

فیبر نوری

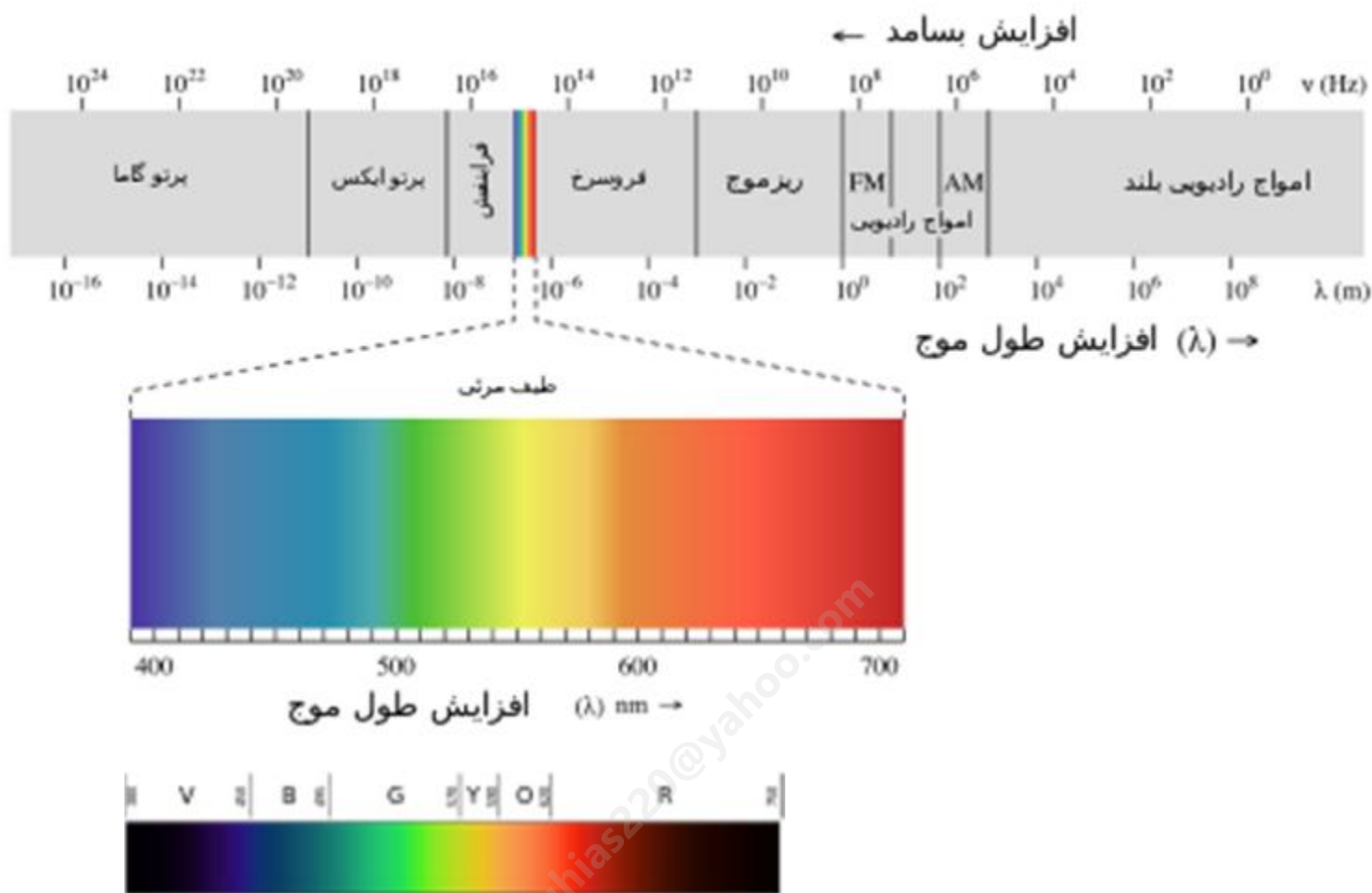
- 1) سازمانهای استاندارد و استانداردهای مرتبط با فیبر
- 2) جزئیات تشکیل دهنده فیزیک فیبر نوری
- 3) چگونه فیبر کار میکند (سیگنالها - منابع نوری)
- 4) انواع کابلهای نوری و برندهای معتبر
- 5) تجهیزات و متعلقات فیبر (کانکتورها و پیچ پانل)
- 6) پروتکل اترنت روی فیبر نوری
- 7) نقاط انتهایی فیبر نوری و جوشکاری
- 8) ساختمان کابلها بیرونی و درونی
- 9) تستهای فیبر نوری
- 10) طراحی تجهیزات یک شبکه فیبرنوری
- 11) راهکارهای WAN METRO (سونت - SONET/SDH)
- 12) WDM - DWDM
- 13) تکنولوژی و سیستم سویچینگ فیبر نوری



۱۴ انواع فیبر نوری
۱۵ مشخصات انواع فیبر
۱۵,۱ فیبر چند مدی با ضریب شکست پله‌ای
۱۵,۲ فیبر تک مدی با ضریب شکست پله‌ای
۱۵,۳ فیبر چند مدی با ضریب شکست مرحله‌ای
۱۵,۴ فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی
۱۵,۴,۱ فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی با ضریب شکست پله‌ای
۱۵,۴,۲ فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی با ضریب شکست مرحله‌ای
۱۵,۵ فیبرهای چند مدی تمام پلاستیک
۱۶ مزایا و معایب فیبرها در مقایسه با هم
۱۶,۱ مزایای فیبرهای چند مدی در مقایسه با فیبرهای تک مدی
۱۶,۲ معایب فیبر چند مدی در مقایسه با فیبر تک مدی
۱۷ فناوری ساخت فیبرهای نوری
۱۸ مواد لازم در فرایند ساخت پیش سازه
۱۹ مراحل ساخت
۲۰ فیبر نوری برای کاربران خانگی در ایران
۲۱ سرعت اینترنت در نسل دوم پروژه فیبرنوری
۲۲ منابع

۱ تاریخچه
۲ فیبر نوری در ایران
۳ آشنایی با فیبر نوری
۴ بخش‌های مختلف فیبر نوری
۵ ارسال نور در فیبر نوری
۶ سیستم رله فیبر نوری
۶,۱ فرستنده
۶,۲ بازتاب (تقویت کننده) نوری
۶,۳ دریافت کننده نوری
۷ مزایای فیبر نوری در مقایسه با سیم‌های مسی
۸ محدودیت‌ها و نقاط ضعف فیبرهای نوری
۹ روش اندازه‌گیری قطر فیبر
۱۰ فیبرهای نوری به سه دسته تقسیم می‌شوند
۱۱ روکش‌های فیبر نوری و اینکه چه چیزی را مشخص می‌کنند
۱۲ کاربردهای فیبر نوری
۱۳ تجهیزات فیبر نوری
۱۳,۱ پچ پنل فیبر نوری
۱۳,۲ پچ کورد فیبر نوری
۱۳,۳ کانکتورهای فیبر نوری
۱۳,۴ آداپتور فیبر نوری
۱۳,۵ Media convertor
۱۳,۶ کیف ابزار فیبر نوری
۱۳,۷ فیوژن

طول موجهای مختلف و طول موج محدوده نور مرئی



رنگ	بسامد	طول موج
بنفش	تراهرتز 668–789	نانومتر 380–450
آبی	تراهرتز 631–668	نانومتر 450–475
آبی دریایی	تراهرتز 606–630	نانومتر 476–495
سبز	تراهرتز 526–606	نانومتر 495–570
زرد	تراهرتز 508–526	نانومتر 570–590
نارنجی	تراهرتز 484–508	نانومتر 590–620
سرخ	تراهرتز 400–484	نانومتر 620–750

طول موج سیگنال‌های فیبر نوری، ۸۵۰، ۱۳۰۰ نانومتر، و ۱۵۵۰ نانومتر

تاریخچه

انسان‌ها در ابتدا نور را در جو زمین منتشر کردند، اما به عوامل مختلف مانند برف، باران، گرد و خاک و ... با مشکل مواجه شدند. بعد از آن برای انتشار نور از لوله و کانال استفاده کردند و بوسیله آینه‌ها و عدسی‌ها نور را داخل این لوله‌ها هدایت می‌کردند؛ اما باز هم چون تنظیم این آینه‌ها و عدسی‌ها دشوار بود، به مشکل برخوردند. بعد از آن از شیشه استفاده کردند و اما در این مرحله هم چون نور با سرعت ۱۰۰ مگابیت یا بیشتر منتقل می‌شد، با تضعیف زیاد انرژی مواجه شدند تا اینکه یک شرکت آمریکایی (کورنینگ اینکورپوریتد) به این هدف دست یافت. در اوایل سال ۱۹۶۰ میلادی با اختراع اشعه لیزر ارتباطات فیبرنوری ممکن گردید. فیبرنوری بسیار سبک‌تر و ارزان‌تر از کابل مسی است و ظرفیت انتقالی تا چندین هزار برابر کابل مسی دارد.

فیبر نوری در ایران

در ایران در اوایل دهه ۶۰، مجتمع تولید فیبر نوری در پونک تهران برپا شد و در سال ۱۳۷۳ تولید فیبر نوری با ظرفیت ۵۰,۰۰۰ کیلومتر در سال در ایران آغاز شد. در دیگر شهرهای بزرگ ایران نیز فعالیت استفاده از کابل‌های نوری آغاز شد تا در آینده نزدیک از طریق یک شبکه ملی مخابرات نوری به هم پیوندند.

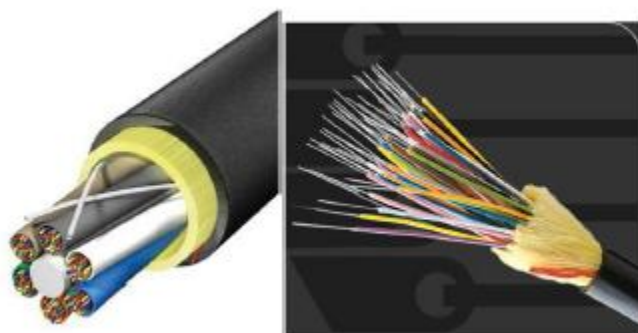
آشنایی با فیبر نوری

فیبر نوری یکی از محیط‌های انتقال داده با سرعت بالا است.

فیبر نوری رشته‌ای از تارهای شیشه‌ای بوده که ضخامت هر یک از تارها برابر تار موی انسان است و از آن‌ها برای انتقال اطلاعات در مسافت‌های طولانی استفاده می‌شود. تارهای فوق در کلاف‌هایی سازمان دهی و کابل‌های نوری را بوجود می‌آورند.

از فیبر نوری به منظور ارسال سیگنال‌های نوری در مسافت‌های طولانی استفاده می‌شود.

فیبر نوری در موارد مختلفی مانند شبکه‌های تلفن شهری و بین شهری، اینترنت و شبکه‌های کامپیوتری استفاده می‌شود.

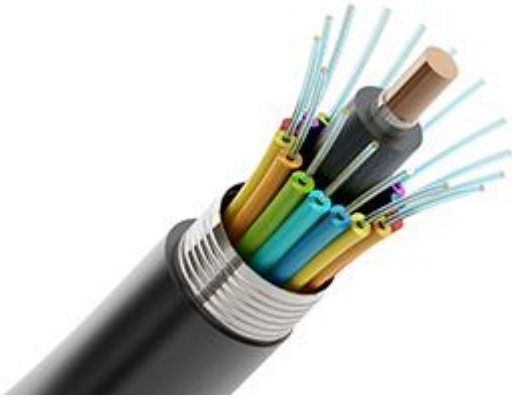


بخش‌های مختلف فیبر نوری

روکش

هسته

بافر رویه



هسته: این بخش که در مرکز فیبر قرار دارد از جنس یک ماده بی‌نهایت شفاف شیشه‌ای و یا پلاستیکی تشکیل شده؛ که پرتوهای نور در آن جریان می‌یابند.

روکش: این بخش نیز از جنس شیشه و یا پلاستیک است اما با ضریب شکندگی متفاوتی با جنس بکار گرفته

شده در Core. به این خاطر ضریب شکندگی آن متفاوت است که پرتوهای موجود در Core از آن خارج نشوند و با برخورد به Cladding دوباره به سمت Core هدایت شوند.

بافر رویه: روکشی رنگی پلاستیکی است که از Core و Cladding در مقابل رطوبت و عوامل خارجی محافظت می‌کند.

صدها و هزاران نمونه از رشته‌های نوری فوق در دسته‌هایی سازمان دهی شده و کابل‌های نوری را بوجود می‌آورند. هر یک از کلاف‌های محافظت می‌گردند jacket. فیبر نوری توسط روکش‌هایی به نام

جزئیات کابل فیبر نوری

این کابل ها در انواع مختلف Single Mode و Multi-mode جهت مصارف Indoor و Outdoor مورد استفاده قرار می گیرند که در این جا قصد توضیح اجزای آنها را داریم. در ساخت کابل فیبر نوری اجزاء مختلفی باید بررسی شود تا به مراحل تولید آنها واقف شویم. در یک دید کلی باید اجزاء کابل را به این شکل دسته بندی کنیم.

• تار و رشته فیبر نوری

• تیوب (Tube) محل قرار گرفتن تار یا رشته فیبر نوری)

• لایه های حفاظتی اطراف تیوب

• غلاف ها

تیوب Tube

در این بخش به Material ساخت تار فیبر نمی پردازیم بلکه به لایه های بعد از فیبر خواهیم پرداخت. اولین لایه مرکزی کابل، تیوب ها هستند که تارهای فیبر طبق رنگ بندی های استاندارد درون آن نظام می گیرند. تعداد این تیوب ها نشان دهنده حداکثر تعداد رشته های فیبر درون کابل را نشان می دهد. به طور مثال هر تیوب می تواند حداکثر تا 6 تار فیبر را درون خود جای دهد پس اگر فرض کنیم که کابلی داریم با 6 تیوب که هر تیوب 6 فیبر در خود جای می دهد، این کابل تا 36 فیبر نوری را پشتیبانی می کند. در ضمن لازم به ذکر است که وقتی تعداد تیوب ها از یک مقداری بالاتر می رود لازم است جهت جلوگیری از تابیده شدن تیوب ها بر روی یکدیگر از یک محوری که معمولاً از جنس پلاستیکی (FRP) یا آهنی (Steel) در مرکز تیوب ها می باشند استفاده کرد.

لایه های حفاظتی

بعد از تیوب به لایه های حفاظتی می رسیم. لایه های مختلف حفاظتی وجود دارد که هر کدام از آنها وظیفه ی خاصی بر عهده دارند که عبارتند از:

• مواد ژله ای مانند دور تیوب ها Jelly Filled Compound

• لایه مسدود کننده نفوذ رطوبت Water Blocking System

• آرمورد یا زره حفاظتی Armored

- مواد ژله ای مانند دور تیوب خاصیت ضد آبی و ضد خوردگی توسط جانوران را دارند این خاصیت ضد خوردگی را ماده سیانور فراهم می کند.

- لایه مسدود کننده نفوذ آب هم الیافی است از جنس پلی استر شبیه به پارچه که مهمترین وظیفه آن جذب رطوبت به خود و جلوگیری از نفوذ آن به لایه های بعدی می باشد.

- آرمورد یا زره حفاظتی همانطور که از اسمش پیداست پوشش فلزی از جنس آهن یا آلومینیوم است که جهت حفظ لایه های بعد، از ضربات و صدمات است.

غلاف ها بیرونی ترین لایه های کابل هستند. غلاف ها به دو دسته بیرونی و داخلی تقسیم می شوند.

PE : مقاومت و انعطاف توامان دارد

PVC : انعطاف بالا خصوصیت اصلی این نوع است

PE : PE ها خود از چهار دسته LLZH, Low Density, Middle Density, High Density تشکیل می شوند که به این

شکل می توان آنها را از هم تفکیک کرد.

High Density = مقاومت بالایی دارد اما انعطاف پایین است.

Middle Density = مقاومت و انعطاف در یک سطح هستند.

Low Density = مقاومت پایین تر و انعطاف بالاتر می باشد.

LSZH = ضد آتش می باشد.

PVC: این مواد قابلیت انعطاف بسیار بالاتری را فراهم می کنند.

قابلیت مهم کابلهای: Datwyler

قابل Customize بودن : کابل های Datwyler ، از قبل به انواع کاربری ها تقسیم شده اند و برای هر محیط و شرایطی یکسری کابل های از قبل آماده شده وجود دارد. اما این امکان برای مشتریان وجود دارد که تمامی اجزای کابل خود را بنا به شرایط پروژه خود سفارش دهند که این خود مستلزم تحمل زمان و هزینه های تولید از سمت مشتری می باشد.

ارسال نور در فیبر نوری

اگر در یک راهروی بزرگ و مستقیم چراغ قوه‌ای را روشن نماییم، با توجه به عدم وجود خم و یا پیچ در راهرو، محدوده مورد نظر روشن می‌شود ولی اگر راهروی فوق دارای خم و یا پیچ باشد، در این حالت باید از یک آئینه در محل پیچ راهرو استفاده کرد تا باعث انعکاس نور در راهرو گردد؛ و در صورتیکه راهروی فوق دارای پیچ‌های زیادی باشد، در چنین حالتی بایست از آئینه‌های متعددی استفاده کرد. بدین ترتیب نور تابانده شده توسط چراغ قوه از نقطه‌ای به نقطه دیگر حرکت کرده و طول مسیر راهرو را روشن خواهد کرد. عملیات فوق مشابه آن چیزی است که در فیبر نوری انجام می‌گیرد.

نور در کابل فیبر نوری از طریق هسته (نظیر راهروی مثال ارائه شده) و توسط جهش‌های پیوسته با توجه به سطح آبکاری شده (cladding) (مشابه دیوارهای شیشه‌ای مثال ارائه شده) حرکت می‌کند. (مجموع انعکاس داخلی) و چون سطح آبکاری شده، قادر به جذب نور موجود در هسته نمی‌باشد، نور قادر به حرکت در مسافت‌های طولانی می‌باشد. اما گاهی به دلیل خالص نبودن شیشه، برخی از سیگنال‌های نوری دچار نوعی تضعیف در طول هسته می‌شوند که این تضعیف به درجه خلوص شیشه و طول موج نور انتقالی بستگی دارد. (مثلاً اگر طول موج ۱۳۰۰ نانومتر باشد، بین ۵۰ تا ۶۰ درصد در هر کیلومتر تضعیف می‌شود و موج با طول ۱۵۵۰ نانومتر بیش از ۵۰ درصد در هر کیلومتر تضعیف می‌شود)

سیستم رله فیبر نوری

برای روشن شدن موضوع فرض می‌کنیم دو ناوگان دریایی بر روی سطح دریا می‌خواهند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. یکی از ناوها می‌خواهد پیامی را برای دیگری ارسال کند؛ بنابراین کاپیتان ناو فوق پیام را برای یک ملوان که بر روی عرشه کشتی مستقر است، ارسال می‌کند. ملوان فوق پیام دریافتی را به مجموعه‌ای از کدهای مورس (نقطه و فاصله) ترجمه می‌نماید و با استفاده از یک نورافکن آن را برای ناو دیگر ارسال می‌نماید. یک ملوان بر روی عرشه کشتی دوم، کدهای مورس را مشاهده می‌نماید و آن‌ها را به یک زبان خاص (مثلاً انگلیسی) تبدیل می‌کند و برای کاپیتان ناو ارسال می‌کند. حال اگر فاصله دو ناو فوق از یکدیگر بسیار زیاد (هزاران مایل) باشد، برای برقراری ارتباط بین آن‌ها از یک سیستم مخابراتی مبتنی بر فیبر نوری استفاده می‌شود.

سیستم رله فیبر نوری از عناصر زیر تشکیل شده است:

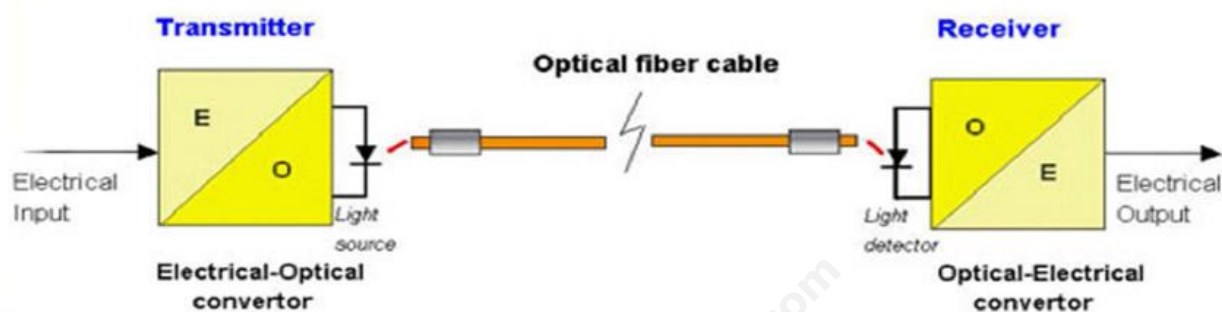
فرستنده: مسئول تولید و رمز نگاری سیگنال‌های نوری است.

بازتاب نوری: به منظور تقویت سیگنال‌های نوری در مسافت‌های طولانی استفاده می‌گردد.

دریافت کننده نوری: سیگنال‌های نوری را دریافت و رمز گشایی می‌نماید.

فرستنده

وظیفه فرستنده، مشابه نقش ملوان بر روی عرشه کشتی ناو فرستنده پیام است. فرستنده سیگنال‌های نوری را دریافت و دستگاه نوری را به منظور روشن و خاموش شدن در یک دنباله مناسب (حرکت منسجم) هدایت می‌نماید. فرستنده از لحاظ فیزیکی در مجاورت فیبر نوری قرار داشته و ممکن است دارای یک لنز به منظور تمرکز نور در فیبر باشد. متداول‌ترین طول موج سیگنال‌های نوری، ۸۵۰، ۱۳۰۰ نانومتر و ۱۵۵۰ نانومتر است.



بازتاب (تقویت کننده) نوری

برای جلوگیری از تضعیف و از بین رفتن سیگنال‌های نوری از یک یا چند «تقویت کننده نوری» استفاده می‌گردد. تقویت کننده نوری از فیبرهای نوری متعدد به همراه یک روکش خاص تشکیل می‌گردند. بخش دوپینگ با استفاده از یک لیزر پمپ می‌گردد. زمانی که سیگنال تضعیف شده به روکش دوپینگ می‌رسد، انرژی ماحصل از لیزر باعث می‌گردد که مولکول‌های دوپینگ شده، به لیزر تبدیل گردند. مولکول‌های دوپینگ شده در ادامه باعث انعکاس یک سیگنال نوری جدید و قویتر با همان خصایص سیگنال ورودی تضعیف شده، خواهند بود. (تقویت کننده لیزری)

دریافت کننده نوری

وظیفه دریافت کننده مشابه نقش ملوان بر روی عرشه کشتی ناو دریافت کننده پیام است. دستگاه فوق سیگنال‌های دیجیتالی نوری را اخذ و پس از رمزگشایی، سیگنال‌های الکتریکی را برای سایر استفاده کنندگان (کامپیوتر، تلفن و ...) ارسال می‌نماید. دریافت کننده به منظور تشخیص نور از یک «فتوسل» و یا «فتودیود» استفاده می‌کند

مزایای فیبر نوری در مقایسه با سیم‌های مسی

قیمت ارزان‌تر: هزینه فیبر نوری نسبت به سیم‌های مسی در مقیاس‌های بالا کمتر است.

اندازه نازک‌تر: قطر فیبرهای نوری به مراتب کمتر از سیم‌های مسی است.

ظرفیت بالا: پهنای باند فیبر نوری به منظور ارسال اطلاعات به مراتب بیشتر از سیم مسی است؛ لذا فیبر نوری توانایی انتقال داده‌های بیشتری را دارد.

ارتقا آسان: با پیشرفت تکنولوژی در آینده می‌توان فقط لوازم الکترونیکی را ارتقا داد و کابل فیبر نوی سر جای خود بماند [۱].

تضعیف ناچیز: تضعیف سیگنال در فیبر نوری به مراتب کمتر از سیم مسی است.

عدم تداخل: برخلاف سیگنال‌های الکتریکی در یک سیم مسی، عبور سیگنال‌های نوری در یک فیبر تأثیری بر فیبر دیگر نخواهد داشت و تداخل الکترو مغناطیسی نخواهیم داشت.

مصرف برق پایین: با توجه به این که سیگنال‌ها در فیبر نوری کمتر تضعیف می‌گردند، بنابراین می‌توان از فرستنده‌هایی با میزان برق مصرفی پائین نسبت به فرستنده‌های الکتریکی (که از ولتاژ بالایی استفاده می‌نمایند)، استفاده کرد.

اشتعال‌زا نبودن: با توجه به عدم وجود الکتریسته در فیبر نوری، امکان بروز آتش‌سوزی در این خصوص وجود نخواهد داشت.

وزن سبک: وزن یک کابل فیبر نوری به مراتب کمتر از کابل مسی هم‌رده آن است و این عامل در کارکردن، نصب و نگهداری فیبر بسیار مهم است.

انعطاف‌پذیر بودن: با توجه به انعطاف‌پذیری فیبر نوری و قابلیت ارسال و دریافت نور از آنان، در موارد متفاوت نظیر دوربین‌های دیجیتالی با موارد کاربردی خاص مانند عکس‌برداری پزشکی و لوله‌کشی و... استفاده می‌گردد.

فاصله: از فیبر نوری می‌توان در ارتباط شبکه‌هایی که فاصله زیادی از هم دارند استفاده کرد (اتصال شبکه‌های محلی (LAN) به یکدیگر). (شایان ذکر است که قبل از استفاده از کابل‌های فیبر نوری ارتباط بین LAN ها از طریق تلفن یا امواج رادیویی برقرار می‌شد و کابل‌های فلزی توانایی برقراری این ارتباط را نداشتند).

پایداری: در کابل‌های فیبر نوری امکان نفوذ و ایجاد اختلال در انتقال داده‌ها کمتر است و از تأثیرگذاری انواع نویزهای الکترومغناطیسی شامل نویزهای رادیویی و یا نویزهای حاصل از نزدیکی کابل‌ها بر روی داده‌های در حال انتقال جلوگیری می‌کند. بطور کلی تارهای نوری از تداخل و ترویج با سایر کانالهای ارتباطی، خواه نوری و

خواه الکتریکی، به خوبی محافظت شده می‌باشد. یعنی نسبت به تداخل فرکانسهای رادیویی (RFI) و تداخل الکترومغناطیسی (EMI) عدم پذیرش عالی دارند.

سرعت: فیبر نوری توانایی در انتقال اطلاعات به مقدار زیاد چه به شکل دیجیتالی و چه به شکل آنالوگ دارند.

ترویج نوری: نیاز به زمین مشترک بین فرستنده تار و گیرنده را منتفی می‌کند.

امکان تعمیر فیبر: (تار) نوری در حالیکه سیستم روشن است، بدون آنکه احتمال اتصال کوتاه شدن مدارهای الکتریکی در فرستنده و یا در گیرنده باشد، وجود دارد.

امنیت: فیبرهای نوری درجه‌ای از امنیت و پنهانی بودن را عرضه می‌کند. چون تارها انرژی تشعشع نمی‌کنند. برای یک مزاحم، آشکار سازی سیگنال ارسالی مشکل است.

پهنای باند بالا: این پهنای باند اکنون به ۱۷۰ گیگاهایت در ثانیه رسیده و دانشمندان بر این باورند که قابلیت ارتقاء تا چند صد ترابایت را دارد. فیبر نوری SMF که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرد از پهنای باند ۴۰ گیگاهایتی برخوردار است.

عدم استفاده الکتریسیته برای ارتباط: از آنجا که در ابتدای مسیر نوری تولید شده و در انتها این نور دریافت می‌شود. دیگر نیازی به نیروی الکتریکی نیست و همچنین ایمنی بسیار بالایی را در مقابل نویز دارد.

عدم برقراری انشعاب غیرمجاز: از آنجا که برای برقراری انشعاب بایستی ابتدا فیبر قطع شود و گیرنده فیبر نصب شود؛ و این عمل نیز زمانبر است؛ نگهدارنده‌های بستر با استفاده از ابزارهای خطیابی می‌تواند به سرعت محل مورد نظر را شناسایی کنند.

عدم نیاز به repeater تا چندین کیلومتر: به علت استفاده از نور در صورتی که جنس Core مرغوب باشد تا فواصل چند کیلومتری سیگنال تضعیف زیادی نخواهد داشت.

محدودیت‌ها و نقاط ضعف فیبرهای نوری

ضرورت دقت کامل در هنگام کابلکشی

امکان شکستن در صورت گذشتن زاویه فیبر از یک حد معین

محدود بودن میزان کشش برای فیبرهای با ظرفیت مختلف

محافظت کامل در برابر ضربه، برای فیبرهایی که از درون حوضچه می‌گذرند.

روش اندازه‌گیری قطر فیبر

قطر فیبر به صورت عددی اعشاری شبیه ۱۳۰/۶۰ میکرون نمایش داده می‌شود که ۶۰ نمایانگر قطر core است و ۱۳۰ نمایانگر قطر Cladding, Buffer Coating در اندازه‌گیری به حساب نمی‌آید.

فیبرهای نوری به سه دسته تقسیم می‌شوند

Step Index Multi Mode Fiber: در این نوع فیبرها ضریب شکندگی Cladding با هسته به طور محسوسی تفاوت دارد، در نتیجه ضریب شکست در زمان برخورد با cladding به طور ناگهانی تغییر می‌کند. این نوع کابل‌ها به دلیل بوجود آوردن مشکل پهن شدگی پالسها در زمان، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

Graded Multi Mode Fiber : در این نوع فیبرها ضریب شکندگی به آرامی صورت می‌گیرد و هنگام برخورد پرتوها به Cladding در مرز ۵۰ تا ۶۲ میکرون ضریب شکندگی به حداقل خود می‌رسد؛ و این مورد تا حدودی پهن شدگی پالسها را به کنترل خود درمی‌آورد؛ اما در مسافتهای زیاد با کاهش سرعت روبرو است.

Single Mode Fiber: در این نوع فیبرها که گسترده‌ترین استفاده را در مسافتهای طولانی دارند؛ تنها یک پرتو به درون آنها تابیده می‌شود و این پرتو حداقل برخورد با Cladding را دارد.

روکش‌های فیبر نوری و اینکه چه چیزی را مشخص می‌کنند

با توجه به رنگ روکش‌های فیبر نوری می‌توانیم بفهمیم با چه نوع فیبری سروکار داریم. مثلاً اگر روکش فیبر زرد بود، فیبر single mode است و اگر نارنجی بود، فیبر multimode است.

Lucent technologies رنگ روکش جدیدی را به نام aqua برای فیبرهای نوری 10-50 gb/s laser- optimized micron توسعه داد. این فیبر در حال حاضر برای کابل کشی ۵۰ میکرون استفاده می‌شود که با استانداردهای TIA در کارایی و مسافت، متفاوت است.

با توجه به استاندارد TIA-598-C روکش‌های رنگی برای کابل کشی داخلی استفاده می‌شوند و اغلب کابل‌هایی که برای محیط‌های بیرونی استفاده می‌شوند دارای کربن سیاه در روکش خود هستند که از فیبر در برابر تشعشعات خورشید و دیگر عناصر ناملایم محافظت می‌کنند.

کاربردهای فیبر نوری

در سیستمهای مخابرات نوری جهت انتقال POTS

در سازمانهای محلی برای انتقال سرویس فوق در بین بخشهای مختلف

در کارخانجات بینالمللی

در شرکتهای تلویزیون کابلی

در سیستمهای نقل و انتقال هوشمند

در صنعت پزشکی

در صنایع نظامی

در سیستمهای پر سرعت نظیر Fiber Channel ، SONET ، ATM ، MultiMedia ، FDDI ، GigaBit Ethernet

در بخش فضایی، حمل و نقل و صنعت

sedighias220@yahoo.com

تجهیزات فیبر نوری

تجهیزات پسو فیبر نوری

تجهیزاتی که به خودی خود نمی توانند روی محتویات داده های شبکه تغییراتی ایجاد کنند و یا به بیان دیگر قابل برنامه ریزی نیستند و کارکرد آنها بدون نیاز به برق است همانند تجهیزات نصب و پیکره بندی سخت افزاری شبکه نظیر کابل، پچ کورد، پچ پنل، رک و...



پچ پنل فیبر نوری

محفظه‌ای است قابل نصب در رک که اتصالات فیبر نوری را نگهداری می‌کند.

Fiber Optic Pigtail, Patch Cord

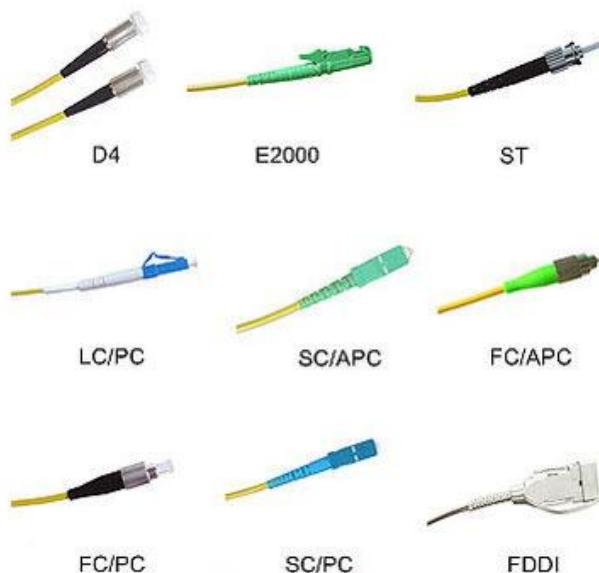
پیگتیل فیبر نوری

برای اتصال بین کابل فیبر نوری به آداپتور فیبر نوری یا سوئیچ شبکه از پیگتیل استفاده می‌کنیم. این پیگتیل ها هم باید متناسب با قطر کابل فیبر نوری و سر کانکتور دستگاه انتخاب شوند.



پیگتیل فیبر نوری در واقع پچ کورد فیبر با یک سر کانکتور می باشد که وظیفه اتصال به سر کابل فیبر نوری به طوری که آن سر قابل استفاده باشد را به عهده دارد

کابل فیبر نوری مورد استفاده در حالت استاندارد 0.9 میلیمتر بنابراین پیگتیل های فیبر نوری در واقع کابل های فیبر نوری هستند که یک سر آن ها کانکتور خورده است و می توانند از طریق این سر مستقیما به دستگاه ها و تجهیزات دیگر متصل شوند و سر دیگر آن که کانکتور نخورده است معمولا فیوژن می شود. در سر این پیگتیل ها می تواند کانکتورهایی از انواع مختلف استفاده شده باشد) مثلا FC ، (LC...و همچنین این پیگتیل ها در طول های مختلف بسته به نیاز کاربران تهیه می گردند.



پچ کورد فیبر نوری

برای اتصال بین پچ پنل فیبر نوری و سوئیچ شبکه از پچ کورد استفاده می کنیم . این پچ کورد ها هم باید متناسب با قطر کابل قیبر نوری انتخاب شوند. مثلاً پچ کورد سینگل مود برای فیبر سینگل مود و پچ کورد مالتی مود برای فیبر مالتی 50 برای فیبر متناسبش و همینطور پچ کورد فیبر 62/5 میکرون . پچ کورد ها دارای کانکتورهای مختلفی هستند که در کارخانه بر روی آنها نصب شده است.



Characteristics		Values
Fiber Type		SM (9/125), MM (50/125, 62.5/125)
Insertion Loss		≤ 0.2 db
Return Loss	SPC	≤ 40 db
	UPC	≤ 55 db
	APC	≤ 65 db
Mating durability		≤ 0.2 db (500 times)
Operating Tem. Stability		≤ 0.2 db ($-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$)

همانطوریکه گفته شد برای اتصال بین پچ پنل فیبر نوری و سوئیچ شبکه از پچ کورد استفاده می کنیم. این پچ



کوردها بایستی متناسب با فیبر نوری انتخاب شوند. مثلاً پچ کورد سینگل مود برای فیبر سینگل مود و پچ کورد مالتی مود برای فیبر مالتی مود. پچ کوردها دارای کانکتورهای مختلفی هستند که در کارخانه بر روی آنها نصب شده است. مانند MT – Rj و LC و SC و ST و ۴۵. VF بر حسب کاربرد در برخی پچ کوردها کانکتورهای یک سر پچ کورد با سر دیگر متفاوت است، برای مصارف گوناگون

مثلاً پچ کورد SC به LC و ... پچ کوردها معمولاً دارای قابلیت انعطاف بسیار بالایی هستند و براحتی نمی شکنند. طول این پچ کوردها معمولاً ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰ متر می باشد. پچ کوردها می توانند هر دو سر یک نوع کانکتور داشته باشند، یا دو کانکتور مختلف؛ که در آنصورت پچ کوردهایی مانند FC-LC یا FC-SC را تشکیل می دهند. در ایران برای بخاطر سپاری راحت تر، این کانکتورها را فرهاد (FC)، سارا (SC) و لیلیا (LC) می نامند.

کانکتورهای فیبر نوری

کانکتور فیبر نوری بر روی فیبر نوری توسط ابزارهای خاص نصب می‌شود و امکان انتقال داده را به ما می‌دهد. برخی از انواع این کانکتورها عبارتند از MT – Rj و LC و SC و ST که به دو گروه مالتی مود و سینگل مود نیز تقسیم می‌شوند.

آداپتور فیبر نوری

آداپتور فیبر نوری واسط بین فیبر نوری که کانکتور بر روی آن نصب شده و پچ کورد فیبر نوری می‌باشد. این آداپتور عموماً داخل پچ پنل مخصوص فیبر قرار می‌گیرد؛ و انواع مختلف آن متناسب با نوع کانکتور بصورت ۲ پورت Duplex یا تک پورت Simplex وجود دارد.

sedighias220@yahoo.com

کاست فیبر نوری

کاست محل قرار گرفتن تار فیبر نوری بدون محافظ است. در محل نقطه جوش به علت شکننده بودن تار فیبر نوری از کریمپ حرارتی استفاده می شود. کریمپ ها بعد از جوش با دستگاه فیوژن در شیارهای کاست قرار داده می شود. مقدار ظرفیت قرارگیری کریمپ های حرارتی در داخل کاست ها به طور معمول 6 یا 12 کریمپ در

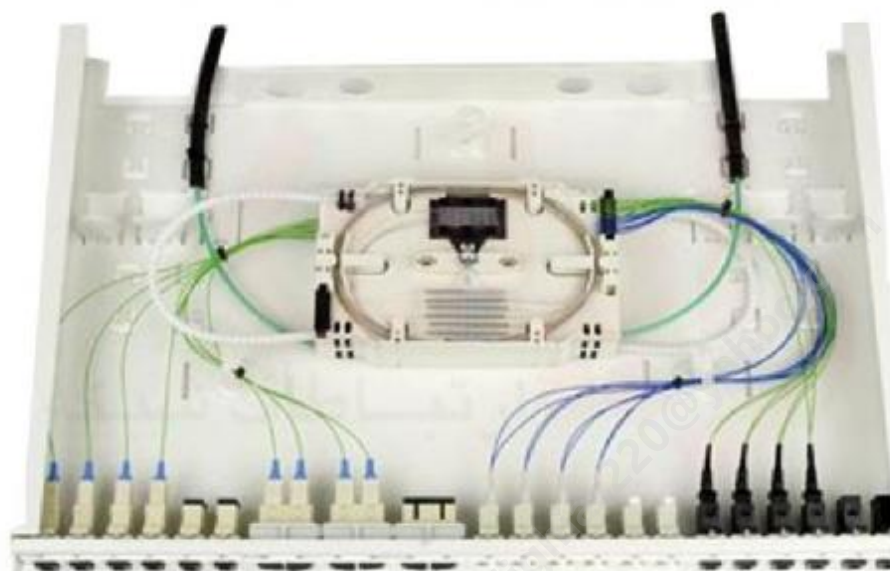
هر کاست می باشد. کاست

ها در پچ نل، مفصل های

نوری، وال بکس و ... به کار

گرفته میشوند و قابل

تعویض می باشند.



Media convertor

مبدل فیبر نوری یک دستگاه ساده شبکه می باشد که وظیفه آن تبدیل دو نوع مدیا به هم می باشد (تبدیل

پالس های نوری به سیگنال) مبدل فیبر نوری پروتکل های ارسال داده مختلفی را ساپورت می کند از جمله

fast Ethernet

gigabit Ethernet

و 10/100/1000Base-T/Ethernet

و DS3/Ethernet و همچنین انواع کابل ها همانند

Coax، Twisted pair و فیبرهای Single mode و Multi mode



مبدل E1



مبدل فیبر نوری

قبل از تبدیل داده ها به نور داده ها باید تجمیع شوند

مبدل (E1) TDM over IP

تکنولوژی TDM over Ethernet قادر به انتقال خطوط TDM مثل E1 و T1 از طریق شبکه های مبتنی بر IP می باشد. این تکنولوژی موجب ایجاد یک مزیت فوق العاده در استقرار خدمات مبتنی بر TDM به سادگی با استفاده از یک یا چندین جفت از این دستگاه ها که مبدل E1 نام دارند در هر کجا که اینترنت در دسترس باشد، می

شود. در واقع زمانی که شما

دارای یک شبکه مبتنی بر IP

هستید و همچنین نیاز دارید

خطوط E1/T1 را از طریق این



شبکه انتقال دهید، باید از تکنولوژی TDM over IP استفاده کنید که این کار با استفاده از مبدل های E1 انجام می شود. این مبدل های E1 با ظرفیت ها و تعداد پورت های مختلف ارائه می شوند که باید با توجه به نیاز پروژه انتخاب شوند. همچنین این دستگاه ها بدون اتلاف و با نصب و راه اندازی آسان می باشند.

مبدل فیبر نوری (کانورتور)

مبدل فیبر نوری جهت تبدیل سیگنال های مورد نظر شامل اینترنت، تصویر، تلفن، صوت، اترنت و داده به سیگنال نوری برای انتقال بر روی بستر فیبر نوری در فرستنده (توسط مبدل فرستنده) و تبدیل سیگنال نوری به سیگنال خروجی در گیرنده (توسط مبدل گیرنده) استفاده می شود.



مبدل های فیبر نوری OPF در 3 نوع مدیا کانورتور (تبدیل سیگنال اترنت به نور و بالعکس)، ویدئو کانورتور (تبدیل سیگنال تصویر به نور و بالعکس) و کانورتور تلفن (تبدیل سیگنال تلفن به نور و بالعکس) ارائه می شود که این دسته بندی متناسب با نوع سیگنال ارسالی صورت گرفته است.

کیف ابزار فیبر نوری

کیف ابزار فیبر نوری مخصوص نصب کانکتورهای فیبر است. وسایل داخل کیف:

کاترهای متفاوت جهت برش فیبر

الکل جهت تمیز نمودن فیبر

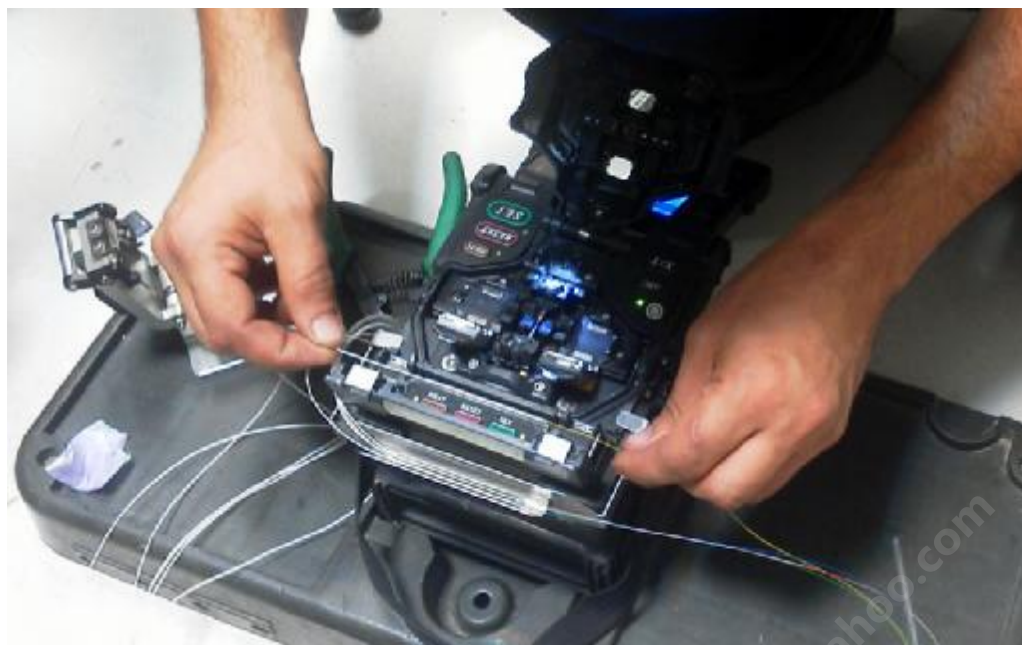
لیزر

دستمال مخصوص جهت تمیز نمودن فیبر

sedighias220@yahoo.com

دستگاه فیوژن برای اتصال فیبرنوری بکار می رود. تولیدکننده‌های معروف دستگاه فیوژن: د کرنینگ- Corning

فایتل - Fitel - سومیتومو - Sumitomo فوجیکورا Fujikura



دستگاه فیوژن فیبر نوری قابل حمل به این دلیل که می‌توان آنها را به هر نقطه‌ای حمل کرد کارایی بیشتر خود را نشان داده‌اند و جایگزین دستگاه فیوژن ثابت گشته‌اند. دستگاه‌های فیوژن نیاز به یک اپراتور مجرب، آموزش دیده و دقیق دارند زیرا هر گونه خطایی در زمان فیوژن باعث تضعیف و خرابی فیوژن



می‌گردد. کابل‌های فیبر نوری که دارای تعداد کمرهای مشخصی می‌باشند به صورت End to End متصل می‌گردند. حاصل این اتصال برقرای ارتباط فیبر نوری با سرعت بسیار بالا و با توانایی انتقال دامنه گسترده‌ای از اطلاعات می‌باشد.

دستگاه فیوژن از منبع گرمایی جهت ذوب شدن تارها یا دو تار نوری در محل جوش بهره می‌گیرند در گذشته و اولین دستگاه فیوژن از گاز برای این کار

استفاده شد، هم اکنون انتقال این گرما از طریق پرتو افشانی لیزر و یا قوس الکتریکی در محل جوش صورت می‌پذیرد.

شرکت کرنینگ یکی از اولین شرکت‌هایی بود که دستگاه فیوژن تولید می‌کرد اما در حال حاضر شرکت‌های سومیتومو و فوجیکورا جایگزین آن شدند.

فیوژن فیبر نوری

تولید کنندگان کابل های فیبر نوری، این کابل ها را در اندازه های مشخص و محدودی تولید می کنند به همین



علت در زمان نیاز به طول بیشتر، مجبور به اتصال چند کابل فیبر نوری به هم تا رسیدن به طول مورد نظر می باشیم. که این اتصال بیشتر در ورودی ساختمان، محفظه های کابل کشی، کوپلر و هر نقطه واسطه بین فرستنده و گیرنده صورت میگیرد. همچنین در زمان قطع شدن قسمتی از کابل به دلایل مختلف نظیر حفاری نیاز به اتصال محل قطع شدگی کابل می باشد.

اتصال دو کابل فیبر نوری نیازمند تنظیم دقیق جهت جفت شدن هسته کابل ها یا نقاط درون کابل فیبر نوری single- mode

می باشد به طوری که تقریباً تمام نور از یک کابل فیبر نوری، به کابل متصل شده به آن وارد شود.

اتصال فیبر نوری به دو روش اجرا می شود:

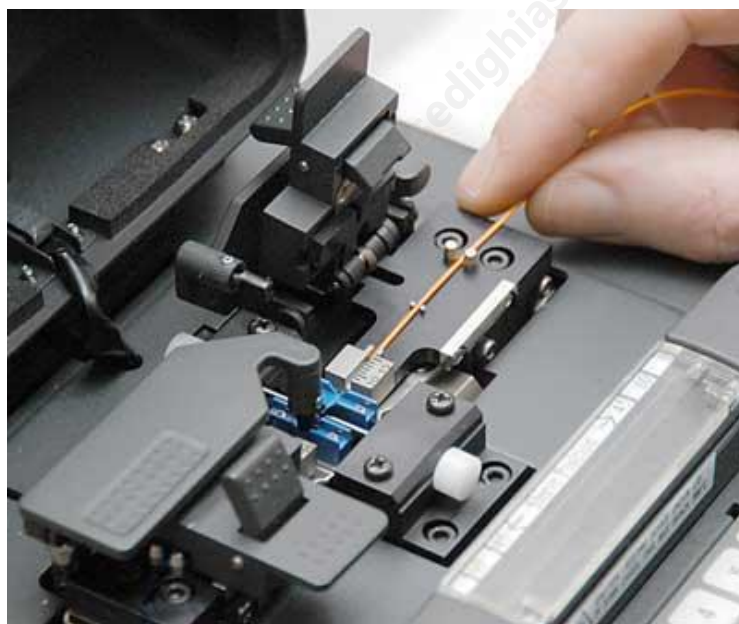
فیوژن فیبر نوری و روش مکانیکی

فیوژن فیبر نوری عمل اتصال یا در اصطلاح جوش دادن دو کابل فیبر نوری به یکدیگر می باشد که توسط دستگاه فیوژن فیبر نوری انجام می شود.

دستگاه فیوژن فیبر نوری

اتصال فیوژن از جرقه الکتریکی برای جوش دو کابل فیبر نوری به هم استفاده می کند. این فرایند از جوش فیبر نوری

شامل حرارت موضعی دو کابل فیبر نوری برای ذوب کردن و اتصال انتهای آنها به هم می باشد.



فرایند اتصال با آماده سازی انتهای هر دو فیبر برای اتصال شروع می شود که در ابتدا حذف پوشش های محافظ از انتهای هر دو فیبر ضروری است. سپس فیبر به منظور ایجاد سطحی صاف و عمود بر آن در انتها با استفاده از روش score-and-break شکسته می شود که فرایند cleaving می باشد و بعد از آن کیفیت انتهای هر فیبر با استفاده از یک میکروسکوپ بررسی می شود.

در جوش فیبر نوری، اتلاف در اتصال رابطه مستقیم با زوایا و کیفیت انتهای فیبر در هر دو طرف آن دارد. یک دستگاه فیوژن معمولی شامل دو ثابت جهت قرار گیری فیبر ها در آن و دو الکتروود می باشد. میکروسکوپ به قرار گیری انتهای فیبر آماده شده در دستگاه فیوژن کمک می کند. فیبر ها در دستگاه قرار گرفته و هم تراز می شوند و سپس با هم ذوب و متصل می شوند.

در ابتدا در جوش فیوژن از سیم کروم به عنوان عنصر حرارتی برای ذوب کردن و اتصال فیبر ها به هم استفاده می شده. تکنیک های جدید جوش فیبر نوری لیزر دی اکسید کربن، جرقه الکتریکی و شعله حاصل از گاز را جایگزین سیم کروم برای حرارت دادن انتهای فیبرها جهت ذوب شدن و اتصال آنها کرده است. جوش فیبر نوری با روش جرقه الکتریکی می تواند یک فیبر یا رشته های فیبر نوری 12 یا 24 تایی را در یک زمان متصل کند.

سایز کوچک نقطه اتصال فیوژن و توسعه دستگاه های فیوژن خودکار، اتصال از روش جرقه الکتریکی را تبدیل به یکی از محبوب ترین تکنیک های اتصال در کاربردهای تجاری کرده است. اتصال فیبر نوری بسیار پیچیده می باشد و لزوماً تنظیمات به گونه ای اعمال می شود که تلفاتی کمتر از 0.02 dB حاصل شود.

در صورت نیاز به کاهش یک سیگنال پر قدرت، می توان از اتصال فیبر نوری به عنوان تضعیف کننده ی نوری استفاده نمود که در این صورت می توان اتصالی با حداکثر 10 dB تلفات به وجود آورد. به این ترتیب می توان از آن به عنوان تضعیف داخلی استفاده نمود. تلفات معمول اتصال فیوژن حدود 1.02 dB می باشد.

از آنجائیکه این کار به دقت بالایی احتیاج دارد و بسیار خطا پذیر است و هر گونه خطایی در زمان فیوژن زدن باعث خرابی و تضعیف آن می شود باید توسط یک اپراتور متبحر و کار آزموده انجام شود.

OTDR

بازتاب دهنده نوری حوزه زمان (OTDR) ابزار نوری الکترونیکی می باشد که برای تعیین کردن مشخصات فیبر انجام می شود OTDR. مخفف Optical Time Domain Reflectometer می باشد. دستگاه یک سری از پالس های

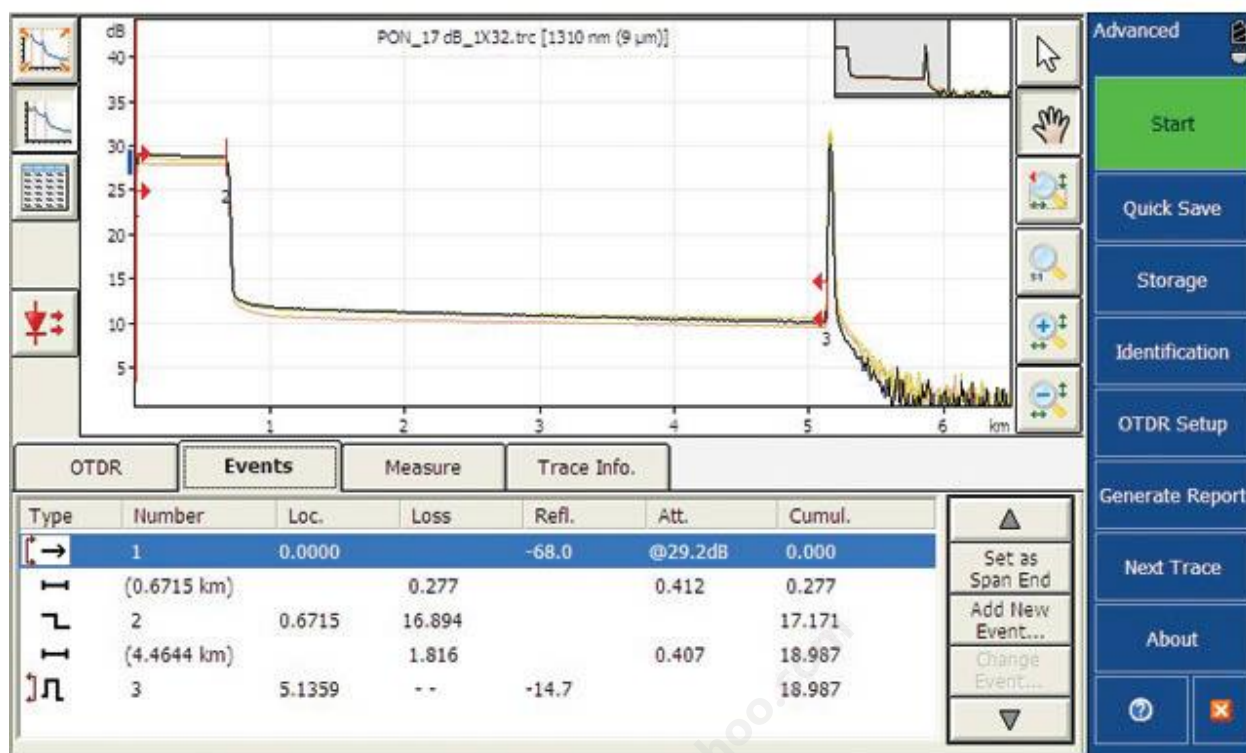


نوری را به فیبر تحت تست اعمال و تزریق می نماید ، از سر دیگر فیبر نوری که پایان فیبر می باشد نور شروع به پخش شدن می کند (تفرق بازگشت نور) و یا از نقطه ای در طول فیبر منعکس می شود که باعث انعکاس برگشت نور می شود. از این نور پراکنده و یا منعکس شده برای تعیین خصوصیات فیبر نوری استفاده می شود. این معادل این است که یک تجهیز الکترونیکی در حوزه زمان طبق بازتاب ناشی از تغییر در امپدانس کابل تحت تست عمل کند. با اندازه گیری قدرت پالس بازگشت و یکپارچه سازی به عنوان تابعی از زمان، و به عنوان تابعی از طول فیبر نمودار آن ترسیم می شود.



قابلیت اطمینان و کیفیت یک OTDR به دقت اندازه گیری آن، محدوده اندازه گیری، توانایی تشخیص و اندازه گیری رویدادهای (Event) با فواصل نزدیک، سرعت اندازه گیری، و توانایی برای انجام به طور مطلوب تحت عوامل محیطی مختلف بستگی دارد. ابزار تست بر مبنای قیمت

آن، ویژگی های ارائه شده ، اندازه، وزن، و سهولت استفاده مقایسه و سنجیده می شود.



قیمت یک دستگاه تستر فوق با سه عامل تعیین میشود

دقت: به عنوان صحت اندازه گیری تعریف شده است، تفاوت بین مقدار اندازه گیری شده و ارزش واقعی این رویداد (Event) می باشد.

محدوده اندازه گیری: به عنوان حداکثر تضعیفی است که می تواند بین دستگاه و رویداد ها (Events) قرار گیرد که قابل اندازه گیری باشد، تعریف می شود که دستگاه همچنان قادر به اندازه گیری این رویداد (Event) در محدوده دقت قابل قبول خواهد بود.

رزولوشن ابزار اندازه گیری: فاصله دو رویداد (Events) تا چه مقدار نزدیک هم می توانند باشند تا دستگاه بتواند این دو رخداد (Events) را از هم متمایز کند و آن ها را به عنوان دو رویداد (Events) مجزا تشخیص دهد.

Light Source & Light Meter

یک پاورمتر نوری (OPM) دستگاهی می باشد که برای اندازه گیری قدرت در سیگنال نوری مورد استفاده قرار می گیرد.



یک پاورمتر نوری معمولی متشکل از یک سنسور کالیبره شده، اندازه گیری آمپلی فایر و صفحه نمایش می باشد. سنسور در درجه اول از یک فتودیود برای محدوده مناسب طول موج انتخابی و سطح توان انتخابی تشکیل شده است. در صفحه نمایش، توان اندازه گیری شده نوری و طول موج تنظیم شده نمایش داده می شود. پاور مترها با استفاده از یک استاندارد کالیبراسیون قابل پیگیری مانند استاندارد NIST (مؤسسه استاندارد جهانی) کالیبره شده اند.



یک پاورمتر نوری قدیمی به طیف گسترده ای از نور می دهد و با این حال کالیبراسیون، به طول موج وابسته است. از زمانی که تست طول موج معمولاً شناخته شده است، در حالت عادی این مورد یک مسئله مهم به حساب نمی آید، با این حال دارای چندین اشکال می باشد. در مرحله اول، کاربر باید در پاورمتر طول موج تست صحیح تنظیم شده باشد، در مرحله دوم اگر طول موج های دیگر ساختگی حاضر وجود داشته باشد، سپس منجر به نتایج نادرست خواهد شد.

گاهی اوقات پاورمتر نوری با یک تابع تست دیگر که می تواند یک Light Source (OLS) و یا قلم نوری (VFL) ترکیب شود، یا ممکن است یک زیر سیستم از ابزار بسیار بزرگتر و پیچیده تر باشد. هنگامی که با یک Light Source ترکیب شود، ابزار معمولاً مجموعه تست افت توان نوری (Optical Loss Test Set) نامیده می شود.

مجموعه تست افت توان نوری (OLTS) به شکل دو دسته دستی و مائول مبتنی بر پلت فرم موجود می باشد که با توجه به معماری شبکه و الزامات تست های مختلف در دسترسی قرار می گیرد.

قلم نوری (VFL)

قلم نوری (VFL) یک لیزر قرمز طراحی شده برای تزریق انرژی نور مرئی به یک فیبر است. خم های بزرگ فیبر، قطعی، کانکتورهای معیوب و خطاهای دیگر که اجازه می دهد نور قرمز نشت کند و تکسین به صورت بصری و زنده نقطه خطا را پیدا کند VFL. یک ابزار ایده آل برای یافتن محل تعداد زیادی از عیبه و خطاهاست که در نقاط اتصال در داخل و اطراف در کابینت فیبر که در نقطه کور یا Dead Zone OTDR ها رخ می دهد.

قلم نوری جیبی ساده ترین راه برای شناسایی نقطه پایانی فیبرها و تعیین محل کانکتور جلاداده شده endface می باشد. لیزر قرمز که می درخشد به تعیین دقیق نقاط شکست، خم، کانکتورهای معیوب، اسپلایس و علل دیگر تلفات سیگنال به شما کمک می کند. این نوع قلم نوری تا 5 کیلومتر قابلیت دسترسی دارد. خطاها را به صورت بصری و به راحتی تعیین مکان می کند و با ایجاد یک نور قرمز روشن در فیبرهای سینگل مود و یا مالتی مود محل دقیق خطا را مشخص می کند.

با توجه به اندازه کوچک آن، وزن بسیار سبک و طراحی ساده اما با ثبات، قلم نوری جیبی می تواند شما را در هر نقطه همراهی کند. برای اطمینان از استحکام، یکی از ویژگی های آن مهر و موم کردن لاستیکی سر لیزر به طور کامل و قرار دادن یک کلید روشن / خاموش طولانی مدت می باشد. این شرایط برای استفاده در شرایط سخت در نظر گرفته شده است و تحت آزمایش قرار گرفته است.

ویژگیهای یک نمونه قلم نوری (VFL)

لیزر قرمز روشن با طول موج 635 نانومتر

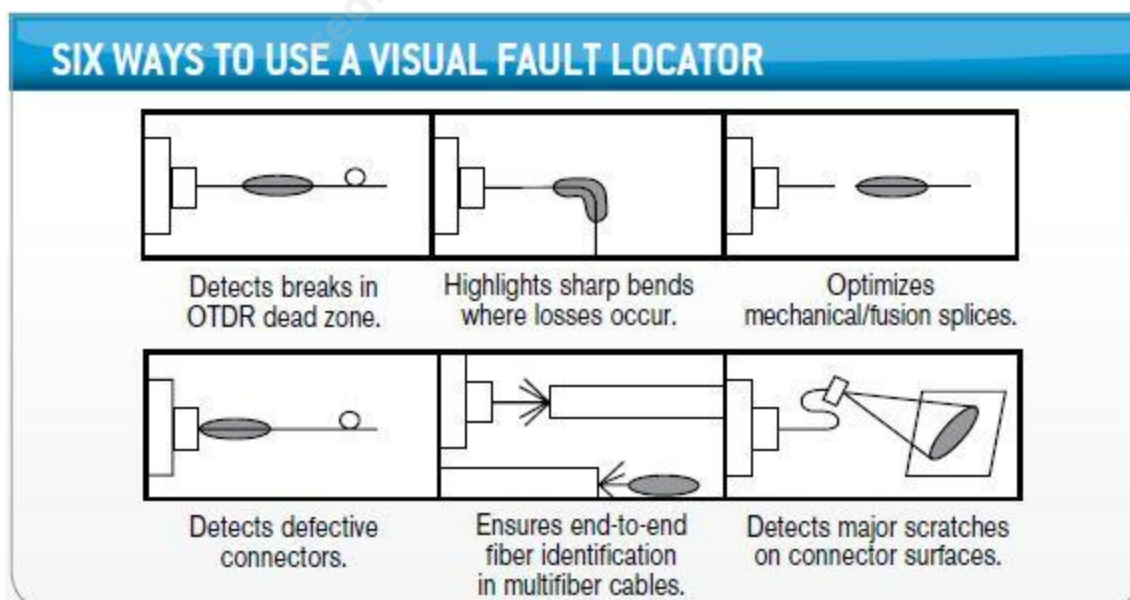
50 ساعت کار بدون وقفه (معمولی)

دارای بدنه محکم و مقاوم

عملیات پالسی و پیوسته

باتری های alkaline استاندارد AAA

کانکتور 2.5 میلی متر



انواع فیبر نوری

از لحاظ کلی دو نوع فیبر وجود دارد:

تک حالتی single-mode

چند حالتی multi-mode

فیبر تک حالتی یک سیگنال نوری را در هر زمان انتشار می دهد. (نظیر تلفن)

فیبر چند حالتی می تواند صدها حالت نور را به طور همزمان انتقال بدهد. (نظیر شبکه های کامپیوتری)

فیبرهای تک حالتی دارای یک هسته کوچک (تقریباً ۹ میکرون قطر) بوده و قادر به ارسال نور لیزری مادون قرمز (طول موج از ۱۳۰۰ تا ۱۵۵۰ نانومتر) می باشند.

فیبرهای چند حالتی دارای هسته بزرگتر (تقریباً ۶۲,۵ میکرون قطر) و قادر به ارسال نور مادون قرمز از طریق LED می باشند.

مشخصات انواع فیبر

فیبر چند مدی با ضریب شکست پله ای

ضریب شکست غلاف: $n_1/456 = 2$

قطر غلاف: ۱۲۵ الی ۵۰۰ میکرون

تضعیف: ۱ db/km الی ۵۰ db/km

روزنه عددی: ۰,۱۶ الی ۰,۵

ضریب شکست هسته: $n_1/48 = 1$

قطر هسته: ۵۰ الی ۴۰۰ میکرون

قطر روکش: ۲۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرون

پهنای باند: ۶ MHZ.km الی ۲۵ MHZ.km

فیبر تک مدی با ضریب شکست پله ای

ضریب شکست غلاف: $n_1/456 = 2$

قطر غلاف: ۵۰ الی ۱۲۵ میکرون

تضعیف: ۲ db/km الی ۵ db/km

روزنه عددی: ۰,۰۸ الی ۰,۱۵ (معمولاً حدود ۰,۱)

ضریب شکست هسته: $n_1/460 = 1$

قطر هسته: ۳ الی ۱۲ میکرون

قطر روکش محافظ: ۲۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرون

پهنای باند: ۵۰۰ MHZ.km و تا حدود ۲۰۰ GHZ.km

و انواع دیگر مثلاً فیبر چند مدی با ضریب شکست مرحله ای

فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی

فیبرهای چند مدی پله ای و مرحله ای که هسته آن از جنس سیلیس ولی غلاف آن از جنس «پلاستیک» باشد نیز ساخته می شوند. این نوع فیبر «PCS» نامیده می شود.

فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی با ضریب شکست پله ای

فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی با ضریب شکست مرحله‌ای

فیبرهای چند مدی تمام پلاستیک

هسته و غلاف این نوع فیبرها از جنس پلاستیک می‌باشند که معمولاً از نوع با ضریب شکست پله‌ای ساخته می‌شوند. این نوع فیبرها به دلیل داشتن هسته و غلاف پلاستیکی، فاقد روکش محافظ بوده و کاربردی در مخابرات نیز ندارند. این نوع فیبرها، دارای روزه عددی بزرگی می‌باشند و دارای مشخصات زیر هستند:

پایین بودن ضریب تضعیف فیبر نوری پارامتر مهمی در خرید فیبر است مثلاً 1 DB/Km یا 50 DB/Km

توجه شود در یک کابل RG58 مثلاً در فرکانس 2.5GHz تضعیف 1 DB/M (M=متر)

یادآوری

$$DB = 10 \log (P2/P1)$$

$$\text{if } P(\text{Milli Watt}) \Rightarrow DBm = 10 \log (P)$$

مزایا و معایب فیبرها در مقایسه با هم

مزایای فیبرهای چند مدی در مقایسه با فیبرهای تک مدی
معایب فیبر چند مدی در مقایسه با فیبر تک مدی
فیبر چند مدی دارای اعوجاج بین مدی می‌باشد.
پهنای باند فیبرهای چند مدی، کمتر از فیبر تک مدی می‌باشد.
تلفات یا تضعیف در فیبرهای چند مدی بیشتر است.
امکان ساخت فیبرهای چند مدی طولانی (با طول بلند) کمتر است.

فناوری ساخت فیبرهای نوری

برای تولید فیبر نوری، نخست ساختار آن در یک میله شیشه‌ای موسوم به پیش‌سازه از جنس سیلیکا ایجاد می‌گردد و سپس در یک فرایند جداگانه این میله کشیده شده تبدیل به فیبر می‌شود. از سال ۱۹۷۰ روش‌های متعددی برای ساخت انواع پیش‌سازه‌ها به کار رفته‌است که اغلب آنها بر مبنای رسوب‌دهی لایه‌های شیشه‌ای در داخل یک لوله به عنوان پایه قرار دارند.
روش‌های ساخت پیش‌سازه روش‌های فرایند فاز بخار برای ساخت پیش‌سازه فیبر نوری را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

رسوب‌دهی داخلی در فاز بخار

رسوب‌دهی بیرونی در فاز بخار

رسوب‌دهی محوری در فاز بخار

مواد لازم در فرایند ساخت پیش‌سازه

تتراکلرید سیلیکون: این ماده برای تأمین لایه‌های شیشه‌ای در فرایند مورد نیاز است.
تتراکلرید ژرمانیوم: این ماده برای افزایش ضریب شکست شیشه در ناحیه مغزی پیش‌سازه استفاده می‌شود.
اکسی کلرید فسفریل: برای کاهش دمای واکنش در حین ساخت پیش‌سازه، این مواد وارد واکنش می‌شود.
گاز فلوئور: برای کاهش ضریب شکست شیشه در ناحیه غلاف استفاده می‌شود.
گاز هلیوم: برای نفوذ حرارتی و حباب‌زدایی در حین واکنش شیمیایی در داخل لوله مورد استفاده قرار می‌گیرد.
گاز کلر: برای آب‌زدایی محیط داخل لوله قبل از شروع واکنش اصلی مورد نیاز است.

مراحل ساخت

مراحل صیقل گرمایشی: پس از نصب لوله با عبور گازهای کلر و اکسیژن، در دمای بالاتر از ۱۸۰۰ درجه سلسیوس لوله صیقل داده می‌شود تا بخار آب موجود در جدار درونی لوله از آن خارج شود.

مرحله اچینگ: در این مرحله با عبور گازهای کلر، اکسیژن و فرئون لایه سطحی جدار داخلی لوله پایه خورده می‌شود تا ناهمواری‌ها و ترک‌های سطحی بر روی جدار داخلی لوله از بین بروند.

لایه‌نشانی ناحیه غلاف: در مرحله لایه‌نشانی غلاف، ماده تتراکلرید سیلیسیوم و اکسی کلرید فسفریل به حالت بخار به همراه گازهای هلیوم وارد لوله شیشه‌ای می‌شوند و در حالتی که مشعل اکسی هیدروژن با سرعت تقریبی ۱۲۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر در دقیقه در طول لوله حرکت می‌کند و دمایی بالاتر از ۱۹۰۰ درجه سلسیوس ایجاد می‌کند، واکنش‌های شیمیایی زیر به دست می‌آیند.

ذرات شیشه‌ای حاصل از واکنش‌های فوق به علت پدیده ترموفریسیس کمی جلوتر از ناحیه داغ پرتاب شده و بر روی جداره داخلی رسوب می‌کنند و با رسیدن مشعل به این ذرات رسوبی حرارت کافی به آن‌ها اعمال می‌شود به طوری که تمامی ذرات رسوبی شفاف می‌گردند و به جدار داخلی لوله چسبیده و یکنواخت می‌شوند. بدین ترتیب لایه‌های شیشه‌ای مطابق با طراحی با ترکیب در داخل لوله ایجاد می‌گردند و در نهایت ناحیه غلاف را تشکیل می‌دهند.

فیبر نوری برای کاربران خانگی در ایران

شرکت مخابرات ایران در ابتدای سال جاری خبر از اجرای پروژه اتصال فیبرنوری به منازل (fiber to home) در دو استان بوشهر و مازندران به صورت آزمایشی داده و اعلام داشته که هنوز اجرای عمومی این طرح در کل کشور مقرون به صرفه نیست.

به کارگیری کابل‌های فیبرنوری به جای کابل‌های مسی سال‌ها است که در اکثر کشورهای پیشرفته دنیا همچون آمریکا، انگلستان، ژاپن و... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این فناوری به سرعت در جهان رو به گسترش است زیرا برتری‌هایی نسبت به فناوری‌های کنونی دارد که امکان اتصال پرسرعت‌تر و ظرفیت برد بیشتر نسبت به زوج‌های تاب‌خوردهٔ رسانا و خطوط DSL از جمله آن‌ها است. جایگزینی فیبر نوری به جای کابل مسی زمانی مقرون به صرفه است که محتوای دیجیتالی بسیار زیادی روی شبکه تعریف شود و کاربران نیز با محدودیت سرعت اینترنتی، مواجه نباشند.

کابل SM و MM و NZ مدل‌های مختلفی هستند که تحمل افت ناشی از جوش در آنها متفاوت است

سرعت اینترنت در نسل دوم پروژه فیبرنوری

بر اساس گزارش‌های منتشر شده سرعت اینترنت در نسل دوم پروژه اتصال فیبرنوری به منازل حدود ۵ تا ۵/۲ گیگابیت بر ثانیه خواهد بود. با وجود این میزان سرعت، هر کاربری قادر خواهد بود یک کتاب را از یک کتابخانه معروف دنیا فقط در عرض چند صدم ثانیه دانلود کند یا به تمام بازارهای دنیا دسترسی داشته باشد.

sedighias220@yahoo.com

سازمانهای استاندارد و استانداردهای مرتبط با فیبر نوری

استانداردهایی در تهیه و استفاده از تجهیزات فیبر نوری داریم که بعنوان نمونه در زیر بررسی میشود

از استانداردهای ذیل، در می یابیم انواع تارهای سینگل مود کاربردهای مختلفی دارد. G.653 که اغلب در سیستم WDM به کار می رفت به دلیل برخی از مشکلات، دیگر استفاده نمی شود و با فیبر G.655 جایگزین شده است. G654 عمدتاً برای استفاده زیر دریایی به کار گرفته می شود. G656 برای طول موج های خاصی طراحی شده است. G.657 با G.652 یکسان است اما شعاع خم بزرگتری نسبت به G.652 دارد که به ویژه برای کاربردهای FTTH مناسب است. در حال حاضر درک بهتر از این تارهای فیبر نوری سینگل مود به شما کمک خواهد کرد تا مناسب ترین فیبر ممکن را انتخاب نمایید.

ITU-T G.652 G.653 G.657

ITU-T G.652

فیبر ITU-T G.652 نیز به عنوان استاندارد SMF (فیبر سینگل مد) شناخته شده و این نوع فیبر در اکثر موارد استفاده می شود. معمولاً در چهار کلاس (A)، B، C، D عرضه می شود. کلاس A و B دارای پیک آب است. در کلاس C و D پیک آب، برای عملیات در طیف کامل، از بین برده شده است. تار فیبر نوری G.652.A و G.652.B با پراکندگی صفر، نزدیک طول موج 1310 نانومتر، که برای بهره برداری بهینه در باند 1310 نانومتر طراحی شده است. آنها همچنین می توانند در باند 1550 نانومتر عمل کنند، اما این منطقه با توجه به پاشندگی بالا، برای آن ها بهینه نمی باشد. دو رشته تار معمولاً در سیستم های شبکه LAN و MAN استفاده می شود. در حالی که در G.652.C و G.652.D پیک آب کاهش یافته است و می تواند در محدوده طول موج بین 1310 نانومتر و 1550 نانومتر، (CWDM) در انتقال استفاده شود.

ITU-T G.653

فیبر ITU-T G.653 به طور نسبی دارای یک ساختار پیچیده تر در هسته بوه و از هسته کوچک تری برخوردار می باشد و طول موج صفر پراکندگی رنگی به 1550 نانومتر منتقل شده است که با کمترین افت در فیبر منطبق می باشد. این نوع فیبر می تواند این ناسازگاری بین بهترین پهنای باند در یک طول موج و کمترین تضعیف در طول موج دیگر را مدیریت کند. بنابراین فیبر G.653 نیز فیبر با پراکندگی منتقل شده (DSF) نامیده می شود که اندازه هسته کوچکتری دارد و برای مسافت های طولانی سیستم انتقال همراه با تقویت کننده های فیبر با محتویات اربیم (EDFA) بهینه شده است. اگر چه، تمرکز بالای توان در هسته فیبر ممکن است اثرات غیرخطی تولید کند. چه چیز دیگری اتفاق می افتد؟ ترکیب چهار موج (FWM) در یک سیستم تقسیم بندی مولتی پلکس طول موج متراکم (DWDM) با پراکندگی رنگی صفر رخ می دهد، و باعث تداخل غیر قابل قبول و تداخل کانالها می شود.

ITU-T G.654

G.654 معروف است به تار و کابل فیبر نوری که خصوصیات و ویژگیهای آن جابه جایی طول موج قطع می باشد. این نوع تار فیبر نوری دارای هسته با اندازه بزرگتر که از سیلیس خالص برای رسیدن به عملکرد مناسب در باند موج 1550 نانومتر و مسافت های طولانی با تضعیف کم ساخته شده است. این نوع تار پراکندگی رنگی بالایی در 1550 نانومتر داشته اما نمی تواند در پراکندگی

رنگی بالای 1310 نانومتر کار کند. این نوع تار انتقال دهنده سطوح توان بالا بین 1500 نانومتر و 1600 نانومتر می باشد که به طور عمده برای مسافت های طولانی زیر دریا و اقیانوس طراحی و استفاده می شود.

ITU-T G.655

G.655 را به عنوان فیبر با پاشندگی انتقال و شیفت یافته غیر صفر (NZDSF) می شناسند. مقدار پاشندگی رنگی در باند 1530-1560 نانومتر کنترل شده و کوچک می باشد، ناحیه ای که بهترین طول موج برای کار تقویت کننده ها می باشد و هسته بزرگتری نسبت به فیبر G.653 دارد. فیبر NZDSF می تواند با حرکت دادن طول موجی که در آن پاشندگی صفر است در خارج از 1550 نانومتر، ترکیب چهار موج و اثرات غیرخطی دیگر را بی اثر کند. دو نوع از NZDSF، شناخته شده به عنوان NZDSF(D-) و NZDSF(D+) وجود دارد که هر یک دارای یک شیب مثبت و منفی بر حسب طول موج دارند G.655. انتقال در مسافت های طولانی در سیستم DWDM را ساپورت می کند.

ITU-T G.656

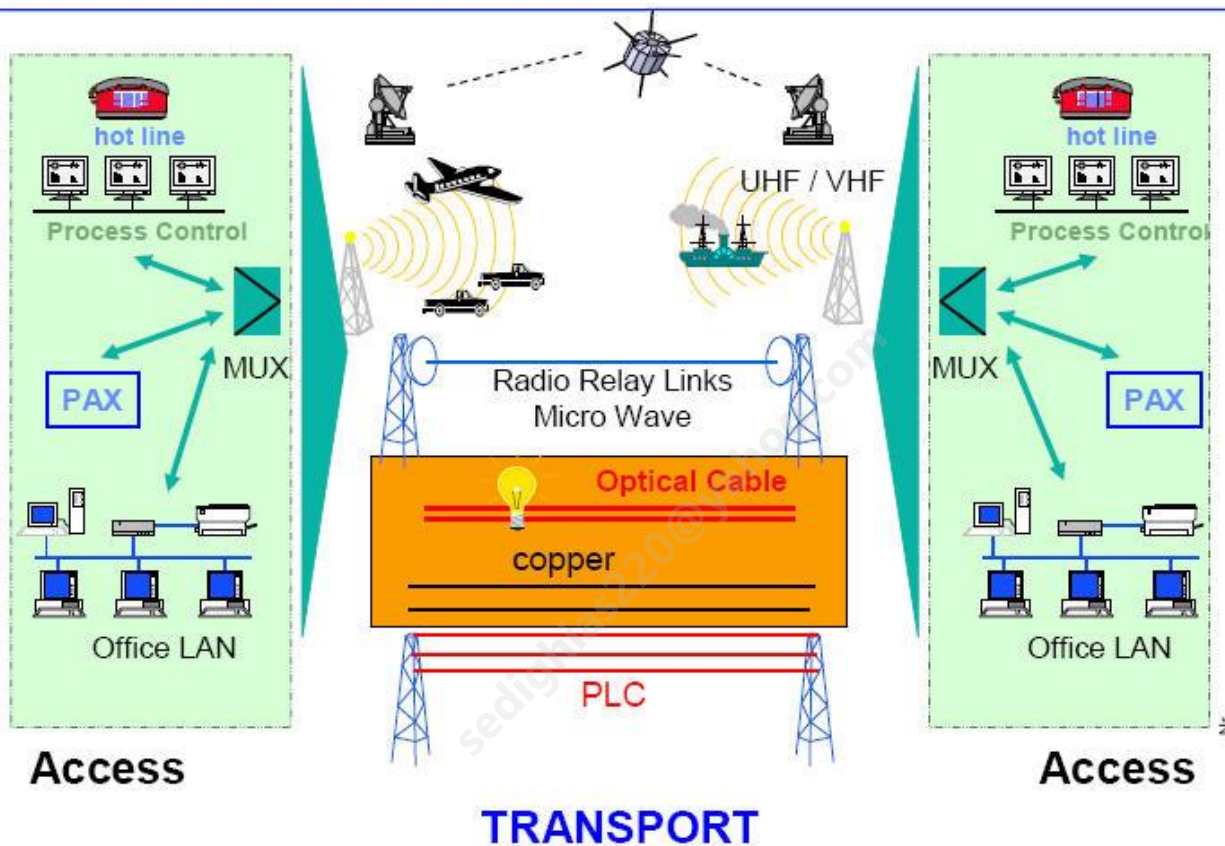
فیبر G.656 معروف به فیبر با پاشندگی متوسط (MDF) می باشد. این فیبر برای دسترسی محلی و فیبر با مسافت های طولانی که در محدوده 1460 نانومتر و 1625 نانومتر کار می کند، طراحی شده است. این نوع فیبر می تواند سیستم مخصوص مسافت های طولانی که با استفاده از انتقال CWDM و DWDM در محدوده طول موج مشخص انجام می شود را پشتیبانی کرده و در عین حال، اجازه می دهد تا CWDM در مناطق شهری آسان تر استقرار یابد و افزایش ظرفیت فیبر در سیستم های DWDM به راحتی انجام شود.

ITU-T G.657

فیبر G.657 با تار فیبر G.652 در طراحی هیچ فرقی ندارد اما در حساسیت نسبت به خم دارای عملکرد های مختلف می باشد. این امر اجازه می دهد تا الیاف بدون تأثیر بر عملکرد خم شوند. این کار از طریق یک شیلد و سپر نوری که منعکس کننده نور منحرف شده به داخل هسته بوده و از تضعیف و اتلاف نور در روکش کلدینگ جلوگیری می کند، عملی می شود. در واقع، کنترل شعاع خم در زمینه هایی مانند کاربردهای FTTH سخت می باشد G.657. آخرین استاندارد برای کاربردهای FTTH است و همراه با G.652 اغلب در آخرین بخش های شبکه های فیبر نوری استفاده می شود.

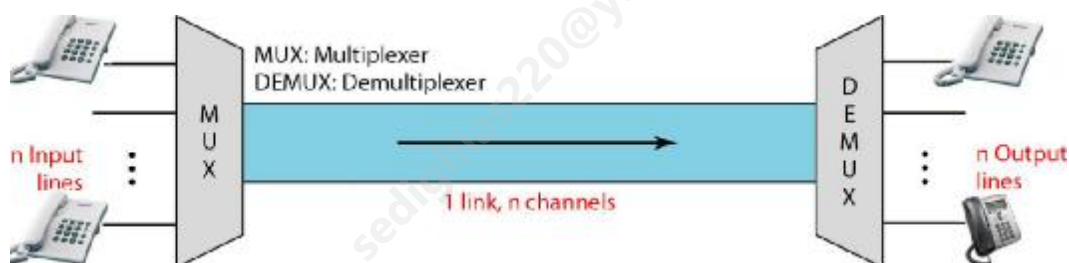
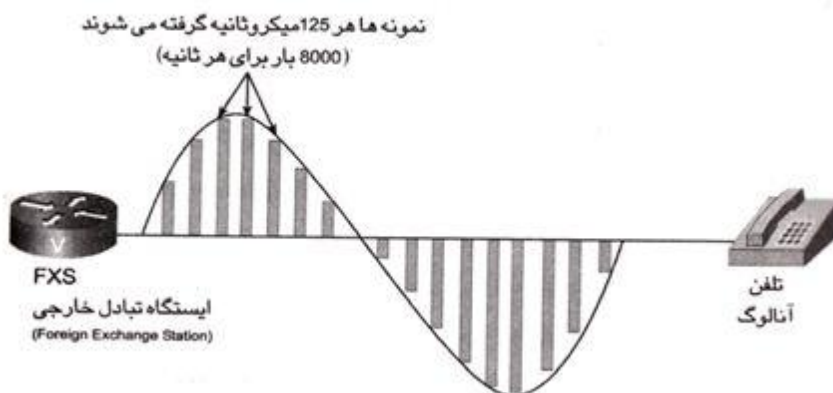
TDM (Time Division Multiplex)

Communication: Utilities, Pipeline Operators



مدولاسیون PCM و دونوع استاندارد E1 و T1

بجای ارسال سیگنال بصورت آنالوگ (مثلا سیگنال پیام آنالوگ خودمان از خروجی یک گوشی تلفن) تمایل داریم در بازه های زمانی منظم از سیگنال نمونه گرفته و نمونه را دیجیتالی نموده و کد نموده و ارسال کنیم (کد نمودن جهت بازیابی پیام در مقصد باشد)



Pulse Code Modulation – PCM

در این روش نمونه برداری می تواند از روی فرکانس یا دامنه باشد. سیگنال شبیه سازی شده و در مرکز مقابل دوباره بازسازی می شود.

ابتدا از دو روش TDM یا FDM استفاده می کنیم که نمونه برداری بر اساس دامنه یا فرکانس هستند

و سپس در شرایطی آنالوگ را تبدیل به دیجیتال می کنیم و از روش PCM برای ارسال اطلاعات استفاده می کنیم.

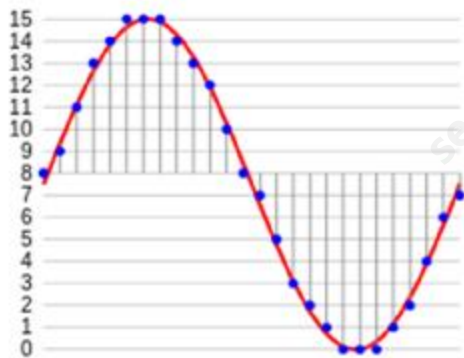
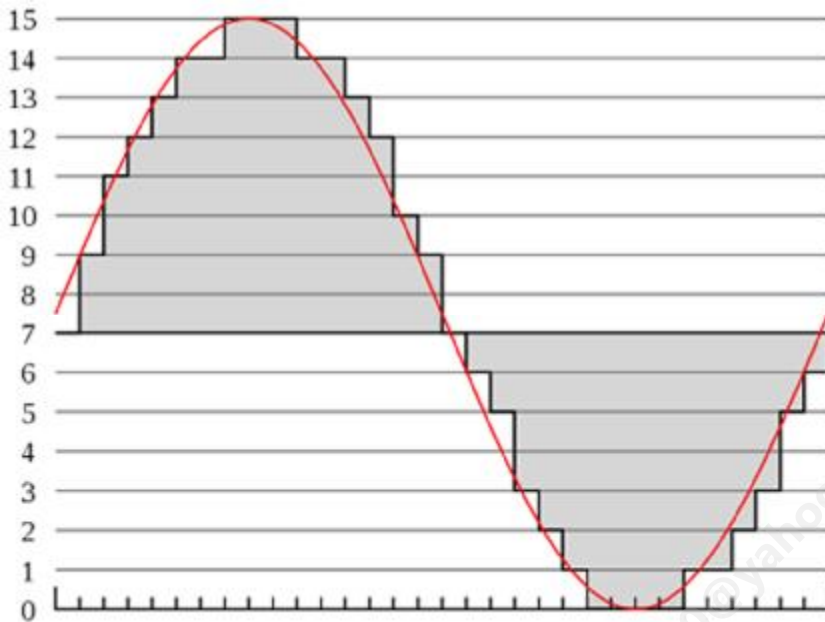
مدولاسیون کد پالس یک شیوه کدگذاری رقمی سیگنال آنالوگ در مخابرات است. در این مدولاسیون بزرگی سیگنال در فواصل زمانی ثابت و مساوی اندازه گیری شده و سپس کوانتیزه می شود. نتیجه کوانتیزه کردن سیگنال آنالوگ به صورت عضوی از مجموعه ای محدود قابل نمایش است (به عنوان نمونه عددی بین ۰ تا ۲۵۵). از آنجا که اعضای این مجموعه با

عدد صحیح قابل بیان می توان از روش های متداول مخابرات دیجیتال برای ذخیره سازی، مقاوم سازی نسبت به خطا و ارسال سیگنال بر کانال مخابراتی استفاده کرد. از کدینگ PCM در تلفن های دیجیتال، سیستم های صوتی دیجیتال، صدای کامپیوتر و برخی پخش کننده های صوت دیجیتال استفاده می شود.

کیفیت نتیجه این مدولاسیون به دو عامل بستگی دارد:

سرعت نمونه برداری و تعداد سطوح کوانتیزه کردن. شرط لازم برای

سرعت نمونه برداری این است که فرکانس نمونه برداری بیش تر از فرکانس نایکوئیست سیگنال آنالوگ باشد. همچنین با افزایش تعداد سطوح کوانتیزه کردن سیگنال دیجیتال معادل تقریب بهتری از سیگنال آنالوگ اولیه خواهد بود. در مدولاسیون کد پالس استفاده شده در سی دی های صوتی فرکانس نمونه برداری ۴۴,۱ کیلوهرتز و تعداد سطوح کوانتیزه کردن ۶۵۵۳۶ (معادل ۱۶ بیت) است.



(E1)PCM 30

خطوط E1 یکی از استانداردهای کلی برای خطوط دیجیتال (E1/T1) هستند که استانداردهای اروپایی و آمریکایی (E1 برای اروپاست و T1 استاندارد آمریکایی است) و فرق این دو تا در تعداد کانالهای آنهاست. ما در خط تلفن معمولی صرفاً یک کانال برای ارتباط داریم ولی در این خطوط تعداد کانالها از یکی بیشتر تعداد این کانالها در E1 برابر ۳۲ تا است که ۲ تا از آن برای سیگنالینگ و همزمان سازی بکار می‌رود و باقی یعنی ۳۰ تا از آن قابل بهره‌برداری است.

هر خط E1 می‌تواند حامل 2 Mb/s پهنای باند باشد

$$(32\text{channels} \times 8\text{bit} / \text{channel}) / 125\mu\text{s} = 2,048\text{Mbps}$$

این خطوط نمی‌توانند همزمان هم Dialin باشند و هم Dialout در حال حاضر برخی از شرکتها و سازمانهای خصوصی در ایران از E1 برای ارتباط تلفنی خود استفاده می‌کنند که مشخصه‌ی این سیستم ۴-۵ رقمی بودن شماره‌های این سازمانها است.

هریک از خطوط چهار و پنج رقمی شامل ۳۰ خط است و همچنین خطوط ۴ رقمی توان ایجاد ۹۹۹ شماره داخلی و خطوط پنج رقمی توان ایجاد ۹۹۹ شماره داخلی را دارند.

مشخصات PCM30

Number of channels : 32

Number of telephone channels: 30

Frame duration: 125 microseconds

Channel length: 3.9 microseconds

Canalbit: 8 bit

Bit duration: 488 ns

Bitrate: 2048 kbit / s OR 2.048 Mbit

Bit rate per channel: 64 kbit/s

Clock frequency: 8 kHz

(T1)PCM 24

در سال 1960 یک استاندارد در آمریکا بوجود آمد که میتواندست 24 کانال تلفن دیجیتال 64 kbit/s را درون یک سیگنال 1.544 mbit/s رابا مالتی پلکسینگ TDM انجام دهد.

اگر شما یک خط T1 داشته باشید می‌توانید ۲۴ ارتباط همزمان داشته باشید.

$$(24\text{channels} \times 8\text{bit} / \text{channel} + 1\text{bit}) / 125\mu\text{s} = 1,544\text{Mbps}$$

125μs is the sampling period(

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

سطوح ترافیکی PDH

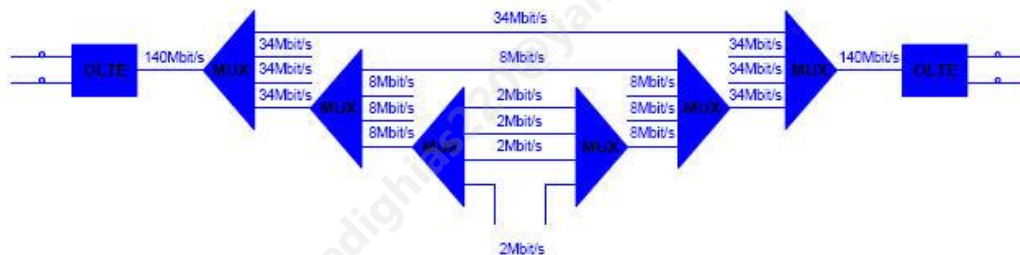
- E1 - 2Mb/s
- E2, 4 x E1 - 8Mb/s
- E3, 4 x E2 - 34Mb/s
- E4, 4 x E3 - 140Mb/s
- E5, 4 x E4 - 565Mb/s

PDH in brief

Each layer multiplexes lower level signals into a higher bitstream
the bit-rate of the signals is allowed to vary slightly.

All signals are read at a speed that guarantees transmission of the fastest incoming signal - bit-stuffing copes with slower bit-rates

Lower order signals float in the higher order data stream and require a cascade of multiplexers to be taken out



Example:

Accessing a 2Mb/s signal of a 140Mb/s stream requires 6 Multiplexers - it cannot be taken out directly from a 140Mb/s stream

مدیریت در PDH از قابلیت انعطاف خوبی برخوردار نبود در نتیجه فناوری SDH وارد بازار شد

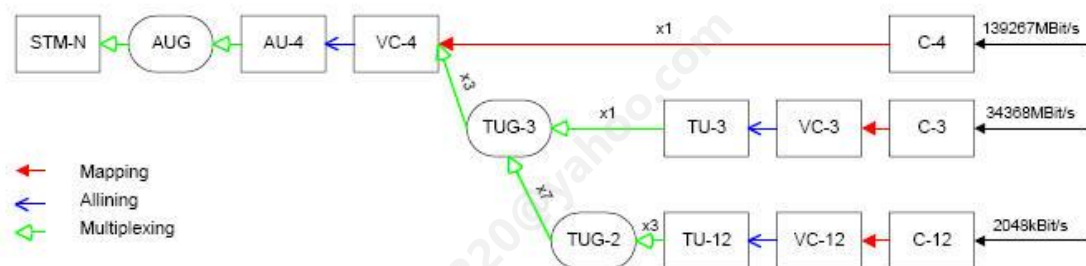
سلسله مراتب دیجیتال همزمان

Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

در این سیستم به هر نرخ اطلاعات مولتی پلکس شده کدهای اضافی الحاق شده و با نرخ بعدی مولتی پلکس میشود

SDH introduced

The PDH hierarchy based on 2Mbit/s mapped into SDH:

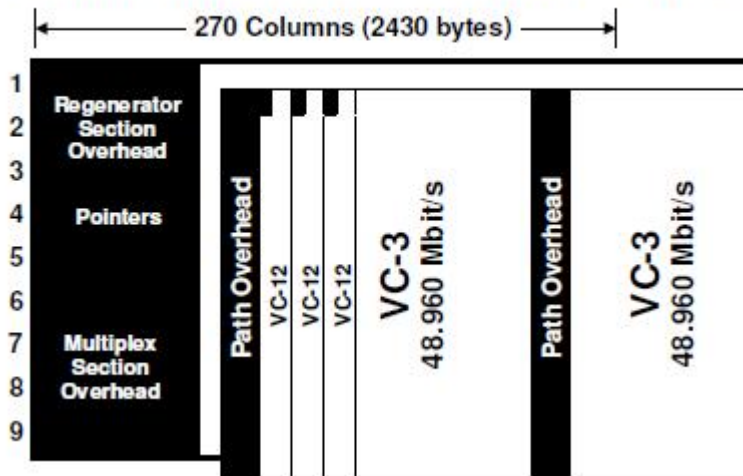


In addition to the transported data, SDH network element add Overhead Bytes to transport information SDH functionality

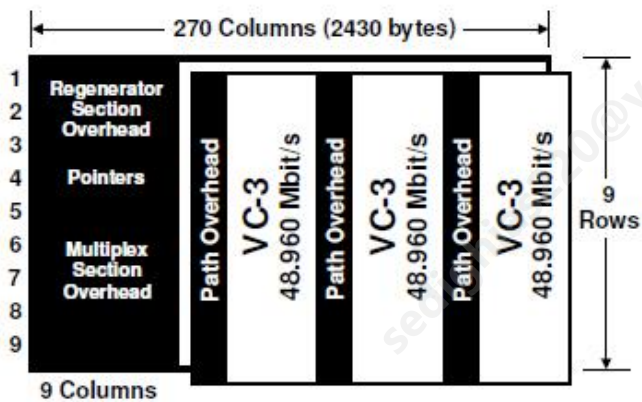
مثال یک سرویس E1 - 2Mbit/s نگاه کنیم فریم ای وان در یک کانتینر C-12 قرار داده شده است. یک اضافی مسیر اضافه شده و آن تبدیل به ویرچوال کانتینر VC-2 شده است. به VC-12 های متعددی اشاره گر اختصاص داده شده است و تبدیل به گروه یونیت انشعابی TUG-2 شده است. اشاره گر ها موقعیت اولین بایت هر کانتینر مجازی را مشخص می کنند. هفت عدد از این TUG ها را می توان در یک کانتینر مجازی VC-3 طراحی کرد. به کانتینر های مجازی VC-3 متعددی اشاره گر تخصیص داده شده و در یک گروه مدیریت کاربر (AUG) قرار داده میشوند. و AUG را در فریم STM قرار می دهند.

STM-1 SDH VC-4 کانتینر مجازی سیستمهای مخابراتی اشاره گر ها برای تعیین مکان تک استریم های 2 مگ در فریم STM بکار می روند.

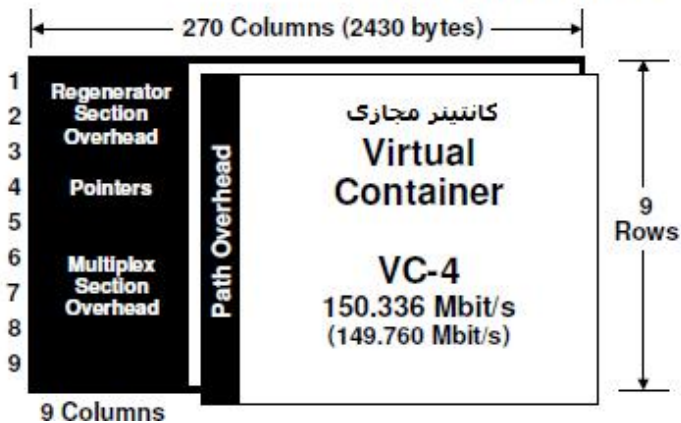
STM-1 with 3 x VC-3's with VC-12's



STM-1 with 3 x VC-3's



STM-1 with VC-4



مقایسه دو سیستم PDH و SDH

در PDH حداکثر نرخ ارسال اطلاعات 155 mbps است در SDH بسیار بالاتر است. در PDH سلسه مراتبی است یعنی برای استخراج E1 از داخل یک سلسله بالاتر مثلا E4 باید E4 ابتدا به E3 و E2 و سپس E1 دیمالتیپلکس نمود. در SDH برای استخراج E1 (یا VC12) از داخل چند سلسله بالاتر مثلا 155 مگابیتی در یک مرحله صورت میگیرد که بدلیل وجود پوینترها در فریم SDH میباشد. در نظارت بر سیستم PDH فقط در حوزه های انتهایی امکان پذیر است ولی در SDH بر خود ماکس نیز امکان نظارت وجود دارد بطور کلی نظارت بر SDH بخوبی وجود دارد بدلیل سیگنالهای بالاسری OverHead قیمت SDH گران میباشد در SDH نرخ بیت های ارسالی بشرح:

STM1	155 mbPS
STM4	622 MBPS
STM16	2.5 GBPS
STM64	10 GBPS

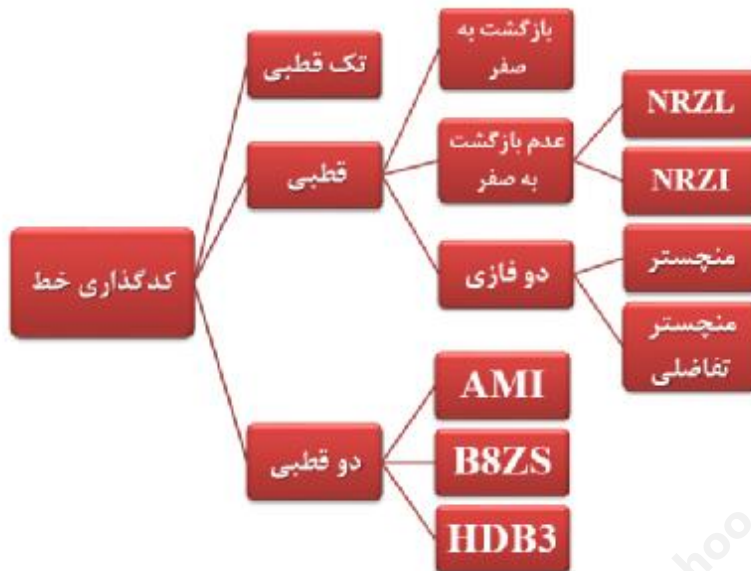
sedighias220@yahoo.com

کد نمودن داده ها روی خط جهت حذف DC

در یک خط که انتقال داده ها بصورت دیجیتالی صفر و یک (مثلا دریایی از داده ها با صفر و پنج ولت) ارسال

میشوند خط انتقال داده نهایتا دارای سطح ولتاژ DC میشود برای کاهش ولتاژ DC خط باید آنها را کد نمود مثلا مقداری از یک های مثبت بصورت منفی ارسال نمود تا در انتها میانگین ولتاژ روی خط صفر شود روشهای متعددی برای کد نمودن بشرح روبرو است . دو نمونه ذیلا توضیح داده میشود.

الگوهای کدگذاری خط



کدگذاری AMI

رشته ی داده های بیتی در این تکنیک به این صورت کد می شود که عدد صفر، به ولتاژ صفر نسبت داده می شود و عدد یک به ولتاژهای مثبت و منفی. به این صورت که اولین یک، ولتاژ مثبت می گیرد و یک بعدی ولتاژ منفی و این روند تا آخر رشته بیتی انجام می شود. اشکال این روش احتمال خطای بیشتر آن نسبت به روش های منچستر و NRZ است ولی در مقابل با کاهش مولفه DC و امکان همگام سازی و استفاده کارا از پهنای باند رو به رو هستیم.

کد گذاری HDB3

در این روش به جای هر 8 بیت صفر متوالی، 4 بیت صفر متوالی در نظر گرفته می شود. شکل تغییر مصنوعی به تعداد زوج یا فرد بودن یک هاتا قبل از رسیدن به 4 صفر متوالی بستگی دارد. به این ترتیب که اگر تعداد یک ها زوج بود، تغییر مصنوعی به شکل 4 پالس مثبت، صفر، صفر و مثبت خواهد بود و اگر تعداد یک ها فرد باشد، تغییر مصنوعی به شکل صفر، صفر، صفر و منفی خواهد بود. این تکنیک کدگذاری در اروپا و ژاپن مورد استفاده قرار می گیرد.

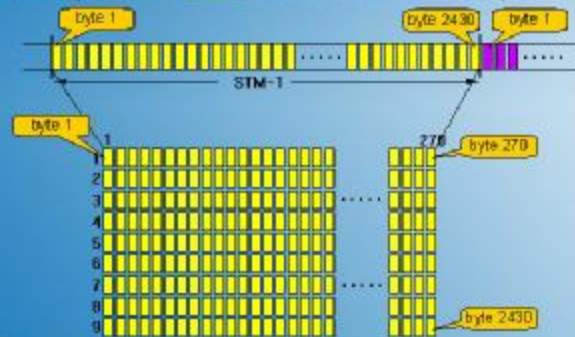
نحوه ارسال سیگنال اصلی و گدهای اضافی در SDH

SDH Fundamentals

2: Frame Structure and Multiplexing Method

Introduction

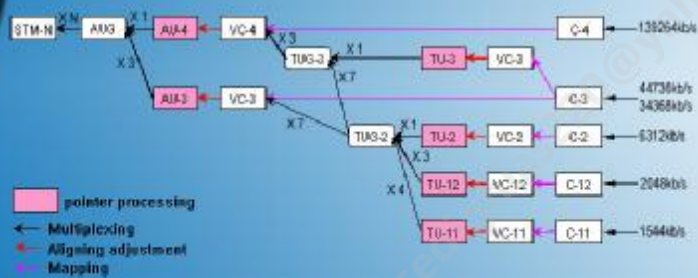
For the convenience of signal analysis, the SDH frame structure is illustrated as a rectangle block. The STM-1 frame includes 9 rows with 270 bytes each.



2: Frame Structure and Multiplexing Method

Multiplexing Structure

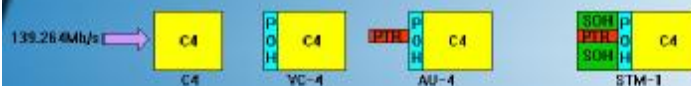
Multiplexing mapping structure defined in [ITU-T Rec. G.709](#):



2: Frame Structure and Multiplexing Method

140Mb/s→STM-1

The complete procedure of multiplexing 140Mb/s signal into STM-1 is as follows.



4. STM-1: Add SCH to AU-4.

اکتیو فیبر نوری

در ارسال اطلاعات در بستر مخابراتی فیبر نوری، تجهیزاتاتی که برای عملکردشان نیاز به تغذیه الکتریکی دارند اکتیو گویند که بدلیل حساسیت داده‌های موجود در این تجهیزات غیر از برق شهر، از برق اضطراری از یک یا دو UPS و باتریخانه مطمئنی استفاده میکنند

ضمناً بدلیل حساسیت داده‌ها در ارسال داده‌ها از دو مسیر مختلف جغرافیایی بصورت رینگ (حلقه) استفاده میشود تا اگر یک مسیر پاسیو فیبر نوری (تارهای نوری)، آسیب ببیند یک مسیر پشتیبان (آنلاین) در دسترس باشد

ACCESS & SDH (PDH)

تجهیزات اکتیو فیبر نوری دارای دو قسمت میباشند قسمت دریافت و تجمیع سیگنالهای الکتریکی (Access) و قسمت تبدیل الکتریک به نور (SDH یا PDH) میباشند که ممکن است هر دو قسمت در یک باکس تعبیه شده باشند. بهتر است در هنگام خرید یک تجهیز، تعداد یونیت‌های Access و پورتهای آن برای چند سال بعد هم پیش بینی شود

تجهیزات اکتیو فیبر نوری جهت اتصال تجهیزاتی نظیر اترنت، E1، T1، خط تلفن سمت مشترک FXS و سمت مرکز تلفن FXO و به آنها نیاز مند به پورتهایی برای دسترسی هستند که به آنها Access گویند

چون ممکن است بعدها در ارسال داده‌ها در ارسال از این مدیای مخابراتی فیبر ممکن است داده های خروجی از یک تجهیز صنعتی بخواهد ارسال شود که خروجی آن مثلاً T1 باشد لذا هنگام خرید باید دقت لازم در دارا بودن یا در امکان ارتقاء، در آن یونیت ACCESS وجود داشته باشد.

نمونه هایی از تجهیزات اکتیو فیبر نوری

ترکیبی از Access و SDH

ویژگی ها:



پشتیبانی از ADM جهت سهولت در توپولوژی های
خطی و حلقه

پشتیبانی از پروتکشن های SNCP & MSP
اینترفیس STM1 آن بصورت اپتیکال و به صورت
Single Mode و Duplex می باشد.

این دستگاه به صورت Multi Setup طراحی شده است که قادر به ارائه سرویس های E1, FE, V.35 می باشد.

دارای استاندارد های VC-12/GFP, LCAS

دارای 4 پورت اترنت 10/100

چک کردن آلارم های مختلف از قبیل اشکال در پاور بخش ریموت

پشتیبانی از Built-in BERT و Loop Back و استاندارد MSTP

پشتیبانی از فرمت unframed و Frame برای V.35

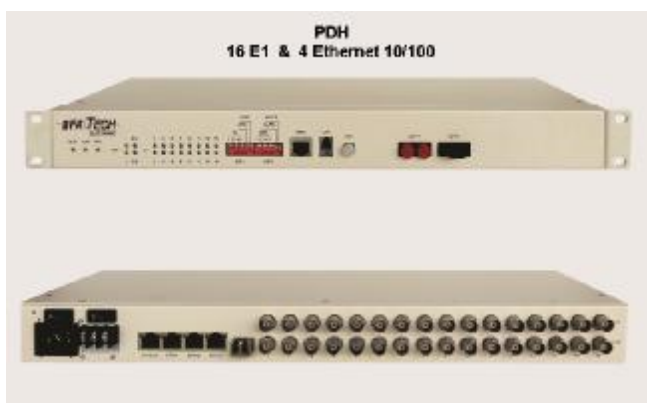
تغذیه 48 vDC و 100~260 vAC

ترکیبی از Access و PDH

این سیستم جهت انتقال E1 و شبکه (اترنت، اینترانت، اینترنت) بر روی بستر فیبر نوری مورد استفاده قرار می گیرد. انتقال حد اکثر 16 کانال

(75 یا 120 اهم) E1 و همچنین 4 کانال ETH10/100 روی فیبر نوری به صورت 3 کانال الکتریکال و 1 کانال اپتیکال. مانیتور کردن و مدیریت لینک مقابل توسط نرم افزار NMS از طریق پورت RS232 و ETH از ویژگی های مهم این سیستم است.

مشخصات :



قابلیت ایجاد VLAN روی سیستم به صورت Q-in-Q, SPECIAL VLAN, PORT VLAN, 802.1Q VLAN
دارای قابلیت loop کردن E1 ها جهت تست

سیستم توسط نرم افزار

دارای پورت فیبر نوری 1+1

دارای Order Wire

قابلیت انتقال از 15 Km تا 120 Km

تغذیه 48v AC, 220v DC

توان مصرفی پایین (کمتر از 10 وات)

قابلیت مدیریت و مانیتورینگ شبکه

قابلیت مدیریت بر ترافیک شبکه (سرعت و پهنای باند) هریک از 4 پورت شبکه

نمایش عملکرد سیستم های نصب شده در هر نقطه از طریق نرم افزار NMS توسط پورت RS232 و ETH

Huawei Metro 1000



Specifications	Metro 1000
Aggregation	STM-1/STM-4/STM-16
Dimensions	86 mm(H)×436mm(W)×293mm(D)
Switch Capacity	TDM: 21.25Gbit/s (136×136 VC4, higher order), 5Gbit/s (32×32 VC4, lower order) Packet: 8Gbit/s
Service Slots	5 slots for processing boards
Supported Interface	MSTP interfaces STM-1/4/16, E1/E3/T1/T3, FE/GE, DDN, ATM, SHDSL Framed E1, RS232/RS422, two-wire/four-wire audio PCM interfaces interfaces V.35/V.24/X.21/RS449/EIA-530/RS-530/RS-530A Packet transport E1 CES, FE/GE interfaces
Power Supply	DC: -48V DC/-60V DC/+24V DC AC: 220V/110V AC
Clock Synchronization	Line clock source Tributary clock source Two external clock inputs/outputs (2 MHz or 2 Mbit/s)
Auxiliary Interface	Housekeeping signal input/output interface, RS232/RS422 serial communication interface Modem interface, NM interface Orderwire phone interface

نمونه دیگر اکسی با قابلیت خروجی 2MB نور



- 1U height, full front access (ETSI unit), or front and back access (ANSI unit)
- Rack mount, wall mount, and standalone
- WAN Ports
 - Two hot-swappable optical cards. One optical interface per card
 - Optical interface 1+1 protection switching (maximum 50ms)
- Tributary ports
 - TDM Interface
 - 4 slots: each can be a 4 E1, 4 T1, or 2 V.35 hot pluggable card
 - Up to 16 E1
 - Up to 16 T1
 - Up to 8 V.35
 - Four ports of 10/100 Mbps Ethernet bridge hot-swappable card
- Power Modules
 - Hot-swappable DC plug-in modules (-48 Vdc: -36 to -75 Vdc), dual for redundancy
 - Hot-swappable AC plug-in module (100 to 240 Vac), dual for redundancy
- Auto laser shutdown function is user configurable
- Loopbacks for optical link, each E1 and T1
- Office alarm contacts
- Firmware download to local unit and remote unit
- Management port and interface
 - Multicolor LED indicators
 - One LCD and keypad on ANSI panel (optional)
 - Console port, VT100 menu-driven
 - SNMP port
 - Telnet via SNMP port
 - LoopView GUI EMS

سرویس های فیبر نوری

مزایا و برتری های متعدد فیبرنوری قدرت تصمیم گیری و انتخاب مشتریان را متحول ساخته زیرا فیبر نوری



برتری های محسوسی نسبت به مس و زیرساخت های قدیمی تر دارد. لذا سرویسهای جریان ضعیف قابل اجرا بر روی بستر فیبرنوری مشاهده میکنید سرویس هایی که همگی با اجرای زیرساخت فیبرنوری یکپارچه می شوند و

از پایداری و کیفیت ارتباطی بالاتری نسبت به دیگر زیرساخت ها برخوردار خواهند شد.

PON شبکه نوری پسیو می باشد که از کابل کشی فیبر نوری در تمام یا اکثر مسیرها برای انتقال سیگنال تا کاربر نهایی استفاده می کند. نوعی شبکه مخابراتی است که از فیبر نقطه به چند نقطه جهت به اشتراک گذاشتن یک خط فیبر نوری بین چندین ساختمان استفاده می کند و این کار با کمترین هزینه صورت می گیرد.

این سرویس در مقایسه با سایر شبکه های ارتباطی از قابلیت های بسیاری برخوردار می باشد که در زیر به آنها اشاره می کنیم:

- با توجه به این که سرویس های ویدئو، دیتا و صوت امروزی نیاز به 3 شبکه مجزا برای هر سرویس دارند، سرویس PON دارای یک شبکه برای تمام سرویس ها می باشد و امکان راه اندازی در مسافت های 20-30 کیلومتری را دارد.

- PON قادر به حمل هم POTS آنالوگ و هم سرویس های دیتا می باشد.

- سرویس های VOIP به عنوان یک سرویس داده با حق تقدم بالا حمل می شوند.

- GPON - صوت های آنالوگ را قادر می سازد تا در ONT به VOIP تبدیل شوند.

- هر دو VOIP و POTS آنالوگ از میان شبکه GPON حمل می شوند.

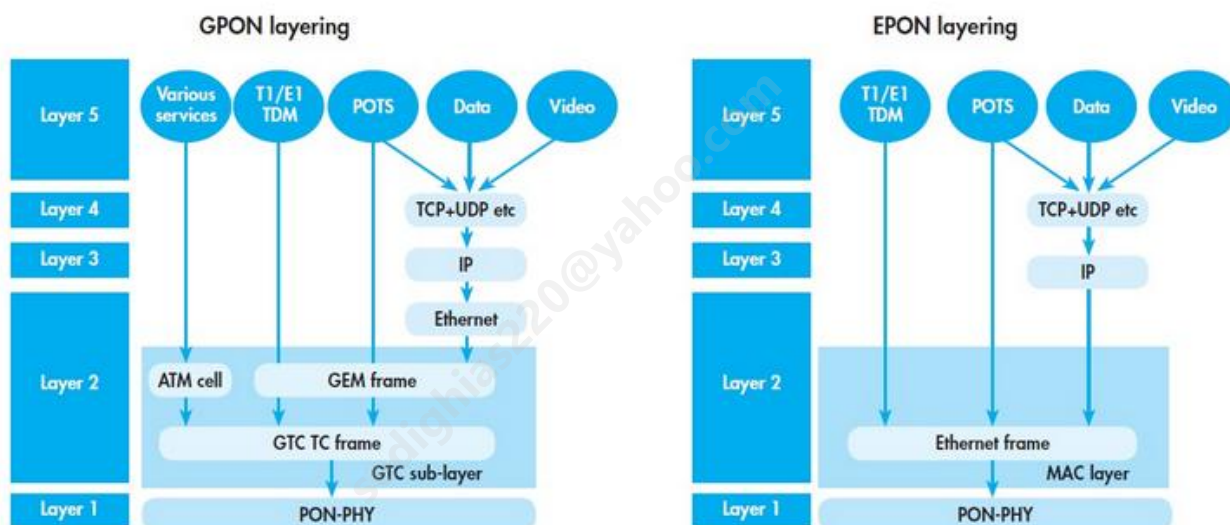
- امکان پشتیبانی از CATV

- امکان پشتیبانی از IPTV

مقایسه EPON و GPON

EPON مبتنی بر اترنت IEEE802.3 می باشد که برای پشتیبانی از اتصالات نقطه به چند نقطه (P2MP) اصلاح شده است و ترافیک اترنت را به صورت طبیعی انتقال می دهد و تمام ویژگی های اترنت را به طور کامل پشتیبانی می کند.

GPON یک پروتکل انتقال است که از طرف ITU-T معرفی شده است و در جایی که خدمات اترنت با رابط های اترنت OLT و ONT سازگار باشد و در طول یک ساختار فریم همزمان مخالف از انتها به انتها حمل شود استفاده می شود.



SONET SDH

روش TDM هم اکنون در شبکه‌های انتقال بر اساس SONET (synchronous optical network) که استاندارد آمریکای شمالی و SDH (synchronous digital hierarchy) که استاندارد بین‌المللی است به کار می‌رود. قابل ذکر است که SONET و SDH استانداردهایی هستند که برای سیگنالهای دیجیتال تعریف شده‌اند و سرعت ارتباطات، ساختار بسته‌ها و رابط‌های نوری را استاندارد می‌کنند.

در سیستم‌های PDH و SDH، عملیات مالتی پلکسینگ و سوئیچینگ در حوزه الکتریکی صورت می‌گیرد و سپس به نور تبدیل می‌شود در سیستم DWDM انجام مالتی پلکسینگ در حوزه نوری صورت می‌گیرد

WDM

در ارتباطات نوری، Wavelength division Multiplexing (WDM) فناوری ای می باشد که چندین سیگنال حامل نوری را در یک رشته فیبر با طول موج های متفاوت به اصطلاح مالتی پلکس یا ضرب می کند برای مثال می توان به رنگ های مختلف نور لیزر اشاره کرد. این تکنیک و شیوه ارتباط دو طرفه را برقرار می کند که باعث افزایش ظرفیت می شود.

WDM - CWDM - DWDM

در سیستم WDM، دو نوع تقسیم بندی وجود دارد

CWDM - (مالتی پلکس طول موج غیرمتراکم) Coarse Wavelength division Multiplexing.

و DWDM (مالتی پلکس طول موج متراکم) Dense Wavelength division Multiplexing.

هر دوی آنها از چندین طول موج نور لیزر برای انتقال سیگنال در یک فیبر استفاده می نمایند. با این حال، از جنبه فاصله کانال، دسترسی انتقال، لیزر مدولاسیون و هزینه، CWDM و DWDM دارای تفاوت های زیادی می باشند. در این مقاله بر این تفاوت ها تمرکز می کنیم و امیدواریم که شما یک درک کلی در مورد تکنولوژی CWDM و DWDM به دست آورید.

فاصله کانال ها

همانگونه که از نامشان پیداست، کلمات "متراکم" و "غیرمتراکم" تفاوت فاصله کانالها را نشان می دهد. فاصله CWDM عریض تر از DWDM می باشد. CWDM قادر به انتقال تا 16 طول موج با فاصله کانال 20 نانومتر در محدوده طیف 1270 نانومتر تا 1610 نانومتر می باشد. اما DWDM می تواند 40، 80 یا 160 طول موج با فاصله های باریک تر از 0.8 نانومتر، 0.4 نانومتر و یا 0.2 نانومتر از طول موج 1525 نانومتر تا 1565 نانومتر

(باند C و یا 1570 نانومتر تا 1610 نانومتر) باند (L انتقال دهد. شکی نیست که DWDM دارای عملکرد بهتر برای انتقال تعداد بیشتری از طول موج های متعدد بر روی یک فیبر می باشد.

مقایسه CWDM و DWDM

برد انتقال

از آنجا که طول موج به شدت در فیبر، در طول انتقال نور، یکپارچه است، DWDM قادر به ارسال در فاصله طولانی تر از CWDM است. طول موج تقویت شده DWDM با توانایی تداخل کمتر، در مسافت های طولانی به کار برده می شود.

بر خلاف سیستم DWDM، CWDM قادر به پشتیبانی از فاصله ی نامحدود نیست. حداکثر برد CWDM حدود 160 کیلومتر است، اما یک سیستم تقویت شده DWDM، در صورت تقویت و افزایش دوره ای توان سیگنال در طول اجرا، قادر به ارسال در فاصله ی خیلی بیشتر از این مقادیر است.

لیزر مدولاسیون

سیستم CWDM از لیزر uncooled استفاده می کند در حالی که سیستم DWDM از لیزر خنک کننده استفاده می کند. خنک کننده لیزری به تعدادی از تکنیک هایی اشاره دارد که در آن نمونه های اتمی و مولکولی پایین نزدیک صفر مطلق، از طریق تعامل با یک یا چند زمینه لیزر سرد می شود. لیزر خنک کننده تنظیم درجه حرارت را به عهده دارد که عملکرد بهتر، ایمنی بالاتر و طول عمر طولانی تر سیستم DWDM را تضمین می نماید. اما DWDM نیز توان بیشتری نسبت به تنظیم لیزر uncooled الکترونیکی که توسط سیستم CWDM استفاده می شود مصرف می نماید.

هزینه

به دلیل اینکه دامنه توزیع دما در طول موج بسیار گسترده، غیریکنواخت است، بنابراین تحقق بخشیدن به تنظیم درجه حرارت بسیار دشوار می باشد، در نتیجه استفاده از روش لیزر خنک کننده هزینه های سیستم DWDM را افزایش می دهد. به طور معمول، تجهیزات DWDM چهار یا پنج برابر گران تر از تجهیزات CWDM است.

نتیجه

CWDM و DWDM هر دو از تکنولوژی WDM است که قادر به انتقال طول موج های متعدد تنها در یک فیبر می باشند. اما با ویژگی های مختلف، مردم باید از بین دو سیستم CWDM و DWDM یک سیستم را انتخاب نمایند. CWDM معمولاً هزینه های کمتری دارد اما عملکرد آن به مراتب ضعیف تر از DWDM است. نیاز و بودجه باید در

پروژه در نظر گرفته شود. علاوه بر این، محصولات WDM از جمله ماژول mux / demux CWDWM ، ماژول DWDM mux / demux و اسپلیترهای نوری در بازار به شدت استقبال می شود و موجود می باشد.

ظرفیت کانال

در کانالهای مرتبط با شرکت مخابرات، کابلهای نوری بین شهری حداقل دارای 12 رشته تار فیبر نوری هستند که هر دو رشته تار بنا بر میزان ظرفیت خود توانایی انتقال متفاوتی را داراست. جدول زیر نشان دهنده ظرفیت انواع مختلف هر کابل نوری است:

نوع سیستم	توان ظرفیت انتقالی
E1 (2MB)	30 کانال
STM 1 (155MB)	1960 کانال
STM 4	7560 کانال
STM 16	30240 کانال
STM 64	120960 کانال
DWDM 4	483840 کانال
DWDM 8	967680 کانال

❖ آخرین وضعیت زیرساخت ارتباطی کشور تا پایان خردادماه سال ۹۵

❖ ۵۷ هزار و ۹۲۶ کیلومتر فیبرنوری بین شهری

❖ ظرفیت شبکه اینترنت داخلی (IP داخلی): 4000 Gbps

❖ ظرفیت پهنای باند اینترنت بین الملل 564 Gbps (گیگابیت بر ثانیه)

❖ میزان ترانزیت ارتباطات بین الملل نیز ۳۶۰۰ لینک STM1 برآورد می شود

❖ استقرار ۱۸٪ سامانه مدیریت امنیت اطلاعات در فاز ۴ (ISMS)

❖ ظرفیت در مسافت شبکه انتقال زیرساخت 13,327,300 Km. Gbps

❖ میانگین تاخیر در ارسال بسته های اینترنتی در شبکه ارتباطات داخلی: ۱۰,۱۸ میلی ثانیه