

الکترونیک ۲

سید محمدعلی زنجانی

عضو هیأت علمه دانشگاه آزاد اسلامی - واحد نجف آباد

سرپرست دانشی

www.ketab.ir

سرشناسه	: زنجانی، سید محمدعلی، ۱۳۵۰-
عنوان و نام پدیدآور	: الکترونیک ۳: پاسخ فرکانسی تقویت کننده‌ها...
مشخصات نشر	: اصفهان: مؤسسه علمی دانش پژوهان برین، انتشارات، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۴ ص:، مصور، جدول
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۷۲-۹۴-۷
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای مختصر
موضوع	: فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است
شناسه افزوده	: دانشی، سروش، ۱۳۷۱-
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۸۴۷۷۰۴

انتشارات مؤسسه علمی
دانش پژوهان برین

عنوان	: الکترونیک ۳
پدیدآورندگان	: سید محمدعلی زنجانی- سروش دانشی
ویراستاران ادبی	: حمیده بورقاسمیان- فاطمه قاسمیان
ناشر	: انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین
نوبت چاپ	: اول- نایست ۱۳۹۲
شمارگان	: ۵۰۰ جلد
مدیر تولید	: ماندانا مرادی
ترسیم اشکال و صفحه آرایی	: مرضیه عبادی نیک
طراحی جلد	: محمدرضا محمدصالحی- زهره کرمانی
آماده سازی محتوی لوح فشرده	: محمدرضا محمدصالحی
لیتوگرافی	: طلوع
چاپ متن	: هشت بهشت
چاپ جلد	: تکنگار
صحافی	: آذر
قطع، شمارش صفحات	: وزیری، ۲۶۴ صفحه
بها همراه با لوح فشرده	: ۱۸۰۰۰۰ ریال

ISBN : 978-600-5672-94-7

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۷۲-۹۴-۷

آدرس: اصفهان، صندوق پستی: ۸۹۴-۸۱۴۶۵

تلفن: ۰۳۱-۳۶۶۳۸۰۲۱ همراه: ۰۹۱۳۳۰۰۲۸۷۴

«حق چاپ برای ناشر محفوظ است»

به نام خداوند جان و خرد

آشنایی با دانش پژوهان

دانش پژوهان یک سازمان غیر دولتی است که با هدف انجام و گسترش فعالیتهای علمی و پژوهشی و ارائه خدمات به دانش پژوهان به ویژه قشر دانشگاهی، فعالیت خود را از سال ۷۸ آغاز نموده است.

این سازمان با در نظر گرفتن اهداف آرمانی و سازمانی خود از همکاری نیروهای جوان و متخصص دارای تحصیلات عالی، دانشگاهی از دانشگاههای معتبر داخلی و خارجی کشور و نیز همکاری و مشاوره اساتید دانشگاههای مختلف استفاده کرده تا فعالیتهای خود را در قالب مؤسسات زیر سازماندهی نماید:

انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین: با توجه به کادر علمی جوان و پرتوان مؤسسه و ارتباطات گسترده با انجمن های علمی دانشگاهها، این انتشارات با هدف گردآوری، تألیف، تدوین و ترجمه متون مورد نیاز در زمینه های علمی و مهندسی و علوم پایه به ویژه متون دانشگاهی و انجام کلیه امور چاپ و نشر این متون در قالب کتاب های دانشگاهی تشکیل شده است. تاکنون بیش از ۱۰۰ عنوان کتاب دانشگاهی توسط این انتشارات به چاپ رسیده است.

مؤسسه آموزش عالی غیر دولتی غیرانتفاعی دانش پژوهان: این مؤسسه یکی از مراکز تأسیس شده زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد که از طریق آزمون سراسری دانشگاهها و مراکز آموزش عالی کشور دانشجو می پذیرد.

بدیهی است شکوفایی حرکت دانش پژوهی و به سرمنزله رساندن اهداف مؤسسه، همکاری و همراهی همه دانش پژوهانی که با این اهداف همسوئی دارند را می طلبد. بنابراین، دانش پژوهان همواره آماده استقبال از پیشنهادها و نظرهای همه دوستان عزیز می باشد.

مؤسسه علمی دانش پژوهان برین

یک انسان عقلانی باید

هر روز حداقل یک ساعت مطالعه کند.

مقدمه

استقبال خوب از کتاب الکترونیک ۱ و ۲ مؤلف و تجربه یک دهه تدریس درس الکترونیک ۳ و عدم وجود یک مرجع به زبان فارسی به نحوی که مطالب را در حد جامع و مانع بیان نماید، انگیزه خوبی بود تا طی پاییز و زمستان ۱۳۹۳ مطالب کتاب تدوین شود. این مطلب به خاطر آن است که مطالب مراجع اول تا سوم آن قدر مبسوط است که فراتر از حوصله سرفصل الکترونیک ۳ و در حد درس مدارهای مجتمع خطی دوره کارشناسی ارشد است. تأکید مراجع ۵ و ۶ نیز بر مدارهای مبتنی بر ترانزیستور دوقطبی است، در حالی که دنیای جدید از فناوری سی سی دی بهره می گیرد.

ضمناً در سرفصل جدید درس الکترونیک ۳، پاسخ فرکانسی تقویت کننده ها و تقویت کننده های قدرت از درس الکترونیک (۲) به الکترونیک (۳) منتقل شده است (چون درس الکترونیک ۲ دارای سرفصل دو واحدی گردیده است) و بحث نویز نیز از درس مدارهای مخابراتی به سرفصل الکترونیک سه افزوده شده است.

فصل اول این کتاب، به بررسی مدل فاکتورهای BJT و MOSFET و نیز پاسخ فرکانسی آرایش های مختلف و نیز روش های بهبود پاسخ فرکانسی می پردازد. ارتباط پاسخ زمانی و پاسخ فرکانسی را بررسی می کند. در فصل دوم، فیدبک و پایداری و جبران سازی بررسی می شود. مفاهیم سیستم های کنترلی، رسم نمودار بود و محاسبه G.M. و P.M. و رسم مکان هندسی رده ها، نیز روش های جبران تقویت کننده ها در این بخش مرور می شوند.

فصل سوم به مفهوم تقویت کننده های قدرت در کلاس A، B و AB یا پش پول واقعی و روش های اصلاح آنها می پردازد.

در فصل چهارم، مدار داخلی تقویت کننده های عملیاتی با ذکر مثال هایی از BJT، MOSFET و BiCMOS بررسی می شود و در پایان، سؤال هایی از طبقات مختلف ورودی، میانی و خروجی تقویت کننده بررسی می شود.

در فصل پنجم، مفاهیم نوسان سازها، اسیلاتورهای RC و LC و نحوه استفاده از کریستال در آنها بررسی خواهد شد و در نهایت در فصل ششم، انواع نویز، مدل نویز، عناصر غیرفعال و فعال و نیز اصطلاحات نویز بررسی خواهند شد.

چون مطالب فصل اول و سوم در آزمون های کارشناسی ارشد نیز بررسی شده اند، در مسائل مروری این دو فصل، از سؤالات تستی نیز بهره برده ایم. همچنان که در فصل چهارم از سؤالات تشریحی آزمون دکتری الکترونیک استفاده کردیم تا اهمیت مطالب این فصل در آزمون ورودی دکتری نیز مشخص شود.

در یک نیمسال سی جلسه‌ای توصیه می‌شود مطالب فصل‌های مختلف کتاب به ترتیب در ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ جلسه تدریس شوند، ضمن آن که زمان آزمون میان‌ترم و آموزش کار با نرم‌افزار نیز لازم است. همراه با کتاب، یک لوح فشرده شامل مثال‌های حل شده و HSPICE به علاقه‌مندان عرضه می‌شود که حاصل تلاش بی‌وقفه آقای مهندس محمدرضا محمدصالحی است.

در پایان از زحمات خانم‌ها سعیده پورقاسمیان و فاطمه قاسمیان دانشجویان درس الکترونیک سه در نیمسال دوم ۹۳-۹۴ که زحمت کنترل نهایی متن را برعهده گرفتند، کمال تشکر را دارم. در طی تنظیم متن و ترسیم شکل‌های این کتاب نیز سرکار خانم مرضیه عبادی‌نیک، زحمات بسیاری را متحمل گردیدند و مدیریت سرکار خانم ماندانا مرادی و آقای محسن جوادیان در عرضه به‌موقع کتاب به بازار نشر مؤثر بوده است.

«از خانواده‌هایمان به‌خاطر همکاری در تهیه این اثر کمال تشکر را داریم.»

این کتاب به‌طور خاص تقدیم می‌شود به آقایان دکتر مسعود دوستی و دکتر مهدی دولتشاهی که «گر مسیح مرده را زنده کرد، معلم ملتی را زنده می‌کند».

سیدمحمدعلی زنجانی

عضو هیأت دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد

Zanjani.sma@gmail.com

سروش دانشی

Daneshi.Soroush@yahoo.com

فهرست مطالب

فصل اول. مدار معادل ترانزیستور در فرکانس بالا و پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده‌ها	۱
۱-۱- مدار معادل فرکانس بالای ترانزیستور دو قطبی	۱
۱-۲- بهره جریان اتصال کوتاه مدار آمپتر مشترک	۶
۱-۳- مدار معادل فرکانس بالای ترانزیستور اثر میدان	۹
۱-۴- پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده‌های دوقطبی	۱۲
۱-۴-۱- تعیین پاسخ فرکانسی آمپتر مشترک	۱۲
۱-۴-۲- تعیین پاسخ فرکانسی بیس مشترک	۱۹
۱-۴-۳- تعیین پاسخ فرکانسی آرایش آبشاری (کاسکود)	۲۰
۱-۴-۴- تعیین پاسخ فرکانسی کلکتور مشترک	۲۲
۱-۵- پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده‌های اثر میدان	۲۵
۱-۵-۱- تعیین پاسخ فرکانسی سورس مشترک	۲۵
۱-۵-۲- تعیین پاسخ فرکانس دیت مشترک	۲۹
۱-۵-۳- تعیین پاسخ فرکانسی آرایش سورس مشترک و گیت مشترک (کاسکود)	۳۰
۱-۵-۴- تعیین پاسخ فرکانسی دیس مشترک	۳۳
۱-۵-۵- تعیین پاسخ فرکانسی دو طبقه نمون	۳۵
۱-۶- تعیین پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده تعاضلی	۳۷
۱-۷- ارتباط پاسخ فرکانسی و پاسخ زمانی	۴۰
۱-۸- مسائل مروری	۴۲
۱-۸-۱- سؤال‌های چهار گزینه‌ای	۴۲
۱-۸-۲- پاسخ سؤال‌های چهار گزینه‌ای	۴۵
۱-۸-۳- سؤال‌های تشریحی	۴۹
۱-۸-۴- پاسخ سؤال‌های تشریحی	۵۳
۱-۹- مسائل SPICE	۶۲
فصل دوم. پایداری و جبران‌سازی	۶۵
۱-۲- پایداری و اثر فیدبک در فرکانس قطع تقویت‌کننده‌ها	۶۵
۱-۱-۲- پایداری تقویت‌کننده‌های فیدبک‌دار	۶۵
۱-۲-۱- پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده با یک قطب فرکانس پایین	۶۶
۱-۲-۳- پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده با یک قطب فرکانس بالا	۶۷
۱-۲-۴- پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده با دو قطب غالب فرکانس بالا	۶۸
۱-۲-۵- پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده با تعداد قطب‌های بیشتر	۶۹
۱-۲-۶- بررسی اثر ضریب کیفیت بر اندازه بهره تقویت‌کننده فیدبک‌دار	۷۰

۷۰	۲-۲- بررسی پایداری به کمک رسم مکان هندسی ریشه‌ها
۷۲	۳-۲- روش رسم نمودارهای بود
۷۳	۴-۲- بررسی پایداری به کمک نمودار بود
۷۵	۵-۲- نمودار نایکوئیست
۷۶	۶-۲- جبران فرکانسی
۷۶	۱-۶-۲- جبران‌سازی با افزودن قطب جدید به تقویت‌کننده
۷۶	۲-۶-۲- جبران‌سازی با جابجا کردن اولین قطب موجود
۷۶	۳-۶-۲- جبران‌سازی با شکافتن قطب‌ها
۸۲	۴-۶-۲- جبران‌سازی مدار به‌وسیله خازن در مد دیفرانسیلی
۸۴	۷-۲- مسأله مروری
۸۴	۱-۲- سؤال‌های تشریحی
۸۸	۱-۷-۲- پاسخ سؤال‌های تشریحی
۹۷	۸-۲- مسائل SPICE
۹۹	فصل سوم. تقویت‌کننده‌های قوت
۹۹	۱-۳- مشخصات تقویت‌کننده‌های قوت
۱۰۰	۲-۳- کلاس‌های کار تقویت‌کننده‌های قوت
۱۰۰	۱-۲-۳- تقویت‌کننده کلاس A
۱۰۲	۲-۲-۳- تقویت‌کننده کلاس B یا Pull
۱۰۳	۳-۲-۳- تقویت‌کننده کلاس C و بالاتر
۱۰۳	۴-۲-۳- تقویت‌کننده کلاس AB
۱۰۶	۳-۳- روش‌های اصلاح مدار Push Pull
۱۰۶	۱-۳-۳- افزایش جریان دهی به بار
۱۰۷	۲-۳-۳- پایداری حرارتی و محدودسازی جریان خروجی
۱۰۸	۳-۳-۳- حفاظت حرارتی
۱۰۸	۴-۳-۳- استفاده از بوت استرپ در Push Pull
۱۰۹	۴-۳- کاربردهای Push Pull
۱۰۹	۱-۴-۳- افزایش جریان خروجی آپ امپ
۱۱۵	۵-۳- مسائل مروری
۱۱۵	۱-۵-۳- سؤال‌های چهار گزینه‌ای
۱۲۳	۲-۵-۳- پاسخ سؤال‌های چهار گزینه‌ای
۱۳۰	۳-۵-۳- سؤال‌های تشریحی
۱۳۳	۴-۵-۳- پاسخ سؤال‌های تشریحی
۱۳۸	۶-۳- مسائل SPICE

۱۴۱	فصل چهارم. مدار داخلی تقویت‌کننده‌های عملیاتی
۱۴۱	۱-۴- تقویت‌کننده‌های عملیاتی دو قطبی
۱۴۲	۱-۱-۴- آی سی ۷۴۱
۱۴۷	۲-۴- تقویت‌کننده‌های عملیاتی CMOS
۱۴۷	۱-۲-۴- تقویت‌کننده عملیاتی یک طبقه ساده
۱۴۷	۲-۲-۴- تقویت‌کننده عملیاتی یک طبقه تلسکوپی
۱۴۸	۳-۲-۴- تقویت‌کننده عملیاتی یک طبقه کاسکود تاشده
۱۴۹	۴-۲-۴- تقویت‌کننده‌های عملیاتی دو طبقه
۱۵۰	۵-۲-۴- افزایش بهره تقویت‌کننده‌ها
۱۵۴	۳-۴- تقویت‌کننده‌های عملیاتی BiCMOS
۱۵۵	۴-۴- بررسی جامد یک تقویت‌کننده دو طبقه نمونه
۱۶۲	۵-۴- مسائل مروری
۱۶۲	۱-۵-۴- سؤال‌های تشریحی
۱۷۱	۲-۵-۴- پاسخ سؤال‌های تشریحی
۱۸۲	۶-۴- مسائل SPICE
۱۸۵	فصل پنجم. نوسان‌سازهای سیم‌ری
۱۸۵	۱-۵- اصول نوسان و مدارهای نوسان‌ساز
۱۸۷	۲-۵- نوسان‌سازهای حلقوی
۱۹۲	۳-۵- نوسان‌سازهای RC
۱۹۲	۱-۳-۵- نوسان‌ساز پل وین
۱۹۳	۲-۳-۵- نوسان‌ساز انتقال فاز
۱۹۶	۳-۳-۵- نوسان‌ساز یوبا
۱۹۸	۴-۵- نوسان‌سازهای LC
۱۹۹	۱-۴-۵- نوسان‌ساز کولپیتس
۲۰۱	۲-۴-۵- نوسان‌ساز هارتلی
۲۰۳	۵-۵- نوسان‌سازهای کریستالی
۲۰۷	۶-۵- نوسان‌سازهای کنترل شده با ولتاژ (VCOs)
۲۱۰	۷-۵- مسائل مروری
۲۱۰	۱-۷-۵- سؤال‌های تشریحی
۲۱۳	۲-۷-۵- پاسخ سؤال‌های تشریحی
۲۱۹	۸-۵- مسائل SPICE
۲۲۱	فصل ششم. نویز الکتريکی
۲۲۲	۱-۶- انواع منابع نویز

۲۲۲	۱-۱-۶- نویز ساچمه‌ای
۲۲۴	۱-۲-۶- نویز سوسویی
۲۲۴	۱-۳-۶- نویز حرارتی
۲۲۶	۱-۴-۶- نویز ترقه‌ای
۲۲۶	۱-۵-۶- نویز بهمنی
۲۲۷	۲-۶- توان قابل دسترس نویز
۲۲۹	۳-۶- نویز عناصر فعال
۲۲۹	۳-۱-۶- نویز ترانزیستور دوقطبی
۲۳۱	۳-۲-۶- نویز ترانزیستور اثر میدانی
۲۳۱	۴-۶- اصطلاحات نویز
۲۳۱	۴-۱-۶- نسبت سیگنال به نویز
۲۳۱	۴-۲-۶- پهنای باند معادل نویز
۲۳۳	۴-۳-۶- درج حرارت معادل نویز
۲۳۳	۴-۴-۶- عدد نویز شاخص (ب)
۲۳۶	۵-۶- اطلاعات نویز در برگه راهنمای رانده ترانزیستور
۲۳۷	۶-۶- روش‌های کاهش نویز
۲۳۸	۶-۱-۶- فیلتر کردن
۲۳۹	۶-۲-۶- حفاظ‌گذاری
۲۳۹	۶-۲-۱- معرفی تداخل الکترومغناطیس (EMI یا RF)
۲۴۰	۶-۲-۲- محافظت کردن
۲۴۲	۶-۲-۳- حفاظ در برابر کوپلاژ خازنی
۲۴۲	۶-۳-۶- زمین کردن
۲۴۵	۶-۳-۱- صفحات زمین
۲۴۶	۶-۴-۶- متعادل کردن
۲۴۶	۶-۵-۶- ضد تزویج کردن (دی‌کوپلینگ) منبع تغذیه
۲۴۷	۷-۶- نویز مدارهای رقمی
۲۴۸	۷-۱-۶- دی‌کوپلینگ مدارهای دیجیتال
۲۴۹	۸-۶- مسائل مروری
۲۴۹	۸-۱-۶- سؤال‌های تشریحی
۲۵۰	۸-۲-۶- پاسخ سؤال‌های تشریحی
۲۵۲	۹-۶- مسائل SPICE