الطبقة الأولى
الطبقة الفيزيائية

د.م. أحمد كـــردي

Outline

- مقدمة.
- مفهوم النطاق الترددي.
- الكبلات.
- الأوساط اللاسلكية.
- تجهيزات الطبقة الفيزيائية.

أولاً: مقدمة

تعــرّف الطبقة الفيزيائية بأنها المواصفات الوظيفية والإجرائية والميكانيكية والكهربائية لتفعيل عمــل الوصــلة الفيزيائية بين أطراف الاتصال واستمرارها وتعطيلها

ثانياً : مفهوم النطاق الترددي

النطاق الترددي هو مقدار البيانات الممكن إرسالها خلال فترة زمنية محددة. فعند إرسال البيانات عبر شبكة الحاسوب، تنقسم إلى مجموعات صغيرة يطلق عليها الحزم، وتحتوي كل حزمة على رؤوس.

ويقاس النطاق الترددي بالبت في الثانية، وعادة ما يرمز إليه بإحدى وحدات القياس التالية:

- بت في الثانية (bps).
- كيلو بت في الثانية (Kbps).
- ميغا بت في الثانية (Mbps).

يمكن أن تتدفق البيانات التي يتم نقلها عبر الإنترنت باستخدام واحد من ثلاث طرق هي: الإرسال البسيط (Simplex) ونصف المزدوج (Half-duplex) وكامل الازدواجية (Full-duplex).

ثانياً : مفهوم النطاق الترددي

1- الإرسال البسيط (Simplex):

هو نقل مفرد للبيانات في اتجاه واحد دائماً، ومن أمثلته الإشارة المرسلة من محطة بث تلفزيوني إلى التلفاز المنزلي.

2- الإرسال نصف المزدوج (Half-duplex):

عند تدفق البيانات في اتجاه واحد في المرة الواحدة، فإن هذا يعرف بالنقل نصف المزدوج. وبواسطته، تتيح قنوات الاتصال تبديل النقل في اتجاهين، ولكن لا يمكن النقل في كلا الاتجاهين بالوقت نفسه.

مثال: جهاز اللاسلكي عند الشرطة.

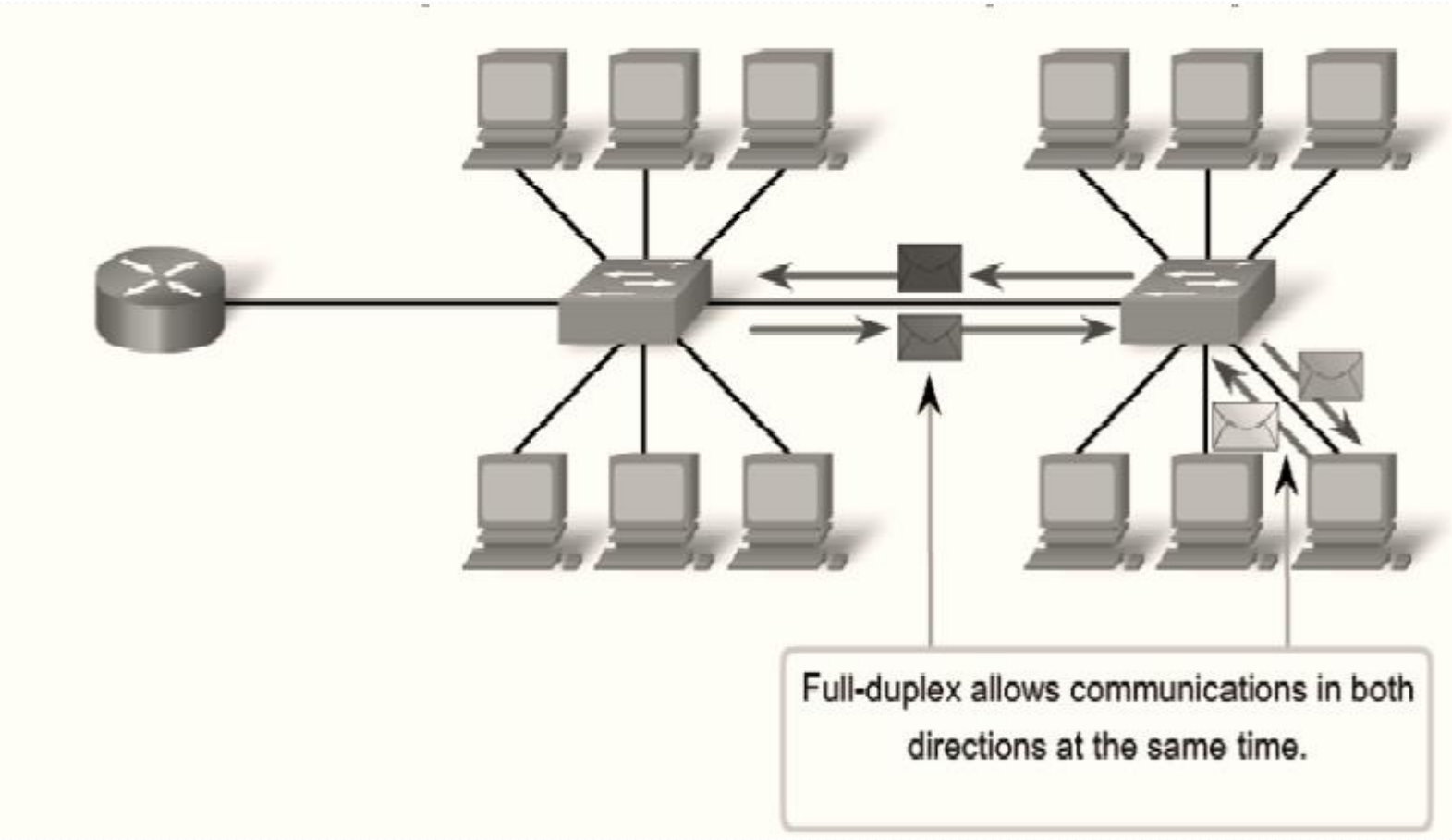
ثانياً : مفهوم النطاق الترددي

3- الإرسال كامل الازدواجية (Full-duplex):

عند تدفق البيانات في كلا الاتجاهين في الوقت نفسه، فهذا يعرف بالنقل كامل الإزدواجية كما يوضح ذلك الشكل (1.3). وعلى الرغم من تدفق البيانات في كلا الاتجاهين، فإن النطاق الترددي يقاس في اتجاه واحد فقط، حيث أن النطاق الترددي لكبل شبكة سرعته 100 ميغا بت في الثانية يكون في النقل بهذه الطريقة 100 ميغا بت في الثانية أيضاً.

تعد المحادثات الهاتفية مثالاً على هذا النوع من الإرسال، إذ يمكن لكلا الشخصين التحدث وسماع بعضهما بعضاً في الوقت نفسه.

ثانياً : مفهوم النطاق الترددي



ثالثاً: الكابلات

هناك ثلاثة أنواع رئيسة من الكبلات هي:

1- الكبلات المحورية (Coaxial Cables).

2- الأسلاك ذات الأزواج المجدولة (Twisted Pair Wires).

3- كبلات الألياف البصرية (Fiber Optic Cables).

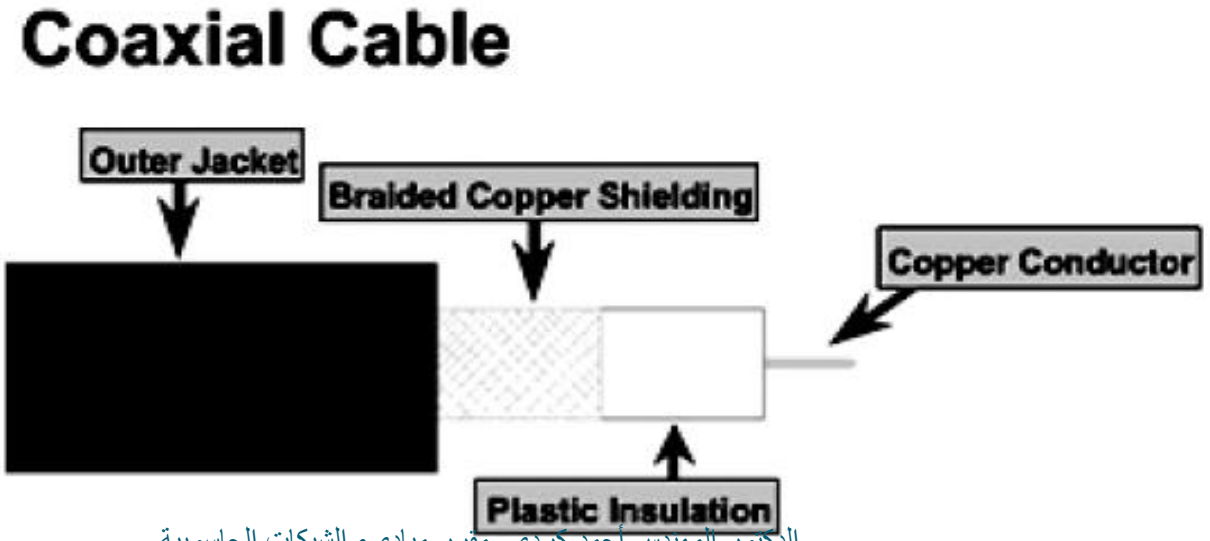
ثالثاً: الكابلات

1- الكبلات المحورية (Coaxial Cables):

1- محور من النحاس الصلب (Copper Conductor) محاط بمادة بلاستيكية عازلة (Plastic Insulation).

2- ضفائر معدنية للحماية (Braided Copper Shielding).

3- غطاء خارجي (Outer Jacket) مصنوع من المطاط أو البلاستيك أو التيفلون، انظر الشكل (4.3).



ثالثاً: الكابلات

1- الكبلات المحورية (Coaxial Cables):

تقوم الضفائر (الشبكة المعدنية) المبينة بالشكل (5.3) بحماية المحور من تأثير التداخل الكهرومغناطيسي والإشارات التي تتسرب من الأسلاك المجاورة أو ما يسمى التداخل المتصالب (Crosstalk)، إضافة لذلك تستخدم بعض الأسلاك المحورية طبقة أو طبقتين من القصدير كحماية إضافية.

ثالثاً: الكابلات

1- الكبلات المحورية (Coaxial Cables):

هناك نوعان من الكبلات المحورية هما:

1- الكبل المحوري الرقيق (Thin).

2- الكبل المحوري الثخين (Thick).

السلك الرقيق: 185 متر.
السلك الثخين: 500 متر.

(أ): كبل محوري رقيق.

(ب): كبل محوري ثخين.

ثالثاً: الكابلات

1- الكبلات المحورية (Coaxial Cables):

تستخدم الأسلاك المحورية مشابكاً أو وصلات خاصة لوصل الأسلاك معاً وشبك الأجهزة معها، وتسمى هذه المشابك بـ BNC (British Naval Connectors). تتضمن

مشبك كبل

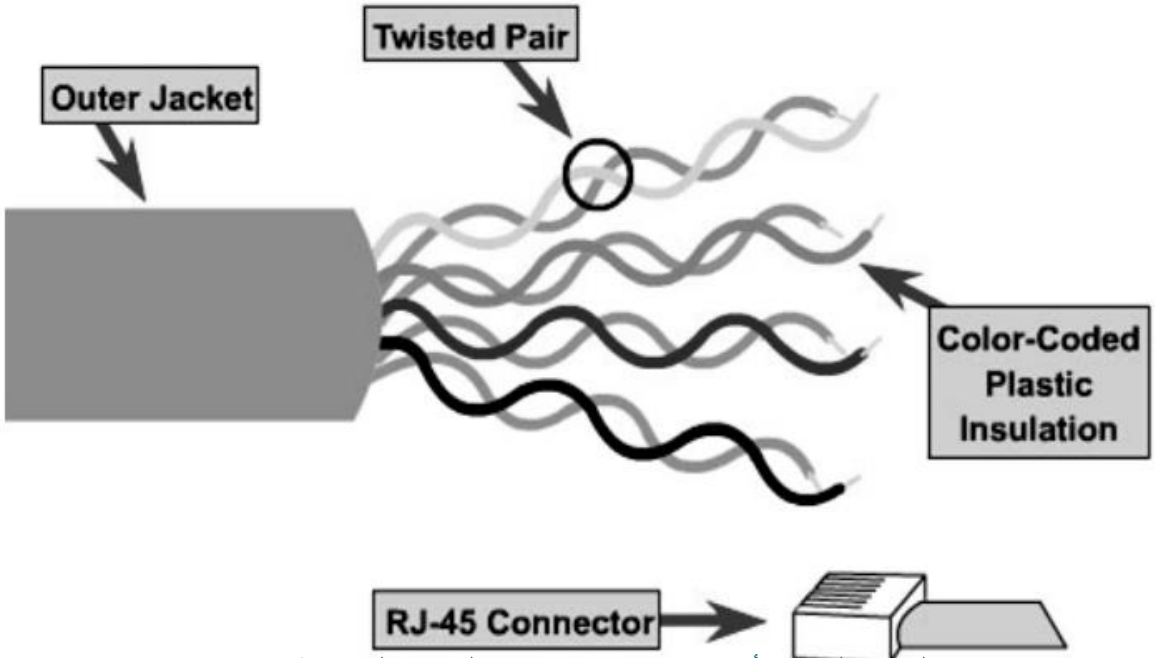
مشبك T

ثالثاً: الكابلات

2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

تنقسم الأسلاك ذات الأزواج المجدولة إلى نوعين هما:

1- الأسلاك المجدولة غير المحمية (Unshielded-twisted Pair: UTP): تتكون من أسلاك ملتوية داخل غطاء بلاستيكي بسيط. يستخدم هذا النوع في شبكات 10BaseT، انظر الشكل (8.3).



ثالثاً: الكابلات

2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

الفئة	التردد	الاستخدامات
1	أقل من 1 ميغا هرتز	شبكات الهاتف الصوتية فقط، أنظمة الإنذار؛ ليس لإرسال البيانات.
2	ما يصل إلى 1 ميغا هرتز	شبكات الهاتف الصوتية، حاسوب IBM والصغير والمحطات الطرفية للحاسوب الإيواني، LocalTalk، ARCnet.
3	ما يصل إلى 16 ميغا هرتز	شبكات الهاتف الصوتية، Token Ring سرعة 4 ميغا بت بالثانية 10Base-T الإنترنت، 100Base-T4 الإيثرنت السريع، و 100VG-Any LAN.
4	ما يصل إلى 20 ميغا هرتز	شبكات Token Ring سرعة 16 ميغا بت بالثانية.
5	ما يصل إلى 100 ميغا هرتز	100Base-TX الإيثرنت السريع، الشبكة البصرية المتزامنة (SONET)، وصيغة الإرسال غير المتزامن (ATM) للحاملة البصرية (OC3).
5e	ما يصل إلى 100 ميغا هرتز	الشبكات 1000Base-T (الإيثرنت الغيغا بت).
6	ما يصل إلى 250 ميغا هرتز	الشبكات 1000Base-T (الإيثرنت الغيغا بت).

ثالثاً: الكابلات

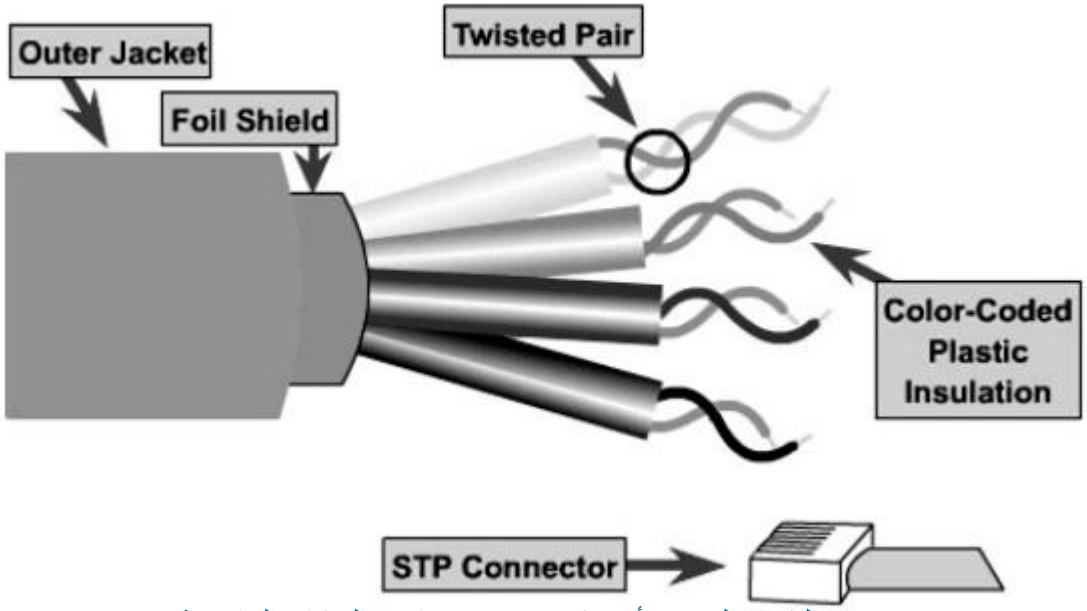
2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

الفئة	التردد	الاستخدامات
1	أقل من 1 ميغا هرتز	شبكات الهاتف الصوتية فقط، أنظمة الإنذار؛ ليس لإرسال البيانات.
2	ما يصل إلى 1 ميغا هرتز	شبكات الهاتف الصوتية، حاسوب IBM والصغير والمحطات الطرفية للحاسوب الإيواني، LocalTalk، ARCnet.
3	ما يصل إلى 16 ميغا هرتز	شبكات الهاتف الصوتية، Token Ring سرعة 4 ميغا بت بالثانية 10Base-T الإنترنت، 100Base-T4 الإيثرنت السريع، و 100VG-Any LAN.
4	ما يصل إلى 20 ميغا هرتز	شبكات Token Ring سرعة 16 ميغا بت بالثانية.
5	ما يصل إلى 100 ميغا هرتز	100Base-TX الإيثرنت السريع، الشبكة البصرية المتزامنة (SONET)، وصيغة الإرسال غير المتزامن (ATM) للحاملة البصرية (OC3).
5e	ما يصل إلى 100 ميغا هرتز	الشبكات 1000Base-T (الإيثرنت الغيغا بت).
6	ما يصل إلى 250 ميغا هرتز	الشبكات 1000Base-T (الإيثرنت الغيغا بت).

ثالثاً: الكابلات

2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

2- الأسلاك المجدولة المحمية (Shielded-Twisted Pair: STP): تعتبر UTP عرضة للتداخل الكهرومغناطيسي وتداخل الإشارات المجاورة. من هنا ظهرت الحاجة لابتكار الأسلاك ذات الأزواج المجدولة المحمية، والتي يكون فيها كل زوج من الأسلاك ذات الأزواج المجدولة محمياً بطبقة من القصدير ثم بغلاف بلاستيكي خارجي كما في الشكل (9.3).



ثالثاً: الكابلات

2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

تتفوق STP على UTP في أمرين هما:

1- أقل عرضة للتداخل الكهرومغناطيسي.

2- تستطيع دعم الإرسال لمسافات أبعد، وفي بعض الظروف توفر STP سرعات بثّ أكبر.

وبالرغم من هذا التفوق، إلا أن UTP أكثر انتشاراً واستخداماً نظراً لرخصها ولسهولة استخدامها مقارنة مع STP.

ثالثاً: الكابلات

2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

تتكون أجهزة الاتصال في الشبكة المحلية بما فيها بطاقة شبكة الحاسوب الشخصي من مخارج لربطها مع بعضها، وهي تتكون من 8 أطراف (Pins): اثنان منهما للإرسال واثنان آخران للاستقبال، حيث نرمز لها كالتالي:

TX: للإرسال (Transport).

RX: للاستقبال (Receive).

أما الأطراف الأربعة الأخرى فهي غير مستخدمة إلاّ مع الشبكات عالية السرعة.

EIA / TIA 568A

1 –	White Green
2 –	Green
3 –	White Orange
4 –	Blue
5 –	White Blue
6 –	Orange
7 –	White Brown
8 –	Brown

EIA / TIA 568B

1 –	White Orange
2 –	Orange
3 –	White Green
4 –	Blue
5 –	White Blue
6 –	Green
7 –	White Brown
8 –	Brown

ثالثاً: الكابلات

2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

1- الوصلة المستقيمة (Straight-through Connector):

سميت بهذا الاسم لشكلها المستقيم، وتستعمل للربط بين:

- حاسوب مع مبدل (PC to Switch).
- حاسوب مع موزع (PC to Hub).
- موجه مع مبدل (Router to Switch).
- موجه مع موزع (Router to Hub).

ثالثاً: الكابلات

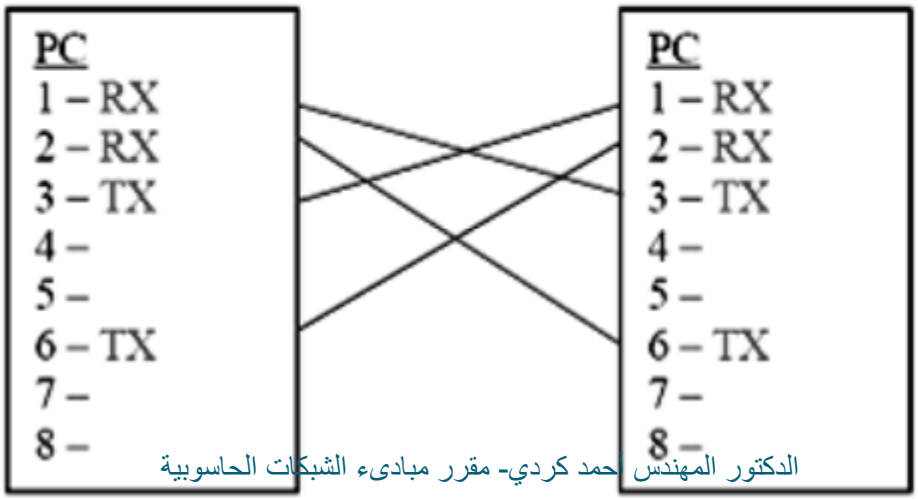
2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

2- الوصلة المتقاطعة (Cross-over Connector):

سميت بهذا الاسم لشكلها المتقاطع، وتستخدم للربط بين جهازين متشابهين كالربط بين:

- حاسوب مع حاسوب (PC to PC).
- موزع مع موزع (Hub to Hub).
- مبدل مع مبدل (Switch to Switch).

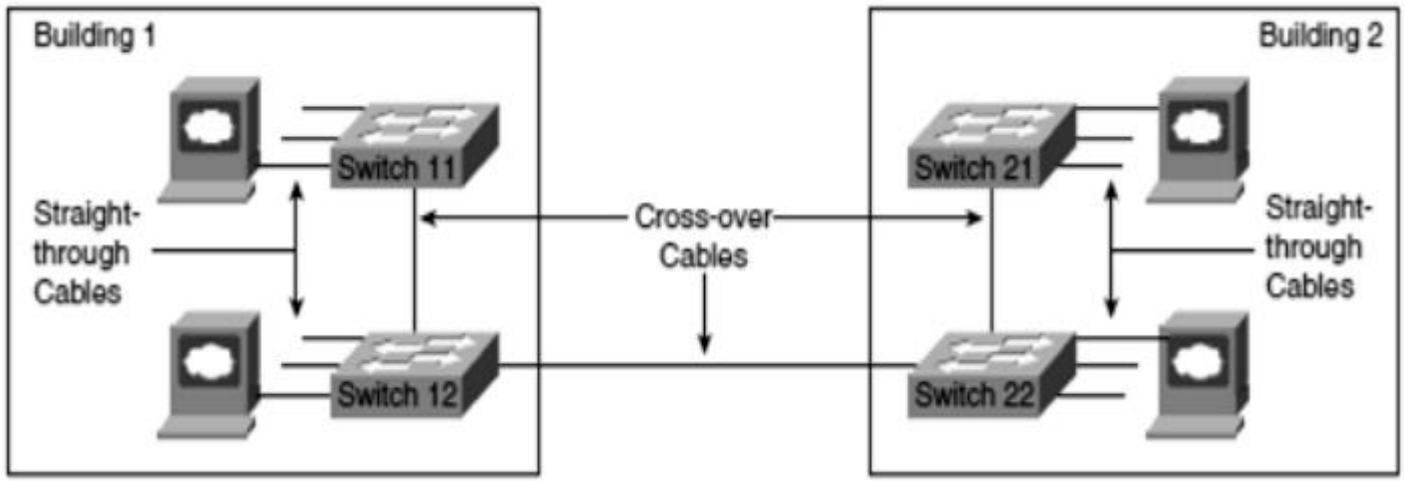
يبين الشكل (13.3) طريقة الحصول على الوصلة المتقاطعة.



ثالثاً: الكابلات

2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

مثال:



ثالثاً: الكابلات

2- الأسلاك المزدوجة المجدولة (Twisted Pair Wires):

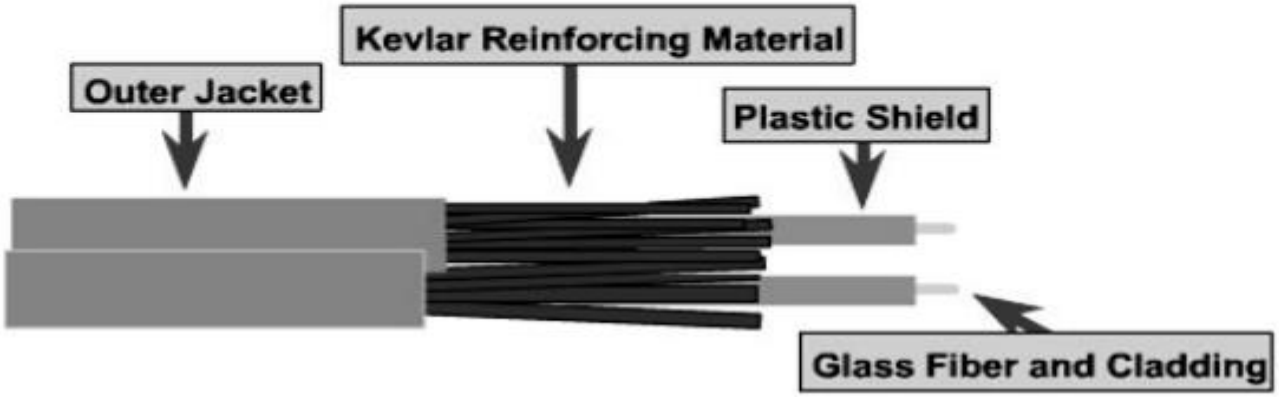
3- الوصلة المعكوسة (Roll-over Connector):

تستخدم هذه الطريقة حصراً للربط بين PC مع المبدّل أو الموجه، وذلك لضبط إعداداتهما عن طريق منفذ Console[8]، إذ نستعمل كبلاً خاصاً طرفه الأول (COM) والطرف الآخر UTP

ثالثاً: الكابلات

3- كبلات الألياف البصرية (Fiber Optic Cables):

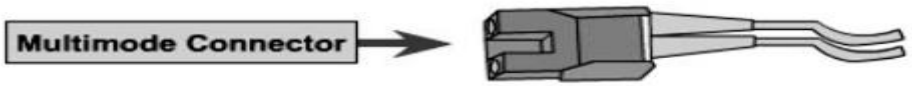
تتكون كبلات الألياف البصرية من أسطوانة رقيقة جداً من الزجاج أو البلاستيك بثخانة الشعرة تسمى النواة (Core)، وتُكسى هذه النواة بطبقة بلاستيكية للحماية، ومن ثم تغطى بمادة مقوّاة (Kevlar Reinforcing Material)، والتي بدورها تكون محمية بغطاء خارجي (Outer Jacket)، كما في الشكل (17.3).



ثالثاً: الكابلات

3- كبلات الألياف البصرية (Fiber Optic Cables):

بما أن كل نواة لا تستطيع نقل الضوء أو الإشارة إلا في اتجاه واحد فقط، فإنه لا بد من استخدام كبلين من الألياف البصرية أحدهما للإرسال (TX) والآخر للاستقبال (RX)، كما في الشكل (18.3).



ثالثاً: الكابلات

3- كبلات الألياف البصرية (Fiber Optic Cables):

توفر أسلاك الألياف البصرية المزايا التالية:

1- منيعة ضد التداخل الكهرومغناطيسي والتداخل من الأسلاك المجاورة.

2- معدلات التخميد منخفضة جداً.

3- سرعة إرسال بيانات مرتفعة جداً بدأت بـــ 100 ميغا بت في الثانية، وقد وصلت حاليـــاً إلى 200000 ميغا بت في الثانية.

4- في الألياف البصرية، يتم تحويل البيانات الرقمية إلى نبضات من الضوء، وبما أنه لا يمر بهذه الألياف أي إشارات كهربائية فإن مستوى الأمن الذي تقدمه ضد التنصت يكون مرتفعاً.

أما العيب الرئيس لهذه الأسلاك فهو نابع من طبيعتها، فتركيب هذه الأسلاك وصيانتها أمر غاية في الصعوبة، فأي كسر أو انحناء سيؤدي إلى عطبها.

ثالثاً: الكابلات

3- كبلات الألياف البصرية (Fiber Optic Cables):

عند استخدام الليف البصري كوسيلة نقل، لا بد من استخدام المرسلات والمستقبلات المناسبة:

1) المرسلات (Transmitters)، وهي:
   - ديود باعث للضوء (Light Emitting Diode: LED).
   - ديود الحقن الليزري (Injection Laser Diode: ILD).
2) المستقبلات (Receivers)، وهي:
   - ديود ضوئي من نوع PIN.
   - ديود ضوئي من نوع APD.

أما مشابك الليف البصري فهي:

- مشبك معدني (ST Connector)، وهذا خاص بالألياف ذات النمط المتعدد.
- مشبك بلاستيكي (SC Connector)، من أجل النمط الوحيد.

ثالثاً: الكابلات

3- كبلات الألياف البصرية (Fiber Optic Cables):

Fiber Media Connectors

ST Connector

Straight Tip (ST) connector is widely used with multimode fiber

SC Connector

Subscriber Connector (SC) is widely used with single-mode fiber

Single-Mode (LC)

Single-Mode Lucent Connector (LC)

Multimode (LC)

Multimode LC Connector

المعيار	سرعة النقل	المسافة
10 Base FL	10Mbps	2Km
10 Base FB	10Mbps	2Km
10 Base FX	100-1000Mbps	2.5Km

ثالثاً: الأوساط اللاسلكية

يمكن تشبيه الشبكات اللاسلكية بشبكات الهاتف المحمول، فالمستخدم يستطيع التنقل إلى أي مكان يحلو له ويبقى مع ذلك متصلاً بشبكته ما دام يقع في المدى الذي تغطيه الشبكة. ومحطة العمل اللاسلكية تبدو وكأنها تعمل بشكل مشابه للمحطات السلكية، والاختلاف الوحيد يتمثل في وسط الإرسال المستخدم.

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

1- المودم (Modem):

هذا الاسم مأخوذ من كلمتين هما التعديل (Modulation) وفك التعديل (Demodulation). فالحواسيب بمفردها لا تستطيع أن تتبادل البيانات عبر خطوط الهاتف، وإنما تتعامل مع البيانات كنبضات الكترونية رقمية، بينما خطوط الهاتف لا تحمل سوى النبضات التماثلية.

كما نعلم فإن للنبضات الرقمية قيمتان فقط هما صفر "0" أو واحد "1"، بينما الإشارات التماثلية فهي عبارة عن منحني يمكن أن يمثل عدداً لا منتهياً من القيم.

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

1- المودم (Modem):

مبدأ عمل المودم:

- عند الجهاز المرسل، يقوم المودم بتحويل إشارات الحاسوب الرقمية إلى إشارات تماثلية.
- تنتقل هذه الإشارات التماثلية عبر خطوط الهاتف.
- عند الجهاز المستقبل، يقوم المودم بعملية عكسية، فيحول الإشارات التماثلية إلى إشارات رقمية يفهمها الحاسوب.

تنقسم المودمات إلى قسمين:

1- داخلي (Internal): يركب داخل جهاز الحاسوب.

2- خارجي (External): يتصل مع الحاسوب باستخدام سلك ذي وصلة تسلسلية من نوع (RS-232).

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

1- المودم (Modem):

تتصل جميع المودمات مع خط الهاتف باستخدام مشبك من نوع RJ-11. وهناك نوعان من خطوط الهاتف يمكن استخدامهما مع المودمات، هما:

- خطوط الهاتف الاعتيادية (Dial-up Network Lines).
- الخطوط المؤجرة (Leased Lines).

خطوط الهاتف الاعتيادية: على المستخدم أن يجري اتصالاً في كل مرة يريد فيها استخدام المودم، وتعتبر هذه الطريقة بطيئة وغير فعالة في إرسال البيانات، وأكبر سرعة ممكن الحصول عليها لا تتجاوز 56 كيلو بت في الثانية.

الخطوط المؤجرة: هي جاهزة طوال 24 ساعة، ولا تحتاج لإجراء أي اتصال مع كل استخدام للمودم، كما أن جودة هذه الخطوط أكبر من جودة خطوط الهاتف المخصصة لنقل الصوت، أما سرعتها فهي تتراوح ما بين 64 كيلو بت في الثانية و45 ميغا بت في الثانية أو أكثر.

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

1- المودم (Modem):

تقاس سرعة المودم بالبت في الثانية، أو بمقياس آخر يسمى معدل بود (Baud Rate). يعرف معدل بود بأنه سرعة اهتزاز موجة الصوت التي تحمل بتاً من البيانات عبر خطوط الهاتف.

هناك طريقتان لإرسال البيانات تستخدمهما المودمات وفقاً لبيئة الاتصال التي تعمل فيها هما:

- غير متزامنة (Asynchronous).
- متزامنة (Synchronous).

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

1- المودم (Modem):

الاتصالات غير المتزامنة: ترسل فيها البيانات على شكل تيار متتابع ومستمر من الإشارات، ويتم تحويل كل رمز أو حرف أو رقم إلى سلسلة من البتات، ويتم الفصل بين كل سلسلة والتي تليها ببت بداية (Start Bit) يشير إلى بداية السلسلة وبت نهاية (Stop Bit) يشير إلى نهاية السلسلة. يجب على كل من المودم المرسل والمستقبل أن يتفقا على تتابع بت البداية والنهاية، وهذه الاتصالات تسمى غير متزامنة، لأنها لا تستخدم أي نظام للتوقيت لتنسيق الإرسال بين الجهاز المرسل والجهاز المستقبل

ونظراً لاحتمال حدوث أخطاء، فإن البيانات المرسلة تحتوي على بت خاص يسمى بت الازدواجية (Parity Bit) يستخدم لغرض فحص البيانات والتأكد من خلوها من أخطاء.

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

1- المودم (Modem):

الاتصالات المتزامنة: تستخدم نظام توقيت يُنسّق الاتصال بين الجهازين المرسل والمستقبل. وفي هذا النوع من الاتصالات مجموعات من البتات تسمى إطارات يتم فصلها وإرسالها عبر الأسلاك. وبما أن البتات ترسل وتستقبل في نظام زمني محدد، فليس هناك حاجة لاستخدام بت بداية وبت توقف، فالإرسال يتوقف مع نهاية الإطار ويبدأ من جديد مع بداية إطار جديد، وفي حال حدوث أخطاء يتم ببساطة إعادة إرسال البيانات، لذلك يعتبر هذا النظام أكثر فعالية من النظام السابق.

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

1- المودم (Modem):

تقوم بروتوكولات الاتصالات المتزامنة بالقيام بمجموعة من المهام للاستخدام في الاتصالات غير المتزامنة وهي:

1- تقسيم البيانات إلى إطارات.

2- إضافة معلومات تحكم.

3- فحص المعلومات لتوفير التحكم بالأخطاء.

تعتبر المودمات المتزامنة أغلى وأكثر تكلفة من المودمات اللامتزامنة، لأنها تحتوي على مكونات خاصة لتحقيق التزامن، وتعتبر المودمات غير المتزامنة الأكثر انتشاراً.

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

2- مكررات الإشارة والموزعات (Repeaters and Hubs):

كما يظهر في الشكل (21.3)، تستخدم المكررات لمعالجة مشكلة تخميد الإشارة عند انتقالها إلى مسافة طويلة، حيث تقوم هذه المكررات باستقبال هذه الإشارات ثم تعيد توليدها وتقويتها ثم ترسلها مرة أخرى، مما يسمح لهذه الإشارات بالوصول إلى مسافات بعيدة دون أن تضعف أو تتلاشى.

Repeater

يعتبر استخدام مكررات الإشارة وسيلة لتوسيع الشبكات المحلية، لكن مع اشتراط استخدام البروتوكولات نفسها على كلا الشبكتين الموصولتين بوساطة مكرر الإشارة. لهذا لا يستطيع مكرر الإشاراة توفير اتصال بين شبكات الإيثرنت وشبكات Token Ring.

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

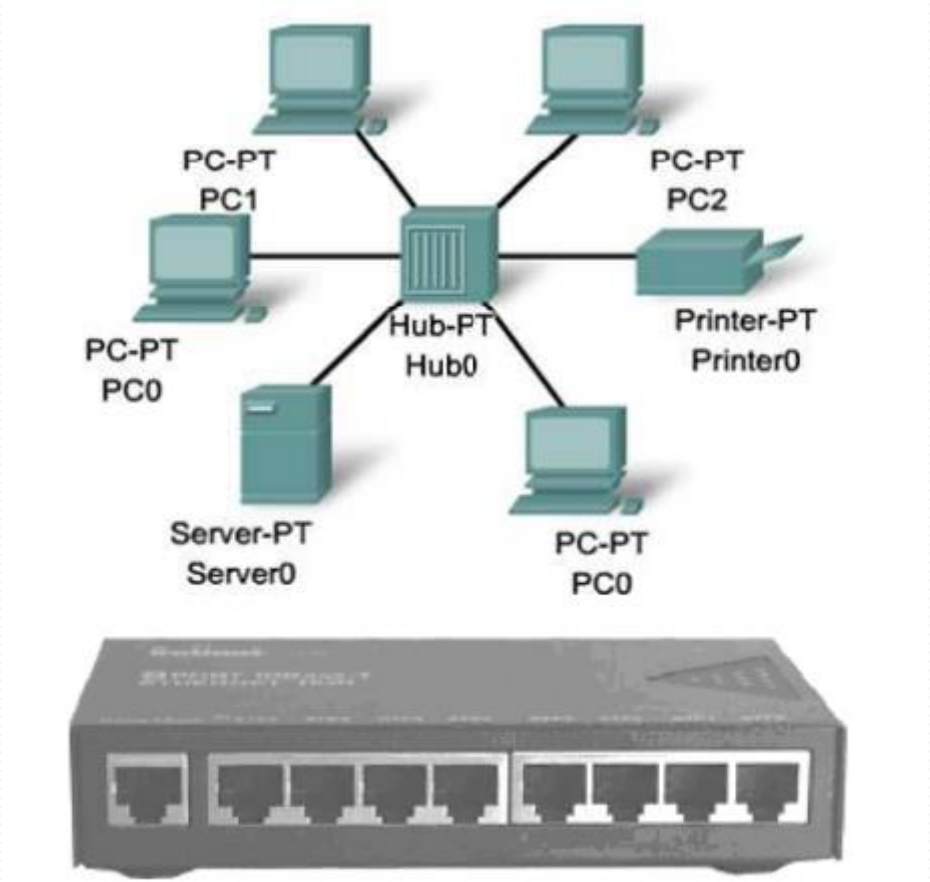
2- مكررات الإشارة والموزعات (Repeaters and Hubs):

يمكن أن يكون للمكرر عدة منافذ، وعندها يطلق عليه اسم الموزع (Hub)، وهو عبارة عن مكرر إشارة يقوم باستلام تدفق البيانات على أحد منافذه ويعيد بثها بعد تقوية الإشارة على جميع منافذه الأخرى، انظر الشكل (22.3).

يطلق على الموزعات اسم المجمعات المركزية أيضاً، حيث تقوم بتجميع الأجهزة في نقطة مركزية واحدة.

رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

2- مكررات الإشارة والموزعات (Repeaters and Hubs):



رابعاً: تجهيزات الطبقة الفيزيائية

3- المحول (Converter):

يقوم بالتحويل من وسط نقل بيانات إلى آخر. أكثر ما يستعمل هذا الجهاز في شبكات LAN التي تستخدم معايير شبكات مختلفة، وبالتالي أنواع كبلات مختلفة.

يوضح الشكل (23.3) محولاً بين واجهة الوحدة الملحقة (Attachment Unit Interface: AUI) من جهة والمنفذ RJ-45 من جهة أخرى.

Thanks for
your attention
Eng. Ahmad Kurdi