



کنترل صنعتی

فرزان دست بوس

قادر رشید

فرشته رضائی آرپاته

عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان اردبیل

عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان اردبیل

انتشارات ارتباطات اجتماعی

۱۳۹۶

رضایی آرپاته، فرشته، ۱۳۶۹

فرشته رضایی آرپاته، قادر رشید، فرزانه دست‌بوس. تهران: نشر ارتباطات اجتماعی، ۱۳۹۶.

۱۶۹ ص.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۳۷-۲۰-۸

موضوع: کنترل صنعتی

۱. کنترل فرایندها

Process control.۲

۳. مهندسی کنترل

Automatic control.۴

۵. کنترل کننده‌های برنامه‌پذیر

Programmable controllers.۶

۷. کنترل کننده‌های پی.ای.دی

PID controllers.۸

۱۳۹۶ ۹۵۶ / ۱۵۶ / ۸۷۵

۶۳۰/۰۰۱۱۵

۴۷۸۱۵۰۸

نام کتاب: کنترل صنعتی

مؤلفین: فرشته رضایی آرپاته، قادر رشید، فرزانه دست‌بوس

ناشر: ارتباطات اجتماعی/تهران

شمارگان: ۱۰۰

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۶

قیمت: ۱۷۰۰۰ تومان

مرکز پخش:

کلیه مراکز فروش کتب علمی و مهندسی در سراسر کشور

«تمام حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است»

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیش گفتار -----	هشت
مقدمه -----	نه

فصل اول : مقدمه ای بر کنترل

۱-۱ مقدمه -----	۱
۲- سیستم کنترل -----	۱
۱-۲-۱ سیستم کنترلی -----	۱
۲-۱-۲ سیستم کنترل حلقه باز -----	۲
۳-۲-۱ سیستم کنترلی حلقه بسته -----	۳
۳-۱ مزایا و معایب -----	۸
۴-۱ انواع فیدبک -----	۱۰
۵-۱ اجزا کنترل -----	۱۰
۵-۱-۱ اندازه گیرها -----	۱۱
۵-۱-۱-۱ سنسور -----	۱۱
۵-۱-۲ ترانسمیتر -----	۲۲
۵-۱-۳ ترانسدیوسر -----	۲۳
۵-۲ کنترل کننده ها -----	۲۴
۵-۳-۱ محرک ها -----	۲۴

فصل دوم: مدلسازی فرآیند ها

۱-۲ مقدمه -----	۲۶
۲-۲ فرآیند خودکار و اتوماتیک -----	۲۶
۳-۲ فرآیند الکتریکی -----	۲۸
۴-۲ فرآیندهای مکانیکی -----	۳۱
۵-۲ فرآیندهای الکترومکانیکی -----	۳۳

فصل سوم: آشنایی با اندازه گیری ها و سنسورها

- ۱-۳ تعریف فشار ----- ۳۸
- ۱-۱-۳ واحد فشار ----- ۳۸
- ۲-۱-۳ انواع فشار ----- ۲۹
- ۲-۲ روش های اندازه گیری فشار ----- ۴۰
- ۱-۲-۳ مانومتر ----- ۴۰
- ۲-۲-۳ اندازه گیری فشار توسط فشار سنج های لوله بوردن ----- ۴۱
- ۳-۲-۳ دیافراگم ----- ۴۳
- ۱-۳-۲-۳ کپسولی ----- ۴۳
- ۴-۲-۳ دمنده ----- ۴۴
- ۵-۲-۳ اندازه گیر دم یا بلوز ----- ۴۴
- ۳-۲-۳ ترانسمیترهای فشار تفاضلی ----- ۴۵
- ۱-۶-۲-۳ کاربردهای ترانسمیتر DP ----- ۴۶
- ۲-۳-۳ سنج فشار ----- ۴۸
- ۸-۲-۳ اندازه گیری الکتریکی فشار ----- ۴۸
- ۱-۸-۲-۳ سنج ها ----- ۴۸
- ۹-۲-۳ اندازه گیری مایع رقیق فشار ----- ۴۹
- ۱۰-۲-۳ اندازه گیریهای پیرامونی فشار ----- ۵۰
- ۳-۳ اندازه گیری دما و روش های آن ----- ۵۰
- ۱-۳-۳ تعریف دما ----- ۵۰
- ۲-۳-۳ واحدهای دما ----- ۵۰
- ۳-۳-۳ دماسنج ----- ۵۱
- ۱-۳-۳-۳ سنسورهای تماسی ----- ۵۲
- ۲-۳-۳-۳ سنسورهای غیر تماسی ----- ۵۲
- ۱-۱-۳-۳-۳ ترموکوپل ----- ۵۲
- ۲-۱-۳-۳-۳ حسگرهای مقاومتی دما ----- ۵۸
- ۳-۱-۳-۳-۳ ترمیستورها ----- ۶۳
- ۴-۱-۳-۳-۳ ابزارهای پر شده ----- ۶۵
- ۵-۱-۳-۳-۳ ترمومتر بی متال ----- ۶۷
- ۴-۳ روش های اندازه گیری سطح ----- ۷۴
- ۱-۴-۳ تعریف ----- ۷۴

۷۴	----- ۲-۴-۳ شاخص سطح
۷۵	----- ۱-۲-۴-۳ سنسور کنترل سطح نوری
۷۵	----- ۲-۲-۴-۳ سنسور کنترل سطح مغناطیسی
۷۵	----- ۳-۲-۴-۳ سنسور کنترل سطح خازنی
۷۶	----- ۳-۴-۳ لول سوئیچ
۷۷	----- ۱-۳-۴-۳ لول سوئیچ های شناوری
۷۷	----- ۲-۳-۴-۳ لول سوئیچ های التراسونیک
۷۸	----- ۲-۳-۴-۳ لول سوئیچ های لرزشی، ارتعاشی
۷۸	----- ۴-۳-۴-۳ لول سوئیچ های پره ای
۷۹	----- ۵-۳-۴-۳ لول سوئیچ خازنی
۸۰	----- ۶-۳-۴-۱ لول سوئیچ دیافراگمی
۸۰	----- ۷-۳-۴-۱ لول سوئیچ ادمیتانس خازنی
۸۱	----- ۸-۳-۴-۱ لول ترانسومتر
۸۲	----- ۵-۳ روش های اندازه گیری جریان سیالات
۸۲	----- ۱-۵-۳ تعریف
۸۳	----- ۲-۵-۳ روش های اندازه گیری
۸۴	----- ۶-۳ انواع گوناگون دبی سنج ها
۸۵	----- ۱-۶-۳ دبی سنج های فشاری
۸۵	----- ۱-۱-۶-۳ جریان سنج های فشاری
۸۶	----- ۲-۱-۶-۳ دبی سنج های صفحه اریلیس
۸۹	----- ۳-۱-۶-۳ دبی سنج های لوله ونتوری
۹۱	----- ۴-۱-۶-۳ نازل جریان
۹۱	----- ۵-۱-۶-۳ لوله پیتو
۹۱	----- ۶-۱-۶-۳ تارگت متر
۹۱	----- ۷-۱-۶-۳ زائویی متر
۹۲	----- ۸-۱-۶-۳ روتامتر
۹۳	----- ۲-۶-۳ دبی سنج سرعتی
۹۴	----- ۱-۲-۶-۳ فلومتر توربینی
۹۵	----- ۲-۲-۶-۳ جریان سنج های مغناطیسی
۹۷	----- ۳-۲-۶-۳ دبی سنج التراسونیک
۹۸	----- ۴-۲-۶-۳ دبی سنج های گردابه ای یا ورتکس

۱۰۲	۳-۶-۳ دبی سنج جرمی
۱۰۳	۳-۶-۳ کوریولیس سنج
۱۰۴	۳-۶-۳ دبی سنج گرمائی
۱۰۴	۳-۶-۴ دبی سنج های جابجایی مثبت
۱۰۵	۳-۶-۴ مولتی پیستون
۱۰۵	۳-۶-۴ روت
۱۰۵	۳-۶-۴ دیسک لرزان
۱۰۵	۳-۶-۴ دنده تخم مرغی
۱۰۶	۳-۶-۵ پیستون نوسانگر

فصل چهارم: کنترلرها

۱۰۷	۴-۱ اصول سیستم کنترل
۱۰۸	۴-۲ تبدیل PID
۱۰۸	۴-۲ سیستم کنترل دستی
۱۰۹	۴-۲-۲ سیستم کنترل اتوماتیک
۱۱۰	۴-۳ انواع کنترل کننده ها
۱۱۱	۴-۳-۱ کنترل کننده ها - موازی و وضعیتی
۱۱۲	۴-۳-۲ کنترل کننده تناسب
۱۱۵	۴-۳-۳ کنترل کننده های انتگرالی
۱۱۶	۴-۳-۴ کنترل کننده مشتق گیر
۱۱۷	۴-۵ کنترل کننده تناسبی - انتگرالی
۱۱۹	۴-۶ کنترل کننده تناسبی - مشتق گیر
۱۲۱	۴-۷ کنترل کننده PID
۱۲۳	۴-۴ نحوه تاثیر P در کاهش خطا
۱۲۴	۴-۵ نحوه تاثیر I در کاهش خطا
۱۲۵	۴-۶ نحوه تاثیر D در کاهش خطا

فصل پنجم: کنترل کننده های برنامه پذیر PLC

۱-۵	مقدمه	۱۳۱
۲-۵	PLC	۱۳۱
۱-۲-۵	برخی از معایب بکارگیری سیستمهای PLC	۱۳۲
۳-۵	انواع پی ال سی PLC	۱۳۴
۱-۳-۵	پی ال سی های کمپکت	۱۳۴
۲-۳-۵	پی ال سی های ماژولار	۱۳۴
۴-۵	شرکتهای و کشورهای تراز اول سازنده PLC	۱۳۵
۱-۴-۵	SIEMENS PLC	۱۳۵
۱-۱-۴-۵	SIMATIC S5	۱۳۶
۲-۴-۵	SIMATIC S7	۱۳۷
۳-۱-۴-۵	LOGO	۱۳۷
۴-۱-۴-۵	SIMATIC C	۱۳۸
۵-۱-۴-۵	SIMATIC ۵۵۰	۱۳۸
۵-۵	سخت افزار PLC	۱۳۹
۶-۵	زبان های برنامه نویسی پی ال سی	۱۴۱
۱-۶-۵	مقایسه روش برنامه نویسی لadder و ساختار یافته برای PLC	۱۴۲
۷-۵	توابع کنترل پیوسته در PLC ها	۱۵۰
۱-۷-۵	PID های ماژول	۱۵۰
۲-۷-۵	برنامه ریزی ماژول های PID	۱۵۱
۳-۷-۵	کاربرد ماژول های PID	۱۵۱
۸-۵	ارتباط در PLC ها	۱۵۱
۱-۸-۵	ارتباط سریال	۱۵۲
۲-۸-۵	حلقه جریان ۲۰ میلی آمپر	۱۵۲
۳-۸-۵	RS 422/423	۱۵۳
۴-۸-۵	ارتباط PLC ها - ماژول ها و برنامه ریزی	۱۵۴
۵-۸-۵	ارتباط بین چندین PLC	۱۵۴
۶-۸-۵	شبکه های محلی (LAN)	۱۵۴
۷-۸-۵	کنترل گسترده	۱۵۵
منابع		۱۵۶

مبداء پیدایش اتوماسیون صنعتی با ماشینها و فرآیندهای کنترل آن به دهه ۱۹۲۰، با ظهور کنترل کننده‌های بادی (Pneumatic Controllers) اولیه بر می‌گردد. این وسایل که از هوای فشرده استفاده می‌کردند، ابزاری قابل انعطاف، اقتصادی و بی‌خطر بودند. آنها هیچ خطر جرقه زنی در فشارهای زیاد ایجاد نمی‌کردند و می‌توانستند حتی در محیط‌های مرطوب بدون ایجاد خطر شوک الکتریکی کار کنند. اتصال یک وسیله به وسیله دیگر به آسانی و توسط لوله کشی و با شیلنگ قابل انعطاف صورت می‌گرفت. عمل کنترل با دستکاری ساده شیرها که توسط رله‌ها و سوئیچها کنترل می‌شدند، انجام می‌شد. این سیستم بادی، انعطاف‌پذیری زیادی برای کنترل حرکت و سرعت بوجود آورد. به سبب تعداد کم قسمت‌های متحرک، قابلیت اعتماد و هزینه پایین نگهداری در این سیستم‌ها بدیهی است. حتی امروزه کنترل کننده‌های بادی به طور گسترده در ارتباط با PLCها و رایانه‌های صنعتی، در انواع کاربردهای کنترل ماشین ابزار و فرآیندها، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

گرچه کنترل کننده‌های بادی دارای خاصیت خود را داشتند، و هنوز هم دارند (مخصوصاً با ظهور کنترل کننده‌های بادی منطق دیجیتال به عنوان یک ابزار واقعی کنترل) جایگزینی آنها با کنترل کننده‌های نیمه هادی گسسته در دهه ۶۰ شروع شد. این کنترل کننده‌های جدید که در ابتدا از مدارات ترانزیستوری تشکیل شده بودند و بعدها از مدارات مجتمع مدار با قیاس پایین و متوسط ساخته شدند، کنترل کننده‌هایی کوچک، با قابلیت اعتماد بالا و با توان مدولاسیونی هستند.

در اوایل دهه ۱۹۷۰ با ورود ریزپردازنده‌ها، چشم‌انداز سیستم‌های کنترل صنعتی به وقوع پیوست. اکنون مدل‌سازی و شبیه‌سازی با برنامه‌نویسی یا نرم افزارهای مخصوص انجام می‌شود، در حالی که قبلاً این کار توسط سیم‌کشی‌های پیچیده گیت‌های گسسته دیکرها و انکدرها، شمارنده‌ها، تایمرها و زمان‌سنج‌ها، فلیپ فلاپ‌ها و مدارات دیجیتال مشابه انجام می‌گرفت.

با وجود اینکه کنترل کننده‌های ریزپردازنده‌ای که اغلب میکروکنترلر نامیده می‌شوند، جای خود را در میان کنترل ماشین آلات و فرآیندهای صنعتی پیدا کرده است، و لیکن با ورود PLCاتوماسیون صنعتی را در قبضه خود در آورده است، میکروکنترلرها در حد یک ابزار کنترل کننده بادی مانده‌اند. امروزه PLC با اختصاص ورودی/خروجی (آنالوگ و دیجیتال)، سخت افزار مقاوم، پردازش پیوندها (Scanning) و روش‌های مختلف برنامه‌نویسی، یک روش بهینه در کنترل صنعتی بوجود آورده است.

کتابی که پیش‌رو دارید تلاش نموده است مبحث "کنترل صنعتی" را مورد بررسی قرار دهد و حاصل تلاش خانم دکتر فرشته رضائی آپاتیه (مدرس دانشگاه‌های اردبیل)، مهندس قادر رشید و مهندس فرزانه دست‌نویس می‌باشد، که بدینوسیله آرزوی توفیق روزافزون برای این عزیزان محقق دارم.

مهندس محمدعلی رضائی شریف