



مدیرهای مجتمع خطی

به همراه آزمایش های کاربردی در الکترونیک

مسعود هنریار

علیرضا حمیدی



سرشناسه	هتربار، مسعود، ۱۳۳۹-
عنوان و نام پدیدآور	مدارهای مجتمع خطی (به همراه آزمایش‌های کاربردی در الکترونیک) / مسعود هتربار، علیرضا حمیدی،
مشخصات نشر	شهری: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یادگار امام خمینی (ره)، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۲۱۹ص،
شابک	978-964-10-5901-1
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	مدارهای مجتمع خطی
موضوع	Linear integrated circuits
شناسه افزوده	حمیدی، علیرضا، ۱۳۷۰-
شناسه افزوده	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یادگار امام خمینی (ره)
رده بندی کنگره	TK۷۸۷۲
رده بندی دیویی	۶۲۱/۳۸۱۵
شماره کتابشناسی ملی	۵۸۶۶۶۵۶

تاریخ درخواست : ۱۳۹۸/۰۶/۲۶

تاریخ پاسخگویی :

کد پیگیری : 5865693

عنوان: مدارهای مجتمع خطی (به همراه آزمایش‌های کاربردی در الکترونیک)

مولفان: مسعود هتربار - علیرضا حمیدی

ویراستار ادبی: مسعود هتربار

طراح جلد، صفحه آرا: علیرضا حمیدی

شابک: ۱-۵۹۰۱-۱۰-۹۶۴-۹۷۸

قیمت: ۳۵۰۰۰ تومان

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

تاریخ انتشار: ۱۳۹۸

چاپ: اول

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره)

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه آزاد اسلامی

مراکز فروش:

نشر و پخش ایده پرداز: میدان انقلاب - ابتدای خیابان کارگر جنوبی - خیابان روانمهر - بن بست دولتشاهی - پلاک ۱ واحد ۱۰ -

تلفن: ۰۹۱۲۷۹۸۰۸۱۹-۶۶۹۶۷۶۵

موسسه توزیع و نشر دانش نگار: خ انقلاب، ۱۲ فروردین، نبش شهید وحید نظری پلاک ۱۴۲ - تلفن: ۰۶۶۴۰۰۲۲۰-۶۶۴۰۰۱۴۴

حق چاپ محفوظ و متعلق به ناشر است

فهرست مطالب

مقدمه.....	۱۳
فصل اول : تقویت کننده عملیاتی.....	۱۵
۱-۱- بررسی پارامترهای غیر ایده آل تقویت کننده های عملیاتی.....	۱۸
۱-۱-۱- ولتاژ آفست.....	۱۸
۱-۱-۲- سرعت چرخش یا S.R.....	۲۰
۱-۱-۳- نسبت حذف وجه مشترک یا CMRR.....	۲۱
۱-۱-۴- حداکثر فرکانس قدرت کامل یا F_M	۲۲
۱-۱-۵- پهنای باند بهره واحد یا G.BW.P.....	۲۲
۲-۱- تقویت کننده های عملیاتی به صورت مجتمع.....	۲۳
۳-۱- مراحل آزمایش.....	۲۵
۱-۳-۱- آزمایش معرفی ولتاژ آفست.....	۲۵
۲-۳-۱- آزمایش اندازه گیری ولتاژ آفست.....	۲۵
۴-۳-۱- آزمایش حذف ولتاژ آفست.....	۲۵
۵-۳-۱- آزمایش CMRR.....	۲۶
۶-۳-۱- آزمایش محاسبه S.R.....	۲۷
۷-۳-۱- آزمایش محاسبه F_M	۲۷
۸-۳-۱- آزمایش محاسبه f_T	۲۸
فصل دوم : فیدبک مثبت در تقویت کننده عملیاتی.....	۳۱
۱-۲- آشکارساز پنجره.....	۳۵
۲-۲- مراحل آزمایش.....	۳۸
۱-۲-۲- آزمایش آشکارساز پنجره.....	۳۸
۲-۲-۲- آزمایش مقایسه کننده با هیسترزیس.....	۳۹

فصل سوم : تقویت کننده ابزار دقیق..... ۴۱

۴۱ ۱-۳- تقویت کننده تفاضلی

۴۳ ۲-۳- تقویت کننده ابزار دقیق

۴۴ ۳-۳- تراشه AD620

۴۵ ۴-۳- تقویت کننده پل

۴۷ ۵-۳- مراحل آزمایش

۴۷ ۱-۵-۳- آزمایش تقویت کننده ابزار دقیق

۴۹ ۲-۵-۳- آزمایش تقویت کننده پل

فصل چهارم : تقویت کننده توان..... ۵۱

۵۴ ۱-۴- تقویت کننده توان کلاس A

۵۶ ۲-۴- تقویت کننده توان کلاس B

۵۹ ۳-۴- تقویت کننده توان کلاس AB

۵۹ ۴-۴- تقویت کننده توان کلاس AB اصلاح شده

۶۲ ۵-۴- ضرب کننده ولتاژ در PA

۶۵ ۶-۴- فیدبک در تقویت کننده توان

۶۶ ۷-۴- مدارهای مجتمع تقویت کننده توان

۶۸ ۸-۴- مراحل آزمایش

۶۸ ۱-۸-۴- آزمایش پوش پول کلاس B

۷۰ ۲-۸-۴- آزمایش مدار پوش پول با فیدبک

۷۲ ۳-۸-۴- آزمایش کلاس AB

فصل پنجم : فیلترهای اکتیو..... ۷۵

۷۶ ۱-۵- فیلتر پایین گذر

۷۸ ۲-۵- فیلتر بالا گذر

۸۱ ۳-۵- فیلتر میان گذر

۸۳ ۴-۵- مراحل آزمایش

۸۳ ۱-۴-۵- آزمایش فیلتر پایین گذر Sallen-Key

۸۴ ۲-۴-۵- آزمایش فیلتر بالا گذر

۸۵ ۳-۴-۵- آزمایش فیلتر میان گذر

۸۷ فصل ششم : معادلات دیفرانسیل

۸۷ ۱-۶- انتگرال گیر

۸۹ ۲-۶- مشتق گیر

۹۰ ۳-۶- لگاریتم گیر

۹۲ ۴-۶- مدار آنتی لگاریتم

۹۴ ۷-۶- مراحل آزمایش

۹۴ ۱-۷-۶- آزمایش انتگرال گیر

۹۵ ۲-۷-۶- آزمایش مشتق گیر

۹۷ فصل هفتم : ترانزیستورهای اثر میدان

۹۹ ۱-۷- ماسفت با کانال تشکیل شونده

۱۰۰ ۲-۷- ماسفت با کانال تهی شونده

۱۰۱ ۳-۷- ماسفت با کانال P

۱۰۱ ۴-۷- روابط جریان ها و ولتاژها

۱۰۴ ۵-۷- تأثیر پایه بدنه

۱۰۵ ۶-۷- اثر حرارت

۱۰۵ ۷-۷- شکست و محافظت از ورودی

۱۰۶ ۸-۷- ماسفت به صورت مجتمع

۱۰۷ ۹-۷- مراحل آزمایش

- ۱۰۷ ۱-۹-۷ آزمایش ناحیه تریود
- ۱۰۹ ۲-۹-۷ آزمایش تأثیر پایه بدنه
- ۱۱۱ ۳-۹-۷ آزمایش منبع جریان آینه ای

۱۱۳ فصل هشتم : منطق CMOS

- ۱۱۳ ۱-۸- گیت NOT
- ۱۱۶ ۲-۸- گیت NOR
- ۱۱۷ ۳-۸- گیت NAND
- ۱۱۸ ۴-۸- مراحل آزمایش
- ۱۱۸ ۱-۴-۸ آزمایش گیت NOT
- ۱۱۹ ۲-۴-۸ آزمایش تقویت کننده وارونگر CMOS
- ۱۲۱ ۳-۴-۸ آزمایش گیت های OR و NOR
- ۱۲۳ ۴-۴-۸ آزمایش گیت های AND و NAND

۱۲۵ فصل نهم : سوئیچ های آنالوگ

- ۱۲۵ ۱-۹- سوئیچ آنالوگ
- ۱۲۷ ۲-۹- گیت انتقال
- ۱۲۹ ۳-۹- مدارهای خازن سوئیچ
- ۱۳۱ ۴-۹- تقویت کننده غیرمعکوس کننده با خازن سوئیچ
- ۱۳۵ ۵-۹- نمونه بردار - نگهدار
- ۱۳۷ ۶-۹- مقایسه کننده ولتاژ با مدار خازن سوئیچ
- ۱۴۰ ۷-۹- مراحل آزمایش
- ۱۴۰ ۱-۷-۹ آزمایش سوئیچ آنالوگ
- ۱۴۱ ۲-۷-۹ آزمایش نمونه بردار - نگهدار
- ۱۴۲ ۳-۷-۹ آزمایش تقویت کننده غیرمعکوس کننده با خازن سوئیچ

مقدمه

امروزه علم الکترونیک دیگر منحصر به تعداد محدودی از لوازم و دستگاه‌های الکترونیکی اطراف ما نمی‌شود و در تمامی صنایع از لوازم خانگی تا صنایع نظامی پیشرفته، کاربردی بنیادین دارد. حتی این علم مادر، خود به شاخه‌های مختلفی نظیر مخابرات، مهندسی پزشکی، مکاترونیک، سخت‌افزار کامپیوتر و ... تقسیم شده است. یکی از دلایل پیشرفت شگرف در این صنعت، تولید تراشه‌های الکترونیکی یا همان 'ICها می‌باشند. تراشه‌ها باعث شدند خیلی از مدارهایی که دارای پیچیدگی و حجم و قیمت زیادی بوده و صرفه اقتصادی جهت تولید نداشته و بعد از طراحی منجر به مرحله تولید نمی‌شوند، به کمک تکنولوژی، با کمترین هزینه و به آسانی و به صورت انبوه تولید و اجرایی شوند. تراشه‌هایی که با پیشرفت تکنولوژی در گذر زمان و با کاهش اندازه و ابعاد المان‌های استفاده شده در آی‌سی حتی تا ابعاد نانومتر، شامل تعداد بیشتری ترانزیستور شده، پیچیدگی آن افزایش یافته، مصرف انرژی در آنها کاهش یافته و شامل عملکردهای کاربردی‌تر و مرکب‌تری گردیده است. در همین راستا یکی از مهم‌ترین دروسی که در دانشگاه‌ها در شاخه‌های الکترونیک و دیگر شاخه‌های مرتبط تدریس گردیده و به آن توجه ویژه می‌شود، درس مدارهای مجتمع خطی می‌باشد. مدارهای مجتمع می‌توانند صرفاً از مدارهای خطی یا آنالوگ تشکیل گردند مانند تقویت‌کننده‌های عملیاتی که نیازی به بر شمردن اهمیت آن در صنعت الکترونیک وجود ندارد. یا تعداد بسیار زیادی گیت‌های منطقی را جهت تولید مدارهای رقمی خاص و پیچیده شامل گردند همانند میکروپروسورها، حافظه‌ها، آرایه‌های قابل برنامه‌ریزی (مانند FPGAها) و حتی می

تواند ترکیبی پیچیده از هر دو نوع مدار باشند (MIXED MODE) مانند مبدل‌های داده . در هر صورت در دنیای امروز به هر جهت که بنگریم دستگاهی را مشاهده می‌کنیم که به تعداد زیاد مدار مجتمع در آن استفاده شده است و پیش بینی می‌شود که در آینده عمق نفوذ این فناوری بیشتر گردد. در این کتاب سعی شده است تا کاربردترین و به روزترین موضوعات مدارهای پایه‌ای مجتمع مطابق با سرفصل دانشگاهی و به زبان ساده مطرح گردد و پاسخ‌گوی هم مباحث تئوری و هم آزمایشگاهی باشد. به این شیوه که ابتدا مباحث تئوری تا حد نیاز آزمایش و حتی فراتر از آن توضیح داده می‌شود و مدارات و معادلات آن فصل تحلیل می‌شوند. سپس در پایان هر فصل قسمتی تحت عنوان «مراحل آزمایش» وجود دارد که در آن قسمت مدارهای کاربردی با ذکر مقادیر اِلمان‌ها و دستور آزمایش وجود دارد . مدارهای مورد آزمایش در این کتاب به وسیله نرم‌افزار PSpice شبیه سازی شده اند به جز در مواردی که تراشه مورد نظر در نرم‌افزار PSpice موجود نبوده و از نرم‌افزار Proteus استفاده شده است. در پایان امیدواریم جهت کاهش نواقص مشاهده شده در کتاب و درج مطالب مفیدتر ما را یاری نموده و نظرات و پیشنهادات خود را از طرق ذیل با ما در میان بگذارید :

Masoud.honaryar@gmail.com

مسعود هنریار

Alireza137061@yahoo.com

علیرضا حمیدی