مبادئ الإرسال في الشبكات الواسعة

أولا: الإتصالات التماثلية

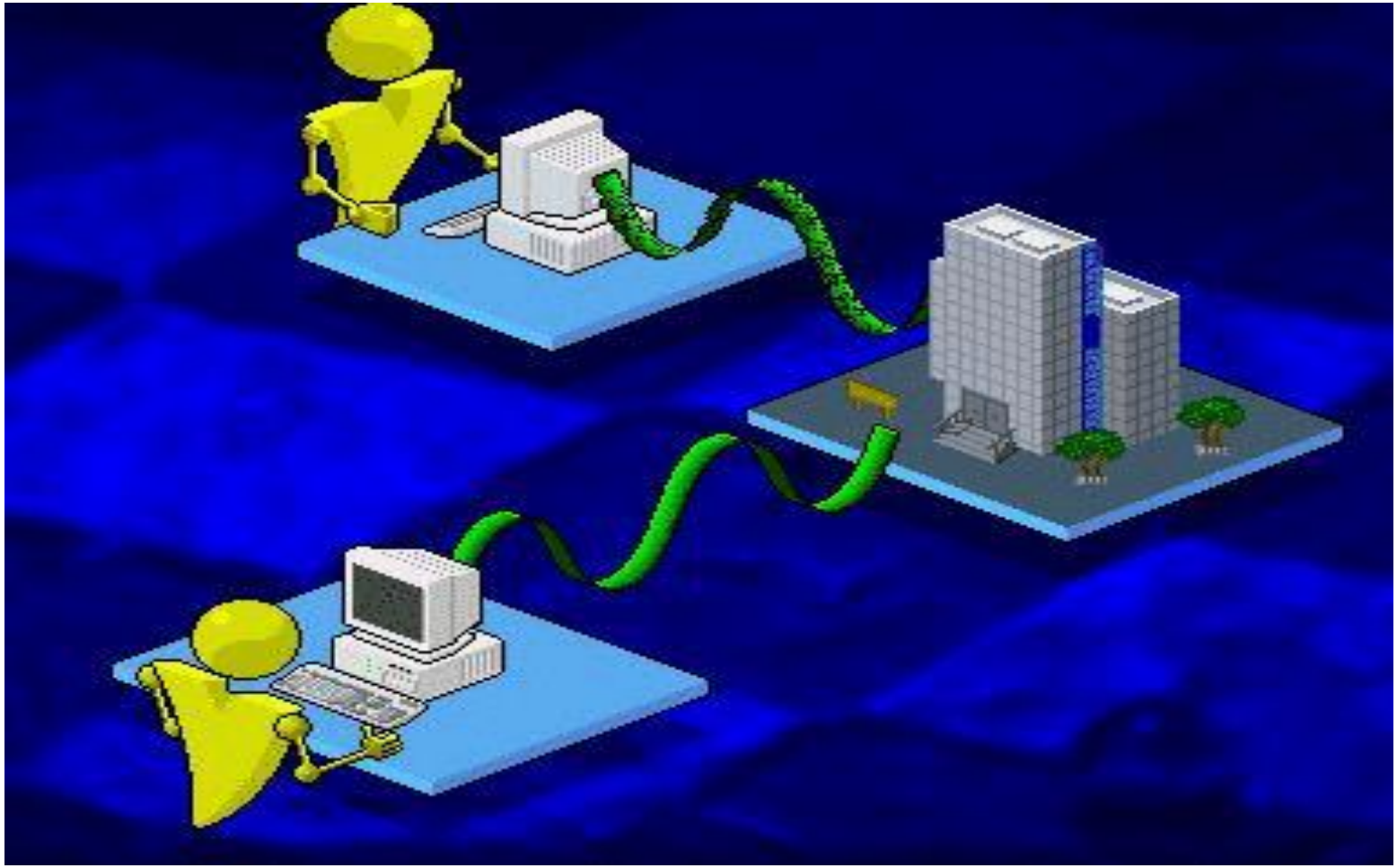
ثانيا: الإتصالات الرقمية

أولا: الإتصالات التماثلية

- تستطيع الكمبيوترات استخدام خطوط الهاتف المتوفرة حاليا لأغراض التشبيك.
- يطلق على شبكة الهاتف العالمية اسم Public Switched Telephone Network (PSTN))، والأن هذه الشبكة قد أنشأت أصلا لنقل الصوت فإنها بشكل أساسي تستخدم خطوطا واتصالات تماثلية ، لهذا فأنت بحاجة إلى مودم ليقوم بتحويل إشارات الكمبيوتر الرقمية إلى إشارات تماثلية تستطيع الانتقال عبر خطوط شبكة الهاتف.
- يطلق على الاتصال الذي تجريه باستخدام المودم إلى رقم هاتف متصل بدوره بمودم آخر للدخول إلى شبكة الكمبيوتر اسم Dial-up
- باستخدام اتصال Dial-up و الإشارات التماثلية فإن سرعات نقل البيانات تكون محدودة بسرعة المودم المستخدم والذي لا تتجاوز سرعته ٥٦ كيلوبت في الثانية.
- تعتبر شبكة PSTN من شبكات الدوائر التبديلية Circuit-Switched Network
- يتم تحقيق الاتصال بواسطة مركز التبديل Switching Center الذي يقوم بالربط بين طرفي الاتصال و يحافظ على هذا الاتصال مادام هناك حاجة له
- تتمثل المشكلة في الاتصال عبر هذا النوع من الشبكات هو عدم الثبات في جودة الاتصال فهي تكون متغيرة ومتذبذبة طوال فترة الاتصال مما يؤثر سلبا على سرعة و جودة نقل البيانات عبر خطوط شبكة الهاتف.

الاتصال بواسطة مركز التبديل

Switching Center



الخطوط المؤجرة

- أما الخطوط المؤجرة فهي خطوط PSTN دائمة تربط بين موقعين و يتم عادة تأجيرها من مقدم خدمة الهاتف والذي يوفر أيضا أدوات و أجهزة خاصة للمحافظة على الإشارات المنقولة عبر هذه الخطوط من التخامد و الضوضاء والتداخل، وتكون هذه الخطوط مخصصة فقط للمستخدمين المستأجرين ولا يستطيع غيرهم استخدام هذه الخطوط، و هذه الخطوط تكون مكلفة نظرا لأن مقدم الخدمة يخصص موارد خاصة لهذه الخطوط سواء تم استخدامها أو لم يتم، و لكن هذه التكلفة تكون غير ذات قيمة إذا كانت المؤسسة المستأجرة تنقل كميات كبيرة من البيانات أو تحتاج إلى اتصال مستمر بقواعد بياناتها في مكاتبها المختلفة. و لتحقيق الاتصال باستخدام الخطوط المؤجرة ليس هناك حاجة لإجراء اتصال لفتح الخط بين الطرفين كما في اتصالات Dial-up ، ففي الخطوط المؤجرة تكون الخطوط مفتوحة طوال الوقت

الشبكة الظاهرية

Virtual Private Network (VPN)

- توفر الخطوط المؤجرة سرعات اتصال أكبر من خطوط اتصالات Dial-up نظرا لارتفاع و ثبات جودتها ولكن تبقى هذه السرعات محدودة بسرعة المودم المستخدم.
- توفر أغلب شبكات الهاتف خيار بتأجير شبكة خاصة ظاهرية Virtual Private Network (VPN)
- الدوائر المستخدمة في شبكة اتصال VPN Dial-up تبدو و كأنها خطوط مؤجرة ولكنها في الحقيقة خطوط عادية ولكن يتم تحقيق استفادة قصوى من نظام شبكة الهاتف التبديلية لتوفير خدمة مشابهة لخدمة الخطوط المؤجرة.

اختيار الخطوط

- يعتمد اختيارك للخطوط المؤجرة أو الاكتفاء بخطوط اتصال Dial-up على عاملين هما:
- ١- التكلفة.
- ٢- كثافة استخدام الخدمة.
- فقد تختار الخطوط المؤجرة إذا كنت تحتاج إلى اتصال على مدار ٢٤ ساعة ، أما إذا كان احتياجك للاتصال متقطعا أو على فترات متباعدة فيكون اختيار Dial-up يفي بالغرض.
- الخطوط المؤجرة التماثلية أصبحت أقل استخداما و حل محلها الخطوط المؤجرة الرقمية.
- هناك نوعان لاتصالات المحاسبة هما : اتصالات مستمرة Online، اتصالات غير مستمرة وهي تعمل مع انقطاع الخط أو الاتصال Offline

مثال على اختيار الخطوط

- **لنفترض وجود مصرف (إسلامي) و لديه فروع حول الدولة ، يقوم الزبائن بإجراء تحويلات إلى حساباتهم أثناء النهار و يتم تخزين البيانات المتعلقة بهذه التحويلات في أجهزة محلية في فروع البنك، و إذا عرفنا أن المحاسبة غير المستمرة Offline لا تقوم بتحديث البيانات فوريا ، ففي حالة بنكنا فإنه في نهاية دوام البنك يتم نقل بيانات التحويلات إلى الكمبيوتر المركزي في الفرع الرئيسي للبنك ليتم تحديث بيانات حسابات الزبائن و لهذه الغاية يكفي استخدام خطوط اتصال Dial-up لإتمام عملية نقل البيانات.**
- **كتابة الرسائل و تخزينها ثم نقلها عبر الإنترنت هو مثال آخر على اتصالات Offline فعندما تكتب رسائل البريد الإلكتروني لا حاجة لأن تكتبها أثناء اتصالك بالإنترنت بل تستطيع كتابتها و تخزينها على جهازك و يكفي أن تجري الاتصال فقط عندما تريد إرسال هذه الرسائل ، و بنفس الطريقة لن تتسلم رسائل البريد الإلكتروني التي أرسلت إليك إلا بعد أن تتصل بالشبكة و تدخل إلى حساب بريدك الإلكتروني .**

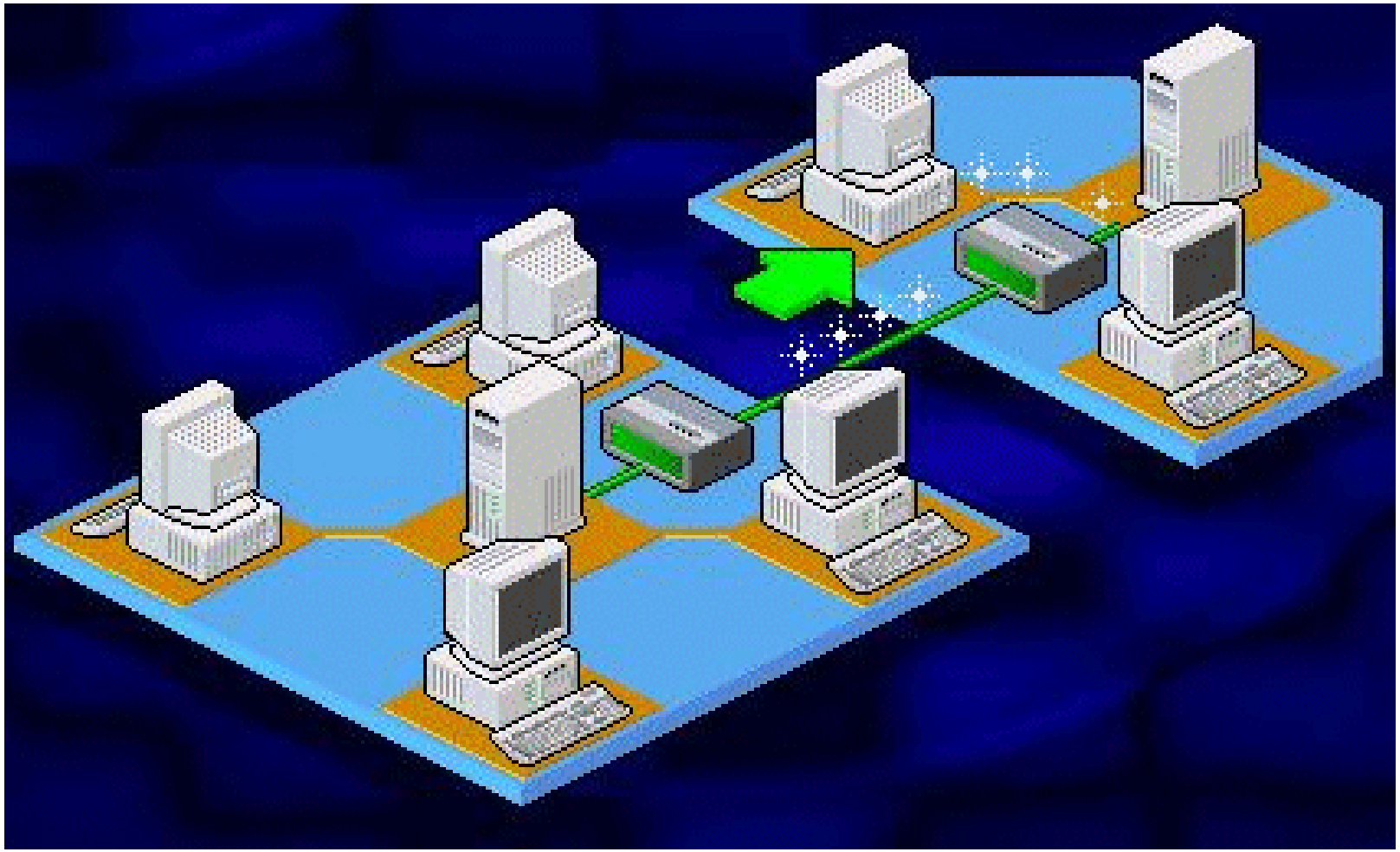
اتصالات المحاسبة المستمرة Online

- لنستخدم نفس مثال المصرف السابق مع اختلاف بسيط أن بيانات تحويلات الزبائن يتم نقلها مباشرة إلى الكمبيوتر المركزي ليتم تحديث بيانات الحسابات بشكل فوري ، فإذا قام زبون ما بإيداع أو سحب مبلغ ما فإن معلومات رصيده يتم تحديثها فورا و لتحقيق ذلك تستخدم خطوط مؤجرة أو شبكة كمبيوتر منفصلة.
- قد تستخدم بعض المؤسسات كلي النوعين من المحاسبة Online و Offline وفقا لاحتياجات أقسام المؤسسة.

الاتصالات Multiplexing

- هناك خيار آخر لاتصالات WAN و هو ما يطلق عليه Multiplexing و هو الذي يسمح بإعداد خط بيانات واحد ثم مشاركة مجموعة من الأجهزة لاستخدام هذا الخط.
- و هذا يختلف عن مصطلح Multilinking و الذي يعني أن عدة خطوط تماثلية يتم تجميعها معا لزيادة سعة النطاق لتوفير اتصال أسرع.

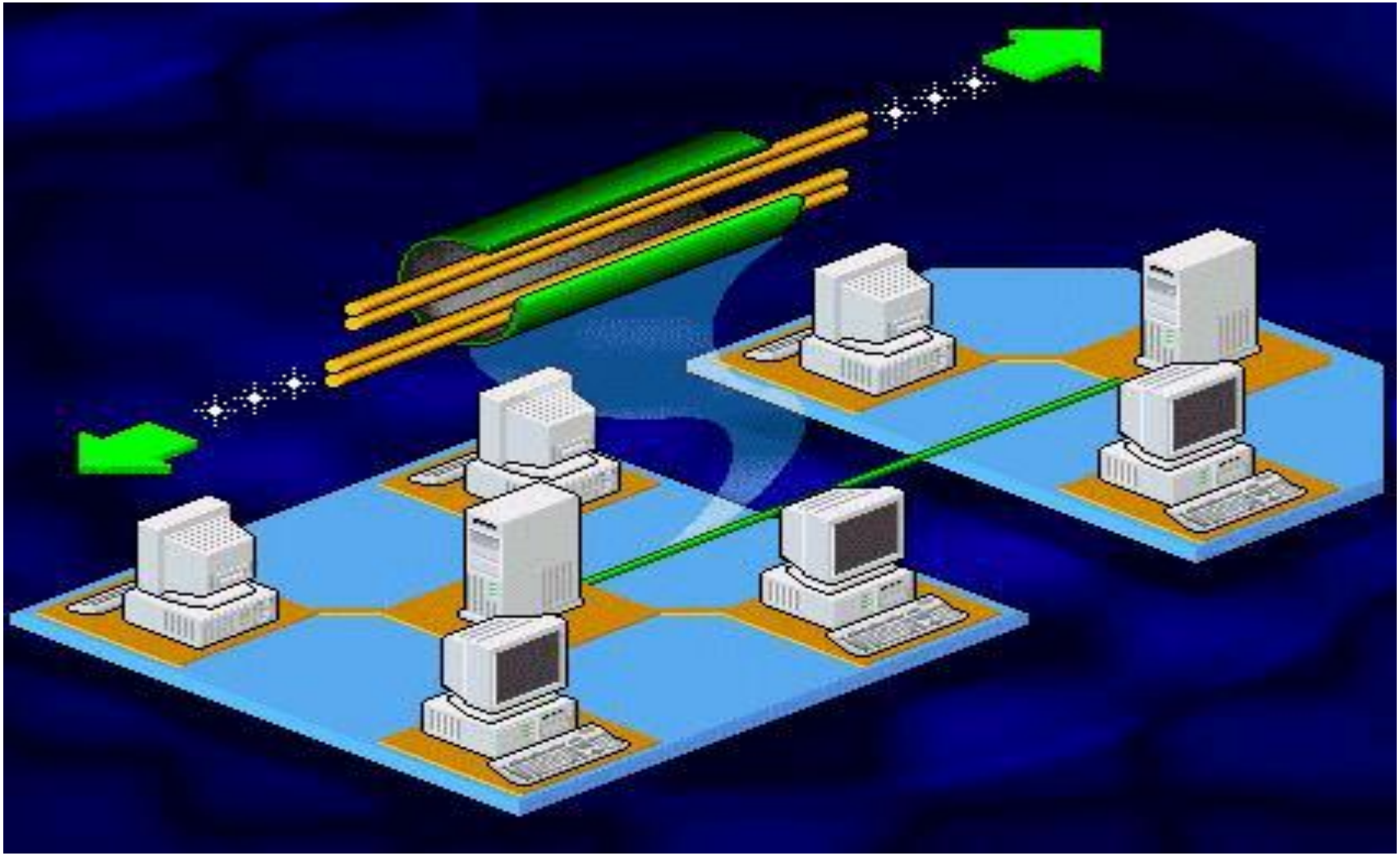
تقنية Multiplexing



ثانيا: الإتصالات الرقمية

- تعتمد الخطوط الرقمية تقنية Point to Point و هي عبارة عن خطوط رقمية يتم استئجارها من شركات الاتصال و تصل بين موقع الشبكة المرسلة و الشبكة المستقبلة و يكون الإرسال في الاتجاهين في نفس الوقت Full duplex
- الإتصالات الرقمية لا تحتاج إلى مودم لتوفير الاتصال و بدلا من ذلك فإن البيانات ترسل من جسر أو موجه من خلال جهاز يسمى وحدة خدمة القناة وحدة خدمة البيانات أو Channel (Service Unit/Data Service Unit (CSU/DSU و مهمة هذا الجهاز تحويل الإشارات الرقمية القياسية للكمبيوتر إلى إشارات رقمية متزامنة Synchronous و ثنائية القطبية Bipolar

الخدمة الرقمية T1



الخدمة الرقمية T1

- الخدمة الرقمية T1 تستخدم زوجين من الأسلاك لتوفير اتصال باتجاهين في نفس الوقت ، فأحد الأزواج مخصص للإرسال و الزوج الآخر للاستقبال، تعتبر خطوط T1 هي الأكثر شيوعا بين الخطوط الرقمية المستخدمة و هي تستطيع نقل الصوت و الفيديو إضافة للبيانات.
- تصل سعة النطاق في خطوط T1 إلى ١,٥٤٤ ميجابت في الثانية و هي مقسمة إلى ٢٤ قناة ظاهرية و كل قناة تستطيع نقل البيانات بسرعة تصل إلى ٦٤ كيلوبت في الثانية

الخدمة الرقمية T3و خدمة Switched 56

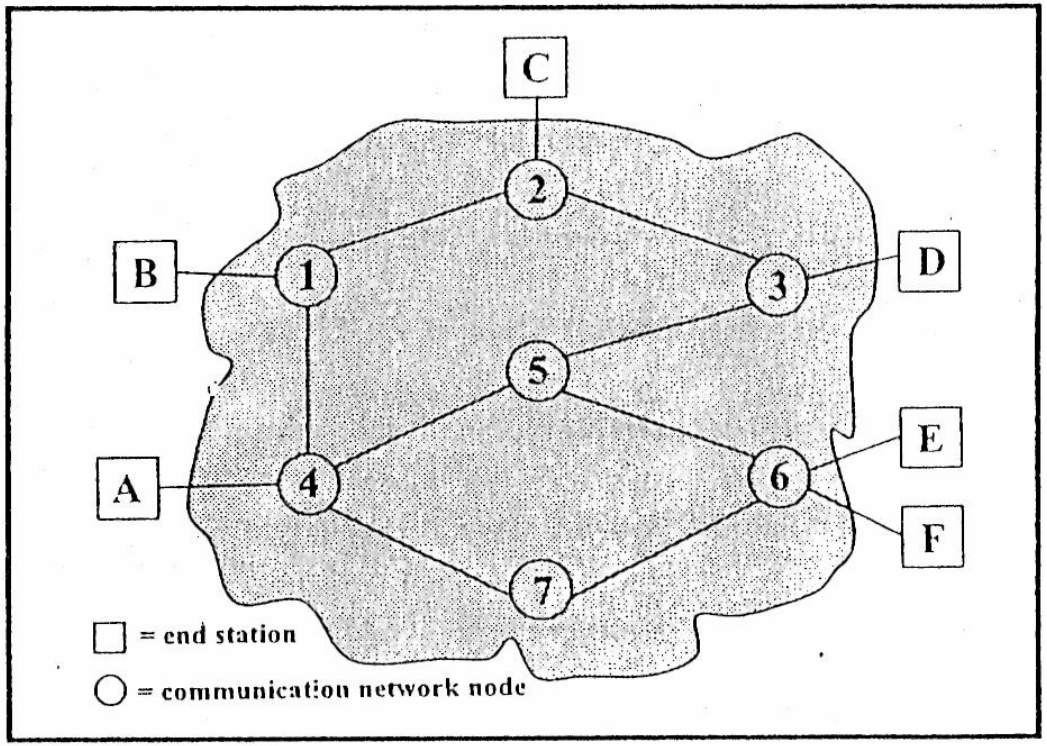
- خدمة T3 فتوفر خطوط رقمية لنقل الصوت والبيانات بسرعة تتراوح بين ٦ و ٤٥ ميجابت في الثانية ، و من الممكن استخدام خط T3 ليحل محل عدة خطوط T1.
- أما خدمة Switched 56 فتوفر سرعة اتصال تصل إلى ٥٦ كيلوبت في الثانية ، و هي أقل تكلفة و تستخدم عند الطلب و لا داعي لاستئجارها ، و كل جهاز يستخدم هذه الخدمة يحتاج إلى جهاز CSU/DSU و الذي يستخدم للاتصال بالمواقع الأخرى لخدمة Switched 56

تقنية Multiplexing

- تستخدم شبكات T1 تقنية Multiplexing لتسمح لمقدمي الخدمة بحمل أكثر من مكالمة عبر سلك واحد.
- تقوم تقنية Multiplexing بجمع عدة إشارات من مصادر مختلفة داخل جهاز يسمى Multiplexer و الذي يقوم بتجميعها معا لتبث خلال سلك واحد و في الطرف المستقبل يتم الأمر بشكل معكوس.
- قبل بث إشارات الكمبيوتر الرقمية على خطوط T1 يجب أن تمر على جهاز Multiplexer أو Mux . تنتقل إشارات الكمبيوتر الرقمية أحادية القطبية Uni polar خلال وصلة RS-232C إلى Multiplexer ليتم تحويلها إلى إشارات ثنائية القطبية Bipolar

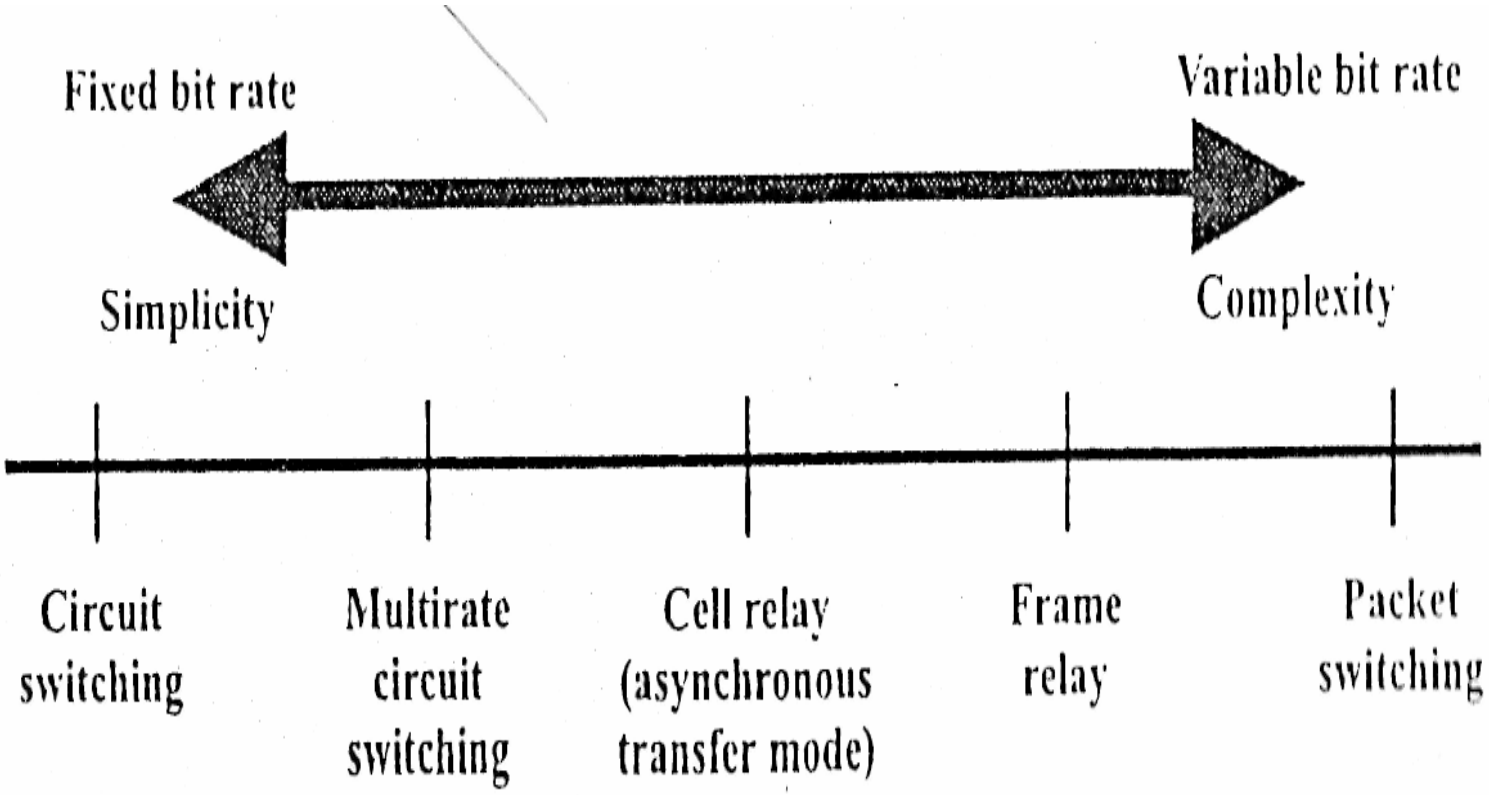
تقنيات شبكات نقل المعطيات

- نحتاج من اجل نقل المعطيات بين الشبكات المحلية إلى استخدام مبدلات switchedتسمى عقد وهذه العقد تربط بين الشبكات المحلية كما تربط ما بين الأجهزة في الشبكة المحلية الواحدة ووظيفة كل عقدة هو إعطاء إمكانية اختيار طريق من عدة طرق لنقل معطيات ما من المصدر إلى الهدف والشكل يوضح شبكة بسيطة فيها أجهزة طرفية end devicesورمزنا لها بالأحرف من AإلىF،وقد تكون هذه الأجهزة حاسبات آو طابعات أو أجهزة اتصال أخرى كالهاتف كما ورمزنا لأجهزة التبديل SWITCHING DEVICESبالأرقام من 1إلى7وهذه الأجهزة تتصل مع بعضها بواسطة خطوط نقل ونلاحظ أن كل محطة (حاسب)تتصل مع عقدة SWITCHحتما إما مجموعة العقد فتسمى شبكة الاتصالات COMMUNICATION NETWORK



الشكل (1-11)

- نستطيع القول إن هناك تقنيتين اساسيتن ومتناقضتين لنقل المعطيات عبر هذه الشبكة وهما تبديل الدارات CIRCUIT SWICHINGوتبديل الطرود PACKET
SWICHINGوتقنيات تمزج بين هذين التقنيتين وتعتبر هي التقنيات الأحدث ونلاحظ من الشكل أن تقنية تبديل الطرود هي الأكثر تعقيدا وتقنية تبديل الدارات هي الأبسط وبين التقنيتين تقع باقي التقنيات


Fixed bit rate
Variable bit rate
Simplicity
Complexity
Circuit switching
Multirate circuit switching
Cell relay (asynchronous transfer mode)
Frame relay
Packet switching

الشكل (2-11)

ثالثا: دوائر التبديل

- ١-تقنية Circuit-Switching.
  ٢-تقنية Message-Switching.
  ٣-تقنية Packet-Switching

تبديل الدارات

- إن إجراء اتصال باستخدام تبديل الدارات يعني أن هناك طريق مخصص dedicatedبين محطتين ،ونقصد بالطريق المخصص بأنه طريق محجوز لهاتين المحطتين طوال فترة اتصالهما مع بعض ولايمكن استخدامه أو استخدام أي جزء منهن قبل أي محطة أخرى وهذا الطريق هو عبارة عن خطوط نقل متصلة مع بعضها بواسطة عقد ويمكنان نقول إن أفضل مثال على شبكة تستخدم تقنية تبديل الدارات هي شبكة الهاتف.إن الاتصال بواسطة تبديل الدارات يتضمن ثلاث أطوار.

إنشاء الدارة circuit establishment

- قبل أن يتم نقل أي معطيات بين محطتين يجب أولا إنشاء الدارة فمثلا إذا أرادت المحطة Aالاتصال مع المحطة Eفإنها تطلب من العقدة 4 إجراء العمليات اللازمة حيث تقوم العقدة 4بطلب الاتصال إما مع العقدة 5 أو مع العقدة 7 حسب شروط مسبقة كالكلفة مثلا وبفرض انه تم اختيار العقدة 5فان الأخيرة تطلب الاتصال مع العقدة 6 وهكذا تخبر العقدة 6المحطة E بأنها المطلوبة لإجراء الاتصال .فإما أن يتم الاتصال مباشرة أو بعد قليل لان المحطة Eمشغولة الآن وهكذا يتم تهيئة الدارة لعملية الاتصال

Data transfer نقل المعطيات

- تستطيع المحطة Aإرسال المعطيات إلى المحطة E أو بالعكس ويمكن أن تكون هذه المعطيات رقمية أو تمثيلية وإما الاتصال فيكون عادة ثنائي الاتجاه FULL DUBLEXأي أن المعطيات يمكن أن تنقل في كلا الاتجاهين.

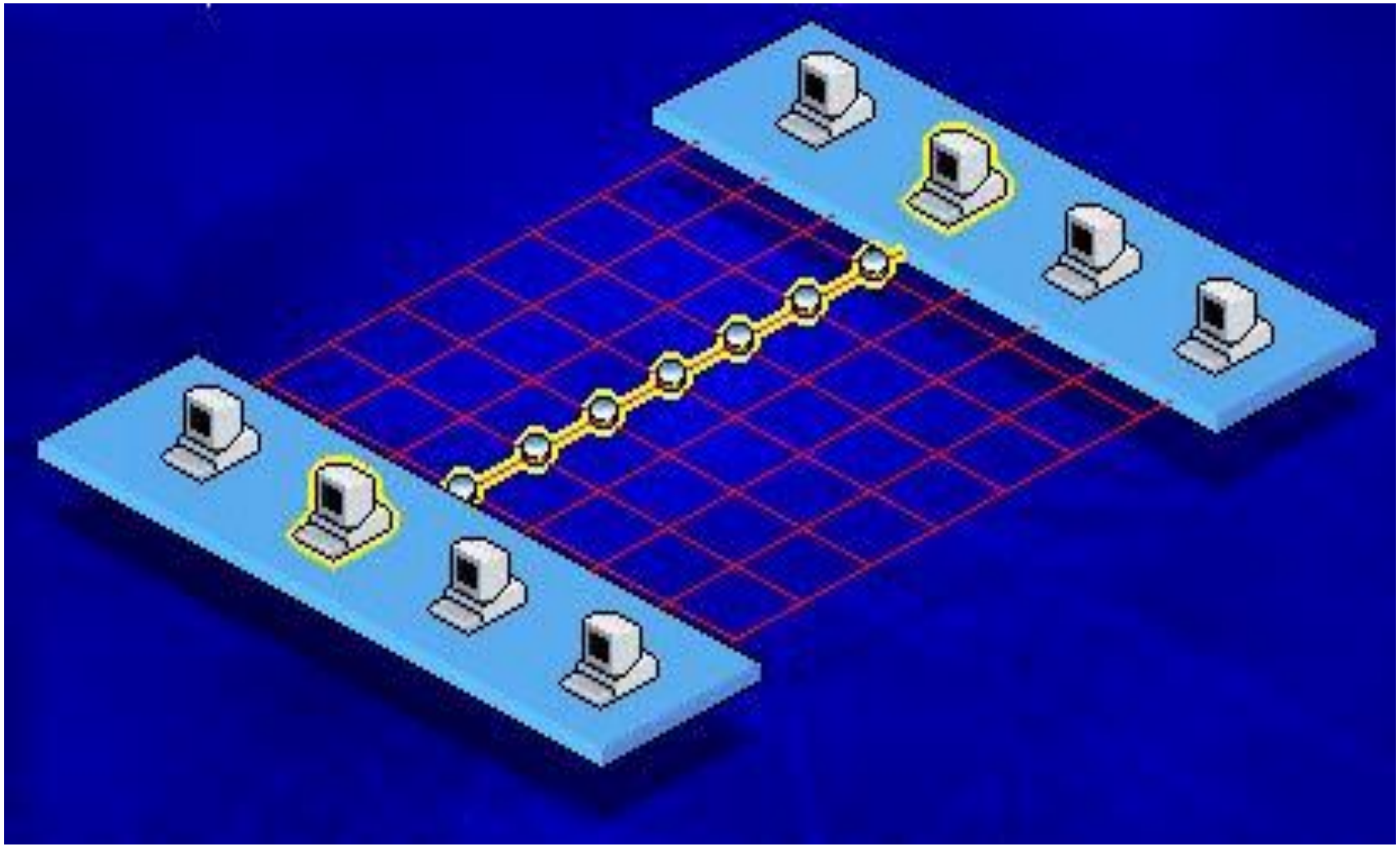
فصل الدارة circuit disconnect

- بعد فترة زمنية معينة يتم فيها نقل المعطيات يتم إنهاء الاتصال من قبل أي محطة من المحطتين حيث تنتشر إشارة الإنهاء عبر العقد 4,5,6لإعلامها بإنهاء الاتصال.إن تقنية الدارات قد تكون في بعض الأحيان غير فعالة لان الطريق المخصص للمحطتين لا يمكن أن يخدم أي محطة أخرى حتى ولو كانت فترات ينقطع فيها تدفق المعلومات بين المحطتين ،وكمثال يمكن أن يتم الاتصال بين طابعة وحاسب وفي هذه الحالة يكون معدل نقل المعلومات ضعيف جدا بسبب بطء الطابعة كما أن هناك زمن تأخير قبل البدء بعملية نقل المعلومات وهو زمن إنشاء الدارة وعلى كل حال فان المعطيات في هذه التقنية تنتقل بمعدل ثابت ولن تتعرض هذه المعطيات لتأخير عبر الطريق إلا التأخير الناتج عن الزمن اللازم لانتشار الإشارات عبر خط النقل.

Circuit-Switching

- شبيهة بشبكة الهاتف ، فعندما تجري اتصالا هاتفيا فإن الشبكة تخصص قناة خاصة للمكالمة تستخدم حصرا من قبلك.
- عند استخدام Circuit-Switching لنقل البيانات فإن على كلي الجهازين المرسل و المستقبل أن يكونا متفرغين لنقل البيانات بينهما فقط، ثم يتم إنشاء تتابع مؤقت من الدوائر من نقطة إلى أخرى بين الجهازين و يتم الربط بين هذه الدوائر معا باستخدام مفاتيح تبديل، ويتم تحقيق الاتصال فور الانتهاء من فترة صغيرة للإعداد، و تكون سرعة النقل بين الجهازين ثابتة

Circuit-Switching



ميزات Circuit-Switching

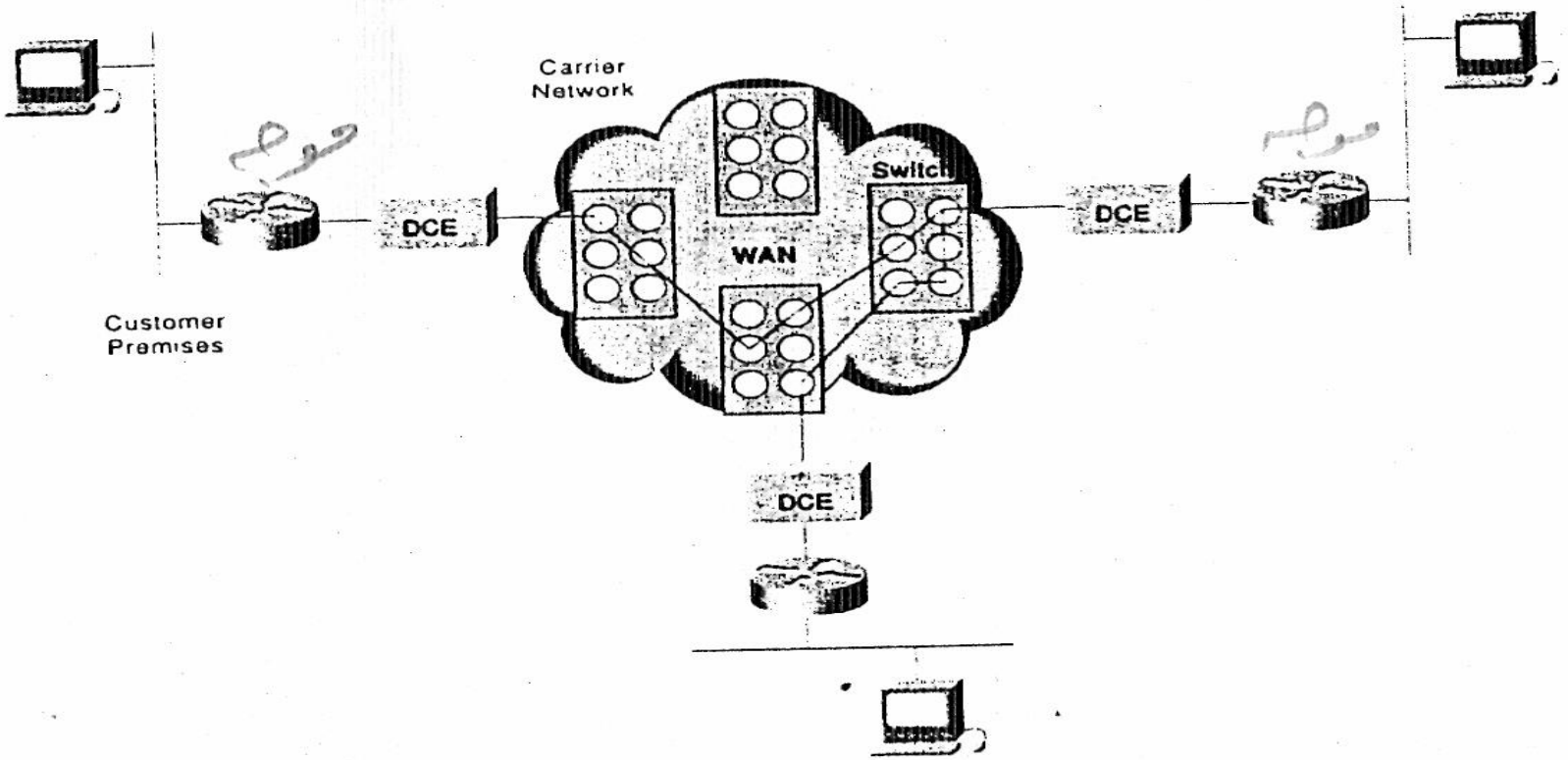
- ١- التغريم العكسي Reverse Charging أو تحويل قيمة المكالمة على الطرف الآخر.
- ٢- تحويل المكالمة Call Redirect.
- ٣- مكالمات واردة فقط Incoming Calls only.
- ٤- مكالمات صادرة فقط Outgoing Calls Only.
- ٥- إغلاق مجموعات المستخدمين عند الطلب .
- ٦- اتصال عند التفرغ Connect when free.

عيوب Circuit-Switching

- ١- مع زيادة حركة المرور عبر الشبكة فإن معدلات نقل البيانات تصبح منخفضة أي تقل سرعة نقل البيانات.
- ٢- إذا كان الكمبيوتر المستقبل مشغولا أو كانت دوائر التبديل مزدحمة فإن على الكمبيوتر المرسل الانتظار ربما طويلا إلى أن يفرغ الكمبيوتر المستقبل أو دوائر التبديل.
- ٣- و يعتبر العيب الأساسي هو أن هذا النظام يخصص قناة للاتصال بين الجهازين بغض النظر عن كمية البيانات التي يتم إرسالها عبر القناة مما يعني سوء استخدام لسعة النطاق فقد يتم الاتصال بين الجهازين و لكن دون إرسال أي بيانات بينهما.
- ٤- على الجهازين المرسل و المستقبل استخدام نفس البروتوكولات لتحقيق الاتصال بينهما.

مثال على تقنية تبديل الدارات

- وتعتبر الشبكة ISDN) integrated services digital network(أحد ابرز واهم الأمثلة على استخدام تقنية التبديل بالدارات للوصل بين الحواسيب .كذلك فان الاتصال باستخدام التبديل بالدارات يتكيف مع نوعي طرق نقل المعطيات نقل المعطيات بعد تقسيمها إلى رزم ونقل المعطيات وكأنها سيل دائم ومتسلسل الشكل التالي يعطي مثالا يبين فيه تقنية التبديل بالدارات



الشكل (59 – 1)

نظام Message-Switching

- في نظام Message-Switching ، فإنه ليس من الضرورة على الجهاز المرسل و المستقبل أن يكونا متصلين في نفس الوقت و بدلا من ذلك فإن الرسائل تنتقل بينهما في الوقت المناسب لكليهما ، كما أنه ليست هناك حاجة لتخصيص قناة اتصال بين الجهازين.
- لكي نفهم طريقة عمل هذا النظام لنفترض أنك ترسل رسالة ما إلى الكلية ، يتم بداية إرسال الرسالة كوحدة كاملة من جهازك إلي أقرب نقطة مفتاح تبديل ، يقوم مفتاح التبديل بقراءة عنوان المستقبل في الرسالة و من ثم يقوم بتوجيه الرسالة عبر الشبكة إلى نقطة التبديل التالية فإذا كان المسار إلى النقطة التالية مشغولا فإن الرسالة يتم تخزينها في الذاكرة إلى أن يفرغ المسار و يتمكن من إرسال الرسالة و يطلق على هذه العملية Store-and-Forward Message-Switching، و باستخدام هذا النظام فإنه عند حدوث أي مشكلة أثناء إرسال الرسالة فإنه ليس على الكمبيوتر المرسل إعادة إرسال الرسالة ، فكل نقطة تبديل تمر بها الرسالة يتم الاحتفاظ فيها بنسخة من الرسالة بحيث إن حصلت أي مشكلة فإن أقرب نقطة لموقع حصول المشكلة تقوم بإعادة إرسال الرسالة إلى النقطة التالية.
- يضمن هذا النظام استخداما أمثل لسعة النطاق و يعتبر مناسبا في الشبكات التي تستخدم تطبيقات لا تحتاج إلى اتصال مباشر أو تسليم فوري للبيانات.

عيوب ومزايا Message-Switching

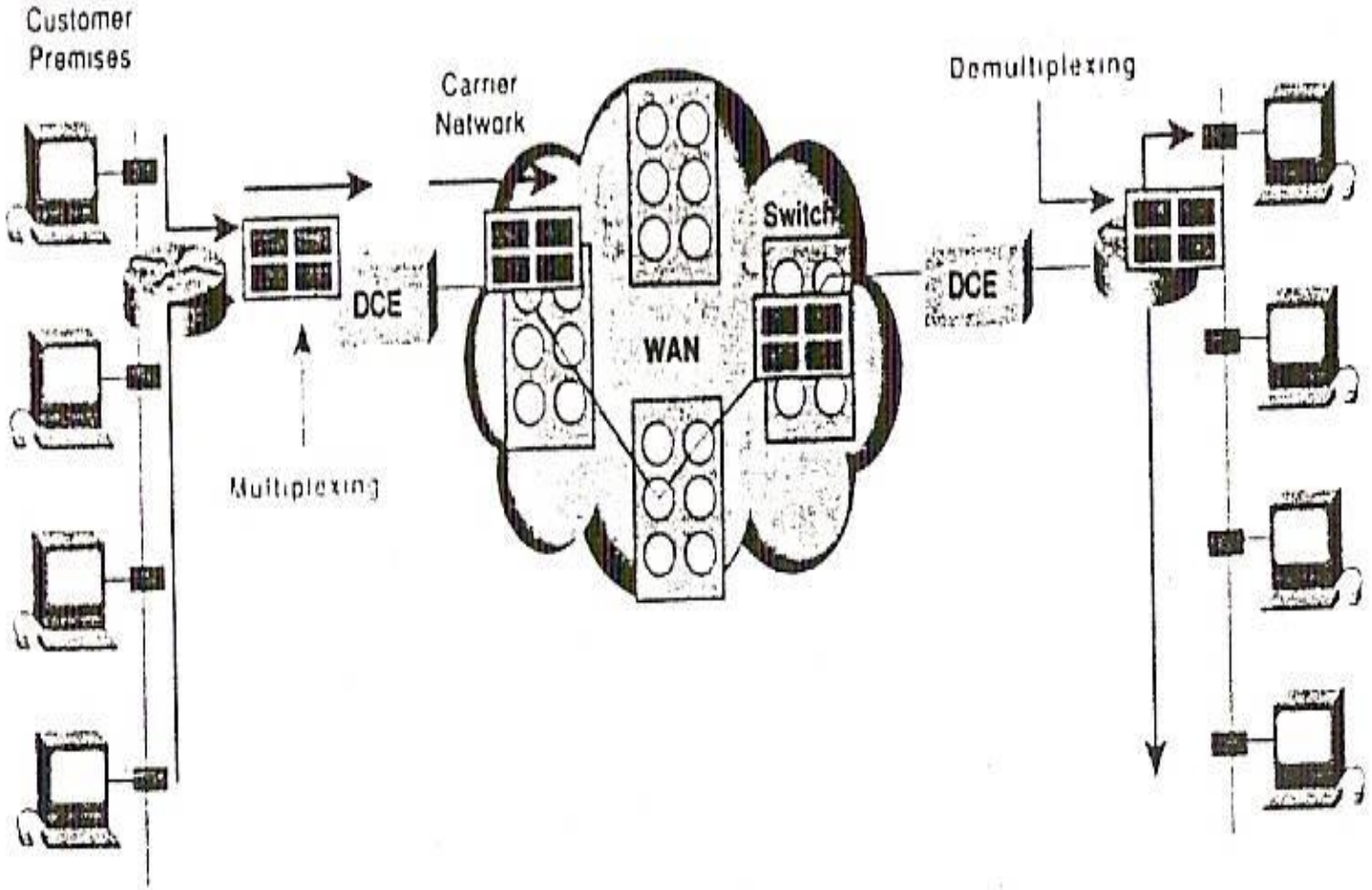
- أما عيب هذا النظام فيتمثل في أن المستخدم ليس له أي تحكم في موعد تسليم الرسالة.
- عملية الإرسال في هذا النظام لا تمر بفترة إعداد و لكن هناك وقت أدنى لنقل الرسالة عبر الشبكة و يعتمد هذا الوقت على سرعة الوصلات بين نقاط التبديل و على الوقت الذي يمر عند كل نقطة و الذي يتم خلاله قراءة الرسالة من و إلى الذاكرة قبل نقل الرسالة إلى النقطة التالية.
- و من مميزات هذا النظام أنه في حالة أن توفر أكثر من مسار بين نقطتين و كان أحد هذين المسارين مشغولا فإنه من الممكن توجيه الرسالة عبر المسار الآخر، كما من الممكن إعطاء درجة لأهمية و أولوية الرسالة لكي يتم إرسالها قبل رسالة أخرى أقل أهمية و أولوية.

Packet-Switching

- يعتبر أسرع بكثير من النظامين السابقين، و في هذا النظام لا ترسل الرسالة كوحدة متكاملة بل يتم تقسيمها إلى حزم صغيرة و إرسالها و يقوم الجهاز المستقبل بإعادة تجميعها لتكوين الرسالة الأصلية ، و يضاف إلى كل حزمة عنوان المرسل و المستقبل و معلومات تحكم.
- يطلق على مفاتيح التبديل في هذا النظام اسم معدات اتصال البيانات Data Communication Equipment(DCE) ، و حيث أن حزم البيانات يتم إرسالها بشكل منفصل فإن كل حزمة قد تسلك مسارا مختلفا قبل أن تصل إلى وجهتها و بالتالي قد تصل بعض الحزم قبل حزم أخرى أرسلت قبلها ، و لكن الجهاز المستقبل يقوم بإعادة ترتيبها وفقا لمعلومات التحكم التي تحملها هذه الحزم و ذلك باستخدام برامج خاص

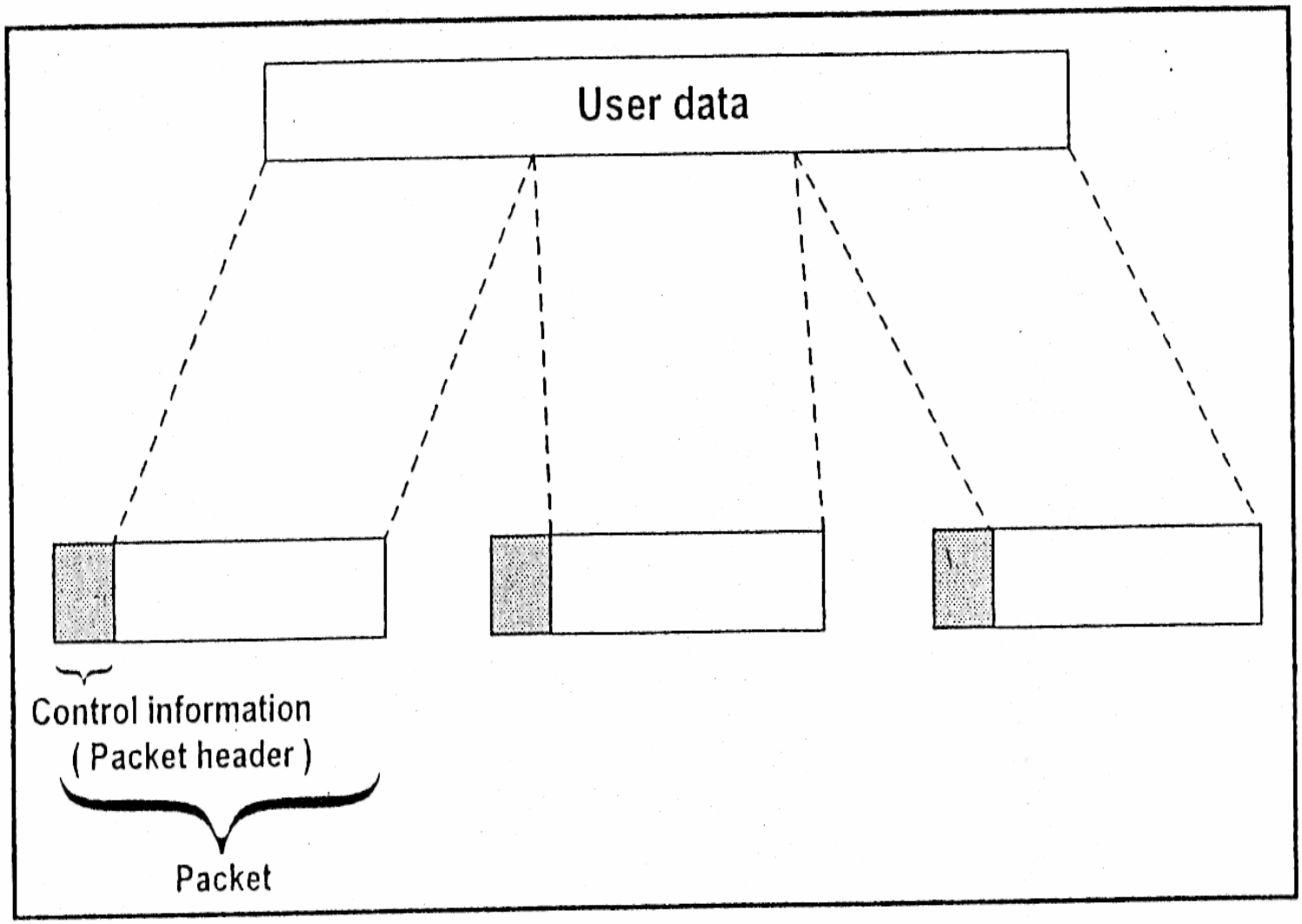
التبديل الطرودي packet switching

- تقنية التبديل الطرودي فيها مجموعة أجهزة الشبكة تتشارك في استخدام خط ربط نقطة بنقطة وحيدة single point to point linkفتنتقل الطرود إلى أهدافها عبر الشبكة العامة ويوجد ناخب يتولى قيادة خط الربط نقطة بنقطة لتتمكن الأجهزة كلها بالمشاركة في استخدامه يقوم الناخب يتلقي أكثر من طرد من أكثر من جهة مرسلة ويرسلها على ذات خط الربط.


Customer
Premises
Carrier
Network
Demultiplexing
DCE
WAN
Switch
DCE
Multiplexing

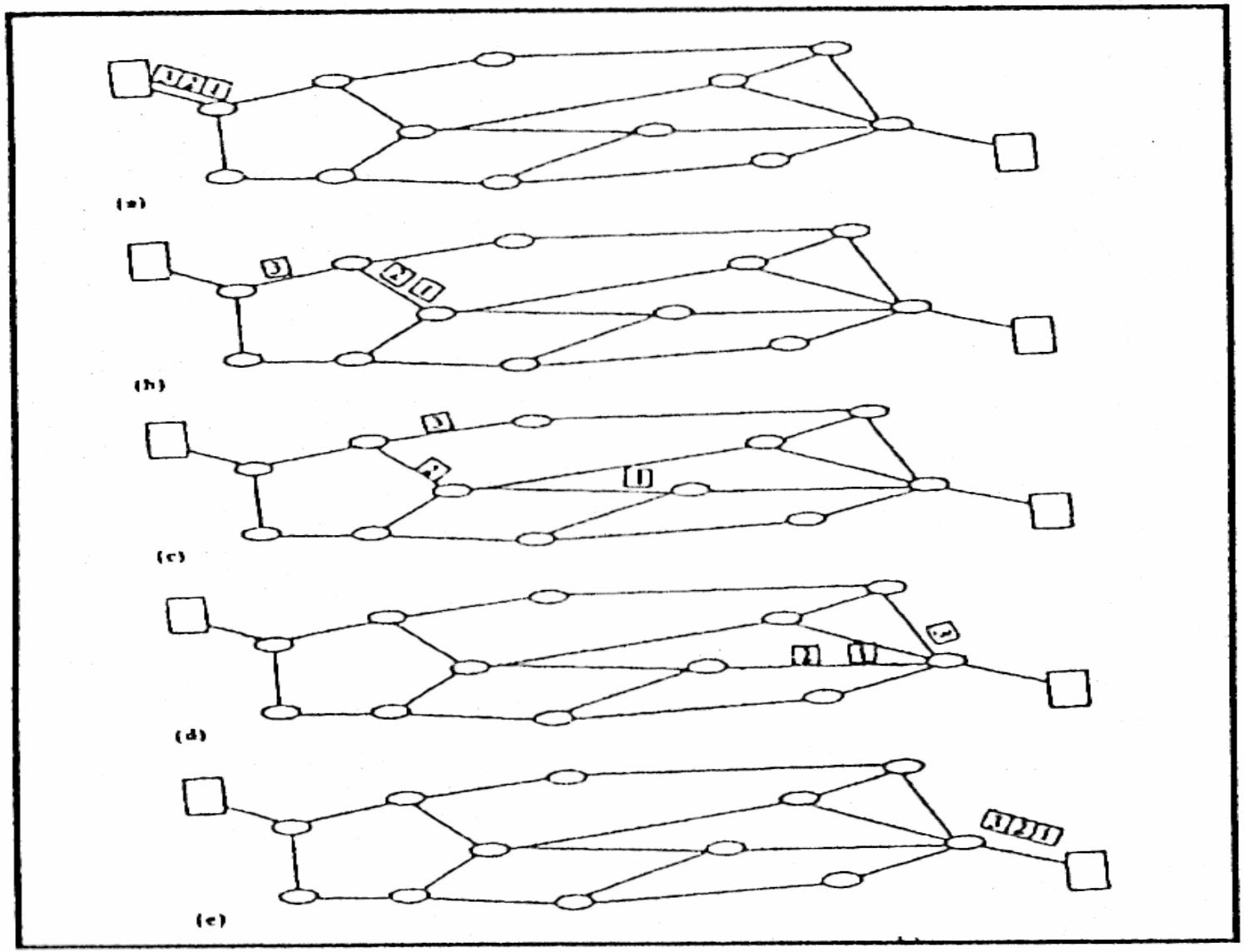
الشكل (60 -1)

- تقنية تبديل الطرود تعتمد على إرسال المعطيات على شكل بلوكات ويدعى البلوك الواحد بالطرد packetويكون لكل طرد طول معين وبشكل نموذجي يكون الطول بحدود 1000بايت (أي ثمانية octet) فإذا كان لدى المرسل رسالة أطول من الطرد يتم تقسيمها إلى طرود ،انظر الشكل (3-11) حيث يحوي كل طرد على منطقة يوضع فيها جزء من المعطيات التي تريد المحطة إرسالها كما ويحوي الطرد على رأس (header) والذي يتألف من معلومات تحكم تساعد في عملية توجيه الطرد من المرسل إلى المستقبل وعبر العقد.



الشكل (3-11)

- يوضح الشكل التالي العملية الأساسية حيث يقوم حاسب أو طرفية ما بإرسال رسالة كسلسلة من الطرود (شكل a)وكل طرد من الطرود يتضمن معلومات تحكم تشير إلى المحطة الهدف حيث يرسل كل طرد إلى العقدة المتصلة مع الحاسب المرسل وعندما يصل كل طرد إلى العقدة يخزن بشكل مؤقت ثم يتم إرساله إلى العقدة التالية (الشكل b) عندما يتوفر خط النقل .



الشكل (4-11)

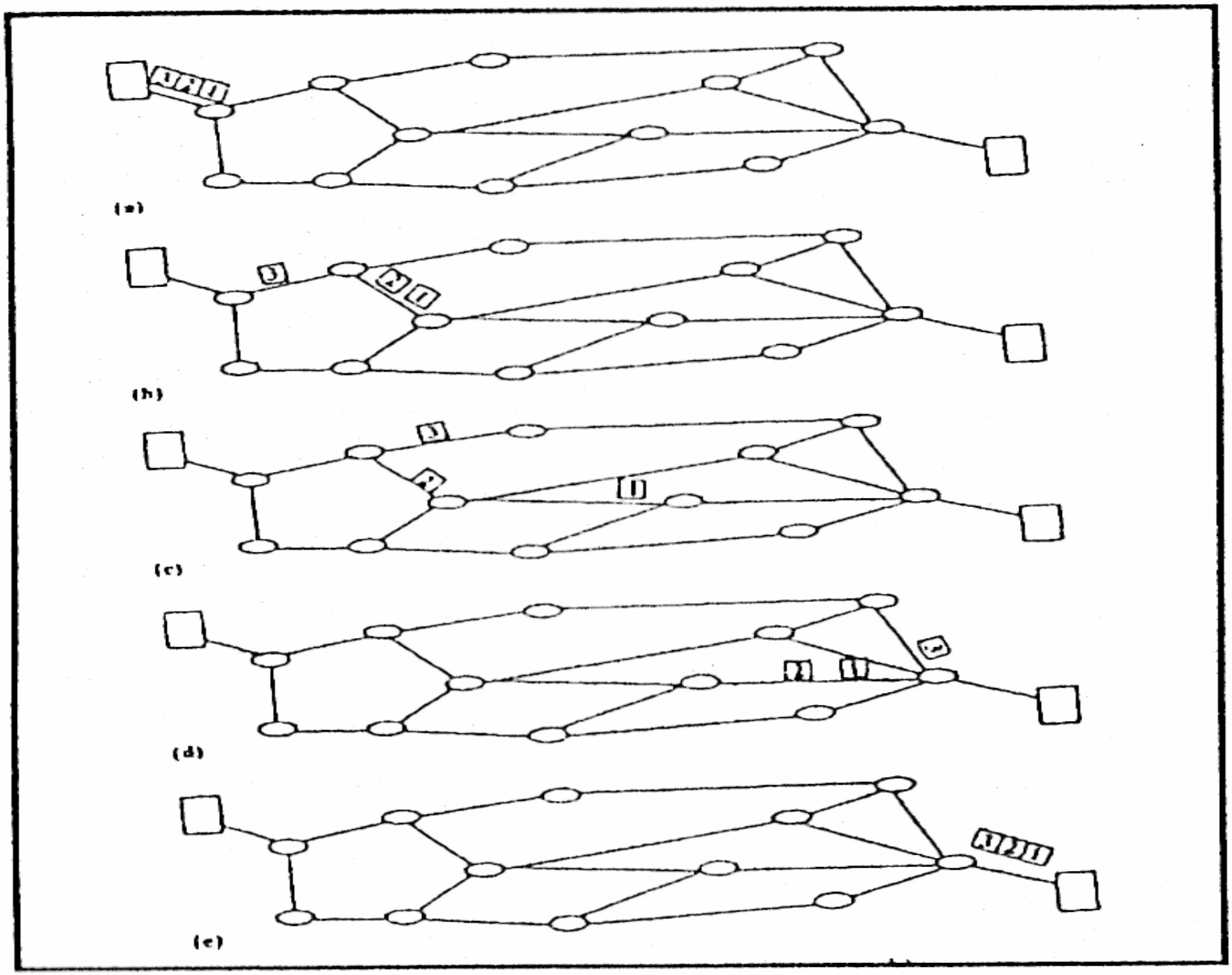
- إن استخدام شبكة تبديل الطرود يلائم تبادل المعطيات بين محطتين لهما سرعة نقل معلومات مختلفة لان كل محطة تقوم بنقل المعلومات بالسرعة التي تستطيع.
- في حال حدوث ازدحام للمعطيات في شبكة تبديل الدارات فان ذلك يؤدي إلى رفض بعض الطلبات لمحطات تطلب اتصال جديد أي إن الشبكة ترفض قبول طلبات اتصال لمحطات تطلب اتصال جديد أي إن الشبكة ترفض قبول طلبات اتصال جديدة حتى يخف الحمل (الازدحام) عن الشبكة وأما في شبكة تبديل الطرود فان الطرود يتم قبولها على أية حال ولكن زمن التأخير اللازم لنقل الطرد يزداد في حالة الازدحام.

أفضليات الطرود

- يمكن في هذه التقنية استخدام بعض الافضليات حيث أن بعض الطرود يمكن أن تميز ليكون لها أفضلية على طرود أخرى وهكذا إذا كان لدى عقدة ما عدة طرود في رتل وكل لها أفضلية على طرود أخرى وكل الطرود تطلب الإرسال فان الطرود ذات الأفضلية العليا يتم إرسالها أولا والآن لنقم بدراسة العمليات اللازمة لنقل رسالة عبر شبكة تبديل الطرود باعتبار أن محطة ما تريد إرسال رسالة هي عبارة عن ثلاثة طرود والسؤال هو كيف ستعالج الشبكة هذا التدفق من الطرود ؟هناك طريقتان أساسيتان تستخدمان في الشبكات الحديثة وهما :

طريقة البرقيات

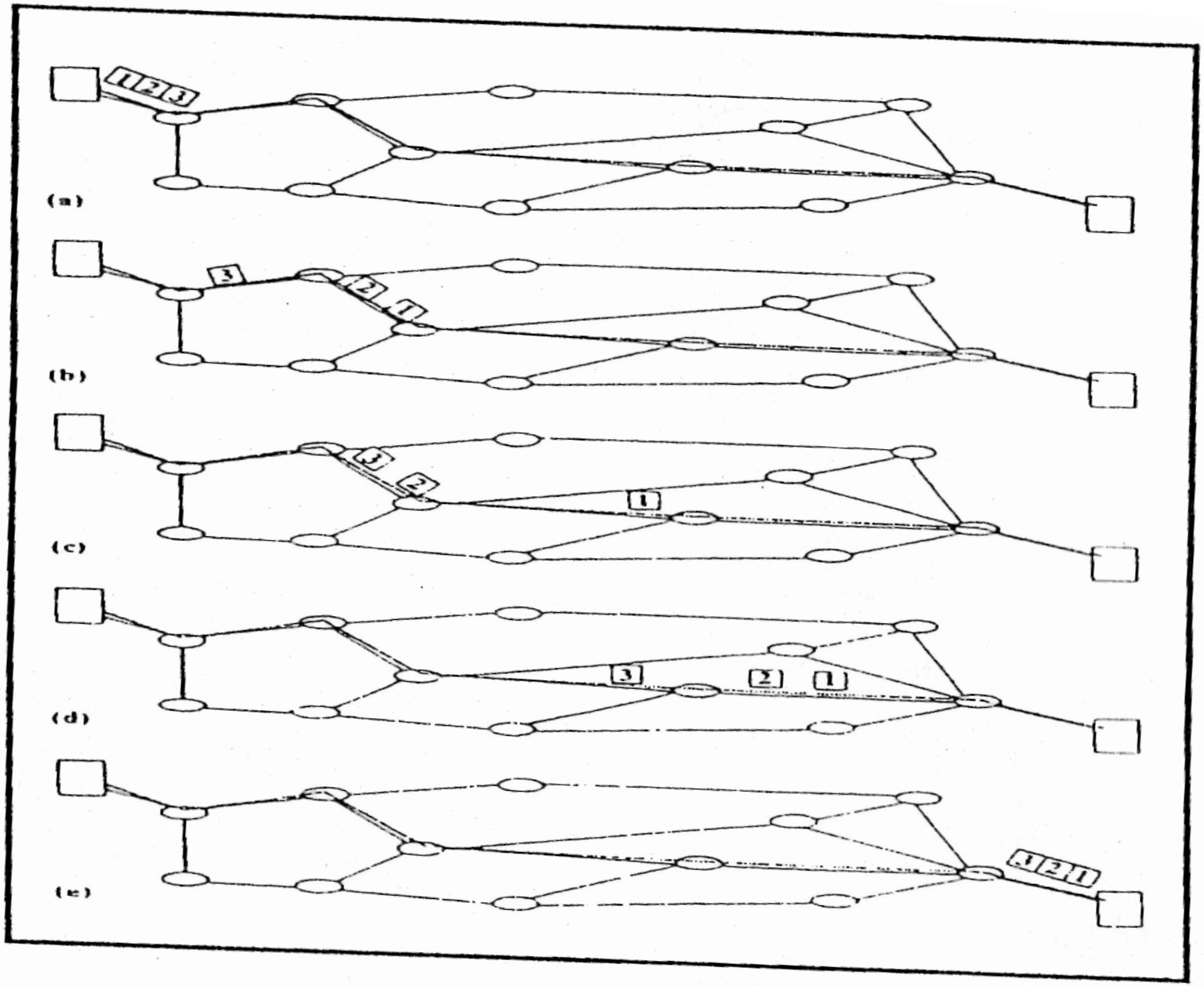
- في هذه الطريقة يعامل كل طرد من الطرود بشكل مستقل وليس له علاقة بأي طرد تم إرساله قبله أو سوف يرسل بعده . كل عقدة عندما يصلها طرد فإنها تختار له الطريق المناسب ليتم تمريره إلى العقدة التالية وذلك بعد أن تأخذ العقدة المرسلة في الحسبان المعلومات المستقبلة من العقد المجاورة حول الازدحام في الطرق المؤدية من العقدة المرسلة ولباقي العقد وهكذا فان الطرود المتوجهة إلى محطة معينة قد تسلك طرق مختلفة للوصول إلى هدفها وليس بالضرورة أن تتبع بعضها كما وقد تصل الطرود إلى الهدف بتسلسل غير التسلسل الذي أرسلت به.وفي مثالنا هذا فان العقدة الأخيرة والتي تتصل مع المحطة الهدف تقوم بإعادة ترتيب الطرود حسب التسلسل الصحيح .وفي بعض شبكات الdatagram قد تكون عملية إعادة ترتيب الطرود من مهام المحطة المستقبلة وليس العقدة المتصلة مع المحطة. وعملية كشف ضياع طرد ما وتامين طريقة لاستعادته هي مهمة من مهام المحطة الهدف أو العقدة التي تتصل معها المحطة الهدف.
-



الشكل (4-11)

طريقة الدارات الوهمية virtual circuits

- في طريقة الدارات الوهمية يتم إنشاء طريق بين المحطتين بشكل مسبق وقبل إرسال أي طرد .وهذا الطريق ليس طريق فيزيائي مخصص كما هو الحال في تقنية تبديل الدارات وإنما طريق منطقي يختلف عن الطريق الفيزيائي بأنه غير مخصص فقط لمحطتين وإنما يمكن استخدام أي جزء منه وبأي وقت من اجل اتصال محطة ما بمحطة أخرى وكما هو موضح في الشكل التالي ما إن يتم إنشاء الاتصال بين جهازين حتى تبدأ الطرود بالتدفق ضمن هذا الخط أي أن جميع الطرود تسلك نفس الطريق من المصدر إلى الهدف وهذه ميزة مشابهة لتقنية تبديل الدارات.



الشكل (5- 11)

معرف الاتصال communication identifier

- وبما أن الخط الفيزيائي الواحد يمكن أن يتضمن عدة طرق أو خطوط منطقية فيجب تمييز كل طرد برقم من اجل معرفة الطريق المنطقي التابع له هذا الطرد حيث يسمى هذا الرقم بمعرف الاتصال communication identifierوبكلام آخر يمكن القول انه من اجل تبادل المعطيات بين جهازين يتم إنشاء طريق بين جهازين حيث يستعمل هذا الطريق لنقل الطرود بين الجهازين وإذا ما أراد جهازين آخرين ثالث ورابع تبادل المعطيات ، يتم إنشاء طريق بين هذين الجهازين لنقل الطرود حيث يمكن أن يكون جزء من الطريق الثاني عبارة عن جزء من الطريق الأول وبما أن هذا الجزء من الطريق يقوم بنقل نوعين من الطرود نوع تابع للجهازين الأول والثاني ونوع تابع للجهازين الثالث والرابع فيجب تمييز هذين النوعين بمعرف الاتصال الذي تختلف قيمته في النوع الأول عن النوع الثاني وهكذا عندما يريد الطرد الخروج من الطريق المشترك يتم توجيهه إلى الوجهة الصحيحة بالاعتماد على المعرف المذكور.
- وهكذا يمكن أن نقول أن عملية التوجيه للطرود تتم عن طريق معرف الاتصال وليس باستخدام عنوان الهدف والتوجيه عن طريق معرف الاتصال يعتبر ابسط واقل تعقيدا من التوجيه عن طريق عنوان الهدف لأنه يعتمد فقط على رقم وليس على عنوان وكل عقدة لا تكون بحاجة لاتخاذ قرار من اجل توجيه كل طرد وإنما يتم اتخاذ هذا القرار مرة واحدة من اجل الطرد الأول فقط وتقوم باقي الطرود بسلوك الطريق نفسه الذي سلكه الطرد الأول وهذا يوفر من الوقت اللازم لنقل الطرود

ميزات طريقة الدارات الوهمية

- التسلسل sequencingوتعني المحافظة على تسلسل الطرود أثناء النقل وهذا موضح بالشكل السابق حيث تتوفر ميزة التسلسل بسبب سلوك كل الطرود نفس الطريق المنطقي وهكذا تصل بنفس الترتيب الأصلي .
- التحكم بالأخطاء error controlوتعني التأكد من وصول الطرود بشكل سليم إلى كل عقدة مثلا في الشكل السابق إذا وصل طرد غير سليم إلى عقدة ما فان هذه العقدة تطلب إعادة إرسال هذا الطرد من العقدة السابقة .
- التحكم بالتدفق flow controlوهي تقنية للتأكد من أن المرسل لن يغرق المستقبل بالمعطيات ويمكن للمستقبل أن يخبر المرسل بان الذاكرة عنده قد امتلأت بالمعطيات ليتوقف المرسل عن إرسال معطيات إضافية لهذا المستقبل.
-

ميزات Packet-Switching

- ١- أنه ليس على الجهازين المرسل و المستقبل استخدام نفس السرعة و البروتوكولات ليتصلا معا.
- ٢- بما أن حجم الحزم صغير فعند حدوث مشكلة ما فإن إعادة إرسال الحزمة أسهل بكثير من إعادة إرسال رسالة بأكملها.
- ٣- الحزم تشغل المسارات أو نقاط التبديل لفترة زمنية قصيرة نظرا لصغر حجم هذه الحزم.

الأمور التي يجب الاتفاق عليها قبل الإرسال

- ١- الحجم الأقصى للرسالة التي يتم تقسيمها إلى حزم.
- ٢- المسار الذي ستسلكه حزم البيانات.
- ٣- معلومات التحكم بتدفق البيانات و معالجة الأخطاء.

البروتوكول المستخدم عبر شبكات Packet-Switching

- يعتبر X.25 هو البروتوكول أو المعيار الذي يقتن تدفق البيانات عبر شبكات Packet-Switching و هو يمثل الواجهة بين (Data Communication Equipment (DCE)) و التي سبق أن ذكرنا أنها تمثل مفاتيح التبديل ، و بين (Data Terminal Equipment (DTE) و التي تمثل أجهزة كمبيوتر متوافقة مع بروتوكول X.25 و قد تكون عبارة عن موجه أو بوابة.

مكونات حزمة بروتوكولات X.25

- ١- الطبقة أو الواجهة المادية (Physical Layer Physical Interface).
- ٢- طبقة وصلة البيانات Data-Link Layer و تسمى أيضا Link Control أو Link Access Protocol.
- ٣- طبقة الشبكة Network Layer و تسمى أيضا Packet Level Protocol

١ـ الطبقة أو الواجهة المادية

Physical Layer Physical Interface.

- توفر الطبقة الأولى سيلا من البتات المتسلسلة مع توفير اتصال مزدوج الاتجاه Full Duplex و هذه الطبقة تتعامل مباشرة مع وسط الإرسال و هي تتحكم بنقل البيانات إلى وسط الإرسال.

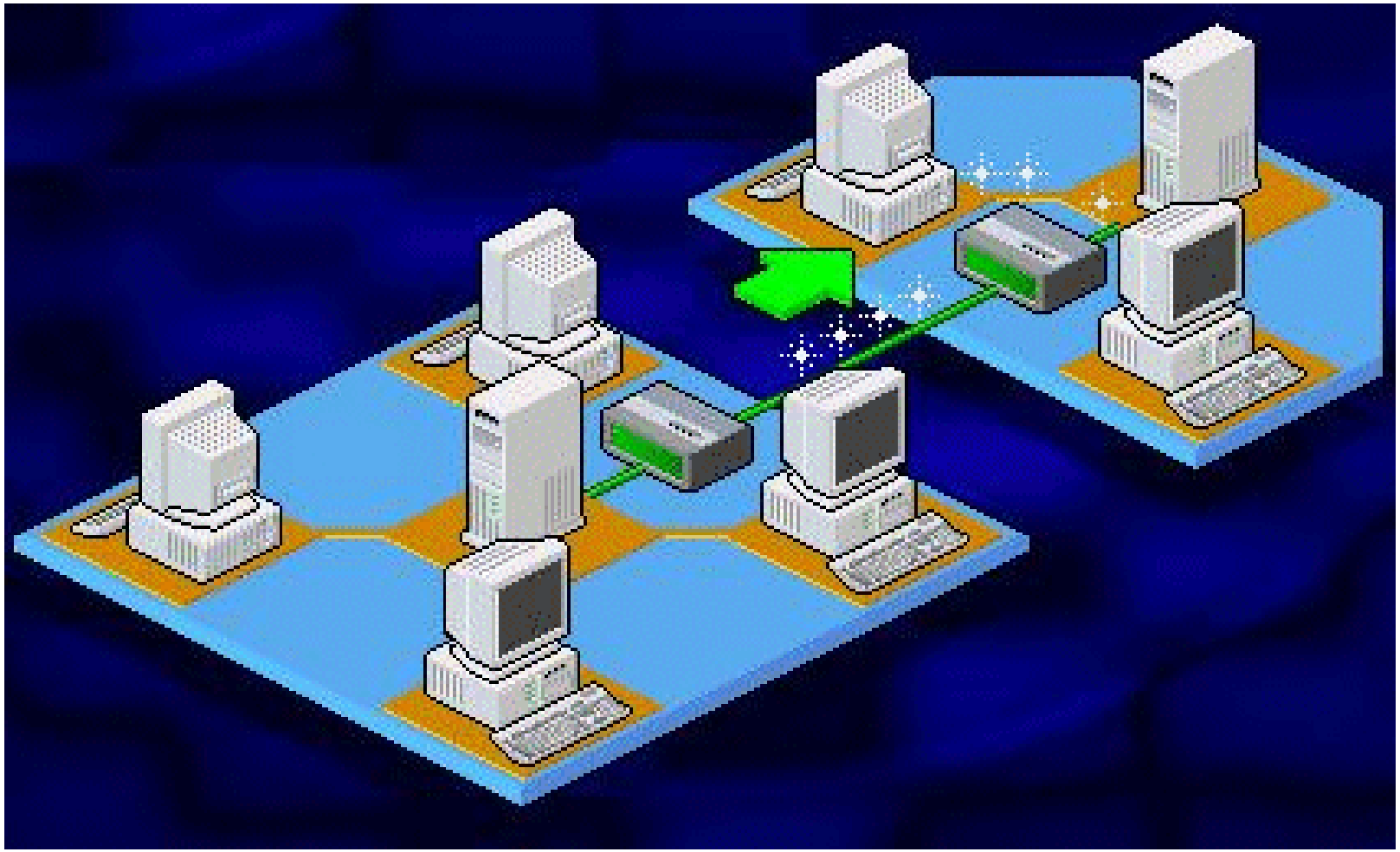
طبقة وصلة البيانات Data-Link Layer و تسمى أيضا Link Control أو Link Access Protocol.

- هي المسئولة عن ما يلي:
- ١- توفير التزامن في البيانات المرسلة.
- ٢- التأكد من خلو إطارات (تكون البيانات على شكل حزم في طبقة الشبكة ثم تتحول إلى إطارات في هذه الطبقة) البيانات المرسلة بين DTE و DCE من الأخطاء.
- ٣- التحكم بتدفق الإطارات بين DTE و DCE

طبقة الشبكة Network Layer و تسمى أيضا Packet Level Protocol.

- هي مسئولة عما يلي:
- ١- إعداد الدوائر الظاهرية بين الأجهزة المتصلة.
- ٢- تقسيم البيانات إلى حزم.
- ٣- عنونة و توجيه البيانات بين الأجهزة عبر الشبكة.
- ٤- معالجة الأخطاء في الإرسال.
- ٥- القيام بمهمة تقسيم قناة واحدة إلى عدة قنوات منطقية و هذا ما يطلق عليه Multiplexing.
-
-

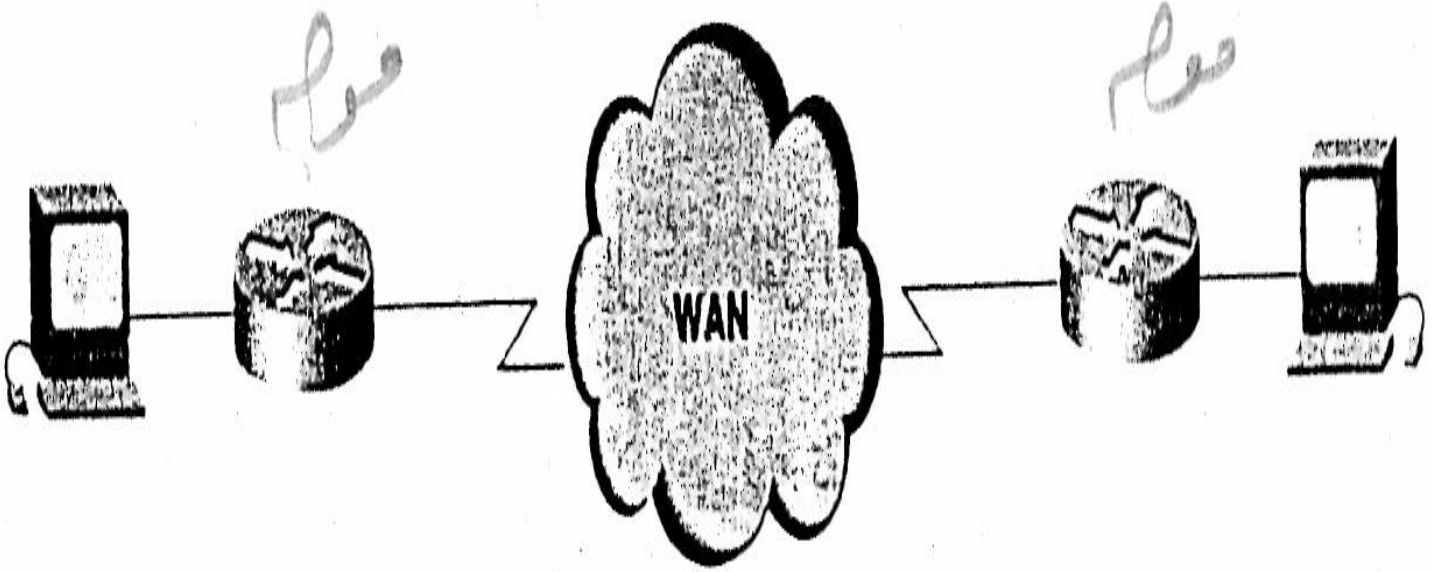
تقنية Multiplexing



خطوط ربط أو وصل نقطة بنقطة

POINT TO POINT LINK

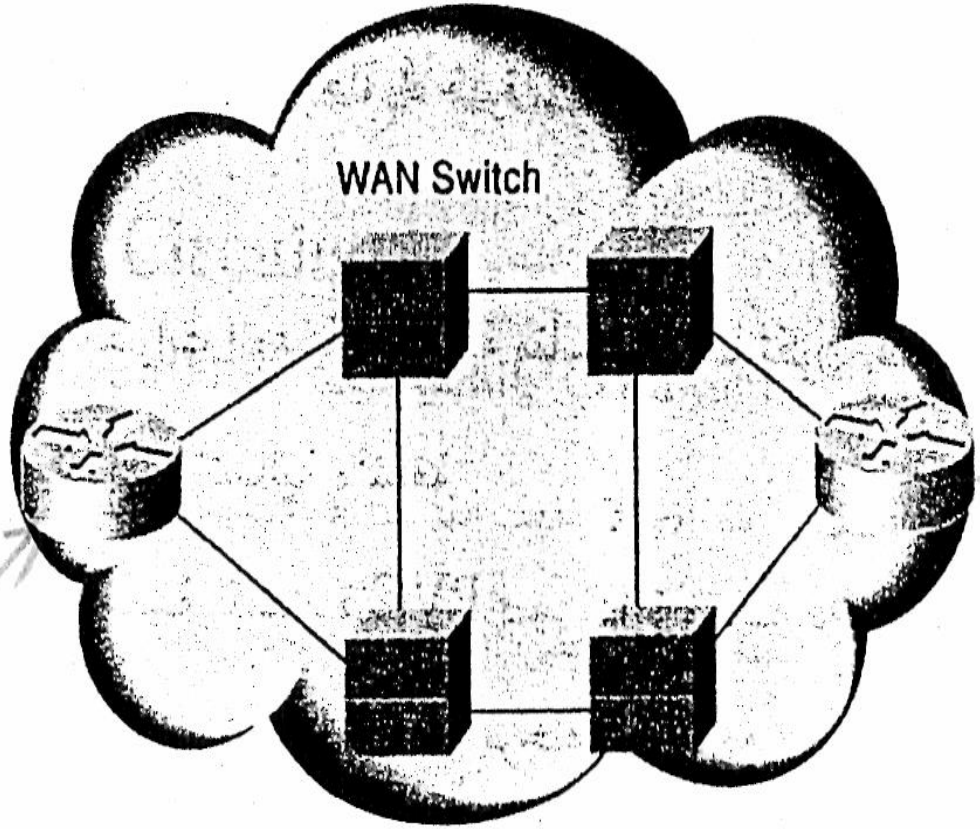
- هذه الخطوط تؤمن للمعطيات مسار وحيد ومجهز مسبقا وذلك عبر طول الاتصال مرورا بالشبكة العامة وصولا إلى الحاسوب الهدف .
- أن الشبكة العامة تحجز خطوط الربط نقطة بنقطة للاستخدام الشخصي لمستثمر ما .
- أن هذا النوع من الاتصالات يتكيف مع نوعين من طرق نقل المعطيات وهما:
- نقل المعطيات بعد تقسيمها إلى رزم وفي هذه الطريقة يجري تشكيل إطارات معنونة ومستقلة عن بعضها ومن ثم إرسالها.
- نقل المعطيات وكأنها سيل أو دفق دائم متتابع أي أننا لا نقسم المعطيات إلى رزم بل نرسلها مباشرة على شكل متتابع من المعلومات وهنا يتم عنونة هذا السيل من المعطيات مرة واحدة فقط ولا توجد حاجة لفحص العنوان أكثر من مرة واحدة.الشكل التالي يظهر خط ربط نقطة بنقطة نموذجي يمر خلال الشبكة العامة وصولا إلى هدفه.



الشكل (58 -1)

مبدل الشبكة الواسعة wan switched

- مبدل الشبكة الواسعة هو جهاز تشبيك ذو مآخذ متعددة multiport يستخدم في الشبكة العامة وهذه الأجهزة تعمل في الطبقة الثانية من طبقات المعيارOSIوهي طبقة ربط المعطيات DATA LINK LAYER.الشكل التالي يبين موجهين بعيدين من شبكة واسعة ما يتصلان مع بعضهما باستخدام مبدلات الشبكة العامة.
-
-



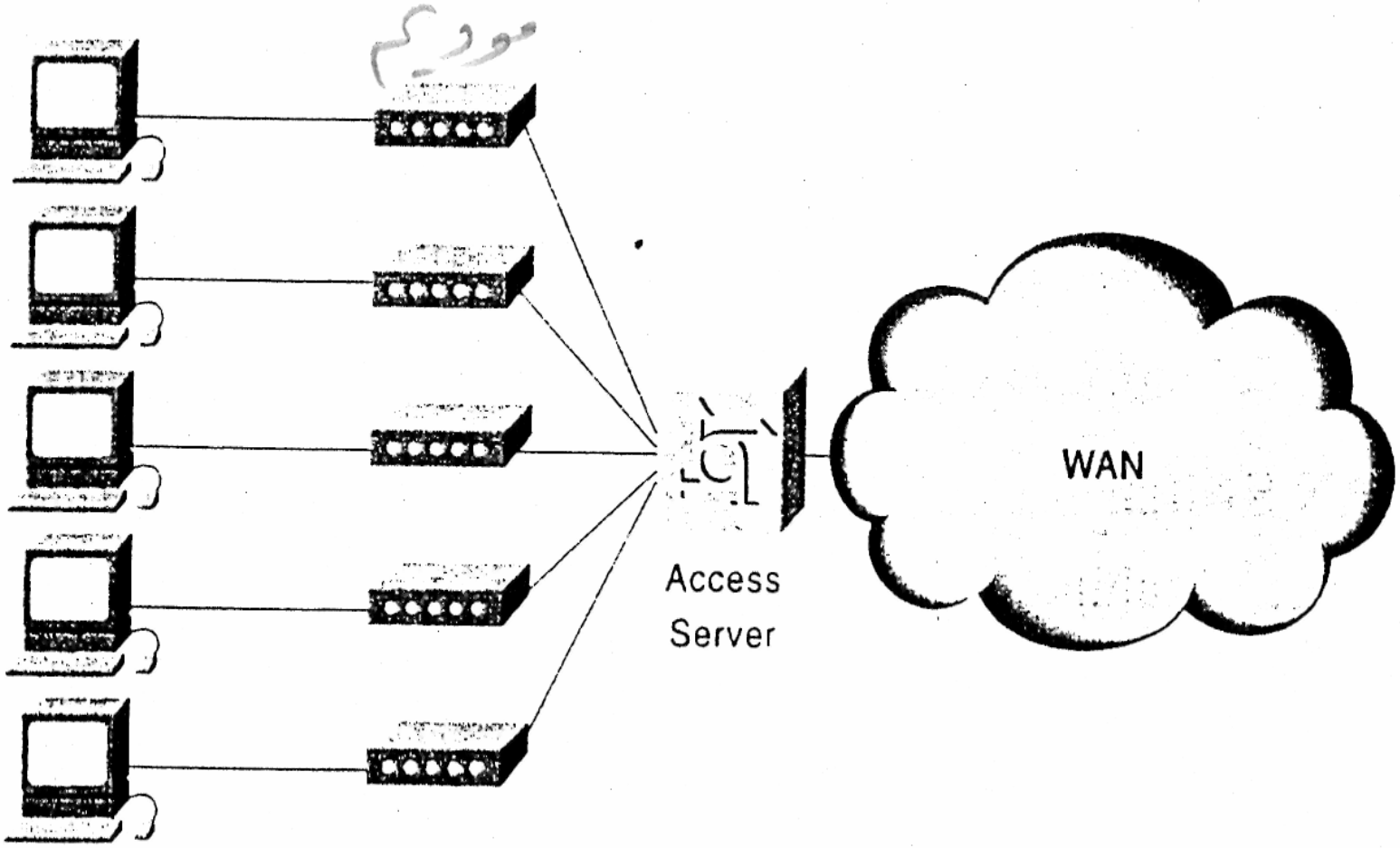
الشكل (61 -1)

1.17.7 مخدم الولوج

Access Server

Access Server مخدم الولوج

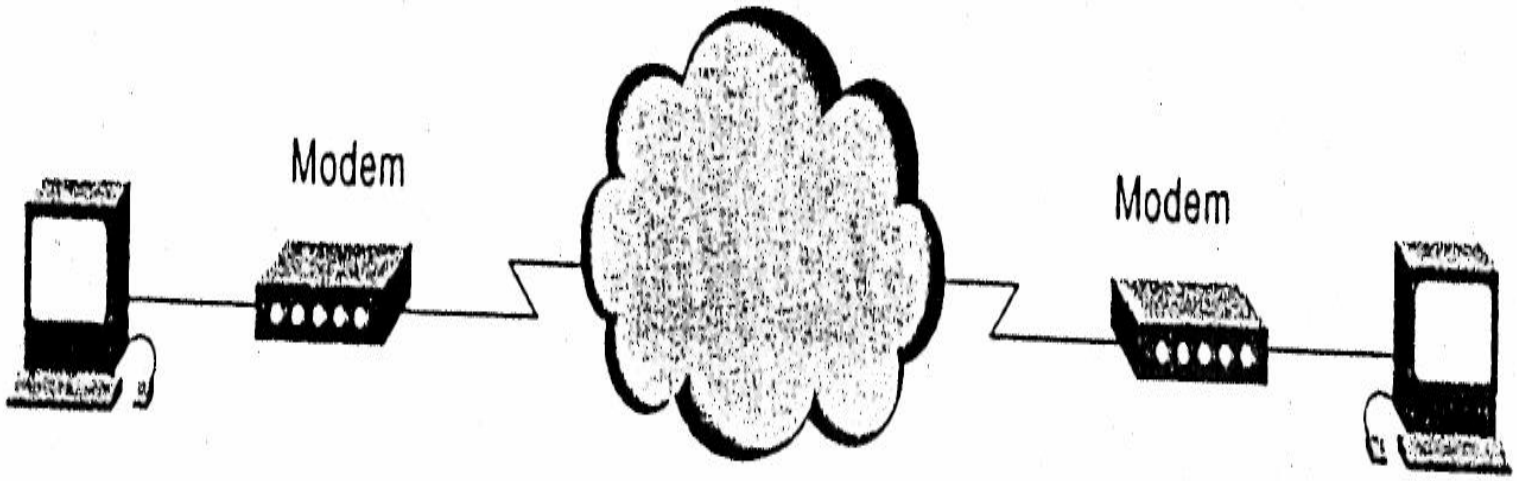
- يمكننا تشبيه مخدم الولوج بنقطة تجميع concentrator point تشرف على اتصال عدة أجهزة بشبكة الهاتف العامة كما يوضح الشكل التالي
-



الشكل(62 -1)

المودم modem

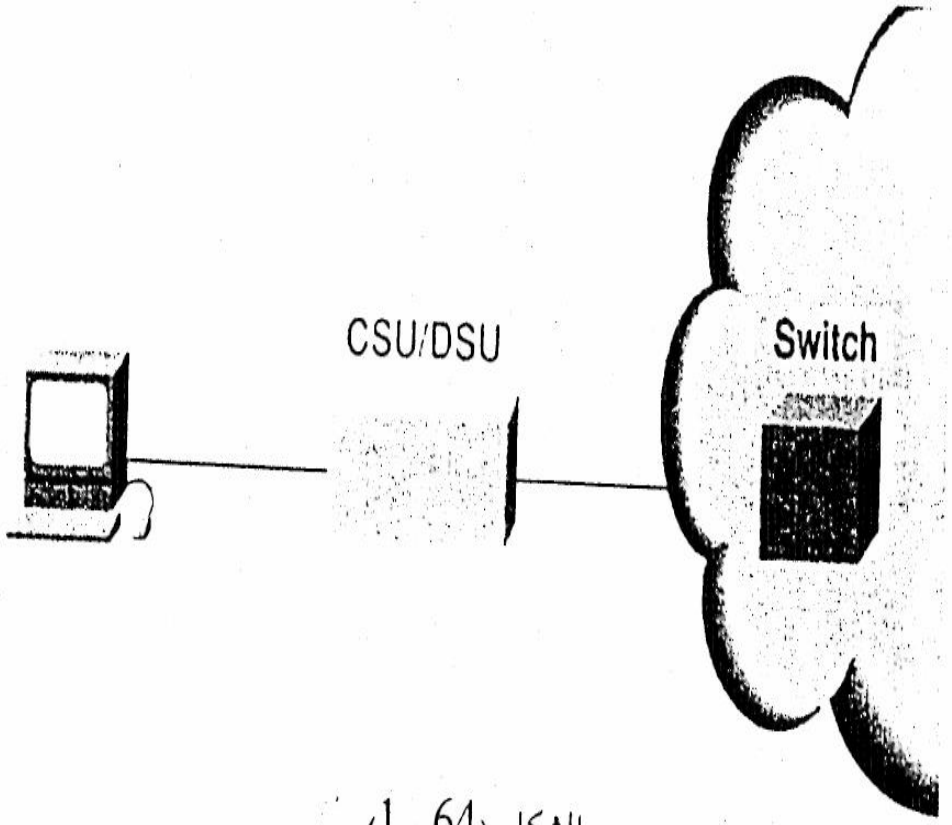
- إن المودم يعمل كمترجم بين الإشارات الرقمية والتشابهية



الشكل (63 -1)

الجهاز CSU/DSU

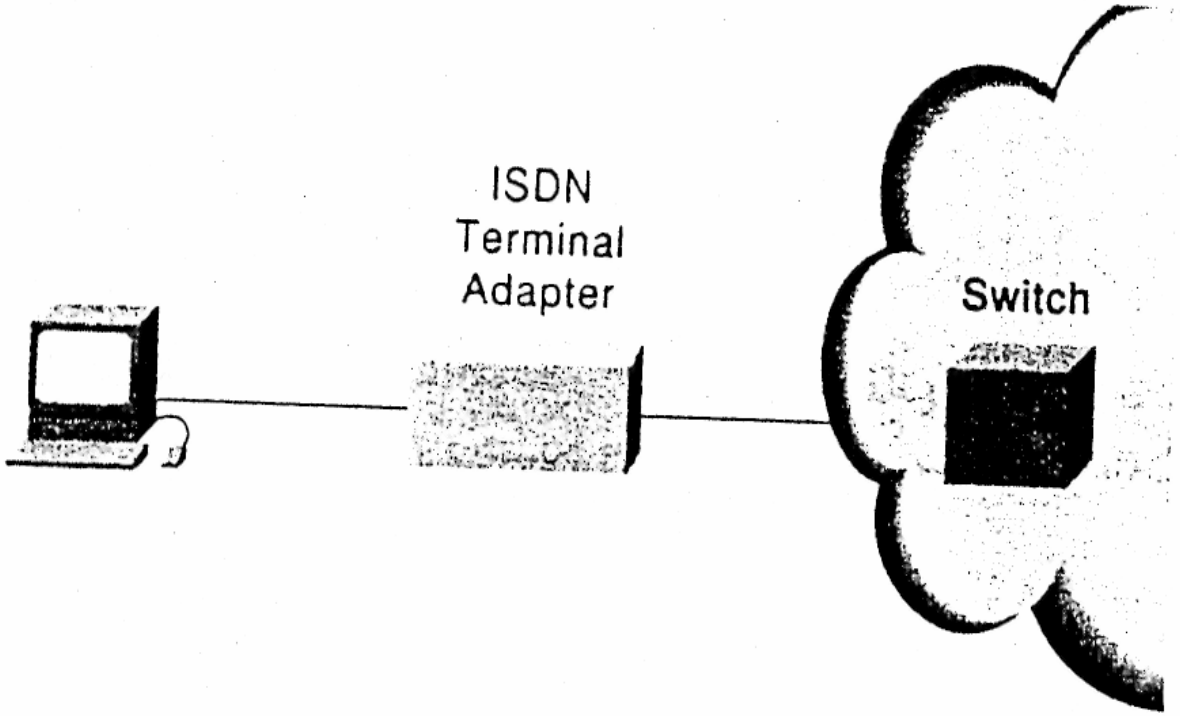
- جهاز وحدة خدمة القناة /وحدة خدمة المعطيات CHANNEL SERVICE UNIT/DATA SERVCE UNIT (CSU/DSU)انه جهاز رقمي مهمته الملائمة والموافقة الفيزيائية بين جهاز طرفي ما (DTE) وليكن حاسبا وجهاز طرفي خاص بالدارة وليمن مبدلا (DCE) وليكن مبدل موجود بالشبكة العامة وبمعنى آخر يمكن هذا الجهاز بعض الطرفيات من الاتصال مع الشبكة الواسعة بعد تأمين التوافق الفيزيائي المطلوب
-
-



الشكل (64 -1)

ملائم الشبكة ISDN

- يمكن هذا الجهاز بعض الطرفيات من الاتصال مع الشبكة ISDNوكثيرا ما يوصف هذا الجهاز بأن مودم خاص بالشبكة ISDN



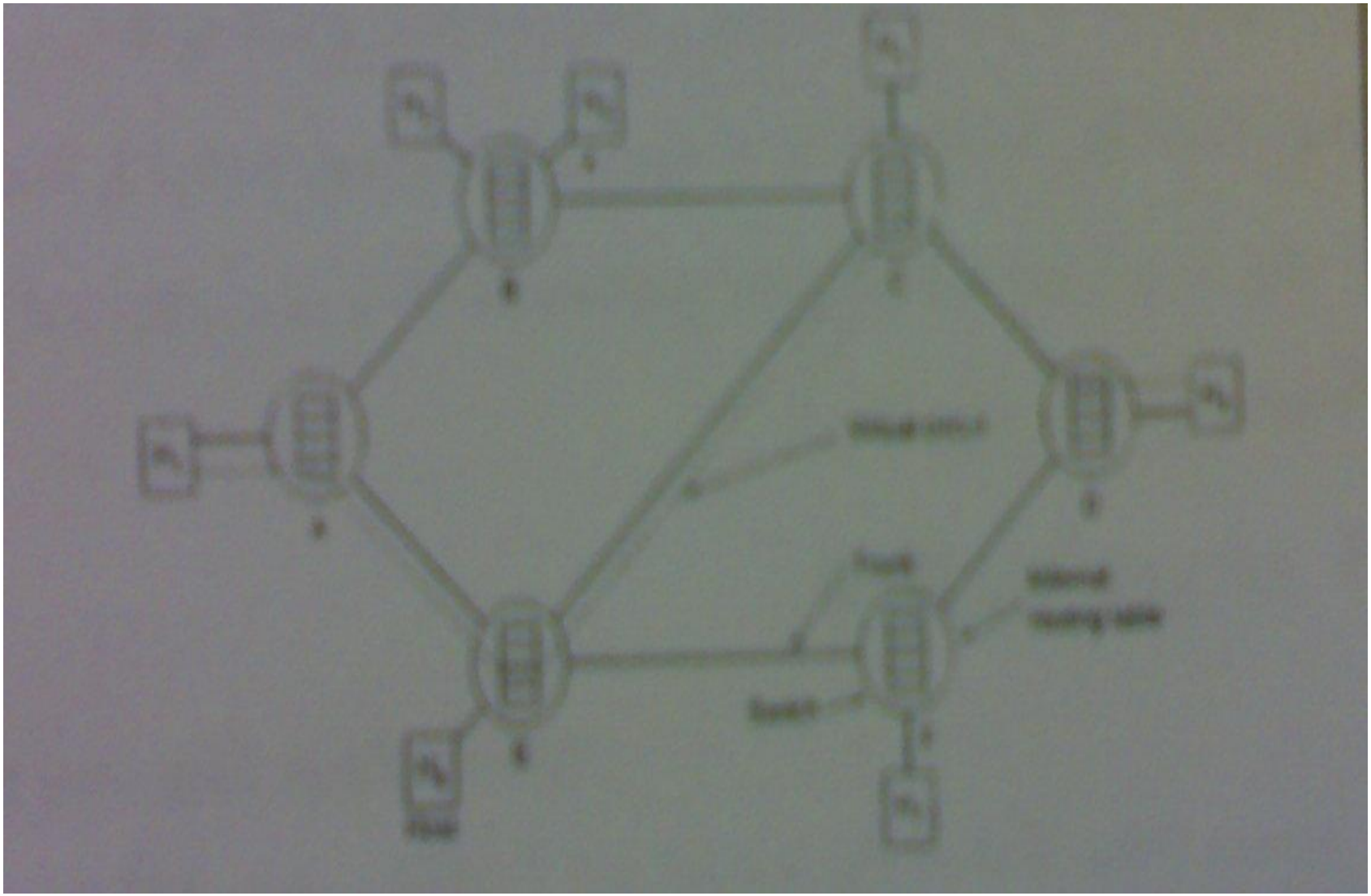
الشكل (65 – 1)

ATM الشبكات ذات نمط النقل غير المتزامن Networks

- توصف شبكة ATM بالشبكة الرقمية ذات الخدمات المتكاملة والعريضة الحزمة
- Brood band ISDN(B-ISDN) .لأنها تعتبر تطوير لشبكة ISDN ،حيث تملك معدل ثابت لنقل المعطيات فيها ،كذلك تسمح بنقل المعطيات بمعدل نقل متغير أيضا ، كما وتسمح بتحديد معدل نقل المعطيات عبر أقنية افتراضية حال نشوء تلك القنوات فيما إذا تطلب الأمر معدل ثابت للنقل ، وقد أمكن تثبيت معدل النقل في شبكات ATM على الرغم من استخدام تقنية تبديل الطرود فيها عن طريق استخدام طرود صغيرة وثابتة الحجم تسمى خلايا لنقل المعطيات
- كما تسمى شبكة ATM بشبكة Cell Relay لأنها تعتبر تطوير لشبكة Frame Relay فكلا النوعين يستخدمان ترويسات overheads ومعلومات تحكم بالأخطاء بشكل أصغري ،وذلك بالاعتماد على الوثوقية الجيدة لخطوط النقل وخاصة الألياف الضوئية منها ،وذكاء أنظمة النهاية end systems لكشف أي خطأ يمكن حدوثه ،وكما هو الحال في Frame Relay تسمح ATM بوجود عدة قنوات وهمية داخل قناة فيزيائية واحدة ، ولكن الفرق بين التقنيتين هو استخدام Frame Relay طرود ذات حجم متغير وكبير نسبيا مقارنة مع طرود (خلايا) ATMذات الحجم الثابت والصغير نسبيا

استخدامATM في الشبكات المحلية

- يمكن استخدام تقنية ATM في الشبكات المحلية ، حيث يزود كل حاسب بخط اتصال خاص يربطه مع أحد مبدلات شبكة ATM ،ومنه نلاحظ أن إضافة حواسيب إلى شبكة ATM لا يؤثر على معدل النقل الفعلي لبقية أعضاء (أجهزة) الشبكة أي أنه لا يتم تقاسم عرض الحزمة المتوفر لأنه في الأساس يوجد لكل حاسب خط نقل خاص به يربطه مع أحد مبدلات ATM مباشرة ،وعليه نقول أن توسيع شبكة ATM يتم بسهولة مطلقة مهما كان عدد الحواسيب المراد ربطها ،وذلك عن طريق إضافة المبدلات إلى الشبكة والتي تتصل فيما بينها وكما وتتصل مع حواسيب المستخدمين بطريقة ما



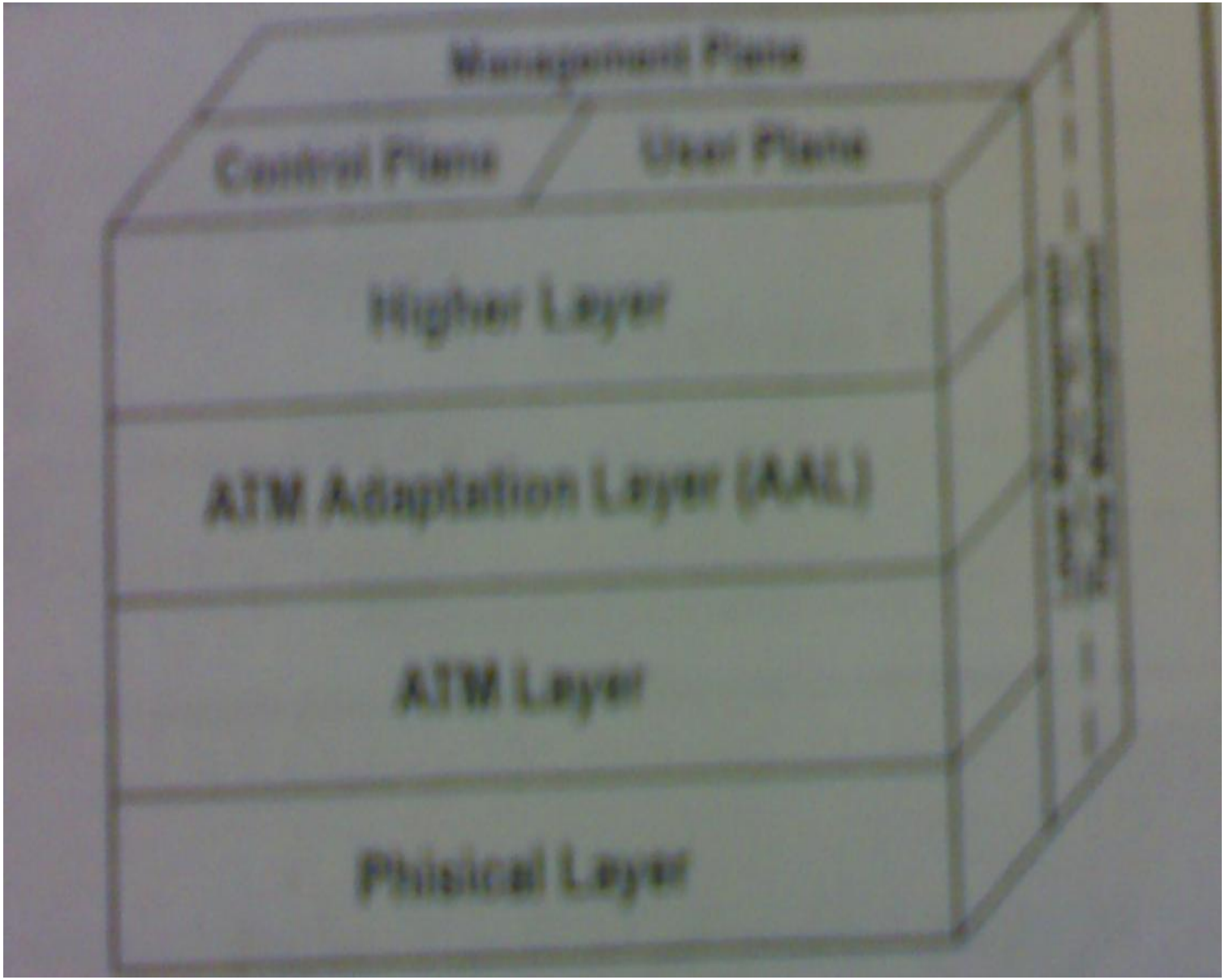
ميزات ATM

- يمكن إضافة أي عدد من الأجهزة لشبكة ATM دون وجود أي عائق مثل انخفاض معد النقل الفعلي ، وأما معدل النقل بين المحطات فيبلغ 155 Mbps ،ومع زيادة الطلب على ATM وانخفاض كلفتها أصبح بالإمكان الحصول على سرعات أكبر 622 Mbps أو 2.5 Gbps مثلا.
- تستخدم تقنية ATM في الشبكات المحلية LANs والشبكات الواسعة WANs ، وبهذا زال الحاجز بين هذين النوعين من الشبكات ، فبعد أن كان الطرد بحاجة لبروتوكول ما لنقله ضمن LAN (Ethernet مثلا) وبروتوكول آخر لنقل هذا الطرد عند الحاجة عبر WAN (Frame Relay مثلا) ،أصبح بالإمكان استخدام تقنية واحدة هي ATM لنقل المعلومات في LAN وWAN على حد سواء

- شبكات ATM هي شبكات موجهة الوصل على الأغلب Connection-Oriented ، مع إمكانية تقديم ATM الخدمة عديمة الوصل Connectionless-Service نظريا ، وعندما تقدم ATM الخدمة موجهة الوصل فهذا يعني أن عملية الاتصال تتطلب أولا إرسال رسالة لإنشاء الاتصال ، وبعد ذلك يتم إرسال الخلايا بشكل متتالي لتسلك الخلايا نفس الطريق الذي سلكته الرسالة الأولى إلى أن تصل إلى الهدف سلامة المعطيات غير مضمونة 100%

ATM Protocol Architecture بنية بروتوكول ATM

- يتألف بنية بروتوكول ATM من الطبقة الفيزيائية التي تتضمن معايير تحدد مواصفات خط النقل والذي قد يكون ليفا ضوئيا ، أو قد يكون نوعا آخر من خطوط النقل ، كما تقوم الطبقة الفيزيائية بتشفير المعطيات وإرسالها عبر خط النقل بمعدل تحدده هذه الطبقة والذي يبلغ 155.52 Mbps أو 622.08 Mbps أخرى أعلى وأدنى والطبقتان الأساسيتان في بنية بروتوكول ATM هما ATM layer أي طبقة ATM و ATM Adaptation Layer(ALL) أي طبقة التكيف مع ATM


Management Plane
Control Plane
User Plane
Higher Layer
ATM Adaptation Layer (AAL)
ATM Layer
Phisical Layer

طبقة ATM

- تقوم طبقة ATM بتأمين الخدمات اللازمة لنقل المعطيات عبر الخلايا ذات الحجم الثابت كما تحدد خوارزمية التوجيه في مبدلات ATM

طبقة ALL

- أن ALL تحول المعلومات القادمة من الطبقات العليا إلى خلايا ATM وذلك عند الإرسال، وأما عند الاستقبال تقوم AAL بتحويل خلايا ATM إلى معلومات يمكن للطبقات العليا معالجتها و فهمها،أي أن ALL تنفذ وظائف نهاية إلى نهاية ولا يتم الولوج إلى ALL إلا عند نقطتين هما المرسل و المستقبل

النموذج المرجعي لبروتوكول ATM

- نميز في النموذج المرجعي لبروتوكول ATM ثلاثة مستويات Planes وهي:
- 1.مستوي المستخدم User Plane والذي يقوم بالتحكم بتدفق المعلومات Flow Control و التحكم بالأخطاء Error Control.
- 2.مستوي التحكم Control plane وينجز وظائف التحكم بالاتصال و تحديد خصائص هذا الاتصال وشروطه كسرعة النقل العظمى مثلا.
- 3.مستوي الإدارة Management plane و يتضمن إدارة الطبقة management Layer و إدارة المستوى plane management والذي يقوم بوظائف النظام و ملائمة جميع المستويات مع بعضها.
-

ATM الوصلات المنطقية في ATM
Logical Connections

- تسمى الوصلات المنطقية في ATM بوصلات القناة الوهمية (VCCs) Virtual Channel Connections، و القناة الوهمية يمكنها نقل المعطيات باتجاه واحد فقط ولكن بوجود قناتين يملكان نفس معرف الاتصال يصبح النقل ثنائي الاتجاه،حيث تنقل كل قناة للمعلومات باتجاه معاكس للأخرى،وما لا تعرفه عن القناة الوهمية هو أن معرف الاتصال لها و الذي يتألف من قسمين في حالة ATM هما VCI,VPI يحدد بقيمة معينة عند المرسل،ولكن هذه القيمة يتم تغييرها عندما تعبر الوصلة أول مبدل ATM مع أن الوصلة لم تتغير وبقيت هي هي ، ولكن سبب ذلك أن كل مبدل يملك جدول التوجيه الخاص به لتعريف أي وصلة وعند مرور الخلايا عبر المبدلات سوف تغير المبدلات معرفات الخلايا تبعا لجدول التوجيه الخاص بكل مبدل ، وعليه نعرف خط القناة الوهمية بأنه جزء من VCC يصل بين مبدلين ATM ، يتم إنشاء الوصلة الوهمية بين أي نظامين عن طريق إرسال رسالة طلب الاتصال ليتم إنشاء الاتصال وبعد ذلك وبشكل متعاقب يتم إرسال خلايا المعطيات عبر نفس الطريق الذي سلكته الرسالة الأولى لتصل إلى هدفها .

وصلة الممر الوهمي Virtual Path Connection،

- من أجل ATMفبالإضافة إلى ما يعرف بالـVCC فقد تم تطوير مفهوم آخر وهو مفهوم وصلة الممر الوهمي Virtual Path Connection، وهي عبارة عن مجموعة أو حزمة boundle من الـ VCCs والتي تملك نفس نقطة البداية (المصدر) ونفس نقطة النهاية (الهدف) ، وهكذا فإن جميع الـ VCCs في وصلة ممر وهمي VPC معينة يمكن التحكم بها دفعة واحدة كأن يتم تغيير اتجاهها مع بعضها عن طريق تغيير اتجاه VPC المعنية ، أي انه يمكننا تطبيق عمليات إدارة الشبكة على عدد صغير من الوصلات (وهو عدد الـVPCs) .

Virtual Channels
Virtual Path
Transmission Path

محاسن استخدام الممرات الوهمية Virtual Paths

- بنية شبكة أبسط : حيث يمكن عندها تقسيم وظائف النقل في الشبكة إلى قسمين ، الأول متعلق بالوصلات المنطقية المستقلة (القنوات الوهمية) والآخر متعلق بمجموعة من الوصلات المنطقية (الممر الوهمي) .
- أداء ووثوقية أفضل للشبكة : بسبب تعامل الشبكة مع عدد أقل من الموصلات .
- زمن تهيئة اتصال اقصر : حيث يجري معظم العمل عند إنشاء الممر الوهمي ، حيث يتم حجز سعة معينة من ممر النقل Transmission Path عند إنشاء أي ممر وهمي وبعد ذلك يتطلب إنشاء أي VCC تابعة لذلك الممر الوهمي تنفيذ عمليات تحكم بسيطة عند نقط النهاية end points (المرسل والمستقبل) لوصلة الممر الوهمي ، ولا يتطلب إنشاء تلك الوصلة أي عمليات معقدة عند عقد العبور (المبدلات)

تعريفات المصطلحات الأساسية للممرات و القنوات الوهمية

- **القناة الوهمية VC:** مصطلح عام يستخدم لوصف النقل أحادي الاتجاه لخلايا ATM و التي تملك جميعها قيمة معينة تسمى معرف القناة الوهمية Virtual Channel Identifier (VCI) .
- **خط القناة الوهمية** Virtual Channel Link: وهو وسيلة النقل الأحادي الاتجاه لخلايا ATM بين نقطتين في شبكة ATM
- **وصلة القناة الوهمية VCC:** تسلسل من خطوط القناة الوهمية VC Linksو التي (أي وصلة) تمتد بين نقطتين يتم عند كلتاهما الولوج إلى طبقة التكيف Adaptation Layer

- **الممر الوهمي Virtual Path :** مصطلح عام يستخدم لوصف النقل الأحادي الاتجاه لخلايا ATM عبر قنوات وهمية تملك جميعها قيمة معينة تسمى معرف الممر الوهمي Identifier Virtual Path(VPI) .
- **خط الممر الوهميLink Virtual Path :** مجموعة من خطوط القنوات VC Link تملك جميعها قيمة VPI واحدة و تمتد جميعها بين نقطتين يتم عند إحداهما تحديد قيمةVPI و يتم عند الأخرى تحويل تلك القيمة أو إنهاؤها (نهاية VPC).
- **وصلة الممر الوهميVirtual Path connection :** تسلسل من خطوط الممر الوهمي و التي تصل بين مستخدمين أو بين مستخدم و شبكة ATM أو بين مبدلات الشبكة.

ATM Cells خلايا ATM

- يستخدم نظام النقل غير المتزامن خلايا ثابتة الحجم تتألف من رأس طوله 5 بايت و حقل للمعلومات بطول48 بايت ، و في الحقيقة لا تكون جميع البيانات الموجودة في حقل المعلومات هي معلومات مستخدم ، و إنما يكون جزء منها معلومات تحكم ، فإذا وصلت خلية ذات أفضلية عليا إلى الرتل عند بدء إرسال خلية ما فان الخلية ذات الأفضلية تنتظر فقط الزمن اللازم لإرسال تلك الخلية الثانية ، و ثانيها أنه يمكن تبادل الخلايا ذات الحجم الثابت بشكل أكثر مرونة و فعالية و بخاصة عند معدلات النقل العالية للمعلومات ، و أيضا عند تثبيت حجم الخلايا من السهل إدارة عمليات إرسال و استقبال الخلايا عبر الكيان الصلب كما سنرى في بند خوارزمية الدلو الراشح ل ATM

طبقة التكيف مع ATM
ATM Adaptation Layer(AAL)

- معالجة الأخطاء الناتجة عن النقل (في حقل معلومات الخلية)
- تقطيع كتلة المعلومات القادمة من الطبقات العليا إلى أجزاء بحيث يمكن وضع أي جزء منها داخل حقل الملومات في خلية ATM وإعادة تجميع تلك المعلومات من الخلايا عند الاستقبال .
- معالجة حالة فقدان الخلايا أو سوء إدخالها إلى خط النقل .
- التحكم بتدفق وتوقيت الخلايا .

أصناف الخدمة التي تقدمها ALL

- الصنف A : ومثال على أحد خدمات هذا الصنف هو نقل محادثة هاتفية عبر ATM حيث تحتاج إلى معدل نقل معلومات ثابت ، كما وتتميز بوجود علاقة زمنية Timing Relation بين المرسل والمستقبل أي انه يجب سماع كلمة ما عند المستقبل بنفس السرعة التي نطق بها المرسل ، كما ويجب وصول أحرف الكلمة على التسلسل وليس بترتيب معاكس وهذا يعني أن الخدمة موجهة الوصل (لأنها الخدمة التي تستطيع ضمان سلامة تسلسل المعطيات).
- الصنف B : ومثال على إحدى خدمات الصنف B هو نقل الفيديو الحي والمباشر والذي يحتاج إلى معدل نقل متغير ، حيث نعلم أن مقطع من الفيديو عبارة عن صور متحركة ، ولإرسال تلك الصور يتم أولا إرسال الصورة الأولى كاملة ثم يتم نقل الفرق بين الصورة الأولى والثانية فقط للحصول على الصورة الثانية بدلا من نقل الصورة الثانية كاملة ، وهكذا يتم إرسال الفرق بين أي صورتين ، وعليه يتغير معدل النقل بمقدار تغير الفرق بين الصورتين ، ونجد هنا أن الخدمة موجهة الوصل تضمن سلامة تسلسل ظهور الصور عند المستقبل ، من أجل إظهار الصور المتعاقبة بشكل طبيعي عند المستقبل وكما هي عند المرسل .
- الصنف C وD : ومثال على إحدى الخدمات في هذين الصنفين هي خدمة نقل الملفات وذلك بمعدل نقل متغير ، ونلاحظ عدم الحاجة إلى وجود علاقة زمنية بين المرسل والمستقبل ، فالسرعة التي يتم بها إرسال الملف ليس بالضرورة أن تساوي السرعة التي يستقبل بها ، وأما عن نوع الخدمة فإن الخدمة المستخدمة لنقل المعطيات في الصنف C هي خدمة موجهة الوصل وإما في الصنف D فتكون عديمة الوصل
-

بروتوكولات طبقة التكيف مع ATM
AAL Protocols

- تم وضع مجموعة من البروتوكولات عند المستوي ALL والذي يمكن تقسيمه إلى طبقتين جزئيتين هما طبقة التقارب الجزئية Convergence (CS) Sublayer وطبقة التقطيع وإعادة التجميع Segmentation and (SAR) Reassembly ، تقدم طبقة التقارب الجزئية الخدمات اللازمة لدعم أصناف الخدمات السابقة الذكر حيث يتصل أي مستخدم مع طبقة ALL عن طريق نقطة ولوج الخدمة Service Access Point (SAP) والتي هي ببساطة عنوان التطبيق الذي يختلف عن أي عنوان لتطبيق آخر .
- طبقة التقطيع وإعادة التجميع الجزئية SAR مسؤولة عن تقطيع كتلة المعلومات المستقبلة من CS إلى أجزاء صغيرة ممكن وضعها في حقل المعلومات في خلية ATM وقد شاهدنا سابقا أن الخلية تتألف من رأس بطول 5 بايت وحقل معلومات بطول 48 بايت وفي الحقيقة ليست كل الـ 48 بايت هي معطيات مستخدم وانما عبارة عن معطيات مستخدم بالإضافة إلى رأس وذيل تقوم هذه الطبقة الجزئية بإيجادهم ، وقد تم تعريف بروتوكول واحد من أجل كل صنف من التطبيقات