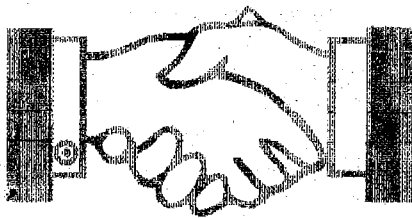


به کتاب

## اصول الکترونیک جلد ۱

# خوش آمدید

به دنیای پر رمز و راز  
الکترونیک خوش آمدید. در این  
کتاب اصول اولیه و قوانین اصلی



مدار مورد بررسی قرار گرفته و قطعات مقاومت، خازن، سیمپیچ و کاربرد  
آنها در مدار معرفی می‌شوند. همچنین با اساس و طرز کار وسایل  
اندازه‌گیری از جمله مالتی‌متر، سیگنال ژنراتور، منبع تغذیه و اسیلوسکوپ  
آشنا می‌شوید و چگونگی عیب‌یابی قطعات و مدارها را به کمک وسایل فوق  
فرا خواهید گرفت.



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: اصول الکترونیک ۱

◀ مولف: مهندس سعید خرازی زاده

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ صفحه آرای: مجتمع فنی تهران

◀ طراح جلد: مجتمع فنی تهران

◀ نوبت چاپ: دوازدهم

◀ تاریخ نشر: ۱۳۹۸

◀ چاپ و صحافی: صدف

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۱۲۵۰۰۰۰ ریال

◀ شابک جلد ۱: ۹۷۸-۹۶۴-۶۷۶۱-۰۴-۹

◀ شابک دوره: ۹۶۴-۶۷۶۱-۸۳-۶

◀ نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

◀ تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

◀ فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران:

[WWW.MFTBOOK.IR](http://WWW.MFTBOOK.IR)

[www.dibagaran-tehran.com](http://www.dibagaran-tehran.com)

[www.mftdibagaran.ir](http://www.mftdibagaran.ir)

◀ نشانی تلگرام: @mftbook

سرشناسه: خرازی زاده، سعید، ۱۳۳۳  
عنوان و نام پدیدآور: اصول الکترونیک / مولف: سعید خرازی زاده  
مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران، ۱۳۷۷  
مشخصات ظاهری: ۴۱۲ص: مصور، جدول، نمودار  
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۷۶۱-۰۴-۹  
یادداشت پشت جلد انگلیسی: Saeed Kharazi Zhadeh  
Electronic Principles  
وضعیت فهرست نویسی: فیبا  
مندرجات: ج ۲، دیود و ترانزیستور  
موضوع: الکترونیک  
رده بندی کنگره: ۶۱۳۷۷ الف ۴/خ ۷۸۱۵/TK  
رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۱  
شماره کتابشناسی ملی: ۱۵۵۷۶-۷۷ م

اپلیکیشن دیباگران تهران را از سایت های اینترنتی دیباگران دریافت نمایید.

## بنام خداوند بخشنده مهربان

### مقدمه

در عصر حاضر کمتر کسی را می‌توان یافت که در زندگی شخصی حداقل از یکی دو وسیله الکترونیکی استفاده نکند. بخصوص با پیشرفت شگفت‌آور کامپیوتر، کاربرد الکترونیک وسعت بیشتری یافته است.

درس الکترونیک عمومی به عنوان یکی از دروس پایه شامل مطالب استاندارد است که در کلیه دانشگاهها و مراکز آموزش الکترونیک تقریباً با سرفصلهای مشابهی ارائه می‌شود، و بالطبع کتب مربوطه هم عناوین مشابهی دارند. منتهی نگرش به موضوعات و نحوه ارائه مطالب بر حسب هدف هر کتاب و سلیقه مؤلف متفاوت است. در کتب دانشگاهی تکیه بیشتر بر بیان روابط ریاضی حاکم بر مدار است. در عوض در کتب فنی از جمله این سری از کتابها تکیه بر یادگیری اصول کار و تعمیرات است. این کتاب که جلد اول از یک دوره سه جلدی است به عنوان منبع درسی در کلیه دوره‌های آموزش الکترونیک که با هدف تربیت تکنسین عملی و تعمیرکار الکترونیک فعالیت می‌کنند قابل استفاده بوده، در عین حال کلیه علاقمندان الکترونیک هم می‌توانند بصورت خودآموز از آن استفاده نمایند. ارائه دستور کارهای آزمایشگاه در پایان هر فصل و جواب مسائل در پایان کتاب در همین راستا بوده است.

بدینوسیله قدردانی و تشکر خود را از آقای مهندس نیما صفارپور به عنوان ویراستار و آقای محمد فصیحی برای ترسیم شکلها و آقای کریم براغ به عنوان ناظر چاپ و سرکار خانم فریبا عبدی که برای حروفچینی و صفحه‌آرایی کتاب زحمات فراوانی را متحمل شده‌اند ابراز می‌دارم. با همه وقتی که به عمل آمده کتاب خالی از عیب نبوده و بسیار خوشحال خواهم شد که خوانندگان علاقه‌مند بر بنده منت گذارده، اشکالات و نظرات اصلاحی خود را به صندوق پستی ۷۳۳۸-۱۴۱۵۵ ارسال فرمایند.

به امید توفیق خدمات بیشتر

رئیس هیئت مدیره مجتمع فنی تهران

سعید خرازی‌زاده

آبان ۱۳۷۷

## به نام ایزد یکتا

### مقدمه ناشر

منت خدای را عزوجل که توفیق ارایه خدمات آموزشی در گستره فرهنگی میهن اسلامی را به ما ارزانی داشت و از برکت این لطف بی دریغ توانستیم دامنه آموزش را از محدوده یک یا چند کلاس درس یا آموزشگاه فراتر برده و با نشر آثار متعدد در شاخه‌های مختلف علوم، امکان انتقال تجارب علمی و آموزشی خود و سایر استادان و همکاران گرامی را به آحاد جامعه و در اقصی نقاط کشور فراهم کنیم.

استقبال کم‌نظیر از آثار این مرکز، نه تنها موجب غرور ما نگردیده است؛ بلکه رسالت ما را در قبال جامعه سنگینتر، گامهای ما را در راه نشر آثار غنی استوارتر و عزم ما را در جهت ارایه کتابهایی با قیمت مناسب و کیفیت بالا جزمتر کرده است. ادعایی نیست که این مسئولیت را به نحو احسن انجام داده‌ایم ولی خشنودیم که قدمهای اولیه را با استواری هر چه تمامتر در طریقت نشر آثار برگزیده برداشته‌ایم و اعتقاد داریم که رضایت خلق موجب خشنودی خالق و خشنودی او پشتوانه عظیم ما در راه نشر آثار برتر است.

در این راستا و به منظور دستیابی به اهداف فوق، مجتمع فنی تهران، تمامی توان خود را به کار گرفته تا به کمک نیروهای متخصص و ماهر، محصولاتی با اعتبار علمی ویژه در اختیار علاقه‌مندان و پژوهشگران علم و دانش قرار دهد و این میسر نمی‌گردد مگر با تلاش بی‌وقفه و خستگی‌ناپذیر واحدهای مختلف این مرکز که در ادامه، به شرح اهداف و نحوه فعالیت آنها اشاره می‌شود.

### واحد تحقیقات

یکی از مهمترین مسائل مورد بحث در جهان امروز، بررسی راه‌های گوناگون اطلاع‌رسانی، با استفاده از آخرین دستاوردهای فن‌آوری اطلاعات است که منجر به سرعت عمل، صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ها و نیز افزایش کیفیت کارها می‌شود. امروزه شاهد هستیم که بسیاری از کشورها با استفاده از نشر الکترونیکی، گامهای بزرگی در جهت بهبود روشهای اطلاع‌رسانی و انتقال اطلاعات برداشته‌اند و در همین راستا در میهن عزیزمان نیز اقدامات وسیع و مؤثری صورت گرفته است. لذا مجتمع فنی تهران همگام با سایر مراکز مترقی و پیشرو در ایران، با به کارگیری جدیدترین اختراعات و دستاوردهای فن‌آوری در جهان، اقدام به تحقیق و تولید برنامه‌های آموزشی به صورت چند رسانه‌ای (Multimedia) نموده است تا بتواند به کمک مجموعه‌ای از صوت، تصویر، گرافیک، انیمیشن، متن و فرامتن (Hypertext) آثار ارزنده‌ای را به علاقه‌مندان تقدیم نماید.

### واحد انتشارات

این واحد با حضور استادان و متخصصین رشته‌های مختلف علوم (فنی و مهندسی، کامپیوتر، پزشکی، کشاورزی، علوم پایه و ...) کانونی را به وجود آورده که ماحصل آن، تألیف، ترجمه و تدوین کتابهایی است که با تیراژ بسیار و استقبال کم‌نظیر مواجه شده است. موفقیت این واحد، بدون همفکری و همیاری صاحب‌نظران فن و دست‌اندرکاران علم و دانش میسر نمی‌گردد؛ لذا با گشاده‌رویی از پیشنهادها و انتقادهای سازنده شما استقبال می‌نماییم و به دیده منت داریم که در این راه، یار و همگام با ما باشید.

### واحد خدمات آموزشی

بنا بر نیاز روزافزون و درخواست‌های مکرر افراد حقیقی و حقوقی، نهادها و سازمانها و نیز رسالتی که بر دوش خود احساس می‌کنیم، به دنبال تجارب بیش از دو دهه فعالیت‌های آموزشی، این واحد برگزارکننده کلاسهای حضوری (عمومی، نیمه خصوصی و خصوصی) در زمینه آموزشهای علمی و کاربردی، فنی و حرفه‌ای و نیز آزمونهای آمادگی ویژه فوق دیپلمه‌ها را سرلوحه فعالیت‌های خود قرار داده است و کماکان خدمات آموزشی خود را در اختیار دانش‌پژوهان قرار می‌دهد.

### واحد خدمات نشر کامپیوتری

براساس سوابق درخشان این مرکز در طی سالهای گذشته در زمینه ارایه خدمات کامپیوتری و بالاخص انتشار کتابهای ارزنده‌ای در این رابطه، واحد خدمات نشر کامپیوتری با در اختیار داشتن کادری ورزیده، کلیه

مراحل مختلف حروفچینی و صفحه‌آرایی کتابها را به بهترین وجه ممکن به انجام می‌رساند که کارهای ارایه شده از سوی این مرکز خود بیانگر این واقعیت هستند.

## واحد گرافیک

این واحد با همکاری نیروهای متخصص، فعال و با سابقه توانسته است تحولی چشمگیر در زمینه طراحی و اجرای تصاویر پشت و روی جلد و نیز سایر کارهای گرافیکی به وجود آورد که نمونه‌های آن، در کتابهای منتشره از سوی این مرکز کاملاً مشهود می‌باشد. همچنین این واحد آمادگی خود را برای ارایه هرگونه خدمات گرافیکی و انیمیشن اعلام می‌دارد.

## واحد سخت‌افزار

این واحد در واقع جزء تخصصی‌ترین واحدهایی است که مجتمع فنی تهران با ارایه خدمات ارزنده‌ای از طریق آن توانسته است به عنوان یکی از فعالترین و پرجاذبه‌ترین مراکز فنی و حرفه‌ای در سطح کشور مطرح گردد. فعالیتهای این واحد در زمینه ارایه کامپیوترهای شخصی، تعمیرات موبایل و سخت‌افزار کامپیوتر، ارایه سرویس مناسب به شرکتهای و مؤسسات دولتی و غیردولتی و نیز برگزاری دوره‌های آموزش الکترونیک و تعمیرات سخت‌افزار کامپیوتر می‌باشد.

## واحد نرم‌افزار

محور اصلی فعالیتهای این واحد، تولید نرم‌افزارهای آموزشی به منظور ارتقاء سطح علمی علاقه‌مندان در هر گروه سنی است و در این راستا از متخصصین مجرب در زمینه‌های طراحی و تولید نرم‌افزار، گرافیک، علوم تخصصی آموزشی و نیز تجهیزات و ابزار پیشرفته جهت بهبود کیفیت محصولات خود بهره می‌جوید. نرم‌افزارهای تولید شده در این واحد، همگی در محیط‌های جذاب گرافیکی و به زبان فارسی ارایه شده‌اند و از آنجا که تهیه تجهیزات پیشرفته برای پاره‌ای از کاربران و مراکز آموزشی مقرون به صرفه نیست، برخی از محصولات این واحد با حداقل امکانات سخت‌افزاری قابل نصب و بهره‌برداری هستند. در کنار این نرم‌افزارها، سایر تولیدات واحد نرم‌افزار با استفاده از امکانات صوت و تصویر (چند رسانه‌ای) و نمایش فیلم و تصاویر متحرک، یک محیط واقعی آموزشی را برای علاقه‌مندان شبیه‌سازی می‌کنند که در این راستا، می‌توان به نرم‌افزار معلم (آموزش مبانی کامپیوتر)، راف (رشد استعدادهای فکری) پارس لوگو (آموزش مفاهیم برنامه‌نویسی)، فیزیک نور (شبیه‌سازی آزمایشگاه نور) و ... اشاره کرد.

## واحد فروش و پخش کتاب و جزوات

این واحد با برگزاری نمایشگاه‌های مختلف در زمینه پخش کتاب، نرم‌افزار و دیگر آثار این مرکز، در سطح تهران و سایر شهرستانها فعالیت دارد و کلیه کتب و جزوات موردنیاز علاقه‌مندان را در اسرع وقت برای آنها ارسال می‌دارد.

امید است مجموعه فعالیت‌های مجتمع فنی تهران، رضایت خاطر تمامی دانش‌پژوهان را جلب نموده و شما عزیزان نیز همچون گذشته، با رهنمودهای خویش، این امکان را برای ما فراهم سازید تا با سعی وافر خود، خدمات ارزنده‌تری را در اختیارتان قرار دهیم.

**مدیرعامل مجتمع فنی تهران**

**مهندس سعید سعادت**

# فهرست مطالب

## فصل اول: الکتریسیته

## فصل دوم: قطعات الکترونیک

- ۱-۱ الکتریسیته ساکن..... ۱۳
- ۱-۲ ساختمان اتم در توجیه الکتریسیته ساکن..... ۱۳
- ۱-۳ واحد بار الکتریکی..... ۱۵
- ۱-۴ طبقه بندی اجسام..... ۱۵
- ۱-۵ الکتریسیته جاری..... ۱۶
- ۱-۶ واحد اختلاف پتانسیل..... ۱۷
- ۱-۷ شدت جریان الکتریکی..... ۱۸
- ۱-۸ مفهوم مقاومت الکتریکی..... ۱۹
- ۱-۹ مفهوم ولتاژ..... ۲۲
- ۱-۱۰ قانون اهم..... ۲۲
- ۱-۱۱ تعریف مدار الکتریکی..... ۲۳
- ۱-۱۲ جهت قراردادی جریان..... ۲۴
- ۱-۱۳ جهت ولتاژ..... ۲۵
- ۱-۱۴ ولتاژ و جریان کمیت‌های برداری می‌باشند..... ۲۵
- ۱-۱۵ مفهوم انرژی..... ۲۶
- ۱-۱۶ مفهوم توان..... ۲۶
- ۱-۱۷ سوختن جسم..... ۲۸
- ۱-۱۸ پیشوندهای مورد استفاده..... ۲۹
- ۲-۱ تقسیم‌بندی قطعات الکترونیک..... ۳۵
- ۲-۱-۱ مقاومت..... ۳۵
- ۲-۱-۲ خازن..... ۳۶
- ۲-۱-۳ سیم‌پیچ (کویل)..... ۳۷
- ۲-۱-۴ لامپهای خلاء (لامپهای الکترونی)..... ۳۸
- ۲-۱-۵ قطعات نیمه هادی..... ۳۹
- ۲-۱-۶ مبدل‌ها..... ۴۰
- ۲-۲ قطعه مقاومت..... ۴۱
- ۲-۳ مشخصات مقاومت (پارامترهای مقاومت)..... ۴۲
- ۲-۳-۱ مقدار اهمی مقاومت..... ۴۲
- ۲-۳-۲ تولرانس یا درصد خطا..... ۴۴
- ۲-۳-۳ توان مجاز مقاومت..... ۴۷
- ۲-۳-۴ ضریب حرارتی..... ۴۸
- ۲-۳-۵ حداکثر ولتاژ قابل تحمل..... ۴۹
- ۲-۳-۶ مشخصات دیگر..... ۴۹
- ۲-۴ مقاومت ثابت..... ۵۰
- ۲-۴-۱ مقاومت مخلوط کربن..... ۵۰

- ۷۹ ..... ۳-۱-۲ رابطه ولتاژها در یک مدار سری
- ۸۱ ..... ۳-۱-۳ توان در مدار سری
- ۸۲ ..... ۳-۱-۴ سری بستن باطری‌ها
- ۸۳ ..... ۳-۱-۵ مقاومت سری افت‌دهنده ولتاژ
- ۸۴ ..... ۳-۱-۶ خرابی مدار سری
- ۸۵ ..... ۳-۲ مدار موازی
- ۸۶ ..... ۳-۲-۱ رابطه جریانها در مدارهای موازی
- ۹۱ ..... ۳-۲-۲ توان در مدار موازی
- ۹۱ ..... ۳-۲-۳ خرابی در مدار موازی
- ۹۳ ..... ۳-۳ مدارهای سری-موازی
- ۹۶ ..... ۳-۴ آمپر متر
- ۹۶ ..... ۳-۴-۱ خطای آمپر متر
- ۹۹ ..... ۳-۴-۲ گالوانومتر و مقاومت شنت
- ۱۰۲ ..... ۳-۵ ولتمتر
- ۱۰۴ ..... ۳-۵-۱ خطای بارگذاری ولتمتر
- ۱۰۶ ..... ۳-۶ زمین یا شاسی
- ۱۰۶ ..... ۳-۶-۱ انتخاب زمین کاملاً اختیاری است
- ۱۱۰ ..... ۳-۶-۲ پل وتستون
- ۱۱۰ ..... ۳-۷ منبع ولتاژ
- ۱۱۲ ..... ۳-۷-۱ مقاومت داخلی باطری
- ۱۱۳ ..... ۳-۷-۲ جریان اتصال کوتاه باطری
- ۱۱۴ ..... ۳-۷-۳ مشخصه I-V باطری
- ۵۱ ..... ۲-۴-۲ مقاومت لایه‌ای
- ۵۳ ..... ۲-۴-۳ مقاومت سیمی
- ۵۵ ..... ۲-۵ مقاومت قابل تغییر (پتانسیومتر)
- ۵۶ ..... ۲-۵-۱ ولوم
- ۵۹ ..... ۲-۵-۲ پتانسیومتر
- ۵۹ ..... ۲-۵-۳ کاربرد مقاومت متغیر
- ۶۰ ..... تغییر دهنده ولتاژ
- ۶۰ ..... تغییر دهنده جریان
- ۶۱ ..... ۲-۵-۴ خرابی مقاومت‌های قابل تغییر
- ۶۱ ..... ۲-۶ مقاومت‌های متغیر وابسته
- ۶۱ ..... ۲-۶-۱ مقاومت وابسته به ولتاژ
- ۶۲ ..... ۲-۶-۲ مقاومت وابسته به حرارت (ترمیستور)
- ۶۳ ..... ۲-۶-۳ مقاومت وابسته به نور
- ۶۴ ..... ۲-۷ سری و موازی بستن مقاومتها
- ۶۴ ..... ۲-۷-۱ مقاومت‌های سری
- ۶۴ ..... ۲-۷-۲ موازی بستن مقاومتها
- ۶۶ ..... ۲-۷-۳ توان مجاز در سری و موازی بستن مقاومتها
- ۶۷ ..... ۲-۸ اهم‌متر

## فصل سوم: مدارهای سری و موازی

- ۷۷ ..... ۳-۱ مدار سری
- ۷۸ ..... ۳-۱-۱ جهت ولتاژها در مدار سری

## فصل پنجم: خازن

- ۱-۵ مقدمه..... ۱۶۱
- ۲-۵ شارژ و دشارژ خازن..... ۱۶۲
- ۳-۵ ظرفیت خازن..... ۱۶۳
- ۴-۵ انرژی ذخیره شده در خازن..... ۱۶۵
- ۵-۵ ثابت زمانی..... ۱۶۶
- ۶-۵ انواع خازن..... ۱۶۹
- ۱-۶-۵ خازن متغیر (واریابل و تریمر)..... ۱۶۹
- ۲-۶-۵ خازن ثابت..... ۱۷۰
- ۷-۵ تشخیص مقدار ظرفیت خازن از روی رمز عددی..... ۱۷۶
- ۸-۵ مشخصات خازن..... ۱۷۷
- ۱-۸-۵ تolerانس خازن..... ۱۷۷
- ۲-۸-۵ ولتاژ مجاز خازن..... ۱۷۷
- ۳-۸-۵ ضریب حرارتی خازن..... ۱۷۸
- ۴-۸-۵ نشت خازن..... ۱۷۸
- ۵-۸-۵ تلفات خازن..... ۱۷۹
- ۶-۸-۵ ضریب خودالقاء خازن..... ۱۸۰
- ۹-۵ سری و موازی کردن خازن‌ها..... ۱۸۱
- ۱۰-۵ عیب‌یابی خازن..... ۱۸۵
- ۱۱-۵ خازن در مدارهای AC..... ۱۸۷
- ۱۲-۵ قوانین مربوط به XC..... ۱۹۰

۴-۷-۳ ظرفیت باطری..... ۱۱۵

۵-۷-۳ عمر انباری باطری..... ۱۱۶

۶-۷-۳ انواع باطری..... ۱۱۷

(۷-۷-۳) سری و موازی بستن باطری‌ها..... ۱۲۱

## فصل چهارم: جریان و ولتاژ متناوب

- ۱-۴ مقدمه..... ۱۳۳
- ۲-۴ تولید ولتاژ متناوب..... ۱۳۳
- ۳-۴ رابطه زاویه..... ۱۳۵
- ۴-۴ موج سینوسی..... ۱۳۵
- ۵-۴ جریان متناوب..... ۱۳۶
- ۶-۴ پریود یا دوره تناوب..... ۱۳۷
- ۷-۴ فرکانس..... ۱۳۸
- ۸-۴ اختلاف فاز..... ۱۴۰
- ۹-۴ دیاگرام برداری..... ۱۴۱
- ۱۰-۴ مشخصه‌های مقداری جریان و ولتاژ متناوب..... ۱۴۳
- ۱۱-۴ مقاومت در مدارهای AC..... ۱۴۵
- ۱۲-۴ دیگر انواع امواج متناوب..... ۱۴۶
- ۱۳-۴ امواج با مقدار متوسط غیر صفر..... ۱۴۸
- ۱۴-۴ هارمونیک‌های موج غیر سینوسی..... ۱۵۰
- ۱۵-۴ توان مصرفی مقاومت در جریان‌های متناوب..... ۱۵۱
- ۱۶-۴ برق شهر..... ۱۵۱



- ۱۲-۶ مدار RL موازی ..... ۲۲۹
- ۱۳-۶ اندوکتانس متغیر ..... ۲۳۱
- ۱۴-۶ اندوکتانس متقابل ..... ۲۳۳
- ۱۵-۶ سری و موازی بستن سیم‌پیچ‌ها ..... ۲۳۵
- ۱۶-۶ ترانسفورماتور ..... ۲۳۷

### فصل ششم: سیم‌پیچ

- ۱-۶-۱ روابط توان و جریان در ترانس ..... ۲۳۸
- ۱۷-۶ انواع ترانس ..... ۲۴۰
- ۱-۱۷-۶ ترانس قدرت ..... ۲۴۰
- ۲-۱۷-۶ ترانس کلیدی ..... ۲۴۱
- ۳-۱۷-۶ ترانس صوتی ..... ۲۴۲
- ۴-۱۷-۶ ترانس رادیوی ..... ۲۴۴
- ۱۸-۶ اتوترانس ..... ۲۴۶
- ۱۹-۶ تلفات ترانس ..... ۲۴۷
- ۱-۱۹-۶ تلفات گردابی ..... ۲۴۸
- ۲-۱۹-۶ تلفات هیستریزیس ..... ۲۴۹
- ۲۰-۶ مشخصات ترانس ..... ۲۴۹
- ۲۱-۶ خرابی‌های ترانس تغذیه ..... ۲۵۰
- ۲۲-۶ دیگر کاربردهای سیم‌پیچ ..... ۲۵۱
- ۱-۲۲-۶ رله ..... ۲۵۱
- ۲-۲۲-۶ بلندگو ..... ۲۵۴
- ۱۳-۵ ولتاژ دو سر خازن ۹۰ درجه عقب‌تر از جریان است ..... ۱۹۲
- ۱۴-۵ مدار RC سری ..... ۱۹۴
- ۱۵-۵ مدار RC موازی ..... ۱۹۷
- ۱۶-۵ مدار مشتق‌گیر ..... ۱۹۹
- ۱-۶ مقدمه ..... ۲۱۱
- ۲-۶ میدان مغناطیسی اطراف یک سیم‌پیچ ..... ۲۱۱
- ۳-۶ عمل موتوری ..... ۲۱۳
- ۴-۶ جریان القایی ..... ۲۱۳
- ۵-۶ خودالقایی سیم‌پیچ ..... ۲۱۵
- ۶-۶ ضریب خودالقاه (اندوکتانس) ..... ۲۱۷
- ۷-۶ جهت ولتاژ القایی ..... ۲۱۹
- ۸-۶ شارژ و دشارژ سیم‌پیچ ..... ۲۱۹
- ۱-۸-۶ شارژ سیم‌پیچ ..... ۲۲۰
- ۲-۸-۶ دشارژ سیم‌پیچ ..... ۲۲۲
- ۹-۶ کاربرد سیم‌پیچ در مدارهای AC ..... ۲۲۳
- ۱-۹-۶ مقدار XL ..... ۲۲۴
- ۲-۹-۶ قوانین مربوط به XL ..... ۲۲۶
- ۱۰-۶ ولتاژ دو سر سیم‌پیچ ۹۰ درجه جلوتر از جریان است ..... ۲۲۷
- ۱۱-۶ مدار RL سری ..... ۲۲۸

## فصل هفتم: مدارهای هماهنگ

|  |     |                                 |     |
|--|-----|---------------------------------|-----|
| ۸-۸ اسیلوسکوپ اشعه کاتدی.....              | ۳۲۰ | ۷-۱ مدار RLC سری.....           | ۲۶۴ |
| ۸-۹ مواد سیگنال یا سیگنال ژنراتور.....     | ۳۳۹ | ۷-۲ مدار RLC موازی.....         | ۲۶۸ |
| ۸-۱۰ dbm و db.....                         | ۳۴۴ | ۷-۳ شرط برقراری تشدید.....      | ۲۷۰ |
| ۸-۱۱ آزمایش ششم (اسیلوسکوپ).....           | ۳۴۹ | ۷-۴ ضریب کیفیت سیم پیچ (Q)..... | ۲۷۲ |
| ۸-۱۲ آزمایش هفتم (خازن).....               | ۳۵۱ | ۷-۵ مدار هماهنگ موازی.....      | ۲۷۲ |
| ۸-۱۳ آزمایش هشتم (ترانس، رله، بلندگو)..... | ۳۵۳ | ۷-۶ پهنای باند مدار هماهنگ..... | ۲۷۵ |
| ۸-۱۴ آزمایش نهم (فیلتر RC).....            | ۳۵۵ | ۷-۷ فیلترها.....                | ۲۷۷ |
| ۸-۱۵ آزمایش دهم (خازن در مدار AC).....     | ۳۵۷ | ۷-۷-۱ فیلتر پایین گذر.....      | ۲۷۹ |
| ۸-۱۶ آزمایش یازدهم (مدارهای هماهنگ).....   | ۳۵۸ | ۷-۷-۲ فیلتر بالاگذر.....        | ۲۸۲ |

### ضمائم

|   |     |
|---|-----|
| • ضمیمه ۱ لحیم کاری.....                                      | ۳۶۲ |
| • ضمیمه ۲ سؤالات تستی.....                                    | ۳۶۹ |
| • ضمیمه ۳ جواب مسائل منتخب.....                               | ۳۸۷ |
| • ضمیمه ۴ مقادیر استاندارد مقاومت (سری های E ۱۹۲ و E ۹۶)..... | ۳۹۳ |
| • ضمیمه ۵ استانداردهای نمایش مقدار خازن ها.....               | ۳۹۵ |
| • ضمیمه ۶ محاسبه سیم پیچ و ترانس.....                         | ۳۹۹ |
| • ضمیمه ۷ روابط مدارهای هماهنگ سری و موازی.....               | ۴۰۵ |

### منابع و مآخذ:

- BASIC ELECTRONICS (BERNARD GROB)
- DIRECT AND ALTERNATING CURRENT CIRCUITS (BERNARE GROB)
- BASIC ELECTRICITY (MILTON GUSSOW) (SCHAUM'S OUTLINE SERIES)

## فصل هشتم: دستور کار آزمایشگاه

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| ۸-۱ آزمایش اول (اهم متر).....       | ۲۹۵ |
| ۸-۲ ولت متر و آمپر متر.....         | ۲۹۹ |
| ۸-۳ منبع تغذیه.....                 | ۳۰۷ |
| ۸-۴ آزمایش دوم (قانون اهم).....     | ۳۱۰ |
| ۸-۵ آزمایش سوم (مدار سری).....      | ۳۱۲ |
| ۸-۶ آزمایش چهارم (مدار موازی).....  | ۳۱۴ |
| ۸-۷ آزمایش پنجم (خطای ولت متر)..... | ۳۱۶ |

# فصل اول

## الکتریسیته ساکن

- ۱-۱ الکتریسیته ساکن
- ۱-۲ ساختمان اتم در توجیه الکتریسیته ساکن
- ۱-۳ واحد بار الکتریکی
- ۱-۴ طبقه بندی اجسام
- ۱-۵ الکتریسیته جاری
- ۱-۶ واحد اختلاف پتانسیل
- ۱-۷ شدت جریان الکتریکی
- ۱-۸ مفهوم مقاومت الکتریکی
- ۱-۹ مفهوم ولتاژ
- ۱-۱۰ قانون اهم
- ۱-۱۱ تعریف مدار الکتریکی
- ۱-۱۲ جهت قراردادی جریان
- ۱-۱۳ جهت ولتاژ
- ۱-۱۴ ولتاژ و جریان کمیت‌های برداری می‌باشند.
- ۱-۱۵ مفهوم انرژی
- ۱-۱۶ مفهوم توان
- ۱-۱۷ سوختن جسم
- ۱-۱۸ پیشوندهای مورد استفاده