

اتصالات البيانات والشبكات

شبكات النقل غير المتزامن (ATM Networks)

الوحدة السابعة: شبكات النقل غير المتزامن (ATM Networks)

الجدارة:

دراسة هذا النوع من الشبكات والخدمات المختلفة التي تقدمها هذه الشبكات.

الأهداف:

- عندما تكتمل هذه الجدارة يكون المتدرب قادرا على:
- التعرف على شبكة ATM وعلى مستوياتها وطبقاتها المختلفة.
- التعرف على الوصلات والممرات المختلفة بالشبكة.
- التعرف على تكوين الخلية بشبكة ATM .
- التعرف على الخدمات المختلفة لطبقة ATM وطبقة AAL .

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع لتدريب هذه الوحدة: ثلاث ساعات

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٧- ١ مقدمة

إن تقنية نمط النقل غير المتزامن (Asynchronous Transfer Mode -ATM) تمثل تطورا هائلا في مجال تقنيات نقل الطرود وحزم البيانات حيث تقوم شبكات النقل غير المتزامن ATM بنقل المعلومات بكافة أنواعها (مرئيات- سمعيات- بيانات) وبمعدلات نقل هائلة بداية من عدة ميغا بت/ث إلى عدة جيجا بت/ث وذلك مقارنة بالشبكات الأخرى.

تستخدم تقنية نمط النقل غير المتزامن ATM بالشبكات الرقمية ذات الخدمات المتكاملة والعريضة الحزمة Broad Band ISDN (B-ISDN) حيث تسمح شبكات ال ATM بنقل البيانات بمعدل ثابت كما تسمح أيضا بنقل البيانات بمعدل متغير، كما تسمح بتحديد معدل نقل البيانات عبر قنوات افتراضية حال نشوء تلك القنوات فيما إذا تطلب الأمر معدلاً ثابتاً لنقل البيانات وبقيمة معينة، وقد أمكن تثبيت هذا المعدل لنقل البيانات على شبكات ال ATM على الرغم من استخدام تقنية تبديل الطرود (Packet Switching) فيها عن طريق استخدام طرود صغيرة وثابتة الحجم تسمى خلية (Cell) لنقل البيانات لذا تسمى شبكات ال ATM بشبكات ال Cell Relay نظرا للوثوقية والاعتماد الجيد على خطوط النقل وخاصة الألياف الضوئية منها ومقدرة أنظمة الاستقبال لكشف أي خطأ يمكن حدوثه، وكما هو الحال في شبكات ال Frame Relay تسمح شبكات ال ATM بوجود عدة قنوات وهمية داخل قناة فيزيائية واحدة، ولكن الفرق بين التقنيتين هو أن ال Frame Relay تستخدم طروداً ذات أحجام متغيرة وكبيرة نسبياً مقارنة مع طرود (خلايا) ال ATM ذات الحجم الصغير والثابت نسبياً، الأمر الذي مكن من تقليص حجم بعض الحقول اللازم إضافتها لكل طرد، مثلاً لم يعد هناك حاجة لحقل تحديد طول الطرد في ال ATM لأنه معروف وثابت، مما أدى إلى اختصار زمن المعالجة اللازم للحصول على هذا الحقل ونتيجة لذلك تمكنت شبكات ATM من إرسال البيانات بسرعة كبيرة .

أصبح بالإمكان استخدام تقنية ATM في الشبكات المحلية LANS والشبكات الواسعة WANS لنقل المعلومات على حد سواء، ومع زيادة الطلب على هذه التقنية وانخفاض كلفتها أصبح بالإمكان الحصول على سرعات تراسل أكبر

2.5 G b/s, 622.08 M b/s, 155.52 M b/s, 51.84 Mb/s, 25.6 M b/s

تعتبر شبكات ATM في الغالب شبكات موجهة الاتصال (Connection-Oriented)، مع إمكانية تقديم هذه الشبكة أيضاً لخدمة عديمة الاتصال (Connectionless-Service)، وعندما تقدم شبكة ATM الخدمة موجهة الاتصال فهذا يعني أن عملية الاتصال تتطلب أولاً عملية إنشاء الاتصال عن طريق إرسال رسالة للمكان الهدف، وبعد ذلك يتم إرسال الخلايا بشكل متتال لتسلك نفس المسار الذي سلكته الرسالة الأولى التي أرسلت للهدف، أي إن عمليات التوجيه تنفذ على الرسالة الأولى فقط، مع

العلم أن سلامة البيانات غير مضمونة ١٠٠٪ ولكن الخلايا تصل بنفس الترتيب الذي أرسلت به في حال ما تم إرسال الخلايا في نفس القناة التي تم اختيارها والتي تسمى بالقناة الوهمية (virtual Channel) أما إذا أرسلت الخلايا على قنوات مختلفة واحدة تلو الأخرى فهذا لا يضمن وصول الخلايا مرتبة، كما إنه عند وصول الخلايا عند المستقبل فإن هذا الأخير لا يقوم بإرسال أي إشعار يفيد سلامة أو عدم سلامة البيانات المستقبلية.

٧-٢ بنية بروتوكول ATM

اعتمدت المعايير الأساسية التي أصدرتها الهيئة الدولية ITU-T من أجل تقنية نمط النقل غير المتزامن ATM على بنية البروتوكول الموضحة بالشكل (٧-١) والذي يوضح البنية الأساسية من أجل الاتصال بين المستخدم والشبكة. من الشكل نجد أن النموذج المرجعي لبروتوكول ATM يتكون من ثلاثة مستويات هي:

٧-٢-١ المستويات الثلاثة لبروتوكول ATM

١- مستوى المستخدم (User Plane): يقوم بتوفير الوسائل اللازمة لتدفق المعلومات من حيث التحكم فيها وكشف الأخطاء.

٢- مستوى التحكم (Control Plane): يقوم بتنفيذ وظائف التحكم بطلب الاتصال والاتصال وفصل الاتصال وتحديد خصائص هذا الاتصال وشروطه كنوع الاتصال وسرعة النقل العظمى مثلاً.

٣- مستوى الإدارة (Management Plane): وينقسم إلى إدارة الطبقة Layer Management والتي تقوم بعمليات الإدارة للنظام ككل كما تقوم بتنفيذ عمليات الإدارة المتعلقة بكل مصادر الشبكة وإدارة المستوى Plane Management التي تقوم بوظائف النظام وتوفير التناغم بين كل المستويات.

يتكون مستوى المستخدم User Plan من ثلاث طبقات رئيسة حيث جميعها توفر التطبيقات التي يحتاجها المستخدم.

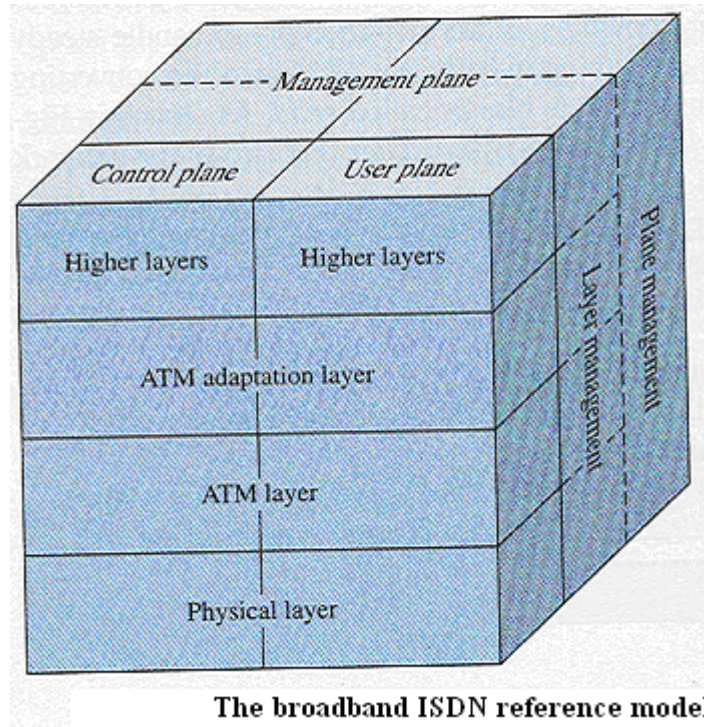
الطبقات الثلاث لبروتوكول ATM :

- الطبقة الفيزيائية تتضمن معايير تحدد مواصفات خط النقل والذي قد يكون إلى اليفاً بصرية أو قد يكون نوعاً آخر من خطوط النقل التي تتناسب مع خصائص تقنية ATM ، كما تقوم الطبقة الفيزيائية أيضاً بتشفير البيانات وإرسالها عبر خط النقل بمعدل تحدده هذه الطبقة والذي يبلغ 155.52 Mb/s أو 622.08 Mb/s أو بمعدلات أخرى أعلى أو أدنى. كما هو مبين في

الشكل (٧ - ١)

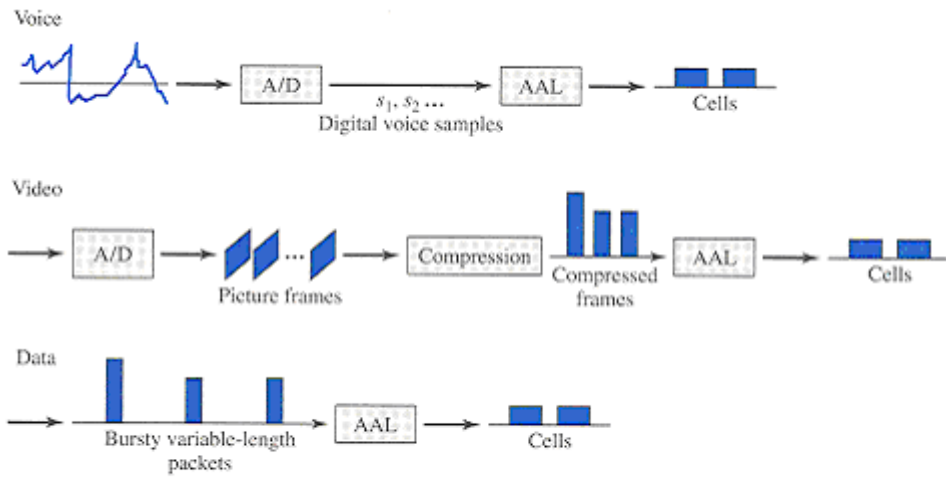
- طبقة ATM تقوم بتأمين أو توفير الخدمات اللازمة لنقل البيانات في صورة خلايا ذات الحجم الثابت عبر الشبكة كما تحدد أيضاً طرق التوجيه في مبدلات شبكات ATM.
- طبقة التكيف (ATM Adaptation Layer - AAL)

إن استخدام طبقة ATM أدى إلى الحاجة لطبقة تكيف أو مواءمة بين الطبقات العليا Higher Layer والمزودة ببروتوكولات لنقل البيانات لا تدعم ATM وبين طبقة ATM ، أي إن طبقة التكيف هذه AAL تحول المعلومات القادمة من الطبقات العليا إلى خلايا ATM وذلك عند محطة الإرسال ، أما عند محطة الاستقبال فتقوم طبقة AAL بتحويل خلايا ATM إلى معلومات يمكن للطبقات العليا معالجتها وفهمها ، أي إن طبقة AAL تقوم بتنفيذ وظائف end-to-end ولا يتم الولوج إلى طبقة AAL إلا عند نقطتين هما المرسل والمستقبل (مثال ذلك طبقة النقل في النموذج المعياري OSI). الشكل (٧ - ٢) يبين وظيفة طبقة AAL.



The broadband ISDN reference model

شكل ٧-١



The AAL converts user information into cells.

شكل ٧-٢

٧- ٣ تعريف بعض المصطلحات الأساسية

- **القناة الوهمية (Virtual Channel -VC):** هو مصطلح عام يستخدم لوصف وسيلة النقل أحادي الاتجاه لخلايا ATM والتي تملك جميعها قيمة معينة واحدة تسمى معرف القناة الوهمية Virtual Channel Identifier (VCI).
- **خط القناة الوهمية (Virtual Channel Link -VCL):** هو مصطلح عام يستخدم لوصف وسيلة النقل أحادي الاتجاه لخلايا ATM بين نقطتين في شبكة ATM يتم عند إحداها تحديد قيمة VCI وعند الأخرى تغير تلك القيمة أو إنهاؤها.
- **وصلة القناة الوهمية (Virtual Channel Connection-VCC):** هي تسلسل من خطوط القناة الوهمية (VCLs) والتي (أي الوصلة) تمتد بين نقطتين يتم عند كليهما الولوج إلى طبقة التكيف AAL للتعريف بنهاية الوصلة VCC مع ملاحظة سلامة تسلسل الخلايا عند عبورها VCC معينة.
- **الممر الوهمي (Virtual Path -VP):** هو مصطلح عام يستخدم لوصف وسيلة النقل أحادي الاتجاه لخلايا ATM عبر قنوات وهمية تملك جميعها قيمة معينة تسمى معرف الممر الوهمي (Virtual Path Identifier -VPI).
- **خط الممر الوهمي (Virtual Path Link -VPL):** هي مجموعة من خطوط القنوات الوهمية (VCLs) تملك جميعها قيمة VPI واحدة وتمتد جميعها بين نقطتين يتم عند إحداها قيمة VPI ويتم عند الأخرى تغيير تلك القيمة أو إنهاؤها.
- **وصلة الممر الوهمي (Virtual Path Connection -VPC):** هي تسلسل من خطوط الممر الوهمي والتي تصل بين مستخدمين أو بين مستخدم وشبكة أو بين مبدلات الشبكة.

استخدامات وصلة القناة الوهمية (VCC):

- يمكن أن تكون نقط النهاية للـ VCC بين مستخدمين أو مبدلات ATM أو قد تمتد الـ VCC بين مستخدم ومبدل ATM، وفي كل الأحوال تكون سلامة تسلسل الخلايا مؤمنة ومحفوظة، وفيما يلي بعض الأمثلة عن الاستخدامات الثلاثة للوصلة VCC:
- **بين المستخدمين:** تستخدم الوصلة VCC لنقل البيانات وإشارات التحكم بين المستخدمين.

- بين مستخدم ومبدل ATM: تستخدم الوصلة VCC لنقل إشارات التحكم بين المستخدم والشبكة.
- بين مبدلات الشبكة: تستخدم الوصلة VCC في هذه الحالة من أجل إدارة حركة البيانات في الشبكة.

٧- ٤ خصائص القنوات والممرات الوهمية

قامت هيئة ITU-I بالتعريف بخصائص وصلات القنوات الوهمية وهي:

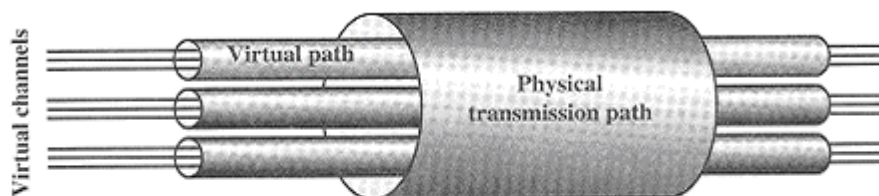
- نوعية الخدمة: يجب أن يزود مستخدم الوصلة VCC بنوعية خدمة محددة مثل نسبة فقد الخلايا (النسبة بين الخلايا المفقودة والخلايا التي تم إرسالها) وأيضا زمن تأخير الخلايا المرسله الأعظم والأصغر.
- إمكانية وجود نوعين من الوصلات (وصلات قنوات وهمية دائمة- وصلات قنوات وهمية متبادلة): حيث تحتاج النوعية الأولى من الوصلات لوجود قنوات ثابتة ودائمة وتحتاج النوعية الثانية لإشارات تحكم من أجل إنشاء الاتصال.
- سلامة تسلسل الخلايا: تسلسل الخلايا خلال الوصلة VCC لا بد أن يكون مؤمناً.
- مراقبة معدل الاستخدام: دراسة معدل حركة البيانات في الشبكة وإمكانية التفاوض على عمل حركة البيانات بين المستخدم والشبكة من أجل كل وصلة VCC ، حيث تتم مراقبة معدل الخلايا الداخلة إلى الوصلة للتأكد من عدم تجاوز الحدود (المعدلات) المتفق عليها.
- نوعية المعدلات (البارامترات): التي تحدد معدل نقل البيانات يجب أن تكون قابلة لأن يتم التفاوض عليها مثال ذلك (معدل متوسط- معدل أعلى لنقل البيانات) والفترة الزمنية التي يستمر فيها ذلك المعدل.

• استراتيجية الشبكة: قد تحتاج الشبكة لعدد من الاستراتيجيات التي تعتمد عليها لمعالجة الزحام Congestion وإدارة الوصلات VCCs المطلوب إنشاؤها أصلاً، وعند مستوى معين من الاكتظاظ يتم رفض حالات طلب الـ VCCs الجديدة لمنع ازدياد الزحام أو قد يتم نبذ أو تجاهل بعض الخلايا إذا تم تجاوز المعدلات (البارامترات) المتفق عليها، أو إذا أصبح الزحام خطيراً على الشبكة وفي بعض المواقف الصعبة جداً قد يستدعي الأمر فصل بعض الوصلات الموجودة مسبقاً.. كما قامت هيئة ITU-I بالتعريف بخصائص وصلات الممرات الوهمية، وفي تلك الخصائص توجد أربع خصائص مماثلة لتلك المذكورة سابقاً في الوصلات VCCs وهي نوعية الخدمة لمستخدم الـ VPCs دائمة ومتبادلة، سلامة تسلسل الخلايا، مراقبة معدل الاستخدام، وإمكانية التفاوض على معدل نقل البيانات، وبالإضافة إلى ذلك توجد ميزة خامسة وهي منع استخدام بعض معرفات القنوات الوهمية داخل الـ VPC، حيث تستخدم تلك المعرفات (الأرقام) من قبل الشبكة من أجل عملية إدارتها.

٧- ٥ الوصلات المنطقية في تقنية ATM Logical Connection- (ATM Logical Connection)

تسمى الوصلات المنطقية في تقنية ATM بوصلات القنوات الوهمية VCCs والتي تم ذكرها سابقاً وهي مشابهة للوصلات المنطقية المستخدمة في شبكات الـ Frame Relay و X.25، والقناة الوهمية يمكنها نقل البيانات في اتجاه واحد فقط ولكن عند وجود قناتين تملك كل منهما نفس معرف الاتصال يصبح النقل ثنائي الاتجاه، حيث تنقل كل قناة المعلومات الخاصة بها باتجاه معاكس للقناة الأخرى، ولا بد أن نعرف عن القناة الوهمية هو أن معرف الاتصال الخاص بها والذي يتألف من جزأين هما المعرف VPI والمعرف VCI يتم تحديده بقيمة معينة عند المرسل، ولكن هذه القيمة يتم تغييرها عندما تعبر الوصلة أول مبدل لشبكة ATM مع أن الوصلة لم تتغير، ولكن سبب ذلك هو أن كل مبدل يملك جدول التوجيه الخاص به لتعريف أي وصلة وعند مرور الخلايا عبر المبدلات سوف تقوم المبدلات أيضاً بتغيير معرفات الخلايا تبعاً لجدول التوجيه الخاص بكل مبدل، وعليه يمكن تعريف خط القناة الوهمية بأنه جزء من VCC يصل بين مبدلين بشبكة ATM، كما يتم إنشاء الوصلة الوهمية بين أي نظامين عن طريق إرسال رسالة طلب اتصال ليتم إنشاء الاتصال وبعد ذلك وبشكل متعاقب يتم إرسال خلايا البيانات عبر نفس الطريق الذي سلكته رسالة الطلب الأولى لتصل إلى هدفها.

بالإضافة إلى ما يعرف بالـ VCC فقد تم تطوير مفهوم آخر وهو مفهوم وصلة الممر الوهمي VPC، وهي عبارة عن مجموعة أو حزمة bundle من الـ VCCs التي تملك نفس نقطة البداية (المصدر) ولها نفس نقطة النهاية (الهدف) كما هو مبين بالشكل (٧- ٣).



ATM Connection Relationships

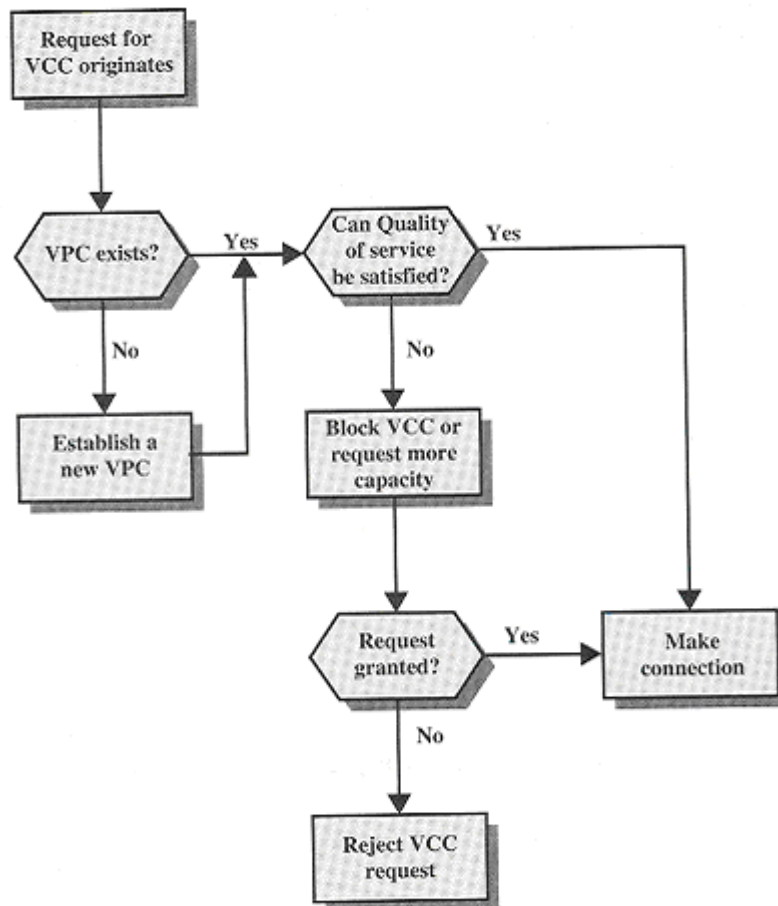
شكل ٧-٣

وهكذا فإن جميع الـ VCCs في وصلة ممر وهمي VPC معينة يمكن التحكم بها دفعة واحدة كأن يتم تغير اتجاهها مع بعضها عن طريق تغيير اتجاه VPC المعنية، أي إنه يمكننا تطبيق عمليات إدارة الشبكة على عدد صغير من الوصلات (وهو عدد الـ VPCs) بدلا من تطبيق ذلك على عدد كبير من الوصلات (وهو عدد الـ VCCs) المستقلة.

المميزات المتعلقة باستخدام الممرات الوهمية Virtual Paths :

- ١- بنية شبكة أبسط: حيث يمكن تقسيم وظائف النقل في الشبكة إلى قسمين، الأول يتعلق بالوصلات المنطقية المستقلة (القنوات الوهمية) والآخر يتعلق بمجموعة من الوصلات المنطقية (الممرات الوهمية).
 - ٢- أداء ووثوقية أفضل للشبكة: وذلك بسبب تعامل الشبكة مع عدد أقل من الوصلات.
 - ٣- زمن تهيئة اتصال أقصر: حيث يتم معظم العمل عند إنشاء الممر الوهمي، وحيث 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 نقطة النهاية end-points (المرسل والمستقبل) لوصلة الممر الوهمي، ولا يتطلب إنشاء تلك الوصلة أي عمليات معقدة عند نقاط العبور (المبدلات).
- الشكل (٧-٤) يبين مخططاً عاماً لعملية إنشاء الاتصال باستخدام القنوات الوهمية والممرات الوهمية عن طريق الخطوات التالية:

- عملية التحكم بالممر الوهمي تتضمن تحديد طريق ذلك الممر وسعة الممر وتخزين معلومات عن حالة الوصلة.
- من أجل إنشاء قناة وهمية ما ، يتم إجراء عمليات تحكم تتضمن عمليات فحص لوجود وصلة ممر وهمية بين المصدر والهدف ، وبسعة كافية لدعم تلك القناة الوهمية وتخزين معلومات عن الحالة الجديدة للقنوات والممرات الوهمية



Call Establishment Using Virtual Paths

شكل ٧-٤

٧-٦ إشارات التحكم (Control Signaling)

تحتاج شبكات ATM إلى آلية لإنشاء وتحرير الـ VCCs والـ VPCs وتبادل البيانات أثناء تنفيذ أي عملية وتسمى هذه الآلية بإشارات التحكم والتي يتم تبادلها خلال وصلات منفصلة عن تلك التي تنقل البيانات الفعلية ، وقد تم تحديد أربع طرق من أجل تزويد الشبكة بالإمكانات اللازمة لإنشاء أو تحرير الوصلات VCCs وهذه الطرق هي:

- قد يتم استخدام وصلات VCCs شبه دائمة Semi permanent من أجل تبادل البيانات بين المستخدمين، وفي هذه الحالة ليس هناك حاجة لإشارات تحكم.
- في حالة عدم وجود قناة دائمة لنقل إشارات التحكم، يجب إنشاء قناة، وذلك بأن يتم تبادل إشارات تحكم معينة بين المستخدم والشبكة على هذه القناة المعينة أي إننا بحاجة لقناة دائمة ذات معدل نقل منخفض والتي تستخدم لإنشاء الوصلات VCCs تستخدم من أجل التحكم بالاتصال، وتسمى تلك القناة الدائمة ذات المعدل المنخفض للنقل بالقناة البادئة بالتأشير Meta-Signaling Channel لأنها تستخدم لإنشاء قنوات التحكم.
- القناة البادئة للتأشير يمكن أن تستخدم لإنشاء قنوات لإشارات التحكم بين المستخدمين، وهذه القناة المنشأة يجب أن يتم إنشاؤها قبل إنشاء VPC، ويمكن استخدام القناة المنشأة بعدها لإنشاء وتحرير VCCs بين المستخدمين وبدون تدخل الشبكة.
- أما بالنسبة لـ VPCs فقد تم تحديد ثلاث طرق لإنشاء وتحرير تلك الوصلات وهذه الطرق هي:
- يمكن أن تكون الوصلات VCCs شبه دائمة، وفي هذه الحالة ليس هناك ضرورة لإشارات تحكم لإنشاء الـ VCCs.
- يمكن أن يتم التحكم بإنشاء وتحرير الـ VPC من قبل المستخدم وفي هذه الحالة يتم استخدام VCC معينة لنقل إشارات تحكم تقوم بطلب VPC من الشبكة.
- يمكن أن يتم التحكم بإنشاء وتحرير الـ VPC من قبل الشبكة، وفي هذه الحالة قد تقوم الشبكة بإنشاء أو تحرير VPC معينة.

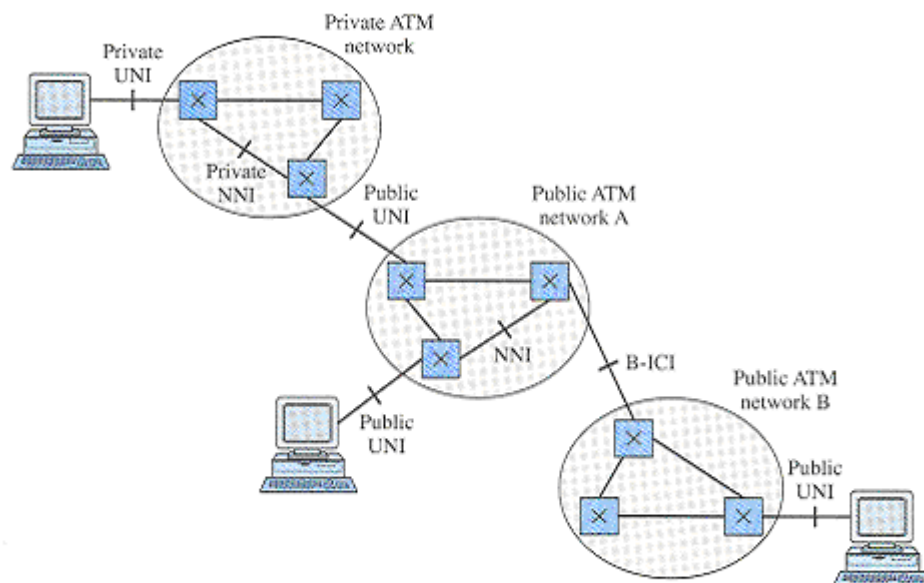
٧- ٧ خلايا (ATM Cells) (ATM)

يستخدم نظام النقل غير المتزامن ATM خلايا ثابتة الحجم (٥٣ بايت) تتألف من مقدمة Header طولها ٥ بايت وحقل للمعلومات بطول ٤٨ بايت، وفي الحقيقة لا تكون جميع البيانات الموجودة في حقل البيانات هي معلومات المستخدم، وإنما يكون جزء منها معلومات تحكم، وهناك مزايا عديدة لاستخدام خلايا صغيرة وثابتة الحجم:

- أولها، إرسال خلايا صغيرة ينقص من زمن التأخير للخلايا ذات الأفضلية العليا أثناء انتظارها في طابور الانتظار، فإذا وصلت خلية ذات أفضلية عليا إلى الطابور عند بدء إرسال خلية ما، فإن الخلية ذات الأفضلية العليا تنتظر فقط الزمن اللازم لإرسال تلك الخلية الثانية فقط.
- ثانيها، أنه يمكن تبادل الخلايا ذات الحجم الثابت بشكل أكثر مرونة وفعالية وبخاصة عند معدلات النقل العالية للمعلومات.

تتكون خلية ATM من :

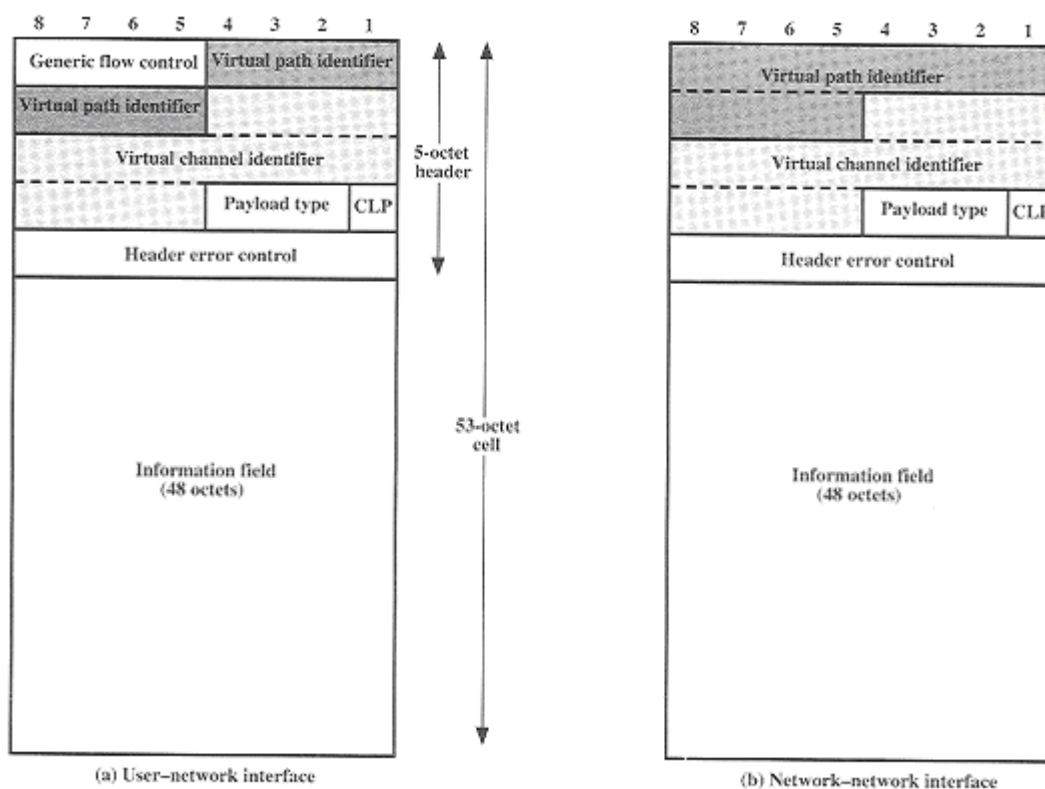
- ١- حقل أو شكل المقدمة **Header Format** : يمكن تمييز الوصلات في شبكة ATM المبينة بالشكل (٧- ٥) كما يلي: وصلة بين المستخدم والشبكة (User Network Interface (UNI ، ووصلة بين مبدلي شبكة ATM .



ATM network interfaces.

شكل ٧-٥

- وعندما تعبر الخلية أياً من الوصلتين يبقى طول كل من المقدمة وحقل المعلومات ثابتاً ويوضح شكل (٧- ٦ أ) تكوين المقدمة في الوصلة بين المستخدم بالإنترنت بالإضافة إلى حقل المعلومات، كما يوضح شكل (٧- ٦ ب) تكوين المقدمة داخل الشبكة أي في الوصلة NNI بالإضافة إلى حقل المعلومات.



ATM Cell Format

شكل ٦-٧

يتم إرسال أي من الخليتين (شكل a أو b) ابتداء من البت الأعلى من جهة إلى سار وباتجاه إلى مين وعند انتهاء البايت يتم الإرسال من إلى سار لليمين حتى ينتهي السطر الأول ثم الثاني وهكذا ، وفيما يلي توضيح لأهم الحقول في الخليتين:

- ٢- **حقل التحكم بالتدفق العام (GFC) Generic Flow Control** : هذا الحقل موجود بشكل مقدمة الخلية في حالة الوصلة بين المستخدم والشبكة فقط UNI وهو يتكون من ٤ بت وهو يستخدم للتحكم في تدفق الخلايا ويعين المستخدم على التحكم في اختيار تدفق معين للبيانات إلى الشبكة ، مما يعني إمكانية اختيار خدمات ذات نوعيات مختلفة.
- **معرف الممر الوهمي VPI** : وتستعمله الوصلة كحقل توجيه ، ويتكون من ٨ بت عندما تكون الخلية موجودة في الوصلة بين المستخدم والشبكة UNI ويتكون من ١٢ بت عندما تعبر تلك الخلية أي وصلة بين مبدلات الشبكة NNI مما يسمح بتأمين ممرات وهمية أكثر داخل الشبكة.
- **معرف القناة الوهمية VCI** : يستخدم من أجل توجيه البيانات من وإلى المستخدمين ويشبه إلى حد كبير نقطة ولوج الخدمة Service Access Point وهذا الحقل يتكون من ١٦ بت.
- ٣- **حقل نوع التحميل Payload Type** : يشير هذا الحقل إلى نوعية البيانات في حقل المعلومات ، والتي يمكن أن تكون بيانات مستخدم أو بيانات من أجل إدارة أو إصلاح الشبكة ، وهذا يسمح لنا

بإرسال خلايا لإدارة الشبكة داخل الـ VCC التابعة لمستخدم ما بدون التأثير على بيانات هذا المستخدم.

٤- **حقل أفضلية فقد الخلية (Cell Loss Priority (CLP** : هذا الحقل مكون من بت واحدة وهي تقدم للشبكة الإرشاد والتوجيه المناسب في حالة وجود ازدحام، فالقيمة ٠ في خانة CLP تشير إلى أن للخلية أفضلية أعلى ولا يجب إهمال هذه الخلية إلا في حالة عدم وجود أي خيار آخر وهو وجود القيمة ١ في خانة CLP والتي تشير إلى أن هذه الخلية يمكن إهمالها عند وجود ازدحام بالشبكة.

٥- **حقل التحكم بخطأ المقدمة (Header Error Control (HEC** : هذا الحقل يتكون من ٨ بت تستخدم للتحكم في الأخطاء التي قد تحدث في مقدمة خلية ATM المكونة من ٣٢ بت، حيث يتم فحص المقدمة عند مرور الخلية عبر أي مبدل، وذلك لإنقاص عدد الخلايا التي يتم نقلها بشكل خاطئ نتيجة لخطأ في مقدمة الخلية، أما حقل المعلومات فلا يتم فحصه عند أي مبدل تعبره الخلية وإنما يتم فحصه عند وصول الخلية لنقطة النهاية (الهدف) وذلك لسببين، الأول هو إنقاص زمن التأخير عند كل مبدل، واللازم لفحص هذا الحقل الكبير، والثاني هو أنه في معظم التطبيقات ذات الزمن الحي أو الفعلي Real Time Applications لا يهمننا حدوث خطأ في إحدى الخلايا بقدر ما يهمننا سلامة تسلسل الخلايا المستقبلية عند نقطة النهاية.

٦- **حقل المعلومات (Information Field** : هذا الحقل يتكون من ٤٨ بايت ليست كلها معلومات للمستخدم ولكنها يمكن أن تحتوي على بيانات تحكم.

٧- ٨ خدمات (ATM Services) ATM

تم تصميم شبكات ATM لكي تكون قادرة على نقل عدة أنواع مختلفة من الإشارات معا في وقت واحد مع الأخذ في الاعتبار خصائص تلك الإشارات ومتطلبات التطبيقات، مثال ذلك تطبيقات البث الحي للإشارات المرئية يجب أن ينقل بأقل تغيير في زمن التأخير. سوف نقوم بتصنيف الخدمات حسب ما تم تحديدها من قبل منتدى أو ATM Forum :

١- خدمات الزمن الحقيقي Real-Time Services

تنقسم هذه الخدمات إلى:

أ- خدمات معدل النقل الثابت (Constant Bit Rate -CBR):

هذه الخدمة تستخدم في التطبيقات التي تحتاج للبيانات ذات المعدل الثابت والاتصال الحي ومعظمها يستخدم في التطبيقات السمعية والمرئية غير المضغوطة، ومن أهم هذه التطبيقات : المؤتمرات المرئية - المحادثات التلفونية - التوزيع المرئي/السمعي للمشاهدة أو التعليم.

ب- خدمات معدل النقل المتغير (rt-VBR) :-Time Variable Bit Rate:

هذه الخدمة تستخدم في التطبيقات ذات حساسية الزمن أي التي تتطلب تغيراً في زمن التأخير كما إن البيانات المراد إرسالها بواسطة هذه الخدمات تكون ذات معدلات متغيرة مما يجعل الشبكة أكثر مرونة من النوع السابق وذلك باستخدام طريقة التعداد الإحصائي (الغير متزامن) لعدد الوصلات على نفس السعة المخصصة مع توفير نفس الخدمة لكل وصلة. أحد تطبيقات هذه الخدمات، الطريقة القياسية لانضغاط المرئيات ناتجة عن سلسلة من إطارات الصور ذات الأحجام المتغيرة، ونظراً لأن البث الحي للمرئيات يتطلب معدل إرسال منتظم للإطارات، فإن معدل إرسال البيانات الفعلي يكون متغيراً.

٢- خدمات الزمن غير الحقيقي Non-Real-Time Services

تنقسم هذه الخدمات إلى:

أ- خدمات الزمن غير الحقيقي ومعدل نقل متغير Non-Real-Time Variable Bit Rate (nrt-VBR): في بعض التطبيقات يكون من الممكن للشبكة توفير التحسين في جودة الخدمة QoS في محيط الفقد والتأخير. من أمثلة هذه الخدمات، الحجز على الخطوط الجوية، المبادلات البنكية، وبعض العمليات الأخرى.

ب- خدمات معدل النقل غير المحدد (Unspecified Bit Rate -UBR):

عند أي وقت محدد، نجد أن الكمية المحددة لسعة شبكة ATM تستنفذ في حمل إشارات ذات CBR ونوعين من إشارات ذات VBR، أيضاً سعة إضافية متوفرة لغرض أو غرضين هما: ١- ليست كل المصادر تملك تهيئة إشارات CBR و VBR، ٢- طبيعة حزمة إشارات VBR تعني أنه في بعض الأوقات أقل من السعة المسموحة يمكن استخدامها. كل هذه السعة غير المستخدمة يمكن جعلها صالحة من أجل خدمة UBR التي تتضمن: نقل الصور - النصوص - البيانات - الرسائل - الإرسال عن بعد.

ت- خدمات معدل النقل المقبول (Available Bit Rate -ABR)

تطبيقات إرسال حزم البيانات التي تستخدم بروتوكول end-to-end مثال TCP يمكن اكتشاف الاكتظاظ بالشبكة بواسطة التأخيرات الحادثة والطرود المحذوفة، ومع ذلك لا يمكن لـ TCP من تقليل هذا الازدحام بقدر الإمكان. يمكن تحسين الخدمة باستخدام ABR وذلك عن طريق تحديد ما يسمى Peak Cell Rate (PCR) التي سوف تستخدم و Minimum Cell Rate (MCR) المطلوبة. أحد التطبيقات التي تستخدم ABR هي شبكات الـ LAN التي يتم ربطها بشبكة ATM عن طريق موجهات.

٧- ٩ خدمات (AAL Services) AAL

وضعت هيئة ITU-I قائمة بالخدمات التي تقدمها الطبقة AAL وهي:

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

أسئلة الوحدة السابعة

أجب عن الأسئلة الآتية:

س١: اذكر المستويات الثلاثة لبروتوكول ATM

س٢: ما هي طبقات بروتوكول ATM؟

س٣: عرف المصطلحات الفنية الآتية:

- وصلة القناة الوهمية VCC

- خط القناة الوهمية VCL

س٤: ما هي المميزات المتعلقة باستخدام الممرات الوهمية V P؟

س٥: ما هي مزايا استخدام ATM خلايا صغيرة وثابتة الحجم ؟

س٦: اذكر الخدمات المختلفة المقدمة من ATM ؟