

به نام خدا

اصول الکترونیک ۲

مؤلف:

مهندس سعید خرازی زاده



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباگران تهران

تهران - اردیبهشت ۱۳۷۸

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 فراگرفت.

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 آنهایی 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 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 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 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 متری 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 حاصل 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 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 و کارشناسی پیوسته و کارشناسی به کارشناسی ارشد را سرلوحه فعالیت‌های خود قرار داده است و کماکان خدمات آموزشی خود را در اختیار دانش‌پژوهان 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 مداری.....
۶۸	۳-۲ دیود یکسوساز.....
۶۹	۳-۳ منطقهٔ مستقیم.....
۷۲	۳-۴ ناحیهٔ معکوس.....
۷۲	۳-۵ دیود ایده‌آل.....
۷۴	۳-۶ تقریب دوم.....
۷۵	۳-۷ تقریب سوم.....
۷۷	۳-۸ کدام مدل را باید انتخاب کرد؟.....
۷۹	۳-۹ استفاده از برگهٔ داده دیود.....
۸۶	سوالات خودآزمایی.....
۸۹	مسائل.....

فصل چهارم : مدارهای دیود

۹۵	۴-۱ ترانس ورودی.....
۹۸	۴-۲ یکسوساز نیم‌موج.....
۱۰۲	۴-۳ یکسوساز تمام‌موج.....
۱۰۶	۴-۴ یکسوساز پل.....
۱۰۹	۴-۵ فیلتر خازنی.....
۱۱۷	۴-۶ محاسبهٔ 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.....

سوالات خودآزمایی	۱۹۴	۴-۹ خواندن برگه داده	۱۲۲
مسائل	۱۹۷	۴-۱۰ فیوز	۱۲۲
		۴-۱۱ ترانس ایده آل	۱۲۳
فصل ششم : ترانزیستورهای دو		۴-۱۲ راهنمای طراحی	۱۲۳
حاملی		۴-۱۳ محاسبه جریان ضربه ای	۱۲۴
۶-۱ ترانزیستور بایاس نشده	۲۰۷	۴-۱۴ فیلترهای RC و LC	۱۲۶
۶-۲ ترانزیستور بایاس شده	۲۰۸	۴-۱۵ منبع تغذیه متقارن	۱۲۸
۶-۳ جریانهای ترانزیستور	۲۱۰	۴-۱۶ چند برابر کننده های ولتاژ	۱۲۹
۶-۴ اتصال امیتر مشترک (CE)	۲۱۲	۴-۱۷ کلید ۲۲۰/۱۱۰	۱۳۳
۶-۵ منحنی بیس	۲۱۳	۴-۱۸ محدود کننده	۱۳۶
۶-۶ منحنی های کلکتور	۲۱۴	۴-۱۹ مهار کننده DC	۱۳۹
۶-۷ تقریب های ترانزیستور	۲۱۹	۴-۲۰ آشکار ساز نوک به نوک	۱۴۱
۶-۸ خواندن برگه داده	۲۲۵	۴-۲۱ برگشت dc	۱۴۲
۶-۹ عیب یابی	۲۳۰	سوالات خودآزمایی	۱۵۱
۶-۱۰ آلفای dc	۲۳۲	مسائل	۱۵۵
۶-۱۱ قطع و شکست	۲۳۳		
۶-۱۲ اتصال بیس - مشترک (CB)	۲۳۴		
۶-۱۳ شماره گذاری ترانزیستور	۲۳۶		
سوالات خودآزمایی	۲۴۲		
مسائل	۲۴۶		

فصل پنجم : دیودهای خاص

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

۳۵۵	۹-۴ عملکرد سیگنال کوچک.....
۳۵۸	۹-۵ مقاومت ac دیود امیتر.....
۳۶۰	۹-۶ بتای ac.....
۳۶۳	۹-۷ تقویت کننده CE.....
۳۶۵	۹-۸ مدل ac تقویت کننده امیتر مشترک.....
۳۶۹	۹-۹ کمیت‌های AC در برگه داده.....
۳۷۴	سوالات خودآزمایی.....
۳۷۹	مسائل.....

فصل دهم: تقویت کننده‌های ولتاژ

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

فصل یازدهم: تقویت کننده توان

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

۲۶۷	۷-۶ ترانزیستور به عنوان کلید (سوئیچ).....
۲۶۸	۷-۷ بایاس امیتر.....
۲۷۲	۷-۸ درایورهای LED.....
۲۷۴	۷-۹ مقادیر مستقل و متغیرهای وابسته.....
۲۷۶	۷-۱۰ عیب‌یابی.....
۲۷۹	۷-۱۱ دو کاربرد مهم ترانزیستور.....
۲۸۲	۷-۱۲ دیگر قطعات اپتو-الکترونیک.....
۲۹۰	سوالات خودآزمایی.....
۲۹۵	مسائل.....

فصل هشتم: بایاسینگ ترانزیستور

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

فصل نهم: مدل‌های AC

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

فصل دوازدهم: امیتر فالوور

آزمایش ششم دیود زener 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 ولتاژ	.....
.....	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 درایور کلاس B	.....
.....	۴۸۰
۱۲-۱۰ امپدانس 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 مآخذ:

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