



مؤسسه فرهنگی هنری
دیبانگران تهران

به نام خدا

سیستم های اندازه گیری دقیق وکالیبراسیون در مهندسی

مؤلفان:

احمد رضا تقوی طبری

لادن رجبعلی مهدیانی



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

◀ عنوان کتاب: سیستم های اندازه گیری دقیق و کالیبراسیون در مهندسی

◀ مولفان: احمد رضا تقوی طبری - لادن رجبعلی مهدیانی

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ ویراستار: پروین عبدی

◀ صفحه آرای: اطهر بهمن زیاری

◀ طراح جلد: داریوش فرسای

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۴۰۳

◀ چاپ و صحافی: ثامن

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۲۹۵۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۸۴۵-۰

◀ نشانی واحد فروش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه

◀ تقاطع شهدای ژاندارمری - پلاک ۱۵۸ ساختمان دانشگاه -

◀ طبقه دوم - واحد ۴ تلفن ها: ۶۶۶۵۷۴۹-۶۶۶۵۱۱۱-۲۲۰۸۵

◀ فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagaran.com

سرشناسه: تقوی طبری، احمد رضا، ۱۳۶۸-
Taghavi Tabari, Ahmad Reza
عنوان و نام پدیدآور: سیستم های اندازه گیری دقیق و
کالیبراسیون در مهندسی / مولفان: احمد رضا تقوی، لادن
رجبعلی مهدیانی؛
ویراستار: پروین عبدی.
مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۴۰۳
مشخصات ظاهری: ۲۵۲ ص: مصور، جدول، نمودار
شابک: ۰-۸۴۵-۲۱۸-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیبا یادداشت: کتابنامه: ص ۲۵۲.
موضوع: مهندسی - ابزار و تجهیزات - کالیبراسیون
موضوع: Engineering instruments-calibration
موضوع: مهندسی - اندازه گیری
موضوع: Engineering-measurement
شناسه افزوده: رجبعلی مهدیانی، لادن، ۱۳۶۸-
رده بندی کنگره: TA ۱۶۵
رده بندی دیویی: ۶۸۱/۲
شماره کتابشناسی ملی: ۹۶۴۹۳۰۲

نشانی تلگرام: @mftbook نشانی اینستاگرام دیبا dibagaran_publishing

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید علمی و شغلی.

هر گوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتهای دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

فهرست

مقدمه ۸

فصل اول

اصول اولیه اندازه‌گیری دقیق ۹

- ۱-۱- مقدمه ۹
- ۱-۲- تاریخچه اندازه‌گیری ۹
- ۱-۳- اهمیت علم اندازه‌گیری ۱۰
- ۱-۴- مفاهیم اولیه در اندازه‌گیری ۱۰
- ۱-۵- کالیبراسیون ابزارهای اندازه‌گیری ۱۶
- ۱-۶- نیازمندی‌های آزمایشگاه کالیبراسیون ۱۶
- ۱-۷- استانداردهای اندازه‌گیری ۱۷
- ۱-۸- سیستم‌های رایج اندازه‌گیری در جهان ۱۸
- ۱-۹- تبدیل واحدها در یکاهای اصلی و فرعی ۲۰
- ۱-۱۰- تبدیل از یک سیستم اندازه‌گیری به سیستم دیگر ۲۰

فصل دوم

ابزارهای اندازه‌گیری خطی ۲۲

- ۲-۱- مقدمه ۲۲
- ۲-۲- انواع خط‌کش‌ها ۲۳
- ۲-۳- تقسیمات ورنیه در کولیس میلی‌متری ۳۰
- ۲-۴- تقسیمات ورنیه در کولیس اینچی ۳۱
- ۲-۵- کولیس دیجیتال ۳۲
- ۲-۶- میکرومتر ۳۳
- ۲-۷- میکرومتر خارجی ۳۴
- ۲-۸- میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر ۳۵
- ۲-۹- میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر ۳۶
- ۲-۱۰- انواع میکرومتر ۳۷
- ۲-۱۱- میکرومتر با کاربرد خاص ۴۰
- ۲-۱۲- اندازه‌گیری با ساعت‌های اندازه‌گیری ۴۴
- ۲-۱۳- پایه ساعت اندازه‌گیری ۴۸
- ۲-۱۴- ساعت اندازه‌گیری پامورچه‌ای ۴۹

فصل سوم

ابزارهای اندازه‌گیری ثابت و اندازه‌گیری زاویه ۵۱

- ۳-۱- گونیا ۵۱
- ۳-۲- زاویه‌سنج ۵۶
- ۳-۳- خط‌کش سینوسی ۶۰
- ۳-۴- سیبیتو یا بور گیج ۶۲
- ۳-۵- میز صافی ۶۵
- ۳-۶- گیج بلوک‌ها ۶۷
- ۳-۷- وسایل اندازه‌گیری حدی یا فرمان ۷۳
- ۳-۸- متر پیرامونی ۷۶
- ۳-۹- شابلون‌ها ۷۶

فصل چهارم

تولرانس هندسی و ابعادی ۸۰

- ۴-۱- تعریف تولرانس‌های ابعادی و هندسی ۸۰
- ۴-۲- تولرانس‌ها فرم ۹۰
- ۴-۳- تولرانس‌های راستا ۱۰۷
- ۴-۴- تولرانس موقعیت ۱۱۲
- ۴-۵- تولرانس لنگی ۱۲۳
- ۴-۶- تولرانس پروفیل ۱۳۰

فصل پنجم

کمپراتورها ۱۳۶

- ۵-۱- مقدمه ۱۳۶
- ۵-۲- کمپراتورهای مکانیکی ۱۳۷
- ۵-۳- کمپراتورهای نیوماتیکی ۱۴۲
- ۵-۴- کمپراتورهای مکانیکی اپتیکال ۱۴۴
- ۵-۵- پروژکتور نوری ۱۴۵
- ۵-۶- کمپراتورهای الکتریکی ۱۴۷
- ۵-۷- دستگاه LVDT ۱۴۸
- ۵-۸- کمپراتورهای الکترونیکی ۱۴۹

فصل ششم

دستگاه‌های اندازه‌گیری نوری..... ۱۵۲

۱۵۲	۶-۱- اتوکالیماتور
۱۵۵	۶-۲- تداخل‌سنجی
۱۶۳	۶-۳- تداخل‌سنج صافی NPL
۱۶۶	۶-۴- تداخل‌سنج پیتر-NPL
۱۶۷	۶-۵- تداخل‌سنج‌های لیزری
۱۶۹	۶-۶- سایه نگار نوری
۱۷۰	۶-۷- مربع نوری

فصل هفتم

اندازه‌برداری از پیچ‌ها و چرخ‌دنده‌ها..... ۱۷۲

۱۷۲	۷-۱- مقدمه
۱۷۳	۷-۲- واژه‌شناسی در پیچ‌ها
۱۷۵	۷-۳- اندازه‌گیری پارامترهای پیچ
۱۸۰	۷-۴- انواع خطاها در پیچ
۱۸۰	۷-۵- اندازه‌گیری خطای پیچ
۱۸۳	۷-۶- مقدمه (چرخ‌دنده‌ها)
۱۸۴	۷-۷- انواع چرخ‌دنده‌ها
۱۸۶	۷-۸- واژه‌شناسی چرخ‌دنده‌ها
۱۸۷	۷-۹- خطاها در چرخ‌دنده‌های ساده
۱۸۸	۷-۱۰- اندازه‌گیری المان‌های چرخ‌دنده

فصل هشتم

اندازه‌برداری سطوح پرداخت..... ۱۹۹

۱۹۹	۸-۱- مقدمه
۲۰۱	۸-۲- تجزیه و تحلیل اثرات سطحی
۲۰۴	۸-۳- علائم کیفی سطوح پرداخت
۲۰۵	۸-۴- مشخصات بافت سطحی
۲۰۷	۸-۵- انواع روش اندازه‌گیری زبری سطح
۲۰۹	۸-۶- پروفیل متر تاملینسون
۲۱۰	۸-۷- پروفیل متر تیلور-هابسون
۲۱۱	۸-۸- پروفیل سنج

۲۱۱	..... ۸-۹- طول موج، فرکانس و Cut-off
۲۱۲	..... ۸-۱۰- محاسبه زبری از طریق تداخل سنج نوری
۲۱۴	..... ۸-۱۱- اسکن میکروسکوپی پروب
۲۱۵	..... ۸-۱۲- روش‌های دیگر برای اندازه‌گیری کیفیت سطح

فصل نهم

دستگاه‌های اندازه‌گیری مختصات (CMM) ۲۱۶

۲۱۶	..... ۹-۱- مقدمه
۲۱۷	..... ۹-۲- ساختار دستگاه CMM
۲۱۷	..... ۹-۳- انواع دستگاه‌های CMM
۲۲۰	..... ۹-۴- سیستم پراب در CMM
۲۲۱	..... ۹-۵- واحد کنترل دستگاه و نرم‌افزار تحلیل سه‌بعدی
۲۲۱	..... ۹-۶- روش‌های اندازه‌گیری با دستگاه CMM
۲۲۲	..... ۹-۷- دستگاه اندازه‌گیری مختصات در CAM
۲۲۲	..... ۹-۸- دستگاه اندازه‌گیری مختصات نوری
۲۲۴	..... ۹-۹- انواع اسکنرهای سه‌بعدی
۲۲۵	..... ۹-۱۰- بازرسی اتوماتیک قطعات
۲۲۷	..... ۹-۱۱- دید ماشینی

فصل دهم

بازرسی و کنترل کیفیت ۲۲۹

۲۲۹	..... ۱۰-۱- مقدمه
۲۳۰	..... ۱۰-۲- بازرسی
۲۳۲	..... ۱۰-۳- ابعاد و تolerانس گذاری
۲۳۳	..... ۱۰-۴- اندازه‌گیری و گیجینگ
۲۳۵	..... ۱۰-۵- کنترل کیفیت و تضمین کیفیت
۲۳۶	..... ۱۰-۶- کنترل کیفیت آماری
۲۳۹	..... ۱۰-۷- طرح نمونه‌گیری اقتصادی
۲۴۱	..... ۱۰-۸- چارت‌های کنترلی
۲۴۳	..... ۱۰-۹- منحنی توزیع نرمال
۲۵۱	..... ۱۰-۱۰- مدیریت کیفیت جامع

منابع ۲۵۲

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که بتواند
خواسته‌های به‌روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.
هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی و آموزشی گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و سرعت توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش برجسته نموده است.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران و محققان در زمینه‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه تلاش نموده برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهد.

کتابی که در دست دارید تألیف "جناب آقای احمد رضا تقوی طبری-وسرکار خانم لادن رجبعلی مهدیانی" است که با تلاش همکاران ما در نشر دیباگران تهران منتشر گشته و شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

با نظرات خود مشوق و راهنمای ما باشید

با ارائه نظرات و پیشنهادات و خواسته‌های خود، به ما کمک کنید تا بهتر و دقیق‌تر در جهت رفع نیازهای علمی و آموزشی کشورمان قدم برداریم. برای رساندن پیام‌هایتان به ما از رسانه‌های دیباگران تهران شامل سایتهای فروشگاهی و صفحه اینستاگرام و شماره‌های تماس که در صفحه شناسنامه کتاب آمده استفاده نمایید.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

dibagaran@mftplus.com

در دنیای پویای مهندسی، اندازه‌گیری‌ها اساسی‌ترین قسمت از فعالیت‌های مختلف در این حوزه هستند. از طراحی و تولید قطعات کوچک تا سیستم‌های پیچیده. اطلاعات دقیق و قابل‌اعتماد حاصل از اندازه‌گیری‌ها، برای ارزیابی، تجزیه و تحلیل صحیح فرآیندها و سیستم‌های مختلف حیاتی می‌باشند. در این کتاب، با همراهی کارشناسان مجرب و باتجربه، سعی شده است تا به شما مفاهیم اساسی و پیشرفته اندازه‌گیری را به زبانی ساده و قابل‌فهم، با جزئیات بیشتری ارائه دهیم. از ابتدایی‌ترین مباحث مانند اندازه‌گیری ابعادی ساده و استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری پایه تا مباحث پیشرفته مانند اندازه‌گیری و ارزیابی خطاها، همه در این کتاب پوشش داده شده است. ما تمام تلاش خود را کرده‌ایم تا با ارائه مثال‌های عملی و تمرین‌های متنوع، خواننده را به دنیای جذاب اندازه‌گیری در مهندسی هدایت کنیم. این کتاب به شما کمک می‌کند تا به‌عنوان یک مهندس یا علاقه‌مند، در دنیای پیچیده و جذاب مهندسی، قدمی مطمئن بردارید و از اصول و روش‌های اندازه‌گیری بهره‌مند شوید.

معرفی نویسندگان:

احمد رضا تقوی طبری

کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک از دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
کارشناس معاونت مهندسی شرکت طراحی و ساخت پره توربین مپنا (پرتو)
پنج سال سابقه در زمینه طراحی و مهندسی قطعات خودرو (شاتون، جعبه فرمان، آینه و چراغ، قطعات تزئینی خودرو و...)

پنج سال سابقه در زمینه طراحی و مهندسی معکوس قطعات داغ توربین‌های نیروگاهی

لادن مهدیانی

کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک از دانشگاه تربیت مدرس
کارشناس معاونت مهندسی شرکت طراحی و ساخت ژنراتور مپنا (پارس)
چهار سال سابقه طراحی و ساخت قالب‌های تزریق پلاستیک
سه سال سابقه طراحی و مهندسی انواع ابزار مخصوص و تجهیزات محصولات ژنراتور نیروگاهی