

طبقات اولیه گیرنده CMOS

برای مخابرات نوری

گیتا بیتی مسافت کوتاه

نویسنده: افران یسکو ازنار

سانتیگو سلما

بلن زالوم

مترجم ها: سورنا ظهوری

مهدی دولتشاهی

سرشناسه	ازنار، فرانسیسکو Aznar, Francisco
عنوان و نام پدیدآور	طبقات اولیه گیرنده CMOS برای مخابرات نوری گیگابیتی مسافت کوتاه/ نویسندگان فرانسیسکو ازنار، سانتیگو سلما، بلن کالوو؛ مترجم‌ها سورنا ظهوری، مهدی دولتشاهی.
مشخصات نشر	گرگان: انتشارات نوروزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۲۵۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	978-600-449-950-7
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: CMOS receiver front-ends for gigabit short-range optical communications, c2013.
یادداشت	کتابنامه: ص. ۲۵۸.
موضوع	ارتباطات نوری Optical communications
موضوع	نیمه رساناهای اکسید فلزی مکمل Metal oxide semiconductors, Complementary
شناسه افزوده	سلما، سانتیگو Celma Pueyo, Santiago
شناسه افزوده	لوپز، بلن Calvo López, Belén
شناسه افزوده	ظهوری، سورنا، مترجم
شناسه افزوده	دولتشاهی، مهدی، مترجم
رده بندی کنگره	۱۳۹۷ ط۴ الف/۵۹

طبقات اولیه گیرنده CMOS برای مخابرات نوری گیگابیتی مسافت کوتاه

ترجمه: سورنا ظهوری - مهدی دولتشاهی

نوبت چاپ: اول-۱۳۹۷

مشخصات ظاهری: ۲۵۸ ص

قطع: وزیری

شمارگان: ۱۰۰

شماره شابک: ۷-۹۵۰-۴۴۹-۶۰۰-۹۷۸

چاپ و نشر: نوروزی-۱۷۳۲۲۴۲۲۵۸

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

حق چاپ برای نویسنده محفوظ می باشد.



فہرست

دبیاجه ۱۱
نمادها ۱۴
..... فصل اول ۱۹
..... مقدمه ۱۹
..... ۱-۱-۱ ریمایات نوری ۲۱
..... ۱-۱-۱-۱ تنگایی به دیربازچه ۲۱
..... ۱-۱-۲ کاربرد دی نورپور ۲۴
..... ۱-۲-۱-۱ شبکه های سیافوت کوتاه ۲۶
..... ۱-۲-۱-۲ شبکه های ترانزیت داخل ماشین ۲۶
..... ۳-۲-۱-۱ اتصالات نوری سرعت بالا ۲۷
..... ۳-۱-۱ مقایسه ای بین لینک های انتقالی ۲۸
..... ۱-۴-۱ معماری لینک نوری ۳۱
..... ۲-۱ تکنولوژی CMOS ۳۳
..... ۳-۱ آخرین پیشرفت ها ۳۵
..... ۴-۱ طرح کلی کار ۳۷
..... مراجع ۴۱
..... فصل دوم ۴۵
..... انتقال سیگنال نوری ۴۵
..... ۱-۲ سیگنال داده ۴۵
..... ۱-۱-۲ حوزه زمان ۴۶
..... ۲-۱-۲ حوزه فرکانس ۵۰
..... ۳-۱-۲ توالی بیت شبه تصادفی (PRBS) ۵۳
..... ۲-۲ کانال های نوری ۵۵
..... ۱-۲-۲ اصول فیبرهای نوری ۵۶
..... ۱-۱-۲-۲ فیبرهای نوری تک مد و چند مد ۵۹
..... ۲-۱-۲-۲ فیبرهای نوری با شاخص شیب دار و شاخص پله ای ۶۰

۶۱	۲-۳-۲- فیبرهای نوری شیشه ای
۶۱	۳-۳-۲- فیبرهای نوری پلاستیکی
۶۴	۳-۲- بلوک گیرنده فرستنده
۶۴	۲-۱۰-۳- سریالایزر
۷۱	۳-۳-۳- آشکارساز و گیرنده
۷۵	۲-۴-۳- دی سریالایزر
۷۶	۲-۴- پارامترهای کلیدی
۷۷	۲-۴-۱- دیاگرام چشم
۷۸	۲-۴-۲- زنجیر اشتباه
۸۲	۲-۴-۳- ساسیت
۸۴	۲-۴-۳-۱- نرخ خاموشی
۸۵	۲-۴-۳-۲- آفست نسبی
۸۸	۲-۴-۳-۳- تداخل بین داده ای (ISI)
۹۰	۲-۴-۳-۴- فرکانس قطع پایین
۹۳	۲-۴-۴- محدوده دینامیکی
۹۴	۲-۵- نتیجه گیری
۹۶	مراجع
۹۹	فصل سوم
۹۹	تقویت کننده امپدانس انتقالی
۱۰۰	۳-۱- پهنای باند بهینه
۱۰۳	۳-۲- TIA فیدبک موازی
۱۰۷	۳-۳- خلاصه ای از توپولوژی های TIA
۱۱۰	۳-۴- تکنیک های افزایش محدوده دینامیکی ورودی
۱۱۱	۳-۴-۱- مقاومت فیدبک متغیر
۱۱۲	۳-۴-۲- تکنیک فشرده سازی
۱۱۳	۳-۴-۲-۱- تداخل سیکل وظیفه
۱۱۵	۳-۴-۲-۲- مدل لگاریتمی
۱۱۶	۳-۵- طراحی TIA پیشنهادی
۱۱۷	۳-۵-۱- معماری تقویت کننده امپدانس انتقالی ۱۸۰ نانومتر
۱۱۹	۳-۵-۱-۱- تغییر بهره امپدانس انتقالی

۱۳۱	۳-۵-۲- معماری تقویت کننده امیدانس انتقالی ۹۰ نانومتري
۱۳۴	۳-۶-۱- تاییدات تجربي
۱۳۴	۳-۶-۱- TIA ۹۰ نانومتري
۱۳۵	۳-۶-۱-۱- مشخصه های نوري
۱۳۱	۳-۶-۲- TIA ۱۸۰ نانومتري
۱۳۵	۳-۶-۲-۱- مشخصه های نوري
۱۳۷	۳-۶-۲-۲- مشخصه های الكتريكي
۱۴۰	۳-۷-۱- نتيجت گيري
۱۴۴	References
۱۴۷	فصل چهارم
۱۴۷	پسا تقويت كننده
۱۴۹	۴-۱-۱- هسته تقويت كننده
۱۴۹	۴-۱-۱-۱- ساختار چند طبقاتي
۱۵۱	۴-۱-۲-۱- تكنيك های پهن باند
۱۵۱	۴-۱-۲-۱-۱- بافر بين طبقاتي
۱۵۲	۴-۱-۲-۲-۱- مقياس بندس معكوس
۱۵۳	۴-۱-۲-۳-۱- خازن منفي
۱۵۵	۴-۱-۲-۴-۱- حذف قطب-صفر
۱۵۵	۴-۲-۱- كنترل بهره اتوماتيك
۱۵۷	۴-۱-۲-۱- توزيع بهره خطي در مقياس دسي بل
۱۵۸	۴-۲-۲-۱- توزيع بهره گسيسته
۱۶۱	۴-۳-۱- جبران ساز آفست
۱۶۴	۴-۴-۱- طراحي AGC پيشنهادي
۱۶۵	۴-۴-۱-۱- معماری هسته تقويت كننده
۱۶۵	۴-۴-۱-۱-۱- طبقه بهره ديفرنسيلى
۱۶۶	۴-۴-۲-۱-۱- طبقه چهارم
۱۶۸	۴-۴-۳-۱-۱- معماری تقويت كننده چندطبقه
۱۶۹	۴-۴-۱-۲-۱- افزايش پهنای باند
۱۷۱	۴-۴-۲-۱- بهره قابل برنامه ريزي
۱۷۸	۴-۴-۳-۱- حلقه AGC

۱۷۹	۴-۳-۱ - دیاگرام حالت پیشنهادی
۱۷۹	۴-۳-۲ - پیاده سازی حلقه AGC
۱۸۰	۴-۳-۳ - شیفت رجیستر
۱۸۱	۴-۳-۴ - آشکارساز پیک
۱۸۳	۴-۳-۵ - مقایسه کننده ها
۱۸۵	۴-۴ - حلقه جبران ساز آفست
۱۸۹	۴-۵ - تایید تجربی
۱۸۹	۴-۵-۱ - پیاده سازی PGA
۱۹۰	۲-۴-۵ - پیاده سازی AGC
۱۹۲	۴-۵-۳ - نمونه PCB
۱۹۵	۴-۵-۴ - مشخصه های برآورد
۱۹۷	۴-۵-۱ - نتایج تقویت کننده بهره قابل برنامه ریزی
۲۰۰	۴-۵-۲ - نتایج پساتقویت کننده AGC
۲۰۲	۴-۶ - نتیجه گیری
۲۰۵	مراجع
۲۰۷	فصل پنجم
۲۰۷	گیرنده POF
۲۰۸	۵-۱ - فیبر نوری پلاستیکی
۲۰۸	۵-۱-۱ - پهنای باند فیبر نوری
۲۰۹	۵-۱-۲ - وابستگی پهنای باند-طول
۲۱۰	۵-۲ - متعادل کننده
۲۱۰	۵-۲-۱ - تکنیک های متعادل سازی
۲۱۲	۵-۲-۲ - متعادل کننده های تطبیقی
۲۱۵	۵-۳ - معماری گیرنده
۲۱۶	۵-۳-۱ - پیش تقویت کننده با مانیتور PD
۲۲۰	۵-۳-۲ - پیاده سازی متعادل کننده تطبیقی
۲۲۰	۵-۳-۱ - متعادل کننده ولتاژ کنترل شده
۲۲۲	۵-۳-۲ - فیلتر پایین گذر
۲۲۵	۵-۳-۵ - آشکارساز خطای توان
۲۲۸	۵-۳-۳ - پساتقویت کننده و درایور خروجی

۲۲۹	۴-۵-تاییدات تجربی
۲۲۹	۴-۵-۱- پیاده سازی گیرنده
۲۳۱	۴-۵-۲- نتایج
۲۳۶	۴-۵-۵- نتیجه گیری
۲۳۹	مراجع
۲۴۱	فصل ششم
۲۴۱	نتایج
۲۴۱	۶-۱- نتایج کلی
۲۴۳	۶-۲- بحثات آتی
۲۴۵	ضمائم
۲۵۸	مراجع

دیباچه

امروزه، انتقال داده پهن باند مسافت بلند توسط ارتباطات نوری غالب گشته اند چرا که عملکرد بهتری از لحاظ سرعت و دسترسی بودن نسبت به همتای الکتریکی خود دارند. چارلز کاو جایزه نوبل را در سال ۲۰۰۹ بخاطر نشان دادن چنین سیستم های انعطاف پذیری و کاربرد گسترده آنها به عنوان اختصاص داد. در سال های اخیر تبدیل الکتریکی به انتقال نوری برای کاربردهای مسافت کوتاه شروع شده است. چنین سیستم هایی برای شبکه های محلی، ارتباط اینترنت پهن باند (فیبر به خانه)، سیستم های مولتی مدیا داخل ماشین و خانه ها و در آینده، ارتباط بین قطعات الکتریکی بین یک برد و حتی بین هسته های یک پردازش گر مورد تقاضا هستند. علت اصلی غلبه بر محدودیت های سرعت انتقال الکتریکی است، در حالی که مرایای دیگری مانند نبود تداخل الکترومغناطیسی، جداسازی گالوانیکی و بهبود امنیت هم دارد.

کم هزینه بودن سیستم انتقال یک الزام است چرا که تعداد کاربرها در مسافت کوتاه بسیار محدود و حتی تک کاربره می باشد. در این سناریو، فیبر نوری پلاستیکی (POF) به جای فیبر نوری شیشه ای و استفاده از تکنولوژی CMOS به سبب کم هزینه بودنشان بهترین گزینه ها جهت پیاده سازی لینک انتقال می باشند. ایده کلیدی اصلی پیاده سازی بخش آنالوگ گیرنده با تکنولوژی کم هزینه بخش دیجیتال است تا کل سیستم در یک تراشه مجتمع شود. به علاوه، طراحی CMOS با ظهور انتشار دهنده

های نور سازگار و توسعه آشکارسازهای سیلیکونی بیشتر مورد توجه قرار گرفته تا معماری سیستم بر تراشه که گیرنده تمام مجتمع در تکنولوژی CMOS است، حاصل آید.

بنابراین، هدف اصلی این کتاب توسعه گیرنده های نوری مجتمع در تکنولوژی CMOS استاندارد است تا انتقال سرعت بالا در مسافت کوتاه را با هزینه مقرون به صرفه ممکن سازد. بنابراین، هدف روی گیرنده های CMOS است که انتقال گیگابیتی را در فیبرهای نوری پلیستیک استاندارد کم هزینه ۵۰ متری ممکن سازد. هدف ارائه یک بحث با جزئیات کامل تر محدودیت های طراحی و چالش های تحت این شرایط (در هر دو سطح سلول و سیستم)، مشخصه های اصلی و عملکرد نوری-الکترونیکی می باشد.

در ابتدا به بررسی کانال گیرنده های نوری، از یک مقدمه تاریخی تا آخرین پیشرفت های آن با جزئیات کاربردی در بخش ۱ پرداخته شده است. سپس، اصول انتقال سیگنال نوری شامل مشخصه های سیگنال داده، مقدمه ای بر فیبرهای نوری، خلاصه ای از سیستم کامل انتقال و پارامترهای کلیدی یک گیرنده نوری، می شود. بنابراین، مرتبط ترین جنبه های لینک نوری بخش ۲ ارائه شده است که مشخصه ها و محدودیت های موثر بر گیرنده شامل توان خروجی و نرخ خاموشی لیزر، تلفات و پهنای باند فیبر نوری و پاسخ حساسیت و خازن آشکارساز را بررسی می کند. در بخش ۳ و ۴، آنالیز طراحی، پیاده سازی و تست بلوک های اصلی گیرنده (تقویت کننده امپدانس انتقالی و پساتقویت کننده) تحت شرایط ولتاژ پایین تشریح شده اند. چند بلوک، تکنیک و معماری خاص توسط نویسندگان ارائه شده که جهت افزایش رنج دینامیکی تقویت کننده امپدانس انتقالی و پساتقویت کننده AGC است. یک تکنولوژی CMOS استاندارد $0.18\mu\text{m}$ جهت حصول راه حل مقرون به صرفه استفاده می گردد. به علاوه، تکنولوژی CMOS 90nm جهت بهبود عملکرد تقویت کننده امپدانس انتقالی به عنوان چالش برانگیزترین ساختار که مستقیماً بر عملکرد گیرنده اثر می گذارد، بررسی شده است. در بخش ۵، یک انتقال گیگابیتی در طول یک فیبر نوری پلاستیکی مقرون به صرفه استاندارد تا ۵۰ متر برای یک گیرنده کامل انجام شده است که گیرنده شامل دو بلوک پیشنهادی و یک متعادل کننده تطبیقی الزامی جهت جبران پهنای باند وابسته به طول و محدود شده فیبر، می شود. اندازه گیری به یک عملکرد چشم تضمین شده می

انجامد که تا ۳۰ متر به راحتی قابل نصب است. اینها نشان می دهد که روش ارائه شده در آینده بازار کاربردهای مسافت کوتاه مانند شبکه های فیبر به خانه، محلی و سیستم های چندرسانه ای در خانه و ماشین که در نظر گرفتن مسائل اقتصادی در آنها الزامی است، یک راه حل قابل رقابت است، که این خود بیانگر این است که مباحث این کتاب نقش مهمی را در آینده نزدیک بازی می کنند.

لازم است از موسسه میکروالکترونیک بارسلونا و مرکز میکروالکترونیک ملی بخاطر حمایت هایشان تشکر کنیم. سپاس فراوان از موسسه مهندسی الکتروپدینامیک، مایکروویو، مخابرات و وابسته به دانشگاه صنعتی وین بخاطر همکاری شان در این پژوهش و مسئول این موسسه، پرفسور هرست زیمرمن.

زاراگوزا، اسپانیا، فر به ۲۰۰۲

فرانسیسکو ازنار

سانتیگو سلما

بلن کالوو