بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة كرري

كلية الهندسة

قسم الهندسة الكهربائية والنظم الالكترونية

المستوي الخامس – الفصل الدراسي الثاني

اسم المقرر:

شبكات الاتصالات

رمز المقرر: حسب 5210

اعداد : د. عبد الدائم محمد صالح

2021

المحاضرة رقم (21)

المواضيع الاساسية:

1. طبواغرافيات الشبكة
2. وسائط ربط الشبكات

(أ) الاوساط السلكية

1. طبواغرافيات 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 فعلياً 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، مثلا:

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 حلقية 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 ، كهرومغنطيسي) 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)

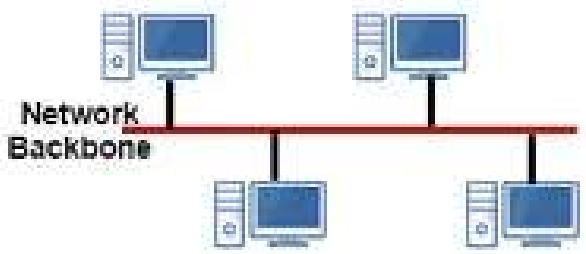
هي أبسط طبوغرافية للشبكات وهي وصلة دائمة بين نهايتي عقدتين. طبوغرافية عقدة لعقدة الموجهة (Switched point-to-point topologies)هي الشكل الأساسي للإرسال المستخدم في الانظمة الهاتفية والارسال الهاتفي العادي. وبما ان هذه الطوبوغرافية موجهة (Switched) يعني أنها تستخدم تقنية تبادل الدوائر أو الحزم الموجهة. دائرة عقدة لعقدة ممكن أن تنصب 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 كيبل في الشبكة الخطية لمنع الإشارة من الارتداد في الكابل وتسمي (Terminator).

عندما تصدر الإشارة من إحدى الحواسيب او اجهزة الارسال 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 كيبل 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 وممكن 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 الطبوغرافية تكون كل الآلات موصولة إلى نقطة مركزية (hub). مثلا وعلى عكس الطبوغرافية 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: الطبوغرافية النجمية (Star Topology)

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

1) النجمية الموسعة:(Extended star)

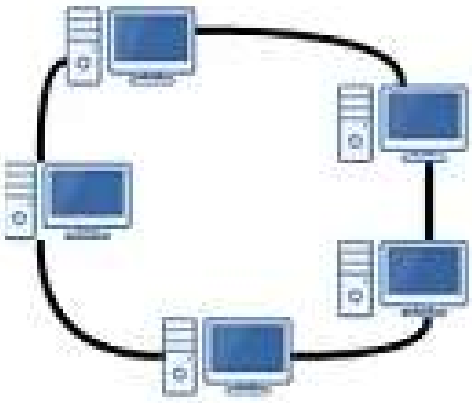
هو شكل من طبوغرافية الشبكات يكون فيه مكرر أو أكثر بين المحور المركزي والعقد أو الطرفيات الأخرى حيث يستخدم المكرر لزيادة مسافة الإرسال بين المحور المركزي والعقدة.

2) النجمية الموزعة:(Distributed star)

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

4. الحلقية:(Ring)

في الشبكات التي تستخدم هذه الطبوغرافية 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 برتوكول 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.

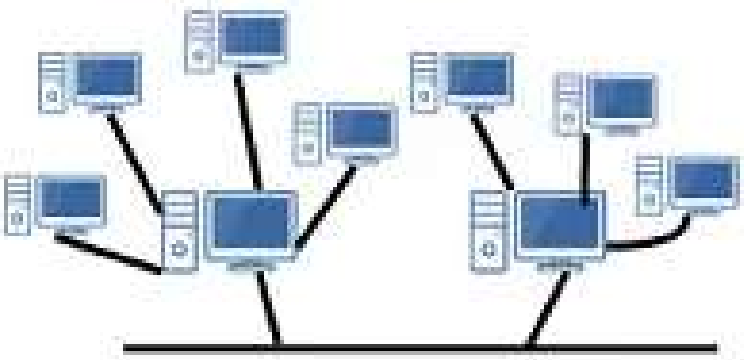


رسم توضيحي 4 طبواغرافية الحلقة

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 التفريع.(Branching factor) .



رسم توضيحي 5 : الطبوغرافية الشجرية(Tree)

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

6. الهجينة:(Hybrid)

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

7. الطبوغرافية العشية (Mesh Topology):

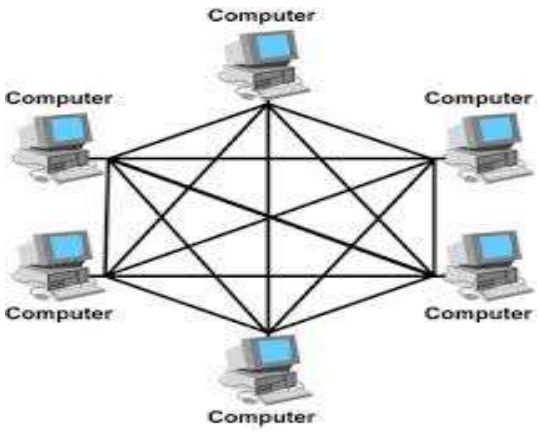
في الطبوعرافية العشية لا توجد نقطة اتصال مركزية، بدلاً من ذلك ، يتم توصيل كل عقدة بعقدة أخرى على الأقل وعادةً بأكثر من عقدة. كل عقدة قادرة على إرسال الرسائل واستقبال الرسائل من العقد الأخرى. تعمل العقد كمرحلات(Relays) او مكررات (Repeaters) لنقل الرسالة نحو وجهتها النهائية. هناك نوعان من طوبغرافية العشية:

1) **طوبغرافية شبكة كاملة (Full Mesh)** ، باستخدام طوبغرافية 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 الطبوغرافية العشية اكثر استخداما بسبب كفاءتها. يمكن معرفة عذا النوع بحساب عدد الوصلات الخارجة من نقطة و احدة في اتجاه بقية العقد، ويكون حسب المعادلة الاتية:

$$L = N - 1$$

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

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



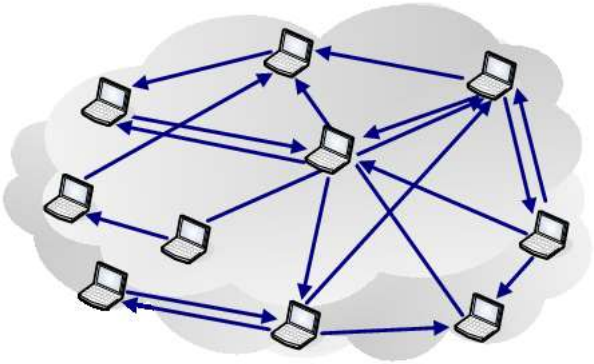
رسم توضيحي 6: الطبوغرافية الخطية الكاملة (Full Mesh

تستخدم هذا الطبوغرافية 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 يطيق في شبكات المحلية او الواسعة.

2) الطوبغرافية العشية الجزئية (Half Mesh)

تستخدم هذه الطريقة نفس الخصاص مع اختلاف في عدد الوصلات بمعني ان عدد الوصلات الخارجة من نقطة واحدة ليس بالضرورة ان تكون مساوية لعدد الكلي لنقاط اي

$$L < N - 1$$



رسم توضيحي 7: الطبوغرافية الخطية الجزئية (Half Mesh)

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

2. <u>وسائط ربط الشبكات</u>

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

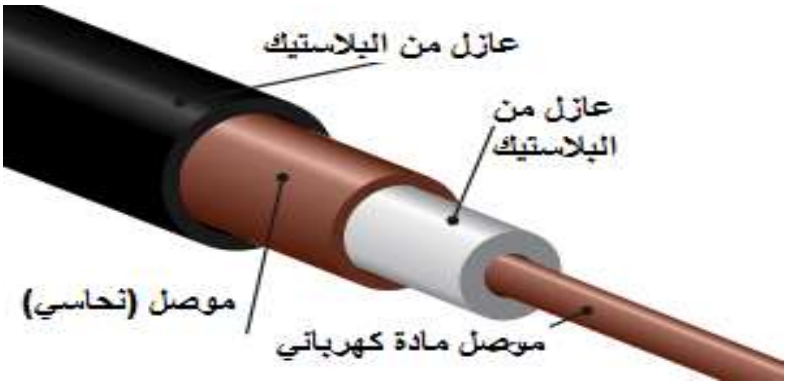
(أ) الاوساط السلكية

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 الاياف الضوئية:

الكوايل النحاسية :

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

1. **الكيبل 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 الاشارت الكهربية . يمكن ان تكوم النوتة 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 مالقضدير مثلا) . يعمل الناقل الثاني (الاطاري) كقطب ارضي لسك النواة. اخيرا يجمع الكل ويلف بواسطة غمد عازل من البلاستيك المقوي او من (PVC) او التفلوون (Telflon).



رسم توضيحي Coaxial Cable Structure8 :

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 بحسوب رمز الابنية في المنطقة التي سيتم تنصيب الشبكة فيها وكذلك حسب مكان الكيبلات في المبني. فمثلا الكيبلات الممدودة داخل الفراغ الهوائي في البناء (Over sealingمثلا) 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 محتاحة الي تجهيزات خاصة مع المصمم الانشائي للمبني او تحت الطرقات في حالة الشبكات الواسعة.

يوجد نوعان من كوابل (Coaxial Cable) يمكن استخدامهما مع الشبكات المحلية و هما RG8و يسمي Thick Ethernetو RG58 ويسمي 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 الطيبل (وصلة نوع N للكيبلRG85 و نوعBNC للكيبل). تستخدم كوابل متحدة المركز عالبا في توصيل الشبكات المحلية (LAN).

تسمي RG8و (Thick Ethernet) و RG58 (Thin Ethernet) بالاسميين 10base2 و10base5 و يدل الاختصاران علي السرعة وطول الكيبل التي تعمل بها الشبكة في حالة استخدامهما (بالمبيقابايت والمتر). اقصي طول للحصول علي عرض الحزمة الاساسي (baseband) هو 500 و 200 متر لكل كيبل بالترتيب.

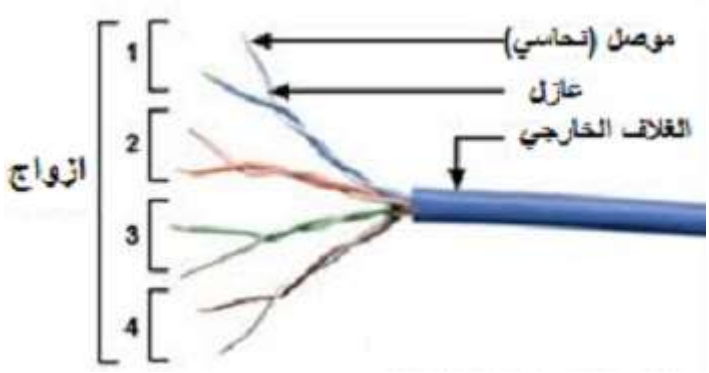
تستخدم كوابل (Coaxial Cable) ايضا في شبكات الاتصالات التلفزيونية و في شبكات توصيلات الكاميرات و لكن قل استخدامها في شبكات الحاسوب (LANs) وذلك للمشاكل الناتجة عن انخفاض التسامح مع الاخطاء (Error tolerance) في الطبوغرافية الخطية وكذلك الحجم الكبير للكيبل و قلة مرونته وصعوبة تركيبه في بعض الاحيان.

2. **كيبل مجدول الازواج 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 الاخري بعازل بلاستيكي. وياخد 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 الكوايل الثمانية و هو مايعرف بcross talk ويمنع ايضا التشويش القادم من المصادر الخارجية. تجمع الازواج الاربعة في غلاف عزل بلاستيكي واحد، (راجع الشكل التوضيحي). تسمي 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 تسمي 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 كوايل (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 : كوايل 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 بروتكولات (Ethernet). تعطي الفئة (CAT-3) سرعة للشبكة حتي (10Mbps), ويطلق عليها 10baseT. في حالات الحوجة الي سرعات اعلي من ذلك يجب الانتقال الي فئات اعلي مثل 5 و 6.

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

جدول 1 - فئات كوابل UTP

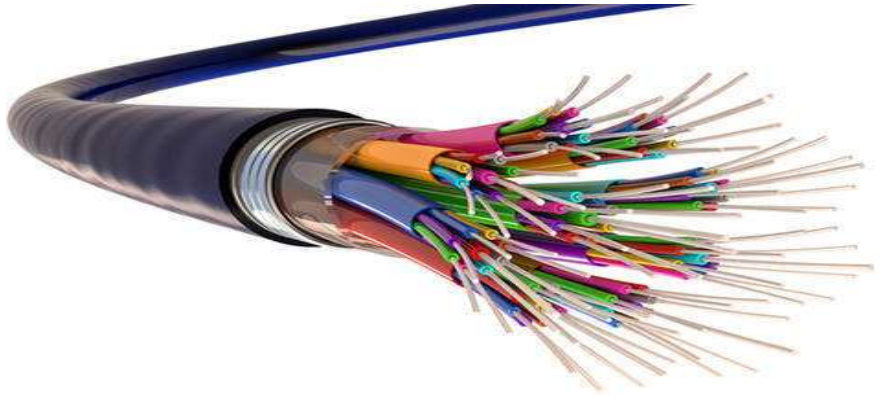
الفئة	الاستخدام	ملاجظات
الفئة 1 –(CAT1)	الشبكات الهاتفية	لا يستخدم لنقل البيانات
الفئة 2 –(CAT2)	الشبكات الهاتفية	IBM Dumb Computer
الفئة 3 –(CAT3)	الشبكات الهاتفية	
	شبكات Ethernet	Ethernet 10Mbs
	شبكات Token Ring	Token ring 4mbs
	شبكات Ethernet السريعة	Ethernet 100Mb/s
	شبكات Any LAN	100VG
الفئة 4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

3. **كيبل مجدول الازواج المشرشر((Shielded twisted Pair(STP)**، تشبه كوابل UTP في البنية الكلية العامة ماعدا انها تحتوي علي زوجين من لاسلاك بجلا من اربعة. و لخا طيقة عازلة حول كل زوج. العزل الاضافي يعطيها افضلية الاستخدام في المناطق كثيرة التشويش لكهربائي . 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. **كيبلات الليف الضوئي (Fiber Optic Cable)** : تختلف كيبلات الليف الضوئي (Fiber optic) كلياً عن أنواع نواقل الشبكات الاخري، فبدلا من أن تحمل الإشارات عبر نواقل نحاسية على شكل شحنات وتيارات كهربائية ، تنقل كيبلات الليف الضوئي نبضات ضوئية عبر ناقل زجاجي أو بلاستيكي

(Fiber glass). كيبلات الليف الضوئي مقاومة تماماً للتشويش الكهرومغناطيسي الذي يؤثر بسهولة على الكيبلات النحاسية وتنقل البيانات بسرعة الضوء.

في الكيبلات 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 تمدد كيبلات الليف الضوئي بالمقابل حتى 120 كيلو مترا دون أنخفاض ملحوظ في الإشارة ، مما يجعل هذه الكيبلات الناقل المحبذ في الحالات التي يلزم فيها ربط أنظمة بعيدة عن بعضها. كيبلات الليف الضوئي أكثر أمان يطبيعتها من النحاس لأنه من غير الممكن تفريغ الكيبل دون تأثر على الاتصال الطبيعي بين الأنظمة التي يصل بينها.



شكل توضيحي 11 : كيبل الالياف الضوئية

يتألف كيبل 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 كيبلات 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 تميزكل 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 كيبل ليف بصري أحادي النمط 8.3/125. أبعاد الليف الضوئي متعدد الأنماط هي 62.5/125.

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

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

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

بمذيد من المعرفة راجع:

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

الاوساط اللاسلكية:

للتكملة راجع المحاضرة (3)