

الکترونیک II به بیان ساده

مولفان :

مهندس عالی پیراسته (دانشجوی دکترای تخصصی برق - الکترونیک)

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی

دکتر سعید روشنی (استادیار گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه)

مهندس محمد سجاد احمدی (دانشجوی دکترای تخصصی برق - الکترونیک)

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی



**NAGHOOS
PUBLICATION**

سرشناسه	پیراسته، علی، ۱۳۶۶ -
عنوان و نام پدیدآور	الکترونیک II به بیان ساده/مولفان: علی پیراسته، سعید روشنی، محمدسجاد احمدی
مشخصات نشر	تهران: ناقوس، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۲۴۴ ص: مصور، جدول
شابک	978-964-377-985-6
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه: ص: ۲۴۳.
موضوع	الکترونیک -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	Electronics -- Study and teaching (Higher)
موضوع	الکترونیک -- مسائل، تمرینها و غیره (عالی)
موضوع	Problems, exercises, etc (Higher -- Electronics)
شناسه رده	روشنی، سعید، ۱۳۶۴ -
شناسه رده	احمدی، محمدسجاد، ۱۳۶۸ -
رده بندی کتبه	TK۷۸۱۹/۹۱۷ ۱۳۹۶
رده بندی دیویی	۶۲۱/۳۸۱
شماره کتابخانه	۴۶۶۳۰۵۰



برای خرید Online به آدرس زیر مراجعه کنید:

www.naghoospress.ir

انتشارات ناقوس

چاپ اول

S.M.S : ۳۰۰۰۴۵۲۳۲۳

« در نوبت چاپ اول از دستگاه چاپ دیجیتال استفاده شده است »

این حق برای ناشر محفوظ است.
تکثیر، نشر یا قسمتی از این اثر به صورت حرفه‌ای یا چاپ مجدد، چاپ افست، پلی‌کپی، فتوکپی و انواع دیگر چاپ ممنوع است و پیگرد قانونی دارد.

نام کتاب	: الکترونیک II به بیان ساده
ناشر	: انتشارات ناقوس
مؤلف	: علی پیراسته - سعید روشنی محمدسجاد احمدی
چاپ اول	: ۱۳۹۶
تیراژ	: ۱۰۰۰ جلد
چاپ و صحافی	: نارنجستان
ناظر چاپ	: یاسمن تجملی محدث
قیمت	: ۱۵۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۹۸۵-۶
ISBN	: 978-964-377-985-6

مرکز پخش: انتشارات ناقوس

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

تلفن و فاکس: ۶۶۴۷۸۹۵۸-۶۶۴۷۸۹۵۷

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

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

مقدمه:

درس الکترونیک II یکی از مهمترین دروس اصلی رشته‌ی مهندسی برق می‌باشد، لذا با توجه به تجربه مولفین سعی شده است که در این کتاب تمامی مباحث لازم این درس به طور کامل و با ساده‌ترین روش‌های ممکن توضیح داده شود. بیان مثال‌های حل شده متنوع به خواننده کمک می‌کند که، مطالب را به راحتی درک نماید. همچنین برای سهولت در درک موضوع، در پایان هر فصل نیز مجموعه مثال‌های حل شده، گنجانده شده است که گسترش فهم خواننده از موضوع و تکمیل شدن درک مطلب را به صورت کاملاً مناسبی فراهم می‌آورد. کتاب بیش از آنکه شامل نه فصل باشد که تمامی سرفصل‌های مشخص شده توسط شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری را پوشش می‌دهد و می‌تواند به عنوان یک کتاب مرجع برای درس الکترونیک II راه‌گشای دانشجویان علاقمندان باشد.

فصل اول کتاب به معرفی انرژی‌های اثر میدان پرداخته است.

فصل دوم به بررسی تقویت‌کننده‌های یک طبقه با ترانزیستورهای اثر میدان پرداخته و ابزارهای تحلیلی کارآمدی را برای آنالیز مدارهای پیچیده مطرح می‌کند.

فصل سوم به معرفی منابع جریان می‌پردازد.

فصل چهارم به بررسی تقویت‌کننده‌های چند طبقه پرداخته است.

فصل پنجم تقویت‌کننده‌های تفاضلی را به صورت مبسوط مطرح می‌کند و روشی بسیار ساده برای تحلیل این نوع تقویت‌کننده‌ها بیان می‌کند.

فصل ششم فیدبک منفی را شرح می‌دهد و با تحلیل خواص مفید فیدبک منفی، انگیزه‌ی کافی را در خواننده برای تحلیل و طراحی مدارات مختلف ایجاد می‌کند.

فصل هفتم تقویت‌کننده‌های توان کلاسیک (حالت منبع جریان) را به صورت کامل مورد بررسی قرار می‌دهد.

فصل هشتم به معرفی تقویت‌کننده‌های عملیاتی و کاربردهای مهم آن‌ها پرداخته است.

فصل نهم تنظیم‌کننده‌های ولتاژ را مورد بررسی قرار می‌دهد.

در پایان از تمامی عزیزانی که ما را در پدید آوردن این اثر یاری نمودند به خصوص جناب آقای مهندس فرشاد نادری و خانم مهندس گلشن محمدپور کمال تشکر و سپاسگزاری را داریم. یقیناً علی‌رغم تمام تلاش‌هایی که برای تهیه‌ی هر چه بهتر این کتاب صورت گرفته است، این اثر خالی از اشکال نمی‌باشد، لذا از تمامی همکاران و دانشجویان محترم نیز خواهشمندیم ما را از نظرات و پیشنهادات ارزشمندتان بهره‌مند سازید.

فهرست مطالب

فصل اول : ترانزیستورهای اثر میدان

۱۵	۱-۱ مقدمه
۱۵	۳-۱ تفاوت‌های ترانزیستور اثر میدان با ترانزیستورهای پیوند دو قطبی
۱۶	۳-۱ انواع فته‌ها
۱۶	۱-۳-۱ ماسفت
۱۷	۱-۱-۳-۱ ماسفت کانال N
۱۷	۲-۱-۳-۱ ماسفت کانال P
۱۸	۲-۳-۱ جی‌فت
۱۹	۱-۲-۳-۱ جی‌فت کانال N
۱۹	۲-۲-۳-۱ جی‌فت کانال P
۲۰	۴-۱ ولتاژ بحرانی
۲۰	۵-۱ جریان درین سورس اشباع
۲۱	۶-۱ هدایت انتقالی
۲۱	۷-۱ نواحی کار جی‌فت
۲۱	۱-۷-۱ ناحیه‌ی اشباع
۲۲	۲-۷-۱ ناحیه‌ی تریودی پداهمی یا خطی
۲۳	۳-۷-۱ ناحیه‌ی قطع
۲۳	۸-۱ جهت قراردادی جریان درین سورس
۲۴	۹-۱ پایاس جی‌فت
۲۶	۱۰-۱ تکنولوژی CMOS

نمونه مسایل حل شده فصل اول ۲۷

فصل دوم : تقویت کننده‌های تک طبقه‌ی FET

۱-۲ مقدمه ۳۱

۲-۲ قانون انعکاس در ترانزیستور اثر میدان ۳۱

۱-۲-۲ قانون انعکاس از دید درین ۳۱

۲-۲-۲ قانون انعکاس از دید سورس ۳۱

۳-۲ بار معادل ac ترانزیستور اثر میدان ۳۲

۱-۳-۲ استفاده از منبع جریان ۳۲

۲-۳-۲ با استفاده از منبع ولتاژ ۳۲

۴-۲ آرایش‌های مختلف ترانزیستور اثر میدان ۳۳

۱-۴-۲ سورس مشترک ۳۳

۱-۱-۴-۲ سورس مشترک با خازن بای پس -r سورس ۳۳

۲-۱-۴-۲ سورس مشترک بدون خازن بای پس در سورس ۳۵

۲-۴-۲ درین مشترک ۳۷

۳-۴-۲ گیت مشترک ۳۹

نمونه مسایل حل شده فصل دوم ۴۱

فصل سوم : منابع جریان

۱-۳ مقدمه ۴۹

۲-۳ منبع جریان ایده‌آل ۴۹

۳-۳ منبع جریان غیر ایده‌آل ۵۰

۴-۳ انواع منابع جریان ۵۰

۵۰	۳-۴-۱ منبع جریان ساده
۵۰	۳-۴-۱-۱ منبع جریان ساده با ترانزیستور پیوند دو قطبی
۵۳	۳-۴-۲ منبع جریان ساده با ترانزیستور اثر میدان
۵۴	۳-۴-۲ منبع جریان آینه‌ای
۵۶	۳-۴-۳ منبع جریان آینه‌ای اصلاح شده
۵۷	۳-۴-۴ منبع جریان ویلسون
۵۸	۳-۴-۵ منبع جریان ویلار
۶۰	۳-۴-۶ منبع جریان کاسکود
۶۱	۳-۵ استفاده از منبع جریان به عنوان بار فعال
۶۲	۳-۶ تقویت کننده‌ی امیتر مشترک بار فعال
۶۴	نمونه مسایل حل شده فصل سوم

فصل چهارم: تقویت کننده‌های چند طبقه

۶۷	۴-۱ مقدمه
۶۷	۴-۲ تقویت کننده‌های چند طبقه
۷۲	نمونه مسایل حل شده فصل چهارم

فصل پنجم: تقویت کننده‌های تفاضلی

۷۷	۵-۱ مقدمه
۷۷	۵-۲ ساختار تقویت کننده‌ی تفاضلی
۷۸	۵-۳ تحلیل DC تقویت کننده‌ی تفاضلی
۸۰	۵-۴ تحلیل AC تقویت کننده‌ی تفاضلی
۸۱	۵-۴-۱ تعریف ضرایب تقویت در مد تفاضلی و مد مشترک

- ۸۱ ۵-۴-۱-۱ حالت تک خروجی
- ۸۲ ۵-۴-۱-۲ حالت دو خروجی
- ۸۳ ۵-۴-۲ حالت مد تفاضلی
- ۸۴ ۵-۴-۱-۲ تعریف R_{id}
- ۸۵ ۵-۴-۲ بهره‌ی ولتاژ در حالت مد تفاضلی
- ۸۶ ۵-۴-۳ حالت مد مشترک
- ۸۷ ۵-۴-۱-۳ تعریف R_{ic}
- ۸۸ ۵-۴-۳ بهره‌ی ولتاژ در حالت مد مشترک
- ۸۹ ۵-۵ تحلیل سویت‌کننده تفاضلی در حالت کلی
- ۹۰ ۵-۶ تحلیل نسبت حد حالت مشترک
- ۹۱ ۵-۷ تقویت‌کننده‌ی تفاضلی با استفاده از منبع جریان ثابت
- ۹۲ ۵-۸ تقویت‌کننده‌ی تفاضلی با بار فعال
- ۹۳ ۵-۹ تقویت‌کننده‌ی تفاضلی با جی‌فِت
- ۹۴ ۵-۱۰ ولتاژ آفست ورودی و خروجی در تقویت‌کننده‌ی تفاضلی
- ۹۵ ۵-۱۰-۱ ولتاژ آفست خروجی
- ۹۶ ۵-۱۰-۲ ولتاژ آفست ورودی
- ۹۷ ۵-۱۰-۳ عوامل ایجاد ولتاژ آفست خروجی
- ۹۸ ۵-۱۰-۴ راه حل کاهش ولتاژ آفست خروجی
- ۹۹ نمونه مسایل حل شده فصل پنجم

فصل ششم : فیدبک منفی

- ۱۰۰ ۶-۱ مقدمه

۱۱۰	۲-۶ فیدبک منفی
۱۱۰	۳-۶ تحلیل فیدبک منفی
۱۱۱	۴-۶ انواع تقویت کننده‌های الکترونیکی
۱۱۱	۱-۴-۶ تقویت کننده ولتاژ
۱۱۲	۲-۴-۶ تقویت کننده جریان
۱۱۳	۳-۴-۶ تقویت کننده هدایت انتقالی
۱۱۳	۴-۴-۶ تقویت کننده مقاومت انتقالی
۱۱۴	۵-۶ انواع نمونه‌گیر سیگنال خروجی
۱۱۴	۱-۵-۶ نمونه‌گیری از ولتاژ خروجی
۱۱۵	۲-۵-۶ نمونه‌گیری از جریان خروجی
۱۱۶	۶-۶ انواع مقایسه سیگنال ورودی
۱۱۶	۱-۶-۶ مقایسه کننده سری یا ولتاژ
۱۱۶	۲-۶-۶ مقایسه کننده موازی یا جریان
۱۱۷	۷-۶ تشخیص نوع فیدبک از روی مدار
۱۱۷	۸-۶ انواع فیدبک منفی
۱۱۸	۸-۶ ۱ فیدبک ولتاژ - سری
۱۱۹	۸-۶ ۱-۱ پیدا کردن β در فیدبک ولتاژ - سری
۱۲۲	۸-۶ ۲-۱ مراحل تحلیل مدار در فیدبک ولتاژ - سری
۱۲۵	۸-۶ ۲-۸ فیدبک ولتاژ - موازی
۱۲۷	۸-۶ ۱-۲ پیدا کردن β در فیدبک ولتاژ - موازی
۱۲۸	۸-۶ ۲-۲ مراحل تحلیل مدار در فیدبک ولتاژ - موازی
۱۳۲	۸-۶ ۳ فیدبک جریان - سری

۱۳۴	۱-۳-۸-۶ پیدا کردن β در فیدبک جریان - سری
۱۳۵	۲-۳-۸-۶ مراحل تحلیل مدار در فیدبک جریان - سری
۱۳۹	۴-۸-۶ فیدبک جریان - موازی
۱۴۰	۱-۴-۸-۶ پیدا کردن β در فیدبک جریان - موازی
۱۴۳	۲-۴-۸-۶ مراحل تحلیل مدار در فیدبک جریان - موازی
۱۴۷	نمونه مسایل حل شده فصل ششم

فصل هفتم : تقویت کننده‌های قدرت

۱۵۳	۱-۷ مقدمه
۱۵۳	۲-۷ کلاس‌های تقویت کننده‌های توان
۱۵۴	۱-۲-۷ تقویت کننده‌ی کلاس A
۱۵۷	۱-۱-۲-۷ معایب و محاسن تقویت کننده‌ی کلاس A
۱۵۸	۲-۱-۲-۷ تقویت کننده‌ی کلاس A با استفاده از سلف
۱۶۰	۳-۱-۲-۷ تقویت کننده‌ی کلاس A توسط کوپلاژ ترانسفورماتوری
۱۶۳	۲-۲-۷ تقویت کننده‌ی کلاس B
۱۶۴	۱-۲-۲-۷ تقویت کننده‌ی پوش پول ترانسفورماتوری
۱۶۷	۲-۲-۲-۷ تقویت کننده‌ی پوش پول با ترانزیستورهای مکمل
۱۶۸	۳-۲-۲-۷ تقویت کننده‌ی پوش پول با ترانزیستورهای مکمل با یک منبع تغذیه
۱۶۹	۳-۲-۷ تقویت کننده‌ی کلاس AB
۱۷۰	۱-۳-۲-۷ تقویت کننده‌ی پوش پول کلاس AB با مقاومت تقسیم کننده‌ی ولتاژ
۱۷۲	۲-۳-۲-۷ تقویت کننده‌ی پوش پول کلاس AB با استفاده از دیود
۱۷۴	۳-۳-۲-۷ تقویت کننده‌ی پوش پول کلاس AB با استفاده از رگولاتور ولتاژ موازی
۱۷۵	۴-۳-۲-۷ تقویت کننده‌ی پوش پول کلاس AB توسط زوج دارلینگتون

۱۷۷ ۴-۲-۷ تقویت کننده‌ی کلاس C

۱۷۹ نمونه مسایل حل شده فصل هفتم

فصل هشتم : تقویت کننده‌های عملیاتی

۱۸۳ ۱-۸ مقدمه

۱۸۳ ۲-۸ نماد ظاهری تقویت کننده‌ی عملیاتی

۱۸۴ ۳-۸ بلوک دیاگرام مدار داخلی تقویت کننده‌ی عملیاتی

۱۸۴ ۴-۸ خصوصیات تقویت کننده‌ی عملیاتی ایده‌آل

۱۸۵ ۵-۸ کاربرد تقویت کننده‌های عملیاتی

۱۸۵ ۱-۵-۸ تقویت کننده‌ی معکوس کننده

۱۸۸ ۲-۵-۸ جمع کننده‌ی معکوس کننده

۱۹۰ ۳-۵-۸ تقویت کننده‌ی غیر معکوس کننده

۱۹۲ ۴-۵-۸ جمع کننده‌ی غیر معکوس کننده

۱۹۳ ۵-۵-۸ مدارات بافر

۱۹۴ ۶-۵-۸ تقویت کننده‌ی تفاضلی با آپ امپ

۱۹۵ ۷-۵-۸ منبع جریان با آپ امپ

۱۹۷ ۸-۵-۸ مدار انتگرال‌گیر با آپ امپ

۱۹۸ ۹-۵-۸ مدار مشتق‌گیر با آپ امپ

۱۹۹ ۱۰-۵-۸ یکسوسازی با آپ امپ

۱۹۹ ۵-۸-۱۰ یکسوساز نیم موج مثبت با آپ امپ

۲۰۰ ۵-۸-۱۰ یکسوساز نیم موج منفی با آپ امپ

۲۰۳ ۵-۸-۱۰ یکسوساز تمام موج مثبت با آپ امپ

۲۰۵ ۵-۸-۱۰ یکسوساز تمام موج منفی با آپ امپ

۲۰۷	۶-۸ سرعت تغییرات ولتاژ خروجی
۲۰۷	نمونه مسایل حل شده فصل هشتم

فصل نهم : تنظیم کننده‌های ولتاژ

۲۱۵	۱-۹ مقدمه
۲۱۵	۲-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ
۲۱۶	۳-۹ ضرایب تثبیت تنظیم کننده‌ی ولتاژ
۲۱۶	۱-۱-۹ سرب تثبیت ولتاژ
۲۱۶	۳-۳-۹ سرب تثبیت ولتاژ یا جریان
۲۱۷	۳-۳-۹ ضریب تثبیت ولتاژ
۲۱۷	۴-۹ درصد تنظیم ولتاژ
۲۱۷	۵-۹ انواع منابع تغذیه
۲۱۸	۱-۵-۹ منابع تغذیه‌ی خطی
۲۱۸	۱-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ زبری
۲۱۹	۲-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ سری
۲۲۰	۱-۲-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ سری بدون نمونه‌گیر
۲۲۳	۲-۲-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ سری توسط نمونه‌گیر
۲۲۴	۳-۲-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ سری توسط نمونه‌گیر و مقایسه‌کننده
۲۲۶	۴-۲-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ سری توسط آپ امپ
۲۲۶	۵-۲-۱-۵-۹ بهترین تنظیم کننده‌ی ولتاژ سری
۲۲۷	۳-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ موازی
۲۲۸	۱-۳-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ موازی بدون المان مقایسه‌کننده
۲۳۰	۲-۳-۱-۵-۹ تنظیم کننده‌ی ولتاژ موازی با المان مقایسه‌کننده

- ۳۳۱ ۹-۵-۳ تنظیم کننده ولتاژ موازی با مقایسه کننده تفاضلی
- ۳۳۲ ۹-۵-۲ منابع تغذیه‌ی غیر خطی
- ۳۳۳ ۹-۶-۶ حفاظت تنظیم کننده‌های ولتاژ در برابر اضافه جریان
- ۳۳۴ ۹-۶-۱ مدار محافظ با استفاده از دیود
- ۳۳۵ ۹-۶-۲ مدار محافظ با استفاده از ترانزیستور
- ۳۳۶ ۹-۶-۳ مدار محافظ با استفاده از ترانزیستور و مقسم ولتاژ
- ۳۳۷ ۹-۷-۱ IC رگولاتورها
- ۳۳۸ ۹-۷-۱ IC رگولاتورهای سری AN78XX
- ۳۳۹ ۹-۷-۲ IC رگولاتورهای سری AN79XX
- ۳۴۰ ۹-۸ مدار محافظ IC رگولاتورها در برابر اضافه جریان
- ۳۴۱ نمونه مسایل حل شده فصل نهم
- ۳۴۲ مراجع