

ابزار دقیق

برای

اندازه‌گیری‌های مهندسی

جلد اول: حسگرها و ثبات‌ها

تالیف:

جیمز دالی، ویلیام رایلی، کنت مک کانل

مترجم:

دکتر رضا علیمردانی

عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

JAMES W. DALLY

جیمز دالی،

WILLIAM F. RILEY

ویلیام رایلی،

KENNETH G. MCCONNELL

کنت مک کانل،

ابزار دقیق برای اندازه گیری های مهندسی ، ۱۹۹۳

جلد اول: حسگرها و ثبات ها ، مترجم : رضا علیمردانی -

تهران : انتشارات ماندگار، ۱۳۸۴،

ISBN: 964-5778-14-X ۲۹۰۰۰ ریال ۳۴۰ ص ،

ج : مصور ، جدول ، نمودار فهرست نویسی بر اساس فیبا،

کتابنامه:

INSTRUMENTATION FOR عنوان اصلی:

ENGINEERING MEASUREMENTS

۱- مهندسی ۲- ابزار اندازه گیری ۳- حسگر ۴- مبدل

الف: علیمردانی- رضا ، ۱۳۳۸ ، مترجم ، ب: عنوان،

۶۸۱/۲ TA ۱۶۵/۸ الف ۲

۱۳۸۴

۸۴-۲۵۵۶۱م

کتابخانه ملی ایران

انتشارات ماندگار

نام کتاب: ابزار دقیق برای اندازه گیری های مهندسی

تالیف : دالی، جیمز - JAMES DALLY، رایلی، ویلیام - WILLIAM RILEY

مک کانل ، کنت - KENNETH MCCONNELL

ترجمه : دکتر رضا علیمردانی - عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

ویراستار ادبی: مهندس ابراهیم بیگدلی - محقق بازنشسته سازمان تحقیقات کشاورزی

ناشر : انتشارات ماندگار - صندوق پستی ۱۵۴۳-۱۳۱۴۵،

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۹۰۳۷۶ و ۰۲۱-۳۰۳۹۰۱۸-۰۹۱۲

نوبت چاپ اول: زمستان ۱۳۸۴

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

چاپ و صحافی : موسسه دانشجو ۲۲۲۲۸۲۴-۰۲۶۱

ISBN:964- 5778-14

شابک : X- ۱۴-۵۷۷۸-۹۶۴

از زمان چاپ اول این کتاب در سال ۱۹۸۴ تا کنون تغییرات زیادی در ابزارهای اندازه گیری مهندسی و روش های آموزش حاصل شده است. تغییرات مهمی که در چاپ دوم این کتاب بعمل آمده است شامل: (۱) پیشرفت سریع در ابزارهای دیجیتالی از یک ولتمتر ساده گرفته تا آنالیزور پیچیده اسپکترومی، (۲) دسترسی گسترده رایانه های شخصی و شبکه ها که امکان تلفیق، جمع آوری داده و پردازش آنها را فراهم ساخته است. (۳) توسعه روش های پیشرفته برای تجزیه ارتعاشی با بکارگیری آنالیزورهای اسپکترومی برای ترسیم دامنه بسامد و زمان و (۴) تشخیص و نیاز به ارائه بهتر یک واحد اندازه گیری یکپارچه با اهداف آموزشی در زمینه مهندسی می باشد.

علاوه بر موضوعات جدیدی که به مطالب چاپ اول کتاب اضافه شده است، سه فصل جدید نیز در این چاپ آمده است. به طوری که در فصل اول، در بخش فرآیندهای کنترل بحث گسترده تری با اضافه شدن اطلاعاتی راجع به گرم کننده ها، موتورها و عمل کننده ها آورده شده است. فصل دوم با عنوان "تحلیل مدارها" جدید و شامل متزور خلاصه موارد مهم و اساسی برق و الکترونیک می باشد که برای درک و نحوه کار سیستم های اندازه گیری ضروری است. فصل چهارم نیز جدید و در برگیرنده سیستم های ثبت کننده دیجیتالی می باشد که بحث کامل فرآیندهای تبدیل آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ در آن آمده است. فصول مربوط به ابزار ثبت کننده ولتاژ، حسگرها برای مبدل ها، مدارهای هماهنگ کننده سیگنال، کرنش سنج های مقاومتی - الکتریکی، اندازه گیری نیرو، گشتاور و فشار، اندازه گیری سیال، و روش های آماری همگی بدلیل تغییرات در طول دو دهه گذشته بازنویسی شده اند. بخش اندازه گیری جابجائی، سرعت، و شتاب در فصل نهم (جلد دوم) تغییر کرده است. با امید به اینکه خوانندگان، این بخش های مشکل را بهتر بفهمند. فصل جدید دهم، "تحلیل سیستم های ارتعاشی" شامل روش های مربوط به فرآیند پردازش داده های جابجائی، سرعت و شتاب می باشد. نکته مهم تشخیص سیگنال ها و پردازش داده های ارتعاش با استفاده از آنالیزور دیجیتالی بسامد می باشد. تغییرات اساسی هم در فصل یازدهم (جلد دوم) صورت گرفته است. اندازه گیری دما که شامل شرح استاندارد جدید بین المللی برای دما می باشد، مطالب تکمیلی درباره ترموکوپل ها و بحث درباره منابع خطا در اندازه گیری دما نیز آمده است. بحث در مورد چندین روش قدیمی در اندازه گیری دما حذف شده است.

گرچه نقش کامپیوتر در طراحی و فرآیندهای کنترل در سال ۱۹۸۴ مهم بوده ولی امروزه کامپیوتر از اهمیت بیشتری برخوردار است، به عنوان مثال کاربرد کامپیوتر را در CAD, CAE, و CAM بدلیل توسعه در کارائی سخت افزار و نرم افزار می توان ذکر کرد. آزمایش های دقیق

در مورد کارآئی، قابلیت انعطاف، تکرار در شرایط سخت کاری، حاصل کاربرد فرآیندهای توسعه به کمک کامپیوتر می باشد که بسرعت بعنوان یک جزء مهم از یک آزمایش مطرح شده است. تبدیل کننده های آنالوگ به دیجیتال بصورت کارت ورودی قابل نصب داخل کامپیوتر وجود دارند که می توانند از منبع تغذیه و شمارنده توان لازم برای مبدل ها را تأمین و ولتاژ خروجی را ثبت کنند. سیگنال های خروجی از حسگرها داخل حافظه کامپیوتر به عنوان داده های واقعی یا تکمیل کننده فرآیند در آزمایش ثبت می شوند. روند توسعه در سخت افزار (افزایش سرعت ساعت کامپیوتر) امکان استفاده از آن را برای ثبت سیگنال های دینامیکی در بسامدهای مهم فراهم کرده است.

موضوعاتی که در چاپ جدید این کتاب اضافه شده است، بطور خاص امکان توسعه بکارگیری ابزار اندازه گیری را در اصول و سنجش مهندسی فراهم نموده است. برای ارائه کامل مطالب این کتاب بعنوان یک درس به دانشجویان، یک ترم تحصیلی کفایت نمی کند خصوصاً وقتی که درس همراه با عملیات باشد. اولین درس، معمولاً بایستی در سال سوم برای دانشجویان کارشناسی تدریس شود که درس پیشیناز مدارهای برقی را بصورت نظری و عملی گذرانده باشند. فصول اول تا هفتم، یازدهم و سیزدهم این کتاب بایستی درس اول در نظر گرفته شود. درس دوم بصورت نظری و عملی شامل فصول هفتم تا دوازدهم می باشد که اصول اندازه گیری را برای انجام پروژه ها شامل می شود. بجای صرف هزینه سنگین برای آزمایشگاه های اندازه گیری مجهز و وقت استادان، داشتن تجربه عملی و به روز برای درک مفاهیم این کتاب ضروری است.

در دوره تحصیلات تکمیلی، از آنجا که دانشجویان تجربه بیشتر و زمینه ریاضیات خوبی دارند، اکثر مطالب این کتاب جدید می تواند طی شانزده هفته تدریس شود. تأیید روی کاربردی بودن مطالب (فصول هفتم تا دوازدهم) به نظر استاد درس و کلاس بستگی دارد. تمرین های در نظر گرفته شده در هر فصل نیز تغییر کرده اند. بعضی از تمرین های قبلی تغییر و مسائل جدیدی اضافه شده است. استفاده از نرم افزارهای صفحه گسترده و حل مسائل ریاضی باعث می شود که دانشجو بجای حل مسئله و ارائه یک جواب خلاصه، محدوده ای از جواب ها را ارائه دهند. امید است که برای دانشجویان و مدرسین مطالب روشن باشد و ابهامات در آزمایشگاه و سیستم های اندازه گیری رفع شود. در خاتمه از مرور کنندگان این کتاب بخاطر پیشنهادهای ارزنده ای که ارائه نمودند تشکر و قدردانی می شود.

جیمز د. دیلی یلیام ف. رایلی کنت ج. مک کانل

نشر کتب در زمینه های ابزار دقیق، روش های اندازه گیری و کنترل، در چند دهه اخیر فزونی یافته است. اکثر کتب منتشر شده به دلیل اینکه مطابق با سرفصل دروس دانشگاهی نمی باشند، نتوانسته اند نظر دانشجویان رشته های مهندسی را به خود جلب کند و نیاز آنان را برطرف نماید. بنابه اظهارات مولف کتاب و تأیید اینجانب، فصول این کتاب متناسب با سرفصل دروس مصوب دانشگاهی برای دانشجویان کارشناسی و تحصیلات تکمیلی تنظیم و ارائه شده است. با مرور فصول کتاب حاضر، متوجه خواهید شد که برای کار در زمینه مکانیک و الکترونیک و دستگاه های اندازه گیری دیجیتال نیاز به شناخت مبانی الکترونیک از ضروریات است. لذا در جلد اول که شامل ۷ فصل می باشد، دانشجویان با مبانی الکترونیک، وسائل اندازه گیری و حسگرها آشنا خواهند شد و در جلد دوم مبدل ها، کاربرد سیستم های اندازه گیری و تحلیل داده ها در شش فصل ارایه شده است.

خداوند متعال را شکرگزارم که مرا مشمول عنایات خود قرار داد تا با بهره گیری از تجارب یک دهه خود این اثر علمی را که ممکن است در نظر بعضی از اساتید فن ناچیز باشد ترجمه و به جامعه دانشگاهی کشور تقدیم نمایم. با این امید که دانشجویان و همکاران دانشگاهی با سعه صدر بر اینجانب منت نهند و لغزش های موجود در آن را متذکر شوند تا در مرحله تجدید چاپ کتاب در رفع آنها اقدام شود. باشد که روزی فرا رسد تا مسیر ترجمه متون علمی از غرب به شرق تغییر جهت دهد و یا حداقل دو جانبه شود.

دکتر رضا علیمردانی

عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

Email: Rmardani@ut.ac.ir

صفحه	عنوان
فصل اول: کاربرد سیستم های اندازه گیری الکترونیکی	
۱-۱-۱	مقدمه
۱-۲	سیستم اندازه گیری الکترونیکی
۱-۳	تجزیه و تحلیل مهندسی
۱-۴	فرآیند کنترل
۱-۴-۱	وسایل فرآیند کنترل
۱-۵	خطای آزمایش
۱-۵-۱	جمع خطاهای قابل قبول
۱-۵-۲	کارکرد نا مناسب ابزار
۱-۵-۳	اثر مبدل در فرآیند
۱-۵-۴	خطاهای حساسیت مضاعف
۱-۵-۵	دیگر منابع خطا
۱-۶	حداقل رسانی خطا
۱-۷	خلاصه
۲۴	مراجع
۲۴	تمرین ها
فصل دوم: تحلیل مدارها	
۲-۱	مقدمه و تعاریف
۲-۲	عناصر اصلی مدارهای الکتریکی
۲-۳	قوانین مدار کیرشف
۲-۴	دیودها، ترانزیستورها و گیت ها
۲-۴-۱	دیودها
۲-۴-۲	ترانزیستورها
۲-۴-۳	گیت ها
۲-۵	مدارهای DC
۲-۶	توابع پرپودیک
۲-۷	مدارهای AC

۴۸	 ۲-۷-۱ آمپدانس
۴۹	 ۲-۸ تابع پاسخ بسامدی
۵۱	 ۲-۹ خلاصه
۵۴	 مراجع
۵۴	 تمرین ها

فصل سوم: ابزارهای ثبت کننده آنالوگ

۵۹	 ۳-۱ مقدمه
۵۹	 ۳-۲ خصوصیات عمومی ثبات ها
۶۴	 ۳-۳ ولتمترها برای اندازه گیری های حالت یکنواخت
۶۴	 ۳-۳-۱ گالوانومتر دی آرسنال
۶۶	 ۳-۳-۲ آمپر متر
۶۷	 ۳-۳-۳ ولتمترهای DC
۶۸	 ۳-۳-۴ خطاهای بار ولتمتر
۶۸	 ۳-۳-۵ ولتمترهای تقویت شده
۶۹	 ۳-۳-۶ ولتمترهای پتانسیومتریک
۷۰	 ۳-۴ ولتمترها برای تغییرات آرام سیگنال ها
۷۰	 ۳-۴-۱ ثبات های نوار کاغذی
۷۱	 ۳-۴-۲ ثبات های X-Y
۷۳	 ۳-۵ ولتمترها برای سیگنال های متغیر سریع
۷۳	 ۳-۵-۱ ثبات های نوسان نگار
۷۴	 ۳-۵-۲ پاسخ گذار گالوانومترها
۸۰	 ۳-۵-۳ پاسخ سیگنال پریودیک گالوانومترها
۸۴	 ۳-۵-۴ نوسان نماها
۸۹	 ۳-۵-۵ ثبات های نوار مغناطیسی
۹۳	 ۳-۶ خلاصه
۹۵	 مراجع
۹۵	 تمرین ها

فصل چهارم: سیستم های ثبت کننده دیجیتالی

۹۹	 ۴-۱ مقدمه
۹۹	 ۴-۲ کدهای دیجیتالی
۱۰۱	 ۴-۳ فرآیندهای تبدیل
۱۰۳	 ۴-۴ مبدل های دیجیتالی به آنالوگ
۱۰۵	 ۴-۵ مبدل های آنالوگ به دیجیتالی

۱۰۶	۴-۵-۱ روش تخمین متوالی
۱۰۹	۴-۵-۲ روش انتگرال گیری
۱۱۲	۴-۵-۳ روش موازی یا فلاش
۱۱۳	۴-۶ توزیع داده
۱۱۵	۴-۶-۱ ساختارهای گذرگاه
۱۱۸	۴-۷ رابط ها
۱۲۰	۴-۸ ولتمترهای دیجیتال
۱۲۴	۴-۹ سیستم جمع آوری داده
۱۲۶	۴-۱۰ سیستم تحصیل داده
۱۲۹	۴-۱۱ سیستم های تحصیل داده بر پایه رایانه های شخصی
۱۳۰	۴-۱۲ نوسان نما های دیجیتال
۱۳۴	۴-۱۳ ثبت کننده ه های فرم موج
۱۳۵	۴-۱۴ نمونه گیری (الیاسینگ)
۱۳۸	۴-۱۴-۱ فیلترهای ضد الیاسینگ
۱۳۸	۴-۱۵ خلاصه
۱۴۰	مراجع
۱۴۰	تمرین ها

فصل پنجم: حسگرها برای مبدل ها

۱۴۵	۵-۱ مقدمه
۱۴۵	۵-۲ پتانسیومترها
۱۴۷	۵-۳ ترانسفورمرهای تفاضلی
۱۵۱	۵-۴ کرنش سنج های مقاومتی
۱۵۷	۵-۵ حسگرهای خازنی
۱۶۰	۵-۶ حسگرهای جریان گردابی
۱۶۲	۵-۷ حسگرهای پیزو الکتریک
۱۶۶	۵-۸ حسگرهای پیزو مقاومتی
۱۶۹	۵-۹ حسگرهای فتوالکتریک
۱۷۲	۵-۹-۱ کاوشگرهای لامپ خلاء
۱۷۴	۵-۹-۲ سلول های فتورسانا
۱۷۵	۵-۹-۳ فتودیودهای نیمه رسانا
۱۷۸	۵-۱۰ کاوشگرهای حرارتی - مقاومتی
۱۷۹	۵-۱۱ ترمیستورها
۱۸۰	۵-۱۲ ترموکوپل ها

۱۸۲	 ۵-۱۳ نوسان سازهای کریستالی
۱۸۴	 ۵-۱۴ خلاصه
۱۸۶	 مراجع
۱۸۶	 تمرین ها

فصل ششم: مدارهای هماهنگ کننده سیگنال

۱۹۱	 ۶-۱ مقدمه
۱۹۱	 ۶-۲ منابع تغذیه
۱۹۱	 ۶-۲-۱ باتری ها
۱۹۴	 ۶-۲-۲ تغذیه خط ولتاژ
۱۹۵	 ۶-۳ مدار پتانسیومتری (ولتاژ ثابت)
۱۹۸	 ۶-۴ مدار پتانسیومتری (جریان ثابت)
۲۰۰	 ۶-۵ پل وتسون (ولتاژ ثابت)
۲۰۴	 ۶-۶ پل وتسون (جریان ثابت)
۲۰۷	 ۶-۷ آمپلی فایر ها
۲۱۲	 ۶-۸ آمپلی فایر های عملیاتی
۲۱۳	 ۶-۸-۱ آمپلی فایر معکوس کننده
۲۱۶	 ۶-۸-۲ آمپلی فایر غیر معکوس کننده
۲۱۶	 ۶-۸-۳ آمپلی فایرها تفاضلی
۲۱۷	 ۶-۸-۴ حمایت کننده ولتاژ
۲۱۹	 ۶-۸-۵ آمپلی فایرهای جمع کننده
۲۲۱	 ۶-۸-۶ آمپلی فایرهای انتگرال گیر
۲۲۲	 ۶-۸-۷ آمپلی فایرهای مشتق گیر
۲۲۳	 ۶-۹ فیلترها
۲۲۳	 ۶-۹-۱ فیلتر بالا گذر RC
۲۲۵	 ۶-۹-۲ فیلتر پایین گذر RC
۲۲۷	 ۶-۹-۳ فیلتر فعال
۲۲۸	 ۶-۱۰ مدله و دیمدوله کردن دامنه
۲۳۱	 ۶-۱۱ مدارهای اندازه گیری زمان
۲۳۱	 ۶-۱۱-۱ محد شمارش دودویی
۲۳۳	 ۶-۱۱-۲ گیت ها در کاربرد شمارنده
۲۳۳	 ۶-۱۱-۳ تریگرا
۲۳۵	 ۶-۱۱-۴ تجهیزانه شمارش
۲۳۹	 ۶-۱۲ خلاصه

۲۴۳	 مراجع
۲۴۳	 تمرین ها
فصل هفتم: کرنش سنج های نوع مقاومتی	
۲۴۹	 ۷-۱ مقدمه
۲۴۹	 ۷-۲ کرنش سنج های ورقی ای چاپی
۲۵۱	 ۷-۳ نصب کرنش سنج
۲۵۳	 ۷-۴ هماهنگ سازی سیگنال در پل وتسون
۲۵۸	 ۷-۵ ابزارهای ثبت کننده کرنش
۲۵۸	 ۷-۵-۱ کرنش نمای قرائت- مستقیم
۲۵۹	 ۷-۵-۲ پل های تعادل - خنثی
۲۶۰	 ۷-۵-۳ هماهنگ کننده های سیگنال کرنش سنج
۲۶۱	 ۷-۵-۴ پل وتسون و اسیلوسکوپ
۲۶۳	 ۷-۵-۵ پل وتسون و اسیلوگراف
۲۶۷	 ۷-۶ روش های کالیبراسیون
۲۶۹	 ۷-۷ تاثیرات سیم های هادی، کلیدها و حلقه های سری
۲۶۹	 ۷-۷-۱ سیم های هادی
۲۷۳	 ۷-۷-۲ کلیدها
۲۷۵	 ۷-۷-۳ حلقه های سری
۲۷۵	 ۷-۸ اغتشاش الکتریکی
۲۷۸	 ۷-۹ گیج های جبران کننده دما
۲۸۰	 ۷-۱۰ حساسیت الیاز، فاکتور گیج و عامل حساسیت مقطع
۲۸۳	 ۷-۱۱ روش های کاهش داده
۲۸۳	 ۷-۱۱-۱ حالت تنش تک محوری ($\sigma_{xx} \neq 0, \sigma_{yy} = \tau_{xy} = 0$)
۲۸۴	 ۷-۱۱-۲ حالت تنش دو محوری ($\sigma_{xx} \neq 0, \sigma_{yy} \neq 0, \tau_{xy} = 0$)
۲۸۴	 ۷-۱۱-۳ حالت عمومی تنش ($\sigma_{xx} \neq 0, \sigma_{yy} \neq 0, \tau_{xy} \neq 0$)
۲۸۶	 ۷-۱۲ اندازه گیری های کرنش در دمای بالا
۲۸۸	 ۷-۱۳ خلاصه
۲۹۱	 مراجع
۲۹۲	 تمرین ها
۲۹۷	 واژه نامه فارسی به انگلیسی
۳۱۳	 واژه نامه انگلیسی به فارسی