

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## مرجع کاربردی

# کالیبراسیون تجهیزات ابزار دقیق

نویسنده:

مهندس عبدالکریم ماندگاری

DVD همراه کتاب حاوی عناوین زیر است:

• فیلم‌های آموزشی کالیبراسیون

■ سرشناسه: ماندگاری، عبدالکریم، ۱۳۶۴ - عنوان و نام پدیدآور: مرجع کاربردی کالیبراسیون تجهیزات ابزار دقیق / نویسنده عبدالکریم ماندگاری. ■ مشخصات نشر: تهران: نشر ایده‌نگار، ۱۳۹۶.  
■ مشخصات ظاهری: [۴۵۶] ص.: مصور، جدول، نمودار.

ISBN 978 - 600 - 8304 - 32 - 6

■ وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا  
■ یادداشت: کتابنامه: ص. [۴۵۶].  
■ موضوع: ابزار اندازه‌گیری -- کالیبراسیون ■ موضوع: Measuring instruments -- Calibration ■ موضوع: اندازه‌گیری  
■ موضوع: Measurement  
■ رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۶ م۲م/۵/۵/۵ QC۱۰۰/۵ ■ رده‌بندی دیویی: ۵۳۰/۸  
■ شماره کتابشناسی ملی: ۴۲۹۲۹۳



..... [www.iNegar.ir](http://www.iNegar.ir) نشر ایده‌نگار .....

مرجع کاربردی کالیبراسیون تجهیزات ابزار دقیق

| نویسنده: مهندس عبدالکریم ماندگاری |

| ناظر چاپ: منیر غریبی | صفحه‌آرا و طراح جلد: منیر غریبی |

| نوبت چاپ: دوم، پاییز ۱۳۹۶ | شمارگان: ۵۰۰ |

| شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۳۰۴-۳۲-۶ |

کلیه حقوق قانونی این اثر متعلق به نشر ایده‌نگار می‌باشد.  
تکثیر تمام یا قسمتی از این اثر به هر شکل ممنوع است.  
متخلفان بموجب قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

نشانی مرکز پخش: تهران، میدان انقلاب، کوچه شهید رشتچی، پلاک ۱۳، واحد ۴

تلفن: ۲۱ و ۲۰ ۵۸ ۵۳ ۸۸ - کدپستی: ۱۳۱۳۹۷۵۸۹۶



تقدیم به همسر عزیزم،  
که در زمان تألیف این اثر با صبر و بردباری فراوان مرا یاری نمود.



درباره این کتاب (About this Book)

درباره این کتاب / ۱۳

فصل اول

مقدمه‌ای بر کالیبراسیون تجهیزات ابزار دقیق (Introduction to instrument calibration)

- ۱-۱. تعریف کالیبراسیون / ۱۷
- ۲-۱. مقایسه‌ی بین کالیبراسیون و تنظیم رنج / ۱۸
- ۳-۱. مقایسه‌ی کالیبراسیون (Calibration) با تنظیم رنج مجدد (re-ranging) / ۲۰
- ۴-۱. تنظیمات Zero و Span (تجهیزات ابزار دقیق آنالوگ) / ۲۲
- ۵-۱. خطاهای معمول در کالیبراسیون / ۲۵
- ۶-۱. مستندسازی قبل و بعد از کالیبراسیون / ۳۱
- ۷-۱. تست بالا و تست پایین (Up-tests and Down-tests) / ۳۲
- ۸-۱. کالیبراسیون اتوماتیک / ۳۳
- ۹-۱. تنظیمات LRV و URV، و تریم دیجیتال (Digital trim) در ترانسمیترهای دیجیتال / ۳۷
- ۱۰-۱. تنظیم Damping / ۴۷
- ۱۱-۱. روش کالیبراسیون / ۵۲
- ۱-۱۱-۱. تجهیزات ابزار دقیق خطی (Linear instruments) / ۵۴
- ۲-۱۱-۱. تجهیزات ابزار دقیق غیر خطی (Nonlinear instruments) / ۵۸
- ۳-۱۱-۱. تجهیزات ابزار دقیق گسسته (Discrete instruments) / ۵۹
- ۱۲-۱. Turndown تجهیز ابزار دقیق / ۶۱
- ۱۳-۱. قابلیت ردیابی NIST (NIST traceability) / ۶۳
- ۱۴-۱. استانداردهای کالیبراسیون کاربردی (Practical calibration standards) / ۶۷
- ۱-۱۴-۱. استانداردهای الکتریکی (Electrical standards) / ۷۰
- ۲-۱۴-۱. استانداردهای دما (Temperature standards) / ۷۳
- ۳-۱۴-۱. استانداردهای فشار (Pressure standards) / ۸۴
- ۴-۱۴-۱. استانداردهای فلو (Flow standards) / ۹۳
- ۵-۱۴-۱. استانداردهای دستگاه‌های آنالیز (Analytical standards) / ۹۶
- ۱۵-۱. کالیبراسیون و تنظیم رنج ترانسمیترهای فیلدباس / ۱۰۲
- ۱-۱۵-۱. رابط فیلدباس USB (USB Fieldbus Interface) / ۱۱۳

فصل دوم

کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری فشار (Calibration of pressure measurement equipment)

- ۱-۲. کالیبره کردن گیج فشار / ۱۱۷
- ۱-۱-۲. فرآیند کالیبراسیون گیج فشار / ۱۱۷
- ۲-۱-۲. کالیبره کردن یک گیج فشار توسط یک Dead Weight Tester / ۱۲۰
- ۳-۱-۲. کالیبراسیون عملی یک گیج فشار / ۱۲۷
- ۲-۲. کالیبراسیون ترانسمیترهای فشار / ۱۳۲
- ۱-۲-۲. اصطلاحات رایج در کالیبراسیون ترانسمیترهای فشار / ۱۳۲
- ۲-۲-۲. اصول کالیبراسیون پنج نقطه‌ای / ۱۳۳
- ۳-۲-۲. فرآیند کالیبراسیون یک ترانسمیتر DP / ۱۳۵
- ۴-۲-۲. فرآیند کالیبراسیون یک ترانسمیتر فشار مطلق / ۱۴۱
- ۵-۲-۲. چند نکته‌ی مؤثر در کالیبره کردن ترانسمیترهای فشار / ۱۴۴
- ۳-۲. کالیبراسیون یک ترانسمیتر فشار هوشمند / ۱۴۶
- ۱-۳-۲. اصول تریم سنسور (Sensor Trim) / ۱۵۰

- ۲-۳-۲. تریم خروجی آنالوگ (Analog Output Trim) / ۱۵۲  
 ۳-۳-۲. فرآیند کالیبره کردن ترانسمیترهای هوشمند / ۱۵۳  
 ۴-۲. راهاندازی یک ترانسمیتر هوشمند با استفاده از یک HART Communicator / ۱۵۸  
 ۵-۲. تنظیم و کالیبره کردن سوئیچ فشار (Pressure Switch) / ۱۹۸  
 ۶-۲. کالیبره کردن یک سوئیچ فشار تفاضلی (Differential Pressure Switch) / ۲۰۴  
 ۷-۲. نحوه استفاده از کالیبراتور Fluke برای کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری فشار / ۲۱۰  
 ۷-۲-۱. کالیبره کردن یک سوئیچ فشار با استفاده از یک کالیبراتور فشار Fluke / ۲۱۷

نشر اندنگار

### فصل سوم

#### کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری دما (Calibration of temperature measurement equipment)

- ۱-۳. کالیبره کردن یک ترانسمیتر دمای مجهز به سنسور RTD / ۲۲۱  
 ۲-۳. کالیبره کردن یک ترانسمیتر دمای مجهز به سنسور ترموکوپل / ۲۲۹  
 ۳-۳. تنظیم و کالیبره کردن یک سوئیچ دمای نوع پر شده / ۲۳۹

نشر اندنگار

### فصل چهارم

#### کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری سطح (Calibration of level measurement equipment)

- ۱-۴. اندازه‌گیری سطح با استفاده از ترانسمیتر DP / ۲۴۵  
 ۲-۱-۴. اندازه‌گیری سطح مخازن روباز با استفاده از ترانسمیتر DP / ۲۴۶  
 ۳-۱-۴. اندازه‌گیری سطح مخازن سر بسته با استفاده از ترانسمیتر DP / ۲۴۷  
 ۴-۱-۴. کالیبراسیون Zero Suppression در اندازه‌گیری سطح / ۲۴۸  
 ۵-۱-۴. کالیبراسیون Zero Elevation در اندازه‌گیری سطح / ۲۵۰  
 ۲-۴. کالیبراسیون ترانسمیترهای Displacer ای / ۲۵۶  
 ۱-۲-۴. کالیبراسیون ترانسمیتر سطح نوع Displacer ای با آب / ۲۶۱  
 ۲-۲-۴. کالیبراسیون ترانسمیتر سطح نوع Displacer ای با استفاده از وزنه / ۲۶۶  
 ۳-۲-۴. کالیبراسیون ترانسمیتر سطح مشترک نوع Displacer ای با آب / ۲۶۸  
 ۴-۲-۴. کالیبراسیون ترانسمیتر سطح مشترک نوع Displacer ای با استفاده از وزنه / ۲۶۹  
 ۳-۴. تنظیم و کالیبره کردن یک سوئیچ سطح / ۲۷۱  
 ۴-۴. کالیبراسیون ترانسمیترهای سطح نوع رادار / ۲۷۶  
 ۵-۴. کالیبراسیون ترانسمیترهای سطح نوع اولتراسونیک / ۲۹۶  
 ۶-۴. کالیبراسیون ترانسمیترهای سطح نوع Guided Wave Radar / ۳۰۵  
 ۷-۴. کالیبراسیون ترانسمیترهای سطح نوع خازنی / ۳۱۸

نشر اندنگار

### فصل پنجم

#### کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری فلو (Calibration of flow measurement equipment)

- ۱-۵. مقدمه‌ای بر کالیبراسیون ترانسمیترهای فلو / ۳۲۹  
 ۲-۵. روش‌های کالیبراسیون فلومترهای مایع / ۳۳۷  
 ۱-۲-۵. روش اثبات‌کننده‌ی پیستونی (Piston prover Method) / ۳۳۷  
 ۲-۲-۵. روش اثبات‌کننده‌ی لوله‌ای (Pipe Prover Method) / ۳۴۰  
 ۳-۲-۵. روش توزین (وزن سنجی) استاتیک / ۳۴۴  
 ۴-۲-۵. روش توزین (وزن سنجی) دینامیک / ۳۴۶  
 ۵-۲-۵. روش فلومتر مرجع (Master Meters Method) / ۳۵۱  
 ۳-۵. روش‌های کالیبراسیون فلومترهای گاز / ۳۵۵  
 ۱-۳-۵. بورت فیلم صابون (Soap Film Burette) / ۳۵۵  
 ۲-۳-۵. سیستم اثبات‌کننده‌ی زنگی (Bell Prover System) / ۳۵۶  
 ۳-۳-۵. ونچوری-نازل صوتی (Sonic Venturi-Nozzle) / ۳۵۹  
 ۴-۳-۵. سیستم وزن‌سنجی برای کالیبره کردن فلومترهای گاز / ۳۵۹

- ۵-۳-۵. سیستم PVTt / ۳۶۴  
۴-۵. کالیبراسیون فلومترهای مغناطیسی / ۳۶۷  
۵-۵. کالیبراسیون فلومترهایی با خروجی پالسی / ۳۷۱  
۱-۵-۵. K-factor / ۳۷۳  
۲-۵-۵. Meter factor / ۳۷۴



فصل ششم

کالیبراسیون کنترل ولو (Control valve calibration)

- ۱-۶. تنظیم اسمبلی یک کنترل ولو / ۳۷۷  
۲-۶. مراحل کالیبراسیون یک کنترل ولو / ۳۷۹  
۱-۲-۶. مراحل عملی کالیبراسیون یک کنترل ولو Air To Open / ۳۸۱  
۲-۲-۶. مراحل عملی کالیبراسیون یک کنترل ولو Air To Close / ۳۸۲  
۳-۶. کالیبراسیون پوزیشنر ولو / ۳۸۴  
۱-۳-۶. کالیبراسیون پوزیشنر مدل ۳۵۸۲ شرکت Fisher / ۳۸۵  
۲-۳-۶. کالیبراسیون پوزیشنر مدل SIPART PS2 شرکت Siemens / ۳۹۳  
۴-۶. کالیبره کردن ترانسدیوسر جریان به فشار (I/P) / ۴۰۴



پیوست (Appendix)

- پیوست: جداول دما - EMF انواع ترموکوپل ها / ۴۱۱



واژه‌نامه (Glossary)

- واژه‌نامه فارسی / ۴۴۷



فهرست منابع / ۴۵۵