سه شنبه 30 آذر 1389 - 09:13

فیبر نوری چیست و چگونه کار می‌کند؟

فیبر نوری از پالس‌های نور برای انتقال داده‌ها از طریق تارهای سیلکون بهره می‌گیرد. یک کابل فیبر نوری که کمتر از یک اینچ قطر دارد می‌تواند صدها هزار مکالمهٔ صوتی را حمل کند. فیبرهای نوری تجاری ظرفیت ۲٫۵ گیگابایت در ثانیه تا ۱۰ گیگابایت در ثانیه را فراهم می‌سازند. فیبر نوری از چندین لایه ساخته می‌شود. درونی‌ترین لایه را هسته می‌نامند.

فیبر نوری چیست و چگونه کار می‌کند؟

اولین کسانی که در قرون اخیر به فکر استفاده از نور افتادند ، انتشار نور را در جو زمین تجربه کردند. اما وجود موانع مختلف نظیر گردوخاک، دود، برف ، باران ، مه و ... انتشار اطلاعات نوری در جو را با مشکل مواجه ساخت . بعدها استفاده از لوله و کانال برای هدایت نور مطرح گردید . نور در داخل این کانالها بوسیه آینه‌ها و عدسی‌ها هدایت می‌شد ، اما از آنجا که تنظیم این آینه‌ها و عدسی‌ها کار بسیار مشکلی بود این کارها هم غیر عملی تشخیص داده شد و مطرود ماند.

کاکو و کوکهام انگلیسی برای اولین بار استفاده از شیشه را بعنوان محیط انتشار مطرح ساختند. آنان مبنای کار خود را بر آن گذاشتند که به سرعتی حدود ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه و بیشتر بر روی محیطهای انتشار شیشه دست یابند. این سرعت انتقال با تضعیف زیاد انرژی همراه بود .این دو محقق انگلیسی ، کاهش انرژی را تا آنجا می‌پذیرفتند که کمتر از ۲۰ سی بل نباشد . اگر چه آنان در رسیدن به هدف خود ناکام ماندند ، اما شرکت آمریکائی (کورنینگ گلس) به این هدف دست یافت. در اوایل سال ۱۹۶۰ میلادی با اختراع اشعه لیزر ارتباطات فیبرنوری ممکن گردید. در سال ۱۹۶۶ میلادی ، دانشمندان در این نظریه که نور در الیاف شیشه‌ای هدایت می‌شود پیشرفت کردند که حاصل آن از کابلهای معمولی بسیار سودمندتر بود . چرا که فیبرنوری بسیار سبکتر و ارزانتر از کابل مسی است و در عین حال ظرفیت انتقالی تا چندین هزار برابر کابل مسی دارد.

توسعه فناوری فیبرنوری از سال ۱۹۸۰ میلادی به بعد باعث شد که همواره مخابرات نوری بعنوان یک انتخاب مناسب مطرح باشد. تا سال ۱۹۸۵ میلادی در دنیا نزدیک به ۲ میلیون کیلومتر کابل نوری نصب شده و مورد بهره برداری قرار گرفته‌است.

فیبرنوری چیست؟

فیبر نوری از پالس‌های نور برای انتقال داده‌ها از طریق تارهای سیلکون بهره می‌گیرد. یک کابل فیبر نوری که کمتر از یک اینچ قطر دارد می‌تواند صدها هزار مکالمهٔ صوتی را حمل کند. فیبرهای نوری تجاری ظرفیت ۲٫۵ گیگابایت در ثانیه تا ۱۰ گیگابایت در ثانیه را فراهم می‌سازند. فیبر نوری از چندین لایه ساخته می‌شود. درونی‌ترین لایه را هسته می‌نامند. هسته شامل یک تار کاملاً بازتاب کننده از شیشه خالص (معمولاً) است. هسته در بعضی از کابل‌ها از پلاستیک کا ملاً بازتابنده ساخته می‌شود، که هزینه ساخت را پایین می‌آورد. با این حال، یک هسته پلاستیکی معمولاً کیفیت شیشه را ندارد و بیشتر برای حمل داده‌ها در فواصل کوتاه به کار می‌رود. حول هسته بخش پوسته قرار دارد، که از شیشه یا پلاستیک ساخته می‌شود. هسته و پوسته به همراه هم یک رابط بازتابنده را تشکیل می‌دهند که با عث می‌شود که نور در هسته تا بیده شود تا از سطحی به طرف مرکز هسته باز تابیده شود که در آن دو ماده به هم می‌رسند. این عمل بازتاب نور به مرکز هسته را (بازتاب داخلی کلی) می‌نامند.

بسته به سازنده، حول پوسته چند لایه محافظ، شامل یک پوشش قرار می‌گیرد.

یک پوشش محافظ پلاستکی سخت لایه بیرونی را تشکیل می‌دهد. این لایه کل کابل را در خود نگه می‌دارد، که می‌تواند صدها فیبر نوری مختلف را در بر بگیرد. قطر یک کابل نمونه کمتر از یک اینچ است.

از لحاظ کلی دو نوع فیبر وجود دارد: تک حالتی و چند حالتی. فیبر تک حالتی یک سیگنال نوری را در هر زمان انتشار می‌دهد، در حالی که فیبر چند حالتی می‌تواند صدها حالت نور را به طور همزمان انتقال بدهد.

پس اگر با دقت به یک رشته فیبر نوری نگاه کنید، می بینید که از قسمت‌های زیر ساخته شده :

• هسته _ هسته بخش مرکزی فیبر است که از شیشه ساخته شده و نور در این قسمت سیر می‌کند.

• لایه روکش _ واسطه شفافی که هسته مرکزی فیبر نوری را احاطه می‌کند وباعث انعکاس نور به داخل هسته می‌شود.

• روکش محافظ _ روکشی پلاستیکی که فیبر نوری در برابر رطوبت و آسیب دیدن محافظت می‌کند.

صدها یا هزاران عدد از این رشته های فیبر نوری بصورت بسته ای در کنار هم قرار داده می‌شوند که به آن کابل نوری گویند. این دسته از رشته های فیبر نوری با یک پوشش خارجی موسوم به ژاکت یا غلاف محافظت می‌شوند.

فیبرهای نوری دو نوعند :

1. فیبرهای نوری تک وجهی: این نوع از فیبرها، هسته های کوچکی دارند (قطری در حدود 10x 5/3 (-4) inch یا 9 میکرون) و می‌توانند نور لیزر مادون قرمز (با طول موج 1300 تا 1550 نانومتر) را درون خود هدایت کنند.

2. فیبرهای نوری چند وجهی: این نوع از فیبرها هسته های بزرگتری دارند (قطری در حدود 10x 5/2 (-3) inch یا 62/5 میکرون) و نور مادون قرمز گسیل شده از دیودهای نوری موسوم به LED ها را (با طول موج 850 تا 1300 نانومتر) درون خود هدایت می‌کنند.

برخی از فیبرهای نوری از پلاستیک ساخته می‌شوند. این فیبرها هسته بزرگی (با قطر 4 صدم inch یا یک میلیمتر) دارند و نور مرئی قرمزی را که از LED ها گسیل می‌شود (و طول موجی برابر با 650 نانومتر دارد) هدایت می‌کنند.

یک فیبر نوری چگونه نور را هدایت می‌کند؟

فرض کنید می‌خواهید یک باریکه نور را بطور مستقیم و در امتداد یک کریدور بتابانید. نور براحتی در خطوط راست سیر می‌کند و مشکلی ازین

جهت نیست. حال اگر کریدور مستقیم نباشد و در طول خود خمیدگی داشته باشد چگونه نور را به انتهای آن می‌رسانید؟
برای این منظور می‌توانید از یک آینه استفاده کنید که در محل خمیدگی راهرو قرار می‌گیرد و نور را در جهت مناسب منحرف می‌کند. اگر راهرو خیلی پیچ در پیچ باشد و خمهای زیادی داشته باشد چه؟ می‌توانید دیوارها را با آینه بپوشانید و نور را به دام بیندازید بطوریکه در طول راهرو از یک گوشه به گوشه دیگر بپرد. این دقیقا همان چیزی است که در یک فیبرنوری اتفاق می افتد.
نور در یک کابل فیبرنوری، بر اساس قاعده ای موسوم به بازتابش داخلی، مرتبا بوسیله دیواره آینه پوش لایه ای که هسته را فراگرفته، به این سو و آن سو پرش می‌کند و در طول هسته پیش می‌رود.
از آنجا که لایه آینه پوش اطراف هسته هیچ نوری را جذب نمی‌کند، موج نور می‌تواند فواصل طولانی را طی کند. به هر حال، برخی از سیگنال‌های نوری در حین حرکت در طول فیبر، ضعیف می‌شوند که علت عمده آن وجود برخی ناخالصی‌ها داخل شیشه است. میزان ضعیف شدن سیگنال به درجه خلوص شیشه بکار رفته در داخل فیبر و نیز طول موج نوری که درون فیبر سیر می‌کند بستگی دارد.

سیستم ارتباط بوسیله فیبرنوری

برای پی بردن به اینکه فیبرهای نوری چگونه در سیستم های ارتباطی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اجازه دهید نگاهی بیاندازیم به فیلم یا سندی که مربوط به جنگ جهانی دوم است. دو کشتی نیروی دریایی را درنظر بگیرید که از کنار یکدیگر عبور می‌کنند و لازم است باهم ارتباط برقرار کنند درحالی که امکان استفاده از رادیو وجود ندارد و یا دریا طوفانی است. کاپیتان یکی از کشتی ها پیامی را برای یک ملوان که روی عرشه است می‌فرستد. ملوان آن پیام را به کد مورس ترجمه می‌کند و از نورافکنی ویژه که یک پنجره کرکره جلو آن است برای ارسال پیام به کشتی مقابل استفاده می‌نماید. ملوانی که در کشتی مقابل است این پیام مورس را می‌گیرد، ترجمه می‌کند و به کاپیتان می‌دهد. (ملوان کشتی دوم عکس عملی را انجام می‌دهد که ملوان کشتی اول انجام داد.)
حالا فرض کنید این دو کشتی هر یک در گوشه ای از اقیانوسند و هزاران مایل فاصله دارند و در فاصله بین آنها یک سیستم ارتباطی فیبرنوری وجود دارد.

سیستم‌های ارتباط بوسیله فیبرنوری، شامل این قسمت هاست:

&8226; فرستنده: سیگنال‌های نور را تولید می‌کند و به رمز در می‌آورد.
&8226; فیبرنوری: سیگنال‌های نور را تا فواصل دور هدایت می‌کند.
&8226; تقویت کننده نوری: ممکن است برای تقویت سیگنال‌های نوری لازم باشد. (برای ارسال سیگنال به فواصل خیلی دور)
&8226; گیرنده نوری: سیگنال‌های نور را دریافت و رمزگشائی می‌نماید.
یک رشته فیبر نوری

فرستنده

نقش فرستنده شبیه ملوانی است که روی عرشه کشتی فرستنده پیام ایستاده و پیام را ارسال می‌کند. فرستنده ابزار تولید نور را در فواصل زمانی مناسب خاموش یا روشن می‌کند.
فرستنده درعمل به فیبر نوری متصل می‌شود و حتی ممکن است دارای لنزی برای متمرکز کردن نور به داخل فیبر هم باشد. قدرت اشعه لیزر بیش از LED هاست اما با کم و زیاد شدن دما شدت نورشان تغییر می‌کند و گرانتر هم هستند. متداول‌ترین طول موج‌هایی که استفاده می‌شود عبارتند از: 850 نانومتر، 1300 نانومتر و 1550 نانومتر. (مادون قرمز و طول موج‌های نامرئی طیف).

تقویت کننده نوری

همانطور که قبلا هم به آن اشاره شد، نور حین عبور از فیبر ضعیف می‌شود. (مخصوصا در فواصل طولانی بیش از نیم مایل یا حدود یک کیلومتر مثلا در کابل‌های زیر دریا) بنابرین یک یا بیش از یک تقویت کننده نوری در طول کابل بسته می‌شوند تا نور ضعیف شده را تقویت کنند.
یک تقویت کننده نوری دارای فیبرهای نوری با پوشش ویژه ای است. نور ضعیف شده پس از ورود به این تقویت کننده تحت تاثیر این پوشش خاص و نیز نور لیزری که به این پوشش تابیده می‌شود تقویت می‌شود. ملکول‌های موجود در این پوشش ویژه با تابش لیزر به آنها، سیگنال نوری جدید و قوی تولید می‌کنند که مشخصات آن مشابه نور ورودی به تقویت کننده است. درواقع تقویت کننده نوری یک آمپلی فایر لیزری برای نور ورودی به آن است.

گیرنده نوری

گیرنده نوری مشابه ملوانی که روی عرشه کشتی گیرنده پیام بود عمل می‌کند. این گیرنده سیگنال‌های نوری ورودی را می‌گیرد، رمزگشائی می‌کند و سیگنال‌های الکتریکی مناسب را برای ارسال به کامپیوتر، تلویزیون یا تلفن کاربر تولید و به آنها ارسال می نماید. این گیرنده برای دریافت و آشکارسازی نور ورودی از فتوسل یا فتودیود استفاده می‌کند.

کاربردهای فیبر نوری

1. کاربرد در حسگرها: استفاده از حسگرهای فیبر نوری برای اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی مانند جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی، فشار، حرارت، جابجایی، آلودگی آب‌های دریا، سطح مایعات، تشعشعات پرتوهای گاما و ایکس در سال‌های اخیر شروع شده‌است. در این نوع حسگرها، از فیبر نوری به عنوان عنصر اصلی حسگر بهره‌گیری می‌شود بدین ترتیب که ویژگی‌های فیبر تحت میدان کمیت مورد اندازه‌گیری تغییر یافته و با اندازه شدت کمیت تأثیرپذیر می‌شود.
2. کاربردهای نظامی: فیبر نوری کاربردهای بی‌شماری در صنایع دفاع دارد که از آن جمله می‌توان برقراری ارتباط و کنترل با آنتن رادار، کنترل و هدایت موشک‌ها، ارتباط زیردریاییها (هیدروفون) را نام برد.
3. کاربردهای پزشکی: فیبرنوری در تشخیص بیماری‌ها و آزمایشهای گوناگون در پزشکی کاربرد فراوان دارد که از آن جمله می‌توان دُزیمتری غدد سرطانی، شناسایی نارسایی‌های داخلی بدن، جراحی لیزری، استفاده در دندانپزشکی و اندازه‌گیری مایعات و خون نام برد.
4. کاربرد فیبرنوری درروشنابی :از جمله کاربردهای فیبر نوری که در اواخر قرن بیستم بعنوان یک فناوری روشنایی متداول شده ودر چند سال

قرن اخیر توسعه ورشد فراوانی پیدا کرده‌است کاربرد آن درسیستم‌های روشنایی است. دراین فناوری نور از منبع نوری که می‌تواند نور مصنوعی (نورلامپهای الکتریکی)ویا نور طبیعی (نور خورشید)باشد وارد فیبر نوری شده وازاین طریق به محل مصرف منتقل می‌شود.به این ترتیب نوربه هرنقطه‌ای که درجهت تابش مستقیم آن نمی‌باشد منتقل می‌شود.امتیاز این نور که موجبات رشد سریع بکارگیری وتوجه زیاد به این فناوری شده‌است این است که فاقد الکتریسیته گرما وتشعشعات خطرناک ماورائ بنفش بوده(نور خالص وبی خطر)و دیگر اینکه بااین فناوری می‌شود نور روز(بدون گرما واشعه‌های ماورائ بنفش)راهم به داخل ساختمانهاو نقاط غیر قابل دسترسی به نور خورشید منتقل کرد.

تهیه و تنظیم : امیر محمد زارع مجتهدي
کارشناس تحلیگر سیستم