

الباب الخامس

الطبقات LAYERS



المفصل الأول

نموذج بروتوكول طبقة OSI

المقدمة :

إذا كانت الأجهزة الرئيسية تقدم الخدمات للعملاء فإن الاثنين يجب أن يكونا قادرين على الاتصال . بجانب الكوابل التي تراها فإن عمليات متعددة تجرى خلف الكواليس لجعل الأشياء تجرى بسلاسة . هذه العمليات تسمى بروتوكول Protocol أو الاتفاقية. إن البروتوكولات مع الخدمات مع وسط النقل تكون ثلاثة عناصر للشبكة حسب نموذج وجهة السير.

سنتمكن من دراسة : موضع اللوائح في عملية الاتصالات — وصف السبعة طبقات OSI — كيف تكون بروتوكولات الشبكة بروتوكول الكومات — كيف أن البروتوكولات تتفاعل مع طبقة Peer في بروتوكول الكومات للأجهزة الأخرى.

أولاً : عملية اللوائح والاتصالات Rules and Communications Process :

الشبكات تثق في لوائح كثيرة كبيرة لإدارة تبادل المعلومات . بعض

المشاكل التي يجب أن تجد حلاً تشمل ما يلي :

- الإجراءات المستخدمة لبدء وإنهاء تفاعل ما .
- الإشارات المستخدمة لتمثيل البيانات على الوسط المادي .
- كيف توجه رسالة للجهة المطلوبة .
- الإجراءات المستخدمة لتنظيم معدل سريان البيانات .
- طرق تمكين أنواع أجهزة الكمبيوتر المختلفة من الاتصال ببعضها .
- كيف تضمن استلام الرسائل بطريقة صحيحة .

إن عملية تمكين أجهزة الكمبيوتر من الاتصال ببعضها هي واحدة من

أعقدها وغالباً تكون بالغة التعقيد في نفس الوقت مجموعة لوائح فقط . بدلاً من ذلك

فإن الصناعة اختارت حل أجزاء من المشكلة حتى إن الحلول يمكن تجميعها مثل قطع الشواظ . هذه الشواظ تأتي معاً في طريقة مختلفة كل مرة لبناء عملية اتصال تام في أي موقف.

ثانياً : نموذج مرجع OSI :

أفضل طريقة لفهم كيف تتوافق القطع فإنه من المفيد وضع نموذج في عقلك . إن النموذج الشائع الاستعمال هو Reference (Open Systems Interconnection) OSI والذي تم تعريفه من قبل مؤسسة ISO (International Organization for Standardization) .

إن نموذج OSI يؤسس بروتوكول الاتصالات بسبعة طبقات . Layer كل طبقة تعنون جزء ضيق من عملية الاتصال.

كل الطبقات هذه مشروحة بالتفصيل فيما بعد ولكن هنا مقدمة عامة لهذا النموذج.

الطبقة رقم (١) : وهي الطبقة الفيزيائية — تتكون من البروتوكولات التي تنظم الاتصالات على وسائط الشبكة . الطبقة رقم (٧) : وهي طبقة التطبيقات - تواجه خدمات الشبكة مع التطبيقات المستخدمة عليها . بينهما توجد (خمس) طبقات أخرى التي تؤدي مهام الاتصالات بين الوسائط.

مذكرة: تحتاج معرفة أسماء وأمر السبع طبقات . جملتان آتيتان سوف تساعدك لتتذكر الحروف الأولى من الطبقات:

All People Seen To Need Data Processing Please Do Not Throw Sausage
Pizza Away.

اختر واحدة من هاتين الجملتين إذا كنت تستريح للعمل سواء من قمة النموذج أم من قاعه.

مذكرة: إن وسط الشبكة Network Media نفسه ليس جزء من النموذج Model والذي يهتم فقط بالبروتوكولات . البروتوكولات تمثل بناء البرنامج بينما الكوابل هي الهاردوير.

على أى حال التشبيك لا يمكنه التواجد بدون وسائط الاتصال . أحياناً سوف تسمع أن الوسط تكوينه مثل (الطبقة رقم صفر) لنموذج OSI .
انظر الرسم (٥-١-١)

هنا شرح لحزمة البروتوكولات . Protocol Stack إن نموذج OSI يقسم عملية الاتصال إلى طبقات . عند كل طبقة اختيرت عدة بروتوكولات لتلبية الحاجة إلى بيئة اتصال مخصصة . هذه البروتوكولات متراسة فوق بعضها كل واحدة على قمة الأخرى حتى تكتمل عملية الاتصال . إن كومة البروتوكولات هي مجموعة من البروتوكولات المتوافقة والطبقة التي تحققت على كمبيوتر ما . يوجد مثالان على كومة البروتوكولات وهما : البروتوكولات القياسية لنتوير IPX/SPX و TCP / IP وهو البروتوكول الواسع التنفيذ في صناعة الكمبيوتر .

إن كومة البروتوكولات Protocol Stack هي مجموعة هرمية تقوم بالتنسيق لأداء عملية اتصال كامل . كل طبقة تستفيد من الخدمات المقدمة من الطبقة التي أسفلها وكل طبقة تقدم خدمات للطبقة التي فوقها . أساساً فإن الطبقة N تخدم الطبقة N+1 ويتم خدمتها بالطبقة N-1

إن جهازى كمبيوتر يجب أن يشغلا نفس كومة البروتوكولات لو كان عليهما أن يتصلا، كل طبقة في حزمة بروتوكولات كمبيوتر ما يجب أن تتفاعل مع الطبقة المقابلة لها في كومة بروتوكولات الكمبيوتر الأخرى . الرسالة تسير لأسفل كومة البروتوكولات خلال وسط الشبكة وإلى أعلى كومة البروتوكولات فى الكمبيوتر المستقبل . لو طبقة النقل Transport فى الكمبيوتر المستقبل تفهم البروتوكولات المستخدمة فى طبقة النقل التي استهلت الرسالة فإن الرسالة يمكنها أن تستلم .

إذا كان كومة البروتوكولات فى جهازى الكمبيوتر متوافقتين فإنه من الممكن لأنواع مختلفة من أجهزة الكمبيوتر أن تتصل TCP / IP كمثال متاح تقريباً لأى كمبيوتر ونظام تشغيل مصنع حديثاً . إذا قام كلاً من محطتى عمل مآكنتوش

ويونكس بتشغيل TCP / IP فإنه من الممكن للمكنتوش أن يصل لملفات يونكس.

انظر الرسم (٥-١-٢)

ثالثاً: كيف تتصل طبقات الند : Peer

لكي تتصل طبقات الند بكمبيوتر آخر فإن كل طبقة بروتوكول يضيف معلوماته الشخصية للرسالة المرسله . هذه المعلومات تأخذ شكل رأس تضاف للرسالة.

انظر الرسم (٥-١-٣)

تضاف الرؤوس للرسالة عند إعدادها للإرسال وتزال في المستقبل (المتلقى) بعد أن تستغل.

لاحظ أن بيانات كل طبقة تتكون في الرأس والبيانات للطبقة التالية الأعلى. لأن تشكيل البيانات يختلف عن كل طبقة فإن عبارات متنوعة تستخدم عامة لتسمية رزمة البيانات عند كل مستوى.

ملاحظة :

الطبقة المادية لا تضيف رأس لأنها تهتم بإرسال واستقبال المعلومات على مستويات بت منفصلة . البتات Bit تجمع في وحدات رسالة أطول في طبقة ربط البيانات. Data Link.

Data Package Names and
the OSI Reference Model

Layer	Data Package Names
Application	Message (and packet)
Presentation	Packet
Session	Packet
Transport	Datagram, segment (and packet)
Network	Datagram (and packet)
Data Link	Frame (and packet)
Physical	Bit (and packet)

انظر الجدول

إن الرزمة Packet هي عبارة عامة ملائمة لكل الطبقات. Layers.

الفصل الثامن

وسط النقل

TRANSMISSION MEDIA

المقدمة :

إن عملاء الشبكة Network Clients يجب أن تكون لهم قناة من خلالها يمكنها الاتصال بالأجهزة الرئيسية للشبكة . Servers هذه القناة والتي تحمل رسائل بين أجهزة العملاء والأجهزة الرئيسية تسمى Transmission Media أو وسط النقل . يتكون وسط الشبكات المحلية عادة من واحد مما يلي :

* **Cable** : الكيبل (محوري Coaxial أو الزوجي الملفوف TWISTED PAIRS أو الألياف الضوئية Fiber Optic) .

* **Wireless** : اللاسلكي (الراديو Radio أو الأشعة تحت الحمراء Infrared أو الميكرويف Microwaves)

مع الشبكات الواسعة Wide Area Network لا يهتمك الوسط كثيراً مثلما هو للخدمات . إنك تشتري خدمات الشبكة الواسعة من بائع تجارى أو ترتبط بشبكة موجودة مثل الانترنت . إن الرزمة Packet فى مسلكها خلال الشبكة الواسعة قد تمر عبر أنواع كثيرة من الوسائط ، ولكنك كمدير للشبكة لا تحتاج للاهتمام بالوسط المستغل . الشبكتان التى تدعم الشبكة الواسعة Wied Area Network هما :

شبكة التليفونات — شبكة الانترنت

هنا سوف نتكلم من دراسة :

- ما هي وسائط النقل .
- وسائط النقل العامة وخواصها .
- خدمات الشبكة العامة التى تدعم الشبكة الواسعة .

أولاً: وسط النقل فى الشبكة : Network Transmission Media

إن وسط النقل يجعل من الممكن للإشارات الالكترونية فى كمبيوتر ما أن تنتقل لكمبيوتر آخر . هذه الإشارات الالكترونية تعبر عن قيم البيانات فى الشكل الثنائى الدفعات . Binary (on-off) الإشارات تنتقل عبر الشبكة مستخدمة تشكيلة من المعدات الالكترونية (بطاقة الشبكة – المعبر ... HUB الخ) ، ووسط النقل (الكوابل – الراديو ... الخ) حتى تصل إلى الكمبيوتر المرغوب حيث تتحول مرة أخرى إلى إشارات بيانات داخل الكمبيوتر المستقبل لها . كل الإشارات المنقولة بين أجهزة الكمبيوتر تتكون من شكل ما للموجات الكهرومغناطيسية وتتراوح بين ذبذبات الراديو والميكروويف وضوء الأشعة تحت الحمراء . اعتماداً على ذبذبة الموجة الكهرومغناطيسية المستخدمة فإن وسائط مختلفة تستخدم لنقل الإشارات . إن ذبذبة موجات الراديو تستخدم عادة للشبكة المحلية LAN اشارياً . وذبذبات الراديو يمكنها الانتقال باستخدام كوابل الكهرباء (الزوجى الملفوف أو المحورى) أو باستخدام وسط نقل الراديو الإذاعى.

النقل الميكروويفى يمكن استخدامه للنقل البورى بين نقطتين . إن الميكروويف يستخدم للاتصال بين المحطات الأرضية والأقمار الصناعية . تستخدم أيضاً للنقل المباشر على سطح الأرض . الميكروويف يمكن استخدامه أيضاً فى أشكال منخفضة القدرة للنشر الإذاعى Broadcast من مرسل إلى عدة مستقبلين . التليفون المحمول (أو الخليوى أو الجوال) هو مثال للنظم التى تستخدم إشارات الميكروويف منخفضة القدرة Low Power لنشر الإشارات.

ثانياً: خواص وسط النقل Characteristics of Transmission Media :

لكل نوع من الوسائط خواص خاصة به والتي تجعله مناسباً لنوع محدد من الخدمة ، يجب أن تكون على علم بهذه الخواص :

التكلفة – متطلبات التركيب – Bandwidth عرض النطاق – الاضمحلال Attenuation – المناعة ضد تداخل المجال الكهرومغناطيسى.

الثلاثة خواص الأخيرة تحتاج إلى شرح:*** Bandwidth :**

إنه مقياس سعة الوسط لنقل البيانات . الوسط الذى له سعة عالية له باند
عالى ، الوسط المحدود السعة له باند منخفض . إن عبارة Bandwidth أو عرض
النطاق تأتي من أنها مقياس لمدى الذبذبات التى يمكن أن يحملها الوسط.
إن عرض النطاق يمكن فهمه كخرطوم المياه . إن خرطوم نصف بوصة
للحديقة يمكنه حمل اندفاع مياه من المجرى حتى ٢ جالون فى الدقيقة فيقال أنه له
عرض نطاق ٢ جالون فى الدقيقة . إن خرطوم مياه الحريق ذو الأربعة بوصة قد
يكون له عرض نطاق ١٠٠ جالون فى الدقيقة . إن وسط النقل له حدود لأقل ذبذبة
وأعلى ذبذبة . الذبذبات تقاس بالهرتز HZ أو دورة فى الثانية Cycle / Sec. إن
عرض نطاق خط صوت تليفون الذى يتراوح بين ٤٠٠ و ٤٠٠٠ هرتز يعنى أن
الخط يمكنه نقل إشارات مع مدى ذبذبات يتراوح بين ٤٠٠ و ٤٠٠٠ دورة / ث .
إن معدلات نقل البيانات المتتابة تذكر فى عبارات من البت التى يمكن نقلها فى
الثانية . إن شبكة اترنت نظرياً يمكنها نقل (١٠) مليون بت فى الثانية ولها عرض
نطاق ١٠ ميجا بت / ث. (Mbps)

إن عرض النطاق الذى يمكن أن يتكيف مع كيبل يحدد بجزء من طول
الكيبل . إن كيبل قصير يمكنه عامة التكيف مع عرض نطاق كبير أكثر من الكيبل
الطويل . هذا سبب فى كل تصاميم الكوابل التى تحدد الطول الأقصى لتمتيده
خارج هذه الحدود فإن إشارات الذبذبات الأعلى قد تتلف وقد تحدث أخطاء فى
إشارات البيانات.

*** الاضمحلال : Attenuation**

هى مقياس لإلى أى مدى تضعف الإشارة عند ترحالها خلال الوسط . هنا
لن نناقش التفاصيل الفنية ولكن نستطرد عن تأثيره على الأداء . الاضمحلال هو
السبب الثانى لأن يكون تصميم الكيبل محدداً لطول الكيبل المدد . عندما تكون

مقاومة الكيبل أقل من قيم محددة قد يكون من الصعب للأجهزة الإلكترونية التي تستقبل الاشارات من عزل الإشارة الأصلية عن الشوشرة Noise الموجودة في جميع النقل الإلكتروني . التأثير يشبه تماماً محاولة توليف Tune إشارات الراديو البعيدة . حتى لو أمكنك الوصول للإشارة على الراديو لديك فإن الصوت المنتج عامة يحتوى على شوشرة أكثر من الصوت المنتج لمحطة راديو محلية.

* التداخل الكهرومغناطيسي : (EMI) Electromagnetic Interference

يتكون من الشوشرة الخارجية الكهرومغناطيسية التي تشوه الإشارة في الوسط . عندما تستمع إلى راديو AM فإنك غالباً ما تسمع شوشرة ناتجة عن قرب محركات (موتور) أو إضاءة . هذا مثال للـ (EMI) بعض وسائط الشبكة حساسة للـ (EMI) أكثر من الأخرى.

* الكوابل Cables :

توجد ثلاثة أنواع من الكوابل : المحورية Coaxial — المزدوجة Twisted

Pairs — الضوئية. Fiber Optics

— المحورية : Coaxial

أول ما استخدم في الشبكات المحلية . LAN اسمها جاء من أن موصلين يشتركان في محور واحد وغالباً ما يسمى Coax عناصره تتكون من :
— موصل مركزي Center Conductor والذي عادة يكون سلك نحاسي (يمكن استخدام السلك القياسي أيضاً).

— موصل خارجي rotcudnoC retuO والذي يكون كأنبوب محاط بالموصل المركزي قد يتكون من أسلاك مجدولة أو رقائق معدنية أو كليهما . لأن هذا الموصل يحمي أيضاً الموصل الداخلى rotcudnoC retnI من الـ IME فإنه يسمى dleihS درع .

— طبقة العزل Insulation Layer تحفظ أيضاً مسافة بين الموصل الخارجى والداخلى .

— الغلاف البلاستيكي tekcaJ يحمى الكيبل من التدمير .

أنواع الكيبل المحورى :

لها جميعها خاصية قياس تسمى الممانعة Impedance والتي تقاس بالأوم .
من المهم استخدام كيبل له ممانعة مناسبة للحالة.

أنواع الكوابل المحورية المستخدمة على الشبكة : LAN

- 1- RG-8 , RG-II , 50-OHM CABLES USED WITH THICK ETHERNET.
- 2- RG 58, 50-OHM CABLE USED WITH THIN ETHERNET.
- 3- RG-59, 75-OHM CABLE USED FOR CABLE TV.
- 4- RG-62, 93-OHM CABLE USED WITH ARCNET.

أنظر الرسم (١-٢-٥)

الخواص : نريد أن تكون على دراية بخواص الكوابل المحورية كما يلي :

التركيب : يتم تركيبها على هيتين هما : الدائرية Daisy Chainep من جهاز لجهاز
(Ethernet) والنجمية. (Arcnet)

انظر الرسم (٢-٢-٥)

يوصل الكيبل بالجهاز بواسطة موصل حرف . (T-Connector) T الكوابل
تستخدم لتوفير وصلة بين موصلات . T خاصية واحدة له وهى أن نهاياته يجب أن
تسد بموصل خاص يسمى . Terminator وهو يحتوى على مقاوم Resistor متفق
Matched مع خواص الكيبل . وهو يمنع الإشارات التى تصل لطرف الكيبل من
أن ترتد وتسبب التداخل. الكيبل المحورى سهل التركيب . والكيبل قوى وصعب
التدمير . والوصلات يمكن تركيبها بأبسط الأدوات وبتدريب بسيط . إن طريقة
وصل الجهاز بالجهاز بالكوابل قد يكون من الصعب إعادة تشكيلها خاصة عندما
يتم تركيب أجهزة جديدة قريبة من مسار الكيبل.

التكلفة:

الكوابل المحورية المستخدمة فى الاثرنيت الرفيع Thin Ethernet تحتل أقل

مستوى للتكلفة بينما تكلفة الاثرنيت السميك Thick Ethernet هى الأكثر . مقارنة

التكلفة سوف تظهر بعد استعراض تفاصيل أنواع الكوابل .

عرض النطاق : Bandwidth

الشبكات التي تستخدم الكوابل المحورية عرض النطاق يتراوح بين ٢,٥ ميغابت في الثانية للنوع (Arcnet) إلى ١٠ ميغابت في الثانية للنوع (Ethernet) الكوابل المحورية الأسماك لها عرض نطاق أكبر وقوة تحمل المحور أعلى بكثير من ١٠ ميغابت، وهو ليس ميزة بالنسبة للشبكات الحالية.

الاضمحلال : Attenuation

كل الوسائط تعاني من الاضمحلال ، ولكن المحورى له خواص اضمحلال أفضل من الكوابل النحاسية مثل المزدوجة Twisted Pair الشبكات التي تستخدم الكوابل المحورية محددة بعدة آلاف من المترات طولاً.

خواص التداخل الكهرومغناطيسى : EMI

كل الوسائط النحاسية حساسة للتداخل EMI رغم أن الغلاف فى المحورى يجعل مقاومته للتداخل مرضياً.

الكوابل المزدوجة : Twisted Pairs

أصبحت هى النوع المسيطر على تصميم كل الشبكات الجديدة التى تستخدم الكوابل النحاسية . توجد عدة أسباب لشهرتها أهمها انخفاض التكلفة . وهو غير مكلف فى التركيب وله أقل تكلفة لقدم الكيبل من أى نوع آخر.

انظر الرسم (٥-٢-٣)

يتركب فى اثنان من جدائل الأسلاك النحاسية الملفوفة حول بعضها . الالتفاف جزء هام من الخواص لهذا الكيبل . الالتفاف يقلل الحساسية EMI وأيضاً يقلل ميل الكيبل لاشعاع شوشرة إشعاع الراديو التى تتداخل مع الكوابل القريبة والمكونات الالكترونية . الإشارات المشعة من الأرواج الملفوفة تقوم بإلغاء بعضها للآخر . (الهوائيات Antennas والمصممة لاشعاع إشارات ذبذبة الراديو تتكون من أسلاك متوازية غير ملتفة).

الالتفاف أيضاً ينظم ميول الأسلاك في الزوج لأن تسبب EMI كل منها في الآخر. حيث أن السلكين قريبين من بعضهما فإنه توجد نزعة للإشارات في كل سلك لأن تنتج شوشرة Noise في الآخر. الشوشرة الناتجة بهذه الطريقة تسمى Cross Talk ثنى الأسلاك على بعضها ينتج Cross Talk مثل طريقة الثنى في تقليل نزع الأسلاك لانتاج EMI

يوجد نوعان من الأزواج الملتفة Twisted Pairs في الشبكات : المعزولة والغير معزولة. Shielded , Unshielded

الكوابل ذات الأزواج المعزولة : (STP) Shielded Twisted Pairs

أول ما استخدم من كوابل مزدوجة في الشبكة كان معزولاً وكان IBM والمستخدم مع IBM Token Ring أوائل مصممي الشبكات المحلية ، استخدموا الكوابل المزدوجة المعزولة لأن العازل يقلل لجوء الكيبل لاشعاع EMI ويقلل حساسية الكيبل للتداخل الخارجي.

انظر الرسم (٥-٢-٤)

الكوابل المحورية والمزدوجة المعزولة تستخدم عازل Shield لنفس الغرض. العازل يوصل بالجزء الأرضي للجهاز الالكتروني الموصل به الكيبل ، الأرضي Ground جزء من الجهاز ويستغل كنقطة كهربية هيكلية وعادة يوصل بحرفية إلى بروز معدني مسحوب للأرض. العازل الأرضي المناسب يفضى إلى منع الإشارات من الدخول أو الخروج من الكيبل.

كيبل (١) IBM : يحتوي على زوج ملفوف (مزدوج) Twisted Pairs من الأزواج داخل العازل المفرد . أنواع مختلفة من كوابل STP موجودة بعضها العزل لكل زوج على حدة وبعضها العزل لكل بضعة أزواج معاً . الشكل المضبوط المستخدم يختار عن طريق المهندسين الذين يصممون نظام الكوابل . تصمم الـ IBM أنواع عدة لكوابل مزدوجة للاستخدام مع تصميم شبكة توكن رنج ، وكل نوع من الكوابل مناسب لنوع محدد من التركيبات . نوع مختلف من STP هو الكيبل القياسي لشبكة

أبل. Apple Talk

لأن أنواع عديدة جداً من كوابل STP موجودة فإنه من الصعب ذكر خواص دقيقة هنا نذكر بعض الإرشادات :

*التكلفة :

كوابل STP تكلفتها أعلى من المحورى الرفيع Thin Coaxial أو المزدوج الغير معزول . Unshielded Twisted Pairs إن تكلفة STP أقل على أية حال من المحورى السميك Thick Coaxial أو الكوابل الزجاجية الضوئية. Fiber Optic

*التركيب :

الأنواع المختلفة من الشبكات لها متطلبات تركيب مختلفة . أكبر الفروق هو الموصل Connector المستخدم . موصلات Apple Localtalk عامة يجب أن تلحم خلال التركيب متطلبه بعض التدريب والمهارة فى جزئية التركيب IBM . Token ring تستخدم ما يسمى موصل بيانات) Unisex الموصلات ذكر وأنثى) التى يمكن تركيبها بأدوات عادية مثل السكين وقاطع الأسلاك والزرديه.

فى حالات كثيرة يمكن تبسيط التركيب بدرجة كبيرة باستخدام الكوابل السابقة التشعير . تحتاج لتعلم تركيب الموصلات المطلوبة ريثما يتطلب التركيب استخدام جسم الكيبل .

مذكرة: أغلب الموصلات تحتاج نوعين لاكمال التوصيل . التصميم التقليدى لأنواع الموصلات هو الذكر والأنثى . موصل الذكر هو الذى به سنون والأنثى فجوات التى يدخل فيها السنون . فى منبع الكهرباء القياسى المصدر نفسه هو الأنثى والفيشة الموصلة بالسلك هو الذكر .

هذه التصاميم بدأت عندما كان التركيب الكهربى حكراً للرجل واستخدمت

عبارة ذكر وأنثى تدريجياً بدلاً منها . الخيار الآخر العام المستخدم هو Socket و Pin

موصل بيانات IBM يسمى Unisex لأن الموصل به كلاً من السن والفتحة ..

فى موصل بيانات IBM يمكنه التوصيل لأى موصل IBM آخر.

كابل STP يتجه لأن يكون غير مجسد . نوع IBM 1 تقريباً ١,٥ بوصة كقطر . لهذا فإنه يمكن أن يأخذ وقت قليل لملا مسارات الكوابل بكوابل STP .
— السعة :

كوابل STP له سعة نظرية ٥٠٠ ميجابت في الثانية رغم أن قليل يتعدى ١٥٥ ميجا مع ١٠٠ متر طول . أغلب معدل بيانات هو ١٦ ميجا وهو قمة شبكات توكن .

— الاضمحلال: Attenuation

كل أنواع الكوابل المزدوجة لها خواص اضمحلال تحدد طول الكابل المدد لعدة مئات من الأمتار رغم أن أكثر الشائع هو ١٠٠ متر.

— خواص: EMI

العزل في STP ينتج خواص EMI جيدة لكوابل النحاس مقارنة بخواص EMI للكوابل المحورية . هذا سبب واحد لأن يفضل STP عن الكابل المزدوج الغير معزول في بعض الحالات . مثل كل الكوابل النحاسية فإن STP حساس للتداخل وحساس للتصنيت الالكتروني.

— الكوابل المزدوجة الغير معزولة: (UTP) Unshielded Twisted Pair

إن كوابل UTP لا يحتوى عازل مجدول . إن خواصه تشبه بشكل كبير خواص STP وتختلف رئيسياً في خواص الاضمحلال والتداخل . بضعة أزواج ملتفة يمكن جمعها في كابل مفرد . هذه الأزواج نموذجياً مرمزة بالأوان لتمييز الأزواج.

انظر الرسم (٥-٢-٥)

إن كابل UTP جاءت للأداء العالي للشبكات لأن المهندسين قد حلوا مؤخراً فقط مشاكل التحكم في الشوشرة المشعة والحساسية للـ EMI حالياً على أية حال نزعة واضحة نحو الـ UTP توجد في التشغيل وكل نظم الكوابل النحاسية تقوم على استخدام الـ UTP إن كابل UTP متاح في المستويات أو التصنيفات الخمسة التالية:

1- Categories 1,2 لكوابل درجات الصوت مناسبة فقط للصوت ولمعدل البيانات المنخفض (أقل من ٤ ميجابت في الثانية) . يوماً ما كان Category 1 هو الكيبل القياسي لنظام التليفونات . الحاجة لنمو نظم كوابل بيانية جاهزة على أية حال تسبب في أن كوابل Cat.1,2 يحل محلها Category 3 للتركيبات الجديدة.

2- Category 3 هو الكيبل ذو الأقل مستوى للبيانات وعامة يناسب معدلات البيانات حتى ١٦ ميجابت في الثانية . بعض نظم الابتكار على أية حال تجعل من الممكن تدعيم معدلات البيانات حتى ١٠٠ ميجا مع كوابل . Cat. 3 إن Cat. 3 الآن هو الكيبل القياسي المستخدم لأغلب تركيبات التليفونات.

3- Category 4 هو كيبل مستوى البيانات المناسب لمعدلات البيانات حتى ٢٠ ميجا .

4- Category 5 هو كيبل مستوى البيانات المناسب لمعدلات البيانات حتى ١٠٠ ميجا .

أغلب نظم التليفونات الحديثة لمعدلات البيانات ١٠٠ ميجا تصمم حول Cat.5 .

مذكرة: في نظام كوابل UTP الكيبل هو العنصر الوحيد . كل أجهزة الربط تطورت أيضاً وكل نظام الكوابل يدعم فقط معدلات البيانات المسموحة بأقل درجات لعنصر في النظام . بعبارة أخرى لو تطلب Category 5 فإنه من الضروري التأكد من أن جميع الموصلات Connectors وأجهزة الربط Connecting Devices مصممة للتصنيف الخامس.

كوابل التصنيف الخامس Category 5 أيضاً خطوات تركيب أكثر تسلسلاً من التصنيفات الأقل للكوابل . تركيب تصنيف (٥) يتطلب تدريب ومهارات خاصة لفهم هذه المتطلبات الصارمة.

كيبل UTP يقدم توازن ممتاز للتكلفة وخواص الأداء.

- **التكلفة :** كوابل UTP لها أقل تكلفة عن أى نوع من الكوابل رغماً عن أن تركيب التصنيف الخامس Cat. 5 المرضى يؤدي إلى تكلفة عالية . فى بعض الحالات الكوابل الموجودة بالمباني يمكن استخدامها للشبكات المحلية على الرغم من أنه من المهم التأكد من تصنيف الكيبل وأيضاً لمعرفة طول الكوابل داخل الحوائط. حدود المسافات لكوابل الصوت أقل فى أقل بشدة من مستويات كوابل البيانات.
- **التركيب :** كوابل UTP سهل التركيب . بعض الأجهزة المتخصصة قد تكون مطلوبة ولكن الجهاز قليل التكلفة ويمكن تطويعه بقليل من التدريب . نظام الكوابل نوع UTP المناسبة يمكن تهيئتها ببساطة لمقابلة متطلبات التغيير.
- كما ذكر من قبل على أية حال فإن كيبل التصنيف الخامس Cat. 5 له متطلبات تركيب صارمة عن التصنيفات الأقل للـ UTP . يوصى بتدريب خاص.
- **السعة :** معدلات البيانات الممكنة مع كوابل UTP ارتفعت عن واحد ميجابت فى الثانية إلى ٤ ، ١٦ ميجا وإلى النقطة ١٠٠ ميجا والتي أصبحت عادية الآن . فى الواقع كل المواصفات الجديدة القائمة على النحاس توفر اختيار كيبل UTP على الأقل .
- **الاضمحلال :** كوابل UTP تتقاسم خواص اضمحلال متشابهة مع كوابل النحاس الأخرى كوابل UTP الممددة محدودة بعدة مئات من الأمتار والشائع ١٠٠ متر.
- **خواص EMI :** بدون العزل فإن كيبل UTP حساس أكثر للـ EMI عنه فى الكوابل المحورية . STP أحدث تقنية تجعل من الممكن استخدام UTP فى المواقع الأكثر سرعة موفرة رعاية مناسبة لتجنب شوشرة الأجهزة الكهربائية مثل المحركات ومصابيح النيون . ومع ذلك فإن UTP قد لا تكون مناسبة للبيئات ذات الضجيج مثل المصانع . الـ Cross Talk بين الأزواج الغير معزولة المتقاربة تحدد الطول الأقصى للكيبل الممدد.

كوابل الألياف الضوئية : Fiber Optic

تقريباً في كل الإتجاهات الكوابل الضوئية هي الكوابل المثالية لنقل البيانات. عروض النطاق Bandwidths عالية للغاية ولا توجد مشاكل مع EMI والكوابل متينة ويمكن تمديدها لعدة كيلومترات . اثنان من المساوئ للكوابل الضوئية هما التكلفة وصعوبة التركيب.

يوجد نوعان من هذه الكوابل . في كل نوع الموصل المركزي من الفيبر ويتكون من زجاج أو بلاستيك عالي النقاوة مصمم لنقل إشارات الضوء مع فقد قليل . الفيبر مطلى بعاكس يعكس الإشارات إلى الفيبر لتقليل الفقد في الإشارة . يوجد درع من البلاستيك لحماية الفيبر.

انظر الرسم (٥-٢-٦)

تهيئة الكابل المشدود والمرتخي ممكنة . تهيئة الارتخاء يجئ من الفراغ بين درع الفيبر وغلاف البلاستيك الذي حوله ، وهذا الفراغ مملوء بالجيلاتين أو مادة أخرى . تهيئة الشد تشمل مقاومة شد الأسلاك بين الموصل والغلاف البلاستيك الخارجي . في كلتا الحالتين فإنها وظيفة غلاف البلاستيك لتوفير المقاومة للكابل . طبقة الجيلاتين أو شد الأسلاك يحمي الفيبر الرقيق من التدمير الميكانيكي.

من المعتاد أن تجمع عدة فيبر في الكابل وليس واحداً . الكابل صغير القطر يمكن أن يدمج عدد مدهش من الفيبر الزجاجي جاعلاً من كوابل الألياف الضوئية نظام كوابل مثالي عندما تكون مسارات الكوابل مسدودة.

كوابل الألياف الضوئية لا تنتقل الإشارات الكهربائية . بدلاً من ذلك يجب أن تتحول إشارات البيانات إلى إشارات ضوئية . مصادر الضوء تشمل أشعة الليزر وثنائي مشع الضوء . LED إن LED ليست مكلفة لكن تنتج ضوء ذو جودة عادية مناسبة لتطبيقات قليلة.

الليزر هو منبع ضوء ينتج ضوء خاص نقي وحيد اللون ومترابط (كما

التوازي) إن منبع ضوء الليزر الأكثر استعمالاً في أجهزة الشبكة المحلية يسمى Injection Laser Diode أى .ILD إن نقاوة ضوء الليزر تجعله مثالياً ومناسباً لنقل البيانات لأن المسافات الطويلة والنطاق العريض متاحان . إن الليزر على أى حال منبع ضوء مكلف ويستخدم فقط عند الحاجة لخواصه الخاصة .

نهاية الكيبل التي تستقبل إشارة الضوء يجب أن تحول الإشارة للخلف فى شكل كهربائى . عدة أنواع من المكونات ذات الحالة الصلبة يمكن أن تؤدي هذه الخدمة . الأكثر شيوعاً هي أنواع من الثنائيات الضوئية.
إن الفيبر الضوئى له عدة خواص:

— الطريقة Mode : الكوابل ذات الطريقة الفردية تدعم مسار مفرد للضوء وتستخدم مع الليزر . الكوابل ذات الطرق المتعددة تدعم الضوء متعدد المسارات وتناسب المصادر المنخفضة الجودة مثل .LED مع التكلفة العالية فإن كوابل الطريقة المفردة مع مصادر ضوء الليزر تدعم أطول كوابل تمدد ونطاق أعرض.

— قطر القلب : قطر قلب كوابل الفيبر جلاس صغير يقاس بالميكرون . (قطر الكسوة : تقاس أيضاً بالميكرون.

فيما يلى أنواع عامة من كوابل الألياف الضوئية:

- 8.3 Micron Core/125 Micron Cladding / Single-Mode.
- 62.5 Micron Core/125 Micron Cladding / Multi-Mode.
- 50 Micron Core/125 Micron Cladding / Multi-Mode.
- 100 Micron Core/140 Micron Cladding / Multi-Mode.

تذكر الأقطار الصغيرة لهذه الكوابل . من الصعوبات الهامة لتركيب كوابل الألياف الضوئية تنتج عند لحام كيبلين . القطر الداخلى الصغير للكيبلين يجب أن يكونا متقابلين بدقة لمنع فقد الإشارات.

خواص كابل الألياف الضوئية :

مثل كل أنواع الكوابل فإن هذا النوع يشكل مزيج من المميزات والعيوب.
التكلفة : تكلفة الكيبل والموصلات قد هبطت بشكل ملحوظ فى السنوات الحالية .

الأجهزة المطلوبة أكثر تكلفة مقارنة بأجهزة كوابل النحاس . بطاقة شبكة الاثرتنت لكييل UTP الآن تتكلف قليلاً . بطاقات الشبكة المستخدمة مع كوابل الألياف الضوئية على أية حال عالية التكلفة. كوابل الألياف الضوئية أعلى نوع يمكن تركيبه.

— التركيب : مطلوب مهارة أعلى من التي يحتاجها تركيب الكوابل النحاسية لتركيب الكوابل الضوئية . إن تحسين الأدوات والتقنية على أية حال قللت من كم التدريب المطلوب . مازالت العناية الأعلى مطلوبة لأن كوابل الألياف الضوئية يجب معاملتها بلطف أثناء التركيب . كل كيبيل له أقل نصف قطر انحناء كمثال والألياف تدمر إذا الكوابل انثنت بحدة جداً . من المهم أيضاً عدم مط الكيبيل أثناء التركيب.

— السعة : عرض النطاق لكوابل الألياف الضوئية يمكن أن يصل لمدى عالي مثل ٢ جيجا بايت فى الثانية . إنها يمكنها تدعيم معدلات البيانات العالية حتى مع تمديد الكوابل الطويلة . كوابل UTP الممددة محددة بأقل من ١٠٠ متر مع معدلات بيانات ١٠٠ ميجابايت فى الثانية. كوابل الألياف الضوئية يمكنها نقل إشارات بـ ١٠٠ ميجا بايت فى الثانية لعدة كيلومترات.

— الاضمحلال : Attenuation

الاضمحلال فى كوابل الألياف الضوئية أقل بكثير عنه فى الكوابل النحاسية. كوابل الألياف الضوئية مجهزة لحمل إشارات لعدة كيلومترات.

— خواص EMI :

لأن كوابل الألياف الضوئية لا تستعمل إشارات كهربية لنقل البيانات فإنها محصنة تماماً من تداخل الموجات الكهرومغناطيسية . إنها محصنة أيضاً لتأثيرات كهربية متعددة التى تؤخذ فى الحسبان فى حالة تصميم الكوابل النحاسية.

مذكورة: عند توصيل كوابل كهربية بين مبنيين فإن المشكلة العامة التى يجب تفصيلها هى الفروق بين الجهود الأرضية بين المبنيين . عند وجود فرق (كما يحدث) فإن التيار ينساب خلال الموصل الأرضى للكييل على الرغم من أن الأرض يفترض أنها متعادلة كهربائياً ولا يجب أن يمر تيار. عندما ينساب تيار

خلال الموصل الأرضي للكابل فإن الحالة تسمى . Ground Loop النتيجة لذلك هي عدم توازن كهربى و عدة أنواع من الشرود.

Comparison of Cable Media

Cable Type	Cost	Installation	Capacity	Attenuation	EMI
Coaxial	Medium < Cat 5 UTP > Cat 3 UTP Thin<STP Thick>STP <Fiber	Inexpensive/ Easy. May be difficult to reconfigure	10 Mbps typical	Less than STP or UTP. Limited to range of few kilometers	Less sensi- tive than UTP, but still subject to EMI and eavesdropping
Shielded Twisted-Pair	Medium >UTP =Thin coax <Thick coax <Fiber	Moderate cost/ Fairly easy. More difficult than UTP and coax	16 Mbps typical. Up to 500 Mbps	Limits range to several hundred meters	Less sensi- tive than UTP, but still subject to EMI and eavesdropping
Unshielded Twisted-Pair	Lowest	Inexpensive/ Easy	1-100 Mbps with 100- meter runs	Limits range to several hundred meters	Most sensi- tive to EMI and eaves- dropping
Fiber-Optic	Highest	Expensive/ Difficult	10 Mbps to 2 Gbps. 100 Mbps typical	Lowest. Range of 10s of kilometers	Insensitive to EMI and eavesdropping

انظر الجدول

لأن كوابل الألياف الضوئية محصنة ضد التأثيرات الكهربائية فإن أحسن طريقة لربط الشبكات بين مباني مختلفة بوضع روابط ألياف ضوئية. لأنها ليست كهربية فى الطبيعة فإن الإشارات فى الكوابل الضوئية لا يمكن رصدها بأجهزة التجسس الالكترونية التى ترصد الإشعاع الكهرومغناطيسى . لهذا فإن كوابل الألياف الضوئية هى الاختيار الكامل للأمان العالى للشبكات.

ملخص خواص الكوابل :

عند مقارنة أنواع الكوابل فإنه من المهم لتذكر أن الخواص التى لاحظتها معتمدة بشدة على الإنجازات . فى وقت ما كان ظاهراً أن كوابل UTP لا تدعم معدلات بيانات فوق ٤ ميغابايت فى الثانية ولكن اليوم معدلات ١٠٠ ميغابايت أصبحت مألوفة مع كوابل UTP.

بعض المقارنات مشمولة بطريقة جيدة . رغم أن كوابل الألياف الضوئية تكون مكلفة للقدم طولاً فإنه من الممكن إنشاء كيبيل ألياف ضوئية بأطوال كثيرة من الكيلومترات لكي تبني كيبيل نحاسي بهذا الطول فإنك قد تحتاج لتركيب مرردات Repeaters على عدة نقاط على امتداد الكيبيل لتكبير الإشارة . هذه المرردات يمكنها بسهولة تعدي تكلفة تمديد كوابل الألياف الضوئية.

الوسط اللاسلكي : Wireless Media

الكيبيل يستسلم لتراكيبات ثابتة ومسافات متوسطة . عندما تكون المسافات للنهيات متسعة أو عندما تكون متحركة قد يكون من المرغوب فيه مناقشة الوسط اللاسلكي . عدة أوساط لاسلكية متاحة فيما يلي . Radio - Microwave - Infrared :

*الراديو : Radio

إن جزء الراديو في الطيف الكهرومغناطيسي يمتد من (١٠) كيلو هرتز إلى (١) ميغا هرتز . في هذا المدى توجد نطاقات Band عديدة أو مدايا من الذبذبات المصممة لأغراض معينة . فيما يلي نطاقات الذبذبة التي من المحتمل أن تكون على علم بها :

- Shortwave - VHF (Very High Frequency) : Television And FM Radio - UHF (Ultra High Frequency) : Television.

في دولة الولايات المتحدة الأمريكية يتم تنظيم استخدامات ذبذبات الراديو

عن طريق هيئة . (F.C.C.) Federal Communications Commission :

أغلب تحدييات الذبذبات مرخصة من مؤسسة تمنح رخصة حق استخدام مدى معين من الذبذبات داخل حدود جغرافية معينة . وهكذا يكون موجوداً في مساحة ما قناة رقم (0) فقط . مخصصات القناة (0) تنتشر بحيث لا تتداخل مع أى واحدة أخرى . إن رخصة مخصصات الذبذبة تضمن لحامل الرخصة قناة اتصال واضحة ومنخفضة التداخل . توجد مدايات ذبذبة قليلة غير مرخصة مما يعنى أنه يمكن استخدامها بحرية للغرض المخصصة لهذه الذبذبات . إن الـ FCC قد صنفت

ثلاث نطاقات للذبذبات الغير مرخصة :

(٩٠٢ - ٩٢٨ ميغا هرتز و ٢,٤ جيجا هرتز و ٥,٧٢ - ٥,٨٥ جيجا هرتز).

مدى ٩٠٢ ميغا هرتز هو أطول مدى متوفر ومستخدم لكل شئ من التليفون اللاسلكى إلى التحكم عن بعد فى الطيران . لأن المدى ٩٠٢ ميغا هرتز مزدحم تماماً فإن وكلاء كثيرون يدفعون تطوير الأجهزة نحو المدى ٢,٤ جيجا هرتز الغير مزدحم . أجهزة ٥,٧٢ ميغا هرتز تبقى مكلفة وتستخدم بندرة.

استخدام ذبذبة غير مرخصة ينطوى على مخاطر له والقناة ذات الاتصال النقى غير مضمونة . الأجهزة فى نطاق هذه الذبذبات على أية حال يجب أن تشتغل عند مستوى طاقة منتظم لتحديد المدى وتقليل جهد التداخل.

إرسال الراديو قد يكون فى جميع الاتجاهات أو موجه . محطة الراديو الفعلية ترسل إشارة فى جميع الاتجاهات الممكن استقبالها داخل حدود الإذاعة . فى بعض الحالات الإرسال المتجه قد يستخدم لتوجيه كل طاقة الإرسال نحو نقطة استقبال معينة.

توجد أنواع مختلفة من الهوائيات تستخدم معتمدة على خواص الإرسال والاستقبال المرغوبة :

- 1- أبراج Broadcast الإذاعة تكون متعددة التوجيه على الرغم من أن الشكل المعين للإشعاع يمكن ضبطه ليوافق قيود الترخيص المحدد.
- 2- هوائيات ثنائى القطب Dipole تستقبل مدى ذبذبات مقبول وموجه باعتدال.
- 3- السلك ذو الطول العشوائى يمكن استخدامه للإرسال والاستقبال . الطول العشوائى يعنى أن طول الهوائى لم يتم اختياره تحديداً للذبذبة المراد إرسالها أو استقبالها . الهوائى المطابق لذلك هو المستخدم مع راديو AM/FM وهوسلك عشوائى الطول .
- 4- هوائى الشعاع Beam يستخدم عناصر متعددة لضبط الهوائى لمدى ذبذبات واتجاهات معينة. التصميم العام للهوائى يسمى YAGI هوائى الشعاع يستخدم

لانتاج شعاع بؤرى مرضى الذى يمكن توجيهه لنقطة استقبال محددة (بالرغم من أن التأثير ليس متجهاً بطريقة تامة وبعض الإشارات تتسرب فى كل الإتجاهات).

خصائص الإرسال بالراديو :

إن خصائص الإرسال بالراديو تتغير فجائياً مع الذبذبة . ذبذبة الراديو المنخفضة تدعم معدلات بيانات محدودة ولكن لها ميزة عجيبة أنها تستطيع الاتصال عبر الأفق . مشغلى الموجة القصيرة Shortwave يعرفون هذه الظاهرة وشئ عادى لهم أن يتمكنوا من متابعة الإرسال من الجانب الآخر للكرة الأرضية .

زيادة الذبذبة يصبح الإرسال أعلى . مدى ذبذبات إذاعة راديو AM من كيلوهرتزات إلى ميگاهرتزات منخفضة . من المؤكد أن لديك خبرة لالتقاط محطة راديو AM خاصة فى وقت متأخر من الليل . هذا قد يحدث لأن نقل راديو AM قد يرتد فى الغلاف الجوى . بعض الإرسال قد يرتد لمسافة كبيرة .

إرسال الـ FM نادراً ما يستقبل عبر الأفق . نادراً ما سوف تستقبل إذاعة FM بوضوح أبعد من مدى ١٠٠ ميل . هذا مسئولية جزئية للطاقة ولكن السبب الأساسى لمحدودية المدى هو عدم قابلية ذبذبات FM للسفر عبر الأفق .

امتداداً لذلك على أى حال فإن إرسال الذبذبات العالية يضمحل بأقل سرعة من إرسال الذبذبات المنخفضة .

موجات الراديو منخفضة الذبذبة يمكنها اختراق المواد الصلبة بدرجة أعلى من الذبذبات العالية . ذبذبات الراديو المنخفضة جداً يمكن استخدامها مع الغواصات على الرغم من أن معدلات البيانات تكون بطيئة للغاية . القدرة على الاختراق أيضاً وظيفة الطاقة . الإرسال ذو الطاقة الأعلى يخترق حوائط المباني بتأثير أكبر من الإرسال ذو الطاقة المنخفضة .

كما ترى فإن تصميم نظام الراديو للحصول على خواص مثالية لتطبيق ما يحتاج العديد من إجراءات التصميم .

انظر الرسم (٥-٢-٧)

ثلاثة أصناف من إرسال

- نذبذة الراديو هي :
- طاقة أقل ونذبذة مفردة.
- طاقة عالية ونذبذة مفردة .
- انتشار طيفي .

Media Type	Frequency Range	Cost	Installation	Capacity	Attenuation	EMI Sensitivity
Low-power single frequency	All radio frequencies. Frequencies in the low GHz range are most common.	Moderate for wireless but higher than cabled devices	Low difficulty	Below 1 Mbps to 10 Mbps	High	High EMI sensitivity. Vulnerable to crosstopping.
High-power single frequency	All radio frequencies. Frequencies in the low GHz range are most common.	More expensive than low-power	High difficulty	Below 1 Mbps to 10 Mbps	Low	High EMI sensitivity. Vulnerable to crosstopping.
Spread spectrum	All radio frequencies. 902-928 MHz common in the US. 2.4 GHz most common worldwide.	Moderate	Moderately difficult	2 to 6 Mbps	High	Some EMI sensitivity. Low crosstopping vulnerability.
Terrestrial microwave	Usually low GHz, with 6 or 21-23 GHz most common.	Moderate to high but cost effective in many situations	Difficult	Below 1 Mbps to 10 Mbps with higher rates possible	Depends on strength and atmospheric conditions	Low EMI sensitivity. Some crosstopping vulnerability.
Satellite microwave	Low GHz, 11-14 GHz most common	High	Very difficult	Below 1 Mbps to 10 Mbps with higher rates possible	Depends on frequency, signal strength, and atmospheric conditions	Low EMI sensitivity. Moderate crosstopping vulnerability.
Point-to-point infrared	100 GHz to 1000 THz	Low to moderate	Moderately difficult	Below 1 Mbps to 16 Mbps	Depends on light purity and intensity as well as environmental conditions	Sensitive to intense light. Low crosstopping vulnerability.
Broadcast infrared	100 GHz to 1000 THz	Low for wireless, higher than cabled systems	Low difficulty	Up to 1 Mbps	High	Sensitive to intense light. Low crosstopping vulnerability.

انظر الجدول

ثالثاً : خدمات الشبكة العامة والخاصة :

الاتصالات يجب أن تأخذ مكانها بين نقطتين متباعدتين ولكن قلة من المؤسسات يمكنها ضبط التكلفة المطلوبة لبناء شبكة واسعة خاصة . لحسن الحظ اختيارات تجارية عديدة متاحة وتمكن المؤسسات للصرف فقط على مستوى الخدمة التي تحتاجها . أحد الاختيارات هو شبكة التليفونات العامة . الآخر هو الاستفادة من خدمة شبكة عامة وكمثال لها الانترنت .

شبكة التليفونات العامة :

إنها تقدم نوعين شائعين من الخدمة:

1- خدمات الاتصال العادية . 2- الخدمات المؤجرة .

العادية تستخدم المقاسم (السنترالات التي نعرفها بنظام التليفونات . خدمات درجات الصوت تطورت لمستويات عالية ذكية ويمكنها تقديم خدمات بيانات باستخدام أجهزة مثل الموديم . المقاسم الأحدث توفر مستويات أعلى للخدمات بينما تحتفظ بمميزات الوصول للمقسم .

في شبكة المحولات أو المفاتيح Switches المشتركون ليس لهم حق خاص للوصول لمسار معلومات معين . شبكة المقاسم تحتفظ بعدد كبير من المسارات ولكنها ليست كافية لخدمة كل المشتركين في نفس اللحظة . عندما يطلب مشترك خدمة ما يتحول Switched مسار Path لخدمة احتياجات المشترك . عندما يغلق الهاتف يعاد استخدام المسار بمشاركة آخرين . في الحالات التي لا يحتاج فيها المشترك وقت كامل للدخول للشبكة فإن خدمة التحويلات تصبح مكلفة .

مكونات شبكة التليفونات هي : وصلة موقع المشترك – التوصيلات داخل

موقع المشترك – سلك الربط بين المقسم والمشارك – المسافات الطويلة . عندما يحتاج مشترك وقت كامل للدخول للشبكة فإن عليه أن يختار الخط الخاص المؤجر . بعض المستويات من الخدمة متاحة . الاختيارات الشائعة مثل :

1.544 T-1 ميجا بايت في الثانية ، و 44.736 T-3 ميجابايت في الثانية ،
الخطوط المؤجرة تمكن المشترك من تأجير عرض نطاق ذبذبات محدد بين نقطتين
محددتين .

العديد من المؤسسات تحتاج للاتصالات عبر عدة نقاط . عندما تؤجر خط
بين كل زوج من النقاط سوف تكون مكلفة . خدمات كثيرة الآن متاحة وتقوم
بتسيير الرزم بين مواقع مختلفة . من هذه الخدمات Sonet, Frame Rely, X.25
والتي تعنى (Synchronous Optical Network) و . ATM كل هذه الخدمات لها
خصائص تناسب استخدامات خاصة وكلها متاحة على الخطوط المؤجرة من مقدمي
الخدمة . إن احتاجت مؤسسة للاتصال عبر مواقع كثيرة فإنها ببساطة تدفع لوصول
كل موقع للخدمة والخدمة تأخذ المسؤولية لتمرير الرزمة. إن تكلفة تشغيل الشبكة
يتقاسمها كل مشتركى الشبكة . لأن عملية التحويل التامة مخفية عن المشترك فإن
هذه الشبكات تصور على أنها سحابة اتصالات.

معدلات البيانات يمكن مقارنتها بخدمات شبكة عامة مثل اترنت Ethernet
10 ميجابايت في الثانية) وتوكن رنج (4 Token Ring — ١٦ ميجا بايت في الثانية).

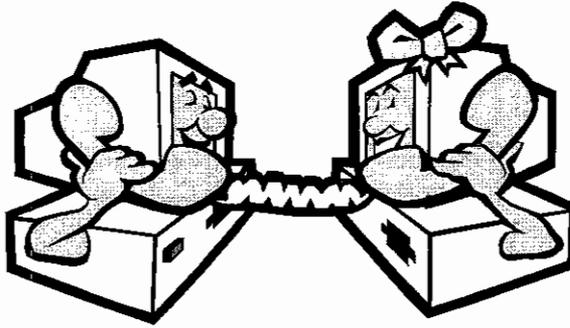
انظر الرسم (٥-٢-٨)

Bandwidths of Network Services

Service	Bandwidth
Dedicated 56 KB (DDS)	56 Kbps
Switched 56	56 Kbps
X.25	56 Kbps
T1	1.544 Mbps
Switched T1	1.544 Mbps
Frame Relay	1.544 Mbps
SMDS	1.544 Mbps
ISDN	1.544 Mbps
E1 (Europe)	2.048 Mbps
T3	44.736 Mbps
ATM	44.736 Mbps

انظر الجدول

الانترنت : Internet هي شبكة تعاونية مغامرة والتي بها عدد ضخم من الوكالات الحكومية والمعاهد التعليمية والتجارية التي اتفقت على تقاسم خدمات الشبكة. كل مؤسسة على الانترنت توفر كم من الاتصالات والقدرة الكمبيوترية المجانية المشاركة مع مستخدمي الشبكات الآخرين . نتيجة لهذا التعاون فإن الانترنت قد أخذت في النمو لتشمل الكمبيوترات عبر مائة دولة في كل القارات. لقد بدأت الولايات المتحدة الأمريكية تشجيع تنمية البنية التحتية المحلية المعروفة باسم خط المعلومات السريع Information Super Highway ، تدور الأبحاث حالياً لتحديث طرق خاصة لإنشاء أوساط عالية الكثافة (أكبر من ٣ ميجابايت في الثانية) مع كثافة ربط عدد كبير من الشبكات الخاصة والعامة.



الفصل الثالث

الطبقة المادية لنموذج OSI

OSI Physical Layer

المقدمة :

بالرغم من أن الطبقة الفيزيائية لا تصف الوسط المادي المستخدم ، فإنها تهتم بمظاهر نقل واستقبال البيانات على هذا الوسط . على وجه الخصوص فإن هذه الطبقة تعنى بتات Bits الارسال والاستقبال . إنها تعرف خواص عدة مفاتيح لفيزيائية الشبكة ، إنها تشمل تعريف ما يلي:

– البناء المادي للشبكة – خواص الوسط المستخدم الميكانيكي والكهربى (ليس الوسط نفسه) – ترميز وتوقيت بتات الإرسال.

سوف نتمكن هنا من دراسة :

الهدف من الطبقة الفيزيائية – أنواع روابط الشبكة – الطولوجيا الفيزيائية – الاشارات التماثلية والرقمية – تزامن البت – استخدام عرض النطاق – التعدد.

أولاً: أنواع الروابط : Connections

تتكون جميع روابط الشبكة من نوعين من الكتل البنائية:

1- الروابط متعددة النقاط .

2- الروابط من نقطة لنقطة .

(1) الروابط متعددة النقاط تمكن جهاز ما من الاتصال بجهاز آخر أو أكثر .

انظر الرسم (١-٣-٥)

إنها تتقاسم نفس وسط النقل بالشبكة.

(2) الروابط من نقطة لنقطة تمكن جهاز ما من الاتصال بجهاز آخر.

انظر الرسم (٢-٣-٥)

عندما يرتبط جهازان برابطة نقطة بنقطة فإن استخدامهم لسعة بيانات

الرابطة تكون مقصورة عليهما .

الشبكات الأضخم يمكن بناءها بإضافة روابط نقطة لنقطة . فى هذه الحالة فإن الأجهزة تتق فى الأجهزة الأخرى لنقل رسائلها . روابط النقطة بنقطة تستطيع حتى تكوين دائرة ممكنة الرسائل من المرور من أى جهاز إلى الآخر على الدائرة أو الحلقة.

ثانياً : الطوبولوجيا الفيزيائية :

هذه تصف ترتيب وسائط الشبكة . تختلف الطوبولوجيات فى الخواص من حيث : الأداء — سهولة التركيب — الصيانة — إعادة التهيئة.

1- النقاط المتعددة : طوبولوجية واحدة هنا هى الـ BUS

انظر الرسم (٥-٣-٣)

كل الأجهزة موصلة على وسط نقل عام يسمى Backbone Network أى العمود الفقري للشبكة.

خواص الـ BUS :

سبق لنا دراسة الكوابل والوصلات التى على الـ BUS . للتذكرة فإن الكوابل يجب أن تنتهى بـ Terminator والأجهزة توصل على مدى الكيبل . تكون الوصلات على هيئة حرف T أو مع Tap للنواقل Transceiver الملحقة مباشرة بالكيبل وتستخدم كيبل ساقط للتوصيل بمحطة العمل . Work station

تنتشر الإشارات على الـ BUS على كلا الاتجاهين على الكيبل (العمود الفقري) ممكنة جميع الأجهزة من استقبال الإشارة مباشرة . مع بعض الـ BUS الوحيدة الاتجاه الإشارات ترتحل فى اتجاه واحد فقط وتصل للأجهزة فقط التى فى نهاية الانتشار . فى هذه الحالة يجب أن يغلق الكيبل Terminated بطريقة تعكس الإشارة للملف على الكيبل وتصل للأجهزة الأخرى .

*التركيب :

التركيب بسيط نسبياً ويتطلب أدوات ومهارات أساسية فقط . الكيبل يكون قصيراً لأنه ليس من الضرورى تمديد كيبل منفصل للـ HUB المعبر المركزى لكل جهاز على الشبكة.

إن شبكات الـ BUS مثل الاثرنت قد أقرت لوائح بعناية تلتزم بها من أجل الأداء الجيد للشبكة . كمثال فإن المحطات على كوابل اثرنت السميك تكون على أبعاد مضاعفات الـ ٢,٥ متر. كل وسائط الشبكة لها اضمحلال Attenuation ذات خواص وحدود لأطوال الكيبل وعدد الأجهزة الممكن إلحاقها.

*إعادة التهيئة :

من الصعب إعادة تشكيل كيبل الـ BUS لو أن الكيبل الممدد ليس قريباً من الأجهزة الجديدة فإنه قد تحتاج لإعادة تمديده . إضافة أجهزة غالباً يشمل قطع الكيبل الرئيسي لإضافة وصلة حرف T التي تتطلب أن الشبكة تكون مغلقة ومتوقفة عن العمل . من المهم الالتزام باللوائح باعتبار عدد الأجهزة الأقصى والمسافات المتروكة.

*الصيانة :

من الصعب صيانتته لأن خطأ بسيط قد يسبب تعطل المسار . الكيبل المقطوع مثلما يكون هناك كيبلين غير منتهين . بدون الغلق بالنهاية فإن الاشارات تتعكس للخلف لكلا الكيبلين متداخلة مع الارسال ويفشل النظام (بالإضافة لذلك فإن الأجهزة لا تستطيع الاتصال مع أجهزة في الجانب المقابل مع القطع) . لأن كل الأجهزة تتأثر بقطع الكيبل فإنه من الصعب عزل الكسر في الكيبل الواقع بين جهازين.

(2) النقطة — نقطة:

انظر الرسم (٥-٣-٤)

ترتكز عدة طبولوجيات على هذه الطريقة كما يلي :

— النجمة Star : تستغل وصلة النقطة لنقطة (كيبل ساقط) لربط كل جهاز بالمعبر

المركزي HUB

— التعشيق Mesh: ينشئ وصلة النقطة لنقطة بين كل زوج كمبيوتر على الشبكة .

لأن عدد الروابط المطلوبة يتزايد بسرعة مع زيادة عدد الكمبيوترات فإن

شبكات التعشيق الكبرى لا تستخدم كثيراً.

— **المهجنة Hybrid Mesh** : تستخدم فى الشبكات الواسعة . WAN لم تجرى محاولة لعمل وصلة بين أزواج الكمبيوتر . روابط أكثر على أية حال يتم تركيبها لتوفير مسارات مباشرة أكثر وأكبر فى عرض النطاق ووفرة فى حالة سقوط الروابط.

— **الحلقية Ring** : توجه الرسائل حول الحلقة وتصل لأى محطة عمل.

— **الطبولوجيا الخلوية Cellular** :

تقسم المناطق جغرافياً إلى خلايا مترابطة والتي تخدم بالمرسل / المستقبل . روابط الراديو النقطة لنقطة تنشأ بين أجهزة بيانات خلوية والمستقبل فى خلية . يتم تهيئتها مع تحرك جهاز البيانات خلال الشبكة الخلوية.

الارسال : Baseband - Broadband :

يوجد طريقتين لتخصيص سعة وسط الارسال:

— **Baseband** : تخصص السعة كاملة لقناة اتصال واحدة . هو الأكثر استخداماً . به الرقمى والتماثل معاً .

— **Broadband** : تمكن اثنين أو أكثر من قنوات الاتصال لتتشارك فى عرض النطاق لوسط الاتصالات . كييل التليفزيون الذى يأتى إليك من الهوائى أو عبر خدمة خاصة من شركة كمثال على ذلك . العديد من إشارات التليفزيون تتشارك فى عرض النطاق للكييل لأن كل إشارة يتم تعديلها بذبذبة خاصة بها . يسمى ذلك بتقسيم مجال الذبذبات FDM وتعمل مع الإشارة التماثلية فقط . أما الرقمى فيتبع تقسيم مجال الزمن . TDM
انظر الرسم (٥-٣-٥)

***التعدد Multiplex :**

يمكن وسط النقل Broadband من تدعيم قنوات بيانات متعددة ويتم عمله فى حالات : غلو تكلفة عرض نطاق الوسط — عرض النطاق ضئيل — كمية كبيرة من البيانات تحتاج لإرسالها خلال قنوات قليلة السعة.
انظر الرسومات (٥-٣-٦) و (٥-٣-٧) و (٥-٣-٨)

الفصل الرابع

طبقة ربط البيانات

OSI Data Link Layer

المقدمة :

إن الاتصال على الشبكة يعتبر أكثر من أن يكون نقل بتات من جهاز لآخر. العشرات من الخطوات يتم تأديتها لإكمال مهمة نقل رسالة من جهاز لآخر. الرسائل الحقيقية لا تتكون فقط من بتات فقط ولكن مجموعات بتات ذات معنى. هذه الطبقة تستقبل رسائل تسمى هياكل Frames من أعلى. المهمة الأساسية لهذه الطبقة هي تفكيك هذه الهياكل إلى بتات لإرسالها ثم إعادة بناءها من البتات المستقبلية

إن طبقة ربط البيانات لها وظائف أخرى مثل :

- تعريف الأجهزة على الشبكة . — مراجعة الأخطاء .
- مراقبة الوصول . — تعريف الطولوجيا المنطقية للشبكة .
- مراقبة سريان البيانات .

ملاحظة :

تقسم هذه الطبقة إلى طبقتين فرعيتين :

1- Media Access Control (MAC).

هذه تنظم طرق تشارك أجهزة متعددة بنفس قناة الوسط .

2- logical link Control (LLC) .

هذه تنشئ وتحفظ الروابط بين أجهزة الاتصال .

سوف نتمكن هنا من دراسة :

- الطولوجيا المنطقية .
- مراقبة الوصول للوسط .
- العنونة .
- تزامن الارسال .
- خدمات الربط .

أولاً: الطبولوجيا المنطقية :

إن قسم الطبولوجيا الفيزيائية يصف كيف يتم تنسيق الوسط الفيزيائي للشبكة - وهنا يتم وصف المسار الذي تسلكه الإشارة على الشبكة .
 إن الفيزيائية والمنطقية للشبكة قد يتشابهان أم لا يتشابهان . شبكة توكن رنج مثال على اختلاف الطبولوجيا الفيزيائية والمنطقية .

انظر الرسم (١-٤-٥)

كل جهاز يرسل الاشارات إلى المستقبل على الكمبيوتر التالي . بهذه الطريقة ترحل الاشارات عبر كل محطة على نظام الكوابل وأخيراً تكمل الرحلة للخلف إلى المحطة التي بدأت منها . كتنذكرة فإن الطبولوجيا المنطقية تصف الطريقة التي بها تسافر الاشارات على الشبكة . توكن رنج لها Ring طبولوجيا منطقية . شبكات توكن رنج ليست حلقة فيزيائياً . المعابر HUB تستخدم بدلاً عن ذلك وكل كمبيوتر موصل بوصلة إلى المعبر بكيبل ساقط .

انظر الرسم (٢-٤-٥)

لأن كل كمبيوتر موصل بكيبل فردي إلى المعبر فإن الطبولوجيا الفيزيائية لشبكة توكن رنج هي النجمة . Star
 إن اترنت المحورية هي مثال لـ BUS الشبكة حيث توصل كل محطة إلى كل محطة بطبولوجيا فيزيائية متعددة النقاط . أيضاً كل محطة اترنت تذيغ الاشارات إلى كل محطة منتجة طبولوجيا منطقية . لهذا فإن اترنت لها طبولوجيا فيزيائية ومنطقية . BUS

انظر الرسم (٣-٤-٥)

إن اترنت 10 T - BASE - تستخدم كوابل UTP والمعبر في التوصيل ولكنها تبقى BUS منطقياً لأن الأجهزة تستمر في الاتصال باستخدام النقاط المتعددة . لهذا فهي فيزيائياً نجمة Star ولكن منطقياً . BUS

ملاحظة :

هنا بعض الفوارق بين الطبولوجية الفيزيائية والمنطقية:

1- إذا استطعت لمسها أو رؤيتها فهي فيزيائية.

2- إذا لم تستطع لمسها أو رؤيتها فهي منطقية.

هنا بعض الفوارق بين Ring و: BUS

1- إذا استقبلت الاشارات من كل كمبيوتر بكل كمبيوتر آخر فإن الشبكة. BUS

2- إذا استقبل كل كمبيوتر الاشارات من كمبيوتر واحد آخر فإن الشبكة. Ring

ثانياً: التحكم فى وسط الدخول :

أى قناة وسط يدعم اشارة واحدة فى الوقت الواحد . لو جهازان يرسلان على نفس القناة فى نفس الوقت فإن اشارتيهما سوف تتداخلن . إن التحكم فى وسط الدخول يعالج هذه المشكلة . وللتحكم ثلاثة نماذج هي :

1- النزاع . Contention .

2- تمرير العلامة. Token Passing

3- الاقتراع. Polling

1- النزاع يحدث إذا حاول جهازين الارسال فى نفس الوقت : يتم اتباع ميكـانزم لتقليل التصادم على الشبكة Carrier Sensing : كل كمبيوتر يتصنت على الشبكة قبل أن يرسل ويصير فى حالة انشغال الشبكة Carrier Detection تستمر الكمبيوترات فى التصنت على الشبكة مستمرة فى الارسال وعندما يلتقط كمبيوتر ما اشارة أخرى سوف تتداخل فإنه يوقف الارسال وينتظر كلا الكمبيوترين وقت عشوائى ويعاودوا محاولة الارسال.

انظر الرسم (٤-٥)

كلا نوعى الميكانزم يستخدمان معاً من بروتوكول يستخدم فى كل أنواع

الاثرننت والذى يسمى CSMA/CD بمعنى :

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

شبكات أبل Local talk تستخدم بروتوكول CSMA/CA وكلمة Avoidance

بدلاً من . Detection

باختصار : إن الـ Contention هى طريقة للتحكم فى الوصول Access و

CSMA/CD مع CSMA/CA هي بروتوكولات لدمج طرق حل النزاع.

وخواص النزاع كما يلي :

— ال Pure تسمح لكل المحطات من الارسال أينما تريد.
— التصادمات دائماً تحدث عند بعض المستويات على الشبكات ذات النزاع حيث يزداد العدد مع زيادة الارسالات.

— CSMA/CD و CSMA/CA هي بروتوكولين يقللان التدمير الحادث بالتصادمات إذا لم تتعدى حركة المرور على الشبكة ٣٠٪ من عرض النطاق فإن الـ Contention يعمل باطمئنان . لا يوجد كمبيوتر يضمن قدرته على الارسال لأن التصادمات تحدث على فترات غير معروفة الموعد.

2— Token Passing : تمرير العلامة : يستغل إطار يسمى Token والذي يدور حول الشبكة. على الكمبيوتر الذي يريد أن يرسل أن ينتظر حتى يستقبل إطار توكن في الوقت المسموح له بالارسال . عندما ينتهي من الارسال يرسل إطار توكن للمحطة التالية على الشبكة.

انظر الرسم (٥-٤-٥)

بصيغة مقاييس شبكية تتبع هذه النظرية:

1— أهمها توكن رنج Token ring تعرف بمقياس ٨٠٢,٥ من IEEE.

2— ٨٠٢,٤ تعرف BUS Network.

3— FDDI هي مقياس شبكة الألياف البصرية ذات ١٠٠ ميجابايت / ثانية.

تتبع هذه الطريقة أفضلية المحطات حتى لا تتسأثر محطة بالحركة على الشبكة . لأن كل كمبيوتر له الفرصة للارسال كل الوقت تسافر التوكن عبر الشبكة فإن كل محطة تضمن فرصة الارسال على فترة قليلة متقاربة.

هذه الطريقة مناسبة أكثر من Contention.

3— Polling : هي طريقة للتحكم في الوصول توظف جهاز مركزي لتنظيم كل الوصول إلى الشبكة . ويعمل مع Main frame هذا الجهاز يسمى Primary ويطلب البيانات من الأجهزة التي على الشبكة والتي تسمى Secondary . بعد أن تكون

Polled فإن الـ Second يستطيع الإرسال بكمية من البيانات المحددة ببروتوكول على الشبكة . ولا يستطيع جهاز ثانوى الإرسال إلا بعد التصريح من الجهاز الأساسى . هذه الطريقة تضمن لكل الأجهزة الإرسال وهى مناسبة لبيانات الوقت الحرج . ومن مزاياها:

- 1- الوصول مقرر .
- 2- يمكن إعطاء أولويات .
- 3- لا توجد تصادمات .

الفرق بين توكن و بولن أن بولن تمرکز التحكم والذى يهيم المدير . ولكن ذلك ينشئ نقطة وحيدة للانهيـار . فإذا حدث انهيار توقفت الشبكة تماماً .

انظر الرسم (٥-٤-٦)

الأجهزة الثانوية لا تستطيع الاتصال مباشرة ببعضها إلا عن طريق الجهاز الأساسى المركزى .

ثالثاً : العنوانية : Addressing

طبقة ربط البيانات هذه تحتفظ بعناوين الجهاز لتمكن الرسائل من أن ترسل لجهاز محدد . العنوان المستخدم يسمى . Physical Device Addresses وهو عنوان وحيد يصاحب عتاد الشبكة الذى فى الكمبيوتر مثل بطاقة الشبكة . مقاييس الشبكة تحدد شكل العناوين . ويعتمد ذلك على . MAC Address إن عنوان الجهاز لا يستخدم حقيقة فى تمرير الرسالة إلى جهاز معين . الإطارات Frames على الشبكة المحلية ترسل بحيث أنها تكون متاحة لكل الأجهزة على الشبكة وكل جهاز يقرأ كل إطار لتحديد عنوان الجهاز الذى تعنون عليه الاطار وعند توافق إحداها مع العنوان الفيزيائى فإن بقية الاطار يتم استقباله . وإذا لم يتفق يهمل باقى الاطار .

رابعاً : تزامن الإرسال : Transmission Synchronization

طبقة ربط البيانات تشتغل على البيانات بعد تجميع البتات لتكوين حروف وإطارات أو مجموعات بيانات .

من المهم هنا تزامن إرسال الإطارات . هنا سوف ندرس ميكانيزم:

1- عدم التزامن . Asynchronous

2- التزامن . Synchronous

3- التعادل. Isochronous

1- عدم التزامن :

تتحكم بت التزامن للترامن بين الأجهزة عند ارسال كل اطار . كل اطار يبدأ ببت البدء . هذه الطريقة مفيدة في إرسال بيانات من أحرف يدخلها المستخدمون.
انظر الرسم (٧-٤-٥)

2- التزامن :

يتم الاتصال عند تزامن المؤقتات في كلا الطرفين بطريقتين :
- نقل اشارات التزامن مع البيانات.

- استخدام قناة خاصة لحمل اشارات المؤقت.

انظر الرسم (٨-٤-٥)

3- التعادل : يوظف جهاز عام يوفر اشارة توقيت تتقاسم كل أجهزة الشبكة.

خامساً : خدمات الربط:

روابط الشبكة توفر الوظائف التالية:

- 1- التحكم في الانسياب : ويحدد كمية البيانات المنقولة في وقت ما.
- 2- التحكم في الأخطاء : يحدد الأخطاء في الاطارات المستلمة ويطلب إعادة ارسالها.
- 3- التحكم في التتالي : يمكن المستقبل من تجميع بيانات الاطار ووضعها في شكلها الأصلي.

انظر الرسم (٩-٤-٥)

توجد ثلاثة أنواع من خدمات الربط:

— للأداء العالي في المحلية Unknowledged Connectionless

— للأداء العالي في الواسعة Connection Oriented

— للنقطة لنقطة Acknowledged Connectionless

الفصل الخامس

مفهوم طبقة الشبكة NETWORK LAYER

المقدمة :

إن طبقة ربط البيانات Data link layer تتعامل مع الإتصالات بين الأجهزة التي على نفس الشبكة . إن عناوين الأجهزة الطبيعية يتم استخدامها لتعريف إطار البيانات Data frame ، ومسئولية كل جهاز مراقبة الشبكة واستقبال الإطارات المعنونة نحو هذا الجهاز.

إن طبقة الشبكة تشمل الإتصالات مع الأجهزة على شبكات منفصلة منطقياً والموصلة مكونة . Internetwork لأن Internetwork يمكن أن تكون كبيرة ومبنية من أنواع مختلفة من الشبكات فإن طبقة الشبكة Network layer تستغل أسلوب التمرير Routing Algorithm التي يمكن استخدامها لإرشاد الرزم من منبعها إلى وجهتها الشبكية

إن مفتاح طبقة الشبكة هو أن كل شبكة في شبكة الشبكات Internetwork

محدد لها عنوان شبكة Network Address التي تستخدم في توجيه الرزم . Packet . طبيعة هذه العناوين وكيف أنها توجه الرزم هي ما سوف نراه هنا.

سوف نتمكن من دراسة:

- العنونة. Addressing
- التحويل. Switching
- لوغاريتم التوجيه. Routing Algorithm
- خدمات الربط. Connection services
- خدمات البوابات. Gateway services

أولاً : العنونة: Addressing

لقد صادفت استخدام عناوين الأجهزة الطبيعية التي تعرف كل جهاز على

الشبكة بطريقة وحيدة . طبقة الشبكة تصنع اثنين من العناوين الإضافية كما يلي:
 — عناوين الشبكة المنطقية : **Logical Network Addresses** التي تستخدم لتمرير

الرزم إلى شبكات معينة على شبكة الشبكات.

— عناوين الخدمات : **Services Addresses** : التي تمرر الرزم إلى عمليات معينة
 تجرى على الجهاز الوجهة.

عناوين الشبكة المنطقية : **Logical Net. Addr.**

إن عناوين الشبكة المنطقية تحدد عندما تتم تهيئة الشبكات إذا كنت قد
 ركبت جهاز رئيسي لنتوير فإنك تعرف عملية تحديد عنوان الشبكة منطقية لكل
 شبكة محلية LAN الملحقة بالجهاز الرئيسي . Server

أحد مهام مسئول تركيب الشبكة التي يجب أن يصحبها هي التأكد من أن
 كل عنوان شبكة يكون فريداً Unique على شبكة شبكات . nternetwork

عناوين الشبكة تمكن الموجهات Routers لتوجيه الاطارات Frames خلال
 شبكة الشبكات إلى الشبكات الملائمة.

عناوين الخدمات : **Service Address**

إن أنظمة التشغيل على أغلب الكمبيوترات قادرة على تشغيل عمليات عديدة
 في نفس الوقت . عندما تصل رزمة فإنه من الضروري تحديد العملية على
 الكمبيوتر . يجب أن تستقبل البيانات التي بالرزمة . يتحقق ذلك بتحديد عناوين
 للخدمات التي تعرف عمليات وبروتوكولات الطبقة العليا . هذه العناوين مضمنة
 في عناوين الشبكة المنطقية والطبيعية في إطار البيانات (بعض البروتوكولات
 تؤول إلى عناوين الخدمة مثل Socket أو Ports)

بعض عناوين الخدمات التي تسمى Well known addresses تعرف عالمياً
 لنوع معطى من الشبكة . عناوين خدمات أخرى تعرف بمنتهج منتجات الشبكة.

ملخص العنونة:

توجد ثلاثة عناصر للعنوان :

1— Physical (MAC) Network Address : تعرف جهاز معين كمنبع أو هدف للإطار Frame

2— Logical Network Address : تعرف شبكة معينة على الإنترنت Internetwork كمنبع أو هدف للإطار.

3— Service Address : تعرف عملية أو بروتوكول على الكمبيوتر المنبع أو الهدف لرمز ما.

ثانياً: التحويل : Switching

الرسم (١-٥-٥)

كثير من شبكة الشبكات تحتوى على مسارات وفيرة للبيانات التى قد تستخدم لتوجيه الرسائل.

فيما يلى تقنيات التحويل Switching التى قد تستخدم لتوجيه الرسائل :

1— Circuit switching .

2— Messages switching .

3— Packet switching .

(1) Circuit switching :

ينشئ مسار يبقى ثابتاً لفترة الربط . يشبه كثيراً أجهزة تحويلات (مقاسم أو مقسمات) التليفونات التى ينشئ مسار بين تليفونك والتليفون الذى تطلبه ، فإن شبكات Circuit switching تقيم مسار خلال شبكة الشبكات Internetwork عندما تستهل الأجهزة المحادثة . إنه يوفر أجهزة لها مسار خاص بها وعرض نطاق Bandwidth معرف جيداً . إنه ليس بلا مساوى على أية حال . إن عملية إنشاء وصلة بين الأجهزة قد يستهلك الوقت . لأن حركة السير لا يمكنها مشاركة المسار المخصص للوسط فإن عرض النطاق قد يستغل بكفاءة . لأن شبكات Circuit switching يجب أن يكون لها عرض نطاق فائض فإنها تصبح مكلفة الإنشاء.

الرسم (٢-٥-٥)

(2) Messages switching: يعالج كل رسالة كوجود مستقل . كل رسالة تحمل معلومات عنوان يصف وجهة الرسالة . هذه المعلومة تستخدم عند كل محول switch لنقل الرسالة إلى المحول التالي في مسارها . إن محولات الرسائل مبرمجة بمعلومات عن المحولات الأخرى في الشبكة التي يمكن إستخدامها لتوجيه الرسائل لوجهاتها . قد تيرمج أيضاً بمعلومات عن أكثر المسارات كفاءة . اعتماداً على أحوال الشبكة فإن الرسائل المختلفة قد ترسل خلال الشبكة بمسارات مختلفة.

الرسم (٥-٥-٣)

إنه ينقل كامل الرسالة من محول إلى التالي له حيث تخزن الرسالة قبل أن توجه في وقت آخر . لأن كل رسالة تخزن قبل أن ترسل للمفتاح التالي فإن هذا النوع من الشبكة يسمى . Store-and - Forward Network . إن محولات الرسالة غالباً تكون كمبيوترات ذات الاستخدام العام . يجب أن تجهز بتخزين كافي (عامة يكون الاسطوانة الصلبة) ليتمكنها من تخزين الرسائل حتى يكون من الممكن توجيهها. إن البريد الالكتروني تطبيق عام لـ . Message switching بعض التأخير يكون جائزاً عندما يسلم البريد بخلاف المتطلبات عندما اثنين من الكمبيوترات تتبادل البيانات في الوقت الحقيقي . Real time إنه يستخدم أجهزة منخفضة التكلفة نسبياً لتوجيه الرسائل وتستطيع العمل جيداً مع قنوات الاتصالات البطيئة نسبياً . تطبيقات أخرى للـ : Message switching تتضمن مجموعة تطبيقات مثل سريان العمل والتقاويم السنوية وشئون المجموعات.

- إن لمحوالات الرسائل Message switching له عدة مزايا كما يلي :
- قنوات البيانات يتم مشاركتها بين أجهزة الاتصالات محسنة استخدام عرض النطاق.
 - يمكنها تخزين الرسائل حتى تصبح قناة ما متاحة خافضة لحساسية ازدحام الشبكة.
 - أفضلية الرسائل قد تستخدم لإدارة حركة سير الشبكة .

— عنوان البث الإذاعي Broadcast addressing يستخدم عرض نطاق الشبكة Network bandwidth أكثر كفاءة بتسليم الرسائل إلى وجهات متعددة. إن المساوي الرئيسية لمحاولات الرسائل Messages switching هو أنها غير مناسبة لتطبيقات الوقت الحقيقي Real time applications متضمنة اتصالات البيانات والصوت والصورة.

محاولات الرزمة: Packet switching

يتم تقسيم الرسائل إلى رزم صغيرة . كل رزمة تشمل معلومات عنوان الصور والوجهة حيث أن الرزم المجزأة تستطيع المرور خلال شبكة الشبكات مستقلة . إن الرزم المكونة للرسالة قد تأخذ طرق مختلفة جداً خلال شبكة الشبكات Internetwork هذا يشبه كثيراً محاولات الرسائل . MESSAGE SWITCHING إن الخصائص المميزة هي أن الرزم مقيدة بالحجم الذي يمكن أجهزة التحويل Switching Devices من إدارة بيانات الرزمة تماماً في الذاكرة بدون الحاجة إلى تخزين البيانات مؤقتاً على الاسطوانة ، لهذا فإن محاولات الرزمة تمرر الرزم خلال الشبكة أسرع بكثير وأكفاً من الممكن بمحاولات الرسائل.

توجد بعض طرق تحويل الرزمة ، اثنان هما:

- Data Gram.
- Virtual Circuit.

محاولات الرزمة : Data Gram

إن خدمات Data Gram تعالج كل رزمة كرسالة منفصلة . كل رزمة تمرر خلال شبكة الشبكات مستقلة وكل عقدة تحويل switch Node تقرر أي مقطع شبكة يجب أن يستخدم للخطوة التالية في مسار الرزمة . هذه القدرة تمكن المحولات switches من تحرى المقاطع المشغولة وتتخذ الخطوات الأخرى لتسريع الرزم خلال شبكة الشبكات.

الرسم (٥-٥-٤)

إن Data Gram تستخدم حالياً على الشبكات المحلية . LAN إن بروتوكولات طبقة الشبكة Network Layer Protocol مسؤولة عن تسليم الإطار Frame إلى الشبكة

الملائمة . بعد ذلك ولأن كل Data Gram يشمل معلومات عنوان الوجهة فإن الأجهزة التي عليها الشبكة المحلية تستطيع التعرف على واستقبال Data Grams التي تنوي استقبالها.

ملاحظة :

إن تحويل الرزمة يتطابق مع الحاجة لنقل رسائل ضخمة مع اطار ذو حجم صغير لحد ما الذي يمكن أن يتكيف بالطبقة الطبيعية . Physical layer إن طبقة الشبكة Network layer مسئولة عن تفتيت الرسائل من أعلى طبقات إلى أصغر Data Gram الملائمة للطبقة الطبيعية . Physical layer إن طبقة الشبكة أيضاً مسئولة عن إعادة بناء الرسائل من Data Grams كما استقبلتها.

محولات رزمة الدائرة الافتراضية : Virtual Circuit Packet Switching

إن الـ Virtual Circuit تشتغل بتأسيس وصلة صورية بين جهازين التي في الاتصالات. عندما تبدأ الأجهزة الدورة فإنها تتجز عوامل الاتصالات مثل الحجم الأقصى للرسالة وتوافر الاتصالات ومسارات الشبكة وهكذا . هذا الإنجاز يؤسس الدائرة الافتراضية والمسار المعرف جيداً خلال شبكة الشبكات التي تتصل الأجهزة من خلالها . هذه الدائرة الافتراضية تبقى بصفة عامة مؤثرة حتى توقف الأجهزة الاتصالات . الدوائر الافتراضية يتم تمييزها بتأسيس وصلة منطقية . إن الافتراضية Virtual تعنى أن الشبكة تتصرف كدائرة مخصصة طبيعياً قائمة بين الأجهزة المتصلة .

ومع أنه لا توجد مثل هذه الدائرة الطبيعية فإن الشبكة تمثل هيئة الوصلة الطبيعية على نحو جيد كما لو أن الأجهزة التي في أطراف الدائرة تكون معلقة. إن الدوائر الافتراضية توظف حالياً مقترنة بخدمات التوصيل.

مزايا تحويل الرزمة Packet Switching :

إنه يعلو باستخدام عرض النطاق بتمكين أجهزة كثيرة من تسيير الرزم خلال نفس قنوات الشبكة . في أي وقت فإن محول ما switch قد يوجه الرزم إلى وجهات أجهزة مختلفة ضابطاً المسارات حسب الحاجة لتحقيق أفضل كفاءة ممكنة

فى الوقت الحالى.

لأن الرسائل التامة لا تخزن عند المحولات قبل التوجيه فإن تأخير الإرسال أقل أهمية من الذى يلاقيه تحويل الرسائل.

مع أن أجهزة التحويل switching Devices لا تحتاج أن تجهز مع كميات كبيرة لسعة الاسطوانة الصلبة ، فإنها قد تحتاج كمية هامة لذاكرة الوقت الحقيقى Real - time memory . أيضاً فإنها يجب أن تحتوى قدرة كافية للمعالجة لتشغيل بروتوكولات التوجيه الأكثر تعقيداً المطلوبة لنوع تحويل الرزمة . مع التعقيدات الجديدة تكون الحاجة للتعرف على متى تفقد الرزم حتى يمكن طلب إعادة الإرسال

ثالثاً : لوغاريتم التوجيه Routing Algorithm :

التوجيه routing هو عملية تسيير الرسائل خلال شبكات التحويل . فى بعض الحالات معلومات التحويل تبرمج إلى أجهزة تحويل . على أى حال فى المحولات سابقة البرمجة لا تستطيع الضبط لتغيير أوضاع الشبكة . أغلب أجهزة التوجيه لهذا لها القدرة على اكتشاف المسارات routes خلال شبكة الشبكات

Internetnetwork وتخزين معلومات المسار فى جداول المسارات . route tables

إن جداول المسارات لا تخزن معلومات الممر فقط . إنها أيضاً تخزن تقديرات الوقت المستنفذ لإرسال رسالة خلال مسار معطى . هذا الوقت المقدر يعرف بالـ Cost أو تكلفة مسار معين . توجد عدة طرق لتقرير تكلفة التوجيه كما يلى :

1— **Hop count** : حساب القفزة ويصف عدد المسارات التى قد تعبرها الرسالة قبل أن تصل لوجهتها . لو كل القفزات يفترض أن تأخذ نفس كمية الوقت فإن المسار المثالى هو الذى يكون له أصغر حساب قفزة.

2— **Tic count** : هو الوقت الفعلى المقدر حيث أن Tic هو وحدة الزمن المعروفة بتحقيق التوجيه.

3— **Relative expense** : النفقة النسبية هى أى مقياس تكلفة معرف (شاملاً التكلفة المالية) لاستخدام وصلة معطاة.

بعد أن يتم تأسيس التكلفة cost فإن الموجهات router تستطيع اختيار الطرق route سواء استاتيكيةً أو ديناميكياً كما يلي :

- اختيار المسار الاستاتيكي : يستخدم المسارات المبرمجة بواسطة مدير الشبكة.
 - اختيار المسار الديناميكي : يستخدم معلومات تكلفة التوجيه لاختيار المسار الأكثر كفاءة لزرمة ما . ظروف الشبكة المتغيرة تنعكس على جدول التوجيه والموجه يستطيع اختيار مسارات مختلفة للحفاظ على تكلفة منخفضة.
- طريقتان لاكتشاف المسار Link state , Distance vector :

1- التوجيه باستخدام: Distance vector routing

يعلن عن وجوده للموجهات الأخرى على الشبكة . دورياً كل موجه router على الشبكة سوف يذيع المعلومات على جدول توجيهه . هذه المعلومات يمكن استخدامها بالموجهات الأخرى لتحديث جداولها الخاصة.

كمثال : لو لديك أجهزة رئيسية File server هي S1 , S2 , S3 و S3 يعلم أن S2 يمكنه الوصول إلى S1 في ثلاثة Hop . لأن S3 يعرف أن S2 بعيداً بواحد Hop فإن S3 يعرف أن تكلفته لكي يصل إلى S1 خلال S2 اثنين Hop .

الرسم (٥-٥-٥)

إن هذا النوع من التوجيه هو لوغاريتم مؤثر ولكن قد يكون غير مؤثر لحد ما . لأن التغييرات يجب أن تتماوج خلال الشبكة من موجه لآخر فإنه قد يأخذ برهة للتغيير لكي يكون معروفاً لدى جميع الموجهات على الشبكة . بالإضافة لذلك فإن الإذاعات المتكررة لمعلومات التوجيه تقلل المستويات العالية لحركة مرور الشبكة التي قد تؤذي الأداء على الشبكات الكبيرة.

ملاحظة :

هذا النوع هو اللوغاريتم القياسي للتوجيه لنتوير Netware ويستخدم بواسطة RIP لنتوير أى . Routing Information Protocol يمكنك ملاحظة معلومات التوجيه شاملة حسابات Hop بكتابة Track on على شاشة الجهاز الرئيسي لنتوير ٣ أو ٤ وكتابة Track off لإلغاء عرض معلومات التوجيه.

2 - التوجيه باستخدام حالة الوصلة Link - State Routing :

ذلك يقلل حركة المرور على الشبكة المطلوبة لتحديث جداول التوجيه .
الموجهات الملحقة مجدداً بالشبكة تستطيع طلب معلومات التوجيه من الموجه
المجاور . بعد أن تتبادل الموجهات معلومات التوجيه عن الشبكة فإنها تديع رسائل
فقط عندما يتغير شيء ما . هذه الرسائل تحتوي على معلومات عن الحالة التي
للموجه مع موجهات أخرى على الشبكة . لأن الموجهات تحافظ على تحديث كل
منها فإن تحديث التوجيه الكامل للشبكة نادراً ما تحتاجه .

ملاحظة :

التوجيه باستخدام حالة الوصلة يوظف بواسطة ما قدمته نوفل حديثاً وهو
بروتوكول الشبكة لحالة الوصلة . (NLSP (Network Link - State Protocol

رابعاً : خدمات الربط Connection Services :

فيما سبق تم تعريف ثلاثة خدمات للربط هي:

- 1- خدمات بدون وصلة وغير مقبولة Unacknowledged Connectionless والتي
لا توفر انسياب محكم أو كشف الخطأ أو التحكم بتواتر الرزم .
- 2- خدمات الوصلة المتكيفة مع الظروف والتي توفر تدفق محكوم وكشف للخطأ
بطريقة مقبولة
- 3- خدمات بدون وصلة ومقبولة .

إن طبقة الشبكة أيضاً توفر خدمات الوصلة المتكيفة شاملاً ذلك التحكم في
التدفق Flow control وكشف الخطأ Error detection والقبول Acknowledgment .
إن Network acknowledgment توظف لتوفير تدفق تحكم وكشف للخطأ والتحكم
في تسلسل الرزم .

تنظيم التدفق بطبقة الشبكة : Network Layer Flow Control

إن طبقة وصلة البيانات Data link layer تدير تنظيم التدفق Flow control
القائم على ساعات الأجهزة التي في الاتصالات .

إن طبقة الشبكة Network layer تدير تنظيم التدفق لتجنب الازدحام على الشبكة كما تعلمت في المناقشة حول التوجيه Routing فإن طبقة الشبكة تحدد عدد الرزم التي سوف ترسل خلال موجه معطى . بتوجيه الرزم حول الوصلات المشغولة فإن عرض نطاق الشبكة يستخدم أكثر كفاءة ويقل الازدحام . لهذا السبب فإن التحكم فى التدفق على الشبكة غالباً يشير إلى التحكم فى الازدحام Congestion control .

إن التحكم فى التدفق لطبقة الشبكة Network layer flow control يستطيع أن يسمح للأجهزة أن تتخذ معدل بيانات مضمون.

إن أجهزة الاستقبال تستطيع التحكم فى الازدحام بالتأخير فى التسليم بالصحة قبل الإرسال. تحت هذه الملامبات فإن المرسل يفترض أن الرزمة كانت قد فقدت ويعاد إرسالها . لمنع إعادة الإرسال الغير ضرورى فإن بعض البروتوكولات تعرف الرزم تشير للازدحام وتمكن أجهزة الاستقبال من طلب التأخير فى النقل صراحة .

التحكم فى الخطأ لطبقة الشبكة : Network Layer Error Control

حالات مختلفة للخطأ قد يتم اكتشافها عند طبقة الشبكة . الاخطاء فى البيانات تكتشف موضعياً باستخدام لوغاريتم CRC لأن معلومات رأس الرزمة تتغير عند كل قفزة (Hop تغيير العنوان) ، فإن قيم CRC يجب أن يعاد حسابها بواسطة كل موجه router

مع أن طبقة الشبكة تستطيع تحقيق الكشف عن الرزم المفقودة أو المكررة فإن هذه الوظائف تتناولها موضعياً طبقة النقل . Transport layer

التحكم فى ترتيب الرزم : Packet Sequence

يذكر أن شبكات تحويل الرزم قد توجه الرزم بمسالك متعددة . نتيجة لذلك فإن الرزم قد تصل لوجهتها النهائية غير مرتبة . قد يكون ذلك هو الوضع لكل من

Data Gram وخدمات الوصلة المتكيفة . Connection - oriented services

إن طبقة الشبكة قد تهيأ لتقود التحكم فى تسلسل الرزمة بالرغم من أن هذه الوظيفة عادة تؤدى عند طبقة النقل.

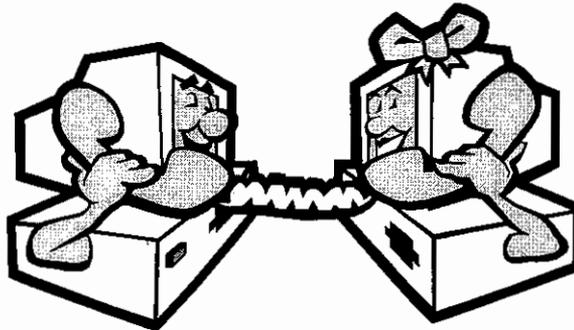
خامساً: خدمات البوابات Gateway Services :

الموجهات routers تستطيع قيادة الربط بين الشبكات التي تكون وظيفة بروتوكولاتها متشابهة . عندما تكون القواعد مختلفة على الشبكتين فإنه توجد حاجة لجهاز أو أكثر .

إن البوابة Gateway جهاز يستطيع أن يوفق بين القواعد المختلفة المستخدمة على شبكات مختلفة . وهي مطلوبة عامة لربط الشبكات المحلية على اطار شبكات رئيسي Mainframe networks الذى له هيكل بروتوكول مختلفة تماماً عن الشبكة المحلية . إن إطار الشبكات الرئيسي مثل IBM's SNA لا تستخدم نفس نظام عنوان الجهاز كما تفعل الشبكات المحلية .إنها تختلف فى طرق أخرى عديدة كذلك . إنه ضرورياً أن تخدع شبكة الـ Mainframe لأن تفكر أن أجهزة Mainframe تكون على الشبكة المحلية وأيضاً من الضروري أن تجعل الإطار الرئيسي يبدو كشبكة محلية والأجهزة على الشبكة المحلية على أحسن وجه.

ملاحظة :

قد نتحقق البوابة على طبقة الشبكة أو الطبقات الأعلى فى نموذج OSI اعتماداً على أين يطب ترجمة البروتوكول.



الفصل السادس

مبادئ طبقة النقل في OSI Transport Layer

المقدمة :

إن طبقة النقل هي الطبقة التالية في نموذج . OSI بروتوكولات الطبقة السفلى تتعلق بتسليم الرسائل بين الأجهزة . إن طبقة النقل Transport layer على أية حال تهتم بتسليم الرسائل بين العمليات الجارية على هذه الأجهزة . متى يكون جهاز مستخدماً لنظام تشغيل متعدد المهام Multi tasking وعمليات متعددة قد تكون جارية على الجهاز زمانه يصبح من الأساس أن الرسائل تسلم من عملية على جهاز الإرسال إلى العملية الصحيحة على الجهاز المستقبل.

إن طبقة النقل تستطيع تحقيق إجراءات ما لتأكيد التسليم المضمون لهذه المقاطع لهذه الأجهزة المستهدفة . إن كلمة (مضمون) لا تعني أن الأخطاء لا يمكن حدوثها ، فقط إذا حدثت أخطاء ، ثم يتم اكتشافها . إذا أخطاء مثل فقد بيانات قد اكتشفت ×××××× طبقة النقل سواء تطلب إعادة إرسال أو ينذر بروتوكولات الطبقة العليا أنها تستطيع اتخاذ إجراء إصلاح.

هذه الطبقة تمكن بروتوكولات الطبقة الأعلى من التعامل مع الشبكة ولكنها تخفي تعقيدات تشغيل الشبكة عنها بمصاحبة وظائفها فإنها تقطع الرسائل إلى مقاطع مناسبة للتسليم بالشبكة.

سوف نتمكن هنا من دراسة:

العنوان Addressing — تحليل العنوان والاسم — تحسين المقطع — خدمات

الربط.

أولاً: العنوان Addressing :

إن العنوان في طبقة النقل تهتم تسليم الرسائل من معالجة معينة على كمبيوتر واحد إلى معالجة لائقة تجرى على الكمبيوتر الهدف . الرسائل يمكن

تعريفها بطريقتين:

1- معرف الوصلة. Connection identifier

2- معرف الإجراء. Transaction identifier

1- معرف الوصلة Connection ID :

قد تسمى أيضاً مقبس Socket أو ميناء Port اعتماداً على تحقيق بروتوكول معين إن معرف الوصلة يصنف كل محادثة ويمكن عملية ما أن تتصل بالعمليات الجارية على الأجهزة الأخرى . إن المعرف الرقمي يخصص لكل محادثة . إن خدمة ما تجرى على طبقة عليا من OSI تعرف الاتصالات بمعرف الوصلة الذي يمكن طبقة النقل من توجيهه عنونة الطبقة الأقل وتسلم الرسائل كما هو مطلوب.

2- معرف الإجراء : تستخدم عندما يتعشق جهازين للتبادل المتعدد للبيانات وتستخدم عندما يكون التبادل حدث لمرّة واحدة مكوناً من طلب واستجابة . فقط هذا التبادل البسيط يتم تعقبه ولا محادثة رسالة متعددة قد تحدث بين الأجهزة يتم تعقبها.

ثانياً : تحليل العنوان / الاسم Address Name Resolution :

عناوين الشبكة دائماً تكون أرقام ثنائية Binary والتي غالباً ما يكون طولها (٣٢) بت . هذه الأرقام يمكن أن يعبر عنها برموز عشرية أو ستة عشرية لجعلها أسهل للإنسان للتعريف . الأرقام العشرية والستة عشرية الطويلة ليست قابلة لتمييزها مثل الكلمات. بهذا السبب بعض بروتوكولات الشبكة تحقق مخطط أسماء لوغارتمية منطقية التي يستعملها الإنسان عندما يقوم بتوصيف أجهزة الشبكة هذه الأسماء تترجم إلى عناوين رقمية شبكية بواسطة خدمة على الشبكة . هذه الترجمة يمكن أدائها بواسطة أجهزة شبكة منفردة أو بواسطة جهاز رئيسي كمركز للتسمية .

تحليل خدمة طالب العنوان / الاسم :

بهذه الطريقة الجهاز الذي يطلب معلومات عنوان يذيع حزمة طالباً معلومات اسم معين لـ أو عنوان أو خدمة . الجهاز الذي يوافق الاسم أو العنوان أو الخدمة يستجيب للمعلومات المطلوبة.

تحليل خدمة مقدم العنوان / الاسم :

هذه الطريقة توظف فهرس على جهاز رئيس مركزي (يسمى أيضاً Name server) الذى يجمع المعلومات التى تذاع على أجهزة الشبكة . الأجهزة التى تتطلب معلومات اسم أو عنوان تستطيع طلبها من فهرس على الجهاز الرئيسى .

ثالثاً : تطوير المقطع Segment :

عندما تتعدى الرسائل من بروتوكوت المستوى الأعلى الحجم المسموح بواسطة كومة بروتوكول لمقطع فإن طبقة النقل تقسم الرسائل المسافرة إلى مقاطع ذات حجم مناسب . طبقة النقل أيضاً توحد المقاطع القادمة مرة أخرى إلى شكل رسائل بالطبقة الأعلى.

إن طبقة النقل أيضاً تستطيع تجميع رسائل متعددة صغيرة إلى مقطع لتحسين كفاءة الشبكة. كل عنصر رسالة يعرف بمعرفة الوصلة . CID وهو يمكن طبقة النقل للجهاز المستقبل من تسليم كل رسالة إلى العلمية المناسبة.

الرسم (٥-٦-١)

رابعاً : خدمات الربط :

بعض الخدمات يمكن أن تؤدي لدى أكثر من طبقة فى نموذج OSI بالإضافة إلى طبقة وصلة البيانات وطبقة الشبكة فإن طبقة النقل يمكن أن تتال بعض المسئولية لخدمات الربط.

تسلسل المقطع :

خدمة ربط واحدة تقدمها طبقة النقل هى تسلسل المقطع Segment Sequencing . عندما تقسم الرسائل الكبيرة إلى مقاطع من أجل نقلها فإن طبقة النقل يجب أن تعيد تسلسل المقاطع عندما تستقبل قبيل إعادة تجميع الرسالة الأصلية.

التحكم فى الخطأ Error Control :

عندما تفقد المقاطع خلال الارسال أو عندما يكون للمقاطع أرقام تعريف

مزدوجة فإن طبقة النقل تستهل التغلب على الخطأ . الخطط التالية هي المتاحة:

- 1- أرقام فريدة لتسلسل المقطع.
- 2- الدوائر التخيلية تسمح فقط لدائرة تخيلية لكل جلسة.
- 3- زمن الخروج أزيل من مقاطع الشبكة التي توجهت بالخطأ وبقيت على الشبكة لوقت معين.

إن طبقة النقل أيضاً تكتشف المقاطع الفاسدة بإدارة تحكم الطرفين باستخدام

قنيات مثل . Checksums

التحكم في السريان بين الطرفين:

طبقة النقل تستخدم التسليم بالصحة لإدارة التحكم في السريان بين الطرفين

بين جهازين مرتبطين.

بجانب التسليم بالصحة السالب فإن بعض بروتوكولات طبقة النقل تستطيع

طلب إعادة الإرسال للمقاطع الأكثر حداثة . هذا التسليم بالصحة يطلق عليه Go

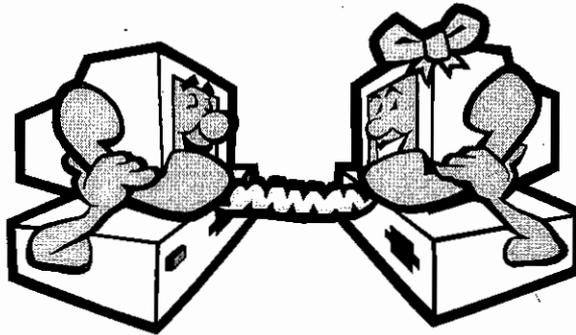
Back N أو . Selective repeat

— التسليم بالصحة — Go Back N يطلب إعادة إرسال آخر رزم N .

— التسليم بالصحة — Selective repeat يطلب إعادة إرسال رزم محددة.

هذا الحل مفيد عندما يفيض المخزن المؤقت Buffer لأجهزة الاستقبال قبل

أن يكون قابلاً لتحذير جهاز الإرسال لأن توقف الإرسال .



الفصل السابع

طبقة الجلسة Session Layer في نموذج OSI

المقدمة :

إن طبقة الجلسة Session layer تدير حوار بين كمبيوترين بإقامة وإدارة وإنهاء الاتصالات.

سوف نتمكن هنا من دراسة : التحكم في الحوار - إدارة الجلسة

أولاً: التحكم في الحوار Dialog Control :

قد تتخذ المحادثة ثلاثة أشكال:

- 1- حوار بسيط : يشتمل على نقل البيانات في اتجاه واحد . كمثال لذلك تحذير اندلاع الحريق والذي يرسل رسالة تحذيرية لمحطة الاطفاء ولكن لا يمكنه (ولا يحتاج لذلك) أن يستقبل الرسائل من محطة الاطفاء.
- 2- الحوار نصف المزدوج : يشتمل على انتقال البيانات في اتجاهين حيث تنساب البيانات في اتجاه واحد في وقت ما . عندما يكمل جهاز واحد الارسال يجب أن يوقف ويحول Turn over الوسط إلى الجهاز الآخر حتى يجئ دوره في الارسال .

كمثال : مشغل راديو CB يتحدث على نفس قناة الاتصالات . عندما يكون المشغل أثناء الارسال يجب أن يحرر مفتاح إرساله حتى يستطيع المشغل الآخر أن يرسل استجابة.

- 3- الحوار التام الازدواج : يسمح بالنقل المتزامن للبيانات في الاتجاهين بإمرار كل جهاز بقناة اتصال منفصلة . إن التليفون الصوتي أجهزة تامة الازدواج وسواء كانت تتحدث مجموعة في نفس الوقت . أغلب الموديم تكون قادرة على التشغيل في مجال الازدواج التام.

ترتفع التكلفة لتشغيل النصف مزدوج والتام الأزواج لأن تقنية الحوار الأكثر تعقيداً تكون أكثر تكلفة. مصممو نظم الاتصالات لهذا عادة يستخدمون مجال الحوار البسيط الذي يوفى باحتياجات الاتصالات.

اتصالات الحوار النصف مزدوج قد ينتج عرض نطاق مفقود أثناء فترات حيث تكون الاتصالات قد بدأت الدوران . من ناحية أخرى فإن اتصالات الأزواج التام عادة تتطلب عرض نطاق أكبر من اتصالات النصف مزدوج.

إن الإرسال البسيط قد يتحقق فعلاً كتقنية إذاعية . إن الراديو التجارى هو مثال للإرسال الإذاعي البسيط .

إن راديو CB على أية حال هو مثال للاتصال النصف مزدوج الذى يعمل أيضاً فى المجال الإذاعي . مشغولون كثيرون قد يستمعون إلى اتصالات راديو CB مشغولون كثيرون يستجيبون أيضاً للإرسال بانتظار استراحة فى الحوار وضغط زر الإرسال.

إن الإرسال البسيط يعرف بأنه موفر تغطية عريضة للمنطقة مع التغطية الكامنة للوصول للمستمعين المستهدفين.

الرسم (٥-٧-١)

ثانياً : إدارة الجلسة : Session Administration

إن الجلسة Session هي حوار ضمنى بين طالب خدمة وموفر خدمة . الجلسات لها على الأقل ثلاثة مراحل :

1- إقامة الوصلة : طالب الخدمة يطلب استهلاك الخدمة . أثناء إعداد العملية تنشأ الاتصالات وتعتمدها القواعد .

2- نقل البيانات : بسبب إعداد القواعد أثناء الإعداد فإن كل مشارك فى الحوار يعرف ما يتوقع . الاتصالات تكون فعالة والأخطاء من السهل اكتشافها .

3- فك الوصلة : عند إتمام الجلسة فإن الحوار يتوقف بشكل مرتب .

1- إقامة الوصلة :

- عدة مهام يمكن أدائها فى الوقت الذى تبدأ فيه الجلسة :
- مواصفات الخدمات المطلوبة.
- الثقة لدخول المستخدم وإجراءات أمان أخرى.
- التفاوض للبروتوكولات ومؤثرات البروتوكولات.
- الإشعار برقم تعريف الوصلة. ID
- إقامة تحكم فى الحوار كالتسليم بصحة الترقيم وبإجراءات إعادة الارسال.

2- نقل البيانات:

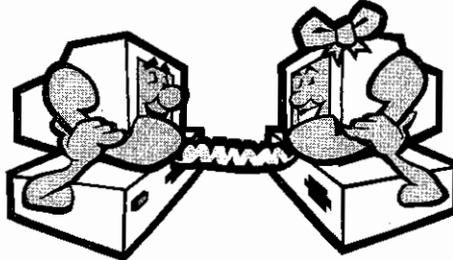
فور إقامة الوصلة فإن الأجهزة المشمولة تستطيع استهلال الحوار . بجانب تبادل البيانات فإن هذه الأجهزة تتبادل إشعارات الصحة وبيانات تحكم أخرى التى تدير الحوار.

إن طبقة الجلسة يمكنها أيضاً دمج البروتوكولات لاستئناف الحوار الذى قد انقطع. بعد إقامة الحوار الضمنى فإن الأجهزة تتعرف على الوصلة المفقودة متى لم تحل الوصلة الضمنية . إن الجهاز لهذا يحقق من أن وصلة ما قد فقدت عندما تفشل فى أن تستقبل إشعار تسليم بالصحة متوقع أو نقل بيانات.

خلال فترة زمنية معينة فإن جهازين يمكنهما إعادة الدخول فى الجلسة التى كانت قد انقطعت ولكنها لم تحل.

3- فك الوصلة :

هذه عملية مرتبة تغلق الاتصال وتفك الموارد التى على موخر الخدمة.



الفصل الثامن

مبادئ طبقة العرض في OSI Presentation Layer

المقدمة :

إن طبقة العرض والتي تتقابل مع الجملة أو قواعد النحو مطلوبة عند الاتصال بين جهازى كمبيوتر. سوف نتمكن هنا من دراسة:

1- ترجمة البيانات من شكل لآخر.

2- للبيانات. Encryption / Decryption

ملاحظة :

إن كلمة طبقة العرض Presentation layer قد تسبب فى ارتباك فى الصناعة لأن بعض الناس بطريق الخطأ يعتقدون أن هذه الطبقة تعرض البيانات على المستخدم . على كل هذا الاسم لا يفعل شيئاً فى عرض البيانات التى تؤديها بدلاً من ذلك التطبيقات الشغالة على طبقة التطبيقات. Application layer

إن طبقة العرض سميت هكذا لأنها تقدم هيئة موحدة للبيانات إلى التطبيقات. عملياً هذه الطبقة لا تتحقق عادة لأن أغلب وظائف طبقة العرض تؤدي كالتطبيقات.

أولاً: ترجمة البيانات Data Translation :

أحد الأهداف الهامة التى تكافح من أجلها عند تصميم الشبكة هو أن تمكن أنواع مختلفة من أجهزة الكمبيوتر أن تتبادل البيانات . بالرغم من أن هذا الهدف نادراً ما تقابله بالكامل فإن الاستخدام الفعال لتقنيات ترجمة البيانات تجعله من الممكن لأنواع عديدة من الكمبيوترات أن تتصل ببعضها.

فيما يلي تغطى أربعة نماذج من ترجمة البيانات : البت والبايت والحرف

والجملة.

Bit order , Byte order, Character code , File syntax.

طريقة ترجمة البت: Bit order:

عندما تنتقل أرقام ثنائية Binary خلال الشبكة فإنها ترسل بت Bit واحد في الوقت نفسه . خذ الرقم ١١١١٠٠٠٠ . الكمبيوتر المرسل يستطيع البدء بأى من نهايتى الرقم :

— يمكنه أن يبدأ من أعلى بت وهى (١) ويرسل ١ أولاً (البت اليسرى).

— يمكنه أن يبدأ من أقل بت وهى (٠) ويرسل ٠ أولاً (البت اليمنى).

إذا لم توافق الأجهزة المرسله والمستقبله على اتفاقية البت Bit order فإنهما سوف تغير القيم للأرقام الثنائية المرسله.

طريقة ترجمة البايت: Byte order:

نفس المنطق يتبع هنا . القيم المركبة عامة يجب أن يعاد عرضها بأكثر من بايت ولكن الكمبيوترات المختلفة تستعمل اتفاقيات مختلفة على أى من البايتات يجب أن ترسل أولاً :

— معالجات انتل تبدأ مع البايت اليمنى (الأصغر) . لأنها تبدأ من النهاية الصغرى

فإنها تسمى . Little Endian

— معالجات موتورولا تبدأ مع البايت اليسرى (الأعلى) وتسمى . Big Endian

طريقة ترجمة البايت هذه تحتاج إليها من أجل التوفيق بين هذه الاختلافات.

طريقة ترجمة ترميز الحرف: Character Code:

أغلب الكمبيوترات تستعمل واحد من شكل الترقيم الثنائى التالى لتمثيل ضوابط الحرف :

— كود الآسكى Ascii يستخدم لتمثيل الحروف الانجليزية على كل الحاسبات

الشخصية وأغلب الحاسبات المتوسطة . Microcomputer , Minicomputer

— كود EBCDIC يستعمل لتمثيل الحروف الانجليزية على أجهزة آى بى إم الكبيرة

. Main Frame.

— Shift - JIS يستعمل لتمثيل الحروف اليابانية.

ملاحظة :

نوفل ومنتجاتين آخرين بدأوا دمج اليونيكود (الترميز الموحد Unicode) فى منتجاتهم . إن اليونيكود رمز بـ ١٦ بت والذى يمثل ٦٥,٥٣٦ حرف فى اللغة الإنجليزية واللغات الأخرى — والمخصص لصفحات الترميز بحروف اللغات — يحسن جزئيات المنتجات بين بيئات اللغات المختلفة.

طريقة ترجمة جملة الملف File syntax :

عندما تختلف هيئات الملف بين الكمبيوترات فإنها تحتاج للترجمة . بعض الحالات التى قد تحتاج ذلك تشمل:

— نسخ الملفات بين جهازى ماكنتوش ودوس . ملفات ماكنتوش فعلياً تتكون من ملفين يسميان . Data fork , Resource fork ملفات الحاسب الشخصى من ناحية أخرى تتكون من ملف مفرد.

— نسخ الملفات بين أجهزة الحاسب الشخصى ومحطات يونكس.

عند عملها بطريقة جيدة فإن هذه الترجمات تستطيع أن تكون شفافة تماماً .

نتوير كمثال تمكن مستخدمى دوس وماكنتوش ويونكس من تقاسم نفس الملفات على الجهاز الرئيسى لنتوير باستخدام ميزة تسمى . Name space support

ثانياً : الترميز (التكويد Encryption) :

من المرغوب فيه غالباً التأكيد على أن البيانات التى على الشبكة المحلية LAN تكون مؤمنة بصفة مطلقة . حتى إذا نجح استراق للسمع فى أن يتصنت فإن البيانات الحساسة يمكن ترميزها حتى تكون غير قابلة للاستخدام.

تقنيات الترميز توظف نموذج للبيانات المعكوسة المتدفقة التى ترد البيانات الغير قابلة للقراءة بدون مفتاح . إن المفتاح Key هو كلمة أو رقم رمزية يسمح لبرامج الترميز وفك الترميز Encryption / Decryption لأن تدفق وتوقف البيانات . مع الوقت ، كل ترميز يمكن فكه . الكمبيوترات العالية السرعة تجعل من الممكن

لرموز كثيرة أن تنهار بمحاولات بسيطة بقيم متعددة للمفتاح حتى توجد الكلمة الصحيحة. مقدار كبير من المجهود لهذا يذهب لإنشاء لوغاريتمات تكويد قوية مفتخرة بقلة احتمالات الفشل.

اثنتان من التقنيات نذكرها فيما يلي :

— مفاتيح خاصة. Private key

— مفاتيح عامة. public key

المفتاح الخاص :

تستعمل نفس مفتاح ترميز وفك ترميز الرسالة . لذلك عدة مساوي . المرسل والمستقبل يجب أن يتأكدوا من إعلام كل منهما بالمفتاح . إذا قوطع المفتاح فإن الرسالة تصبح غير محصنة . يتغير المفتاح من حين لآخر . والمفاتيح الخاصة تتغير غالباً في حالة تعرضها للشبهة والمفتاح الجديد يجب أن يوصل ويكون غير محصن ضد الاكتشاف

المفاتيح العامة :

المفتاح العام يستعمل لترميز الرسائل بينما المفتاح الخاص يستخدم لفك الترميز . ويتم إنشاؤه بواسطة المستخدم بتطبيق لوغاريتم لمفتاح خاص الذي يعرف فقط للمستقبل المقصود للرسالة.

المرسل للرسالة يستخدم المفتاح العام لترميز رسالة ولا يعرف أو يحتاج ليعرف المفتاح الخاص . في الواقع أى فرد الذى لديه مفتاح عام شخص يستطيع ترميز رسالة لهذا الشخص .

المستقبل يفك ترميز الرسالة بمزج المفتاح العام مع المفتاح الخاص والمعروف له فقط .

اللوغاريتم المستخدم لترميز المفتاح العام معقدة بشكل كبير وتجعله مختلف حتى ولو كمبيوتر سوبر سوف يتعثّر نحو المفتاح الصحيح خلال مدة معقولة من الزمن . وبالرغم من ذلك فإن صانعو الرموز ليسوا بعيدين عن كسر الرموز وتقنيات ترميز معقدة يتم تطويرها دائماً.

الفصل التاسع

مبادئ طبقة التطبيقات OSI Application Layer

المقدمة :

إن طبقة التطبيقات تهتم بإمداد الخدمات على الشبكة . هذه الخدمات تتضمن خدمات الملفات وخدمات الطباعة وخدمات قواعد البيانات وخدمات أخرى. يوجد سوء فهم شائع وهو أن طبقة التطبيقات مسؤولة عن تشغيل تطبيقات المستخدم مثل معالجات الكلمات . ليست هذه هي الحالة . إن طبقة التطبيقات على أية حال توفر وصلة حيث التطبيقات تستطيع أن تتصل بالشبكة.

إن طبقة التطبيقات تؤدي وظيفتان تتعلقان باستغلال خدمات الشبكة . إحداها تشمل الإعلان عن الخدمات المتوفرة ، الأخرى تشمل استخدام الخدمات.

أولاً: الإعلان عن الخدمات :

لإعلام أجهزة العملاء (محطات العمل) عن الخدمات المتوفرة فإن طبقة التطبيقات تعلن عن الخدمات للشبكة . لقد تعرفنا على استخدام عناوين الخدمة من قبل في طبقة الشبكة . هذه العناوين توفر ميكانيزم يمكن العملاء من الاتصال بالخدمات . إن طبقة التطبيقات تستطيع توظيف الطرق النشطة Active والغير نشطة Passiv للإعلان عن الخدمات .

الإعلان عن الخدمة النشطة:

عندما يعلن الجهاز الرئيسي عن خدماته بفعالية فإنها تذيع الرسائل المعلنة عن الخدمات التي تقدمها . أغلب البروتوكولات تعتبر هذه الإعلانات عن الخدمة صالحة لمدة محددة . إذا لم يتم إنعاش المعلومات خلال فترة معينة فإن أجهزة العملاء تزيل المعلومات من جداول الخدمة . أجهزة العملاء أيضاً تستطيع نقل الرسائل التي تتطلب خدمات معينة . الأجهزة الرئيسية ستجيب بقائمة من الخدمات التي تدعمها.

ملاحظة :

نتوير توظف بروتوكول إعلان عن خدمة نشطة تدعى (SAP) Service Advertisement Protocol .

الإعلان عن الخدمة الغير نشطة :

الأجهزة الرئيسية أيضاً تستطيع أن تعرض خدماتها وعناوينها مع سجل خدمة مركزى . أجهزة العملاء Clients تستفهم عن الفهرس الفرعى لتحديد أى الخدمات تكون متاحة وكيف يتم الوصول إليها – يسمى ذلك Passive Service Advertisement .

طرق استخدام الخدمة :

أجهزة العملاء تستطيع الوصول إلى الخدمات باستخدام ثلاثة طرق :

– نداء مقاطعة نظام التشغيل . OS Call Interruption

– التشغيل عن بعد . Remote Operation

– التعاون . Collaboration

OS Call Interruption استدعاء مقاطعة نظام التشغيل :

التطبيقات التى على نظام الجهاز العميل تطلب الخدمات بواسطة وضع استدعاءات الخدمة على نظام تشغيلها . إن الـ Service Call استدعاء الخدمة هو تجهيز إجرائى صورى بواسطة المصممين لنظام التشغيل الذى يوفر تقابل مع البرامج التى يساعدها نظام التشغيل . عادة استدعاءات الخدمة هذه تناشد الخدمات التى على الجهاز العميل الشخصى الموضعى .

عندما تتم تهيئة الجهاز العميل لعمليات الشبكة فإن استدعاء مقاطعة نظام التشغيل تعترض طلبات الخدمة . استدعاءات الخدمة التى تطلب موارد الشبكة يتم نقلها إلى الشبكة حيث توجه إلى الجهاز الرئيسى المناسب .

الرسم (٥-٩-١)

استدعاء مقاطعة نظام التشغيل يمكن جهاز العميل من استغلال خدمات الشبكة حتى عندما لا يكون لنظام التشغيل مقدرة أصلية .

ملاحظة :

هذه طريقة الوصول للخدمة المستخدمة بطلبات نتوير للدوس و OS/2 مثلما
 لنظم التشغيل الأخرى المدعمة بنتوير مثل ماكنتوش.
الحساب المشترك:

بعض نظم تشغيل الأجهزة الرئيسية والأجهزة العميلة تكون متقدمة لدرجة
 يتلاشى معها الحاجز بينهما . نظم التشغيل تعمل معاً على جهازى الكمبيوتر
 المتتاليين حيث يمكن تبادل الخدمات بينهما . فى الواقع أجهزة الكمبيوتر تتشارك
 فى محتوى الحسابات المشتركة لمصادرهما . إن جهاز ما يستطيع بدء عملية على
 الآخر كمثال لأخذ ميزة دورات معالجة خالية . يتطلب ذلك مشاركة نظم التشغيل
 لى تكون قادرة للتعاون على المستوى.

يلخص الجدول التالى المهام والطرق التى تم شرحها:

Topic	Method
Service Advertisement	- Active - Passive
Service USE	- OS call interruption - Remote operation - Collaborative - Processing

الفصل العاشر

مجموعة البروتوكولات

المقدمة :

رأينا قبل كيف تتم عادة عملية تصميم بروتوكولات الشبكة على أجزاء ومع كل جزء يتم حل جزء صغير من المشكلة الكلية . بالاتفاقية فإن هذه البروتوكولات ينظر إليها كطبقات لمجموعة عامة من البروتوكولات تسمى حاشية البروتوكولات.

رأيت من قبل أحد الطرق لتعريف الطبقات في حزمة البروتوكولات : إن نموذج OSI مفيد كأداة تفاهمية لفهم جعل البروتوكولات في طبقات . على الرغم من أن البروتوكولات قد صممت امتثال حازم مع نموذج OSI فإن حزمة البروتوكولات لم تصبح شعبية . التأثير الرئيسي لهذا النموذج المرجعي هو أنه بنية تفاهمية التي بها تفهم عملية اتصال الشبكة والتي بها تقارن أنواع مختلفة من البروتوكولات.

البروتوكولات هي إنجازات حقيقية في رمز وعتاد البرنامج للقواعد التفاهمية المعرفة في النموذج المرجعي . Reference Model المهام الموصوفة في النموذج المرجعي يمكن أداؤها بطرق مختلفة اعتماداً على أهداف مصممي الشبكة، ومجموعات مختلفة من البروتوكولات شائعة الاستخدام . بعض البروتوكولات ومجموعات البروتوكولات التي وجدت قبل النموذج المرجعي لـ OSI تم نشرها وأمكن توفيقها فقط بتحرر مع نموذج السبع طبقات.

نذكر هنا أسماء البروتوكولات الشهيرة :

- Netware IPX / SPX
- Internet Protocols TCP/IP
- Apple Talk

- Digital Network Architecture (DNA)
- Systems Network Architecture (SNA)

النماذج والبروتوكولات :

ثلاثة مراحل تأخذ موقعها قبل أن تذهب البروتوكولات إلى العمل :

- 1- نموذج يوصف الوظيفة العامة للبروتوكول.
- 2- البروتوكول نفسه يعرف بتفصيل كامل.
- 3- البروتوكول يجب أن يتحقق بواسطة مصممى البرامج والمعدات بمنتجات حقيقية

خذ فى الاعتبار عملية تصميم المبنى . المهندس المعماري أولاً ينتج رسم كروكى (اسكتش) يصف الطبيعة العامة للمبنى . ثم بعد ذلك يعمل مع متخصص فى تجارة مباني معينة يطور الخرائط التى تصف كل تفاصيل المبنى . أخيراً المبنى الفعلى يتم إنشاؤه.

إن البروتوكولات هى خرائط الشبكة . إنها وصف عالى التفاصيل لجميع الوظائف عن طبقة اتصال معينة . حتى يعبر عن البروتوكول بالهاردوير والسوفتوير . على أية حال فإنه لا يستطيع الذهاب للعمل.

إن عمل ترجمة للبروتوكول إلى هاردوير وسوفتوير قد يكون صعباً ، ومصممين مختلفين غالباً يحصلوا على أجهزة تتفاعل بدون اضطراب بصعوبة ، خاصة فى المراحل المبكرة للبروتوكول . أخيراً فإن تحقيق البروتوكول يصبح رتيب بدرجة معتدلة ، ولكنه دائماً من المستحسن أن يحدث فى اختبار التوافقية التى تؤدى على جزء جديد من الجهاز .

لأن كثير من المشاكل تصادفها عند محاولة عمل ربط بين الأجهزة التى تشغل بروتوكولات مختلفة فإن مؤسسات كثيرة قد اندفعت نحو النظم المفتوحة Open systems مجموعة قياسية من سوفتوير وهاردوير يمكنها بصفة عامة أن تطبق خلال الصناعة لتسهيل صعوبات الاتصال.

إن النموذج المرجعي OSI قد استخدم كواحد من الاستراتيجيات الخاصة بتطوير النظم المفتوحة ، وبعض الوكلاء قد أعادوا تصميم جعبة البروتوكول الموجودة لجعلها أكثر مسايرة لنموذج OSI – الآخرون كمثال جيد هيئة TCP / IP – اقتنعت أنها بجاهزية مجموعة بروتوكولات عالية الوظيفة التي – في الواقع – مفتوحة بمعنى أنها متاحة مجاناً لأي فرد في الصناعة . كنتيجة فإن تأثير نموذج OSI قد تحدد لمنتجات بعض المصنعين.

