

به نام خدا

# اصول الکترونیک ۲

مؤلف:

مهندس سعید خرازی زاده



مؤسسه فرهنگی هنری  
دیباگران تهران

تهران - اردیبهشت ۱۳۷۸

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.

## اصول الکترونیک ۲

مؤلف: مهندس سعید خرازی زاده

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

صفحه آرایشی: مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد: مجتمع فنی تهران

چاپ: درج عقیق

نوبت چاپ: سیزدهم

تاریخ نشر: ۱۳۹۸

تیراژ: ۵۰ جلد

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۷۶۱-۸۲-۸

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

کد پستی: ۱۳۱۴۹۸۳۱۸۵

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

نشانی اینستاگرام: Dibagaran\_publishing

اپلیکیشن دیباگران را از سایت های اینترنتی ما دریافت و نصب نمایید تا همواره از

جدیدترین کتابهای ما مطلع شده و بسادگی از هر جای ایران تهیه نمایید.

سرشناسه : خرازی زاده، سعید، ۱۳۲۳-

عنوان و نام پدید آور: اصول الکترونیک / مؤلف: سعید خرازی زاده

مشخصات نشر: تهران- دیباگران تهران - ۱۳۹۷

مشخصات ظاهری: ۲ ج. مصور. نمودار

شابک : ۹۷۸-۶۷۶۱-۸۲-۸

وضعیت فهرست نویسی : فیپا

موضوع: متلب

موضوع: MATLAB

مندرجات: ج ۲. دیود و ترانزیستور

موضوع: الکترونیک

رده بندی کنگره: ۱۳۷۷ الف ۶ خ/ ۷۸۱۵ TK

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۱

شماره کتابشناسی ملی: ۱۵۵۷۶-۷۷ م

# بنام خداوند بخشنده مهربان

## مقدمه

با تشکر از خواننده گرامی، جلد دوم کتاب اصول الکترونیک تقدیم حضور می‌گردد. در این کتاب همان روال جلد اول دنبال شده و سعی بسیار به عمل آمده تا مطالب به زبان ساده و کاربردی بیان شود تا یک دید عملی در خواننده ایجاد شود. در تمام فصول کتاب موضوع عیب‌یابی هم مد نظر بوده است، چرا که بررسی عیب‌یابی، علاوه بر فایده مستقیم آن در فهم بهتر اساس کار مدار هم خیلی کمک می‌کند. در واقع در حین عیب‌یابی است که طرز کار مدار را می‌توان بطور کامل فرا گرفت.

یکی از نکات برجسته کتاب توجه به طرز خواندن برگه‌های داده قطعات است که این برای شما در کارهای عملی بسیار مفید و قابل استفاده خواهد بود.

در پایان هر فصل تعدادی سؤال خودآزمایی تستی فراهم شده که پاسخ به آنها باعث مرور کلی بر خلاصه مهم مطالب است. علاوه بر آن هر فصل دارای تعدادی مسئله است که تعمق و حل آنها کمک بزرگی در تفهیم مطالب خوانده شده خواهد نمود. جواب کلیه سؤالات خودآزمایی و پاسخ مسائل را نیز در پایان کتاب در ضمایم ۱ و ۲ خواهید یافت.

فصل آخر یعنی فصل سیزدهم اختصاص به دستور کار آزمایش‌ها دارد. چنانچه امکان تهیه وسایل مربوطه را داشته باشید، آنگاه انجام آزمایش‌ها هم به فهم هر چه بیشتر مطالب مورد مطالعه کمک زیادی می‌کند. این کتاب برای دانش‌آموزان هنرستانهای فنی حرفه‌ای و کاردانش، دانشجویان کاردانی و کارشناسی و همه آنهايي که می‌خواهند الکترونیک را بصورت کاربردی فراگیرند قابل استفاده خواهد بود.

در این جلد، دیود و مدارهای کاربردی آن و ترانزیستور دو حاملی یا اتصالی مورد بررسی قرار گرفته و مدارهای مختلف تقویت کننده معرفی می‌شوند و در جلد بعدی کتاب، ترانزیستور با اثر میدان، تایریستورها، مدارهای مجتمع و تقویت کننده‌های عملیاتی، نوسان‌سازها و منابع تغذیه معمولی و کلیدی را خواهید دید. بدینوسیله از آقای عباس شاهانی که در زمینه تهیه دستور کارهای آزمایش و همچنین سرکارخانم فریبا عبدی بخاطر زحماتی که در حروفچینی و صفحه‌آرایی کتاب متحمل شده‌اند، همچنین آقای صمد راداخلاقی (طراحی جلد) و آقای کریم براغ (ناظر چاپ) تشکر و قدردانی می‌نمایم. امید است که این مجموعه کتابها مورد استفاده شما گرامیان قرار گیرد.

با آرزوی توفیق خدمات بیشتر

رئیس هیئت مدیره مجتمع فنی تهران

سعید خرازی زاده

فروردین ۱۳۷۸

# به نام ایزد یکتا

## معرفی فعالیتها و خدمات مجتمع فنی تهران

منت خدای را عزوجل که توفیق ارائه 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 کم نظیر از آثار این مرکز، نه تنها موجب غرور ما نگردیده است؛ بلکه رسالت ما را در قبال جامعه سنگین تر، گام‌های ما را در راه نشر آثار غنی استوارتر و عزم ما را در جهت ارائه 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، محصولات 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 فن آوری اطلاعات است که منجر به سرعت عمل، صرفه جویی 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 فن آوری 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 حاصل آن، تألیف، ترجمه و تدوین کتابهایی است که با تیراژ بسیار و استقبال کم نظیر مواجه شده است. موفقیت این واحد، بدون همفکری و همیاری صاحب‌نظران فن و دست اندرکاران علم و دانش میسر نمی‌گردد؛ لذا با گشاده‌رویی، از پیشنهادهای و انتقادهای سازنده شما استقبال می‌نماییم و به دیده منت داریم که در این راه، یار و همگام ما باشید. شایان ذکر است این واحد کتابهای خود را با نام مجتمع فنی تهران، مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران یا مجتمع آموزشی و فنی تهران منتشر می‌نماید.

## 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 برگزاری کلاسهای حضوری (عمومی، نیمه خصوصی و خصوصی) در زمینه آموزشهای علمی و کاربردی، فنی و حرفه‌ای و نیز آزمونهای آمادگی کنکور ویژه دوره‌های کاردانی پیوسته و کاردانی به کارشناسی ناپیوسته و کارشناسی به کارشناسی ارشد را سرلوحه فعالیت‌های خود قرار داده است و کماکان خدمات آموزشی خود را در اختیار دانش پژوهان قرار می‌دهد.

## واحد خدمات نشر کامپیوتری

بر اساس سوابق درخشان این مرکز در طی سالهای گذشته در زمینه ارائه خدمات کامپیوتری و بخصوص 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 ارائه 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 ارائه هرگونه خدمات گرافیکی و انیمیشن اعلام می‌دارد.

## واحد سخت‌افزار

این واحد در واقع جزء تخصصی‌ترین واحدهایی است که مجتمع فنی تهران با ارائه 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 ارائه کامپیوترهای شخصی، تعمیرات مونیتور و سخت‌افزار کامپیوتر، ارائه سرویس مناسب به شرکتهای و مؤسسات دولتی و غیر دولتی و نیز برگزاری دوره‌های آموزش الکترونیک و تعمیرات سخت‌افزار کامپیوتر می‌باشد.

## واحد نرم‌افزار

محور اصلی فعالیتهای این واحد، تولید نرم‌افزارهای آموزشی به منظور ارتقای 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 ارائه 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

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 اختیار تان قرار دهیم.

# فهرست

## فصل سوم : تئوری دیود

- ۶۷ ..... ۳-۱ نماد مدارى
- ۶۸ ..... ۳-۲ دیود یکسوساز
- ۶۹ ..... ۳-۳ منطقه مستقیم
- ۷۲ ..... ۳-۴ ناحیه معکوس
- ۷۲ ..... ۳-۵ دیود ایده آل
- ۷۴ ..... ۳-۶ تقریب دوم
- ۷۵ ..... ۳-۷ تقریب سوم
- ۷۷ ..... ۳-۸ کدام مدل را باید انتخاب کرد؟
- ۷۹ ..... ۳-۹ استفاده از برگه داده دیود
- ۸۶ ..... سوالات خودآزمایی
- ۸۹ ..... مسائل

## فصل چهارم : مدارهای دیود

- ۹۵ ..... ۴-۱ ترانس ورودی
- ۹۸ ..... ۴-۲ یکسوساز نیم موج
- ۱۰۲ ..... ۴-۳ یکسوساز تمام موج
- ۱۰۶ ..... ۴-۴ یکسوساز پل
- ۱۰۹ ..... ۴-۵ فیلتر خازنى
- ۱۱۷ ..... ۴-۶ محاسبه مقادیر دیگر
- ۱۱۹ ..... ۴-۷ جریان ضربه‌ای
- ۱۲۰ ..... ۴-۸ عیب‌یابی

## فصل اول : قوانین تونن و نورتن

- ۱۳ ..... ۱-۱ منبع ولتاژ
- ۱۴ ..... ۱-۲ منبع جریان
- ۱۷ ..... ۱-۳ قانون تونن
- ۲۰ ..... ۱-۴ قانون نورتن
- ۲۲ ..... ۱-۵ عیب‌یابی
- ۲۷ ..... سوالات خودآزمایی
- ۳۰ ..... مسائل

## فصل دوم : نیمه‌هادیها

- ۳۷ ..... ۲-۱ هادیها
- ۳۹ ..... ۲-۲ نیمه هادیها
- ۴۰ ..... ۲-۳ کریستال سیلیسیم
- ۴۲ ..... ۲-۴ نیمه‌هادیهای ذاتی
- ۴۴ ..... ۲-۵ دو نوع جریان
- ۴۴ ..... ۲-۶ اعمال ناخالصی
- ۴۸ ..... ۲-۸ دیود بایاس نشده
- ۵۱ ..... ۲-۹ بایاس مستقیم
- ۵۲ ..... ۲-۱۰ بایاس معکوس
- ۵۵ ..... ۲-۱۱ شکست
- ۵۹ ..... سوالات خودآزمایی
- ۶۴ ..... مسائل

۱۹۴	سوالات خودآزمایی	۱۲۲	۴-۹ خواندن برگه داده
۱۹۷	مسائل	۱۲۲	۴-۱۰ فیوز
		۱۲۳	۴-۱۱ ترانس ایده آل
		۱۲۳	۴-۱۲ راهنمای طراحی
		۱۲۴	۴-۱۳ محاسبه جریان ضربه‌ای
		۱۲۶	۴-۱۴ فیلترهای RC و LC
		۱۲۸	۴-۱۵ منبع تغذیه متقارن
		۱۲۹	۴-۱۶ چند برابر کننده‌های ولتاژ
		۱۳۳	۴-۱۷ کلید ۲۲۰/۱۱۰
		۱۳۶	۴-۱۸ محدود کننده
		۱۳۹	۴-۱۹ مهار کننده DC
		۱۴۱	۴-۲۰ آشکار ساز نوک به نوک
		۱۴۲	۴-۲۱ برگشت dc
		۱۵۱	سوالات خودآزمایی
		۱۵۵	مسائل

## فصل ششم: ترانزیستورهای دو

### حاملی

۲۰۷	۶-۱ ترانزیستور بایاس نشده		
۲۰۸	۶-۲ ترانزیستور بایاس شده		
۲۱۰	۶-۳ جریانهای ترانزیستور		
۲۱۲	۶-۴ اتصال امیتر مشترک (CE)		
۲۱۳	۶-۵ منحنی بیس		
۲۱۴	۶-۶ منحنی‌های کلکتور		
۲۱۹	۶-۷ تقریب‌های ترانزیستور		
۲۲۵	۶-۸ خواندن برگه داده		
۲۳۰	۶-۹ عیب‌یابی		
۲۳۲	۶-۱۰ آلفای dc		
۲۳۳	۶-۱۱ قطع و شکست		
۲۳۴	۶-۱۲ اتصال بیس - مشترک (CB)		
۲۳۶	۶-۱۳ شماره‌گذاری ترانزیستور		
۲۴۲	سوالات خودآزمایی		
۲۴۶	مسائل		

## فصل هفتم: اصول ترانزیستور

۲۵۳	۷-۱ تغییرات بهره جریان	۱۶۱	۵-۱ دیود زنر
۲۵۵	۷-۲ خط بار	۱۶۶	۵-۲ تثبیت کننده زنر با مقاومت بار
۲۵۸	۷-۳ نقطه کار	۱۷۱	۵-۳ خواندن اطلاعات برگه داده
۲۶۰	۷-۴ اثبات ریاضی خط بار	۱۷۴	۵-۴ عیب‌یابی
۲۶۲	۷-۵ تشخیص اشباع	۱۷۵	۵-۵ قطعات اپتوالکترونیک
		۱۸۱	۵-۶ دیود شاتکی
		۱۸۴	۵-۷ دیود خازنی یا ورکتور
		۱۸۵	۵-۸ وریستور
		۱۸۷	۵-۹ انواع دیگر دیود
		۱۸۹	۵-۱۰ شماره‌گذاری دیود

## فصل پنجم: دیودهای خاص

۳۵۵	۹-۴ عملکرد سیگنال کوچک.....	۷-۶ ترانزیستور به عنوان کلید
۳۵۸	۹-۵ مقاومت ac دیود امیتر.....	(سویچ)..... ۲۶۷
۳۶۰	۹-۶ بتای ac.....	۷-۷ بایاس امیتر..... ۲۶۸
۳۶۳	۹-۷ تقویت کننده CE.....	۷-۸ درایورهای LED..... ۲۷۲
۳۶۵	۹-۸ مدل ac تقویت کننده امیتر مشترک.....	۷-۹ مقادیر مستقل و متغیرهای وابسته ۲۷۴
۳۶۹	۹-۹ کمیت‌های AC در برگه داده.....	۷-۱۰ عیب‌یابی..... ۲۷۶
۳۷۴	سوالات خودآزمایی.....	۷-۱۱ دو کاربرد مهم ترانزیستور..... ۲۷۹
۳۷۹	مسائل.....	۷-۱۲ دیگر قطعات اپتو-الکترونیک..... ۲۸۲

### فصل دهم: تقویت کننده‌های ولتاژ

۱۰-۱ نکات مهم یک تقویت کننده امیتر	مشترک..... ۳۸۷
۱۰-۲ بهره ولتاژ.....	۳۹۲
۱۰-۳ پیش‌بینی بهره ولتاژ.....	۳۹۸
۱۰-۴ تقویت کننده CE با فیدبک منفی.....	۴۰۰
۱۰-۵ طبقات پشت سر هم.....	۴۰۶
۱۰-۶ عیب‌یابی.....	۴۱۲
سوالات خودآزمایی.....	۴۱۸
مسائل.....	۴۲۲

### فصل یازدهم: تقویت کننده توان

۱۱-۱ خط بار ac.....	۴۲۸
۱۱-۲ محدودیت نوک‌به‌نوک سیگنال	خروجی..... ۴۳۱
۱۱-۳ تقویت کننده کلاس A.....	۴۳۳
۱۱-۴ توان مجاز ترانزیستور.....	۴۳۹
سوالات خودآزمایی.....	۴۴۷
.....	۴۸۱

سوالات خودآزمایی.....	۲۹۰
مسائل.....	۲۹۵

### فصل هشتم: بایاسینگ ترانزیستور

۸-۱ بایاس تقسیم ولتاژ.....	۳۰۵
۸-۲ محاسبه بایاس تقسیم ولتاژ.....	۳۰۷
۸-۳ خط بار و نقطه کار مدار بایاس تقسیم	ولتاژ..... ۳۱۳
۸-۴ بایاس امیتر با دو تغذیه.....	۳۱۴
۸-۵ ترانزیستور pnp.....	۳۱۷
۸-۶ انواع دیگر بایاس.....	۳۲۰
۸-۷ عیب‌یابی مدار بایاس تقسیم ولتاژ.....	۳۲۷
سوالات خودآزمایی.....	۳۳۲
مسائل.....	۳۳۶

### فصل نهم: مدل‌های AC

۹-۱ خازن کوپلاژ.....	۳۴۶
۹-۲ خازن بای‌پس.....	۳۴۹
۹-۳ قانون جمع اثرها.....	۳۵۱



## فصل دوازدهم: امیتر فالوور

آزمایش ششم دیود زنر و کاربرد	آن
.....	۵۲۱
آزمایش هفتم آشنایی با انواع ترانزیستور	و تشخیص پایه‌ها
.....	۵۲۵
آزمایش هشتم حالات مختلف	ترانزیستور (قطع، فعال، اشباع)
.....	۵۲۷
آزمایش نهم بایاس تقسیم ولتاژ و بدست	آوردن نقطه کار
.....	۵۲۸
آزمایش دهم بررسی ac مدار CE	.....
.....	۵۳۰
آزمایش یازدهم بررسی مدار CC	(امیتر فالوور)
.....	۵۳۲
آزمایش دوازدهم تقویت کننده چند	طبقه
.....	۵۳۴
آزمایش سیزدهم مفهوم اضافه بار و	کاربرد CC
.....	۵۳۷
آزمایش چهاردهم و پانزدهم بررسی dc	و ac مدار پوشپول
.....	۵۴۰

۱۲-۱ تقویت کننده CC	.....
.....	۴۵۵
۱۲-۲ مدل ac تقویت کننده CC	.....
.....	۴۵۷
۱۲-۳ بهره و لتاژ	.....
.....	۴۶۱
۱۲-۴ طبقات پشت سر هم CE و CC	.....
.....	۴۶۵
۱۲-۵ ترانزیستور دارلینگتون	.....
.....	۴۶۸
۱۲-۶ کلاس B	.....
.....	۴۶۹
۱۲-۷ روابط پوشپول کلاس B	.....
.....	۴۷۳
۱۲-۸ بایاسینگ تقویت کننده‌های	کلاس B
.....	۴۷۷
۱۲-۹ رایور کلاس B	.....
.....	۴۸۰
۱۲-۱۰ امیدانس خروجی	.....
.....	۴۸۵
۱۲-۱۱ امیتر فالوور به عنوان رگولاتور	.....
.....	۴۸۷
سوالات خودآزمایی	.....
.....	۴۹۳
مسائل	.....
.....	۴۹۷

## فصل سیزدهم: دستور کار آزمایشگاه

آزمایش اول طرز کار دیود در بایاس	مستقیم و معکوس
.....	۵۰۵
آزمایش دوم کاربرد دیود به عنوان	یکسوساز
.....	۵۰۷
آزمایش سوم کاربرد دیود به عنوان چند	برابر کننده ولتاژ
.....	۵۱۰
آزمایش چهارم کاربرد دیود به عنوان	برش دهنده
.....	۵۱۳
آزمایش پنجم کاربرد دیود به عنوان مهار	کننده dc
.....	۵۱۸

### منابع و مأخذ:

- Electronic Principles , Fifth edition  
Albert Paul Malvino
- Electronic Devices , Second edition  
Thomas L.Floyd