



کنترل کننده های صنعتی

تألیف:

مهندس پارسا یزدان پناه قرائی
مدرس دانشگاه فنی و حرفه ای

ویراستار علمی
مهندس حسین مدیه

سرشناسه	یزدان پناه‌قرائی، پارسا، ۱۳۶۸ -
عنوان و نام پدیدآور	کنترل‌کننده‌های صنعتی / پارسا یزدان‌پناه‌قرائی؛ ویراستار علمی حسین مدیه.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه فنی و حرفه‌ای، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	[۳۱۶] ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	978-600-94180-4-6
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	مهندسی کنترل
موضوع	کنترل‌کننده‌های پی. آی. دی
موضوع	کنترل‌کننده‌های برنامه‌پذیر
موضوع	منطق فازی
شناسه افزوده	مدیه، حسین، ۱۳۶۲ -، ویراستار
شناسه افزوده	دانشگاه فنی و حرفه‌ای
رده بندی کنگر	۶۲۱.۳۷۳۰۸۳ / ۱۳۹۴ ک۴ ی /
رده بندی دیویی	۶۲۱.۳۷۳۰۸۳
شماره کتابشناسی ملی	۳۳۳۰۶۰۰۰

عنوان کتاب	:	کنترل‌کننده‌های صنعتی
تالیف	:	پارسا یزدان پناه قرائی
ناشر	:	دانشگاه فنی و حرفه‌ای
ویراستار علمی	:	حسین مدیه
صحافی و لیتوگرافی	:	برهان
سال و نوبت چاپ	:	۱۳۹۴ / چاپ اول
شمارگان	:	۲۰۰ جلد
قیمت	:	۱۶۰۰۰ ریال
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۹۴۱۸۰-۴-۶
		ISBN: 978-600-94180-4-6

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و دانشگاه فنی و حرفه‌ای محفوظ است.
 آدرس: تهران میدان ونک خیابان برزیل شرقی پلاک ۴ - تلفن: ۰۲۱-۳۳۳۵۰۰۰۰
 پست الکترونیک: Entesharat@tvu.ac.ir، وب سایت: Tvu.ac.ir



با توجه به هزینه‌ی لازم جهت تهیه چندین عنوان کتاب جهت پوشش کامل سرفصل کنترل صنعتی توسط دانشجویان، ضرورت وجود یک کتاب با محتوایی بسیار نزدیک به مطالب درس احساس می‌شود، که این کتاب دارای چنین ویژگی است.

مبحث کنترل فازی به دو دلیل زیر در این کتاب آورده شده است:

- ۱- به‌روز و کارآمدی این بحث در کنترل‌کننده‌های مدرن
- ۲- از آنجایی که پدید آورنده‌ی این مبحث و همچنین تکامل دهنده‌ی آن، دو پروفسور ایرانی (پروفسور لطفی نایب و پروفسور ممدانی) هستند، لذا برخورد واجب دانسته که دانشجویان ایران عزیز را با این مبحث آشنا نمائیم.

از این کتاب می‌توان در دروس کنترل‌کننده‌های صنعتی و آزمایشگاه کنترل خطی مقطع کارشناسی مهندسی برق، دروس کنترل صنعتی و ابزار دقیق و آزمایشگاه‌های کنترل صنعتی و PLC مقطع کاردانی برق و الکترونیک استفاده نمود. همچنین این کتاب به عنوان مکمل دروس هنرستان در بحث PLC نیز مورد استفاده می‌باشد. در تدوین این کتاب علاوه بر تجربیات تئوری و عملی مولفین، فصل دوم از مرجع [۱]، فصل سوم از دو فصل در مرجع چهارم [۲] و فصل هفتم از مرجع [۳] و [۴] نیز اقتباس شده است.

بطور کلی هر تالیفی خالی از عیب نیست. لذا از خدایگان و اساتید محترم تقاضا می‌شود که نقایص را اغماض نموده، اما در انتقال نظرات و انتقادات سازنده‌ی خود، هلف در هرچه پربرتر شدن این کتاب بنده را یاری فرمایند.

در انتها از زحمات بی‌دریغ جناب آقایان مهندس سید حسین مدنی است. دانشکده فنی شهید مهاجر اصفهان و دکتر تیمور مرادی معاونت آموزشی دانشکده تشکر می‌نمایم. همچنین از جناب آقای مهندس حسین مدیه، ریاست انستیتو مهندسی برق و کامپیوتر دانشکده که بنده را در نهایت پشتیبانی نموده‌اند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

فهرست

پیشگفتار

فصل اول - انواع کنترل کننده ها صنعتی

- ۱-۱- تاریخچه ۱
- ۲-۱- تقسیم بندی سیستم های کنترل ۲
- ۳-۱- اهداف سیستم کنترل ۳
- ۴-۱- انواع کنترل کننده ها ۳
- ۴-۱-۱- کنترل کننده P (تناسبی) ۳
- ۴-۲- کنترل کننده PI (تناسبی، انتگرالی) ۴
- ۴-۱-۲- کنترل کننده PD (تناسبی، مشتقی (تفاضلی)) ۵
- ۴-۴-۱- کنترل کننده PID (تناسبی، انتگرالی، مشتقی) ۷
- ۵-۴-۱- کنترل کننده های قابل برنامه ریزی PLC ۸
- ۶-۴-۱- کنترل کننده های سری FLC ۹

فصل دوم - کنترل کننده ی PID

- ۱-۲- طراحی کنترل کننده PID ۱۲
- ۲-۲- معرفی ۱۳
- ۱-۲-۲- عملکرد کنترل کننده PID ۱۳
- ۲-۲-۲- کنترل کننده PID با مشتق گیر در حالت فیدبک ۱۸
- ۳-۲- فرمول تنظیم زیگلر - نیکولز ۲۰
- ۱-۳-۲- فرمول تجربی تنظیم زیگلر - نیکولز ۲۰
- ۳-۲- برخی دیگر از فرمول های طراحی کنترل کننده PID ۲۴
- ۲-۳-۲- الگوریتم طراحی کنترل کننده PID ، Cohen - Thomas - Reswick ۲۴
- ۲-۴-۲- الگوریتم تنظیم پارامتر Cohen- Coon ۲۵
- ۵-۲- راهنمایی عمومی برای تنظیم PID ۲۶

فصل سوم - کنترل فازی FLC

- ۱-۳- تاریخچه منطق فازی ۲۸
- ۲-۳- منطق فازی ۲۸
- ۳-۳- سیستم فازی ۳۰
- ۴-۳- قانون دمورگان ۳۳
- ۵-۳- مشخصات توابع عضویت فازی سازی و غیر فازی سازی ۳۵

۳۶	 ۳-۵-۱- خصوصیات تابع عضویت
۳۹	 ۳-۵-۲- صورت‌های مختلف توابع عضویت
۴۰	 ۳-۶-۱- رابطه فازی
۴۰	 ۳-۶-۱- روش لطفی‌زاده
۴۰	 ۳-۶-۲- روش Goguen
۴۱	 ۳-۶-۳- روش Godel
۴۱	 ۳-۶-۴- روش Shorp
۴۱	 ۳-۶-۵- روش ممدانی
۴۱	 ۳-۷- Aggrigation
۴۱	 ۳-۸- فازی ری
۴۳	 ۳-۹- غیر فازی ری به دستگاه‌های عددی
۴۶	 ۳-۱۰- برش-لاندا برای رابط فازی
۴۸	 ۳-۱۱- غیر فازی‌سازی در کسبتهای اسکالر (عددی)
۴۹	 ۳-۱۱-۱- روش ماکزیمم عضویت
۵۰	 ۳-۱۱-۲- روش ثقلی
۵۰	 ۳-۱۱-۳- روش میانگین موزون
۵۱	 ۳-۱۱-۴- میانگین بیشینه عضویت
۵۷	 ۳-۱۱-۵- مرکز جمع‌ها
۵۸	 ۳-۱۱-۶- مرکز بزرگترین ناحیه
۵۹	 ۳-۱۱-۷- اولین (یا آخرین) ماکزیمم
۶۳	 ۳-۱۲- فازی در نرم‌افزار MATLAB

فصل چهارم - مینی PLC مولر

۷۰	 ۴-۱- نرم افزار easy soft
۷۳	 ۴-۱-۱- شبیه‌سازی
۸۲	 ۴-۲- دستورات PLC مولر
۸۶	 ۴-۳- ورودی آنالوگ
۸۸	 ۴-۴- نگارش متن
۸۸	 ۴-۵- تایمرها
۸۸	 ۴-۵-۱- On - Delay (نوع اول) (تاخیر در وصل)
۸۹	 ۴-۵-۲- On - Delay (نوع دوم) (تاخیر در وصل)
۹۰	 ۴-۵-۳- تاخیر در قطع

۹۱	۴-۵-۴- تک پالس
۹۱	۴-۵-۵- ساخت پالس مربعی
۹۲	۴-۶- شمارنده‌ها
۹۴	۴-۷- ساخت تایمر توسط کنتر
۹۷	۴-۸- مثال‌هایی از برنامه‌های کاربردی
۱۱۰	۴-۹- مولر سری ۶۰۰
۱۱۲	۴-۱۰- نحوه‌ی خواندن اطلاعات روی پانل PLC
۱۱۲	۴-۱۱- طرز کار با PLC
۱۱۵	۴-۱۲- برنامه‌نویسی در PLC
۱۱۷	۴-۱۳- نحوه‌ی وارد کردن کاراکترهای برنامه در PLC
۱۱۹	۴-۱۲-۱- معکوس کردن کاراکترها
۱۱۹	۴-۱۲-۲- طرز کار برنامه‌دادن به کنتر و تایمرها
۱۲۰	۴-۱۳- مولر خطر تناوب در ولتاژ تغذیه
۱۲۱	۴-۱۴- بررسی پالی مولر سری ۸۰۰
۱۲۱	۴-۱۴-۱- بررسی مختصری از ساختار فیزیکی
۱۲۳	۴-۱۴-۲- بررسی کارکرد دهان پل جلوی PLC
۱۲۵	۴-۱۴-۳- LED های نمایشگر در PLC سری ۸۰۰
۱۲۶	۴-۱۴-۴- اتصال منبع تغذیه به سری ۸۰۰
۱۲۸	۴-۱۴-۴- توابع خروجی سری ۸۰۰ و مقایسه آن با سری ۶۰۰
۱۳۰	۴-۱۵- تفاوت در بین خروجی‌های سری ۶۰۰ و ۸۰۰
۱۳۱	۴-۱۵-۱- فانکشن بلاک‌ها در سری ۸۰۰
۱۳۲	۴-۱۵-۲- مقایسه‌گر مقادیر آنالوگ/کنترل آستانه
۱۳۵	۴-۱۵-۳- بلوک‌های محاسباتی
۱۳۶	۴-۱۵-۴- بلوک مقایسه‌ی اطلاعات
۱۳۷	۴-۱۵-۵- بلوک تبدیل اطلاعات
۱۳۷	۴-۱۵-۶- عملکرد بیتی (Boolean)
۱۳۷	۴-۱۵-۷- شمارنده‌ها
۱۳۹	۴-۱۵-۸- شمارنده سرعت بالا
۱۴۰	۴-۱۵-۹- مقایسه‌گرها
۱۴۰	۴-۱۵-۱۰- بلوک نمایش متن در خروجی
۱۴۰	۴-۱۵-۱۱- بلوک داده‌ها
۱۴۰	۴-۱۵-۱۲- کنترلرهای PID

۱۴۲	 ۱۳-۱۵-۴ - فیلترهای صافی
۱۴۲	 ۱۴-۱۵-۴ - سوچ زمانی هفت روزه
۱۴۳	 ۱۵-۱۵-۴ - مقیاس‌بندی مقادیر
۱۴۳	 ۱۶-۱۵-۴ - ریست کلی
۱۴۳	 ۱۷-۱۵-۴ - مبدل‌های عددی
۱۴۳	 ۱۸-۱۵-۴ - شمارنده با عملکرد ساعتی
۱۴۴	 ۱۹-۱۵-۴ - مدولاسیون عرض پالس
۱۴۴	 ۲۰-۱۵-۴ - تایمرها

۱۴۹ فصل پنجم - مینی PLC لوگو

۱۵۰	 LOGO Comfort نرم‌افزار ۱-۱-۵
۱۵۲	 Constants - تشریح پوشه ۱-۱-۵
۱۵۵	 Basic Function - تشریح پوشه ۲-۱-۵
۱۵۶	 Special Function - تشریح پوشه ۳-۱-۵
۱۵۶	 ۲-۵ - تایمرها
۱۵۶	 Or - Delay تایمر ۱-۲-۵
۱۵۷	 Off - Delay تایمر ۲-۲-۵
۱۵۸	 On - Off Delay تایمر ۳-۲-۵
۱۵۸	 Retentive On - Delay تایمر ۴-۲-۵
۱۵۹	 Wiping Relay (Pulse Output) تایمر ۵-۲-۵
۱۵۹	 Edge Triggered Wiping Relay تایمر ۶-۲-۵
۱۶۰	 Asynchronous Pulse Generator تایمر ۷-۲-۵
۱۶۰	 Random Generator تایمر ۸-۲-۵
۱۶۱	 Stairway Lighting Switch تایمر ۹-۲-۵
۱۶۱	 Weekly Timer تایمر ۱۰-۲-۵
۱۶۲	 Yearly Timer تایمر ۱۱-۲-۵
۱۶۲	 ۳-۵ - کنتر (شمارنده)
۱۶۲	 ۱-۳-۵ - شمارنده‌ی صعودی/نزولی شمار
۱۶۳	 Threshold Trigger ۲-۳-۵
۱۶۴	 ۴-۵ - آنالوگ
۱۶۴	 ۱-۴-۵ - مقایسه‌گر آنالوگ
۱۶۵	 Analog Threshold Trigger ۲-۴-۵
۱۶۶	 Analog Amplifier ۳-۴-۵

۱۶۶	 Analog Value Monitoring -۴-۴-۵
۱۶۷	 Analog Differential Trigger -۵-۴-۵
۱۶۷	 Analog Multiplexer -۶-۴-۵
۱۶۸	 Miscellaneous -۵-۵-۵
۱۶۸	 Latching Relay -۱-۵-۵
۱۶۹	 Pulse Relay -۲-۵-۵
۱۶۹	 شیب ساز -۶-۵-۵
۱۷۲	 مثال هایی از برنامه های کاربردی -۷-۵-۵
۱۸۱	 آشنایی با LOGO -۸-۵-۵
۱۸۲	 رز اتصال تغذیه به PLC -۹-۵-۵
۱۸۳	 طرز کار با لوگوی دارای صفحه نمایش -۱۰-۵-۵
۱۸۵	فصل ششم: PLC S-7
۱۸۶	 مقدمه -۱-۶-۵
۱۸۶	 اجزای تشکیل دهنده یک PLC -۱-۶-۵
۱۸۷	 باتری پشتیبان -۱-۱-۶-۵
۱۸۷	 حافظه -۲-۱-۶-۵
۱۸۸	 حافظه ی جانبی -۳-۱-۶-۵
۱۸۸	 ورودی های PLC -۴-۱-۶-۵
۱۸۹	 خروجی های PLC -۵-۱-۶-۵
۱۸۹	 انواع کارت ها و ماژول های PLC -۶-۱-۶-۵
۱۹۲	 تقسیم بندی حافظه -۲-۶-۵
۱۹۲	 جدول تصاویر ورودی و خروجی PIQ -۱-۲-۶-۵
۱۹۳	 ثبات ها -۲-۲-۶-۵
۱۹۵	 آدرس دهی -۳-۶-۵
۱۹۸	 فرمت اعداد مورد استفاده در برنامه نویسی -۴-۶-۵
۱۹۹	 نرم افزار SIMATIC Manager -۵-۶-۵
۱۹۹	 ایجاد پروژه - مسیر اول -۱-۵-۶-۵
۲۰۲	 مسیر دوم -۲-۵-۶-۵
۲۰۸	 فعال سازی شیب ساز -۳-۵-۶-۵
۲۱۲	 برنامه نویسی به زبان LAD -۶-۶-۵
۲۱۴	 دستورات Bit Logic -۱-۶-۶-۵
۲۱۵	 کنتور -۷-۶-۵

۲۱۵	 ۶-۷-۱- کنتر S - CD
۲۱۶	 ۶-۷-۲- کنتر S - CU
۲۱۶	 ۶-۷-۳- کنتر S - CUD
۲۱۷	 ۶-۷-۴- نحوه‌ی مقداردهی به کنتر
۲۱۸	 ۶-۸-۱- تایمر
۲۱۸	 ۶-۸-۱-۱- تایمر S - Pulse
۲۱۹	 ۶-۸-۲- تایمر S - PEXT
۲۱۹	 ۶-۸-۳- تایمر S - ODT
۲۲۰	 ۶-۸-۴- تایمر S - ODTS
۲۲۱	 ۶-۸-۵- تایمر S - OFFDT
۲۲۱	 ۶-۸-۶- نحوه‌ی مقداردهی به تایمر
۲۲۲	 ۶-۸-۷- ساخت یک سربشی با تایمر
۲۲۴	 ۶-۹- دستور جابجایی
۲۲۵	 ۶-۱۰- دستورات مقایسه‌ای
۲۲۶	 ۶-۱۱- دستورات تبدیل
۲۲۷	 ۶-۱۲- دستورات ریاضی
۲۲۸	 ۶-۱۳- دستورات شیفت و چرخش
۲۳۰	 ۶-۱۴- دستورات Word logic
۲۳۰	 ۶-۱۵- برنامه‌نویسی به زبان FBD
۲۳۱	 ۶-۱۵-۱- دستورات Bit Logic
۲۳۴	 ۶-۱۶- ایجاد سمبل‌ها
۲۳۴	 ۶-۱۶-۱- نحوه‌ی دسترسی به جدول سمبل‌ها
۲۳۵	 ۶-۱۷- برنامه‌نویسی به زبان STL
۲۳۷	 ۶-۱۸- مختصری درباره‌ی مازول آنالوگ
۲۳۷	 ۶-۱۸-۱- ترانسدیوسر
۲۳۷	 ۶-۱۸-۲- مبدل آنالوگ به دیجیتال
۲۳۸	 ۶-۱۸-۳- Convert Time
۲۳۸	 ۶-۱۸-۴- Cycle Time
۲۳۸	 ۶-۱۸-۵- محدوده‌ی اندازه‌گیری مازول‌های آنالوگ
۲۳۹	 ۶-۱۸-۶- پارامترهای انتخاب یک کارت آنالوگ
۲۴۰	 ۶-۱۹- مراحل کار با PLC
۲۴۱	 ۶-۱۹-۱- RUN نمودن CPU

۲۴۲	 ۲۰-۶- مثال هایی از برنامه های کاربردی
۲۶۰	 ۲۱-۶- نگاه اجمالی بر سخت افزار PLC
۲۶۰	 ۲۱-۱-۶- سری ۲۰۰
۲۶۰	 ۲۱-۲-۶- سری ۳۰۰
۲۶۱	 ۲۱-۳-۶- سری ۴۰۰
۲۶۲	 ۲۱-۴-۶- واحد برنامه سازی (PG)
۲۶۳	 ۲۲-۶- ساختمان داخلی ورودی، خروجی PLC
۲۶۶	 ۲۳-۶- بلوک ها
۲۶۶	 ۲۳-۱-۶- بلوک های منطقی
۲۶۷	 ۲۳-۲-۶- بلوک های سازماندهی
۲۶۷	 ۲۳-۳-۶- بلوک های تابعی
۲۶۷	 ۲۳-۴-۶- توابع
۲۶۷	 ۲۳-۵-۶- بلوک های داده
۲۶۸	 ۲۳-۶-۶- بلوک های توابع سیستمی و توابع سیستم
۲۶۸	 ۲۳-۷-۶- طرز وارد نمودن این بلوک ها
۲۷۰	 ۲۴-۶- نصب سخت افزار S7 13-2 DP PLC
۲۷۰	 ۲۴-۱-۶- منبع تغذیه
۲۷۰	 ۲۴-۲-۶- نصب منبع تغذیه
۲۷۲	 ۲۴-۳-۶- CPU
۲۷۳	 ۲۴-۴-۶- Front Connector
۲۷۶	 ۲۴-۵-۶- PC/Adapter
۲۷۷	 ۲۴-۶-۶- کابل پرو فیباس DP
۲۷۸	 ۲۴-۷-۶- ترمیناتور (کانکتور DP)
۲۸۰	 ۲۴-۸-۶- کارت آنالوگ
۲۸۱	 ۲۴-۹-۶- باس کانکتور
۲۸۲	 ۲۴-۱۰-۶- اتمام کار نصب سخت افزار
۲۸۳	فصل هفتم - سنسورینگ
۲۸۴	 مقدمه
۲۸۴	 ۷-۱- سنسورهای مجاورتی (پراکسیمیتی سویچ ها)
۲۸۶	 ۷-۲- سنسورهای صنعتی دما
۲۸۶	 ۷-۱-۲- تماسی
۲۸۶	 ۷-۲-۲- غیر تماسی

۲۸۷	 ۳-۷- دما سنچ مقاومتی پلاتینیوم
۲۸۸	 ۱-۳-۷- ترمومتر (مایع درون شیشه)
۲۸۹	 ۲-۳-۷- پایرومترهای تابشی
۲۹۰	 ۳-۳-۷- ترموکوپل
۲۹۳	 ۴-۳-۷- ترمیستور
۲۹۴	 ۵-۳-۷- دماسنجی با قطعات الکترونیکی
۲۹۷	 ۴-۷- سنسورهای نور
۲۹۸	 ۴-۷- مقاومت وابسته به نور LDR
۲۹۸	 ۱-۷-۲- دیودهای نوری (فتودیودها)
۳۰۰	 ۳-۴-۷- ترانزیستورهای نوری
۳۰۱	 ۵-۷- سنسورهای تشخیص جابجایی و حرکت
۳۰۱	 ۱-۵-۷- مبدل های مکانیکی
۳۰۲	 ۲-۵-۷- سنسور پتانسیومتر
۳۰۳	 ۳-۵-۷- مبدل های نوری
۳۰۳	 ۴-۵-۷- LVDT
۳۰۴	 ۵-۵-۷- مبدل سرعت زاویه ای
۳۰۵	 ۶-۵-۷- دور سنچ کششی گشتاور
۳۰۵	 ۷-۵-۷- آرایه های دیودی حساس به جابجایی
۳۰۶	 ۶-۷- سنسورهای نیرو و فشار
۳۰۶	 ۱-۶-۷- استرین گیج (کشش سنچ)
۳۰۸	 ۲-۶-۷- سنسور پیزوالکتریک
۳۰۹	 ۳-۶-۷- سنسور فشار لوله بوردن
۳۰۹	 ۴-۶-۷- سنسور قلو (دبی)
۳۱۱	 ۵-۶-۷- فلومتر توربین
۳۱۱	 ۶-۶-۷- فلومتری به روش التراسونیک (ما فوق صوت)
۳۱۲	 ۷-۷- سنسورینگ سطح
۳۱۳	 ۱-۷-۷- شناور
۳۱۳	 ۲-۷-۷- ارتفاع سنچ فشار تفاضلی
۳۱۴	 ۳-۷-۷- ارتفاع سنچ مافوق صوت
۳۱۴	 ۴-۷-۷- ارتفاع سنچ خازنی
۳۱۷	مراجع

کتاب حاضر حاصل تجربیات تدریس و عملی مولف در دروس دانشگاهی کنترل صنعتی، کنترل کننده-های صنعتی و آر کنترل خطی و همچنین مشاهده و درک مطالب مورد نیاز دانشجویان و کمبودهایی که در نبود مرجعی مناسب با ویژگی شامل بودن کلیه مطالب مورد نیاز دروس در یک منبع، نگارش شده است.

از ویژگی‌های اصلی این کتاب، سادگی بیان و پوشش کامل مطالب سرفصل دروس مذکور در فوق تحت یک کتاب واحد می‌باشد. دانشجویان در طی یک ترم تحصیلی با کلیات و اصول ابتدایی و متوسطه‌ی مباحث کنترل شامل انواع کنترل کننده‌های صنعتی، کنترل کننده‌ای PID، کنترل کننده‌های فازی، مینی PLC، PLC سری 7 و لوگو، و سنسورینگ آشنا می‌شوند. سپس جهت تکمیل آموخته‌های خود، بایستی به مراجعی که سرکدام از این مباحث را بطور واحد مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند، مراجعه نمایند.