



بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة كوري

كلية الهندسة

Page | 1

قسم الهندسة الكهربائية والنظم الالكترونية

المستوي الرابع - الفصل الدراسي الثاني

اسم المقرر:

اتصالات وشبكات حاسوب 1

رمز المقرر: حسب 4210

اعداد : د. عبد الدائم محمد صالح

2021







المحاضرة رقم (2)

المواضيع الاساسية:

1. طبوغرافيات الشبكة
2. وسائط ربط الشبكات
- (أ) الاوساط السلكية

1. طبوغرافيات الشبكة

طبوغرافية الشبكة (Network Topology) هي البنية و الهيكلية التي يتم وفقها توصيل روابط (Network link) ونقاط الشبكة (Network Nodes) في الشبكات الجاسوبية (Computer Networks) او شبكات الاتصالات (Communication Network) او حتي في الشبكات البيولوجية (أحيائية). طبولوجيا شبكة الحاسوب قد تشير إلى شكل البنية المادية (الفيزيائية) للشبكة أو شكل التوصيل بين النقاط من منطقة الي اخري (Physical Link) او ايضا التوصيل والترابط المنطقي بين النقاط (Logical link). الطبوغرافية المادية توصف تصميم الشبكة من حيث الأجهزة والكوابل ومواضعهم وطرق ربطهما معا، بينما الطبوغرافية المنطقية (Logical link) تهتم بكيفية انتقال البيانات فعليا في الشبكة بغض النظر عن الشكل المادي لتوصي الشبكة.

تختلف الطبوغرافية باختلاف نوع الشبكة وذلك حسب الانواع التي ذكرت في المحاضرة السابقة (راجع انواع الشبكات) . فعلي سبيل المثال ، الشبكات المحلية (LAN) هي إحدى الأمثلة عن الشبكات التي تعرض كلا النوعين من الطبوغرافية (فيزيائية، منطقية). حيث أن أي عقدة في الشبكة المحلية (LAN) توصل بوصلة أو أكثر بالعقد الأخرى في الشبكة، وتخطيط هذه الوصلات والعقد بأشكال هندسية يحدد الطبوغرافية الفيزيائية للشبكة، وبشكل مماثل فإن تخطيط تدفق المعلومات (نقل المعلومات) بين عقد الشبكة يحدد الطبوغرافية المنطقية للشبكة. وبشكل عام فإن الطبوغرافية الفيزيائية والمنطقية من الممكن أن تتماثلا أو لا تتماثلا في شبكة معينة.





الطبوغرافية المنطقية

الطبوغرافية المنطقية هي الطريقة التي تمرر فيها الإشارة بين عقد الشبكة، أو هي الطريقة التي تنتقل فيها البيانات من جهاز لآخر في الشبكة بغض النظر عن طريقة الوصل الفيزيائية.

ليس بالضرورة أن تتماثل الطبوغرافية المنطقية مع الطبوغرافية الفيزيائية، مثلاً:

1. شبكات إيثرنت Ethernet التي تستخدم الأسلاك المجدولة Twisted Pair Ethernet فهي تتبع

طبوغرافية خطية منطقية بمظهر طبوغرافية خطية فيزيائية.

2. شبكات التوكن رنج IBM's Token Ring تتبع طبوغرافية منطقية حلقة بمظهر طبوغرافية

فيزيائية نجمية. طبوغرافية الإشارة تختلف عن الطبوغرافية المنطقية حيث تعبر الطبوغرافية

المنطقية عن شكل المسار التي تأخذها البيانات بين عقد الشبكة، بينما تعبر طبوغرافية الإشارة

عن المسار الحقيقي للإشارات (ضوئي، الكتروني، كهرومغناطيسي) عندما تعبر بين العقد.

الطبوغرافية الفيزيائية

وتعني مخطط عقد الشبكة والتوصيلات الفيزيائية بينها، مثلاً: تشكيلة الأسلاك وموقع العقد والوصلات بينهم ونظام الكيبلات.

أنواع الطبوغرافية الفيزيائية:

1. عقدة لعقدة: (Point-To-Point)

هي أبسط طبوغرافية للشبكات وهي وصلة دائمة بين نهايتي عقدتين. طبوغرافية عقدة لعقدة الموجهة

(Switched point-to-point topologies) هي الشكل الأساسي للإرسال المستخدم في الانظمة

الهاتفية والارسال الهاتفي العادي. وبما ان هذه الطبوغرافية موجهة (Switched) يعني أنها تستخدم تقنية

تبادل الدوائر أو الحزم الموجهة. دائرة لعقدة ممكن أن تتصب بشكل ديناميكي وأن تزال عند عدم

الحاجة إليها.



رسم توضيحي 1.1 عقدة لعقدة: (Point-To-Point)

2. الخطية (Bus):

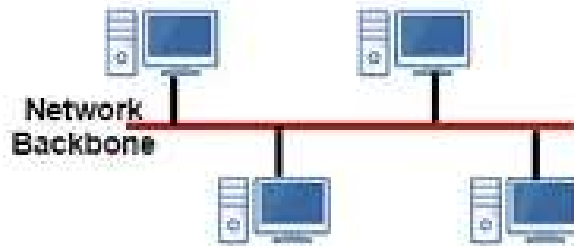




تستخدم هذه الطبوغرافية في الشبكات المحلية (LAN) وفيها تكون كل الأجهزة متصلة عبر كابل واحد بنوع ما من الوصلات. وهناك قطعة تسمى النهاية الطرفية يجب أن توضع في نهاية كل كابل في الشبكة الخطية لمنع الإشارة من الارتداد في الكابل وتسمى (Terminator).

Page | 5

عندما تصدر الإشارة من إحدى الحواسيب أو أجهزة الإرسال فإنها تذهب في كلا الاتجاهين إلى باقي الأجهزة المتصلة على الكابل التسلسلي حتى تجد العنوان الفيزيائي أو المنطقي للمستقبل المقصود، أما إذا لم يتوافق عنوان أي من أجهزة الشبكة مع عنوان المستقبل المطلوب فإنه يتم تجاهل البيانات المرسلة.



رسم توضيحي 2 الطبوغرافية الخطية

بما أن الشبكة تتألف من كابل وحيد فإن كلفتها منخفضة مقارنة بباقي الشبكات لكن بالمقابل فإن كلفة إدارتها مرتفعة نسبياً، بالإضافة إلى أنه عند تعطل أو انقطاع الكابل فإن هذا يؤدي إلى تعطل كامل الشبكة. ومن أشكال هذه البنية:

(أ) التسلسلية الخطية: (Linear Bus)

هو نوع طبوغرافية الشبكات التي توصل فيها كل عقد الشبكة إلى وسط إرسال مشترك الذي يملك فقط طرفين (تسمى غالباً بالعمود الفقري (Backbone) أو الجذع) كل البيانات التي تتبادلها عناصر الشبكة تمر عبره ويمكن أن يتم استقبالها من كل العقد ظاهرياً بوقت واحد.

(ب) التسلسلية الموزعة: (Distributed Bus)

هو نوع طبوغرافية الشبكات التي توصل فيها كل عقد الشبكة إلى وسط إرسال مشترك الذي يملك طرفين أو أكثر من طرف الذي ينشأ عن طريق إضافة فروع إلى الجزء الرئيسي وآلية العمل في هذه الشبكة مماثلة تماماً لآلية العمل في الشبكة التسلسلية الخطية (Linear Bus) حيث كل العقد تتشارك بوسط الإرسال المشترك.





3. النجمية: (Star)

في الشبكات المحلية (LAN) التي تستخدم هذه الطوبوغرافية تكون كل الآلات موصولة إلى نقطة مركزية (hub). مثلا وعلى عكس الطوبوغرافية الخطية يمكن هنا لكل آلة أن تتصل مع المحور المركزي كعقدة لعقدة (Point to Point). كل الإشارات تمر عبر المحور المركزي الذي يعمل كمقوي أو مكرر للإشارة (Signal Repeater) مما يسمح للإشارة بالوصول إلى مسافة أبعد. في هذه البنية هناك لكل جهاز حاسوب او نقطة اتصال وصلة مباشرة إلى المحور المركزي (hub).



رسم توضيحي 3: الطوبوغرافية النجمية (Star Topology)

تعتبر الطوبوغرافية النجمية من أسهل الطوبوغرافيات المستخدمة في التصميم والتنفيذ ومن أكثرها شيوعا حاليا. من مزايا هذه الطوبوغرافية سهولة إضافة عقدة جديدة إلى الشبكة، ومن مساوئها أن تعطل المحور المركزي يؤدي إلى تعطل كل الشبكة. ومن أشكال هذه البنية:

(1) النجمية الموسعة: (Extended star)

هو شكل من طوبوغرافية الشبكات يكون فيه مكرر أو أكثر بين المحور المركزي والعقد أو الطرفيات الأخرى حيث يستخدم المكرر لزيادة مسافة الإرسال بين المحور المركزي والعقدة.

(2) النجمية الموزعة: (Distributed star)

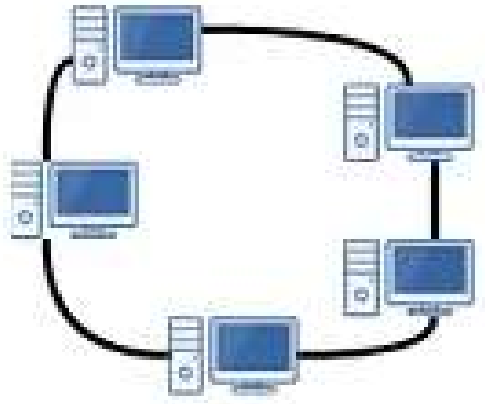
هو شكل طوبوغرافية الشبكات الذي يعتمد على شبكات متصلة فيما بينها بطوبوغرافية نجمية ومتصلة مع بعضها بطوبوغرافية خطية.





4. الحلقية: (Ring)

في الشبكات التي تستخدم هذه الطوبوغرافية يكون كل جهاز حاسوب موصول إلى حلقة مغلقة، ولكل عقدة او جهاز عنوان فريد لأغراض تعريفية. تمر الإشارة عبر كل الحواسيب الموصولة في نفس الاتجاه، وتستخدم هذه الشبكة غالبا أسلوب بروتوكول تمرير العلامة (Token) لتنظيم وضبط عملية الإرسال في الحلقة، حيث فقط العقدة التي تملك العلامة (Token) هي التي يمكنها البث في الشبكة وتعمل باقي الحواسيب كمقويات أو مكررات للإشارة. من أشهر الأمثلة على الشبكات التي تستخدم هذه الطوبولوجية شبكات التوكن رنج. (Token ring) الخاصة بـIBM.



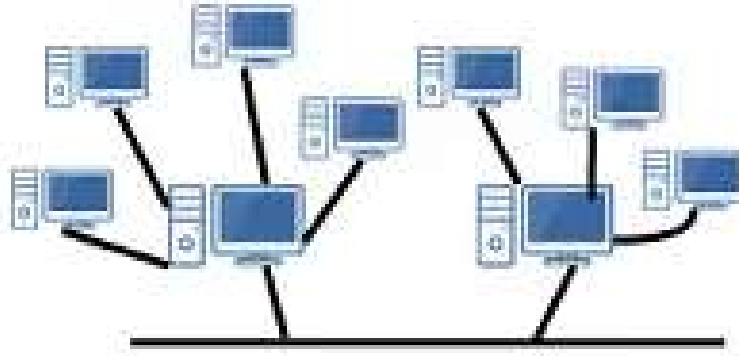
رسم توضيحي 4 طوبوغرافية الحلقة

من مساوئ هذه الشبكة أن تعطل عقدة واحدة في الشبكة يؤدي إلى تعطل كل الشبكة.

5. الشجرية: (Tree)

في هذه الشبكات يكون هناك جذر مركزي (المستوى الأول) ويكون متصل بعقدة أو أكثر بمستوى أدنى منه (المستوى الثاني) وتكون الوصلات بينهم عقدة لعقدة وكذلك هذه النقاط التي اتصلت بالجذر سوف تتصل من جهة أخرى بنقطة أو أكثر من مستوى أدنى بوصلة عقدة لعقدة. (Point To Point) لكل عقدة من العقد هناك عدد محدد وثابت من العقد التي تتصل بها من المستوى الأدنى، هذا العدد يسمى معامل التفرع. (Branching factor).





رسم توضيحي 5 : الطوبوغرافية الشجرية (Tree)

الشبكات ذات الطوبوغرافية الشجرية يجب أن تكون بثلاث مستويات على الأقل، إذ لو كانت مكونة من جذر ومستوى واحد لاعتبرت طوبوغرافية نجمية. كما أن الشبكة ذات الطوبوغرافية الشجرية التي معامل التفرع فيها يساوي 1 تؤول إلى شبكة ذات طوبوغرافية خطية. (Linear)

6. الهجينة: (Hybrid)

تنتج عندما يتم استخدام أكثر من طوبوغرافية واحدة في الشبكة (مثل الربط بين هيكلية النجمة وهيكلية الحلقة في شبكة واحدة).

7. الطوبوغرافية العشبية (Mesh Topology):

في الطوبوغرافية العشبية لا توجد نقطة اتصال مركزية، بدلاً من ذلك، يتم توصيل كل عقدة بعقدة أخرى على الأقل وعادةً بأكثر من عقدة. كل عقدة قادرة على إرسال الرسائل واستقبال الرسائل من العقد الأخرى. تعمل العقد كمراحل (Relays) أو مكررات (Repeaters) لنقل الرسالة نحو وجهتها النهائية. هناك نوعان من طوبوغرافية العشبية:

(1) طوبوغرافية شبكة كاملة (Full Mesh)، باستخدام طوبوغرافية شبكة كاملة، ترتبط كل عقدة مباشرة بكل عقدة أخرى عن طريق وصلة مباشرة. يتيح ذلك إرسال رسالة عبر العديد من المسارات الفردية. أصبحت الشبكات ذات الطوبوغرافية العشبية أكثر استخداماً بسبب كفاءتها. يمكن معرفة هذا النوع بحساب عدد الوصلات الخارجة من نقطة واحدة في اتجاه بقية العقد، ويكون حسب المعادلة الآتية:

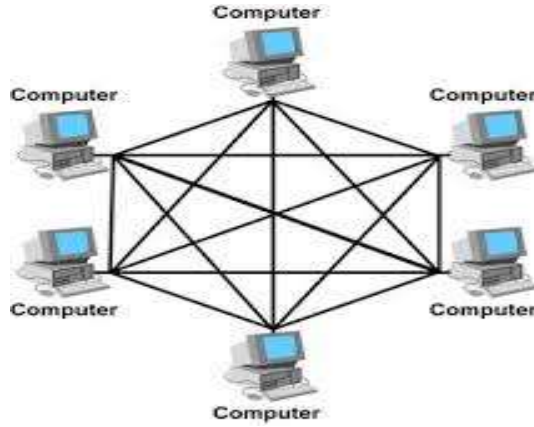
$$L = N - 1$$





حيث L تمثل عدد الوصلات و N تمثل عدد النقاط الكلية في الشبكة . وبهذه الطريقة يكون العدد الكلي للوصلات في الشبكة مساويا :

$$M = \frac{N}{2} (N - 1)$$



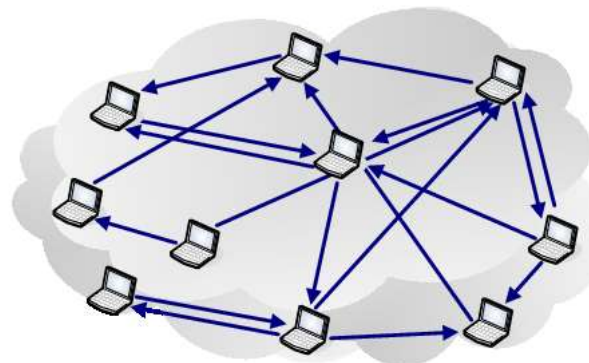
رسم توضيحي 6: الطوبوغرافية الخطية الكاملة (Full Mesh)

تستخدم هذا الطوبوغرافية في الحالات التي تتطلب اعتمادية عالية (High reliability) لارسال البيانات والشبكات الحساسة التي تتطلب ان يكون العمل مستمر دون انقطاع علي مدار الزمن. ايضا هذا النوع من الشبكات يمكن ان يطبق في شبكات المحلية او الواسعة.

(2) الطوبوغرافية العشبية الجزئية (Half Mesh)

تستخدم هذه الطريقة نفس الخصائص مع اختلاف في عدد الوصلات بمعنى ان عدد الوصلات الخارجية من نقطة واحدة ليس بالضرورة ان تكون مساوية لعدد الكلي لنقاط اي

$$L < N - 1$$



رسم توضيحي 7: الطوبوغرافية الخطية الجزئية (Half Mesh)





تستخدم الطريقة العشية في انظمة الاتصالات لربط الكابليات (الانظمة الهاتفية) مع بعضها البعض و ايضا تستخدم لربط الشبكات المحلية في شكل شبكة واسعة.

2. وسائط ربط الشبكات

نعني به وسك الاتصال بين المرسل والمستقبل و الذي يكون واحد من اثنين او الاثنين معا

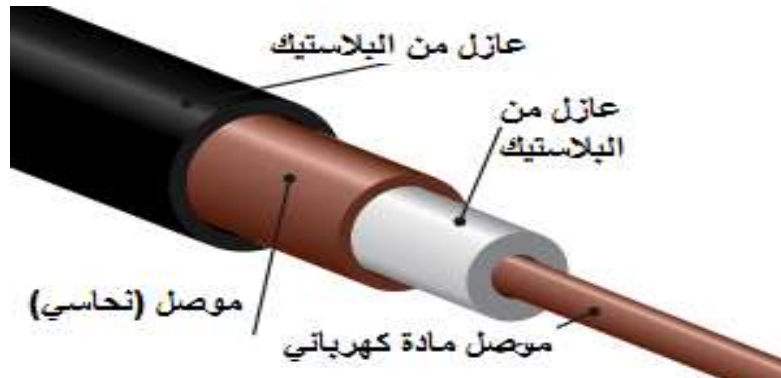
(أ) الاوساط السلكية

ونعني بها الوساط التي تستخدم الكوابل النحاسية او كوابل الالياف الضوئية و يكون طريقة نقل البيانات في حالة الكوابل النحاسية في شكل موجات او تيارات كهربائية بينما تكون في شكل موجات او اشارات ضوئية في حالة كوابل الالياف الضوئية:

الكوابل النحاسية :

هنالك عدة انواع للكوابل النحاسية ولكن تنتشر منها ثلاثة انواع رئيسية وهي المستخدمة في الشبكات المحلية وهي :

1. **الكابل متحد المركز (Coaxial Cable)**، سمي بهذا الاسم لانه يحتوي علي ناقلين ضمن نفس الكيبل موضوعتان داخل بعضهما ويفصل بينهما عازل . في مركز الكيبل نواة من النحاس ملفوفة بعازل من البلاستيك مهمتها نقل الاشارات الكهربائية . يمكن ان تكوم النواة من النحاس المصمت او علي شكل جديلة من الشعيرات النحاسية . تحيط بالنواة طيقة عازلة و يحيط بهذه الطيقة ناقل اخر علي شكل شبكة من الاسلاك النحاسية (او اي مادة موصلة اخري مالمقضدير مثلا) . يعمل الناقل الثاني (الاطاري) كقطب ارضي لسك النواة. اخيرا يجمع الكل ويلف بواسطة غمد عازل من البلاستيك المقوي او من (PVC) او التفلون (Teflon).



رسم توضيحي 8 : Coaxial Cable Structure





يمكن ان يكون العازل البلاستيكي الداخلي او الخارجي مصنوع من انواع مختلفة من المواد و علي مصمم الشبكة ان يختار النوع المناسب حسب الخرطة المدنية و بحسب رمز الابنية في المنطقة التي سيتم تنصيب الشبكة فيها وكذلك حسب مكان الكيبلات في المبني. فمثلا الكيبلات الممدودة داخل الفراغ الهوائي في البناء (Over sealing مثلا) يجب ان يكون العازل مصنوع من مادة لا تنتج عنها غازات سامة اذا احترقت . يكلف هذا النوع اكثر من تلك المصنوعة من (PVC) وقد تكون محتاجة الي تجهيزات خاصة مع المصمم الانشائي للمبني او تحت الطرقات في حالة الشبكات الواسعة. يوجد نوعان من كوابل (Coaxial Cable) يمكن استخدامها مع الشبكات المحلية و هما RG8 و يسمى Thick Ethernet و RG58 و يسمى Thin Ethernet. يتشابه النوعان من حيث البنية ويختلفان من حيث السماكة (Rg8=0.45inch و RG85=0.195). ايضا يختلف النوعان في نوعية الوصلات المستخدمة في طرفي الطيبيل (وصلة نوع N للكيبيل RG85 و نوع BNC للكيبيل). تستخدم كوابل متحدة المركز غالبا في توصيل الشبكات المحلية (LAN).

تسمى RG8 و (Thick Ethernet) و RG58 (Thin Ethernet) بالاسميين 10base2 و 10base5 و يدل الاختصاران علي السرعة وطول الكيبيل التي تعمل بها الشبكة في حالة استخدامها (بالميقا بايت والمتر). اقصي طول للحصول علي عرض الحزمة الاساسي (baseband) هو 500 و 200 متر لكل كيبيل بالترتيب.

تستخدم كوابل (Coaxial Cable) ايضا في شبكات الاتصالات التلفزيونية و في شبكات توصيلات الكاميرات و لكن قل استخدامها في شبكات الحاسوب (LANs) وذلك للمشاكل الناتجة عن انخفاض التسامح مع الاخطاء (Error tolerance) في الطبوغرافية الخطية وكذلك الحجم الكبير للكيبيل و قلة مرونته وصعوبة تركيبه في بعض الاحيان.

2. كيبيل مجدول الأزواج غير المشرشر (Unshielded twisted Pair (UTP)) ، يستخدم هذا النوع

في الطبوغرافية النجمية عادةً و هو الاكثر انتشارا في الشبكات المحلية (LAN) هذه الايام. يحتوي هذا النوع من الكوابل علي ثمانية نواقل منفصلة عن بعضها البعض و كل ناقل هو عبارة عن سلك نحاسي (او اي موصل اخر (المونيوم مثلا) معزول عن الاسلاك السبعة الاخرى بعازل بلاستيكي. وياخذ كل من الاسلاك لون معين للغلاف البلاستيكي العازل . يتم جدل كل سلكين لينتج اربعة ازواج من الاسلاك المجدولة. الغرض من جدل الاسلاك هو تقليل الضوضاء و التشويش بين الاشارات المارة في الكوابل الثمانية و هو ما يعرف ب cross talk و يمنع ايضا التشويش القادم من المصادر الخارجية. تجمع الازواج الاربعة في غلاف عزل بلاستيكي واحد، (راجع الشكل التوضيحي). تسمى نهاية



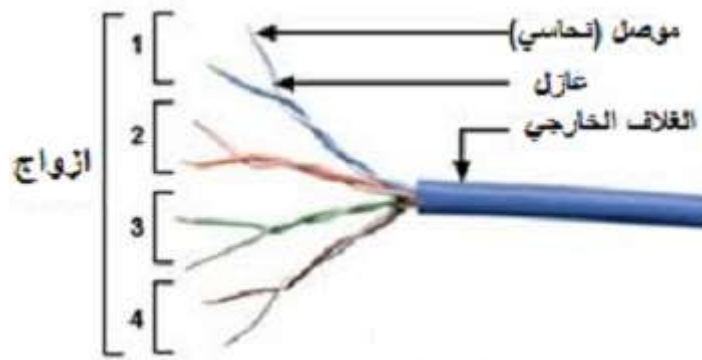


الوصلات المستخدمة في هذا النوع من الكوابل ب(RJ45) وهي نفس الوصلات المستخدمة في نهايات كوابل الهاتف العادي مع زيادة قليلة في الحجم حيث تسمى تلك التي تعمل مع الشبكات الهاتفية ب RJ11 ، باربعة تماسات فقط بينما توجد 8 تماسات نحاسية في النوع RJ45.



رسم توضيحي 9: RJ45 Connector

استخدمت كوابل (UTP) لعدة عقود في الانظمة الهاتفية و كذلك مع (LANs). في كثير من الشبكات القديمة تم استبدال كوابل (Coaxial Cable) بكوابل (UTP) و ذلك لسهولة تركيبها وسرعتها العالية و قابليتها للتطوير ومرونتها وقابليتها للثني.



رسم توضيحي 10 : كوابل نوع (UTP)

بحسب جمعية (EIA) و جمعية (TIA) تصنف كوابل (UTP) الي عدة فئات موضحة في الجدول ادناه. اهم التصنيفات المستخدمة بكثرة هي (CAT-3) و (CAT-5) و (CAT-6) والتي تستخدم مع بروتوكولات (Ethernet). تعطي الفئة (CAT-3) سرعة للشبكة حتي (10Mbps), ويطلق عليها 10baseT. في حالات الحاجة الي سرعات اعلي من ذلك يجب الانتقال الي فئات اعلي مثل 5 و 6.

عند اختيار نوعية الكابل يجب ان تكون جميع المكونات الاخرى متوافقة معه من حيث الصنف و السرعة وذلك لان قوة الشبكة وسرعتها هي سرعة وقوة اقل نقطة توصيل.





جدول 1 - فئات كوابل UTP

ملاحظات	الاستخدام	الفئة
لا يستخدم لنقل البيانات	الشبكات الهاتفية	الفئة 1 - (CAT1)
IBM Dumb Computer	الشبكات الهاتفية	الفئة 2 - (CAT2)
	الشبكات الهاتفية	الفئة 3 - (CAT3)
Ethernet 10Mbs	شبكات Ethernet	
Token ring 4mbs	شبكات Token Ring	
Ethernet 100Mb/s	شبكات Ethernet السريعة	
100VG	شبكات Any LAN	
16Mbs	شبكات Token Ring	الفئة 4 - (CAT4)
Ethernet 100Mbs	شبكات Ethernet السريعة	الفئة 5 - (CAT5)
	شبكات ATM, OC-3	
1000Mbs	شبكات Ethernet السريعة	الفئة 5e - (CAT5e)
1000Mbs	شبكات Ethernet السريعة جداً	الفئة 6 - (CAT6)

3. كابل مجدول الأزواج المشرشر (Shielded twisted Pair (STP))، تشبه كوابل UTP في البنية الكلية العامة ما عدا انها تحتوي علي زوجين من لاسلاك بجلا من اربعة. و لها طبقة عازلة حول كل زوج. العزل الاضافي يعطيها افضلية الاستخدام في المناطق كثيرة التشويش كهربيائي . ايضا حاصية ان الكوابل النحاسية مشرشرة تعكيها خاصية قلة التيارات الدوامية و المقاومة العالية للتشويش. تستخدم STP غالبا مع شبكات Token Ring. هنالك نوعين من كوابل STP هما 1A و 6A . استخدم كوابل 1A و 6A مع شبكات (Token Ring) . الان يتم استدام كوابل (UTP) بدلا من (STP) في اغلب الشبكات.

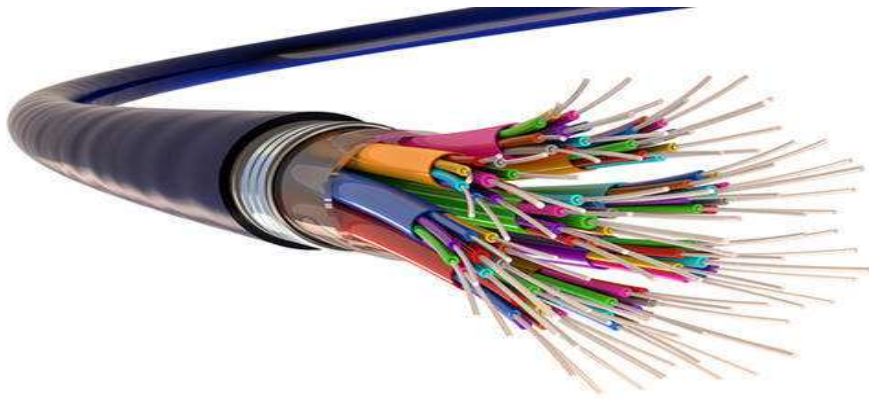
4. كيبيلات الليف الضوئي (Fiber Optic Cable) : تختلف كيبيلات الليف الضوئي (Fiber optic) كليا عن أنواع نواقل الشبكات الاخرى، فبدلا من أن تحمل الإشارات عبر نواقل نحاسية على شكل شحنات وتيارات كهربائية، تنقل كيبيلات الليف الضوئي نبضات ضوئية عبر ناقل زجاجي أو بلاستيكي





(Fiber glass). كيبيلات الليف الضوئي مقاومة تماماً للتشويش الكهرومغناطيسي الذي يؤثر بسهولة على الكيبيلات النحاسية وتنتقل البيانات بسرعة الضوء.

في الكيبيلات النحاسية ، تضعف الإشارة مع سيرها عبر الكيبل (نتيجة للتشويش ومقاومة الكيبل (المعدن) الداخلية) وكلما كان الكيبل أطول، كلما ضعفت الإشارة أكثر إلى أن تصبح فيها غير مقروءة بعد 100 إلى 500 متر (بحسب نوع الكيبل). بينما يمكن أن تمتد كيبيلات الليف الضوئي بالمقابل حتى 120 كيلو مترا دون أنخفاض ملحوظ في الإشارة ، مما يجعل هذه الكيبيلات الناقل المحبذ في الحالات التي يلزم فيها ربط أنظمة بعيدة عن بعضها. كيبيلات الليف الضوئي أكثر أماناً بطبيعتها من النحاس لأنه من غير الممكن تفريغ الكيبل دون تأثير على الاتصال الطبيعي بين الأنظمة التي يصل بينها.



شكل توضيحي 11 : كيبيل الاليف الضوئية

يتألف كيبيل الليف الضوئي، كما يظهر في الشكل اعلاه، من نواة من الزجاج أو البلاستيك الصافي وهي التي تنقل النبضات الضوئية ، محاطة بطبقة عاكسة. حول الطبقة العاكسة توجد طبقة بلاستيكية فاصلة ، طبقة حماية مصنوعة من ألياف الكيفلر (Kevlar) (خليطة من الألمونيوم و الكربون) الداعمة وغمد خارجي.

يوجد نوعين رئيسيين من كيبيلات الليف الضوئي، يسميان أحادي النمط (single mode) ومتعدد النمط (multi-mode). الفرق بين هذين النوعين هو سماكة النواة والطبقة العاكسة وفي بعض الاحيان عد الشعيرات داخل الكيبل. ايضا المسافة و التكوين الداخلي للنواة. الأبعاد هي المواصفات الرئيسية التي تميز كل نوع من الاخر. قطر النواة في النوع أحادي هو 8.3 ميكرون وسماكة النواة مع الطبقة العاكسة هي 125 ميكرون ولهذا فقد اصطلح على تسمية هذا النوع كيبيل ليف بصري أحادي النمط 8.3/125. أبعاد الليف الضوئي متعدد الأنماط هي 62.5/125.





يستخدم كيبيل الليف الضوئي **وحيد النمط** (single mode) شعاع ليزر أحادي طول الموجة كمصدر للضوء وبالنتيجة فإنه يحمل الإشارات إلى مسافات طويلة جدا. لهذا السبب فإن كيبيل الليف الضوئي وحيد النمط مستخدم بكثرة في الحالات التي تمتد فيها الكيبيلات لمسافات طويلة في العراء، مثل شبكات الهاتف والتلفاز . لا يناسب هذا النوع من الكيبيلات الشبكات المحلية كثيرا لأنه أعلى ثمنا من النوع متعدد الأطوار وقطر إنحنائه أكبر ، مما يعني انه لا يمكن تثبيته عند الزوايا. يستخدم النوع **متعدد الأطوار** بالمقابل ثنائي قاذف للضوء (LED) (light emitting diode) كمصدر للضوء بدلا من الليزر ويحمل عدة أطوال موجات . لا يمكن مد هذا النوع من الكيبيلات لمسافات طويلة جدا مثل احادي النمط، لكن إنحنائه عند الزوايا أفضل وسعره أرخص.

يختلف توصيل كيبيلات الليف الضوئي كثيرا من أي نوع من الكيبيلات النحاسية . حتى أن الأدوات و الأجهزة اللازمة للاختبار مختلفة وكذلك الأسلوب العام للتوصيل. بشكل عام، إن كيبيلات الليف الضوئي أعلى بكثير من الكيبيلات الثنائية المجدولة أو الكيبيلات المحورية من كل النواحي ولو أن أسعارها قد إنخفضت في السنوات الأخيرة .

يجدر الإشارة الي ان اختيار الكيبيل يحتم اختيار اجهزة اخري مصاحبة وكذلك انواع مختلفة من التجهيزات و الوصلات.

بمزيد من المعرفة راجع:

1. خطوط النقل
2. الدوائر الكهربائية
3. التيارات الدوامية
4. مقرر الالياف الضوئية

الايوساط اللاسلكية:

للتكملة راجع المحاضرة (3)

