

اتصالات الألياف البصرية

انتقلت اتصالات الألياف البصرية Optical Fibers من أنظمة بسيطة لإيصال الضوء إلى أماكن يصعب الوصول إليها إلى أنظمة تؤثر على حياتنا كالتي أحدثتها الإلكترونيات والحاسبات . تمتلك الألياف البصرية مزايا عديدة كقلة الفقد وخفة الوزن ولكن الميز الهامة هي سعة نطاقها العالية جداً والتي تصل إلى آلاف البلايين من البتات لكل ثانية . لقد احتلت الألياف البصرية مكاناً متميزاً في مجال الاتصالات إذ حلت محل الأسلاك النحاسية في العديد من الاستخدامات كالربط بين المقاسم الهاتفية والخطوط بعيدة المدى وعبر البحار تطورت تقنية البصريات الليفية Fiber Optics تطوراً سريعاً خلال العقود الماضية فاقت كل التوقعات مما جعلها تتربع موقعاً تنافس فيه وسائل الاتصالات الأخرى .

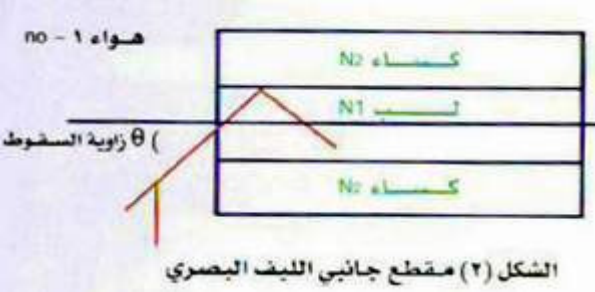
مرت هذه التقنية بمراحل عديدة يمكن تقسيمها إلى خمسة أجيال صمم الجيل الأول ليقوم بنقل معلومات بمعدل بتات تتراوح بين 2 و 140 ميجابت لكل ثانية استخدمت فيه منابع بصرية مصنعة من زرنوخ الجاليوم (Gad As) وكواشف سليكونية تعمل في أطوال موجبة تتراوح بين 810 و 900 نانومتر . في الجيل الثاني تم تطوير منابع وكواشف ضوئية تعمل عند طول موجي 1300 نانومتر حيث ينخفض الفقد في الليف إلى 1 ديسبل لكل كيلومتر . أدى استخدام الألياف البصرية أحادية النمط في الجيل الثالث إلى القضاء على التشنيت في الألياف البصرية متعددة النمط مما أدى إلى الحصول على سعة نطاق عالية ، تم في هذا الجيل تشغيل وصلات بصرية تستخدم الألياف أحادية النمط وبطول موجي 1300 نانومتر للحصول على فقد يقل عن 1 ديسبل لكل متر ومسافة بين المكررات تبلغ 40 كيلو متر بمعدل خط بتات قدرة 10 نانومتر في الجيل الرابع تم تشغيل هذه الأنظمة عند الطول الموجي 1550 نانومتر حيث الفقد اقل مما هو عليه عند الطول الموجي 1300 نانومتر . أدى تطوير العناصر المستخدمة في هذه الأنظمة كالمنابع والكواشف لبناء أنظمة تعمل بمعدل نقل معلومات قدرة 10 جيجا بت لكل ثانية .

استمرت الأبحاث في تطوير عناصر نظم اتصالات الألياف البصرية للحصول على أفضل الظروف التشغيلية مما مهد إلى بروز الجيل الخامس والذي توفرت له عناصر عديدة فكانت البداية في تحسن حساسية أجهزة الاستقبال حيث استخدم الكشف التحقيقي (heterodyne) بدلا من الكشف المباشر . والذي مكن من وجود وسائل ذات كفاءة لاختيار القنوات في الأنظمة التي تستخدم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي (WDM) - Wavelength Division Mull

tiplexing تمكن الباحثون من تطعيم الألياف الزجاجية بمادة الارييوم (Er) مما أعطى دفعة قوية لاستخدام أنظمة الالياف البصرية عند الطول الموجي 1550 نانومتر أدى ذلك التطعيم للحصول على مضخمات ذات كسب مرتفع اطلق عليها مضخمات ذات كسب مرتفع اطلق عليها مضخمات الليف المطعم بالأرييوم (EDFA,s) ((Er bium Doped Fiber Amplifiers والتي وجدت استخداماً واسعاً في خطوط النقل ولم يقتصر استخدام الألياف المطعمة بمادة الربيوم على المضخمات فحسب بل تعداها لتشمل استخدام الليزر والمفاتيح وكثير من النبايط غير الخطية . كما أن مضخمات EDFA,s قد مهدت الطريق لأنظمة اتصالات سريعة وبروز أنظمة نقل تعتمد على استخدام نبضات طبيعية (Solitons) والتي تمكنها من قطع مسافات طويلة دون تشوه . أدت هذه التطورات السريعة الى شيوع استخدام أنظمة الاتصالات الليفية البصرية في كافة مجالات الاتصالات بدءاً من الوصلات للمستخدم حتى الاتصالات بعيدة المدى سواء في اليابسة أو عبر البحار .

1. نظرة تاريخية Historical Perspective لقد استخدم الضوء للاتصال منذ أن خلق الله الأرض ومن عليها فبدونه لا يمكن أن نرى من حولنا وقد استخدمت الاشارات والمرايا العاكسة والمصابيح لنقل المعلومات ولكن مقدر المعلومات المنقولة محدودة علاوة على الظروف البيئية كما يمكن للآخرين الاطلاع عليها . إن أول محاولة فعلية مدونه لاستخدام الإشارات كان عام 1791 من قبل كلود شابلي في فرنسا ، إذا استخدم مجموعة من الأبراج تحتوي على عدة أذرع لنقل معلومات مسافة 200 كيلو متر يستغرق ارسال المعلومة الواحدة حوالي 15 دقيقة . في عام 1854م أجرى جون تايندل تجربة بسيطة بين أن الضوء يمكن ثنية إذا وجد الوسط الملائم وفي عام 1880م قام الكسندر جراهام بل بنقل الصوت عبر حزمة ضوئية وقد أجريت محاولات عديدة لاستخدام الاتصالات البصرية خلال هذا القرن ولكنها لم تلق النجاح لعدم توفر المنابع المناسبة علاوة على الاضطرابات الجوية كالمطر والثلج والغبار والضباب مما حد من إمكانية استخدامها . أدى اكتشاف الليزر عام 1960م من قبل ثيودور ميمان الى تجدد الاهتمام بالاتصالات البصرية وفي عام 1966م اقترح كل من تشارس كاو وجورج هوكام تصنيع الياف زجاجية قليلة الفقد وفي عام 1970م تم تصنيع الياف بصرية مصنعة من مادة السليكا وبفقد 20ديسيبل لكل كيلو متر بدلاً من 1000 ديسيبل لكل كيلومتر قبل ذلك الوقت . وفي غضون عشر سنوات ، تم تصنيع الياف بفقد يصل الى 20. ديسيبل لكل كيلومتر عند الطول الموجي 1550نانومتر .

2. الألياف البصرية Optical Fibers



1-2 النظام الليفي البصري Optical Fibers System يبين
 الشكل (1) مخطط صندوقي لنظام ليفي بصري يحتوي على
 الاتي :

- أ. دوائر تشغيل تقوم بتحويل الاشارة الكهربائية ويحولها الى تيار لتشغيل المنبع الضوئي.
- ب. منبع ضوئي يقوم بايصال الاشارة الضوئية الى الليف البصري .
- ج. الليف البصري هو القناة اللازمة لنقل الاشارات .
- د. كاشف ضوئي يقوم بتحويل الاشارات البصرية الى اشارات كهربائية .
- هـ. مستقبل يتولى تضخيم الاشارات القادمة من الكاشف ويرسلها الى المستخدم .
- و. موصلات ومقارن ووصلات دائمة لربط العناصر المختلفة لنظام الاتصالات دائمة لربط العناصر المختلفة لنظام لاتصالات الليفي البصري .

تمثل الألياف البصرية العنصر الاساسي في أنظمة الاتصالات الليفية البصرية وهي مكونة من مواد عازلة زجاجية أو بلاستيكية لها شكل اسطواني يسمى اللب محاطاً بطبقة اخرى تسمى الكساء . تستخدم الألياف البصرية كقنوات اتصال لنقل الضوء المحمل بالمعلومات من مكان الى آخر . عند دخول الضوء بزواوية معينة تحدث انعكاسات داخل الليف عند تقابل مع الكساء ويتطلب ذلك أن يكون معامل انكسار اللب أكبر من معامل انكسار الكساء . يبين الشكل (2) مقطعاً للليف بصري نرى انعكاس الضوء داخل الليف والذي يمكن تفسيره بنظرية الاشعاع وقانون سنل Snell,s Law عند زاوية سقوط معينة تسمى الزاوية الحرجة ، نجد إن زاوية الاشعاع المنكسر تبلغ 90 درجة بالنسبة للخط العمودي أو موازية للحد الفاص بين اللب والكساء وعند ما تزداد زاوية السقوط عن حد معين ينعكس الاشعاع داخل اللب وهو ما يسمى بالانعكاس الداخلي الكلي . Total Internal Reflection .

معدل الإرسال	عدد القنوات	نوع القناة
64kb/s	160 مليون قناة	قناة صوتية
9.6kb/s	1 بليون	معلومة
44mb/s	200 الف قناة	قناة تلفزيونية

2-2 ميزات الألياف البصرية (2،4) Advantages of Optical Fibers

للألياف البصرية مزايا عديدة جعلتها تتفوق على النظم الأخرى المستخدمة في مجال الاتصالات ومن هذه المميزات مايلي :

1. عرض نقاطها عال جداً .
2. قطرها صغير ووزنها خفيف .
3. لا يوجد تداخل بينها مهما قربت المسافة بينها .
4. لا تتأثر بالحث أو التداخل الكهرومغناطيسي .
5. انخفاض في سعر تكلفة المكالمات .
6. أكثر أماناً وسلامة .
7. حياتها طويلة .
8. تتحمل درجات حرارة عالية ولا تتأثر بالمواد الكيميائية .
9. سهولة الصيانة كما يمكن الاعتماد عليها .

وسنشرح الآن الفوائد الرئيسية للألياف البصرية .

1. إن عرض النطاق المرتفع جداً يعني إمكانية نقل معلومات عالية جداً بواسطة ليفه بصرية واحدة وقد تكون هذه المعلومات صور تلفزيونية أو مكالمات هاتفية أو معلومات للحواسيب أو مزيج منها . وقد تم تشغيل خطوط نقل معلومات بمعدل 10 جيجابايت لكل ثانية مثل SEA-ME-WE3,FLAG والأبحاث مستمرة في أنحاء العالم للحصول على أنظمة تعمل بمعدل معلومات أعلى ولمسافة أطول وقد أجريت تجارب لنقل 2,64 تيرابايت لكل ثانية بنظام صية لمسافة 120 كم مستخدمين اليف أحادية النمط . من الناحية النظرية فإن عرض نطاق ليفه بصرية واحدة في حدود 10 جيجا هرتز ، فلو فرضنا أن المسافة بين المكررات تبلغ 100 كم فإن هذا يعني إمكانية نقل المعلومات المذكورة في الجدول (1) وهي معلومات أقرب للخيال منها للواقع وبإمكاننا أن نضع مجموعة منها ضمن كابل واحد . وهذا بالطبع يعني منبعا لا ينضب من وسائل نقل المعلومات ويتناسب عرض النطاق تناسب طردياً مع أعلى معدل لنقل المعلومات أو سعة نقل المعلومات Information Carrying Capacity .

2. قطرها صغير ووزنها خفيف ، يبلغ سمك الليفة البصرية سمك الشعرة ، وعلى الرغم من أن هناك طبقات وأقوية توضع فوقها إلا أنها لا تزال أقل حجماً ووزناً من الاسلاك الهاتفية أو المحورية ومثالاً على ذلك أن ليف بصري بقطر يبلغ 125 مايكرومتر ضمن كابل يبلغ قطره 6 ملم يمكن له أن يحل محل كابل هاتفي قطره 8 سم

ويحتوي على 900 زوج من الخطوط السلكية النحاسية وهذا يعني أن الحجم قد أنخفض بنسبة تزيد عن 1 : 10 وكمثال آخر على صغر حجم الكابلات البصرية فإن كابلات محورية بطول 230متر وقطر 46 سم وتزن 7 طن كانت تستخدم في نظام رادار متقدم على ظهر أحد السفن تم استبدالها بكابلات بصرية تزن 18 كغم وقطرها 2,5سم .

مما سبق يتضح لنا إمكانية اضافة كابلات بصرية في نفس مسارات الكابلات النحاسية والمحورية في شتى مجالات الاتصالات السلكية .

ونظرا لهذه الميزة فقد تم استبدال الكابلات النحاسية في كثير من الطائرات والبواخر بألياف بصرية . وبسبب صغر الحجم وقلة الوزن فإن نقلها وتركيبها يتم بصورة أسهل وأسرع من الكابلات النحاسية وهذا يعني تكلفة أقل .

3. نلاحظ أحيانا عند اجراء محادثة هاتفية سماع أصوات محادثات هاتفية أخرى وهو ما يطلق عليه باللغظ C ROSSTALK وهذا النوع من التداخل لا يحدث عند استخدام الألياف البصرية مهما قربت المسافة بينهما .

4. تتمتع الألياف البصرية لكونها مصنعة من مواد عازلة dielectrics بعدم تأثرها بالحث الكهرومغناطيسي الصادر من مصادر الكهرومغناطيسية الصناعية كالمحركات والمولدات وأجهزة كهربائية المختلفة أو الطبيعية كالبرق وتلك الخاصة بتغنيينا عن وضع مواد عازلة لحمايتها من الحث induction والتدخل Interfernce .

5. تصنع معظم الألياف البصرية في وقتنا الحاضر من مادة السليكا والموجودة بكثرة في الرمل والتي يقل سعرها كثيراً عن معدن النحاس الذي بدأ ينفذ في أماكن كثيرة من العالم ونظراً للميزات التي ذكرناها في البنود 2.1 فإن ثمن نقل المعلومات بأنواعها المختلفة سيقبل عن الانظمة المختلفة الأخرى .

6. نظراً لأن الضوء هو الوسط الناقل للمعلومات في الألياف البصرية ولا يولد هذا الضوء أى مجال مغناطيسي خارج الكابل فإن من الصعوبة بمكان التجسس ومعرفة المعلومات التي يحويها الكابل البصري كما أن من الصعوبة معرفة وجود الكابل البصري بسبب المادة المصنوع منها ولا يوجد جزء معدني إلفي بعض الحالات حيث تتم اضافة كابل فولاذي لتقوية الكابل البصري ، أو تسليح معدني لحماية الكابل من القوارض والأحمال الخارجية . أما الميزة الأخرى فهي سلامة الألياف البصرية لأن الضوء الناقل لايمكنه أن يحدث شرارا أو دائرة قصر العدم وجود تيار كهربائي فيه ولهذا السبب يمكن استخدام الألياف البصرية في المحلات الحاوية على غازات أو مواد قابلة للإحترق

ومستودعات المواد الخطرة كما أن احتمال كهربية العاملين في الألياف البصرية غير وارد.

7. يتوقع أن يكون عمر الألياف البصرية في حدود 25 عاماً مقارنة بخمس عشر عاماً للنظم الأخرى حيث أن المكونات الأساسية للألياف هي الزجاج والذي لا يصدأ على عكس النظم الأخرى والتي تحوي على معادن تتعرض للصدأ .
8. يمكن للزجاج أن يتعرض لدرجات حرارة متفاوتة من حيث الانخفاض والارتفاع كما يمكن استخدامه في أجواء تحتوي على مواد كيميائية مختلفة دون أن يتعرض للتلف .
9. وضعت المكررات Repeaters على مسافة 100 كم بين مكرر وآخر وهذا يقلل من عدد المكررات وبالتالي من صيانة النظم كما يزيد من الاعتماد على النظام لقلة الاجهزة المستخدمة بينما المسافة بين المكررات في النظام الهاتفي المستخدم حالياً تتراوح بين 4 الى 6 كم .

2-3 أنواع الألياف البصرية Types of Optical Fibers تصنف الألياف البصرية الى ثلاثة أنواع تبعاً لأنماطها وتركيبها وهي كما يلي :

2-3-1 ألياف متعددة النمط وبمعامل انكسار عتبي Multimode Step Index Fibers

يتألف الليف البصري من جزئين أساسيين هما لب الليف والذي يشغل مركز الليف يحيط به كساء يضاف لذلك طبقة واقية تسمى الغلاف . يصنع هذا النوع من الألياف البصرية من عناصر مختلفة من الزجاج ومركباته أو من السليكا المطعمة . تتميز هذه الألياف بكبر قطر اللب وكبر فتحة النفوذ العددية والتي تمكن من دخول كمية كبيرة من الضوء لليف البصري وتعتمد خواص هذه الألياف على نوع الليف والمواد المصنعة منها وطريقة التصنيع وتعتبر الألياف المصنعة من السليكا المطعمة أفضل الألياف البصرية وتستخدم لنقل المعلومات لمسافة قصيرة وعرض نطاق محدود ، غير أن تكلفتها قليلة .

2-3-2 ألياف متعددة النمط وبمعامل إنكسار متدرج Multimode graded Index Fibers

معامل انكسار هذه الألياف متدرج إذ تبلغ أعلى قيمة له في مركز الليف وتقل قيمة معامل الإنكسار بصفة تدريجية كلما اتجهنا نحو الكساء حيث تكون قيمة معامل الإنكسار ثابتة . ويصنع هذا النوع من الألياف من عدد من العناصر الزجاجية أو السليكا المطعمة .

إن أداء الألياف متعددة النمط ومتدرجة معامل الانكسار يتفوق على أداء الألياف متعددة النمط ذات معامل الانكسار العتبي نظراً لتدرج معامل الانكسار وقلة التوهين فيها غير أن قطر اللب في الألياف متعددة النمط ومتدرجة معامل الانكسار أقل من قطر اللب في الألياف متعددة النمط ذات معامل الانكسار العتبي . وتستخدم للمسافات المتوسطة وعرض نطاق متوسط عالي .

2-3-3 ألياف أحادية النمط Single Mode Fibers

قد يكون معامل إنكسار الليف متعدد النمط متدرج أو عتبي ولكن معظم الألياف أحادية النمط الموجودة حالياً ذات معامل الموجودة حالياً ذات معامل انكسار عتبي . تتميز الألياف أحادية النمط بنوعيتها الممتازة كما أن عرض النطاق فيها كبير وتستعمل للمسافات الطويلة وتصنع من مادة السليكا المطعمة . ولو أن قطر اللب صغير جداً إلا أن قطر الكساء يبلغ أضعاف قطر اللب وذلك للقليل من نسبة الفقد من الموجات المضمحلة evanescent التي تمتد داخل الكساء ومع استخدام الغلاف الواقي يصبح القطر الاجمالي لليف أحادي النمط مساو الى قطر الليف متعدد النمط .

2- خواص الألياف البصرية Properties of Optcal Fibers

1-3 فتحة النفوذ العددية Numerical Apertur

يتطلب اقتران الضوء في اللب البصري وقوع شعاع ضمن زاوية معينة تدعى زاوية القبول ويعبر عن قدرة تجميع الضوء يجيب Sine زاوية القبول والذي يطلق عليه فتحة النفوذ العددية ويعبر عنها رياضيا بالتالي :

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = n_0 \sin \Phi$$

حيث أن n_0 تمثل معامل انكسار الوسط الفاصل بين منبع الضوء والليف و n_1 معامل انكسار اللب و n_2 معامل انكسار الكساء . تحدد فتحة النفوذ العددية مقدار القدرة المفترنة بالليف .

3-2 التوهين Attenuation

يعتبر التوهين أحد العناصر الأساسية في تقويم أنظمة الاتصالات حيث تتعرض الموجات الحاملة للوهن عند انتشارها في قناة الاتصال نتيجة عوامل عديدة كامتصاص Absorption والتناثر Scattering ويجب استخدام قنوات اتصال بأقل توهين ممكن حتى تنتشر الموجات الحاملة الأطول مسافة ممكنة . وفي قنوات الاتصال المصنعة من الألياف البصرية ، يلعب التوهين دوراً أساسياً في اختيار الليف ، وفقد الضوء في الليف البصري يعتمد الى حد كبير على الطول الموجي للضوء المستخدم حيث يقل عند بعض الأطوال الموجية ويزيد عند اطوال الموجية ويزيد عند اطوال موجية أخرى ، حيث أن امتصاص جزيئات (OH) للضوء يزداد عند بعض الأطوال الموجية ويقل عند أطوال موجية أخرى ، حيث أن امتصاص جزيئات (OH) للضوء يزداد مثلاً عند طول موجي قدرة 1390 نانومتر وتقاس قيمة التوهين للليف البصري بوحدة الديسيبل لتعبر عن النسبة بين الطاقة الضوئية المستقبلة والطاقة الضوئية المرسله في الليف .

3-3 التشتيت Dispersion

التشتيت هو انبساط أو اتساع النبضة عند مرورها في قناة الاتصال وفي نظم الألياف البصرية ينقسم التشتيت الى نوعين وهما التشتيت النمطي Intermodal dispersion والذي يتم نتيجة سلوك الاشارات المرسله مساوات مختلفة عند انتشارها داخل الليف مما يؤدي الى عدم وصولها في وقت واحد . أما النوع الآخر فهو التشتيت الباطني وينقسم هذا التشتيت الى نوعين (أ) تشتيت المادة material dispersion (ب) تشتيت الدليل الموجي waveguide dispersion يحصل هذا النوع من التشتيت في جميع أنواع الألياف البصرية وينتج من عرض خط المنبع البصري حيث أن المنابع البصرية لا تبث الضوء بطول موجي واحد بل بحزمة من الأطوال الموجية وحيث أن معامل انكسار الزجاج المستخدم في الألياف يتغير مع الطول الموجي فإن ذلك سيؤدي الى اختلاف في سرعة الاشارات أو النبضات مما يؤدي الى انبساطها ويؤثر ذلك على كمية المعلومات المراد نقلها .

4. مكونات النظام System Components

عند تصميم وصلة ليفية بصرية لابد من إعتبار ثلاثة عناصر رئيسية وهي :

أ. التوهين ب. التشتيت ج . فتحة النفوذ العديدة.

ويتطلب ذلك عمل موازنة متعادلة لاختيار المكونات المختلفة للنظام الليفي البصري ،
لبدءنا من جهة الارسال فعلينا اختيار منبع ضوئي يبعث الضوء بطول موجي مناسب
وعرض طيفي Spectral Width قليل وقدرة بصرية كافية لهذا الغرض ، ثم استخدام
نوعين من المنابع وهما : أ - الثنائيات الباعثة للضوء و ب - ثنائيات الليزر Laser
Diodes . يتطلب أفتران الضوء من المنبع الى الليف وجود مواعمة جيدة بينهما كي تنقل
أكبر قدر من القدرة البصرية الى الليف لذا لا بد من العناية في اختيار المقرن المناسب
الذي يعطي اقل فقد ممكن . نظراً لأن الاليف تنتج بأطوال محددة فلا بد من ربط بعضها
ببعض للحصول على الطول المطلوب وقد يؤدي ذلك الى حصول على الطول المطلوب
وقد يؤدي ذلك الى حصول بعض الفقد في القدرة المنقولة وهذا الفقد اربعة اسباب وهي أ
- لانزياح الجانبي ب- عدم التراصف الزاوي ج - تباعد الاطراف د- نعومة الاسطح
وتوازيها . وقد يحصل الفقد أيضا عند ربط اليف تختلف في اقطارها وفتحات نفوذها
العديدة . عند المستقبل يجب اختيار الكواشف التي تعمل بنفس الطول الموجي للمنبع ولها
استجابية وكفاءة كمية جيدتين ، زمن استجابة مناسب والحد الأدنى من القدرة القابلة
للكشف . الكواشف المستخدمة في هذه الانظمة عادة هي ثنائي PIN وثنائي ضوئي جرفي
. APD

5. تطبيقات الألياف البصرية Optical Fiber Applications

تعرضنا في الأقسام السابقة الى فوائد الألياف البصرية ومكانات النظام الليفي البصري ، مما
لا شك فيه أن كثيرا من الحقول في المجالات المدنية والعسكرية بدأت تستفيد من هذه الفوائد
ومن الصعب جداً التعرف على كل المجالات الممكن استخدام الألياف البصرية فيها وسنقوم
في هذا القسم بالتعرف على بعض الاستخدامات العامة .

1-5 الاتصالات الهاتفية Telephone Communications

لعبت الأسلاك المجدولة والكابلات المحورية دوراً كبيراً في السنوات الماضية في مجال
الاتصالات الهاتفية وبصفة خاصة بين البدالات ، وحيث أن أحد الصفات الهامة هي سعة
الألياف البصرية ، فقد بدأت كثير من الشركات بالتفكير في بناء خطوط هاتفية جديدة وإحلال
بعض الخطوط القديمة سواء كانت اسلاك مجدولة أو كابلات محورية وأول خط تجاري
يستخدم الألياف البصرية في الولايات المتحدة بدأ تشغيله في 22 ابريل 1977م وقد استخدم
الارسال الرقمي في هذا الخط ، كما أن المكررات كانت على مسافة 3.6 كيلومتر واستخدمت

الثنائيات الباعثة للضوء Light Emitting Diodes في أجهزة الإرسال وثنائيات الضوء الجرفية avalanche photodiodes في أجهزة الاستقبال وكانت سعة هذا الخط 24 مكالمة آنية وقد استخدم تشكيل الرمز النبضي Pulse code modulation في هذا الخط وقد شاع استخدامها لهذا الغرض من قبل شركات الاتصالات في أنحاء العالم وعلى سبيل المثال لا حصر فقد تم في المملكة العربية السعودية تركيب 10.000 كيلومتر من الكابلات البصرية لصالح شركة الاتصالات السعودية وكمثال آخر نجد أن أطوال الكابلات البصرية في الصين تبلغ 173000 كيلومتر وطول الألياف البصرية يتعدى مليون كيلومتر خاصة إذا ما علمنا أن معدل الزيادة السنوية في عدد الهواتف تصل إلى 40 مليون خط حتى عام 2020 ليصل المجموع الكلي للهواتف إلى 1000 مليون خط والولا وجود السعة الكافية للألياف وإمكانية توسيعها مستقبلا لما أمكن إنجاز ذلك .

2-5 الاتصالات التلفزيونية TV Communications

بدأ أول استخدام الألياف البصرية بربط الكاميرات التلفزيونية بسيارات النقل التلفزيوني وفي الدوائر المغلقة ثم استخدمت في إيصال الخدمات التلفزيونية للمنازل وقد استخدمت لنقل قناة واحدة فقط وتستخدم الآن لنقل عشرات القنوات التلفزيونية والفيديو ضمن الكابل التلفزيوني (Cable television (CATV) وتراهن إحدى الشركات الأمريكية على اتفاق 116 بليون دولار لتركيب خطوط كابلات تلفزيونية تصل للمنازل مما يعطي المشتركين نطاقا واسعا للتطبيقات المختلفة ولا يقتصر استخدامها على النقل التلفزيوني فحسب بل يستخدم للدوائر المغلقة والانظمة الأمنية والنقل التلفزيوني عالي الوضوح .

3-5 محطات القوى Power Stations

نظراً لعدم تأثر الألياف البصرية بالداخل أو الحدث الناتج عن المواد الكهربية أو خطوط الضغط العالي فقد تم تركيب الألياف البصرية في محطات القوى الكهربية لنقل المكالمات الهاتفية ونقل المعلومات ، كما تم تركيبها جنباً إلى جنب مع الخطوط الضغط العالي لنقل المعطيات Data transmission والسيطرة control .

4-5 الشبكات المحلية Local Area Networks

يطلق هذا الاسم على شبكات الاتصالات المستخدمة لتبادل المعلومات بين الحاسبات والمستخدمين وهذه الشبكات تكون في نطاق جغرافي محدود كمكاتب الشركات أو الجامعات أو

المستشفيات أو غيرها ومجالاتها ما بين 100 متر الى 10كم وسعة نطاقها فوق المليون وحدة ثنائية / ثانية وهناك عدة تكوينات لهذه الشبكات تذكر منها الشبكة الحقية والنجمية وغيرها .

5-5 الاستخدامات العسكرية Military Applications .

بدأ أول الاستخدامات العسكرية للألياف البصرية في السفن والطائرات الحربية نظراً للميزات التي ذكرناها وبصفة خاصة قلة الوزن والحجم ثم تلا ذلك استخدامها في ميادين المعارك حيث أن خفة الوزن وصغر الحجم وسهولة النقل ، أمور هامة في مثل هذا الوضع ، كما تم استخدامها في الخطوط الأمامية في جبهات القتال .

5-6 نقل المعطيات Data transmission

ادى الطلب المتزايد على خطوط نقل ذات سعات عالية وبصفة خاصة ما يتعلق بتطبيقات الانترنت الى تسارع الأبحاث في مجال الألياف البصرية المواكبة هذا الطلب . إذ ازداد الطلب في مجال المعطيات ضعفين سنويا عما هو عليه النمو اليوم وسيتعدى الطلب على نقل الصوت في بداية القرن القادم كما هو موضح بالشكل (3) بالنسبة لليابان (7) . في لولايات المتحدة الامريكية على الجانب الآخر نرى أن الطلب على الإنترنت يتضاعف كل ستة شهور لتصل سعة النقل اللازمة عام 2005م الى 280 تيرابت لكل ثانية (8) . وتهدف كثير من الأبحاث الحالية الى الوصول الى عرض النطاق النظري لليف أحادي النمط البالغ 50تيرا هرتز . وقد تم بالفعل الحصول على سعة نقل قدرها 2.64 تيرابت كل ثانية لمسافة 120كيلومتر مستخدمين ليف أحادي النمط (9).

5-7 الكابلات المغمورة (10) Undersea Cables

تعاونت كثير من الدول والشركات على إبرام اتفاقيات تم بموجبها ربط عدة دول مع بعضها بواسطة الكابلات البصرية ولعل أولها كان TAT8 الذي يربط الولايات المتحدة الامريكية بأوروبا تلاه خطوط أخرى كان آخرها TAT-12/13 بطول يبلغ 5913 كيلومتر وبسعة قدرها 5 جيجابت لكل ثانية يمكن زيادتها الى 20 جيجابت لكل ثانية أو أكثر وذلك لمقابلة الطلب حتى عام 2006م .

كما أن هناك خطوط مغمورة أخرى تربط الولايات الامريكية المتحدة باليابان وأخرى تربط أوروبا بآسيا عن طريق الشرق الاوسط مثل FLAG الذي يبلغ طوله 27000 كيلومتر وخط

آخر يدعى SEA-ME-WE3 بسعة 10 جيجابت لكل ثانية وتربط الدول الاسيوية بخط طوله 11500 كم وأحدث خط يلتف حول القارة الافريقية يدعى ARFICA ONE يستخدم أحدث التقنيات المتاحة وبسعة تصل الى 40 جيجابت لكل ثانية :
:

6- التوجهات المستقبلية Auture Directions

أدت التطورات السريعة في مجال البصريات الليفية الى صعوبة التكهّن فيها سيحدث مستقبلا وبناء على مايجري من ابحاث في هذا المجال فإن هذه التطورات ستشمل المجالات التالية :

1. الارسال المتماusk .
2. التبديل الفوتوني .
3. ليزرات أحادية الطول الموجي وممكن مواءمتها .
4. دوائر البصريات المتكاملة .
5. انتشار النبضات الطبيعية .
6. ألياف الهالايد .
7. الخلاصة :

استعرضنا في هذه الورقة صفات وخصائص الألياف البصرية وكذلك مكونات النظم الليفية البصرية واستخداماتها ورأينا أن الألياف البصرية قد أحدثت ثورة في مجال الاتصالات المختلفة خلال السنوات القليلة صاحبها تطور مماثل في مجال الاكترونيات ، ويعزى هذا التطور الى ثلاث أسباب رئيسية وهي :

أ. ازدياد الطلب على حركة المعطيات وبصفة خاصة ما يتعلق بالإنترنت والإنترانت .

ب. تحرير مجال الاتصالات مما فتح المجال للشركات كثيرة غير الشركات التقليدية للدخول في هذا المجال .

ج. دخول موردين جدد وتقنيات حديثة في مجالات الشبكات والأجهزة وأصبح التنافس على أشده لتقديم الأفضل للزبون .

ولعل أحدث المجالات هي إنشاء شبكات بصرية ذات ساعات عالية وستتمكن التقنية الفوتونية من استخدام سعة ترابت للخطوط الرئيسية وسعة جيجابت للشبكات الفرعية وسعة ميغابت للمنازل .

ارجو ان تكونوا قد استفدتم من هذا البحث .