



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# نصب و راه اندازی سیستم های کنترلی مکاترونیک

رشته مکاترونیک

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: نصب و راه اندازی سیستم‌های کنترلی مکترونیک - ۲۱۲۴۸۰

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: حمید یزدانی، زهرا لطفی، سعید صفایی موحد، محسن بهرامی، سید حسن سید تقی زاده، محمدمحمدی

و حمیده سادات میرمحمدی و شریتا نوری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

مجتبی آقاجانی، مرتضی قدمی، ابوالفضل طالبیان، محمدرضا راد، عباس منطری (اعضای گروه تألیف)

فرزاد اعظم، محمدمهدی علی بابا، سعید هادی (ویراستار علمی) - حسین داودی (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) - افسانه ابراهیمی (صفحه آرا) - صبا کاظمی (طراح جلد) - فاطمه رئیسیان

فیروزآباد، الهام محبوب، محمود شوشتری (رسام)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی) تلفن:

۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وب‌گاه: www.chap.sch.ir

www.irtextbook.ir

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن: ۵- ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

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

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۷

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، عکس برداری، 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.



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

پودمان ۱ - برق صنعتی

۳.....	■ کاربردهای برق سه فاز.....
۵.....	■ انواع موتورهای سه فاز القایی.....
۷.....	■ ساختمان موتورهای آسنکرون.....
۷.....	■ تئوری میدان دوآر.....
۱۰.....	■ شیوه نامگذاری سیم پیچ ها در موتور سه فاز آسنکرون.....
۱۱.....	■ معرفی ولتاژها و جریان های شبکه سه فاز.....
۱۱.....	■ نحوه سربندی (اتصال) سیم پیچ ها در موتورهای سه فاز.....
۱۳.....	■ مقادیر ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره و مثلث.....
۱۶.....	■ آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز.....
۱۸.....	■ تعریف کابل.....
۲۱.....	■ سرسیم و کابلشو.....
۲۲.....	■ راه اندازی موتورهای سه فاز.....
۲۲.....	■ کلیدهای زبانه ای.....
۲۳.....	■ اتصال موتورهای سه فاز به شبکه برق با کلید قطع و وصل (۱-۰).....
۲۴.....	■ تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز.....
۲۶.....	■ راه اندازی موتورهای سه فاز به صورت ستاره مثلث.....
۲۷.....	■ کنترل جریان راه اندازی با استفاده از مدار ستاره مثلث.....
۲۹.....	■ کنتاکتور یا کلید مغناطیسی.....
۲۹.....	■ ساختمان کنتاکتور.....
۳۰.....	■ شناخت مشخصات فنی کنتاکتور.....
۳۰.....	■ اجزای تشکیل دهنده مدارهای کنترل با استفاده از کنتاکتور.....

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

## پودمان ۲ - نصب و راه‌اندازی اینورتر موتورهای الکتریکی

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



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

### پودمان ۳ – نصب و راه‌اندازی کنترل کننده‌های منطقی

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

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

#### پودمان ۴ - نصب و راه اندازی سیستم های مانیتورینگ

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



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

#### پودمان ۵ - تفسیر نقشه‌های الکتریکی به کمک رایانه

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

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

شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار، مانند توانایی نصب و راه اندازی سیستم‌های کنترلی میکاترونیک؛ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و کسب موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه؛ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مانند کار با نرم افزارها؛

شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر، مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر؛ بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار، مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است، تدوین نموده‌اند. این درس، سومین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته میکاترونیک در پایه دوازدهم تألیف شده و کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی نصب و راه‌اندازی سیستم‌های کنترلی میکاترونیک شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل «۱۲» است. در صورت احراز نشدن شایستگی پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل پنج پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود. اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید است و به ارزشیابی مجدد نیاز ندارد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار خواهد بود.

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

نیز همراه داشته باشید. اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود، به نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

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

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

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته مکترونیک طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید.

کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی است که برای پایه دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای پنج پودمان و هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی آن مبتنی بر کسب شایستگی‌های از ویژگی این کتاب است که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی بیان شده است. هنرآموزان گرامی برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل «۱۲» است و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌هاست.

از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی (از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی) است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از آن و از سایر اجزای بسته آموزشی (مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی) در فرایند یادگیری استفاده شود.

کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام دادن کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید.

لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره «۵» پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، لازم است به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، کسب شایستگی‌های غیرفنی و اجرای مراحل کلیدی بر اساس استاندارد، کاملاً ضروری است. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب «۸» در معدل کل محاسبه می‌شود و بسیار تأثیرگذار است. کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: برق صنعتی

پودمان دوم: نصب و راه اندازی نرم و کنترل دور موتورهای الکتریکی

پودمان سوم: نصب و راه اندازی کنترل کننده‌های منطقی PLC است.

پودمان چهارم: مانیتورینگ (HMI).

پودمان پنجم: نرم افزار ePLAN P8

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.