www.a-pdf.com ©®

مقدمه ای بر اتوماسیون و کنترل فرآیند های صنعتی:

با معرفی کامل PLC زیمنس سری S7

www.ketab.ir

تألیف:

دکتر حمید رضا تقی راد

www.a-pdf.com ©®

شماره ۲۴۸

سرشناسه: تقی‌راد، حمیدرضا، ۱۳۴۵ -

عنوان و نام پدیدآور: مقدمه ای بر اتوماسیون و کنترل فرآیندهای صنعتی: با معرفی کامل PLC زیمنس سری S7/ تألیف حمیدرضا تقی‌راد.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی، ۱۳۸۸.

مشخصات ظاهری: ۵۰۷ص.: مصور، جدول، نمودار.

فروست: انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ ۲۴۸.

شابک: 978-964-8703-62-7

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: واژه‌نامه

یادداشت: کتابنامه

موضوع: مهندسی کنترل

موضوع: کنترل‌کننده‌های برنامه‌پذیر

موضوع: کنترل‌کننده‌های پی. آی. دی

موضوع: کنترل فرآیندها

رده بندی کنگره: ۱۳۸۸ ۷م۷ت/۲۱۳

رده بندی دیویی: ۸/۸۲۹

شماره کتابشناسی ملی: ۱۸۳۱۳۱۳

ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی http://press.kntu.ac.ir

عنوان: مقدمه ای بر اتوماسیون و کنترل فرآیندهای صنعتی

تألیف: دکتر حمیدرضا تقی راد

نوبت چاپ: سوم

تاریخ انتشار: اردیبهشت ۱۳۹۶، تهران

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

چاپ: شریف

صحافی: گرنامی

بها: ۳۸۰۰۰ تومان

(تمام حقوق برای ناشر محفوظ است)

خیابان میرداماد غربی- پلاک ۴۷۰- انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تلفن: ۸۸۸۸۱۰۵۲

میدان ونک - خیابان ولی‌عصر(عج) - روبروی ساختمان اسکان- مرکز پخش و فروش انتشارات - تلفن: ۸۸۷۷۲۲۷۷

رایانامه: press@kntu.ac.ir - تارنما (فروش آنلاین): http://press.kntu.ac.ir

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

پیشگفتار

با گسترش روز افزون صنایع اتوماتیک تولیدی و فرآیندهای پیشرفته صنعتی در کشور، ضرورت آشنائی دانش پژوهان و متخصصین صنایع با روشهای اتوماسیون و شناسائی و کنترل فرآیند های صنعتی بیش از پیش مشهود می باشد. با توجه به ماهیت چند رشته ای این زمینه تخصصی و نبود مرجع واحد مهندسی به زبان فارسی، مقدمه ای بر این موضوع از ترجمه و تلخیص مراجع مرتبط و تالیف سایر بخشهای مورد نیاز، به رشته تحریر در آمده است. موضوع این نگارش طی چند سال به صورت درس "کنترل صنعتی" در دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی بهمراه آزمایشگاه ارائه شده است و حجم فصول مناسب با نیاز برازش گردیده اند. پس از چاپ اول این کتاب در سال ۱۳۸۱و تدریس آن در دانشگاههای مختلف کشور، پیشنهادات ارزنده ای برای تصحیح و تکمیل آن از طرف اساتید گرامی و دانشجویان محترم به مؤلف رسیده است، که در این نسخه سعی شده است تا حد امکان مورد استفاده قرار گیرد.

آنچه در این کتاب فراهم آمده است از دو بخش اصلی تشکیل شده است. در فصول اوّل تا ششم، سیستمهای نیوماتیک، کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر PLC و سخت افزار و نرم افزار مرتبط با PLC زیمنس S7 که به صورت متداول مورد استفاده در سیستمهای اتوماسیون صنعتی در کشور می باشند، تشریح می گردند. در فصل اول اجزاء سیستمهای نیوماتیکی معرفی گردیده و روشهای مختلف طراحی به منظور استفاده از این مجموعه ها در سیستمهای اتوماسیون صنعتی تدوین گردیده اند. در فصل دوم پس از اشاره به اصول کلّی و سخت افزار PLC روشهای عمومی برنامه نویسی آنها توضیح داده شده است. با ارائه مثالهای کاربردی متعدد، سعی شده است این مبانی برای مهندس طراح سیستمهای اتوماسیون به صورت کامل تشریح گردد. در پایان فصل نیز به اصول کلی برنامه نویسی PLC های متداول در صنایع کشور توسط زبان برنامه نویسی STEP7 توضیح داده شده است.

در اینجا بر خود واجب می دانم از کلیه کسانی که در این امر مرا یاری نموده اند به خصوص جناب آقای مهندس پیمان شیخ الاسلامی و سرکار خانم مهندس سوده بهنام که در تهیه و تدوین فصول مرتبط با PLC زیمنس سری S7 زحمات فراوانی را متحمل شده اند تشکر و قدردانی نمایم.

در فصل سوّم و در بخش معرفی سخت افزار PLC، زیمنس سری S7 نخست به معرفی ساختار پایهٔ این PLC ها که شامل ماژولهای واسطه، ماژولهای منبع تغذیه و CPU می‌باشد پرداخته شده است و این فصل با معرفی انواع ماژولهای I/O تکمیل شده است. در فصل چهارم شبکه‌های صنعتی مورد استفاده در این نوع PLC ها معرفی شده و در پایان انواع ماژولهای تابع و سیستمهای مقاوم در برابر

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

خطا که دارای خاصیت افزونگی می باشند، معرفی شده‌اند. در فصل پنجم و در مقدمه بخش نرم‌افزار مرتبط با این نوع PLC، ابتدا ساختار برنامه نویسی در یک کنترل کننده منطقی معرفی شده است و سپس به معرفی یکی از زبان برنامه نویسی STL پرداخته شده است. این فصل با ارائه دو پیوست و با پرداختن به اصول کار با محیط نرم‌افزاری Simatic Manager ، به عنوان محیط برنامه نویسی و پیکربندی سخت‌افزار این PLC ها تکمیل شده است. در پیوست دوّم زبانهای برنامه نویسی LAD و FBD نیز به صورت مقایسه ای آورده شده‌اند.

در سه فصل پایانی توجه خود را به مدلسازی، شناسائی و کنترل فرآیندهای صنعتی بوسیلهٔ کنترل کننده های PID معطوف می کنیم. مدلسازی فرآیندهای صنعتی کلید اصلی شناخت این سیستمها و طراحی کنترل کننده مناسب برای آن می باشد. این مدلسازی یا با استفاده از اصول مهندسی در زمینه های مختلف انجام گردیده و یا با آزمایش و شناسائی صورت می پذیرد. در فصل هفتم روشهای مدلسازی فرآیندهای متنوع صنعتی از جمله سیستمهای مکانیکی، الکترو - مکانیکی، هیدرولیکی و حرارتی را با استفاده از اصول و مبانی دینامیک جامدات و سیالات، الکترونیک، ترمودینامیک و انتقال حرارت بیان گردیده و مدلهای این سیستمها به فرم نهائی جهت طراحی کنترل کننده مناسب تعبیر می گردند. با مقایسه مدل این سیستمهای متنوع مشاهده می شود که علیرغم اصول بکار گرفته شده مختلف، کلیه مدلها به فرم سیستمهای رستهٔ یک یا دو با تأخیر قابل نمایش می باشند. این مشاهده طراح را به ضرورت منطقی به این جهت سوق می دهد که از این مدلها به فرم مدل تیپ استفاده نموده و با استفاده از آزمایش پارامترهای آن را برای هر فرآیند شناسائی نماید. روشهای شناسائی زمانی و فرکانسی با استفاده از این ایده کلّی در فصل هشتم تشریح گردیده اند. این روشها عموماً برای طراحی کنترل کننده های PID مناسب می باشند. علاوه بر آن با معرفی دو پارامتر بی بعد به صورت کمی سیستمها را دسته بندی نموده و سهولت طراحی و پیاده سازی کنترل کنند های مناسب را طبقه بندی می نمائیم. در انتهای این فصل روشهای پارامتریک شناسائی سیستمها را که در آنها از تکنیکهای مدرن و دیجیتال استفاده شده اند معرفی می گردند.

در فصل پایانی کتاب نیز معرفی دقیقی از کنترل کننده های PID صورت می پذیرد. پس از ارائه اصول طراحی کنترل کننده های PID روشهای پیاده سازی این کنترل کننده در صنعت به صورت الکتریکی، الکترونیکی، نیوماتیکی و دیجیتالی معرفی می گردند. سپس به روشهای تنظیم این کنترل کننده بر اساس متدهای شناسائی ارائه شده در فصل چهارم پرداخته، و روشهای مختلف طراحی و تنظیم را با یکدیگر مقایسه می نمائیم. در انتهای این فصل نیز با معرفی مشکلات عملی پیاده سازی کنترل کننده های انتگرال گیر روشهای رفع آن ارائه گردیده و همچنین روشهای طراحی کنترل کننده PID برای سیستمهای با تأخیر معرفی خواهند شد.

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

با توجه به ساختار تدوین شده در این کتاب سعی شده است توجه دو طیف از مخاطبین را به استفاده از این کتاب جلب نماییم. فصول اول، دوم و سه فصل پایانی این کتاب به صورت کاملاً مستقل می تواند به عنوان مرجع مناسبی برای درس کنترل صنعتی در دوره کارشناسی مهندسی برق و مکاترونیک مورد استفاده قرار گیرد. مفاد این فصول متناسب با ایت امر و با ارائه این درس در سالهای اخیر در دانشگاههای صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، امیر کبیر و صنعتی شریف مورد برازش و تکمیل قرار گرفته است. مسلماً استفاده از این کتاب نیاز به کتب مرجعی را که در بخش مراجع هر فصل معرفی شده اند مرتفع نساخته و این کتاب به عنوان راهنمایی به مدرسین محترم و دانشجویان گرامی پیشنهاد می شود.

از طرف دیگر مخاطب دیگر این کتاب کارشناسان محترمی می باشند که در صنایع اتوماسیون کشور مشغولیت می باشند. امروزه هیچ کارخانه یا خط تولیدی وجود ندارد که در بخشهای مختلف آن به نوعی از اتوماسیون صنعتی استفاده نشده باشد و PLC ها به عنوان یک کنترل کننده برنامه پذیر و ماژولار در سیستمهای اتوماسیون صنعتی، نقش مهمی را ایفا می‌کنند. یکی از متداول ترین PLCهای مورد استفاده در بخش وسیعی از صنایع اتوماسیون کشور محصولات شرکت زیمنس می‌باشد. این محصولات در ابتدا سری خود بر سطح کشور گسترش یافته است که در سالهای اخیر PLCهای سری S7 که بسیاری از نواقص و محدودیتهای موجود در سری S5 را جبران نموده است در کشور به صورت وسیع مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به نبود مرجع مناسبی در این زمینه به زبان فارسی در بخشهای دوّم تا ششم این کتاب سعی شده است پس از معرفی اصول برنامه ریزی این تجهیزات، معرفی سخت‌افزار و نرم‌افزار و رابطهای مختلف PLCهای S7-300 و S7-400 به رشته تحریر قرار گیرد.

در اینجا بر خود واجب می دانم از کلیه کسانی که در این امر مرا یاری نموده اند به خصوص جناب آقای مهندس پیمان شیخ الاسلامی و سرکار خانم مهندس سوده بهنام که در تهیه و تدوین فصول مرتبط با PLC زیمنس سری S7 زحمات فراوانی را متحمل شده اند تشکر و قدردانی نمایم و امیدوارم این مجموعه در خدمت دانش پژوهان و متخصصین صنعتی کشور قرار گیرد.

حمید رضا تقی راد

مرداد ۱۳۸۸

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

فهرست

پیشگفتار ۱

جدول اختصارات ۴

فهرست ۵

فصل اول: اتوماسیون توسط سیستمهای نیوماتیک ۱۶

۱-۱ مقدمه ۱۶

۱-۲ اجزاء سیستم نیوماتیک ۱۶

۱-۲-۱ انواع شیرهای نیوماتیک ۱۶

۱-۲-۲ نحوهٔ فعال سازی شیرهای کنترلی ۲۰

۱-۲-۳ عملگرهای نیوماتیکی ۲۲

۱-۳ کنترل وضعیت جک های نیوماتیک ۲۷

۱-۳-۱ کنترل حرکت یک جک یک طرفه ۲۷

۱-۳-۲ کنترل حرکت یک جک دوطرفه ۲۷

۱-۳-۳ کنترل شیر با استفاده از فشار پیلوت ۲۸

۱-۳-۴ کنترل اتوماتیک عملیات ۲۹

۱-۴ کنترل حرکت ترتیبی چند جک نیوماتیک ۳۱

۱-۴-۱ حرکت ترتیبی دو جک ۳۱

۱-۴-۲ ایجاد دو حرکت همزمان ۳۴

۱-۵ مدارهای موازی ۳۵

۱-۵-۱ طراحی مدار موازی ۳۶

۱-۵-۲ ترتیب طراحی شیرهای مدار موازی ۳۷

۱-۶ جمع بندی ۳۹

مسائل ۴۰

مراجع ۴۲

فصل دوم: کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر PLC ۴۴

۲-۱ مقدمه ۴۴

۲-۱-۱ اصول PLC ۴۴

۲-۱-۲ شماتیک کلی PLC ۴۶

۲-۱-۳ نمایش منطق به صورت نردبانی ۴۷

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۲-۲ سخت افزار PLC ۵۰

۲-۲-۱ مقدمه ۵۰

۲-۲-۲ ورودیهای دیجیتال ایزولهٔ نوری ۵۲

۲-۲-۳ رله های خروجی ۵۳

۲-۲-۴ خروجیهای ترانزیستوری ۵۴

۲-۲-۵ خروجی ترایاک Triac ۵۴

۲-۲-۶ پورتهای آنالوگ ۵۵

۲-۳ برنامه نویسی PLC ۵۶

۲-۴ مثالهای برنامه نویسی ۶۲

۲-۴-۱ روشن و خاموش کردن دو خروجی با یک کلید ۶۲

۲-۴-۲ جمع کردن چندین "و" AND و "یا"OR ۶۲

۲-۴-۳ جمع کردن یک بلوک منطقی ۶۳

۲-۴-۴ قطع کردن مدار با شرط خروجی غیر واقعی AR ۶۳

۲-۴-۵ قطع کردن مدار توسط شمارنده ۶۴

۲-۴-۶ خاموش کردن و روشن کردن تایمر با یک ورودی ۶۴

۲-۴-۷ ایجاد یک پالس توسط دو تایمر ۶۵

۲-۴-۸ تایمر D-OFF ۶۵

۲-۴-۹ روشن کردن ترتیبی خروجیها توسط تایمر D-OFF ۶۶

۲-۴-۱۰ روشن کردن ترتیبی توسط شیفت رجیستر ۶۷

۲-۵ مثالهای کاربردی ۶۸

۲-۵-۱ حرکت دادن یک عملگر هیدرولیک یا نیوماتیک ۶۸

۲-۵-۲ حرکت ترتیبی اتوماتیک سه جک هیدرولیکی- نیوماتیکی ۷۰

۲-۵-۳ روشن و خاموش کردن یک موتور الکتریکی ۷۱

۲-۵-۴ کنترل دما به صورت ON/OFF ۷۲

۲-۶ مثالهای صنعتی ۷۴

۲-۶-۱ شمارش و دسته بندی ۷۴

۲-۶-۲ ربات جابجا کنندهٔ محصول ۷۵

۲-۶-۳ سیستم جداسازی ضایعات ۷۸

۲-۶-۴ سیستم کنترل خط تولید اتوماتیک ۸۰

۲-۸ جمع بندی ۸۲

مسائل ۸۳

مراجع ۹۱

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

فصل سوم: PLC زیمنس سری S7: سخت افزار ۹۳

۳-۱ مقدمه ۹۳

۳-۲ نصب و آدرس دهی ماژولها در PLC های S7-300 ..... ۹۵

۳-۲-۱ نصب و آدرس دهی ماژولها در PLC های S7-300 ..... ۹۶

۳-۲-۱ نحوه نصب ریل و قرار گرفتن ماژولها بر روی آن در S7-300 ..... ۹۶

۳-۲-۲ نصب ماژولها بر روی ریل ۹۷

۳-۲-۳ قوانین حاکم بر نصب ماژولها ۹۸

۳-۲-۴ انواع ماژولهای واسطه در S7-300 ..... ۹۸

۳-۲-۵ آدرس دهی ماژولها و کانالهای ورودی و خروجی ماژولهای سیگنال در ساختار S7-300 ..... ۹۹

۳-۳ نصب و آدرس دهی ماژولها در PLC های S7-400 ..... ۱۰۳

۳-۳-۱ عملکرد و ساختمان انواع راکها در S7-400 ..... ۱۰۴

۳-۳-۲ انواع راکهای موجود در S7-400 ..... ۱۰۶

۳-۳-۳ اتصال راک مرکزی به راکهای گسترش دهنده ۱۰۷

۳-۳-۴ چیدمان ماژولها بر روی راک ۱۱۰

۳-۳-۵ آدرس دهی ماژولها و کانالهای ورودی و خروجی آنها در S7-400 ..... ۱۱۱

۳-۴ معرفی ماژولهای منبع تغذیه و CPU ۱۱۳

۳-۴-۱ انواع ماژولهای تغذیه در S7-300 ..... ۱۱۴

۳-۴-۲ انواع ماژولهای منبع تغذیه در S7-400 ..... ۱۱۵

۳-۴-۳ معرفی CPU های S7 300 / 400 ..... ۱۱۹

۳-۵ معرفی انواع ماژولهای سیگنال ۱۲۵

۳-۵-۱ مقدمه ۱۲۵

۳-۵-۲ ماژولهای سیگنال دیجیتال ۱۲۶

۳-۵-۳ ماژولهای سیگنال آنالوگ ۱۳۶

۳-۵-۴ انواع وقفه‌ها در ماژولهای سیگنال آنالوگ ۱۴۷

۳-۶ جمع بندی ۱۵۵

مراجع ۱۵۶

فصل چهارم: PLC زیمنس سری S7: شبکه های صنعتی ۱۵۸

۴-۱ مقدمه ۱۵۸

۴-۱-۱ تکنیکهای دسترسی به شبکه ۱۵۹

۴-۱-۲ ساختار شبکه ها و واسط انتقال داده ها ۱۶۰

۴-۱-۳ سرویسهای ارتباطی SIMATIC S7 ..... ۱۶۲

۴-۱-۴ سرویس ارتباطی GD ۱۶۳

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۴-۲ انواع شبکه ها ۱۶۶
۴-۲-۱ شبکه MPI ۱۶۶
۴-۲-۲ شبکه PROFIBUS ۱۶۷
۴-۲-۳ شبکه Industrial Ethernet ۱۶۹
۴-۲-۴ اتصال نقطه به نقطه ۱۷۰
۴-۲-۵ شبکه AS-Interface ۱۷۰

۴-۳ انواع پردازنده های ارتباطی ۱۷۱
۴-۳-۱ پردازنده ارتباطی CP 340 و CP 341 ..... ۱۷۲
۴-۳-۲ پردازنده ارتباطی CP 441 ..... ۱۷۳
۴-۳-۳ پردازنده ارتباطی CP 342-2 ..... ۱۷۳
۴-۳-۴ پردازنده ارتباطی CP 343-5 و CP 443-5 ..... ۱۷۴

۴-۴ نحوه ایجاد شبکه ۱۷۶
۴-۴-۱ لوازم مورد نیاز برای ایجاد شبکه ۱۷۷
۴-۴-۲ تجهیزات قابل اتصال در شبکه ۱۷۸
۴-۴-۳ آدرسهای MPI و PROFIBUS ۱۷۸
۴-۴-۴ قوانین حاکم بر قرارگرفتن گره های مختلف در شبکه ۱۷۹

۴-۵ سیستمهای H و F و ماژولهای تابع ۱۸۰
۴-۵-۱ مقدمه ۱۸۰
۴-۵-۲ سیستمهای H ۱۸۱
۴-۵-۳ سیستمهای F ۱۸۷
۴-۵-۴ ماژولهای تابع ۱۸۸

۴-۶ جمع بندی ۱۹۹

مراجع ۲۰۰

فصل پنجم: PLC زیمنس سری S7: ساختار نرم افزاری ۲۰۲

۵-۱ مقدمه ۲۰۲

۵-۲ ساختار برنامه در PLCهای S7-300 ..... ۲۰۲
۵-۲-۱ اجزای مختلف برنامه کاربر و انواع بلوکهای مورد استفاده در STEP7 ..... ۲۰۲
۵-۲-۲ متغیرهای بلوک ۲۰۴
۵-۲-۳ توضیحاتی در مورد نحوه استفاده FBها از DBهای خاص ۲۰۶
۵-۲-۴ توالی فراخوانی بلوکها ۲۰۸

۵-۳ نحوه ذخیره برنامه کاربر در حافظه CPU و فضاهای حافظه مختلف ۲۰۹
۵-۳-۱ انواع فضاهای حافظه ۲۰۹
۵-۳-۲ توضیحاتی در مورد جدول تصویر ورودی/خروجیهای فرآیند ۲۱۵

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۵-۳-۳ ساختار و عملکرد کارتهای حافظه ۲۱۸
۵-۳-۴ فضای حافظه دارای قابلیت خود نگهداری در S7-300/400 ۲۱۹

۵-۴ سیستمهای چند پردازشی ۲۲۰

۵-۵ انواع OB ها ۲۲۰

۵-۵-۱ انواع خطاها ۲۲۶

۵-۶ مدهای کاری CPU ها ۲۲۹

۵-۶-۱ مد STOP ۲۳۰
۵-۶-۲ مد START-UP ۲۳۰
۵-۶-۳ مد RUN ۲۳۵
۵-۶-۴ مد HOLD ۲۳۶
۵-۶-۵ نحوه تغییر مدهای CPU ۲۳۷

۵-۷ جمع بندی ۲۳۹

مراجع ۲۳۹

فصل ششم: PLC زیمنس سری S7-300: زبان برنامه نویسی گزاره ای ۲۴۱

۶-۱ مقدمه ۲۴۱

۶-۲ ساختار و اجزای گزاره‌ها ۲۴۱

۶-۲-۱ ساختار یک گزاره ۲۴۱
۶-۲-۲ انباره‌ها ۲۴۳
۶-۲-۳پشته تو در تو ۲۴۴
۶-۲-۴ کلمه وضعیت ۲۴۴

۶-۳ روش‌های آدرس‌دهی ۲۴۶

۶-۳-۱ آدرس‌دهی فوری ۲۴۶
۶-۳-۲ آدرس‌دهی مستقیم ۲۴۷
۶-۳-۳ روش آدرس‌دهی غیرمستقیم حافظه ۲۴۷
۶-۳-۴ روش آدرس‌دهی غیرمستقیم ثباتی با فضای حافظه معلوم ۲۴۹
۶-۳-۵ روش آدرس‌دهی غیرمستقیم ثباتی با فضای حافظه کد شده ۲۵۰

۶-۴: عملیات قابل انجام بر روی انباره‌ها و دستورات ثباتهای آدرس ۲۵۲

۶-۵ دستورات منطقی بیتی ۲۵۴

۶-۵-۱ عبارات تو در تو و دستور AND قبل از OR ۲۵۵
۶-۵-۲ دستورات آشکارساز لبه ۲۵۶
۶-۵-۴ دستورات نقیض سازی، ست کردن، پاک کردن و ذخیره بیت RLO ۲۵۷

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۶-۶ تایمر ۲۵۸

۶-۶-۱ فضای حافظه تایمر ۲۵۸

۶-۶-۲ دستورات تایمرها ۲۵۹

۶-۷ شمارنده ۲۶۶

۶-۷-۱ فضای حافظه شمارنده ۲۶۶

۶-۷-۲ دستورات شمارنده ۲۶۶

۶-۸ دستورات بارگذاری (L) و انتقال (T) ۲۷۰

۶-۸-۱ بارگذاری و انتقال ۲۷۰

۶-۸-۲ خواندن بیتهای کلمه وضعیت یا انتقال به بیتهای کلمه وضعیت ۲۷۱

۶-۸-۳ بارگذاری مقدار تایمر و مقدار شمارنده در ACCU1 ..... ۲۷۱

۶-۸-۴ بارگذاری و انتقال مقادیر AR1 و AR2 ..... ۲۷۱

۶-۸-۵ بارگذاری اندازه و شماره بلوک داده در ACCU1 ..... ۲۷۲

۶-۹ دستورات ریاضی اعداد صحیح ۲۷۲

۶-۹-۱دستورات چهار عمل اصلی ۲۷۲

۶-۹-۲جمع یک عدد صحیح ۱۶ بیتی ثابت با ACCU1 ..... ۲۷۴

۶-۱۰ عملیات اعداد ممیز شناور ۲۷۴

۶-۱۰-۱ چهار عمل اصلی ۲۷۴

۶-۱۰-۲ عملیات ریاضی قابل اجرا بر روی اعداد ممیز شناور ۲۷۵

۶-۱۱ دستورات مقایسه‌ای ۲۷۶

۶-۱۲ دستورات فرمت اعداد ۲۷۸

۶-۱۲-۲ تبدیل اعداد ممیز شناور به اعداد صحیح ۳۲ بیتی ۲۸۰

۶-۱۲-۳ تعویض جای بایتهای ACCU1 ..... ۲۸۱

۶-۱۲-۴ حساب متمم اعداد ۲۸۲

۶-۱۳ دستورات منطقی کلمه ای ۲۸۳

۶-۱۴ دستورات شیفت و چرخش ۲۸۴

۶-۱۴-۱ دستورات شیفت ۲۸۴

۶-۱۴-۲ دستورات چرخش ۲۸۷

۶-۱۵ دستورات بلوک داده ۲۸۸

۶-۱۵-۱ دستور باز کردن بلوک داده (OPN) ۲۸۸

۶-۱۵-۳ بارگذاری اندازه و شماره بلوک داده در ACCU1 ..... ۲۸۹

۶-۱۶ دستورات پرش ۲۸۹

۶-۱۶-۱ دستورات پرش غیرشرطی ۲۸۹

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۶-۱۶-۲ دستورات پرش شرطی وابسته به بیت RLO ۲۹۱
۶-۱۶-۳ دستورات پرش شرطی وابسته به بیتهای BR، OV، OS کلمه وضعیت ۲۹۱
۶-۱۶-۴ دستورات پرش شرطی وابسته به بیتهای CC0 و CC1 ۲۹۱
۶-۱۶-۵ دستور حلقه: LOOP ۲۹۲

۶-۱۷ دستورات فراخوانی یک بلوک ۲۹۳
۶-۱۷-۱ فراخوانی تابع و بلوک تابع توسط دستور CALL ۲۹۳
۶-۱۷-۲ فراخوانی تابع و بلوک تابع توسط دستورهای CC و UC ۲۹۴

۶-۱۸ انواع داده و پارامتر ۲۹۴
۶-۱۸-۱ داده‌های ابتدایی ۲۹۵

۶-۱۹ جمع‌بندی ۲۹۶

مراجع ۲۹۷

فصل هفتم: مدلسازی فرآیندهای صنعتی ۲۹۹

۷-۱ مقدمه ۲۹۹
۷-۱-۱ معادلات حالت ۲۹۹

۷-۲ مدلسازی سیستمهای صنعتی ۳۰۱
۷-۲-۱ مدلسازی سیستمهای الکترو مکانیکی ۳۰۱
۷-۲-۲ مدلسازی سیستمهای مکانیکی (روش لاگرانژ) ۳۰۵
۷-۲-۳ مدلسازی سیستمهای هیدرولیکی ۳۰۸

۷-۳ خطی سازی ریاضی ۳۱۱
۷-۳-۱ مثال ۱: ارتفاع آب در مخزن روباز ۳۱۳
۷-۳-۲ مثال ۲: پاندول معکوس ۳۱۴
۷-۳-۳ نمایش سیستم به صورت تابع تبدیل ۳۱۵

۷-۴ مدلسازی سیستمهای هیدرولیکی ۳۱۷
۷-۴-۱ کنترل سطح سیال در مخزن ۳۱۷
۷-۴-۲ کنترل سطح مخزن توسط پمپ ۳۱۷
۷-۴-۳ کنترل فشار درام (مخزن بسته) ۳۲۱
۷-۴-۴ کنترل دبی جریان در خط لوله ۳۲۴

۷-۵ مدلسازی فرآیندهای حرارتی ۳۲۶
۷-۵-۱ هدایت حرارتی Conduction ۳۲۷
۷-۵-۲ انتقال حرارت جابجائی Convection ۳۲۷
۷-۵-۳ انتقال حرارت تشعشع ۳۲۸
۷-۵-۴ مکانیزم فرآیندهای انتقال حرارت ۳۲۸

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۷-۶ جمع بندی ۳۳۲
مسائل ۳۳۳
مراجع ۳۴۸
فصل هشتم: روشهای شناسائی فرآیند ۳۵۰
۸-۱ مقدمه ۳۵۰
۸-۱ مدلهای دینامیکی ۳۵۱
۸-۲-۱ پاسخ گذرا ۳۵۱
۸-۲-۲ پاسخ فرکانسی ۳۵۲
۸-۳ روشهای پاسخ پله ۳۵۳
۸-۳-۱ مدل دو پارامتری یا دو جزئی ۳۵۳
۸-۳-۲ مدلهای سه جزئی ۳۵۵
۸-۳-۳ مدل چهار پارامتری ۳۵۷
۸-۳-۴ مدل سیستم های انتگرال گیر ۳۵۹
۸-۳-۵ مدل سیستمهای نوسانی ۳۶۰
۸-۴ روشهای پاسخ فرکانسی ۳۶۱
۸-۴-۱ روش پاسخ فرکانسی زیگلر-نیکولز Z.N. ۳۶۲
۸-۴-۲ روش فیدبک رله ۳۶۴
۸-۵ روشهای شناسایی پارامتریک ۳۶۵
۸-۵-۱ مدلهای پارامتریک ۳۶۵
۸-۵-۲ روش تخمین کمترین مربعات L.S. ۳۶۷
۸-۵-۳ مثال ۱) نمایش گرافیکی روش L.S. ۳۶۸
۸-۵-۴ مثال ۲) مدل دینامیکی ۳۶۹
۸-۶ خلاصه و جمع بندی ۳۷۰
مسائل ۳۷۱
مراجع ۳۷۷
فصل نهم: طراحی، تنظیم و پیاده سازی کنترل کننده PID ۳۷۹
۹-۱ تعاریف و مفاهیم ۳۷۹
۹-۱-۱ ترم تناسبی کنترل کننده PID ۳۷۹
۹-۱-۲ ترم انتگرال گیر ۳۸۱
۹-۱-۳ ترم مشتق گیر ۳۸۲

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۹-۲ در چه فرآیندهایی کنترل کننده PID کافی است؟ ۳۸۴

۹-۳ پیاده سازی کنترل کننده ها ۳۸۵

۹-۳-۱ کنترل کننده های الکتریکی ۳۸۵

۹-۳-۲ کنترل کننده های الکترونیکی ۳۸۷

۹-۳-۳ کنترل کننده های نیوماتیکی ۳۹۱

۹-۳-۴ کنترل کننده های میکروپروسسوری ۳۹۷

۹-۴ طراحی کنترل کننده PID ۴۰۲

۹-۴-۱ مقدمه ۴۰۲

۹-۴-۲ روشهای تنظیم زیگلر-نیکولز Ziegler-Nichols ۴۰۵

۹-۴-۳ روش زیگلر-نیکولز تعمیم یافته ۴۱۵

۹-۴-۴ ارایی روش زیگلر-نیکولز ۴۱۷

۹-۴-۵ روشهای طراحی IAE, ISE, ITAE ۴۲۱

۹-۴-۶ روش طراحی Chien-Hrones-Reswick ۴۲۶

۹-۴-۷ روش طراحی Cohen-Coon ۴۲۷

۹-۴-۸ روش تنظیم λ ۴۲۸

۹-۵ جمع شوندگی انتگرال گیر Integrator Windup ۴۳۱

۹-۶ کنترل سیستمهای با تأخیر ۴۳۵

مسائل ۴۳۸

مراجع ۴۴۴

پیوست الف : معرفی نرم‌افزار SIMATIC Manager ۴۴۶

الف-۱: مقدمه ۴۴۶

الف-۲: ایجاد یک پروژه اتوماسیون ۴۴۷

الف-۲-۱: ایجاد یک پروژه با استفاده از Wizard ۴۴۸

الف-۲-۲: ایجاد یک پروژه به روش مستقیم ۴۵۱

الف-۳: معرفی پنجره پروژه ۴۵۳

الف-۴: جدول نمادها و جدول معرفی متغیرهای بلوک ۴۵۳

الف-۵: برنامه نویسی به زبانهای LAD/STL/FBD ۴۵۵

الف-۶: استفاده از بلوک تابع و تابع و بلوکهای داده در برنامه ۴۶۱

الف-۷: پیکربندی سخت‌افزار با استفاده از نرم‌افزار STEP7 ۴۷۳

الف-۷-۱: نحوه ایجاد شبکه ۴۷۹

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

الف-۸: درخواست راهنمایی از SIMATIC Manager ۴۸۱

پیوست ب: المانها و جعبه‌های دستوری زبانهای LAD و FBD ۴۸۳

ب-۱: ساختار زبان برنامه نویسی نردبانی (LAD) ۴۸۳

ب-۲: پارامترهای EN و ENO جعبه‌های دستوری ۴۸۳

ب-۳: ساختار زبان برنامه نویسی نموداری (FBD) ۴۸۴

ب-۴: روشهای آدرس‌دهی در زبان LAD و FBD ۴۸۴

ب-۵: نمادهای دستورات STEP7 به زبانهای LAD و FBD ۴۸۵

فهرست راهنما ۴۹۸

www.ketab.ir