

الکترونیک به زبان ساده

۱۲۹۹.۰۲۰

تالیف :

مهندس علی پیراسته

(دانشجوی دکترا مهندسی برق الکترونیک)

دکتر محمد مهدی کرخانه‌چی

مهندس حمزه درویشی



**NAGHOOS
PUBLICATION**

سرشناسه : پیراسته، علی، ۱۳۶۶-
عنوان و نام پدیدآور : الکترونیک به زبان ساده / تألیف علی پیراسته، محمدمهدی کارخانهچی، حمزه درویشی.
مشخصات نشر : تهران: انتشارات ناقوس، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری : ۲۶۴ ص: مصور، جدول.
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۸۲۲-۴ : بها : ۱۷۰,۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی : فبیای مختصر
موضوع : الکترونیک-به زبان ساده
شناسیه افزوده : کارخانهچی، محمدمهدی، ۱۳۳۲-
شناسیه افزوده : درویشی، حمزه، ۱۳۶۴-
رده‌بندی کلاسه : TK۷۸۱۹/الف ۱۳۹۴ :
رده‌بندی دیوید : ۶۲۱/۳۸۱ :
شماره کتابشناسی ملی : ۴۰۹۷۷۵۸



**NAGHOOS
PUBLICATION**

برای خرید Online به آدرس زیر مراجعه کنید:

www.naghoospress.ir

انتشارات ناقوس

چاپ اول

نام کتاب : الکترونیک به زبان ساده
ناشر : انتشارات ناقوس
تألیف : علی پیراسته، محمدمهدی کارخانهچی، حمزه درویشی
چاپ اول : ۱۳۹۴

S.M.S : ۳۰۰۰۴۵۲۳۱

کلیه حقوق این کتاب به سرمایه‌گذار محفوظ است. حقیر تمامی حقوق معنوی از این اثر به صورت رسمی به چاپ مجدد، چاپ افست، پلی‌کپی، فتوکپی و انواع دیگر چاپ ممنوع است و پیگرد قانونی دارد.

تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
چاپ و صحافی : فرشپوه - سه گل
ناظر چاپ : یاسمن تجملی محدث
سرپرست صفحه‌آرا : صدف پورعبدی
قیمت : ۱۷۰,۰۰۰ ریال
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۸۲۲-۴

ISBN 978-964-377-822-4

مركز پخش: انتشارات ناقوس

۱- خیابان انقلاب- خیابان ۱۲ فروردین- بین وحیدنظری و روانمهر- بن‌بست حقیقت- پلاک ۴

تلفن و فاکس : ۶۶۴۷۸۹۵۸ - ۶۶۴۷۸۹۵۷

۲- کتابفروشی الیاس: خیابان انقلاب، نبش ۱۲ فروردین تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴

۳- کتابفروشی گلریزان: ضلع جنوب‌شرقی میدان انقلاب، پلاک ۱۱ تلفن: ۶۶۹۷۶۲۳۰

مقدمه:

با توجه به این که درس الکترونیک یکی از مهمترین دروس اصلی رشته‌ی مهندسی برق می‌باشد، لذا یادگیری این درس می‌تواند نقش بسزایی در یادگیری دروس بعدی باشد. در این کتاب از ابتدایی ترین مسایل مربوط به مدار و فیزیک که در درس الکترونیک به آن‌ها نیاز داریم بطور کامل بیان شده است تا دانشجویانی که در این زمینه مشکل دارند دیگر لازم نباشد به کتاب‌های دیگر رجوع کنند. در این کتاب سعی شده است اولاً مطالب ارایه شده کاملاً مطابق با سرفصل‌های تایید شده از سوی وزارت علوم باشد و ثانیاً تمامی مفاهیم موجود در این قسمت‌ها به زبانی بسیار ساده برای دانشجویان محترم شرح داده شده و سپس برای این که دانشجو مطالب گفته شده را کاملاً درک نماید، مثالی در آن زمینه حل شده. در پایان هر فصل نیز چندین مثال به صورت کاملاً تشریحی حل شده است. این کتاب با توجه به خصوصیات ذکر شده می‌تواند برای دانشجویان رشته مهندسی برق و کامپیوتر بسیار مفید واقع شود.

در پایان جا دارد از تمامی عزیزانی که ما را در پدید آوردن این اثر یاری نمودند به خصوص خانم مهندس اکرم حیرانی، خانم مهندس فرزانه علی‌اکبری و آقای مهندس سجاد خانی علی‌اکبری کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشیم. یقیناً علی‌رغم تمام تلاشی‌هایی که برای تهیه‌ی هر چه بهتر این کتاب صورت گرفته است ولی می‌توان گفت هر اثری توأم با خطای انسانی است لذا از تمامی همکاران و دانشجویان محترم نیز خواهشمندیم ما را از نظرات و پیشنهادات ارزشمندشان بی‌سازید.

با تشکر

علی پیراسته و همکاران

فهرست مطالب

۱-۱ تاریخچه‌ی الکتریسیته	۱۵
۲-۱ انواع الکتریسیته	۱۵
۱-۲-۱ الکتریسیته‌ی ساکن	۱۵
۱-۲-۱-۱ انواع و شرایطی تولید الکتریسیته‌ی ساکن	۱۵
۳-۱ ساختمان اتم و توجیه الکتریسیته‌ی ساکن	۱۶
۴-۱ اثر بارهای الکترواستاتیک بر هادیگر	۱۶
۵-۱ طبقه بندی اجسام از نظر هدایت الکتریکی	۱۷
۱-۵-۱ رسانا (هادی)	۱۷
۲-۵-۱ نارسانا (عایق)	۱۷
۳-۵-۱ نیمه رسانا (نیمه هادی)	۱۷
۶-۱ واحد بار الکتریکی	۱۷
۷-۱ قانون کولن	۱۸
۸-۱ اختلاف پتانسیل	۱۹
۹-۱ واحد اختلاف پتانسیل	۱۹
۱۰-۱ شدت جریان الکتریکی	۲۰
۱۱-۱ جریان مستقیم یا DC	۲۰
۱۲-۱ جریان متناوب یا ac	۲۱

۲۱	۱-۱۲-۱ دوره تناوب
۲۱	۲-۱۲-۱ فرکانس
۲۲	۳-۱۲-۱ رابطه‌ی بین فرکانس و دوره تناوب
۲۲	۴-۱۲-۱ دامنه
۲۳	۱۳-۱ تبدیل واحدها به یکدیگر
۲۵	نمونه مسایل حل شده فصل اول
۲۷	۱-۲ مفهوم متغیر الکتریکی
۲۹	۲-۲ مفهوم ولتاژ
۲۹	۳-۲ خازن
۳۰	۱-۳-۲ ظرفیت خازن
۳۰	۴-۲ اجزای مدار الکتریکی
۳۱	۵-۲ منابع و مدار جریان مستقیم یا DC
۳۱	۶-۲ منابع و مدار جریان متناوب یا AC
۳۲	نمونه مسایل حل شده فصل دوم
۳۳	۱-۳ قانون اهم
۳۳	۱-۱-۳ نمودار π برای قانون اهم
۳۴	۲-۳ جهت جریان الکتریکی
۳۶	۳-۳ مقاومت متغیر
۳۷	۴-۳ توان الکتریکی
۳۷	۱-۴-۳ فرمول‌های دیگر توان
۳۷	۲-۴-۳ اثبات فرمول‌های توان
۳۹	۵-۳ اندازه‌گیری انرژی الکتریکی
۳۹	۶-۳ نحوه‌ی محاسبه‌ی بهای انرژی الکتریکی مصرفی

۴۰	۷-۳ مقاومت‌های سری
۴۰	۱-۷-۳ مقاومت معادل در مقاومت‌های سری
۴۲	۸-۳ مقاومت‌های موازی
۴۲	۱-۸-۳ مقاومت معادل در مقاومت‌های موازی
۴۴	۹-۳ مقاومت‌های ترکیبی
۴۸	۱۰-۳ مدار سری
۴۹	۱-۱۰-۳ جهت ولتاژ در مدار سری
۵۰	۱۱-۳ قانون KVL
۵۱	۱۲-۳ قاعده‌ی تقسیم ولتاژ
۵۳	۱۳-۳ توان در مدار سری
۵۳	۱۴-۳ مدار موازی
۵۳	۱۵-۳ قانون KCL
۵۴	۱۶-۳ قانون تقسیم جریان
۵۵	۱۷-۳ توان در مدار موازی
۵۸	نمونه مسایل حل شده فصل سوم
۶۵	۱-۴ لایه‌ی والانس
۶۵	۲-۴ انواع اجسام از نظر قابلیت هدایت الکتریکی
۶۵	۱-۲-۴ هادی‌ها
۶۶	۲-۲-۴ عایق‌ها
۶۶	۳-۲-۴ نیمه هادی‌ها
۶۶	۳-۴ نیمه هادی خالص
۶۹	۴-۴ حرکت الکترون‌ها و حفره‌ها در داخل کریستال نیمه هادی
۶۹	۵-۴ ناخالصی در کریستال نیمه هادی

- ۶-۴ نیمه هادی نوع N ۷۰
- ۷-۴ نیمه هادی نوع P ۷۱
- ۸-۴ دلایل استفاده از نیمه هادی سیلیسیوم در مقایسه با ژرمانیوم ۷۳
- ۹-۴ اتصال PN ۷۳
- ۱۰-۴ اتصال P-N به ولتاژ خارجی ۷۴
- ۱-۱۰-۴ بایاس مستقیم ۷۵
- ۲-۱۰-۴ بایاس معکوس ۷۶
- نمونه مسأله حل شده فصل چهارم ۷۸
- ۱-۵ مقدمه ۸۱
- ۲-۵ شماتیک مداری دیود ۸۱
- ۳-۵ منحنی مشخصه‌ی ولتاژ-جریان دیود ۸۲
- ۴-۵ رابطه‌ی جریان دیود ۸۳
- ۱-۴-۵ جریان دیود در بایاس مستقیم ۸۳
- ۲-۴-۵ جریان دیود در بایاس معکوس ۸۴
- ۵-۵ ولتاژ شکست معکوس دیود ۸۴
- ۶-۵ شکست بهمنی ۸۵
- ۷-۵ شکست زنر ۸۵
- ۸-۵ مقاومت دیود ۸۵
- ۱-۸-۵ مقاومت استاتیکی دیود ۸۶
- ۲-۸-۵ مقاومت دینامیکی دیود ۸۷
- ۹-۵ انواع دیود ۸۹
- ۱-۹-۵ دیود زنر ۸۹
- ۲-۹-۵ دیود جریان ثابت ۸۹

- ۹۰ ۳-۹-۵ دیود نورانی یا LED
- ۹۱ ۴-۹-۵ فتو دیود
- ۹۲ ۵-۹-۵ دیود خازنی
- ۹۲ ۶-۹-۵ دیود شاتکی
- ۹۳ ۱۰-۵ مدل سازی دیود
- ۹۳ ۱-۱۰-۵ مدل ایده آل
- ۹۳ ۲-۱۰-۵ مدل تقریبی
- ۹۴ ۳-۱۰-۵ مدل دقیقه
- ۹۵ ۱۱-۵ روش حل مسائل دیود
- ۹۶ ۱۲-۵ نکات مهم در مورد اتصال دیودها
- ۹۹ ۱۳-۵ مدارات شامل منابع ac و DC
- ۱۰۱ نمونه مسایل حل شده فصل پنجم
- ۱۱۱ ۱-۶ یکسوکنندگی
- ۱۱۲ ۱-۱-۶ یکسوکننده نیم موج مثبت
- ۱۱۴ ۲-۱-۶ یکسوکننده نیم موج منفی
- ۱۱۵ ۳-۱-۶ مقدار متوسط ولتاژ خروجی در یکسوکننده نیم موج
- ۱۱۶ ۴-۱-۶ حداکثر ولتاژ معکوس دو سر دیود در یکسوکننده نیم موج
- ۱۱۶ ۵-۱-۶ یکسوکننده تمام موج با ترانس سر وسط
- ۱۲۰ ۶-۱-۶ مقدار موثر ولتاژ در یکسوکننده تمام موج با ترانس سر وسط
- ۱۲۰ ۷-۱-۶ حداکثر ولتاژ معکوس در یکسوکننده تمام موج با ترانس سر وسط
- ۱۲۰ ۸-۱-۶ یکسوکننده تمام موج پل
- ۱۲۲ ۹-۱-۶ مقدار متوسط ولتاژ در یکسوکننده پل

- ۱۰-۱-۶ حداکثر ولتاژ معکوس در یکسوکننده تمام موج پل ۱۲۲
- ۱۱-۱-۶ تفاوت‌های یکسوساز تمام موج پل و ترانس سر وسط ۱۲۳
- ۲-۶ صافی‌ها ۱۲۳
- ۱-۲-۶ صافی خازنی ۱۲۴
- ۳-۶ برش دهنده‌ها ۱۲۴
- ۱-۳-۶ برش دهنده‌ی مثبت ۱۲۵
- ۲-۳-۶ مد، برش دهنده منفی ۱۲۷
- ۱-۳-۶ برش دهنده‌ی دو طرفه ۱۳۰
- ۴-۶ چند برابر کننده ولتاژ ۱۳۹
- ۱-۴-۶ دو برابر کننده ولتاژ ۱۳۹
- ۱-۱-۴-۶ دو برابر کننده ولتاژ نیم موج ۱۳۹
- ۲-۱-۴-۶ دو برابر کننده ولتاژ تمام موج ۱۴۱
- ۵-۶ سه و چهار برابر کننده ولتاژ ۱۴۳
- ۶-۶ مدارهای جابجا کننده ۱۴۴
- ۱-۶-۶ جابجا کننده مثبت ۱۴۴
- ۲-۶-۶ جابجا کننده منفی ۱۴۶
- نمونه مسایل حل شده فصل ششم ۱۵۰
- ۱-۷ ساختمان ترانزیستور ۱۶۱
- ۲-۷ ترانزیستور NPN و PNP و پایه‌های آن‌ها ۱۶۱
- ۳-۷ پایه‌های ترانزیستور ۱۶۲
- ۱-۳-۷ ویژگی لایه‌ی امیتر ۱۶۲
- ۲-۳-۷ ویژگی لایه‌ی بیس ۱۶۲
- ۳-۳-۷ ویژگی لایه‌ی کلکتور ۱۶۲

۱۶۳	۴-۷ شکل مداری و معادل دیودی ترانزیستور
۱۶۳	۴-۷-۱ ترانزیستور NPN
۱۶۴	۴-۷-۲ ترانزیستور PNP
۱۶۴	۵-۷ نواحی کار ترانزیستور
۱۶۴	۵-۷-۱ ناحیه‌ی فعال
۱۶۵	۵-۷-۲ ناحیه‌ی اشباع
۱۶۵	۵-۷-۳ ناحیه‌ی قطع
۱۶۶	۵-۷-۴ ناحیه‌ی فال معکوس
۱۶۶	۶-۷ جهت جریان‌ها و روابط حاکم بر ترانزیستورها
۱۶۸	۷-۷ نام گذاری ولتاژها، ترانزیستور
۱۶۹	۷-۸ آرایش‌های ترانزیستور
۱۶۹	۷-۸-۱ آمیتر مشترک
۱۷۰	۷-۸-۱-۱ منحنی مشخصه‌ی خروجی آمیتر مشترک
۱۷۰	۷-۸-۱-۱-۱ اثر آرلی
۱۷۱	۷-۸-۱-۲ عملکرد ترانزیستور آمیتر مشترک در نواحی کاری
۱۷۳	۷-۸-۲ بیس مشترک
۱۷۴	۷-۸-۲-۱ منحنی مشخصه‌ی خروجی بیس مشترک
۱۷۴	۷-۸-۲-۲ نواحی کاری بیس مشترک
۱۷۵	۷-۸-۳ کلکتور مشترک
۱۷۶	۷-۹ نقطه‌ی کار
۱۷۶	۷-۹-۱ انتخاب نقطه‌ی کار
۱۷۷	۷-۹-۲ خط بار
۱۷۷	۷-۹-۳ رسم خط بار

۱۷۹	۴-۹-۷ انتخاب نقطه‌ی کار
۱۸۱	۱۰-۷ تغذیه‌ی ترانزیستور
۱۸۱	۱-۱۰-۷ بایاس توسط دو منبع مستقل تغذیه
۱۸۲	۲-۱۰-۷ بایاس با یک منبع تغذیه
۱۸۳	۳-۱۰-۷ بایاس توسط فیدبک در امیتر
۱۸۴	۴-۱۰-۷ بایاس توسط فیدبک در کلکتور
۱۸۵	۵-۱۰-۷ بایاس با مدار تقسیم کننده ولتاژ
۱۸۷	۱۰-۷-۱-۵ دم وابستگی جریان کلکتور به β در بایاس با مدار تقسیم کننده ولتاژ
۱۹۰	۱۱-۷ خط بار ac
۱۹۲	۱۲-۷ بایاس مدار امیتر مشترک
۱۹۷	۱۳-۷ بایاس مدار کلکتور مشترک
۲۰۲	۱۴-۷ بایاس مدار بیس مشترک
۲۰۶	۱۵-۷ پایداری نقطه‌ی کار
۲۰۶	۱۶-۷ محاسبه‌ی ضرایب حساسیت
۲۰۹	نمونه مسایل حل شده فصل هفتم
۲۱۵	۱-۸ مدل هیبرید h
۲۱۶	۲-۸ محاسبه‌ی پارامترهای مدل هیبرید h
۲۱۶	۱-۲-۸ استفاده از منحنی مشخصه‌ی ورودی و خروجی ترانزیستور
۲۱۹	۲-۲-۸ بستن تقویت کننده در آزمایشگاه
۲۱۹	۳-۲-۸ استفاده از کاتالوگ ترانزیستور
۲۲۰	۳-۸ مدل هیبرید h ترانزیستور در فرکانس های پایین
۲۲۰	۴-۸ نحوه‌ی تحلیل ac ترانزیستور
۲۲۱	۵-۸ تقویت کننده‌ی امیتر مشترک

۲۲۶	۸-۵-۱ تقویت کننده امپتر مشترک بدون خازن بای پس
۲۲۲	۸-۶ تقویت کننده ی کلکتور مشترک
۲۲۷	۸-۷ تقویت کننده بیس مشترک
۲۴۲	۸-۷-۱ تقویت کننده بیس مشترک بدون خازن بای پس
۲۴۷	۸-۸ مقایسه تقویت کننده ها
۲۴۷	۸-۹ روش هایی برای تحلیل سیگنال کوچک تقویت کننده ها
۲۴۷	۸-۹-۱ مقاومت امپتر از دید بیس
۲۴۹	۸-۹-۲ مقاومت بیس از دید امپتر
۲۵۰	۸-۱۰ قضیه ی میلر
۲۵۲	۸-۱۱ زوج دارلینگتون
۲۵۳	۸-۱۲ تقویت کننده های چندطبقه
۲۵۸	نمونه مسایل حل شده فصل هشتم
۲۶۳	مراجع