الباب الثاني
المفاهيم الأساسية لربط الشبكات

الفصل الخامس : تقنيات الشبكات المحلية

الفصل السادس : نموذج **OSI**

الفصل السابع : النموذج المرجعي العملي للاتصال بالانترنت **TCP/IP**

الفصل الخامس
تقنيات الشبكات المحلية

نناقش فى هذا الفصل تقنيات الشبكة المحلية. سنركز على تقنية **Ethernet** باعتباره السائد الآن والأسهل والأرخص . نشرح كذلك التقنيات الأخرى مثل **Token Ring** و**FDDI** وتقنية **ATM** ونختم الفصل بالحديث عن تقنيات ربط الشبكات المنزلية.

بانتهاء هذا الفصل ستتعرف على:

- مقياس **Ethernet**
- تقنية **CSMA/CD**
- أجهزة **Ethernet**
- وسيلة الوصول إلى وسائط **Ethernet**
- مقياس **Token Ring**و**FDDI**
- مقياس **ATM**
- ربط الشبكات المنزلية
- بروتوكول **PPP**

شرحنا أنواع توصيل الشبكات مثل تخطيط النجمة Star Topology والتخطيط الحلقي Token Ring وتخطيط أداة النقل ، وكلها تتعلق بتوصيل الأسلاك . وفي هذا الفصل سنشرح المواصفات القياسية والتقنية للشبكات المحلية.

ولكن ما هي تقنيات الشبكة المحلية. هذه التقنيات لا تعدو أن تكون قواعد يتم وضعها لنقل البيانات حتي لا تصير الشبكة فوضوية. بعبارة أخرى هي القواعد الأساسية التي تستخدمها بعض مكونات الشبكة مثل بطاقة الشبكة والأسلاك لتنفيذ مهمتها. تتعامل تقنيات الشبكة المحلية مع طبقة ربط البيانات (Data Link) بأكملها وبعض من طبقتي المادية (Physical) والشبكة (Network) . (راجع طبقات نموذج OSI فى الفصل الرابع).

تقنية Ethernet

تعتمد تقنية شبكات Ethernet علي مقياس 802.3 لتقنية Ethernet (Ethernet 802.3) وهو المقياس الذي تم تخصيصه من قبل IEEE وهذه الحروف اختصار لعبارة Institute of Electronic and Electrical Engineers ومعناها بالعربية "جمعية مهندسي الكهرباء والالكترونيات". وتبنته منظمة ISO العالمية مما جعله مقياسا عالميا. وكان الهدف من Ethernet إيجاد طريقة لإدارة المشكلة التى تحدث عندما يحاول أكثر من جهاز كمبيوتر نقل البيانات على سلك واحد فى وقت واحد.

أصبح Ethernet هو تقنية الشبكات المحلية السائدة على نطاق واسع نظرا لأنه رخيص نسبياً ويسهل توسيعه إلى شبكات اتصال كبيرة، وتستخدمه العديد من نظم الكمبيوتر. ولعل هذا هو السبب فى إزاحة التقنيات القديمة واختفائها (مثل تقنية Token Ring).

ونتيجة لذلك فإن الكثير من البرامج ومنها على سبيل المثال Windows Server 2003 أصبحت تدعم هذه التقنية ومعداتها.

نتناول فيما يلى تقنية Ethernet من النواحي التالية :

أولا: التقنية المستخدمة للتحكم فى تدفق البيانات والتى تسمى CSMA/CD وهى عبارة عن وسيلة للوصول إلى وسائط ايثرنت.

ثانيا: أجهزة ايثرنت

ثالثاً : أطر ايثرنت **Ethernet Frames**

أولا: مقياس **CSMA/CD**:

تحتاج ايثرنت إلى وسيلة تصف كيفية مشاركة أكثر من جهاز كمبيوتر لقناة ايثرنت واحدة لأن الهدف من ايثرنت هو جعل أجهزة كمبيوتر متعددة تعمل بصورة مستقلة عن بعضها البعض عبر قناة اتصال واحدة دون تدخل . تستخدم **Ethernet** فى ذلك وسيلة وصول للوسائط تسمى **CSMA/CD**. كلمة **CSMA/CD** اختصار للعبارة

Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection

ومعناها بالعربية "اكتشاف الوصول المتعدد/التعارض لتحسس الحامل" ونوضح فيما يلى هذا المقياس

طريقة عمل مقياس **CSMA/CD**

١. يشير" **Carrier Sense** "(استشعار حالة خط الاتصال) إلى أنه متى رغب جهاز كمبيوتر في إرسال بيانات عبر كابل الشبكة فإنه يستشعر حاله الكابل أولا لمعرفة ما إذا كان هناك جهاز آخر يحاول الإرسال أيضا أم لا .
٢. إذا اكتشف الجهاز أن خط الاتصال خالي، فإنه يدرك أنه يمكن استخدامه في إرسال البيانات التي يرغب فيها. ويقوم بوضع المعلومات الخاصة به على شبكة الاتصال باستخدام عنوان الوجهة مما يجعلها متاحة لكل أجهزة الكمبيوتر الأخرى على الشبكة.
٣. يفحص كل كمبيوتر موجود على شبكة الاتصال ما إذا كان العنوان يخصه أم لا، فإذا كان يخصه، يسحب المعلومات خارج الشبكة.
٤. عندما يصبح خط الاتصال خاليا مرة أخرى، تصبح لكل أجهزة الكمبيوتر الأخرى فرصه متساوية لأن تكون التالية فى نقل المعلومات.
٥. عندما يحاول جهازي كمبيوتر نقل حزم بيانات على نفس أسلاك الشبكة في نفس الوقت، تحدث حالة يطلق عليها " تعارض". هذا التعارض يتسبب في توقف النقل لأن كلا من جهازي الكمبيوتر يحس بهذا التعارض .وتتم إعادة شبكة الاتصال إلي حالتها غير النشطة .

وعادة تشترك كل أجهزة الكمبيوتر في مقطع شبكة واحد يطلق عليه. "نطاق التعارض" ويعتبر المقطع الذي تشترك فيه أجهزة الكمبيوتر داخل الشبكة نطاق تعارض. وذلك لأن أجهزة الكمبيوتر الموجودة على نفس النطاق تحاول إرسال بياناتها في نفس الوقت. و هو ما ينتج عنه التعارض.

وعادة لا يمكن لجهاز الكمبيوتر نقل البيانات عندما يكون هناك جهاز كمبيوتر آخر يجرى عملية نقل في نفس الوقت ولكن الذي يحصل أنه ينتظر لفترة عشوائية لحين يحدث هدوء على الأسلاك (هذا الهدوء يقاس بالنانو ثانية). فإذا حصل هدوء لأسلاك الشبكة يتم إرسال حزم البيانات عبر أسلاك الشبكة. يشترط ألا ترسل أية أجهزة أخرى أى بيانات. إما إذا حاول جهاز آخر نقل بيانات في نفس الوقت الذي ينقل فيه الجهاز الأول البيانات فسوف يتوقف كلاهما عن نقل البيانات ويتم الانتظار لفترة من الوقت حتى يحصل هدوء ثم ينقلان البيانات. كلما زاد نطاق التعارض (عدد أجهزة الكمبيوتر فى أى مقطع) زاد احتمال حدوث تعارضات ولهذا السبب يحاول مصممو **Ethernet** الاحتفاظ بأقل عدد من الأجهزة الموجودة فى أى مقطع.

وبالرغم من كل ماقلناه، فإن الأمر لايخلو من وجود بعض المشكلات لمقياس **CSMA/CD** مثلاً إذا كانت بطاقة الشبكة بها عيب، فإنها تفشل فى الاستجابة لـ **CSMA/CD** وأيضا إذا كان عدد أجهزة الكمبيوتر فى مقطع واحد كبيرا، فستحاول العديد من الأجهزة النقل فى نفس الوقت، ويمكن أن يسبب هذا مايسمى **Broadcast Storm** "اندفاعات بث" وللتغلب على مثل هذه المشكلة نضطر لتجزئة الشبكة إلى مقاطع باستخدام تقنيات أجهزة التبديل **(Switches)** راجع أجهزة التبديل **(Switches)** فى الفصل الثامن .

ثانيا: أجهزة شبكة **Ethernet**

تستخدم تقنية **Ethernet** سبعة مقاييس للأجهزة.(٧ أنواع من الشبكات داخل عائلة **Ethernet**).يستخدم كل مقياس أجهزة نوع محدد من الكابلات وتخطيطات الكابلات ويوفر سرعة على شبكة الاتصال تقدر بالميجابت/ثانية. ويحدد حداً أقصى لطول المقطع

ولعدد الأجهزة على المقطع الواحد. نستعرض فيما يلى عائلة **Ethernet** لتكون على دراية بما يناسبك منها.

- **10Base2** و **10Base5** : تعد كلا منهما تكنولوجيا قديمة. ولم تعد تستخدم فى عمليات التركيب الحديثة. فى شبكات **10Base2** يصل أقصى طول للمقطع ١٨٥مترا، بما يصل إلى ٣٠ كمبيوتر فى المقطع الواحد وبما يصل إلى ثلاثة مقاطع. ويستخدم فيها الكابل المحورى الرفيع **(Thin Coaxial)**.

أما فى شبكات **10Base5** فيصل أقصى طول للمقطع ٥٠٠ مترا ويستخدم فيها كابلات من النوع المحورى**Thick Coaxial** تعمل كلتا الشبكتين نظريا على نقل البيانات بمعدل ١٠مليون بت فى الثانية **(10Mbps)**.

فى أسماء **IEEE** الخاصة بمقاييس أجهزة **Ethernet** مثل **10Base5** تشير 10إلى السرعة بالميجابت، بينما تشير **Base** إلى **Baseboard** (التردد الأساسي)، ونوع النقل وتشير 5 إلى الحد الأقصى لطول المقطع بالمائة متر. فى المقاييس الحديثة مثل **10BaseT** ترمز T أو F لنوع الكابلات. حيث يشير الحرفTإلى كابل **UTP** وهو الكابل المجدول غير المحمي . بينما يشير الحرف F إلي كابل الألياف البصرية **Optical Fiber**

- **10BaseT** : تعد تكنولوجيا **10BaseT** أيضا تكنولوجيا قديمة ويبلغ أقصى طول للكابل بين أى محطة ووحدة التوصيل **(Hub)** ١٠٠متراً . تستخدم الأسلاك المزدوجة المجدولة غير المحمية**Unshielded Twisted Pair (UTP)** تبلغ سرعتها١٠ميجابت فى الثانية. لاحظ هنا أن T تشير إلي نوع الكابل **UTP** بينما تشير 10 إلي السرعة بالميجابايت
- **10BaseF** : تستخدم كابل ألياف بصرية (تشير F إلي **Optical Fiber**) يعمل بسرعة ١٠ميجابت فى الثانية، لتوصيل شبكتى اتصال تبعدان عن بعضهما بمسافة ٤٠٠ متر. غالبا ما تستخدم لتوصيل أكثر من مكان داخل منطقة واحدة.
- **100BaseT** : يطلق على هذا النوع من الشبكات **Fast Ethernet** أو ايثرنت السريعة. تبلغ سرعة نقل البيانات ١٠٠ ميجابت فى الثانية أي أن سرعته تزيد عن سرعة

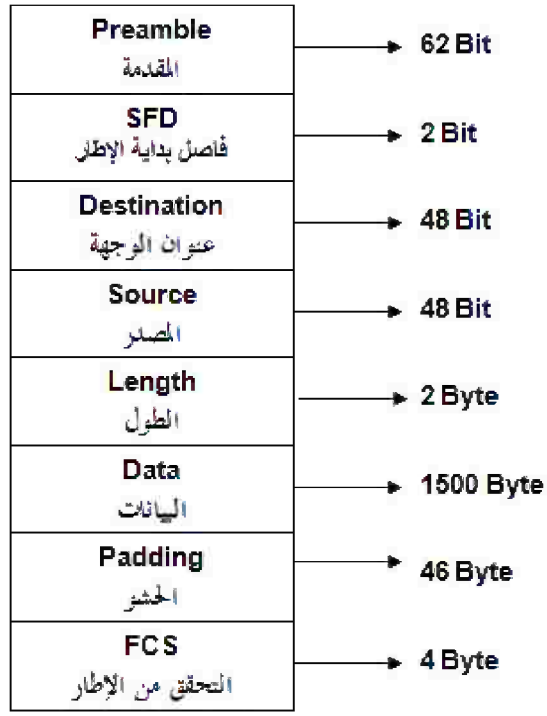
10BaseT بعشر مرات. يبلغ أقصى طول للكابل بين أى محطة ووحدة التوصيل ٢٠ متراً. تستخدم الأسلاك النحاسية المزدوجة المجدولة غير المحمية **(UTP)**.وتتطلب مقاييس توصيل الكابلات **Category 5** (الفئة ٥). لا تزيد تكلفة **100BaseT** عن **10BaseT** بكثير رغم سرعتة الإضافية. ولذلك أصبح هو مقياس أجهزة اثيرنت.

- **100BaseFX** و **100BaseFL** : تستخدم هذه الشبكات الألياف البصرية لنقل البيانات ولذلك فهى تحمل البيانات إلي مسافة أبعد مما تحملها الأسلاك النحاسية وتعمل بسرعة ١٠٠ميجابت فى الثانية . وتستخدم لتوصيل شبكتان تبعدان عن بعضهما مايصل إلى ٤٠٠ مترا.
- **1000BaseT** و**1000BaseF** : يطلق عليها "جيجابت اثيرنت" **Gigabit Ethernet** نظرا لسرعتها العالية التى تبلغ ١٠٠٠ميجابت فى الثانية أى جيجابت فى الثانية**(1Gbps)** أى أنها أسرع ١٠مرات من النوع **100BaseT** والذى يطلق عليه **Fast Ethernet** "ايثرنت السريع".

تستخدم أسلاك نحاسية من نوع **Cat 5** (فئة٥) أو **Cat 6** (فئة٦) أو كابل ألياف ضوئية. تستخدم مقاييس مسافات متعددة تتراوح بين ٢٥ مترا، ١٠٠ مترا للكابل **UTP** (الكابل المزدوج المجدول غير المحمى). تستخدم **1000Base-T** بكثرة لوحدات الخدمة والشبكات الأساسية للمعلومات. أما فى المستقبل القريب فلا ندرى ماتخبئه التكنولوجيا القادمة من مفاجآت.

ثالثاً : أطر ايثرنت Ethernet Frames

عندما يستلم إيثرنت تخطيط البيانات من طبقة الشبكة يقوم بتغليف البيانات داخل إطار **(Frame)**. يحدد هذا الإطار معلومات الرأس وعنونة مصدر البيانات ومعلومات التذييل كما يتضح من الشكل ٥-١



شكل ٥-١ إطار ايثرنت

نوضح فيما يلى حقول إطار إيثرنت واستخداماتها

- مقدمة **Preamble** : سلسلة من أرقام الآحاد والأصفار المتناوبة التى تستخدم من قبل الجهاز المستقبل لضبط تزامن المعلومات فى الإطار.
- فاصل بداية الإطار **start of Frame Delimiter (SFD)** : رموز ثنائية تستخدم للدلالة على بدء عملية الإرسال الفعلية.
- عنوان الوجهة **Destination Address** : يحتوى على عنوان طوله ٦ بايت يمثل عنوان بطاقة شبكة جهاز المستقبل. ويكتب العنوان بالنظام السداسى عشر .
- عنوان المصدر **Source Address** : أيضا طوله ٦ بايت ويحتوى على عنوان الجهاز المرسل للبيانات.
- الطول **Length** : حقل طوله ٢ بايت يدل على طول حقل البيانات المرسلة والتى تمثل البيانات الواردة من طبقة الشبكة فى الجهاز المرسل.

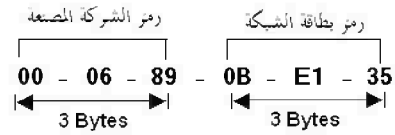
- البيانات **Data** : البيانات التى يتم نقلها والتى يتراوح طولها بين صفر و ١٥٠٠ بايت.
- الحشو **Padding** : يكون هذا الحقل ضروريا فى حالة البيانات التى يقل طولها عن ٤٨ بايت. فمثلا إذا احتوى حقل البيانات على ٤٢ بايت فيتم تضمين ٦ بايت إضافية لحقل البيانات.
- التحقق من الإطار **Frame check sequence (FCS)** : عبارة عن رقم يبلغ طوله ٤ بايت يتم اشتقاقه من كل البتات الموجودة فى النقل باستخدام صيغة معقدة. يحسب الجهاز المرسل هذا الرقم ويضيفه فى الإطار المرسل إلى جهاز آخر، ويقوم الجهاز المستقبل بحساب الرقم ويقوم بمقارنته بالرقم الموجود فى الإطار. إذا لم يوجد تعارض فى الأرقام، فهذا معناه أن البيانات المنقولة صحيحة. ويتم استلامها، وإذا كانت مختلفة يتم تكرار النقل.

عنوان المصدر وعنوان الوجهة فى إطار **Ethernet**.

يقال عنه **MAC Address** أو "عنوان **MAC**" وكلمة **MAC** مأخوذة من العبارة **Media Access Control** ومعناها بالعربية "التحكم في وصول الوسائط" وهو عبارة عن رقم يبلغ طوله ٦ بايت أو ٤٨ بت لكل منهما كما يظهر من شكل ٥-٢ يمثل كل منهما عنوان **MAC** لأجهزة الكمبيوتر المرسلة والمستقبلة. يتم تعيين هذه الأرقام من قبل **IEEE** للشركات المصنعة لبطاقات الشبكة . تحتوى الـ ٢٤ بت الأولى على رقم فريد للشركة المصنعة والـ ٢٤ بت الثانية تحتوى على رقم فريد لبطاقة الشبكة.

هذا معناه أن كل بطاقة شبكة يخصص لها رقم فريد يعتبر عنوان لها وأن المستخدم النهائى لا يقلق بخصوص هذا العنوان.

رغم أنه لا يمكنك تغيير العنوان المادى لبطاقة الشبكة، إلا أنه باستطاعتك نقل بطاقة الشبكة من جهاز لآخر أو من شبكة إلى شبكة أخرى وتشغيلها بطريقة عادية .



شكل ٥-٢ تنسيق العنوان المادي

تقنية Token Ring وFDDI

دفعت مشكلة النزاع علي تردد النطاق الذي يعد جزءاً لا يتجزأ من Ethernet كل من IBM و IEEE إلي ابتكار مقياس ربط شبكات آخر . أطلق عليه IEE 802.5 . ينتمي IEE 802.5 بصورة أكبر إلي Token Ring .

بدأت شركة IBM بترويج مقياس Token Ring الذى اصبح مقياس IEEE 802.5 . ومن هنا جاءت تسميته فى البداية Ethernet DIX. تفوقت سرعه "توكن رينج" فى السنوات الأولى على سرعة مقياس"ايثرنت" ووصلت إلى ١٦ميجابت/ثانية مقابل ١٠ميجابت/ثانية. مما وضع "توكن رنج" فى مرتبة أعلى من مرتبة "ايثرنت". وتميز "توكن رنج" بالإضافة إلى السرعة بميزات أخرى منها قدرته على توصيل أجهزة كمبيوتر شخصية (PCs) وأجهزة كمبيوتر متوسطة (Mini Computers) وأجهزة كمبيوتر عملاقة (Main Frames). وزاد من شهرة "توكن رنج" اسم IBM من ورائه. إلا أن تكلفته ظلت أعلى من تكلفة "اثيرنت" بثلاثة أو خمسة إضعاف.

إلا أن التطور الذى حدث لمقياس "ايثرنت" أزاح "توكن رنج" عن عرشه. حيث أصبح 100BaseT متاحاً على مجال واسع وبلغت سرعته ١٠٠ميجابت /ثانية.

وعندما تطور "توكن رنج" وبلغت سرعته ١٠٠ميجابت/ثانية.ظهر"ايثرنت جيجابت" Gigabit Ethernet الذى تضاعفت سرعته ١٠مرات على "توكن رنج" (راجع البند السابق). ولهذا اختفى بريق مقياس "توكن رينج". وأصبح "ايثرنت" هو السائد فى السوق.

أما عن تقنية FDDI (كلمة FDDI اختصار للعبارة Fiber Distributed Data Interface ومعناها "واجهة بيانات ألياف موزعة").

فقد تم تصميمها فى الأصل لكى تستخدم مع كابل ألياف ضوئية كما يظهر من اسمها ولكن التطبيقات الحديثة تستخدم كابل من نوع UTP "الزوج المجدول غير المحمى" من الفئة الخامسة (CAT5).

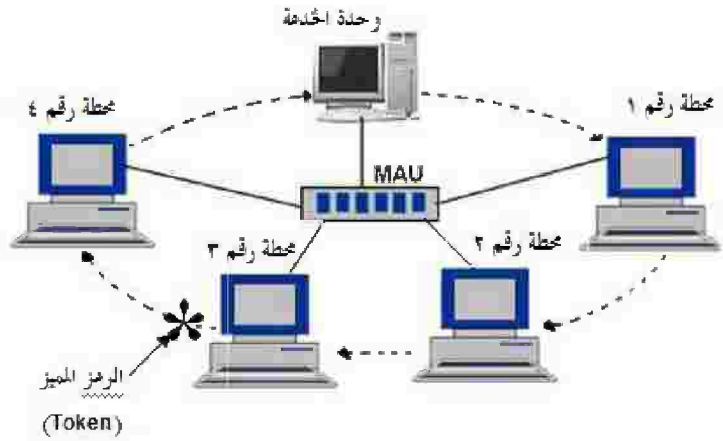
تتشابه واجهة استخدام FDDI مع Token Ring. تعتبر تقنية FDDI أيضا باهظة التكاليف إذا ماقورنت بمقياس Ethernet 100Base T مما دفع ايثرنت إلى الصدارة فى

عالم الشبكات. تستخدم FDDI أيضا مقياس 802.5 لنقل البيانات علي الشبكة .
يمكن أن يعمل نظام FDDI بسرعة ١٠٠ميجابت/ثانية على مسافة إجمالية تبلغ ١٠٠كيلو متر ويمكن أن يستخدم داخل بناية واحدة أو بين البنايات. ويصل طول المقطع إلى ٢كيلومتر وذلك باستخدام ألياف ضوئية.

وسيلة Token Ring و FDDI للتحكم فى تدفق البيانات

يستخدم كل من Token Ring و FDDI تقنية 802.5 لنقل البيانات على الشبكة. في Ethernet يقوم أى جهاز كمبيوتر موجود على مقطع شبكة محدد لنقل البيانات حتى يشعر بتعارض مع جهاز آخر. أما في نظامي Token Ring و FDDI فالأمر مختلف حيث يتم تكوين حزمة من البيانات يطلق عليها Token(رمز مميز) ويتم تمريرها عبر الشبكة. وفى هذه الحالة لا يقوم جهاز الكمبيوتر بنقل حزمة البيانات إلا إذا حصل على الرمز المميز. فإذا تم نقل البيانات، يترك الرمز المميز للشبكة، حيث يتناوله الجهاز التالي لينقل حزمة البيانات الموجودة لديه. وفى التخطيط كما نلاحظ لن تحصل مشكلة التعارض التي تحدثنا عنها في شبكة Ethernet. لأن جهاز الكمبيوتر الوحيد الذي يمكنه نقل البيانات هو الجهاز الذي عنده الرمز المميز.
وهذا الرمز المميز عبارة عن رسالة الكترونية يتم تمريرها عبر الشبكة. بعد إتمام النقل يعود الرمز المميز إلى الحلقة حيث يلتقطها جهاز الكمبيوتر الذي يريد نقل حزمة بيانات . وطبعا يعمل FDDI بنفس الطريقة. انظر شكل ٥-٣ ومنه تلاحظ أن الجهاز الموجود فى محطة العمل رقم ٣ لديه بيانات لنقلها (أى لديه الرمز المميز) . وهو فقط القادر على النقل. عندما ينتهى من نقل البيانات الموجودة لديه، سوف يعيد الرمز المميز إلى الحلقة، وعندها سوف يلتقطها جهاز الكمبيوتر التالى الذى يحتاج لنقل البيانات. لتقنية FDDI حلقتين كاملتين يطلق عليهما الحلقة الأولية (Primary) والحلقة الثانوية (Secondary) وهما تعملان في اتجاهين متقابلين . يوفر زوجا الحلقات قدراً أساسياً من الوقوع في الأخطاء . فإذا كانت احدي الحلقات مقطوعة ، فستتولى الحلقة الأخرى المهمة . وإذا كان أحد مقاطع الحلقتين مقطوعاً أو إذا لم يعمل أحد الأجهزة أو تمت إزالته ، يمكن ربط الحلقتين

لإعادة تأسيس تكامل الحلقة .



شكل ٥-٣ تدفق البيانات في تقنية Token Ring

يمكننا أن نقول أن كلا من **Token Ring** و **FDDI** يعمل بنظام إشارات المرور. حيث لا تمر السيارة إلا إذا أخذت الضوء الأخضر أما **Ethernet** فإنها تعمل بدون إشارات مرور حيث من الممكن أن تتعارض السيارة مع سيارة أخرى قادمة من الاتجاه الآخر وهنا يستحيل على أحداهما المرور.

من عيوب **Token Ring** أنه بطيء ذلك لأنه إذا احتاج أكثر من كمبيوتر لنقل البيانات فى نفس الوقت فإن أجهزة الكمبيوتر ستنتظر حتى يتم نقل بيانات الكمبيوتر الأول وحتى تحصل على الرمز المميز الذي يسمح لها بنقل بياناتها. وأيضا تكلفته عالية، ولهذا السبب فإن **Token Ring** تنقرض فى الوقت الذى تبقى فيه أجهزة **Ethernet** على القمة.

أجهزة Token Ring

تنتقل المعلومات فى تقنية **Token Ring** فى اتجاه واحد فقط فى الكابل، (راجع شكل ٥-٣) حيث تتطلب توصيل نهايات الكابل ببعضهما لتشكيل حلقة، وهذا معناه أن كل جهاز كمبيوتر يجب أن يكون به كابلان ووصلتان، أحدهما وارد والآخر صادر. للتسهيل يتم ربط الكابلات، التى يعد كل منها كابلا مزدوجا مجدولا ببعضهما وتستخدم وصلة واحدة. يستخدم "توكن رنج" كابلا مزدوجا مجدولا محمى (**STP**) وهذا بعكس "ايثرنت" الذى يستخدم كابل مزدوج مجدولا غير محمى.

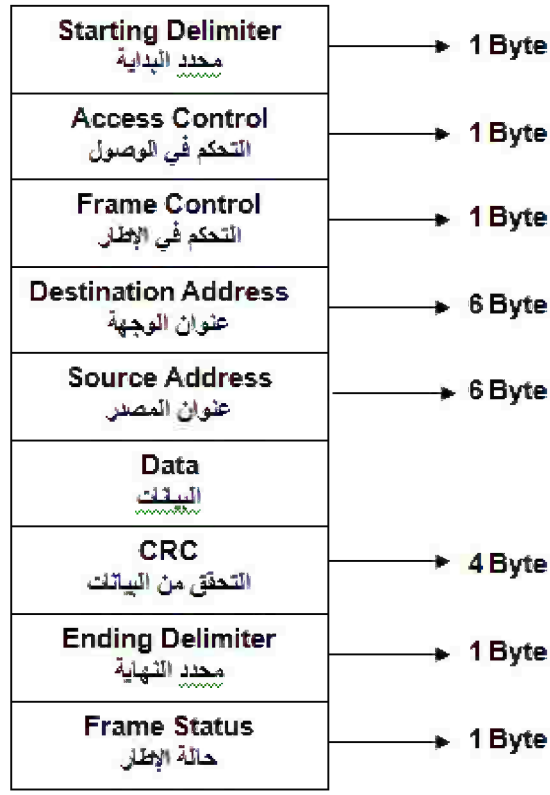
فى شبكات Token Ring يتم توصيل كل الأجهزة بواسطة أسلاك إلى نقطة واحدة تدعى Multistation Access Unit (MAU) ويمكن ترجمتها وحدة الوصول متعددة المحطات. تشبه MAU وحدة التوزيع (HUB) أو السويتش المستخدمة فى تخطيط Ethernet فى أنها توفر منافذ لتوصيل أجهزة الكمبيوتر ماديا على الشبكة.

كما يتضح من شكل ٥-٤ تنقل MAU البيانات من جهاز كمبيوتر إلى آخر فى مسار يكون حلقة. عندما تصل البيانات إلى MAU يوجهها إلى المنفذ الذي يليه بدلا من كل المنافذ.

عندما يريد جهاز إرسال بيانات إلى جهاز آخر فإنه يمرر البيانات إلى MAU الذي يمررها للجهاز الثانى (التالى فى الحلقة) والذى بدوره يقرأ عنوان الوجهة فى ترويسة الإطار. إذا وجد الجهاز الثانى أن عنوان الوجهة يوافق العنوان المادى المخصص له، يستلم البيانات ويمررها إلى الطبقات العليا. أما إذا كان العنوانان مختلفين، فيمرر الجهاز الثانى البيانات إلى MAU الذي يمررها إلى الجهاز الثالث..... وهكذا. إلى أن تصل المعلومات إلى هدفها

إطار Token Ring

يوضح التنسيق التالى تخطيط إطارات "توكن رنج" والحقول التى يشتمل عليها



شكل ٥-٤ نقل MAU البيانات من جهاز إلي جهاز آخر

معظم هذه الحقول موجودة فى إطار Ethernet الذي شرحناه قبل قليل ولـــذلك فإننـــا نوضح باختصار هذه الحقول كما يلى :

- **Starting Delimiter**: يستخدم شفرة فريدة للإشارة إلى بداية الإطار.
- **Access control**: يحدد ما إذا كان الإطار علاقة أم لا كما يحدد أولويته.
- **Frame Control**: يشير إلى نوع الإطار وكيفية معالجته.
- **Destination Address**: يحدد عنوان الجهاز المستقبل.
- **Source Address** : يحدد عنوان الجهاز المرسل.
- **Data**: يحتوى على البيانات المطلوب إرسالها.
- **CRC**: يحتوى على رقم يستخدم للتحقق من الإطار (راجع CRC فى شرح حقـــول

.(Ethernet

- **Ending Delimiter**: يستخدم شفرة فريدة للإشارة إلى نهاية الإطار.
- **Frame Status**: يخبر الجهاز المرسل أن الإطار قد وصل.

تقنية ATM

كلمة **ATM** اختصار للعبارة **Asymchronous Transfer Mode** ومعناها بالعربية "وضع النقل غير المتزامن" . ولقد جاء تخطيط **ATM** لتلافى عيوب التقنيات الموجودة من قبل والتي شرحناها في البندين السابقين، وهو يعتبر أحدث تقنيات نقل البيانات ومن مميزاته أنه يمكن أن يحمل الصوت والصورة عبر أسلاك الشبكة. من مزايا **ATM** أنه أسرع من غيره حيث يتراوح معدل نقل البيانات بين ٢٥ ميجابت في الثانية و1.5 جيجابت فى الثانية ولذلك فهو مناسب جدا للتطبيقات التي تتطلب سرعة عالية و خدمة جيدة .ينقل **ATM**كل حزم البيانات بصفتها خلايا تبلغ ٥٣ بايت لها مجموعة متنوعة من المعرفات لتحديد أمور معينة مثل **Quality of Service**"جودة الخدمة".

تقنيات ربط شبكات المنازل

نقصد بشبكات المنازل الشبكات المنزلية والمكاتب الصغيرة مثل مكتب الطبيب والمحامى حيث تمتد الشبكة لمسافة قصيرة داخل شقة مثلاً وتربط عدداً محدوداً من أجهزة الكمبيوتر. فى الشبكات الصغيرة المستخدمة فى المنازل لا يلزمك تركيب كابلات شبكة اتصال منفصلة، إذ بإمكانك استخدام كابلات الكهرباء وكابلات الهاتف التى تستخدمها فى المنزل أو المكتب.

استخدام خط الهاتف فى الشبكة.

ببساطة شديدة يتم توصيل شبكات الاتصال التى تستخدم خطوط الهاتف بمقابس الهاتف المركبة بالفعل فى الحائط بالمنزل. وتنتقل بيانات الشبكة عبر ترددات لاتتداخل مع الاتصالات الصوتية، بحيث يمكن استخدام الشبكة أثناء إجراء المكالمات الهاتفية.

قامت مجموعة **Home Phone line Networking Alliance (HPNA)** بتطوير

إصدارين من المقاييس للشبكات المنزلية. الأول هو إصدار HPNA 1.0 ويعمل بسرعة تبلغ ١ميجابت/ثانية. والثانى إصدار HPNA 2.0 ويعمل بسرعة تبلغ ١٠ ميجابت/ثانية. وهو المعدل القياسى لنقل البيانات. يسمح مقياس HPNA 2.0 بتشبيك عدد من الأجهزة يصل إلى ٢٥ جهازا بمسافة تصل إلى ٣٦٠ مترا بين أى جهازين ومالا يزيد عن ٣٦٠٠ متر مربع من اجمالى المساحة التى يتم تغطيتها.

حتى تتمكن أجهزة الشبكة من رؤية بعضها البعض، يجب توصيل بطاقة شبكة خاصة بالكمبيوتر، ويتم توصيل موائم USB بمنفذ USB بالكمبيوتر من جانب وبمنفذ الهاتف من الجانب الآخر. وفى هذه الحالة لن تحتاج إلى وحدة توصيل hub أو سويتش.كل ما ستحتاجه من أجهزة للشبكة التى تستخدم خطوط الهاتف هو بطاقات الشبكة وموائمات USB وكابلات بين منفذ الهاتف وجهاز الكمبيوتر.

معظم المنازل بها زوجين أو أربعة من الأسلاك التى تمر فى إنحاء المنزل حتى يمكن لأى مقبس فى المنزل الوصول إلى أى خط من الخطوط . يسمح هذا الوضع لشبكات الهاتف بالعمل فى أى مكان فى المنزل. لهذا قلنا عن هذه الشبكات "شبكات منزلية".

بروتوكول PPP

PPP اختصار للعبارة Point-to-Point ويمكن ترجمتها بروتوكول نقطة إلى نقطة. يستخدم هذا البروتوكول أساساً للتحكم فى نقل البيانات عبر خطوط الهاتف وإداراتها ويستخدم لتوصيل الأجهزة التى لاتوجد بها بطاقة شبكة من خلال شبكة. في كثير من الحالات يستخدم هذا البروتوكول حين تدخل إلي الانترنت من خلال أحد مزودي خدمة الانترنت (ISP) . ولذلك يعد PPP أحد مقاييس الإنترنت .

لكى تفهم بروتوكول PPP يجب أن تعلم أنه يتطلب معرفة الآتى:

- رقم هاتف النظام الذى سيتصل به.
- عنوان DNS أو Domain Name Address "عنوان اسم النطاق" حيث توفر خادمات DNS جدول بحث يبحث فيه جهاز الكمبيوتر ليتمكن من تخصيص عنوان IP رقمى لاسم. مثلا يمكن تخصيص عنوان IP رقمى مثل 192.168.207.124 لاسم مثل

.compuscience.com.eg

- إذا كان جهاز الكمبيوتر سوف يتصل بالإنترنت، فإنه يحتاج إلى إعداد مدخل افتراضى (عنوان IP للموجه أو المدخل الذى يتصل بالإنترنت). فى تطبيقات PPP، يمكنك إخبار جهاز المستخدم بالحصول على هذه المعلومات من الخادم الذى يتصل به.
- عندما يكون لديك مجموعة محدودة من عناوين IP (سواء كانت عناوين ثابتة أم تم تخصيصها بواسطة الخادم) مثلا ٢٥٥ عنوان ومجموعة كبيرة من المستخدمين مثلا ٥٠ مستخدم يتنافسون على ٢٥٥ عنوان يتم استخدام Dynamic Host configuration Protocol (DHCP) " بروتوكول توصيف المضيف الديناميكى".

يقوم DHCP بتعيين عناوين IP على حسب الضرورة، وعندما لايتم استخدامها، تعود العناوين إلى المجموعة العامة التى تم سحبها منها.

يعتبر تعيين هذه المتطلبات "المعلَّمات" جزءا من خاصية Dial – up network "اتصال شبكى هاتفى" وهى سمة موجودة فى جميع إصدارات Windows.

آلية عمل PPP

يمكن تلخيص آلية عمل PPP علي النحو التالي :

- يقوم المستخدم بإدخال البيانات إلي جهاز الكمبيوتر الذي يمررها إلي المودم المتصل بالكمبيوتر . تمر البيانات في صورة ثنائية (Bits) يعني خانات من الآحاد والأصفار .
- يقوم المودم بتشفير البيانات الرقمية إلي صوت يمكن أن ينتقل عبر خط الهاتف .
- يمر الصوت بخط الهاتف حتي يصل إلي المودم الموجود علي الطرف الآخر
- يفك المودم الموجود علي الطرف الآخر من الاتصال تشفير الصوت ويحوله إلي بيانات رقمية (Bits) مرة أخري لجهاز الكمبيوتر
- تصل البيانات إلي الجهاز الموجود علي الطرف الآخر الذي يتعامل معها أو قد يمررها إلي شبكة محلية .

ملخص الفصل

شرحنا في هذا الفصل تقنيات الشبكات المحلية ثم شرحنا مقياس **CSMA / CD** كوسيلة للتحكم في تدفق البيانات . ثم شرحنا شبكات **Ethernet** وأوضحنا الفرق بينها وشرحنا أيضا أطر **Ethernet** .شرحنا بعد ذلك تقنية **Token Ring** و **FDDI** وأوضحنا وسيلة **Token Ring** للتحكم في البيانات وشرحنا أيضا أجهزة و أطر **Token Ring** . شرحنا أيضا تقنية **ATM** وتقنيات ربط شبكات المنازل التي تستخدم خطوط الهاتف بالمنازل وتحدثنا عن بروتوكول **PPP** .

تدريبات

١. صل العبارة الصحيحة والتي تحدد المصطلحات والمعاني التي تخص كل تقنية أو مقياس فيما يلي

أ. **Ethernet**	١. تمكين الجهاز الحاصل على العلامة **(Token)** من إرسال بياناته .
ب. **Token Ring**	٢. وسيلة تصف كيفية مشاركة أكثر من جهاز كمبيوتر لقناة ايثرنت واحدة .
ج. **CSMA/CD**	٣. تعتبر أحدث تقنيات نقل البيانات ومن مميزاتها أنها تحمل الصوت والصورة عبر أسلاك الشبكة بالإضافة إلى سرعتها العالية .
د. **ATM**	٤. تشير هذه التقنية إلى أحد نوعي كابلات الهاتف أو كابلات الكهرباء الموجودة بالمنازل ويتم توصيل الشبكات التي تستخدم خطوط الهاتف في مقياس الهاتف الموجودة بالفعل في المنازل .
هـ. ربط الشبكات المنزلية	٥. تعتبر هي التقنية السائدة للشبكات المحلية على نطاق واسع لأنه رخيص نسبياً ويسهل توسيعه وتستخدمه العديد من نظم الكمبيوتر .

٢. صل العبارة الصحيحة والتي تحدد السرعة ونوع الكابل الذي يخص تقنية الشبكة

أ. 10 Base 2 ١. أقصى سرعة ١٠٠٠ / ميجابت / ثانية وتستخدم كابل من نوع ألياف بصرية .

ب. 10 Base T ٢. أقصى سرعة ١٠ ميجابت / ثانية وتستخدم كابل من نوع محوري رفيع .

ج. 10 Base F ٣. أقصى سرعة ١٠٠ ميجابت / ثانية وتستخدم كابل من نوع UTP – CAT5 .

د. 100 Base T ٤. أقصى سرعة ١٠ ميجابت / ثانية وتستخدم كابل UTP – CAT3 .

هـ. 100 Base F ٥. أقصى سرعة ١٠٠٠ ميجابت / ثانية وتستخدم كابل UTP – CAT5

و. 1000 Base T ٦. أقصى سرعة ١٠ ميجابت / ثانية وتستخدم كابل ألياف بصرية .

ز. 1000 Base F ٧. أقصى سرعة ١٠٠ ميجابت / ثانية وتستخدم ألياف بصرية

٣. في أسماء IEEE الخاصة بمقياس أجهزة: Ethernet:

أ. يشير الرقم مثل ١٠ أو ١٠٠ إلى السرعة بالميجابت

ب. يشير Base إلى Base Band (التردد الأساسي)

ج. يشير T (في الأنواع الحديثة) إلى نوع الكابل UTP

د. يشير الرقم في نهاية المقياس (في الأنواع القديمة) مثل 2 أو 5 مثل 10 Base إلى الحد الأقصى لطول المقطع بالمائة متر

هـ. كل ما سبق

و . لا شئ مما سبق

الفصل السادس
النموذج المرجعي
للاتصال بين الأجهزة OSI

*نموذج **OSI** عبارة عن نموذج تم تطويره من قبل منظمة **ISO** الدولية وهو باختصار نموذج لوصف مهمة ربط الشبكات . فهم هذا النموذج سيساعدك فى فهم كل من ربط الأجهزة وبروتوكولات الشبكة .*

بانتهاء هذا الفصل ستتعرف على :

- *طبقات **OSI** السبعة*
- *مهمة ربط الشبكات*
- *نقل البيانات في نموذج **OSI***

OSI اختصار لعبارة Open System Interconnection ومعناها " الاتصال الداخلي للنظم المفتوحة " وقد تم تصميم هذا النموذج بناء على طلب الهيئة العالمية للمقاييس (International Standard Organization ISO) وكان الهدف منه هو إيجاد معيار قياس عالمى لتوحيد البروتوكولات المستخدمة في الطبقات المختلفة للشبكة .

لقد كان الهدف من هذا النموذج هو إرغام الشركات المتخصصة في الشبكات بإتباع هذا النموذج في تصميمهم حتي تسمح للأنظمة المفتوحة وهي التي لا تنتمي إلي شركة متخصصة في الشبكات بالاتصال والتوافق فيما بينها . وكان الشائع قبل تطوير هذا النموذج إرغام المستخدمين علي التعامل مع أجهزة تابعة لشركات متخصصة في هذا المجال فقط .

مهمة ربط الشبكات

وقبل أن نشرح نموذج OSI والطبقات التى يشتمل عليها نشرح فيما يلى مهمة ربط الشبكات ليسهل عليك فهم طبقات نموذج OSI وطريقة عملها. تشتمل مهمة ربط الشبكات على العناصر الآتية:

١. تعريف كل كمبيوتر موجود فى شبكة الاتصالات.
٢. تحديد المعلومات المطلوب نقلها كرسالة مستقلة.
٣. إضافة عنوان أجهزة الكمبيوتر المرسلة والمستقبلة لكل رسالة وتمييز كل رسالة بعلامة مميزة.
٤. تضمين الرسالة داخل حزمة بيانات واحدة كما يحصل عندما تضع الرسالة داخل مظروف ليتم نقل المظروف بمحتوياته بواسطة البريد) ويجب أن تشمل حزمة البيانات على عناوين الإرسال والاستلام. والمكان الذى تنتمى إليه حزمة البيانات داخل الرسالة.
٥. وضع حزمة البيانات داخل إطارات Frames يتم نقلها عبر الشبكة
٦. مراقبة تدفق الاتصالات على الشبكة لمعرفة التوقيت المناسب لإرسال إطار لتجنب التصادم مع إطارات أخرى قد تكون مرسلة فى نفس اللحظة على الشبكة .

٧. عند التأكد من خلو الاتصالات على الشبكة يتم نقل الإطار اعتماداً على أجهزة الربط المستخدمة.

٨. توفير الوسائل المادية التى تلزم لنقل الإطارات بين الأجهزة مثل الأسلاك والبطاقات.

٩. مراقبة تدفق الاتصالات على الشبكة لمعرفة متى يتم استلام الإطار.

١٠. استلام الإطار الموجود على الشبكة.

١١. استخراج حزمة البيانات الموجودة فى إطار واحد أو أكثر ومزجها فى الرسالة الأصلية.

١٢. تحديد ما إذا كانت الرسالة تخص الكمبيوتر المستلم لتتم معالجتها أو لا تخصه فيتم تجاهلها.

يتم استخدام أسماء مختلفة وأحيانا محيرة للإشارة إلى أجزاء من البيانات يتم نقلها عبر شبكة اتصال من هذه الأسماء الرسائل وحزم البيانات والإطارات. فى الفصول التالية ستجد توضيحا أكثر لهذه الأسماء.

لوصف مهمة ربط الشبكات بصورة أفضل قامت منظمة **OSI** الدولية بتطوير نموذج **OSI** وعن هذا النموذج نوضح ما يلى:

- نموذج **OSI** بحد ذاته ليس بنية شبكية ، لأنه لا يحدد الخدمات والبروتوكولات الواجب استخدامها مع كل طبقة بل يحدد فقط وظيفة كل طبقة من الطبقات، وقد ينتج عن هذه البنية مجموعة من المعايير تخص كل طبقة من البنية، ولا تعتبر هذه المعايير جزءا من النموذج، وإنما تم نشرها كمعايير عامة منفصلة عن توصيف نموذج **OSI**.
- يعد نموذج **OSI** صورة نظرية لكيفية تحرك البيانات في الشبكة.
- نموذج **OSI** ليس ملموسا وهو لا يؤدى أي وظيفة في عمليات الاتصالات. العمل الفعلي يتم بواسطة البرامج والأجهزة .
- نموذج **OSI** يعرف أي الأعمال يجب أن تتم وأى البرتوكولات ستتناول تلك الأعمال عند أي من الطبقات السبعة للنموذج.

طبقات نموذج OSI

يشمل الشكل (٦- ١) على رسم تخطيطي لنموذج **OSI** ومنه نلاحظ أن هذا النمـــوذج يشتمل على ٧طبقات أو(شرائح) تأخذ الأرقام من ١إلى٧ وتتلخص المبادئ التي اعتمدت للوصول إلى هذا التقسيم فيما يلى :-

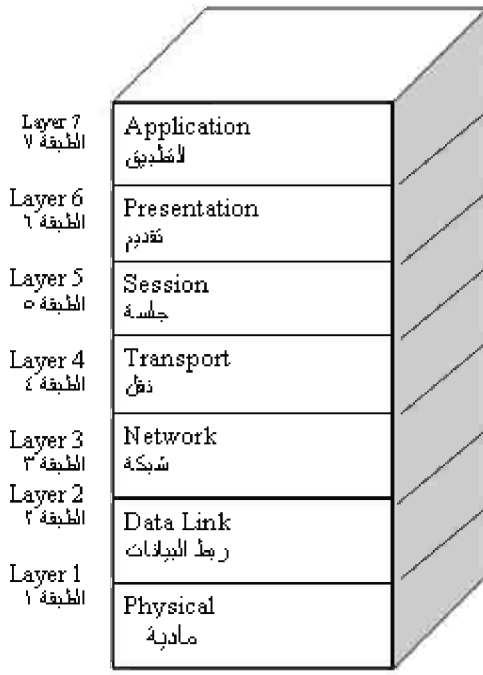
١. يجب على كل طبقة أن تنفذ مهام ووظائف محددة ومعرفة بوضوح.ممـــا يـــؤدى إلى تقسيم مهمة ربط الشبكات إلى سبع مهام صغيرة.

٢. يجب اختيار الوظائف بحيث تساعد فى تعريف بروتوكولات قياسية عامة .

٣. يجب اختيار حدود الطبقات بحيث تقلل ما أمكن من تدفق البيانات عبر الواجهـــات بين الطبقات .

٤. يجب أن يكون عدد الطبقات كافٍ حتى لا نضطر لوضع عدة وظائف مختلفة فى نفس الطبقة إلا عند الضرورة ، كما يجب ألا يزداد عدد الطبقات بحيث تفقد البنية قوتهـــا ومرونتها .

سوف نناقش فيما يلى كل طبقة من طبقات هذا النموذج على حدة ، مبتدئين من الطبقة السفلية .



شكل ٦-١ طبقات نموذج OSI

الطبقة المادية The physical layer

تهتم هذه الطبقة كما هو واضح من اسمها بالمكونات المادية داخل الشبكة مثل الأسلاك والألياف البصرية وأجهزة التوصيل وبطاقات الشبكة . تحدد هذه الطبقة ماهية الجوانب المادية وماذا يمكن أن تفعل عن طريق التحقق من مواصفات الكابلات والمقاييس..... وغيرها.

تهتم الطبقة المادية بإرسال خانات المعلومات عبر قناة الاتصال وتكون المهمة الأساسية عند التصميم هى تقديم الضمانة بوصول المعلومات المرسلة إلى المستقبل دون ضياع أو تشويه، أى أن الخانة التي تحتوي على ١ والمرسلة من أحد الأطراف يجب أن تصل مع احتوائها على نفس القيمة١إلى الطرف الآخر في حالة الإرسال ، تقوم الطبقة المادية بخدمة طبقة ربط البيانات وهذه الأخيرة تحدد نوع تقنية الشبكة المحلية كتقنية **Ethernet** وتقنية **Token Ring** . في حالة الاستقبال تحول هذه الطبقة النبضات الالكترونية أو الضوئية إلي رموز

ثنائية (0 , 1) لمعالجتها بواسطة طبقة ربط البيانات .

إن معظم اعتبارات التصميم هنا تدور حول المفاهيم الميكانيكية والالكترونية وإجـــراءات التخاطب والوسط المادى للنقل وهى عبارة عن بطاقة الـــشبكة والموصـــلات وتوصـــيل الكابلات.

طبقة ربط البيانات The Data Link Layer

تحدد طبقة ربط البيانات نوع تقنية الـــشبكة المـــستخدمة . هـــل هـــي تقنيـــة Ethernet أم تقنية Token Ring أم تقنية FDDI وحسب التقنية المستخدمة يتحـــدد نوع أجهزة التوصيل والكابلات وبطاقات الشبكة المطلوب استخدامها .

تنحصر مهمة طبقة ربط البيانات فى استلام البيانات الخام المرسلة مـــن الطبقـــة الماديـــة (طبقة١) كما هى وتحويلها إلى بيانات خالية من أخطاء الإرسال ومن ثم نقلها إلى طبقـــة الشبكة (Network layer). وتنجز هذه الطبقة مهمتها بجعل المرسل يقوم بتقسيم بيانات الدخل إلى إطارات بيانات (كل منها بحجم عدة مئات أو عدة ألاف من البايتات)، وإرسالها بشكل تسلسلي .

وبما أن الطبقة المادية عادة تقوم بإرسال سلاسل من الخانات بدون أى اعتبـــار لمعناهـــا أو بنيتها ، فان على طبقة ربط البيانات أن تعيد تشكيل الإطارات وتحديد بداياتها و نهاياتها ، ويمكن أن يتم ذلك بإضافة بعض تشكيلات الخانات الخاصة إلى بداية ونهاية كل إطـــار ، بمعني أن طبقة ربط البيانات تضيف ترويسة وتذييل لبيانات طبقة الشبكة ثم تمرر الإطار إلي الطبقة المادية التي تقوم بدورها بإرسال البيانات علي الشبكة . ففي الترويـــسة توضـــع عناوين Media Access Control (MAC) " عناوين التحكم في وصول الوســـائط " للجهازين المرسل والمستقبل . وعنوان MAC هو عنوان يبلغ ٦ بايت (48 Bit) فريد لكل بطاقة شبكة ويتم تمثيله باستخدام الرموز السداسية العشرية (.HEX) . وتجدر الإشارة إلي أن هذا العنوان تم توليده من طرف طبقة الشبكة . ويشير دائماً إلي جهاز كمبيوتر موجود علي نفس الشبكة حتي ولو كان الجهاز النهائي المقصود الوصول إليه موجود علي شـــبكة أخري .

إن وجود ضجيج على خط النقل يمكن أن يدمر الإطار بالكامل، وفى هذه الحالة تقوم طبقة ربط البيانات فى طرف المرسل بإعادة إرسال الإطار. وقد يؤدى الإرسال المتعدد لنفس الإطار إلى مضاعفة المعلومات ويحدث ذلك إذا فقدت إشارة الإعلام بالوصول المرسلة من قبل المستقبل، وعلى طبقة ربط البيانات أن تحل المشاكل الناتجة عن تخريب وضياع أو مضاعفة الإطارات . كيف ذلك ؟ للكشف عن الأخطاء يؤدي الجهاز المرسل عملية حسابية علي محتوي بيانات رزمة الإطار ، ثم يرسل الناتج في تذييل الإطار . وعند استقباله للبيانات يؤدي الجهاز المستقبل نفس العملية علي محتوي البيانات المستقبلة ثم يقارن النتيجة المتحصل عليها مع النتيجة المرسلة . إذا كانت قيم النتائج متشابهة ، يقوم بروتوكول طبقة ربط البيانات بتمرير المعلومات إلي الطبقة العليا ، وفي حالة اختلاف النتائج ، يرسل الجهاز المستقبل رسالة للجهاز المرسل يطلب إعادة إرساله آخر إطار .

تقدم طبقة ربط البيانات عدة أنواع من الخدمات إلى طبقة الشبكة وكل منها يتميز بنوعية مختلفة وكلفة موافقة لهذه النوعية .

طبقة الشبكة The Net work Layer

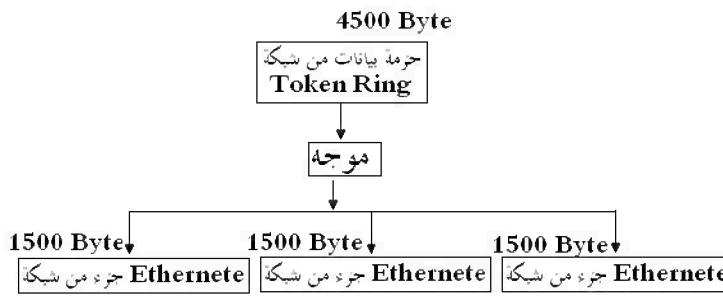
إذا كانت طبقة ربط البيانات تعمل فقط للربط علي نفس الشبكة ، فإن طبقة الشبكة يمكنها أن تعمل علي شبكات مختلفة ، وتكون مسئولة عن الاتصالات بين الأجهزة الطرفية حتي لو كانت موجودة علي شبكات مختلفة .

إن مهمة طبقة الشبكة هى التحكم بالبيانات فى مستوى الأجهزة الطرفية ، وتهتم اعتبارات التصميم فى عملية التحكم بتوجيه حزم البيانات من الجهاز المرسل إلى الجهاز المستقبل، سواء كانت هذه الأجهزة علي شبكة محلية (**LAN**) أو شبكة واسعة (**WAN**) . طبقة الشبكة هي المسئولة عن التوجيه (**Routing**) لتمكين البيانات من الوصول إلي وجهتها الأخيرة مهما كان حجم الشبكة . ويمكن أن تعتمد الموجهات (**Routers**) لأداء هذه المهمة على جداول ثابتة ومزروعة داخلها كما يمكن أن يتم بناء وتحديد هذه الجداول عند كل عملية تأسيس اتصال، كما فى حالة اتصال طرفى عبر الشبكة (جلسة عمل على محطة عمل مربوطة مع وحدة خدمة). ومؤخرا أصبحت الموجهات على درجة عالية من المرونة

حيث أنها تقوم بإعادة بناء الجدول مع كل حزمة يتم تحريرها وتوجيهها مما يعكس حالة الحمل على الشبكة فى كل لحظة.

وإذا ازدحمت الحزم بحيث ازداد عددها على شبكة فرعية فى لحظة ما، فإن ذلك سوف يؤدى إلى إعاقة إحداها للأخرى ، مما يوصل الخط إلى حالة عنق الزجاجة فى نقطة الازدحام، وحل مثل هذه المشاكل هو من مهام طبقة الشبكة.

وعندما يكون على الحزمة المرور من شبكة فرعية إلى أخرى فإن العديد من المشاكل يمكن أن تظهر ، ، فقد لا تقبل الشبكة الثانية الحزمة بسبب حجمها الكبير الذى لاتستطيع أن تتعامل معه ،فعلي سبيل المثال يبلغ أقصي حجم للحزمة في تقنية Token Ring ٤٥٠٠ بايت بينما تبلغ ١٥٠٠بايت في حالة Ethernet وهنا يلزم تجزئة المخطط البياني للحزمة (يبين شكل ٦ –٢ عملية التجزئة) وقد تكون البروتوكولات المستخدمة فى كل منهما مختلفة، مثلاً يستخدم تروتوكول IPX لشبكات Netware بينما يستخدم بروتوكول NetBeui لشبكات Windows ، من أشهر البروتوكولات المستخدمة لطبقة الشبكة بروتوكول الانترنت (Internet Protocol) وحل جميع هذه المشاكل يقع على عاتق طبقة الشبكة التى يجب أن تتجاوزها وتؤمن الاتصال بين شبكتين غير متشابهتين.



شكل ٦ –٢ عملية التجزئة

طبقة النقل Transport layer

تعد هذه الطبقة هي المكان الذي يعمل فيه جزء TCP من بروتوكول TCP/IP .

ولذلك فإن طبقة النقل تتمم خدمات طبقة الشبكة .إن الوظيفة الأساسية لطبقة النقل هى

قبول بيانات من طبقة الجلسة وتقسيمها إلى أجزاء صغيرة إذ تطلب الأمر ثم تحريرهـا إلى طبقة الشبكة، والتأكد من أن كل القطع الصغيرة قد وصلت بشكل صحيح إلى الطـرف الآخر.

وإذا تطلبت عملية النقل معدل سرعة أعلى من المتاح، تقوم طبقة النقـل بتوليـد عـدة اتصالات شبكية وتقوم بإرسال البيانات وتقسيمها على جميع الوصلات المولدة بحيث تزيد من سرعة النقل .وعلى طبقة النقل أن تقرر نوع الخدمة التى يجب تقديمها إلى طبقة الجلسة، وأكثر الأمثلة شعبية عن اتصال النقل هى قناة نقطة لنقطة خالية من الأخطاء تقوم بإيصال البايتات والرسائل بالترتيـب الـذى أرسـلت بـه، **Free- error, pear-to-pear channel** .وهناك نوع آخر من خدمات النقل هو نقل الرسائل المنفصلة دون أى ضمانة بالوصول بنفس الترتيب.

في الطبقات الأدنى تكون البروتوكولات بين كل جهاز والجهاز المجاور له مباشرة وليس بين الجهاز المصدر والجهاز الهدف مباشرة، والذى يمكن أن يكون بينهما عدة موجهات.

تشتمل طبقة النقل علي نوعين من البروتوكولات ، النوع الأول يقدم خدمات تعتمد علي الاتصال الموجه ومـن أمثلتـها بروتوكـول **Transmission Control Protocol (TCP)** ومعناه "بروتوكول التحكم في النقل" . وفي هذا البروتوكـول يكـون تبـادل البيانات مسبق بين النظامين لتأسيس اتصال بينهما ، النوع الثاني عديم الاتصال ومن أمثلتها بروتوكول **User Datagram Protocol (UDP)** وهو نادر الاستخدام ولذلك لـن نتوقف عنده . يقدم **TCP** الخدمات الآتية :

- *تجزئة البيانات* ***Data Segmentation*** *:* عندما يقوم جهاز بإرسال ملـف ذو حجـم كبير، فإن المستخدم يشكو من بطء الجهاز . وذلك لأن إرسال كمية كبيرة من المعلومات دفعة واحدة يعرض الشبكة لبطء شديد. لأن جهاز واحد هو الذي يـستخدم الـشبكة والأجهزة الأخرى منتظرة . لذلك فإن عملية تجزئة البيانات تمكن الأجهزة الأخـرى مـن العمل بالتناوب علي الشبكة . حيث أن إرسال جزء صغير من المعلومات يعطي الفرصـة لجهاز آخر . تفيد عملية تجزئة البيانات كذلك في حالة الإرسال الخطأ حيث يقوم النظـام

المرسل بإعادة عملية الإرسال من جديد عند حدوث خطأ.

- *ترقيم وترتيب الأجزاء المرسلة* : تؤدي عملية تجزئة الملفات إلي احتمال أن تصل هذه الأجزاء بترتيب غير سليم . لأن الرزم تأخذ مسارات مختلفة . يتولي TCP عملية ترتيب هذه الأجزاء وتجميعها
- *الإشعار باستلام الرزم* : وبالتالي يتأكد النظام المرسل أن رسائله وصلت بنجاح وبالتالي يتواصل في عملية الإرسال .

طبقة الجلسة The Session Layer

تسمح طبقة الجلسة لمستخدمين يعملان على جهازين يستخدمان كوحدتى خدمة أن يقيما جلسة فيما بينهما أي تسمح بتبادل المعلومات بينهما. وتسمح طبقة الجلسة بتبادل نقل البيانات بين الجهتين كما تفعل طبقة النقل بالإضافة إلى أنها تقدم بعض الخدمات المتقدمة التى تحتاجها بعض التطبيقات.

من الأساليب الشائعة في أي عملية اتصالات نظام **Two Way Simultaneous** ومعناه التزامن ثنائي الاتجاه وهو يسمح بنقل الملفات باتجاهين في نفس الوقت يعني يعمل الجهاز المرسل والمستقبل في نفس الوقت يسمي هذا الأسلوب أيضاً **Full Duplex** . وإذا كانت خطوط النقل لا تسمح بالحركة إلا باتجاه واحد فإن طبقة الجلسة تقوم بتحديد الأدوار والسماح باستعمال خط النقل لجهة واحدة فى وقت واحد. يعني من الجهاز الأول إلي الجهاز الثاني أو من الثاني إلي الأول ولكن لا يسمح سوي لجهاز واحد أن يرسل في نفس الوقت أما الجهاز الثاني فسيكون في حالة استقبال فقط . يسمي هذا الأسلوب **Two Way Alternate** أو **Half Duplex** ومعناه التناوب ثنائي الاتجاه .

وإحدى الخدمات المرتبطة بهذه الطبقة هى إدارة العلامة **Token Management**، فمن أجل بعض البروتوكولات لا يمكن لطرفيتين أن تقوما بعملية حرجة فى نفس الوقت، ولتجنب التضارب المحتمل تقوم طبقة الجلسة بتقديم علامة(**Token**) . يقوم المتحاورون بتبادلها فيما بينهم للمساعدة فى تنظيم الدور، ويسمح للطرف الذى يملك العلامة فقط أن يقوم بالعملية الحرجة، حيث يقدمه للتالى بعد أن يفرغ من عمليته .

وتعتبر خدمة التزامن Synchronization Service نوع آخر من خدمات طبقة الجلسة، ولفهم هذه الخدمة دعونا نتخيل أننا نريد نقل ملف بين جهازين متصلين وأن عملية النقل تستغرق ساعتين، علما أن الفاصل المتوقع بين انهيارين متتاليين لأحد الأنظمة على الجهازين هو ساعة ونصف، فى هذه الحالة كلما حدث الانهيار أثناء عملية النقل سوف يقوم النظام بإعادة العملية من البداية وطبعا سوف تنهار بعد مرور ساعة ونصف. وهكذا فإن النظام لن يتمكن من إنهاء العملية مطلقا ، هنا يأتي دور طبقة الجلسة فى حل هذه المشكلة بحيث أنها تحشر نقاط اختبار ضمن سلسلة البيانات المنقولة تدعى check points، وعند انهيار النظام يكفى إعادة العمليات ابتداءً من آخر نقطة اختبار فقط، أى لا يتم إعادة نقل البيانات التى تقع قبل نقطة الاختبار الأخيرة، وبهذه الطريقة يمكن تجاوز الانهيار ونقل كامل الملف.

طبقة التقديم The Presentation Layer

وظيفة طبقة التقديم هي تمكين جهازي كمبيوتر مختلفين من الاتصال أو التفاهم فيما بينهما يجب تمثيل هذه البيانات بشكل موحد ومجرد ومعيارى حيث يتم نقل البيانات بهذا الشكل عبر خط النقل بين الجهازين وتقوم طبقة التقديم بإدارة هذه العملية حيث تحول المعلومات المرسلة على الشبكة إلى الترميز الموحد ، ومن الأمثلة علي ذلك عملية الترميز Coding لأي حرف مثلاً بمقابله في شفرة ASCII وعملية ضغط البيانات (Data Compression) التي تسمح بتخفيض حجم البيانات المرسلة علي الشبكة مما يسبب سرعة نقل البيانات علي الشبكة . وعملية تشفير البيانات (Data Encryption) وهي آلية لحماية البيانات المرسلة علي الشبكة عن طريق تشفيرها باستخدام مفتاح يعرفه الجهاز المستقبل ثم تقوم بتفسيرها أو تقديمها إلى الجهاز في الطرف الآخر، وبالشكل الذي يستطيع أن يفهمه حيث يتم فك الضغط وفك التشفير وترجمة رموز ASCII إلي حروف يستطيع المستخدم التعامل معها .

طبقة التطبيق The Application layer

تحوى طبقة التطبيقات على أنواع البروتوكولات التى يحتاجها الجهازين للاتصال فيما بينهما، فمثلا هناك مئات الأنواع من الشاشات الطرفية فى العالم والغير متوافقة غالبا، ولنتصور الورطة التي يمكن أن يقع فيها برنامج تحرير نصوص موجود على وحدة الخدمة وعليه أن يتعامل مع مجموعة من الشاشات الطرفية **Terminals** المختلفة الأنواع وكل منها لها نمط إخراج مختلف للنص وطريقة تحريك مختلفة للمؤشر .

إن الطريقة الوحيدة لحل هذه المشاكل هي استخدام تطبيقات البرامج التي تستخدمها علي الشاشة. وتعتبر عملية نقل وتبادل الملفات مهمة أخرى من مهام هذه الطبقة، فأنظمة الملفات المختلفة لديها اصطلاحات وقواعد مختلفة لتسمية الملفات أو لتمثيل الأسطر النصية فى ملف مثلا. ومن أجل تحقيق عملية نقل صحيحة يجب أولا معالجة عدم التوافقية هذه والعديد من الأمور الأخرى التى يعود أمر معالجتها إلى طبقة التطبيق مثل بروتوكول نقل البريد البسيط **Simple Mail Transfer Protocol(SMTP)** الذي يستخدم في معالجة برامج البريد الإلكتروني (**e-mail**) ، وبروتوكول نقل الملفات (**FTP**) ، وعمليات الدخول عن بعد إلى الشبكة (**Telnet**) وغيرها.

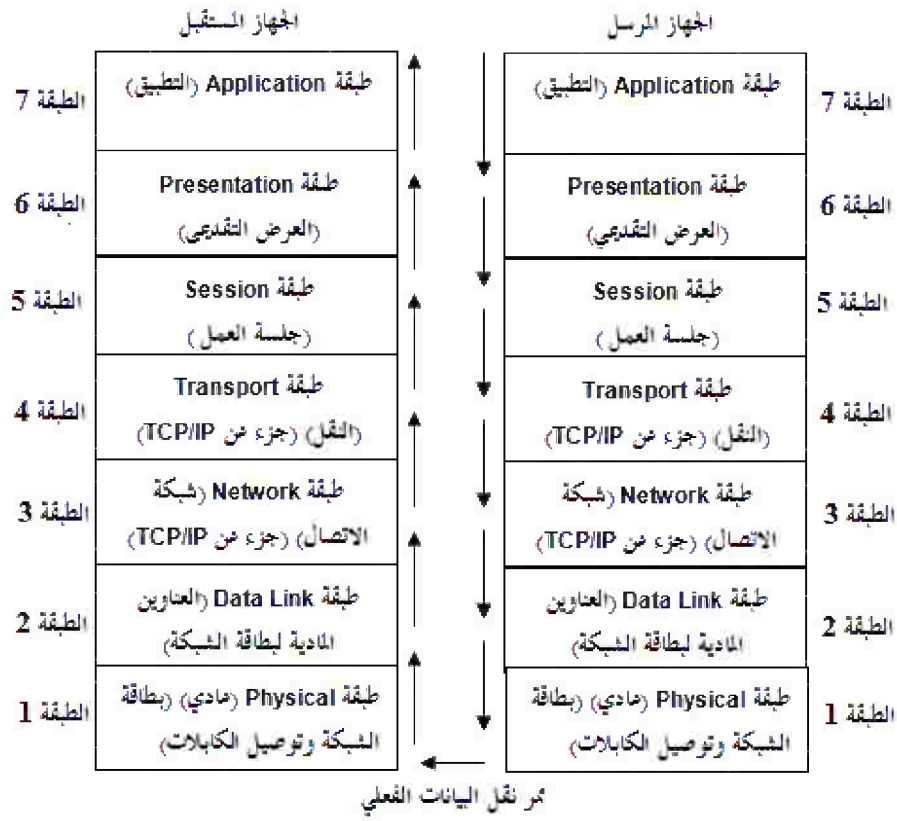
كيفية تحرك البيانات في الشبكة

يوضح شكل (٦-٣) كيف تتحرك البيانات في الشبكة باستخدام نموذج **OSI** وتتم كما يلي .

١. تتجه البيانات إلي أسفل من خلال طبقات **OSI** علي جهاز الكمبيوتر المرسل

٢. بعد معالجة البيانات علي الجهاز المرسل ، تعبر البيانات الشبكة عبر الوسيط المادي (الكابلات)

٣. تتجه البيانات إلي أعلي من خلال طبقات **OSI** علي جهاز الكمبيوتر المستلم



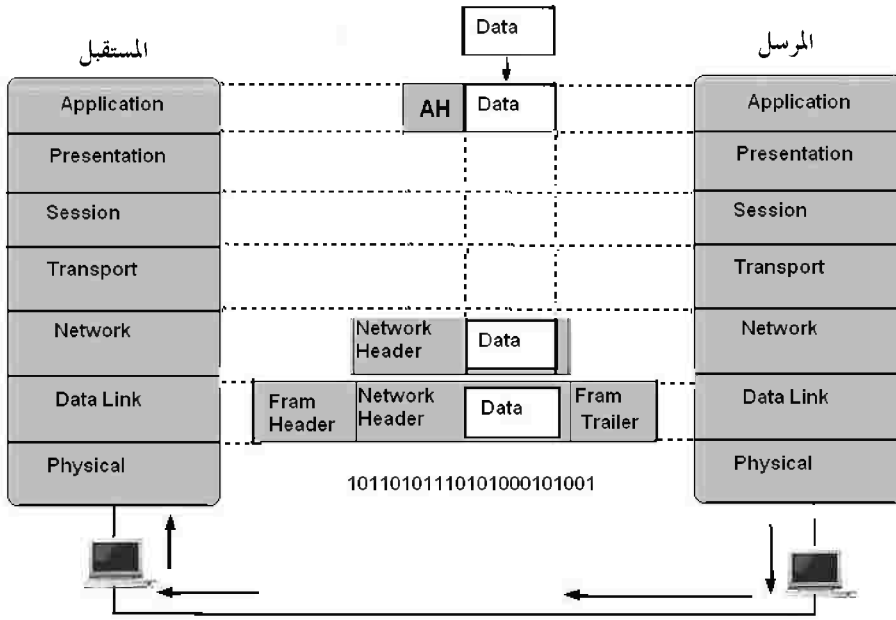
شكل ٦-٣ كيفية تحرك البيانات في الشبكة

نقل البيانات فى نموذج OSI

يظهر من الشكل ٦-٤ طريقة نقل البيانات باستخدام نموذج **OSI** ، فالجهاز المرسل لديه بعض البيانات التى يريد إرسالها إلى الجهاز المستقبل ويقوم المرسل بتسليم البيانات إلى طبقة التطبيق التى تضيف إليها ترويسة التطبيق **Application Header (AH)** والذى يمكن أن يكون فارغا حيث تضعها فى مقدمة رزمة البيانات ثم تسلمها إلى طبقة التقديم .

يمكن لطبقة التقديم أن تمرر الرزمة المستلمة بعدة أشكال ويمكن أن تضع فى مقدمتها ترويسة أولا تفعل، وتعطى الناتج إلى طبقة الجلسة، ويجب أن نتذكر أن طبقة التقديم لا تهتم

بتحديد أى جزء من البيانات المسلمة لها من طبقة التطبيق هي ترويسة (إن وجـــدت) أو بيانات حقيقية .



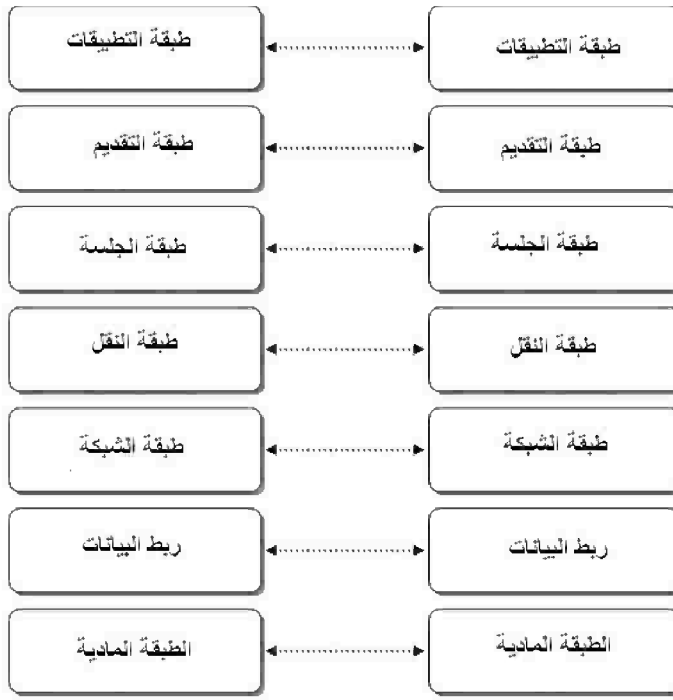
الشكل ٦-٤ نقل البيانات في نموذج OSI

ويتكرر هذا الإجراء حتى تصل البيانات إلى الطبقة المادية حيث يتم إرسالها فعليا إلى الجهاز المستقبل، في الاستقبال تحدث العملية العكسية حيث يتم حـــذف الترويـــسات المرافقـــة للبيانات الواحدة تلو الأخرى، كلما انتقلت الرسالة إلى طبقة أعلى حتى تصل أخـــيرا إلى الجهاز المستقبل .

إن الفكرة الرئيسية هنا هى أنه بالرغم من أن المسار الفعلى للبيانات هو بشكل عمـــودى عبر الطبقات فى كل جهاز كما يبين الشكل ٦-٥ فإن كل طبقة قد تمت برمجتها وكأنهـــا تتخاطب مع الطبقة المقابلة لها بشكل أفقي. (انظر شكل ٦-٥) .

مثلا عندما تستلم طبقة النقل فى جهة المرسل الرسالة من طبقة الجلسة فإنها تضيف إليهـــا ترويسة النقل وترسلها إلى طبقة النقل فى جهة المستقبل، ومن وجهة نظرها فإن ضـــرورة تمريرها إلى طبقة الشبكة فى جهازها أمراً غير ذو أهمية وتعتبره طريقة لإيصال الرسالة فقط،

فمثلا عندما يتحدث دبلوماسى فى اجتماع لهيئة الأمم المتحدة فإنه يوجه كلامه (بلغته الخاصة) إلى بقية الأعضاء مباشرة، ولا تعتبر قضية وجود المترجم الذى يقوم بترجمة كلامه إلى الآخرين أمرا يجب أن يهتم به، ويعتبر هذا الأمر تفاصيل تقنية يفترض ألا تغير من محتوى خطابه .



شكل ٦-٥ قناة افتراضية بين كل قناة ونظيرتها

ضع نموذج OSI فى اعتبارك أثناء قراءة الفصول التالية من الكتاب. سيساعدك ذلك على ربط المكونات المتعددة المستخدمة فى ربط الشبكات. فى أحد الفصول سترى كيفية ربط نموذج OSI بالأجهزة، وفى فصل أخر سنرى كيفية ربط نموذج OSI ببروتوكولات ربط الشبكات.

ملخص الفصل

بدأنا في هذا الفصل بشرح مهمة ربط الشبكات ليسهل عليك فهم طبقات نموذج OSI ووظيفة كل منها . شرحنا بعد ذلك بالتفصيل كل طبقة من طبقات نموذج OSI السبعة

والوظيفة التي تؤديها ، شرحنا ايضاً كيفية تحرك البيانات في الشبكة. وأخيرا شرحنا نقل البيانات في نموذج OSI

تدريبات

١. في نموذج OSI طبقة ربط البيانات هي الطبقة رقم:

(٢ ــ ٥ ــ ١ ــ ٤)

٢. رتب طبقات OSI السبعة:

(الشبكة ــ التطبيق ــ المادية ــ ربط البيانات ــ الجلسة ــ تقديم ــ النقل)

٣. صل الإجابة الصحيحة فيما يلي والتي تحدد المصطلحات والوظائف التي تخص كل طبقة من طبقات نموذج OSI

الطبقة	الوصف
أ. الشبكة	١. ضغط البيانات Compression وتشفيرها Encryption
ب. المادية	٢. تقوم بتجزئة البيانات (Data Segmentation) إلي أجزاء صغيرة ثم تحريرها إلي طبقة الشبكة . تستخدم بروتوكول TCP و UTP
ج. النقل	٣. يمكنها أن تعمل على شبكات مختلفة وهي المسئولة عن التوجيه . تستخدم بروتوكول IP
د. الجلسة	٤. تتسلم البيانات الخام من الطبقة المادية، وتقوم بإرسال البيانات إلى طبقة الشبكة بعد وضعها في إطارات Frames
هـ. التطبيق	٥. في حالة الاستقبال تقوم بتحويل إطارات طبقة ربط البيانات إلى رموز ثنائية (1,0). وفي حالة الإرسال تقوم بخدمة طبقة ربط البيانات عن

طريق إرسال خانات المعلومات دون ضياع أو تشويش

و. التقديم ٦. تسمح لمستخدمين يعملان مع جهازي وحدة خدمة أن يقيما جلسة أو حوار بينهما. وتقوم بتحديد الأدوار والسماح باستعمال خط النقل لجهة واحدة في وقت واحد (التناوب ثنائي الاتجاه) . أو تمكين جهازين من الإرسال والاستقبال في نفس الوقت (التزامن ثنائي الاتجاه)

ز. ربط البيانات ٧. تقوم بمعالجة عدم التوافق بين الأجهزة عن طريق استخدام تطبيقات البرامج المختلفة والبروتوكولات مثل بروتوكول TCP وبروتوكول SMTP

٤. طورت منظمة ISO العالمية نموذج OSI المرجعي لغرض:

أ. تزويد المستخدمين بطريقة وصول سريعة إلى خدمات الشبكة

ب. وضع طريقة مناسبة لتشغيل الكمبيوترات

ج. وضع لغة برمجة قياسية لجميع الكمبيوترات

د. تمكين منتجي شبكات الكمبيوترات من التعامل مع بعضهم البعض

٥. أي العبارات التالية تصف طريقة نقل البيانات في نموذج OSI:

أ. يقوم الجهاز المرسل بإرسال البيانات إلى طبقة التطبيق التي تمر مباشرة إلى الطبقة المادية ومنها إلي الجهاز المستقبل

ب. تمر البيانات من الجهاز المرسل إلى الجهاز المستقبل مباشرة دون حاجة لوجود طبقات

ج. يقوم الجهاز المرسل بتسليم البيانات إلى طبقة التطبيق التي تضيف أو لا تضيف إليها ترويسه التطبيق ، ثم تسلمها إلى طبقة التقديم. يمكن لطبقة التقديم أن تضيف إليها ترويسه أو لا تضيف وتعطي النتائج إلى طبقة الجلسة ويتكرر هذا الإجراء حتى تصل البيانات إلى الطبقة المادية حيث يتم إرسالها إلى الجهاز المستقبل.

شرحنا في الفصل السابق النموذج المرجعي للاتصال بين الأجهزة ***OSI*** *وفي هذا الفصل نتناول نموذجاً هاماً وهو نموذج* ***TCP/IP*** *. يعمل هذا البروتوكول علي نقل البيانات من وإلي أجهزة الكمبيوتر عبر شبكة الانترنت . بانتهاء هذا الفصل ستتعرف علي :*

- *ما هو المقصود ببروتوكول* ***TCP/IP***
- *طبقات نموذج* ***TCP/IP***
- *عناوين* ***IP***
- *مقارنة بين النموذج* ***OSI*** *والنموذج* ***TCP/IP***
- *عيوب النموذج* ***TCP/IP***

مقدمة إلي بروتوكول TCP/IP

كلمة TCP/IPمأخوذة من العبارة Transmission Control Protocol/Internet Protocol ومعناها (بروتوكول التحكم في الإرسال / بروتوكول الانترنت) ويعد هذا البروتوكول واحداً من أهم وأشهر بروتوكولات الشبكة، لأنه مقياس مفتوح لا تتحكم فيه أي شركة فهو أحد المقاييس التي أنشأها هيئة عالمية تسمي IETF أي Internet Engineering Task Force ويمكن ترجمتها هكذا (قوة هندسة الانترنت). وقد جاءت شهرة بروتوكول TCP/IP لأنه هو البرتوكول الذى يحمل تدفق البيانات عبر الانترنت.

تقوم لجان معينة بوضع مقاييس IETF ويتم تقديمها إلي جماعة ربط الشبكات من خلال مجموعة مستندات تسمي"RFCS"(Requests For Comments) يعمل هذا البرتوكول علي نقل البيانات من وإلي أجهزة الكمبيوتر عبر شبكة الانترنت . لا يلزمك سوى التأكد من أن هذا البروتوكول قد تم تهيئته بصورة صحيحة علي كل جهاز كمبيوتر متصل بالشبكة حتي تتمكن جميع الأجهزة من الاتصال بالإنترنت .

يعمل هذا البروتوكول في مستوي أدني من نموذج OSI حيث يشكل TCP طبقة النقل (Transport) وهي الطبقة رقم ٤ في نموذج OSI التي تنظم تدفق البيانات، وتشكل IP طبقة شبكة الاتصال (Network) في النموذج OSI وهي الطبقة رقم ٣ التي تتعامل مع العنونة .

ومن الأمور التي يجب أن تعرفها عن بروتوكول TCP / IP ما يلي :

- يعمل مع جميع البرامج والأجهزة بغض النظر عن الشركات المنتجة لها.
- يستخدم بروتوكول TCP/IP أي نوع من الكابلات ولذلك لا يلزمك تغيير الكابلات التي قمت بتبديلها عندما تريد استخدامه.
- يعمل بروتوكول TCP/IP بتوافق مع بروتوكولات شبكات Netware أو Windows.
- هذا البروتوكول سهل الإعداد فعندما ترغب في إضافته، كل ما عليك هو النقر فوق

بعض الأزرار في Network Control Panel.

طبقات نموذج TCP/IP

يشتمل TCP/IP علي أربعة طبقات . وهذه الطبقات هي :

١- طبقة التطبيق Application Layer

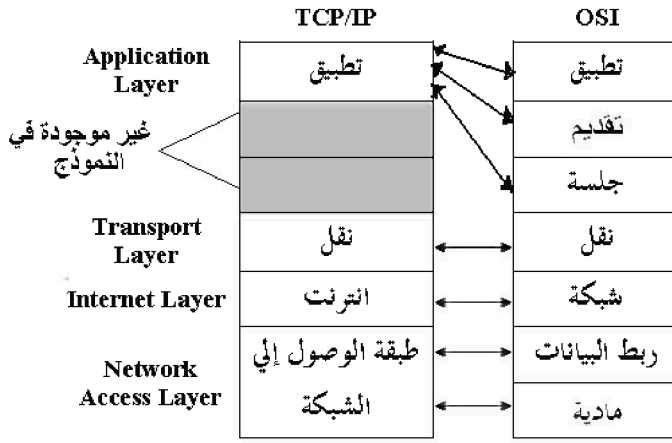
٢- طبقة النقل Transport Layer

٣- طبقة الانترنت Internet Layer

٤- طبقة الوصل إلي البيانات Network Access Layer

وكما تلاحظ بعض هذه الطبقات تأخذ أسماء طبقات نموذج OSI. ورغم هذا التشابه في تسمية الطبقات إلا أن وظيفة الطبقة تختلف من نموذج لآخر حتي وإن تسمت بنفس الاسم. لأن هذه الطبقات الأربعة من المفروض أن تؤدي الوظائف التي تؤديها الطبقات السبع الموجودة في نموذج OSI

يشتمل شكل ٧-١ علي طبقات TCP/IP الأربعة ومكافئ كل منها مع نظيرتها في نموذج OSI .



شكل ٧-١ الطبقات المكافئة لنموذج TCP/IP في نموذج OSI

طبقة التطبيق The Application Layer

لا يملك نموذج TCP/IP طبقتي الجلسة والتقديم وذلك لأنه لم تظهر الحاجة لهما. وقد أثبتت التجربة مع نموذج OSI صحة هذه المقولة فهما قلما تستخدمان لمعظم التطبيقات. تقع طبقة التطبيق فوق طبقة النقل.

بروتوكولات طبقة التطبيق

تدعم البروتوكولات العاملة علي طبقة التطبيق نقل الملفات والبريد الالكتروني والاتصال عن بعد ..... الخ . نوضح فيما يلي أهم البروتوكولات العاملة علي هذه الطبقة. (انظر شكل ٧-٢)

- *بروتوكول نقل الملفات* File Transfer Protocol (FTP)

يعتبر بروتوكول FTP من أشهر البروتوكولات المستخدمة لنقل الملفات بين الأنظمة التي تدعم FTP . وهو يدعم نقل الملفات التي تأخذ الشكل الثنائي (Binary) والملفات التي تستخدم شفرة ASCII .

- *بروتوكولات نقل البريد البسيط* Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

بروتوكول SMTP هو المسئول عن نقل رسائل البريد الالكتروني عبر شبكة الاتصالات . وهو بذلك لا ينقل إلا البيانات النصية التي تحتوي عليها الرسائل .

- *بروتوكول مكتب البريد* Post Office Protocol (POP3)

يستخدم عملاء البريد الالكتروني بروتوكول POP3 للحصول علي رسائلهم من وحدة خدمة البريد الالكتروني

- *نظام أسماء النطاقات* Domain Name System (DNS)

هو نظام موجود علي الانترنت لترجمة أسماء النطاقات إلي عناوين IP (IP Addresses) . عندما تتصل بموقع موجود علي الانترنت ، يقوم DNS بتحويل اسم الموقع إلي عنوان IP الذي يحتاجه بروتوكول TCP/IP للاتصال بالجهاز المضيف للموقع .

- *بروتوكول الإدارة البسيط للشبكات* **Simple Network Management Protocol (SNMP)**

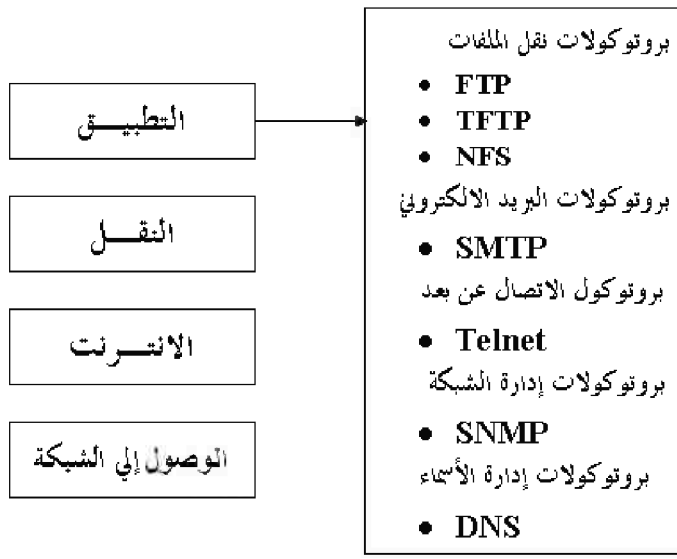
يقدم بروتوكول **SNMP** طريقة للتحكم في إدارة مكونات الشبكة . بروتوكول **SNMP** مسئول أيضاً عن جمع معلومات عن مكونات الشبكة وعن تحسين أدائها وتأمينها .

نظام ملفات الشبكة **Network File System (NFS)**

يسمح بروتوكول **NFS** بالوصول إلي الملفات الموجودة علي وحدات تخزين بعيدة كالأقراص المغناطيسية عبر شبكة الاتصال .

بروتوكول **Telnet**

Telnet هو بروتوكول يسمح بالاتصال عن بعد بالأجهزة الموجودة علي الشبكة والتحكم فيها . يستخدم **Telnet** للتحكم عن بُعد بكمبيوتر في موقع آخر بعد الاتصال به وتنفيذ أي عملية عليه وفي هذه الحالة فإن الكمبيوتر البعيد هو الذي ينفذ العملية وليس الجهاز المحلي. يقال عن الجهاز المحلي "مضيف محلي" (**Local Host**) ويقال عن الجهاز البعيد الذي ينفذ العملية " المضيف البعيد " (**Remote Host**) أو وحدة خدمة **Telnet**.



شكل ٧-٢ بروتوكولات طبقة التطبيق

طبقة النقل The Transport Layer

تدعى الطبقة التي تعلو طبقة انترنت فى نموذج TCP/IP بطبقة النقل، وهى مصممة لكي تسمح لزوج من العناصر فى المرسل والمستقبل أن يقيما محادثة فيما بينهما تماما كما فى طبقة النقل من نموذج OSI.

بروتوكولات طبقة النقل

لقد تم تعريف بروتوكولين من نوع طرف إلى طرف end-to-end فى هذه الطبقة وهما بروتوكول TCP وبروتوكول UDP (أنظر شكل ٧-٣)

أولاً: بروتوكول التحكم بالنقل TCP(Transmission Control Protocol)

وهو بروتوكول اتصال موثوق موجه وهو يسمح لسلسلة من البيانات مولدة فى جهاز مصدر أن تصل بشكل صحيح إلى الهدف. يقوم بروتوكول TCP بالمهام الآتية :

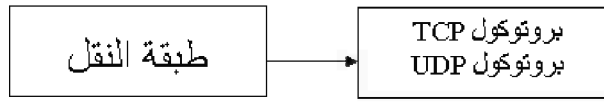
- *تجزئة وتجميع البيانات* :ويقوم بروتوكول TCP بتجزئة البيانات الواردة إلى رزم صغيرة يقوم بتمريرها إلى طبقة انترنت فى الجهاز الهدف (المستقبل) ، ويقوم إجراء TCP فى الجهاز المستقبل بإعادة تجميع هذه القطع وإعادتها إلى شكل السلسلة المرسلة الأصلية ، لأن قيام أي جهاز بإرسال بياناته بصفة مستمرة لمدة من الزمن يسبب بطء الشبكة "زحمة المواصلات" مما يؤدي إلي انتظار الأجهزة الأخرى الموجودة علي نفس الشبكة لمدة طويلة من الزمن ، حتي ينتهي الجهاز المرسل من تحويل كل بياناته . عملية تجزئة البيانات تسمح للأجهزة الموجودة علي الشبكة بالتناوب في استخدام الشبكة . وفي حالة حدوث خطأ لا يعيد الجهاز المرسل إلا الجزء الخطأ فقط بدلاً من إعادة إرسال كل البيانات من جديد .
- *الإشعار بالاستلام* : عندما يستقبل جهاز رزمة بيانات بدون خطأ ، فإنه يرسل للجهاز المرسل إشعار يفيد استقبال واستلام البيانات حتى يستطيع الجهاز المرسل متابعة إرسال الرزمة التالية
- *تحديد المنافذ* (Ports) : تحدد بروتوكولات طبقة النقل أرقام المنافذ التي تمر منها

البيانات إلي مناطق معينة في ذاكرة الجهاز والتي غالباً ما تخص تطبيق معين . وبهذا يستطيع بروتوكول TCP تمييز العملية التي ولدت البيانات الواردة من طبقة التطبيق

- *الكشف عن الأخطاء :* طبقة النقل هي المسئولة عن كشف الأخطاء التي تحدث لرزم البيانات أثناء النقل . في حالة الإرسال ، يدقق النظام في إطار البيانات المرسل ويقوم بعملية حسابية علي إطار البيانات ، ويضع النتيجة التي يحصل عليها في تذييل الإطار (Frame Trailer) وعندما تصل البيانات إلي المستقبل ، يقوم الجهاز المستقبل بإجراء نفس العملية الحسابية علي البيانات التي يستقبلها . إذا كانت النتيجة مطابقة للنتيجة المرفقة في تذييل الإطار ، فهذا معناه أن البيانات سليمة وتتم معالجة البيانات . أما إذا لم تتطابق النتائج ، فإن النظام يطلب إعادة إرسال البيانات مرة ثانية.
- *التحكم في تدفق البيانات :* يقوم TCP بالتحكم بتدفق البيانات لمنع المرسل السريع من إغراق المستقبل البطيء بالبيانات.
- *ترقيم رزم البيانات :*من مهام طبقة النقل ترقيم رزم البيانات عند إرسالها وترتيبها عند الاستلام ، وذلك لأن الرزم تسلك مسارات مختلفة في رحلتها من الجهاز المرسل إلي الجهاز المستقبل لأنها تختار المسارات الأقل زحمة . وهذا يسبب وصول الرزمة إلي وجهتها بترتيب غير الترتيب الذي أرسلت به. لولا ترقيم الرزم في الإرسال لما تمكن النظام من ترتيبها عند الاستقبال .

ثانياً: بروتوكول مخطط بيانات المستخدم User Datagram Protocol (UDP).

وهو بروتوكول لاتصال غير موثوق ومناسب للتطبيقات التى يكون فيها الإعلام بالاستلام أهم من حصوله فعلا مثل حالات نقل الكلام أو الفيديو. عندما نقوم بإرسال بواسطة UDP فليس هناك ضمان أن البيانات تصل إلي وجهتها بدون خطأ . وهو مستخدم أيضاً من أجل الاستعلامات من نمط وحدة خدمة / محطة عمل والتي تطلب لمرة واحدة فقط .



شكل ٧-٣ بروتوكولات طبقة النقل

طبقة الانترنت The Internet Layer

من مهام طبقة الانترنت توجيه الرزم إلي الأجهزة التي يطلب توجيهها إليها ، سواء كانت هذه الأجهزة موجودة علي شبكة محلية أو علي شبكة واسعة . وبالتالي يتضح لنا أن عملية توجيه الرزم هو أهم عمل تقوم به هذه الطبقة بالإضافة إلى تعديل الرزم **Packet Switching** ، ولهذا السبب فإنه يمكن أن نقول أن طبقة انترنت فى بنية **TCP/IP** تقابل طبقة الشبكة فى بنية **OSI** .

يمكن لهذه الرزم أن تصل بترتيب مختلف عن الترتيب الذي أرسلت به، ويكون دور الطبقات الأعلى هو إعادة تجميع وترتيب هذه الرزم إذا كان الترتيب مطلوبا فى جهة المستقبل.

إضافة إلي ذلك تكون هذه الطبقة مسئولة عن توفير المعلومات اللازمة إلي طبقة الوصول إلي الشبكة لكي تتمكن هذه الأخيرة من إرسال إطاراتها علي الشبكة المحلية سواء كان الهدف جهازاً أو موجه .

ويمكن تشبيه عمل هذه الطبقة بنظام البريد، حيث يقوم المستخدم بوضع عدد من الرسائل بشكل متتالي فى صندوق البريد فى أحد البلدان، وبقليل من الحظ سوف يتم تسليم هذه الرسائل إلى وجهتها فى البلدان الأخرى، وقد تعبر هذه الرسائل عددا من مكاتب البريد العالمية فى طريقها إلى هدفها، ولكن ذلك يبقى غير مرئي من قبل المرسل، وأكثر من ذلك فقد يكون لكل بلد من البلدان الذي ستعبر خلاله الرسائل نظام بريد خاص به، وطوابع خاصة به، ومواصفات مغلفات رسائل معينة وكل ذلك من الأمور التى لن يتعامل معها المرسل أو يعالجها.

فيما يلي نوضح باختصار البروتوكولات التي تعمل في طبقة الانترنت (انظر شكل ٧-٤)

- *بروتوكول الانترنت* **Internet Protocol (IP)**

يعتبر **IP** أهم بروتوكول في هذه الطبقة ، لا يهتم **IP** بمحتويات الرزمة ولكنه يهتم بطريقة توجيه الرزم إلي الوجهة (سواء كانت جهاز أو موجه) ويقوم بمهمة العنونة والإرسال .

- *بروتوكول التحكم في رسائل الانترنت* **Internet Control Message Protocol (ICMP)**

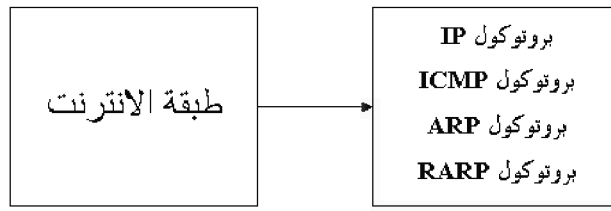
يوفر **ICMP** إمكانيات التحكم في الرسائل وإرسالها ، بالإضافة إلي إمكانية تبادل معلومات حول مشاكل وأعطال الشبكة إذا حدثت .

- *بروتوكول حل العناوين* **Address Resolution Protocol (ARP)**

يقوم بتحويل عنوان **IP** لجهاز موجود علي الشبكة المحلية إلي عنوان **MAC** (الحروف **MAC** اختصاراً لعبارة **Media Access Control** ومعناها "التحكم في وصول الوسائط") وهو عنوان فريد لكل بطاقة شبكة ويبلغ طوله ٦ بايت (**48 bits**) . ويتم تمثيله باستخدام الرموز السداسية العشرية (**Hexadecimal**) . يمكن أن يكون هذا العنوان هو عنوان الوجهة إذا كان الجهازين علي نفس الشبكة المحلية أو عنوان الموجه إذا كان الجهازان علي شبكتين مختلفتين .

- **Reverse Address Resolution Protocol (RARP)**

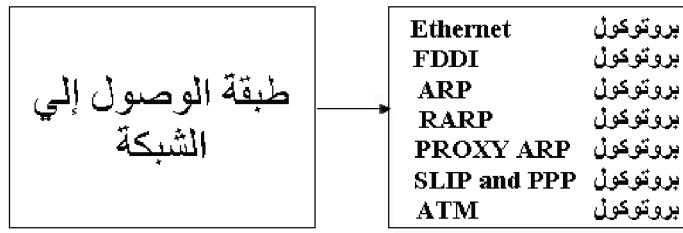
يقوم **RARP** بتحويل أي عنوان **MAC** إلي عنوان **IP** وهو يستخدم عنوان **MAC** للجهاز لإعطاء الجهاز عنوان **IP** وإمكانية توصيله بالشبكة



شكل ٧-٤ بروتوكولات طبقة الانترنت

طبقة الوصول إلى الشبكة Network Access Layer

تسمى هذه الطبقة أيضا **The Host-to-Network Layer** ومعناها "طبقة المضيف – الشبكة" . أى جهاز مضيف يريد أن يصل إلى الشبكة باستعمال بروتوكول ما، فأنه يستطيع أن يرسل رزم **IP** عبر هذه الطبقة. تكافئ هذه الطبقة كل من طبقتي "ربط البيانات" و "المادية" في نموذج **OSI** ومن مهامها أيضا تحويل البتات إلي إشارات كهربية أو كهرومغناطيسية أو ضوئية ليمكن نقلها علي الوسيط المعني بالأمر . تحول بروتوكولات طبقة الوصول إلي البيانات عناوين **IP** إلي عناوين مادية للأجهزة وتضع رزم **IP** داخل أطر (انظر شكل ٧–٥) . أيضا تحدد الوسيط المادي اللازم للاتصال بناء علي نوع الجهاز وبطاقة الشبكة .



شكل ٧–٥ بروتوكولات طبقة الوصول إلي الشبكة

عناوين IP

نشرح فيما يلي باختصار عناوين **IP** علي أن نعود لشرح فئات العناوين وكيفية تخصيصها بالتفصيل في الفصل السابع عشر .

يستخدم بروتوكول **TCP/IP**عناوين مخصوصة تعرف باسم عناوين**IP** . لتعريف أجهزة الكمبيوتر المختلفة المتصلة بالانترنت. ولكن ماهو عنوان **IP**. عنوان **IP** عبارة عن رقم مكون من ٣٢ بت يتكون عادة من ٤ أرقام عشرية متتابعة تنفصل عن بعضها البعض بنقاط لان كل رقم عشري يتكون من ٨ بت (٨X٤=٣٢).

انظر عنوان **IP** العشري المنقط التالي **192 . 168 . 100 . 25**

ونظرا لأن هناك أربعة أرقام يبلغ طول كل منها(**8 Bits**)فإن مساحة العنوان الإجمالية يبلغ طولها٣٢بت (**32 Bits**) وبالتالي يبدو العنوان السابق عند كتابة بالنظام الثنائي (**Bits**)

هكذا: 11000000.10101000.01100100.00011001

للمزيد من المعلومات عن النظام الثنائي والنظام العشري والنظام السداسي عشر، راجع تمثيل البيانات داخل ذاكرة الكمبيوتر في الفصل الثالث.

ومن التمثيل السابق تلاحظ أن العنوان الثنائي يشتمل علي ٤ مجموعات يفصل بين كل منها نقطة، كل مجموعة بها ٨ بتات، وبذلك يكون العنوان ٣٢ بت (البت أما صفر أو واحد).

تخصص لشبكتك الأرقام الثلاثة أو الأربعة الأولي من العنوان (تبعا لحجمها) بينما يُعَرفَّ بقية العنوان جهاز الكمبيوتر المتصل بالشبكة .

وفي حالة اتصال شبكتك بالانترنت، فلن يتمكن أي جهاز علي الشبكة من الوصول إليها إلا من خلال عنوان IP الخاص به. لا يتم تخصيص هذه العناوين للأجهزة يدويا .

ولكن تقوم وحدة خدمة خاصة (تعرف باسم وحدة خدمة DHCP) بتخصيص هذه العناوين تلقائيا .

في حالة الاتصال بالانترنت من خلال مزود خدمة اتصال (ISP) ، يمكنك الاعتماد علي وحدة خدمة DHCP الخاصة به في تخصيص عناوين IP إن وجدت، فإن لم توجد يمكن تهيئة وحدة خدمة Windows أو Network للعمل كوحدة خدمة DHCP للشبكة .

ما سبب أهمية العناوين

مثلما يحصل للعناوين البريدية حيث يخصص لكل شخص عنوان بريدي فريد يحدث أيضا مع الانترنت، حيث تتطلب الانترنت أسماء وعناوين فريدة. تتوفر مساحة قدرها ٣٢بت لعناوين الانترنت. مساحة ٣٢بت تتسع لمعالجة أربعة ملايين عنوان. وبمجرد إن يتم استخدام مساحة العناوين التي تبلغ أكثر من٤ ملايين، لن يكون هناك مساحة لكتابة أية عناوين إضافية. لذلك يعد الجيل التالي من بروتوكول الانترنت (Protocol Internet) الذي يطلق عليه IPV6 مهم جدا لأنه يزيد عدد العناوين لعدد كبير جدا.

فئات العناوين

تأتى كتل العناوين فى ثلاثة إحجام اعتمادا على فئة العنوان على النحو التالي :

- عناوين الفئة A : يمكن أن تحدد الفئة A عدد عناوين يصل إلى ١٦,٧٧٧,٢١٦ عنوان فى كل شبكة اتصال من ١٢٦ شبكة اتصال.
- عناوين الفئة B : يمكن أن تحدد الفئة B عدد عناوين يصل إلى ٦٥,٥٣٦ عنوان فى كل شبكة اتصال من ١٦,٣٨٢ شبكة اتصال.
- عناوين الفئة C : يمكن أن تحدد الفئة Cعدد عناوين يصل إلى ٢٥٦ عنوان فى كل شبكة اتصال من ٢,٠٩٧,١٥٠ شبكة اتصال.

ومن هذا التوضيح لطريقة عنونة IP، يتضح أن هذا النظام فى تخصيص العناوين يعتبر مصدرا للعناوين. حيث أنه فى ظل عناوين الانترنت التى تبلغ ٣٢بت الحالى، يجب أن تحدد المؤسسات فئة الشبكة التى سوف توفر عناوين IP كافية لاحتياجاتها.

ونضرب مثالاً واحداً. بالنسبة لعناوين الفئة C والتى تخص الشبكات الصغيرة. المؤسسة التى تطلب عنوان كاملا من الفئة C، سوف يخصص لها ٢٥٦ عنوان، حتى أذا طلبت ٢٠ عنوانا فقط. وبالمثل تستطيع أن تفهم أن المؤسسات التى تطلب أكثر من ٢٥٦ عنوان وهى المؤسسة التى تقع فى الفئة Bسوف يخصص لها ٦٥٢٣٦ عنوان حتى ولو كانت لا تحتاج إلا إلى ٣٠٠ عنوان.

عناوين IPV6

IPV6 هى الجيل التالى من بروتوكول IP.حيث أن الجيل الحالى من IP هو IPV6. يحل IPV6 مشكلة العناوين لأن الأربعة ملايين عنوان إذا كنت تراها كثيرة، فهى مع الانتشار السريع للانترنت لن تكون كافية لتلبية طلبات الجهات التى تطلب عناوين انترنت.

تستخدم IPV6 مساحة عناوين تبلغ ١٢٨بت مقابل المساحة المتوفرة فى بروتوكولIPV4 وقدرها ٣٢بت. أيضا يتم تخطيط بروتوكول IPV6 بطريقة مختلفة عن IPV4 حيث تمثل كل Xستة عشر بت مكتوبة برموز سداسية عشرية (من 0الىF)

فيما يلى مقارنة بين عنوان IPV4 وعنوان IPV6.

أولاً IPV4:

X.X.X.X حيث تمثل كل X٨بتات فى الرموز العشرية المنقطة وعندما تضرب ٨X٤ تحصل على ٣٢ وهو طول المساحة المخصصة لبروتوكول IPV4.

ثانياً IPV6:

X:X:X:X:X:X:X:X حيث تمثل كل X ستة عشر بت مكتوبة برموز سداسيه عشرية وعندما تضرب ٨X١٦ تحصل على ١٢٨وهو طول المسافة المخصصة لبروتوكول IPV6.

مقارنة بين النموذج OSI والنموذج TCP

يشترك النموذجان فى عدة نقاط، فكلاهما مبنى على فكرة تكديس بروتوكولات مستقلة عن بعضها، فوق بعضها، كما أن هناك تشابها لا بأس به فى وظيفة كل طبقة، فمثلا جميع الطبقات التى فوق طبقة النقل بما فيها طبقة النقل لها وظيفة عامة هى تزويد الإجراءات التى تريد التواصل بخدمة نقل مستقلة عن الشبكة ومن نمط نقطة إلى نقطة.

ومن جهة أخرى، هناك العديد من الفروقات بينهما،

فيما يلي نوضح باختصار أولاً أوجه الشبه بين النموذجين ثم نوضح باختصار أيضا أوجه الاختلاف بينهما .

أوجه الشبه

- كل من النموذجين يحتوي علي طبقات
- كل من النموذجين يحتوي علي طبقة التطبيق رغم أن كل منهما تقدم خدمات مختلفة
- كلا النموذجين يحتوي علي طبقتي النقل والشبكة
- كلا النموذجين يستخدم تقنية تبديل الرزم (Packet Switching) بدلاً من تقنية تبديل الدوائر (Circuit Switching)

أوجه الاختلاف

- في نموذج TCP/IP يتم دمج طبقات التطبيق والتقديم والجلسة في طبقة واحدة

هي طبقة التطبيق

- في نموذج **TCP/IP** يتم دمج طبقتي ربط البيانات والمادية في طبقة الوصول إلي الشبكة
- يبدو نموذج **TCP/IP** بسيطاً لأنه يحتوي علي أربع طبقات بدلاً من سبعة
- عندما تستخدم طبقة النقل في نموذج **TCP/IP** بروتوكول **UDP** فأنها لا تقدم أي ضمان لوثوقية رزم البيانات بينما تتحقق طبقة النقل في نموذج **OSI** من صحة ودقة البيانات المرسلة .

عيوب النموذج المرجعي TCP/IP

إن النموذج **TCP/IP** وبروتوكولاته لها بعض المشاكل.

أولا : لا يميز النموذج بوضوح بين مفاهيم الخدمة والواجهة والبروتوكول، ومن صفات التصميم الهندسي الجيد لأي عتاد لين هو التمييز بين التوصيف وتحقيق هذا التوصيف على أرض الواقع.

ثانيا: إن **TCP/IP** ليس نموذجا عاما وهو لا يتوافق بشكل جيد مع مكدسات بروتوكولات أخرى غير بروتوكول **TCP/IP** .

ثالثا: إن طبقة **Network Access** ليست طبقة حقيقية بالمعنى المستخدم فى توصيف البروتوكولات المبنية على الطبقات، ولكنها عبارة عن واجهة وصل بين طبقة الشبكة وطبقة ربط البيانات، وموضوع التمييز بين الطبقة والواجهة مهم جدا ويجب أن يكون دائما واضحاً في الأذهان .

رابعا: لم يميز نموذج **TCP/IP** بين الطبقة المادية وطبقة ربط البيانات، وحتى أنه لم يذكرهم بوضوح بالرغم من إنهما مختلفتين كليا.

ملخص الفصل

بدأنا في هذا الفصل بشرح المقصود ببروتوكول **TCP/IP** ثم شرحنا طبقات نموذج **TCP/IP** . شرحنا أيضا الفرق بين نموذج **OSI** ونموذج **TCP/IP**. شرحنا بعد ذلك

عيوب النموذج TCP/IP.

تدريبات

١. أنشأت هيئة IETF بروتوكول TCP/IP من أجل:

أ. أن يكون مقياسا مفتوحا لا تتحكم فيه أي شركة

ب. أن يعمل على نقل البيانات من وإلى أجهزة الكمبيوتر عبر شبكة الانترنت

ج. أن يستخدم أي نوع من الكابلات

د. أن يتوافق مع بروتوكولات شبكات Netware أو Windows

هـ. كل ما سبق

و. لا شئ مما سبق

٢. أي العبارات التالية صح عند مقارنة نموذج TCP/IP بنموذج OSI

أ. يستخدم نموذج TCP/IP الطبقات الأربعة الأولى من نموذج OSI

ب. يشتمل نموذج TCP/IP على أربعة طبقات فقط في مقابل ٧ طبقات في نموذج OSI

ج. كلا النموذجين يستخدم طبقتي النقل والشبكة

د. تقابل كل من طبقة التطبيق والتقديم والجلسة طبقة نظيرة في كلا النموذجين

هـ. تقابل طبقة الوصول إلى الشبكة في نموذج TCP/IP الطبقة المادية في نموذج OSI

٣. ما هي الطبقة التي يعمل عليها أي من البروتوكولات التالية في نموذج TCP/IP :

أ. SMPT　　د. FTP

ب. ARP　　هـ. IP

ج. TCP　　و. UDP

٤. البروتوكول الذي يولد إشعار باستلام البيانات هو:

أ. UDP　　ج.TCP

ب. IP　　د. ARP

٥. صل الإجابة الصحيحة والتي تحدد المصطلحات والوظائف التي تخص كل طبقة من

طبقات TCP/IP

أ. تدعم البروتوكولات العاملة على هذه الطبقة نقل البيانات (FTP) والبريد الالكتروني (SMTP) والاتصال عن بعد (Telnet)....الخ

١. الانترنت

ب. تقابل هذه الطبقة طبقة الشبكة في نموذج OSI وتقوم بتوجيه الرزم إلى الأجهزة التي يطلب توجيهها إليها وتقوم أيضا بتعديل الرزم (Packet Switching). تستخدم بروتوكولات مثل ARP, ICMP, IP

٢. التطبيق

ج. تكافئ هذه الطبقة طبقتي ربط البيانات والمادية في نموذج OSI. تحول عناوين IP إلى عناوين مادية للأجهزة

٣. النقل

د. هي الطبقة التي تعلو طبقة الانترنت وهي مصممة لكي تسمح لزوج من العناصر في المرسل والمستقبل ثم يقيما محادثة فيما بينهما وتستخدم بروتوكولي UDP, TCP.

٤. الوصول إلى الشبكة