

بسم الله الرحمن الرحيم

مبانی اندازه‌گیری الکتریکی و الکترونیکی

تألیف:

دکتر مصطفی یارقلی

(عضو هیأت علمی دانشگاه زنجان)

مهندس علی شکر

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد زنجان

پاییز ۱۳۹۵

سرشناسه: یارقلی، مصطفی، ۱۳۵۸-
 عنوان و نام پدیدآور: مبانی اندازه‌گیری الکترونیکی و الکترونیک/تالیف مصطفی یارقلی، علی شکری.
 مشخصات نشر: تهران: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، ۱۳۹۵.
 مشخصات ظاهری: ۲۶۹ ص.
 شابک: 978-600-102-966-0
 وضعیت فهرست نویسی: فنی
 موضوع: برق — اندازه‌گیری — راهنمای آموزش (عالی)
 موضوع: Electric measurements—Study and teaching (Higher)
 موضوع: برق — اندازه‌گیری — مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
 موضوع: Electric measurements—Problems, exercises, etc. (Higher)
 شناسه افزوده: شکری، علی، ۱۳۷۳-
 شناسه افزوده: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات
 شناسه افزوده: press Organization Jahade Daneshgahi
 رده‌بندی کنگره: TK۲۰۱/۲م ۱۳۹۵
 رده‌بندی دی‌یو: ۶۲۱/۳۷۰۷۶
 شماره ثبت: ۴۴۰۷۹۵۳
 شماره شابک: ۴۴۰۷۹۵۳

مبانی اندازه‌گیری الکترونیکی و الکترونیک

تالیف: دکتر مصطفی یارقلی، مهندس علی شکری
 ناشر: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی
 چاپ: خوارزمی
 نوبت چاپ: اول-۱۳۹۵
 شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
 قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان
 شابک: 978-600-102-966-0

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ ه.ش. هر کسی تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مولف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه نماید مورد پیگیری قرار خواهد گرفت.



استان زنجان

نشانی مرکز پخش:
 زنجان، دانشگاه زنجان، باشگاه علمی فرهنگی جهاد دانشگاهی
 پست الکترونیک: znacecr@yahoo.com
 تلفن: ۰۲۴-۳۲۲۸۳۰۱۱

۱۱	پیشگفتار.....
۱۳	فصل اول
۱۳	۱-۱) مقدمه.....
۱۴	۱-۲) اهمیت و کاربرد اندازه گیری.....
۱۶	۱-۳) روش های اندازه گیری.....
۱۷	۱-۴) نمونه ای از اندازه گیری های مورد نیاز در صنایع.....
۱۷	۱-۴-۱) سیستم سیار.....
۱۸	۱-۴-۲) اندازه گیری پارامترهای آنتن.....
۲۰	۱-۴-۳) اندازه گیری الکتریکی در ژئوفیزیک.....
۲۱	۱-۵) معنی واحدها و کمیت های اندازه گیری.....
۲۱	۱-۵-۱) کمیت اساسی.....
۲۱	۱-۵-۲) کمیت فرعی.....
۲۲	۱-۵-۳) دسته بندی دیگر کمیت ها.....
۲۲	۱-۶) تعریف و محاسبی - ط.....
۲۲	۱-۶-۱) انواع خطا و منابع آن.....
۲۳	۱-۶-۲) نحوه بیان خطا.....
۲۴	۱-۶-۳) خطای حدی.....
۲۶	۱-۷) گرد کردن.....
۲۶	۱-۷-۱) روش گرد کردن.....
۲۶	۱-۸) دقت و صحت.....
۲۶	۱-۸-۱) مفهوم ریاضی دقت.....
۲۷	۱-۹) اثر بارگذاری.....
۲۸	۱-۹-۱) اثر بارگذاری ناشی از دستگاه های با اتصال موازی.....
۳۰	۱-۹-۲) اثر بارگذاری ناشی از دستگاه های با اتصال سری.....
۳۱	۱-۱۰) نویز و منابع آن.....
۳۱	۱-۱۱) کالیبراسیون.....
۳۲	۱-۱۱-۱) اهداف اصلی کالیبراسیون.....
۳۲	۱-۱۲) مشخصات یک سیستم اندازه گیری.....
۳۲	۱-۱۲-۱) حساسیت.....
۳۳	۱-۱۲-۲) قدرت تفکیک پذیری.....
۳۴	۱-۱۲-۳) خطای بودن.....
۳۵	۱-۱۲-۴) پسماند.....

۳۶	۱-۱۲-۵) ناحیه مرده و زمان مرده
۳۶	۱-۱۲-۵-۱) زمان مرده
۳۶	۱-۱۲-۵-۲) ناحیه مرده
۳۷	۱-۱۳) توصیه‌هایی برای انتخاب و نگهداری دستگاه‌های اندازه‌گیری
۳۷	۱-۱۴) خلاصه‌ی فصل
۳۹	۱-۱۵) تمرینات آخر فصل

فصل دوم ۴۱

۴۱	۱-۲) مقدمه
۴۱	۲-۲) اندازه‌گیری جریان
۴۲	۲-۲-۱) اندازه‌گیری جریان به وسیله آمپر متر
۴۳	۲-۲-۲) اندازه‌گیری جریان به وسیله‌ی اثر هال
۴۳	۲-۳) اندازه‌گیری ولتاژ
۴۵	۲-۴) پل‌های اندازه‌گیری سیمین مقدار خازن، مقاومت و سلف
۴۶	۲-۴-۱) پل وتستون
۴۶	۲-۴-۱-۱) ساختمان مدار پل وتستون
۴۷	۲-۴-۱-۲) طرز کار پل وتستون
۴۸	۲-۴-۲) پل ماکسول و تعیین اندوکتانس
۴۹	۲-۴-۳) پل شرینگ اندازه‌گیری ظرفیت سرن
۵۱	۲-۴-۴) پل فرانکس رادیویی
۵۳	۲-۵) یکسو سازی
۵۳	۲-۵-۱) ساختمان یکسو کننده‌ها
۵۴	۲-۵-۲) سایر یکسو کننده‌ها
۵۴	۲-۵-۳) کنوترون‌ها
۵۴	۲-۵-۴) یکسو سازی جریان متناوب با یک دیود
۵۴	۲-۵-۵) یکسو ساز تمام موج با استفاده از پل دیود
۵۵	۲-۵-۵-۱) مقدار موثر یکسو سازی
۵۶	۲-۵-۵-۲) مقدار متوسط یکسو سازی
۵۶	۲-۶) اندازه‌گیری توان، انرژی و اختلاف فاز
۵۶	۲-۶-۱) اندازه‌گیری توان
۵۹	۲-۶-۲) اندازه‌گیری مقدار انرژی
۶۰	۲-۶-۳) اندازه‌گیری اختلاف فاز
۶۱	۲-۷) روش‌های اندازه‌گیری مقادیر خیلی کوچک و خیلی بزرگ جریان و ولتاژ
۶۲	۲-۸) بررسی ساختار گالوانومتر دآرسنوال

۶۳	۱-۸-۲) ساختمان داخلی گالوانومتر دآرسنوال
۶۴	۲-۸-۲) حساسیت گالوانومتر
۶۵	۳-۸-۲) شنت آیرون
۶۶	۹-۲) بررسی ساختار داخلی ولت متر
۶۶	۱-۹-۲) ساختمان داخلی ولت متر DC
۶۸	۲-۹-۲) ساختمان داخلی ولت متر AC
۷۱	۱۰-۲) بررسی ساختار داخلی آمپر متر
۷۶	۱۱-۲) بررسی ساختار داخلی اهم متر
۷۶	۱۱-۲) اهم متر ساده
۷۹	۱۱-۲) اهم متر چند گستره
۸۲	۱۱-۲) میگر
۸۳	۴-۱۱-۲) کاربرد های بیگ
۸۷	۱۲-۲) بررسی ساختار وات متر
۸۷	۱۳-۲) اصلاح ضریب توان
۸۹	۱۴-۲) دمپر
۹۰	۱۵-۲) طرز کار مولتی متر
۹۳	۱۶-۲) خلاصه فصل
۹۴	۱۷-۲) تمرینات آخر فصل
۱۰۱	فصل سوم
۱۰۱	۱-۳) مقدمه
۱۰۱	۲-۳) ساختار درونی
۱۰۲	۱-۲-۳) معرفی اجزای اسیلوسکوپ
۱۰۲	۲-۲-۳) لامپ پرتو کاتدی
۱۰۳	۳-۲-۳) تفنگ الکترونی
۱۰۳	۱-۳-۲-۳) ساختمان تفنگ الکترونی
۱۰۴	۲-۳-۲-۳) مکانیزم تفنگ الکترونی
۱۰۴	۳-۳-۲-۳) کاربرد تفنگ الکترونی
۱۰۴	۴-۳-۲-۳) کاربرد تفنگ الکترونی در اسیلوسکوپ
۱۰۵	۴-۲-۳) صفحه ی CRT و شطرنجی
۱۰۵	۵-۲-۳) پردازش سیگنال افقی
۱۱۰	۶-۲-۳) پردازش سیگنال عمودی و همسان سازی سیگنال مولد جارو
۱۱۲	۳-۳) طرز کار اسیلوسکوپ
۱۱۲	۱-۳-۳) پروب

۱۱۴. (۲-۳-۳) بررسی کلیدها و ولوم اسیلوسکوپ
۱۱۴. (۱-۲-۳-۳) صفحه نمایش اسیلوسکوپ
۱۱۴. (۲-۲-۳-۳) کلید روشن و خاموش کردن اسیلوسکوپ
۱۱۴. (۳-۲-۳-۳) Intensity ولوم
۱۱۴. (۴-۲-۳-۳) Focus ولوم
۱۱۵. (۵-۲-۳-۳) ولوم آستینگمات
۱۱۵. (۶-۲-۳-۳) ولوم چرخش محور افقی
۱۱۶. (۷-۲-۳-۳) کلید Time/Div
۱۱۶. (۸-۲-۳-۳) ولوم Time Variable
۱۱۶. (۹-۲-۳-۳) کلید بزرگنمایی در راستای افقی
۱۱۷. (۱۰-۲-۳-۳) کلید بزرگنمایی در راستای افقی
۱۱۷. (۱۱-۲-۳-۳) ولوم تغییر مکان افقی
۱۱۷. (۱۲-۲-۳-۳) کلید Volt/Div
۱۱۷. (۱۳-۲-۳-۳) ولوم Volt Variable
۱۱۸. (۱۴-۲-۳-۳) ولوم Vertical Position
۱۱۸. (۱۵-۲-۳-۳) پیچ بالانس DC
۱۱۸. (۱۶-۲-۳-۳) کلید AC-GND-DC
۱۱۸. (۱۷-۲-۳-۳) کلید CH2-DUAL-CH2-CH1
۱۱۹. (۱۸-۲-۳-۳) کلید CHOP-ALT
۱۱۹. (۱۹-۲-۳-۳) کلید CH2INV
۱۲۰. (۲۰-۲-۳-۳) کلید X-Y
۱۲۰. (۲۱-۲-۳-۳) کلید Auto-Normal
۱۲۰. (۲۲-۲-۳-۳) کلید Source Trigger
۱۲۱. (۲۳-۲-۳-۳) ولوم Level
۱۲۱. (۲۴-۲-۳-۳) کلید Slope
۱۲۱. (۳-۳-۳) کالیبره کردن اسیلوسکوپ
۱۲۲. (۴-۳-۳) اندازه گیری اندازه، فاز، انرژی و بسامد روی اسیلوسکوپ
۱۲۲. (۱-۴-۳-۳) اندازه گیری ولتاژ
۱۲۴. (۲-۴-۳-۳) اندازه گیری زمان تناوب و فرکانس
۱۲۵. (۳-۴-۳-۳) اندازه گیری اختلاف فاز
۱۲۸. (۴-۳) طراحی برخی از قسمت‌های اسیلوسکوپ
۱۲۸. (۱-۴-۳) ولوم focus
۱۲۹. (۲-۴-۳) ولوم intensity

۱۲۹	 AC-GND-DC کلید (۳-۴-۳)
۱۳۰	 ولوم Y-pos و x-pos (۴-۴-۳)
۱۳۱	 ذخیره سازی اطلاعات توسط اسیلوسکوپ (۵-۳)
۱۳۱	 (۱-۵-۳) اسیلوسکوپ های حافظه دار آنالوگ
۱۳۱	 (۲-۵-۳) اسیلوسکوپ های حافظه دار دیجیتال
۱۳۲	 (۳-۵-۳) نمونه برداری و ذخیره سازی توسط اسیلوسکوپ آنالوگ
۱۳۳	 (۴-۵-۳) نمونه برداری و ذخیره سازی توسط اسیلوسکوپ دیجیتال
۱۳۷	 (۶-۳) خلاصه فصل
۱۳۸	 (۷-۳) تمایزات آخر فصل
۱۴۱	 فصل چهارم
۱۴۱	 (۱-۴) مقدمه
۱۴۲	 (۲-۴) تعریف سنسور
۱۴۲	 (۳-۴) انواع سنسور و نحوه عملکرد آنها
۱۴۲	 (۱-۳-۴) سنسورهای متاورز
۱۴۳	 (۲-۳-۴) سنسورهای نوری
۱۴۵	 (۱-۲-۳-۴) سنسورهای نوری یک طرفه
۱۴۵	 (۲-۲-۳-۴) سنسورهای نوری رفلکتور (آینه ای)
۱۴۶	 (۳-۲-۳-۴) سنسورهای نوری دو طرفه
۱۴۶	 (۳-۳-۴) سنسورهای آلتراسونیک
۱۴۷	 (۴-۳-۴) سنسورهای دما
۱۴۷	 (۵-۳-۴) سنسورهای LVDT
۱۴۷	 (۶-۳-۴) سنسورهای فشاری
۱۴۸	 (۷-۳-۴) سنسورهای القایی
۱۴۸	 (۸-۳-۴) سنسور خازنی
۱۴۹	 (۹-۳-۴) سنسورهای مغناطیسی
۱۴۹	 (۱۰-۳-۴) سنسور گاز
۱۴۹	 (۱-۱۰-۳-۴) نحوه عملکرد سنسور گاز
۱۵۰	 (۲-۱۰-۳-۴) تغییرات خروجی سنسور گاز نوع MQ
۱۵۰	 (۳-۳-۱۰-۴) کاربرد سنسور گاز
۱۵۱	 (۱۱-۳-۴) سنسور رطوبت
۱۵۱	 (۱-۱۱-۳-۴) اساس عملکرد سنسور رطوبت
۱۵۲	 (۲-۱۱-۳-۴) کاربرد سنسور رطوبت
۱۵۲	 (۴-۴) سنسورهای بدون تماس

۱۵۲	۴-۴-۱) مزایای سنسورهای بدون تماس
۱۵۳	۴-۵) مشخصات یک سنسور ایده آل
۱۵۳	۴-۶) ترانسدیوسر
۱۵۴	۴-۶-۱) ساختمان ترانسدیوسر
۱۵۶	۴-۷) اندازه گیری کمیت های غیر الکتریکی توسط کمیت های الکتریکی
۱۵۶	۴-۷-۱) اندازه گیری دما
۱۵۷	۴-۷-۱-۱) آی سی های سنسور اندازه گیری درجه حرارت
۱۵۸	۴-۷-۲) اندازه گیری فاصله
۱۵۹	۴-۷-۳) اندازه گیری فشار
۱۵۹	۴-۷-۳-۱) اندازه گیری فشار توسط مانومترها
۱۶۰	۴-۷-۳-۲) اندازه گیری فشار توسط فشار سنج های لوله بوردن
۱۶۰	۴-۷-۳-۳) اندازه گیری الکتریکی فشار
۱۶۱	۴-۷-۴) اندازه گیری رطوبت
۱۶۲	۴-۸) خلاصه فصل
۱۶۳	۴-۹) سوالات آخر فصل

فصل پنجم ۱۶۵

۱۶۵	۵-۱) مقدمه
۱۶۶	۵-۲) مبانی دیجیتال
۱۶۶	۵-۲-۱) دستگاه اعداد باینری
۱۶۷	۵-۲-۱-۱) تبدیل از دسیمال به باینری
۱۶۷	۵-۲-۱-۲) تبدیل از باینری به دسیمال
۱۶۷	۵-۲-۱-۳) بیت و بایت
۱۶۷	۵-۲-۲) معرفی گیت های منطقی
۱۶۸	۵-۲-۳) بافرها
۱۶۹	۵-۲-۴) دیکدرها
۱۷۰	۵-۲-۵) انکدرها
۱۷۱	۵-۲-۶) مالتی پلکسر
۱۷۲	۵-۲-۷) شمارنده
۱۷۲	۵-۲-۸) نمونه ی ساده از حافظه های یک بیتی
۱۷۳	۵-۳) مقدمه ای بر نمونه برداری و بازسازی سیگنال
۱۷۵	۵-۴) انواع مدل های نمونه برداری
۱۷۵	۵-۴-۱) نایکویست
۱۷۷	۵-۴-۲) نمونه برداری به روش over sampling

۱۷۷	 under sampling	۳-۴-۵ نمونه برداری به روش
۱۷۷	.....	۳-۴-۵ حوزه‌ی زمان
۱۷۹	.....	۲-۳-۴-۵ حوزه‌ی فرکانس
۱۸۱	.....	۳-۳-۴-۵ نسبت سیگنال به نویز (SNR)
۱۸۱	.....	۴-۴-۵ نمونه برداری به روش active sampling (Adaptive sampling)
۱۸۲	.....	۵-۵ مبدل‌های تبدیل دیجیتال به آنالوگ
۱۸۵	.....	۱-۵-۵ مبدل دیجیتال به آنالوگ مقاومت-آپ‌امپی
۱۸۶	.....	۲-۵-۵ مبدل دیجیتال به آنالوگ R-2R
۱۸۸	.....	۳-۵-۵ مبدل دیجیتال به آنالوگ به روش سویچ منبع جریان
۱۸۸	.....	۶-۵ مبدل‌های تبدیل آنالوگ به دیجیتال
۱۹۱	.....	۱-۷-۵ مبدل آنالوگ به دیجیتال فلش
۱۹۴	.....	۲-۶-۵ مبدل آنالوگ به دیجیتال شمارشی
۱۹۴	.....	۳-۶-۵ مبدل آنالوگ به دیجیتال SAR
۱۹۶	.....	۴-۶-۵ مبدل آنالوگ به دیجیتال H-Flash
۱۹۷	.....	۵-۶-۵ روش سیگما-لتا
۱۹۷	.....	۷-۵ فشرده‌سازی
۱۹۷	.....	۱-۷-۵ آشنایی با الگوریتم بازسازی و فشرده‌سازی سیگنال
۱۹۸	.....	۲-۷-۵ فشرده‌سازی بهینه و اتلافی
۱۹۹	.....	۸-۵ خلاصه فصل
۲۰۰	.....	۹-۵ تمرینات آخر فصل
۲۰۳	.....	فصل ششم
۲۰۳	.....	۱-۶ مقدمه
۲۰۴	.....	۲-۶ مدولاسیون
۲۰۴	.....	۱-۲-۶ مدولاسیون‌های آنالوگ
۲۰۴	.....	۱-۱-۲-۶ مدولاسیون دامنه
۲۰۵	.....	۲-۱-۲-۶ مدولاسیون فرکانس
۲۰۶	.....	۳-۱-۲-۶ مدولاسیون فاز
۲۰۶	.....	۲-۲-۶ مدولاسیون‌های کلیدزنی دیجیتال در RF
۲۰۷	.....	۱-۲-۲-۶ مدولاسیون کلیدزنی دامنه (ASK)
۲۰۸	.....	۲-۲-۲-۶ مدولاسیون کلیدزنی فرکانسی (FSK)
۲۰۸	.....	۳-۲-۲-۶ مدولاسیون کلیدزنی
۲۱۱	.....	۳-۶ کنترل خطا
۲۱۱	.....	۱-۳-۶ بیت توازن

۲۱۲	۲-۳-۶ جمع مقابل های
۲۱۲	۳-۳-۶ کد افزونه چرخشی CRC
۲۱۳	۴-۶ فیلتر
۲۱۴	۱-۴-۶ فیلتر پایین گذر
۲۱۵	۲-۴-۶ فیلتر بالاگذر
۲۱۵	۳-۴-۶ فیلتر میان گذر
۲۱۶	۴-۴-۶ فیلتر میان‌نگذر
۲۱۷	۵-۴-۶ فیلترهای واقعی
۲۱۸	۵-۶ فیدبک
۲۱۸	۶-۶ سیلدینگ
۲۱۸	۷-۶ خلاصه فصل
۲۲۰	۸-۶ تمرینات آخر فصل
۲۲۱	فصل هفتم
۲۲۱	۱-۷ مقدمه
۲۲۱	۲-۷ اسپکتروم آنالایزر
۲۲۲	۱-۲-۷ انواع اندازه گیری ها توسط اسپکتروم آنالایزر
۲۲۳	۲-۲-۷ کاربردهای اسپکتروم آنالایزر
۲۲۷	۳-۷ سیگنال ژنراتور
۲۲۸	۴-۷ تئوریک آنالایزر
۲۳۰	۵-۷ لاجیک آنالایزر
۲۳۱	۶-۷ LCR متر
۲۳۳	۷-۷ پاور آنالایزر (هارمونیک آنالایزر)
۲۳۴	۸-۷ منحنی نگار (کروتیسر)
۲۳۶	۹-۷ خلاصه فصل
۲۳۸	۱۰-۷ تمرینات آخر فصل
۲۴۱	پیوست ها (آموزش نرم افزار Orcad Psoic)
۲۵۹	اختصارات
۲۶۰	واژه نامه فارسی - انگلیسی
۲۶۸	منابع

پیشگفتار

درس اندازه‌گیری الکتریکی یکی از دروس اصلی و مهم برای دانشجویان رشته برق است که به همراه درس مدارهای الکتریکی، پایه و اساس بیشتر دروس دیگر را فراهم می‌سازد. مطالب این درس عموماً برای دانشجویان تازگی دارد و در واقع اولین درس برای ورود به دنیای الکترونیک و آشنایی با دستگاه‌هایی است که اثرات الکتریکی را به صورت بصری و قابل لمس نشان می‌دهد.

کتاب حاضر ضمن پرداختن کامل و جامع به مباحث تئوری، به بیان جامع مسائل عملی نیز پرداخته است. از ویژگی‌های شاخص این کتاب می‌توان به توجه خاص به بیان مفاهیم اندازه‌گیری الکترونیکی، مثل سسورها، مبدل‌ها، نمونه‌برداری، حفاظت، بازیابی اطلاعات و توضیحات مقدماتی راجع به وسایل اندازه‌گیری الکترونیکی پیشرفته مثل اسپکتروم آنالایزر، نتورک آنالایزر، منحنی‌نگار و ... اشاره کرد. همچنین در این کتاب نحوه‌ای استفاده از اسیلوسکوپ و مولتی‌متر به طور کامل و عملی شرح داده شده است؛ همچنین سلیس و روان نرم‌افزار کاربردی اسپایس که برای تحلیل مدارها بکار می‌رود، در پیوست کتاب آمده است.

مهمترین و اساسی‌ترین ویژگی این کتاب، آشنا کردن دانشجویان و علاقه‌مندان حوزه برق با دنیای بیرون است. به امید اینکه بتواند انگیزه‌ای در دانشجویان ایجاد کرد که ضمن پرداختن به مباحث تئوری با مباحث عملی نیز آشنا شوند و پس از آن در آینده نزدیک با لطف خداوند قدم در راه پیشرفت صنعت الکترونیک کشور بردارند. کتاب حاضر در هفت فصل تألیف شده است که به شرح زیر می‌باشد:

در فصل اول با یک دید کلی به اندازه‌گیری الکتریکی نگاه خواهیم کرد و با نگاهی جامع سیر پیشرفت این علم را بررسی خواهیم کرد، در ادامه این فصل به بررسی تعاریف کلی علم اندازه‌گیری و بررسی خطاهای حاصل از ابزارها و دستگاه‌های اندازه‌گیری خواهیم پرداخت.

در فصل دوم روش‌های اندازه‌گیری جریان و ولتاژ را بررسی کرده و سپس به بررسی انواع پل‌های اندازه‌گیری و روش به‌دست آوردن مقدار المان‌های مجهول پرداخته شده است. در انتها ساختار و قواعد چند نمونه از دستگاه‌های اندازه‌گیری مثل ولت‌متر، آمپر‌متر، اهم‌متر و فرکانس‌متر بررسی خواهد شد.

در ابتدای فصل سوم با مباحث تئوری و ساختار داخلی اسیلوسکوپ آشنا می‌شویم سپس به بررسی نحوه عملکرد این ابزار قدرتمند خواهیم پرداخت و به طور کامل نحوه کار با این دستگاه را توضیح خواهیم داد. در ادامه نیز به دو بحث مهم اندازه‌گیری به وسیله اسیلوسکوپ و نمونه‌گیری

توسط این دستگاه پرداخته شده است.

در فصل چهارم انواع سنسورها و ترانسدیوسرها را به عنوان دروازه ورود به دنیا دیجیتال توضیح خواهیم داد و در ادامه، روش اندازه گیری چند کمیت غیر الکتریکی توسط کمیت های الکتریکی بیان خواهد شد.

در فصل پنجم به بیان اصول و مبانی دیجیتال و انواع روش های نمونه گیری پرداخته شده و سپس ساختار انواع مبدل های آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ بررسی شده است. در انتهای فصل نیز به روش های فشرده سازی و الگوریتم های آن اشاره شده است.

در فصل ششم به طور کاملاً مفهومی با انواع مدولاسیون های انتقال اطلاعات در دو بخش آنالوگ و دیجیتال آشنا می شویم، سپس به بحث کنترل خطا و فیلترها می پردازیم. در انتهای فصل به بیان دو روش فیدبک و بیلدینگ که روش هایی برای مقابله با خطا هستند خواهیم پرداخت.

در فصل هفتم با نگاهی اجزائی به بررسی دستگاه های اندازه گیری الکترونیکی پیشرفته مثل اسپکتروم آنالایزر، نتورک آنالایزر، جی نگر و ... خواهیم پرداخت. در پیوست کتاب نیز نرم افزار قدرتمند اسپایس به صورت خلاصه و کاربردی آموزش داده شده است.

فرصت را مغتنم می شمارم و از خانواده ام که مشین اصلی من بوده اند تشکر می کنم و برای آنان از ایزد منان توفیق روز افزون و سلامتی خواستارم. همچنین شایسته است از زحمات استاد ارجمند آقای دکتر سید هادی حسینی و مهندس امین کشاورز سایر دوستانی که ما را در تالیف این کتاب یاری نموده اند تشکر کنیم.

بی شک این مجموعه خالی از نقص و کاستی نیست، از این رو در حکایت محکمات و دانشجویان عزیز تقاضا می کنیم که نقطه نظرات و پیشنهاد های سازنده خود را برای مرتبان آدرس های الکترونیکی ذکر شده ارسال فرمایند.

alishokri1344@yahoo.com و yargholi@znu.ac.ir

در پایان خداوند را شاکریم که توفیق انجام این اثر ناچیز را عنایت فرمود و به امید اینکه مطالب نگارش شده مفید فایده بوده و راهگشای علمی دانش پژوهان باشد.

علی شکری

دانشجوی دانشگاه زنجان

مصطفی یارقلی

هیات علمی دانشگاه زنجان