الفصل الخامس

وظائف طبقة الشبكة

يعد هذا الفصل تمهيدا متكاملا لنظام الشبكات وكيفية تنفيذ وظائف التحكم في الشبكة والتوجيه لمسار البيانات والتحكم في الازدحام والناشيء عند نقل البيانات .

ويستعرض الفصل طرق التوصيل المختلفة للشبكات ومميزات وعيوب كل منها وينتهي بتناول العلاقة بين اتصالات البيانات وشبكة العمل المحلية وتناول أنظمة التوصيل غير الشبكية التي تحقق مفهوم انتقال البيانات .

يحدد نموذج الطبقات السبع مهام طبقة الشبكة بثلاث وظائف أساسية :

١- تحكم الشبكة

٢- الدوران (التوجيه)

٣- تحكم ازدحام الشبكة

بينما طبقة وصلة البيانات تهتم بايجاد البيانات بين عقدتين متجاورتين فإن طبقة الشبكة تهتم بدوران البيانات من العقدة الأولية إلى النهاية المطلوبة ، لهذا فطبقة الشبكة يجب أن تعتنى بتعددية المسارات واختبار المسارات وعنونة الرسائل.

تحكم الشبكة : يتعلق بعملية إرسال حالة العقدة إلى العقد الأخرى ويتصرف تبعا للحالة المستقبلة من العقد الأخرى التى تستخدم معلومات حالتها لتحديد أنسب دوران للرسالة ، ولما كانت الأولويات معروفة فى الرسائل طبقا لما هو مسموح به فى النظام نفسه فإن مسئولية طبقة الشبكة تكمن فى تنفيذ جدول الأولويات .

تحكم الازدحام Congestion Control : يعنى تقليل تأخيرات الإسال التى يمكن أن تنتج من الاستخدام الزائد لبعض الدوائر أو بسبب أن عقدة خاصة فى الشبكة تكون مشغولة وغير قادرة على معالجة الرسائل فى التوقيت الزمنى المتوقع، ويجب أن توفق طبقة الشبكة لمثل حالات الإرسال هذه وتحاول جعل الرسالة تدور حول نقط الازدحام .

٥-١- طرق توصيل (ترتيب) الشبكة Network Topolgy

ترتيب (توبولوجى) الشبكة هو نظام تكوين الشبكة أو تشكيل الأجهزة وتنظيم ترتيبها فى الشبكة ويسمى الترتيب الطبيعى الذى يصف المسار الذى تتبعه الكابلات للاتصال مع العقد باسم التوصيل الطبيعى بينما يصف التوصيل المنطقى طريقة سريان الرسائل إلى المحطات فى الشبكة .

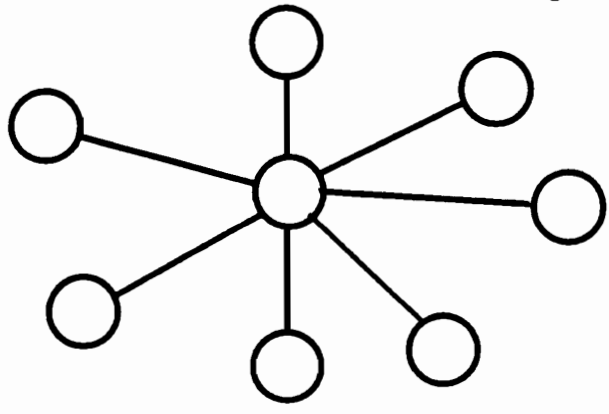
الترتيب النجمى Star Topology

الشبكة النجمية أو المركزية تعمل فيها إحدى العقد كمفتاح للرسائل فى الشبكة فتقبل الرسالة من إحدى العقد ثم تدفعها إلى العقد المطلوبة .

المميزات والعيوب

للترتيب النجمى عدة مميزات وإن كان لا يخلو من عيوب ، ومن مميزاته أن هذه الشبكة تعمل على مسار قصير بين أى عقدتين فليس هناك غير وصلتين للمسار فإذا كانت هناك أى رسالة يراد إرسالها من العقدة المتوسطة إلى عقد الأطراف أو العكس ، إذن فالمرور سيتم عبر وصلة واحدة ومن هذا يكون الزمن

المطلوب قصيرا .



شكل ٥-١ التوصيل النجمى STAR

على الجانب الآخر لهذه الميزة فإن مشاركة العقدة المركزية (عقدة المنتصف) لكل رسالة يتم إرسالها يمكن أن تؤدى إلى ازدحام الموقع المركزى مما يسبب تأخيرا فى الرسالة وعلى الأخص إذا كانت العقدة المركزية تعمل فى عمل آخر (لها وظيفة أخرى) غير أن تكون مفتاح توصيل للرسائل ، فإذا كانت هى أيضا نظام معالجة مركزى فإن أولوية عالية لمتطلبات المعالجة سوف تجعل العقدة المركزية غير قادرة على القيام بمهام وظائف الاتصالات .

من مميزات نظام التوصيل النجمى أنه يمد المستخدم بدرجة عالية من تحكم الشبكة حيث أن العقدة المركزية تتصل مباشرة بكل عقدة أخرى وكل تدفق الرسائل يمر من خلالها ، ومن هنا فإن وجود الموقع المركزى ييسر توجيه الرسائل وتجميع إحصائيات وبيانات الشبكة وتشخيص الأخطاء واستعادتها .

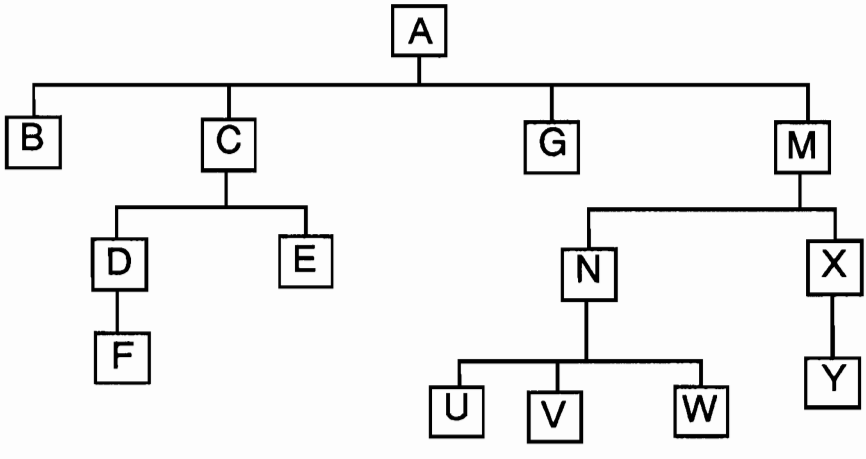
فى مقابل هذه الميزة فإنه فى بعض المواقف يعتبر التحكم المركزى والاعتمادية فى النظام المركزى عيبا ، ولايعد ميزة ففى شبكات الحاسبات تكون كل المحطات الفرعية توابع للعقدة المركزية ، وهذه التبعية قد لاتكون مناسبة للأجهزة فى مواقع أخرى إضافة إلى ذلك ، فالعقد الخارجية عندما تحاول الاتصال بالعقد الأخرى فلابد أن تمر خلال العقدة المركزية .

من مميزات التوصيل النجمى أيضا أن التوسع فى نظام الشبكة النجمية سهل إذ يتم توصيل العقدة الجديدة مع العقدة المركزية بواسطة وصلة اتصالات وتعديل تهيئة النظام وجدول الشبكة ليتيح دخول العقدة الجديدة وفى بعض الأجيال الحديثة من النظم توضع ذاكرة ونظام دوران الشبكة بحيث يقبل عقدا جديدة .

للنظام النجمى عيب كبير فعطل الوحدة المركزية يعنى عطل النظام كله لكن يقابل هذا العيب الخطير أن عطل إحدى العقد لا يؤثر فى الشبكة ككل .

للشبكة النجمية ميزة أخرى وخاصة فى الشبكات ذات المسافات الطويلة نسبيا فقد تكون ذات تكلفة عالية فى الدوائر لكنها ذات تكلفة أقل فى التوصيل بسبب قصر طول المسارات فيها .

الشبكية الهيكلية Hierachical Network **أو شبكة الهيكل الشجرى** Tree



شكل ٥-٢ الهيكل الشجرى

تكون فيها عقدة الجذر Root متصلة مباشرة بمجموعة من العقد تمثل المستوى الثانى وكل عقدة من عقد المستوى الثانى يمكن أن تتصل بها عدة عقد فى مستوى واحد أو فى مستويات مختلفة .

المميزات والعيوب

هى سهلة التركيب والتنصيب لكن فيها عددا من العيوب الجوهرية تتلخص فى :

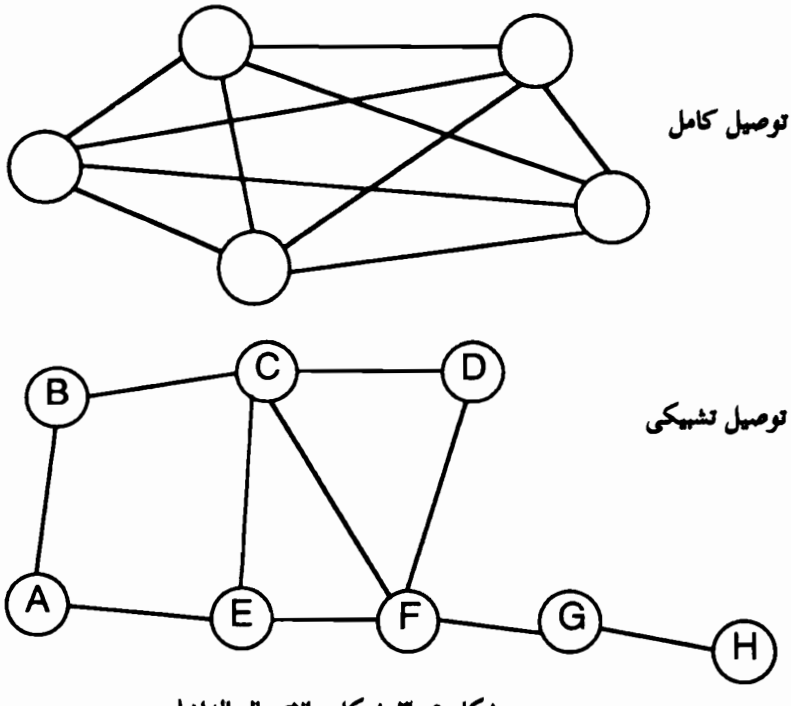
* المسار الطويل للرسالة فعند إرسال رسالة من المستوى الأدنى إلى المستوى الأدنى أدنى من F إلى Z مثلا فيجب أن تمر على مسار طويل F--> D--> C--> A--> S--> Y--> Z .

* يمكن أن يسبب التوسع فى هذا النظام بإضافة عقدة جديدة مشاكل .

* عطل عقدة الجذر يسبب مشاكل كبيرة .

* وجود مشاكل متكررة من الازدحام عند الجذر والمستويات العليا .

شبكات الاتصال الداخلى Interconnected (Plex) Network



شكل ٥-٣ شبكات الاتصال الداخلى

فى هذا النظام من الشبكات يكون هناك اتصال داخلى كامل بتوصيل كل عقدة من العقد بكل عقدة أخرى فى الشبكة يراد الاتصال بها .

كان هذا الأسلوب مستخدما فى الماضى بسبب أن البرامج لم تكن تتيح دوران الرسائل فى الشبكة وبعد ذلك أمكن إجراء اتصال داخلى غير كامل بحيث لايتم توصيل كل عقدة بكل العقد .

يعيب هذا النوع من التوصيل أن التكلفة الخاصة به كانت عالية حيث يتطلب الأمر فى شبكة موصلة باتصال داخلى كامل عددا من الوصلات لتوصيل n عقدة كالتالى :

عدد الوصلات = $n(n-1)/2$

المميزات والعيوب

أداء هذه الشبكة يكون عامة جيدا حيث أن هناك وصلات مباشرة بين العقد بكمية كبيرة من تبادل البيانات كما يمكن التحكم فى التكاليف إلى حد ما إلا أن أخطر ما فى الأمر أن توسعة الشبكة فى هذا النوع من التوصيل يترواح بين الإمكانية المتاحة بجودة وبين الصعوبة البالغة اعتمادا على وضع العقدة الجديدة وقد تصبح مكلفة وتستهلك وقتا طويلا .

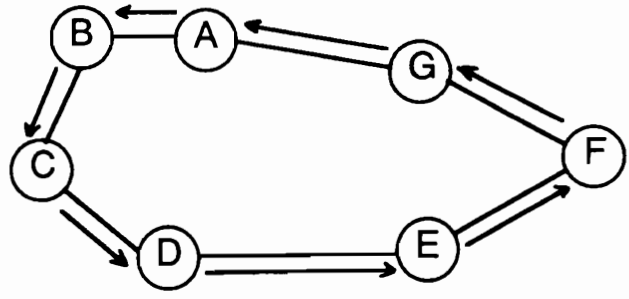
من الملاحظات الهامة التى تعيب هذا النوع من التوصيل أن عطل عقدة قد يسبب مشكلة فى التوصيل غير الكامل إذا كانت هذه العقدة هى حلقة فى مسار بين عقد .

شبكة الحلقة Ring Network

يتم فى هيكل الحلقة انسياب البيانات من أحد الاتجاهات حول الحلقة وفى بعض الأحيان يتم تجهيز قناتين لانسياب البيانات فى اتجاهين .

تستخدم مثل هذه الشبكات فى الغالب مراسم إحساس التصادم أو المرور

الحلقى بالشارة لتحديد المحطة التى يسمح لها بالإرسال .



شكل (٥-٤) شبكة الحلقة Ring

فى الشبكة الحلقية تم تحديد إحدى العقد كمحطة رئيسية بينما تكون الأخريات محطات ثانوية وتكون كل العقد فى نفس المستوى من الأولوية فى الواقع وبالتالى فهناك قليل من التحكم أقل منه فى حالة التوصيل النجمى والشجرى .

يمكن أن يعد هذا الأمر ميزة أو يعتبر عيبا اعتمادا على رؤية المستخدم فبعض المستخدمين يفضل التحكم المركزى على الشبكة .

عدد النقلات التى يجب أن تأخذها الرسالة يعتمد على عدد العقد فى الشبكة n ، وفى المتوسط يجب أن تمر الرسالة خلال(n/2) وصلة عندما يستخدم المرور الحلقى بالشارة فإنها تعمل كنظام آلية تحكم انسياب ، والازدحام لا يكون واضحا أو ملموسا مثلما هو فى النجمة والشجرة أو فى التوصيل الداخلى .

اعتمادية شبكة الحلقة تكون عالية فبفرض أن الرسائل تدور إلى العقد التالية لذلك عندما تسقط إحدى العقد فإن الحلقة لا تنكسر إذ أن سقوط أو انهيار عقدة سيسبب أن هذه العقدة فقط هى التى تضيع وكل العقد تستطيع الاتصال.

إمكانية التوسيع يمكن تحقيقها بسهولة مع الهيكل الحلقى فالعقدتان

المتجاورتان فقط هما اللتان تتأثران مع ملاحظة أن هذه الشبكة تزيد فى التكلفة قليلا عن النجمية أو الهيكل الشجرى من الشبكات .

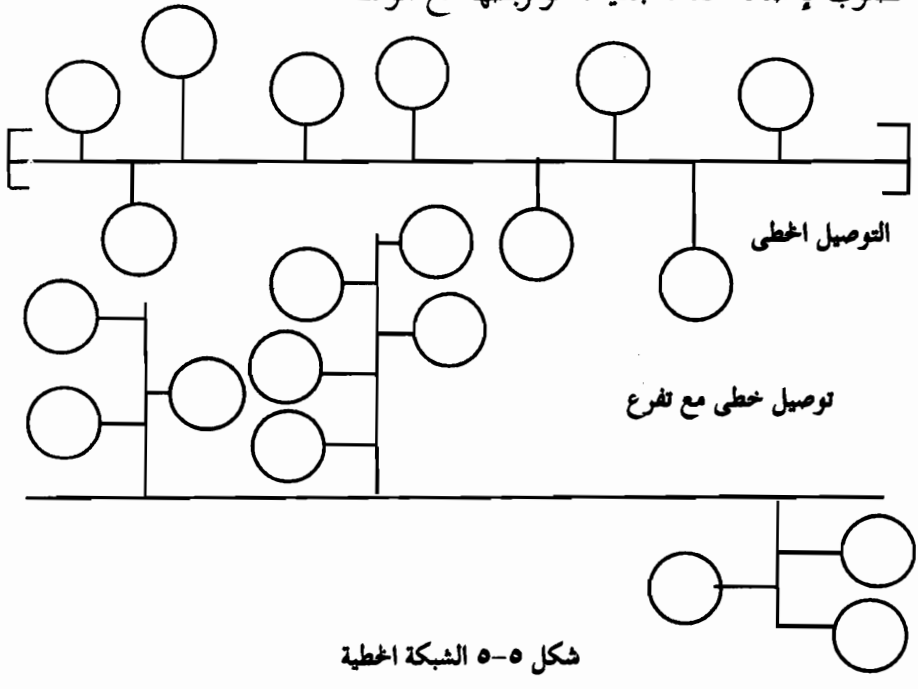
الشبكة الخطية Bus Network

تشبه الشبكة الحلقية ولكن بدون نهاية فالخط هو امتداد ، تُوصَّل عليه العقد وتعتبر الشبكة الخطية مع الشبكة الحلقية من الأنواع شائعة الاستخدام فى شبكات العمل المحلية .

فى التقدير الطبيعى فكل العقد على الخط متساوية ويستخدم بروتوكول إحساس التصادم والمرور بالشارة والغالب هو إحساس التصادم .

مميزات وعيوب

الاعتمادية فى الشبكة الخطية عالية إلا إذا تعطل الخط نفسه فعطل إحدى العقد لايؤثر على العقد الأخرى كما أن إمكانية التوسع ممتازة فكل ما هو مطلوب لإضافة عقدة جديدة هو ربطها مع الوسط .



شكل ٥-٥ الشبكة الخطية

هناك تنظيم آخر خطى للشبكة حيث توجد تفريعات على الخط وهذه التفريعات توصل مع خط عام فإذا كانت المسافة طويلة تستخدم أجهزة التقويةRepeater لتحسين الإشارة .

الشبكات المختلطة Combination Networks

هى خليط من أنواع التوصيل المختلفة يتم تجميعها فى شبكة واحدة مثل شبكة العمود الفقرىBackbone وهى شبكة حلقية مع تفريعات موصلة ففى النظم المتسعة التوزيع مع عدد كبير من العقد يفيد هذا التوصيل فى تقليل عدد النقلات وطول الوصلات ومشاكل الازدحام .

جدول ملخص توصيلات الشبكات :

النوع	التكلفة	التحكم	الاعتمادية	التوسع
نجمى	عالية	جيد	قليلة	جيد
شجرى	عالية	جيد	معقولة	معقول
التوصيل الكامل	عالية جداً	موزع	جيدة	قليلة جداً
غير كامل	عالية	موزع	جيدة	جيد
الحلقى	جيد	موزع	جيد	جيد
خطى	جيد	موزع	جيد	جيد

جدول ٥-١ ملخص توبولوجى الشبكات

٥-٢- توجيه (تدوير) الرسالة Message Routing

التوجيه هو أحد وظائف الشبكة ويتحقق من خلال عدد من التسلسلات المنطقية التى تستخدم لتوجيه الرسالة من نقطة فى البداية إلى الهدف النهائى لهذه الرسالة .

توجيه الرسائل أو دورانها يمكن أن يكون مركزيا أو موزعا ، والتوجيه نفسه يمكن أن يكون ساكنا (أستاتيكيا) أو متكيفا adaptive أو إذاعيا ويتم التحكم فيه بجدول دوران الشبكة التابع عند كل عقدة .

جدول توجيه الرسائل فى الشبكة (دوران الشبكة) هو عبارة عن مصفوفة من البيانات عن العقد الأخرى المربوطة مع وصلة أو هو المسار إلى هذه الوصلة ، لهذا إذا كانت هناك رسالة موجهة إلى العقد X وقد وصلت هذه الرسالة إلى العقدة K مثلا فإن جدول توجيه الشبكة يقوم بالتفاعل فى عملية الاتصال لتحديد العقدة التالية على المسار من K إلىX لتوصيل الرسالة الموجودة حاليا فىK لتحديد أنسب مسار تتجه إليه الرسالة للوصول إلى X .

جداول توجيه الشبكة يمكن أيضا أن تحتوى على معلومات أكثر من تلك المطلوبة فقط لبيانات الوصلة التالية مثل إحصائيات الازدحام فى الشبكة حتى يتم تجنب أماكن الازدحام عند توجيه الرسائل .

التوجيه المركزى Centeralized Routing

فى التحديد المركزى لجداول التوجيه يتم تحديد إحدى العقد على أساس قيامها بمهمة منظم أو مدير عملية التوجيه فى الشبكة ، وفى هذه الحالة تستلم هذه العقدة المركزية معلومات تقوم كل العقد (المحطات الفرعية) بإرسالها دوريا عن حالة المحطة الفرعية مثل معلومات أطوال الطوابير على خطوط الدخل والخرج وعدد الرسائل التى يتم معالجتها فى خلال الفترة الزمنية الحالية .

المحطة (العقدة) التى تعمل كمنظم التوجيه فى الشبكة تكون لديها بيانات

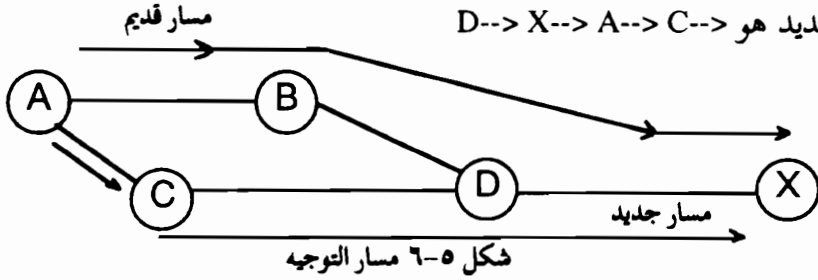
شاملة تحدد لها نظرة عامة عن وظائف الشبكة وأماكن حدوث الاختناقات فى الشبكة والإمكانيات التى تتحقق من وظائف الشبكة كما أن هذه المحطة التى تعمل كمدير لتوجيه الشبكة تعيد دوريا حساب المسارات الحدية بين العقد ثم تتولى تصميم وتوزيع جداول التوجيه الجديدة التى يتم حسابها لكل العقد بحيث يكون لدى كل العقد فى الشبكة أحدث بيانات أفضل توجيه للرسائل .

عيوب التوجيه المركزى

يمكن أن يستقبل مدير (منظم) التوجيه المركزى رسائل عديدة من العقد الأخرى مسببة زيادة احتمال الازدحام وهى المشكلة التى يمكن أن تتفاقم إذا كانت العقدة (المحطة) التى تعمل كمنظم التوجيه نفسها هى عقدة تستخدم لاستلام وإرسال الرسائل خاصة وأن الشبكات قد تكون فى بعض الأحيان معرضة لحالات مؤقتة مثل تلك التى تنشأ عندما تنقل إحدى العقد ملفا طويلا يتسبب فى تشبع الوصلة لفترة قصيرة من الزمن .

بمرور الوقت فإن المعلومات التى تلتقطها محطة منظم التوجيه لتقوم بحساب جداول توجيه جديدة يتم توزيعها على العقد فإن الجداول الجديدة تصبح سارية المفعول بمسارات جديدة محسوبة بناء على آخر معلومات وصلت من العقد وتقوم بعض العقد الغير مشغولة باستقبال جداول التوجيه الجديدة قبل العقد الأخرى المشغولة مما يقود إلى اختلالات فى كيفية توجيه الرسائل .

كمثال نفرض أن نظام التوجيه القديم كان A--> B--> D--> X بينما المسار الجديد هو D--> X--> A--> C-->



شكل ٥-٦ مسار التوجيه

والمسار الجديد أيضا من العقدة B التى تستقبل بيانات فى هذه اللحظة هو B--> A--> C--> D --> X .

الآن إذا كانت العقدة B تستقبل بيان توجيهها الجديد بينما العقدة A مازالت تستخدم الجدول القديم وهناك رسالة موجهة من A إلىXفإن A سوف تقوم بتوجيهها إلى B فتقوم العقدة B بتوجيهها إلى A مرة أخرى ومستمرة حتى تستقبل A جدول توجيهها الجديد .

بالإضافة إلى انتقال جداول التوجيه المتغيرة نفسها فإن الإحصائيات التى تم تجميعها لحساب التسلسل المنطقى للتوجيه التالى ستكون خاطئة .

هناك مشكلة أخرى مع حاسبات التوجيه المركزى هى كمية القدرة المطلوبة للمعالجة فإن كمية لابأس بها من وقت وحدة المعالجة المركزية CPUسوف تستهلك فى تحديد التوجيه .

اعتمادية منظم التوجيه أيضا معامل هام فإنه إذا تعطلت العقدة ما التى تعمل كمدير توجيه فإن التوجيه إما أن يبقى لا يتغير حتى يستعيد النظام حالته (تتم معالجته) أو أنه يجب اختيار منظم توجيه بديل ، والتقدير الأفضل هو الحصول على منظمات توجيه بديلة متاحة فى حالة تعطيل عقدة التوجيه الأساسية ، وهو اختيار سهل بالحصول على منظم توجيه يرسل بدائل رسائل على فترات محسوبة ومحددة سلفا فإذا فشل المنظم المربوط فى استقبال هذه الرسالة فى خلال الفترة الزمنية المحسوبة فإنه يفترض أن المنظم قد تعطل ويتولى العملية وتكون مهمته الأولى هى إذاعة حقيقة أن رسائل حالة الشبكة يجب أن يكون توجيهها إليه .

التوجيه الموزع Distributed Routing

تحديد التوجيه الموزع يقع على عاتق كل عقدة بحساب أفضل جدول توجيه لها بما يتطلبه ذلك من أن على كل عقدة إرسال حالتها على فترات إلى

جيرانها ، وطالما أن هذه المعلومات تتردد خلال الشبكة فكل عقدة تقوم بتحديث جدولها بالتالى .

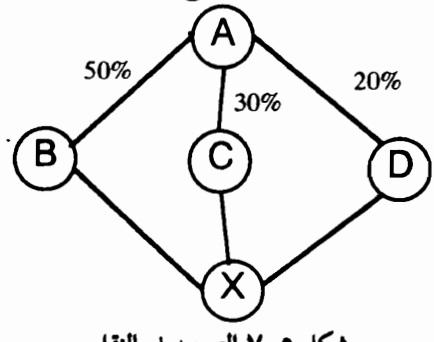
هذا الأسلوب يتحاشى الاختناق الذى يحدث عند منظم التوجيه المركزى بالرغم من أن الزمن المطلوب للتغيرات لكى تنساب خلال كل العقد سوف يكون طويلا نسبيا .

التوجيه الساكن Static Routing

الصورة الواضحة للتوجيه الساكن يتعلق دائما باستخدام مسار واحد معين بين عقدتين فإذا كانت وصلة فى هذا المسار عاطلة إذن فالاتصالات بين هذه العقد تكون مستحيلة ، والشبكات ذات التوصيل الداخلى الكامل تستخدم هذا النحو بمعنى أن يكون هناك مسار واحد بين أى عقدتين وهى الوصلة بينهما ، فإذا كانت الوصلة عاطلة فإن برامج الشبكة المتاحة لا تقدر على استخدام أى مسار بديل .

التوجيه ذو الثقل Weighted Routing

عندما تكون هناك مسارات متعددة فإن نوعا من التقدير يزن ثقل كل مسار يتم طبقا لتحديد مسبق يقوم به مصمم الشبكة ولذلك فالمسار يتم اختياره بإجراء نقل المسارات عشوائيا عن طريق نوع من التباديل .



شكل ٥-٧ التوجيه ذو الثقل

المسار من العقدة A إلى العقدة X خلال العقدة B, D,C لنفرض أن مصمم الشبكة قد حدد أن المسار خلال العقدة B سوف يكون أفضل ٥٠٪ فى الوقت ومن خلال العقدة C يكون أفضل ٣٠٪ فى الوقت ومن خلال العقدة D أفضل ٢٠٪ فى الوقت .

عندما تكون هناك رسالة مرسلة من العقدة A إلى العقدة X فإن رقما عشوائيا يتولد ، وإذا كان الرقم العشوائى هو 6. 50 أو اقل إذن فالمسار خلال العقدة B يكون هو المسار العامل وإذا كان الرقم بين أكبر من ٥٠, ، وأقل من أو يساوى ٨, إذن يتم اختيار العقدة C لتمر من خلالها الرسالة والا فإن المسار خلال العقدةD سوف يختار وبالتالى فالمسار سوف يتغير ولكن كل مسار يستخدم مع نفس التردد كما هو فى جدول التوجيه ، وهذا النوع من التوجيه يمكن أن يتغير فقط بتغير اثقال التوجيه فى جداول التوجيه .

التوجيه المتكيف Adaptive Routing

التوجيه المتكيف غالبا ما ينسب إلى التوجيه الديناميكى ويختلف عن التوجيه الساكن(الاستاتيكى) بمحاولة اختيار التوجيه الأفضل الحالى للرسالة أو الجلسة ويعرف بعدد مختلف من المعاملات للبحث عن : ١- الوصلة الأسرع و٢-التوجيه الأفضل .

١- الوصلة الأسرع

أبسط تسلسل منطقى للتوجيه المتكيف هو الحصول على وصلة تمر من خلالها الرسالة بسرعة كلما أمكن مع الاعتراض الوحيد ألا يمر بالرسالة عكسيا إلى العقدة المرسلة لهذا تظهر العقدة المستقبلة لكل الوصلات لتختار الوصلة التى لها أقل نشاط وترسل الرسالة خارجة على هذا الخط .

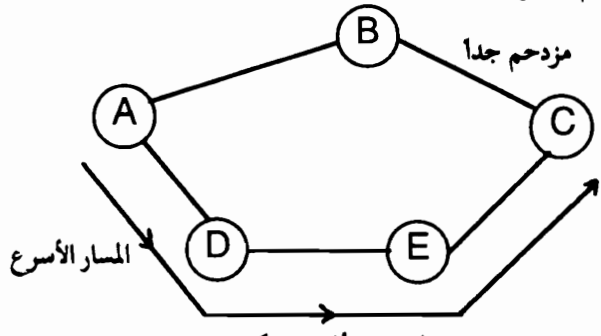
هذا النوع من التسلسل المنطقى لا يكون عالى الكفاءة وسوف يسبب أن تمر الرسالة إلى عقد أكثر من العدد الضرورى ، لهذا تضيف للشبكة تزاحما

يمكن أن يسبب إزاحة الرسالة حول الشبكة لساعات قبل الوصول إلى غايتها .

٢- التوجيه الأفضل

التنظيم الأكثر ذكاء فى التوجيه المتكيف يحاول اختيار أفضل توجيه ويتحدد بناء على معاملات مثل عدد الوثبات المطلوبة وسرعة الوصلات ونوع الوصلة والازدحام .

مثل هذا النوع من التوجيه يتطلب معلومات متداولة دائمة عن حالة الشبكة فإذا كانت هناك عقدة قد أضيفت إلى الشبكة أو أزيلت من الشبكة فإن المعلومات يجب أن تعاد إلى العقد التى تعمل بناء على حساب التوجيه فمعلومية سرعة الوصلات إضافة إلى عدد الوثبات يكون هاما كما أن تحاشى مناطق الازدحام يمنع الرسائل من أن تتكدس فى الطوابير .



التوجيه الأفضل شكل ٥-٨

إذا كانت العقدة B ترسل ملفا إلى العقدة المجاورة C فالتوجيه من Aإلى C خلال B يكون الأقصر ولكن قد لا يكون الأسرع فى هذا الوقت ، وقد يكون التوجيه خلال D, E أكثر كفاءة إذا كانت الوصلة من B إلى C مكتظة .

التوجيه الإذاعى Broadcast Routing

يكون التوجيه سهلا فالرسالة تذاع لكل المحطات وفقط المحطة التى عنونت إليها الرسالة هى التى تستقبلها مثل مرور الشارة الأكثر شيوعا فى الاستخدام فى

الشبكة النجمية والحلقية ويكون تدفق البيانات فى اتجاه واحد فقط تمر من عقدة إلى أخرى على طول الوسط حتى تصل إلى غايتها وعند هذه النقطة فالعقدة التى تستقبل تستبعد الرسالة من التوجيه وتمرر الشارة إلى العقدة المجاورة.

مثال للتسلسل المنطقى لاختيار التوجيه

كل وصلة فى الشبكة تأخذ ثقلا يؤسس على سرعتها ، وكل عقدة تحتفظ بجدول توجيه الشبكة محتويا على معلومات عن المسارات لكل العقد الأخرى .

أفضل توجيه يتحدد من سرعة الوصلة وعدد الوثبات التى سوف تتواجد وتظل ثابتة حتى يتغير ترتيب الشبكة لهذا عندما تضاف عقدة أو تزال محطة من النظام فإن المعلومات التابعة لوصلة هذه المحطة تذاع لكل العقد فى الشبكة حتى يتم تحديث جدول توجيه الشبكة والمسارات التى استخدمت بعد التغيير الذى تم ، كما أن عطل أية وصلة يتم عمل تقرير عنه إلى كل العقد حتى يتم تغيير جدول توجيه الشبكة .

لا يعتد بالازدحام عند تحديد أفضل توجيه لكن ما يعتد به فقط هو المعلومات الحالية عن إضافة أو إزالة عقد والتغييرات فى الحالة الفعلية النشطة للوصلات .

عندما تكون الوصلة هى الأحسن فى تأدية الخدمة فإن الشبكة تتحول إليها آليا ويمكن أيضا تعريف عدد من الوصلات بين عقدتين وهو الأداء الوحيد المفيد فى حالة الازدحام بقابلية إضافة وصلات عديدة بين عقدتين .

كل عقدة تسمى معالج واجهة رسالة IMP Interface Message Processor وتقوم بحساب جدول التوجيه الخاص بها ، ويحتوى جدول التوجيه على الوقت المتوقع للوصول إلى نهاية المسارات إضافة إلى وقت الوصول إلى كل عقدة متجاورة .

يقوم كل معالج واجهة رسالة IMP (كل عقدة أو كل محطة فرعية) دوريا بإرسال جدول توجيهه إلى كل المجاورين له، فإذا ظهر من الجدول أن زمن الوصول إلى نهاية محددة عن طريق جار معين أقل من الزمن المحسوب للوصول إلى نفس النهاية عن طريق جار آخر يتم تحديث جدول التوجيه بالمسار الأقل زمنيا .

فلنفرض أن مسار العقدة A للوصول إلى العقدة X يحتاج ٥٠٠ ملى ثانية للنقل وكانت العقدة التالية للمسار هى B وأن العقدة A قد حددت أن زمن الوصول إلى العقدة C هو ٥٠مللى ثانية إذن عندما يستقبل A جدول توجيه العقدة C سوف تبحث كل البيانات ليتم حساب أزمنة المسار وإذا كان زمن العقدة فى مسارها إلى X أقل من ٤٥٠ مللى ثانية ، فإن A سوف تحدث توجيهها لتعكس هذا الزمن الأقل وهو الزمن إلى C إضافة إلى الزمن من C إلى X .

٥-٣- اتصالات البيانات وشبكات العمل المحلية Local Area Networks

التطبيقات الفعلية لشبكات العمل المحلية هى عمليات آلية العمل المكتبى وآلية المصانع والتحكم فى العمليات وغيرها باستخدامها فى تنفيذ تطبيقات لها بعض العموميات المتشابهة عن طريق ربط مجموعة أجهزة فى منطقة جغرافية محدودة تعمل على عدد من التطبيقات وتحتاج سرعة عالية واعتمادية .

على ذلك يمكن القول أن هناك مجموعة أنواع من الأجهزة يراد توصيلها معا فى شبكة للعمل فى بيئة آلية العمل المكتبى Office Automation وهناك عديد من الطرفيات الصماء dumb وعدد من الطرفيات الذكية Smart وأنواع عديدة من آلات الطباعة ونظم حاسب صغيرة ومتوسطة بالإضافة إلى بعض الأجهزة ذات الأغراض الخاصة مثل الراسمات والماسحات ومميزات الأصوات ومستشعراتها .

بالنسبة للتطبيقات والبرامج فهناك عدد من الوظائف المطلوب أداؤها من كل تطبيق فبعض المحطات تعمل فى تطبيقات معالجات النصوص والبريد الإلكترونى والبعض يولد أشكالا رسومية والبعض لإدخال بيانات والبعض ينقل ملفات .

تنسيق شبكات العمل المحلية فى العمل كواجهات عامة أو واجهات خاصة وتنسيق الواجهات العامة لشبكة العمل المحلية يحاول السماح لعدد من الأجهزة المختلفة من منتجات شركات مختلفة بالتوصيل مع الشبكة .

تنسيق الواجهة الخاصة لشبكة العمل المحلية يعنى عملها على أجهزة معينة لشركة معينة وهى التى يمكن توصيلها فقط بالشبكة .

تتطلب شبكات العمل المحلية أساسيات معينة مثل السرعة والاعتمادية Speed and Reliability .

المطلب الشائع فى شبكات العمل المحلية هو أنه يجب أن تكون سريعة وذات اعتمادية بمعنى أن الوسط يجب أن يكون قادرا على دعم معدلات إرسال عالية وأن كل المحطات يجب أن تتمكن من الوصول إليه وبحيث لا تكون هناك محطة قادرة على استهلاك عرض نطاق الوسط لفترة طويلة محسوسة من الوقت.

الاعتمادية تعنى أن النظام يجب أن يكون قادرا على الاستمرار فى أداء وظائفه بغض النظر عن عطل أحد مكوناته الفرعية وبحيث تكون هناك بدائل تصمم للتغلب على حالة عطل مكون من مكونات النظام .

٥-٤ الوظائف الخاصة في شبكة العمل المحلية

جهاز الخدمة الرئيسى (الخادم) Server

فى بعض الأحيان تكون هناك متطلبات لوظائف معينة خاصة يتم تنفيذها بواسطة محطة من المحطات ، وفى هذه الحالة تسمى المحطة بجهاز الخدمة الرئيسى (الخادم) .

الخادم هو أداء فرعى ومعالجة أو عقدة تؤدى خدمة عامة لوحدة أو أكثر من المحطات فى الشبكة وخادم قاعدة البيانات data base server مثال على ذلك ففى نظام آلية العمل المكتبى تكون هناك حاجة لوجود عقدة أو أكثر تتولى معالجة قاعدة بيانات العمل .

العقد الأخرى فى الشبكة تحتاج دوريا إلى بعض أجزاء من البيانات المخزنة فى هذه العقدة (خادم قاعدة البيانات)ويقوم الجهاز الذى يعمل كخادم قاعدة البيانات بتقديم هذه الخدمات للعقد الأخرى عن طريق إتاحة الفرصة للأجهزة الأخرى لتخزين قاعدة البيانات والوصول إليها وتحديثها .

هناك أيضا خادم الطباعة print server الذى يتولى إدارة عمليات الطباعة فى الشبكة وخادم الماسحات Scan server الذى يتولى أجهزة الماسحات فى الشبكة وخادم الاتصالات الذى ينظم الاتصالات .

النزاع وعدم التسوية Contention & Deadlock

التنازع على مصادر البيانات يظهر عندما يكون هناك عدد من المستخدمين المتعددين يحاولون الوصول إلى نفس البيانات فى نفس الوقت ، وكمثال على ذلك عندما يكون هناك اثنان من المستخدمين للشبكة يعملان على برنامج معالجة نصوص وطلبا نفس الوثيقة ففى هذه الحالة سوف يكون أمام كل منهم نسخة من الوثيقة ليقوم بإحداث تغييرات فيها وبعد أن ينتهى كل واحد فيهم من التغيير فى الوثيقة كما يرغب فإنه سوف يقوم بحفظ نفس الوثيقة على خادم معالجة النصوص وبالتالى فسوف يكون هناك نصان مختلفان وعلى ذلك فإن آخر مستخدم سوف يتسبب فى تدمير التغييرات التى قام بها زميله الذى سبقه فى حفظ الملف .

هذه المشاكل يمكن تحاشيها بنوع من التحكم فى التعامل مع السجلات والملفات ، والتحكم المعتاد فى مثل هذا الموقف هو الإقفال Lock الذى لا

يسمح بالوصول المتراكب أو التحديث المتراكب لنفس السجل .

بالرغم من أن تحكم الإقفال قد يتسبب فى نشأة حالة عدم الوصول إلى تسوية بشأن النزاع dead Lock الذى يحدث عندما يقرأ المستخدم A السجل رقم ١ ويقوم بإقفاله فى نفس الوقت الذى يقرأ فيه المستخدم B السجل رقم ٢ ويقوم بإقفاله فإذا أراد المستخدم B الوصول إلى السجل رقم ١ وأراد المستخدم A الوصول إلى السجل رقم ٢ فسوف تنشأ حالة انتظار لكل منهما B, A وهذه الحالة سوف تستمر على الدوام .

الملاقيات (الواجهات) Interface

وحدة واجهة الاتصالات أو بطاقة الشبكة هى عبارة عن بطاقة إلكترونية مطلوبة لتوصيل جهاز إلى وسط الاتصالات ولشبكات تعمل على كابلات محورية فى النطاق الأساسى baseband فإن مثل هذه الوحدة يطلق عليها اسم مرسل – مستقبل Transceiver .

٥-٥- ملامح لأنواع من الشبكات

هناك فى الوقت الحاضر أكثر من خمسة وأربعين نوعا من الشبكات التى قامت بإنتاجها شركات مختلفة بمواصفات متعددة ونظم تشغيل مختلفة وترتيب مختلف نستعرض هنا فكرة عن بدايتها وأنواعها وسوف يتم تناول البعض الآخر فى شبكات العمل المحلية .

شبكة آلوها ALOHANET

النموذج الأول لشبكات العمل المحلية المستخدمة حاليا جاء من شبكة لم تكن تامة الكفاءة هى شبكة آلوها AIohaNet التى طورت فى جامعة هاواى ووضعت فى العمل سنة ١٩٧١ ، فجامعة هاواى كانت لها مشكلة تتطلب إنتاج شبكة اتصالات بيانات بين الجزر وكان التساؤل عن كيفية ربط مركز الحاسب الرئيسى فى هونولولو مع المعسكرات الخارجية ومراكز البحث الموزعين

فى مناطق تفتقر إلى خدمة الهاتف .

جعلت المسافات بين الجزر ووجود المحيط من غير العملى إنشاء خطوط اتصالات خاصة ورؤى أن اتصالات القمر الصناعى سوف تكون حلا جيدا لكن التقدم فى ذلك الوقت كان لا يزال فى مراحله المبكرة .

كان الحل الذى توصلت إليه جامعة هاواى هو العمل على التردد العالى جدا بوضع ترددين للإذاعة ينبعث الأول من مركز حاسب هونولولو إلى كل المحطات الخارجية ويعمل الثانى من المحطات الخارجية إلى المحطة المركزية وكان معدل الإرسال هو ٩٦٠٠ بت فى الثانية .

كانت المحطات المربوطة على القناة الداخلية تعمل فى طور المنازعة لحق الإذاعة بما يشبه كثيرا إجراء إذاعة إحساس التصادم CSMA/CD .

مرور الاشارة المربوطة خارجيا لم تكن متأثرة بالمنازعة حيث أن المحطة المركزية هى التى سمح لها بالإذاعة على هذه القناة بينما تراقب كل المحطات الأخرى عن بعد تردد المحطة المركزية وتقبل الرسائل المعنونة إليها .

كان أداء النظام جيدا عندما كان عدد المحطات قليلا فلما زاد عدد المحطات فى النظام فإن المنازعة على القناة المربوطة داخليا ازدادت وزاد عدد التصادمات مما دفع إلى تطوير هذه الشبكة باستخدام بروتوكول آلوها المثقوب Slotted Aloha Protocol .

شبكة وانج WANGNET

تدعم سرعة نقل بيانات تصل إلى ١٢ ميجابت فى الثانية وتستخدم مراسم التصادم CSMA/CD ذات نطاق عريض تقسمه إلى مجموعة خطوط ذات سرعات مختلفة منها المنخفضة (٩٦٠٠بت فى الثانية) مما يسمح بتوصيل مكونات أخرى ذات وصلة RS-232c وذات وصلة RS-449 بينما النطاقات

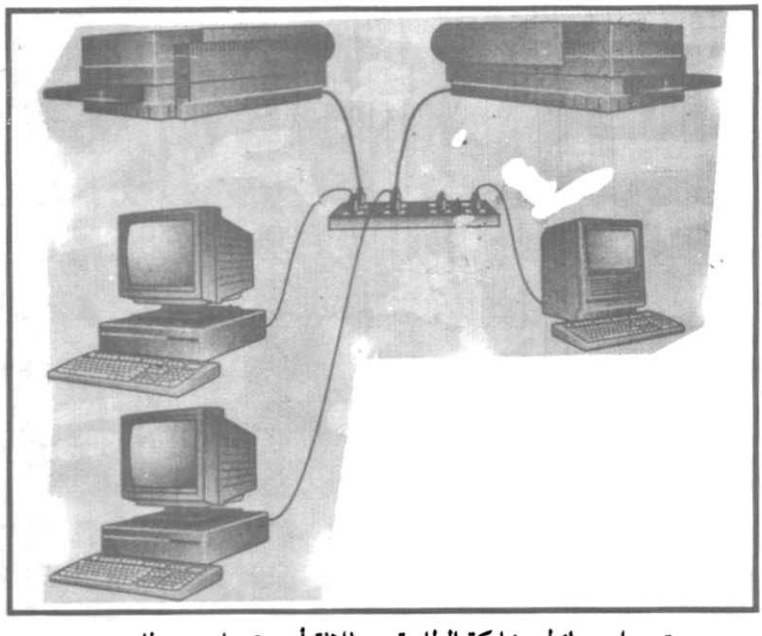
الأعلى تسمح بتوصيل ست محطات فرعية تكون أقصى مسافة بينها هى أربعة أميال .

وهناك بالطبع شبكة الأثير وشبكة فوكس Fiber Optic extention (FOX) الخاصة وهناك الشبكات عالية السرعة مثل تاندم الموسعة وشبكة دك وشبكة سنا.

٥-٦- أجهزة أنظمة توصيل غير شبكية

وسيط مشاركة الطابعة

فى هذا النوع من التوصيل يكون الهدف الأساسى والوحيد من الاتصال بين الأجهزة والطابعة هو استخدام الطابعة لكل الأجهزة الموصلة فى النظام دون إنشاء شبكة عمل ، وقد كان هذا الهدف مرغوبا فى وقت ارتفاع أسعار الطابعات الليزرية لكن مع تدنى أسعارها فى الوقت الحاضر فقد أصبح هذا الهدف غير موجود .



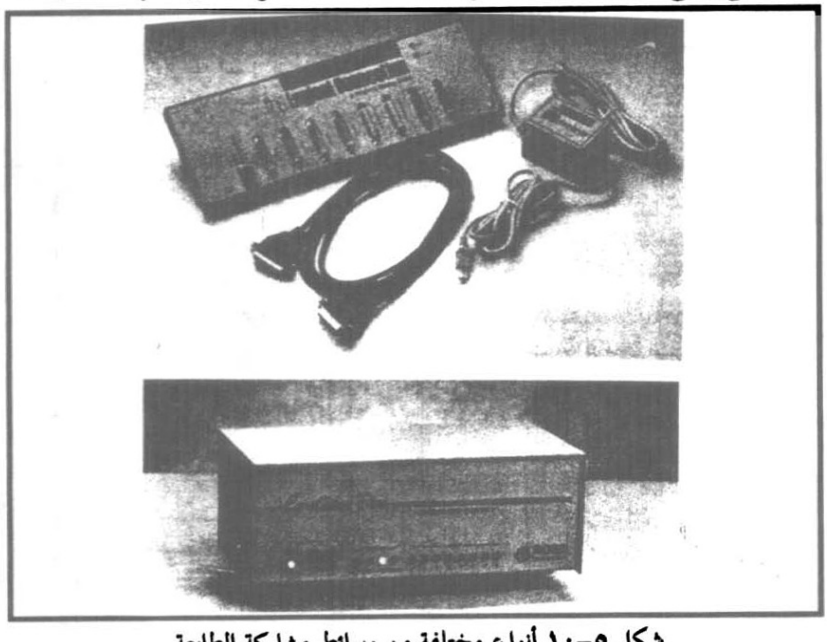
توصيل وسائط مشاركة الطابعة مع ثلاثة أجهزة حاسب وطابعتين

توصيل وسيط مشاركة الطابعة شكل ٥-٩

كان من الممكن تنفيذ عملية استخدام الطابعة لعدد من الأجهزة عن طريق استخدام مفتاح يدوى ينقل اتصال الطابعة من جهاز إلى جهاز آخر أو حتى نقل الطابعة يدويا لتوصيلها بالجهاز الآخر لكن هذه العملية اليدوية البسيطة تحولت إلى الآلية باستخدام وحدة صغيرة تسمى باسم وسيط مشاركة الطابعة Printer Sharing Buffer .

وسيط مشاركة الطابعة عبارة عن صندوق يحتوى بداخله على دوائر إلكترونية ووحدة تغذية كهربية داخلية فيه مستقلة تعمل على التيار المنزلى بعيدا عن أجهزة الحاسب أو الطابعات المتصلة بهذا الصندوق .

تقوم أجهزة الحاسب المتصلة بوحدة وسيط مشاركة الطابعة عن طريق الكابل بإرسال مهام الطابعة إلى الوحدة التى تستلمها ثم تقوم عن طريق المكونات الإلكترونية الداخلية فيها بفحص هذه المهام وتفحص الطابعة المتصلة بها ثم تقوم الوحدة بتمرير مهمة الطباعة إلى الطابعة أو تخزين مهمة الطباعة مؤقتا فى ذاكرة الوحدة حتى يأتى الوقت الذى تكون فيه الطابعة جاهزة لتنفيذ مهمة الطباعة .



شكل ٥-١٠ أنواع مختلفة من وسائط مشاركة الطابعة

هناك العديد من المنتجات لشركات مختلفة تقوم بإنتاج وحدات وسائط مشاركة الطابعة منها وحدات تستطيع الاتصال مع أجهزة حاسب يصل عددها إلى ٦٤ جهازا كما يمكن توصيل أكثر من طابعة إلا أن القيد الرئيسى لهذه الوحدات يتمثل فى قيد المسافة والسرعة فالمسافة بين الطابعة وجهاز الحاسب فى أى توصيلة لا تزيد عن ١٥ مترا

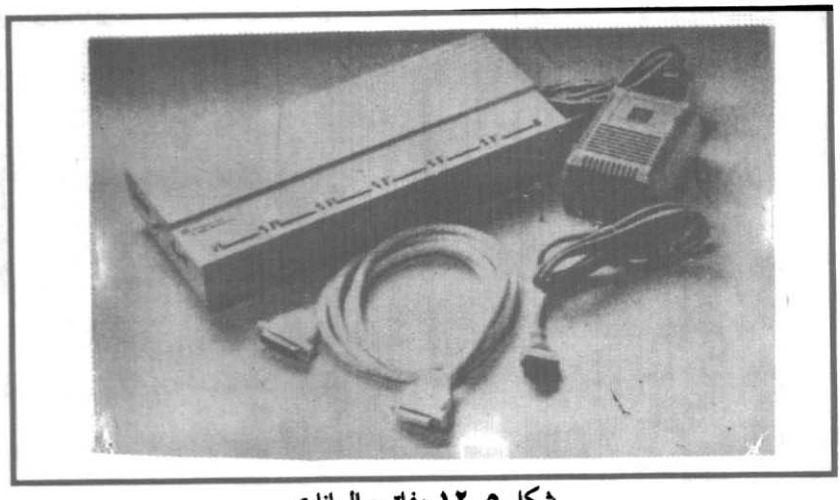
مفتاح البيانات

مفتاح البيانات هو جهاز صغير الحجم يستطيع قبول التوصيلات من عدة أجهزة حاسب وطابعات وهاتف ويؤدى وظيفته بالطريقة التى تعمل بها تحويلة الهاتف حيث تتصل الأجهزة بمفتاح البيانات عن طريق كابلات توضع فى المنفذ المتوازى أو المتتالى للجهاز ثم يوضع الطرف الآخر للكابل فى منفذ من منافذ صندوق البيانات .

الأجهزة التى تتصل بمفتاح البيانات يمكن أن تكون أجهزة حاسب شخصى متوافق مع آى بى إم أو أجهزة ماكنتوش أو هاتف أو طابعة ، وعند اتصال جهاز من هذه الأجهزة بجهاز آخر فى النظام (مثل حاسب مع حاسب أو حاسب مع طابعة) فإن مفتاح البيانات يقوم بإنشاء وصلة إلكترونية بين الجهازين حتى تنتهى عملية الاتصال فيقوم مفتاح البيانات بفصل الجهازين .

شكل ٥-١١ مفاتيح البيانات

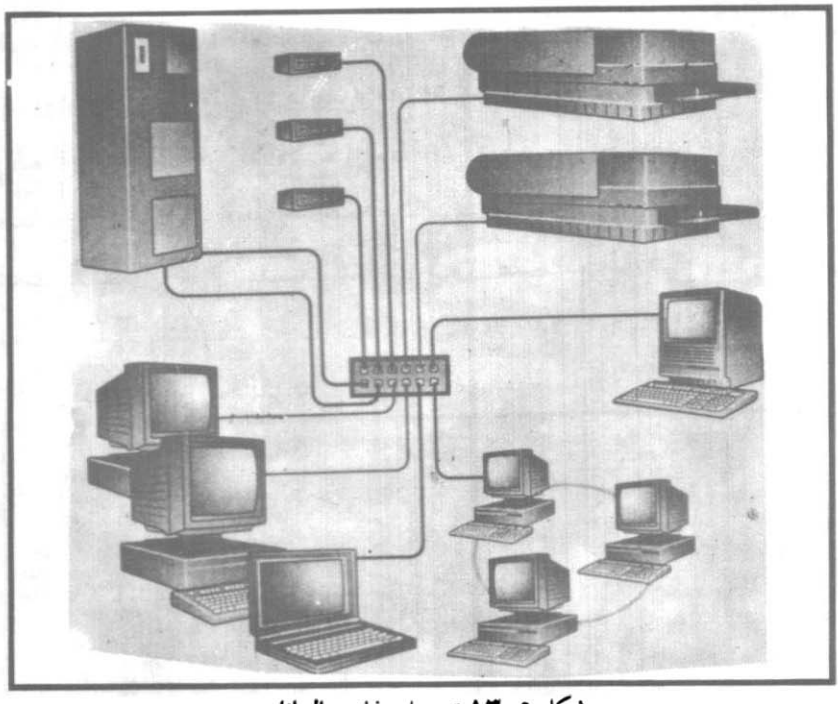
تقوم البرامج بمهام الاتصال وتحديد الأجهزة التى يتم الاتصال بها ونقل الملفات والبريد الإلكترونى بينما يقوم مفتاح البيانات بوظائف تنفيذ الاتصال بناء على العناوين المرسلة من الأجهزة بواسطة البرامج ، وتتفاوت السرعة المستخدمة فى مفاتيح البيانات بناء على نوعية الإنتاج فتصل إلى ١٩٢٠٠ بت فى الثانية لاعتماد الاتصال على الوصلة المتتالية كما تصل المسافة التى يمكن تحقيق الاتصال فيها إلى عدة مئات من الأقدام ويتراوح عدد الأجهزة الممكن توصيلها بين ٨ إلى٣٢ جهازا مختلفا .



شكل ٥-١٢ مفاتيح البيانات

لا تستطيع مفاتيح البيانات التعامل مع حالات الوصول المتزامن إلى نفس الملف فى نفس الوقت ولذلك لا تستطيع تشغيل قواعد البيانات المتعددة المستخدمين كما أن اتصال أحد المستخدمين من جهاز مع جهاز آخر قد يظل مستمرا إذا لم يقم بإنهاء الاتصال إضافة إلى عطل مفتاح البيانات يسبب عطل نظام الاتصالات بالكامل .

عند الاتصال بالطابعة لا يحتاج مفتاح البيانات إلى حاسب خاص لإدارة مهام الطباعة حيث يقوم مفتاح البيانات بوضع مهام الطباعة فى صف انتظار (طابور) يستطيع تسييره إلى طابعات مختلفة .



شكل ٥-١٣ توصيل مفاتيح البيانات

مفتاح بيانات يوصل بين أجهزة شخصية وجهاز متوسط وطابعتين وشبكة حلقة وجهاز ماكنتوش مع أجهزة معدلات للاتصال .

يعتبر استخدام تشكيلة من كابلات التوصيل مع مفتاح البيانات مشكلة تجابه نقل البيانات فاستخدام كابل متواز يزيد السرعة لكن مدى الطول فى الكابل لن يجعل المسافة تزيد عن ١٥ قدما كما أن عملية الاتصال قد لا تنجح عند استخدام أنواع مختلفة من الكابلات .

يستخدم مفتاح البيانات برنامج تشكيل يحدد الأجهزة والمنافذ المتصلة به ويضبط السرعة وغيرها من المعاملات الخاصة بعملية الاتصال لكل جهاز وبعد عمل التضبيطات اللازمة فإن هذه التضبيطات يتم الاحتفاظ بها عن طريق برامج التشكيل فى ذاكرة خاصة تحتفظ بهذه المعلومات بواسطة بطارية خاصة فى الجهاز تغذى الذاكرة الخاصة ويمكن برمجة مفتاح البيانات بحيث يطلب

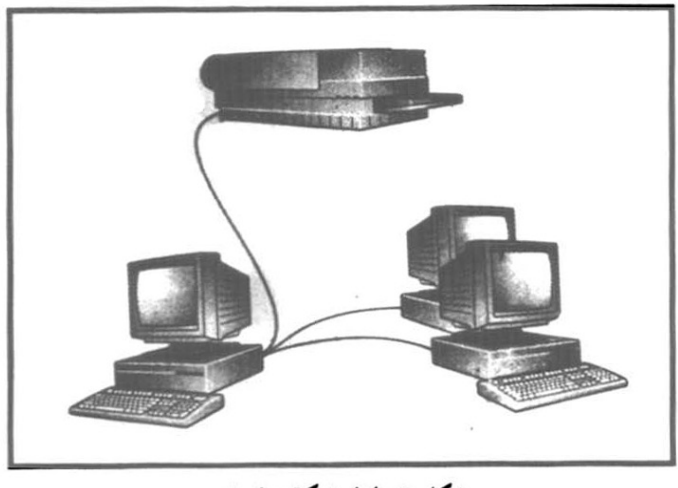
كلمة سر بهند طلب الاتصال من أى مستخدم .

يحتوى قرص مفتاح البيانات على برامج منافع مقيمة فى الذاكرة للتحكم فى الطباعة والتوصيل مع المنافذ عن طريق قوائم اختيارات .

مثال تمهيدى:تكوين شبكة حاسب بوصلات مباشرة

تسمى هذه الأنظمة باسم الشبكات الصفرية الفتحة Zero Slot LAN وتقوم بتبادل الملفات والمشاركة فى موارد الشبكة بدون استخدام بطاقات الشبكة بالتوصيل المباشر بين الأجهزة عن طريق كابلات توضع فى منافذ الحاسب المتوازية أو المتتالية Serial or Parallel Ports الموجودة فى خلفية جهاز الحاسب وقد تكون من وصلات الكابلات المستخدمة فى الهاتف .

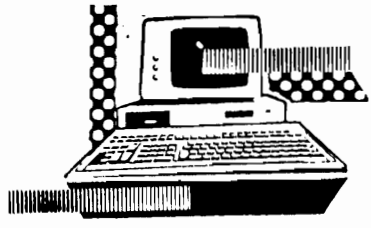
تتكون حزمة الشبكة فى هذه الحالة من أجهزة الحاسب وكابلات وبرنامج على قرص مرن وتستطيع هذه المنتجات توصيل أكثر من جهازين معا لكن التوصيل بهذه الطريقة يسبب هبوطا محسوسا فى السرعة التى تعمل عليها الأجهزة إذ يتراوح الإرسال المتوازى فى هذه الحالة بين (١٢ إلى ١٢٣ كيلو بت فى الثانية) .



شكل ٥-١٤ شبكة صفرية

شبكة صفرية باستخدام كابلات RS-232 بدون بطاقات وباستخدام برامج اتصالات

تتيح البرامج إمكانية جعل الطابعات المتصلة بالأجهزة متوافرة للاستعمال وفى هذه الحالة يكون الجهاز الموصل بالطابعة قائما بمهمة خدمة عملية الطباعة ومن اللازم أن يحتوى هذا الجهاز على قرص صلب لاحتواء طابور الطباعة .



خلاصة

ترتيب الشبكة (توبولوجى) هو نظام توصيل الأجهزة ويسمى الترتيب الطبيعى الذى يصف المسار الذى تتبعه الكابلات للاتصال مع العقد بينما يصف التوصيل المنطقى طريقة سريان الرسائل إلى المحطات فى الشبكة ومن طرقه التوصيل النجمى والشبكية الهيكلية وشبكات الاتصال الداخلى وشبكة الحلقة والشبكة الخطية والشبكات المختلطة .

التوجيه هو أحد وظائف طبقة الشبكة ويتحقق من خلال عدد من التسلسلات المنطقية التى تستخدم لتوجيه الرسالة من نقطة فى البداية إلى الهدف النهائى لهذه الرسالة .

توجيه الرسائل أو دورانها يمكن أن يكون مركزيا أو موزعا والتوجيه نفسه يمكن أن يكون ساكنا (استاتيكيا) أو متكيفا أو إذاعيا ويتم التحكم فيه بجدول دوران الشبكة التابع عند كل عقدة .

جدول توجيه الرسائل فى الشبكة (دوران الشبكة) هو عبارة عن مصفوفة من البيانات عن العقد الأخرى المربوطة مع وصلة أو هو المسار إلى هذه الوصلة، وجداول توجيه الشبكة يمكن أيضا أن تحتوى على معلومات أكثر من تلك المطلوبة فقط لبيانات الوصلة التالية مثل إحصائيات الازدحام فى الشبكة حتى يتم تجنب أماكن الازدحام عند توجيه الرسائل .

فى التحديد المركزى لجداول التوجيه يتم تحديد إحدى العقد على أساس قيامها بمهمة منظم أو مدير عملية التوجيه فى الشبكة .

يعمل التوجيه المتكيف للبحث عن الوصلة الأسرع والتوجيه الأفضل .

هناك أجهزة أنظمة توصيل غير شبكية مثل وسيط مشاركة الطابعة ومفتاح البيانات.