به نام ایزد یکتا

۴۶۷۰۳

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
گروه الکترونیک

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق – الکترونیک

عنوان

شبیه سازی وطراحی Op-Amp تمام نوری

استادان راهنما
دکتر علی رستمی
دکتر ضیاء دائی کوزه‌کنانی

استادان مشاور
دکتر نصرت‌الله گرانپایه
دکتر عباس ظریفکار

پژوهشگر
فاطمه امیر فرشخواه

مهر ماه ۱۳۸۶

تقدیم

این کار را به تمام کسانی که در شکل گیری لحظه به لحظه زندگی من نقش داشتند، تقدیم می‌کنم.به

روان پاک پدرم

که هر چه دارم از اوست

مادرمهربانم

به خاطر زحمات بی دریغش

همسر صبورم

به خاطر تمام فداکاری‌هایش

تقدیر وتشکر

استاد ارجمند و بزرگوارم جناب آقای دکتر علی رستمی

که اسوه تلاش و کوشش برای من و همه و مایه فخر سرزمین عزیزمان در جهان هستند. در اینجا بر خود لازم می‌دانم که از زحمات فراوان و خستگی‌ناپذیر جنابعالی کمال تشکر وقدردانی را بنمایم. سپاس فراوان نثارتان باد.

استاد عزیز وگرامی جناب آقای دکتر ضیاء دایی کوزه‌کنانی

که استاد راهنمای دوم من در این پایان‌نامه بودند و استادی دلسوز و مهربان برای من و همه دانشجویان هستند و همواره از راهنماییهای سودمندشان بهره برده‌ایم.

از استادان مشاورم در این پایان‌نامه ، آقایان دکتر نصرت الله گرانپایه و دکتر عباس ظریفکار صمیمانه سپاسگزارم.

همچنین از جناب آقای دکتر نامدار که داوری پایان‌نامه را به عهده داشتند، تشکر می‌کنم.

نام‌خانوادگی دانشجو: امیرفرشخوا ه نا م: فاطمه

عنوان پایان نامه: شبیه سازی و طراحی Op - Amp تمام نوری

استادان راهنما: دکتر علی رستمی ، دکتر ضیاء دائی کوزه کنانی
استادان مشاور: دکتر نصرت الله گرانپایه ، دکتر عباس ظریفکار

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی برق گروه: الکترونیک دانشگاه: تبریز
دانشکده: مهندسی برق و کامپیوتر تاریخ فارغ ا لتحصیلی: مهر۱۳۸۶ تعداد صفحه:۹۷

کلید واژه ها: تقویت کننده تفاضلی تمام نوری، رزوناتورهای حلقوی ، کریستال های فوتونیکی

چکیده:

در این پایان نامه می خواهیم ساختاری تمام نوری برای عملکرد تقویت کننده های عملیاتی که یکی از اساسی ترین عنصرهای مدارات مجتمع نوری هستند پیشنهاد کنیم که بر اساس رزوناتورهایی با ساختار کریستالهای فوتونیکی بسیار فشرده ساخته شده اند. این ساختارهای جدید رزوناتورهای حلقوی به دلیل قابلیت کنترل پذیری فاکتور کیفیت ، گستره طیفی آزاد و پهنای باند در یک رنج وسیع دارای مزایای فراوانی نسبت به رزوناتورهای حلقوی معمولی هستند. در اینجا ما طیف میدانهای عبوری و انعکاسی را برای ساختار رزوناتورهای تکی و دوتایی با استفاده از تکنیک های پیشرفته ای مانند FDTD در ساختار کریستالهای فوتونیکی با شبکه مربعی و دی الکتریکهای میله ای مورد بررسی قرار داده ایم. با معرفی ساختار تمام نوری برای اپ- امپ می توان به پهنای باندی در حدود ترا هرتز دست یافت. اپ - امپ تمام نوری دارای تابع تبدیل ورودی - خروجی مشابه اپ- امپهای الکترونیکی می باشد. دسترسی به بهره بالا یا پهنای باند بزرگتر با کنترل کوپلاژ مؤثر بین دو حلقه با تقارنهای مختلف امکان پذیر است. همچنین فاکتور کیفیت مد تشدید و تنظیم طول موج آنالیز شده است. تاثیر تغییر وتنظیم پارامتر تلفات ، شعاع حلقه ها و فاصله بین دو حلقه بر روی عملکرد تقویت کننده تفاضلی مورد بحث وبررسی قرار گرفته وشبیه سازی های لازم انجام گرفته است. ساختار پیشنهادی با تکنیکهای مدارات مجتمع نوری قابل اجرا است.

فهرست مطالب

فصل اول: بررسی منابع

فهرست مطالب..... i
فهرست شکلها..... v
فهرست جداول..... viii
فهرست اختصارات..... ix
مقدمه..... ۱
۱-۱- چرا از اپتیک استفاده می کنیم؟..... ۵
۱-۱-۱- نقش نور غیر خطی در پردازش نوری..... ۶
۱-۱-۲- تقویت کننده تفاضلی نوری..... ۷
۱-۲- رزوناتورهای حلقوی میکرویی..... ۹
۱-۲-۱- اصول پایه ای رزوناتورهای حلقوی..... ۱۰
۱-۲-۲- موجبرهای خمیده..... ۱۴
۱-۲-۳- سایر شکلهای هندسی رزوناتور های حلقوی..... ۱۶
۱-۳- طراحی رزوناتورهای حلقوی..... ۱۷
۱-۳-۱- تابع تبدیل Z..... ۱۸
۱-۳-۲- ماتریس پراکندگی..... ۱۹
۱-۳-۳- قوانین طراحی رزوناتورهای حلقوی..... ۲۱

۱-۴- فوتونیک کریستالها..... ۲۶
۱-۴-۱- معرفی فوتونیک کریستال ها و خواص آن..... ۲۶
۱-۴-۲- انواع فوتونیک کریستال ها..... ۲۸
۱-۴-۳- مفهوم باند ممنوعه در فوتونیک کریستال ها..... ۲۸
۱-۴-۴- نحوه استفاده از فوتونیک کریستال ها..... ۳۰
۱-۵- ساختارهای فوتونیک کریستالی..... ۳۱
۱-۵-۱- ساختارهای پریودیک تک بعدی..... ۳۱
۱-۵-۲- ساختارهای پریودیک دو بعدی..... ۳۲
۱-۵-۳ - ساختارهای پریودیک سه بعدی..... ۳۲
۱-۶- الکترومغناطیس در محیط مرکب از چند دی‌الکتریک..... ۳۳
۱-۶-۱- معادلات ماکسول در حالت ماکروسکوپیک..... ۳۳
۱-۶-۲- توابع ویژه..... ۳۷
۱-۶-۳- تقارن انتقالی گسسته..... ۳۸
۱-۷- رزوناتورهای حلقوی..... ۴۰
۱-۸- ناراستی و معرفی آن..... ۴۲

فصل دوم: مواد وروشها

۲-۱- ساختار رزوناتورهای حلقوی..... ۴۵
۲-۱-۱- سلول پایه رزوناتورهای حلقوی..... ۴۵
۲-۱-۲- استخراج میدانهای عبوری و منعکسه..... ۴۹

۲-۲- ساختار رزوناتورهای حلقوی میکروویی چندتایی..... ۵۰
۲-۳- طراحی OP-AMP تمام نوری مبتنی بر پدیده غیر خطی کر..... ۵۱
۲-۳-۱- تابع تبدیل ساختار OP-AMP تمام نوری..... ۵۱
۲-۳-۲- بهره و پهنای باند تقویت کننده تفاضلی..... ۵۷
۲-۴- تنظیم پارامترهای رزوناتور..... ۶۳
۲-۴-۱- تنظیم طول موج تشدید..... ۶۳
۲-۴-۲ - تنظیم پارامتر تلفات ۶۶
۲-۴-۳- تنظیم ثابتهای کوپلاژ ۶۷
۲-۴-۴- تنظیم حرارتی..... ۶۸
۲-۵- تنظیم پارامترهای Op-Amp طراحی شده ۷۰
۲-۵-۱- تغییر ثابت کوپلاژ ۷۰
۲-۵-۲-تأثیر تغییرات پارامتر تلفات..... ۷۵
۲-۵-۳- تأثیر تغییرات طول حلقه ها و فاصله بین حلقه ها..... ۷۶
۲-۵-۴-اثر ورنیر..... ۷۹
۲-۶- ساختار کریستالهای فوتونیکی..... ۸۰
۲-۶-۱- ساختارتقویت کننده تفاضلی تمام نوری(AOOA) براساس کریستالهای فوتونیکی..... ۸۰
۲-۶-۲- نتایج شبیه‌سازی..... ۸۳

فصل سوم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۳-۱- نتیجه گیری..... ۹۰

۳-۲- پیشنهادات..... ۹۱

منابع ومأخذ..... ۹۲

فهرست شکلها

شکل(۱-۱):مدل یک تقویت کننده تفاضلی ایده‌آل در حوزه الکترونیک..... ۷

شکل(۱-۲):شماتیک کلی یک رزوناتور حلقوی..... ۱۰

شکل(۱-۳):شبیه سازی پاسخ رزوناتور حلقوی برای پورت عبور و پورت حذف‌کننده..... ۱۱

شکل(۱-۴):کنتراست مؤثر بر حسب کمترین شعاع خمش($<1dB/90°$) ۱۵

شکل(۱-۵):سایر شکلهای رزوناتور میکرونی:حالت بیضی گون، دیسک ، ترکیب مان هاتان..... ۱۶

شکل(۱-۶): پارامترهای یک فیلتر طول موج..... ۱۷

شکل(۱-۷):مدل ماتریس پراکندگی یک رزوناتور حلقوی..... ۱۹

شکل(۱-۸):پهنای باند یک حلقه میکرویی به عنوان تابعی از ثابت کوپلاژ k_1 ..... ۲۲

شکل(۱-۹):تلفات الحاقی بر حسب ثابت کوپلاژ k_1 برای یک حلقه میکرونی در حال تشدید..... ۲۴

شکل(۱-۱۰):نمونه ای از ساختار فوتونیک کریستالی..... ۲۷

شکل(۱-۱۱):باند ممنوعه کریستالهای فتونیکی دو بعدی و سه بعدی..... ۲۹

شکل(۱-۱۲):نمونه ای از اشکال فوتونیک کریستالها..... ۳۰

شکل(۱-۱۳):ساختار های مختلف فوتونیک کریستالها..... ۳۱

شکل(۱-۱۴): ترکیبی از نواحی ماکروسکوپیک با دی‌الکتریکهای همگن..... ۳۴

شکل (۱-۱۵): ساختار یک دی‌الکتریک با تقارن انتقالی گسسته..... ۳۹

شکل(۱-۱۶):یک نوع ساختار رزوناتور حلقوی بر پایه فوتونیک کریستال..... ۴۰

شکل(۱-۱۷):نمونه‌ای از ایجاد ناراستی درساختارکریستال..... ۴۳

شکل(۲-۱):دیاگرام شماتیک یک رزوناتور حلقوی..... ۴۶

شکل(۲-۲):نمایش میدانهای انتقالی و انعکاسی بر حسب میدان ورودی..... ۴۹

شکل(۲-۳): نمایش چیدمان حالتهای سری و موازی حلقه‌ها ۵۰

شکل(۲-۴):دیاگرام شماتیک طرح پیشنهادی Op_Amp تمام نوری با استفاده از دو رزوناتور حلقوی غیر خطی..... ۵۲

شکل(۲-۵):نمایش میدانهای انتقالی ومنعکسه تقویت کننده بر حسب میدان تفاضلی ورودی..... ۵۷

شکل(۲-۶):منحنی تغییرات توان خروجی بر حسب توان تفاضلی ورودی..... ۵۸

شکل(۲-۷):پهنای باند تقویت کننده تفاضلی در حوزه فرکانس الف)نمایش یک باندبا مبدا در طول موج مخابراتی ب)نمایش دو باند..... ۶۰

شکل(۲-۸):پهنای باند تقویت کننده تفاضلی بر حسب طول موج..... ۶۱

شکل(۲-۹):FSR مربوط به تقویت کننده تفاضلی در حوزه فرکانس..... ۶۲

شکل(۲-۱۰): تنظیم باند عبور یک فیلتر رزوناتور حلقوی (سمت راست) و مدولاسیون با تنظیم شیب تشدید درنزدیکی طول موج منبع (سمت چپ)..... ۶۴

شکل(۲-۱۱):تأثیرتغییر ثابت‌های کوپلاژ حلقه اول بر روی توان خروجی تقویت کننده تفاضلی ۷۱

شکل(۲-۱۲):تأثیرتغییر ثابت‌های کوپلاژ حلقه دوم بر روی توان خروجی تقویت کننده تفاضلی ۷۲

شکل(۲-۱۳):تأثیرتغییر ثابت های کوپلاژ حلقه اول بر روی بهره تقویت کننده تفاضلی..... ۷۳

شکل(۲-۱۴):تأثیرتغییر ثابت های کوپلاژ حلقه دوم بر روی بهره تقویت کننده تفاضلی ۷۴

شکل(۲-۱۵):اثر تغییرات تلفات کوپلینگ حلقه بر روی FSR..... ۷۵

شکل(۲-۱۶):تأثیرتغییرات طول حلقه هابر روی توان خروجی..... ۷۶

شکل(۲-۱۷):تأثیر تغییرات طول حلقه هابر روی بهره تقویت کننده..... ۷۷

شکل(۲-۱۸): تأثیر تغییرات طول حلقه هابر روی پهنای باند تقویت کننده..... ۷۷

شکل(۲-۱۹):اثر تغییرات فاصله بین دو حلقه (L_P)..... ۷۸

شکل(۲-۲۰): اثر نامتقارن بودن طول حلقه ها(اثر ورنیر)..... ۷۹

شکل(۲-۲۱): ساختار تقویت کننده تفاضلی طراحی شده با کریستالهای فوتونیکی..... ۸۱

شکل(۲-۲۲): نمایش ضریب شکست حقیقی ساختار پس از شبیه سازی..... ۸۳

شکل(۲-۲۳): نمایش میدانهای E_Y موجود در ساختار پس از شبیه سازی..... ۸۴

شکل(۲-۲۴): توزیع میدانهای الکتریکی در طول موج ۱.۵۵ مایکرون در پورت خروجی..... ۸۵

شکل(۲-۲۵): نمایش میدانهای ورودی وخروجی سیستم بر حسب طول موج..... ۸۵

شکل(۲-۲۶): مشخصه خروجی بر حسب ورودی تقویت کننده تفاضلی..... ۸۶

شکل(۲-۲۷): مشخصه بهره تقویت کننده تفاضلی بر حسب طول موج..... ۸۷

شکل(۲-۲۸): دیاگرام باندی ساختار تقویت کننده تفاضلی..... ۸۸

فهرست جداول

جدول(۲-۱): پارامترهای هندسی مربوط به رزوناتور حلقوی..... ۴۹

جدول(۲-۲): پارامترهای هندسی مربوط به طرح پیشنهادیOp-Amp تمام نوری..... ۵۸

جدول(۲-۳): پارامترهای فیزیکی مربوط به طرح پیشنهادیOp-Amp تمام نوری..... ۵۸

جدول(۲-۴): پارامترهای قابل تنظیم رزوناتور حلقوی به شیوه حرارتی..... ۶۹

فهرست اختصارات

AOOA	All Optical Operational Amplifier
BER	Bit Error Rate
BW	Band Width
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
F	Finess
FDTD	Finite Difference Time Domain
FSR	Free Spectral Range
FWHM	Full Wave Half Maximum
IL	Insertion Loss
MEMS	Micro Electro-Mechanical System
MZI	Mach-Zender Interferometer
NLO	Non-Linear Optical
OIC	Optical Integrated Circuit
ONU	Optical Network Unit
OXU	Optical Cross Connect
OP-AMP	Operational Amplifier
Q	Quality Factor
R-OADM	Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer
TE	Transverse Electric
TM	Transverse Magnetic
TMM	Transfer Matrix Method
VLSI	Very Large Scale Integration

مقدمه

طی چندین دهه گذشته، الکترونیک در حوزه نور از اهمیت ویژه ای برای محققان برخوردار بوده است، بطوریکه اکثر مطالعات پژوهشگران در دنیا به سوی آن معطوف شده است. الکترونیک نوری از دیدگاه بسیاری از دانشمندان دارای اهمیت های فراوانی به دلایل ذیل است:

سرعت بسیار بالای پردازش در حوزه نور، انتقال و تبادل اطلاعات به صورت کاملاً سالم، رنج فرکانس کاری بسیار بالای آن نسبت به الکترونیک و نیز ذات پردازش موازی در حوزهٔ الکترونیک نوری که سرعت محاسبات را چنین برابر افزایش می دهد.

همچنین گرایش فوتونیک به طور وسیع رشته های علمی مختلفی مثل فیزیک، علم مواد و مهندسی را تحت پوشش قرار می دهد. پژوهشگران چندین دهه در زمینه روشهای مختلف مدلسازی انتشار نور مطالعه نموده اند. اخیراً کریستال های فوتونیکی مورد توجه قرار گرفته اند. این ساختارها که از قرارگیری پریودیک یک سلول پایه به شکل یک، دو یا سه بعدی تشکیل یافته‌اند توانایی محدودسازی و متوقف ساختن نور را دارند.

رزوناتورهای حلقوی ساختارهایی هستند که در ده سال اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند و از آنجائی که پتانسیل تولید بسیاری از قطعات نوری را دارند از اهمیت فراوانی برخوردارند. این ساختارها که از یک حلقه و دو موجبر ساخته می شوند، قادر به حبس نور در فرکانس تشدید هستند. خواص جالب این رزوناتورها منجر به تولید قطعاتی همچون فیلترهای حذف-اضافه کننده، مالتی پلکسرها، سوئیچهای نوری، اتصال دهنده های نوری، مبدلهای A/D و ... شده است. تا جائی که می توان ادعا نمود امکان ساخت کلیه ادوات نوری یک واحد شبکه نوری با این ساختارها وجود دارد. ما کاربرد جدیدی برای رزوناتورهای حلقوی

در این پایان نامه معرفی خواهیم کرد که طراحی تقویت کننده های تفاضلی تمام نوری با استفاده از دو رزوناتور خواهد بود.

اما در سالهای اخیر بدلیل خواص بسیار جالبی که کریستالهای فوتونیکی در طراحی المانهای نوری از خود نشان داده‌اند، با استفاده از ساختارهای پریودیک آنها در پیاده سازی رزوناتورهای حلقوی، می‌توان به نتایج بهتری دست یافت. یکی از مزایای کریستالهای فوتونیکی وجود باند ممنوعه در آنهاست که با استفاده از این خاصیت ذاتی و مهندسی آن، می توان به هدف مورد نظر دست یافت.

در این پایان نامه، ابتدا در فصل اول مرور مختصری بر علم اپتیک، ادوات نوری و علت استفاده از مواد غیر خطی نوری را بیان خواهیم کرد. سپس در بخش دوم رزوناتورهای حلقوی میکرویی را معرفی کرده و نحوه عملکرد و مدلسازی ریاضی و انواع آنها را بیان می کنیم. همچنین برای محاسبه پارامترهای FWHM، فاکتور F، فاکتور Q، روابط مربوطه نشان داده شده است. در بخش سوم پارامترهایی را که در سطح یک شبکه مهم می باشد بیان کرده، تابع تبدیل Z و ماتریس پراکندگی را برای یک رزوناتور حلقوی استخراج کرده‌ایم.

در قسمت پایانی این بخش نیز قوانین طراحی رزوناتورهای حلقوی آمده است. از آنجاییکه رزوناتورهای حلقوی در ساخت بسیاری از ادوات نوری و قطعات کلیدی شبکه های نوری و سیستمهای DWDM کاربرد دارند، لذا بسته به نقشی که ایفا می کنند، نحوه طراحی آنها متفاوت خواهد بود.

در آخرین بخش فصل اول به معرفی فوتونیک کریستالها پرداخته‌ایم که در این پایان نامه به عنوان بستری برای پیاده سازی رزوناتور های حلقوی بکار گرفته شده اند. در این بخش مفهوم باند ممنوعه و نیز خواص اساسی آن بررسی شده است و نحوه استفاده از فوتونیک کریستالها مورد مطالعه قرار گرفته است.

مفهوم ناراستی نیز معرفی شده و به اهمیت استفاده از آن در ساختارهای مربوطه و کنترل خواص آنها اشاره شده است.

در فصل دوم، کلیه شبیه سازی‌های لازم برای پیاده سازی تقویت کننده تفاضلی تمام نوری با استفاده از ساختار رزوناتور حلقوی دوتایی و در بستر فوتونیک کریستالها انجام گرفته است. ابتدا در بخش اول رزوناتور حلقوی تکی را مدلسازی نموده و خروجی میدانهای انعکاسی و انتقالی آن را نشان داده ایم. سپس در بخش دوم مزیت استفاده از رزوناتورهای حلقوی چندتایی را ذکر نموده و طرح پیشنهادی تقویت کننده تفاضلی را ارائه داده‌ایم. پس از مدلسازی طرح مربوطه و بدست آوردن روابط ورودی و خروجی، شبیه سازی های لازمه را انجام داده و پهنای باند، بهره و سایر مشخصات سیستم را استخراج نموده‌ایم. در بخش سوم روش‌های تنظیم پارامترهای فیزیکی و هندسی یک رزوناتور حلقوی را بیان کرده‌ایم و در نهایت در بخش بعدی تأثیر تغییر پارامترهای حلقه بر روی مشخصه خروجی تقویت کننده را شبیه‌سازی و مطالعه کرده‌ایم. بدیهی است که با کنترل پارامترها، می توان به مشخصه مورد نظر دست یافت. در آخرین بخش نیز ساختار تقویت‌کننده تفاضلی تمام نوری را بر اساس کریستالهای فوتونیکی بیان کرده و پروفایل میدانهای ورودی وخروجی و شبیه‌سازی‌های انجام شده را آورده‌ایم.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- چرا از اپتیک استفاده می کنیم؟

مدارات مجتمع نوری دارای مزایای فراوانی نسبت به همتای الکترونیکی خود هستند. آنها از تداخلهای الکترومغناطیسی مصون بوده و اتصال کوتاههای الکتریکی نیز در آنها وجود ندارد. آنها در انتقال، تلفات کمی دارند و پهنای باند بزرگی ایجاد می‌کنند واین بدان معنی است که توانایی مالتی پلکس کردن و مخابره چندین کانال موازی بدون تداخل را دارند. سیگنالهای نوری می‌توانند در یک فیبر یا فیبرهای مجاور بدون هیچ تداخل ذاتی یا هم شنوایی انتشار پیدا کنند. آنها فشرده، سبک و در تولید ارزان هستند و ذخیره اطلاعات در آنها بسیار ساده‌تر از مواد مغناطیسی می‌باشد. ما هم اکنون در دوره انفجار اپتیک و اجزای نوری در زمینه محاسبات نوری و سایر کاربردهای آن هستیم و تجارت فوتونیک، انقلابی در صنعت و دانشگاههای کل دنیا ایجاد کرده است.

اغلب قطعاتی که هم‌اکنون تقاضای زیادی برای آنها وجود دارد الکترو- اپتیکی هستند. سرعت این قطعات هیبرید توسط قسمتهای الکترونیکی آنها محدود می‌شود و این در حالیست که قطعات تمام نوری دارای سرعت بسیار زیادی هستند. اما متاسفانه مواد غیرخطی نوری مؤثر شناخته شده‌ای که بتواند در سطوح ولتاژ کم پاسخگو باشد، وجود ندارد. اغلب قطعات تمام نوری برای عملکرد مورد نیاز خود، نیاز به لیزر توان بالا دارند. تحقیقاتی که اخیراً در یکی از دانشگاههای دنیا انجام گرفته است، منجر به توسعه یک نوع پلیمر ارگانیکی شده است که سرعت سوئیچینگ آن، سه برابر استاندارد موجود صنعت در ادواتی است که بر پایه کریستالهای نیترید لیتیوم ساخته می شوند.

یکی دیگر از مزایای روشهای نوری نسبت به الکترونیک این است که پردازش نوری داده ها می تواند به راحتی و بصورت موازی و کم‌هزینه انجام گیرد. به عنوان مثال با یک طرح نوری ساده، آرایه‌ای از پیکسلها می توانند هم زمان بصورت موازی از نقطه ای به نقطه دیگر منتقل شوند.

تکنولوژیهای اپتو- الکترونیکی هم اکنون وعده انتقال داده‌ها از فاصله بسیار کم بین چیپهای کامپیوتر گرفته تا بزرگترین فاصله بین ماهواره‌ها در سیستم کامپیوترهای نوری و عرصه مخابرات را به ما داده است.

۱-۱-۱- نقش نور غیر خطی در پردازش نوری

عرصه پرداش نوری و مخابرات نوری نیاز به همکاری گروه وسیعی از دانشمندان و پژوهشگران زمینه های مختلف علمی را دارد. یکی از مهمترین آنها، دانشمندان علم مواد هستند ودر زمینه مواد نیز، نقش مواد غیر خطی در پردازشهای نوری بسیار مهم می باشد. مواد غیرخطی موادی هستند که در اثر برهمکنش با نور خواص آن را مدوله می کنند. بسیاری از ادوات نوری برای عملکرد خود نیاز به مواد غیر خطی مؤثر دارند. در حقیقت آنچه که باعث جلوگیری از گسترش ادوات تمام نوری شده است ناکارآمدی مواد غیر خطی نوری موجود می‌باشد که نیاز به مقدار زیادی انرژی برای تولید مواد نوری بسیار مؤثر و بهتر دارد. اگرچه مواد ارگانیکی دارای مشخصات زیادی هستند که آنها را برای استفاده در ادوات نوری مناسب کرده است و این مشخصات عبارتند از: غیرخطیت زیاد، طراحی قابل انعطاف مولکولی و مقاومت در مقابل تشعشعات مولکولی، اما دشواریهای پردازش در کریستالها و فیلمهای نازک استفاده از آنها را محدود کرده است. هم‌اکنون تلاش برای توسعه دو گروه از ترکیبات ارگانیکی با نامهایphthalocyanines و polydiacetylrnes صورت می گیرد که دارای خواص غیر خطی و... بسیار خوبی هستند.