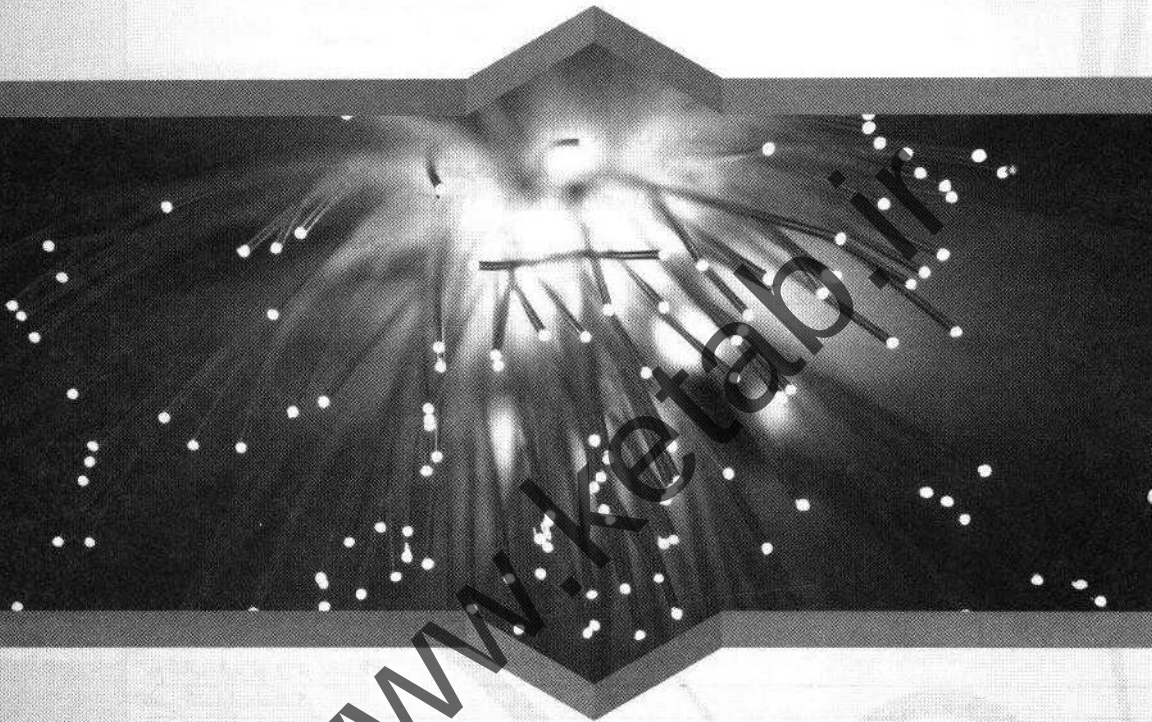




فیبر نوری در یک نگاه

تألیف: امید آقائی / نیلوفر جعفری پور شور غینی

مروری بر ارتباطات نوری و الکترونیک نوری در صنعت و مخابرات

سرشناسه : آقای، امید، ۱۳۶۸
 عنوان و نام پدیدآور : فیبر نوری در یک نگاه مروری بر ارتباطات نوری و الکترونیک نوری در صنعت و مخابرات تالیف امید آقای / نیلوفر جعفری پور شورغینی.
 مشخصات نشر : تهران استادکار ۱۳۹۳.
 مشخصات ظاهری : ۲۴۰ ص. مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۹۷۱-۵-۷
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : مروری بر ارتباطات نوری و الکترونیک نوری در صنعت و مخابرات.
 یادداشت : کتابنامه
 یادداشت : ارتباطات نوری
 یادداشت : الکترونیک نوری
 موضوع : الیاف نوری
 عنوان دیگر : مروری بر ارتباطات نوری و الکترونیک نوری در صنعت و مخابرات.
 شناسه افزوده : جعفری پور شورغینی، نیلوفر، ۱۳۶۴
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۳ ق ۹۷/۵۹۳/TK51۰۳
 رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۸۱
 شماره کتابشناسی ملی : ۳۷۵۷۰۳۹



انتشارات سیمورگ

نام کتاب: فیبر نوری در یک نگاه

ناشر: انتشارات استادکار

تألیف: امید آقای / نیلوفر جعفری پور شورغینی

صفحه‌آرا: لیلا مقصودی

لیتوگرافی: رامین

نوبت چاپ: اول - بهار ۱۳۹۴

چاپ: منصور

صحافی: کیمیا

ناظر فنی چاپ: حسین جعفری پور شورغینی

تیراژ: ۳۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۹۷۱-۵-۷

www.simorghedaneh.com

مراکز پخش:

کتابفروشی هنر: تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، تلفن: ۶۴۹۲۲۴۲
 کتابفروشی عصر دانش: خیابان انقلاب، نرسیده به ۱۲ فروردین، جنب کتابفروشی فجر تهران، پلاک ۱۳۳۲، تلفن: ۶۹۷۱۲۵۱
 انتشارات سیمای دانش: تهران، خیابان انقلاب، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۱۸، تلفن: ۶۶۹۶۶۱۱۴-۵



فصل سوم: ویژگی‌ها و مزایای فیبر نوری ۵۹

- تشریح مقدماتی شبکه‌های بی‌سیم و کابلی ۵۹
- مقایسه فیبر نوری و سیستم مسی ۶۰
- مزایای فیبرهای نوری ۶۰
- « قیمت پایین ۶۰
- « استحکام کششی مناسب ۶۱
- « پهنای باند وسیع و نرخ ارسال داده بالاتر ۶۱
- « محافظت در مقابل تداخل و تزویج ۶۲
- « ایزولاسیون کامل الکتریکی ۶۲
- « امنیت ۶۳
- « مصونیت در مقابل خوردگی ۶۴
- « غیر قابل اشتعال بودن ۶۵
- « وزن کم و قطر کوچک ۶۵
- « حداکثر فواصل مجاز بیشتر ۶۵
- « اتلاف پایین ۶۵
- « نصب و نگهداری آسان تر ۶۶
- « فرستنده‌هایی با قیمت کمتر ۶۶
- « سازگاری با ساختار سیستم‌های مخابرات ۶۶
- « انعطاف‌پذیری ۶۶
- معایب فیبر نوری ۶۷
- « هزینه بالاتر ۶۸
- « مشکل نصب ۶۸
- کاربردهای فیبر نوری ۶۹
- سایر ویژگی‌ها ۶۹
- « طول موج‌های مفید ۶۹
- « تعداد فیبرهای نوری ۷۰

مقدمه ۷

فصل اول: فیزیک لیزر و موج‌برهای نوری ۹

- تاریخچه‌ی نور ۹
- « برهمکنش نور و ماده ۱۴
- « پدیده‌های تابش، انعکاس و انکسار ۱۹
- « قوانین اسنل ۱۹
- « انتقال نور در فیبر نوری ۲۵
- « طیف الکترومغناطیسی ۲۵
- دیگر پارامترهای فیبر نوری ۲۹

فصل دوم: فیبر نوری ۳۵

- تاریخچه‌ی فیبر نوری ۳۵
- کاربردهای مخابرات فیبر نوری ۳۶
- مخابرات نوری ۴۰
- « موفقیت دانشمندان ایرانی ۴۱
- ساختار فیبر نوری ۴۲
- منابع نوری ۴۴
- « ساختار LED ۴۶
- آشکار سازی‌های نوری ۴۷
- « انواع آشکار سازها ۴۸
- ارتباط بین دو فیبر نوری ۵۳
- « سیستم انتقال فیبر نوری پایه ۵۳
- ارسال نور در فیبر نوری ۵۶
- « سیستم رله فیبر نوری ۵۷

۱۱۹	خدمات بالقوه شبکه ملی فیبر نوری ایران
۱۲۰	رویکردهای فنی
۱۲۰	تار تک‌مد مطابق با استاندارد G.652
۱۲۲	تار DSF مطابق با استاندارد G.653
۱۲۲	کابل‌های نوری موجود در شبکه مخابرات
۱۲۲	کابل‌های هوایی

فصل ششم: تلفات توان در فیبر نوری

۱۲۷	عوامل ایجاد تلفات در فیبر نوری
۱۲۸	تلفات جذبی
۱۲۹	تلفات پراکندگی (Scattering Losses)
۱۳۰	تلفات ناشی از خمش فیبر (Bend Loss)
۱۳۰	تلفات اتصال دائم و اتصال ساده Joint & Splices
۱۳۲	Loose
۱۳۴	تلفات روزه عددی در اتصال فیبرها
۱۳۴	تلفات فرسند در پیوندها
۱۳۵	بازتابندگی
۱۳۵	تلفات تزیوج
۱۳۵	تلفات روزه عددی منبع
۱۳۶	تلفات حاشیه اطمینان
۱۳۶	پاشیدگی و گسترش پالس (Dispersion)
۱۴۰	اثر داخلی هرکسها FWM (Four Wave Mixing)

فصل هفتم: انتقال فیبر نوری

۱۴۳	مقدمه
۱۴۴	تزیوج‌کننده‌های کانال (ورودی)
۱۴۴	کانال ارتباطی
۱۴۴	تزیوج‌کننده کانال (خروجی)
۱۴۵	آشکار ساز
۱۴۵	پردازشگر سیگنال
۱۴۵	پیام خروجی
۱۴۶	عناصر خط انتقال فیبر نوری
۱۴۷	رابطه‌ی توزیع‌کننده‌ی داده‌ها در شبکه‌ی فیبر نوری (FDDI)

فصل چهارم: انواع فیبرهای نوری

۷۱	کابل فیبر نوری از نظر شیوه‌ی انتقال
۷۲	فیبر نوری مالتی مدی (Multi mode) M.M
۷۸	فیبر نوری تک‌مدی (Single Mode Fiber S.M.F)
۸۲	مقایسه فیبرهای تک‌مدی و مالتی مدی
۸۷	کابل فیبر نوری از نظر حفاظت
۸۸	Loose Buffer
۸۹	Tight Buffer
۹۰	کابل فیبر نوری از نظر روکش
۹۰	In Door
۹۳	Out Door
۹۷	Out Door - In Door
۹۷	کابل فیبر نوری از نظر ماده‌ی سازنده
۹۹	کابل فیبر نوری شیشه‌ای
۱۰۰	کابل فیبر نوری پلاستیکی
۱۰۴	کابل نوری با پوشش پلیمیر سخت
۱۰۶	انواع تار نوری

فصل پنجم: ساختار کابل نوری

۱۱۱	هسته (Core)
۱۱۱	پوسته (Cladding)
۱۱۲	پوشش (Coating)
۱۱۲	روکش محافظ (jacket)
۱۱۳	بافر (Buffer)
۱۱۳	عضو استحکام‌دهنده (Strength member)
۱۱۳	لوس بافر (Loose Buffer)
۱۱۴	لوس بافر با ژل (Loose Buffer with gel)
۱۱۵	تایت بافر (Tight Buffer)
۱۱۶	شناسایی رشته فیبرها در کابل نوری
۱۱۷	شناسایی بافرها
۱۱۷	کد شناسایی انواع کابل‌های نوری
۱۱۷	فیبر نوری در شبکه ارتباطات زیرساخت

۱۸۴	« آشکار سازهای Hetero-Interface	۱۴۸	« شبکه‌ی نوری سنکرون (SONET)
۱۸۵	« آشکار سازهای Travelling-Wave	۱۴۸	« مشخصات SONET
۱۸۶	« آشکار سازهای Resonant-Cavity	۱۴۸	« فرستنده‌های نوری
۱۸۷	« Phototransistors	« ویژگی‌های منابع نور مورد استفاده در سیستم‌های نوری	
۱۸۸	« BER	۱۴۹	
۱۸۸	« (Signal to Noise Ratio) SNR	۱۵۰	« تفاوت نور لیزر و نور معمولی
فصل هشتم: تکنولوژی ساخت کابل نوری		۱۵۰	« خصوصیات دیود منتشر کننده‌ی نور
۱۸۹	« شیشه سیلیکای گداخته	۱۵۱	« خصوصیات دیود لیزری
۱۹۰	« تولید شیشه سیلیکای گداخته	۱۵۱	« آشکار سازهای نوری (Optical Detector)
۱۹۲	« خصوصیات ماده	۱۵۲	« منابع (فرستنده‌های نوری)
۱۹۲	« شرایط مواد در ساخت فیبر نوری	۱۵۳	« انواع منابع نوری
۱۹۳	« روش‌های ساخت فیبر نوری	۱۵۵	« مدولاسیون و مالتی پلکسینگ
۱۹۳	« روش بوته مضاعف	۱۵۵	« مدولاسیون
« سیلیس رسوب یافته دپ شده DDS (-doped depos)		۱۵۹	« مالتی پلکسینگ
۱۹۴	« (ited silica)	« راه حل استفاده بهینه از پهنای باند فیبرهای موجود	
۱۹۶	« کشیدن تار	۱۶۱	
۱۹۷	« روش‌های ساخت پیش سازه	« روش (Coarse Wavelength Division) CWDM	
۱۹۸	« مواد لازم در ساخت پیش سازه	۱۶۳	« (Multiplexer)
« روش‌های رسوب دهی در فاز بخار		« روش (Dense Wavelength Division) DWDM	
۱۹۸		۱۶۳	« (Multiplexer)
فصل نهم: طراحی شبکه کابل		۱۶۴	« محدودیت‌های DWDM
۲۰۳	« طراحی شبکه‌ی کابل	۱۶۵	« عناصر مهم شبکه در DWDM
۲۰۳	« جنبه‌های طراحی مکانیکی	۱۶۷	« اتصالات ضربدری نوری
۲۰۴	« تزویج کننده	۱۶۹	« مخابرات لیزری بی سیم
۲۰۵	« تزویج عدسی	۱۷۰	« فیبرهای نوری
۲۰۵	« تزویج سربهر	۱۷۰	« تقویت کننده‌های نوری
۲۰۶	« اتصال دو فیبر به صورت دائمی (Splice)	۱۷۱	« انواع آمپلی فایرهای نوری
۲۰۷	« اتصال دائمی دو فیبر به روش هم جوشی	۱۷۲	« آشکار سازها (گیرنده‌های نوری)
۲۰۷	« اتصال دائمی دو فیبر به روش قفل شدن	۱۷۲	« هدایت کننده‌های نوری
فصل دهم: نصب و راه اندازی		۱۷۴	« فوتودیودها
۲۰۹	« مزایای اقتصادی FTTC در اجرای طرح‌های تأسیسات	۱۷۴	« P-N دیودها
		۱۷۵	« P-I-N دیودها
		۱۷۸	« فوتودیودهای Schottky-Barrier
		۱۷۹	« فوتودیودهای آوالانژ (APD)

جدید.....	۲۰۹
فرصت‌ها و چالش‌های پیش روی FTTH.....	۲۰۹
مد انتقال غیر همزمان (ATM).....	۲۱۱
کابل کشی در شبکه‌های ATM.....	۲۱۳
کابل‌های UTP و فیبر نوری.....	۲۱۳
انتخاب مناسب کابل فیبر نوری.....	۲۱۵
گیگابیت اترنت و کابل‌های فیبر نوری.....	۲۱۶
ابزار کار برای کابل کشی با فیبر نوری.....	۲۱۷
مفصل‌های فیبر نوری.....	۲۱۸
کاربردها.....	۲۱۸
قطعات موجود در مفصل‌ها.....	۲۱۹
مفصل‌های فیبر نوری FOC از کمپانی NWC.....	۲۲۰
مفصل‌های نوع DOME.....	۲۲۲
انواع قطعات مفصل.....	۲۲۲
کاست‌های فیبر نوری.....	۲۲۳
قطعات فیبر نوری.....	۲۲۳
انتقال با فیبر نوری.....	۲۲۶
کارت اینترنت فیبر نوری.....	۲۲۷
سوئیچ‌های نوری.....	۲۲۷
مبدل (CONVERTER) و کارت‌های شبکه فیبر نوری.....	۲۲۹
کانکتورهای فیبر نوری.....	۲۳۰
انواع کانکتورهای فیبر نوری.....	۲۳۱
آداپترهای کابل فیبر نوری (Adapter).....	۲۳۵
آداپترهای بدنه فلزی.....	۲۳۵
آداپتر بدنه پلاستیکی.....	۲۳۵
آداپتر مخصوص.....	۲۳۵
آشنایی با برخی تجهیزات شبکه فیبر نوری.....	۲۳۶
دستگاه OTDR.....	۲۳۶
کالیبراسیون OTDR از طریق مولد فیبر نوری.....	۲۳۸
منابع.....	۲۳۹



اولین مزیتی که فیبر نوری دارد این است که از تمام محیط‌های انتقالی که وجود دارد چه وایرلس و سیمی و چه هدایت شده و غیر هدایت شده پهنای باند بیشتری به ما می‌دهد یعنی در حقیقت می‌تواند اطلاعات بیشتری ارسال کند. ارتباطات ماهواره‌ای تنها فناوری است که می‌تواند با فیبر نوری در زمینه انتقال داده‌ها رقابت کند. ولی چون فرکانس لیزری که استفاده می‌شود از فرکانسی که در امواج ماهواره‌ای استفاده می‌شود بیشتر است بنابراین داده‌های بیشتری از طریق فیبر نوری انتقال داده می‌شود. استفاده از فیبر نوری یک روش نسبتاً ایمن برای انتقال داده‌است زیرا برعکس کابل‌های مسی که دیتا را به صورت سیگنال‌های الکترونیکی حمل می‌کنند فیبر نوری در مقابل سرقت اطلاعات آسیب‌پذیر نیست. یعنی کابل فیبر نوری را نمی‌توان قطع کرده و اطلاعات را به سرقت برد.

مسئله دیگر ارزان قیمت بودن آن است به ویژه در مقایسه با ارتباطات از طریق ماهواره. یکی دیگر از مزایای فیبر نوری در مقایسه با کابل‌های سیمی و کواکسیال، سبک بودن و راحتی تعبیه آن بین دو نقطه است. نکته بعدی این است که سیستم‌های کابلی در طول انتقال نیاز به تکرار کننده یا رپیتر زیادتری برای تقویت امواج دارند در حالی که برای یک سیستم کابل نوری به علت افت بسیار کمی که دارد تعداد تکرار کننده کمتری استفاده می‌شود باید گفت هر چه فیبر خالص‌تر و دارای طول موج بیشتری باشد پورت‌های نور کمتری جذب و تضعیف سیگنال کمتر می‌شود و در نتیجه نیاز به تکرار کننده که یک سیگنال را دریافت کرده و قبل از ارسال به قطعه بعدی فیبر، آن را تقویت می‌کند کاهش می‌یابد و همین باعث می‌شود قیمت تمام شده سیستم پایین بیاید.

از طرف دیگر فیبرهای نوری از عوامل طبیعی کمتر تأثیر می‌پذیرند. بدین صورت که میدان‌های مغناطیسی و یا الکتریکی شدید بر آن هیچ تأثیری نمی‌گذارد و خطر تداخل امواج پیش نمی‌آید به همین دلیل می‌توان آنها را برخلاف کابل مسی از کنار کابل‌های فشار قوی یا ژنراتورهای برق عبور داد. همچنین خواصی همچون ضدآب بودن آن باعث شده تا از آن، روز به روز به طور گسترده‌تری استفاده شود. برای این که دیگر در فیبر نوری با سیگنال الکتریکی سروکار نداریم باید از ادواتی مثل تقویت کننده‌ها و آشکارسازهای نوری استفاده کنیم که تا حدودی گران است. از سوی دیگر از فیبر

نوری فقط می‌توان برای انتقال اطلاعات آن هم به صورت شعاع‌های نوری استفاده کرد و نمی‌توان برای انتقال الکترونیسته استفاده کرد.

اتصال فیبر نوری به یکدیگر بسیار مشکل و وقت‌گیر و نیاز به یک کادر فنی سطح بالا دارد یکی از ایرادهای مهمی که به فیبر نوری وارد می‌شود این است که به راحتی کابل‌ها را نمی‌توان پیچ و خم داد زیرا زاویه تابش نور در داخل آن تغییر کرده و باعث می‌شود نور از سطح آن خارج شود و از طرف دیگر آنها را نمی‌توان به راحتی قطع کرد و برای قطع آنها نیاز به تخصص ویژه‌ای است چون در غیر این صورت زاویه شکست عوض می‌شود.

استفاده از حسگرهای فیبر نوری برای اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی مانند جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی، فشار، حرارت و جابجایی آلودگی آب‌های دریا، سطح مایعات، تشعشعات پرتوهای گاما و ایکس بهره گرفته می‌شود. یکی دیگر از کاربردهای فیبر نوری در صنایع دفاعی و نظامی است که از آن جمله می‌توان به برقراری ارتباط و کنترل با آنتن رادار، کنترل و هدایت موشک‌ها و ارتباط زیر دریایی‌ها اشاره کرد. فیبر نوری در پزشکی نیز کاربردهای فراوانی دارد از جمله در دزیمتری غدد سرطانی، شناسایی تومورهای داخلی بدن، جراحی لیزری، استفاده در دندانپزشکی و اندازه‌گیری خون و مایعات بدن. ظرفیت و سرعت زیاد و ایمنی اطلاعات از دلایل اصلی استفاده از شبکه فیبر نوری است. فیبر نوری در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی، صنایع دفاعی و نظامی و پزشکی به کار گرفته می‌شود.

در کتابی که پیش رو دارید، به بررسی سلخار فیبرهای نوری و معرفی نسبتاً کامل و غیر تخصصی آنها خواهیم پرداخت. امید است مطالب ارائه شده در انتقاد گاهی شما خواننده‌ی عزیز مؤثر بوده و به حد کافی جامع و کامل و پربار باشد. در پایان از تمام عزیزانی که مرا با ارسال ایمیل‌ها و تماس‌ها مورد لطف قرار می‌دهند صمیمانه تشکر می‌کنم و انتقادات و پیشنهادات و ایرادات احتمالی از جانب ایشان را با جان و دل پذیرفته و سعی در برطرف نمودن نواقص در چاپ‌های بعدی آثار منتشر شده دارم.

همچنین جایز است از عزیزی که در خلق این اثر و دیگر آثار همواره پشتیبان بنده بوده و آثار اینجانب را به دقت مورد نقد و بررسی قرار می‌دهند، بویژه ناشر بزرگوار جناب آقای حسین جعفری و دیگر صاحب نظران، و همچنین دوستان دست اندرکار در امور حروفچینی و طراحی گرافیک محتوای کتاب که نهایت دقت و ذوق خود را به مرثیه‌ی ظهور می‌گذارند، همچنین جناب آقای مهندس سبزعلیان که در ویراستاری بخشی از اثر همراه بنده بودند، نهایت قدردانی و سپاسگزاری خود را اعلام نمایم. لطفاً پیشنهادات و ایراد احتمالی را با اینجانب امید آقائی به آدرس dr.aqaee@gmail.com و یا آدرس پستی ناشر، در میان بگذارید.

سربلند و سرافراز باشید-امید آقائی تابستان ۱۳۹۲