الجمهورية العربية السورية
Syrian Arabic Republic
وزارة التربية
Ministry of Education
المركز الوطني للمتميزين
National Center for the Distinguish

الألياف الضوئية Optic fibers

تقديم الطالبة: فكتوريا حسن

بإشراف المدرس: محمود نوح

تاريخ: 2015-2016

ملخص عن الحلقة: سوف نتعرف في هذه الحلقة على نوع من وسائل لنقل المعلومات والتي تدعى الألياف الضوئية, آلية عملها, مكوناتها والأنواع المتعددة لمكوناتها واستخدامات كل منها ,وأيضا سوف نتعرف على أهم مزايا هذه التقانة الحديثة وما هي أهم عيوبها.

الفهرس

		رقم الصفحة
	الفهرس	2
	فهرس الصور	3
	المصطلحات العلمية	6
	إشكالية البحث	7
	أهمية البحث	7
	المقدمة	7
الباب الأول: مكونات الألياف الضوئية وأنماطها	الفصل الأول: المكونات الرئيسية للألياف الضوئية	8
	الفصل الثاني: أنماط الألياف الضوئية	10
الباب الثاني: مكونات تمديد الألياف الضوئية	الفصل الأول: أكبال الليف الضوئي	12
	الفصل الثاني: موصلات الألياف الضوئية	15
	الفصل الثالث: المحولات	18
	الفصل الرابع: صناديق اللحام	19
	الفصل الخامس: لوحات التوصيل	20
الباب الثالث: آلية عمل الألياف الضوئية		22
الباب الرابع: أدوات تمديد الألياف الضوئية	الفصل الأول: أدوات القطع والتعرية	26
	الفصل الثاني: أدوات كبس الموصلات	28
	الفصل الثالث: أدوات الصنفرة والتلميع	28

	الفصل الرابع: أدوات الغراء	29
الباب الخامس: تركيب موصلات الألياف الضوئية		30
الباب السادس: لحام الألياف الضوئية		35
الباب السابع: ميزات وعيوب الألياف الضوئية	الفصل الأول: ميزات الألياف الضوئية	37
	الفصل الثاني: عيوب الألياف الضوئية	38
الخاتمة والنتائج		39
المراجع		40

فهرس الصور

رقم الصورة	شرح الصورة	رقم الصفحة
(1-1-1)	مخطط يبين مكونات رئيسية لأي نظام يحتاج لنقل البيانات	8
(1-1-2)	المكونات الأساسية لليف الضوئي	8
(1-1-3)	كبل الليف الضوئي الموزع	9
(1-1-4)	كبل الليف الضوئي المقسم	9
(1-1-5)	كبل يحتوي على أكثر من أنبوب واسع والمادة الداعمة في المنتصف	10
(1-1-6)	كبل يحتوي على أنبوب واحد والمادة الداعمة حولها	10
(1-2-1)	ليف أحادي النمط	10
(1-2-2)	ليف متعدد النمط	11
(2-1-1)	كبل الليف الضوئي الأحادي	12
(2-1-2)	كبل الليف الضوئي المزدوج	12
(2-1-3)	كبل الليف الضوئي ذو الثنائي الملتصق	13
(2-1-4)	وصلة الليف الضوئي المزدوج	13
(2-1-5)	وصلة الليف الضوئي الأحادي	13

(2-1-6)	الوصلة المصنعية	13
(2-1-7)	كبل الليف الضوئي الموزع	13
(2-1-8)	كبل الليف الضوئي المجزئ	14
(2-1-9)	كبل الليف الضوئي ذو الدرع المعدني	14
(2-1-10)	كبل الليف الضوئي الهوائي	14
(2-1-11)	كبل الليف الضوئي الشريطي	14
(2-1-12)	كبل الليف الضوئي البحري	15
(2-1-13)	كبل الليف الضوئي الفضائي	15
(2-2-1)	مكونات الموصلات	16
(2-2-2)	موصل SC أحادي	16
(2-2-3)	موصل SC ثنائي	16
(2-2-4)	موصل LC أحادي	16
(2-2-5)	موصل LC ثنائي	16
(2-2-6)	موصل FC	16
(2-2-7)	موصل ST	16
(2-2-8)	موصل MT-RJ	17
(2-2-9)	موصل MU	17
(2-2-10)	موصل يحتاج إلى فرن لتثبيتها	17
(2-2-11)	موصل يحتاج إلى الغراء لتثبيته	17
(2-2-12)	موصل كابس ذاتي لا يحتاج إلى الغراء وتثبت بنفسها في الليف الضوئي	18
(2-3-1)	محول ST-ST	18
(2-3-2)	محول SC-SC	18
(2-3-3)	محول LC-LC	18
(2-3-4)	محول FC-FC	19
(2-3-5)	أنواع أخرى للربط بين موصلين مختلفين	19
(2-4-1)	صندوق لحام يثبت على الحائط	19
(2-4-2)	صندوق لحام يثبت داخل الغرف والرفوف	20
(2-4-3)	صندوق لحام يثبت خارج المباني	20
(2-4-4)	وعاء اللحام	20
(2-4-5)	أنبوب واقي اللحام	20
(2-5-1)	لوحات توصيل	21
الصور من (1-1-3)	توضح آلية عمل الألياف الضوئية مشرحة في الأسفل	من 22 حتى 25

حتى (3-1-11)		
(4-1-1)	عراية الغلاف الخارجي	26
(4-1-2)	عراية الليف الضوئي	26
(4-1-3)	عراية الأنبوب الواسعة	26
(4-1-4)	القطاعة Kelver Cutter	27
(4-1-5)	قاطعة الليف الضوئي	27
(4-1-6)	أداة تخطيط قلب الليف الضوئي	27
(4-2-1)	أداة كبس الموصل	28
(4-3-1)	لوحة العمل السوداء	28
(4-3-2)	لوح زجاج الصنفرة	28
(4-3-3)	الوسادة المطاطية للتلميع	28
(4-3-4)	المثبتات	29
(4-3-5)	ألواح الصنفرة	29
(4-3-6)	ماكينة التلميع	29
(4-4-1)	أدوات الغراء	29
(5-1-1)	جسم الموصل وغطاء الموصل	30
(5-1-2)	الكعب مع بعض الحلقات	30
(5-1-3)	الكعب	30
(5-1-4)	أنبوب بلاستيكي	30
(5-1-5)	الكعب	30
(5-1-6) حتى (5-1-38)	توضح آلية تركيب موصل من نوع SC في ليف ضوئي أحادي مشروحة في الأسفل	من 31 حتى 34
(6-1-1)و(6-1-2)	اللحام الميكانيكي	35
(6-1-3)و(6-1-4)	اللحام الكهربائي	36

المصطلحات العلمية

المصطلح	شرحه
Optic Fiber	الليف الضوئي
LAN	Local Area Network شبكة محلية
Fiber optic Connectors	موصلات الألياف الضوئية تركب في نهاية طرف كبل الليف الضوئي ليكون جاهزا لتركيبه في الأجهزة
Hotmelt connectors	موصل يحتاج لتثبيته في الليف إلى فرن خاص به
Epoxy connectors	موصل يحتاج إلى الغراء فقط لتثبيته في الليف
Crimplok connectors	موصل يثبت نفسه في الليف لا يحتاج إلى الغراء أو الفرن
Adapters	وصلة تستخدم لربط موصلين مع بعض من نفس النوع أو من نوع مختلف
Splice Enclosure	صندوق يوضع فيه الألياف الضوئية الملحومة مع بعضها تقوم بحفظ وحماية مكان اللحم
Wall mounted fiber enclosure	نوع من أنواع صناديق اللحام تثبت على الحائط
Rack mounted fiber enclosure	نوع من أنواع صناديق اللحام تثبت داخل غرف ورفوف
Patch Panel fiber optic	لوحات توصيل يكون لها نفس عمل المحولات ولكنها تحتوي على أكثر من محول وتركب ضمن صناديق اللحام

إشكالية البحث:

- كيف يتم التواصل بين دول العالم؟؟؟؟؟
- ما هي الألياف الضوئية؟؟؟؟؟؟
- ما هي مكوناتها؟؟؟؟؟؟
- ما هي آلية عملها؟؟؟؟؟
- ما أنواع مكوناتها وأين يستخدم كل نوع؟؟؟؟؟
- هل هي فقط تستخدم للاتصالات أو يمكن استخدامها لنقل المعلومات المختلفة؟؟؟؟

جميع هذه الأسئلة سأحاول الإجابة عليها في هذا البحث...

أهمية البحث :

- ✓ التعرف على الخصائص الأساسية للأكبال الضوئية.
- ✓ التعرف على الأنواع المختلفة للألياف الضوئية.
- ✓ التعرف على المواد اللازمة لتمديد الألياف الضوئية.
- ✓ التعرف على آلية عمل الألياف الضوئية.
- ✓ التعرف على مزاياها وعيوبها.

المقدمة :

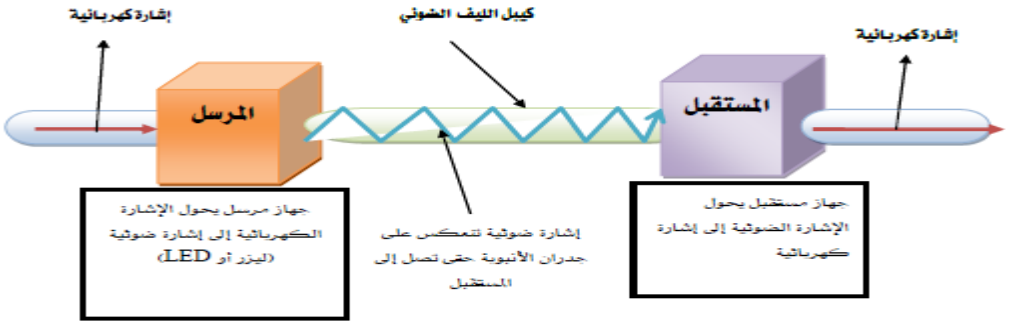
لقد استخدم الإنسان وسائل عدة للتواصل ونقل المعلومات, حيث استخدم قديما الحمام الزاجل والمراسل (الشخص الذي كان ينقل الرسالة من دولة إلى أخرى) ,ثم وجد الإنسان وسيلة أسهل للتواصل حيث في أواخر القرن التاسع عشر أصبح يمد أسلاك معينة فوق الأرض استخدمت للتواصل ونقل معلومات مختلفة, ثم وجدت الأكبال السلكية والتي عدت تطورا كبيرا في مجال الاتصال ,لكن في وقتنا الحالي تستخدم الألياف الضوئية والتي هي وسائط التي تستخدم الضوء لنقل المعلومات والبيانات من خلال الزجاج وفي بعض الأحيان تستخدم نوع من أنواع البلاستيك على عكس الأكبال النحاسية التي تستخدم مادة النحاس لنقل الإشارات الكهربائية ,وفي الفترة الماضية أصبحت الألياف الضوئية أكثر انتشارا وخاصة في الحالات التي تحتاج إلى سرعات عالية ,واستمرار في نقل البيانات بدون توقف أو تقطع مثل المجال الطبي وداخل الطائرات والغواصات وغيرها من المجالات الأخرى الكثيرة.

الباب الأول: مكونات الألياف الضوئية وأنماطها:

الفصل الأول : المكونات الرئيسية الألياف الضوئية :[1]

أي نظام يحتاج لنقل البيانات والمعلومات من خلال الألياف الضوئية يحتاج إلى ثلاث مكونات رئيسية هي:

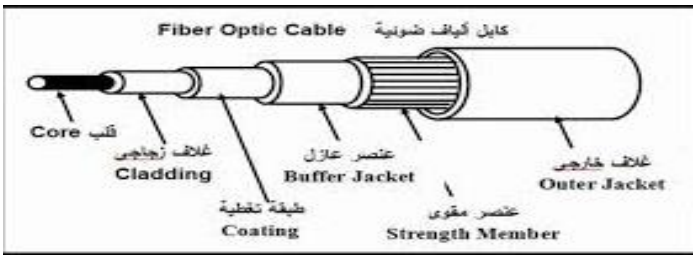
- المرسل Transmitter : وهو يستخدم لتحويل النبضات الكهربائية إلى نبضات ضوئية حيث يضيئ عند مرور تيار كهربائي ,ويطفئ عند عدم مروره.
- كبل الليف الضوئي : وهو الوسط الذي ينقل الضوء من المرسل إلى المستقبل.
- المستقبل Receiver : وهو الذي يستقبل النبضات الضوئية ويحولها إلى نبضات كهربائية.



(1-1-1)

المكونات الأساسية لليف الضوئي :

يتكون الليف الضوئي من ست مكونات رئيسية هي:



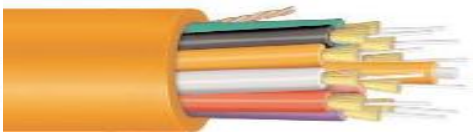
(1-1-2)

[1] G.Patrin and V.Arkhipkin. (Krasnoyarsk 2006). "Лекции По Оптике."

1. القلب Core : وهو مصنوع من الزجاج أو البلاستيك ويمر فيه الضوء ,وتختلف أنواع أكبال الليف الضوئي حسب قطر القلب ,حيث هناك أنواع تسمى أحادية النمط يكون سمك القلب ضيقا جدا من 8 إلى 10 ميكرومتر, ونوع آخر وهو متعدد النمط ويكون سمك القلب أوسع من 50 إلى 62 ميكرومتر.
2. غلاف زجاجي Cladding : وهو يحيط بالقلب ومصنوع أيضا من الزجاج أو البلاستيك ,ولكن له معامل انكسار آخر حتى يمنع تشتت وخروج الضوء الذي ينتقل في القلب.
3. طبقة تغطيه Coating : هي مادة حامية تحيط بالغلاف الزجاجي, لحماية القلب والغلاف من التلف والكسر وتمنع تآكل مادة الغلاف.
4. عنصر عازل Buffer Jacket : يحيط بالأجزاء الأساسية لليف الضوئي (القلب والغلاف الزجاجي والطبقة), وهو يعطي حماية لتلك الأجزاء ,والألياف الضوئية تصنف تبعا لهذا العنصر العازل إلى نوعين أساسين:

الغلاف ذو الأنبوبة الضيقة:

- وهو غلاف ضيق من النايلون يحيط مباشرة بالأجزاء الأساسية لليف الضوئي.
- وكل غلاف يحتوي على ليف ضوئي واحد " ولكن كبل الليف الضوئي يمكن أن يحتوي على أكثر من غلاف ضيق ,وكل غلاف ضيق يحتوي على ليف واحد ".
- والغلاف الضيق يجعل كبل الليف الضوئي سهل التعامل معه ومرن مما يسهل تركيبه في الموصلات ولوحات التوصيل.
- غالبا ما يستخدم للتمديدات التي داخل المباني من خلال الحوائط والأسقف وداخل غرف الأجهزة والاتصالات.
- له نوعان أساسيان هما كبل الليف الضوئي الموزع وكبل الليف الضوئي المقسم.



(1-1-3)

(1-1-4)

الغلاف ذو الأنبوبة الواسعة :

- وهو عبارة عن أنبوبة بلاستيكية جامدة.
- وكل أنبوبة أو غلاف يحتوي على ألياف ضوئية متعددة ,وكل ليف ضوئي داخل الأنبوبة له لون كودي لسهولة تحديده.
- وهو يعطي حماية أكثر لكبل الليف الضوئي من التلف عند التمديدات في البيئة الخارجية الصعبة.

- الأنبوبة التي تحتوي على الألياف الضوئية تكون مليئة بمادة الجيل لحماية الكبل من المياه.
- غالبا ما يستخدم في التمديدات خارج المباني.
- وهو كبل شديد وغير مرن وصعب توصيله بالموصلات ولوحات التوصيل ,لذلك نحتاج لعملية اللحام مع كبل ليف ضوئي آخر سهل التعامل معه داخل المباني.
- وله نوعان أساسيان وهما الكبل الذي يحتوي على أكثر من أنبوبة واسعة ونكون المادة الداعمة في المنتصف والنوع الآخر الذي يحتوي على أنبوبة واحدة في منتصف الكبل وحولها المادة الداعمة.

(1-1-5)

(1-1-6)

5. عنصر مقوى Strength Member: وهي عبارة عن شعيرات أراميدية "وهي أحد الألياف الصناعية المقاومة للحرارة تشبه النايلون في قوته " تحيط بالحاجز لتحميه عند الشد.
6. الغلاف الخارجي Outer Jacket : لحماية الأجزاء الداخلية كلها لليف الضوئي.

تعتبر هذه المكونات الأساسية لكبل الليف الضوئي ,ولكن هناك مكونات أخرى إضافية حسب استخدام الليف الضوئي ,مثلا يمكن إضافة غلاف من المعدن في الداخل لحماية الكبل أثناء التمديدات الخارجية ,ويمكن أن يحتوي الكبل على أكثر من ليف ضوئي.

الفصل الثاني: أنماط الألياف الضوئية:

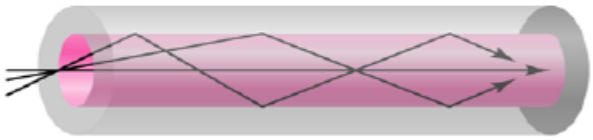
يوجد نوعان من الألياف الضوئية :

ليف أحادي النمط Single Mode : يستخدم مسارا ضوئيا واحدا لإرسال الإشارة ,يستخدم عندما نحتاج لسرعة أعلى ومسافة أكبر قد تصل إلى 100 كم وأيضا في شركات الهاتف تستخدم أجهزة خاصة تمكن من الإرسال حتى 100 كم باستخدام الليف أحادي النمط يحتاج بعدها لمكرر إشارة, يستخدم بين المدن والدول في حالة شبكات الهاتف.

أحادي النمط (مسار واحد للضوء)

(1-2-1)

ليف متعدد النمط : يستخدم عدة مسارات ضوئية لإرسال الإشارة ,يصل حتى مسافة 2000 متر دون الحاجة لتكبير الإشارة وأيضا يستخدم في الشبكات المحلية LAN.



متعدد النمط (أكثر من مسار للضوء)

(1-2-2)

وهذا الجدول يبين الفرق بين ليف أحادي النمط وليف متعدد النمط :

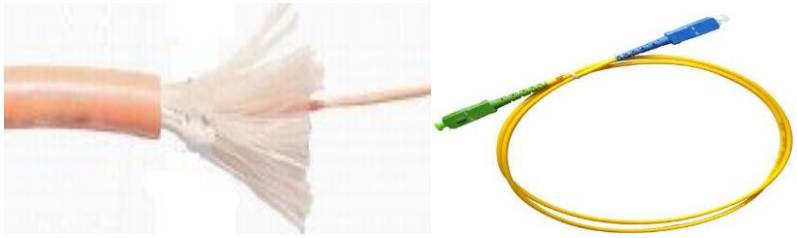
	متعدد النمط	أحادي النمط
القلب	50 ميكرومتر وأكبر	10 ميكرومتر
المسافة	حتى 2000 متر	مسافة حتى 100 كم في شبكات الكمبيوتر
مصدر الضوء	الثنائي الباعث LED	ثنائي الليزر
الشبكات	الشبكات المحلية LAN	الشبكات الواسعة WAN وبين المباني
الطول الموجي	850 و 1300 نانومتر	1550 و1310 نانومتر
السعر	أسعار منخفضة	أسعار مرتفعة

الباب الثاني: مكونات تمديد الألياف الضوئية:

لتهيئة أطراف الأكبال الألياف الضوئية وتركيبها في الموصلات ولوحات التوصيل المختلفة, ولتثبيت الألياف الضوئية الملحومة في صناديق وأوعية اللحام, يجب معرفة أنواع الأكبال الضوئية والموصلات ولوحات التوصيل وصناديق وأوعية اللحام.

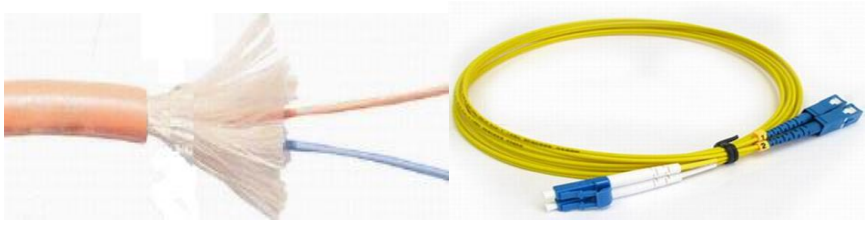
الفصل الأول: أكبال الليف الضوئي:[2]

كبل الليف الضوئي الأحادي Simplex fiber optic cable : هو كبل ليف ضوئي ذو أنبوبة ضيقة الذي يحتوي على ليف ضوئي واحد فقط, ويستخدم في حالة إذا أردنا الإرسال في اتجاه واحد فقط ,أي لا يرسل ولا يستقبل المعلومات في نفس الوقت, ويمكن أن يكون أحادي أو متعدد النمط.



(2-1-1)

كبل الليف الضوئي المزدوج Duplex fiber optic cable : هو الكبل الذي يحتوي على ليفين ضوئيين داخل غلاف خارجي واحد ,أي يمكن إرسال واستقبال المعلومات في نفس الوقت, ويمكن أن يكون أحادي النمط أو متعدد النمط.



(2-1-2)

كبل الليف الضوئي ذو الثنائي الملتصق Zipcord fiber optic cable : هو كبل ليف ضوئي يحتوي على كبلين ملتصقين مع بعض ,ويمكن أن يكون أحادي النمط أو متعدد النمط.

[2] Mike Gilmore and Barry Elliot. (12-12-2007). "Fiber optic cabling."

(2-1-3)

وصلة الليف الضوئي Fiber optic patch cord cable : هي وصلات جاهزة حيث يكون مركب فيها موصلات الليف الضوئي بأطوال مختلفة ,ولها أنواع وألوان مختلفة, وتستخدم للتوصيل ما بين لوحة التوصيل والأجهزة.

(2-1-5)

(2-1-4)

الوصلات المصنعية Pigital Cables : هي وصلات جاهزة تحتوي على ليف ضوئي واحد أو أكثر ,ويكون أحد أطرافها مركب فيه موصلات من نوع معين ,والطرف الآخر غير مهيئ, وتستخدم ليتم ربط ولحام الطرف غير مهيئ بأكبال الألياف الضوئية الرئيسية ,والطرف الآخر يركب في الأجهزة أو لوحة التوصيل.

(2-1-6)

كبل الليف الضوئي الموزع Distribution fiber optic cable : هو كبل ليف ضوئي يحتوي على عدد من الأنابيب الضيقة (قد تصل إلى 144 أنبوبة) وكل أنبوبة فيها ليف ضوئي واحد ,يحيط بجميع الأنابيب الضيقة مادة داعمة واحدة, ويستخدم للتمديدات عبر الأسقف والحوائط داخل المباني لأنه مرن وسهل.

(2-1-7)

كبل الليف الضوئي المجزئ Breakout fiber optic cable : هو كبل ليف ضوئي يحتوي على اثنين أو أكثر من الأنابيب الضيقة ,وكل أنبوبة تحتوي على ليف ضوئي واحد ,والمادة الداعمة تكون داخل كل أنبوبة على حدة ,ويستخدم للتوصيل المباشر للموصلات ولوحات التوصيل داخل المباني.

(2-1-8)

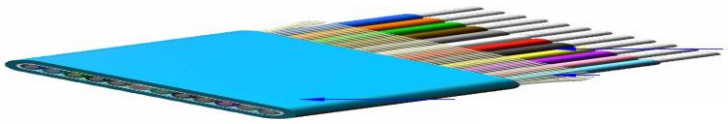
كبل الليف الضوئي ذو الدرع المعدني Armored Cable : هو كبل ليف ضوئي ذو أنبوبة واسعة, تحتوي على أكثر من ليف ضوئي ,ويتميز بوجود طبقة معدنية تحت الغلاف الخارجي للكبل, ويستخدم في التمديدات داخل المباني وخارجها ويتميز بمقاومته للكسر.

(2-1-9)

كبل الليف الضوئي الهوائي Aerial cable : هو كبل ليف ضوئي ذو أنبوبة واسعة, مثبت معه في مرحلة التصنيع حامل معدني حتى يحمل الكبل, لذلك يستخدم للتمديدات الهوائية ما بين المباني.

(2-1-10)

كبل الليف الضوئي الشريطي Ribbon cable : هو كبل ترتب فيه الألياف الضوئية على شكل صف يتراوح عدد الأكبال فيها من 4 إلى 12 ليف ضوئي للشريط الواحد ,ويمكن أن يحتوي الكبل على أكثر من شريط فوق بعض ,وهو يتميز بالكثافة العالية للألياف الضوئية في مساحة صغيرة.

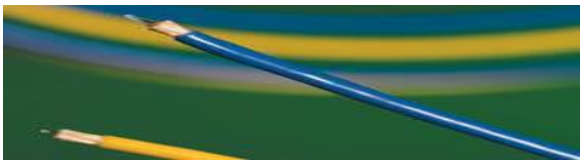


(2-1-11)

كبل الليف الضوئي البحري Submarine cable : ويستخدم في التمديدات تحت المياه.

(2-1-12)

كبل الليف الضوئي الفضائي Aerospace Cable : هو يستخدم في الطائرات ومركبات الفضاء.



(2-1-13)

مواصفات الأكبال الخارجية Outdoor cable : التي تمدد خارج المباني يجب أن تكون مقاومة للحرارة الشديدة وأشعة الشمس والمياه ,وعدم تلفها عند تعرضها للرياح القوية والتأثيرات الميكانيكية (مثل الأكبال التي تمدد تحت الماء وداخل الأرض).

مواصفات الأكبال الداخلية Indoor cable : التي تمدد داخل المباني يجب أن تكون ذات مرونة عالية لتكون سهلة التعامل داخل المباني ويسهل تركيبها بالموصلات ولوحات التوصيل.

الفصل الثاني: موصلات الألياف الضوئية :[3]

الموصلات هي التي تركب في نهاية طرف كبل الليف الضوئي ,ليكون جاهزا لتركيبه في الأجهزة, ويتكون موصل الليف الضوئي عموما من أربعة أجزاء رئيسية:

- الطوق Ferrule : هو الجزء الذي يدخل فيه قلب الليف الضوئي ,ويكون مصنوع من مادة بلاستيكية صلبة أو المعدن حتى تحمي القلب.
- جسم الموصل Body : هو بسمك رأس الموصل ويمكن أن يكون من البلاستيك أو المعدن.
- غطاء الموصل Cap : هو الجزء الذي يغطي جسم الموصل ,ويعطي له حماية وأمان ,ومصنوع من البلاستيك أو المعدن.
- الكعب Strain relief boot : هو الذي يستقبل أي شد أو جهد ,ولا يجعله يؤثر على كبل الليف الضوئي.

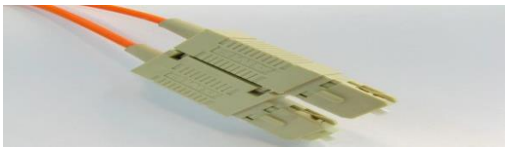
[3] Govind P.Agrawal. (12-12-2000). "Fiber-Optic communication Systems."

(2-2-1)

أنواع موصلات الألياف الضوئية Fiber optic Connectors:

i. موصل SC : يقسم إلى : أحادي وثنائي.

(2-2-2)



(2-2-3)

ii. موصل LC : يقسم أيضا إلى : أحادي وثنائي.

(2-2-4)

(2-2-5)

iii. موصل FC :

(2-2-6)

iv. موصل ST :

(2-2-7)

v. موصل MT-RJ : وهو يستخدم مع الليف الضوئي المزدوج.

(2-2-8)

vi. موصل MU :

(2-2-9)

ملاحظة: كل نوع من أنواع الموصلات التي ذكرت أعلاه لها نوعين : أحادي النمط ليركب في الليف الضوئي أحادي النمط ,ومتعدد النمط ليركب في الليف الضوئي متعدد النمط.

الموصلات من حيث تركيبها في الليف الضوئي :

- ✓ موصلات تحتاج إلى فرن لتثبيتها في الليف الضوئي وتسمى Hotmelt connectors.

(2-2-10)

- ✓ موصلات تحتاج إلى الغراء فقط لتثبيتها في الليف الضوئي ,ولا تحتاج إلى الفرن وتسمى Epoxy connector.

(2-2-11)

- ✓ موصلات كابسة ذاتيا لا تحتاج إلى غراء ,وتثبت نفسها في الليف الضوئي وتتميز بسهولة التركيب والفقد أقل بكثير من استخدام الغراء ,ولكنها مرتفعة الثمن ,وتسمى Crimplok connector.

(2-2-12)

الفصل الثالث: المحولات Adapters :[4]

هي وصلة تستخدم لربط موصلين مع بعض من نفس النوع أو من نوع مختلف ,ولها أنواع كثيرة تعتمد عل نوع الموصلين ومنها :

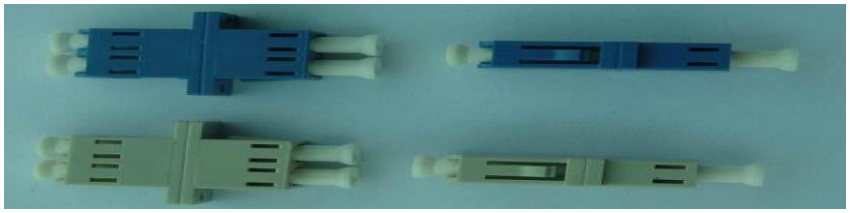
A. محول ST-ST :يستخدم لربط كبل به موصل ST مع آخر له موصل ST أيضا.

(2-3-1)

B. محول SC-SC :يستخدم لربط كبل به موصل SC مع آخر به موصل SC ,ومنه نوعان أحادي Simplex وثنائي Dupex.

(2-3-2)

C. محول LC-LC



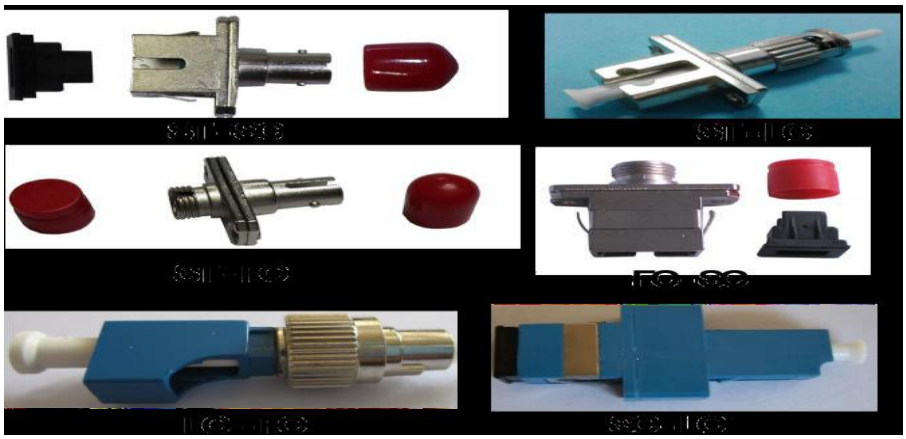
(2-3-3)

D. محول FC-FC

[4] Govind P.Agrawal. (12-12-2000). "Fiber-Optic communication Systems."

(2-3-4)

E. وهناك أنواع أخرى للربط ما بين موصلين مختلفين مثل: ST-SC و ST-LC و ST-FC و SC-FC و FC-LC.



(2-3-5)

الفصل الرابع : صناديق اللحام Splice Enclosure :[5]

عند ربط أو لحام الألياف الضوئية مع بعض يجب وضعها في علب الربط لحفظ وحماية المكان الذي تم ربطه من الشد أو التلف.

وهناك أشكال وأنواع كثيرة لعلب الربط تعتمد على مكان ونوع الاستخدام ,فمثلا: هناك علب ربط تستخدم خارج المباني ,وأخرى داخل المباني ,وعلب ربط تثبت على الحائط ,وأخرى تثبت داخل رفوف وغرف التوزيع , وهنا بعض الأمثلة:

a. صندوق لحام يثبت على الحائط wall mounted fiber enclosure.

(2-4-1)

[5] Govind P.Agrawal. (12-12-2000). "Fiber-Optic communication Systems."

b. صندوق لحام يثبت داخل غرف والرفوف Rack mounted fiber enclosure.

(2-4-2)

c. صناديق تثبت خارج المباني.

(2-4-3)

d. أوعية اللحام Splice Tray:هي التي تثبت فيها الألياف التي تم لحامها ,وغالبا توضع في صناديق اللحام.

(2-4-4)

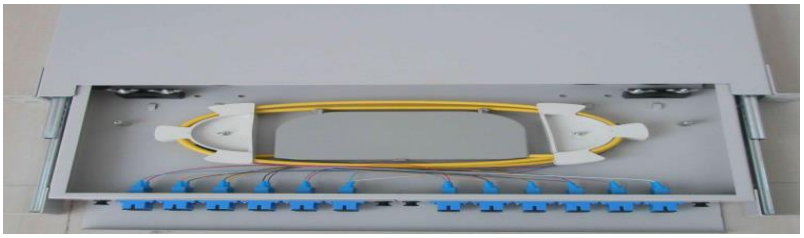
e. أنبوب واقي اللحام Fiber Splice Protection Sleeves:يستخدم لحماية اللحام ويثبت داخل أوعية اللحام.

(2-4-5)

الفصل الخامس: لوحات التوصيل Patch Panel fiber optic :[6]

لها نفس عمل المحولات, ولكنها تحتوي على أكثر من محول , وتركب غالبا في صناديق اللحام.

[6] Govind P.Agrawal. (12-12-2000). "Fiber-Optic communication Systems."



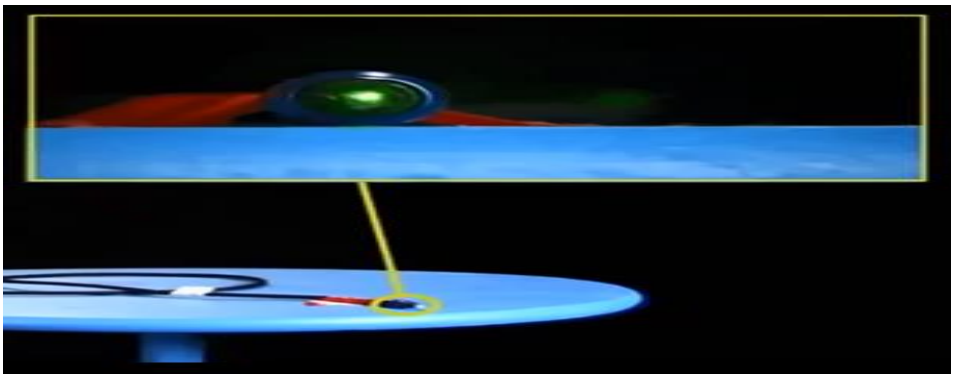
(2-5-1)

الباب الثالث: آلية عمل الألياف الضوئية:[7]

الجسم الموضح في الشكل التالي(3-1-1), هو كبل الليف الضوئي,

(3-1-1)

إذا أضأنا مؤشر ليزر باتجاه الكبل من أحد الأطراف فسوف يوجه الضوء خارجا من الطرف الآخر كما في الشكل (3-1-2).



(3-1-2)

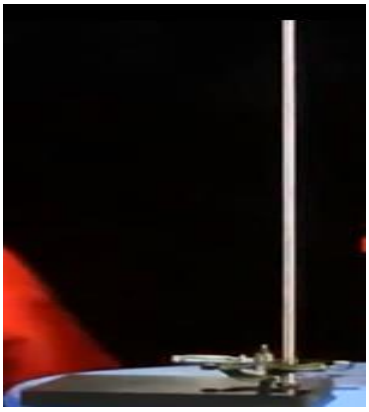
والآن لنوضح كيف تعمل الأكبال الضوئية عن طريق المثال الآتي:

نأخذ دلو كما هو موضح في الصورة رقم(3-1-3),لكن تم تعديل الدلو بإضافة فتحة في الأمام كما في الشكل(3-1-4), وفي الجانب الآخر وضعنا سدادة في الثقب كما في الشكل(3-1-5).

(3-1-5) **(3-1-4)** **(3-1-3)**

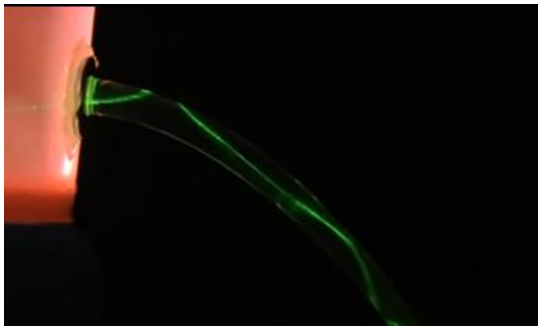
[7] National Odessian Academy For Communication Named By O.Papov. (9-3-2004). "Збірник схем до курсу скез 2."

ثمّ نأخذ قارورة من سائل شبيه بالكريم لمادة البروبيلين ونصبّه في الدلو, ثمّ نأخذ حامل حلقي يحمل المصدر الضوئي(الليزر).



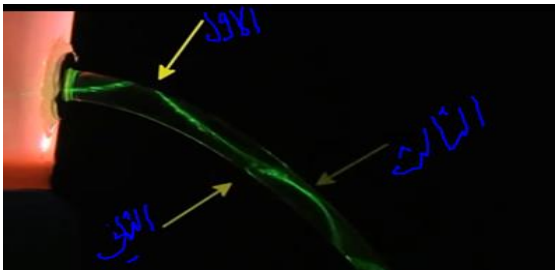
(3-1-6)

ثمّ نمرر الضوء من الليزر من الفتحة ونلاحظ كيف تخرج من الثقب في الجانب الآخر بعد إزالة السدادة كما في الشكل(7-3-1), نلاحظ أنّ تدفق الضوء يتبع تدفق السائل, حيث يحدث ذلك نتيجة للانعكاس الكلي الداخلي.



(3-1-7)

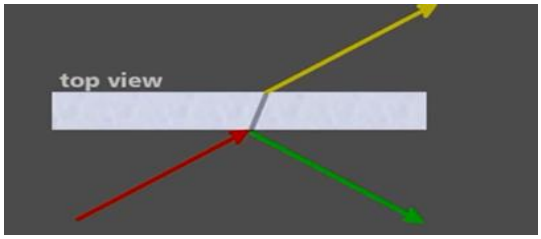
عندما يدخل الضوء المجرى ينعكس من السطح الفاصل بين الهواء والسائل, حيث نلاحظ في الشكل(8-1-3) الانعكاس الأول والثاني والثالث.



(3-1-8)

وهذا يحدث بسبب الاختلاف بين معاملات الانكسار للمواد(البروبيلين والهواء في الخارج).

حيث في أي وقت يصطدم الضوء بسطح, هو إما يمتص بواسطة المادة أو ينعكس عنها أو ينكسر, حيث يحدث الانعكاس والانكسار في نفس الوقت كما في الشكل(9-1-3),



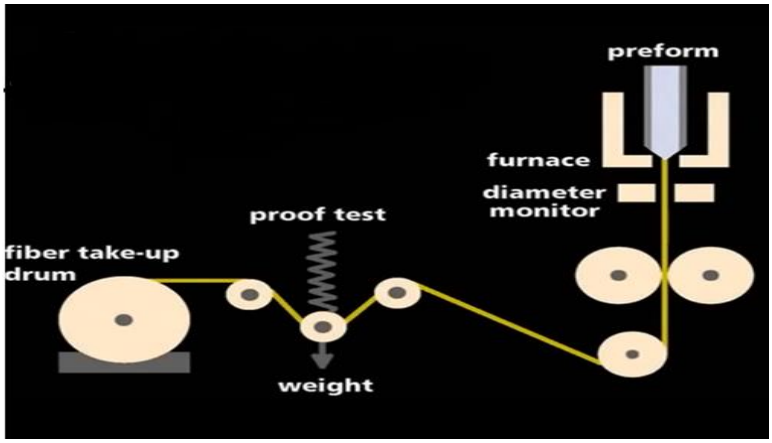
(3-1-9)

ولكن في حال اصطدام أشعة الضوء بالسطح بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة سينعكس الضوء كلياً ولا ينكسر, حيث تختلف الزاوية الحرجة من مادة إلى أخرى.

ففي حالة السائل البروبيليني والهواء فإنّ الشعاع يصدم السطح بزاوية أكبر من 44.35 درجة(حيث الزاوية الحرجة للبروبيلين هي 44.35 درجة), فسينتقل الشعاع باتجاه المجرى بانعكاس كلي داخلي.

ولإنتاج الأثر نفسه في الألياف الضوئية تم صنع قلب (جزء مركزي) من الزجاج ويكون عادة من ثاني أكسيد سليكون نقي, وتسمى الطبقة الخارجية بالغلاف والتي تصنع أيضا من ثاني أكسيد السيلكون لكن مع أجزاء من البورون أو الجرمانيوم لتقليل معامل انكساره, حيث الاختلاف بين القلب والغلاف ولو ل واحد بالمئة يكون كافٍ لجعل الألياف تعمل.

لعمل القلب الزجاجي وغلافه, تم تسخين قطعة كبيرة من الزجاج المشكل الذي مركزه يكون من الزجاج النقي وخارجه الغلاف, ثمّ يسحبوا الكبل بلف المادة المنصهرة حول عجلة بسرعة تصل إلى 1600 متر بالدقيقة, حيث عمليا سحب الكبل الزجاجي يتطلب مراحل متعددة طويلة, فيسمح الارتفاع للكبل أن يبرد قبل أن يصبح ملفوفاً داخل اسطوانة, كما في الشكل(10-1-3).



(3-1-10)

الألياف الضوئية تستخدم تقنيات تختلف عن الأكبال النحاسية في إرسال واستقبال البيانات الرقمية حيث يتم إرسال البيانات الرقمية (0 و1) في الألياف الضوئية على شكل نبضات ضوئية حيث يمثل 1 فتح لمصدر الضوء(نبضة) و يمثل 0 إغلاق لمصدر الضوء(لا شيء), وترب بالزمن كما في الشكل (11-1-3), وبالتسلسل من اليمين إلى اليسار يتم إرسال هذه النبضات.

(3-1-11)

ومصدر الضوء في الألياف الضوئية غالبا تكون من الليزر أو من الثنائي الباعث للضوء LED.

الباب الرابع: أدوات تمديد الألياف الضوئية:[8]

لتمديد الألياف الضوئية لابدّ من معرفة الأدوات المستخدمة في تركيب الموصلات وكيفية استخدامها, وكذلك معرفة أدوات لحام الألياف الضوئية.

الفصل الأول: أدوات القطع والتعرية Stripper and Cutter Tools :

1-عرّاية الغلاف الخارجي Stripper Outer Jacket:

تستخدم لتعرية الغلاف الخارجي لليف الضوئي.

(4-1-1)

2-عرّاية الليف الضوئي Fiber Stripper :

تستخدم لإزالة طبقة التغطيه coating والغلاف cladding لليف الضوئي تمهيداً لإدخال الليف في الموصل.

(4-1-2)

3- عرّاية الأنبوبة الواسعة Buffer Tube Stripper:

تستخدم لتعرية أنبوب الليف الضوئي ذي الأنبوبة الواسعة Loose-tube ولا تستخدم في تعرية طبقة التغطية أو الغلاف الزجاجي.

(4-1-3)

[8] Л.А.Кобрул (12-12-2003). "Системи комутації в електроз'язку."

4- القطاعة الدائرية Rotary Stripper:

تستخدم لتعرية أكبال الألياف الضوئية الكبيرة التي تحتوي على أكثر من ليف ضوئي.

5- القطاعة Kelver Cutter:

تستخدم لقطع المادة الداعمة في الليف الضوئي, ولقطع الليف الضوئي.

(4-1-4)

6- قاطعة الليف الضوئي Fiber optic cleaver:

تستخدم لقطع الليف البصري بدقة من أجل عملية اللحام الميكانيكي أو الانصهاري.

(4-1-5)

7- أداة تخطيط قلب الليف Carbide Scriber Tool:

هو عبارة عن قلم بداخله مادة حادة من الكربيد, تستخدم لعمل خدش على الجزء الزائد للقلب بعد تركيبه في الموصل, حتى يكون سطح قلب الليف مستوي عند كسر الجزء الزائد.

(4-1-6)

الفصل الثاني: أدوات كبس الموصلات Crimping Tool:

تستخدم لكبس الموصل بالليف الضوئي وتحتوي على فتحات مختلفة المقاسات, وذلك لكبس أنواع مختلفة من الموصلات, وهناك بعض المكابس تصلح لجميع الموصلات وبعضها محدد لنوع معين من الموصلات.

(4-2-1)

الفصل الثالث: أدوات الصنفرة والتلميع Connector Polishing Tools:

هي الأدوات التي تستخدم لتلميع مقدمة الليف وهي:

لوحة العمل السوداء Black work mat: تستخدم لتثبيت اللوح الزجاجي عليها لسهولة تحريك اليد أثناء عملية صنفرة الموصل.

(4-3-1)

لوح زجاج الصنفرة Glass polish:

(4-3-2)

الوسادة المطاطية للتلميع Rubber Polishing Pad: توضع فوق اللوح الزجاجي أثناء عملية الصنفرة, لضمان إزالة آثار الغراء عن مقدمة الليف الضوئي وله أنواع وألوان مختلفة.

(4-3-3)

المثبتات Polish Puck: يستخدم لتثبيت الموصل والضبط أثناء عملية التلميع, وتختلف المثبتات باختلاف الموصل.

(4-3-4)

ألواح الصنفرة Polishing films: تستخدم لتلميع نهاية الليف, ويوجد منها ألوان ولكل لون درجة نعومة معينة.

(4-3-5)

ماكينة التلميع Polishing Machine: تستخدم ماكينة التلميع لتلميع نهايات الموصلات, وتتميز مكائن التلميع عن التلميع اليدوي بالدقة وإمكانية تلميع عدد من الموصلات في نفس الوقت, وإمكانية ضبط سرعة الدوران وضبط الوقت.

(4-3-6)

الفصل الرابع: أدوات الغراء:

يستخدم الغراء لتثبيت الليف بالموصل, وقد يكون الغراء عبارة عن مادتين تُخلط مع بعضها, ثمّ تُحرك بالضغط المتتالي حتى يتغير اللون.

(4-4-1)

الباب الخامس: تركيب موصلات الألياف الضوئية:[9]

موصلات الألياف الضوئية تأتي معها بعض القطع التي تستخدم في تثبيت الموصل في مقاسات الألياف الضوئية المختلفة.

- تكون القطع اللازمة لتثبيت الموصل في الليف الضوئي ذو المقاسات المختلفة هي: جسم الموصل وغطاء الموصل.

(5-1-1)

- بينما تكون القطع اللازمة لتثبيت الموصل في الليف الضوئي ذو المقاس من 2 إلى 3 ملم هي: الكعب مع بعض الحلقات التي تستخدم في تثبيت الليف الضوئي مع الموصل.

(5-1-2)

- لكن تكون القطع اللازمة لتثبيت الموصل في الليف الضوئي ذو مقاس 0.9 ملم هي : الكعب.

(5-1-3)

- وتكون القطع اللازمة لتثبيت الموصل في الليف الضوئي ذو مقاس 0.25 هي: الكعب مع أنبوب بلاستيكي.

(5-1-4)

(5-1-5)

مثال يوضّح آلية تركيب موصل من نوع SC في ليف ضوئي أحادي Simplex مقاس 3 ملم باستخدام الغراء:

[9] National Odessian Academy For Communication Named By O.Papov. (9-3-2004). "Збірник схем до курсу скез 2."

يتم ذلك على عدة مراحل هي:

المرحلة الأولى: إعداد الليف **الضوئي وتعريته:**

a) ندخل كعب الموصل في كبل الليف الضوئي كما في الشكل(6-1-5), ثم ندخل اسطوانة الكبس, بحيث يكون الجزء الضيق للأسطوانة ناحية الليف كما في الشكل(7-1-5).

(5-1-7)

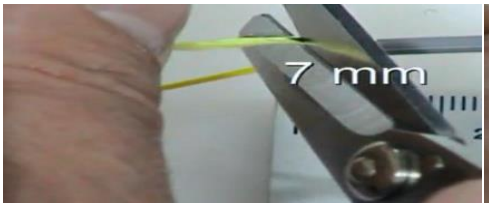
(5-1-6)

b) باستخدام قلم التحديد نحدد مسافة 35 ملم كما في الشكل(8-1-5), ثم باستخدام العراية نقم بتعرية الغلاف الخارجي كما في الشكل(9-1-5).

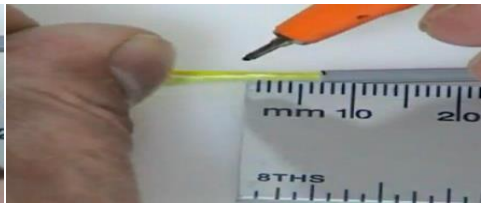
(5-1-9)

(5-1-8)

c) نحدد مسافة 7 ملم من المادة الداعمة كما في الشكل(10-1-5), ثم نقصها باستخدام قطاعة المادة الداعمة كما في الشكل(11-1-5).

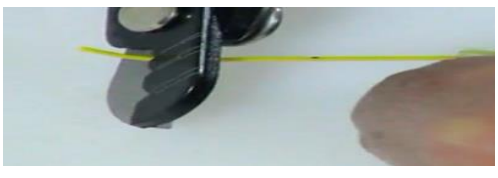


(5-1-11)



(5-1-10)

d) نحدد بالقلم مسافة 16 ملم من بداية الغلاف كما في الشكل (12-1-5), ثم نقوم بتعرية الحاجز باستخدام الفتحة المخصصة له في العراية كما في الشكل(13-1-5).



(5-1-13)

(5-1-12)

e) نتأكد من إزالة الغلاف كليا عن القلب كما في الشكل(14-1-5), ثم باستخدام المناديل الكحولية ننظف قلب الليف الضوئي كما في الشكل(15-1-5).

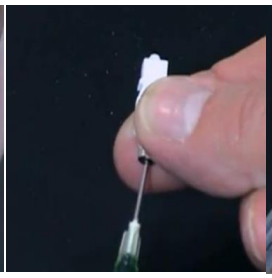
(5-1-14)

(5-1-15)

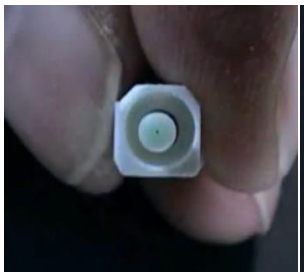
المرحلة الثانية: تجهيز الغراء وتثبيت الموصل في الليف الضوئي:

1. بعد تجهيز الغراء نضعه في الحقنة كما في الشكل(16-1-5), ونحقنه داخل الطوق كما في الشكل(17-1-5) حتى تخرج نقطة صغيرة من الأمام كما في الشكل(18-1-5).

(5-1-16)



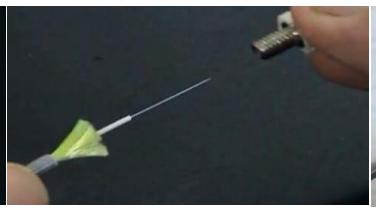
(5-1-17)



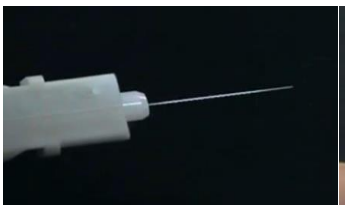
(5-1-18)

2. نرش الكحول على الليف الضوئي حتى يسهل إدخاله في مادة الغراء كما في الشكل(19-1-5),وندخل الموصل في الليف حتى يخرج من الطوق كما في الشكل(20-1-5) والشكل(21-1-5), ونترك الموصل 30 ثانية حتى يجف الغراء.

(5-1-19)



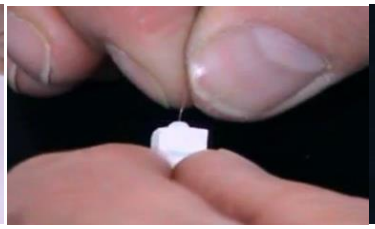
(5-1-20)



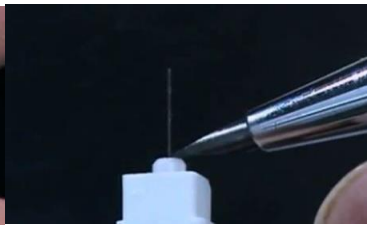
(5-1-21)

3. باستخدام أداة التخطيط نخدش الجزء الزائد من الليف خارج الطوق برفق حتى يسهل إزالة الجزء الزائد بدون كسر الليف كما في الشكل(22-1-5), وبرفق ننزع الجزء الزائد ونلقيه في علبة المهملات المخصصة للألياف الضوئية كما في الشكل(23-1-5) والشكل(24-1-5).

(5-1-24)



(5-1-23)



(5-1-22)

4. نرفع اسطوانة الكبس إلى أعلى حتى تركب في الموصل كما في الشكل(5-1-25) وباستخدام المكبس نضع الموصل في الفتحة المناسبة, ونكبس الموصل كما في الشكل(5-1-26) والشكل(5-1-27).

(5-1-27)

(5-1-26)

(5-1-25)

5. نرفع كعب الموصل كما في الشكل(5-1-28) والشكل(5-1-29).

(5-1-29)

(5-1-28)

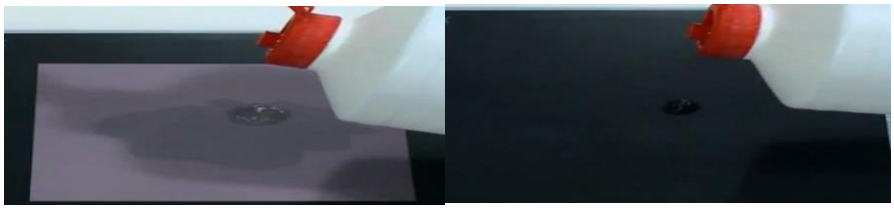
المرحلة الثالثة: الصنفرة والتلميع:

1) نضع اللوح الزجاجي على طاولة العمل, ونضع فوقها الوسادة المطاطية السوداء كما في الشكل(5-1-30) ونمسك لوح الصنفرة البني(5 ميكرومتر) ونحركه على الطوق في شكل دائري حتى يزيل الجزء المتبقي من الليف المكسور كما في الشكل(5-1-31).

(5-1-31)

(5-1-30)

2) نضع قطرة من الماء على الوسادة المطاطية كما في الشكل(32-1-5) ونضع عليها لوح الصنفرة(1 ميكرومتر), ونضع نقطة ماء أخرى فوق لوح الصنفرة كما في الشكل(33-1-5).



(5-1-33) (5-1-32)

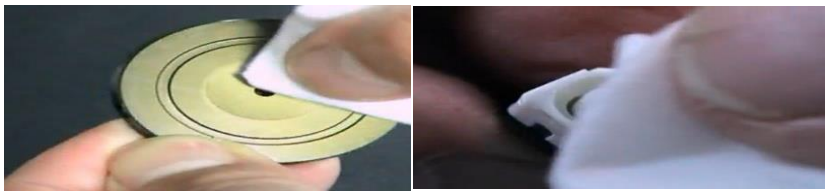
3) ننظف مثبت الصنفرة الخاص بالموصل SC كما في الشكل(34-1-5) ونضع الموصل بداخله كما في الشكل(35-1-5).

(5-1-35) (5-1-34)

4) نحرك المثبت برفق على لوح الصنفرة عل شكل 8 حوالي 30 مرة كما في الشكل(36-1-5).

(5-1-36)

5) باستخدام مناديل الكحولية ننظف مقدمة الطوق والمثبت كما في الشكل(37-1-5) والشكل(38-1-5).



(5-1-38) (5-1-37)

الباب السادس: لحام الألياف الضوئية:[10]

إن عملية ربط الألياف الضوئية مع بعضها من الأمور المهمة في عملية تمديد الشبكات, حيث عملية لحام الألياف الضوئية هي عبارة عن: ربط ليفين ضوئيين مع بعضهما, حيث يفضل استخدام اللحام في عدة حالات:

- إصلاح الألياف الضوئية.
- من أجل زيادة طول الليف الضوئي.
- ربط كبلين مختلفين من الألياف الضوئية.

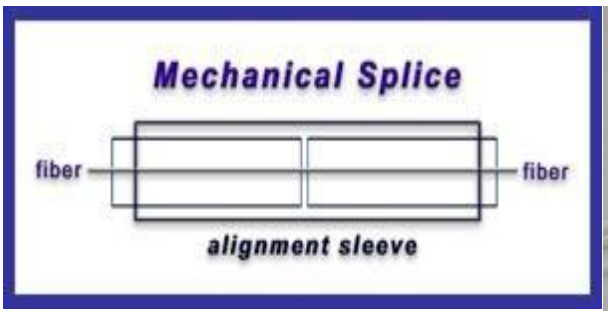
ومن ميزات استخدام اللحام لربط الألياف الضوئية مع بعضها بدلا من الموصلات أن وصلة اللحام تكون دائمة والفقد في الضوء أقل.

طرق لحام الليف الضوئي:

اللحام الميكانيكي Mechanical Splicing:

يستخدم لربط وتوصيل ليفين ضوئيين بوضع نهايتهما بجوار بعضهما البعض وتثبيتهما بطرق مختلفة كما في الشكل(1-1-6), ويتميز اللحام الميكانيكي بسهولة عملية اللحام, ورخص الأدوات والأجهزة المستخدمة في اللحام, ولكن الفقد في نقطة اللحام كبيرة مقارنة باللحام الكهربائي.

(6-1-1)



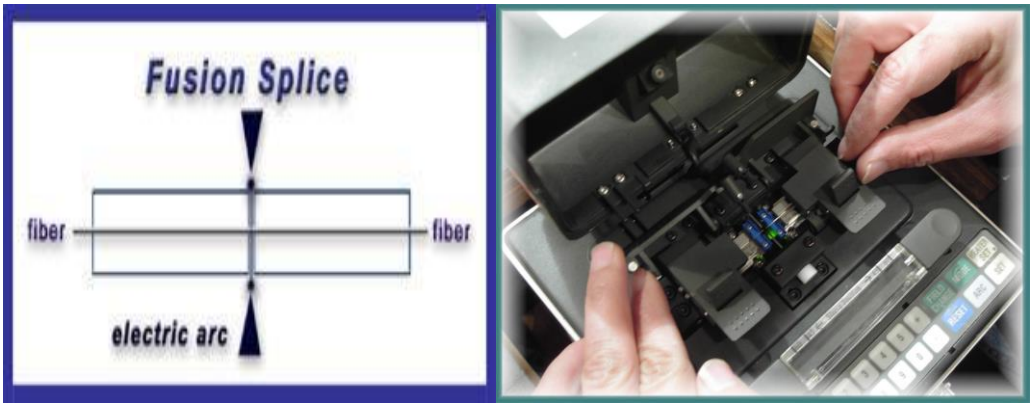
(6-1-2)

اللحام الكهربائي Fusion Splicing:

يتم تنفيذ اللحام الكهربائي باستخدام جهاز اللحام الكهربائي, وذلك بوضع أطراف الليفين المراد لحامهما بعد تهيئتهما بشكل متقابل ومتقارب في المكان المخصص لهما كما في الشكل(3-1-6), ويقوم الجهاز بعملية معايرة الليفين حيث يمكن متابعة ذلك على الشاشة, وذلك للحصول على أفضل وضعية تقابل لهما مما يضمن جودة اللحام(بأقل فقد ممكن)

[10] National Odessian Academy For Communication Named By O.Papov. (9-3-2004). "Збірник схем до курсу скез 2."

بعد ذلك يقوم الجهاز بتوليد إشارة كهربائية عالية المجال ذات حرارة عالية جدا تكفي لصهر زجاج الليفين من الطرفين, وبذلك تتم عملية اللحام.



(6-1-4) (6-1-3)

الباب السابع: ميزات وعيوب الألياف الضوئية:[11]

الفصل الأول: ميزات الألياف الضوئية:

تتميز الألياف الضوئية عن غيرها من الوسائط بعدد من الميزات في عدة نواحي وهنا سوف نقارن بين أنظمة الألياف الضوئية مع أنظمة الأكبال النحاسية.

أولا: اعتبارات التكلفة :

التكلفة الابتدائية للأكبال الضوئية أكثر وليس في تكلفة الألياف نفسها بل في المواصلات والأدوات وأجرة الفنيين الذين يركبون التوصيلات ,ولتركيب شبكة جديدة ينصح باستخدام الألياف الضوئية بدل الأكبال النحاسية لأن التكلفة على المدى البعيد للألياف الضوئية أقل من الأكبال النحاسية ,أما إذا كانت التمديدات لتوسعة شبكة عمودها الفقري من الأكبال النحاسية فمن الأفضل استخدام الأكبال النحاسية.

ثانيا: ضعف الإشارة وطول مسافة الإرسال :

من العوامل المهمة في المقارنة بين الوسائط المختلفة لنقل المعلومات طول المسافة التي لا نحتاج فيها لتكبير الإشارة ,ومن مميزات الألياف الضوئية أن اضمحلال الإشارة (ضعف الإشارة مع المسافة) أقل من غيره في الأوساط الأخرى مما يعني مسافة إرسال أطول وبذلك نحتاج لأجهزة تكبير أقل ,وللمقارنة مع الأسلاك النحاسية المزدوجة غير المجدولة UTP فإن المعيار TIA/EIA-568B يحدد الأطوال التالية:

- الكبل Cat-5e : 100 متر.
- الليف الضوئي متعدد النمط : 2000 متر.
- الليف الضوئي أحادي النمط : قد تصل إلى 100 كم.

ثالثا: عرض النطاق :

يعرف عرض النطاق على أنه كمية المعلومات التي يمكن نقلها خلال ثانية ومقياسة بت/ثانية bps , كلما زاد عرض النطاق فهذا يعني سعة النقل للكب أعلى.

المادة	مودم 56 kbps	خط بسرعة 1.5 Mbps	ليف بصري 1.7 Gbps
صفحة مكتوبة	0.34 ثانية	0.013 ثانية	0.0000113 ثانية
قاموس	2.38 ساعة	5.3 دقيقة	2.8 ثانية

[11] K.Thyagarajan and Ajoy Ghatak. (1998). "Introduction to fiber optic."

موسوعة	15.5 ساعة	16.1 ساعة	16 ثانية
مكتبة محلية	116 يوم	32.4 يوم	49.5 دقيقة
مكتبة الكونجرس	5.81 سنة	3 سنوات	23.5 ساعة

رابعا: الوزن والمقاس :

بالمقارنة مع الأكبال النحاسية فإن قطر الألياف الضوئية أقل بكثير ,وكذلك بالنسبة للوزن.

ومثال ع ذلك :

يستطيع كبل ليف ضوئي بسماكة 1 سم بنقل نفس المعلومات التي ينقلها كبل نحاسي بسماكة 7.5 سم ,ووزن واحد كيلومتر من كبل الليف الضوئي السابق هو 60 كيلوغرام بينما وزن واحد كيلومتر من الكبل النحاسي 7250 كيلوغرام.

خامسا: أكثر أمانا ,حيث يصعب التجسس على كبل الليف الضوئي على العكس في الأكبال النحاسية.

الفصل الثاني: عيوب الألياف الضوئية :

- التكلفة الإنشائية أكثر من الأكبال النحاسية.
- الأنظمة النحاسية أكثر تحملا لسوء الاستخدام.
- موصلات الألياف الضوئية حساسة أكثر من موصلات الأكبال النحاسية.
- تحتاج أنظمة الأكبال الضوئية تدريبا ومهارات أعلى من أنظمة الأكبال النحاسية.
- أدوات تركيب أنظمة الأكبال الضوئية مكلفة جدا.

الخاتمة و النتائج

توصلنا مما سبق إلى أن الألياف الضوئية نوع من الأوساط الناقلة, بحيث تستخدم الضوء لنقل المعلومات والبيانات من خلال الزجاج أو نوع من أنواع البلاستيك.

لقد أصبحت الألياف الضوئية أكثر انتشارا في الحالات التي تحتاج إلى سرعات عالية, واستمرارية في نقل البيانات دون توقف, ومن أهم ما يميزها عن الأكبال النحاسية:

لنفرض لدينا كبل ليف ضوئي قطره 1سم, يستطيع الكبل الضوئي بنقل أكثر من 50 إشارة لاسلكية في آن واحد بشرط تكون زاوية دخول الإشارة إلى الليف أكبر من الزاوية الحرجة لمادة الليف الضوئي, بينما لنأخذ كبل نحاسي قطره أيضا 1سم, يقوم الكبل النحاسي بنقل إشارة لاسلكية واحدة فقط ضمن الكبل الواحد.

ولقد لاحظنا بأنه هناك أنواع كثيرة لأكبال الألياف الضوئية وكل نوع يخدم وظيفة معينة, وأيضا هناك العديد من أنواع لمكونات تمديد الألياف الضوئية كل واحدة منها تستخدم لغرض معين.

نستنتج مما سبق أهمية الألياف الضوئية في عصرنا هذا, وتعدد مجالات استخداماتها.

المراجع:

G.Patrin and V.Arkhipkin. (Krasnoyarsk 2006). "Лекции По Оптике."

Mike Gilmore and Barry Elliot. (12-12-2007). "Fiber optic cabling."

K.Thyagarajan and Ajoy Ghatak. (1998). "Introduction to fiber optic."

National Odessian Academy For Communication Named By O.Papov. (9-3-2004). "Збірник схем до курсу скез 2."

Govind P.Agrawal. (12-12-2000). "Fiber-Optic communication Systems."

Л.А.Кобрул (12-12-2003). "Системи комутації в електроз'язку."