

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباگران تهران

مقدمه‌ای بر مکترونیک و سیستم‌های اندازه‌گیری

ترجمه و تدوین

مهندس سید علی فاطمی حیدرآباد

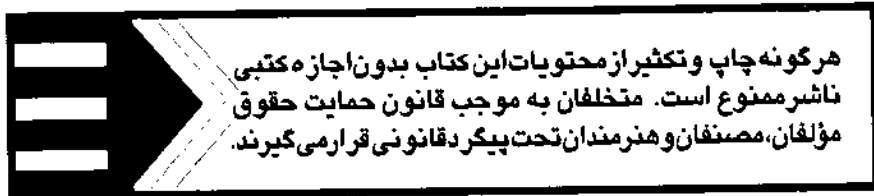
ویراستار

دکتر شمس‌اله عبدالله‌پور

عضو هیأت علمی دانشگاه تبریز

مؤلفان

David G. Alciator
Michael B. Histanand



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.

Introduction to Mechatronics and Measurement Systems

مقدمه‌ای بر مکترونیک و سیستم‌های اندازه‌گیری

ترجمه و تدوین: مهندس سیدعلی فاطمی حیدرآباد

ویراستار: دکتر شمس‌اله عبدالله‌پور

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه‌آرایی: مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد: مجتمع فنی تهران

چاپ: فہیم

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: آبان ماه ۱۳۹۰

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۹۵۰۰۰ ریال

David G. Alciator

سرشناسه: السیاتور، دیوید جی.

عنوان و نام پدیدآور: مقدمه‌ای بر مکترونیک و سیستم‌های اندازه‌گیری / دیوید جی. السیاتور.

میکل بی. هیستند؛ ترجمه و تدوین علی فاطمی حیدرآباد؛ ویراستار شمس‌اله عبدالله‌پور.

مشخصات نشر: تهران: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: ۶۱۲ ص: مصور.

شابک: 978-600-124-132-1

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت:

Introduction to Mechatronics and Measurement Systems.

4th ed, 2012

موضوع: مکترونیک

موضوع: اندازه‌گیری

شناسه افزوده: هیستند، میکل بی.

شناسه افزوده: Michael B. Histanad

شناسه افزوده: فاطمی حیدرآباد، سیدعلی. ۱۳۴۴ - مترجم

شناسه افزوده: عبدالله‌پور، شمس‌اله، ویراستار

ردمبندی کنگره: ۱۳۹۰ م ۱۷ الف ۱۶۳/۱۶۳ TJ

ردمبندی دیویی: ۶۲۱

شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۷۲۷۳۴

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۱۳۲-۱

ISBN: 978-600-124-132-1

نشانی دفتر مرکزی: تهران، سعادت آباد، میدان کاج، خ سرو شرقی، روبه‌روی خ علامه، پلاک ۴۹

صندوق پستی: ۱۴۳۳۵/۹۴۳ وب سایت: dibagaran.mft.info

نشانی واحد فروش: تهران، شهران، بالاتر از میدان دوم، نبش کوچه شهید عسگری، پلاک ۱۵۷

تلفن: ۴۴۳۰۴۳۰۱-۵ > نمابر: ۴۴۳۰۸۸۸۸ کد پستی: ۱۴۷۸۷۱۵۶۹۱

پست الکترونیکی: bookmarket@mftmail.com فروش اینترنتی: www.mftshop.com

فهرست مطالب

۸.....	مقدمه ناشر.....
۹.....	مقدمه مترجم.....
۱۱.....	پیشگفتار مؤلفان.....

فصل اول: مقدمه‌ای بر مکترونیک و سیستم‌های اندازه‌گیری

۱۳.....	۱-۱ مکترونیک.....
۱۷.....	۱-۲ سیستم‌های اندازه‌گیری.....

فصل دوم: مدارهای الکتریکی و اجزای آن‌ها

۲۰.....	۲-۱ مقدمه.....
۲۲.....	۲-۲ عناصر الکتریکی اصلی.....
۳۰.....	۲-۳ قوانین کیرشهف.....
۳۹.....	۲-۴ منابع ولتاژ و جریان و وسایل اندازه‌گیری.....
۴۵.....	۲-۵ مدارات معادل تونن و نورتن.....
۴۷.....	۲-۶ تحلیل مدار جریان متناوب.....
۵۴.....	۲-۷ توان در مدارهای الکتریکی.....
۵۶.....	۲-۸ ترانسفورماتور.....
۵۸.....	۲-۹ تطبیق امپدانس.....
۶۰.....	۲-۱۰ زمین کردن و تداخل الکتریکی.....
۶۸.....	سؤالات و تمرین‌ها.....

فصل سوم: الکترونیک نیمه‌رسانا

۷۶.....	۳-۱ مقدمه.....
۷۶.....	۳-۲ فیزیک نیمه‌رسانا به عنوان اساس درک وسایل الکتریکی.....
۷۸.....	۳-۳ دیود پیوندی.....
۹۵.....	۳-۴ ترانزیستور پیوندی دو قطبی.....
۱۰۶.....	۳-۵ ترانزیستورهای اثر میدان.....
۱۱۵.....	سؤالات و تمرین‌ها.....

فصل چهارم: پاسخ سیستم

۱۲۶	۴-۱ پاسخ سیستم
۱۲۷	۴-۲ خطی بودن دامنه
۱۲۸	۴-۳ نمایش سری فوریه سیگنال‌ها
۱۳۲	۴-۴ پهنای باند و پاسخ فرکانسی
۱۳۹	۴-۵ خطی بودن فاز
۱۴۰	۴-۶ اعوجاج سیگنال‌ها
۱۴۱	۴-۷ مشخصات دینامیکی سیستم‌ها
۱۴۲	۴-۸ سیستم مرتبه صفر
۱۴۳	۴-۹ سیستم مرتبه اول
۱۴۷	۴-۱۰ سیستم مرتبه دوم
۱۶۴	۴-۱۱ مدلسازی سیستم و شباهت‌ها
۱۷۱	سوالات و تمرین‌ها

فصل پنجم: پردازش سیگنال آنالوگ با استفاده از تقویت‌کننده‌های عملیاتی

۱۸۰	۵-۱ مقدمه
۱۸۱	۵-۲ تقویت‌کننده‌ها
۱۸۲	۵-۳ تقویت‌کننده‌های عملیاتی
۱۸۳	۵-۴ مدل ایده‌آل برای تقویت‌کننده‌های عملیاتی
۱۸۷	۵-۵ تقویت‌کننده معکوس‌کننده
۱۸۹	۵-۶ تقویت‌کننده غیر معکوس‌کننده
۱۹۲	۵-۷ جمع‌کننده
۱۹۳	۵-۸ تقویت‌کننده تفاضلی
۱۹۵	۵-۹ تقویت‌کننده ابزار دقیق
۱۹۸	۵-۱۰ انتگرال‌گیر
۲۰۰	۵-۱۱ مشتق‌گیر
۲۰۱	۵-۱۲ مدارهای نمونه‌گیر و نگهدار
۲۰۲	۵-۱۳ مقایسه‌گر
۲۰۴	۵-۱۴ تقویت‌کننده عملیاتی واقعی
۲۱۷	سوالات و تمرین‌ها

فصل ششم: مدارهای دیجیتال

۲۲۴	۶-۱ مقدمه
۲۲۵	۶-۲ نمایش های دیجیتال
۲۲۹	۶-۳ منطق ترکیبی و کلاس های منطقی
۲۳۲	۶-۴ نمودارهای زمانی
۲۳۳	۶-۵ جبر بولی
۲۳۶	۶-۶ طراحی شبکه های منطقی
۲۴۰	۶-۷ یافتن عبارت بولی از جدول درستی
۲۴۳	۶-۸ منطق ترتیبی
۲۴۳	۶-۹ فلیپ فلاپ ها
۲۵۴	۶-۱۰ کاربردهای فلیپ فلاپ ها
۲۵۸	۶-۱۱ مدارات مجتمع TTL و CMOS
۲۷۰	۶-۱۲ مدارات مجتمع دیجیتال با کاربردهای خاص
۲۷۹	۶-۱۳ طراحی سیستم مدار مجتمع
۲۸۶	سؤالات و تمرین ها

فصل هفتم: برنامه نویسی میکروکنترلر و ایجاد مدارهای واسط

۲۹۸	۷-۱ ریزپردازنده ها و میکرو کامپیوترها
۳۰۱	۷-۲ میکروکنترلرها
۳۰۵	۷-۳ میکروکنترلر PIC16F84
۳۰۸	۷-۴ برنامه نویسی یک PIC
۳۱۵	۷-۵ PICBASIC PRO
۳۳۸	۷-۶ استفاده از وقفه ها
۳۴۲	۷-۷ ارتباط تجهیزات جانبی متداول PIC
۳۴۷	۷-۸ ایجاد مدارهای واسط PIC
۳۵۳	۷-۹ رویه طراحی یک سیستم بر پایه میکروکنترلر
۳۶۲	سؤالات و تمرین ها

فصل هشتم: آکساب داده ها

۳۶۶	۸-۱ مقدمه
۳۷۰	۸-۲ تئوری پله ای کردن
۳۷۲	۸-۳ تبدیل آنالوگ به دیجیتال

۳۷۹.....	۸-۴ تبدیل دیجیتال به آنالوگ (D/A)
۳۸۴.....	سؤالات و تمرین‌ها

فصل نهم: سنسورها

۳۸۸.....	۹-۱ مقدمه
۳۸۸.....	۹-۲ اندازه‌گیری موقعیت و سرعت
۴۰۳.....	۹-۳ اندازه‌گیری تنش و کرنش
۴۲۳.....	۹-۴ اندازه‌گیری دما
۴۳۴.....	۹-۵ اندازه‌گیری نوسان و شتاب
۴۴۳.....	۹-۶ اندازه‌گیری فشار و جریان سیال (دبی)
۴۴۴.....	۹-۷ سنسورهای نیمه رسانا و وسایل میکروالکترومکانیکی
۴۴۷.....	سؤالات و تمرین‌ها

فصل دهم: موتورهای

۴۵۲.....	۱۰-۱ مقدمه
۴۵۲.....	۱۰-۲ اصول الکترومغناطیس
۴۵۳.....	۱۰-۳ سولنوئیدها و رله‌ها
۴۵۵.....	۱۰-۴ موتورهای الکتریکی
۴۶۳.....	۱۰-۵ موتورهای DC
۴۷۵.....	۱۰-۶ موتورهای پله‌ای
۴۸۳.....	۱۰-۷ انتخاب یک موتور
۴۸۸.....	۱۰-۸ هیدرولیک
۴۹۷.....	۱۰-۹ نیوماتیک
۵۰۰.....	سؤالات و تمرین‌ها

فصل یازدهم: سیستم‌های مکترونیک - معماری‌های کنترل و مطالعات موردی

۵۰۴.....	۱۱-۱ مقدمه
۵۰۴.....	۱۱-۲ معماری‌های کنترل
۵۰۷.....	۱۱-۳ مطالعه موردی اول - طراحی مکترونیک یک سکه‌شمار
۵۱۷.....	۱۱-۴ مطالعه موردی دوم - طراحی مکترونیک یک ماشین ریاضیاتیک رونده
۵۲۳.....	۱۱-۵ مطالعه موردی سوم - طراحی دستگاه تست پیچش شفت‌های مدور
۵۲۳.....	۱۱-۶ فهرستی از سیستم‌های گوناگون مکترونیک
۵۳۵.....	سؤالات و تمرین‌ها

فصل دوازدهم: پروژه‌های PicBasic Pro

۵۳۷	عنوان پروژه: LED چشمک زن ساده
۵۴۱	عنوان پروژه: LED چشمک زن ترکیبی
۵۴۳	عنوان پروژه: LED چشمک زن هشدار دهنده
۵۴۵	عنوان پروژه: روشن شدن LED های فرد
۵۴۷	عنوان پروژه: LED های شمارنده دودویی
۵۴۹	عنوان پروژه: LED های روان به طرف چپ
۵۵۲	عنوان پروژه: LED های روان به سمت راست
۵۵۴	عنوان پروژه: LED های روان در مسیر راست و چپ
۵۵۷	عنوان پروژه: تاس LED
۵۶۱	عنوان پروژه: شمارنده با نمایشگر LED سون سگمنت
۵۶۶	عنوان پروژه: تاس با LED سون سگمنت
۵۷۰	عنوان پروژه: نمایشگر LED سون سگمنت دوتایی
۵۷۵	عنوان پروژه: ثانیه شمار با نمایشگر LCD
۵۷۸	عنوان پروژه: ساعت با نمایشگر LCD (نمایش ساعت، دقیقه، ثانیه)
۵۸۵	عنوان پروژه: دماسنج با LCD سریال و حافظه EEPROM خارجی سریال
۵۹۴	عنوان پروژه: ارگ الکترونیک
۵۹۹	عنوان پروژه: کنترل موتور پله‌ای تک قطبی
۶۰۲	عنوان پروژه: کنترل ربات متحرک با سروموتور

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی، هنری دیباگران تهران در عرضه کتاب الکترونیکی است که بتواند

خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.

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 فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم. گستردگی علوم و 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 روشن می‌نماید. در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پربار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "جناب آقای مهندس سید علی فاطمی حیدرآباد به عنوان مترجم و جناب آقای دکتر شمس‌الهدیه‌پور به عنوان ویراستار" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

ویراستاری: انسیه پارسافر

ویرایش و صفحه‌آرایی کامپیوتری: مهسا کوراولی

طراح جلد: مینا دیده‌بان

ناظر چاپ: محمد تقی‌زاده

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نمایم با مراجعه به آدرس dibagaran.mft.info (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

publishing@mftmail.com

به نام خداوند بخشنده و بخشنده

کتاب پیش رو، کتابی کاربردی است که اگر قصد ورود به دنیای مکترونیک و رباتیک دارید، شما را مستقیماً و در کوتاه‌ترین زمان وارد این عرصه می‌کند و اگر دانش و تجاری در این زمینه داشته باشید به شما در سازماندهی اصولی این دانش یاری می‌رساند. به همین دلیل استقبال خوبی از آن شده و به چندین زبان ترجمه شده است. سادگی بیان و دقیق و مناسب بودن محتوا، بنده را بر آن داشت تا با ترجمه این کتاب، آن را در اختیار علاقه‌مندان قرار دهم. در ضمن برای پوشش بیشتر مطالب فصل هفتم کتاب که در رابطه با میکروکنترلرهای PIC می‌باشد، پروژه‌هایی از کتاب PIC BASIC PROJECTS را ترجمه و به عنوان فصل دوازدهم به کتاب اضافه نمودم. مطالعه این کتاب را برای دانشجویان رشته‌های مهندسی نظیر مهندسی برق، مکانیک، کامپیوتر، صنایع، مکانیک ماشین‌های کشاورزی و دیگر دانشجویانی که علاقه‌مند به مباحث رباتیک و مکترونیک هستند، توصیه می‌کنم. همواره پشت هر قدم موفق‌تری فردی نیز در ماورای آنچه که دیده می‌شود حضور داشته و نقشی ایفا کرده‌اند. لذا شایسته است مورد تقدیر قرار گیرند. با این مقدمه، از زحمات ارزنده استاد فرزانه‌ام جناب آقای دکتر عبدالله پور که با دقت نظر و در کمال شکیبایی کتاب را مطالعه و ویرایش و در این رابطه، صمیمانه با بنده همکاری نمودند و نیز از دوست عزیزم جناب آقای مهندس سید صادق ساداتی که بنده را وارد عرصه مکترونیک کردند، صمیمانه تشکر می‌نمایم. همچنین از همسر فداکارم مهندس بهارک محمدی که با صبر و شکیبایی بنده را در ترجمه این کتاب یاری داده و با انجام تایپ کتاب و بازخوانی آن کمک شایانی در به ثمر رسیدن این ترجمه داشته‌اند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

در پایان از تمامی اساتید و دانشجویان عزیز خواهش می‌کنم در صورت مواجه شدن با هرگونه اشکال، آن را به آدرس www.b-e-p-co.com/mechatronics ارسال نمایند تا در چاپ‌های بعدی برطرف گردد.

با تشکر

سید علی فاطمی حیدرآباد

با عشق بی پایان تقدیم به پدر و مادر و همسر

پیشگفتار مؤلفان

امروزه به دنبال ظهور مدارات مجتمع و کامپیوترها، مرز رشته‌های مهندسی از بین رفته است و این موضوع بیش از هر جا در مهندسی مکانیک و الکترونیک نمایان است. به طوری که امروزه تولیدات مهندسی، مجموعه‌ای از اجزای مکانیکی و الکتریکی به هم پیوسته‌اند. رشته مکترونیک، میدان دید و قلمروی الکترومکانیک سنتی را گسترش داده است. مکترونیک به صورت شاخه‌ای از مطالعات تعریف می‌شود که شامل تحلیل، طراحی، تلفیق و انتخاب سیستم‌هایی است که با استفاده از کنترل‌های مدرن و ریز پردازنده‌ها، اجزای مکانیکی و الکتریکی را به هم پیوند می‌زنند.

این کتاب به عنوان یک کتاب آموزشی و برای نیل به اهداف زیر نگاشته شده است:

۱- ارائه دوره نوینی از اندازه‌گیری.

۲- ارائه دوره‌ای دوگانه و ترکیبی از مهندسی مکانیک و الکترونیک در جای‌گزینی دوره‌های مرسوم مدارها و ابزار اندازه‌گیری.

۳- ارائه یک دوره آموزشی مستقل در مورد مکترونیک.

۴- به عنوان اولین دوره لازم در تحصیل علم مکترونیک.

گزینه دوم، دوره دوگانه، فرصتی را فراهم می‌نماید تا تعداد ساعات تخصیص یافته دانشجو برای آموزش مکترونیک کاهش یابد.

گزینه‌های سه و چهار می‌توانند باعث توسعه آموزش‌های جدید میان رشته‌ای شوند.

در حال حاضر، بسیاری از رشته‌های تحصیلی شامل آموزش مکترونیک نمی‌باشند ولی تعداد بسیار زیادی از رشته‌ها هستند که برخی از دروس مرتبط و لازم برای مکترونیک را شامل می‌شوند. هدف از آموزش مکترونیک فراهم نمودن یک تجربه میان رشته‌ای متمرکز در دوره لیسانس است که مباحث پر اهمیت سایر رشته‌ها را که منطبق بر آخرین پیشرفت‌های الکترونیک و کنترل کامپیوتری هستند، دربرمی‌گیرد.

این مباحث عبارتند از: تئوری اندازه‌گیری، مدارهای الکتریکی، واسطه‌های کامپیوتری، سنسورها، محرک‌ها و طراحی، تحلیل و تلفیق سیستم‌های مکترونیک. این دیدگاه میان‌رشته‌ای برای دانشجویان از این نظر با ارزش خواهد بود که درحقیقت هر محصول مهندسی طراحی شده جدید، یک سیستم مکترونیک است.

محتوا

در فصل اول اصطلاحات مکترونیک و سیستم‌های اندازه‌گیری بیان می‌شود.

فصل دوم مروری بر روابط پایه‌ای الکترونیک، اجزای مدار و تحلیل مدار است.

فصل سوم درباره الکترونیک نیمه‌رسانا بحث می‌کند.

در فصل چهارم روش‌هایی برای تحلیل و توصیف پاسخ سیستم‌های مکترونیک و اندازه‌گیری معرفی شده است.

فصل پنجم اساس پردازش سیگنال‌های آنالوگ و طراحی و تحلیل مدارهای تقویت‌کننده عملیاتی را پوشش می‌دهد.

فصل ششم اصول دستگاه‌های دیجیتال و استفاده از مدارهای مجتمع (IC) را بیان می‌کند.

فصل هفتم مقدمه‌ای است بر میکروکنترلرها و برنامه‌نویسی آن‌ها، مدارهای واسط و به‌طور ویژه میکروکنترلرهای PIC و نرم‌افزار PicBasic Pro در آن مورد بحث قرار گرفته است.

فصل هشتم درباره جمع‌آوری داده‌ها و چگونگی اتصال کامپیوترها به سیستم‌های اندازه‌گیری بحث می‌کند.

فصل نهم نظری اجمالی بر بسیاری از سنسورهای متداول در سیستم‌های مکترونیک دارد.

فصل دهم تعدادی از ابزارهای مورد استفاده در سیستم‌های مکترونیک متحرک را معرفی می‌کند.

فصل یازدهم دیدی کلی در مورد معماری‌های کنترل سیستم‌های مکترونیک ارائه می‌دهد و چند مثال طراحی را بررسی می‌کند.

ابزارهای یادگیری

موضوعات بحثی که در سراسر کتاب آورده شده‌اند، تمرین‌هایی برای فعالیت ذهنی بیشتر هستند. این موضوعات همچنین می‌توانند به عنوان مکملی برای تمرین‌های آخر فصل در نظر گرفته شوند.

مثال‌های تحلیل و طراحی نیز در سراسر کتاب آورده شده‌اند تا توانایی خواننده در به کار بردن آموخته‌ها بالا رود. در ضمن در صورت وجود مربی، طراحی مسائل مفید آزمایشگاهی توسط وی و انجام آن توسط دانشجویان، در تقویت یادگیری مؤثر خواهد بود.