید



اطلاعات	تصویر
کابل با هادی مسی و عایق و روپوش پروتودور با مقطع گرد تک رشته، ۴ سیمه با سطح مقطع ۳۵ میلی‌متر مربع بوده و برای ولتاژ ۱۰۰۰-۶۰۰ ولت استفاده می‌گردد.	
کابل با هادی مسی و عایق و روپوش پروتودور با مقطع گرد چند رشته (افشان)، ۴ سیمه با سطح مقطع ۶ میلی‌متر مربع بوده و برای ولتاژ ۱۰۰۰-۶۰۰ ولت استفاده می‌گردد.	
کابل با هادی آلومینیومی و عایق و روپوش پروتودور با مقطع مثلثی تک رشته، ۴ سیمه با سطح مقطع ۲۵ میلی‌متر مربع سه‌فاز و ۱۶ میلی‌متر مربع سیم نول بوده و برای ولتاژ ۱۰۰۰-۶۰۰ ولت استفاده می‌گردد.	
کابل با هادی مسی و عایق و روپوش پروتودور با مقطع گرد تک رشته، ۴ سیمه با سطح مقطع ۱۶ میلی‌متر مربع بوده و برای ولتاژ ۱۰۰۰-۶۰۰ ولت استفاده می‌گردد.	

	<p>کابل مسلح با هادی مسی و غلاف سربی و پوشش حفاظت داخلی، نوار حفاظتی فولادی و غلاف خارجی پروتودور با مقطع مثلثی چند رشته، ۳ سیمه با سطح مقطع ۳۵ میلی‌متر مربع بوده و برای ولتاژ ۱۰۰۰-۶۰۰ ولت استفاده می‌گردد.</p>
	<p>کابل با هادی مسی و عایق و روپوش پروتودور با مقطع گرد چند رشته، ۵ سیمه با سطح مقطع ۱۰ میلی‌متر مربع بوده و برای ولتاژ ۱۰۰۰-۶۰۰ ولت استفاده می‌گردد.</p>

برای تدریس این قسمت از روش تدریس ساخت‌گرایی استفاده می‌کنیم.

- ۱ طرح سؤالات و فعالیتهای کاوشگری با هدف متمرکز ساختن تمام حواس فراگیران به کلیدهای دستی
- ۲ تشریح کامل مراحل با استفاده از تصاویر، نمودارها و حتی استفاده از پاورپوینت.
- ۳ گسترش فعالیتهای ذهنی و مهارتی. با حل تمرین‌های مرتبط به فراگیر کمک کنید تا مهارت‌های خود را تلطیف و تصحیح کنند.
- ۴ لازم است در این مرحله یافته‌های فراگیران سنجیده شود تا فراگیران از میزان تسلط بر مهارت‌ها آگاهی یابند.
- ۵ تمرین و تکرار اطلاعات باعث تبحر و تسلط فراگیران می‌شود.
- ۶ تأکید می‌گردد چون هنرجو از این قسمت عملاً وارد مبحث برق صنعتی می‌گردد، بایستی تک‌تک فعالیتهای کلاسی و کارگاهی این قسمت تا ابتدای کلیدهای مغناطیسی به دقت و با نظارت انجام و نتایج فعالیتهای گروه‌ها با هم مقایسه شود تا اگر اختلافی مشاهده شد علت آن و طریقه رفع مشکل بیان گردد.
- ۷ در صورت امکان فعالیتهای این قسمت به صورت تک نفره انجام گیرد تا یادگیری بهتر صورت گیرد.



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

تصویر	نام کلید
	قطع و وصل ساده (۱-)
	معکوس کننده جهت گردش موتور (چپ‌گرد، راست‌گرد) (۲- ۱-)
	ستاره - مثلث (Δ - Y -)
	ستاره - مثلث، چپ‌گرد، راست‌گرد (Δ - Y - O - Δ)
	چند سرعتی (۲- ۱-) و (۳- ۲- ۱-)
	راه‌اندازی موتورهای تک‌فاز
	انتخاب‌کننده فاز (برای دستگاه‌های اندازه‌گیری) (مانند کلید ولت‌متر)



بر روی فازهای ورودی تعداد سه آمپر متر بسته و جریان راه‌اندازی را در دو حالت راه‌اندازی با اتصال ستاره و راه‌اندازی با اتصال مثلث را با هم مقایسه نمایید.

با مقایسه دو حالت نتیجه گرفته می‌شود که جریان حالت مثلث سه برابر حالت ستاره می‌باشد.



علت استفاده از تغییر جهت گردش دور موتور چیست و در چه مواردی به کار می‌رود.  
در بسیاری موارد لازم است حرکت رفت و برگشتی توسط موتور انجام گیرد. در این مواقع باید جهت گردش موتور تعویض شود. مانند آسانسور، بالابر و ...



## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

### پرسش



در صورت تعویض هر سه فاز ورودی با هم، آیا جهت دور موتور برعکس می‌شود؟ چون در جهت چرخش میدان دوار تأثیری ندارد، بنابراین جهت گردش موتور نیز ثابت می‌ماند.

### فعالیت کلاسی



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

<u>L</u>	<u>R</u>
$U_1 \rightarrow L_1$	$\rightarrow U_1$
$W_1 \rightarrow L_2$	$\rightarrow V_1$
$V_1 \rightarrow L_3$	$\rightarrow W_1$

<u>L</u>	<u>R</u>
$W_1 \rightarrow L_1$	$\rightarrow U_1$
$V_1 \rightarrow L_2$	$\rightarrow V_1$
$U_1 \rightarrow L_3$	$\rightarrow W_1$

### بحث کنید



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 شود.  
در صورت زیر بار نبودن، موتور در جای خود لرزش کرده و چنانچه در هر طرف با دست چرخانده شود در همان جهت با سرعت کم شروع به چرخش می‌کند. ولی در صورت زیر بار بودن موتور، محور حرکت نکرده و اگر وسایل حفاظتی عمل نکنند موتور آسیب می‌بیند.

### پژوهش کنید



در مورد مفهوم گشتاور و ارتباط آن با جریان تحقیق و پژوهش کنید. گشتاور توانایی موتور را برای به چرخش درآوردن اجسام با توجه به وزن جسم مشخص می‌کند. گشتاور در حرکت‌های چرخشی مطرح است و در حرکت‌های خطی صرفاً نیرو معنا دارد.

یکی از عوامل تأثیرگذار در گشتاور راه‌اندازی، جریان راه‌اندازی می‌باشد. گشتاور با مجذور جریان رابطه مستقیم دارد.



چه روش‌های دیگری جهت راه‌اندازی موتورهای با قدرت بالا به کار برده می‌شود؟

از دیگر روش‌های راه‌اندازی می‌توان به **۱** راه‌اندازی توسط اتوترانسفورماتور و **۲** راه‌اندازی توسط تجهیزات الکترونیک قدرت (softstarter) نام برد.



جدول زیر را برای راه‌اندازی موتورهای سه فاز تکمیل نمایید.

روش‌های راه‌اندازی	قدرت نامی	
		در شبکه ۲۳۰ V
راه‌اندازی به صورت مستقیم	۱/۵Kw تا ۳kw	۴kw تا ۲/۲Kw
راه‌اندازی به صورت ستاره مثلث	۵/۵kw تا ۳Kw	۱۱kw تا ۴Kw



**۱** آیا توان در اتصال ستاره و مثلث تغییر می‌کند؟  
یکی از روش‌های کم کردن جریان راه‌اندازی در موتورهای توان بالا، استفاده از اتصال ستاره - مثلث می‌باشد. در فعالیتهای کلاسی مشاهده شد که جریان حالت مثلث سه برابر حالت ستاره می‌باشد. توان مثلث نیز سه برابر توان ستاره می‌باشد. اثبات این گفته نیز از طریق فرمول‌های زیر است:  
در اتصال ستاره

$$V_L = \sqrt{3}V_P, I_L = I_P = \frac{V_P}{z} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$$

بنابراین:

$$P_\lambda = 3P_{Ph} = 3(V_P)(I_P) \cos\phi$$

معادله ۱-۱

$$P_\lambda = 3\left(\frac{V_L}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{V_L}{\sqrt{3}z}\right)\cos\phi = \frac{V_L^2}{z}\cos\phi$$

در اتصال مثلث

$$I_L = \sqrt{3}I_P = \sqrt{3}\left(\frac{V_L}{z}\right), V_L = V_P$$

$$P_\Delta = 3V_P I_P \cos\phi = 3V_L \cdot \frac{V_L}{z} \cos\phi = 3\frac{V_L^2}{z} \cos\phi$$

معادله ۱-۲

از مقایسه معادلات ۱-۱ و ۱-۲ می‌توان نتیجه گرفت قدرت در حالت مثلث

$$P_{\Delta} = 3P_{\lambda}$$

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

چنانچه موتوری را بر طبق ولتاژ داده شده بتوان در حالت ستاره - مثلث راه‌اندازی کرد، توان ذکر شده بر روی پلاک، برابر توان نامی موتور در حالت مثلث است. بنابراین موتور را ابتدا بدون بار در حالت ستاره راه‌اندازی نموده و پس از رسیدن دور موتور به ۷۵٪ دور نامی اتصال را به مثلث تغییر داده و موتور در زیر بار قرار می‌گیرد. در صورت زیر بار رفتن موتور در حالت ستاره، چون توان موتور حالت نامی است بنابراین موتور توانایی بار مورد نظر را نداشته و آسیب می‌بیند.

برای تدریس این قسمت از روش تدریس تسلط یاب استفاده می‌کنیم.

۱ در مرحله آماده‌سازی درس، معلم اهداف این بخش، رابطه بین محتوای درس با یادگرفته‌های پیشین را تعیین می‌کند.

به‌طور مثال می‌توان با سؤالاتی از قبیل اینکه:

الف) با توجه به مدارات راه‌اندازی موتورها با کلیدهای دستی چه مشکلاتی را احساس نمودید؟

ب) آیا در صنعت روش‌های دیگری برای راه‌اندازی موتورها سراغ دارید؟

ذهن دانش‌آموزان را برای ورود به بحث جدید آماده نمایید.

۲ مسئولیت دانش‌آموزان را برای تمرین و یادگیری معین کنید.

۳ تمام مفاهیم و روابط را مرحله به مرحله به فراگیران شرح دهید. از قبیل آموزش انواع مدارهای قدرت و فرمان و علائم وسایل به کار رفته در این نوع مدارها

۴ در صورت امکان از ابزارهای کمک آموزشی از قبیل فیلم، اسلاید و... استفاده کنید.

۵ تمرین و تکرار اطلاعات باعث تبحر و تسلط فراگیران می‌شود. برای حل تمرین، فراگیران را بر اساس گام‌هایی که معین کردید، هدایت کنید.

۶ لغزش‌های فراگیران را تصحیح کنید.

۷ راه‌حل فراگیران را بازنگری کنید.

۸ در صورت امکان از فراگیران بخواهید تمرینات مشابه در منزل خود، طراحی و حل نمایند.



استفاده از کنتاکتورها چه مزایای نسبت به کلیدهای دستی دارند؟

## مزایای استفاده از کنتاکتورها

کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتی مزایایی به شرح زیر دارند:

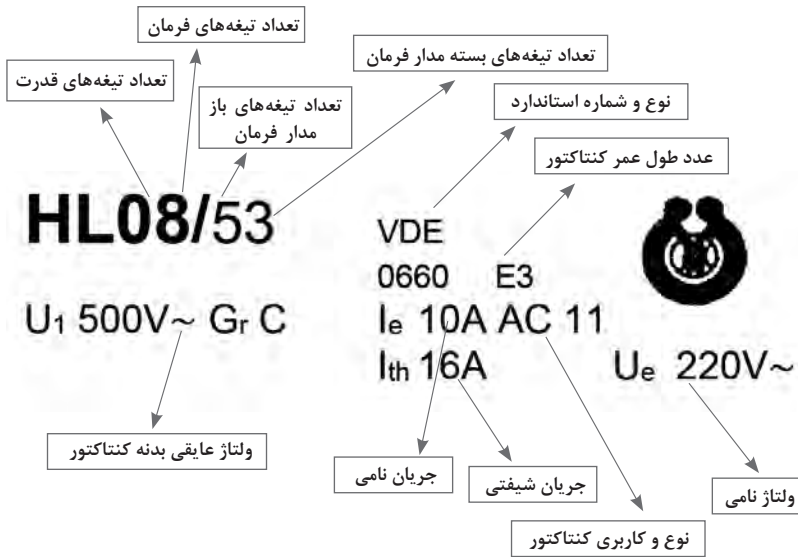
- ۱ مصرف‌کننده از راه دور کنترل می‌شود.
- ۲ مصرف‌کننده از چند محل کنترل می‌شود.
- ۳ امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف‌کننده وجود دارد.
- ۴ سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.
- ۵ از نظر حفاظتی مطمئن‌ترند و حفاظت مناسب‌تر و کامل‌تر دارند.
- ۶ عمر مؤثرشان بیشتر است.
- ۷ هنگام قطع برق، مدار مصرف‌کننده نیز قطع می‌شود و به استارت مجدد نیاز پیدا می‌کند؛ در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری می‌گردد.

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



با توجه به نوع مصرف‌کننده و شرایط کار، کنتاکتورها قدرت و جریان عبوری مشخصی برای ولتاژهای مختلف دارند. بنابراین، باید به جدول و مشخصات کنتاکتور توجه کافی مبذول کرد و انتخاب کنتاکتور را منطبق بر مشخصات مورد نیاز قرار داد. برای اتصال مصرف‌کننده به شبکه باید از کلید یا کنتاکتوری با مشخصات مناسب استفاده کرد که کنتاکت‌های آن تحمل جریان راه‌اندازی و جریان دائمی را داشته باشد. 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 طراحی مدار، کنتاکتور مناسب را برای اتصال مصرف‌کننده به شبکه انتخاب کنیم، باید با مقادیر نامی مربوط به کنتاکتور آشنا شویم. این مقادیر برای کلیدهای غیرمغناطیسی، مانند کلید اهرمی و غلتکی نیز، وجود دارد. در صفحه بعد با این مقادیر، که معمولاً مهم‌ترین آنها بر روی بدنه نوشته شده است، آشنا می‌شویم.

فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی



انواع کنتاکتورها و کاربرد آنها

مورد استفاده	استاندارد و طبقه‌بندی کنتاکتور	نوع جریان
بار اهمی - بار غیراندکتیو یا با اندکتیویته ضعیف - گرم کن برقی با ضریب توان حدود $\cos\phi = 0.95$	AC1	AC
برای راه‌اندازی موتورهای آسنکرون روتور سیم‌پیچی، بدون ترمز جریان مخالف، جریان راه‌اندازی بستگی به مقاومت مدار روتور دارد.	AC2	
برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور سیم‌پیچی با ترمز جریان مخالف	AC2	
برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای - هنگام قطع جریان نامی از تیغه‌های کنتاکتور عبور می‌کند - تحمل جریان راه‌اندازی 5 تا 7 برابر جریان نامی	AC3	
برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای - به کار بردن ترمز جریان مخالف تغییر جهت گردش الکتروموتور روتور قفسه‌ای - تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک	AC4	
کنتاکتور کمکی - کنتاکتور فرمان بدون داشتن کنتاکت قدرت (کوئل مغناطیسی) - استفاده فقط در مدار فرمان	AC11	
بار اهمی - بار غیراندکتیو یا با اندکتیویته ضعیف - گرم کن برقی	DC1	DC
راه‌اندازی موتور شنت - قطع کردن موتور هنگام کار	DC2	

برای راه‌اندازی موتور شنت با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک - مدار ترمز	DC۳
راه‌اندازی موتور سری - قطع موتور هنگام کار	DC۴
راه‌اندازی موتور سری با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد، در فواصل زمانی اندک - تغییر جهت گردش موتور - مدار ترمز	DC۵
کنتاکتور کمکی - کنتاکتور فرمان - کویل مغناطیسی	DC۱۱

پرسش



تفاوت مدار فرمان و قدرت چیست؟  
هدف از مدار قدرت، تغذیه مصرف‌کننده از قبیل موتور، لامپ و ... می‌باشد ولی هدف از مدار فرمان کنترل مدار تغذیه مصرف‌کننده (بوبین کنتاکتور) می‌باشد.

یادداشت کنید



جدول زیر را با توجه به وسایل مدارات قدرت تکمیل نمایید.

علامت و وسیله	نقشه در مدار قدرت	هدف از استفاده	تصویر	نام
F		حفاظت در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار		کلید MCB
F		حفاظت در برابر اتصال کوتاه		فیوز فشنگی
F		حفاظت در برابر اتصال کوتاه		فیوز سکسیونری (سیلندری)
KM		تغذیه موتور		کنتاکت‌های قدرت کنتاکتور

## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

F		نمونه برداری از جریان عبوری		کنتاکت‌های قدرت بی‌مثال
---	---	-----------------------------	---	-------------------------

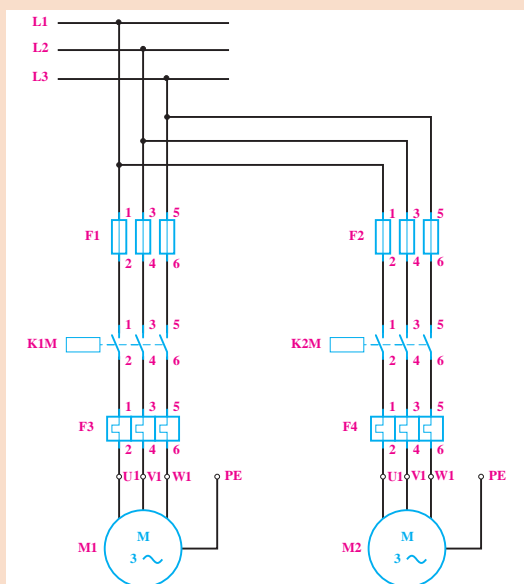
برای تدریس این قسمت از روش تدریس کارگاهی استفاده می‌کنیم.

- ۱ گروه‌بندی فراگیران.
- ۲ آماده‌سازی فراگیران با توضیحات و ایجاد شناخت کامل از فعالیت موردنظر و اهداف آن.
- ۳ اختصاص زمان مناسب برای انجام فعالیت در محیط آزمایشگاهی مناسب برای فراگیران.
- ۴ جمع‌بندی نتایج و بهره‌برداری از نتیجه فعالیت.
- ۵ ارزیابی و تحلیل نتایج فعالیت.
- ۶ تأکید می‌گردد هرچه هنرجویان در این قسمت با رسم و طراحی مدارات بیشتر آشنا گردند به فهم آنها در چگونگی عملکرد مدارات کمک می‌نماید.

### فعالیت کلاسی



مدار قدرت راه‌اندازی دو موتور را ترسیم نمایید.









جدول زیر را با توجه به وسایل مدارات فرمان تکمیل نمایید

علامت وسیله	نقشه در مدار فرمان	هدف از استفاده	تصویر	نام
KM		نگهدارنده و وابسته نمودن مکانی به مکان دیگر		کنتاکت باز کنتاکتور (NO)
KM		در اغلب موارد ایمنی		کنتاکت بسته کنتاکتور (NC)
KM		قطع و وصل کنتاکت‌های فرمان و قدرت		بوبین کنتاکتور
S		فرمان وصل		شستی استارت
S		فرمان قطع		شستی استپ



فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

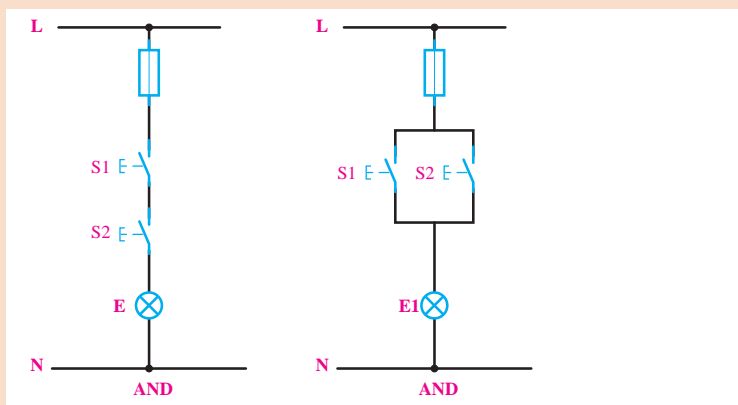
F		فرمان قطع در هنگام اضافه بار		کنتاكت بسته بی مثال
F		فرمان وصل و اخطار هنگام اضافه جریان		کنتاكت باز بی مثال

فعالیت کلاسی

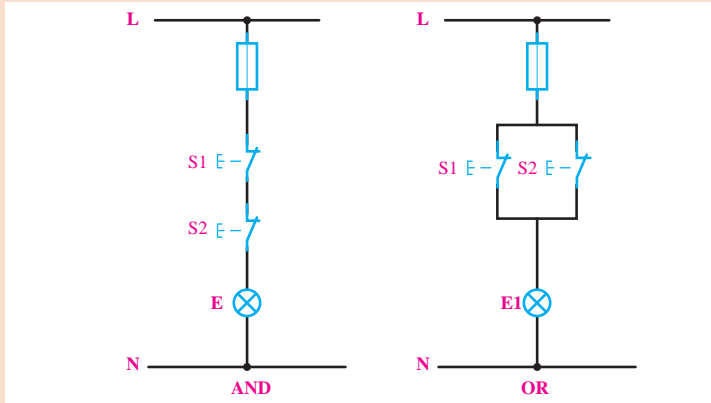


۱ مدار AND و OR منطقی را با شستی استارت ترسیم کرده و جدول صحت آن را با توجه به عملکرد مدار رسم کنید.

برای شروع این فعالیت باید ذهن هنرجویان را به مدارهای منطقی که در سال گذشته آشنا شده‌اند، سوق داده و از آنها بخواهید اکنون برای آشنا شدن با شستی‌های استپ و استارت و همچنین طرز کار گیت‌های منطقی مدارات زیر را طراحی و روی تابلو به صورت عملی آزمایش نمایند. چنانچه زمان اجازه می‌دهد در چند مدار از کلید تک پل نیز استفاده کنید تا هنرجو عملاً با عملکرد استپ و استارت بیشتر آشنا شود.



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



مدار فرمان و قدرت صفحه بعد که مربوط به راه اندازی موتور به صورت لحظه‌ای می‌باشد را تکمیل نمایید.

شروع این فعالیت بسیار مهم و حیاتی است، چون هنرجو از ابتدای این مدار باید با روش فرمان مدارهای کنتاکتوری آشنا شود بنابراین باید مراحل زیر انجام گیرد:

۱ با مشاهده فیلم‌ها از هنرجویان بخواهید مراحل نقشه‌خوانی و بستن نقشه‌ها را به ترتیب از بالا به پایین انجام دهند و به حروف و اعداد کنتاکت‌ها و لوازم توجه نموده تا اشتباه نکنند.

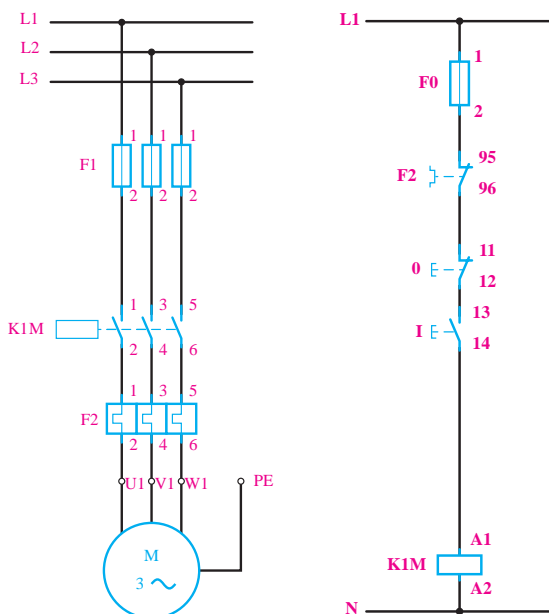
۲ به آنها آموزش دهید که چنانچه در مسیر بستن مدار به نقطه انشعاب رسیدند آن مسیر را تا آخر ادامه داده سپس به نقطه انشعاب برگشته و مسیر دیگر را برای بستن طی نمایند.

۳ بسیاری از هنرجویان در ابتدای کار خواندن نقشه ضعیف هستند که انجام انفرادی مدارات اولیه می‌تواند این عیب را برطرف کند.

#### فعالیت کلاسی



## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی



### پرسش



۱ علت لحظه‌ای بودن وصل کنتاکتور چیست؟ و راه حل دائم بودن این مدار چه می‌تواند باشد؟

علت لحظه‌ای بودن این است که با فشار به شستی استارت بوبین کنتاکتور تغذیه می‌شود، به محض اینکه دست از روی شستی برداشته می‌شود مدار تغذیه نیز قطع می‌گردد. راه حل این کار استفاده از تیغه کمکی می‌باشد.

۲ مقدار فیوز و رله حرارتی بر چه مبنایی انتخاب می‌شود؟  
مقدار فیوز و رله بی‌متال و نوع کنتاکتور با توجه به توان موتور و از جدول زیر به‌دست می‌آید.

### جدول انتخاب کنتاکتور، بی‌متال و فیوز

برای موتورهایی که به صورت مستقیم (یک ضرب) به شبکه متصل می‌شوند

ولتاژ ۲۲۰-۲۴۰V		ولتاژ ۳۸۰V		جریان کنتاکتور A	جریان بی‌متال A	جریان فیوز A
KW	HP	KW	HP			
		۰/۳۷	۰/۵	۹	۱-۱/۶	۲
۰/۳۷	۰/۵	۰/۵۵	۰/۷۵	۹	۱/۶-۲/۵	۲-۴
۰/۷۵	۱	۱/۵	۲	۹	۲/۵-۴	۲-۴

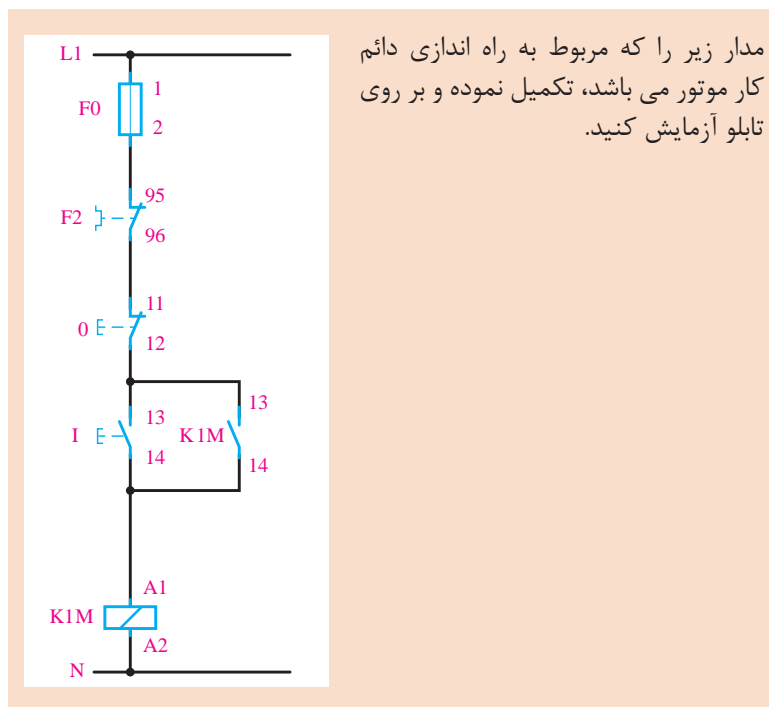
۰/۵۵	۰/۷۵	۱/۱	۱/۵	۹	۲/۵-۴	۴-۶
۰/۷۵	۱	۱/۵	۲	۹	۲/۵-۴	۴-۶
۱/۱	۱/۵	۲/۲	۳	۹	۴-۶	۶-۸
۱/۵	۲	۳	۴	۹	۴-۶	۸-۱۲
				۹	۵/۵-۸	۸-۱۲
۲/۲	۳	۴	۵/۵	۱۶	۷-۱۰	۱۰-۱۲
۳	۴	۵/۵	۷/۵	۱۶	۱۰-۱۳	۱۲-۱۶
۴	۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۶	۱۳-۱۵	۱۶-۲۰
				۱۶	۱۴-۱۸	۱۶-۲۰
۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۳/۵	۲۵	۱۸-۲۵	۲۰-۲۵
		۱۱	۱۵	۲۵	۱۸-۲۵	۲۵
۷/۵	۱۰	۱۵	۲۰	۴۰	۲۳-۳۲	۳۲-۴۰
۱۰	۱۳/۵	۱۸/۵	۲۵	۴۰	۳۰-۴۰	۴۰
۱۱	۱۵			۴۰	۳۰-۴۰	۴۰
		۲۲	۳۰	۶۳	۳۸-۵۰	۵۰-۶۳
۱۵	۲۰			۶۳	۴۸-۵۷	۶۳
۱۸/۵	۲۵	۳۰	۴۰	۶۳	۴۸-۵۷	۶۳
				۶۳	۵۷-۶۶	۶۳
۲۲	۳۰	۲۷	۵۰	۸۰	۶۶-۸۰	۸۰
		۴۵	۶۰	۱۲۵	۷۵-۱۰۵	۱۰۰
۳۰	۴۰	۵۵	۷۵	۱۲۵	۹۵-۱۲۵	۱۲۵

**شرح جدول:** این جدول از ۷ ستون تشکیل شده است. ستون‌های اول و دوم قدرت موتورها را بر حسب کیلووات و اسب بخار برای ولتاژ ۲۲۰ تا ۲۴۰ ولت نشان می‌دهد. ستون سوم و چهارم قدرت موتورها را برای ولتاژ خطی ۳۸۰ ولت مشخص می‌کند. ستون پنجم جریان کنتاکتور را برای قدرت‌های مورد نظر و ستون ششم جریان بی‌متال لازم را برای موتور مورد نظر معلوم می‌کند و بالاخره ستون هفتم فیوز مورد نیاز را مشخص می‌نماید. این جدول برای موتورهای مورد استفاده قرار می‌گیرد که به صورت مستقیم به شبکه برق متصل شوند.

## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

برای مثال، موتور ۲۲KW یا ۳۰HP موردنظر است. برای انتخاب وسایل موردنیاز در ستونی که بالای آن ولتاژ ۳۸۰ ولت مشخص شده، عدد ۲۲KW و ۳۰HP را پیدا می‌کنیم. سپس روبه‌روی آن، عدد ۶۳ را برای جریان کنتاکتور و عدد ۳۸-۵۰ را برای جریان بی‌متال و ۵۰-۶۳ را برای جریان فیوز معلوم می‌نماییم.

فعالیت  
کارگاهی



مدار زیر را که مربوط به راه‌اندازی دائم کار موتور می‌باشد، تکمیل نموده و بر روی تابلو آزمایش کنید.

پرسش



آیا مدار قدرت این مدار با مدار فعالیت کارگاهی قبل متفاوت است؟ چرا؟ خیر، چون هدف راه‌اندازی یک موتور می‌باشد بنابراین در مدار قدرت تغییری حاصل نمی‌شود.

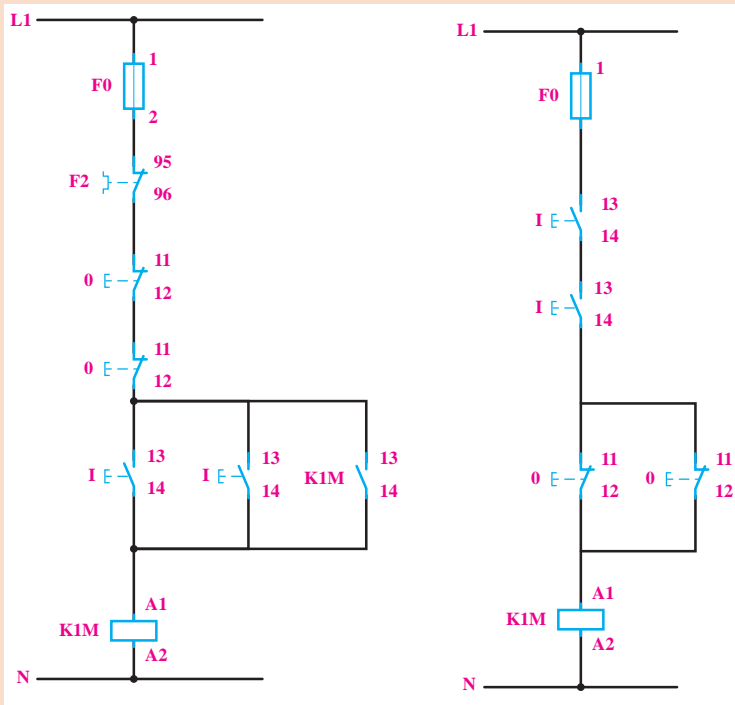
فکر کنید



چرا کنتاکت باز کنتاکتور عامل دائم کار شدن موتور می‌باشد؟ به این دلیل که هنگامی که بوبین کنتاکتور تغذیه می‌شود کنتاکت‌های باز، بسته شده و جریان از این طریق به بوبین هم می‌رسد. اگر دست از روی شستی برداشته شود به دلیل اینکه جریان تغذیه بوبین قطع نمی‌شود، بوبین به همان حالت در مدار باقی می‌ماند.



شکل الف مربوط به راه اندازی یک موتور به صورت دائم کار می باشد که از دو محل قابل کنترل است و شکل ب نیز مربوط به دستگاهی مانند پرس است که هر دو دست اپراتور باید بر روی شستی باشد تا دستگاه کار کند. این دو شکل را تکمیل نموده و با بستن بر روی تابلو آزمایش نمایش نمایید.

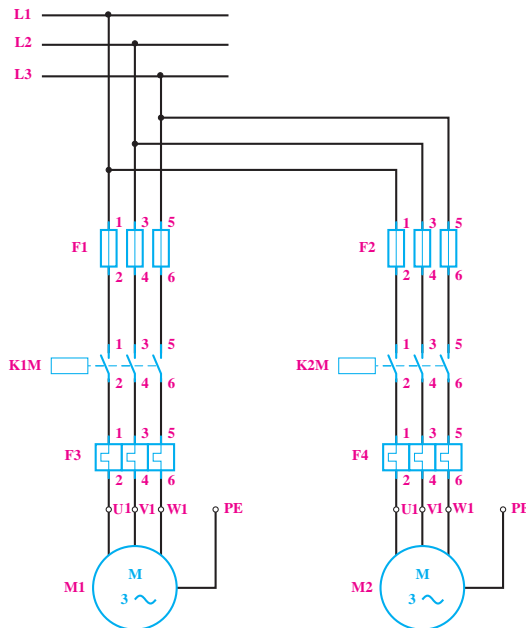


طراحی این مدار به هنرجو کمک می کند تا نقاط قوت و ضعف خود را در درک، طراحی و رسم مدارات بشناسد. بنابراین سعی کنید تا با راهنمایی های لازم هنرجو را در طراحی و ترسیم کمک نموده و چنانچه نقص و اشکالی در طراحی دیده شده به هنرجو پیشنهاد نمایید تا مدار را عملاً بسته و در هنگام تست به اشکال خود پی ببرد.



در یک ماشین صنعتی از دو موتور  $M_1$  و  $M_2$  استفاده شده است. موتور  $M_1$  یک موتور سه فاز برای پمپ روغن به قدرت  $5/5$  کیلووات و جریان  $1/5$  آمپر و موتور  $M_2$  یک موتور سه فاز به قدرت  $5$  کیلووات و جریان  $10A$  است.

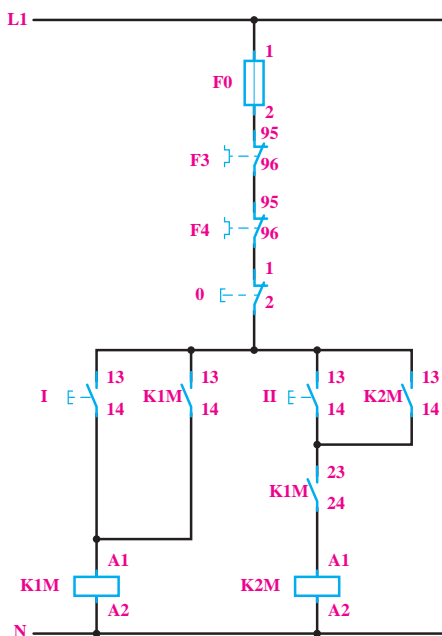
طرز کار این ماشین به طریقی است که موتور اصلی بدون پمپ روغن نباید کار کند، اما پمپ روغن می‌تواند به تنهایی به کار رود. با طراحی مدار الکتریکی این کار، نوع کنتاکتور و جریان نامی حفاظت‌کننده‌های لازم را حساب کنید. مدار قدرت: برای مدار قدرت به یک کنتاکتور جهت هریک از موتورها نیاز است. بنابراین، برای موتور  $M_1$ ، کنتاکتور  $K_{1M}$  و برای موتور  $M_2$ ، کنتاکتور  $K_{2M}$  را در نظر می‌گیریم و مدار قدرت آن را ترسیم می‌کنیم. حفاظت برای اتصال کوتاه و حفاظت برای بار زیاد، در مورد هریک از موتورها به‌طور جداگانه در نظر گرفته می‌شود.



**مدار فرمان:** برای مدار فرمان به سه شستی احتیاج است که شستی I برای راه‌اندازی پمپ  $M_1$ ، شستی II برای راه‌اندازی موتور  $M_2$  و شستی  $\circ$  برای قطع مدار به کار می‌روند.

برای طرح مدار فرمان، ابتدا مدار را برای راه‌اندازی موتور  $M_1$  به‌وسیله کنتاکتور  $K_{1M}$  طراحی می‌کنیم، به طوری که با فشار به شستی I کنتاکتور  $K_{1M}$  جذب و توسط کنتاکت باز خود، نگاه داشته شود.

موتور  $M_2$  نباید بدون موتور  $M_1$  کار کند. این موضوع را باید در مدار فرمان پیش‌بینی کرد. از این رو باید ترتیبی اتخاذ شود که در صورت کار نکردن موتور  $M_1$ ، مدار بوبین کنتاکتور  $K_{2M}$  نتواند وصل شود. برای این کار می‌توانیم از یک کنتاکت باز  $K_{1M}$  به‌طور سری در مدار بوبین  $K_{1M}$  استفاده کنیم.



بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اگر کنتاکتور K1M وصل نباشد و شستی II فشار داده شود، به‌علت باز بودن مسیر بوبین K2M، موتور M2 کار نخواهد کرد. برای قطع کل مدار نیز از شستی ۰ به‌طور سری در مدار استفاده می‌کنیم. قطع‌کننده‌های حرارتی F3 و F4 نیز به‌طور سری با کل مدار قرار می‌گیرند تا در صورت اضافه بار برای هر یک از موتورها، کل مدار قطع شود. فیوز F0 نیز برای حفاظت مدار فرمان استفاده می‌شود. مدار فرمان کامل این کار عملی، در شکل نشان داده شده است.

**انتخاب وسایل:** با توجه به نوع

موتورها و جدول داده شده در قسمت قبل (در مورد انتخاب کنتاکتور و وسایل حفاظت‌کننده)، وسایل مورد استفاده برای این کار عملی باید دارای مشخصات زیر باشد:

کنتاکتور K1M AC3-6A (بوبین 50Hz و 220V)

کنتاکتور K2M AC3-16A (بوبین 50Hz و 220V)

فیوز AF0 4 کندکار

فیوز AF1 6 کندکار

فیوز AF2 20 کندکار

جدول زیر را با توجه به وسایل مدارات فرمان تکمیل نمایید.

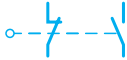

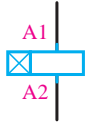

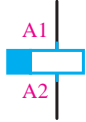

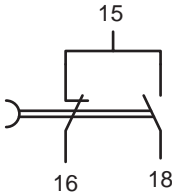



یادداشت کنید



نام	تصویر	هدف از استفاده	نقشه در مدار فرمان	علامت وسیله
استپ استارت دابل		قطع و وصل هم‌زمان دو نقطه از مدار		S



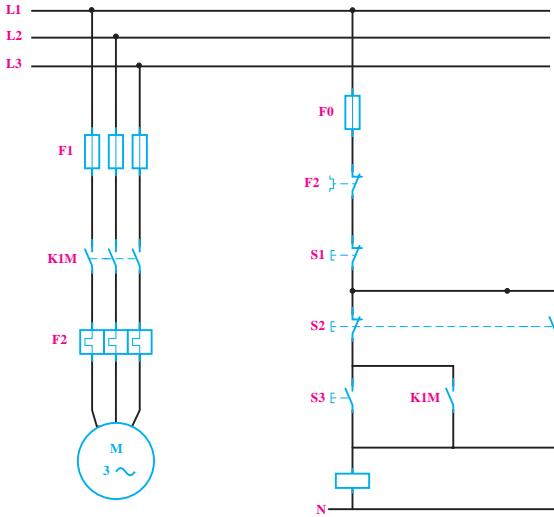
فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

s		قطع و وصل هم‌زمان دو نقطه از مدار بدون استفاده از دست		لیمیت سوئیچ
KT		تنظیم زمان قطع یا وصل		بوئین تایمر تأخیر در وصل
KT		تنظیم زمان قطع یا وصل		بوئین تایمر تأخیر در قطع
KT		قطع و وصل هم‌زمان دو نقطه از مدار طبق زمان تنظیم شده		کنتاکت باز و بسته تایمر
E		اعلام خیر		لامپ سیگنال

فعالیت کلاسی



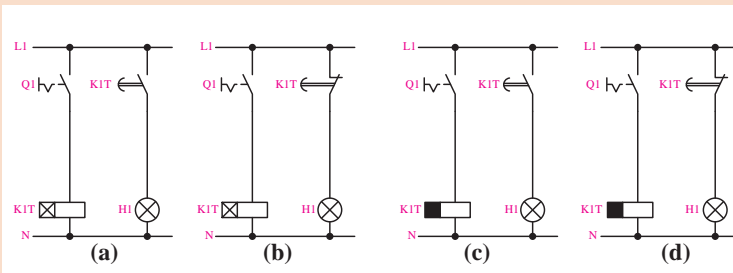
در یک ماشین چوب بری، از یک موتور سه فاز روتورقفسی استفاده شده است. برای اتصال دائمی این موتور از یک شستی و برای قطع آن نیز از یک شستی دیگر استفاده می‌شود. علاوه بر این دو شستی، توسط یک پدال نیز باید بتوان موتور را به طور لحظه‌ای به شبکه متصل نمود. مدار فرمان و قدرت این موتور را ترسیم نموده و بر روی تابلو آزمایش نمایش دهید.



### فعالیت کلاسی



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

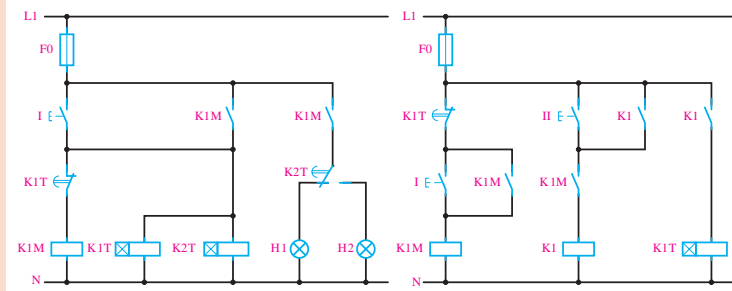


(a): با توجه به اینکه تایمر با تأخیر در وصل است ، بعد از گذشت ۴۰ ثانیه لامپ روشن شده و تا زمان قطع شدن کلید تک پل روشن باقی می ماند.  
 (b): با توجه به اینکه تایمر با تأخیر در وصل است و از کنتاکت بسته تایمر استفاده شده، لامپ در ابتدا روشن است و با وصل کلید بعد از گذشت ۴۰ ثانیه خاموش شده و تا زمان قطع شدن کلید تک پل خاموش باقی می ماند.  
 (c): با توجه به اینکه تایمر با تأخیر در قطع می باشد هم زمان با وصل کلید تک پل لامپ روشن شده و بعد از گذشت ۴۰ ثانیه خاموش می شود.  
 (d): با توجه به اینکه تایمر با تأخیر در قطع می باشد هم زمان با وصل کلید تک پل لامپ خاموش شده و بعد از گذشت ۴۰ ثانیه روشن می شود.

برداشت

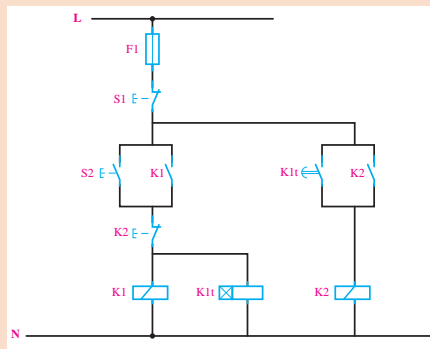


برداشت خود را از نحوه عملکرد دو شکل زیر بیان نمایید.



- (a): در این مدار با زدن شستی لامپ H1 روشن و بعد از مدت زمانی (K2T) لامپ H2 روشن و خاموش می‌شود و پس از مدت زمانی (K1T) هر دو لامپ خاموش می‌شود.
- (b): در این مدار با فشار به شستی I کنتاکتور K1M وصل شده و با فشار به شستی II پس از مدت زمانی (K1T) مدار متوقف می‌شود.

فعالیت کارگاهی



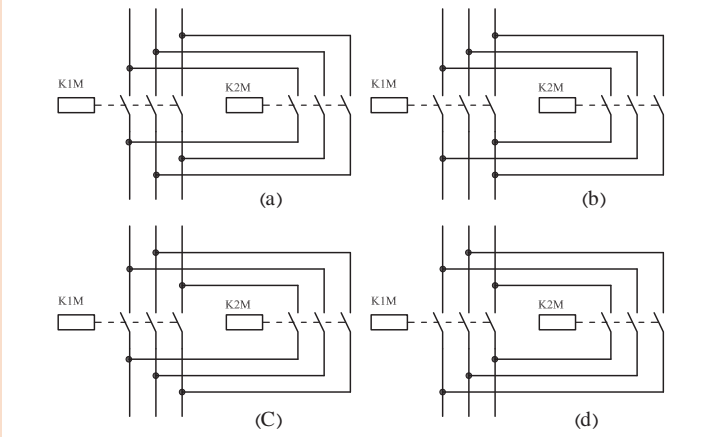
مداری طراحی کنید که با فشار به یک شستی موتور اول روشن شده و بعد از ۲۰ ثانیه موتور دوم فعال گشته و موتور اول را خاموش کند.

هنرآموز عزیز:

قسمت مدارات چپ‌گرد راست‌گرد یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین ارکان طراحی مدارات است. چون اولین مداراتی است که هنرجو با مفهوم و عملکرد کنتاکت باز شونده و کاربرد آن آشنا می‌شود، بنابراین توصیه می‌گردد قبل از شروع این مبحث ابتدا عملکرد این کنتاکت را با مداری همچون مدار یکی به جای دیگری تشریح نموده و سپس از هنرجو بخواهید شخصاً مدارات فرمان و قدرت چپ‌گرد راست‌گرد را طراحی نماید تا بتواند با تمرین کافی، مدارات آتی را به درستی طراحی کند. هر سه مدار چپ‌گرد راست‌گرد (با توقف، سریع و با حفاظت کامل) به‌طور دقیق بسته و آزمایش گردد و فعالیت‌های کلاسی، پرسش و فعالیت‌های کارگاهی به دقت انجام گیرد تا شبهه‌ای برای هنرجو باقی نماند.



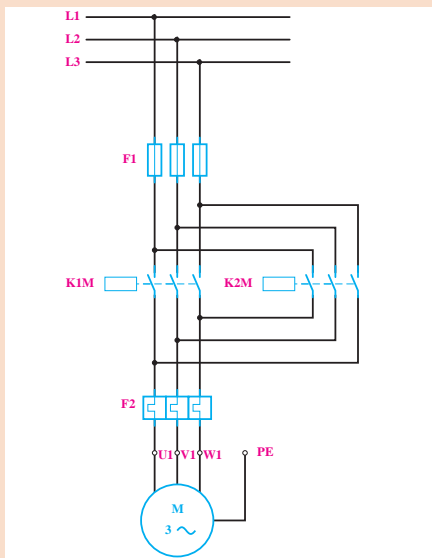
کدام یک از مدارهای قدرت زیر برای چپ‌گرد راست‌گرد عملکرد صحیحی ندارد؟ چرا؟



در شکل (b) در زیر کنتاکتور دو فاز به یکدیگر متصل شده‌اند و در شکل (c) نیز جای هر سه فاز با یکدیگر عوض شده است. دو شکل (a,d) عملکردشان صحیح است.



مدار قدرت روبه‌رو که مربوط به مدار چپ‌گرد راست‌گرد می‌باشد را تکمیل نمایید.



## فصل اول: نصب و راه اندازی سیستم‌های برق صنعتی

### پرسش



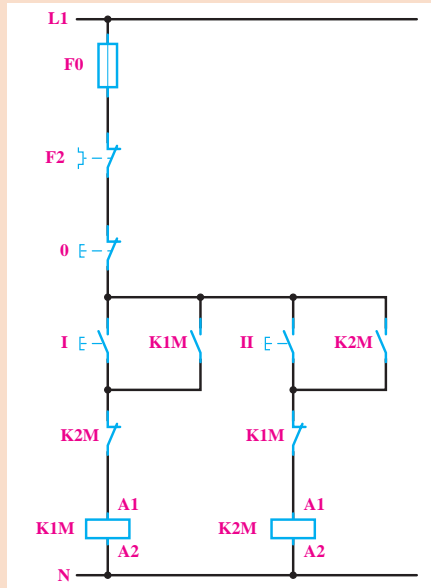
مقدار فیوز و بی متال در این مدار چگونه انتخاب می‌شود؟  
طبق جدول داده شده در قسمت قبل با توجه به توان موتور مقدار بی‌متال، فیوز و کنتاکتور به دست می‌آید.

### یادداشت کنید



در کنار شکل زیر نقاط ضعف مدار فرمان را برای چپ‌گرد راست‌گرد کردن موتور یادداشت نمایید.  
۱ چنانچه موتور در حال کار باشد (راست‌گرد یا چپ‌گرد) با فشار به شستی دیگر اتصال کوتاه به وجود می‌آید.  
۲ چنانچه موتور متوقف باشد با فشار هم‌زمان به دو شستی نیز اتصال کوتاه به وجود می‌آید.

### فعالیت کارگاهی



مدار فرمان و قدرت چپ‌گرد راست‌گرد با توقف را طراحی و پس از تأیید هنرآموز، بر روی تابلو بسته و آزمایش نمایید.

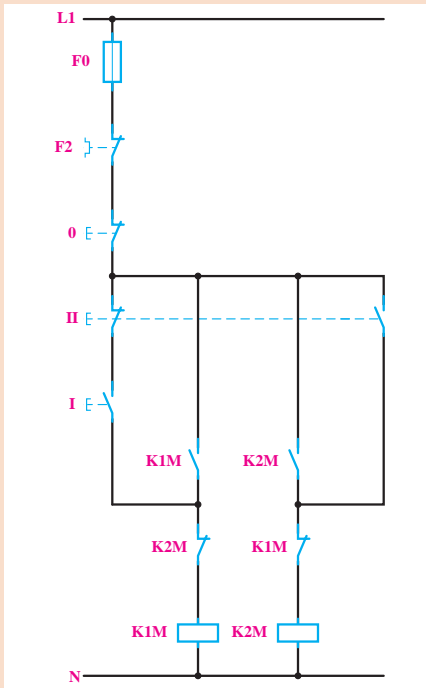
### پرسش



به نظر شما عیوب و نقاط ضعف مدار فوق چیست؟  
۱ چنانچه هر دو شستی هم‌زمان فشار داده شوند حالت اتصال کوتاه به وجود می‌آید.  
۲ برای تغییر جهت ابتدا باید موتور متوقف و سپس جهت عوض شود.



به نظر شما عیوب و نقاط ضعف مدار صفحه قبل چیست؟  
در این مدار با وجودی که کنتاکتور  $K1M$  ,  $K2M$  به طور هم زمان اتصال پیدا نمی کنند، باز احتمال اتصال کوتاه دو فاز در اثر جرقه بین کنتاکت ها وجود خواهد داشت؛ زیرا در فاصله زمانی بسیار کم بین قطع کنتاکتور اول و وصل کنتاکتور دوم، که حدود چند میلی ثانیه است و هنوز جرقه ایجاد شده در کنتاکت های اول خاموش نشده است، احتمال اینکه از همین طریق بین دو فاز اتصال کوتاه ایجاد شود وجود خواهد داشت.



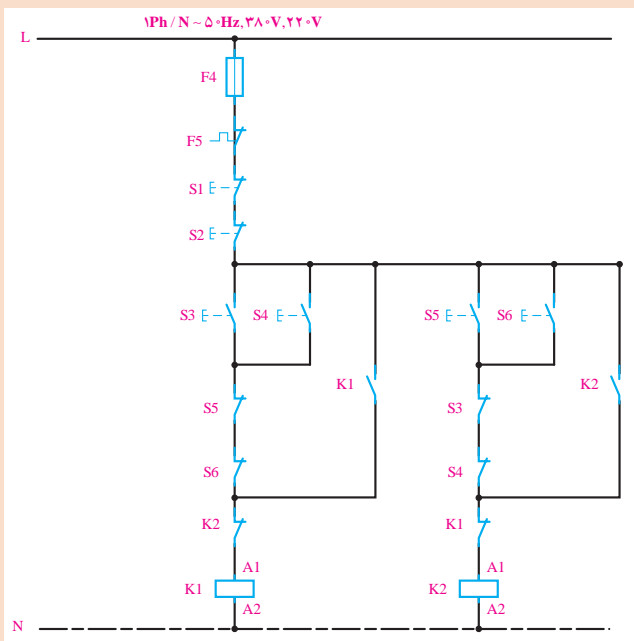
مدار فرمان و قدرت چپ گرد  
راست گرد با حفاظت کامل  
را طراحی و پس از تأیید  
هنرآموز، بر روی تابلو بسته  
و آزمایش نمایید، مدار قدرت  
هیچ تفاوتی با دو مدار قبلی  
ندارد.  
مدار فرمان:

## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

### فعالیت کلاسی



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



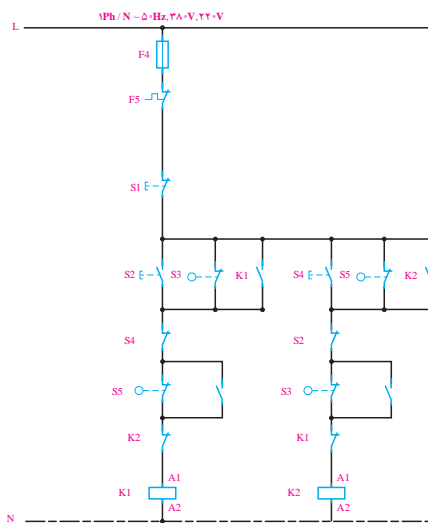
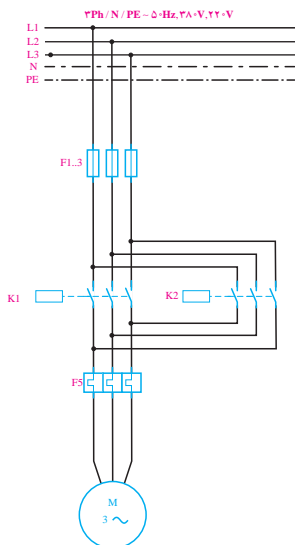
### پروژه



در این قسمت برای درک هر چه بهتر هنرجو از عملکرد لیمیت سوئیچ‌ها سوالات زیر می‌تواند راهگشا باشد:

- ۱ به نظر شما در مکان‌هایی که امکان قطع و وصل مدار با دست نباشد، از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
- ۲ در وسایلی همچون بالابرها و آسانسورها، چگونه و با استفاده از چه وسایلی فرمان توقف و رفت و برگشت انجام می‌گردد؟

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



#### پژوهش کنید



در مورد دیگر کاربردهای کنترل فاز پژوهش نمایید.

وظایف رله کنترل فاز :

۱ تشخیص تغییر توالی فاز ۲ تشخیص قطع یک فاز ۳ حساسیت و محافظت در برابر عدم تقارن ولتاژ سه فاز (از ۵٪ تا ۱۵٪) قابل تنظیم ۴ تشخیص کاهش ولتاژ شبکه ۵ قطع سریع در صورت بروز خطا ۶ دارای سیگنال های نمایشگر خطاهای مختلف و حالت عادی ۷ حفاظت الکتروموتور در مقابل اختلالات شبکه مانند: قطع فاز - جابه جایی فاز - افت ولتاژ بیش از حد مجاز - عدم تقارن بیش از حد ولتاژ سه فاز و شوک ناشی از قطع و وصل متوالی برق

#### پژوهش کنید



در مورد مزایا و معایب بی متال های حرارتی و کنترل بار پژوهش نمایید. بی متال در برابر تغییرات دمای محیطی رفتاری تا حدودی متفاوت دارد؛ یعنی مثلاً در اردبیل یک جور عمل می کند بوشهر یک جور دیگر، اما کنترل بار چنین نیست از طرف دیگر کنترل بار با وجود قطعات الکترونیک قدرت در مدارات و افزایش هارمونیک ها این موضوع روی عملکرد آن تأثیر دارد اما بی متال چنین نیست.

#### پژوهش کنید



در مورد رله کنترل فاز - بار و نحوه و چگونگی عملکرد آن پژوهش نمایید. این تجهیز که به یکی از پرکاربردترین تجهیزات در برق صنعتی تبدیل شده ترکیبی از کنترل فاز و کنترل بار است همان طور که در قسمت های قبل توضیح



داده شد برای راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز نیاز است که حفاظت‌هایی در مدار انجام دهیم تا در برابر اختلالات ولتاژ و جریان به الکتروموتور ما آسیبی وارد نشود، همچنین مداراتی را یاد گرفتیم که در آنها از دو تجهیز حفاظتی کنترل بار و کنترل فاز استفاده می‌کردیم و همانطور که در بالا گفتیم کنترل فاز بار ترکیبی از این دو تجهیز است.

مزایای کنترل فاز بار نسبت به کنترل فاز و کنترل بارهای معمولی :

اساساً نیاز است کنترل بار و کنترل فاز در اکثر مدارهای برق صنعتی کنار هم باشند و یک آمپر متر هم برای نمایش جریان نیاز هست پس به ct جهت اندازه‌گیری هم نیاز داریم، این تجهیز این مسئله را حل کرده است عملاً چهار تجهیز در یک دستگاه قرار دارد.

قابلیت‌های کنترل فاز بار

۱ جلوگیری از آسیب رسیدن به الکتروموتور در برابر اختلالات ولتاژ

۲ جلوگیری از آسیب رسیدن به الکتروموتور در برابر اختلالات جریان

۳ نمایش جریان مصرفی الکتروموتور

۴ دارا بودن ct داخلی که هم برای کنترل بار استفاده می‌شود و هم برای آمپر متر عبور مستقیم سیم تا قطر ۲۵ میلی‌متر و حداکثر جریان ۶۰ آمپر)

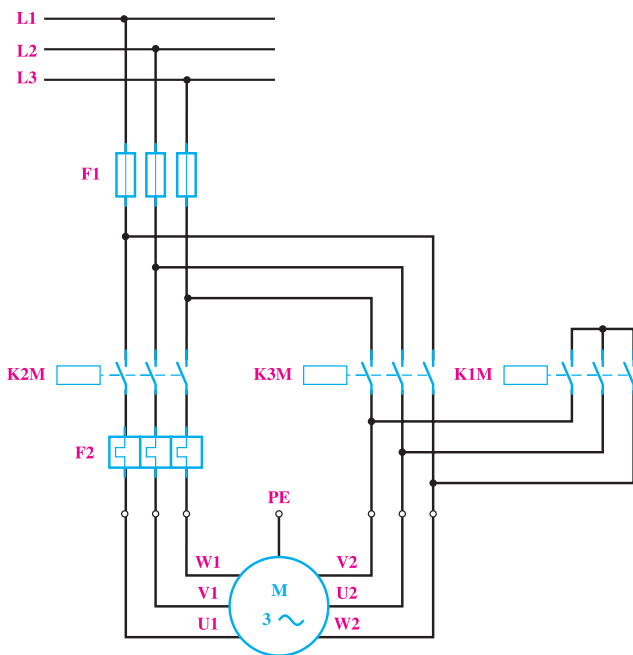
#### فعالیت کلاسی



مدار قدرت راه‌اندازی موتور به صورت ستاره مثلث را طبق مطالب گفته شده تکمیل و حروف سر و ته کلاف‌ها را بر روی موتور بنویسید. مدارات راه‌اندازی ستاره مثلث هم جزو مهم‌ترین و کاربردی‌ترین مدارات در صنعت می‌باشد که با وجود وسایلی همچون درایو و سافت استارتر، هنوز از مقبولیت خاصی برای موتورهای با توان پایین برخوردار است بنابراین باید این مبحث با دقت تدریس گردد و همکاران ارجمند نکات زیر را به هنرجویان جهت طراحی مدار گوشزد نمایند:

در طراحی مدار قدرت حتماً بایستی دقت گردد که هنگام اتصال مثلث فازها به درستی به موتور متصل گردد تا اتصال صحیح مثلث انجام گیرد .

مدار فرمان داده شده فقط نمونه‌ای از مدار ستاره مثلث است که ابتدا کنتاکتور ستاره و سپس کنتاکتور اصلی وارد مدار می‌شود. به هنرجو توصیه کنید که مدارات دیگری نیز طراحی نموده و با بستن بر روی تابلو آزمایش نماید و نقاط قوت و ضعف هر یک را بیان کند.



۱ مقدار جریان بی متال مدار قدرت بر چه اساس انتخاب می شود؟

پرسش



جدول زیر جدول انتخاب کنتاکتور، بی متال و فیوز برای موتورهایی که به صورت ستاره مثلث راه اندازی می شوند

ولتاژ ۲۲۰-۲۴۰ V		ولتاژ ۳۸۰ V		جریان کنتاکتور	جریان بی متال	جریان فیوز
KW	HP	KW	HP	A	A	A
۴	۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۲	۷-۱۰	۱۶
				۱۲	۷-۱۰	۲۰
۵/۵	۷/۵	۱۰	۱۳/۵	۱۲	۱۰-۱۲	۲۰
		۱۱	۱۵	۱۶	۱۳-۱۸	۲۵
۷/۵	۱۰	۱۵	۲۰	۱۶	۱۳-۱۸	۳۲
۱۰	۱۳/۵	۱۸/۵	۲۵	۲۵	۱۸-۲۵	۴۰

## فصل اول: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های برق صنعتی

۱۱	۱۵			۲۵	۱۸-۲۵	۴۰
				۲۵	۱۸-۲۵	۵۰
		۲۲	۳۰	۴۰	۲۳-۳۲	۵۰-۶۳
۱۵	۲۰			۴۰	۲۳-۳۲	۶۳
۱۸/۵	۲۵	۳۰	۴۰	۴۰	۳۰-۴۰	۶۳
				۴۰	۳۰-۴۰	۸۰
				۴۰	۳۰-۴۰	۸۰
۲۲	۳۰	۳۷	۵۰	۶۳	۳۸-۵۰	۸۰
				۶۳	۳۸-۵۰	۱۰۰
		۴۵	۶۰	۶۳	۴۸-۵۷	۱۰۰
۳۰	۴۰	۵۵	۷۵	۶۳	۵۷-۶۶	۱۲۵
۳۷	۵۰			۸۰	۶۰-۸۰	۱۲۵
۴۵	۶۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۷۵-۱۰۵	۱۶۰
				۱۲۵	۷۵-۱۰۵	۲۰۰
۵۵	۷۵	۹۰	۱۲۵	۱۲۵	۹۵-۱۲۵	۲۰۰

شرح جدول فوق: این جدول برای موتورهای آسنکرون روتور قفسه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد که راه‌اندازی آن به صورت ستاره مثلث باشد.

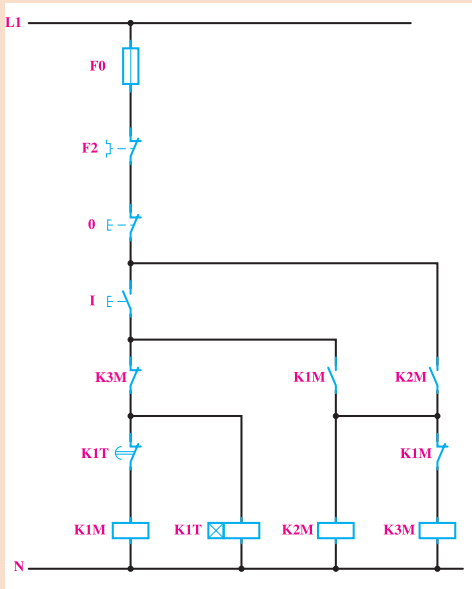
مثال قبل (راه‌اندازی مستقیم)، یعنی موتور ۲۲KW یا ۳۰HP را در نظر می‌گیریم. طبق جدول، کنتاکتور مورد نیاز ۴۰ آمپر و بی‌متال آن ۲۳-۳۲ آمپر و فیوز مورد نیاز ۵۰-۶۳ آمپر خواهد بود. علت کاهش آمپر کنتاکتور و بی‌متال نسبت به حالت راه‌اندازی مستقیم این است که در اتصال مثلث، که اتصال دائم کار موتور است، جریان مصرفی موتور از دو کنتاکتور به صورت موازی عبور می‌کند. بنابراین، هر کنتاکتور باید حدود ۵۸/۰ جریان اصلی را تحمل کند. به همین ترتیب چون بی‌متال، روی یکی از کنتاکتورها قرار می‌گیرد، جریان تنظیمی آن کاهش می‌یابد.

- ۲ چنانچه بی‌متال F۲ بعد از فیوزهای F۱ قرار گیرد رنج بی‌متال چگونه انتخاب می‌شود؟ در این صورت باید از جدول راه‌اندازی مستقیم جهت رنج بی‌متال استفاده گردد.
- ۳ چنانچه بی‌متال F۲ بعد از کنتاکتور K۳ قرار گیرد رنج بی‌متال چگونه انتخاب می‌شود. قرار گرفتن بی‌متال بعد از K۳ و یا K۲ هیچ تفاوتی با هم ندارد.

فعالیت کلاسی

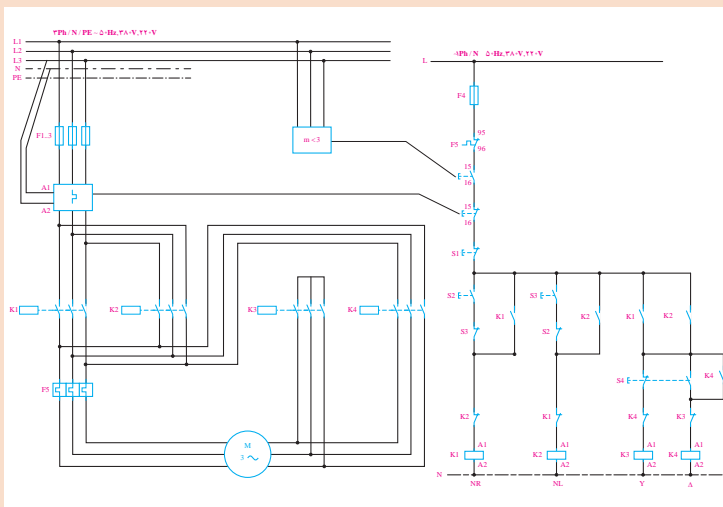


مدار فرمان روبه‌رو که مربوط به ستاره مثلث اتوماتیک می‌باشد را تکمیل نمایید.

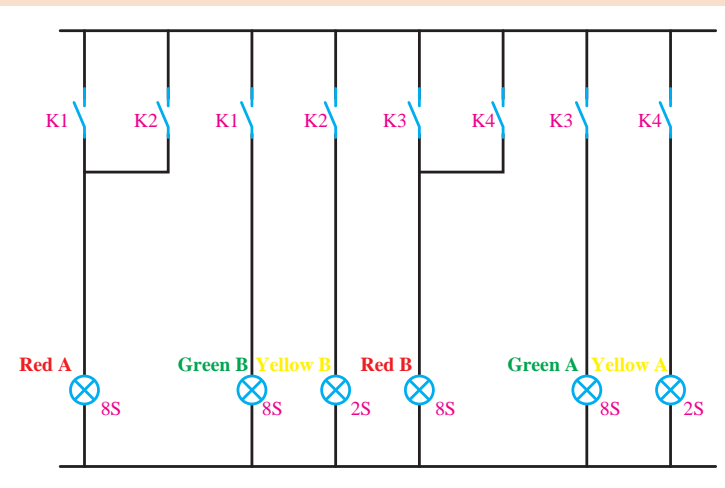
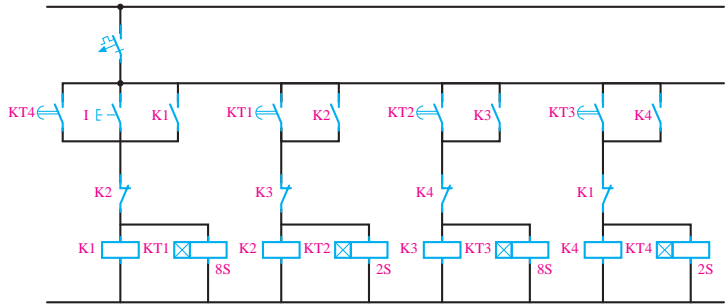


۱ مدار فرمان و قدرت یک موتور سه فاز ستاره مثلث چپ‌گرد راست‌گرد را همراه با کنترل فاز و کنترل بار طراحی و ترسیم نموده و بر روی تابلو آزمایش نمایید.

پروژه



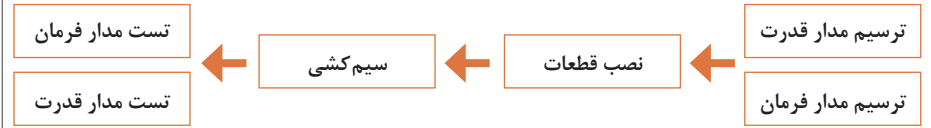
۲ مدار فرمان و قدرت چراغ راهنمایی و رانندگی



## ارزشیابی پایان شایستگی

شرح کار:

طراحی نقشه، سیم کشی و اجرای یک موتور سه فاز ستاره مثلث چپ گرد - راست گرد 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 - نصب صحیح قطعات - سیم کشی صحیح - عملکرد صحیح مدار فرمان و مدار قدرت

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

الف) شرایط

- ۱ اجرا در کارگاه برق صنعتی ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳ تهویه استاندارد و دمای  $20 \pm 3^{\circ}C$
- ۴ ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵ وسایل ایمنی استاندارد ۶ زمان ۱۰۰ دقیقه

ب) ابزار و تجهیزات

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

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	رسم مدار فرمان	۲	
۲	رسم مدار قدرت	۲	
۳	نصب صحیح قطعات	۱	
۴	رعایت اصول سیم کشی	۱	
۵	تست مدار فرمان	۳	
۶	تست مدار قدرت	۳	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار؛</li> <li>۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی؛</li> <li>۳ تمیز کردن گیره و محیط کار؛</li> <li>۴ رعایت دقت و نظم.</li> </ol>	۲	
	میانگین نمرات		*

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

## فصل ۲

### نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور 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.

## شایستگی انتخاب سافت استار و اینورتر مناسب جهت

### راه اندازی نرم موتورهای الکتریکی

هدف‌های این شایستگی عبارت‌اند از:

- بررسی معایب راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کنتاکتورالکترو مکانیکی؛
- 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 سافت استار 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. امروزه خیلی از دستگاه‌های صنعتی و خانگی و وسایل نقلیه الکتریکی یا ترکیبی (هیبریدی) انرژی الکتریکی را به انرژی حرکتی تبدیل می‌کند. چیزی که ما کمتر به آن توجه می‌کنیم چگونگی به حرکت در آوردن موتور آنها از صفر تا دور نامی است. هدف ما در این پودمان راه‌اندازی موتورهای اسنکرون به صورت الکترونیکی و امکان کنترل سرعت است. با توجه به اینکه مطالب این کتاب برای صنعت بیان شده ما هم فقط انواع روش‌هایی که برای به حرکت در آوردن و یا راه‌اندازی موتورهای صنعتی استفاده می‌شود را بیان می‌کنیم.

اکثر موتورهای الکتریکی در صنعت از نوع موتورهای القایی اسنکرون سه فاز می‌باشد.

آبایمی‌دانید





## فصل دوم: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی

اساتید و هنر آموزان با ایجاد بازدید از کارخانجات صنعتی و آشنا شدن هنرجویان خواهند دید که حدود ۹۰ درصد موتورهای استفاده شده از نوع اسنکرون است.

### پرسش



آیا از مراکز صنعتی بازدید نموده‌اید؟  
 آیا تا به حال در این فکر بوده‌اید که در این مراکز از چه نوع موتوری استفاده می‌شود؟  
 همچنین ابتدا هنرآموزان باید با ایجاد سؤال از هنرجویان دلیل استفاده زیاد از موتورهای القایی چیست؟ بررسی مزایا و معایب انواع موتورهای الکتریکی در کلاس بحث شود و دلیل انتخاب موتورهای القایی بیان شود.

### جدول مقایسه انواع موتور الکتریکی

نوع موتور	مزایا	معایب
اسنکرون	اتصال آسان به منبع سه فاز خود راه‌انداز هستند عدم نیاز به تعمیر و نگهداری ارزان قیمت هستند سادگی ساختمان و استحکام هزینه نگهداری پایین	سرعت ثابت نیست کنترل دور آن به نسبت به موتورهای دیگر سخت‌تر است ضریب قدرت نسبتاً پایین و ثابت جریان راه‌اندازی بالا (۳-۷ برابر جریان نامی). گشتاور استارت پایین در بار کم ضریب قدرت کم دارد حساس به ولتاژ ورودی (کاهش ولتاژ افزایش جریان)
سنکرون	دارای ضریب قدرت مناسب و قابل تنظیم بازده بسیار بالا به نوسان ولتاژ حساس نیست استفاده در ولتاژ بالا می‌توان به عنوان مولد استفاده کرد.	برای راه‌اندازی به راه‌انداز خارجی دارد نیاز به منبع DC برای روتور و برق سه فاز تحمل بار ناگهانی و بالا رو ندارد. در هنگام راه‌اندازی باید محور توسط یک نیرو یا انرژی خارجی به حرکت درآید و علاوه بر آن روتور آن هنگام کار نیاز به بوق DC دارد موتور در برابر همه بارهای ناگهانی ممکن است متوقف شود.
DC موتور	دقت قابل قبول در کنترل سرعت گشتاور یکنواخت کنترل و راه‌اندازی آسان تأمین مناسب گشتاور در سرعت‌های پایین امکان کنترل مستقل دور از گشتاور تنظیم سرعت با تغییر ولتاژ	استهلاک بالا و هزینه تعمیر و نگهداری بالا قیمت نسبتاً بالا نیاز به جریان DC برای راه‌اندازی پاسخ سرعت نه چندان مناسب راندمان نسبتاً پایین تغییر سرعت نسبت به بار

<p>توان خروجی محدود دوران با پله ثابت قادر به تغذیه بار با اینرسی زیاد نیست. پرش و نوسان زیاد راندمان کم بازدهی پایین: موتور بدون بار، جریان قابل توجهی را می‌کشد. گشتاور با سرعت نسب عکس دارد. نیاز به درایور برای حرکت نرم عدم فیدبک عدم گشتاور بالا در نسبت اینرسی داغ شدن موتور صدای موتور در سرعت‌های بالا توان خروجی پایین درایورهای نسبتاً گران</p>	<p>کنترل دیجیتالی ساده توقف ناگهانی بدون آسیب بدون جاروبک بدون نیاز به فیدبک ساختمان مکانیکی ساده راه‌اندازی ساده و ارزان</p>	<p>استپ موتورها</p>
<p>نیاز به انکودر حداکثر گشتاور محدود به ۱٪ پهنای باند است. موتور تحت بار دائم صدمه می‌بیند. انتخاب سخت موتور، انکودر و سرو درایور مناسب. در گشتاور ماکزیمم، جریان تغذیه ۱۰ برابر جریان میانگین می‌شود. حداکثر توان موتور در حداکثر سرعت رخ می‌دهد. بنابراین استفاده از گیربکس ضروری به نظر می‌رسد. خنک‌کاری موتور ضعیف می‌باشد قیمت بالا راه‌اندازی و کنترل نسبتاً پیچیده</p>	<p>توان بالا نسبت به حجم قدرت لحظه‌ای بالا راندمان بالا گشتاور بالا. جریان مصرفی وابسته به بار صدای آرام موتور حتی در سرعت‌های بالا ارتعاش و رزونانس پایین</p>	<p>سرو و موتورها</p>

با توجه به انواع موتورهای الکتریکی موتورهای القایی سه فاز نسبت به دیگر موتورها دارای ساختمان ساده‌تر و نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارد. با بررسی انتخاب موتور القایی چگونگی راه‌اندازی آن را شروع می‌کنیم. با توجه به فصل قبل راه‌اندازی با کلیدها و کنتاکتور اشاره می‌شود و سپس فعالیت کلاسی مورد بحث قرا می‌گیرد.

معایب استفاده از کنتاکتور را برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی بررسی کنید.  
قطع و وصل با صدا  
خرابی بر اثر گرد و غبار  
خوردگی کنتاکت‌ها  
ایجاد قوس الکتریکی در هنگام قطع و وصل

فعالیت



سرعت کم برای قطع و وصل  
ایجاد لرزش و ضربه هنگام قطع و وصل  
ایجاد جریان القایی در قسمت سیم‌پیچ بوبین برای مدارات کنترل

انجام فعالیت با کمک هنرآموز با استفاده از روش تفحص گروهی:  
هدف از این فعالیت ایجاد یک فضای تبادل نظر مابین هنرجویان برای ارائه راه  
کارهایی بابت حل مشکل کنتاکتور  
کشف واکنش:

در این مرحله هنرآموز تلاش می‌کند هنرجویان خود را برای واکنش در برابر رفع  
عیب‌های کنتاکتور پیشنهاداتی بیان شود که بررسی آنها برای دانش‌آموزان جالب  
خواهد بود.

مثال چگونگی اندازه‌گیری سرعت قطع و وصل یک کنتاکتور در شرایط ایدئال  
(در کارگاه تیغه بسته را با بوبین کنتاکتور سری کرده و با دستگاه‌های اندازه‌گیری  
فرکانس یا تعداد قطع و وصل آن را اندازه‌گیری می‌کنیم)  
نمایش فیلم یا تست کنتاکتور با یک جریان بالا در یک محیط تاریک برای دیدن  
قوس الکتریکی کنتاکت‌ها  
اتصال یک کنتاکتور بزرگ به بدنه تابلو آموزشی و خاموش روشن کردن آن و تست  
ایجاد لرزش و ایجاد صدا در هنگام قطع و وصل

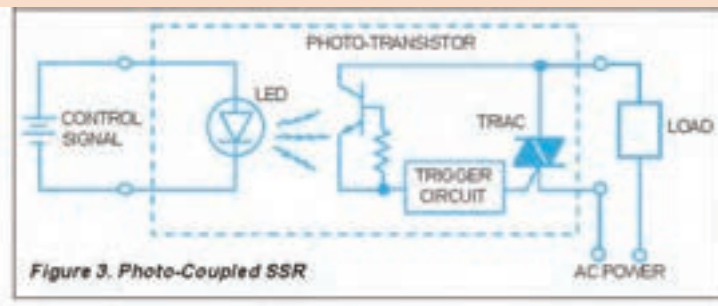
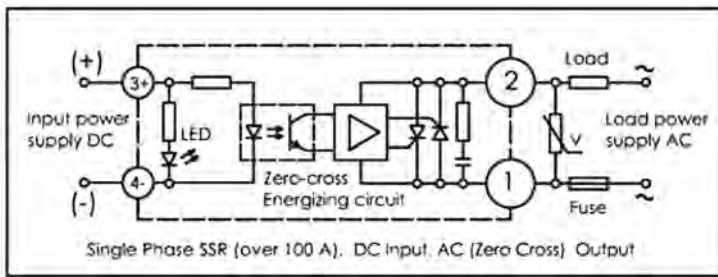
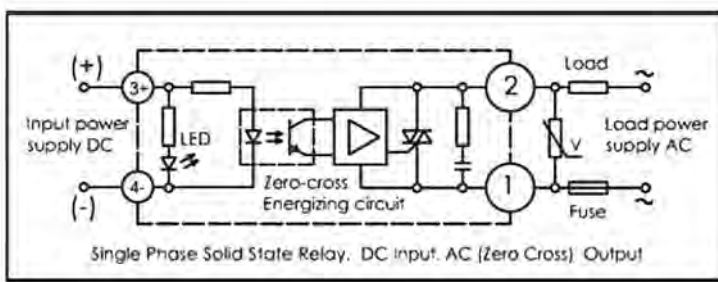
## روش پیشنهادی تدریس برای آموزش و شناسایی SSR

برای درک بهتر دانش‌آموزان یادآوری مدارات الکترونیکی و ترانزیستوری که در  
سال‌های قبل آشنا شده‌اند و هیچ کدام یک از عیب‌های کنتاکتور را نداشته و  
سپس اشاره به قطعات الکترونیکی که در برق متناوب استفاده می‌شود. مثل  
ترایاک و تریستورها

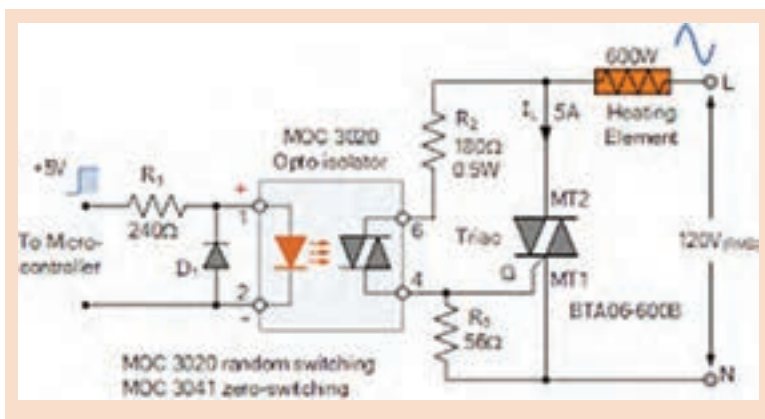
### دانستنی‌های هنرآموز

SSR مجموعه‌ای از قطعات الکترونیکی هستند شامل یک ترایاک یا دو عدد  
تریستور در نوع تک فاز و در مدل‌های سه فاز سه عدد ترایاک و یا ۶ عدد  
تریستور که توسط قطعه‌ای به نام اپتوترایاک (اپتو کوپلر) ایزوله نوری شده که  
قسمت فرمان و قسمت قدرت در این قطعه هیچ ارتباط الکتریکی ندارد  
شکل‌های زیر دیاگرام داخلی یک SSR تک فاز را نشان می‌دهد.  
می‌توان در قالب یک پروژه و یک نقشه ساده دانش‌آموزان یک SSR تک فاز

ساخته و سپس با ۳ عدد آن یک SSR سه فاز ساخته و در کارگاه تست کنند.



می توان برای ساخت کار عملی با استفاده از چند قطعه یک SSR تک فاز و سه فاز ساخت.



#### فعالیت کلاسی



۱ مزایای استفاده از رله حالت جامد (SSR) را نسبت به کنتاکتور بررسی کنید.  
 ۲ کاتالوگ یک رله حالت جامد (SSR) را انتخاب و ساختمان داخلی، ولتاژ فرمان، ولتاژ و جریان قدرت را بررسی کنید.

زمان پاسخگویی رله‌های الکترونیکی SSR بسیار سریع‌تر از رله‌های الکترومکانیکی و کنتاکتورها بوده و زمان سوئیچینگ آنها، در حد میکروثانیه یا میلی ثانیه است. رله الکترونیکی SSR در هنگام سوئیچینگ قوس ایجاد نمی‌کند (این رله الکترونیکی مناسب برای مکان‌های قابل انفجار است). رله الکترونیکی SSR به دلیل نداشتن قطعات متحرک دارای عمر بالاتری است. رله SSR، در برابر ضربه و لرزش مقاوم‌تر می‌باشد. در قسمت کنترل، جریان القایی ایجاد نمی‌کند. عملکرد رله الکترونیکی SSR، بدون صدا می‌باشد. ابعاد فیزیکی رله الکترونیکی SSR از کنتاکتورها کوچک‌تر است. عایق اپتیکال بین مدار کنترل و مدار مصرف طول عمر بسیار بالا (حدود یک میلیارد بار عملکرد) سرعت عمل بسیار بالا، در زمان قطع و وصل خروجی (۸۰ بار در ثانیه) عایق‌بندی مناسب جهت استفاده در مکان‌های مرطوب و پر گرد و غبار دارای قطعات متحرک نبوده، بنابراین جرقه نمی‌زند، ایجاد نویز نمی‌کند و سر و صدای مکانیکی ندارد قطع و وصل‌های غیر مکانیکی احتمال جرقه‌زدن را از بین برده و مناسب محیط‌های قابل احتراق می‌باشد حداقل توان لازم جهت قطع و وصل خروجی (۳۲ - ۳ ولت DC) یا (۲۶۵ - ۲۰ ولت AC/DC) با جریان کمتر از ۱۳ میلی آمپر SSRها با توجه به برند و شرکت سازنده کاتالوگ متفاوتی دارند که در انتهای کتاب و CD چند نوع آن مثال زده شده است.

Rated current	Control voltage	Rated operational voltage	Rated operational current	Reference
No.	3-22 VDC	40-485 VAC	25 A	ES1ADP032DC480025R
			40 A	ES1ADP032DC480040R
	60 A		ES1ADP032DC480060R	
	120 A		ES1ADP032DC480100R	
	33 A		ES1ADP280AC480033R	
	40 A		ES1ADP280AC480040R	
	60 A		ES1ADP280AC480060R	
	100 A		ES1ADP280AC480100R	

در جدول بالا شماره SSR و جریان قابل تحمل آن و ولتاژ قطع و وصل و ولتاژ کنترل آن ذکر شده است.

آیامی‌دانید



در رله حالت جامد (SSR) تیغه فرمان وجود ندارد. به همین جهت برای روشن ماندن آن لازم است تغذیه 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. برای آموزش راحت‌تر می‌توان گفت SSR همانند یک شاسی استارت و یک کنتاکتور عمل می‌کند و تازمانی که استارت فشرده شود کنتاکتور برق قدرت را وصل می‌کند و برای روشن ماندن نیاز به تیغه‌های کمکی دارد و در SSR تیغه کمکی وجود ندارد بنابراین به تجهیزات جانبی نیاز دارد. به عبارت دیگر SSR همانند یک اپتوکوپلر قوی است.

### روش پیشنهادی تدریس برای فعالیت کارگاهی این پودمان

برای تدریس فعالیت‌های کارگاهی این پودمان از روش تدریس کارگاهی استفاده می‌کنیم.

کارگاه برای هنرجویان، محیطی است که اطلاعات جدید از طریق بینش، توسعه ایده‌ها و تفسیر اطلاعات، رشد می‌یابند. و کار عملی، فعالیت است که در جریان آن، فراگیران با به کار بردن وسایل و مواد به خصوصی درباره مفهومی خاص، عملاً تجربه کسب می‌کنند. کار عملی معمولاً در کارگاه انجام می‌گیرد، اما نداشتن کارگاه مجهز یا وسایل مناسب در مدرسه، نباید دلیلی برای انجام ندادن کار عملی باشد. در بعضی موارد، برای انجام دادن کار عملی در کلاس، وسایل بسیار ساده‌ای لازم است که معلم و حتی دانش‌آموز می‌تواند به آسانی آنها را تهیه کند.

\*روش کارگاهی هنرجویان را مستقیماً با موضوع آموزشی درگیر می‌کند؛ زیرا این روش بر این تأکید دارد که خود هنرجو به کمک ابزارهای آموزشی، درس مربوطه را عملاً تجربه کند.

\* روش کارگاهی بسیاری از قوای حسی هنرجویان را به فعالیت وا می‌دارد و این کار خود سبب تقویت یادگیری انفرادی می‌شود برای مثال، هنگامی که هنرجو یادگیری را به روش کارگاهی تجربه می‌کند، می‌تواند اشیا را لمس کند، ببیند، بو کند، بچشد و به صداها گوش دهد. هنرجو حتی قادر است برخی مواد را شخصاً کار کند.

\* وقتی هنرجو با استفاده از وسایل و ابزارها، مهارتی را کسب می‌کند و یا کاری را انجام می‌دهد و یا درصد کشف محیط جدیدی بر می‌آید، عملاً احساس مسئولیت می‌کند.

\* هنگامی که هنرآموز و هنرجویان، به روش کارگاهی در کنار هم کار می‌کنند، حس تعاون و مشارکت در میان آنان تقویت می‌شود.

\* روش کارگاهی زمینه‌ساز یادگیری سایر مباحث مشابه است؛ زیرا تجربیات حاصل در کسب مهارت‌ها و شناخت‌های خارج از مدرسه بسیار مؤثرند. و بالاخره اینکه:

\* روش کارگاهی سبب رشد و گسترش مهارت‌هایی می‌شود که در مجموع هنرجویان را به سوی مطالعه و تحقیق بیشتر سوق می‌دهد.

### مراحل روش کارگاهی

#### الف) مرحله آماده‌سازی

هر آزمایش سه مرحله دارد. در اولین مرحله، مسئله مورد آزمایش برای هنرجویان مطرح می‌شود تا پیرامون کشف راه‌های حل آن مسئله فکر کنند. مثلاً اگر قرار باشد که راجع به اتصالات SSR آزمایشی انجام شود، هنرآموز مسئله را به صورت سؤال مطرح می‌کند:

آیا مقدار جریان مصرف‌کننده برای SSR اهمیت دارد؟

دومین مرحله، انجام آزمایش است که در آن هنرجویان با وسایلی که در اختیار دارند، آزمایش‌های لازم را انجام می‌دهند.

در گام دوم: با خواندن جریان نامی موتور از روی پلاک و جریان قابل تحمل SSR و مقایسه کردن هردو آیا می‌توان موتور موجود در کارگاه را با SSR راه‌اندازی کرد یا نه.

#### ج) مرحله جمع‌بندی

سومین مرحله این است که هنرجویان جریان و نتیجه آزمایش‌هایی را که انجام داده‌اند یادداشت می‌کنند. برای اینکه یادداشت کردن جریان و نتیجه آزمایش بهتر صورت گیرد، از رهنمودهای صفحه بعد استفاده کنید:

۱ هرگز اجازه ندهید که هنرجو جریان و نتیجه آزمایش را از روی تابلو یا نوشته‌ای رونویسی کند؛ زیرا رونویسی مانع از این می‌شود که هنرجو فکر خود را پیرامون آزمایش متمرکز کند.

۲ نحوه یادداشت کردن را برای هنرجویان مشخص کنید؛ زیرا ممکن است لازم باشد که هنرجویان در یادداشت خود چگونگی را شرح دهند و یا آزمایش طوری باشد که یادداشت مختصر کافی باشد. یا ممکن است لازم شود که هنرجویان در یادداشت، شکل و نمودار هم رسم کنند.

۳ ضمن اینکه از هنرجویان می‌خواهید که در یادداشت نتیجه آزمایش از الگوی مشخصی استفاده کنند، در تنظیم آن برای دانش‌آموز آزادی عمل قائل شوید.

۴ از نظر دستوری بهتر است از حالت معلوم فعل‌ها استفاده شود و جمله‌ها به صورت مجهول (ابهام) بیان نشوند. مثلاً اگر بنویسیم: بعد از اندازه‌گیری مقاومت‌ها، مشاهده شد (با اهم متر) که مقاومت حالت ستاره، از مقاومت حالت مثلث بیشتر است، بهتر است تا اینکه بنویسیم «مقاومت ستاره از مثلث بیشتر است.»

۵ چون هنرجویان آزمایش را به‌طور گروهی انجام می‌دهند، بهتر است در یادداشت خود از هم‌کلاسان خود نیز نام ببرند. مثلاً بنویسند: «من و حسن، مقاومت‌ها را اندازه‌گیری کرده و متوجه شدیم که مقاومت حالت ستاره بیشتر از مثلث می‌باشد...» این کار موجب می‌شود که یادداشت برای دانش‌آموز خاطره‌انگیز باشد و روح جمعی در آنان تقویت شود. ولی اگر آزمایش را شخصاً انجام می‌دهند، در یادداشت، از اول شخص مفرد استفاده کنند. مثلاً بنویسند: «مقاومت‌ها را اندازه‌گیری کردم...»

برای اینکه دانش‌آموزان دلیل استفاده از رله را متوجه شوند بهتر است که با یک منبع خارجی با ولتاژ برابر با ولتاژ کنترل SSR، SSR را روشن و خاموش کنند تا حس کنند که این قطعه همانند یک کنتاکتور بدون تیغه‌های کمکی موتور را روشن و خاموش می‌کند بر این اساس اهمیت رله فرمان در این کار عملی بهتر درک می‌شود.

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

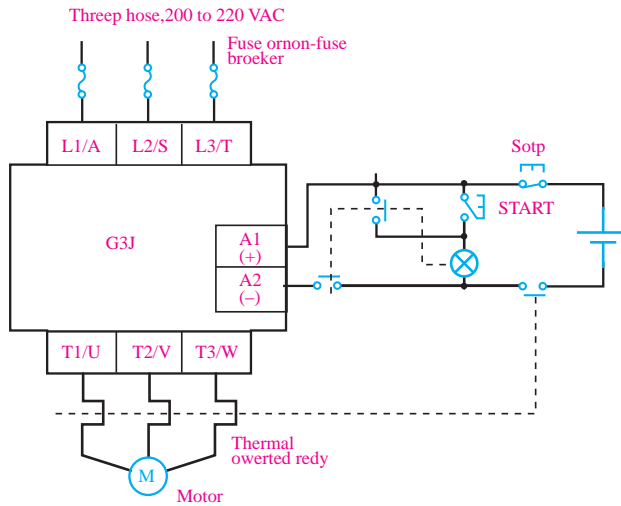
فعالیت  
کارگاهی



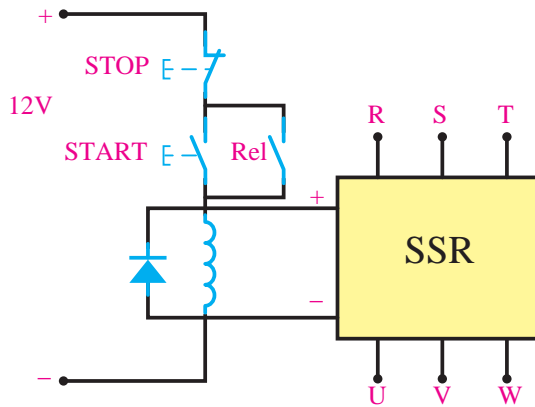


فصل دوم: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی

با توجه به مطالب صفحه قبل برای روشن ماندن SSR یک رله در مدار نیاز است. مدار (دیگرام) که در کاتالوگ برای راهنمایی استفاده شده است.



در تصویر بالا از استاندارد قدیم برای نمایش استوپ استارت استفاده شده است.



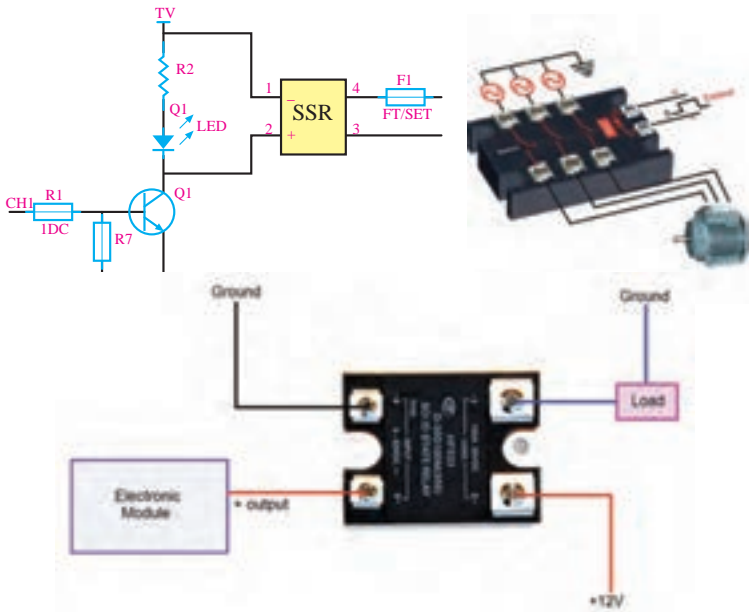
مدار بالا همانند مدار قبلی است فقط با استاندارد جدید ترسیم شده. حتماً در مدار دیود هرز گرد استفاده شود (برخی رله‌ها دارای دیود هرز گرد داخلی هستند) چون ممکن است در لحظه خاموش شدن ولتاژ خود القایی بوبین رله به تغذیه SSR آسیب وارد کند.

حتماً ولتاژ بوبین رله‌های فرمان با تغذیه SSR برابر باشد.



با استفاده از رله 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 امکان پذیر باشد.

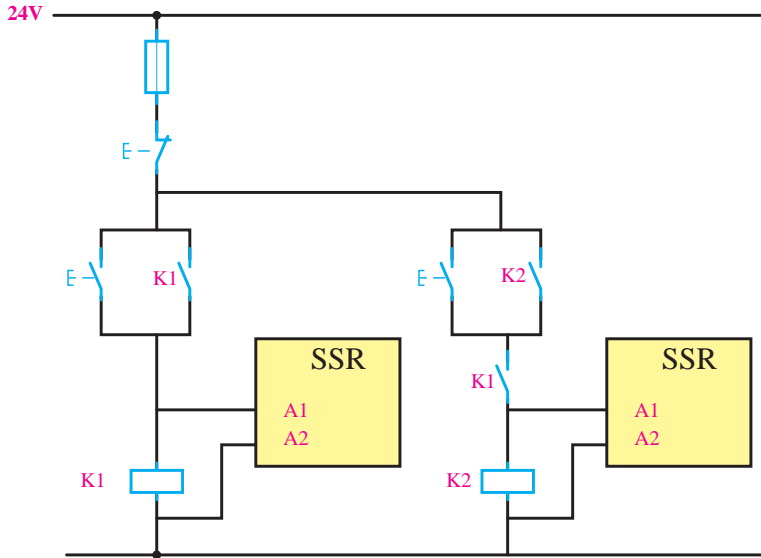
برای اینکه یک یادآوری و تمرین برای برنامه‌نویسی باشد به جای استفاده از رله فرمان دانش‌آموزان از برد اردینو یا میکرو برای این کار عملی استفاده کنند.



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



مدار یکی پس از دیگری را با رله‌های فرمان مونتاژ کرده و تغذیه SSR را با بوبین رله‌های فرمان موازی می‌کنیم.



#### روش تدریس:

در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به مبحث جریان راه‌اندازی موتورهای القایی به صورت مستقیم و یا ستاره مثلث آماده کند و شروع به تدریس و انجام فعالیت‌ها نماید:

- ۱ چرا موتورهای القایی زیاد استفاده می‌شوند؟
- ۲ علت افت ولتاژ هنگام راه‌اندازی موتورهای القایی چیست؟
- ۳ در مورد موتورهای با توان بالا، چنانچه موتور مستقیم به شبکه وصل شود چه اتفاقاتی ممکن است رخ بدهد؟
- ۴ چگونه نوسانات ولتاژ بر روی مدارات فرمان تأثیر می‌گذارد؟

#### دانستنی‌های هنرآموز:

با توجه به مزایای موتورهای القایی، اکثر موتورهای استفاده شده در صنعت موتورهای القایی رتور قفسی هستند در هنگام راه‌اندازی ۴ تا ۷ برابر جریان نامی موتور جریان از شبکه دریافت می‌کنند که این امر مشکلات زیادی به همراه دارد. از جمله ایجاد افت ولتاژ در شبکه در حدی که ولتاژ مدار فرمان توانایی روشن نگه داشتن کنتاکتور را نداشته باشد و باعث می‌شود کنتاکتورها خاموش شوند (اگر بوبین ۲۲۰ ولتی ولتاژی کمتر از ۱۸۰ ولت وصل کنیم بوبین جذب نمی‌کند و اگر

افت ولتاژ به این حد برسد کنتاکتورهای که قبلاً روشن بودند خاموش خواهند شد). یکی دیگر از مشکلات جریان راه‌اندازی گرم شدن کابل‌ها و تجهیزات انتقال برق است و برای جبران باید تجهیزات بیش از قدرت نامی موتور و مصرف‌کننده‌ها انتخاب شود، گرم شدن سیم‌پیچی موتور و هزینه‌های بالا برای ایجاد یک شبکه قوی که در برابر جریان‌های زیاد مقاوم باشد.

که در روش‌های راه‌اندازی کنتاکتوری از راه‌اندازی ستاره و مثلث استفاده می‌شود. ولی در توان‌های بالا راه‌انداز دو ضرب هم جواب‌گو نیست و در حالت استارت و یا تبدیل از حالت ستاره به مثلث باعث می‌شود که ولتاژ از حد مشخص کمتر شود و بوبین کنتاکتورها ضعیف شده و کنتاکتور خاموش شود (قطع شود). بر این اساس با استفاده از تجهیزات الکترونیک صنعتی توانسته‌اند مشکل جریان راه‌اندازی را حل کنند.

روش دیگری نیز استفاده از موتورهای مخصوص (روتور سیم‌پیچی) است که تقریباً با ورود تجهیزات الکترونیکی کمتر استفاده می‌شود. علاوه بر اینکه کنترل جریان راه‌اندازی موتور انجام می‌شود مزیت‌های مکانیکی زیادی برای افزایش عمر تجهیزات موتور و دستگاه‌ها دارد.

#### آیا می‌دانید



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

به چند علت در توان‌های بالا از راه‌انداز نرم استفاده می‌شود

۱) موتورهای کوچک به صورت یک ضرب راه‌اندازی می‌شوند

۲) جریان راه‌اندازی موتورهای کوچک زیاد بالا نیست و در صنعت مقرون به صرفه نیست.

۳) قیمت راه‌انداز نرم برای موتورهای کوچک و اینورتر تفاوت چندانی ندارد و مقرون به صرفه نیست.

۴) در موتورها به جای اتصال برق به موتور به جای ۶ سیم برای ستاره و مثلث از ۳ سیم استفاده می‌شود که در مسیرهای طولانی مثل شناورهای پمپاژ آب ارزش اقتصادی استفاده از راه‌انداز نرم بیشتر می‌شود.

#### بحث کنید



مزایای راه‌انداز نرم را نسبت به راه‌اندازی موتور با کنتاکتور SSR بررسی کنید. با توجه به اینکه راه‌اندازی با SSR مزایایی دارد ولی همانند کنتاکتور عمل می‌کند و جریان راه‌اندازی آن با کنتاکتور برابر است.

### مزایای استفاده از راه‌انداز نرم:

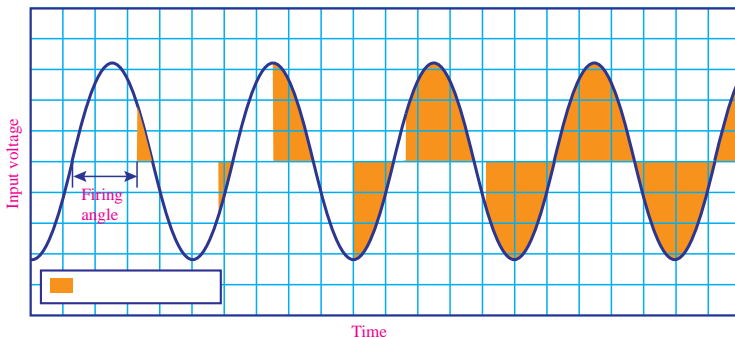
مصرف کمتر انرژی الکتریکی در هنگام راه‌اندازی الکتروموتور. نظارت دیجیتالی بر جریان الکتروموتور با دقت بالا. (در مدل‌های نمایشگردار و دیجیتالی ولی برخی مدل‌ها ساده با پتانسیومتر تنظیم می‌شوند نظارت بر جریان ندارد) نظارت دیجیتالی بر ترتیب فاز، ولتاژ و فرکانس برق شبکه قبل از راه‌اندازی و چه در زمان راه‌اندازی و در هنگام کار الکتروموتور. (با استفاده از سافت استارت نیاز به کنترل بار، بی‌متال، کنترل فاز نمی‌باشد) کنترل تغییرات احتمالی بار مکانیکی الکتروموتور در حین عمل راه‌اندازی و تشخیص آن و حفظ ایمنی و سلامت ماشین. استفاده از روش بای پس در مدار الکتریکی برای حفظ ایمنی و افزایش عمر ادوات مدار راه‌انداز و کم شدن استهلاک آنها.

### اصول کار راه‌انداز نرم

برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. ابتدا به ساختمان موتور اشاره می‌کنیم و سؤال می‌کنیم که چه چیز باعث حرکت روتور می‌شود. با جواب دادن میدان دوار با توجه به پودمان گذشته ادامه می‌دهیم. این میدان دوار از چه چیزی تشکیل شده است؟ جواب: مشخص است میدان مغناطیسی دوار است. پس یک میدان مغناطیسی باعث به حرکت در آوردن موتور می‌شود جزئیات را بررسی کنیم. چه پارامتری در موتور مستقیم با میدان مغناطیسی در ارتباط است؟ جواب: جریان سیم‌پیچ‌ها است. هرچه جریان بیشتر باشد میدان مغناطیسی بیشتر است. حال با توجه به اشاره به قطعات نیمه‌هادی برق متناوب ادامه می‌دهیم چگونه می‌توان جریان را در یک سیم‌پیچ کنترل کرد؟ جواب: با کنترل ولتاژ خواهیم توانست کنترل جریان انجام دهیم و با بررسی شکل صفحه بعد نحوه کنترل روشن و خاموش شدن یک فاز توسط تریستورها، کنترل سطح ولتاژ را آموزش خواهیم داد. در این شکل نشان می‌دهد با کنترل زمان روشن بودن یک قسمت از شکل موج میانگین ولتاژ کنترل می‌شود.

بر این اساس با داشتن یک جریان ثابت یک میدان مغناطیسی ثابت خواهیم داشت که مزیت‌های الکتریکی و مکانیکی خوبی برای موتور دارد.

TYPICAL SOFT- START FIRING ANGLE SEQUENCE



دانستنی‌های هنر آموز:

## کنتاکتور بای پس

علت استفاده از کنتاکتور بای پس کاهش تلفات حرارتی است. همان‌طور که می‌دانیم با عبور جریان از نیمه‌هادی‌ها، نیمه‌هادی‌ها گرم می‌شوند حال این گرما ناخواسته و به‌صورت تلفات است و عمر مفید نیمه‌هادی رو کاهش خواهد داد و حتی اگر گرما بیش از حد شود سوختن نیمه‌هادی را به همراه خواهد داشت. در راه‌انداز نرم هنگام راه‌اندازی و توقف ما به کنترل کردن برق موتور نیاز داریم و در هنگام کار برق شبکه به‌طور مستقیم به موتور وصل است. با توجه به نکات بالا در هنگام کار عادی موتور یک کنتاکت دوسر نیمه‌هادی‌ها قرار می‌گیرد تا از عبور جریان از نیمه‌هادی‌ها جلوگیری کند. به کنتاکتوری که با نیمه‌هادی‌ها موازی می‌شود کنتاکتور بای پس می‌گویند. در برخی مدل‌ها این کنتاکتور در داخل دستگاه قرار دارد و در برخی دیگر ترمینال‌هایی روی دستگاه تعبیه شده که کنتاکتور بیرون از دستگاه قرار گیرد به راه‌انداز نرم با کنتاکتور داخلی سافت استارت بای پس دار گویند.

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.

ترجمه کنید



### ترجمه گوگل

برخی از نرم‌افزارهای Startup همچنین می‌توانند عملکرد نرم‌افزاری را در برنامه‌های کاربردی اجرا کنند که در آن یک توقف ناگهانی می‌تواند مشکلاتی ایجاد کند. نمونه‌هایی از جمله پمپ‌هایی هستند که در آن توقف سریع می‌تواند بر روی چکش‌های آب و تسمه‌های نقاله که در آن مواد می‌توانند آسیب ببینند، اگر کمربندهای بیش از حد به سرعت گیر می‌کنند، توالی توقف نرم‌افزاری از نیمه‌هادی قدرت مشابه برای نرم استفاده می‌کند.

### مفهومی

برخی از راه‌اندازها می‌توانند یک تابع و شرایط برای خاموش کردن تهیه کند برای توقف‌های ناگهانی که باعث مشکل می‌شود. نمونه آن پمپ‌هایی که دارای توقف سریع است و هنگام خاموش شدن مثل چکش ضربه می‌زند (پمپ‌هایی که آب را عمودی هدایت می‌کنند و هنگام خاموش شدن فشار آب داخل لوله محور را سریع متوقف و جهت را عکس می‌کند) و مثل نوار نقاله‌ها برای انتقال مواد که برای خاموش شدن همانند راه‌انداز نرم آرام متوقف شود و از پرتاب شدن مواد روی آن جلوگیری می‌کند.

### فعالیت کلاسی



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

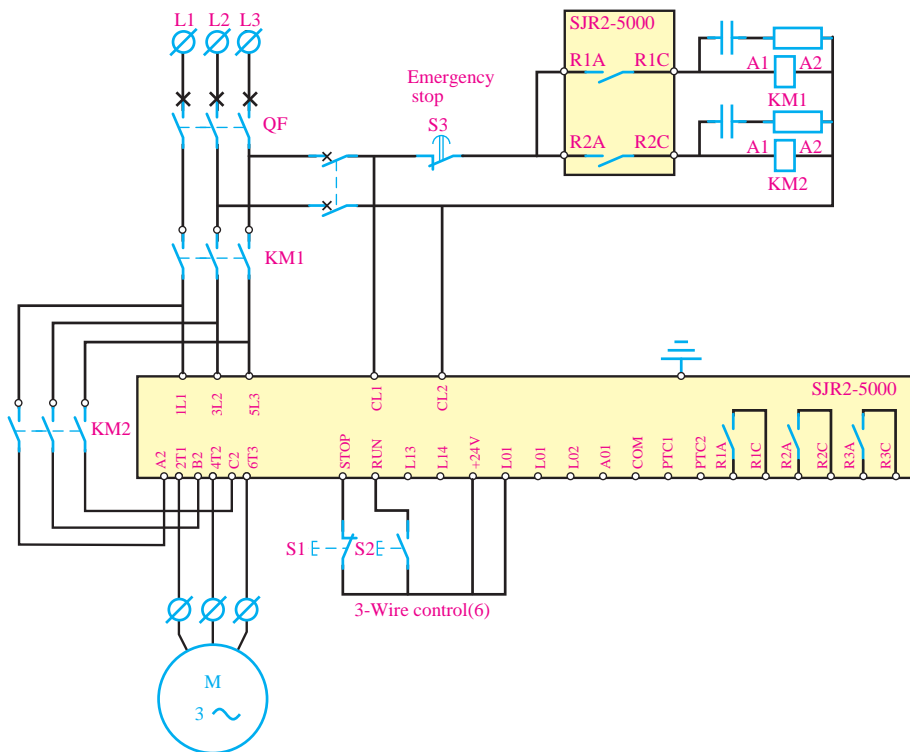
عوامل محیطی مثل گرد و غبار و رطوبت و بخارات اسیدی باعث خوردگی در مدارات می‌شوند که بر این اساس بردهای الکترونیکی آن را عایق می‌کنند. در برخی بردها فقط برد مسی را با یک لایه روکش (معمولاً سبز) می‌پوشانند ولی بردهای صنعتی را با یک لایه رزین یا روکش پلیمری برد و پایه قطعات را می‌پوشانند.

### فعالیت کارگاهی



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

بهترین دیاگرام برای اتصالات و سیم‌بندی کاتالوگ خود دستگاه می‌باشد چون براساس مدل و مشخصات ولتاژ تغذیه داخلی و ترمینال‌های فرمان آن متفاوت است.



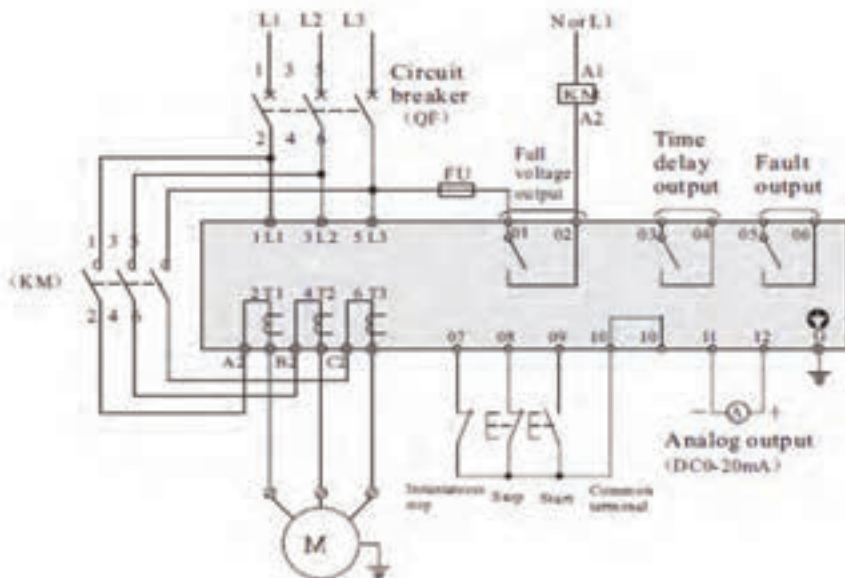
چرا خروجی کنتاکتور بای پس، مستقیم به سرهای موتور وصل نمی‌گردد؟ چون برای اندازه‌گیری جریان موتور و حفاظت در برابر نوسانات ولتاژ و جریان باید جریان الکتریکی از داخل ترانس‌های جریان داخل سافت استارت عبور کند بر این اساس حتماً کنتاکتور بای پای باید با نیمه‌هادی‌ها موازی شود نه با کل دستگاه، بر این اساس ترمینال‌هایی جدا برای کنتاکتور بای پس قرار می‌دهند.

پرسش





## فصل دوم: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی



در شکل بالا ترانس‌های جریان در خروجی مشخص شده است برای اندازه‌گیری جریان موتور برای اضافه بار و اتصال کوتاه و کنترل جریان راه‌اندازی و توقف.

### فعالیت کلاسی



دیگرام سیم‌کشی یک راه‌انداز نرم (Soft Starter) همراه بای پس را رسم کنید. در راه‌انداز نرم با آی پس داخلی کنتاکتور را در داخل راه‌انداز نرم قرار داده‌اند و نیازی به استفاده از کنتاکتور خارجی نمی‌باشد و در خروجی فقط سه ترمینال دارد.

### پژوهش کنید



با توجه به کاتالوگ دستگاه مربوط، کدهای نمایش داده شده بر روی کی پد چه پیغام‌هایی را شامل می‌شود؟  
\* کاتالوگ سانپو - سافت استارتر سانپو

SJR 2000

SJR 5000

مقدار نمایش داده شده	وضعیت
۱- NLP ۲- RDY	سافت استارتر هنوز فرمان راه‌اندازی را دریافت نکرده است: ۱- مدار قدرت وصل است. ۲- مدار قدرت وصل نیست.

TBS	تأخیر در نظر گرفته شده برای راه‌اندازی هنوز سپری نشده است.
HEA	سافت استارتر در حال تحریک موتور می‌باشد.
	سافت استارتر با فرمان شروع پارامترهای انتخاب شده جهت نمایش روی صفحه نمایشگر (منوی SUP). این پارامتر در کارخانه به صورت پیش فرض روی جریان موتور تنظیم شده است.
BRL	ترمز سافت استارتر
STB	سافت استارتر منتظر دریافت پیام استارت/استپ در حالت Cascade می‌باشد.

نکاتی که هنگام تدریس و انجام این فعالیت باید مد نظر قرار گیرد.

ترمینال‌ها در هنگام سیم‌کشی باید بدون برق باشد.  
 ترمینال CL<sub>1</sub> و CL<sub>2</sub> برای تغذیه داخلی سافت استارت است و باید برای شروع به کار آن این دو ترمینال برق دار باشد.  
 در مدار یک کلید اصلی وجود دارد QF که برق کل مدار را قطع و وصل می‌کند.  
 دو عدد کنتاکتور وجود دارد که یکی برق قدرت ورودی راه‌انداز را کنترل می‌کند که در مواقع خاموشی ولتاژ مدارات الکترونیکی قدرت قطع باشد، این کار عمر قطعات را افزایش می‌دهد زیرا نوسانات ولتاژ شبکه ممکن است نیمه‌هادی‌ها را در حالت خاموش هم آسیب بزند.  
 کنتاکتور دوم کنتاکتور بای پس است که پس از راه‌اندازی موتور کنتاکتور بای پس وارد مدار شده و جریان موتور را از خود عبور می‌دهد.

هر دو کنتاکتور توسط خود سافت استارت کنترل می‌شود.

نکته



کنتاکتور اول با روشن کردن جذب می‌شود و کنتاکتور دوم موقع کار مداوم موتور جذب می‌شود.  
 کلیدهای فرمان نیز برای استارت کردن و دیگری برای استوپ و استوپ اضطراری استفاده می‌شود.

فصل دوم: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی

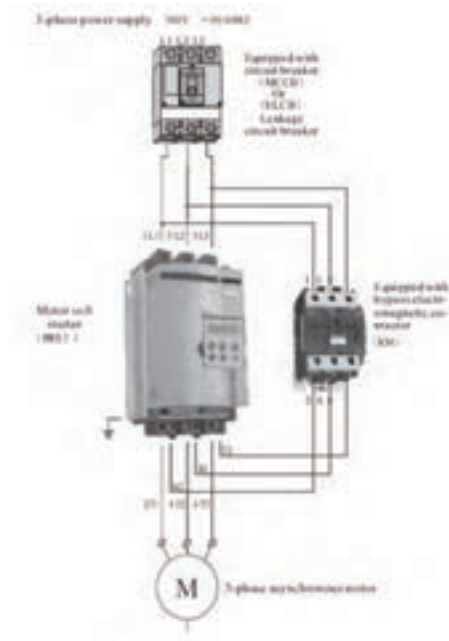
فعالیت  
کارگاهی



با توجه به سیم‌کشی فعالیت بالا، تنظیمات راه‌انداز نرم (Soft Starter) را طبق موتور موجود در کارگاه باخیز 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.

Code	Description	Setting range	Factory setting
1	<i>I<sub>n</sub></i> Nominal motor current	0.4 and 1.3 ICL	1 ICL
2	<i>I<sub>LE</sub></i> Limiting current	150 to 100% of I <sub>n</sub> , limited to 300% of ICL	400% of I <sub>n</sub>
3	<i>A<sub>CC</sub></i> Acceleration ramp time	1 to 60 s	15s
4	<i>T<sub>90</sub></i> Initial starting torque	0 to 100% of T <sub>n</sub>	20%
5	<i>S<sub>TY</sub></i> Selection of the type of stop	0, 1, F	F
6	<i>d<sub>EC</sub></i> Deceleration ramp time	1 to 60 s	15s
7	<i>E<sub>DC</sub></i> Threshold for changing to free-wheel stop mode at the end of deceleration	0 to 100%	20%
8	<i>b<sub>rc</sub></i> Internal braking torque level	0 to 100%	50%
9	<i>E<sub>bR</sub></i> Pseudo-continuous braking time	20 to 700%	20%

مدار قدرت راه‌انداز با کنتاکتور بای پس



## تنظیمات در مدل دیگری از راه اندازها

F1378	Time of soft start	2-60S	F1376	Effective under voltage range mode; when code FB is set 1, the modification is effective.
F2078	Time of soft stop	0-60S	F2074	When it is set at 0, it is the stop, N is not set at 0.
F2080	Current limiting when starting	50-500%	F5400	Effective under current limiting mode; when code F1 is set at 0, the modification is effective; and set at 1, the max current limiting value 400%.
F2000	Max working current	50-200%	F2100	The input mode of parameter F6 and F7 is controlled by F9.

با توجه به مدل سافت استارت و کاتالوگ مربوطه زمان راه اندازی ACC می باشد و زمان توقف DEC که طبق جدول بالا قابل تنظیم می باشد.

با توجه به کاتالوگ، دیگر گروه تنظیمات مانند PRO – DRC – I/O را بررسی کنید.

PRO

تنظیمات مربوط به حفاظت از جمله گرما و زمان زیر بار ماندن یا بار جریان کمتر از حد مصرف کند و...

DRC

تنظیمات پیشرفته مثل گشتاور و ولتاژ و.....

I/O

تنظیمات برای ورودی ها و خروجی های فرمان

فعالیت کلاسی



با توجه به کاتالوگ، خطاها و عمل های ایجاد خطا و روش های رفع خطا را بررسی کنید.

فعالیت کلاسی



با توجه به کاتالوگ راه انداز نرم مربوطه خطاها بررسی شود. با توجه به مدل این راه انداز در جدول شکل زیر انواع خطاها مورد بررسی قرار گرفته:

کد خطا	دلیل احتمالی	طریقه رفع خطا
INF	خطای داخلی	تغذیه سافت استارت را یکبار قطع و دوباره وصل نمایید.
OCF	خطای اضافه جریان	سافت استارت را خاموش نمایید.
PIF	خطای توالی فاز	دو فاز ورودی را با یکدیگر عوض کنید و یا پارامتر PHR را تغییر دهید.

## فصل دوم: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی

EEF	خطای حافظه داخلی	تغذیه کنترل سافت استارتر یعنی $CL^1$ و $CL^2$ را یکبار قطع و دوباره وصل نمایید.
CEF	به هنگام برقرار شدن سافت استارتر فاقد تنظیم معتبر است.	تنظیمات را به تنظیمات کارخانه برگردانید.
CF <sup>1</sup>	وضعیت نامعتبر	تنظیمات را به تنظیمات کارخانه برگردانید.
PHF	یک فاز قطع شده است	برق ورودی را بررسی نمایید.
FRF	فرکانس تغذیه مشکل دارد.	برق ورودی را بررسی نمایید.
USF	خطای برق ورودی به هنگام راه‌اندازی	ولتاژ و جریان برق تغذیه را بررسی نمایید.
CLF	خطای برق تغذیه کنترل برد سافت استارتر	برق تغذیه یعنی $CL^1$ و $CL^2$ بیش از ۲۰۰ میلی ثانیه قطع شده است
SIF	خطای پورت ارتباطی	پورت ارتباطی RS ۴۸۵ را بررسی نمایید.
ETF	خطای خارجی	خطاهای خارجی احتمالی را بررسی نمایید.
STF	خطای طولانی شدن زمان راه‌اندازی	مکانیسم تنظیمات را بررسی نمایید.
OLC	خطای افزایش جریان	مکانیسم تنظیمات را بررسی نمایید.
OLF	خطای حرارتی موتور	مکانیسم تنظیمات را بررسی نمایید.
OHF	خطای حرارتی سافت استارتر	مکانیسم تنظیمات را بررسی نمایید.
OTF	خطای حرارتی موتور که توسط پورت PTC تشخیص داده شده است.	مکانیسم تنظیمات را بررسی نمایید.
ULF	خطای افت جریان	مدارات مربوطه را بررسی نمایید.
LRF	خطای قفل شدن موتور در حالت عملکرد طبیعی موتور	مکانیسم تنظیمات و عملکرد موتور را بررسی نمایید.

برای تدریس این قسمت از روش تدریس تسلط‌یاب استفاده می‌کنیم.

۱] در مرحله آماده‌سازی درس، هنرآموز اهداف این بخش، رابطه بین محتوای درس با یادگرفته‌های پیشین را تعیین می‌کند.

به‌طور مثال می‌توان با سؤالاتی از قبیل اینکه :

الف) معایب سافت استارتر چیست؟

ب) آیا موتورها در صنعت همیشه نیاز به یک سرعت یکسان دارند؟

ج) چون که در محیط پیرامون خود به‌طور ساده سرعت را کنترل می‌کنند؟

۲] راه حل دیگری برای کنترل سرعت چیست؟

چقدر صنعت به کنترل سرعت نیاز دارد؟

چند مثال کاربرد برای کنترل سرعت اطراف خود بزنید.



راه‌انداز نرم چه معایبی دارد؟  
 برای رفع این معایب چه پیشنهادهای دارید؟  
 راه‌انداز نرم فقط برای کاهش جریان راه‌اندازی استفاده می‌شود.  
 راه‌انداز نرم فقط در هنگام راه‌اندازی در مدار قرار می‌گیرد و بعد وارد شدن کنتاکتور بای پس قطعات الکترونیک قدرت از مدار خارج می‌شوند.  
 راه‌انداز نرم تأثیری در ضریب توان ندارد.  
 راه‌انداز نرم فقط ولتاژ را می‌تواند کنترل کند در هنگام راه‌اندازی.  
 برای افزایش عمر سافت استارت استفاده از کنتاکتور الزامی است.  
 راه‌انداز نرم نوسان ولتاژ شبکه را نمی‌تواند کنترل و جبران کند (نامتقارن بودن ولتاژها).  
 استفاده از اینورتر.  
 هنرآموز باید به نکات زیر دقت کند:  
 در کاهش سرعت به روش مکانیکی افزایش قدرت نیر انجام می‌شود ولی در دستگاه‌های اینورتر گشتاور و قدرت ثابت خواهد ماند.  
 با توجه به نوع کاربرد دستگاه‌ها ممکن است هم از روش‌های مکانیکی و هم از روش الکترونیکی استفاده شود.



□ اصول کار موتورهای الکتریکی  
 □ کتاب مرجع سیم‌پیچی شرکت سیم‌واکی فارس  
 □ کتاب سیم‌پیچی هنرستان نظام قدیم  
 □ سیم‌پیچی موتورهای الکتریکی  
 اصول عملکرد موتور دالاندر و دو سرعت چیست؟  
 در موتور دالاندر و دو سرعت با تغییر در اتصال سیم‌پیچ‌ها قطب‌های استاتور تغییر می‌کند و باعث تغییر سرعت می‌شود.  
 در موتور دالاندر یک سیم‌پیچ قرار دارد که اتصالات موتور را تعویض کنیم سرعت آن نیز تغییر می‌کند.  
 نسبت سرعت در موتور دالاندر ضریب ۲ است یا سرعت دو برابر می‌شود یا نصف در موتور دو سرعت دو سیم‌پیچ قرار دارد.  
 نسبت سرعت در موتور دو سرعت هیچ قانونی نداشته و بر اساس نیاز طراحی و سیم‌پیچی می‌شود.  
 در برخی موارد برای به دست آوردن چند سرعت ممکن است موتور دو سرعت سیم‌پیچی شود که یک سیم‌پیچ یا هر دو دالاندر باشد که حداکثر ۴ سرعت را می‌تواند داشته باشد.

## روش تدریس فصل اینورتر

هنرآموز با بیان مشکلات تغییر دور به روش مکانیکی و سیم‌پیچی موتور و تغییر سرعت به صورت پله‌ای و عدم کنترل بر سرعت راه کار جدید ارائه می‌دهد تا بتواند سرعت را کنترل کرد

براین اساس تغییرات ولتاژ و فرکانس مثال زده می‌شود که به صورت واقعی جواب نمی‌دهد و سبب سوختن موتور می‌شود.

اگر فقط ولتاژ تغییر کند در صورتی که ولتاژ از حدی کاهش پیدا کند جریان در سیم پیچی موتور کاهش یافته و میدان مغناطیسی دوار ضعیفی تولید می‌کند که باعث می‌شود موتور در زیر بار متوقف شود.

با متوقف شدن موتور و عدم حرکت روتور و عبور جریان از سیم‌پیچی موتور سوختن سیم‌پیچ را به همراه دارد.

اگر فرکانس به تنهایی تغییر کند مشکلات بیشتری به همراه دارد.

کاهش فرکانس در نتیجه راکتانس سلفی سیم‌پیچی کاهش یافته جریان زیادی از سیم‌پیچی عبور می‌کند که منجر به سوختن سیم‌بند می‌شود.

بر این اساس راهنمایی هنرآموز به این سمت می‌رود که باید هم‌زمان ولتاژ و فرکانس کنترل شود. (در این حالت جریان سیم‌پیچی تغییر نمی‌کند و قدرت موتور حفظ می‌شود)

### فعالیت کلاسی



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

کاهش انرژی مصرفی و لذا کاهش هزینه برق

کنترل و کاهش جریان راه‌اندازی در کنار داشتن گشتاور راه‌اندازی بالا و در نتیجه طولانی شدن عمر موتور

امکان تنظیم شتاب‌ها در زمان افزایش یا کاهش سرعت

کاهش چشم‌گیر هزینه‌های مکانیکی و خواب خط تولید به دلیل کم شدن تنش‌های مکانیکی در زمان‌های راه‌اندازی و توقف

امکان تغییر سرعت موتور

امکان پرش از فرکانس‌هایی که باعث نوسان مکانیکی سیستم می‌شود.

امکان داشتن سرعت‌های از پیش تعریف شده از جمله حالت Jog یا Inching

که در زمان سرویس و تعمیرات ماشین استفاده می‌شوند

امکان تغییر جهت حرکت موتور

اضافه شدن امکانات نرم‌افزاری برای مدیریت عملکرد کنترل دور

عدم نیاز به بی‌متال و کنتاکتورهای اصلی، چپ‌گرد، راست‌گرد، ستاره مثلث و کنتاکتور و مدارات ترمز DC یا ترمز الکترومکانیکی موتور

امکان استفاده از کابل‌های با سطح مقطع کمتر به خاطر کاهش جریان راه‌اندازی امکان کار موتور در شرایطی که ولتاژ ورودی متغیر است امکان کنترل از راه دور تغییر سرعت موتور بر اساس عوامل فیزیکی (سنسورها) افزایش راندمان موتور ایجاد سرعت بیشتر از سرعت نامی موتور و برنامه‌ریزی کردن حرکت از ویژگی‌های استفاده از اینورتر می‌باشند. اینورتر به صورت هوشمند میزان بار وارده به موتور را تشخیص داده و متناسب با همان بار، به موتور جریان می‌دهد و این جریان در بسیاری از مواقع از جریان نامی موتور کمتر است. در نتیجه باعث صرفه‌جویی در مصرف برق خواهد شد.

پژوهش کنید



تفاوت عملکرد اینورترهای جرثقیل و پمپ و فن‌ها را پژوهش کنید. بارهایی مثل جرثقیل و یا بالابرها و نوار نقاله‌ها و... بارهای سنگین نامیده می‌شوند چون از همان ابتدا نیروی زیادی را می‌خواهند تا بار حرکت کند ولی در مورد فن‌ها و پمپ‌ها این نیروی ابتدایی زیاد نیاز نیست و موتور با انرژی و قدرت کمی می‌تواند شروع به حرکت کند. بر این اساس در اینورترهای جرثقیل از قطعات با تحمل جریان بالاتری استفاده می‌شود تا در شروع به کار موتور قدرتی تا  $1/5$  برابر قدرت موتور جریان به موتور تحویل دهد تا شروع به کار کند.

- انواع مدل یک اینورتر در یک برند
- تفاوت بین اینورترهای یک شرکت
- بررسی کاتالوگ چند مدل اینورتر یک برند

آیا می‌دانید



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

در مواردی که ولتاژ ناپایدار است و یا فرکانس نوسان دارد مثل ژنراتورهای معمولی و... یا استفاده اینورتر سرعت موتور یکنواخت خواهد بود. و نکته قابل ذکر این است که اینورتر در برق ۵۰ یا ۶۰ هرتز می‌تواند سرعت خروجی یکنواخت تحویل دهد. سؤالی که ممکن است پرسیده شود این است که به چه علت فرکانس ورودی تأثیر گذار نیست در سرعت موتور؟ پاسخ: شرکت‌های تولید دستگاه‌های صنعتی هدف تولید دستگاهی را دارند که



## فصل دوم: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی

در تمام شرایط کار ایدئال و بدون تغییرات داشته باشد بر این اساس از اینورتر استفاده می‌کند.

مثلاً یک موتور در ایران سرعت ۱۴۵۰ دور دارد و در آمریکا ۱۷۵۰ دور که استفاده از اینورتر باعث می‌شود سرعت یکنواخت باشد.

در قسمت رکتیفایر و خازن‌ها هر شکل موجی وارد شود یکسو شده و با خازن‌ها به یک برق کاملاً dc تبدیل می‌شود.

لازم به ذکر است با توجه به مدل و نوع اینورترها قسمت رکتیفایر متعلقاتی دارد از جمله قسمت شارژ اولیه خازن‌ها برای جلوگیری از کشیدن جریان زیاد در لحظه وصل برق (چون خازن‌ها در زمان وصل شدن به برق جریان زیادی برای شارژ شدن می‌کشد) و سپس فقط برای گرفتن ریپل ولتاژ استفاده می‌شود.

در برخی دستگاه‌ها از تریستورها برای کنترل شارژ و یکسوسازی استفاده می‌شود.

### آزمایش برای تست جریان کشیدن اینورتر:

یک اینورتر را توسط یک لامپ سری به برق وصل کنید.

لامپ از نوع رشته‌ای ۱۰۰ وات استفاده شود.

هنگام وصل برق لامپ پر نور روشن می‌شود و پس از شارژ خازن نور لامپ کم می‌شود.

#### تذکر



این آزمایش نشان می‌دهد در لحظه اول جریان زیادی اینورتر نیاز دارد تا خازن شارژ شود ولی برای روشن ماندن جریان زیادی نمی‌خواهد و موتور به اینورتر متصل نباشد و یا راه‌اندازی نشود.

#### آیا می‌دانید



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



برای آموزش نمایش شکل موج اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند. تقریباً تمام اسیلوسکوپ‌های آنالوگ دارای کایدهای مشابهی می‌باشند که کلیدهای آن را به اختصار بیان می‌کنیم.

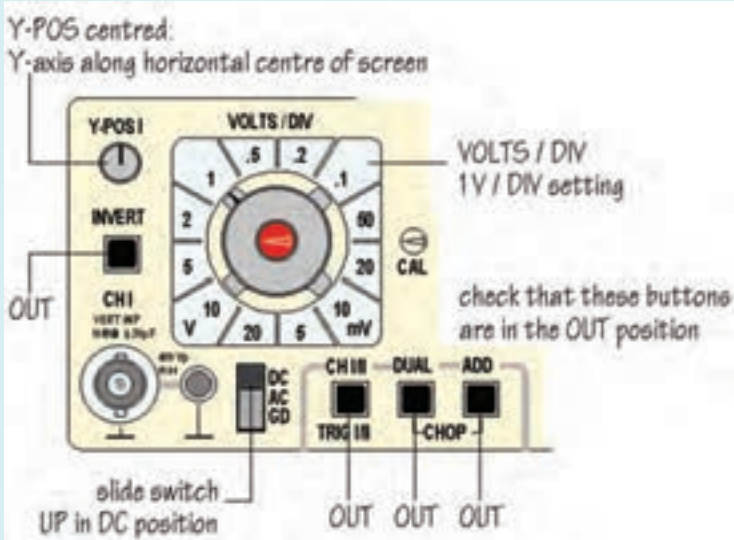
پژوهش کنید



- کار با اسیلوسکوپ
  - طرز استفاده از اسیلوسکوپ
- وظیفه هر کلید و مراحل نمایش یک شکل موج بر روی اسیلوسکوپ را شرح دهید.

کلیدهای روی اسیلوسکوپ در سه دسته تقسیم‌بندی می‌شود. اگرچه کلیدهای کنترلی اسکوپ‌های مختلف کمی با هم فرق می‌کند ولی در مجموع در اسکوپ‌های آنالوگ یک سری کلیدهای اساسی وجود دارد که اگرچه در ظاهر تفاوت‌هایی وجود دارد ولی در نهایت وظیفه آنها در مدل‌های مختلف یکسان است و در شکل زیر یکی از ساده‌ترین مدل‌ها رو می‌بینید.

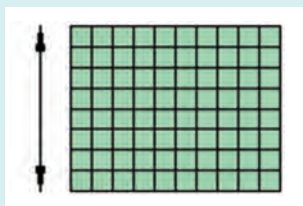
1 قسمت vertical:



- ۱-۱) CH1 : ورودی شماره یک اسیلوسکوپ
- ۲-۱) CH2 : ورودی شماره دو اسیلوسکوپ
- ۳-۱) کلید (AC\_GND\_DC)
- ۱-۳) مدار AC: اگر کلید روی این قسمت قرار گیرد فقط سیگنال جریان متناوب وارد اسیلوسکوپ می‌شود و از نمایش ولتاژ DC جلوگیری می‌شود.

۱-۳-۲) مدار DC: اگر کلید روی این حالت تنظیم شود سیگنال ورودی هر چه باشد (اعم از DC یا AC یا ترکیبی از هر دو) روی صفحه نمایش داده می‌شود. ۳-۳-۱) مدار GND: اگر این حالت انتخاب شود، ورودی اسیلوسکوپ به زمین وصل می‌شود و ارتباط الکتریکی بین پروپ و اسیلوسکوپ قطع می‌شود. این حالت برای تنظیم صفر اسیلوسکوپ کاربرد دارد.

۴-۱) ولوم VARIABLE: که بر روی سلکتور VOLT/DIV قرار دارد و برای کالیبره کردن دستگاه به کار می‌رود که باید همیشه در انتها علیه سمت راست قرار گیرد (جهت عقربه‌های ساعت بچرخونیم) تا ضریب ۱ داشته باشد. (برای صفر کردن خطای ولتاژ)



۵-۱) ولوم POSITION: با این ولوم می‌توان شکل موج روی صفحه نمایش را عمودی حرکت داد.

۶-۱) کلید mode: این کلید چهار وضعیت دارد: الف) CH۱ (ب) CH۲ (ج) DUAL (د) ADD بسته به اینکه بخواهیم از کدام یک از ورودی‌های اسکوپ استفاده کنیم می‌توانیم کلید MODE را تنظیم کنیم که به ترتیب از بالا به پایین اسکوپ، روی صفحه نمایش، کانال یک، کانال دو، دو موج را هم‌زمان و در وضعیت ADD، جمع ریاضی دو موج را نشان خواهد داد. ۷-۱) ولوم VOLT/DIV: با تغییر این پتانسیومتر دامنه موجی که در صفحه نمایش ظاهر می‌شود، تغییر می‌کند.

نکته: با تغییر مقیاس (مقدار VOLT/DIV) می‌توان هر شکل موجی را بر روی صفحه نمایش نشان داد. اسیلوسکوپ هیچ نوع دخل و تصرفی در (مقدار دامنه یا پریود) موج نمی‌کند و تنها مقیاس را تغییر می‌دهد. (صحیح‌ترین انتخاب مقیاس برای نشان دادن موج این است که شکل موج در ماکزیمم دامنه قابل دید (بزرگ‌ترین حالت پیک تو پیک) و داشتن ۱ یا ۲ پریود می‌باشد). ۸-۱) دکمه فشاری ALT: با فشار دادن این دکمه هر دو کانال با هم موج به اسیلوسکوپ داده و موج هر دو کانال با هم رسم می‌شود ولی شکل موج‌های آن در تمام لحظات با هم در صفحه اسیلوسکوپ دیده نمی‌شود. بلکه یک در میان روی صفحه حساس ظاهر می‌شوند.

۹-۱) دکمه فشاری CHOP: با فشار دادن این دکمه کانال ۱ و ۲ هر دو روشن شده و می‌توان دو موج جداگانه را توسط ورودی‌های این دو کانال به‌طور مجزا در صفحه اسیلوسکوپ مشاهده نمود.

نکته: یک دوره تناوب از یک موج را به طور کامل و بسیار سریع نمایش داده و بعد موج کانال دیگر را. اما این تغییر آنقدر سریع انجام می شود که ما آن را حس نمی کنیم. اما وضعیت CHOP به صورت انتخابی بریده هایی از یک موج و بریده هایی از یک موج دیگر را هم زمان نشان می دهد که ممکن است شکل موج در فرکانس های پایین با نقطه هایی خالی نشان داده شود.

۱- قسمت TRIGGER:

۱-۲) SOURCE: برای نمایش یک شکل موج پایدار در صفحه اسیلوسکوپ لازم است شکل موج جاروب کننده (SWEEP) با شکل موج ورودی سنکرون (هم زمانی) داشته باشد لذا برای سنکرون کردن لازم است یک شکل موج به آن اعمال شود که نوع این سیگنال سنکرون کننده در محل SOURCE به صورت زیر تعیین می شود.

۱-۲) CH<sub>1</sub> و CH<sub>2</sub>: اگر در یکی از این دو وضعیت باشد، باید برای پایدار بودن موج هر کانال در قسمت vertical در وضعیت مشابه source باشد یعنی اگر CH<sub>1</sub> بود، SOURCE هم CH<sub>1</sub> و اگر CH<sub>2</sub> بود، SOURCE هم باید CH<sub>2</sub> باشد (در این صورت اگر موج ثابت نشد از کلید LEVEL برای نگه داشتن موج استفاده می کنیم).

۲-۱) EXT: اگر در این وضعیت قرار گیرد می توان سیگنال جاروب کننده را از خارج توسط ترمینال (EXT-TRIG) راه انداز خارجی موج با فرکانس لازم را به صفحات افقی داد.

۳-۱) اگر فرکانس سیگنال همان فرکانس برق شهر باشد از دکمه INE برای تأمین سیگنال جاروب کننده استفاده می کنیم.

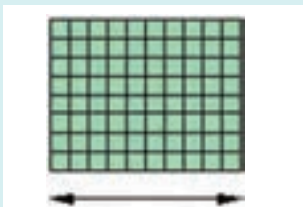
۲-۲) HEVEL: برای نگه داشتن موج به کار می رود.

۲-۳) SLOP: نمودار را نسبت به محور V قرینه می کند.

۲-۴) TRIC: تحریک کننده مدار می باشد.

۲- قسمت HORIZONTAL:

۳-۱) ولوم POSITION: با این ولوم می توان شکل موج روی صفحه نمایش گر را در جهت افقی حرکت داد.



۳-۲) سلکتور TIME/DIV: با تغییر این کلید پریود موج تغییر می کند. در نتیجه واحد زمان بر روی محور Tها عوض می شود. برای خواندن مقدار



پریود واقعی یک موج تعداد واحدهای دیده شده را در عدد TIM/DIV می‌کنیم. ذ ۰۶۳۳ در روی این سلکتور سه دسته تنظیمات برحسب ثانیه (S) میلی ثانیه (MS) و میکرو ثانیه (μS) وجود دارد که در موقع تبدیل باید به این واحدها توجه نمود.

۳-۳) ولوم SWP VAR: با این ولوم می‌توان تعداد بیشتری شکل موج را روی صفحه منعکس کرد. (برای صفر کردن خطای فرکانس)  
 ۳-۴) کلید فشاری ۱۰ MAG: با فشار دادن این کلید موج ۱۰ برابر می‌شود. پروب (PROBE): برای مشاهده شکل موج اعمال به اسیلوسکوپ در ابتدا با پروب سیگنال الکتریکی را به ورودی اسیلوسکوپ وصل می‌کنیم. سیم رابط اسیلوسکوپ از سه قسمت تشکیل شده است ۱- مغزی فلزی که به کانال اسیلوسکوپ وصل می‌شود و B.N.C نامیده می‌شود ۲- پروب که به مدار متصل می‌شود ۳- و سیم shield که پروب را به b.n.c متصل کرده است. در روی پروب کلید (×۱) و (×۱۰) وجود دارد. چنانچه دامنه سیگنال ورودی کم باشد از حالت ×۱ و چنانچه دامنه سیگنال ورودی بزرگ باشد از حالت ×۱۰ استفاده می‌شود. (در حالت ورودی ×۱۰ سیگنال ورودی ۱۰ برابر تضعیف می‌شود).

مدار داخلی پروب

نحوه اندازه‌گیری با اسیلوسکوپ:

قبل از شروع کار با اسیلوسکوپ باید دو کار انجام دهیم:

الف) تنظیمات اولیه: کلیدهای Gain Variable Control را که به صورت کلیدی کوچک‌تر بر روی کلیدهای Volt/DiV و Time/Div (طوسی رنگ) وجود دارد تا انتها در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید. در اسیلوسکوپ‌های آنالوگ کلیدهای کشویی روبه بالا و کلیدهای فشاری همه بیرون باید باشد. ب) کلید سه حالت AC- GND- DC را برای هر دو کانال در حالت GND قرار بدهید و با دستگیره Position محور عمودی را روی صفر قرار بدهید.

به وسیله کلیدهای Intensity و Focus به ترتیب شدت نور و نازکی موج رو تنظیم کنید و بعد از تنظیم زمین کلیدها رو در وضعیت DC قرار بدهید. **۱** اندازه گیری ولتاژ (دامنه):

تعداد خانه های عمودی محصور شده را از قله تا پایین ترین نقطه موج بشمارید و در Volt/Div آن کانال ضرب کنید. عدد به دست آمده اندازه دامنه P-P موج خواهد بود. به عنوان مثال اگر در حالتی که VOLT/DIV روی عدد ۲ و تعداد خانه های محصور شده توسط موج در راستای عمودی برابر ۳/۴ باشد آنگاه برای به دست آوردن مقدار ولتاژ از ضرب این دو عدد داریم:

$$\text{دامنه (ولتاژ)} = \text{عدد volt/div} \times \text{تعداد خانه های عمودی}$$

$$6/8 \text{ V} = 3/4 \times 2$$

**۲** اندازه گیری پریود یا فرکانس:

الف) تعداد خانه های افقی را که در امتداد یک دوره تناوب قرار گرفته اند در واحد Time/Div ضرب کنید و عدد به دست آمده را معکوس کنید تا فرکانس موج به دست بیاید. مثلاً عدد time/div روی ۵۰ ms و تعداد خانه های افقی در یک دوره برابر ۵/۲

$$\text{پریود} = T = \text{عدد time/div} \times \text{تعداد خانه های افقی}$$

$$260 \text{ ms} = 50 \text{ ms} \times 5/2$$

$$F = 1/T = 1/260 \text{ ms} = 3/8 \text{ Hz} \Rightarrow \text{فرکانس}$$

ب) روش تطبیق:

در این روش تطبیق موجی را که فرکانسش را می خواهیم به دست آوریم را با موجی که می توانیم فرکانسش را اندازه بگیریم مقایسه می کنیم، فرکانس معلوم را آنقدر تغییر می دهیم تا با فرکانس مجهول برابر شود به این ترتیب می توانیم مقدار فرکانس مجهول را بخوانیم.

**۳** اندازه گیری جریان:

همان طور که می دانیم از اسیلوسکوپ فقط برای اندازه گیری ولتاژ می توان استفاده کرد و نمی توانیم جریان را با آن اندازه بگیریم، برای این کار یک مقاومت اهمی در مدار سری می کنیم و طبق قانون اهم در این حالت داریم  $V=RI$  و  $R=1\Omega$  پس داریم  $V=I \times 1$  (یعنی  $V$  با  $I$  برابر خواهد بود) و با اندازه گیری ولتاژ در واقع جریان را هم اندازه گرفته ایم.

**۴** اندازه گیری اختلاف پتانسیل:

کلید INV این کلید سیگنال را معکوس می کند و برای محاسبه اختلاف پتانسیل استفاده می شود. به این صورت که اگر  $V_1$  ورودی CH۱ و  $V_2$  ورودی CH۲ باشد برای اختلاف پتانسیل  $V_2-V_1$  به صورت زیر عمل می کنیم:

CH<sub>1</sub> را با معکوس CH<sub>2</sub> جمع می‌کنیم (یعنی روی مد ADD قرار می‌دهیم و برای کانال دو دکمه INV زده می‌شود).

$$CH_1 [ADD] ([INV] CH_2) = CH_2 - CH_1 = V_2 - V_1$$

۵ اندازه‌گیری اختلاف فاز:

الف) روش حوزه زمانی: در این روش اسیلوسکوپ را در مدار DUAL قرار داده و سیگنال‌های کانال ۱ و ۲ را با هم نمایش می‌دهیم سپس از روی نمودار و با توجه به مقادیر T و T<sub>0</sub> و از روابط زیر اختلاف فاز را محاسبه می‌کنیم.

ب) روش لیسازور: در روش لیسازور برای محاسبه اختلاف فاز، اسیلوسکوپ را در مدار Y-X قرار می‌دهیم و بعد از ظاهر شدن شکل موج لیسازور پایدار با توجه به شکل ظاهر شده و رابطه زیر اختلاف فاز را محاسبه می‌کنیم. (بعد از وصل دو سیگنال به کانال‌ها ابتدا هر دو کانال را روی مد GND قرار می‌دهیم تا نقطه نورانی ایجاد شده را در وسط محور مختصات تنظیم کنیم. و سپس روی مدار DC قرار داده تا اختلاف فاز را به دست آوریم).

فعالیت  
کارگاهی



یک ولتاژ متناوب سه فاز با دامنه ۱۲ ولت را به صورت 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).

برای انجام این فعالیت استفاده از اسیلوسکوپ آموزش داده شود و سپس کار عملی انجام دهند.

ابتدا نحوه تست سیگنال اسیلوسکوپ آموزش داده شود.

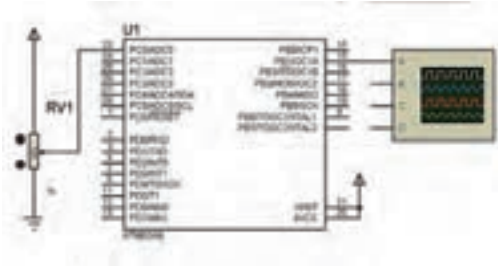
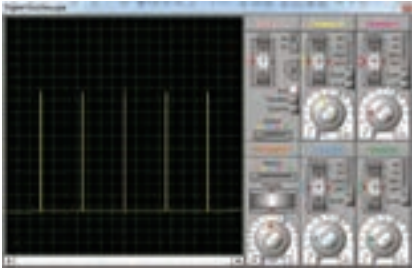
اسیلوسکوپ‌های آنالوگ برای کالیبره کردن کلید ولتاژ و زمان و تست پراپ و... یک پین خروجی دارد که یک شکل موج مربعی با فرکانس ۱ کیلو هرتز تولید می‌کند. حتماً برای نمایش شکل موج از ترانس هسته آهنی (سوئیچینگ نباشد) و یا سیگنال ژنراتور استفاده شود.

برای درک بهتر یک پل دیود و خازن را وصل کنند و شکل موج‌های آن را در چند مرحله ببینند.

برای شبیه‌سازی از نرم‌افزار پروتئوس استفاده کنید.

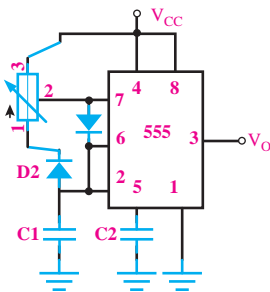


با استفاده از یک میکروکنترلر و یک ولوم، مداری بسازید که پالس‌های مربعی با سطح پالس متغیر از صفر تا صد درصد جهت سوئیچ‌زنی اِلمان‌های قدرت تولید کند.



در این پروژه می‌توانند از میکرو اتمگا ۸ و یا ۱۶ و یا ۳۲ استفاده کنند. با خواندن مقدار آنالوگ از پین آنالوگ ورودی میکرو و انجام یک عملیات ساده مقدار را بر ۴ تقسیم کرده و جایگزین مقدار پهنای پالس می‌کنیم البته با انتخاب نوع pwm شرایط مختلفی را می‌توان ایجاد کرد. در فایل ضمیمه برنامه کد ویژن و شبیه‌ساز پروتئوس قرار دارد. مدارهای داده مثل ۵۵۵ را می‌توان در برد امتحان کرد و نحوه تغییر پهنای پالس را می‌توان در اسیلوسکوپ مشاهده کرد.

این مدار را می‌توان با هزینه و زمان کم آماده نمود. خروجی ای سی شکل موج مربعی با پهنای پالس متغیر خواهد داشت با تغییر ولوم می‌توان پهنای پالس خروجی را تغییر داد.



با توجه به ساده بودن این مدار کارایی آن زیاد می‌باشد.

با تقویت خروجی آنکه بتواند جریان بیشتری را تحمل کند می‌توان برای کنترل نور لامپ‌های LED و موتورهای DC استفاده کرد.

هنرجویان این مدار را ساخته و با اضافه کردن یک ترانزیستور قدرت خروجی جریان را افزایش دهند.

با تغییر خازن C1 فرکانس خروجی ای سی تغییر می‌کند.

حتماً یک موتور DC را آزمایش کرده در دو فرکانس مختلف آزمایش کنند و نتیجه را اعلام کنند.

مثل ۱ کیلو هرتز و ۱۰ کیلو هرتز (ظرفیت خازن را ۱۰ برابر کنند)



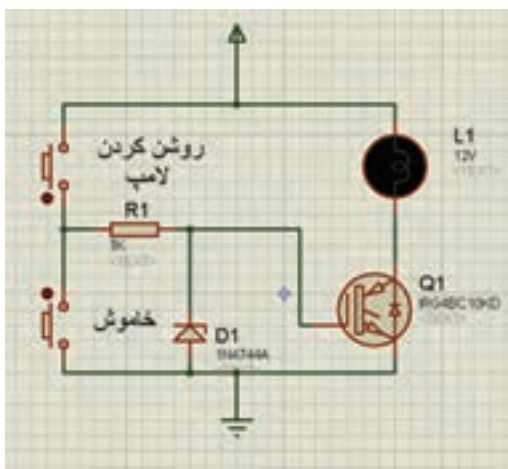
## فصل دوم: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی

فعالیت  
کارگاهی



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

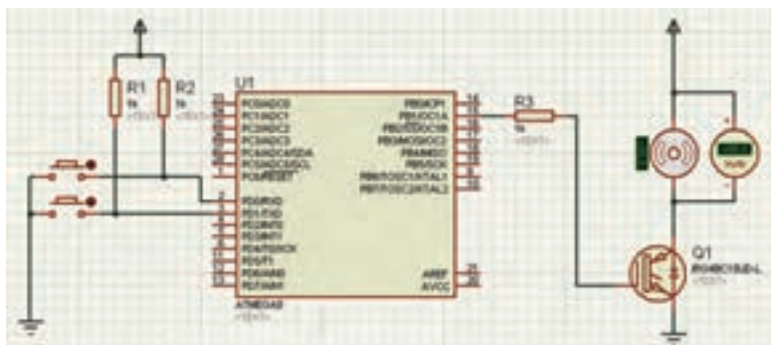
چون ترانزیستورهای MOSFET & IGBT گیت عایق هستند حتماً این مدار تست شود.  
سؤال شود از هنرجویان : دلیل استفاده کردن از یک میکروسوئچ برای خاموش کردن چیست؟  
جواب: چون گیت عایق هست و حالت خازنی دارد گیت آن نسبت به سورس با یک بار رون شون خازن شارژ می‌شود و روشن باقی می‌ماند و برای خاموش کردن باید این خازن تخلیه شود برای همین منظور از یک میکرو سوئچ برای تخلیه استفاده می‌شود.  
در عمل از یک مقاومت به جای میکروسوئچ استفاده می‌شود.



فعالیت  
کارگاهی



در فعالیت کارگاهی ابتدای صفحه 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).



این مدار برای کنترل ولتاژ خروجی یا تغییر سرعت موتور با دو عدد میکرو سویچ است. از هنرآموزان درخواست داریم به عنوان پروژه هنرجویان این مدار را تکمیل کنند و به صورتی باشد که دو عدد شاسی برای کنترل سرعت و دو عدد شاسی برای جهت چپ و راست و چهار عدد ماسفت برای پروژه تخت بیمارستان. در فایل ضمیمه برنامه کد ویژن و شبیه ساز پروتئوس قرار دارد.

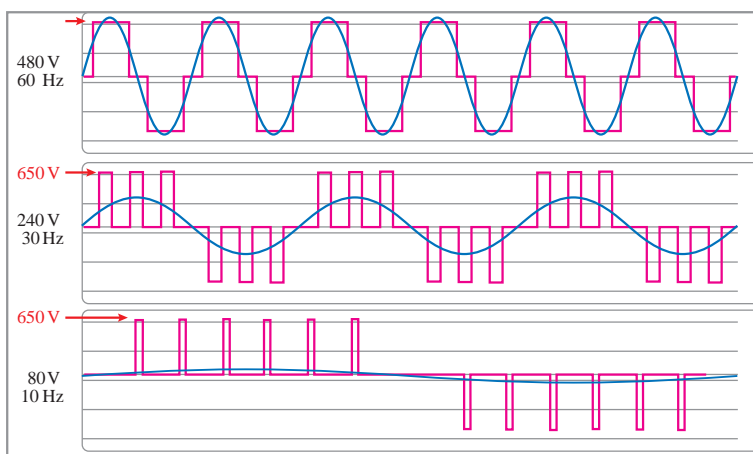
ولتاژ دو سر بار در مدارات PWM طبق رابطه زیر به دست می آید.

$$V_{out} = V_{in} \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}}$$

آیا می دانید



انتظار می رود هنرجویان با کار عملی این فرمول را متوجه شده باشند. به طور کلی با کنترل سطح روشن بودن پالس - سیگنال مقدار ولتاژ مؤثر تغییر می کند. در شکل موج های مربعی خیلی ساده می توان ولتاژ مؤثر را به دست آورد ولی در شکل موج های متناوب روابط ریاضی بیشتری دارد. حال برای درک بهتر می توان این چنین مثال بیان کرد. اگر طول یک شکل موج برابر با یک ظرف (تشت) باشد و مقدار شکل موج را با ماسه داخل ظرف درست کنیم. هرچه شکل موج سطح بیشتری داشته باشد ماسه بیشتری برای ساختن آن نیاز است. حال اگر قسمتی از شکل موج را قطع کنیم مثل این است که همان مقدار ماسه را از شکل اولیه برداشت کرده ایم. در نهایت مقدار مؤثر را می خواهیم بیان کنیم. ظرف را حرکت می دهیم تا ماسه ها هم سطح شوند. مقدار ضخامت یا سطح ماسه بیانگر ولتاژ مؤثر است. هرچه شکل کامل تر باشد به همان نسبت بعد تکان دادن ظرف ضخامت ماسه ها بیشتر است.



این شکل کمک می‌کند مطالب بالا بهتر درک شود. حال هنرآموز با سؤال پرسیدن از هنرجویان برای اینکه چگونه در اینورتر با برق DC خروجی متناوب تولید می‌شود؟ هنرجو درگیر این مطلب خواهد شد. می‌توان با کار عملی با ای سی ۵۵۵ مثال زد: موج متناوب یعنی ولتاژ متغیر باشد. حال اگر ما ولوم کار عملی را به سرعت بتوانیم تغییر دهیم در خروجی با تغییر سریع پهنای پالس توانسته‌ایم یک موج متناوب تولید کنیم. برای بهتر نشان دادن با وصل یک لامپ به خروجی و تغییر شدت نور می‌توان به‌طور عملی مثال زد. در قسمت بعد ما اگر با برنامه‌نویسی همین کار را انجام دهیم به صورتی که سطح پالس به سرعت تغییر کند می‌توانیم برق DC را به AC تبدیل کنیم. یک مثال در فایل ضمیمه قرار دارد با برنامه‌نویسی و شبیه‌ساز.

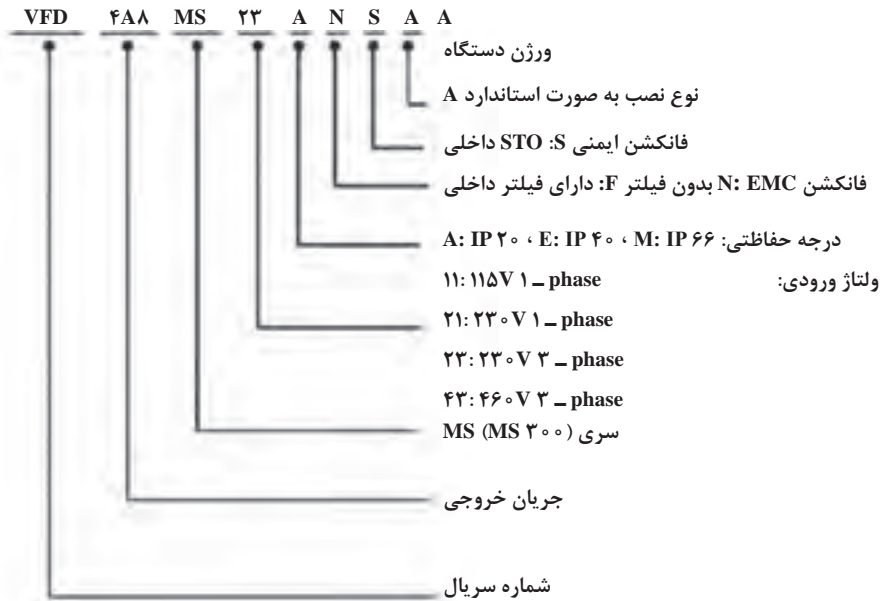
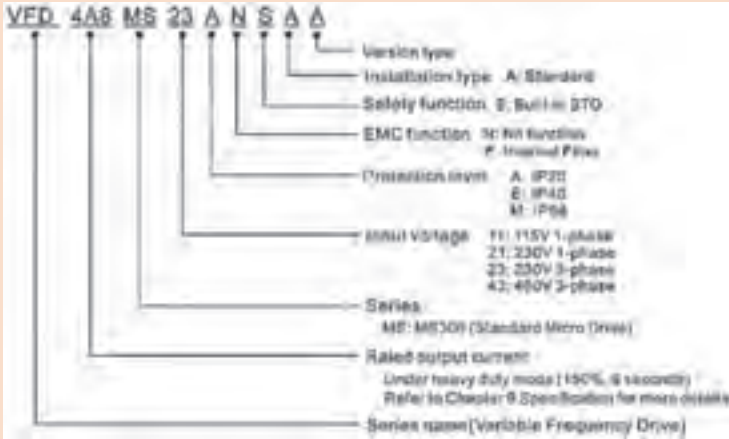
پژوهش کنید



**اصول تغییر سرعت الکترونیکی - اصول کار یک اینورتر**  
در صورتی که فرکانس کم شود ولی ولتاژ ثابت بماند، چه مشکلی برای موتور و اینورتر به وجود می‌آید؟ همان‌طور که می‌دانید سیم‌پیچ در برق متناوب همانند مقاومت عمل می‌کند و با توجه به ولتاژ متناوب جریانی از آن عبور می‌کند. حال با کاهش فرکانس راکتانس سیم‌پیچ‌ها کاهش یافته و جریان زیادی از آنها عبور می‌کند و منجر به افزایش گرما و سوختن سیم‌بندی موتور می‌شود.



کد مدل زیر را ترجمه کنید



پژوهش کنید



### کاربرد ترمینال‌های قدرت، شرح ترمینال قدرت در اینورتر

از ترمینال B<sub>1</sub> و B<sub>2</sub> در قسمت ترمینال‌های قدرت به چه منظوری استفاده می‌شود؟

در اینورترها در هنگام توقف‌های سریع (ترمز) محور موتور باعث می‌شود موتور آسنکرون همانند یک ژنراتور عمل کند که تولید انرژی می‌کند به صورت ولتاژ در دو سر ترانزیستورها تولید می‌شود حال اگر این انرژی دفع نشود باعث سوختن igbt اینورتر می‌شود  
به همین منظور ترمینالی قرار داده‌اند که هنگام ترمز ولتاژ اضافی روی یک مقاومت دفع شود.

فعالیت کلاسی



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.

حتما هنرآموزان بر این فعالیت نظارت کنند.

با بررسی این کاتالوگ‌ها بر نحوه انتخاب اینورتر مهارت بیشتری کسب می‌کنند. تمام اینورترها دارای ترمینال قدرت یکسان هستند ولی ترمینال‌های فرمان براساس طراحی و مدل اینورتر دارای ترمینال‌های متفاوتی است. که هر کدام کارایی مختلفی می‌تواند داشته باشد

به‌طور مثال اینورترهای هومت ایرانی ترمینال فرمان کم و منوی محدود دارد. ولی مدل انتخابی این کتاب یک ترمینال حدود ۸۰ کاربرد مختلف می‌تواند داشته باشد.

برخی مدل‌ها فقط کنترل سرعت و راه‌انداز نرم دارد و برخی دیگر امکانات نرم‌افزاری همراه با اینورتر دارد. در برخی مدل‌ها plc داخلی دارد.

فعالیت کلاسی



با بررسی کاتالوگ اینورتر پارامترهای انتخابی از گروه‌های

Parameters Drive ... تنظیمات خود درایو مثل قدرت اینورتر و مشخصات و...

Parameters Basic تنظیمات استفاده از درایو

Parameters Digital Input/Output تنظیمات ترمینال‌های فرمان

Parameters Analog Input/Output تنظیمات سیگنال‌های آنالوگ درایو

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



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 ۰۲۱-۰۰ عدد صفر را انتخاب می‌کنیم.

۰۰-۲۱	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 مرحله اول، گروه تنظیمات با کلیدهای مکان نما انتخاب می‌شود. کد ۰۰ را انتخاب می‌کنیم و کلید «ENTER» را می‌زنیم تا وارد پارامترهای زیر گروه شویم. با کلیدهای مکان نما زیر گروه ۲۱ را انتخاب کرده و مجدداً با زدن کلید «ENTER» وارد زیر گروه پارامتر ۲۱ می‌شویم (می‌توان اعداد ۰ تا ۵ را برای آن انتخاب نمود). و عدد ۰ را انتخاب می‌کنیم با زدن کلید «ENTER» و نمایش «END»، پارامتر با موفقیت ذخیره و تنظیم شده است.

هنرآموز برای اینکه توضیحات کاملی را در مورد کلیدها و ترمینال‌ها و اتصالات بیان کند بهتر است اولین کار عملی با اینورتر را در مقابل هنرجویان انجام دهد همراه با توضیحات مرحله به مرحله‌ای تا استرس هنرجو برای کار کمتر شود.



با استفاده از کی‌پد جهت چرخش موتور را به صورت زیر تغییر دهید:  
پس از زدن کلید «MODE»، جهت چرخش موتور می‌توان کلیدهای مکان نما را به صورت «FWD\_REV» انتخاب نمود. با زدن کلید «ENTER»، موتور تنظیم می‌شود.

کلید MODE را زده و سپس کلیدهای مکان‌نما می‌توان REV-FWD را انتخاب نمود. با زدن کلید ENTER تنظیم می‌شود.

پژوهش کنید



بررسی کاتالوگ یک اینورتر - کاتالوگ عملکرد ترمینال‌های ورودی - خروجی با توجه به اینورتر موجود در کارگاه، انواع عملکردهایی را که ترمینال ورودی می‌تواند داشته باشد، تعیین کنید.

با توجه به مدل انتخابی MS300

- Settings 0: No function
- 1: Operation indication
- 2: Operation speed attained
- 3: Desired frequency attained 1 (Pr. 02-22)
- 4: Desired frequency attained 2 (Pr. 02-24)
- 5: Zero speed (Frequency Command)
- 6: Zero speed, include STOP (Frequency Command)
- 7: Over torque 1 (Pr. 06-06~ 06-08)
- 8: Over torque 2 (Pr. 06-09~ 06-11)
- 9: Drive is ready
- 10: Low voltage warning (LV) (Pr. 06-00)
- 11: Malfunction indication
- 13: Overheat warning (Pr. 06-15)
- 14: Software brake signal indication (Pr. 07-00)
- 15: PID feedback error
- 16: Slip error (oS<sub>L</sub>)
- 17: Count value attained (Pr. 02-20; not return to 0)
- 18: Count value attained (Pr. 02-19; returns to 0)
- 19: External interrupt B.B. input (Base Block)
- 20: Warning output
- 21: Over voltage warning
- 22: Over-current stall prevention warning
- 23: Over-voltage stall prevention warning
- 24: Operation source
- 25: Forward command
- 26: Reverse command
- 29: Output when frequency  $\geq$  Pr.02-34 ( $\geq$  02-34)
- 30: Output when frequency  $<$  Pr.02-34 ( $<$  02-34)
- 31: Y-connection for the motor coil
- 32:  $\Delta$ -connection for the motor coil

- 33: Zero speed (actual output frequency)
- 34: Zero speed include stop (actual output frequency)
- 35: Error output selection 1 (Pr. 06-23)
- 36: Error output selection 2 (Pr. 06-24)
- 37: Error output selection 3 (Pr. 06-25)
- 38: Error output selection 4 (Pr. 06-26)
- 40: Speed attained (including Stop)
- 42: Crane function
- 43: Motor actual speed output < Pr. 02-47
- 44: Low current output (Pr. 06-71 to Pr. 06-73)
- 45: UVW magnetic contactor ON / OFF switch
- 46: Master dEb signal output
- 50: Output for CANopen control
- 52: Output for communication card control
- 66: SO output logic A
- 67: Analog input level reached output
- 68: SO output logic B
- 73: Over torque 3

فعالیت  
کارگاهی



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

۱ در یک پروسه صنعتی با روشن شدن یک کنتاکتور می‌خواهیم از یک تیغه باز فرمان، اینورتر موتور مربوط به خود را روشن کند و موتور در حالت راست‌گرد به حرکت در آید.

۲ در یک دستگاه می‌خواهیم با یک کلید دو طرفه فرمان ۲-۰-۱، 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 راست‌گرد روشن کنیم ولی در مواقعی که مواد در جداره دستگاه گیر می‌کند جهت حرکت موتور را با یک پدال، عکس کنیم.

برای این حالت راه‌اندازی درایو را با استفاده از ترمینال خارجی انتخاب کرده یعنی گزینه ۱

۰۰-۲۱	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)	۰
		[Note] Need to use with MO setting as 42, or use with KPC-CC01	

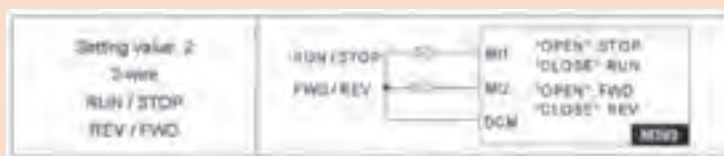


ترمینال ورودی را راه‌اندازی در حالت راست گرد انتخاب می‌کنیم یعنی گزینه اول در شکل زیر



۲ برای این حالت یک کلید دو طرفه انتخاب کرده و سپس مشترک را به ترمینال DCM و دو طرف کلید را به MI1، MI2 متصل می‌کنیم.

۳ در این حالت کلید خاموش روشن را به ترمینال MI1 وصل کرده و پدال را به ترمینال MI2 متصل می‌کنیم و تنظیمات ۰۰-۲ را عدد ۲ انتخاب می‌کنیم.



پژوهش کنید



کاربرد اینورتر در صنایع مختلف - شرایط کار اینورتر در بارهای مختلف

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

چون در بارهای سنگین فرکانس پایین قدرت لازم (گشتاور) برای راه‌اندازی ندارد و ممکن است به درایور آسیب وارد کند بر این اساس فرکانس راه‌اندازی را بالاتر در نظر می‌گیرند.

در برخی موارد فرکانس راه‌اندازی از صفر شروع می‌شود ولی در فرکانس ۳ الی ۵ هرتز موتور کار می‌کند که ما باید با توجه به حرکت موتور فرکانس استارت را تغییر دهیم.

در برخی مدل‌ها برای کارهای سنگین انتخاب می‌شود گشتاور در فرکانس پایین یک آیتم و مزیت برای درایو به حساب می‌آید.



### حد مجاز فرکانس موتور

چرا نمی توان فرکانس اینورتر را برای موتورهای معمولی بیش از حد مشخص شده بر روی پلاک آن افزایش داد؟  
 افزایش فرکانس بیش از حد باعث افزایش راکتانس سلفی سیم پیچ ها می شود و با بالا رفتن مقاومت سلفی آنها در نتیجه جریان کاهش پیدا می کند و موتور قدرت زیادی ندارد و در برخی موارد موتور دیگر حرکت نمی کند.  
 دلیل دیگر می توان مشکلات و محدودیت مکانیکی بلبرینگ ها و یاتاقان ها را نام برد.



در اینورتر، فرکانس کمینه، فرکانس راه اندازی، فرکانس اصلی و فرکانس بیشینه را به ترتیب ۵، ۱۰، ۵۰ و ۶۰ هرتز تعیین کنید.  
 ابتدا باید مشخص کرد که تنظیم فرکانس با چه روشی انجام می شود  
 در این کار عملی با کی پد باشد بهتر است در تنظیمات زیر پارامتر اول انتخاب می شود.

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
-------	---	---	---

تنظیم حداکثر فرکانس عدد ۶۰ انتخاب شود

01-00	Max. operation frequency of motor 1	0.00 ~ 599.00 Hz	60.00/ 50.00
-------	-------------------------------------	------------------	-----------------

حداقل فرکانس عدد ۵ انتخاب شود

01-03	Mid-point frequency 1 of motor 1	0.00 ~ 599.00 Hz	3.00
-------	----------------------------------	------------------	------

از این دو گزینه هم می‌توان این تنظیمات را استفاده کرد.

01-10	Output frequency upper limit	0.00 ~ 599.00 Hz	599.00
01-11	Output frequency lower limit	0.00 ~ 599.00 Hz	0.00

و از طریق کی‌پد فرکانس ۵۰ هرتز را برای کار موتور انتخاب کرد.

فعالیت  
کارگاهی



۱ برای راه‌اندازی یک نوار نقاله از یک اینورتر استفاده کرده‌ایم و می‌خواهیم دستگاه به صورتی کار کند که فرکانس اینورتر در حالت سریع ۵۰ هرتز تنظیم شود و در زمانی که می‌خواهند سرعت را کم کنند فرکانس اینورتر ۱۰ هرتز شود.

۲ در صورتی که بخواهند نوار نقاله در دو جهت کار کند و شرایط بالا را داشته باشد، با دو عدد کلید دو طرفه ۲-۰-۱ تنظیمات لازم را انجام دهید.

در برخی شرایط ما چند فرکانس برای کار کرد موتور در نظر داریم. در حالتی که چندین فرکانس انتخابی داشته باشیم از گزینه‌های مولتی استپ استفاده می‌شود ولی در این فعالیت می‌توان از دو ترمینال استفاده کنند که یکی حالت JOC و دومی حالت معمولی باشد

برای راه‌اندازی درایو از حالت ترمینال خارجی استفاده شود و برای فرمان دادن به ترمینال‌ها گزینه ۲-۰-۰ را عدد ۱ انتخاب می‌کنیم.

و ترمینال MI۳ را در تنظیمات ترمینال ورودی گزینه JOC انتخاب می‌کنیم  
گزینه ۲-۰-۳ عدد ۶ را انتخاب می‌کنیم

۲ با اتصال کلید فرمان طبق کار عملی قبلی می‌تواند درایو را در دو جهت راه‌اندازی کرد و با اتصال ترمینال MI۳ سرعت را کاهش داد  
\*\*\*\* فرکانس حالت JOC باید تنظیم شود در گزینه زیر عدد ۱۰ انتخاب شود.

01-22	JOG frequency	0.00 ~ 599.00 Hz	6.00
-------	---------------	------------------	------



یک اینورتر را با استفاده از کی پد راه اندازی کنید و تنظیمات را به صورتی انجام دهید که کمیت های زیر را نشان دهد:

۱ فرکانس تنظیمی؛

۲ ولتاژ خروجی؛

۳ جریان خروجی؛

۴ سرعت موتور؛

۵ توان خروجی؛

۶ ولتاژ ورود آنالوگ؛

۷ جریان ورودی آنالوگ.

در تنظیمات گزینه زیر می توان پارامترهای مختلفی از درایو و موتور را نمایش داد (۴۸ مورد)

برای این کار عملی گزینه های مختلف را استفاده کنند.

00-04	Content of multi-function display (user defined)
-------	--



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

□ مدت زمان روشن شدن اینورتر را ۵ ثانیه و مدت زمان خاموش شدن را ۲ ثانیه قرار دهید. موتور را با اینورتر راه اندازی کنید.

□ موتور را مستقیماً توسط کنتاکتور راه اندازی کنید و رفتار موتور را با مرحله 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	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

دو گزینه زیر برای مدت زمان راه اندازی و خاموش شدن موتور استفاده می شود در صورتی که از کنتاکتور استفاده شود موتور بعد از خاموش شدن با اینرسی که در روتور آن ذخیره شده ممکن است چندین دقیقه کار کند ولی زمانی که از درایو استفاده شود باعث می شود سریع تر موتور متوقف شود و یا مدت زمان توقف اجباری را کنترل کرد.

بهتر است هنرآموزان این آزمایش را انجام دهند. ابتدا موتور را با کنتاکتور روشن و خاموش کنند و پس از خاموش کردن مدت متوقف شدن محور را یادداشت کنند. در حالت دوم زمان توقف موتور را در درایو ۲ ثانیه تنظیم کنند و آزمایش بالا را انجام دهند. پس از مقایسه متوجه خواهید شد که اینورتر همانند ترمز سرعت محور را کنترل می‌کند. به عبارتی مدت زمان متوقف شدن را می‌تواند کاهش دهد (کنترل کند).

ترجمه کنید



01\_44

Settings 0: Linear accel. / decel.

1: Auto accel., linear decel.

2: Linear accel., auto decel.

3: Auto accel. / decel.

4: Linear, stall prevention by auto accel. / decel. (limited by Pr. 01\_12 to 01\_21)

Setting 0 linear accel. / decel. : it will accel. / decel. according to the setting of Pr. 01\_12~01\_19.

۰۱-۴۴ استارت و استپ Acceleration/Deceleration متناسب با بار

تنظیم کارخانه: ۰

تنظیمات:

۰: accel/decal خطی

۱: accel اتوماتیک، decal خطی

۲: accel خطی، decal اتوماتیک

۳: accel/decal اتوماتیک

۴: به صورتی خطی، با تأثیر accel/decal اتوماتیک (توسط ۰۱-۲۱ ~ ۰۱-۱۲ Pr. محدود می‌شود).

فعالیت  
کارگاهی



می‌خواهیم فرکانس یک اینورتر را تحت شرایط زیر کنترل کنیم :

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

۲ با استفاده از ترمینال‌های فرمان توسط یک کلید ۰-۱ اینورتر راه‌اندازی شود و سپس با استفاده از دو شستی استارت، فرکانس اینورتر را کاهش و

افزایش دهید، به صورتی که با فشردن هر شستی فرکانس اینورتر نیم هرتز (۵/۰ Hz) تغییر کند.

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

۱ برای راه اندازی گزینه ۲۱-۰ را عدد ۰ انتخاب می کنیم

برای تغییر فرکانس گزینه ۲۰-۰ را عدد ۰ انتخاب می کنیم

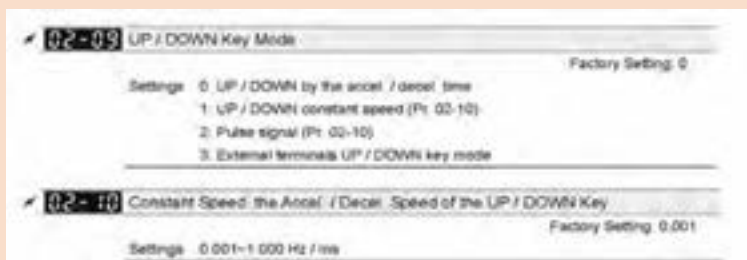
۲ برای راه اندازی گزینه ۲۱-۰ را عدد ۱ انتخاب می کنیم همانند کار عملی قبل

برای کنترل فرکانس گزینه ۲۰-۰ را عدد ۳ انتخاب می کنیم سپس باید ترمینال فرمان مثلاً MI۴، MI۵ را در منوی ۰۵-۰۴-۲ عدد ۲۰ و ۱۹ انتخاب کرد.

19	Digital up command	When the Contact of this function is ON, the frequency of drive will increase or decrease by one unit. If this function remains ON continuously, the frequency will increase/ decrease by Pr. 02-09/Pr. 02-10.
20	Digital down command	The frequency command returns to zero when the drive stops, and the displayed frequency is 0.00 Hz. Select Pr. 11-00, bit 7=1, frequency is not saved.

۱۹	افزایش فرکانس کنترل از راه دور Digital up	زمانی که کنتاکت ورودی این تابع ON می شود، فرکانس با یک واحد درایو افزایش یا کاهش می یابد. اگر این تابع به طور مداوم روشن باقی بماند، فرکانس مطابق تنظیمات ۱۰-۲/Pr. ۰۲-۰۹/Pr. ۰۲-۰۹، افزایش یا کاهش می یابد.
	کاهش فرکانس کنترل از راه دور Digital down	زمانی که درایو استپ می شود، فرکانس فرمان به صفر می رسد و ۰،۰۰ Hz نمایش داده می شود. با انتخاب bit ۷=1، Pr. ۱۱-۰۰، فرکانس ذخیره نمی شود.

برای پله ای تغییر کردن فرکانس گزینه زیر را تنظیم کرد.



۰۲-۰۹- کنترل سرعت با کلید UP/DOWN

تنظیم کارخانه: ۰

تنظیمات:

۰: UP/DOWN مطابق زمان DEC/ACC

۱: UP/DOWN مطابق سرعت ثابت در (۰-۱۰-Pr.۰۲)

۲: فرمان پالس در (۰-۱۰-Pr.۰۲)

۳: ترمینال خروجی UP/DOWN

۰۲-۱۰- مقدار افزایش سرعت در حالت UP/DOWN

تنظیم کارخانه: ۰.۰۰۱

تنظیمات: ۰.۰۰۱ ~ ۱.۰۰۰ Hz/ms

قبل از اینکه آموزش کنترل سرعت با سیگنال آنالوگ گفته شود بهتر است این نکته بیان شود.

به‌طور کلی در صنعت سیگنال آنالوگ استاندارد ولتاژ ۰-۱۰ ولت و جریان ۰ تا ۲۰ میلی‌آمپر یا ۴ تا ۲۰ میلی‌آمپر استفاده می‌شود، در اینورهاها برای اینکه بتوان از سنسورها و سیگنال آنالوگ فرمان گرفت کنترل فرکانس رو با سیگنال ولتاژ و جریان در نظر می‌گیرند تا بتواند به راحتی با کلیه دستگاه‌ها سازگار شود.

فعالیت  
کارگاهی



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

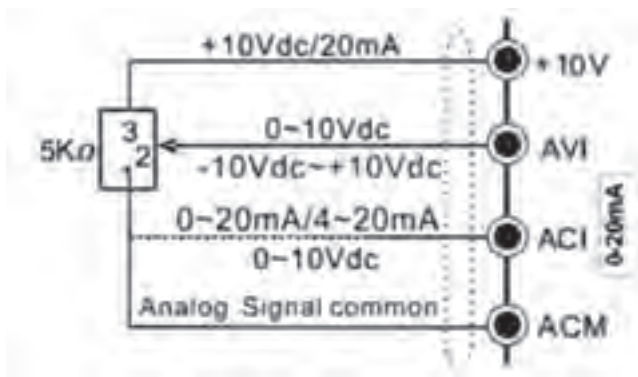
۲ یک اینورتر را می‌خواهیم توسط ترمینال فرمان راه‌اندازی کنیم. سپس با استفاده از یک ولوم خارجی فرکانس آن را تغییر دهیم.

۳ در یک دستگاه صنعتی برای تخلیه مخزن از یک موتور و یک سنسور فشار با خروجی جریان ۴-۲۰ میلی‌آمپر استفاده شده است. سیستم را به گونه‌ای طراحی کنید که با افزایش فشار، سرعت موتور افزایشی یابد و با کاهش فشار، سرعت کاهش یابد.

## تنظیم ترمینال خروجی آنالوگ

۱ برای راه‌اندازی گزینه ۰۲-۰۰ را عدد ۰ انتخاب کرده و برای کنترل فرکانس با ولوم گزینه ۰۲-۰۰ را عدد ۲ انتخاب می‌کنیم.

برای اینکه ورودی آنالوگ را از نوع ولوم (ولتاژ) انتخاب کنیم باید سیم‌بندی فرمان را طبق شکل زیر انجام دهیم.



از ترمینال  $ACM$ ،  $AVI$ ،  $+10$  استفاده می‌کنیم. گزینه  $3-0$  را عدد ۱ انتخاب می‌کنیم.

۲ در این کار عملی از یک سنسور فشار استفاده شده که دو سر آن به ترمینال  $ACI$ ،  $ACM$  وصل می‌شود.

گزینه  $3-01$  را عدد ۱ انتخاب کرده و گزینه  $3-00$  را عدد ۰ انتخاب می‌کنیم.

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

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

۱ از ترمینال خروجی آنالوگ استفاده می‌کنیم و گزینه  $3-20$  را عدد ۰ انتخاب می‌کنیم.

۲ گزینه  $3-20$  را عدد ۱۰ قرار می‌دهیم.

فعالیت  
کارگاهی



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

فعالیت  
کارگاهی





فصل دوم: نصب و راه‌اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی

برای این کار عملی خروجی آنالوگ اینورتر اول را به ورودی آنالوگ اینورتر دوم وصل می‌کنیم.  
اینورتر اول می‌تواند با روش‌های مختلفی کنترل فرکانس شود ولی اینورتر دوم از طریق سیگنال آنالوگ کنترل فرکانس می‌شود.

فعالیت  
کارگاهی



با توجه به اینکه تهویه موتورهای الکتریکی توسط یک پروانه نصب شده در انتهای موتور انجام می‌گیرد. در صورتی که موتور همواره در سرعت‌های پایین کار کند موتور گرم می‌شود و لازم است جهت خنک شدن موتور، فن کمکی روشن شود. لذا با استفاده از رله داخلی اینورتر تغذیه فن را کنترل کنید (با روشن شدن اینورتر فن روشن شود).

02-12	Digital input mode selection	0000h ~ FFFFh (0: N.O 1:N.C.)	0000
02-13	Multi-function output 1 RY 1	0: No function	11
02-16	Multi-function output 2 (MO1)	1: Indication during RUN 2: Operation speed attained 3: Desired frequency attained 1 (Pr. 02-22)	0
02-17	Multi-function output 3 (MO2)	4: Desired frequency attained 2 (Pr. 02-24) 5: Zero speed (Frequency command) 6: Zero speed, include STOP (Frequency command)	0
		7. Over torque 1 (Pr. 06-06 ~ 06-08) 8. Over torque 2 (Pr. 06-09 ~ 06-11)	

برای این کار عملی گزینه ۱۲-۲ را عدد ۱ انتخاب می‌کنیم. یعنی با راه‌اندازی درایو رله وصل شود.

## ارزشیابی پایان شایستگی

### شرح کار:

در یک دستگاه انتقال مواد از دو نوار نقاله استفاده شده است  
نوار نقاله اول بزرگ و نوار نقاله دوم کوچکتر است و باید سرعت نوار نقاله دوم دو برابر نوار نقاله اول باشد تا مشکلی برای انتقال مواد به وجود نیاید. تنظیمات را به صورتی انجام دهید که با یک کلید ۱-۰ بتوانیم اینورتر را راه اندازی کنیم و با یک ولوم بتوانیم سرعت هر دو نوار نقاله را کنترل کنیم. این کار عملی همانند جرثقیل می باشد با این تفاوت اینورتر دوم گین یا ضریب سیگنال آنالوگ را نصف می کنیم. یعنی گزینه ۱۱-۳ را عدد ۵۰ قرار می دهیم.

گین یا ضریب بهره:

در اینورترها برای اینکه از سیگنال آنالوگ به راحتی استفاده کنند یک ضریب یا گین قرار داده شده است. مثلا ورودی ولتاژ آنالوگ ۱۰-۰ ولت است ولی خروجی یک سنسور ۵ ولت است بر این اساس ما می توانیم ضریب را عدد ۲۰۰ قرار دهیم. یعنی دو برابر یا ۲۰۰ درصد.

در برخی موارد ما ورودی ولتاژ کافی داریم ولی می توانیم با ضریب کمتر از ۱۰۰ اجازه ندهیم سرعت از حد معینی افزایش یابد. ضریب یا گین در سیگنال ورودی و خروجی استفاده دارد.

### استاندارد عملکرد:

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

### شاخص ها:

شناسایی تجهیزات راه اندازی الکترونیکی، شناسایی ترمینال های قدرت و فرمان و سیم کشی و نصب و راه اندازی صحیح

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

#### الف) شرایط

- ۱) اجرا در کارگاه برق صنعتی (اتوماسیون) ۲) نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳) تهویه استاندارد و دمای مناسب ۴) ابزار آلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵) وسایل ایمنی استاندارد ۶) زمان ۴۰ دقیقه
- ب) ابزار و تجهیزات
  - ۱) اینورتر ۲) ولوم ۳) فیوز سه فاز ۴) کلید فرمان ۵) سیم

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نصب صحیح اینورتر و لوازم جانبی	۳	
۲	نحوه صحیح سیم بندی مدار قدرت	۳	
۳	نحوه صحیح سیم بندی مدار فرمان	۲	
۴	تنظیمات اینورتر برای راه اندازی	۲	
۵	تنظیمات اینورتر با توجه به نیاز	۲	
۶	اجرای کار و صحت کارکرد هر دو اینورتر	۳	
	<b>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱) رعایت قواعد و اصول در مراحل کار؛</li> <li>۲) استفاده از لباس کار و کفش ایمنی؛</li> <li>۳) تمیز کردن گیره و محیط کار؛</li> <li>۴) رعایت دقت و نظم.</li> </ol>		۲
	<b>میانگین نمرات</b>		*

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

## فصل ۳

# کنترل کننده‌های منطقی PLC



بشر از زمان‌های دور به دنبال روش‌های کنترل دستگاه‌های صنعتی و تکامل بخشیدن به آنها بوده و آنها را برای کنترل دستگاه‌ها به کار گرفته است ولی در چند دههٔ اخیر با پیشرفت فناوری و روی کار آمدن ریز پردازنده‌ها تحول چشمگیری در فرایندهای کنترلی به وجود 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 علاوه بر داشتن توانایی بالا در کنترل فرایندها، برای گرایش‌های مختلف علمی، از قابلیت برنامه‌نویسی بسیار ساده‌ای برخوردار است و به راحتی 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.



- مزیای «PLC» را نسبت به مدارهای رله‌ای، بررسی کنید.
- خیلی از قطعات جانبی شامل رله‌های کمکی به عنوان حافظه و تایمر و کانتر و کنترلرهای دما و فشار و... حذف می‌شود؛
- حجم تابلو با PLC کاهش می‌یابد؛
- به علت حذف قطعات از نظر اقتصادی به صرفه‌تر خواهد بود؛
- PLC نوین الکتریکی و مکانیکی ندارد؛
- مصرف انرژی در PLC کمتر است؛
- امکان ارتباط با پروتکل‌های مختلف RS۴۸۵ و RS۲۳۲ و ETHERNET و کنترل از نقاط مختلف جهان را دارد؛
- عیب‌یابی ساده زیرا برای هر ورودی و خروجی یک نمایشگر دارد حجم سیم‌کشی با PLC خیلی کمتر و ساده‌تر خواهد شد.

## سخت‌افزار «PLC»

### 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.

کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC) بخشی جدایی‌ناپذیر از کارخانه هستند (PLCها) برای دهه‌ها کاربرد وسیعی در کنترل فرایند صنعتی دارند. مجموعه‌ای از برنامه‌های کاربردی با عملکرد ساده که در سیستم‌های زیست‌محیطی و پردازش شیمیایی استفاده می‌شوند. این سیستم‌ها توابع زیادی را اجرا می‌کند مانند امکان برقراری ارتباط بین ورودی و خروجی آنالوگ و دیجیتال و پردازش شینال و تبدیل اطلاعات و پرتکل‌های ارتباطی مختلف تمامی قطعات و اجزاء و توابع PLC حول محور کنترل می‌باشند و هر کدام در برنامه وظیفه خاصی به‌عهده دارند.



## منبع تغذیه (Power Supply)

### فعالیت کلاسی



- مزایای منبع تغذیه سوئیچینگ را نسبت به منبع تغذیه معمولی بررسی کنید و مزایا و معایب هر کدام را بنویسید.
- خروجی در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت شده است؛
- در مقابل نوسانات شبکه بین ۱۱۵ تا ۲۳۰ ولت خروجی همواره ۲۴ ولت ثابت است؛
- راندمان کاری PLC را افزایش می‌دهد.

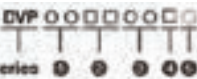
### فعالیت کلاسی



- منابع تغذیه با استاندارد و عرضه شده در بازار دارای چه رنج‌هایی است؟ (با ذکر کد خرید برای برند دلتا از روی کاتالوگ)
- دارای منابع تغذیه متعددی می‌باشد و تفاوت آنها در کاربرد و میزان جریان دهی می‌باشد از جمله سری DRP مانند DRP۰۲۴۷۲۴۰W۳AA که منبع ۲۴ ولت ۲۴۰ وات است و سری PMC مانند PMC۲۴۰۵۰W۱AA و سری DRC و سری AMD و سری PMT و سری‌های L و P که دارای رنج‌های متعددی هستند.
- 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؟
- دو منبع تغذیه با جریان پایین انتخاب کرده و نقاط منفی منبع (هم پتانسیل) به هم وصل می‌شوند.

## واحد پردازشگر مرکزی «Central processing unit»

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

 <p>Series 1 2 3 4 5</p> <p>1. Total I/O</p> <p>2. Model</p> <p>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 P.L.C.          SE : SE series P.L.C.          PM : PM series PLC          MC : MC series PLC          EH : EH series PLC          EC : EC series PLC</p> <p>3. Power supply</p> <p>00 : AC power input          11 : DC power input</p> <p>4. Output type</p> <p>R : Relay          T : Transistor (NPN)          M : Mixed with differential signal          S : Transistor (PNP)          RC : Relay + CANopen          TC : Transistor + CANopen</p> <p>5. Version</p>	<p>۱- تعداد ورودی و خروجی: ۱۰ عدد</p> <p>۲- مدل «CPU»: SX</p> <p>۳- نوع تغذیه: ۲۴,۷ VDC</p> <p>۴- نوع خروجی: رله ای</p> <p>۵- وزن «CPU»: ۲</p> <p>۶- تعداد تایمر: ۲۵۶</p> <p>۷- تعداد کانتر: ۲۳۵ عدد کانتر معمولی و ۲۰ عدد کانتر سریع شمار</p>	
	<p>۸ ورودی ۶ خروجی تغذیه ۲۴ ولت خروجی رله ای وزن ۲ تایمر ۱۲۸ عدد کانتر ۱۲۸ عدد معمولی ۲۰ عدد کانتر سریع شمار</p> <p>Dvp ۱۴SS۱۱ r<sup>۲</sup></p>	

فعالیت کلاسی



فعالیت کلاسی



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

RS۲۳۲ ۱


پورت شبیه PS۲ موس‌های قدیمی است و همه مدل‌ها به جز سری‌های با پسوند E که اینترنت دارند و روی CPU هست برای ارتباط کامپیوتر و HMI و ...

RS۴۸۵ ۲

۴۸۵ دارای ۲ رشته سیم است D+ و D- در قسمت زیر کانکتور سبز رنگ است CPU هست برای ارتباط کامپیوتر و HMI و ... سمت CPU روی کانکتور سبز و سمت دیگر مثلاً HMI باید پورت DB۹ که D+ به شماره ۱ و D- به شماره ۶ متصل شود.

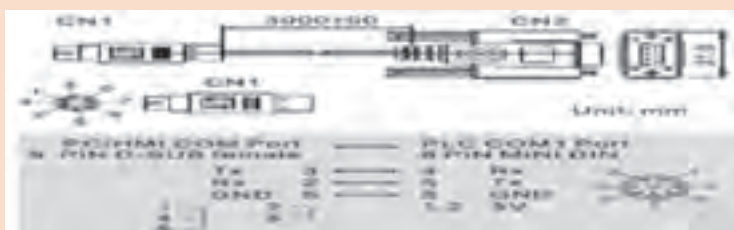
## فصل سوم: کنترل کننده‌های منطقی PLC

COM2 Port (Supports Flow Control)

COM Port	PIN	MODE1	MODE2	MODE3
		RS-232	RS-422	RS-485
	1		TXD+	D+
	2	RXD		
	3	TXD		
	4		RXD+	
	5	GND	GND	GND
	6		TXD-	D-
	7	RTS		
	8	CTS		
	9		RXD-	

### Ethernet ۳

امروزه ارتباط با نقاط دوردست دیگر مثلاً یک کشور یا شهر دیگر رایج شده به همین دلیل نیاز به پایین پورت برای اتصال به مودم جهت ارتباط به جاهای مختلف نیاز است و عموم شرکت‌های سازنده در حال حاضر این پورت را جهت PROGRAM کردن و ارتباط استفاده می‌کنند.



پژوهش کنید



بررسی کنید کاربرد کانکتور مشخص شده در «CPU» چیست؟  
در سمت چپ CPU قرار دارد و برای اضافه کردن کارت توسعه ورودی و خروجی برای دستیابی به تعداد I/O مورد نیاز استفاده می‌شود و هر CPU تعدادی I/O را پوشش می‌دهد بنابراین هنگام انتخاب آن باید دقت نمود.



### 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.

کنترل کننده منطقی یک کامپیوتر مخصوص است که استفاده می شود جهت کنترل یک ماشین ها و پروسه ها. در این سیستم عبارات رایج را با رایانه های معمولی مانند واحد پردازش مرکزی، حافظه، نرم افزار و ارتباطات مشترک است. برخلاف یک رایانه شخصی، «PLC» طراحی شده است که بتواند در یک محیط صنعتی سخت بتواند کار کند همچنین ورودی ها و خروجی های آن به راحتی در ارتباط با دنیای واقعی بسیار انعطاف پذیر است

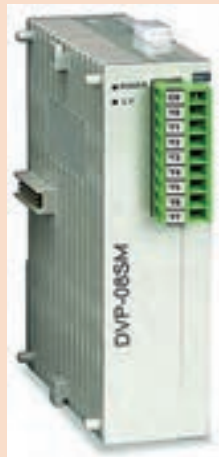
### ترمینال های ورودی «Input Module»



انواع کارت های ورودی را از نظر مدل و تعداد ورودی بررسی کنید.

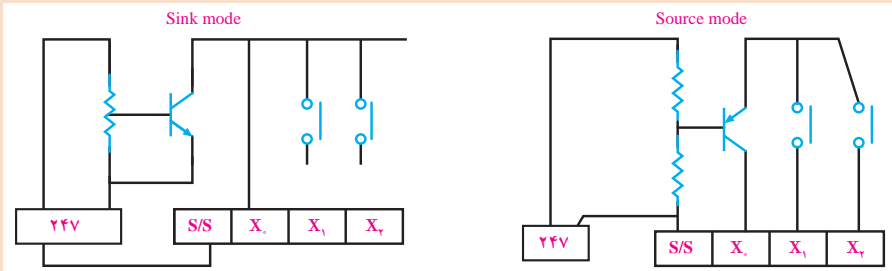
نام کارت: نام کارت: نام کارت:

کارت ورودی ۸ تایی      کارت ورودی ۱۶ تایی      کارت ورودی ۳۲ تایی





## فصل سوم: کنترل کننده‌های منطقی PLC



فعالیت کلاسی



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

## ترمینال‌های خروجی «Output Module»

فعالیت کلاسی



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

نام کارت:	نام کارت:	نام کارت:
کارت خروجی ترانزیستوری ۳۲ تایی DVP-۳۲SN	کارت خروجی ترانزیستوری ۳۲ تایی DVP-۳۲SN	کارت خروجی ترانزیستوری ۸ تایی DVP-۰۸SN

## نصب نرم‌افزار «WPL SOFT»

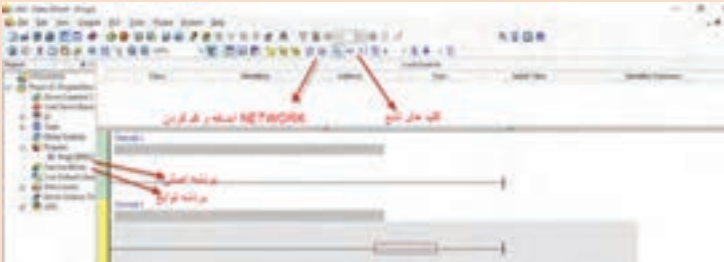
فعالیت کلاسی



□ نرم‌افزار «WPL SOFT» را بر روی رایانه نصب و منوهای آن را بررسی کنید.



□ نرم افزار «ISP SOFT» را نصب و تفاوت آن را با «WPL SOFT» بررسی کنید. این نرم افزار قابلیت نوشتن برنامه به صورت تابع زیر مجموعه و فراخوانی را دارد و امکان تقسیم بندی برنامه به NETWORK های مختلف را دارد و در برنامه اصلی قابلیت فراخوانی و تعیین شرط اجرا برای هر تابع وجود دارد و همچنین می توان برای هر تابع محدودیت تعیین نمود و برای برقراری ارتباط با plc نیاز به یک نرم افزار جنبی به نام commgr دارد.



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	16	16	16	16	16	16
....	14	SM	SM	SP	SP	SP	SP
	SS						

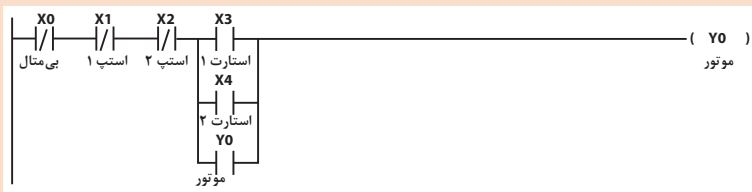
PS ۰۵  
 CPU ۱۴SS ۱۱R۲  
 DVP ۱۶SM ۱۱N عدد ۲  
 DVP ۱۶SP ۱۱R عدد ۵

فعالیت کلاسی



مدارهای زیر را که در فصل اول طراحی کردید همانند مثال انجام شده، برنامه نویسی و سپس آنلاین تست کنید.

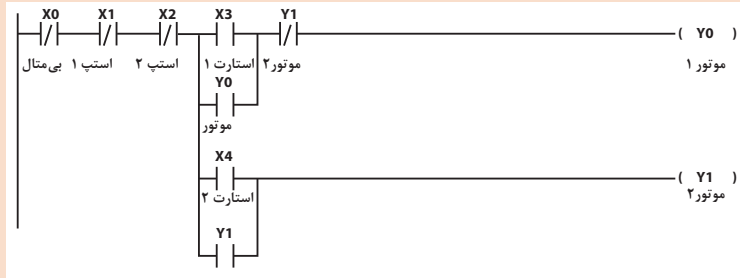
۱ کنترل موتور از دو نقطه؛



فعالیت کلاسی

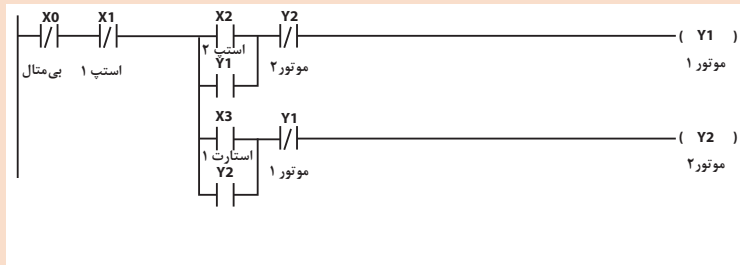


۲ کنترل دو موتور یکی به جای دیگری؛



۳ کنترل موتور به صورت چپ گرد - راست گرد ساده.

بی‌متال X0 stop X1 start r X2 start l X3

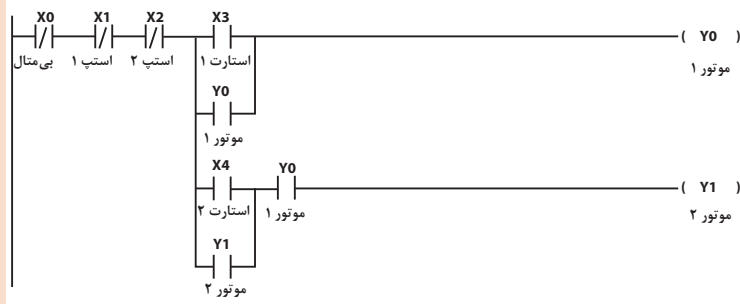


فعالیت کلاسی

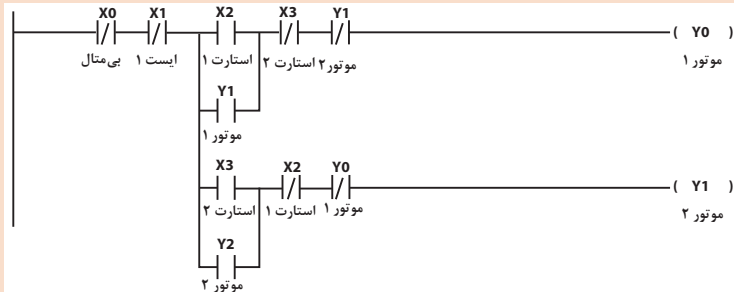


مدارهای زیر را برنامه‌نویسی و به صورت واقعی اجرا کنید. سپس آنلاین تست کنید.

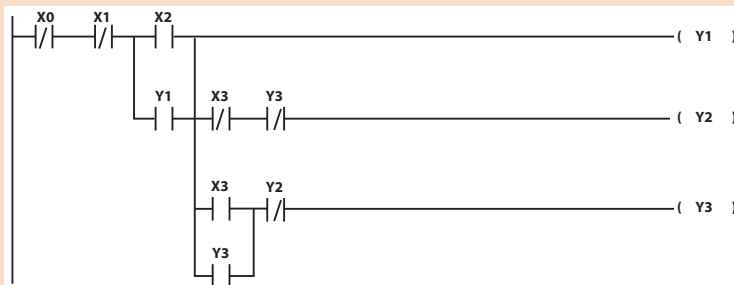
۱ کنترل دو موتور یکی پس از دیگری؛



### ۲ کنترل موتور به صورت چپ گرد - راست گرد سریع؛



### ۳ کنترل موتور ۵۰ اسب بخار (به صورت ستاره مثلث).



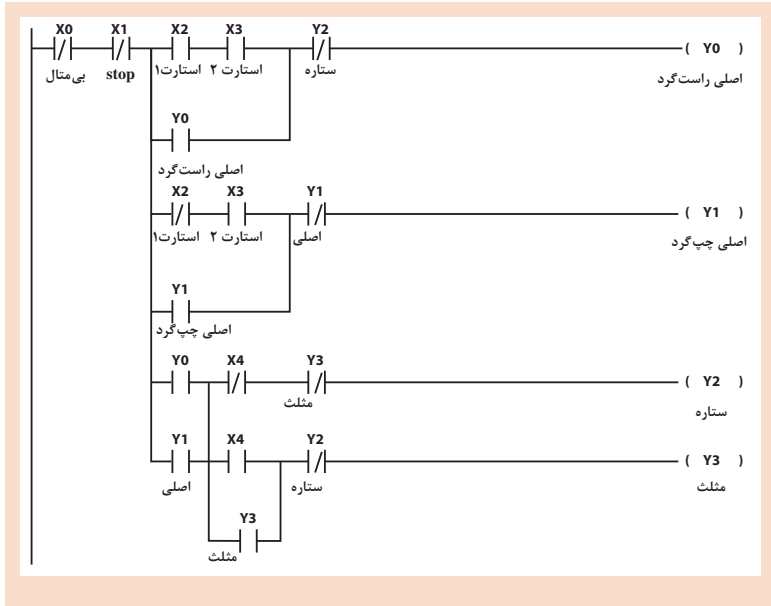
## سمبل نویسی «Symbol Table»

برنامه‌ای برای کنترل موتور ۱۰۰ اسب بخار، به صورت چپ گرد - راست گرد، اجرا و برای ورودی و خروجی‌ها سمبل گذاری کنید.  
 آیا می‌توانید ویژگی سمبل گذاری را بیان کنید؟  
 با سمبل نویسی در برنامه نویسی خطا کم شده و عیب یابی ساده می‌شود.

فعالیت کلاسی



## فصل سوم: کنترل کننده‌های منطقی PLC



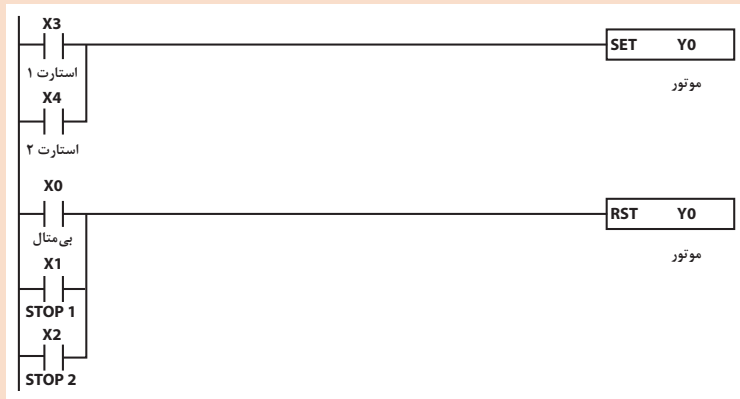
## دستور «ZRST»

فعالیت کلاسی

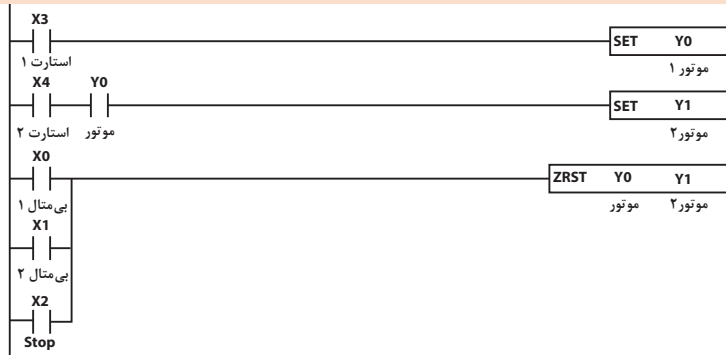


مدارهای زیر را با روش «SET , RESET» برنامه‌نویسی کنید سپس آنلین تست کنید و در پایان عملی انجام دهید. (حتماً سیم‌کشی انجام شود و کارها واقعی تست شوند)

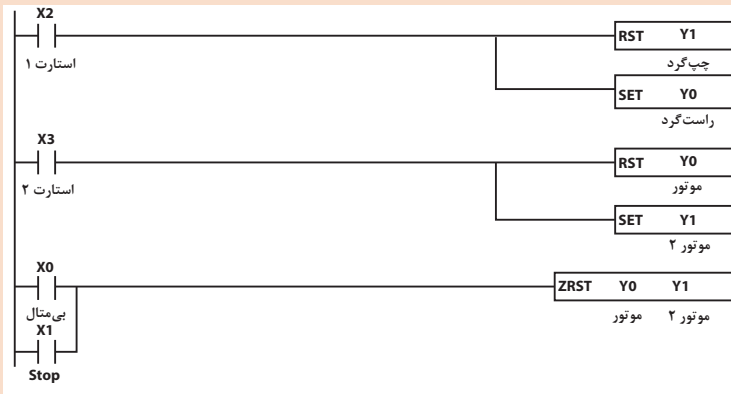
1 کنترل موتور از دو نقطه؛



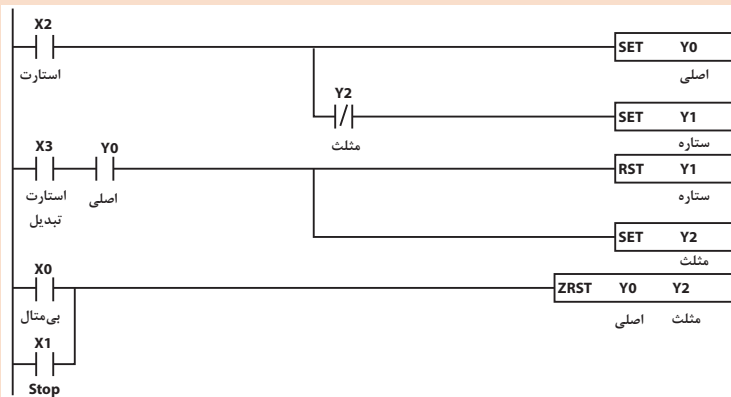
## ۲ کنترل ۲ موتور یکی پس از دیگری؛



## ۳ کنترل موتور به صورت چپ گرد - راست گرد سریع؛



## ۴ کنترل موتور ۵ اسب بخار (ستاره - مثلث).



## دستور (عملگر) «LDF»

### فعالیت کلاسی



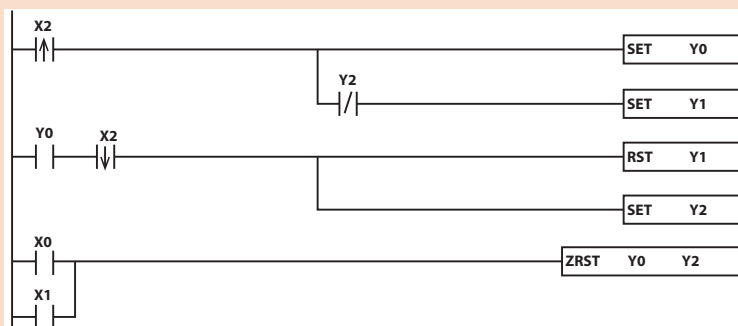
کاربرد دستور «LDP» و دستور «LDF» را بررسی کنید و در مدار راه‌اندازی موتور ۱۰۰ اسب بخار چپ‌گرد - راست‌گرد، استارت‌های شروع را با دستور LDP اجرا و سپس بررسی کنید کدام روش درست است (استارت با لبه یا بدون لبه)

LDP آشکار ساز لبه بالا رونده است و LDF آشکار ساز لبه پایین رونده در حال واقعی گاهی اوقات استارت ممکن است گیر کند و امکان خاموش کردن مدار وجود ندارد لبه‌ها در این حالت کمک کننده هستند زیرا فقط یک بار در زمان ایجاد لبه موردنظر پالس درست می‌کنند بنابراین بهتر است استارت شروع حساس به لبه باشد.

### فعالیت کلاسی



برنامه‌ای بنویسید که لحظه تحریک استارت، موتور «ستاره» و با قطع شدن استارت، «مثلث» شود.



### فعالیت کلاسی



کاربرد M چیست ؟

وضعیت حافظه از M۰ تا M۴۰۹۵ را بررسی کنید و کاربرد هر محدوده را بنویسید.

جهت ذخیره مقادیر میانی به صورت بیتی استفاده می‌شوند و متناسب با CPU متفاوت هستند و به طور کلی سه دسته اند ۱ حافظه‌های GENERAL که عمومی هستند و با قطع برق اطلاعاتشان پاک می‌شود ۲ LACH حافظه‌های پایدار هستند ۳ SPEISAL که حافظه‌های مخصوص CPU هستند و هر

حافظه عملکرد منحصر به فردی دارد که می‌توانیم در برنامه نویسی جهت سهولت از آنها استفاده کنیم.

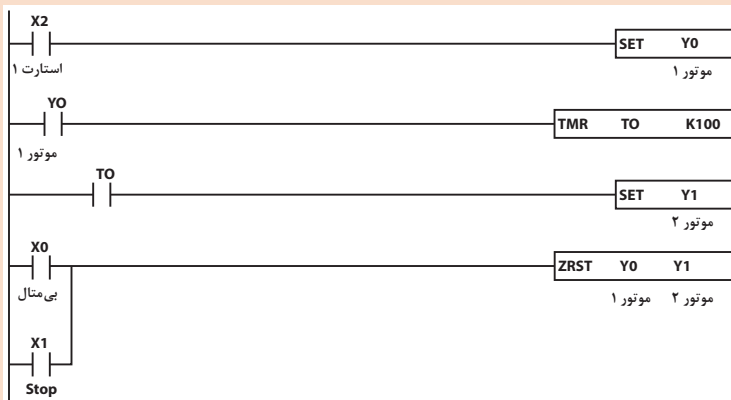
کاربرد رجیستر D چیست ؟

وضعیت رجیستر از D0 تا D4999 را بررسی کنید و کاربرد هر محدوده را بنویسید. جهت ذخیره مقادیر میانی به صورت بایت و WORD و DWORD استفاده می‌شوند و متناسب با CPU متفاوت هستند و به طور کلی سه دسته اند ۱ رجیسترهای GENERAL که عمومی هستند و با قطع برق اطلاعاتشان پاک می‌شود ۲ LACH رجیسترهای پایدار هستند ۳ SPEISAL که رجیسترهای مخصوص CPU هستند و هر رجیستر عملکرد منحصر به فردی دارد که می‌توانیم در برنامه نویسی جهت سهولت از آنها استفاده کنیم.

## تایمر «Timer»

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

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

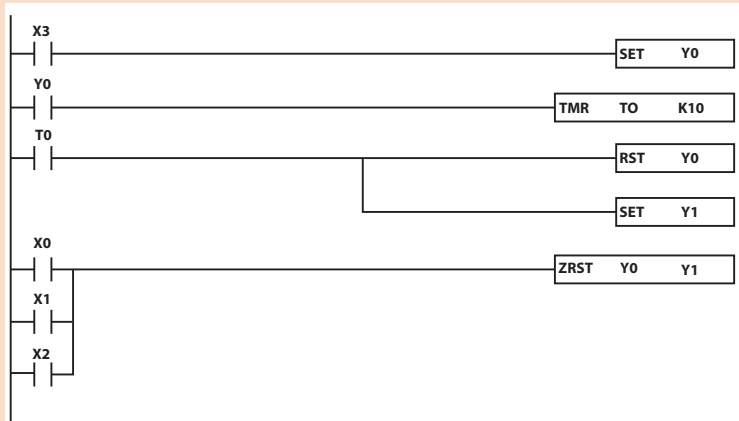


فعالیت کلاسی

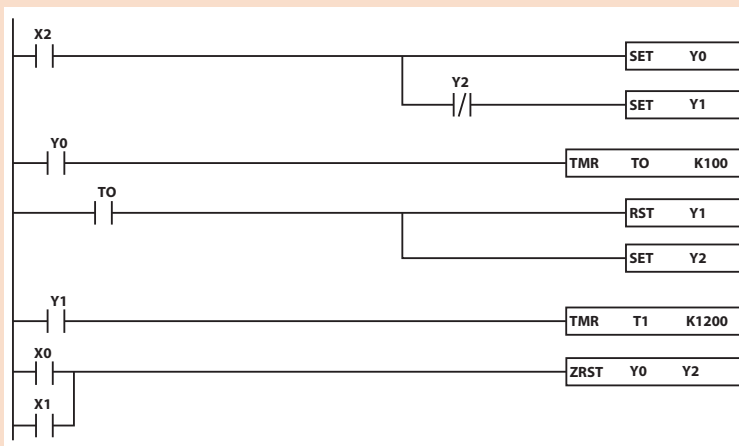




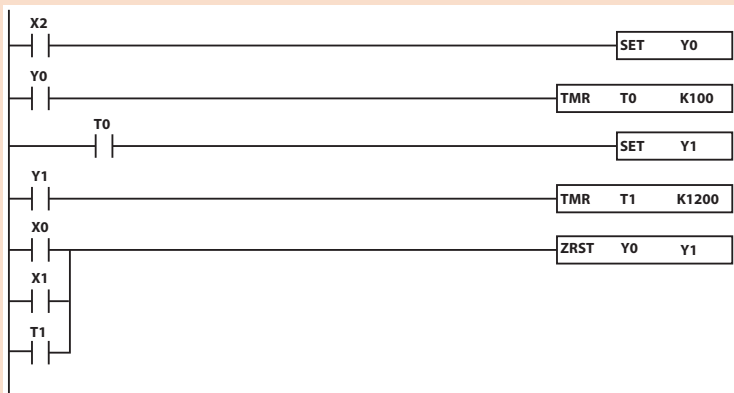
۲ کنترل دو موتور به صورت یکی به جای دیگری اتوماتیک؛



۳ کنترل موتور ستاره مثلث اتوماتیک؛

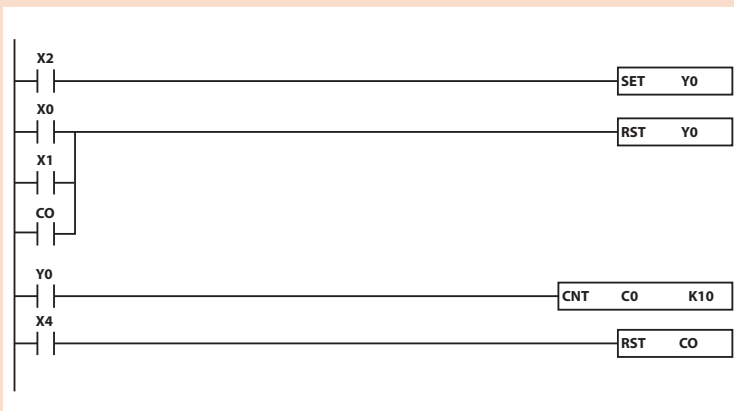


۴ برنامه‌ای بنویسید که با زدن استارت، موتور ۱ روشن و بعد از ۱۰ ثانیه موتور ۲ روشن و بعد از یک ساعت، کل مدار قطع شود.



## کانتر یا شمارنده «Counter»

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.



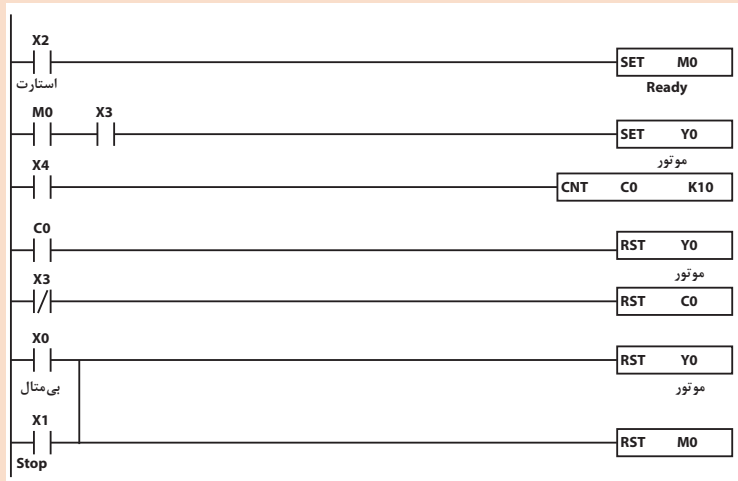
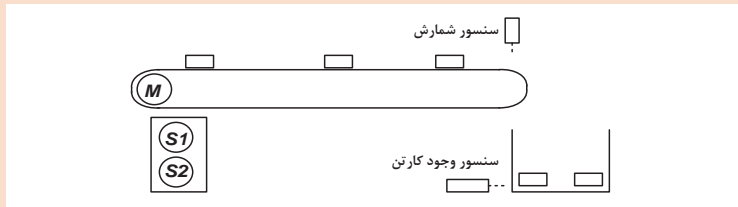
فعالیت کلاسی



فعالیت کلاسی

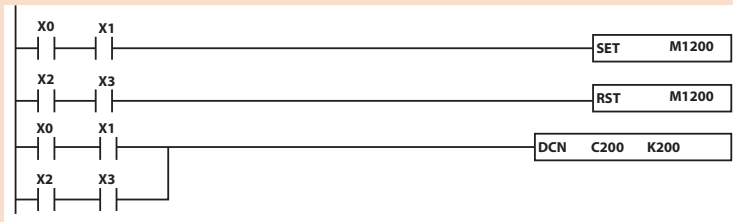
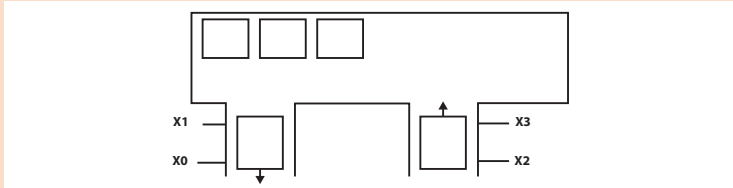


برنامه کنترل بخشی از خط تولید را به صورت زیر بنویسید. با زدن «S1» با شرط وجود کارتن، تسمه نقاله شروع به کار کند و قطعات را انتقال دهد. قطعات شمارش شوند و اگر تعداد به ۱۰ رسید تسمه متوقف شود تا کارتن برداشته شود و با گذاشتن کارتن بعدی، مجدد ادامه دهد و این روند ادامه یابد تا وقتی که سیستم استپ (S2) شود.





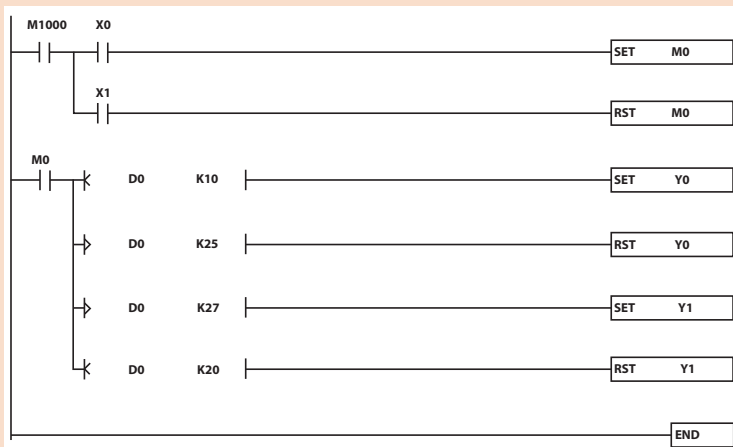
برنامه کنترل پارکینگ را به صورت زیر بنویسید.  
 □ ظرفیت پارکینگ ۱۰۰ خودرو، تعیین شده است. با ورود خودرو، از ظرفیت کم و با خروج آن، به ظرفیت اضافه شود و ظرفیت موجود مشخص شود.  
 X۲, X۳ حسگر مسیر ورودی  
 X۰, X۱ حسگر مسیر خروجی



## مقایسه گر «comparator»



عملکرد برنامه زیر را با کمک هنرآموز بررسی و آن را در شبیه ساز تست و کاربرد آن را نیز مشخص کنید.



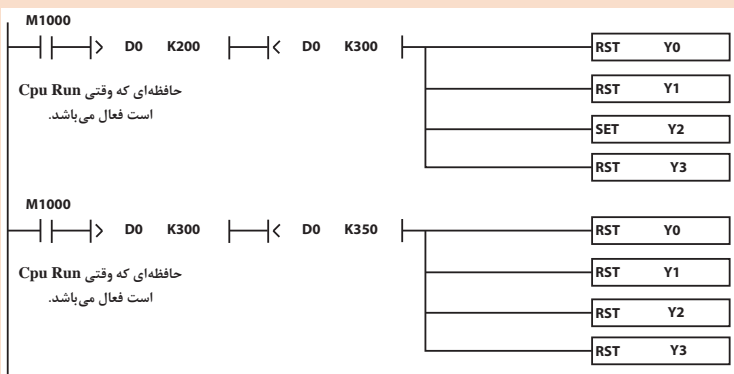
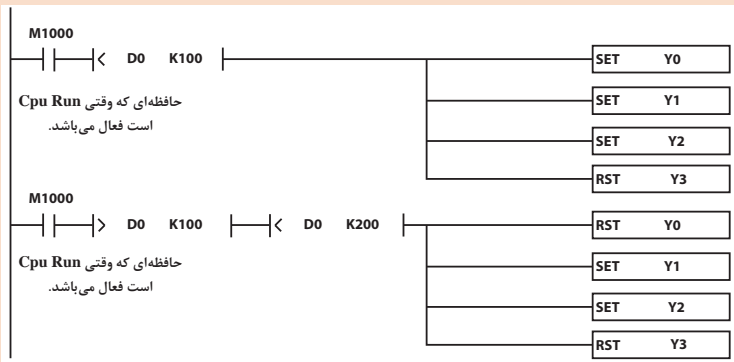
با فعال شدن  $X_0$  حافظه  $M_0$  فعال شده و سیستم آماده به کار می‌شود اگر مقدار ذخیره شده در رجیستر  $D_0$  کمتر از  $10$  بود  $Y_0$  فعال می‌شود اگر بزرگ‌تر از  $25$  بود  $Y_0$  غیر فعال می‌شود و...

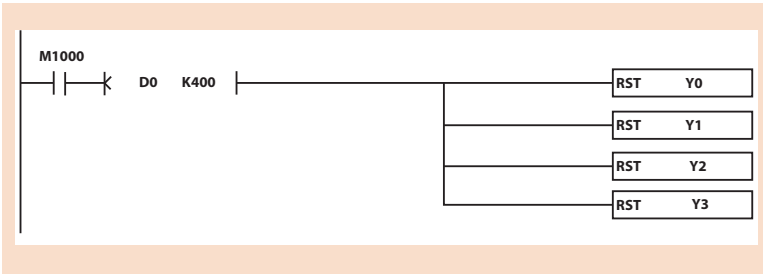
فعالیت کلاسی



فرض کنید دمای یک کوره در رجیستر  $D_0$  ذخیره می‌شود. برنامه‌ای بنویسید که متناسب با تغییر دمای کوره به صورت زیر عمل کند:

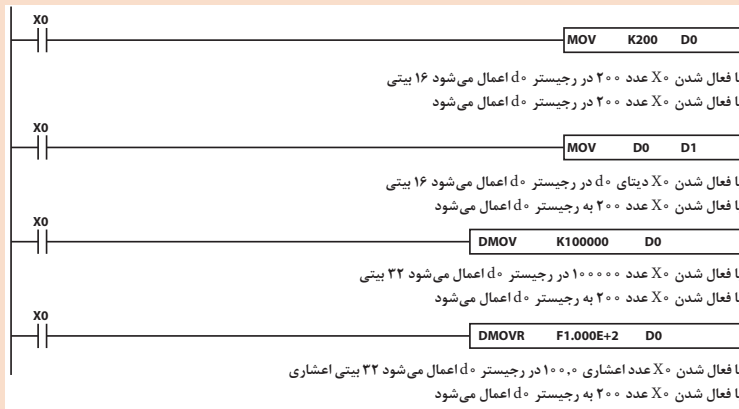
- ۱ اگر دما کوچک‌تر از  $100$  شد  $3$  مشعل روشن شود؛
- ۲ اگر دما بزرگ‌تر از  $100$  و کوچک‌تر از  $200$  شد  $2$  مشعل روشن شود؛
- ۳ اگر دما بزرگ‌تر از  $200$  و کوچک‌تر از  $300$  شد  $1$  مشعل روشن شود؛
- ۴ اگر دما بزرگ‌تر از  $300$  و کوچک‌تر از  $350$  شد  $3$  مشعل خاموش شود؛
- ۵ و اگر دما بزرگ‌تر از  $400$  شد سیستم خنک‌کننده روشن شود.





## دستور «MOV»

با تحریک  $X_0$  در چهار خط برنامه زیرچه اتفاقی می افتد و تفاوت آنها در چیست؟



### فعالیت کلاسی



## توابع ریاضی

تفاوت دستور «Add» با دستور «Dadd» و دستور «Daddr» در چیست؟  
این تفاوت در بقیه دستورات ریاضی نیز بررسی شود.  
۳۲۷۶۷ تا ۳۲۷۶۸- و دستور DADD جمع دو دیتای ۳۲ بیتی در مبنای اعداد صحیح است و daddr جمع دو دیتای در مبنای اعشاری می باشد.

### فعالیت کلاسی



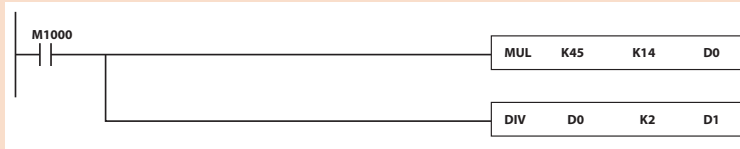
فعالیت کلاسی



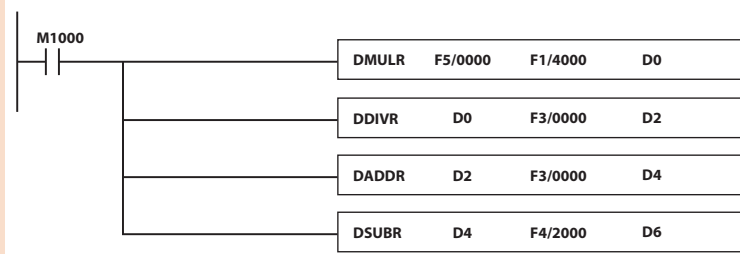
در محیط نرم‌افزار، توابع ریاضی زیر را برنامه‌نویسی و جواب به‌دست آمده را تعیین کنید.

آیا جواب به‌دست آمده با جواب ماشین حساب مطابقت دارد؟

$$F_1 = \frac{45 \times 14}{2}$$



$$F_2 = \frac{45 \times 14}{3} + 2 - 4/2$$

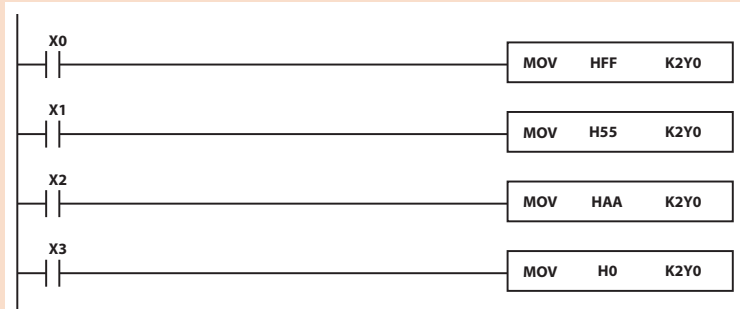


فعالیت کلاسی



برنامه ای بنویسید که با تحریک  $X_0$  حالت‌های زیر ایجاد شود؟  
در برنامه نویسی فقط از اعداد هگزا دسیمال استفاده شود:

- ۱ با تحریک  $X_0$  تعداد ۸ خروجی همزمان روشن شود؛
- ۲ با تحریک  $X_1$  از ۸ خروجی به صورت یک در میان بیت‌های زوج روشن شود؛
- ۳ با تحریک  $X_1$  از ۸ خروجی به صورت یک در میان بیت‌های فرد روشن شود؛
- ۴ با تحریک  $X_2$  تعداد ۸ خروجی غیر فعال شوند.

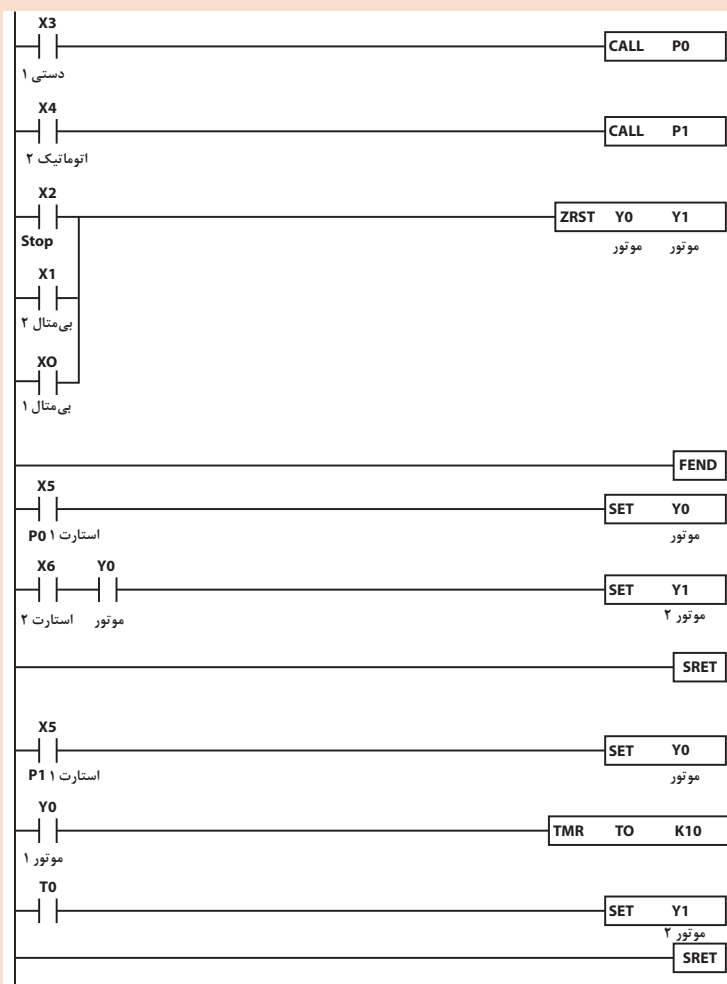


## برنامه نویسی سازمان یافته

فعالیت کلاسی



با استفاده از برنامه نویسی سازمان یافته برنامه کنترل به شرح زیر بنویسید.  
 (تمام نکات ایمنی لحاظ شود) دستگاه دارای یک کلید انتخاب ۲-۰-۱ است.  
 اگر کلید انتخاب در وضعیت ۱ باشد، با زدن استارت ۱، موتور ۱ روشن و بعد از ۱۰ ثانیه موتور ۲ روشن و بعد از ۲۰ ثانیه مدار خاموش شود.  
 اگر کلید انتخاب در وضعیت ۲ باشد، با زدن استارت ۱، موتور ۱ روشن و با زدن استارت ۲ موتور ۲ روشن شود و با زدن استپ کل مدار قطع شود.





## ورودی آنالوگ

فعالیت کلاسی



کارت‌های آنالوگ را از نظر مشخصات بررسی کنید. همچنین روش سیم‌کشی یک کانال در هر کارت را متناسب با نوع آن معلوم کنید.  $0.4ad$  که از نوع ولتاژ و جریان هستند.

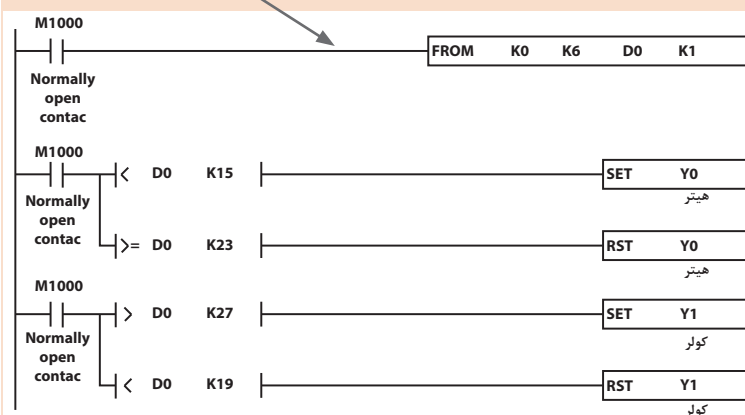
فعالیت کلاسی



برنامه‌ای بنویسید که دمای اتاق را از طریق کانال صفر بخواند و به صورت زیر عمل کند:

- اگر دما کمتر از ۱۵ درجه بود گرم کن روشن شود؛
- اگر دما بیش از ۲۳ درجه شد گرم کن خاموش شود؛
- اگر دما بیش از ۲۷ درجه شد کولر روشن شود؛
- اگر دما کمتر از ۱۹ درجه بود کولر خاموش شود.

اگر روی آنالوگ  $cpu1.0sx$  اجرا کنیم باید یک مبدل  $0.0pt$  به جریان یا ولتاژ استفاده نموده و به جای  $0d$  از رجیستری  $056d$  استفاده می‌کنیم و خط اول برنامه نیاز نیست برای این سیستم یک کارت  $0.4pt$  یا  $0.4tc$  لازم است

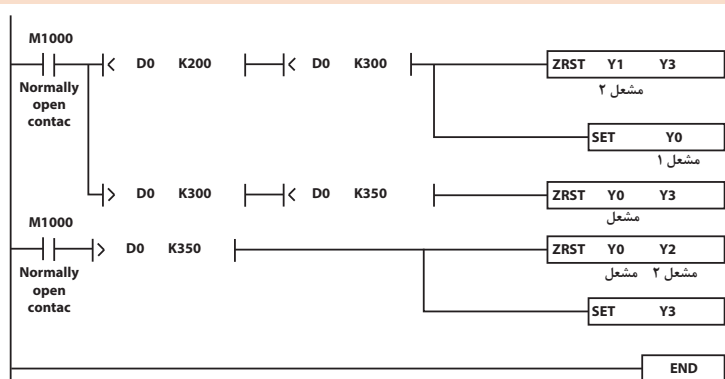
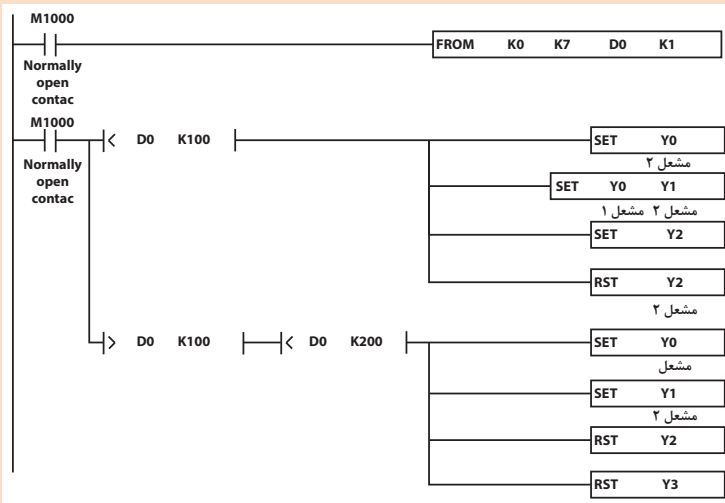




برنامه‌ای بنویسید که دمای اتاق را از طریق کانال یک بخواند و به صورت زیر عمل کند:

- اگر دما کمتر از ۱۰۰ درجه بود ۳ مشعل 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 خنک کننده روشن شود.

در این برنامه کارت pt۱۰۰ استفاده شده که اگر  $cpu \leq 10$  باشد به جای خط اول و رجیستر  $d \leq 57$  از رجیستر  $d1057$  استفاده می‌کنیم.

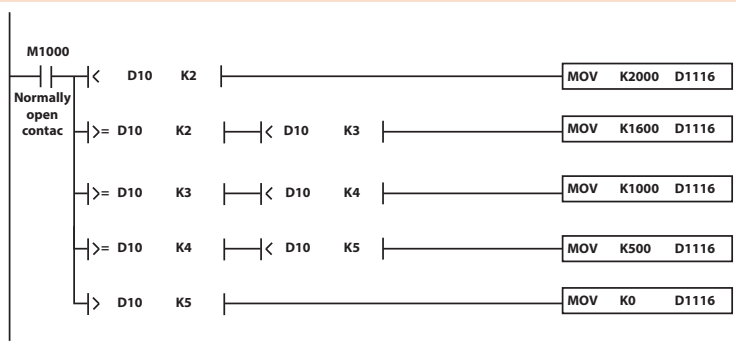


فعالیت کلاسی



برنامه‌ای بنویسید که سیستم کنترل فشار آب مربوط به یک مجتمع ۲۰ واحدی را به صورت پیوسته انجام دهد. فشار توسط حسگر صفر تا ۲۰ بار از طریق کانال صفر خوانده شود و به صورت 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.



## ارزشیابی پایان شایستگی

شرح کار:

تعیین تعداد I/O، سیم کشی و اجرای کامل پروسه و برنامه نویسی کنترل فرایند با رعایت کامل نکات ایمنی و همراه با راه اندازی 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 برنامه کنترل مربوطه را بنویسند و آن را به طور کامل راه اندازی کنند.

شاخص ها:

صحت تعیین تعداد I/O - نصب صحیح سیم کشی I/O - برنامه نویسی صحیح پروسه - عملکرد صحیح فرایند در تست شبیه ساز - کنترل صحت سیم کشی در حالت آنلاین - کنترل عملکرد صحیح هر قسمت پروسه - تست کامل و راه اندازی نهایی پروسه.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

الف) شرایط

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

ب) ابزار و تجهیزات

۱ فیوز سیلندری سه فاز ۲ کلید مینیاتوری تک فاز ۳ کنترل فاز برای موتور تسمه نقاله ۴ کنترل بار برای موتور تسمه نقاله - شستی استپ و استارت ۵ حسگر نوری و القایی - رله ۲۴VDC ۶ کنتاکتور ۷ موتور ۸ سیم ۹ داکت ۱۰ ریل

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین تعداد I/O	۱	
۲	سیم کشی I/O	۱	
۳	برنامه نویسی	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	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۲	
	۱ رعایت 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		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، «۲» می باشد.

## فصل ۴

### مانیتورینگ (HMI)



برای کار کردن با هر سیستمی لازم است مقادیر ورودی و خروجی آن زیر نظر باشند و در صورت نیاز کنترل شوند. برای مثال زمانی که اتومبیلی رانده می‌شود، راننده با نگاه به نشان دهنده‌های 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) که همان مانیتورینگ نامیده می‌شود؛ نشان دهنده‌ها 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 صفحه دستگاه، تجهیزات را خاموش یا روشن نمایند.



## شایستگی انتخاب سخت افزار مناسب برای

### یک سیستم مانیتورینگ

هدف از این شایستگی عبارت‌اند از:

- توانایی انتخاب سخت‌افزار مناسب، با توجه به مزایا و معایب محصولات شرکت‌های مختلف سازنده «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 اِلِمان؛
- توانایی دانلود برنامه 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 به انتخاب سخت‌افزار «HMI» را متناسب با فرایند تحت کنترل، جهت اتوماسیون و برنامه ریزی و پیاده‌سازی سیستم مانیتورینگ انتخاب کنند.



تفاوت دو سیستم مانیتورینگ، اسکادا و «HMI» را بیان کنید.  
در این پژوهش هدف ما آشنا شدن هنرجو با سیستم مانیتورینگ، اسکادا و HMI است و اینکه هر کدام در صنعت در چه جایگاهی استفاده می‌شود.

#### طرح سؤال:

آیا از مراکز صنعتی بازدید نموده‌اید؟  
ایا میزهای فرمان و تابلوهای شامل لامپ سیگنال در اتاق کنترل مشاهده نموده‌اید؟  
آیا تا به حال در این فکر بوده‌اید که می‌توان میزهای فرمان و تابلوهای نمایشگری را با سیستم دیگری جایگزین نمود؟  
در واقع سیستم مانیتورینگ اسکادا (scada) یک نرم‌افزار است که بر روی یک سیستم کامپیوتر صنعتی (IPC) نصب می‌شود و تمام صفحات گرافیکی و تنظیمات بر روی آن انجام شده و سپس این سیستم کامپیوتری با سخت‌افزار PLC متصل می‌شود.

در حالی که سیستم مانیتورینگ HMI خود یک دستگاه است که ابتدا با کامپیوتر برنامه‌نویسی می‌شود و سپس دستگاه HMI به سخت‌افزار PLC متصل می‌گردد.  
جایگاه سیستم اسکادا بیشتر در اتاق‌های کنترل و جایگاه سیستم HMI بیشتر به صورت محلی و در کنار تعدادی تجهیز مورد کنترل (مانند موتورخانه) قرار می‌گیرد.  
اصطلاح MIMIC PANEL به صفحه‌هایی گفته می‌شود که دارای تعداد زیادی لامپ به‌عنوان نمایشگر و ریکورد قلمی برای ثبت مقدار و رسم نمودار پارامترهایی مانند دما - فشار و... برای نظارت اپراتور بر روی سیستم کنترل و فرایند می‌باشد. میز اپراتوری (OP) OPERATION PANEL در صنعت همان میزی هست که دارای تعداد زیادی شستی‌های استپ، استارت و کلیدهای سلکتور برای راه‌اندازی سیستم کنترل و فرایند می‌باشد.

#### انجام فعالیت توسط هنرآموز با استفاده از روش تفحص گروهی:

هدف از این فعالیت آشنایی با انواع سیستم‌های مانیتورینگ و تفاوت هر کدام باهم و جایگاه استفاده از هر کدام در صنعت می‌باشد.

#### مراحل اجرایی روش تفحص گروهی:

##### موقعیت‌سازی:

برای انجام این فعالیت ابتدا باید هنرآموز، هنرجویان را به بازدید از مراکز صنعتی و اتاق کنترل برده تا بتوانند هنرجویان در موقعیت مکانی قرار گیرند. و یا با نمایش فیلم از یک مرکز صنعتی و قسمت‌های یک اتاق کنترل به این امر رسید. (لازم است از دو اتاق کنترل یکی بدون سیستم مانیتورینگ و دیگری با

پیاده‌سازی سیستم مانیتورینگ بازدید به عمل آید.

### کشف واکنش:

در این مرحله هنرآموز تلاش می‌کند هنرجویان خود را برای واکنش به تشخیص جایگاه انواع سیستم مانیتورینگ و ویژگی‌های استفاده از این سیستم‌ها در صنعت آماده سازد و سؤالات زیر از هنرجو مطرح می‌شود:

چه معیایی را در سیستم نظارتی در اتاق کنترل قدیمی مشاهده می‌کنید؟  
چه پیشنهادی برای اصلاح و بهبود سیستم مانیتورینگ و نظارتی در اتاق کنترل قدیمی دارید؟

آیا می‌توان یک سیستم نظارتی را به چندین قسمت و جزء تقسیم نمود؟  
آیا می‌توان علاوه بر اتاق کنترل در جاهای دیگر در صنعت نظیر موتورخانه و ... سیستم مانیتورینگ و نظارتی راه اندازی نمود؟

### فرمول بندی و سازمان دهی:

در این گام، الزامی است که سازمان‌دهی ویژه موقعیت پدید آمده، انجام پذیرد و روال ویژه‌ای برای رویدادها تدارک دیده شود.

در اینجا هنرآموز از هنرجویان می‌خواهد تا عملیات راه‌اندازی یک سیستم مانیتورینگ و نظارتی و ارتباط با سیستم کنترل را به صورت دیاگرامی ترسیم و مراحل این روش را به صورت فلوجارتی طراحی نمایند.

### دانستنی‌های هنرآموز:

#### برنامه نویسی سیستم‌های کنترل (PLC)

آشنایی با سیستم‌های نظارتی در صنعت  
جایگاه استفاده از مانیتورینگ در صنعت

#### مطالعه مستقل و گروهی:

در این مرحله هنرآموز فعالیت کلاسی زیر را ارائه می‌دهد که هنرجو خود را ملزم می‌داند تا آنها را انجام دهد.

#### تجزیه و تحلیل:

هنرآموز در این مرحله فعالیت کلاسی هنرجویان را بازدید نموده و در صورت اشتباه بودن فعالیت راهنمایی‌های لازم را انجام می‌دهد.

#### فعالیت دوباره:



در این مرحله همه هنرجویان باید بتوانند فعالیت کلاسی را به طور کامل انجام دهند.



فعالیت کلاسی



مزایای استفاده از سیستم HMI را نسبت به میزهای اپراتوری بیان نمایید.

میز اپراتوری	HMI
	
با توجه به وجود شستی‌ها و لامپ‌ها حجم تابلو زیاد می‌شود.	کاهش حجم تابلو نمایشگر
وجود لامپ سیگنال در میزهای اپراتوری مصرف انرژی بالا می‌رود.	کاهش مصرف انرژی
با وجود قطعات مکانیکی مانند شستی‌ها احتمال خرابی بالا می‌رود.	احتمال خرابی تجهیزات کاهش می‌یابد
در این سیستم امکان گزارش‌گیری باید توسط سخت‌افزارهای جانبی گران‌قیمت مانند ریکوردرها انجام شود که تعمیر و نگهداری آنها هزینه‌بر است.	امکان ذخیره و گزارش‌گیری از پارامترها به راحتی فراهم است.

پژوهش کنید



چند سازنده دستگاه مانیتورینگ «HMI» عبارت‌اند از:  
 زیمنس نرم افزار PRO TOOL – فتک و PANNEL MASTER نرم‌افزار  
 HMIware – کینگو نرم‌افزار PM DESIGNER

فعالیت کلاسی



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.

روش تدریس:

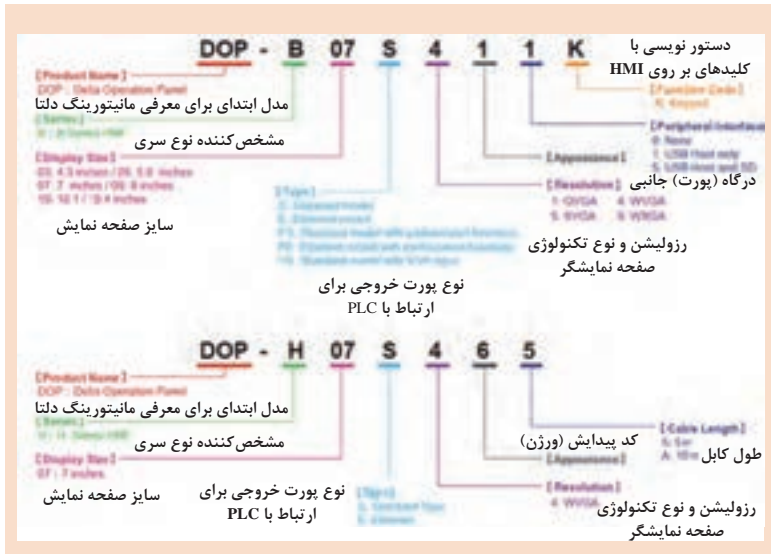
در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به مشخصات و قابلیت‌های یک دستگاه HMI برای تشخیص درست انتخاب یک دستگاه برای نظارت بر سیستم کنترلی موجود آماده کند:

۱) آیا ابعاد یک دستگاه در طراحی یک سیستم کنترل و نظارتی مهم است؟  
 (طراحی تابلو)



## فصل چهارم: مانیتورینگ (HMI)

ترجمه کنید



فعالیت کلاسی



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

برای تدریس این قسمت از روش تدریس ساخت‌گرایی استفاده می‌کنیم.

1 طرح سؤالات و فعالیت‌های کاوشگری با هدف شناسایی انواع پروتکل‌های ارتباطی

2 تشریح انواع پورت‌ها و پروتکل‌ها

3 شناسایی پورت‌ها بر روی دستگاه موجود

با توجه به ست آموزشی ارائه شده HMI موجود بر روی آن مدل سری W می‌باشد (۱۰۷WV) که دارای پورت‌های RS۴۸۵, RS۴۲۲, RS۲۳۲ و اترنت Ethernet هست و همچنین می‌توان مدل B۰۷S۴۱۱ را ذکر نمود که دارای پورت‌های RS۲۳۲, RS۴۲۲, RS۴۸۵ می‌باشد.

پژوهش کنید



پروتکل‌های ارتباطی را در شماره‌های سریال RS۴۸۵, RS۴۲۲, RS۲۳۲ را از

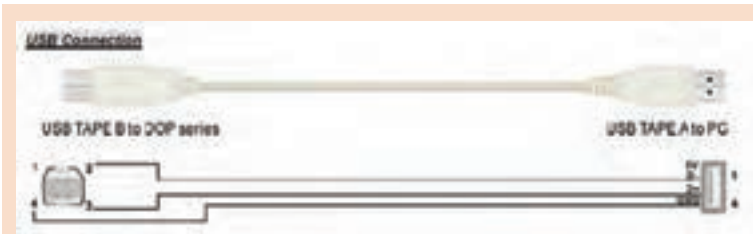
لحاظ اصول انتقال داده‌ها بررسی کنید.

تفاوت پورت USB-A با USB-B چیست؟

فیلم

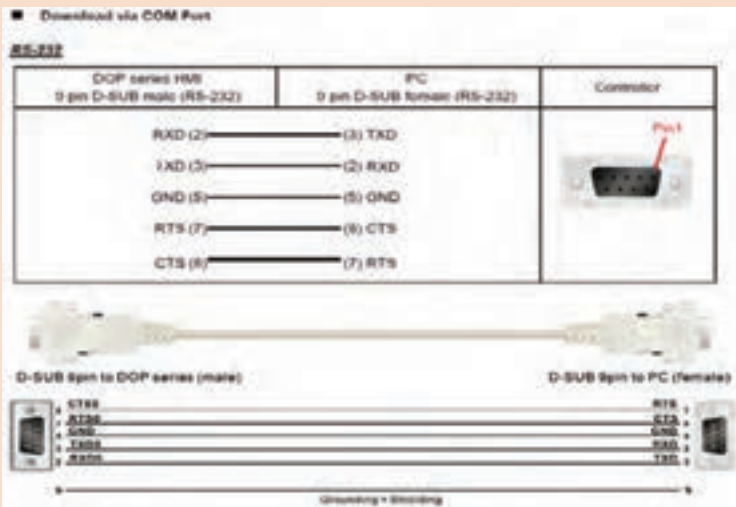


نمایش فیلم شماره ۴: چگونگی ارتباط HMI با رایانه



در بعضی از مواقع می توان برای ارتباط «HMI» با رایانه از پروتکل «RS۲۳۲» که آن را به اصطلاح پورت «COM» نیز می گویند، استفاده نمود.

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




با خرید کانکتورهای مربوطه و کابل چند رشته ای می توان به صورت شکل بالا کابل ارتباطی مناسب را ساخت.



با خرید دو کانکتور از نوع RS۲۳۲ یکی به صورت گرد و دیگری به صورت مستطیل می توان مطابق نقشه صفحه بعد کابل ارتباطی بین HMI با PLC را ساخت.

## فصل چهارم: مانیتورینگ (HMI)

DOP Series ۹ pin D-SUB male (RS-۲۳۲)	Controller ۸ pin Mini DIN male (RS-۲۳۲)	Controller ۸ pin Mini DIN male (RS-۲۳۲)
RXD (۲) _____ (۵) TXD TXD (۳) _____ (۴) RXD GND (۵) _____ (۸) GND		 Top View

لازم به ذکر است چون از پورت RS۲۳۲ در سمت HMI می‌توان هم به PLC و هم به کامپیوتر PC وصل نمود و برای ارتباط هر کدام باید ارتباط قبلی قطع شود پس بهتر است برای ارتباط HMI با PLC از پورت مستقل دیگری مانند RS۴۸۵ و یا اترنت استفاده نمود.

### فعالیت کلاسی



با استفاده از یک کانکتور ۹ پین در سمت HMI و اتصال دوسیم به پایه‌های ۱ و ۶ و اتصال این دو سیم مطابق شکل زیر به دو کانکتور سبز رنگ فونیکسی در زیر PLC می‌توان این اتصال را برقرار نمود.

(DOP-B Series) ۴۸۵ - RS

DOP Series	Controller
۹ pin D. sub mate (RS. ۴۸۵)	RS. ۴۸۵ terminal
D + (۱) _____	D +
D. (۶) _____	D.

### فیلم



نمایش فیلم شماره ۳: معرفی نرم‌افزار Dopsoft و مراحل نصب این نرم‌افزار

### پژوهش کنید



با مراجعه به اینترنت یکی از مدل HMI موجود در بازار را دانلود کرده مانند PANEL Master  
نمایش فیلم شماره ۴: معرفی HMI مدل PANEL MASTER



باتوجه به شکل روبه‌رو قسمت شماره ۳ شامل چه تنظیماتی است؟

در اینجا لازم است به این نکته مهم اشاره شود که برای برنامه‌نویسی HMI دلتا در مدل‌های مختلف از نرم‌افزار... ۲,۰۰۰ DOP SOFT version استفاده می‌شود اما در مورد مدل سری W به شماره کد ۱۰۷WV که در ست‌های آموزشی استفاده شده است در قسمت انتخاب سری مدل HMI برخی مدل‌های سری W در آن وجود ندارد. برای حل این مشکل باید از نرم‌افزار DOP SOFT version ۴,۰۰۰ استفاده شود که تمام امکانات و آیکون‌ها و برنامه‌نویسی بین این دو ورژن یکسان است که برای این فعالیت این محیط بین این دو نرم‌افزار هیچ تفاوتی ندارد. برای تدریس این قسمت از روش تدریس **تسلط یاب** استفاده می‌کنیم.

- ۱ در مرحله آماده‌سازی درس، هنرآموز اهداف این بخش، رابطه بین محتوای درس با یادگرفته‌های پیشین را تعیین می‌کند.
- ۲ مسئولیت هنرجویان را برای تمرین و یادگیری معین کنید.
- ۳ تمام مفاهیم و روابط را مرحله به مرحله به فراگیران شرح دهید.
- ۴ در صورت امکان از ابزارهای کمک آموزشی استفاده کنید.
- ۵ تمرین و تکرار اطلاعات باعث تبحر و تسلط فراگیران می‌شود. برای حل تمرین، فراگیران را براساس گام‌هایی که معین کردید، هدایت کنید.
- ۶ لغزش‌های فراگیران را تصحیح کنید.
- ۷ راه حل فراگیران را بازنگری کنید.
- ۸ در صورت امکان از فراگیران بخواهید تمرینات مشابه از منزل خود، طراحی و حل نمایند.

در قسمت شماره ۳ می‌توان به تنظیمات سیستم کنترل - قرار دادن پسورد برای ارتباط با PLC مربوطه - تنظیم زمان برای فرصت دادن به HMI برای یافتن PLC مربوطه اشاره نمود.

فیلم



نمایش فیلم شماره ۵: برای ایجاد یک پروژه جدید در نرم افزار «DOPSoft» با دو ورژن ۲ و ۴ و اشاره به محیط های هر کدام از لحاظ کارایی

پژوهش کنید

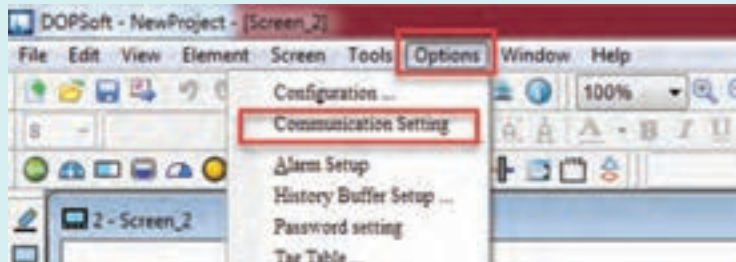


اگر لازم باشد مدل «PLC» و تنظیمات ارتباطی پروژه ای را که قبلاً انجام شده است تغییر دهیم، چگونه امکان پذیر است؟

در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به تنظیمات سخت افزاری و ارتباط PLC با HMI آماده کند:

۱ اگر مدل PLC ما عوض شود برای تنظیمات مجدد چه مراحل را باید انجام داد؟

۲ اگر پورت ارتباطی را تغییر دهیم برای تنظیمات مجدد چه مراحل را باید انجام داد؟



برای این کار از نوار منو گزینه **Option → Communication Setting** را انتخاب می‌نماییم. برای هر دو ورژن این مسیر یکسان است.

فعالیت کلاسی



در صفحه ایجاد شده جدید توسط کاربر، قسمت های «Property»، «Output» و «Screen Manager» را توضیح دهید و اگر این قسمت ها را ببندیم به چه صورتی می توان آنها را مجددا در صفحه ظاهر نمود؟

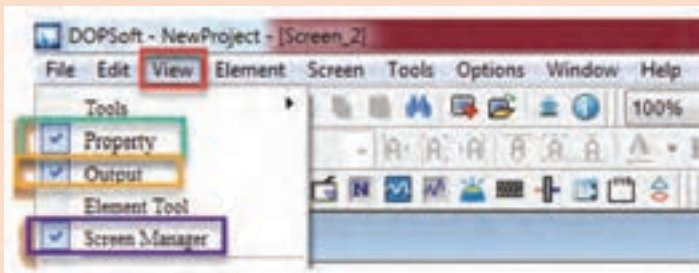
در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به محیط برنامه نویسی HMI آماده کند:

۱ قسمت های مختلف بلوک در محیط نرم افزار را حذف و اضافه کنید.

۲ در محیط برنامه نویسی و طراحی تغییرات را اعمال کنید و نتیجه را مشاهده نمایید.

در این قسمت می‌توان مشخصات ظاهری مانند نام صفحات ، رنگ صفحات و ... را تنظیم نمود.	Property
در صورت وجود خطا در برنامه از این قسمت می‌توان خطاها را شناسایی و برطرف کرد.	Output
در این قسمت می‌توان تمام صفحات ایجاد شده توسط کاربر را مشاهده نمود و بین صفحات حرکت کرد و مدیریت صفحات را انجام داد.	Screen Manager

برای این کار از نوار منو گزینه View می‌توان زیرگزینه‌های مورد نظر را انتخاب نمود.



در اینجا لازم است اشاره شود که نام قسمت Property که در ورژن ۲ نرم افزار است در ورژن ۴ همین نرم‌افزار نام این گزینه تبدیل به Properties شده که از لحاظ تعریف و وظایف کاملاً یکسان هستند که حتی در نوار منو گزینه View می‌توان تمام این قسمت‌ها را مشاهده نمود و به صفحه کاری اضافه و یا کم نمود.

نوار منو و گزینه‌های موجود در آن

توضیحات	گزینه
در این گزینه می‌توان فایل را باز نمود و یا ذخیره کرد و همچنین می‌توان تنظیمات پرینتر را انجام داد و چاپ گرفت.	File
در این قسمت می‌توان عملیاتی نظیر COPY, PASTE, .... و همچنین هم‌ترازی اشکال و نوشت‌ها در صفحه گرافیکی را انجام داد.	Edit
نمایش و عدم نمایش منوها و ابزار برنامه‌نویسی و... در صفحه اصلی نرم‌افزار و خصوصی‌سازی نرم‌افزار برای در دسترس قرار دادن ابزار مورد استفاده	View

فعالیت کلاسی





Element	کلیه ابزار گرافیکی مورد استفاده در این قسمت قرار دارد.
Screen	برای ایجاد صفحات جدید گرافیکی - باز کردن صفحات گرافیکی قبلی - حذف صفحات و ایجاد صفحات گرافیکی به صورت برنامه نویسی ماکرو
Tools	کامپایل نمودن برنامه نوشته شده - عمل دانلود و آپلود - تست برنامه به روش شبیه سازی
Option	پیکربندی دستگاه HMI - تنظیمات ارتباطی - و همچنین ایجاد بانک تصاویر Picture Bank و ....

فعالیت کلاسی



با گزینه‌های موجود در Tools در قسمت View در نوار منو می‌توان ابزار رسم و تنظیمات برای برنامه نویسی را به صورت در دسترس بودن قرار داد. برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. ایده کلاس معکوس بسیار ساده است. در این کلاس‌ها آموزش مستقیم از طریق CD و یا سایر مواد آموزشی انجام می‌شود که هنرجویان قبل از آمدن به کلاس از آن استفاده می‌کنند. این جابه‌جایی در زمان آموزش به هنرآموز امکان می‌دهد که از زمان کلاس درس برای فعالیت‌های گروهی و فردی استفاده کند. در کلاس معکوس، شیوه مرسوم تدریس به کلی جابه‌جا می‌شود تا به جای این که تکالیف در خانه و تدریس در کلاس انجام شود، هنرجویان درس را در خانه و از طریق CD و... که هنرآموزشان تهیه کرده است و یا در اینترنت قرار دارد، دریافت کنند و زمان کلاس به انجام دادن تکالیف و پروژه‌هایی مرتبط با درس‌ها اختصاص می‌یابد. این در تئوری بسیار عالی است. در این روش هنرآموز بایستی فیلم یا اسلایدهایی را که قبلاً در مورد این موضوع آماده کرده است به فراگیرانش بدهد و از آنها بخواهد که فیلم را در منزل مشاهده کرده و بر اساس مشاهدات خود در جلسه بعدی کلاس توضیحاتی را ارائه دهند.

نمایش فیلم شماره ۶: به کارگیری مربوط به گزینه‌های موجود در Tools در قسمت View نوار منو

پژوهش کنید



در نوار منو گزینه Edit از زیرشاخه‌های زیر در چه مواقعی استفاده می‌کنند؟  
Order: برای جلو و عقب (زیر و رو) گذاشتن چندین المان بر روی هم

Align: همتراز کردن چند المان قرار گرفته در صفحه در جهات مختلف  
Make same size: یکسان کردن طول، عرض و یا هر دو المان‌ها گذاشته شده  
در یک صفحه  
Text Process: قرار گرفتن یک متن در یک کادر از لحاظ چپ‌چین -  
راست‌چین - مرکز و ...  
Bitmap process: عملیات گوناگون مانند همتراز کردن عکس‌ها - کپی - و  
ویرایش را می‌توان انجام داد.

در این فعالیت با نمایش فیلم در دو محیط نرم‌افزار با ورژن ۲ و ۴ به باز کردن  
یک پروژه جدید، می‌پردازیم و سعی می‌کنیم به روش‌های مختلف چند صفحه  
طراحی (Screen) را با روش‌های مختلف ایجاد کنیم.  
برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم.  
نمایش فیلم شماره ۷: باز کردن پروژه جدید

فعالیت کلاسی



در این فعالیت با نمایش فیلم به چگونگی ایجاد زیرصفحه (Subscreen)  
می‌پردازیم.  
برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم.  
نمایش فیلم شماره ۸: چگونگی ایجاد زیرصفحه

فعالیت کلاسی



کاربرد هر نوع تگ در جدول زیر بیان شده است.  
برای تدریس این قسمت از روش تدریس ساخت‌گرایی استفاده می‌کنیم.  
۱ طرح سؤالات با بیان اینکه چه سیگنال‌هایی را باید از سیستم کنترل به  
سیستم مانیتورینگ (نظارتی) و بالعکس استفاده نمود.  
۲ طرح سؤال با موضوع فرمت دیتا چیست؟  
۳ نوع دیتای مورد استفاده هر سیگنال از طرق PLC به چه صورت است.  
۴ طرح سؤال با هدف آشنایی تگ و انواع آنها و مفهوم هر نوع  
۵ نحوه ایجاد تگ و آدرس‌دهی به نحوه صحیح

فعالیت کلاسی



نوع تگ	کاربرد
Internal Memory	حافظه‌های داخلی که در HMI وجود دارد و می‌توان در برنامه نویسی از آن استفاده نمود. حافظه‌های داخلی HMI: این حافظه‌ها ۱۶ بیتی بوده و بر دو دسته هستند. • نوع \$: حافظه‌هایی که با خاموش و روشن شدن HMI مقادیر خود را از دست می‌دهند: \$۶۵۶۳۵ ~ \$۰ • نوع \$M: حافظه‌هایی که با خاموش و روشن شدن HMI مقادیر خود را نگه می‌دارند. \$M۱۰۲۳ ~ \$M۰ این رجیسترها ۱۶ بیتی هستند اگر بخواهیم به بیت‌های این حافظه‌ها دسترسی داشته باشیم باید به صورت زیر بنویسیم: ❖ بیت پنجم از رجیستر ۱۶ بیتی غیرماندگار شماره ۴۲۳ ۴۲۳,۵ \$
Internal Parameter	حافظه‌های خاص داخل HMI
Link ۱ یا Link ۲	این گزینه مربوط به پورت‌های ارتباطی HMI می‌باشد که در ابتدای برنامه تعریف کرده‌ایم و در واقع از این طریق می‌توانیم به حافظه‌های PLC مورد ارتباط دسترسی داشته باشیم.

فعالیت کلاسی



در این فعالیت با نمایش فیلم در دو ورژن نرم‌افزار جدول تگ‌های خواسته شده را انجام داد.

ردیف	نام	نوع	آدرس
۱	start	bit	M۰
۲	stop	bit	M۱
۳	motor	bit	Y۰
۴	temp	word	D۰
۵	time	word	T۰
۶	Count	word	C۰
۷	A	bit	\$۰,۰
۸	B	word	*\$۲

برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. نمایش فیلم شماره ۹: چگونگی ایجاد جدول تگ‌ها و معرفی و آدرس‌دهی

### فعالیت کلاسی



در این فعالیت با نمایش فیلم می‌توان در دو ورژن نرم‌افزار هر کدام از ابزارهای «Bar و Meter ، Indicator ، Button» یکی را انتخاب کنید. برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. نمایش فیلم شماره ۱۰: چگونگی وارد کردن ابزارها در صفحه ترسیم

### فعالیت کلاسی



در این فعالیت با نمایش فیلم می‌توان مشخصات داخلی ابزارهای «Button Indicator ، Time Display» را مشاهده نمود و با هم مقایسه کرد. برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. نمایش فیلم شماره ۱۱: مشخصات داخلی ابزارهای Indicator و Button. Time Display

### فعالیت کلاسی



مطابق کتاب هنر جو مراحل فعالیت برای ابزارهای «Date display و Time display» را با نمایش فیلم توسط نرم‌افزار با دو ورژن ۲ و ۴ به صورت قدم به قدم پیاده‌سازی کنیم و تست آفلاین انجام می‌دهیم. نمایش فیلم شماره ۱۲: چگونگی استفاده از «Date display و Time display»

### فعالیت کلاسی



وظیفه هر کدام از پارامترهای المان «Time Display» به شرح زیر می‌باشد.

سربرج	پارامتر	وظیفه
	Style	سبک نمایش
	Border Color	رنگ خط دور کادر نمایش
Main	Background Color	رنگ پس‌زمینه کادر نمایش
	Time Format	فرمت نمایش ساعت-دقیقه-ثانیه
Text	MS Outlook	فرمت و نوع قلم نمایش
	12	سایز قلم نمایش
		رنگ قلم نمایش

هم‌ترازی افقی (چپ چین - وسط چین و راست چین)		
هم‌ترازی عمودی (چپ چین - وسط چین و راست چین)		
موقعیت مکانی قرارگیری در صفحه (محور X)	X	Coordinates
موقعیت مکانی قرارگیری در صفحه (محور Y)	Y	
پهنا (طول) کادر ابزار	Width	
ارتفاع (عرض) کادر ابزار	Height	

فعالیت کلاسی



مطابق با مراحل انجام فعالیت در کتاب هنر جو و فیلم نمایش داده شده فرایند استفاده از ابزار «Goto Screen» نشان داده شده است. نمایش فیلم شماره ۱۳: چگونگی استفاده از المان «Goto Screen»

پژوهش کنید



توضیحاتی در مورد ابزار Button پروتکل RS۲۳۲ یکی از قدیمی‌ترین واسط‌های سریال RS۲۳۲ نامیده می‌شود. کابل در پروتکل RS۲۳۲ حداقل باید دارای ۳ رشته سیم باشد که یک سیم برای خط ارسال داده (TX) و یک سیستم برای خط دریافت (RX) و سیم سوم نیز به‌عنوان سیم ولتاژ مرجع استفاده می‌شود. پروتکل RS۴۸۵ از RS۴۸۵ در کاربردهایی که نیاز به انتقال دیتا به فواصل دور و با سرعت بیشتر و با قابلیت شبکه شدن تجهیزات به صورت دوطرفه است استفاده می‌شود. در این پروتکل فرستنده و گیرنده‌ها را می‌توانند در یک شبکه تا ۳۲ دستگاه افزایش داد و سرعت انتقال دیتا بین این دستگاه‌ها می‌تواند تا ۴۰ Mb/s افزایش یابد. پروتکل RS۴۲۲ این ارتباط جایگزین خوبی برای ارتباط RS۲۳۲ می‌باشد چرا که هم Full Duplex هست و هم حالت دیفرانسیلی دارد که باعث می‌شود در فواصل زیاد نویز نگیرد مثلاً سرعت انتقال داده در ۱۰ متر با استفاده از این پروتکل برابر با ۱۰ مگابایت در ثانیه می‌باشد و در ۱۰۰۰ متر ۱۰ کیلوبایت بر ثانیه می‌باشد.

پروتکل RS۴۲۲، RS۴۳۲ قابل تبدیل به هم دیگر هستند که با گذاشتن یک مبدل آنها به هم تبدیل می شوند.

#### فعالیت کلاسی



در این فعالیت با نمایش فیلم وظیفه هر کدام از سربرگ‌ها نظیر «Text, Picture» در ابزار «Button» توضیح داده شده است.  
در قسمت Text می توان به هر کدام از وضعیت حالات ۰ و ۱ یا یک متن داد که بر روی شکل Button گذاشته شده و همچنین سایز، رنگ و فرمت نوع قلم و محل قرارگیری متن بر روی المان در قسمت Picture اختصاص دادن یک عکس مناسب مطابق با عکس‌های موجود در نرم افزار و چگونگی قرارگیری عکس انتخاب شده در کادر المان گذاشته شده و ....  
نمایش فیلم شماره ۱۴: وظیفه هر کدام از سربرگ‌ها نظیر «Text, Picture»

#### پژوهش کنید



در این پژوهش به موارد برگه Details می پردازیم.

#### ۱ Interlock

این قسمت برای فعال / غیر فعال کردن عملکرد می باشد. برای مثال می خواهیم چنانچه بیت M۱ در PLC صفر بود این شستی غیرفعال گردد و با فشار اپراتور بر روی آن هیچ عملی اتفاق نیفتد ولی چنانچه بیت M۱ در PLC یک بود اپراتور با فشار شستی بتواند موتوری را روشن کند.

اگر گزینه Interlock state بر روی گزینه ON تنظیم شود و به آدرس مربوطه M۱ اختصاص داده شود با یک بودن بیت M۱ این شستی فعال می باشد و اگر گزینه Interlock state بر روی OFF تنظیم شود با صفر بودن بیت M۱ این شستی فعال می شود.

#### ۲ Invisible Address

چنانچه بیت اختصاص داده شده یک باشد شستی از روی صفحه HMI محو می شود.

#### ۳ User Security level/Set Low security

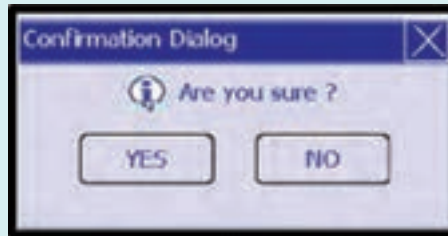
با این گزینه می توان مشخص کرد که این شستی یا کلید در چه سطح اپراتوری (امنیتی) مجاز به استفاده است.

#### ۴ Push time

چنانچه این گزینه تنظیم شود اپراتور باید به اندازه این زمان (برحسب ثانیه) شستی را فشار دهد تا فعال شود.

#### ۵ Confirm Window

چنانچه این گزینه بر روی yes قرار گیرد بعد از فشار شستی توسط اپراتور پنجره زیر باز می شود و تأیید برای اجرای دستور را می پرسد.



#### فعالیت کلاسی



با نمایش فیلم در دو نرم افزار با ورژن های ۲,۴ یک «Indicator» از نوع «Multistate Indicator» در صفحه قرار دهیم و سپس پارامترها را توضیح دهیم.

نمایش فیلم شماره ۱۵: پارامترهای «Multistate Indicator»

#### پژوهش کنید



چرا درخصوص ارتباط «HMI» با «PLC» دلتا در قسمت تگ گذاری خارجی (Link) برای اختصاص یک تگ به «Button» که به عنوان ورودی است، نباید از آدرس  $X^0$ ،  $X^1$  و ... استفاده شود؟  
زیرا آدرس های  $X^0$ ،  $X^1$  و ... باید به صورت فیزیکی (یعنی از خارج PLC) توسط سیگنال های  $0$  و  $24$  ولت فعال و غیرفعال شود.

#### فعالیت کلاسی



با نمایش فیلم می توان فعالیت را به صورت مرحله به مرحله همراه با کتاب هنرجو پیش برد که ارتباط یک شستی «Momentary» و یک لامپ سیگنال «Indicator Multistate» برای خاموش و روشن کردن است.

نمایش فیلم شماره ۱۶: خاموش و روشن کردن یک «Indicator Multistate» توسط یک شستی «Momentary»



- با نمایش فیلم می توان فعالیت بالا را با تنظیمات زیر انجام دهید .
- استفاده از پارامتر «Blink» در ابزار «Indicator»
  - جابه جای «Indicator Simple» با «Indicator Multistate»
  - استفاده از ابزار دکمه «SET» زیرمجموعه ابزار «Button» به جای «Momentary»
- نمایش فیلم شماره ۱۷: تغییرات تنظیمات بالا و مشاهده نتیجه هر تغییر



ابزار «Range Indicator» را از مجموعه «Indicator» توضیح دهید.

### روش تدریس:

در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به سیگنال های آنالوگ آماده نموده و شروع به تدریس و انجام فعالیت ها نماید:

- ۱ آیا می توان مقدار یک کمیت را در رنج های مختلف تعریف نمود؟
  - ۲ با چه ابزاری می توان این عمل را انجام داد ؟
  - ۳ موارد استفاده از این ابزار و تعیین رنج های مختلف در صنعت را بیان نمایید؟
  - ۴ چگونگی ایجاد سطوح رنجی در این نرم افزار را بیان نمایید؟
- با استفاده از این ابزار می توان یک متغیر از PLC به صورت بازه های مختلف عددی تعریف نمود. متناسب با عدد موجود در متغیر و قرارگیری در بازه مورد نظر تعریف شده ابزار Range Indicator در HMI رنگ های مختلف متناسب با رنج تعریف شده را برای نشان دادن این مسئله به اپراتور انجام می دهد.
- به عنوان مثال برای یک Range Indicator ۵ حالت در نظر گرفته می شود و به عبارتی دارای ۵ رنج است.

state	رنگ تنظیم شده در hmi	Range	محدوده رنج عددی متناسب با نظر اپراتور	تحلیل ابزار با توجه به تنظیمات انجام شده (رنگ نشان داده شده ابزار در حالت اجرای واقعی)
۰	صورتی	۰	۲۰	اگر عدد متغیر بزرگ تر از ۲۰ باشد رنگ ابزار صورتی می شود.
۱	قهوه ای	۱	۱۵	اگر عدد متغیر بین ۱۵ تا ۲۰ باشد رنگ ابزار قهوه ای می شود.
۲	زرد	۲	۱۰	اگر عدد متغیر بین ۱۰ تا ۱۵ باشد رنگ ابزار زرد می شود
۳	نارنجی	۳	۵	اگر عدد متغیر بین ۱۰ تا ۵ باشد رنگ ابزار نارنجی می شود.



۴	سبز	اگر عدد متغیر کوچک‌تر از ۵ باشد رنگ ابزار سبز می‌شود.
---	-----	---

### نمایش فیلم شماره ۱۸: توضیح ابزار «Range Indicator» و کاربرد آن

#### فعالیت کلاسی



برنامه راه‌اندازی یک موتور سه فاز را به دو صورت زیر در «PLC» بنویسید و سپس فرمان‌های کنترلی - نظارتی را توسط «HMI» پیاده‌سازی نمایید:

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

روش تدریس:

در ابتدای این بحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به طراحی یک سیستم عملی مانیتورینگ و ارتباط با PLC به صورت عملی آماده نموده و شروع به تدریس و انجام فعالیت‌ها نماید:

- ۱ راه‌اندازی یک موتور سه فاز به چند طریق امکان‌پذیر است؟
- ۲ مفهوم ورودی دیجیتال PLC و حافظه داخلی PLC و چگونگی استفاده از هر کدام در طراحی سیستم مانیتورینگ؟
- ۳ طریقه ایجاد تگ‌های مناسب خارجی؟
- ۴ ارتباط HMI با PLC و طریقه انتقال برنامه مانیتورینگ به HMI ؟

حل:

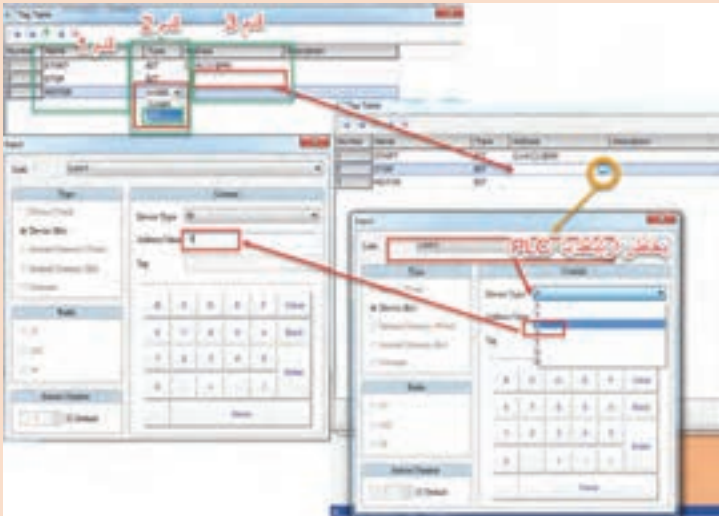
#### ۱ کنترل از یک محل «Remote» (از طریق PLC)؛

دیگر نیازی به ورودی سخت‌افزاری X ها نیست. پس چون قرار است با شستی (ابزار Button → momentary) خروجی plc را فرمان دهد باید از آدرس دهی M استفاده کنیم و برای نمایش خروجی که بیان‌کننده روشن و خاموش شدن موتور است باید از Indicator با آدرس دهی تگ به صورت Y استفاده شود.

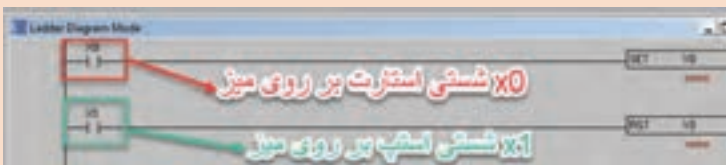


و شکل بعد نحوه ایجاد جدول تگ مربوط به این برنامه می‌باشد. چون در این برنامه دو ورودی ( $M^0, M^1$ ) و یک خروجی  $Y^0$  داریم. در نتیجه

پس از ایجاد جدول تگ ۳ ردیف باز کرده و ۳ تگ از نوع Link با فرمت بیت ایجاد می‌نماییم و سپس آدرس‌های استفاده شده در برنامه PLC را به آنها نسبت می‌دهیم.



۲ کنترل از دو محل «Remote» و «Local» (از طریق دستی). به عبارتی بتوان هم از طریق شستی سخت‌افزاری که بر روی میز اپراتوری است کنترل نمود و هم از طریق دستگاه HMI پس به این منظور باید برنامه PLC را به صورت زیر نوشت.




اما چون در HMI تگ به صورت X ورودی دیجیتال نمی‌توانیم نسبت دهیم پس لازم است که یک تیغه با آدرس M با ورودی X ها موازی کنیم تا بتوان این دو آدرس M را در مانیتورینگ به صورت تگ نسبت داد.



## فصل چهارم: مانیتورینگ (HMI)

### پژوهش کنید



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؟ در قسمت مشخصات ابزار گرافیکی رفته و در سربرگ Main در بخش Memory در قسمت Address Read یا Address Write علامت  را زده و وارد صفحه تعریف تگ‌ها می‌شویم.

### فعالیت کلاسی



فرمان‌های کنترل و نظارت فعالیت صفحه ۱۰۱ فصل سوم، بندهای ۲ و ۳ را توسط «HMI» پیاده‌سازی کنید.  
برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم.  
نمایش فیلم شماره ۱۹: فرمان‌های کنترل و نظارت فعالیت صفحه ۱۰۱ فصل سوم

### پژوهش کنید

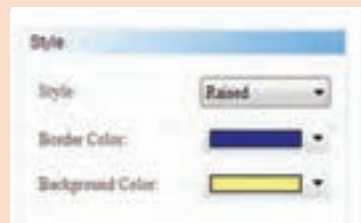
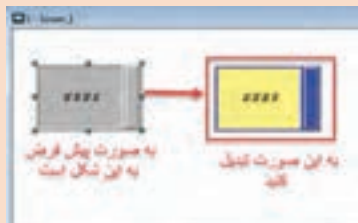


ابزار «Numeric Entry» برای وارد کردن عدد است. از این ابزار برای چه موارد دیگری غیر از مقداردهی به یک بلوک مقایسه گر در «PLC» استفاده می‌شود؟  
دادن مقدار به یک تایمر برای کارکرد زمان - دادن مقدار به یک کانتر برای شمارش

### فعالیت کلاسی

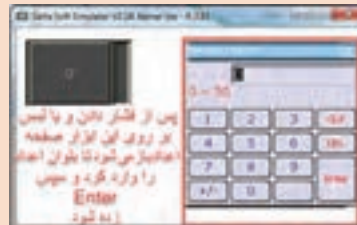
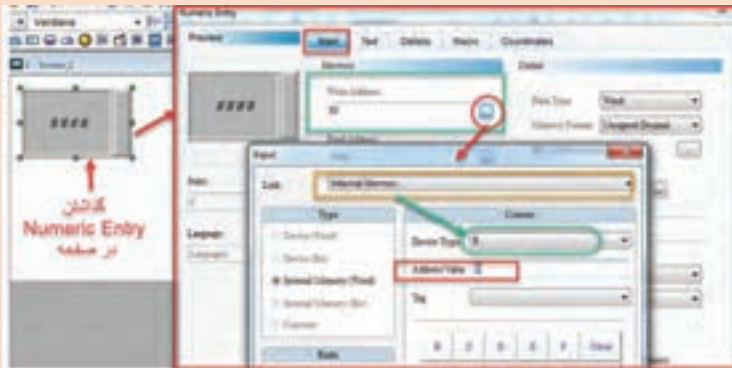


با وارد شدن در برگه مشخصات آن در منوی Main در بخش Style رفته و مطابق با نوع فریم، رنگ‌های دور و پس زمینه را تغییر می‌دهیم.





با نمایش فیلم توسط نرم افزار با دو ورژن کاربرد «Numeric Entry» توضیح داده شده است.

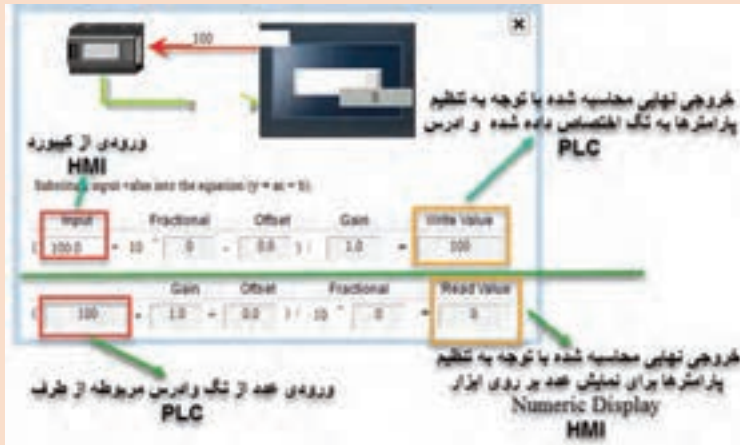


برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می کنیم. نمایش فیلم شماره ۲۰: کاربرد «Numeric Entry»

تغییر پارامترهای «Numeric Entry»



برای تدریس این قسمت از روش تدریس یادسپاری استفاده می‌کنیم. در ابتدا هنرآموز تلاش می‌کند از طریق تغییر یک پارامتر و تست توسط شبیه‌ساز هنرجویان را به درس جلب کند. هنرجویان با تغییر پارامترهای دیگر و تست توسط شبیه‌ساز باید بتوانند به صورت یادسپاری وظیفه این پارامترها را توضیح دهند. شماره ۱: کمترین مقدار عدد که می‌توان به Numeric Entry داد و قبول کند. اگر عدد کمتر از این مقدار در صفحه کیبورد وارد شود. خطا گرفته می‌شود. شماره ۲: بیشترین مقدار عدد که می‌توان به Numeric Entry داد و قبول کند. اگر عدد بیشتر از این مقدار در صفحه کیبورد وارد شود. خطا گرفته می‌شود. شماره ۳: تعداد ارقام صحیح را می‌توان مشخص نمود. که عددی که قرار است وارد کنیم چند رقمی باشد. لازم به ذکر است که این عدد باید تناسب با قسمت‌های مینیمم و ماکزیمم قبل داشته باشد. شماره ۴: و قسمت‌های پایین‌تر برای محاسبه نهایی عدد واقعی که در تگ مربوطه نوشته می‌شود، از رابطه زیر انجام می‌گردد.



شماره ۵: برای قراردادن مقدار مینیمم و ماکزیمم از طریق تگ‌های خارجی و یا داخلی HMI  
 شماره ۶: برای تعیین نوع داده و فرمت عددهای وارد شده که می‌توان عدد مورد نظر از کد BCD باشد و یا اعداد صحیح مثبت (بدون علامت)، اعداد صحیح

پژوهش کنید



تفاوت استفاده از «Numeric Entry» با «Set Value»  
با استفاده از «Numeric Entry» می‌توان عدد وارد شده را در یک ضریب (Gain) ضرب نمود و یا با یک عدد جمع نمود (Offset) و یا ترکیب هر دو و در آدرس تگ مربوطه حاصل این عملیات قرار گیرد در صورتی که با استفاده از «Set Value» فقط همان عدد وارد شده در آدرس تگ مربوطه قرار می‌گیرد.

فعالیت کلاسی



اجرای برنامه کنترل و نظارت فعالیت صفحه ۱۰۴ فصل سوم بند ۲ به صورت فیلم می‌باشد.  
نمایش فیلم شماره ۲۱: فعالیت صفحه ۱۰۴ فصل سوم بند ۲

فعالیت کلاسی



ایجاد شیء‌های مختلف در «Picture Bank» ایجاد کنید .  
 جک بسته  
 جک باز  
 نوار نقاله خاموش  
 نوار نقاله روشن  
 لیمیت سوئیچ در حالت عادی  
 لیمیت سوئیچ در حالت فعال  
نمایش فیلم شماره ۲۲: ایجاد شیء‌های مختلف در «Picture Bank» بالا است.

فعالیت کلاسی



اجرای برنامه کنترل و نظارتی فعالیت اول صفحه ۱۰۵ به صورت فیلم می‌باشد.  
نمایش فیلم شماره ۲۳: فعالیت اول صفحه ۱۰۵ فصل سوم

فعالیت کلاسی



نمایش فیلم ارتباط یک «Numeric Entry» با یک «Numeric Display»  
نمایش فیلم شماره ۲۴: ارتباط یک «Numeric Entry» با یک «Numeric Display»

فعالیت کلاسی

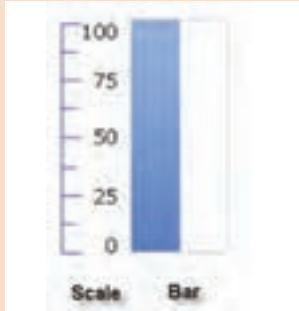


نمایش فیلم برای برنامه کنترل و نظارتی فعالیت صفحه ۱۰۶ فصل سوم (پارکینگ)  
برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم.  
نمایش فیلم شماره ۲۵: برنامه کنترل و نظارتی فعالیت صفحه ۱۰۶ فصل سوم

فعالیت کلاسی



با نمایش فیلم به مشخصات «Bar» اشاره شده است. برای نشان دادن مقدار عددی در کنار یک «Bar» می‌توان از یک ابزاری به نام اسکیل Scale استفاده نمود که مسیر آن به صورت زیر می‌باشد. نوارمنو گزینه Element ← Drawing ← Scale که باید در کنار Bar قراردهیم. نمایش فیلم شماره ۲۶: مشخصات المان «Bar»



فعالیت کلاسی



با نمایش فیلم چگونگی استفاده از ابزار «Multistate» توسط یک سلکتور ۱۰ حالتی و یک نمایشگر عدد (Numeric Display)، توضیح داده شده است. نمایش فیلم شماره ۲۷: چگونگی استفاده از ابزار «Multistate»

فعالیت کلاسی



نمایش فیلم برنامه کنترلی و نظارتی فعالیت صفحه ۱۱۳ فصل سوم برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. نمایش فیلم شماره ۲۸: فعالیت صفحه ۱۱۳ فصل سوم

فعالیت کلاسی



نمایش فیلم فعالیت صفحه ۱۱۸ فصل سوم به نحوی که: در برنامه «HMI» فشار را بتوان مشاهده نمود. اپراتور بتواند با استفاده از چهار عدد «Numeric Entry» مقادیر ۱p, ۲p, ۳p و ۴p را به دلخواه تنظیم کند و با استفاده از چهار عدد «Numeric Entry» دیگر فرکانس‌های ۱f, ۲f, ۳f و ۴f را به صورت 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	$P4 < P$

نمایش فیلم شماره ۲۹: فعالیت صفحه ۱۱۸ فصل سوم

نمایش فیلم فعالیت اول فصل سوم مقدار دما را به صورت یک نمودار نسبت به زمان توسط Historical Trend Graph در یک صفحه نشان داده و در صفحه دیگر در «HMI» وضعیت خاموش و یا روشن بودن بخاری و کولر را نمایش دهد.

نمایش فیلم شماره ۳۰: نمایش نمودار تغییرات دما توسط Historical Trend Graph

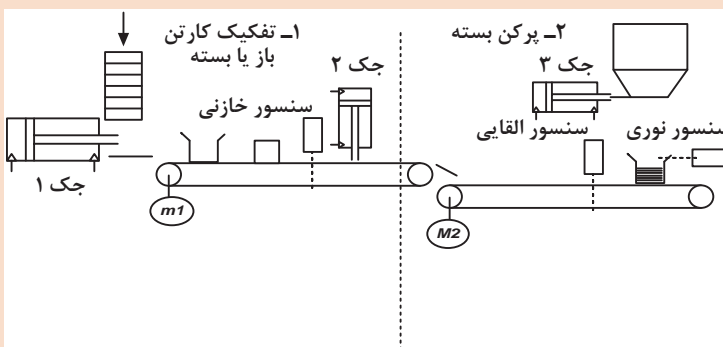
فعالیت کلاسی



پروژه



نمایش فیلم برنامه کنترلی/ نظارتی پروژه آخر فصل



نمایش فیلم شماره ۳۱: پروژه آخر فصل



## ارزشیابی پایان شایستگی

<p><b>شرح کار:</b>                  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</p>			
<p>نوشتن برنامه کنترلی در PLC                  تعیین تعداد تگ‌ها                  برنامه‌نویسی HMI                  اتصال مناسب PLC با HMI                  تست کامل پروسه و راه‌اندازی نهایی</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b>                  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.</p>			
<p><b>شاخص‌ها:</b>                  نوشتن برنامه PLC و مشخص کردن آدرس‌هایی که از PLC در HMI مورد استفاده قرار می‌گیرد - تهیه جدول تگ - طراحی صفحات گرافیکی و تنظیم پارامترها - تست کامل و راه‌اندازی نهایی پروسه</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>الف) شرایط</b>                  ۱) اجرا در کارگاه PLC و رایانه ۲) نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس ۳) تپویه استاندارد و دمای <math>20 \pm 3^{\circ}\text{C}</math> ۴) ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار ۵) وسایل ایمنی استاندارد ۶) زمان ۱۸۰ دقیقه</p> <p><b>ب) ابزار و تجهیزات</b>                  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 - سستی استپ و استارت - حسگر نوری و القایی - رله ۲۴VDC - کنتاکتور - موتور - سیم - داکت - ریل</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره 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 المان‌ها	۱	
۴	ایجاد تنظیمات و نسبت دادن تگ‌های مربوط به هر المان	۱	
۵	انتقال برنامه به «HMI» و ارتباط «PLC» با «HMI»	۳	
۶	تست نهایی و راه‌اندازی کامل پروسه	۳	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱) رعایت 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.	۲	
	میانگین نمرات	*	

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



## فصل ۵

### تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه ePLAN P8



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. نقشه کشی در واقع بر گرفته از ایده اشخاص و براساس تئوری‌های منطقی برق و الفبای آنها شکل می‌گیرد و ترکیبی از ترسیمات تصویرسازی دوبعدی و سه‌بعدی 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.



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

هدف از این شایستگی عبارت‌اند از:

- توانایی کار کردن 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 تهیه گزارش از اطلاعات ثبت شده مربوط به پروژه طراحی شده در نرم‌افزار

## استاندارد عملکرد

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

پژوهش کنید



در خصوص مراحل پیشرفت اصول نقشه‌کشی در گذر زمان تحقیق کنید.  
**روش تدریس:**

در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به بحث آماده نماید:

۱) اولین مهندسان تاریخ چگونه نقشه‌های ذهن خود را بیان می‌کردند.

۲) کشیدن یک نقشه با دست ممکن است چه مقدار خطا داشته باشد.

۳) کشیدن نقشه روی کاغذ چقدر زمان خواهد برد.

در طول تاریخ معمارها و مهندسان نیازمند نقشه‌هایی برای برقراری ارتباط با یکدیگر بوده‌اند به عبارت دیگر نقشه زبان مشترک همه معمارها و مهندسان بوده است. در سال‌های دور نقشه‌ها به صورت اشکال مختلف بوده‌اند که بعدها این اشکال به صورت علائمی اختصاصی در آمدند. این علائم تا سال‌های بسیاری توسط دست بر روی کاغذ کشیده می‌شدند. در سال‌های اخیر با اختراع رایانه و پیشرفت دانش نرم‌افزاری نقشه‌ها توسط رایانه کشیده و چاپ می‌شوند.

فعالیت کلاسی



نرم‌افزار دیگر در زمینه طراحی انواع مدارهای برق را نام ببرید.  
در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با بیان وجود بازار برق و نیاز مبرم بخش‌های مختلف این بازار به نرم‌افزارهای تخصصی و رقابت بین شرکت‌های مختلف ذهن هنرجو را به منظور وجود شرکت‌های متعدد برای تولید این نرم‌افزارها آماده کند.

۱- AutoCAD ۲- Pspice ۳- Matlab ۴- Etap

فیلم



طریقه نصب نرم‌افزار «ePLAN P8»

فعالیت کلاسی



سؤالاتی درمورد نصب نرم‌افزار «ePLAN P8»  
**روش تدریس:**

در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم به مشکلات نرم‌افزاری ای که هنرجویان در قسمت‌های مختلف کار با رایانه را تا به امروز تجربه نموده‌اند را یادآوری نموده و اهمیت انجام نصب نرم‌افزارهای مختلف را مطابق با دستورالعمل‌های ارائه شده برای آن نرم‌افزار را گوشزد نماید.

- در زمان نصب نرم افزار با چه مشکلاتی مواجه شدید؟
  - ۱ مشکل عدم تنظیمات صحیح مورد نیاز سیستم.
  - ۲ ممکن است اتصال سیستم به اینترنت قطع نباشد که در این صورت نرم افزار نصب نخواهد شد.
  - ۳ در صورت وجود آنتی ویروس باید حتماً غیر فعال شود در غیر این صورت امکان کرک کردن نرم افزار وجود ندارد.
  - ۴ در صورت رعایت تمام موارد فوق اگر مراحل نصب نرم افزار به ترتیب انجام نشود نصب نرم افزار با مشکل مواجه خواهد شد.
- 
- مشکلات به وجود آمده را چگونه مرتفع کردید؟
  - با قطع اتصال سیستم از شبکه اینترنت، غیر فعال کردن آنتی ویروس و به ترتیب انجام دادن مراحل نصب نرم افزار به درستی نصب و اجرا شد.

#### بحث کنید



انتخاب رنگ پس زمینه محیط کار

روش تدریس:

- در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با طرح موارد و سؤالات زیر ذهن هنرجو را جهت ورود به بحث آماده نماید:
- ۱ چه فضاها و چه رنگ هایی بیشتر چشم شما را اذیت می کنند؟
  - ۲ شرایط ایدئال شما برای کار کردن طولانی با یک نرم افزار چیست؟
  - ۳ شما در فضاهای خیلی تاریک میزان نور موبایل خود را چگونه تنظیم می کنید؟
- انتخاب رنگ پس زمینه کاری کاملاً سلیقه ای می باشد ولی پیشنهاد می گردد به منظور جلوگیری از خستگی چشم، رنگ پس زمینه محیط کاری نرم افزار مشکی انتخاب شود.

#### فعالیت کلاسی



ده نوع فونت متفاوت را برای فونت های ۱ تا ۱۰ انتخاب کنید.

روش تدریس:

- در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با اشاره به نرم افزار ورد و یا اکسل ذهن هنرجو را به اهمیت بحث وجود فونت های مختلف آماده کرده و همچنین با آوردن یک نقشه نمونه هنرجو را با فونت های مختلف آشنا و آماده ورود به بحث نماید.
- هنرجو باید مطابق دستورالعمل در کتاب ۱۰ عدد فونت مختلف را انتخاب و ذخیره نماید.

پژوهش کنید



دلایل وجود و مزیت ده عدد فونت قابل انتخاب در نرم‌افزار «ePLAN»  
روش تدریس:

در ابتدای این مبحث بهتر است هنرآموز محترم با اشاره به نرم‌افزار ورد و یا اکسل ذهن هنرجو را به اهمیت بحث وجود فونت‌های مختلف آماده کرده و همچنین با آوردن یک نقشه نمونه هنرجو را با فونت‌های مختلف آشنا و آماده ورود به بحث نماید.

گاهی اوقات در نقشه‌ها هم جمله انگلیسی داریم و هم فارسی لذا برای اینکه در نوشتن جملات به زبان‌های مختلف به مشکل برنخوریم می‌توانیم از این قسمت به تعداد مورد نیاز فونت تعریف کنیم.

فعالیت کلاسی



تفاوت گرید B, C, D, E و A را با استفاده از ابزار اندازه‌گیری مشخص نمایید.  
برای تدریس این قسمت از روش تدریس یادسپاری استفاده می‌کنیم.  
در ابتدا هنرآموز تلاش می‌کند از طریق تغییر یک گرید و پیاده‌سازی در محیط نرم‌افزار توجه هنرجویان را به درس جلب کند. هنرجویان نیز می‌بایست موارد انجام گرفته با امتحان‌های مختلف تکرار کنند.  
گرید در لغت به معنای میله‌ها یا رشته‌های در هم تنیده شده است. در زمان فعال شده گرید شبکه‌ای متشکل از تعداد زیادی مربع به هم چسبیده و یا نقاطی در امتداد محور افقی و عمودی در صفحه ایجاد می‌شود. از آنجایی که در نرم‌افزار Eplan امکان خط‌کشی اتوماتیک بین المان‌ها توسط نرم‌افزار وجود دارد لازم است تا Connection Point یا همان نقاط اتصالی المان‌ها دقیقاً در یک امتداد باشند. برای حصول این امر ابزار گرید را فعال کرده تا قرارگیری المان‌های مورد نظر را در یک امتداد مشاهده کنیم. برای ایجاد شرایط مناسب نقشه‌کشی باید این امکان وجود داشته باشد تا بتوان فاصله مناسبی بین نقاط گرید ایجاد کرد. نرم‌افزار Eplan به صورت پیش‌فرض دارای گریدهای زیر می‌باشد:

A = ۱ mm

B = ۲ mm

C = ۴ mm

D = ۸ mm

E = ۱۶ mm

فیلم



### نحوه انجام تنظیمات اولیه

برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. ایده کلاس معکوس بسیار ساده است در این کلاس‌ها آموزش مستقیم از طریق CD و یا سایر مواد آموزشی انجام می‌شود که هنرجو قبل از آمدن به کلاس از آن استفاده می‌کنند. این جابه‌جایی در زمان آموزش به هنرآموز امکان می‌دهد که از زمان کلاس درس برای فعالیت‌های گروهی و فردی استفاده کند. در کلاس معکوس، شیوه مرسوم تدریس به کلی جابه‌جا می‌شود تا به جای اینکه تکالیف در خانه و تدریس در کلاس انجام شود، هنرجو درس را در خانه و از طریق CD و... که هنرآموزشان تهیه کرده است و یا در اینترنت قرار دارد، دریافت می‌کنند و زمان کلاس به انجام دادن تکالیف و پروژه‌هایی مرتبط با درس‌ها اختصاص می‌یابد. این در تئوری بسیار عالی است. در این روش هنرآموز بایستی فیلم یا اسلایدهایی را که قبلاً در مورد این موضوع آماده کرده است به فراگیرانش بدهد و از آنها بخواهد که فیلم را در منزل مشاهده کرده و بر اساس مشاهدات خود در جلسه بعدی کلاس توضیحاتی را ارائه دهند.

فیلم



### مراحل ایجاد یک پروژه و نوشتن برنامه

برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم.

پژوهش کنید



کاربرد «Template» در پنجره بالا چیست؟

برای تدریس این قسمت از روش تدریس یادسپاری استفاده می‌کنیم.

در ابتدا معلم تلاش می‌کند هنرآموز از طریق تغییر یک الگو و پیاده‌سازی در محیط نرم‌افزار توجه فراگیران را به درس جلب کند. هنرجویان نیز می‌بایست موارد انجام گرفته با امتحان الگوهای دیگر تکرار کنند.

این کلمه در لغت به معنی الگو و یا قالب می‌باشد و در اینجا نیز بیانگر فرمت و





یا استاندارد است که نقشه‌ها تحت آن کشیده می‌شوند. در نرم‌افزار Eplan به صورت پیش فرض تعدادی قالب آماده وجود دارد که می‌توان از آنها برای کشیدن نقشه استفاده کرد.

#### فعالیت کلاسی



#### نقشه‌های تک خطی و چند خطی

برای تدریس این قسمت از روش تدریس ساخت‌گرایی استفاده می‌کنیم.

- ۱ خواندن نقشه تک خطی راحت‌تر است یا سه خطی
  - ۲ خواندن نقشه تک خطی دقیق‌تر است یا سه خطی
  - ۳ ترسیم نقشه تک خطی راحت‌تر است یا سه خطی
  - ۴ در چه زمانی اطلاعات کلی و کامل یک نقشه در کمترین حجم به ما کمک می‌کند.
- نقشه تک خطی بیانگر یک شمای ساده از مدار برق می‌باشد که نحوه اتصال قسمت‌های اصلی مدار را با اشاره به مدارات کمکی نشان می‌دهد. نقشه تک خطی باید به قدری کامل باشد که خواننده به خواندن این نقشه به کلیات مدار و یا تابلو برق پی ببرد در حالی که نقشه سه خطی و یا گسترده یک نقشه عملیاتی از تابلو برق می‌باشد و در آن به نحوی ارتباطات المان‌های قدرت با قسمت فرمان به طور کامل اشاره شده است.

#### فعالیت کلاسی



سایر گزینه‌های مربوط به «Page Type» را در تنظیمات صفحه جدید، بررسی کنید.

#### ترجمه کنید




Symbol	سمبل، المان	Page Type	نوع صفحه
Plot Frame	چهارچوب چاپ نقشه	Multi Line	چند خطی
Grid	توری، شبکه در هم تنیده	Panel	تابلو
Control Circuit	مدار فرمان	Page Description	توضیحات صفحه
Power Circuit	دیاگرام قدرت	Single Line	تک خطی
Insert	وارد کردن	Connection	اتصال



تفاوت بین «Symbol» و «Device» چیست؟  
 برای تدریس این قسمت از روش تدریس یادسپاری استفاده می‌کنیم.  
 در ابتدا هنرآموز تلاش می‌کند از طریق تغییر جان بخشی به یک سمبل خام و پیاده‌سازی در محیط نرم‌افزار و مقایسه همه قسمت‌های آنها با هم توجه فراگیران را به درس جلب کند. هنرجویان نیز می‌بایست موارد انجام گرفته با امتحان مقایسه تعداد دیگری از سمبل‌ها و دیوایس‌ها تکرار کنند.  
 تمام تجهیزاتی که از منوی سمبل انتخاب می‌شوند یک تصویر 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  
 Insert → Device → Part → Electrical.Engineering → Component



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.

برای تدریس این قسمت از روش تدریس یادسپاری استفاده می‌کنیم.  
 در ابتدا هنرآموز تلاش می‌کند از طریق وارد کردن و کنار هم قرار دادن angelهای مختلف توسط نرم‌افزار توجه فراگیران را به درس جلب کند. هنرجویان با تکرار و ساخت اشکالی دیگر توسط angelها باید بتوانند به صورت یادسپاری وظیفه این پارامترها را توضیح دهید.  
 از قسمت مربوط به اتصالات زاویه‌ای چهار اتصال

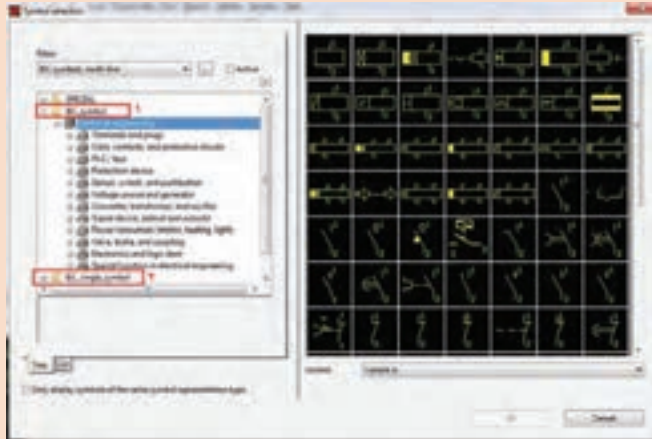
۱- Down,Right ۲- Down,Left ۳- Up,Right ۴- Up,Left

را در صفحه وارد کرده و به گونه‌ای در کنار هم قرار می‌دهیم که تشکیل یک مربع دهد. با انجام این عمل در حالتی که Snap to grid خاموش می‌باشد مشاهده می‌شود که امکان تشکیل یک مربع به دلیل اینکه موس به‌طور اتوماتیک بر روی گریدها قرار نمی‌گیرد بسیار سخت است. این مشکل در زمان کشیدن نقشه نیز وجود دارد و چون خطای دست کاربر بالا است امکان اینکه بخواهد دو المان را دقیقاً در یک امتداد بسیار دشوار است. حال اکنون مربوط به Snap to grid را فعال می‌کنیم. مشاهده می‌شود که هر چهار اتصال زاویه‌ای به راحتی یکدیگر را پیدا کرده و اتصال بین آنها برقرار می‌شود. این حالت در مورد نقشه‌کشی و وارد کردن اتصالات صادق بوده و پیشنهاد می‌شود جز در زمان‌هایی که به خاموش بودن Snap To grid نیاز داریم (مثلاً ساخت یک شکل) در بقیه زمان‌ها این آیکون همواره فعال باشد.

فعالیت کلاسی



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



برای تدریس این قسمت از روش تدریس ساخت‌گرایی استفاده می‌کنیم.

۱ آیا سمبل‌های نقشه‌های تک خطی و سه خطی با هم تفاوت دارند؟

۲ چه زمان از سمبل‌های تک خطی و چه زمان از سمبل‌های سه خطی استفاده کنیم؟

از پوشه شماره یک در زمان ترسیم نقشه‌های گسترده و یا سه خطی و از پوشه شماره دو در زمان کشیده نقشه‌های تک خطی استفاده می‌شود.

پژوهش کنید



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

برای تدریس این قسمت هنرآموز محترم از روش تدریس ساخت‌گرایی استفاده کرده و ذهن هنرجو را با مزیت‌های فیلتر کردن قسمت‌های مختلف نرم‌افزار آشنا می‌نماید.

۱ چگونه می‌توانیم یک المان را از بین بیش از ده هزار المان با سرعت بالایی پیدا کنیم.

۲ اشاره به راه‌های میانبر و سریع‌تر شدن انجام کار شود.

همانطور که از عنوان این قسمت مشخص است برای فیلتر کردن قسمت‌هایی از پنجره سمبل استفاده می‌شود که مورد نیاز نمی‌باشد. تصور کنید که شما قصد کشیدن یک نقشه تک خطی را دارید پس در این صورت با فیلتر کردن المان‌های تک خطی سایر المان‌ها را از پنجره سمبل حذف خواهیم کرد.



۱ تمام بلوک‌های زیر شاخه «IEC\_symbol» را بررسی نمایید.

۲ سعی کنید در حالت نمایش لیستی سمبل‌ها، ترتیب نمایش سمبل‌ها را جابه‌جا کنید.

برای تدریس این قسمت از روش تدریس یادسپاری استفاده می‌کنیم. در ابتدا هنرآموز تلاش می‌کند از طریق چرخش در قسمت‌های مختلف زیر شاخه IEC\_Symbol و همچنین زیرشاخه‌های دیگر توجه فراگیران را به درس جلب کند. هنرجویان با وارد کردن سمبل‌های مختلف از زیرشاخه‌های مختلف باید بتوانند به صورت یادسپاری این زیرشاخه‌ها و کاربری آنها را بخاطر بسپارند.

وقتی که حالت نمایش سمبل‌ها را به صورت درختی در می‌آوریم مشاهده می‌شود که پنجره سمبل‌ها به صورت شکل زیر در خواهد آمد.

Name	Number	Symbol description	Function definition	Category	Group	Symbol library	Symbol rep
W3AV	1098	Change-over contac...	Change-over contact...	Change-ov...	Change-ov...	IEC_single_s...	Single-line
W3AV	1060	Change-over contac...	Change-over contact...	Change-ov...	Change-ov...	IEC_symbol	Multi-line
W3AV	1060	Change-over contac...	Change-over contact...	Change-ov...	Change-ov...	IEC_symbol	Single-line
W7TA	1110	Change-over contac...	Change-over contact...	Change-ov...	Change-ov...	IEC_symbol	Multi-line
W7TA	1110	Change-over contac...	Change-over contact...	Change-ov...	Change-ov...	IEC_single_s...	Single-line
<b>Terminal</b>							
K	30	Terminal	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_single_s...	Single-line
X2	1117	Terminal	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_symbol	Multi-line
X2	1117	Terminal	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_single_s...	Single-line
X2,1	1351	Terminal with 2 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_symbol	Multi-line
X2,1	1351	Terminal with 2 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_single_s...	Single-line
X2,2	1352	Terminal with 2 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_symbol	Multi-line
X2,2	1352	Terminal with 2 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_single_s...	Single-line
X2,3	1353	Terminal with 3 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_symbol	Multi-line
X2,3	1353	Terminal with 3 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_single_s...	Single-line
X2,2	1354	Terminal with 3 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_symbol	Multi-line
X2,2	1354	Terminal with 3 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_single_s...	Single-line
X4,1	1355	Terminal with 4 con...	Terminal, general (lit...	Terminal	Terminal, 2 ..	IEC_symbol	Multi-line

در این حالت با کلیک بر روی هر کدام از سر تیتربهای Name, Number, Symbol description و... ترتیب چیدمان و قرارگیری تجهیزات بر اساس همان سر تیترب در می‌آید. به عنوان مثال در صورتی که بخواهیم ترتیب قرار گرفتن سمبل‌ها بر اساس شماره باشد باید بر روی کلمه Number کلیک کنیم.

فیلم



### وارد کردن سمبل‌ها در نقشه

برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. ایده کلاس معکوس بسیار ساده است در این کلاس‌ها آموزش مستقیم از طریق CD و یا سایر مواد آموزشی انجام می‌شود که هنرجو قبل از آمدن به کلاس از آن استفاده می‌کنند. این جابه‌جایی در زمان آموزش به هنرآموز امکان می‌دهد که از زمان کلاس درس برای فعالیت‌های گروهی و فردی استفاده کند. در کلاس معکوس، شیوه مرسوم تدریس به کلی جابه‌جا می‌شود تا به جای اینکه تکالیف در خانه و تدریس در کلاس انجام شود، هنرجو درس را در خانه و از طریق CD و... که هنرآموزشان تهیه کرده است و یا در اینترنت قرار دارد، دریافت می‌کنند و زمان کلاس به انجام دادن تکالیف و پروژه‌هایی مرتبط با درس‌ها اختصاص می‌یابد. این در تئوری بسیار عالی است. در این روش هنرآموز بایستی فیلم یا اسلایدهایی را که قبلاً در مورد این موضوع آماده کرده است به فراگیرانش بدهد و از آنها بخواهد که فیلم را در منزل مشاهده کرده و بر اساس مشاهدات خود در جلسه بعدی کلاس توضیحاتی را ارائه دهند.

فعالیت کلاسی



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

برای تدریس این قسمت هنرآموز محترم از روش تدریس ساخت‌گرایی استفاده کرده و ذهن هنرجو را با مزیت‌های المان‌های انتقال سطوح ولتاژی نرم‌افزار آشنا می‌نماید.

۱ چگونه می‌توان یک سطح ولتاژی را به جهت‌های مختلف عمودی یا افقی در نقشه وارد کرد؟

۲ چرا به چرخش سطوح ولتاژی و یا المان‌ها در نقشه نیاز داریم؟ برای این کار ۲ راه وجود دارد:

۱ بعد از کلیک کردن بر روی آیکون مربوط به **Interruption Point** و آوردن سمبل به صفحه ترسیم کلید **Ctrl** را نگهداشته و چرخش موس این سمبل را نیز چرخش می‌دهیم.

۲ راه دوم با استفاده از پنجره تنظیمات (دبل کلیک بر روی آیکون) این سمبل انجام می‌شود که برای این کار پس از وارد شدن به این پنجره و انتخاب تب **Symbol Data** از قسمت **Variant** حالت مختلف را انتخاب می‌کنیم.

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

فیلم



پژوهش کنید



چگونه می توان «Data Base» مربوط به تجهیزات شرکت «ETI» به اطلاعات پایه ای نرم افزار «ePLAN» اضافه کرد؟

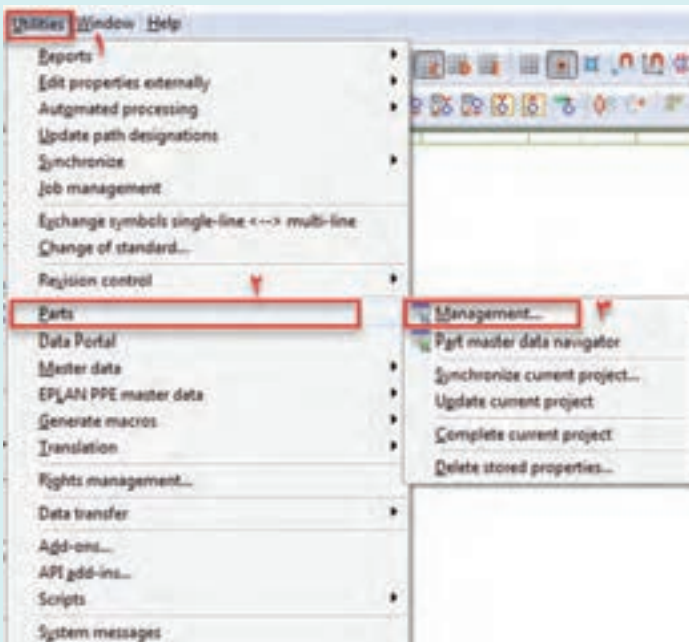
برای تدریس این قسمت هنرآموز محترم از روش تدریس ساخت گرای استفاده کرده و ذهن هنرجو را با مزیت های امکان توسعه در قسمت های مختلف نرم افزار آشنا می نماید.

۱ چگونه می توانیم امکانات نرم افزار را به روزرسانی یا کامل تر کنیم.

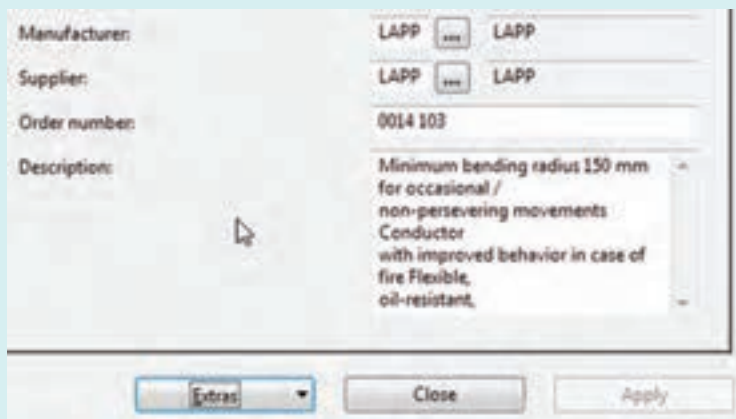
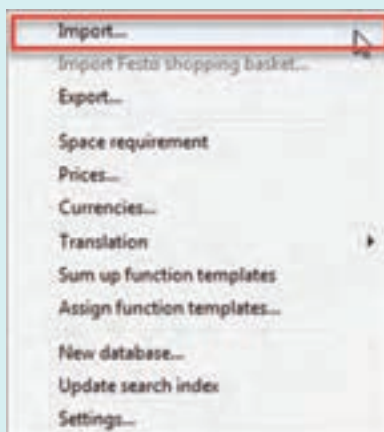
۲ آیا امکان دارد نرم افزاری مثل Eplan امکان توسعه و به روزرسانی نداشته باشد؟

برای این کار ابتدا باید با مراجعه به سایت مربوط به شرکت ETI یک فایل با فرمت xml که حاوی اطلاعات فشرده شده هر دسته از محصولات آن شرکت می باشد را دانلود کرده و سپس در نرم افزار Eplan مسیر زیر را مطابق شکل زیر جهت وارد کردن آنها طی کنیم:

Utilities → Parts → Managements

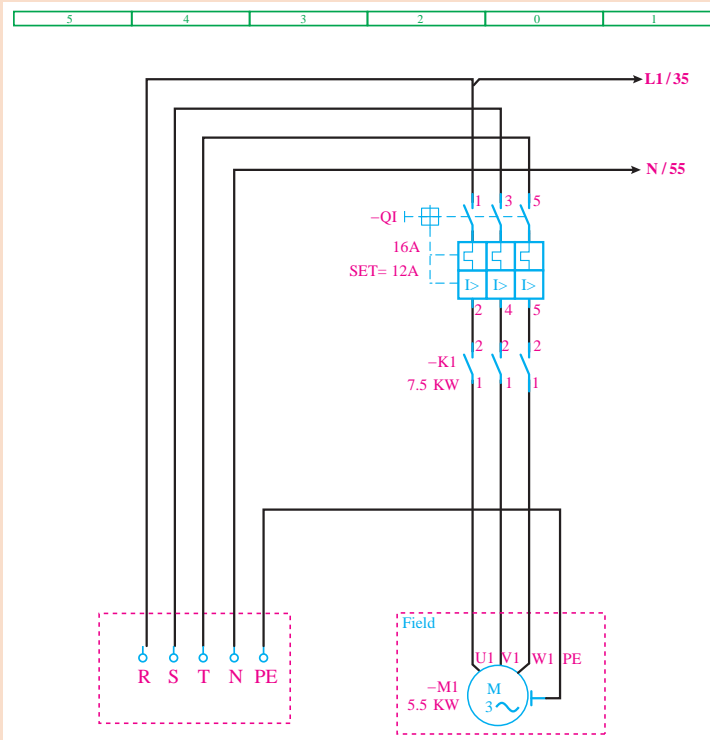


پس از وارد شدن به پنجره Parts managements بر روی دکمه Extras کلیک کرده و پس از آن گزینه Import را انتخاب می‌کنیم تا پنجره مربوط به انتخاب فایل‌های با فرمت xml باز شوند و در این مرحله فایل و یا فایل‌های دانلود کرده را انتخاب کرده و با کلیک بر روی دکمه OK مشاهده می‌کنیم که Data Base مربوط به تجهیزات انتخاب شده شروع به وارد شدن در کتابخانه تجهیزات نرم‌افزار می‌شوند. ۲ تصویر زیر مربوط به ادامه این عملیات می‌باشد:





تنظیمات موتور و کنتاکتور را، مشابه شکل مدار زیر، در برنامه خود اجرا کنید.



برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم. ایده کلاس معکوس بسیار ساده است در این کلاس‌ها آموزش مستقیم از طریق CD و یا سایر مواد آموزشی انجام می‌شود که هنرجو قبل از آمدن به کلاس از آن استفاده می‌کنند. این جابجایی در زمان آموزش به هنرآموز امکان می‌دهد که از زمان کلاس درس برای فعالیت‌های گروهی و فردی استفاده کند. در کلاس معکوس، شیوه مرسوم تدریس به کلی جابجا می‌شود تا به جای اینکه تکالیف در خانه و تدریس در کلاس انجام شود، هنرجو درس را در خانه و از طریق CD و... که هنرآموز تهیه کرده است و یا در اینترنت قرار دارد، دریافت می‌کنند و زمان کلاس به انجام دادن تکالیف و پروژه‌هایی مرتبط با درس‌ها اختصاص می‌یابد. این در تئوری بسیار عالی است. در این روش هنرآموز بایستی فیلم یا اسلایدهایی را که قبلاً در مورد این موضوع



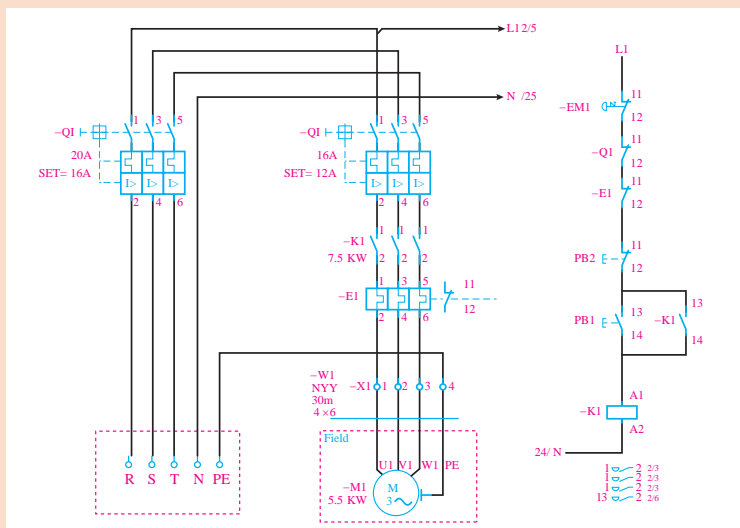
فصل پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک ...

آماده کرده است به فراگیرانش بدهد و از آنها بخواهد که فیلم را در منزل مشاهده کرده و بر اساس مشاهدات خود در جلسه بعدی کلاس توضیحاتی را ارائه دهند. نمایش فیلم مربوطه

فعالیت کلاسی



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



نمایش فیلم مربوطه

فیلم



وارد کردن برچسب کابل در نقشه و انجام تنظیمات مربوطه

پژوهش کنید



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

نمایش فیلم مربوطه

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

پژوهش کنید



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

فعالیت کلاسی



نحوه شماره گذاری اتوماتیک صفحات و تجهیزات

فیلم



مدار راه اندازی یک موتور به صورت «چپ گرد - راست گرد 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 کابل ها را تهیه کنید. نمایش فیلم مربوطه

فعالیت کلاسی



نحوه گزارش گیری از تابلوی طراحی شده

فیلم



با دقت به مراحل ساخت یک سمبل توجه کنید.

فیلم

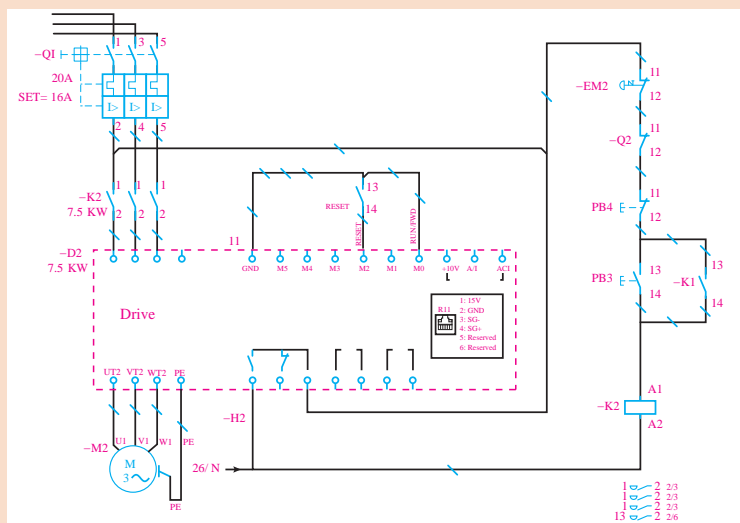


فصل پنجم: تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک ...

فعالیت کلاسی



یک سمبل درایو بسازید و مطابق نقشه زیر از آن به منظور راه‌اندازی یک موتور استفاده کنید.

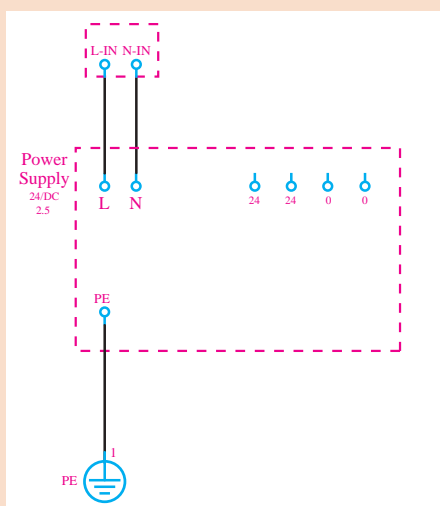


نمایش فیلم مربوطه

فعالیت کلاسی

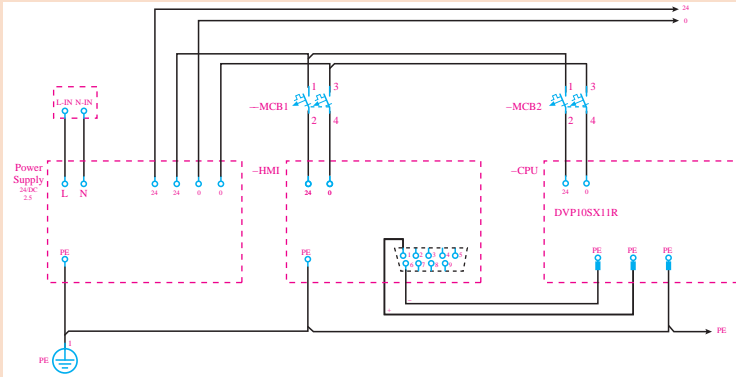


ایجاد یک منبع تغذیه ۲۴ ولت ۲/۵ آمپر (مطابق تصویر روبه‌رو) نمایش فیلم مربوطه





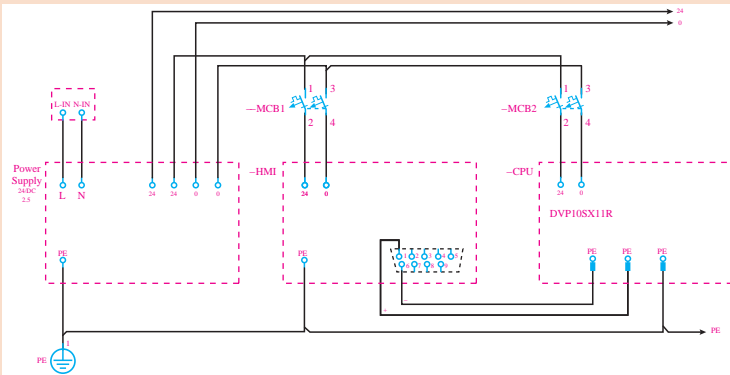
نقشه زیر را ترسیم کنید و تنظیمات مورد نیاز را انجام دهید.



نمایش فیلم مربوطه

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

بحث کنید



برای تدریس این قسمت هنرآموز محترم از روش تدریس ساخت‌گرایی استفاده کرده و ذهن هنرجو را با مزیت‌های فیلتر کردن قسمت‌های مختلف نرم‌افزار آشنا می‌نماید.

۱ آیا می‌توان در یک نقشه همه ولتاژهای مختلف را با یک سطح ولتاژی و یک نوع سیم نشان داد؟

۲ سطح‌بندی ولتاژهای مختلف در یک نقشه چگونه به راحت‌تر خواندن نقشه کمک می‌کند؟

۳ اگر بخواهیم یک سطح ولتاژی را به صفحات دیگر منتقل کنیم چه باید بکنیم؟

این Interruption‌ها برای انتقال ولتاژهای مذکور به صفحات دیگر استفاده شده‌اند.

#### فعالیت کلاسی



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.

برای تدریس این قسمت از روش تدریس کلاس معکوس استفاده می‌کنیم.

نمایش فیلم مربوطه

#### فعالیت کلاسی



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

#### فیلم



نمایش فیلم مربوطه

#### فعالیت کلاسی



نقشه مربوط به تابلوی کنترل فشار آب مجتمع مسکونی را (طبق فعالیت صفحه ۱۱۸ فصل سوم) به همراه «HMI» رسم کنید (ورودی آنالوگ، ورودی و خروجی دیجیتال مورد نیاز، خروجی آنالوگ و درایو به‌طور کامل در طراحی لحاظ شود).

نمایش فیلم مربوطه

#### فیلم



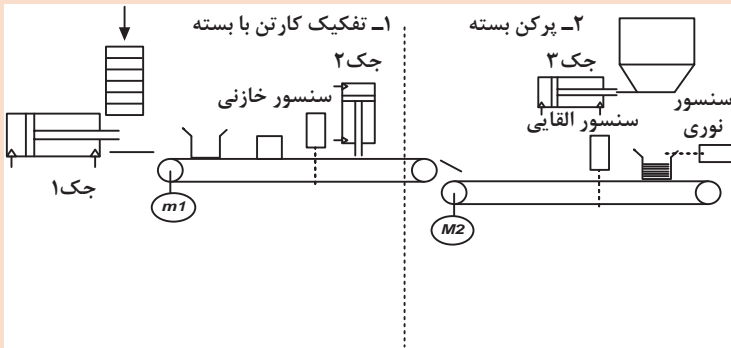
وارد کردن تجهیزات سیستم کنترل در نرم‌افزار ePLAN



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



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.



نمایش فیلم مربوطه

## ارزشیابی پایان شایستگی

### شرح کار:

تعیین تعداد I/O، سیم کشی 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 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 شماره‌گذاری اتوماتیک، گرفتن گزارش‌های خروجی مورد نیاز

### شرایط انجام دادن کار و ابزار و تجهیزات:

#### الف) شرایط

۱ اجرا در سایت کامپیوتر 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 کامپیوتر دارای نرم‌افزار «ePLAN» ۲ پرینتر 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	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:	۲	
	۱ 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.		
	میانگین نمرات		*

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

