به نام خداوند جان و خرد　　کزین برتر اندیشه برنگذرد

خداوند نام و خداوند جای　　خداوند روزی ده رهنمای

ابزاردقیق و کالیبراسیون

آموزش مهارت‌های کاربردی و صنعتی

مولف : مهندس میثم همتی

تقدیم به

همسرم که نشانه لطف الهی در زندگی من است، به پاس قدردانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از امید و نشاط برای من فراهم آورده است.

پدر و مادر مهربانم که هر لحظه وجودم را از چشمه‌سار پر از عشق چشمانشان سیراب می‌کنم .....

برادر و خواهرم، همراهان همیشگی و پشتوانه‌های زندگیم

مهندس میثم همتی

سرشناسه	همتی، میثم، ۱۳۶۴-
عنوان و پدیدآورنده	ابزار دقیق و کالیبراسیون آموزش مهارت‌های کاربردی و صنعتی / مولف میثم همتی.
مشخصات نشر	تهران : نشر طراح، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	۲۸۹ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	اندازه‌گیری و ابزار دقیق ؛ ۶.
شابک	978-600-8666-50-9
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	کتابنامه: ص. [۲۸۵].
موضوعات	ابزار اندازه‌گیری
موضوعات	Measuring instruments
موضوعات	کالیبراسیون
موضوعات	Calibration
موضوعات	ابزار اندازه‌گیری -- کالیبراسیون
موضوعات	Measuring instruments -- Calibration
رده‌بندی کنگره	QC۱۰۰/۵
رده‌بندی دیویی	۲/۶۸۱
شماره کتابشناسی ملی	۸۷۰۸۱۱۵
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیپا

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

نشر طراح

شابک : ۹-۵۰-۸۶۶۶-۶۰۰-۹۷۸

ISBN : 978-600-8666-50-9

- **نام کتاب** : ابزاردقیق و کالیبراسیون آموزش مهارت‌های کاربردی و صنعتی
- **مولف** : مهندس میثم همتی
- **ناشر** : طراح
- **صفحه آرا** : یوزباشی
- **تیراژ** : ۳۰ جلد
- **نوبت چاپ : اول، زمستان ۱۴۰۰**

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

آدرس انتشارات : خیابان انقلاب – روبه‌روی دانشگاه تهران – ساختمان فروزنده – طبقه دوم واحد ۵۰۶

آدرس پخش : خیابان انقلاب – روبه‌روی دانشگاه تهران – ساختمان فروزنده – طبقه منفی یک واحد ۲۰۸

(تلفن : ۷۹۹۹ ۶۶۴۶ و ۶۶۹۵۱۸۳۲ و ۶۶۹۵۱۸۳۱-۰۲۱ - فکس : ۳۶۲۶ ۶۶۹۵-۰۲۱ و ۳ ۱۱۲ ۱۱۲ ۰۹۱۲)

مقدمه

پس از تألیف استاندارد ابزاردقیق کار با کد شغلی 1-021-31-3139 برای سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور، به درخواست مکرر دانشجویان و متقاضیان علاقه‌مند به مهارت شغلی ابزاردقیق بر آن شدم تا حاصل بیش از ده سال تجربه آموزش ابزاردقیق در صنایع مختلف کشور را در قالب کتاب پیش رو به جامعه صنعتی کشور عزیزم ارائه نمایم. ابزاردقیق کار کسی است که پس از گذراندن دوره‌های آموزشی بتواند از نقشه‌های ابزاردقیق بهره‌برداری کند، از عهده فلزکاری مخصوص ابزاردقیق و شناخت و بررسی کنترل‌کننده‌ها و شیرهای صنعتی برآید. فشار، دما، سطح، جریان و غلظت را اندازه‌گیری نموده، ادوات ابزاردقیق را نصب و کالیبره نماید با حلقه‌های کنترل این کمیات کارکرده و کابل‌کشی لازم را انجام دهد. بی‌شک با رشد روزافزون تکنولوژی و هایتک بودن تجهیزات ابزاردقیق تألیف کتابی که تمام مباحث آن را در برگیرد امکان‌پذیر نیست لذا در حد توان در این کتاب مباحث ضروری جهت آشنایی با کلیات ابزاردقیق بیان شده. هنرجویان عزیز داشتن تسلط کامل مستلزم سپری‌کردن دوره‌های عملی در صنایع فرآیندی است. با این وجود مباحث کتاب برای شروع به کار و قبولی در مصاحبه‌های تخصصی ابزاردقیق بسیار کارآمد است. ابزار دقیق کار در پالایشگاه، پتروشیمی، نیروگاه، مواد غذایی، کنسروسازی، خودروسازی و همچنین دیگر کسب و کارهایی که درآنها نیاز به کنترل و نظارت بسیار دقیق با اطمینان از ایمنی بالا می‌باشد کاربرد دارد.

درخاتمه با تشکر از زحمات سرکار خانم مهندس یگانه برهان آزاد جهت کمک در ویرایش پایانی کتاب، امیدواریم تمامی مهندسین و دانشجویان که مخاطب اصلی این کتاب هستند از خواندن آن لذت کافی را ببرند. در ضمن ایرادها و معایب کتاب ارائه شده را بر اینجانب بخشیده و از طریق آدرس اینستاگرام زیر بنده را از نکته نظرات خویش آگاه سازید.

با تشکر

میثم همتی

maysam_.hemmati

فصل ۱ تهیه و توزیع هوای ابزاردقیق (۲۲-۱)

انواع سیگنال‌ها در ابزار دقیق ۱
مزایا و معایب هوای فشرده در یک نگاه ۵
واحد مراقبت (service unit) ۹
طریقه نصب لوله‌کشی هوای فشرده ۱۴
فیتینگ (Fitting) ۱۷

فصل ۲ آشنایی با پنوماتیک و اصول اولیه آن (۳۶-۲۳)

شیرهای راه دهنده ۲۳
نمادهای مدارات پنوماتیک ۲۵
تحلیل مدارات پنوماتیک ۲۸

فصل ۳ معرفی انواع سنسورهای مجاورتی (۴۲-۳۷)

سنسور القایی ۳۷
سنسور خازنی ۳۸
سنسور نوری ۳۸
سنسور نامور ۴۲

فصل ٤ آشنایی با کالیبراسیون (۵۸-۴۳)

تعریف کالیبراسیون ۴۳
دسته‌بندی استانداردهای اندازه‌گیری ۴۳
مراحل کالیبراسیون ۴۴
عوامل موثر در تعیین دوره کالیبراسیون ۴۵
خطای اندازه‌گیری ۴۵
عدم قطعیت اندازه‌گیری ۴۶
کالیبراسیون کولیس ۴۹
کالیبراسیون میکرومتر ۵۶

فصل ۵ فرآیند فشار، شناخت و کالیبره اندازه‌گیرهای آن (۱۱۲-۵۹)

مبدا اندازه‌گیری فشار ۶۰
جدول تبدیل واحد ۶۲
مانومتر ۶۳

فشارسنج‌های بوردن تیوب ۶۶
شناسایی اصول حفاظت و نگهداری بوردن تیوب ۶۹
خطای صفری، ضربدری، زاویه‌ای ۷۶
اصول کار DWT ۸۲
ترانسمیتر ۸۴
ترنسدیوسر ۸۴
دیافراگم ۸۵
پل وتستون ۸۶
سیم‌کشی ترانسمیتر الکتریکی ۸۷
مقایسه سیگنال جریانی با ولتاژی ۸۹
انواع ناحیه (Zone) در محیط‌های مختلف ۹۲
جداکننده ایمنی (Barrier) ۹۲
کالیبره‌کردن با پیچ حدپایین، حد بالا (Zero, Span) ۹۵
استفاده از DWT برای کالیبره ترانسمیتر فشار ۹۶
انواع لوپ چک ۹۸
نسل جدید ترانسمیترهای هوشمند ۱۰۳
سوئیچ فشار ۱۰۵
سوئیچ‌های اختلاف فشار ۱۰۸

فصل ٦ شبکه‌های صنعتی در ابزاردقیق ..... (۱۲۲-۱۱۳)

شاهراه و مبدل آدرس‌دهی از راه دور (پروتکل HART) ۱۱۲
توپولوژی شبکه در پروتکل HART ۱۱۲
سخت‌افزار هارت دستی (HART communicator) ۱۱۲
مراحل شبکه کردن به‌صورت چند انشعابی (Multi drop) ۱۱۴
پروتکل فیلد باس پایه (Foundation Fieldbus) ۱۱۵
پروتکل فیلد باس H1 (Foundation Fieldbus H1) ۱۱۵
ورودی/خروجی تحت شبکه (IO-Link) ۱۱۶

فصل ۷ فرآیند دما، شناخت و کالیبره اندازه‌گیرهای آن ..... (۱۴۴-۱۲۳)

تعریف دما ۱۲۳
دماسنج شیشه‌ای ۱۲۴

دماسنج پر شده از سیال ۱۲۵
دماسنج بی‌متال ۱۲۵
ترموکوپل ۱۲۶
انواع اتصالات ترموکوپل ۱۲۹
سنسور دمای مقاومتی ۱۳۲
ترانسمیتریونیورسال دما ۱۳۵
ترمیستور ۱۳۷
پایرومتر ۱۳۸
کالیبراتور دمای حمام خشک (Dry Block Calibrators) ۱۳۹
سوئیچ دما ۱۴۲

فصل ۸ فرآیند سطح، شناخت و کالیبره اندازه‌گیرهای آن ..... (۱۷۶-۱۴۵)

واحدهای اندازه‌گیری سطح ۱۴۵
گیج سطح شیشه‌ای مرئی ۱۴۶
لوله شیشه‌ای مرئی ۱۴۶
ترانسمیتر سطح غوطه‌ور ۱۴۷
انواع اتصالات فرآیندی در ابزاردقیق ۱۴۷
فشارهیدرواستاتیک ۱۴۹
ترانسمیتر سطح اختلاف فشار ۱۵۰
حداکثر رنج کالیبره و حداقل رنج کالیبره (LRV,URV) ۱۵۲
سیستم محافظت نیتروژن ۱۵۶
ترانسمیتر سطح خازنی ۱۵۸
ترانسمیتر سطح رادیویی ۱۶۰
ترانسمیتر سطح آلتراسونیک ۱۶۲
ترانسمیتر سطح راداری ۱۶۳
گیج مغناطیسی با ترانسمیتر ۱۶۷
اندازه‌گیر سطح رادیواکتیو ۱۶۷
سوئیچ سطح ۱۶۸
سوئیچ با چنگال‌های ارتعاشی ۱۷۲
سوئیچ پدالی ۱۷۵

فصل ۹ فرآیند جریان، شناخت و کالیبره اندازه‌گیرهای آن ..... (۲۲۲-۱۷۷)

واحدهای اندازه‌گیری دبی ۱۷۷
روش مستقیم اندازه‌گیری ۱۷۷
روش غیرمستقیم اندازه‌گیری ۱۷۷
عناصر اولیه اختلاف فشار ۱۷۹
اریفیس ۱۷۹
لوله ونتوری ۱۸۲
فلو نازل ۱۸۴
لوله پیتوت ۱۸۶
منیفولد چندراهه ۱۸۹
دبی‌سنج آلتراسونیک ۱۹۴
انواع دبی‌سنج‌های گردابی ۱۹۵
دبی‌سنج توربینی ۲۰۱
دبی‌سنج مغناطیسی ۲۰۳
روتامتر ۲۰۷
دبی‌سنج جابه‌جایی مثبت ۲۱۰
دبی‌سنج کریولیس ۲۱۲
سوئیچ‌های فلو ۲۱۸

فصل ۱۰ آشنایی با ولوهای کنترلی ..... (۲۴۰-۲۲۳)

تقسیم‌بندی کنترل ولوها ۲۲۳
شیر دروازه‌ای ۲۲۵
شیر توپی ۲۲۶
شیر کروی ۲۲۶
شیر پروانه‌ای ۲۲۷
شیر دیافراگمی ۲۲۷
شیر سماوری ۲۲۸
شیر سوزنی ۲۲۹
شیر یکطرفه ۲۲۹
شیر ایمنی ۲۳۰
شیر اطمینان ۲۳۰

پوزیشنر کنترل ولو ۲۳۴
موتور ولو ۲۳۹

فصل ۱۱ نقشه‌خوانی ..... (۲۴۱-۲۴۸)

دیاگرام جریان فرآیند (PFD) ۲۴۱
دیاگرام پایپینگ و ابزار دقیق (P&ID) ۲۴۱
نحوه قرائت تجهیزات ابزاردقیق روی نقشه ۲۴۳
نحوه استفاده از جدول نقشه‌خوانی ۲۴۵

پیوست‌ها
پیوست P&ID ..... (۲۴۹-۲۷۶)
پیوست کالیبراسیون ..... (۲۷۷-۲۸۴)

منابع ..... (۲۸۵)

فهرست الفبایی ..... (۲۸۷-۲۹۰)