

أجهزة الربط الشبكي :

أنواعها ومبادئ عملها

يتم تشكيل الشبكات الحاسوبية باستخدام وسائط لنقل المعطيات كالكبلات على سبيل المثال إضافة إلى أجهزة الربط الشبكي مثل بطاقات الشبكة والمجمعات والمبدلات في الشبكات المحلية والمسيرات والموديمات في الشبكات الواسعة. لذلك تهدف هذه المقالة إلى التذكير أولاً بأنواع الشبكات الحاسوبية وتعريف الشبكات المحلية وطبولوجياتها. ولما كانت شبكة إترنت هي الأكثر شيوعاً بين الشبكات المحلية فكان لا بد لنا من التطرق لإصداراتها المختلفة ومبادئ عملها.

١ أنواع الشبكات الحاسوبية

يمكن تصنيف الشبكات الحاسوبية بشكل عام إلى أربعة أنواع رئيسة حسب المساحة الجغرافية التي تغطيها وسرعة نقل المعطيات التي تسمح بها، إضافة إلى عدد المستثمرين القابل للربط إلى الشبكة. يوضح الجدول ١ التصنيف المتبع مع العلم بأن الشبكات تخضع للتطور المستمر الذي يمكن أن يؤثر على المعلومات الموجودة فيه.

النوع	قطر الشبكة	السرعة (bps)	عدد المستثمرين
المحلية LAN	10-2,000 m	4 M - 2 G	2 - 1000
الإقليمية MAN ^١	5-100 Km	56 K - 622 M	2 - 5000
الواسعة WAN ^٢	100-1,000 Km	2.4 K - 45 M	عشرات الآلاف
الإنترنت	الكرة الأرضية	—	مئات الملايين

الجدول ١: أنواع الشبكات الحاسوبية

فيمكننا مثلاً تشكيل شبكة محلية مكونة من حاسوبين متوضعين على مسافة بضعة أمتار وبسرعة 4 Mbps أو مؤلفة من مئات الحواسيب وتشغل مساحات جغرافية أوسع وبسرعات أعلى.

^١ Metropolitan Area Network

^٢ Wide Area Network

ويمكن استخدام الشبكات الإقليمية لتلبية حاجات مدينة كاملة وعدد مستثمرين أكبر. أما الشبكات بعيدة المدى فتغطي بلد أو قارة بأكملها. فيما يخص شبكة الإنترنت فيمكن اعتبارها كتراط شبكات بعيدة المدى بشكل يسمح بإزالة الفوارق بين هذه الشبكات وبالتالي تأمين التواصل المعلوماتي بين مستثمري العالم أجمع.

١ - ١ مفهوم الشبكات المحلية

بعد دراسة وتحليل حاجات المؤسسات والشركات والمعامل، قامت منظمة IEEE بتكليف من منظمة ISO³ الدولية بتوصيف الشبكات المحلية كما يلي :

- محطات متعددة مربوطة على وسيط مشترك
- سرعة عالية لنقل المعطيات
- زمن استجابة قليل للتطبيقات
- حجم أخطاء ضئيل
- إمكانية تعميم الرسائل على مجموعة محطات
- امتداد جغرافي محدود
- استقلالية عن مزودي الخدمات

وبعد دراسة التقنيات الموجودة تم إقرار المعايير التالية :

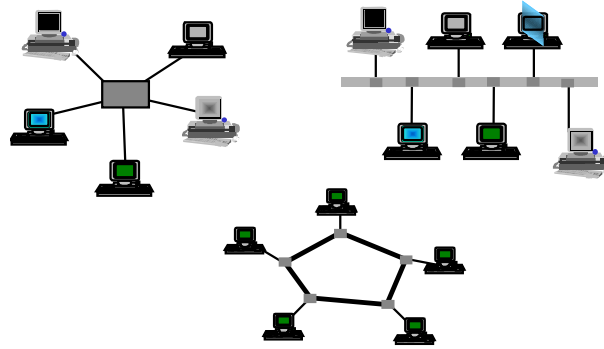
- إيثرنت IEEE 802.3
- الممر ذو السماحية IEEE 802.4
- الحلقة ذات السماحية IEEE 802.5

ثم قام معهد ANSI بدوره بوضع المعايير الخاصة بتقانة FDDI وتبعه ATM Forum بوضع معايير النقل غير المتزامن .ATM

٢ - ١ طبولوجيات الشبكات

يبين الشكل التالي أهم طرق ربط محطات العمل أو الحواسيب مع بعضها البعض :

الشكل ١ : طولوجيات الشبكات



فالربط الممرى يقضي بتنافس جميع المحطات على وسيط النقل مما يسمح لمحطة وحيدة بالإرسال في لحظة معينة وإذا تعطلت محطة ما أو وصلة ما فيمكن أن يتوقف عمل الشبكة بأكملها. تستخدم هذه التقنية في معايير إيثرنت التقليدية التي تستخدم الكبلات المحورية (10base2, 10Base5). أما الطريقة النجمية فتسمح بربط المحطات إلى موزع مركزي يسمح بعزل أي محطة في حال تعطلها مما يؤدي إلى تحسين الوثوقية. تستخدم هذه الطريقة في معايير إيثرنت التي تستخدم الأزواج المجدولة 10Base-T. الطريقة الأخيرة تستوجب ربط المحطات بشكل حلقي وانقطاع أي وصلة قد يؤدي إلى توقف الشبكة. تستخدم شبكات الحلقة ذات السماحية token ring و FDDI بأنواعها هذه الطريقة.

٣-١ إيثرنت وتطورها

المبدأ العام لإيثرنت :

- وسيط مشترك لنقل المعطيات Shared Medium
 - تنتشر الإشارات في كلا الاتجاهين
 - كل محطة تستقبل نسخة عن كل رسالة منتشرة على الوسيط
 - تتم المشاركة على الوسيط باستخدام بروتوكول CSMA/CD⁴
- يبين الجدول ٢ التطور من إيثرنت التقليدية إلى إيثرنت السريعة والغига بت إيثرنت :

^٤ Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

الخصائص	Ethernet	Fast Ethernet	Giga-bit Ethernet
السرعة	10 Mbps	100 Mbps	1 Gbps
معيار IEEE	802.3	802.3	802.3z
بروتوكول التحكم بالوسيط	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD
طبولوجية	ممرية أو نجمية	نجمية	نجمية
الكبلات	محورية، UTP، بصرية	بصرية، UTP، STP ⁵	بصرية، UTP ⁵
صنف UTP ⁶	Cat 3,4,5	Cat 3,4,5	Cat 5
مسافة أعظمية لكبل UTP	100 m	100 m	100 m
قطر الشبكة الأعظمي UTP	500 m	210 m	210 m

الجدول ٢ : مقارنة بين الأنواع الثلاثة لإيثرنت

نلاحظ من الجدول السابق أن الإصدارات السريعة من شبكات إيثرنت حافظت على غالبية أنواع الكبلات وعلى بنية الإطار المستخدم وكذلك بروتوكول التحكم بالوسيط مما يسمح بالمحافظة على التطبيقات والتجهيزات الموجودة لدى وضع حلول هجينة من تقنيات إيثرنت أو الانتقال الكلي إلى الحلول السريعة. فلا يوجد داعٍ لتمديد كبلات جديدة أو حتى تغيير بطاقات الشبكة الموجودة مسبقاً وهذا ما يبرر كون 80% من شبكات العالم تستخدم تقانة إيثرنت.

أما بالنسبة لسيئات هذه التقانة فتعود إلى مبدأ التنافس و الولوج المتعدد إلى وسيط النقل مما يفرض زمن استجابة غير محدد للتطبيقات وبالتالي عدم التوافقية مع التطبيقات الحساسة للزمن مثل الاجتماعات المرئية وتطبيقات الوسائط المتعددة بشكل عام.

٢ وسائط النقل Media

يتم النقل الفعلي للمعلومات إما باستخدام وسائط النقل السلكية (أو الكبلات) أو اللاسلكية. يمكن تصنيف الكبلات وفق الأنواع التالية:

١. المحورية
٢. الأزواج المجدولة: غير المدعمة والمدعمة
٣. الألياف الضوئية
٤. الوسائط اللاسلكية

⁵ Shielded Twisted Pairs

⁶ Unshielded Twisted Pairs

٢ - ١ الكبلات المحورية Coaxial cables

تعتبر الكبلات المحورية من الكبلات الأكثر شيوعاً سابقاً وذلك بسبب كلفتها المتدنية وخفة وزنها وسهولة تركيبها. تتميز الكبلات المحورية بالدعم المعدني الذي يمتص الكهرباء الضائعة مما يؤدي إلى تقليل الضجيج. يتألف الكبل المحوري عادةً من لب معدني core يؤمن نقل الإشارات الكهربائية، ومن عازل كهربائي يحيط باللب، ومن طبقة معدنية تعمل كأرضي تحيط بالعازل وأخيراً من غطاء خارجي مصنوع من مادة غير ناقلة كالبلستيك أو التفلون أو المطاط. تأتي الكبلات المحورية وفق أحد النوعين التاليين :

٢ - ١ - ١ الكبلات المحورية الرفيعة Thin coaxial cables

يكون عرض الكبل ربع أنش مما يسمح بمرونة عالية. يتم ربطها بشكل مباشر إلى بطاقة الشبكة في الحاسب ويمكن أن تمتد إلى مسافة تصل إلى ١٨٥ متر. تعرف تحت اسم RG-58 وهي ذات مقاومة ٥٠ أوم.

٢ - ١ - ٢ الكبلات المحورية الشخينة Thick coaxial cables

يكون عرض الكبل نصف أنش مما يؤدي إلى قساوتها. يمكن أن تمتد إلى مسافة تصل إلى ٥٠٠ متر مما يسمح باستخدامه لتشكيل العمود الفقري لشبكات إيثرنت الرفيعة، حيث يتم ربط الشبكات الرفيعة بالشخينة باستخدام أجهزة خاصة تدعى Transceiver. كما يتم استخدام drop cable لوصل الكبل إلى بطاقة الشبكة الرفيعة عبر بوابة AUI أو DB-15.

٢ - ٢ الأزواج المجدولة Twisted pairs

يتألف الكبل من مجموعة من الأزواج المجدولة مثنى مثنى والمغلقة بغطاء خارجي مدعم. تصنف الأزواج المجدولة حسب النوعين التاليين:

٢ - ٢ - ١ الأزواج المجدولة غير المدعمة Unshielded twisted pairs

تعتبر الأزواج المجدولة من أصناف الكبلات الأكثر شيوعاً في الشبكات المحلية وهي مستخدمة بكثرة في أنظمة الهاتف. تعرف منظمة EIA/TIA 568 معايير هذه الكبلات وفق ما يلي:

- CAT 1 : لنقل الصوت دون المعطيات كما هو حال الهاتف
- CAT 2 : لنقل المعطيات حتى سرعة 4 Mbps وهي تتألف من أربعة أزواج مجدولة
- CAT 3 : لنقل المعطيات حتى سرعة 10 Mbps وهي تتألف من أربعة أزواج مجدولة
- CAT 4 : لنقل المعطيات حتى سرعة 16 Mbps وهي تتألف من أربعة أزواج مجدولة
- CAT 5 : لنقل المعطيات حتى سرعة 100 Mbps وهي تتألف من أربعة أزواج مجدولة

٢-٢-٢ الأزواج المجدولة المدعمة Shielded twisted pairs

يتم هنا تغليف كل زوج تغليفاً منفصلاً بعازل ذو نوعية أفضل مما يؤمن حماية أكبر للأسلاك من التداخلات الخارجية وانتشاراً أبعد للإشارات الكهربائية.

٣-٢-٢ مركبات وصل الأزواج المجدولة

- RJ-45 : وصلة ربط الكبل ببطاقة الشبكة
- خزائن التوزيع Racks and Shelves
- لوحات التوزيع Patch Panels
- أسلاك التوزيع Patch cords
- المآخذ Wall plates

٤-٢-٢ متى يمكن استخدام الأزواج المجدولة؟

- وجود ميزانية محدودة لبناء الشبكة المحلية
- سهولة التركيب
- مسافات قصيرة

٣-٢ الألياف الضوئية Fiber optic

تُنقل الألياف الضوئية الإشارات الكهربائية على شكل نبضات ضوئية لا تتأثر بالتداخلات الكهرومغناطيسية EMI أو الراديوية RFI. تعتبر الألياف الضوئية من الطرق المأمونة لنقل المعطيات لصعوبة التنصت عليها كما أنها تناسب السرعات العالية جداً نظراً لقلّة التخمّد ونقاء الإشارة.

يتألف الليف الضوئي من :

- أنبوب زجاجي أو بلاستيكي رفيع core
- غلاف حماية زجاجي cladding
- طبقة بلاستيكية لتقوية الليف

يمكن أن تغطي الألياف الضوئية مسافات تصل إلى عدة كيلومترات وبسرعة يمكن أن تتجاوز 1 Gbps.

٤-٢ وسائط النقل اللاسلكي

تستدعي بعض التطبيقات أو الظروف نقل المعطيات نقلاً لاسلكياً كما هو الحال في المناطق شديدة الازدحام أو الأشخاص المتنقلون أو المناطق المعزولة أو الشركات المتنقلة. من أهم التقانات المستخدمة في النقل اللاسلكي:

- الأشعة تحت الحمراء Infrared
- الليزر
- الترددات الراديوية ضيقة النطاق

- الترددات الراديوية ذات الطيف المنتشر spread-spectrum

٣ بطاقات الشبكة NIC

٣-١ وظيفة بطاقة الشبكة

تشكل بطاقة الشبكة الوصلة الفيزيائية بين الحاسوب والكبل حيث يتم إدخالها ضمن منفذ توسع على اللوحة الأم ومن ثم يتم وصل الكبل إليها عبر البوابة المناسبة. تقوم بطاقة الشبكة بالوظائف التالية:

- تحضير المعطيات المستقبلية من الحاسب بغية إرسالها إلى الكبل
- توجيه المعطيات إلى الحاسب الوجهة
- التحكم بتدفق المعطيات بين الحاسب وبين نظام الكبلات
- استقبال المعطيات القادمة من الكبل وتحويلها إلى بايتات منطقية

٣-٢ إعداد بطاقة الشبكة

يقصد بإعداد بطاقة الشبكة تحديد المتحولات التالية:

- طلب المقاطعة IRQ
- عنوان بوابة الدخل/خرج الأساسية I/O port address
- عنوان الذاكرة الأساسي

٣-٢-١ تحديد طلب المقاطعة IRQ

المقاطعة هي عبارة عن إشارة إلكترونية تُرسل إلى المعالج من أجل تنفيذ خدمة ما وهي مضمنة داخل الكيان الصلب للحاسب. يتم إعداد المقاطعة أثناء إعداد الجهاز المضاف حديثاً حيث يخصص لكل جهاز رقم مقاطعة مختلف عن غيره (القيمة الافتراضية لمقاطعة بطاقة الشبكة IRQ3 أو IRQ5).

٣-٢-٢ بوابة الدخل/خرج الأساسية

وهي القناة التي تسمح للمعلومات بالمرور من الكيان الصلب للحاسب (بطاقة الشبكة مثلاً) إلى وحدة المعالجة المركزية CPU، حيث يكون لكل جهاز رقم بوابة مستقل يظهر للمعالج كأنه عنوان.

٣-٢-٣ عنوان الذاكرة الأساسي

وهو عبارة عن مكان في ذاكرة RAM للحاسب، تستخدمها بطاقة الشبكة لتخزين المعطيات الداخلة والخارجة. يعتبر العنوان D8000 هو الأكثر شيوعاً لبطاقات الشبكة. كما أن بعض بطاقات الشبكة تمتلك ذاكرة خاصة بها ولا تستخدم ذاكرة الحاسب.

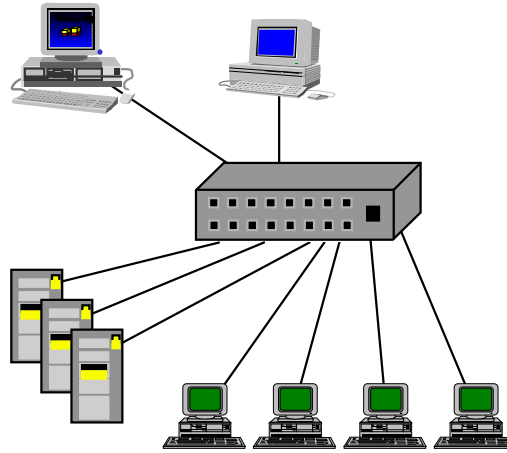
٣-٢-٤ كيفية تحسين أداء الشبكة؟

يمكن تحسين أداء الشبكة باستخدام أحد أو بعض الإضافات التالية :

- استخدام Direct Memory Access DMA: مما يسمح بنقل المعطيات من ذاكرة البطاقة إلى ذاكرة الحاسب دون تدخل المعالج
- المشاركة على ذاكرة البطاقة: تمتلك البطاقة هنا ذاكرة RAM يمكن للمعالج التعامل معها
- المشاركة على ذاكرة النظام: تمتلك بطاقة الشبكة معالماً متخصصاً قادراً على التعامل مع جزء من ذاكرة RAM للنظام
- Bus Mastering : إمكان تحكم بطاقة الشبكة بممر النظام تحكماً مؤقتاً ونقل المعطيات لذاكرة النظام
- RAM Buffering : استخدام ذاكرة RAM ضمن بطاقة الشبكة لتخزين معطيات إضافية
- استخدام معالج صغير داخل البطاقة مما يقلل استدعاء المعالج المركزي.

٤ المجمعات Hubs

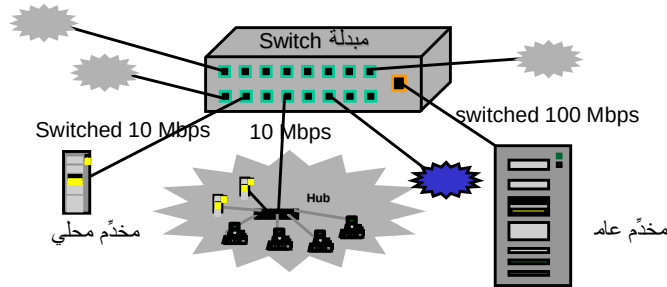
في حال اعتماد شبكات محلية من نوع إيثرنت، فتفيد المجمعات، والتي تعتبر كنوع خاص من المكررات، بتحقيق المشاركة على الوسيط (تقليد البنية الممرية ببنية نجمية) عن طريق تعميم الإشارات الواردة إلى أحد البوابات على بقية البوابات بالإضافة إلى إمكانية تغيير وسيط النقل (من زوج مجدول إلى كبل محوري). كما يؤمن المجمع عزل الخطوط غير الصالحة وإرسال أطر خاصة Jamming frames لتنبية المحطات حال حدوث تصادم. يبين الشكل التالي البنية النجمية لمجمعة.



الشكل ٢ : مثال عن مجمع

٥ المبدلات Switches

تسمح عملية التبديل بتقسيم الشبكة الكلية إلى عدد من المقاطع المستقلة عن بعضها مع إمكانية إضافة بوابة أو اثنتين بسرعة عالية.



الشكل ٣ : تبديل إيثرنت

يظهر الشكل السابق مبدلة من نوع 10/100 Mbps حيث تخصص ١٦ بوابة لمقاطع (مجالات اصطدام) مستقلة و بوابة وحيدة Up-link port للربط بمخدم عام أو بالعمود الفقري للشبكة. كما ويمكن تخصيص حزمة مرور مقدارها 10 Mbps لمخدم محلي مستقل عن بقية المقاطع.

٦ المسيرات Routers

يقوم المسير، بالاعتماد على عناوين طبقة الشبكة، بحساب أفضل مسار للتوصل إلى وجهة ما وذلك حسب عوامل عدة مثل الاختناقات على بقية المسيرات أو الخطوط أو أزمدة التأخير أو حسب طول المسار ويضع النتيجة في قاعدة معطيات خاصة به. عندما يرد طرد ما إلى المسير فإنه يقوم بمقارنة عنوان الوجهة مع قاعدة معطياته وممن ثم بتوجيه الطرد إلى المسير التالي أو إلى المحطة النهائية إذا كانت مربوطة معه على نفس الشبكة الفيزيائية.

٧ الموديمات Modems

١-٧ الهدف

اتصال الحواسيب باستخدام خطوط الهاتف مما يسمح بالاستعاضة عن الشبكات المحلية إذا كانت المسافات التي تفصل الحواسيب عن بعضها كبيرة.

يقوم الموديم بتحويل الإشارات الرقمية التي ترسلها الحواسيب المرسل إلى إشارات تمثيلية (صوتية) قادرة على المرور عبر خطوط الهاتف ومن ثم يقوم بإعادة تشكيل الإشارات الرقمية الأصلية عند الحواسيب المستقبلية.

٢-٧ الكيان الصلب للموديم

١. واجهة اتصال تسلسلية RS-232 لربط الموديم الخارجي
 ٢. واجهة خط هاتف ذات أربع أسلاك RJ-11
- هذا ويمكن أن يكون الموديم داخلياً أو خارجياً.

٣-٧ شبكات الحمل Carriers

يتم اتصال الموديمات ببعضها باستخدام شبكة الحمل الهاتفية وهي على نوعين:

- خطوط الطلب الهاتفي العمومية Public dial-up lines
- الخطوط المحجوزة Leased lines

١-٣-٧ خطوط الطلب الهاتفي

وهي خطوط الهاتف العادية التي تستدعي الوصل اليدوي من أجل كل جلسة اتصال. تكون هذه الخطوط عادةً بطيئة وغير موثوقة إلا أنها تعتبر عملية في الأعمال المؤقتة أو التي تتطلب تغيير الجهة المطلوبة باستمرار. يمكن أن تصل سرعة النقل في هذه الخطوط إلى 56 kbps (ما يعرف بالمعيار V.90) في حال استخدام خطوط جيدة وآخر جيل من الموديمات.

٢-٣-٧ الخطوط المحجوزة

وهي عبارة عن خطوط دائمة لا تستخدم مبدلات مقاسم الهاتف. تعتبر هذه الخطوط أفضل من خطوط الطلب الهاتفي وذات وثوقية أعلى كما أنها تسمح بتزويد سرعة عالية جداً تصل إلى 45 Mbps. تستخدم بعض شبكات الحمل دارات مُبدلة لتزويد ما يظهر على أنه خط دائم، هذا ما يدعى Virtual Private Network VPN.

Muhammed Kattan

Kattan-co@mail.sy

Kattan_mk@msn.com