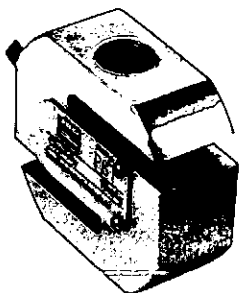


مبانی اندازه گیری در سیستم های ابزار دقیق



تألیف:

دکتر حمید رضا تقی راد

و

مهندس سید علی سلامتی

سزشناسه	: تقی‌راد، حمیدرضا، ۱۳۴۵ -
عنوان و نام پدیدآور	: مبانی اندازه‌گیری در سیستم‌های ابزار دقیق / تالیف حمیدرضا تقی‌راد، سیدعلی سلامتی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، انتشارات، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ج، ۳۹۸ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).
شابک	: 978-600-6383-42-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یاداشت	: واژه‌نامه.
یاداشت	: کتابنامه.
یاداشت	: نمایه
موضوع	: ابزار اندازه‌گیری -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: اندازه‌گیری -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: اندازه‌گیری -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	: ر اندازه‌گیری -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
شناسه افزوده	: سلامتی، سیدعلی، ۱۳۶۱ -
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۲ م ۲ / ۵ / ۱۰۰ / QC
رده بندی دیویی	: ۵۳۰ / ۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۳۴۳۴۱۰

نام کتاب: مبانی اندازه‌گیری در سیستم‌های ابزار دقیق
 مؤلفین: دکتر حمیدرضا تقی‌راد عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی خواجه
 نصیرالدین طوسی، سیدعلی سلامتی.

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: شهریور ۱۳۹۲

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۱۷۰۰۰ تومان

کد کتاب: ۳۲۸

ISBN: 978-600-6383-42-2

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۸۳-۴۲-۲

چاپ و لیتوگرافی: هوررنگ

صحافی: گرنامی

آدرس و تلفن مرکز پخش و فروش: خیابان ولیعصر (عج)، بالاتر از میدان ونک، تقاطع میرداماد، روبروی

ساختمان اسکان (۰۲۱-۸۸۷۷۲۲۷۷)

(حق چاپ برای ناشر محفوظ است)

پیش‌گفتار

امروزه شاهد گسترش روز افزون اتوماسیون فرآیندهای پیشرفته صنعتی در کشور می‌باشیم. با توجه به این که سیستم‌های ابزار دقیق سهم مهمی از اتوماسیون صنایع را در بر می‌گیرد و به خودی خود نیز به عنوان شاخه مهمی از گرایش کنترل در صنعت شناخته می‌شود، ضرورت آشنائی دانش پژوهان و متخصصین صنایع با مبانی سیستم‌های ابزار دقیق بیش از پیش مشهود است. تحقیقات و گسترش فناوری در این موضوع در بخشهای گوناگونی از صنعت و دانشگاهها تعقیب می‌شود و با توجه به ماهیت چند رشته‌ای این زمینه تخصصی و نبود مرجع واحد مهندسی به زبان فارسی، این کتاب از ترجمه و تلخیص مراجع مرتبط و تالیف بخشهای دیگر مورد نیاز، به رشته تحریر در آمده است. موضوع این نگارش طی چند سال به صورت درس کارشناسی "ابزار دقیق" در گروه کنترل دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی به همراه آزمایشگاه ارائه شده است و حجم فصول آن متناسب با نیاز برآورد شده است.

به نظر مولفین ابزار دقیق از زمینه‌های مهندسی است که دارای ماهیت چند رشته‌ای بوده و محصولات آن آمیزه‌ای از علم و هنر می‌باشند. یکی از نکات برجسته این رشته ظهور خلاقیت‌های مهندسان و مخترعین است که با الهام از طبیعت و با استفاده از دانش مهندسی به تولید محصولاتی پرداخته‌اند که با شیوه‌های مختلف کمیت‌های فیزیکی مورد نیاز در صنعت را اندازه‌گیری و پایش می‌نمایند. از طرف دیگر اتوماسیون صنایع بدون حضور بخش ابزار دقیق بی‌معنی است و کیفیت بسیاری از محصولات تجاری و فرآیندهای صنعتی مرهون گسترش این شاخه از مهندسی است.

با توجه به ساختار تدوین شده در این کتاب سعی شده است توجه دو طیف از مخاطبین را به استفاده از این کتاب جلب نماییم. از یک طرف این کتاب به عنوان مرجع درسی دانشگاهی می‌تواند مورد استفاده دانشجویان مقطع کارشناسی و یا کارشناسی ارشد رشته‌های مهندسی برق، مکانیک و مکترونیک قرار گیرد. هرچند این کتاب نیاز به کتب مرجعی را که در بخش مراجع هر فصل معرفی شده‌اند بر طرف نمی‌سازد، اما می‌تواند به عنوان راهنمای درسی مورد استفاده دانشجویان و اساتید ارجمند قرار گیرد. از طرف دیگر مخاطب دیگر این کتاب کارشناسان محترمی می‌باشند که در صنایع کشور مشغول به فعالیت هستند. امروزه هیچ کارخانه یا خط تولیدی وجود ندارد که در بخشهای مختلف آن به نوعی از سیستم‌های اندازه‌گیری و ابزار دقیق یا مدارهای بهسازی مربوط به آن استفاده نشده باشد. در نتیجه این کتاب به عنوان یکی از معدود کتاب‌های فارسی در این زمینه می‌تواند راهگشای این متخصصین باشد.

در این کتاب و در فصل اول اجزای سیستم‌های ابزار دقیق و روشهای گوناگون اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف به صورت مختصر توضیح داده می‌شود و آشنایی کلی با حسگرهای مختلف صنعتی در این فصل تشریح می‌گردد. در فصل دوم مدارهای بهسازی جهت آماده‌سازی سیگنال‌های اندازه‌گیری شده معرفی شده‌اند. مدارهای بهسازی سیگنال‌های خروجی حسگرها را برای پردازش و انجام محاسبات آماده می‌نمایند. فیلترها برای عمل‌گزینش فرکانسی، تقویت‌کننده‌های عملیاتی برای مقیاس‌کردن یا تقویت سیگنالها و برخی دیگر از مدارها در این فصل معرفی و بررسی شده‌اند. در فصل سوم کاربرد الکترونیک دیجیتال در کنترل فرآیندهای صنعتی به صورت خلاصه مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به این که سیگنال‌های حسگرهای مختلف در یک سیستم ابزار دقیق معمولاً به صورت آنالوگ هستند، به منظور پردازش آنها توسط پردازنده‌های دیجیتال لازم است ابتدا توسط مبدل‌های ADC به داده‌های دیجیتال تبدیل شوند، از طرف دیگر داده‌های خروجی معمولاً می‌بایست توسط DAC به عملگرهای کنترلی ارسال شوند. به همین منظور در این فصل در مورد اصول کارکرد این تجهیزات و روش‌های مختلف استفاده شده در آنها توضیحاتی ارائه شده است. منطق کلی کنترل دیجیتال و انواع مقایسه‌کننده‌ها و مبدل‌های آنالوگ به فرکانس، موارد دیگری می‌باشند که در این فصل به آنها پرداخته شده است.

در ادامه کتاب و در چهار فصل پایانی مبانی اندازه‌گیری کمیتهای مهم صنعتی مورد توجه قرار گرفته است. در صورتی که پوشش کاملی از کمیتهای مهندسی مورد اندازه‌گیری در صنعت مد نظر قرار گیرد بایستی به کتاب‌های مرجع در این زمینه مراجعه نمود. بدین دلیل در این کتاب تنها کمیتهای نیرو گشتاور و فشار در فصل چهارم، کمیتهای جابه‌جایی، سرعت و شتاب در فصل پنجم، اندازه‌گیری دما در فصل ششم و اندازه‌گیری شدت جریان سیال در فصل هفتم مورد بررسی قرار گرفته است. به تجربه ثابت شده است بیش از این محتوی را نمی‌توان در طول یک نیم‌سال تحصیلی مورد تدریس قرار داد. به منظور تکمیل مطالب درس و تحقیق بر روی روشهای اندازه‌گیری سایر کمیتهای مهم صنعتی، پروژه‌های درسی تدوین شده است که توسط دانشجویان به انجام رسیده است. گزارش فنی این پروژه‌ها بر روی وب‌گاه درس ابزار دقیق اینجانب به آدرس <http://saba.kntu.ac.ir/eecd/ecourses/instrumentation> موجود می‌باشد.

این کتاب توسط همکاران و دانشجویان زیادی مورد بازبینی و تصحیح قرار گرفته است. علیرغم تلاش فراوان نسبت به تصحیح اشکالات به یقین همچنان اشکالات دیگری در آن وجود دارد، که باعث خوشحالی مولفین خواهد شد اگر این موارد به صورت الکترونیکی به آدرس taghirad@kntu.ac.ir ارسال شود. موارد اصلاحی در وب‌گاه درسی فوق‌الذکر به روز رسانی خواهد شد. در اینجا بر خود واجب می‌دانیم از کلیه کسانی که در تدوین کتاب و انجام اصلاحات لازم ما را یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نماییم. از جمله این افراد می‌توان آقایان دکتر محمد علی

احمدی پژوه، مهندسین مهدی شرع پسند، محمد علی انصاری، جواد رضوانی جلال، محمد رضا نیری، صمیم خسروی، کیوان محمدی و بهاره صبوری، خانمها حسین زاده، صباحی، مروی، لرنی، کشاورز، مجیدی، قاسم پور، نجفی، محرمی، شبانی، میثمی، عبدالله نژاد، محمد قلی زاده و شکوهی یکتا و آقایان محبوب و مقدسی را نام برد. در پایان امیدواریم این مجموعه برای دانش پژوهان و متخصصین صنعتی کشور مفید و موثر قرار گیرد.

حمید رضا تقی راد

سید علی سلامتی

مرداد ۱۳۹۲

www.ketab.ir

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱- مقدمه
۱	۱-۱- پیش گفتار
۱	۲-۱- معرفی سیستم‌های ابزار دقیق
۴	۱-۲-۱- اجرای متداول در صنعت
۶	۳-۱- کاربرد سیستم‌های ابزار دقیق
۶	۱-۳-۱- تحلیل مهندسی
۷	۲-۳-۱- پایش فرآیندهای صنعتی
۷	۳-۳-۱- کنترل خودکار فرآیند
۷	۴-۱- خطا در سیستم‌های ابزار دقیق
۹	۵-۱- معیارهای مهم در سیستم‌های ابزار دقیق
۱۰	۱-۵-۱- صحت و دقت
۱۱	۲-۵-۱- انواع خطا
۱۳	۳-۵-۱- تفکیک پذیری
۱۴	۴-۵-۱- تکرار پذیری
۱۵	۵-۵-۱- سایر مشخصات حسگرها
۱۶	۶-۱- معرفی حسگرهای مورد استفاده در مبدل‌های صنعتی
۱۶	۱-۶-۱- پتانسیومترها
۱۸	۲-۶-۱- ترانسفورمر تفاضلی
۲۱	۳-۶-۱- کرنش سنج مقاومتی
۲۴	۴-۶-۱- حسگرهای خازنی
۲۶	۵-۶-۱- حسگرهای پیزوالکتریک
۲۹	۶-۶-۱- حسگرهای پیزو مقاومتی
۳۰	۷-۶-۱- حسگرهای فتو الکتریک
۳۳	۸-۶-۱- آشکارساز مقاومتی حرارت (RTD)
۳۴	۹-۶-۱- ترمیستور
۳۵	۱۰-۶-۱- ترموکوپل
۳۶	۱۱-۶-۱- حسگرهای زمان و فرکانس
۳۹	۷-۱- جمع بندی
۳۹	مسائل
۴۴	مراجع

۴۷	فصل ۲- مدارهای بهسازی
۴۷	۱-۲- مقدمه
۴۷	۱-۱-۲- تبدیل سطح و بایاس سیگنال
۴۷	۲-۱-۲- خطی سازی
۴۸	۳-۱-۲- تبدیل سیگنال
۴۹	۴-۱-۲- فیلتر کردن و تطابق امپدانس
۴۹	۵-۱-۲- تأثیر بارگذاری
۵۱	۲-۲- مدارهای بهسازی غیر فعال
۵۱	۱-۲-۱- تقسیم ولتاژ
۵۳	۲-۲-۲- مدار پل
۵۳	۳-۲-۲- پل ولستون
۶۳	۳-۲- فیلترهای غیر فعال
۶۳	۱-۳-۲- فیلتر RC پایین گذر
۶۶	۲-۳-۲- فیلتر RC بالاگذر
۷۰	۳-۳-۲- فیلتر میان گذر
۷۲	۴-۳-۲- فیلترهای میان قطع
۷۵	۴-۲- مدارهای فعال مورد استفاده در سیستم‌های ابزار دقیق
۷۶	۱-۴-۲- تعقیب کننده ولتاژ
۷۶	۲-۴-۲- تقویت کننده معکوس ساز
۷۸	۳-۴-۲- تقویت کننده جمع کننده
۷۹	۴-۴-۲- تقویت کننده مستقیم
۸۰	۵-۴-۲- تقویت کننده تفاضلی
۸۴	۶-۴-۲- مبدل ولتاژ به جریان
۸۶	۷-۴-۲- مبدل جریان به ولتاژ
۸۷	۸-۴-۲- مدار انتگرال گیر
۸۷	۹-۴-۲- مدار مشتق گیر
۸۸	۱۰-۴-۲- تعقیب کننده ولتاژ
۸۸	۱۱-۴-۲- تقویت کننده های غیر خطی
۸۹	۱۲-۴-۲- تقویت کننده های ابزار دقیق
۹۱	۵-۲- راهنمای طراحی مدارهای بهسازی
۹۵	۶-۲- جمع بندی
۹۶	مسائل
۱۰۰	مراجع

۱۰۳	فصل ۳ - مبانی نمونه برداری در سیستم‌های ابزار دقیق
۱۰۳	۱-۳ - مقدمه
۱۰۳	۲-۳ - بلوک های دیجیتال
۱۰۵	۳-۳ - مبدل‌ها
۱۰۵	۱-۳-۳ - مقایسه کننده ها
۱۰۶	۲-۳-۳ - مبدل های دیجیتال به آنالوگ
۱۱۰	۳-۳-۳ - مبدل های آنالوگ به دیجیتال
۱۱۲	۴-۳-۳ - نمونه برداری و نگه داری
۱۱۳	۵-۳-۳ - مبدل های ولتاژ به فرکانس
۱۱۴	۴-۳ - دستگاه های مدیریت داده
۱۱۴	۱-۴-۳ - مالتی پلکسر آنالوگ
۱۱۴	۲-۴-۳ - مالتی پلکسر دیجیتال
۱۱۵	۵-۳ - پردازنده مرکزی
۱۱۷	۶-۳ - مبانی نمونه برداری و بارسازی سیگنال
۱۱۷	۱-۶-۳ - قضیه نمونه برداری شانون
۱۱۹	۲-۶-۳ - تداخل
۱۱۹	۳-۶-۳ - سیگنال‌های شناسایی سیستم
۱۲۰	۷-۳ - نویز
۱۲۰	۱-۷-۳ - راه‌های انتقال نویز خارجی
۱۲۴	۲-۷-۳ - نویز داخلی
۱۲۸	۳-۷-۳ - کم کردن اثر نویز داخلی
۱۲۹	۴-۷-۳ - کاربردهای فیلترها در ابزار دقیق
۱۲۹	۸-۳ - جمع بندی
۱۳۰	مسائل
۱۳۴	مراجع
۱۳۷	فصل ۴ - سیستم های اندازه گیری نیرو، گشتاور و فشار
۱۳۷	۱-۴ - مقدمه
۱۳۷	۲-۴ - تنش و کرنش
۱۳۷	۱-۲-۴ - تعاریف
۱۴۰	۲-۲-۴ - رابطه تنش و کرنش
۱۴۲	۳-۴ - کرنش سنج ها و تنش سنج ها
۱۴۲	۱-۳-۴ - اصول و نحوه استفاده
۱۴۶	۲-۳-۴ - نحوه نصب کرنش سنجها

۱۴۸	انواع کرنش سنج و تنش سنج	۳-۳-۴
۱۵۰	اندازه گیری نیرو	۴-۴
۱۵۱	نیروسنج نوع بازویی	۱-۴-۴
۱۵۴	مبدل نیرو نوع تیر	۲-۴-۴
۱۵۷	نیروسنج نوع حلقه‌های	۳-۴-۴
۱۵۹	اندازه گیری گشتاور (گشتاورسنج)	۵-۴
۱۵۹	گشتاورسنج تک محوره	۱-۵-۴
۱۶۲	اندازه گیری توأم نیرو و گشتاور در یک امتداد	۲-۵-۴
۱۶۴	اندازه گیری توأم نیرو در یک محور و گشتاور در دو محور	۳-۵-۴
۱۶۶	مبدل فشار	۶-۴
۱۶۷	اصول و تعاریف مربوط به فشار	۱-۶-۴
۱۶۸	فشارسنج نوع جابه‌جایی	۲-۶-۴
۱۷۰	فشارسنج نوع دیافراگمی	۳-۶-۴
۱۷۲	فشارسنج‌های نوع پیزوالکتریک	۴-۶-۴
۱۷۳	حسگرهای خلاءسنجی	۵-۶-۴
۱۷۴	کلید فشار	۶-۶-۴
۱۷۵	جمع بندی	۷-۴
۱۷۶	مسائل	
۱۸۲	مراجع	
۱۸۵	فصل ۵ - اندازه گیری جا به جایی، سرعت و شتاب	
۱۸۵	مقدمه	۱-۵
۱۸۶	روابط سینماتیکی	۲-۵
۱۸۸	اندازه گیری جابه‌جایی	۳-۵
۱۸۹	پتانسیومترهای مقاومتی	۱-۳-۵
۱۹۱	وسایل اندازه‌گیری جا به جایی چند مقاومتی	۲-۳-۵
۱۹۱	جابه‌جایی سنج نوع تغییر مقاومت در اثر کرنش	۳-۳-۵
۱۹۳	جا به جایی سنجهای اندوکتانس متغیر	۴-۳-۵
۱۹۵	جابه‌جایی سنج‌های خازنی	۵-۳-۵
۱۹۵	حسگر اثر هال	۶-۳-۵
۲۰۱	مبدل های جا به جایی فتوالکتریک	۷-۳-۵
۲۰۲	انکودرهای نوری	۸-۳-۵
۲۰۶	اندازه گیری سرعت	۴-۵
۲۰۷	مبدل سرعت خطی	۱-۴-۵

۲۰۹	مبدل سرعت زاویه‌ای	۲-۴-۵
۲۱۰	تاکومتر	۳-۴-۵
۲۱۸	مبدل سرعت شمارشی	۴-۴-۵
۲۱۹	حسگر اثر داپلر	۵-۵
۲۱۹	توضیح کیفی اثر داپلر	۱-۵-۵
۲۲۰	اثر داپلر در سرعت سنجی	۲-۵-۵
۲۲۰	مبدل‌های سایز میک	۶-۵
۲۲۰	مبانی مبدل‌های سایز میک	۱-۶-۵
۲۲۱	مبدل جا به جایی سایز میک	۲-۶-۵
۲۲۳	مبدل سرعت سایز میک	۳-۶-۵
۲۲۴	مبدل شتاب سایز میک	۴-۶-۵
۲۲۶	مبدل‌های سرعت بیرونی	۷-۵
۲۲۷	اندازه‌گیری شتاب	۸-۵
۲۲۷	اصول شتاب سنجی	۱-۸-۵
۲۲۸	شتاب‌سنج پیزوالکتریک	۲-۸-۵
۲۳۵	منابع خطا در مبدل‌های پیزوالکتریک	۳-۸-۵
۲۳۶	شتاب‌سنج‌های پیزومقاومتی	۴-۸-۵
۲۳۷	شتاب‌سنج‌های خازنی	۵-۸-۵
۲۳۹	شتاب‌سنج‌های خازنی MEMS	۶-۸-۵
۲۴۳	شتاب‌سنج‌های خازنی شانه‌ای	۷-۸-۵
۲۴۴	جمع بندی	۹-۵
۲۴۴	مسائل	
۲۴۸	مراجع	
۲۵۱	فصل ۶- اندازه‌گیری دما	
۲۵۱	مقدمه	۱-۶
۲۵۳	ترموترهای مقاومتی	۲-۶
۲۶۲	ترمیستورها	۳-۶
۲۷۲	ترموکوپل	۴-۶
۲۷۲	اثرات ترموالکتریک	۱-۴-۶
۲۷۶	خصوصیات ترموکوپل	۲-۴-۶
۲۷۸	مواد ترموالکتریک	۳-۴-۶
۲۸۳	دماسنج‌های تشعشعی (پیرومتري)	۵-۶
۲۸۳	مقدمه	۱-۵-۶

۲۸۳	اصول اندازه‌گیری تشعشی دما	۲-۵-۶
۲۸۵	پیرومتر نوری	۳-۵-۶
۲۸۷	دماسنج‌های آشکار ساز فوتونی	۴-۵-۶
۲۹۱	سایر حسگرهای دما سنجی	۶-۶
۲۹۱	دماسنج‌های دو فلزی	۱-۶-۶
۲۹۳	دماسنج‌های جیوه‌ای	۲-۶-۶
۲۹۴	دماسنج‌های فشاری	۳-۶-۶
۲۹۵	مراجعه سیستم‌های اندازه‌گیری دما	۷-۶
۳۰۲	جمع بندی	۸-۶
۳۰۳	مسائل	
۳۰۸	مراجع	
۳۱۱	فصل ۷- اندازه‌گیری شدت جریان سیال	
۳۱۱	مقدمه	۱-۶-۷
۳۱۴	اندازه‌گیری سرعت جریان سیال	۲-۷
۳۱۴	لوله‌های پیتو در سیال تراکم ناپذیر	۱-۲-۷
۳۱۸	لوله‌ی پیتو در سیال تراکم‌پذیر	۲-۲-۷
۳۱۹	آنیمومترهای سیم و فیلم دایره‌ای	۳-۲-۷
۳۲۱	روتامتر مبدل سرعت با استفاده از نیروی پسا	۴-۲-۷
۳۲۴	جریان‌سنج‌ها	۵-۲-۷
۳۲۵	دبی‌سنجی‌های توربینی	۶-۲-۷
۳۲۶	دبی‌سنجی‌های ماورا صوت	۷-۲-۷
۳۲۸	دبی‌سنجی در سیستم‌های بسته توسط اندازه‌گیری فشار	۳-۷
۳۳۰	دبی‌سنجی ونتوری	۱-۳-۷
۳۳۱	دبی‌سنج نازل	۲-۳-۷
۳۳۱	اریفیس	۳-۳-۷
۳۳۴	دبی‌سنج زانویی	۴-۳-۷
۳۳۵	دبی‌سنج در سیستم‌های نیمه‌بسته	۴-۷
۳۳۶	دبی‌سنجی در کانال‌های باز توسط اندازه‌گیری اختلاف فشار	۵-۷
۳۳۷	دریچه‌ی سلوس	۱-۵-۷
۳۳۸	مانع‌ویر	۲-۵-۷
۳۳۹	دبی‌سنجی سیال تراکم‌پذیر در سیستم‌های بسته	۶-۷
۳۴۰	روش‌های دیگر اندازه‌گیری جریان سیال	۷-۷
۳۴۰	دبی‌سنج‌های کاپیلاری	۱-۷-۷

۳۴۱	مبدل های دبی جرمی از نوع فیلم داغ	۲-۷-۷-
۳۴۲	آنیمومترهای لیزر - داپلر	۳-۷-۷-
۳۴۴	جمع بندی	۸-۷-
۳۴۵	مسائل	
۳۵۰	مراجع	
۳۵۲	پیوست الف: واحد های مهندسی	
۳۵۶	پیوست ب: جدول های دماسنجهای مختلف	
۳۵۶	ب- ۱- جدول های ترموکوپل ها	
۳۶۲	ب- ۲- جدول های مشخصات ترمیستورها	
۳۶۵	ب- ۳- جدول های مشخصات RTD	
۳۷۱	واژه نامه فارسی به انگلیسی	
۳۷۳	واژه نامه انگلیسی به فارسی	
۳۷۵	فهرست راهنما	

www.ketabon.com