

ابزار دقیق

آموزش کاربردی، روش ها و تجهیزات

www.ketab.ir

نگارش:

سید محمد علی زنجانی - فرناز فروتن

مدرسین دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

سرشناسه	زنجانی، سیدمحمدعلی، ۱۳۵۰
عنوان و نام پدیدآور	ابزار دقیق: آموزش کاربردی روش‌ها و تجهیزات / نگارش سیدمحمدعلی زنجانی، فرناز فروتن.
مشخصات نشر	اصفهان: مؤسسه علمی دانش پژوهان برین، انتشارات، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	ص: ۳۶۸، جدول: نمودار+ یک لوح فشرده دیجیتال
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۶۷۲-۸۴-۸
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
موضوع	کنترل فرآیندها- ابزار و وسایل
موضوع	ابزار اندازه‌گیری
موضوع	مهندسی کنترل
موضوع	مهندسی کنترل - ابزار و وسایل
رده‌بندی افزوده	فروتن، فرناز، ۱۳۶۶-
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۳ ۲۹ الف/ا/ز ۱۵۶/ا/ت S
رده‌بندی دیوبی	۶۸۱/۲
شماره کتابشناختی	۳۵۵۱۳۴۰

انتشارات مؤسسه علمی
دانش پژوهان برین

عنوان	ابزار دقیق (۱): آموزش کاربردی روش‌ها و تجهیزات
پدیدآور	سیدمحمدعلی زنجانی، فرناز فروتن
سرمايه‌گذار	مجمع آموزشی
ناشر	انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین
نوبت چاپ	اول- تابستان ۱۳۹۳
شمارگان	۱۰۰۰ جلد
مدیر تولید	ماندانا مرادی
صفحه‌آرایی	مرضیه عبادی‌تیک
طراحی جلد	زهره کرمی
لینوگرافی	طلوع
چاپ متن	هشت بهشت
چاپ جلد	نگنگار
صحافی	آذر
قطع، شمارش صفحات	وزیری، ۳۶۸ صفحه
بها همراه با DVD	۲۴۰۰۰۰ ریال

ISBN : 978-600-5672-84-8

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۷۲-۸۴-۸

آدرس: اصفهان، صندوق پستی: ۸۹۴-۸۱۴۶۵

تلفن: ۰۳۱-۳۶۶۳۸۰۲۱ همراه: ۰۹۱۳۳۰۰۲۸۷۴

«حق چاپ برای مجتمع آموزشی فن گستر محفوظ است»

کتاب باو آدم باشایه یکدیگرند چون:

بعضی از کتاب برای ما قه می کوند تا بخوایم و بعضی قه می کوند تا یادار شویم.

بعضی از آدم با قیمت روی جلد دارند بعضی با چند صد تخفیف به فروش می رند و بعضی پس از فروش پس گرفته نمی شوند.

قصیر این پور

دانشجویی را عزوجل که توفیق گردآوری و مرتب سازی مطالب کتاب حاضر را براساس مراجع معتبر آموزشی و صنعتی دار کتاب و DVD حاضر، حاصل ۱۵ سال تدریس و مراجعه به کتابها، مقالات، پروژه های علمی و مکتوباتی از استادان بزرگوار و صاحبان تجربه ها و تصاویر موجود در فضای مجازی است که با پرهیز از روابط سطحی و بیانی ساده برای عموم کاربران اعم از مدرسین، مهندسین شاغل در صنعت، دانشجویان و کلیه علاقه مندان در دو حوزه برق و مکانیک تدوین شده است.

پس از بررسی مطالب علمی و فنی و همچنین در فصل اول، انواع سنسورها در فصل دوم بررسی می شوند. در فصل سوم تا ششم به طور خاص در مورد ابزارهای اندازه گیری مکانیکی و الکترونیکی فشار، دما، سطح و دبی بحث شده است. فصل هفتم مفاهیم نقد و تحلیل، فیدبک و کالیبراسیون را بررسی می نماید.

مطالب بخش کالیبراسیون به وسیله آقای مهندس علی زنجانی، مدیر عامل شرکت و در اختیار ما قرار گرفت. انجام تغییرات مکرر در متن در جهت ویراست بهتر مطالب حاصل کار وافر سرکار خانم مرضیه عبادی نیک می باشد. رسم مجدد شکل ها به وسیله سرکار خانم زهره کرمی انجام شد. مدیریت جناب آقای مهندس محسن جوادیان و سرکار خانم ماندانا مرادی در انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین، باعث به ثمر رسیدن این اثر می باشد. جناب آقای بهرام پروانیان مدیریت مؤسسه علمی فن گستر نیز با برگزاری جلسات هماهنگی، سرمایه گذاری و ارشادهای ارزنده در تهیه کتاب و چاپ آن ما را یاری نمودند. خانواده هایمان همچون گذشته با صبر و اعتماد ما را در تهیه این اثر یاری نمودند. بی تشکریم.

در آستانه شب های قدر این اثر تقدیم می شود به دقیق ترین مردمان «ایمان و عمل» و همه پیروان راستین او که ایشان را به تقوا و نظم در امور و صیقل نمایی و اصلاح خاص از مادرانمان به خاطر همه چیز تشکر می نمایم.

از خوانندگان در خواست داریم با ارسال نقد منصفانه و تذکر غلط های احتمالی به آدرس اینترنتی زیر که برای ایجاد امکان استفاده از DVD نیز می باشد، ما را در اصلاح ویراست های بعدی یاری نمایند.

سید محمد علی زنجانی - فرناز فروتن

مدرسین دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد و مجتمع آموزشی فن گستر

Publish@fangostar.com

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱ ضرورت اندازه‌گیری و ابزار دقیق در کنترل	۱
۲-۱ مدل‌سازی ابزار دقیق به زبان ساده	۳
۳-۱ انواع سیستم کنترل از نظر پیاده‌سازی	۵
۴-۱ اجزاء سیستم کنترلی	۶
۴- حسگر (Sensor)	۷
۲-۱ مبدل یا ترانسدیوسر (Transducer)	۷
۳-۴-۱ ترانسمیتر (Transmitter)	۸
۲-۴-۱ کنترل‌کننده (Controller)	۱۰
۵-۴-۱ عنصر پایانی (Final Element)	۱۱
۶-۴-۱ عملگر یا محرک (Actuator)	۱۱
۷-۴-۱ ثبت‌کننده و نمایشگر (Recorder and Monitor)	۱۲
۵-۱ انواع اندازه‌گیرها	۱۳
۶-۱ اصطلاحات رایج در اندازه‌گیری	۱۴
۱-۶-۱ حدود اندازه‌گیری (Range)	۱۵
۲-۶-۱ صفر اندازه‌گیری (Zero)	۱۵
۳-۶-۱ انحراف از صفر (Zero Drift)	۱۵
۴-۶-۱ مقدار درست (True Value)	۱۶
۵-۶-۱ صحت (Accuracy)	۱۶
۶-۶-۱ درستی (Trueness)	۱۶
۷-۶-۱ انحراف (Bias)	۱۶
۸-۶-۱ دقت (Precision)	۱۶
۹-۶-۱ تکرارپذیری (Repeatability)	۱۶
۱۰-۶-۱ قابلیت تولید مجدد (Reproducibility)	۱۷
۱۱-۶-۱ عدم قطعیت (Uncertainty)	۱۷
۱۲-۶-۱ حساسیت (Sensitivity)	۱۷
۱۳-۶-۱ تفکیک‌پذیری (Resolution)	۱۸
۱۴-۶-۱ پاسخ‌دهی (Responsivity)	۱۸
۱۵-۶-۱ خطی بودن (Linearity)	۱۸
۱۶-۶-۱ پسماند (Hysteresis)	۱۸
۷-۱ تعریف دستگاه اندازه‌گیری	۱۹
۸-۱ روش‌های اندازه‌گیری	۱۹
۹-۱ تعریف خطا و عوامل ایجادکننده آن	۲۰
۱۰-۱ ساز و کار دستگاه‌های اندازه‌گیری	۲۱

۲۳	فصل دوم: آشنایی با سنسور
۲۳	۱-۲ مقدمه
۲۴	۲-۲ معرفی پارامترهای مهم سوئیچینگ در سنسورها
۲۵	۳-۲ دسته‌بندی کلی سنسورها برحسب نحوه تماس
۲۷	۱-۳-۲ سنسورهای دارای برخورد
۲۹	۲-۳-۲ سنسورهای بدون تماس
۳۱	۴-۲ سنسور القایی (Inductive Proximity Switch)
۳۱	۱-۴-۲ شکل استاندارد سنسور و پارامترهای آن
۳۲	۲-۴-۲ نحوه نصب سنسورهای القایی
۳۳	۳-۴-۲ خروجی سنسورهای القایی
۳۴	۱-۴-۱ انواع سنسورهای القایی
۳۴	۵-۲ موارد احتیاطی در کار با سنسورهای القایی
۳۶	۶-۴-۱ انواع اتصالات سنسورهای القایی
۳۸	۷-۲ نحوه آمپری سنسورهای القایی مجاورتی
۴۰	۵-۲ سنسور خازنی (Capacitive Proximity Switch)
۴۲	۱-۵-۲ سنسورهای خازنی
۴۴	۶-۲ سنسور اثر هال (Hall Effect Sensor)
۴۴	۱-۶-۲ ویژگی‌های عمومی سنسور اثر هال
۴۵	۲-۶-۲ نظریه اثر هال
۴۷	۳-۶-۲ روش استفاده از سنسور اثر هال
۴۷	۴-۶-۲ سنسور اثر هال دیجیتال
۴۸	۵-۶-۲ سنسور تشخیص موقعیت پیر
۴۹	۷-۲ سنسور مافوق صوت (Ultrasonic Sensor)
۵۱	۱-۷-۲ اصول کار پیزو الکتریک
۵۲	۲-۷-۲ کاربردهای آلتراسونیک
۵۴	۳-۷-۲ دسته‌بندی انواع سنسورهای مافوق صوت
۵۶	۴-۷-۲ مزایا و محدودیت‌های سنسورهای آلتراسونیک
۵۸	۸-۲ سنسور نوری الکترونیکی (Opto-electronic Switch)
۵۹	۱-۸-۲ رسانای نوری
۶۰	۲-۸-۲ فوتودیود
۶۱	۳-۸-۲ نیمه‌هادی‌های نوری
۶۲	۴-۸-۲ ضرب‌کننده نوری (فوتومالٹی پلایر)
۶۵	۵-۸-۲ سنسور نوری یک طرفه (Diffuse Type)
۶۶	۶-۸-۲ سنسور نوری انعکاسی (Retro-Reflective Optical Switch)
۶۷	۷-۸-۲ سنسور نوری دو طرفه (Through-Beam Optical Switch)
۶۸	۹-۲ سنسور اسکن فوتو الکتریک
۶۸	۱-۹-۲ روش‌های اسکن
۶۹	۱۰-۲ سنسور فیبر نوری (FOS = Fiber Optic Sensor)
۷۱	۱-۱۰-۲ کاربردهای سنسور فیبر نوری
۷۵	۱۱-۲ سنسور لومینانس (Opto-electronic Luminescence Sensor)
۷۵	۱۲-۲ سنسور کنتراست (Opto-electronic Contrast Sensor)

۷۶	سنسور لیزری (Laser Sensor)	۱۳-۲
۷۷	سنسور سطح (Area Sensor)	۱۴-۲
۷۸	سنسور نوری کنترل سطح	۱-۱۴-۲
۷۸	سنسور تشخیص رنگ	۱۵-۲
۷۹	سنسور کدکننده (Encoder)	۱۶-۲
۸۲	انکدر نوری چرخان افزایشی	۱-۱۶-۲
۸۲	انکدر نوری چرخان مطلق	۲-۱۶-۲
۸۴	انکدر نوری چرخان مطلق مجازی	۳-۱۶-۲
۸۴	انکدر نوری زاویه‌ای	۴-۱۶-۲
۸۴	انکدر نوری خطی مطلق	۵-۱۶-۲
۸۵	انکدر	۱۷-۲
۸۶	سنسور LVDT	۱-۲
۸۸	طرز کار سنسور LVDT	۱-۲
۹۰	روش‌های شارژسازی جهت جابجایی هسته	۱-۱۸-۲
۹۱	روش‌های LLDT	۳-۱۸-۲
۹۱	سنسور مگنتوستریک (Magnetostrictive Sensor)	۱۹-۲
۹۳	نحوه عمل مبدل پیزو الکترواستریکتیو	۱-۱۹-۲
۹۴	سنسور رزولور	۲۰-۲
۹۶	سنسورهای شیمیایی	۲۱-۲
۹۷	PH سنجی	۱-۲۱-۲
۹۹	سنسور گاز	۲۲-۲
۹۹	حسگر نوری گاز	۱-۲۲-۲
۱۰۰	حسگر مقاومتی گاز	۲-۲۲-۲
۱۰۲	کروماتوگرافی گاز	۳-۲۲-۲
۱۰۳	حسگر آشکارساز هدایت گرمایی (TCD)	۴-۲۲-۲
۱۰۵	حسگر التراسونیک گاز	۵-۲۲-۲
۱۰۶	سنسور دود	۲۳-۲

فصل سوم: اندازه‌گیری فشار

۱۰۹	مقدمه	۱-۳
۱۱۱	انواع فشار و روش‌های سنجش آن‌ها	۲-۳
۱۱۷	فشارسنج مانومتري	۳-۳
۱۱۹	مانومتر با لوله مورب (شیب‌دار)	۱-۳-۳
۱۲۰	مانومتر مخزن‌دار	۲-۳-۳
۱۲۲	مزایا و معایب مانومترها	۳-۳-۳
۱۲۳	فشارسنج بودن تیوب	۴-۳
۱۲۴	بوردن تیوب C شکل	۱-۴-۳
۱۲۵	بوردن تیوب حلزونی	۲-۴-۳
۱۲۵	بوردن تیوب حلقوی یا مارپیچ	۳-۴-۳
۱۲۶	بوردن تیوب تابیده یا پیچی	۴-۴-۳
۱۲۶	بوردن تیوب نعلی شکل	۵-۴-۳

۱۲۷	۶-۴-۳ مزایا و معایب بردن تیوب‌ها
۱۲۷	۵-۳ فشارسنج فانوسی
۱۲۸	۱-۵-۳ مزایا و معایب فانوسی
۱۲۸	۶-۳ فشارسنج دیافراگمی
۱۳۱	۷-۳ فشارسنج دیافراگم کپسول‌دار
۱۳۲	۱-۷-۳ مزایا و معایب دیافراگم کپسول‌دار
۱۳۲	۸-۳ فشارسنج دیافراگم پیستونی
۱۳۳	۹-۳ فشارسنج نوع پیستونی
۱۳۴	۱۰-۳ فشارسنج نوع حلقه موازنه
۱۳۵	۱۱-۳ فشارسنج نوع کاسه‌ای یا زنگوله‌ای
۱۳۶	۱۱-۳ سایر روش‌های مکانیکی اندازه‌گیری فشار
۱۳۶	۱-۱۲ گنج مک لود
۱۳۶	۲-۱۲-۲ روش تعادل نیرو
۱۳۶	۳-۱۲-۲ روش شارومتری
۱۳۶	۱۳-۳ پتان‌کرن (کالیبراسیون) فشارسنج‌ها
۱۳۸	۱۴-۳ انتقال دما به فشار
۱۴۰	۱-۱۴-۳ انتقال دما به فشار نوع نیوماتیکی
۱۴۱	۱۵-۳ کرنش‌سنج (استرین گیج)
۱۴۴	۱-۱۵-۳ انواع استرین گیج
۱۴۶	۲-۱۵-۳ مدارهای پل جهت اندازه‌گیری خروجی استرین گیج
۱۴۸	۳-۱۵-۳ ویژگی‌های یک کرنش‌سنج خوب
۱۵۰	۴-۱۵-۳ کاربردهای کرنش‌سنج
۱۵۰	۱۶-۳ اندازه‌گیرهای خازنی فشار
۱۵۱	۱۷-۳ لودسل
۱۵۳	۱۸-۳ اندازه‌گیرهای فشار پیزوالکتریک و پیزومقاومتی
۱۵۴	۱۹-۳ گنج پیرانی
۱۵۴	۱-۱۹-۳ طرز کار گنج پیرانی
۱۵۵	۲۰-۳ گنج یونیزاسیون
۱۵۷	فصل چهارم: اندازه‌گیری دما
۱۵۸	۱-۴ تعاریف اولیه
۱۵۹	۲-۴ مقیاس‌های اندازه‌گیری دما
۱۶۰	۳-۴ روش‌های انتقال حرارت
۱۶۱	۱-۳-۴ انتقال حرارت به روش هدایت (رسانش)
۱۶۲	۲-۳-۴ انتقال حرارت به روش جابه‌جایی (همرفت یا وزش)
۱۶۲	۳-۳-۴ انتقال حرارت به روش تابش
۱۶۲	۴-۴ روش‌های اندازه‌گیری دما
۱۶۳	۵-۴ دماسنج با استفاده از انبساط سیال
۱۶۴	۱-۵-۴ گروه I: سیستم گرمایی پرشده با مایع
۱۶۶	۲-۵-۴ گروه II: سیستم گرمایی پرشده با گاز
۱۶۶	۳-۵-۴ گروه III: سیستم گرمایی پرشده با بخار

۱۶۷	۴-۵-۴ گروه ۷: سیستم گرمایی پرشده با جیوه
۱۶۹	۵-۵-۴ سیستم تعدیل
۱۷۰	۶-۵-۴ مزایا و معایب دماسنج‌های انبساطی
۱۷۰	۶-۴ دماسنج با استفاده از تغییر طول فلزات
۱۷۰	۷-۴ دماسنج با استفاده از ذوب یا خمیری شدن جامدات و یا تغییر رنگ
۱۷۳	۸-۴ مقاومت غیرفلزی تابع دما (ترمیستور)
۱۷۵	۱-۸-۴ مزایا و معایب ترمیستورها
۱۷۷	۲-۸-۴ روش‌های شبه خطی کردن رفتار ترمیستور نسبت به دما
۱۸۰	۳-۸-۴ کاربردهای ترمیستور
۱۸۲	۴-۸-۴ دماسنج با ضریب حرارتی مثبت (PTC)
۱۸۳	۹-۴ دماسنج فلزی تابع دما (RTD)
۱۸۸	۹-۴ انواع RTD براساس تعداد سیم‌های خروجی و مدار اندازه‌گیری دما
۱۹۲	۲-۹-۴ مزایا و معایب RTD
۱۹۳	۳-۹-۴ نکات در استفاده از RTDها
۱۹۳	۱۰-۴ ترموکوپل
۱۹۴	۱-۱۰-۴ اجزاء ترموکوپل
۱۹۶	۲-۱۰-۴ غلاف ترموکوپل
۱۹۷	۳-۱۰-۴ ترموپیل
۱۹۹	۴-۱۰-۴ رفع اشکال در مدارات ترموکوپل
۲۰۰	۵-۱۰-۴ قوانین پنج‌گانه ترموکوپل
۲۰۲	۶-۱۰-۴ مزایا و معایب ترموکوپل
۲۰۲	۱۱-۴ نیمه‌هادی‌های حسگر دما
۲۰۷	۱۲-۴ حسگرهای الکتریکی غیرتماسی دما
۲۰۸	۱-۱۲-۴ اندازه‌گیری دما توسط پیرومتری
۲۱۱	۲-۱۲-۴ اندازه‌گیری دما توسط طیف سنجی
۲۱۲	۳-۱۲-۴ دماسنج کریستال کوارتز
۲۱۲	۱۳-۴ ترانسمیتر نیوماتیکی درجه حرارت
۲۱۵	فصل پنجم: اندازه‌گیری سطح
۲۱۶	۱-۵ روش‌های اندازه‌گیری سطح
۲۱۷	۲-۵ خط‌کش مدرج
۲۱۸	۳-۵ نوار مدرج
۲۱۸	۴-۵ شیشه دید
۲۱۹	۱-۴-۵ شیشه لوله‌ای
۲۱۹	۲-۴-۵ شیشه تخت
۲۲۰	۵-۵ اندازه‌گیری غیرمستقیم ارتفاع به روش مکانیکی
۲۲۰	۱-۵-۵ شناور
۲۲۴	۲-۵-۵ جابه‌جاگر یا روش غوطه‌وری
۲۲۶	۶-۵ اندازه‌گیری ارتفاع به روش تغییر در فشار
۲۲۶	۱-۶-۵ استفاده از دمنده هوا یا حباب‌ساز
۲۲۷	۲-۶-۵ استفاده از دیافراگم
۲۲۹	۳-۶-۵ استفاده از DPT یا تغییرات فشار ستون مایع

۲۳۲	۷-۵ اندازه‌گیری ارتفاع به روش الکتریکی
۲۳۳	۱-۷-۵ استفاده از چنگال مرتعش یا دیاپازون
۲۳۴	۲-۷-۵ استفاده از تغییر ظرفیت خازن
۲۳۶	۳-۷-۵ استفاده از چرخ پروانه‌ای
۲۳۶	۴-۷-۵ استفاده از تغییر مقاومت یا رسانایی
۲۳۷	۸-۵ اندازه‌گیری ارتفاع به روش‌های غیرتماسی
۲۳۷	۱-۸-۵ روش مافوق صوت
۲۳۹	۲-۸-۵ روش نورانی
۲۴۰	۳-۸-۵ روش امواج رادیواکتیو
۲۴۱	۴-۸-۵ روش امواج رادار
۲۴۹	مباحث هشتم: اندازه‌گیری جریان سیال (دبی)
۲۴۹	مقدمه
۲۵۱	۱-۶ روش اندازه‌گیری دبی
	الف) جریان‌سنج‌های استنباطی
۲۵۲	۲-۶ جریان‌سنجی بر اساس جاد اختلاف فشار موضعی
۲۵۳	۱-۲-۶ صفحه‌نورانی یا پلیس (Orifice Plate)
۲۵۸	۲-۲-۶ لوله ونتوری (Venturi Tube)
۲۶۱	۳-۲-۶ نازل جریان (Flow Nozzle)
۲۶۲	۴-۲-۶ لوله پیتوت (Pitot Tube)
۲۶۵	۵-۲-۶ لوله آنوبار (Annubar Tube)
۲۶۷	۶-۲-۶ اتصال زانویی (Elbow Tube)
۲۶۷	۳-۶ جریان‌سنجی بر اساس اندازه‌گیری نیرو یا تارکومتر
۲۶۸	۴-۶ جریان‌سنجی بر اساس سطوح متغیر یا روتامتری
۲۷۲	۵-۶ جریان‌سنجی بر اساس اندازه‌گیری ولتاژ ناشی از عبور سیال در میدان مغناطیسی
۲۷۶	۶-۶ جریان‌سنجی بر اساس پارامتر متناسب با سرعت (جریان‌سنج توربینی)
۲۷۸	۷-۶ جریان‌سنجی بر اساس میزان نوسان فشار یا دما (جریان‌سنج گرمایی)
۲۷۸	۱-۷-۶ جریان‌سنج گردابی پیش‌رونده
۲۷۹	۲-۷-۶ جریان‌سنج گرداب افشان
۲۸۰	۳-۷-۶ جریان‌سنج اثر کواندا
۲۸۱	۸-۶ جریان‌سنج مافوق صوت
۲۸۲	۱-۸-۶ جریان‌سنج آلتراسونیک نوع زمان عبوری
۲۸۴	۲-۸-۶ جریان‌سنج آلتراسونیک نوع مهاری
۲۸۵	۳-۸-۶ جریان‌سنج آلتراسونیک نوع داپلر
۲۸۶	۴-۸-۶ جریان‌سنج عروق خونی
۲۸۹	۵-۸-۶ جریان‌سنج پالسی داپلر
۲۹۰	۶-۸-۶ نکات قابل ملاحظه در طراحی، نصب و استفاده از جریان‌سنج‌های آلتراسونیک
۲۹۱	۷-۸-۶ مزایای جریان‌سنج آلتراسونیک
۲۹۱	۸-۸-۶ معایب جریان‌سنج آلتراسونیک

ب) جریان سنج های حجمی

۲۹۳	۹-۶ پیستون نوسانگر
۲۹۴	۱۰-۶ صفحه نوسان کننده محوری یا دیسک لرزان
۲۹۵	۱۱-۶ پمپ سنجشی
۲۹۶	۱-۱۱-۶ تلمبه چرخ دنده ای دوار
۲۹۷	۲-۱۱-۶ تلمبه رفت و برگشتی
۲۹۷	۳-۱۱-۶ تلمبه دیافراگمی
۲۹۸	۴-۱۱-۶ تلمبه قابل انقباض
۲۹۹	۱۲-۶ جریان سنج چرخشی جابجایی مثبت یا پره دوار
۲۹۹	۱-۱۲-۶ جریان سنج دنده تخم مرغی یا بیضوی (Oval Flow Meter)
۳۰۰	۱۱-۱۲-۶ جریان سنج دولپه ای (Lobed - Impeller Flow Meter)
۳۰۱	۲-۱۲-۶ جریان سنج درجه دوار (Rotating Vane)
۳۰۲	۱۳-۶ مولتی پیستون

ج) جریان سنج های جرمی

۳۰۳	۱۴-۶ جریان سنج حرارتی
۳۰۴	۱-۱۴-۶ جریان سنج حرارتی جریان مت
۳۰۶	۲-۱۴-۶ جریان سنج حرارتی مت
۳۰۷	۱۵-۶ جریان سنج کوریولیس
۳۱۲	۱۶-۶ معیارهای انتخاب یک جریان سنج
۳۱۳	۱۷-۶ اثرات نحوه نصب تجهیزات بر عملکرد جریان سنج
۳۱۴	۱-۱۷-۶ وضعیت لوله قبل و بعد از دبی سنج
۳۱۵	۲-۱۷-۶ انشعابات فشار و دما
۳۱۶	۳-۱۷-۶ تکیه گاه های لوله
۳۱۶	۴-۱۷-۶ اتصالات جوشی و فلنجی و آب بندها
۳۱۶	۵-۱۷-۶ بهبوددهنده ها و یکنواخت کننده ها
۳۱۶	۱۸-۶ کالیبراسیون دورمای جریان سنج ها

فصل هفتم: نقشه خوانی، حلقه فیدبک و کالیبراسیون

۳۱۹	۱-۷ انواع نقشه ها
۳۲۱	۲-۷ مروری بر علائم عمومی و تخصصی نقشه
۳۳۹	۳-۷ طبقه بندی سیستم های کنترل
۳۳۹	۴-۷ کنترل کننده ها
۳۴۴	۵-۷ هشدار دهنده ها
۳۴۶	۶-۷ کالیبراسیون
۳۴۷	۱-۶-۷ کالیبراسیون اولیه و مجدد
۳۴۸	۲-۶-۷ زمان مناسب برای کالیبراسیون
۳۴۸	۳-۶-۷ مکان مناسب کالیبراسیون
۳۴۹	۴-۶-۷ دلایل و روش های کالیبراسیون

۳۴۹	نکات مهم در انجام کالیبراسیون	۷-۷
۳۴۹	مواد مرجع (Reference Materials)	۱-۷-۷
۳۵۰	تعیین و انتخاب تجهیزات اندازه‌گیری مناسب	۲-۷-۷
۳۵۰	شناسایی تجهیزات مؤثر بر کیفیت محصول و تعیین وضعیت کالیبراسیون	۳-۷-۷
۳۵۱	کالیبراسیون بر مبنای تجهیزات تأیید شده	۴-۷-۷
۳۵۱	گواهینامه و برجسب کالیبراسیون	۵-۷-۷
۳۵۲	سوابق کالیبراسیون	۶-۷-۷
۳۵۳	تحلیل و بررسی نتایج کالیبراسیون	۷-۷-۷
۳۵۳	تعیین فواصل کالیبراسیون	۸-۷-۷
۳۵۴	حفاظت از عملیات کالیبراسیون	۹-۷-۷
۳۵۴	کنترل تجهیزات اندازه‌گیری نامنطبق	۱۰-۷-۷