الاتحـــــاد الدولـــــي للاتصـــــالات

ITU-T J.212

(2006/11)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة J: الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط

الأنظمة التفاعلية للتوزيع التلفزيوني الرقمي

السطح البيني المادي الخارجي في الاتجاه الهابط لمنظومات انتهاء مودم كبلي زجلية (M-CMTS)

التوصيـــة ITU-T J.212

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

التوصيـــة ITU-T J.212

السطح البيني المادي الخارجي في الاتجاه الهابط لمنظومات انتهاء مودم كبلي زجلية (M-CMTS)

ملخص

تعرِّف هذه التوصية سطحاً بينياً معروفاً باسم السطح البيني المادي الخارجي للاتجاه الهابط (DEPI) والمتطلبات البروتوكولية المصاحبة له، من أجل نقل معطيات المستعمِل في الاتجاه الهابط، بين "لبّ منظومة انتهاء مودم كبلي زجلية" ("M-CMTS Core") والجهاز الحافّيّ لتشكيل اتساع تربيعي (EQAM). فتعرض خصائص السطح البيني DEPI، وتذكر متطلبات يجب أن يفي بها لبّ المنظومة الزجلية M-CMTS والجهاز EQAM كلاهما، وتصف أيضاً جوانب مختلفة من مسائل تقنية ينطوي عليها تنفيذ ونشر نظام متسق مع المواصفات DOCSIS ويستعمل معمارية المنظومة الزجلية M-CMTS.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 9 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 29 نوفمبر 2006 على التوصية ITU-T J.212، بموجب الإجراء المحدد في التوصية ITU-T A.8.

تمهيـــد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات. وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA)، التي تجتمع مرة كل أربع سنوات، المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2007

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 2
1.2 مراجع معيارية 2
2.2 مراجع إعلامية 2
3.2 عناوين للحصول على المراجع 3
3 مصطلحات وتعريفات 3
1.3 القنوات المنضمّة: قناة منطقية مؤتلفة من قنوات متعددة. 3
4 مختصرات واصطلاحات 6
1.4 مختصرات 6
2.4 اصطلاحات 9
5 نظرة تقنية شاملة 10
1.5 معمارية المنظومة 10
2.5 نموذج خدمات الاحتواء 14
3.5 نموذج الخدمات المتعددة 15
6 معمارية السطح البيني DEPI 15
1.6 مسير المعطيات على السطح البيني DEPI 16
2.6 نظرات في التوصيل البيني للشبكات 21
3.6 نظرات في مزامنة النظام 23
7 مستوي التحكّم للسطح البيني DEPI 23
1.7 طوبولوجيا 24
2.7 العنونة 24
3.7 نسق رسالة التحكم 26
4.7 التشوير 31
5.7 تعريفات المزدوجات AVP 37
8 مستوي إعادة التسيير للسطح البيني DEPI 52
1.8 نسق رزم نقل L2TPv3 52
2.8 أسلوب MPT المتسق مع المواصفات DOCSIS 55
3.8 أسلوب PSP 56
4.8 رأسية الطبقة الفرعية لقياس الاستتار على السطح البيني DEPI (DLM) 57
5.8 معدّل خرج لب المنظومة M-CMTS 59

الصفحة

الملحق A – وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) على السطح البيني DEPI 60
1.A قدُّ الحمولة النافعة للطبقة السفلية حسب البروتوكول L2TPv3 60
2.A القدُّ الأعظمي للرتل على السطح البيني DEPI 60
3.A اكتشاف الوحدة MTU الخاصة بالمسير 61
الملحق B – المعلمات والثوابت 61
التذييل I – أداء السطح البيني DEPI والمنظومة DOCSIS 62
1.I مقدمة 62
2.I تأثير وقت الانتشار ذهاباً وإياباً على الأداء 62
3.I عناصر وقت الانتشار ذهاباً وإياباً 62
4.I خصائص الشبكة CIN 65
5.I مُهل الاصطفاف الانتظاري في العناصر الشبكية 66
6.I إعطاء الحركة أولوية إزاء المهل الشبكية 66
7.I بقاء الاصطفاف في تدفق لسطح بيني DEPI 67
8.I الأسلوب PSP 69
التذييل II – الاعتماد المبكِّر لأجهزة EQAM واستعمالها المتطور 70
1.II تطوير الأجهزة: EQAM الصنف A (بدون سطح بيني DTI) 70
2.II تطوير الأجهزة: EQAM الصنف B (مع سطح بيني DTI) 70
3.II إمكان توفير وظائف المنظومة M-CMTS على مراحل 71
4.II طبقة البروتوكول UDP الاختيارية 72

التوصيـــة ITU-T J.212

السطح البيني المادي الخارجي في الاتجاه الهابط لمنظومات انتهاء مودم كبلي زجلية (M-CMTS)

1 مجال التطبيق

تنتمي هذه التوصية إلى زمرة التوصيات المتفرعة عن المواصفات DOCSIS®، توصيات تعرّف معمارية منظومة انتهاء مودم كبلي زجلية (M-CMTS™)، من أجل مكوِّنات الطرف الرأسي الوافية بالمواصفات DOCSIS.

تعرِّف المواصفات DOCSIS (انظر المرجع [J.122]) متطلبات المكوِّنتين الأساسيتين لنظام نقل المعطيات عبر الكبلات بسرعة عالية، وهما المودم الكبلي (CM) ومنظومة انتهاء مودم كبلي (CMTS). وقد صُمّمت معمارية المنظومة الزجلية M-CMTS بمثابة توسيع للتوصيات المتفرعة عن المواصفات DOCSIS، من أجل إتاحة مرونة وتدرّج مستقل لبعض وظائف المنظومة CMTS، وتمكين المشغِّلين من استعمال الموارد الشبكية المتيسّرة بمزيد من الفعالية.

أحد العناصر المفتاحية في معمارية المنظومة الزجلية M-CMTS هو فصل تشكيل الاتساع التربيعي (QAM) في الطبقة المادية للاتجاه الهابط ووظائف التحويل الرافع للتردد في الاتجاه الصاعد، عن المنظومة CMTS، ووضع تلك الوظائفية في جهاز حافّيّ لتشكيل اتساع تربيعي ("Edge-QAM" (EQAM)). إن عملية الفصل هذه تجعل بالإمكان صنع منتجات EQAM توفر فئتي الخدمات، الفيديوية منها والخدمات الوافية بالمواصفات DOCSIS، وهذا الإنتاج يمكّن المشغِّلين من استعمال نفس الموارد الشبكية من أجل تأدية أنماط متعددة من الخدمات، معطياتية وصوتية وفيديوية.

تعرِّف هذه التوصية سطحاً بينياً معروفاً باسم السطح البيني المادي الخارجي للاتجاه الهابط (DEPI) والمتطلبات البروتوكولية المصاحبة له، من أجل نقل معطيات المستعمِل في الاتجاه الهابط، بين "لبّ منظومة انتهاء مودم كبلي زجلية" (M-CMTS" "Core) والجهاز الحافّيّ لتشكيل اتساع تربيعي (EQAM). فتعرض خصائص السطح البيني DEPI، وتذكر متطلبات يجب أن يفي بها لبّ المنظومة الزجلية M-CMTS والجهاز EQAM كلاهما، وتصف أيضاً جوانب مختلفة من مسائل تقنية ينطوي عليها تنفيذ ونشر نظام متسق مع المواصفات DOCSIS ويستعمل معمارية المنظومة الزجلية M-CMTS.

ومن المتيسِّر في معمارية المنظومة الزجلية M-CMTS خياران مختلفان بخصوص تردد الميقاتية الرئيسية. الخيار الأول، وهو تردد ميقاتية رئيسية بسرعة 10,24 MHz، يُستعمَل في أمريكا وأوروبا وقارّات أخرى. الخيار الثاني، وهو تردد ميقاتية رئيسية بسرعة 9,216 MHz، يُستعمَل في اليابان. ولكن يكفي للامتثال لهذه التوصية الوفاء بواحد فقط من شكلي التنفيذ هذين. وليس مطلوباً من تجهيز مبني على أحد الخيارين أن يشتغل بينياً مع تجهيز مبني على الخيار الآخر.

وفيما يلي قائمة بالوثائق المنتمية إلى سلسلة التوصيات المتعلقة بالسطح البيني للمنظومة الزجلية M-CMTS.

الاسم	العنوان
J.212	السطح البيني المادي الخارجي للاتجاه الهابط
J.211	السطح البيني للتوقيت بموجب المواصفات DOCSIS
CM-SP-ERMI	السطح البيني لمدير الموارد الحافّيّ، CM-SP-ERMI-I02-051209 9 December 2005, Cable Television Laboratories, Inc.
CM-SP-M-OSSI	السطح البيني الرابط بين المنظومة M-CMTS ونظام دعم التشغيل (OSS)، CM-SP-M-OSSI-I02-051209، 9 December 2005, Cable Television Laboratories, Inc

2 المراجع

1.2 مراجع معيارية

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[H.222.0] ITU-T Recommendation H.222.0 (2006) | ISO/IEC 13818-1:2007, *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems*.

[J.83] ITU-T Recommendation J.83 (1997), *Digital multi-programme systems for television, sound and data services for cable distribution*.

[J.122] ITU-T Recommendation J.122 (2002), *Second-generation transmission systems for interactive cable television services – IP cable modems.*

[J.210] ITU-T Recommendation J.210 (2006), *Downstream RF interface for Cable Modem Termination Systems*.

[J.211] ITU-T Recommendation J.211 (2006), *Timing interface for Cable Modem Termination Systems*.

[IANA-PORTS] IANA (2004), *Port Numbers*.

[IEEE-802.1Q] IEEE Std 802.1Q-2005, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Virtual Bridged Local Area Networks*.

[IEEE-802.3] IEEE Std 802.3-2005, *IEEE Standard for information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection (CSMA/CD) Access Method And Physical Layer Specification*.

[RFC-IP] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol – DARPA Internet Program – Protocol specification*.

[RFC-L2TP-DSCP] IETF RFC 3308 (2002), *Layer Two Tunnelling Protocol (L2TP) Differentiated Services Extension*.

[RFC-L2TPv3] IETF RFC 3931 (2005), *Layer Two Tunnelling Protocol – Version 3 (L2TPv3)*.

[RFC-MTU] IETF RFC 1191 (1990), *Path MTU Discovery*.

[RFC-PHBID-AF] IETF RFC 2597 (1999), *Assured Forwarding PHB Group*.

[RFC-PHBID-EF] IETF RFC 3246 (2002), *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behaviour)*.

[RFC-UDP] IETF RFC 768 (1980), *User Datagram Protocol*.

2.2 مراجع إعلامية

[DVB-RF] ETSI EN 300 429 V1.2.1 (1998), *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems*.

[ERMI] *Edge Resource Manager Interface*, CM-SP-ERMI-I02-051209, 9 December 2005, Cable Television Laboratories, Inc.

[ISO 8802-2] ISO/IEC 8802-2:1998 (IEEE Std 802.2:1994) – *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 2: Logical link control.*

[MOSSI] *DOCSIS M-CMTS Operations Support Interface*, CM-SP-M-OSSI-I02-051209, 9 December 2005, Cable Television Laboratories, Inc.

[RFC-DSCP-1] IETF RFC 2983 (2000), *Differentiated Services and Tunnels*.

[RFC-DSCP-2] IETF RFC 3260 (2002), *New Terminology and Clarifications for Diffserv*.

[VCCV] IETF draft-ietf-pwe3-vccv-12.txt, *Pseudo Wire Virtual Circuit Connectivity Verification (VCCV)*, January 2007.

3.2 عناوين للحصول على المراجع

- Cable Television Laboratories, Inc., Internet: http://www.cablelabs.com/; http://www.cablemodem.com/specifications/.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., Internet: http://standards.ieee.org.
- Internet Engineering Task Force (IETF), Internet: http://www.ietf.org.
- Internet Assigned Numbers Authority, IANA, Internet: http://www.iana.org.
- Institut européen des normes de télécommunication (ETSI): http://www.etsi.org.

3 مصطلحات وتعريفات

تستعمل هذه التوصية وتعرِّف المصطلحات التالية:

1.3 القنوات المنضمّة: قناة منطقية مؤتلفة من قنوات متعددة.

2.3 المودم الكبلي: مشكِّل ومزيل للتشكيل في أماكن المشترك، معَدّ لكي يُستعمَل في تسيير اتصالات معطياتية داخل منظومة تلفزة كبلية.

3.3 شبكة توصيل بيني متقاربة: شبكة التوصيل بين لب منظومة زجلية M-CMTS وجهاز EQAM (وهي عادة إثرنت بمعدل 1 Gbit/s).

4.3 تجهيزات مقر الزبون: تجهيزات واقعة في مقر المستعمل الطرفي؛ يمكن أن يورِّده مورِّد الخدمات.

5.3 معدَّل المعطيات: هو الصبيب، أي الكم المرسل من المعطيات في وحدة زمنية، وهو عادة كم البتات في الثانية (bit/s).

6.3 ديسيبل (dB): نسبة بين سويّتَيْ قدرة معبَّراً عنها رياضياً بالمعادلة: $dB = 10\log_{10} (P_{OUT}/P_{IN})$.

7.3 ديسيبل ملّيفولت (dBmV): وحدة قدرة راديوية معبَّراً عنها بالديسيبل بالنسبة إلى 1 ملّيفولت، طبقاً للمعادلة التالية: $dBmV = 20\log_{10}$ (القيمة 1 mV/mV).

8.3 في الاتجاه الهابط (DS):

1) يُقصد بهذا المصطلح الإرسال من المنظومة CMTS إلى المودم الكبلي (CM). ويدخل فيه الإرسال من لب المنظومة الزجلية M-CMTS إلى الجهاز EQAM، وكذلك الإرسال بتردد راديوي من الجهاز EQAM إلى المودم الكبلي (CM).

2) طيف ترددات راديوية يُستعمل لإرسال إشارات من طرف رأسي لدى مشغِّل كبلي أو من موقع توصيل وتوزيع نحو مواقع المشتركين.

9.3 جهاز حافّيّ لتشكيل اتساع تربيعي (EQAM): طرف رأسي أو جهاز توصيل وتوزيع يستقبل رزم فيديو رقمية أو معطيات رقمية. ويعيد ترزيم الفيديويات أو المعطيات في قطار نقل MPEG، ويشكِّل رقمياً قطار النقل الرقمي في حمّالة تردد راديوي هابطة، باستعمال تشكيل اتساع تربيعي (QAM).

10.3 التدفق: قطار رزم على السطح البيني DEPI يُستعمَل لنقل معطيات ذات أولوية معيَّنة، من لب المنظومة الزجلية M-CMTS إلى قناة QAM معيّنة من قنوات الجهاز EQAM. وفي التشغيل بأسلوب PSP يمكن وجود عدة تدفقات في قناة QAM واحدة.

11.3 إثرنت الجيغا (GE): إثرنت الجيغا: إثرنت بمعدل 1 جيغا/ثانية.

12.3 منظومة هجينة من كبلات ألياف بصرية وكبلات معدنية متحدة المحور (HFC): نظام إرسال ذو وسط مشترك، ثنائي الاتجاه، عريض النطاق، يعتمد على شبكة هجينة: تستعمل كبلات من ألياف بصرية بين الطرف الرأسي والعُقَد الليفية، ثم كبلات معدنية متحدة المحور للتوزيع من العقد الليفية إلى مواقع الزبائن.

13.3 معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE): منظمة تطوّعية تضطلع، بين جملة مهام، برعاية لجان التقييس، وهي معتمَدة لدى معهد التقييس الوطني الأمريكي (ANSI).

14.3 فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF): هيئة من بين مسؤولياتها وضع المعايير المستعملة في الإنترنت.

15.3 بروتوكول الإنترنت (IP): بروتوكول طبقة شبكية للإنترنت.

16.3 مُمركِز النفاذ إلى بروتوكول نقل الطبقة 2 (LAC): تُطلَق تسمية مُمركِز النفاذ إلى بروتوكول نقل الطبقة 2 (LAC)، على نقطة توصيل طرفية للتحكم ببروتوكول نقل الطبقة 2 (LCCE) متى استُعمِلت لإقامة توصيل متقاطع مباشرة بين دورة بروتوكول نقل طبقة 2 (L2TP) ووصلة معطيات. وفي استطاعة النقطة LCCE أن تؤدي وظيفة خدوم شبكي للبروتوكول L2TP (LNS) من أجل دورة ما، ووظيفة ممركز LAC من أجل دورات أخرى. ومن ثَمّ يجب أن يُقصَر استعمال هذين المصطلحين على سياق مجموعة معيّنة من الدورات، إلا إذا كانت النقطة LCCE محصورة وظيفتها في غرض واحد لطوبولوجيا معيّنة.

17.3 مزدوج القيمة لنعت بروتوكول نقل الطبقة 2 (AVP): تسلسل متغيِّر الطول لنعت وحيد لبروتوكول نقل طبقة 2 (يمثّله عدد صحيح)، مع مجال طول، وقيمة تحتوي القيمة الفعلية التي يعرِّف النعت هويتها.

18.3 توصيل التحكم لبروتوكول نقل الطبقة 2: توصيل التحكم لبروتوكول نقل الطبقة 2 هو قناة تحكم موثوقة، تُستعمَل لإقامة دورات منفردة لبروتوكول L2TP وصيانتها وتحريرها، وتستعمَل أيضاً لإقامة توصيل التحكم نفسه.

19.3 نقطة توصيل طرفية للتحكم لبروتوكول نقل الطبقة 2 (LCCE): هذه النقطة عقدة للبروتوكول L2TP توجد في أحد طرفي توصيل التحكم للبروتوكول L2TP. وتُسمّى أيضاً مُمركِز النفاذ إلى بروتوكول نقل الطبقة 2 (LAC) أو خدوم شبكي للبروتوكول L2TP (LNS)، تبعاً لما إذا كانت الأرتال المتسرِّبة تُعالَج في الوصلة المعطياتية (LAC) أو في الطبقة الشبكية (LNS).

20.3 معرِّف هوية توصيل التحكم لبروتوكول نقل الطبقة 2: يحتوي مجالُ معرِّف هوية توصيل التحكم معرِّفَ الهوية لتوصيل التحكم، وقيمته 32 بتة. ومزدوج قيمة النعت (AVP) المخصص معرِّفاً لهوية توصيل التحكم (نمط النعت 61) يحتوي معرِّف الهوية الذي يخصصه المرسِل لهذا التوصيل التحكمي. ومعرِّف هوية التوصيل التحكمي، المحدد في المزدوج AVP، يجب إدراجه في مجال معرِّف هوية التوصيل التحكمي، مجال جميع رزم التحكم المرسلة إلى الند طيلة بقاء التوصيل التحكمي. وبما أن قيمة 0 لمعرِّف هوية توصيل تحكمي تُستعمَل بهذه الطريقة الخاصة، يجب أن لا تُرسَل قيمة 0 كقيمة لمعرِّف هوية مخصَّص لتوصيل تحكمي.

21.3 رسالة تحكمية حسب البروتوكول L2TP: رسالة حسب البروتوكول L2TP يستعملها توصيل تحكمي.

22.3 رسالة معطيات حسب البروتوكول L2TP: رسالة حسب البروتوكول L2TP تستعملها قناة معطيات.

23.3 نقطة طرفية للبروتوكول L2TP: عقدة تقوم بمثابة جانب واحد لنفق من أنفاق البروتوكول L2TP.

24.3 خدوم شبكي للبروتوكول L2TP: إذا انتهت دورة للبروتوكول L2TP معيّنة، في عقدة للبروتوكول L2TP، وعولجت الرزمة المغلَّفة التابعة للطبقة الشبكية (L3) على سطح بيني تقديري، نشير إلى هذه العقدة للبروتوكول L2TP بتسمية خدوم شبكي للبروتوكول L2TP (LNS). وفي استطاعة نقطة LCCE معيّنة أن تؤدي وظيفة الخدوم LNS من أجل بعض الدورات، ووظيفة ممركِز LAC من أجل دورات أخرى. ومن ثَمّ يجب أن يُقصَر استعمال هذين المصطلحين على سياق مجموعة معيّنة من الدورات، إلا إذا كانت النقطة LCCE محصورة وظيفتها في غرض واحد لطوبولوجيا معيّنة.

25.3 مضاهي الدارة السلكية للبروتوكول L2TP (PW): مضاهي دارة سلكية حين يجتاز شبكة مبدَّلة بالرزم. ويكون لكل دورة L2TP مضاهي دارة واحد.

26.3 نمط مضاهي الدارة السلكية للبروتوكول L2TP: هو نمط الحمولة النافعة الجاري نقلها في دورة حسب البروتوكول L2TP. توجد أمثلة عليه في البروتوكولات الخاصة بما يلي: الإرسال من نقطة إلى نقطة (PPP)، وإثرنت، وترحيل الرتل.

27.3 دورة البروتوكول نقل الطبقة 2 (L2TP): دورة البروتوكول L2TP هي كيان يُستحدَث بين نقطتي توصيل طرفيّتيْن للتحكم بروتوكول نقل الطبقة 2 (LCCE) من أجل تبادل معلمات لإقامة وصيانة توصيل L2 مضاهىً. ومن الجائز أن تصاحب دورات متعددة توصيلاً تحكمياً واحداً.

28.3 معرِّف هوية دورة البروتوكول L2TP: هو مجال قوامه 32 بتة، يحتوي معرِّف هوية قيمته غير صفر، من أجل دورة. وتُسمّى دورات البروتوكول L2TP بأسماء معرِّفات الهوية، معرِّفات ذات دلالة محلية فقط. يعني أن نفس الدورة المنطقية تُعطى معرِّفَيْن مختلفين لهويتها من جانب كل طرف من طرفي التوصيل التحكمي، طيلة بقاء الدورة. وحين يُستعمَل توصيل تحكمي للبروتوكول L2TP لإقامة الدورة، يُنتقى المعرِّفان لهوية الدورة ويجري تبادلهما كزوج قيم AVP معرِّفٍ محلي لهوية الدورة أثناء إقامة الدورة. ومعرِّف هوية الدورة يوفّر لوحده السياق الضروري لكل معالجة لاحقة للرزم، بما فيها حضور الواشي (Cookie) وقدّه وقيمته، ونمط الطبقة الفرعية للطبقة L2، ونمط الحمولة النافعة الجاري تسريبها في النفق.

29.3 ميدان التحكم MAC: هذا الميدان تجمّع لأجهزة طبقة 2، يتصل بعضها ببعض دون حاجة إلى تجسير أو تسيير. وهو، حسب المواصفات DOCSIS، زمرة من المودمات الكبلية (CM) القائمة باستعمال قنوات صاعدة وهابطة موصولة بعضها ببعض عن طريق كيان تحكم MAC يعيد التسيير.

30.3 وحدة الإرسال الأعظمية (MTU): هي الحمولة النافعة طبقة 3 لرتل طبقة 2.

31.3 التحكم بالنفاذ إلى الوسائط (MAC): يُستعمَل هذا المصطلح للدلالة على عنصر طبقة 2 في نظام يشتمل على الترتيل والتشوير حسب المواصفات DOCSIS.

32.3 معدّل أخطاء التشكيل (MER): نسبة قدرة التشكيل المتوسِّطة إلى قدرة الخطأ المتوسِّطة.

33.3 طبقة فرعية مادية خاضعة للوسائط (PMD): طبقة متفرّعة عن الطبقة المادية، معنية بإرسال بتات أو زمر بتات عبر أنماط معيّنة من وصلات الإرسال بين أنظمة مفتوحة، وتستتبع إجراءات كهربائية وميكانيكية وإجراءات لتنظيم الاتصال.

34.3 القناة QAM: قناة راديوية تماثلية تستعمل تشكيل الاتساع التربيعي (QAM) لنقل المعلومات.

35.3 تشكيل اتساع تربيعي (QAM): تقنية تشكيل يتغيّر بموجبها اتساع الإشارة التماثلية وطورها من أجل نقل معلومات، مثل المعطيات الرقمية.

36.3 تردد راديوي (RF): يُستعمَل هذا المصطلح في أنظمة التلفزة الكبلية للدلالة على الإشارات الكهرمغنطيسية الواقعة في مدى 5 إلى 1 000 MHz.

37.3 السطح البيني للترددات الراديوية (RFI): يشمل هذا المصطلح السطوح البينية للترددات الراديوية في الاتجاهين الهابط والصاعد.

38.3 طلب تعليقات (RFC): وثيقة سياسية تقنية من وضع الفريق IETF، يمكن النفاذ إليها على شبكة الويب في الموقع التالي: http://www.rfc-editor.org/.

39.3 الدورة: الدورة توصيل لمستوي معطيات البروتوكول L2TP، من لب المنظومة الزجلية M-CMTS إلى قناة تشكيل اتساع تربيعي (QAM). يجب أن لا يوجد إلا دورة واحدة لكل قناة QAM. وفي كل دورة نمط واحد لمضاهي الدارة السلكية على السطح البيني DEPI. وفي كل دورة، لا يجوز وجود أكثر من تدفق MPT واحد ولكن يجوز وجود تدفق أو تدفقات PSP.

40.3 الرسالة StopCCN: رسالة بالبروتوكول L2TPv3 للتبليغ عن إيقاف التوصيل التحكمي.

41.3 المحوال الرافع للتردد: جهاز يُستعمَل لتغيير مدى تردد إشارة تماثلية، يحوِّل عادة تردد مذبذب محلّي إلى تردد إرسال راديوي.

42.3 صاعد (US):

1) يوصف بالصاعد كل إرسال من مودم كبلي (CM) إلى منظومة انتهاء مودم كبلي (CMTS). ويوصف بالصاعد أيضاً الإرسال من جهاز EQAM إلى لب منظومة زجلية M-CMTS، وكذلك كل إرسال راديوي من مودم كبلي (CM) إلى جهاز EQAM.

2) يوصف بالصاعد طيف ترددات راديوية يُستعمَل لإرسال إشارات من مقر مشترك إلى طرف رأسي تابع لمشغّل كبلي أو إلى مركز توصيل وتوزيع (hub site).

43.3 واصف القناة الصاعدة (UCD): رسالة إدارية من التحكم MAC تُستعمَل لإيصال خصائص الطبقة المادية الصاعدة إلى المودمات الكبلية.

44.3 نظام فيديو حسب الطلب (VoD): نظام يمكّن الأفراد من انتقاء محتويات فيديوية ومشاهدتها عبر الشبكة، بواسطة نظام تلفزة تفاعلية.

4 مختصرات واصطلاحات

1.4 مختصرات

تُستعمَل في هذه التوصية المختصرات التالية:

ACK رسالة إشعار صريح بالاستلام L2TPv3 (*L2TPv3 Explicit Acknowledgement message*)

AVP مزدوج قيمة النعت L2TPv3 (*L2TPv3 Attribute Value Pair*)

CDN رسالة ببرتوكول L2TPv3 للتبليغ عن فَكّ توصيل نداء (*L2TPv3 Call-Disconnect-Notify message*)

CIN شبكة توصيل بيني متقاربة (*Converged Interconnect Network*)

CLI سطح بيني ذو خط تحكّمي (*Command Line Interface*)

CM مودم كبلي (*Cable Modem*)

CMCI سطح بيني يربط بين مودم كبلي وتجهيزات مقر زبون (CPE) (*Cable Modem CPE Interface*)

CMTS منظومة انتهاء مودم كبلي (*Cable Modem Termination System*)

CPE	تجهيزات مقر الزبون (*Customer Premises Equipment*)
CRC	تحقق من الإطناب الدوري (*Cyclic Redundancy Check*)
CRC-16	تحقق من الإطناب الدوري طوله 16 (*CRC of length 16*)
CSMA	نفاذ متعدد مع كشف حمّالة (*Carrier Sense Multiple Access*)
DEPI	السطح البيني المادي الخارجي للاتجاه الهابط (*Downstream External PHY Interface*)
DOCSIS	مواصفات سطح بيني لنظام نقل معطيات بالكبل (*Data-Over-Cable Service Interface Specifications*)
DOCSIS-MPT (D-MPT)	أسلوب MPT خاص بالمواصفات DOCSIS (*DOCSIS MPT Mode*)
DRFI	سطح بيني لتردد راديوي في الاتجاه الهابط (*Downstream Radio Frequency Interface*)
DS	في الاتجاه الهابط (*Downstream*)
DSCP	تشفيرة خاصة بالخدمات المميَّزة (*Differentiated Services Code Point*)
DTI	سطح بيني للتوقيت طبقاً للمواصفات DOCSIS (*DOCSIS Timing Interface*)
DTS	دمغة الوقت طبقاً للمواصفات DOCSIS، 32 بتة (*DOCSIS Time Stamp, 32 bits*)
EQAM	جهاز حافّيّ لتشكيل اتساع تربيعي (*Edge QAM*)
ERM	مدير الموارد الحافّيّ (*Edge Resource Manager*)
ERMI	السطح البيني مع مدير الموارد الحافّيّ (*Edge Resource Manager Interface*)
ETSI	المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (*European Telecommunications Standards Institute*)
FQDN	تسمية الميدان الكاملة (*Fully Qualified Domain Name*)
GE	إثرنت بمعدّل 1 جيغا بتة/ثانية (*Gigabit Ethernet (GigE)*)
HELLO	رسالة بالبروتوكول L2TPv3 تمهيدية للنداء (*L2TPv3 Hello message*)
HFC	تشكيلة هجينة من كبلات ألياف بصرية وكبلات معدنية متحدة المحور (*Hybrid Fibre/Coax*)
ICCN	رسالة بالبروتوكول L2TPv3 واصلة من نداء قائم (*L2TPv3 Incoming-Call-Connected message*)
ICRP	رسالة بالبروتوكول L2TPv3 واصلة إجابة على نداء (*L2TPv3 Incoming-Call-Reply message*)
ICRQ	رسالة واصلة بالبروتوكول L2TPv3 لطلب نداء (*L2TPv3 Incoming-Call-Request message*)
IEEE	معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*)
IETF	فريق مهام هندسة الإنترنت (*Internet Engineering Task Force*)
IP	بروتوكول الإنترنت (*Internet Protocol*)
IPv4	الصيغة 4 لبروتوكول الإنترنت (*Internet Protocol version 4*)
ISO	المنظمة الدولية للتقييس (*International Organization for Standardization*)
ITU	الاتحاد الدولي للاتصالات (*International Telecommunication Union*)

ITU-T الاتحاد الدولي للاتصالات – قطاع تقييس الاتصالات (*International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector*)

L2TP بروتوكول النقل للطبقة 2 (*Layer 2 Transport Protocol*)

L2TPv3 الصيغة 3 لبروتوكول النقل للطبقة 2 (*Layer 2 Transport Protocol – Version 3*)

L3 الطبقة 3 (*Layer 3*)

LAC ممركِز النفاذ إلى بروتوكول نقل الطبقة 2 (*L2TP Access Concentrator*)

LCCE نقطة توصيل طرفية تحكمية لبروتوكول نقل الطبقة 2 (*L2TP Control Connection Endpoint*)

LNS خدوم شبكي لبروتوكول نقل الطبقة 2 (*L2TP Network Server*)

LSB البتة الأقل دلالة (*Least Significant Bit*)

M/N علاقة بين العددين الصحيحين M وN، تمثل نسبة معدل ميقاتية التشكيل في الاتجاه الهابط إلى معدل الميقاتية الرئيسية الوافية بالمواصفات DOCSIS (*Relationship of integer numbers M,N that represents the ratio of the downstream symbol clock rate to the DOCSIS master clock rate*)

MAC التحكم في النفاذ إلى الوسائط (*Media Access Control*)

M-CMTS منظومة انتهاء مودم كبلي زجلية (*Modular Cable Modem Termination System*)

MER معدل الأخطاء في التشكيل (*Modulation Error Ratio*)

MIB قاعدة المعلومات الإدارية (*Management Information Base*)

MPEG فريق خبراء الصور المتحركة (*Moving Picture Experts Group*)

MPEG-TS قطار نقل فريق خبراء الصور المتحركة (*Moving Picture Experts Group Transport Stream*)

MPT أسلوب MPEG-TS في السطح البيني DEPI (*MPEG-TS mode of DEPI*)

MPTS قطار نقل متعدد البرامج (*Multi-Program Transport Stream*)

MSB البتة الأكثر دلالة (*Most Significant Bit*)

MTU وحدة الإرسال الأعظمية (*Maximum Transmission Unit*)

OSSI السطح البيني مع نظام دعم التشغيل (*Operations Support System Interface*)

PCR مرجع الميقاتية البرنامجي. دمغة وقت في قطار النقل الفيديوي، منها يُشتَقّ توقيت مفكك التشفير (*Program Clock Reference. A time stamp in the Video Transport Stream from which decoder timing is derived.*)

PHY الطبقة المادية (*Physical Layer*)

PID معرِّف هوية الرزمة، المعرِّف PID (في النظام): قيمة عدد صحيح وحيدة تُستعمَل لتعريف هوية التدفقات الأولية لبرنامج ما في قطار نقل ذي برنامج واحد أو عدة برامج، طبقاً لما وُصِف في المقطع 2.4.3 من الوثيقة ISO 13818-1 | H.222.0]. (*Packet Identifier; PID (system): A unique integer value used to identify elementary streams of a program in a single or multi-program Transport Stream as described in 2.4.3 of [H.222.0 | ISO 13818-1]*)

PMD طبقة فرعية مادية خاضعة للوسائط (*Physical Media Dependent Sublayer*)

PPP بروتوكول (إرسال) من نقطة إلى نقطة (*Point-to-Point Protocol*)

PSI معلومات خاصة بالبرنامج (*Program Specific Information*)

PSP بروتوكول التدفق المستمر للرزم (*Packet Streaming Protocol*)

PW مضاهي الدارة السلكية (*Pseudowire*)

QAM تشكيل اتساع تربيعي (*Quadrature Amplitude Modulation*)

RF تردد راديوي (*Radio Frequency*)

RFC طلب تعليقات (*Request For Comments*)

RFI السطح البيني للترددات الراديوية (*Radio Frequency Interface*)

SCCCN رسالة بالبروتوكول L2TPv3 لبدء التوصيل التحكمي (*L2TPv3 Start-Control-Connection-Connected message*)

SCCRP رسالة بالبروتوكول L2TPv3 مستجيبة لطلب إقامة توصيل تحكمي (*L2TPv3 Start-Control-Connection-Reply message*)

SCCRQ رسالة بالبروتوكول L2TPv3 تطلب إقامة توصيل تحكمي (*L2TPv3 Start-Control-Connection-Request message*)

S-CDMA نفاذ متعدد متزامن بتقسيم الشفرة (*Synchronous Code Division Multiple Access*)

SLI رسالة بالبروتوكول L2TPv3 تحتوي معلومات إقامة الوصلة (*L2TPv3 Set Link Info message*)

SPTS قطار نقل أحادي البرنامج (*Single Program Transport Stream*)

StopCCN رسالة بالبروتوكول L2TPv3 للتبليغ عن إيقاف التوصيل التحكمي (L2*TPv3 Stop-Control-Connection-Notification message*)

TSID معرِّف هوية قطار لنقل MPEG2 (*MPEG2 Transport Stream ID*)

UCD واصف القناة الصاعدة (*Upstream Channel Descriptor*)

UDP بروتوكول داتاغرام المستعمِل (*User Datagram Protocol*)

US صاعد (*Upstream*)

VoD فيديو حسب الطلب (*Video-on-Demand*)

2.4 اصطلاحات

في هذه التوصية، ينطبق الاصطلاح التالي كلما بُسط مجال بتات في شكل بياني: ينبغي أن يُفسَّر مجال البتات بقراءة الشكل من اليسار إلى اليمين، ثم من الأعلى إلى الأسفل؛ وعلَى هذا النحو، تكون البتة الأكثر دلالة (MSB) هي أول بتة تُقرأ، وتكون آخر بتة تُقرأ هي الأقل دلالة (LSB).

تُستعمل للدلالة على أهمية المتطلبات في هذه الوثيقة كلماتٌ مطبوعة بحروف سوداء، وهي:

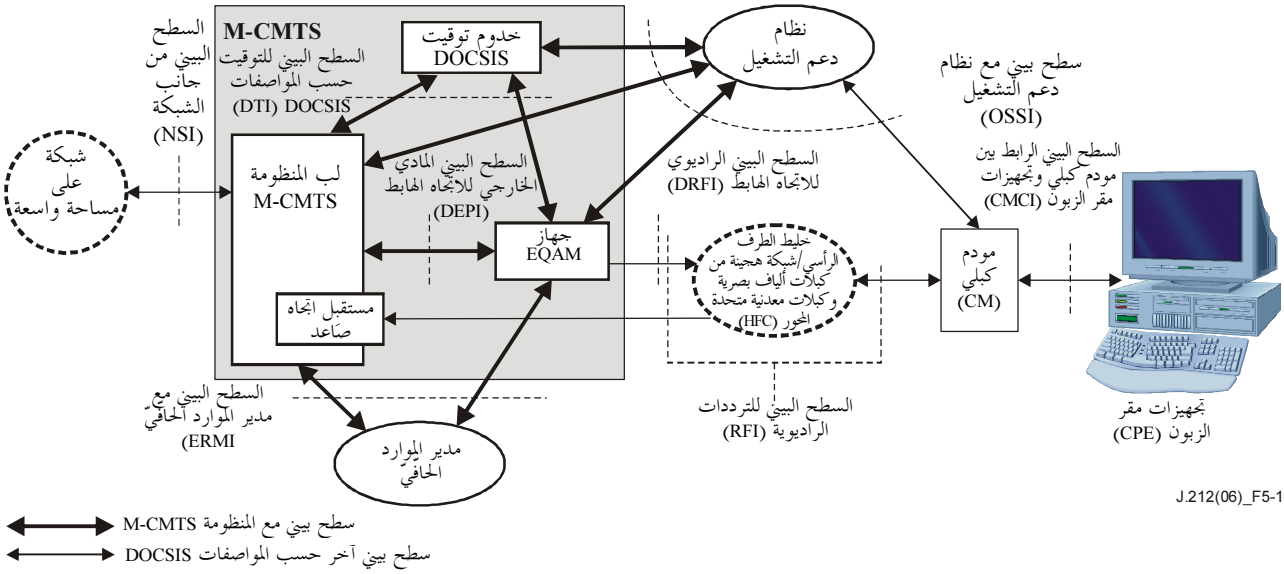
"**يجب**"، "**يلزم**"، "**مطلوب**" وتصريفاتها تدل على إلزام مطلق أو مطلب حتمي بخصوص الشيء أو البند المعيّن.

"**يجب ألا**"، "**يلزم ألا**" وتصريفاتها	تدل العبارة على حظر مطلق بخصوص الشيء أو البند المعيّن.
"**ينبغي**"، "**موصى به**"، "**منصوح به**" وتصريفاتها	تعني أنه قد توجد أسباب وجيهة في بعض الظروف لإغفال الشيء أو البند المعيّن، ولكن يجدر أن يراعى كل ما يترتب على إغفاله من انعكاسات وأن تُدرس الحالة بإمعان قبل الإقدام على تركه.
"**ينبغي ألا**"، "**غير موصى به**"، "**غير منصوح به**" وتصريفاتها	تعني أنه قد توجد أسباب وجيهة في بعض الظروف لاعتبار السلوك المذكور مقبولاً أو حتى مفيداً، ولكن يجدر أن يراعى كل ما يترتب على الأخذ به من انعكاسات، وأن تُدرس الحالة بإمعان قبل الإقدام على سلوك مشار إليه بإحدى هذه العبارات.
"**ربما**" "**يجوز**"، "**من الجائز**"، "**يمكن**"، "**اختياري**"، "**يستطيع**" وتصريفاتها	تعني أن العنصر المعيّن اختياري حقاً. فقد يختار مورِّد إدراجه نظراً لطلبه في سوق معيّنة أو لأنه يحسّن المنتَج، في حين يختار مورِّد آخر إغفاله.

5 نظرة تقنية شاملة

هذا المقطع إعلامي.

1.5 معمارية المنظومة



الشكل J.212/1-5 – المعمارية المرجعية لمنظومة CMTS زجلية

في معمارية المنظومة الزجلية M-CMTS جهاز يشار إليه بتسمية "لب المنظومة الزجلية M-CMTS"، ويحتوي التحكم MAC الوافي بالمواصفات DOCSIS. ويشتمل هذا التحكم على جميع وظائف التشوير وجدولة عرض النطاق الهابط والترتيل حسب المواصفات DOCSIS. وتحتوي علبة الجهاز EQAM بصورة رئيسية الدارات المرتبطة بالطبقة المادية، مثل المشكِّلات QAM، ومنطق التسريب في نفق، دارات لازمة للتوصيل بلب المنظومة الزجلية M-CMTS.

1.1.5 المعمارية المرجعية

المعمارية المرجعية لمنظومة CMTS زجلية معروضة في الشكل 5–1. تحتوي هذه المعمارية عدة قطع من التجهيزات إلى جانب سطوح بينية تربط هذه القطع بعضها ببعض. وسيقدّم هذا المقطع بإيجاز كلاً من هذه الأجهزة والسطوح البينية.

الجهاز QAM الحافّيّ، أو EQAM على سبيل الاختصار، نشأ في بيئة الفيديو حسب الطلب (VoD). يكون لهذا الجهاز عادة سطح أو عدة سطوح إثرنت جيغا بتة وعدد من المشكّلات QAM ومن المحاويل الرافعة للترددات الراديوية. والجهاز EQAM جارٍ تطويعه للاستعمال في بيئة منظومة CMTS زجلية. وكثيراً ما يشار إلى خرج كل جهاز من هذه الأجهزة بتسمية "قناة QAM" بدلاً من تركيبة "مشكّل QAM ومحوال رافع للترددات الراديوية".

لبّ المنظومة M-CMTS يحتوي كل ما تحتويه منظومة CMTS عادية، باستثناء الوظائف التي يؤديها الجهاز EQAM. فلب المنظومة M-CMTS يحتوي التحكم MAC للاتجاه الهابط وجميع البرامجيات المرتبطة بالمواصفات DOCSIS واللازمة للتدميث والتشغيل.

ويبيِّن المخطط المذكور مستقبلات الاتجاه الصاعد لقنوات الاتجاه الصاعدة المعتمِدة على المواصفات DOCSIS، مستقبلات واقعة داخل لب المنظومة M-CMTS. ولكن لا يوجد ما يمنع قيام تنفيذ لمنظومة CMTS زجلية يُستعمَل فيه سطح بيني غير مقيَّس لمستقبلِ تدفقات صاعدة خارجي. ومن الممكن في المستقبل تعريف سطح بيني يربط بين لبّ المنظومة M-CMTS والمستقبلات الخارجية للتدفقات الصاعدة.

خدوم السطح البيني للتوقيت حسب المواصفات DOCSIS (DTI) يوفِّر تردد ميقاتية رئيسية مشتركة، ودمغة الوقت حسب المواصفات DOCSIS، لجميع عناصر المنظومة M-CMTS.

السطح البيني المادي الخارجي للاتجاه الهابط (DEPI) هو السطح البيني الرابط بين لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM. وبوجه أخص، هو نفق للبروتوكول IP، بين التحكم MAC والطبقة المادية (PHY) في منظومة CMTS زجلية، يحتوي مسير معطيات من أجل أرتال DOCSIS، ومسير تحكم من أجل إقامة الدورات وصيانتها وإلغائها.

السطح البيني الراديوي للاتجاه الهابط (DRFI)، مُعدّ لكي يطبِّق جميع المتطلبات الحالية والمستقبلية للترددات الراديوية بخصوص تدفقات الاتجاه الهابط، على المنظومات CMTS المتكاملة الوافية بالمواصفات DOCSIS، والمنظومات CMTS الزجلية الوافية بالمواصفات DOCSIS، ومنظومات EQAM للفيديو حسب الطلب (VoD).

السطح البيني للتوقيت حسب المواصفات DOCSIS (DTI)، هو سطح بيني من نقطة إلى نقطة، يربط بين خدوم السطح البيني DTI وسائر عناصر المنظومة M-CMTS. إن التوصية المتعلقة بالسطح البيني DTI (المرجع [J.211]) تعرِّف سلوك وبروتوكول كل من خدوم السطح البيني DTI وزبون هذا السطح البيني. فخدوم السطح البيني DTI هو المولِّد لإشارات التوقيت، في حين أن كل لبّ منظومة M-CMTS وكل جهاز EQAM له زبون DTI. وخدوم السطح البيني DTI يوزّع إشارة ميقاتية رئيسية وافية بالمواصفات DOCSIS ودمغة وقت طبقاً لهذه المواصفات، عبر كبل مزدوج مجدول غير مدرَّع (UTP). وبروتوكول السطح البيني DTI يعوِّض أوتوماتياً عن طول الكبل، ويضمن لجميع عناصر المنظومة M-CMTS نفس المدلول الزمني والترددي.

السطح البيني مع مدير الموارد الحافّيّ (ERMI) ينطوي على ثلاثة سطوح بينية هي: سطح بيني للتسجيل رابط بين جهاز EQAM ومدير موارد حافّيّ (ERM)، وسطح بيني تحكمي رابط أيضاً بين جهاز EQAM ومدير موارد حافّيّ (ERM)، وسطح بيني تحكمي رابط بين لبّ منظومة M-CMTS ومدير موارد حافّيّ (ERM). فالسطح البيني الأول يُستعمَل لتسجيل موارد المشكِّل EQAM (يعني قنوات التشكيل QAM) المسجَّلة لدى مدير الموارد الحافّيّ (ERM) ولإزالتها من السجل. والسطح البيني الثاني يستعمله مدير ERM لطلب موارد قنوات التشكيل QAM من جهاز EQAM، ويستعمله أيضاً جهاز EQAM لتسليم موارد إلى مدير ERM. والسطح البيني الثالث يستعمله لبّ منظومة M-CMTS ليطلب من المدير ERM موارد معيّنة من موارد قنوات التشكيل QAM، ويستعمله المدير ERM للاستجابة لهذه الطلبات مع تحديد موقع موارد قنوات التشكيل QAM.

السطح البيني لنظام دعم تشغيل المنظومة CMTS الزجلية (MOSSI) يوفّر السطح البني الإداري لكل من مكوِّنات المنظومة. إنه توسيع للسطح البيني لنظام دعم التشغيل (OSSI) المعرَّف في التوصيات المتعلقة بالمواصفات DOCSIS من أجل مراقبة الوظائف الإدارية لمنظومة CMTS. ومن الممكن أن يُستعمَل هذا السطح البيني محل مدير ERM ومحل سطح بيني

ERMI، من أجل تشكيل موارد قنوات QAM تشكيلاً سكونياً، وإقامة تصاحب بينها وبين ألباب منظومات M-CMTS. ثم إن هذا السطح البيني يمكّن من تعديل معلمة طبقة مادية لقناة QAM: إمّا بواسطة لبّ منظومة M-CMTS وإمّا بواسطة الجهاز EQAM، ويوفّر آلية يستطيع المشغِّل بفضلها إغلاق بعض المعلمات في الجهاز EQAM بحيث لا يمكن تعديلها إلا فيه. وهذه التوصية تعرِّف الآلية التي تمكّن من تبليغ عمليات ضبط المعلمات إلى الجانب الآخر.

السطح البيني من جانب الشبكة (NSI) لم يَدخله تعديل، فهو السطح البيني المادي الذي تستعمله المنظومة CMTS لوصلها بالشبكة الأساسية. والمألوف في الوقت الحاضر هو أن تكون الشبكة الأساسية شبكة إثرنت بسرعة 100 Mbit/s أو 1 Gbit/s.

السطح البيني الرابط بين مودم كبلي وتجهيزات مقر الزبون (CMCI) هو أيضاً لم يدخله تعديل، وفي المعتاد يكون إمّا إثرنت بسرعة 100/10 Mbit/s أو باص تسلسلي عامّ (USB).

2.1.5 اشتغال السطح البيني المادي الخارجي للاتجاه الهابط (DEPI)

السطح البيني DEPI هو نفق للبروتوكول IP، قائم بين التحكم MAC حسب المواصفات DOCSIS في لبّ المنظومة M-CMTS والطبقة المادية الوافية بالمواصفات DOCSIS والموجودة في الجهاز EQAM. وتقوم مهمة السطح البيني DEPI على أن يأخذ أرتالاً منسوقة حسب المواصفات DOCSIS أو رزماً منسوقة حسب MPEG، وينقلها عبر شبكة طبقة 2 أو شبكة طبقة 3، ويسلّمها إلى الجهاز EQAM من أجل إرسالها.

والبروتوكول الأساسي المستعمل في السطح البيني DEPI هو الصيغة 3 لبروتوكول تشكيل الأنفاق في الطبقة 2، أو على سبيل الاختصار البروتوكول L2TPv3 (انظر المرجع [RFC-L2TPv3]). إنه بروتوكول تنوّعي وضعه الفريق IETF، من أجل استحداث مضاهٍ للدارة السلكية (pseudowire). ومضاهي الدارة السلكية هو آلية لنقل بروتوكول طبقة 2 نقلاً شفافاً إلى شبكة طبقة 3. من الأمثلة على البروتوكولات التي يستطيع هذا البروتوكول L2TPv3 توفيرها ATM وHDLC وإثرنت، ومرحِّل الأرتال، وPPP وما إلى ذلك.

والمقطع 1.8 الآتي تحت العنوان "نسق رزمة النقل في البروتوكول L2TPv3" يبيّن نسق رزمة المعطيات في البروتوكول L2TPv3، حيث تحتوي كل رزمة معطيات معرِّف هوية دورة قوامه 32 بتة، متصاحب مع قناة QAM واحدة في الجهاز EQAM. واستعمال رأسية بروتوكول داتاغرام المستعمِل (UDP) اختياري في البروتوكول L2TPv3. وبروتوكول السطح البيني DEPI يستلزم حضور الجهاز EQAM ولبّ المنظومة M-CMTS معاً، من أجل توفير المقدرة لإدراج رأسية بروتوكول داتاغرام المستعمِل (UDP) في مستوي التحكم ومستوي إعادة التسيير (انظر المقطع 3.7). لكن توفير اشتغال السطح البيني DEPI بدون رأسية بروتوكول داتاغرام المستعمِل (UDP) أمر اختياري بالنسبة للجهاز EQAM ولبّ المنظومة M-CMTS كليهما، فيمكن استعمال هذا الأسلوب إذا كان كلا الطرفين يستطيع تأديته، كما يأتي وصفه في المقطعين 3.7 و8.

وعلاوة على ذلك، يسمح البروتوكول L2TPv3 بوجود رأسية فرعية، تعريفها خاص بالحمولة النافعة الجاري نقلها. وتسمح قناة التحكم بأن تُرسَل رسائل التشوير بين لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM. ورسائل التحكم النمطية من شأنها أن تقيم "توصيلاً تحكمياً" بين لبّ لمنظومة M-CMTS والجهاز EQAM، ثم أن تقيم عدداً من الدورات المعطياتية (واحدة لكل قناة QAM هابطة). وفي الإمكان أن تستعمل كل دورة تشفيرات مختلفة للخدمات المميَّزة (DSCP, DiffServ Code Points)، وأن تقبل بروتوكولات تغليف مختلفة.

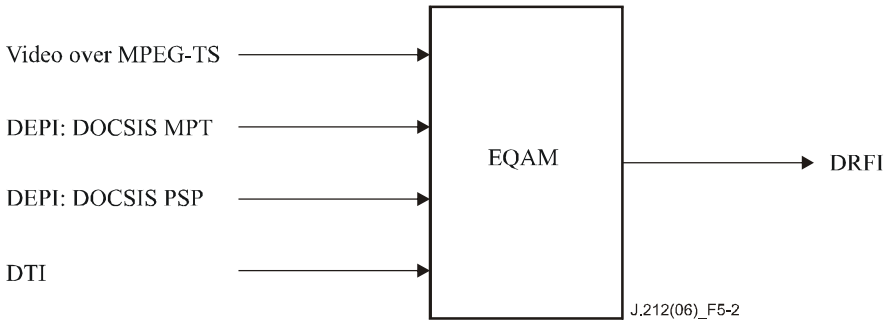
ويعرِّف السطح البيني DEPI تقنيّتَيْن أساسيتين لتكوين الأنفاق. التقنية الأولى، المعروفة بأسلوب D-MPT تنقل عدداً من رزم MPEG-TS ذات الـ 188 بايتة، عن طريق وضعها في الحمولة النافعة طبقاً للبروتوكول L2TPv3، ومعها رأسية فرعية وحيدة تحتوي نمرة تتابع تتيح كشف مفقودات الرزم. والأرتال المكوَّنة طبقاً للمواصفات DOCSIS يجري تغليفها برزم MPEG-TS داخل لبّ المنظومة M-CMTS. والتقنية الثانية، المعروفة ببرتوكول تدفق الرزم المستمر (PSP)، تنقل الأرتال المكوَّنة طبقاً للمواصفات DOCSIS داخل الحمولة النافعة طبقاً للبروتوكول L2TPv3. ثم يجري تغليف هذه الأرتال برزم MPEG-TS

داخل الجهاز EQAM. وحسنة الأسلوب PSP أنه يمكّن من الجمع بين أرتال DOCSIS تسلسلياً من أجل زيادة أداء الشبكة، كما يمكّن من تجزئتها، إذا تجاوزت الرزم المراد تسريبها في النفق قدّ وحدة الإرسال الأعظمية (MTU).

من الخصائص التقنية لمعمارية المنظومة الزجلية CMTS تأثيرها على مدة مهلة الذهاب والإياب للطلب والاستجابة. تُحسَب هذه المدة منذ أن يطلب مودم كبلي (CM) عرض نطاق باستعماله طلباً خاصاً بعرض النطاق وبدون منازع، إلى أن يستلم رسالة نظام فرعي للتطبيقات المتنقلة (MAP) تتضمن منحه فرصة الإرسال.

وفي سبيل وقاية النظام الفرعي MAP من أن تبطِّئه حركة أخرى في شبكة التوصيل البيني المتقاربة (CIN)، يمكن أن تُرسَل حركة DOCSIS (أو مجموعة فرعية محتوية لرسائل النظام الفرعي MAP) في تدفق للبروتوكول L2TPv3 مستقل وله تشفيرة DSCP وحيدة. وهذا التشفيرة الخاصة بالخدمات المميَّزة (DSCP) تسلك سلوكاً مرناً، يسمّى "السلوك المناسب للقفزة (PHB, *per hop behaviour*)"، يضفي على خدمة النظام الفرعي MAP أعلى درجات الأولوية وأقصر فترات الاستتار.

3.1.5 اشتغال الجهاز EQAM



الشكل J.212/2-5 – المخطط الفدريّ للجهاز EQAM

يعرض الشكل 5–2 مخططاً فدرياً عالي السوية لجهاز EQAM يتصف بالمقْدِرة لمعالجة حركة MPEG الفيديوية أو حركة DOCSIS على السواء. والمختصر D-MPT يعني نقل MPEG طبقاً للمواصفات DOCSIS.

أول سطح بيني يظهر في المخطط هو لنقل الفيديو حسب الطلب (VoD). على هذا السطح البيني، تُستَلَم قطارات النقل الأحادية البرنامج (SPTS) وقطارات النقل المتعددة البرامج (MPTS) بنسق رزم MPEG طبقاً للبروتوكول UDP/IP. وبوجه عام، تشتمل وظائف المعالجة الفيديوية على إزالة الارتعاش، وإعادة تقابل معرِّف هوية الرزمة (PID) في إعادة تعدد الإرسال، وإدراج معلومات برنامجية (PSI) بنسق MPEG-2، وتصحيح دمغة وقت مرجع الميقاتية البرنامجي (PCR). لكن هذه الوظائف غير معرَّفة في هذه التوصية.

المجموعة الثانية من السطوح البينية الظاهرة في المخطط تابعة للسطح البيني المادي الخارجي للاتجاه الهابط (DEPI).

أول سطح بيني معرَّف في هذه المجموعة هو سطح الأسلوب D-MPT. في هذا الأسلوب يتوجب على الجهاز EQAM أن يبحث عن أرتال D-MPT الواصلة من رسائل المزامنة طبقاً للتوصيات DOCSIS، وأن يصحح قيمة دمغة الوقت في هذه الرسائل بناء على دمعة الوقت الداخلية لهذا الجهاز والوافية بالمواصفات DOCSIS والمشتقَّة من توقيت السطح البيني DTI. ثم تُنسَخ أرتال D-MPT الناجمة عن هذه العملية وتُرسَل في القناة QAM دون تفسير ولا تعديل. هذا الأسلوب معَدّ من أجل أرتال DOCSIS حيث تكون رسالة النظام الفرعي للتطبيقات المتنقلة (MAP) مدمَجة في القطار، ولا يكون شأن في الشبكة للاستتار ولا للارتعاش.

وبما أن الأسلوب D-MPT يغلِّف كل الحركة المتصفة بالمواصفات DOCSIS بتدفق واحد من تدفقات السطح البيني DEPI، فهو لا يسمح بتمايز جودة الخدمة (QoS) بين مختلف أنماط الحركة المختلفة، سواء عبر شبكة التوصيل البيني المتقاربة (CIN) أو في داخل الجهاز EQAM. مثلاً: في حالة استعمال الأسلوب D-MPT، لا يمكن تسريع رسائل النظام الفرعي MAP أكثر من

المعطيات الأخرى المتصفة بالمواصفات DOCSIS. ومع ذلك فمن شأن هذا الأسلوب أن يؤدي أداء مقبولاً، حين يخفض المشغِّل بالقدر الكافي المهلة والارتعاش اللذين يُضفيهما على رزم السطح البيني DEPI كل من الشبكة CIN والجهاز EQAM.

ثم هناك ظروف و/أو معماريات من شأنها أن تخفض مقدار المهلة و/أو الارتعاش، فتجعل من الأرجح أن يؤدي أسلوب MPT المتصف بالمواصفات DOCSIS أداء مقبولاً للنظام. من الأمثلة على ذلك ما يلي:

- الشبكات القليل فيها عدد القفزات (قفزة 1 أو قفزتان 2، مثلاً)، وعلى الخصوص حين تكون هذه القفزات كلها تبديلات (إذ التبديل عادة أقل تسبيباً لإطالة المهلة أو للارتعاش من المسيِّرات)؛
- الشبكات المتقاسَمة بقدر كبير مع حركة فيديوية، من خُدُم فيديو حسب الطلب (VoD) إلى أجهزة EQAM، شبكات يكون فيها معظم الحركة فيديوياً، ويكون مقبولاً فيها إعطاء الأولوية لكل حركة DEPI على كل حركة فيديو حسب الطلب؛
- الشبكات الخفيفة حمولتها بحيث يضعف جداً احتمال إطالة المُهَل بسبب الازدحام.

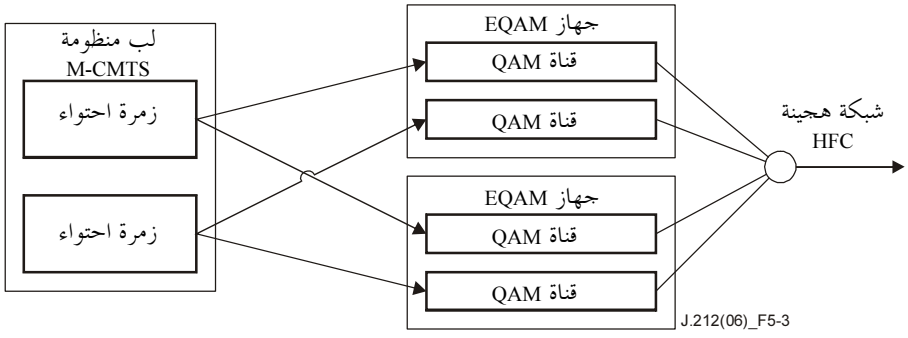
من الممكن أن تتهيّأ هذه الظروف في شبكات التوصيل المتقاربة (CIN) القائمة في الوقت الحاضر. ولكن قلّما يُحتمل أن تتهيّأ حين يتكاثف بسط الخدمات، ويزداد إجماليّ الحركات المنتظمة على البروتوكول IP. أما تقييم الظروف الشبكية، واتخاذ القرارات بشأن سويّات الأداء المقبولة في حالة استعمال الأسلوب MPT المتصف بالمواصفات DOCSIS، فهما متروكان لتقدير المشغِّل.

السطح البيني التالي هو سطح البروتوكول PSP المتصف بالمواصفات DOCSIS. هذا السطح البيني ينقل المعطيات المتصفة بالمواصفات DOCSIS ورسائل النظام الفرعي MAP في تدفقات منفصلة، ينظِمها لب المنظومة M-CMTS معاً في قطار بايتات منتظم. ثم يقوم محرِّك إعادة التجميع الخاص بالبروتوكول PSP بحذف الإضافات واسترجاع الأرتال المتصفة بالمواصفات DOCSIS. وعندئذ يسمح مُجَدول البروتوكول PSP بترتيب رسائل النظام الفرعي MAP ووضعها قبل المعطيات ورسائل المزامنة. وفي الأسلوب PSP يولِّد الجهاز EQAM جميع رسائل المزامنة كما هو مشروح بالتفصيل في المقطع 1.1.6. ثم يُسلَّم الخرج إلى طبقة تقارب من أجل الإرسال، فتحوِّل النتائج إلى قطار MPEG متصف بالمواصفات DOCSIS.

وآخر سطح بيني يعرضه المخطط هو DTI الذي يوفِّر تردداً مشتركاً ودمغة وقت متصفة بالمواصفات DOCSIS. ويُستعمَل مرجع التوقيت هذا لمزامنة معدَّل الرموز في الاتجاه الهابط ودمغة الوقت المتصفة بالمواصفات DOCSIS، من أجل استعمالهما مع المودمات الكبلية المتصفة بالمواصفات DOCSIS. وتُستعمل دمغة الوقت لتصحيح المزامنة حسب المواصفات DOCSIS.

يتكوّن خرج الجهاز EQAM من قطار أرتال MPEG ينقل معطيات فيديوية و/أو معطيات متصفة بالمواصفات DOCSIS، وهذه الأرتال مشكَّلة في حمالة ترددات راديوية، طبقاً للتوصية الخاصة بالسطح البيني DRFI (التوصية [J.210]).

2.5 نموذج خدمات الاحتواء



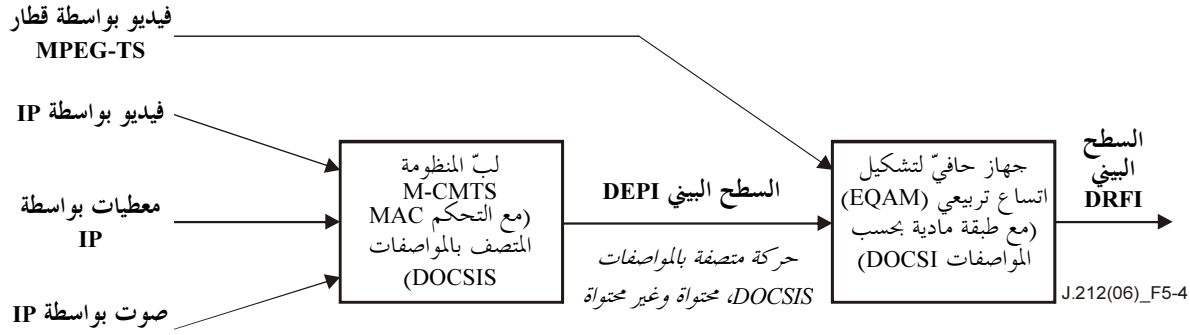
الشكل J.212/3-5 – نموذج خدمات الاحتواء

يعود الاحتواء في القنوات الهابطة إلى إعادة تسيير أرتال متصفة بالمواصفات DOCSIS في عدد من حمّالات التشكيل QAM.

وفقاً لمعمارية المنظومة CMTS الزجلية، يجري الاحتواء في القناة الهابطة داخل لبّ هذه المنظومة الزجلية (M-CMTS Core). ففي هذا اللب توضع رزم واصلة من الشبكة الأساسية المشتغلة بالبروتوكول IP في رتل متصف بالمواصفات DOCSIS. ثم يُرسَل هذا الرتل إلى واحدة من عدة قنوات ذات تشكيل اتساع تربيعي (QAM) في زمرة احتواء. ويمكن نقل الرتل باستعمال أحد الأسلوبين D-MPT أو PSP.

وفي هذا النظام لا يكون الجهاز EQAM عالماً بأنه يقوم بعملية احتواء، ولا عالماً بأي من تفاصيل بروتوكول الاحتواء.

3.5 نموذج الخدمات المتعددة



الشكل J.212/4-5 – أسلوب تعدد الخدمات

تعبِّر معمارية المنظومة CMTS الزجلية (M-CMTS) عن جهد لدمج تطبيقات الفيديو حسب الطلب (VoD) وتطبيقات المعطيات العالية السرعة (HSD). وقد بُذل هذا الجهد استباقاً لإحراز فعاليات أعلى مما يمكن تحقيقه في حالة شبكتَيْ إرسال منفصلتين تغذيان المنشأة الكبلية. وعلى الخصوص، أسفر الجهد المبذول في إنشاء المنظومة M-CMTS عن إعادة تقسيم المعمارية التقليدية للمنظومة CMTS، بحيث يكون في استطاعة تكنولوجيا الإرسال، المشتركة بين بيئة الفيديو حسب الطلب (VoD) وبيئة المعطيات العالية السرعة (HSD)، أن تتقاسم نفس الأجهزة EQAM.

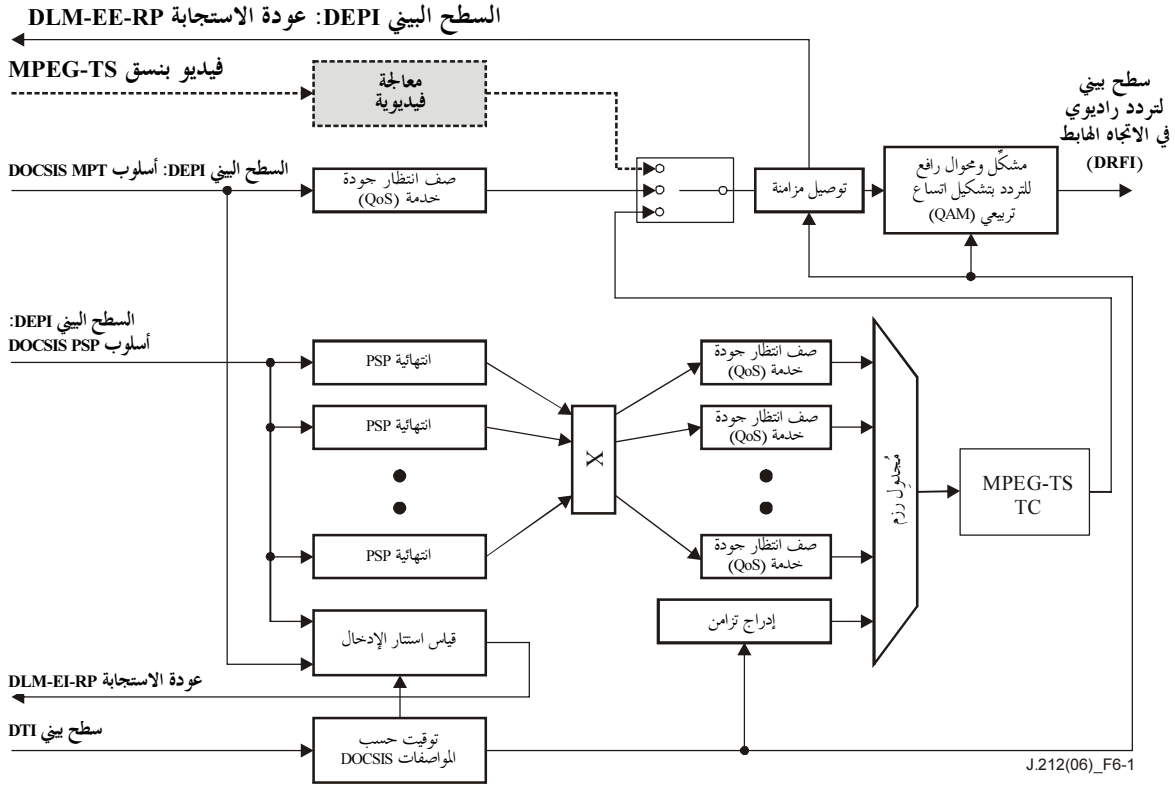
في نظام لتسليم الفيديو، يُستعمَل الجهاز EQAM لتسليم قطارات الفيديو بنسق MPEG-TS إلى محوِّلات واقعة في مقرّ المشترك. وسيستمر في المستقبل استعمال هذه الوظائفية، وتشغيلها بصورة مستقلة عن المعالجات الأخرى الموصوفة في هذه التوصية. لكن معمارية المنظومة M-CMTS تضيف سطوحاً بينية جديدة تنفرد بها خدمة المعطيات العالية السرعة (HSD). وهذه السطوح البينية تقبل الحمولة النافعة التقليدية حسب المواصفات DOCSIS وتقبل الحمولة النافعة المتعددة القنوات (المحتواة) حسب المواصفات DOCSIS كما تستلمها من لبّ المنظومة M-CMTS.

يوفر لبّ المنظومة M-CMTS وظائفية البوابة بين الشبكة الأساسية المعتمِدة على البروتوكول IP وشبكة التوصيل البيني المتقاربة (CIN). ويستطيع لبّ المنظومة M-CMTS بحد ذاته أن يؤدي خدمات متعددة، تشتمل ولا تقتصر على الفيديو بواسطة البروتوكول IP، والصوت بواسطة البروتوكول IP (VoIP)، والبريد الإلكتروني، والألعاب الإلكترونية، والمهاتفة الفيديوية، وما إلى ذلك.

6 معمارية السطح البيني DEPI

هذا المقطع معياري.

1.6 مسير المعطيات على السطح البيني DEPI



الشكل J.212/1-6 – المخطط الفدري للجهاز EQAM للاتجاه الهابط

يعرض الشكل 6-1 مخططاً فدرياً منطقياً مبسَّطاً لمسير المعطيات الداخلي في الجهاز EQAM.

تعترف هذه التوصية، دون توصيف، بأن الجهاز EQAM يستطيع استقبال قطارات أولية MPEG غير متصفة بـ DOCSIS بعدما تكون قد غُلِّفت في رزم MPEG ووُضِعت في داتاغرام البروتوكول UDP. وهذه التوصية لا تعرِّف متطلّبات نقل هذا النمط من فيديويات MPEG التقليدية. لكنها تعترف بأن أشكال تنفيذ الجهاز EQAM داخل منظومة M-CMTS قد تكون (ويرجَّح أنها ستكون) قادرة على نقل فيديويات MPEG التقليدية (إما مشذَّرَة مع حركة متصفة بالمواصفات DOCSIS في قناة QAM واحدة، وإما في قنوات QAM منفصلة داخل هيكل جهاز EQAM بعينه).

يجب في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع الاشتغال بالأسلوب PSP أو الأسلوب D-MPT، أو بكلا الأسلوبين. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع الاشتغال بالأسلوب PSP أو الأسلوب D-MPT، أو بكلا الأسلوبين.

وضمن الدورة الواحدة، **يجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع تأدية: إمّا سوية واحدة من الأولوية للأسلوب D-MPT، وإما سويّتَيْن على الأقل للأسلوب PSP، حيث يكون لكل سويّة من الأولوية تشفيرة DSCP مختلفة. **ويجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يوفّر آلية لمقابلة حركة DOCSIS مع سويّات متعددة من الأولوية للأسلوب PSP. **ويجب** على لبّ المنظومة M-CMTS **أن لا** يحاول إقامة دورة تشتمل على تدفقات PSP وD-MPT معاً.

وضمن الدورة الواحدة، **يجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع تأدية: إمّا سوية واحدة من الأولوية للأسلوب D-MPT، وإما سويّتَيْن على الأقل للأسلوب PSP، حيث يكون لكل سويّة من الأولوية تشفيرة DSCP مختلفة. والجهاز EQAM ليس معَدّاً للاشتغال بالأسلوبين D-MPT وPSP بصورة متآونة ضمن الدورة الواحدة، **فيتوجّب** عليه أن يرفض كل محاولة لإقامة مثل هذه الدورة. وكل سوية أولوية لكل نمط من أنماط السطح البيني DEPI فهي تتقابل مع تدفق أو عدة تدفقات DEPI. **ويجب** على الجهاز EQAM أن يقبل إقامة تدفق واحد من تدفقات DEPI لكل سويّة من سويّات الأولوية. **ومن الجائز** لجهاز

EQAM أن يقبل إقامة أكثر من تدفق DEPI لكل سويّة من الأولوية. وتقابُلُ التدفقات فرادى مع سويّات الأولوية (صفوف انتظار جودة خدمة (QoS)) شأن خاص بالمورِّد (انظر الشكل 7-3). ويُجرى تقابل التدفقات بواسطة التشكيلة المحلية للسطح البيني ذي خط التحكم (CLI) الداخلي للجهاز EQAM.

وفي كلا الأسلوبين D-MPT وPSP، حين لا يكون لدى الجهاز EQAM معطيات تنتظر الإرسال، **يتوجّب** عليه **أن** يُدرِج رزم MPEG معدومة. **وينبغي أن لا** يُدرِج الجهاز EQAM رزمة MPEG معدومة، حين يكون لديه معطيات تنتظر الإرسال. ويُسترعى الانتباه إلى أن إدراج رزم MPEG المعدومة ينبغي أن يتم قبل تصحيح الرسالة DOCSIS SYNC (انظر المقطع 1.1.6).

1.1.6 مسير المعطيات بالأسلوب D-MPT المتصف بالمواصفات DOCSIS

تدفقات السطح البيني DEPI بالأسلوب D-MPT المتصف بالمواصفات DOCSIS تحتوي أرتالاً متصفة بالمواصفات DOCSIS تستعمل النسق الآتي وصفه في المقطع 2.8. ويشتمل التدفق الواحد بالأسلوب D-MPT على جميع الأرتال المتصفة بالمواصفات DOCSIS، بما فيها الأرتال المبنية على الرزم والأرتال المبنية على إدارة التحكم MAC. فالجهاز EQAM يبحث عن الحمولة النافعة بالأسلوب D-MPT لجميع الرسائل DOCSIS SYNC ويُجري تصحيح المزامنة (SYNC) طبقاً للوصف الآتي في المقطع 2.3.1.6، ثم يعيد تسيير رزم الأسلوب D-MPT إلى السطح البيني للترددات الراديوية (RF).

والغرض من الأسلوب D-MPT هو تمكين استلام الجهاز EQAM للرزم MPEG وإعادته تسييرها مباشرة إلى السطح البيني RF، دون أن يلزمه إنهاء الترتيل MPEG وإعادة تكوينه. فالمعالجة الوحيدة التي تخضع لها الحمولة النافعة في الأسلوب D-MPT هي تصحيح المزامنة (SYNC).

2.1.6 مسير المعطيات بالأسلوب PSP

بروتوكول التدفق المستمر للرزم (PSP) هو بروتوكول طبقة متقاربة متفرعة عن الطبقة 3، يمكّن من جعل الرزم تتدفق بتتابع واستمرار، ومن تجزئتها عند حدود اعتباطية. والقصد من الأسلوب PSP هو تسهيل جودة الخدمة. فهذا الأسلوب مُعَدّ من أجل استعماله لنقل المعطيات التقليدية المتصفة بالمواصفات DOCSIS وتشوير الرسائل التي تستعمل قيمة للتشفيرة DSCP أو عدة قيم. مثلاً: في سبيل تقصير مدة الاستتار في الذهاب والإياب للطلب والاستجابة، يمكن في الرسائل الإدارية للتحكم MAC للنظام الفرعي MAP أن تُرسَل باستعمال تشفيرة DSCP مختلفة، على تدفق PSP مختلف عن سائر تدفقات القناة المتصفة بالمواصفات DOCSIS. ويأتي مزيد من المعلومات في المقطع 1.2.6. **يجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع توفير مستقبِلَين على الأقل بالأسلوب PSP لكل مشكِّل QAM. والقصد من وجود مستقبِلَيْن على الأقل هو إتاحة تنفيذ تدفق PSP باستتار عالٍ وباستتار منخفض.

يُنهى كل تدفق PSP في انتهائية، وتُستَخرَج منه أرتال DOCSIS وتوضع في الموضع المناسب من صفوف انتظار جودة الخدمة التي في الخرج. وصفوف الخرج هذه تُعرَض على مُجدوِل رزم، وهذا يقرر أي صف في تدفق PSP الذي حمل أرتال DOCSIS تجب خدمته أولاً، على أساس "السلوك المناسب للقفزة" (PHB) (بالتفاوض بين لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM). ومُجدوِل الرزم مسؤول أيضاً عن إدراج الرسالة DOCSIS SYNC في الفاصل الزمني الذي حدده المزدوج AVP للتحكم بالرسالة DOCSIS SYNC (انظر الشكل 7-31). **وينبغي** أن يستطيع مُجدوِل الرزم تأدية جدولة صارمة للأولوية. **ومن الجائز** أن يستطيع مُجدوِل الرزم تأدية أسلوب آخر لجدولة صفوف الانتظار.

والتعبير "مُجدوِل الرزم" مصطلح عام يصف طريقة في تطبيق الأولويات على الصفوف المختلفة حين تُنقل الرزم من صفوف الدخل المختلفة إلى صف الخرج. وربما كان لنا مثال على خوارزمية نمطية لجدولة الرزم في "الاصطفاف الانتظاري العادل المرجَّح" (WFQ, *Weighted Fair Queuing*)، حيث يُعطى بعض القطارات أولوية على بعض آخر، ولكن إلى حد معيّن فقط. ولكن ينبغي عدم الخلط بين هذه الطريقة والطريقة المعقَّدة لمُجَدوِل التدفق الصاعد المتسق مع المواصفات DOCSIS، حيث تُعالَج طلبات المِنح واستجاباتها.

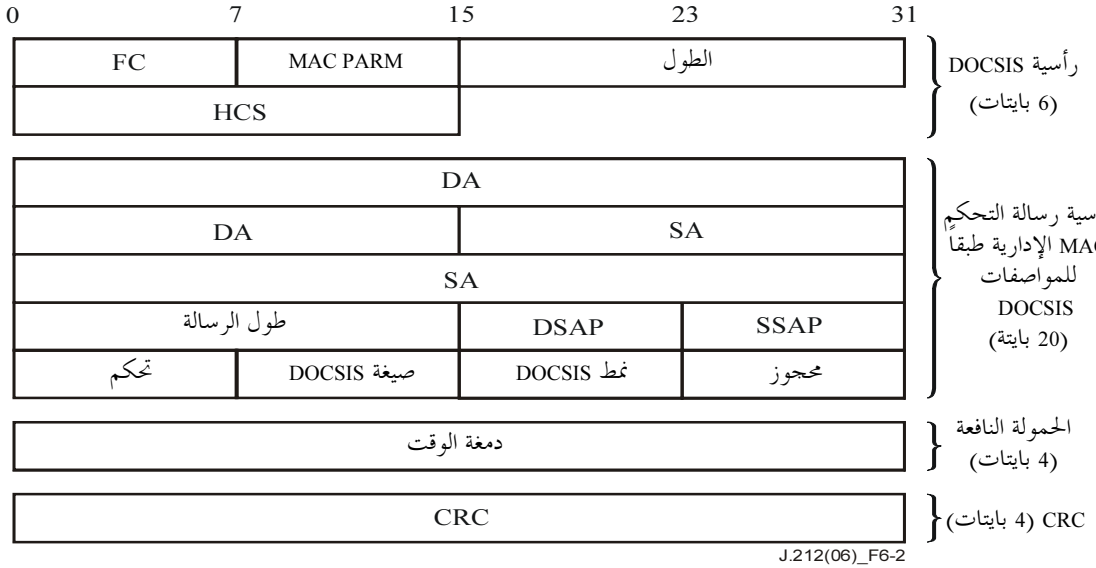
ويَذهب خرجُ مُجدول الرزم إلى محرِّك لتقارب الإرسال (TC, *Transmission Convergence*) فيضع هذا المحرّك الأرتال DOCSIS في رزم MPEG وفقاً للمتطلّبات المحددة في التوصية [J.210]. وتشتمل هذه العملية على إدراج بايتات تحشية والرسالة DOCSIS SYNC، كما يأتي وصفه في المقطع 3.1.6. ويُرسَل خرج محرِّك تقارب الإرسال إلى السطح البيني للترددات الراديوية (RF).

والأسلوب PSP يؤدّي بصورة أساسية تسارع رسائل النظام الفرعي MAP على نطاق الشبكة، عملاً على تقليل فترة الاستتار الملازمة للطلب والاستجابة. وأكثر ما يكون الأسلوب PSP مفيداً حين يكون كل الحركة أو معظمها قد نُقِل إلى البروتوكول DOCSIS، ومن ثَمّ توسم رسائل MAP بجودة خدمة (QoS) أعلى من سائر حركة DOCSIS، من أجل تخفيض فترة الاستتار لرسائل MAP حين تجتاز شبكة محجوزة بكاملها للمشتركين. وعليه، فإن الأسلوب PSP له قيمة كبيرة على المدى الطويل، وهو يُدرَج لمعالجة الحالة التي يكون فيها معظم الحركة أو كلها منقولاً إلى منازل المشتركين بواسطة DOCSIS.

3.1.6 الرسالة DOCSIS SYNC

1.3.1.6 نسق الرسالة SYNC

رسالة التحكم MAC الخاصة بالمزامنة طبقاً للمواصفات DOCSIS (الرسالة SYNC) تُرسلها منظومة انتهاء مودم كبلي زجلية (M-CMTS) في الفواصل الزمنية الدورية، من أجل إقامة توقيت طبقة فرعية للتحكم MAC في المودمات الكبلية. **يجب** في هذه الرسالة أن تستعمل مجال FC يكون فيه FC_TYPE = الرأسية الخاصة بالتحكم MAC، ويكون FC_PARM = رأسية التحكم للتوقيت. وهذا المجال **يجب** أن يتبعه وحدة معطيات بروتوكولية (PDU) خاصة بالرزم طبقاً للنسق المعروض في الشكل 6-2.



الشكل J.212/2-6 – نسق رسالة التحكم MAC الخاصة بالمزامنة طبقاً للمواصفات DOCSIS

يجب في المجالات أن تكون مطابقة للتعريفات التالية:

FC، MAC، PARM، LEN، HCS: رأسية رتل تحكم MAC عادية، وفيها مجال FC_PARM للدلالة على رأسية توقيت – ويُرجَع إلى التوصية J.122 للوقوف على التفاصيل.

عنوان المقصد (DA): يُضبَط على عنوان التوزيع المتعدد للتحكم MAC المتسق مع المواصفات DOCSIS، والعنوان هو التالي: 01-E0-2F-00-00-01.

عنوان المصدر (SA): هو عنوان التحكم MAC للبّ المنظومة M-CMTS. في الأسلوب PSP، يحصل الجهاز EQAM على عنوان التحكم MAC للبّ المنظومة M-CMTS بواسطة تشوير صريح أثناء إقامة دورة حسب البروتوكول L2TPv3.

طول الرسالة (Msg Length): طول رسالة التحكم MAC من النقطة DSAP إلى نهاية الحمولة النافعة.

النقطة DSAP: النقطة SAP (نقطة النفاذ إلى الخدمة) المقصدية المعدومة (00) للتحكم بالوصلة المنطقية (LLC)، طبقاً لتعريفها في المرجع [ISO 8802-2].

النقطة SSAP: النقطة SAP (نقطة النفاذ إلى الخدمة) المصدرية المعدومة (00) للتحكم بالوصلة المنطقية (LLC)، طبقاً لتعريفها في المرجع [ISO 8802-2].

تحكم (Control): رتل معلومات غير مَنَمَّر (03)، طبقاً لتعريفه في المرجع [ISO 8802-2].

صيغة DOCSIS: تُضبَط على 1.

نمط DOCSIS: يُضبط على 1 للدلالة على رسالة SYNC.

دمغة الوقت من المنظومة CMTS: حالة التعداد التي وصل إليها عداد اثنيني 32 بتة، مضبوط تزايده على ميقاتية رئيسية مشتقة من توصيف المرجع [J.211].

تمثّل دمغة الوقت من المنظومة CMTS حالة التعداد في الآن الذي تُنقَل فيه البايتة الأولى في الرسالة الإدارية للتحكم MAC الخاصة بالمزامنة (أو تخالف زمني ثابت في البايتة الأولى)، من الطبقة الفرعية لتقارب الإرسال في الاتجاه الهابط، إلى طبقة فرعية مادية خاضعة للوسائط في الاتجاه الهابط، كما يصفه المرجع [J.210].

2.3.1.6 التصحيح والإدراج

يجب على الجهاز EQAM أن يشتقّ دمغة وقت محلية طبقاً لـ DOCSIS، من زبون السطح البيني DTI الموصَّف في المرجع [J.211]. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يؤدي: إمّا تردد ميقاتية رئيسية يساوي 10,24 MHz، وإمّا تردد ميقاتية رئيسية يساوي 9,216 MHz، تبعاً للمنطقة التي يشتغل فيها. في الأسلوب D-MPT **يجب** في الجهاز EQAM أن يكون قادراً على تصحيح جميع الرسائل SYNC المدمَجة في قطار DOCSIS. وفي الأسلوب PSP المتسق مع DOCSIS، **يجب** في الجهاز EQAM أن يكون قادراً على إدراج رسائل DOCSIS SYNC بناء على دمغة الوقت الداخلية له، في قطار MPEG-TS بالاتجاه الهابط، طبقاً للمواصفات الآتية في المقطع 3.3.1.6. وفي الأسلوب PSP، **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يُدرِج الرسالة SYNC انطلاقاً من البايتة السادسة في رتل MPEG-TS (على اعتبار أن البايتة الخامسة مجال المؤشر (pointer_field) لـ MPEG). وحين يحدد الجهاز EQAM أساساً زمنياً كمرجع يستعمله لإدراج أو تصحيح دمغة الوقت، **يتوجب** عليه أن يستعمل قاعدة توقيت متأخّرة عن الميقاتية الرئيسية ما لا يقل عن 0 ولا يزيد عن 100 دورة ميقاتية (أي قرابة 10 µs)، مقارنة بالزمن الذي تبلّغه بواسطة خرج المنفذ الاختباري لزبون السطح البيني DTI.

وهذا الفرق الزمني، بين الوقت المبلَّغ بواسطة خرج المنفذ الاختباري لزبون السطح البيني DTI والوقت المرجعي الذي يطبقه الجهاز EQAM، يُفترض أن يكون بصورة أساسية ثابتاً. وتنطبق في هذا الصدد جميع المتطلبات الواردة بخصوص التوقيت والارتعاش في هذه التوصية وفي المرجع [J.210]. وهذه المتطلبات لا تمنع الجهاز EQAM أن يستغرق في معالجة الزمن المسيَّر إليه من السطح البيني DTI وقتاً أطول من 100 دورة ميقاتية، لكن الجهاز EQAM يحتاج في هذه الحالة إلى أن يضبط داخلياً قاعدة التوقيت التي يطبِّقها، بحيث يكون تأخرها عن قاعدة التوقيت المسيَّرة إليه من السطح البيني DTI ضمن المدى من صفر إلى 100 دورة ميقاتية.

في حالة استعمال الأسلوب D-MPT، يكون **من واجب** لبّ المنظومة M-CMTS أن يولِّد الرسائل SYNC ويُدرِجها في الحمولة النافعة التي يقتضيها هذا الأسلوب. **ويتوجب** عليه أن يُدرِج الرسالة SYNC انطلاقاً من البايتة السادسة في رتل MPEG-TS (على اعتبار أن البايتة الخامسة مجال المؤشر (pointer_field) لـ MPEG). والقصد من هذا هو تبسيط تنفيذ

الجهاز EQAM بالسماح له أن يدقق، داخل رزمة MPEG-TS، فقط بتة "مبين بدء وحدة الحمولة النافعة" والبايتتين الخامسة والسادسة (التي تحتوي كلها معاً 0x00C0)، وذلك من أجل تحديد موقع لرسالة DOCSIS SYNC. ويُسترعى الانتباه إلى أن دمغة الوقت التي تدمغ بها المنظومة CMTS الرسائل SYNC التي يولّدها لبّ المنظومة M-CMTS ليس مطلوباً فيها أن تدل بالضبط على دمغة الوقت الفعلية المستلَمة عن طريق زبون السطح البيني DTI في لبّ المنظومة M-CMTS. مثلاً: من المسموح به للبّ المنظومة M-CMTS أن يستعمل قيمة صفر لدمغة الوقت التي تضعها المنظومة CMTS في جميع رسائل المزامنة (الرسائل SYNC). وفي حالة استعمال أسلوب PSP المتسق مع DOCSIS، **يتوجب** على لبّ المنظومة M-CMTS **أن لا** يولِّد رسائل SYNC كجزء من الحمولة النافعة حسب الأسلوب PSP.

3.3.1.6 الارتعاش الملازم لدمغة الوقت

يجب في الارتعاش الملازم لدمغة الوقت المتسقة مع DOCSIS أن يكون أقل من 500 ns (من ذروة إلى ذروة) في خرج الطبقة الفرعية لتقارب الإرسال الهابط. وهذا الارتعاش نسبي إلى طبقة فرعية نظرية لتقارب الإرسال الهابط، تنقل معطيات رزم MPEG إلى الطبقة الفرعية المادية الخاضعة للوسائط في الاتجاه الهابط، وفقاً لميقاتية في غاية الانتظام والتمليس، وبمعدل معطيات رزم MPEG. والمعالجة في الطبقة الفرعية المادية الخاضعة للوسائط في الاتجاه الهابط **يجب أن لا** تؤخذ في الحسبان لتوليد دمغة الوقت ونقلها إلى الطبقة الفرعية المادية الخاضعة للوسائط في الاتجاه الهابط.

وهكذا فإن كل دمغتَيْ وقت N1 وN2 (N2 > N1) تُنقلان في الوقت T1 وT2 بترتيب التوالي، إلى الطبقة الفرعية المادية الخاضعة للوسائط في الاتجاه الهابط، **يجب** فيهما أن تكون العلاقة بينهما طبقاً للصيغة التالية:

$$| (N2 - N1)/f_{CMTS} - (T2 - T1) | < 500 \times 10^{-9}$$

في هذه المعادلة، يُفترَض في القيمة (N1 – N2) أن تراعي أثر التجاوز في عداد قاعدة التوقيت الرئيسية؛ T1 وT2 يعبِّران عن الزمن بالثواني؛ وf_{CMTS} يدل على التردد الفعلي لقاعدة التوقيت الرئيسية في المنظومة CMTS ويمكن أن يشتمل على تخالف ثابت عن التردد الاسمي للميقاتية الرئيسية، وهذا التخالف في التردد مقيَّد بمطلب يأتي بيانه أدناه في هذا المقطع.

الارتعاش يشتمل على قدر من عدم الدقة في قيمة دمغة الوقت وعلى الارتعاش في جميع الميقاتيات. ولذا فإن القيمة 500 ns المعطاة للارتعاش في خرج الطبقة الفرعية المادية الخاضعة للوسائط في الاتجاه الهابط **يجب** أن يطرح منها أي ارتعاش تجلبه هذه الطبقة.

ملاحظة – الارتعاش هو الخطأ (يعني الخطأ المثبَت بالقياس) بالنسبة إلى الميقاتية الرئيسية في المنظومة CMTS.

4.1.6 الاستتار ومتطلبات التخالف

1.4.1.6 الاستتار

في دورات السطح البيني DEPI المعتمدة على البروتوكول PSP، يُعرَّف الاستتار بأنه مطلق الفرق الزمني بين الآن الذي فيه آخر بتة من رزمة DEPI محتوية آخر بتة من رتل وحيد للتحكم MAC المتسق مع DOCSIS تدخل مَنْفذ الجهاز EQAM على السطح البيني DEPI، والآن الذي فيه أول بتة من الرتل المذكور تخرج من مَنْفذ الجهاز EQAM على السطح البيني RFI. وفي دورات السطح البيني DEPI المعتمدة على البروتوكول D-MPT، يُعرَّف الاستتار بأنه مطلق الفرق الزمني بين الآن الذي فيه آخر بتة من رزمة DEPI تدخل مَنْفذ الجهاز EQAM على السطح البيني DEPI، والآن الذي فيه أول بتة من أول رزمة MPEG محتواة في رزمة DEPI المذكورة تخرج من مَنْفذ الجهاز EQAM على السطح البيني RFI. في دخل الجهاز EQAM، تُستعمَل آخر بتة من رزمة DEPI الواصلة، لأن السطح البيني الذي يربط بين الطبقة 2 والجهاز EQAM (كمنفذ إثرنت GigE، مثلاً) يجب أن يستلم أولاً كامل الرزمة حتى يستطيع الجهاز EQAM بدء المعالجة. وفي خرج الجهاز EQAM، تُستعمَل أول بتة من أول رزمة MPEG (في الأسلوب D-MPT) أو من أول رتل حسب DOCSIS (في الأسلوب PSP) يكون داخل رزمة DEPI، من أجل ضمان مطابقة المعطيات لتعريف "الرزم المعزولة" (انظر الفقرة التالية). فإذا لم يجرِ ذلك،

يمكن أن يكون القياس مغلوطاً بسبب التأخرات الحاصلة عن اصطفاف المعطيات في الانتظار خلف رزم أخرى مقصدها نفس السطح البيني للترددات الراديوية (RF). ولذا **ينبغي** أن يوفر الجهاز EQAM ما يكفي من الذاكرة الوسيطة لكل قناة QAM، لكي تحفظ حركة لا تقل مدتها عن 20 ms عبر جميع الدورات L2TPv3 التي مقصدها القناة QAM المعيّنة.

في دورات السطح البيني DEPI المعتمدة على البروتوكول PSP، تتيح التدفقات المتعددة التي يقبلها الجهاز EQAM نفاذاً إلى المشكِّل خاضعاً لترتيب الأولويات. ففي غياب حركة عالية الأولوية، وبصرف النظر عن الحمولة النافعة للحركة المنخفضة الأولوية، **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يعيد تسيير الرزم المعزولة التي يحملها كل تدفق من تدفقات السطح البيني DEPI، وذلك باستتار أقل من 500 µs، مدة يضاف إليها مهلة المشذِّر. والرزم المعزولة بينها فواصل زمنية تتيح للجهاز EQAM، في حالة معدل معطيات هابط اسمي، أن يكمل إرسال الرزمة الحالية قبل وصول الرزمة التالية.

2.4.1.6 التخالف الزمني

يُعرَّف التخالف بأنه الفرق بين الاستتار الأعظمي والاستتار الأصغري عبر الجهاز EQAM، حين يقاس من بتتين مرجعيّتَيْن على السطح البيني الشبكي إلى نفس البتتين في خَرجَيْن منفصلين على السطح البيني للتردد الراديوي (RFI). ويجب أن يقاس التخالف حين تكون معلمات الطبقة المادية مضبوطة بالتساوي في قنوات التشكيل QAM.

والتخالف بين أي قناتين للتشكيل QAM منضمّتَيْن في الجهاز EQAM **يجب** فيه أن يكون أقل من 500 µs. فمتطلبات التخالف بخصوص الجهاز EQAM تكون مستوفاة ضمناً حين يفي الجهاز EQAM بمتطلبات الاستتار المبيَّنة في المقطع 1.4.1.6. وهذا المطلب موضوع من أجل إرسال حركة تتأثر بالتخالف الزمني كالحركة المحتواة، مثلاً.

2.6 نظرات في التوصيل البيني للشبكات

1.2.6 استعمال السلوك المناسب للقفزة

يُستعمَل معرِّف هوية السلوك المناسب للقفزة (PHBID) في الأجهزة الشبكية من أجل تشوير السلوك المناسب للقفزة (PHB, *Per Hop Behaviour*) الصحيح فيما بينها. يمكّن السلوك المناسب للقفزة من إجراء إعادة التسيير المستعجلة (EF, *Expedited Forwarding*) كما يصفه المرجع [RFC-PHBID-EF]، وإعادة التسيير المضمونة (AF, *Assured Forwarding*) كما يصفه المرجع [RFC-PHBID-AF]، أو إعادة التسيير بأفضل المستطاع كما يصفه المرجع [RFC-PHBID-AF]. **يجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع تأدية إعادة التسيير المستعجلة لمعرِّف هوية السلوك المناسب للقفزة (PHBID) في حالة إشغال الأسلوب PSP. **ويجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع تأدية إعادة التسيير بأفضل المستطاع لمعرِّف الهوية PHBID في حالة استعمال أي من أسلوبي السطح البيني DEPI. **يجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع تأدية إعادة التسيير المستعجلة لمعرِّف الهوية PHBID في حالة إشغال الأسلوب PSP. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع تأدية إعادة التسيير بأفضل المستطاع لمعرِّف الهوية PHBID في حالة استعمال أي من أسلوبي السطح البيني DEPI.

والسطح البيني يقبل أنماطاً متعددة للحركة، بما فيها التحكم MAC المتسق مع DOCSIS، وحركة المعطيات المتسقة مع DOCSIS. وفي كلا نمطي الحركة هذين سويّات للأولوية مختلفة. ففي حالة تشغيل الأسلوب PSP، **ينبغي** أن يوفّر لبّ المنظومة M-CMTS آلية تتيح التقابل التبادلي، بين الحركات المختلفة سويّات أولويتها وتدفقات السطح البيني DEPI المختلفة قيم سلوكها المناسب للقفزة (PHB). **وينبغي أن لا** يستعمل لبّ المنظومة M-CMTS نفس السلوك PHB في تدفقات متعددة للسطح البيني DEPI داخل الدورة الواحدة.

ينبغي لشبكة التوصيل البيني المتقاربة (CIN) أن توفّر السلوك المناسب للقفزة حسبما يلائم أنماط الحركة المميَّزة. وسويّة الحبحبة التي تُوفّر للحركات المميَّزة يحددها مشغّل الشبكة، ولكن يُنتظَر على الأقل أن تُعطى لرسائل النظام الفرعي MAP المتسق مع DOCSIS ولحركة معطيات VoIP، الأولوية على حركة معطيات أفضل المستطاع.

يستعمل الجهاز EQAM السلوك PHB الذي يتم تشويره أثناء إقامة تدفق للسطح البيني DEPI، عند جَدولة عدة تدفقات DEPI بالأسلوب PSP في قناة تشكيل QAM واحدة، كما تقدم وصفه في المقطع 2.1.6.

2.2.6 استعمال التشفيرة DiffServ

التشفيرة الخاصة بالخدمات المميَّزة (DSCP) قيمة واقعة في المجال DiffServ ذي الـ 6 بتات. والتشفيرة DSCP لرزمة البروتوكول L2TPv3 **ينبغي** تخصيصها عند الخروج من لبّ المنظومة M-CMTS، من أجل توفير جودة الخدمة لحركة السطح البيني DEPI داخل شبكة التوصيل البيني المتقاربة (CIN). **ومن الممكن** استعمال التشفيرة DSCP عند الدخول إلى الجهاز EQAM.

يجب في لبّ المنظومة M-CMTS أن يسِم جميع الرزم التي يحتويها تدفق للسطح البيني DEPI أثناء دورة معتمِدة على البروتوكول L2TPv3 بنفس التشفيرة DSCP.

والأرتال الوافية بالمواصفات DOCSIS والمغلَّفَة برزم البروتوكول L2TPv3 يمكن أن تحتوي رزماً للبروتوكول IP مخصصاً لها أيضاً تشفيرة DSCP. وليس مطلوباً من الجهاز EQAM أن يجَدوِل الرزم على أساس التشفيرة DSCP الأصلية التي يحتويها الرتل الوافي بالمواصفات DOCSIS.

3.2.6 إقامة تتابع الرزم

في قطار الرزم التي تُرسَل في تدفق سطح بيني DEPI، تزاد نمرة تتابع الرزم قيمة الرقم واحد كلما أُرسِلت رزمة، كما يأتي وصفه في المقطعين 2.8 و3.8. فإذا كشف الجهاز EQAM انقطاعاً في تسلسل نمر الرزم يدل على أن رزمة أو أكثر قد أُسقطت أو أُخِّرت، يُسجَّل خطأ، **وينبغي** للجهاز EQAM أن ينقل الرزمة الحالية إلى قناة التشكيل QAM، دون أن ينتظر وصول المفقودات. وإذا اكتشف الجهاز EQAM انقطاعاً في تسلسل نمر الرزم يدل على أن رزمة أو أكثر وصلت بعد فوات الموعد، **ينبغي** أن يستبعدها. **ويجب** على الجهاز EQAM **أن لا** يعيد تسيير الرزم التي حصل تخطّيها بسبب انقطاع في تتابع النمر. لكنّ هذه المتطلبات لا تمنع تخزين هذه الرزم وإعادة ترتيبها، بحيث يمكن تسليمها إلى قناة التشكيل QAM بتتابع صحيح، **فيستطيع** الجهاز EQAM أن يعيد ترتيب الرزم ثم تسليمها، شرط الوفاء بمتطلبات الاستتار المبيَّنة في المقطع 4.1.6.

4.2.6 وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) للشبكة

يكون للشبكة بين لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM وحدة إرسال أعظمية (MTU). فإذا لزم لرتل متصف بالمواصفات DOCSIS وقدّه أعظمي أن يُسرَّب في نفق، من لبّ المنظومة M-CMTS إلى الجهاز EQAM بدون تجزئة، ربما كان قدّ الرزمة الحاصلة عن تكوين النفق أكبر مما تستطيع شبكة التوصيل البيني المتقاربة (CIN) تناوله. هذه المشكلة يتلافاها كلا الأسلوبين D-MPT وPSP بإتاحة التدفق المستمر والتجزئة. والتجزئة بحد ذاتها، ليست مطلوبة في إطار البروتوكول IP، ولا هي مرغوبة، لأن الجهاز EQAM يستطيع إعادة تسيير الرزم بناء على المنفذ المقصدي حسب البروتوكول UDP، وهذا المنفذ UDP لا يكون متيسِّراً إلا في القطعة الأولى بموجب البروتوكول IP.

أما تحديد وحدة إرسال أعظمية (MTU)، تُستعمَل للتسريب في نفق البروتوكول L2TPv3، بين لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM، فهو عملية تجري على مرحلتين. المرحلة الأولى جزء من إقامة دورة البروتوكول L2TPv3 (انظر المقطع 7) تتم باستعمال المزدوجات AVP لوحدة الإرسال الأعظمية (MTU) للسطح البيني DEPI. حين يبدأ لبّ المنظومة M-CMTS إقامة الدورة بواسطة رسالة الطلب ICRQ، **يتوجب** عليه أن يوفّر المزدوج AVP للوحدة MTU المحلية للسطح البيني DEPI بطول حمولة نافعة يكون أقل ما تستطيع قبوله مقدِراته الاستقبالية والمقدرات الاستقبالية التي تحددها طبقته السفلية. والمقدرات الاستقبالية للبّ المنظومة M-CMTS تحددها تقييداته الداخلية، وما يكون في تشكيلته من قيم أعظمية. والمقدرات الاستقبالية التي تحددها طبقته السفلية هي نتيجة عملية حساب تُراعى فيها التقييدات التي يفرضها على قدّ الحمولة النافعة السطح البيني الجاري تحته استحداث النفق المخصوص، طبقاً للتعريف الآتي في الملحق A.1. **يجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع قبول وحدة إرسال أعظمية (MTU) لا يقل قدّها عن 1500 بايتة. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يرسل أرتال

البروتوكول L2TPv3 بحمولة نافعة قدّها أقل أو مساوٍ لهذا القدّ الأعظمي. فإذا تعذر على الجهاز EQAM الوفاء بهذا المعيار، **يتوجب** عليه أن يحول دون إقامة الدورة بتوليد رسالة تبليغ عن فَكّ توصيل نداء (CDN). **ويتوجب** على الجهاز EQAM أن يلتزم بنفس المعايير في حساب وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) التي يستطيع العمل بها. إذ **يجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع العمل بوحدة إرسال أعظمية قدّها لا يقل عن 1500، طبقاً للحساب الوارد في الملحق A.1. **ويتوجب** عليه أن يُدرِج في الرسالة ICRP المزدوج AVP للوحدة MTU البعيدة للسطح البيني DEPI مع طول الوحدة MTU التي يستطيع العمل بها. كذلك **يجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يرسل أرتال البروتوكول L2TPv3 بحمولة نافعة قدّها أقل أو مساوٍ لهذا القدّ الأعظمي. فإذا تعذر على لبّ المنظومة M-CMTS الوفاء بهذا المعيار، **يتوجب** عليه أن يحول دون إقامة الدورة بتوليد رسالة تبليغ عن فَكّ توصيل نداء (CDN).

وتقوم المرحلة الثانية على تحديد وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) للمسير بين لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM. **يجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يوفّر آلية تمنع إرسال رزم أكبر قدّاً من الوحدة MTU المستعمَلة في الشبكة. وهذا المنع **ينبغي** أن يتم باستعمال بروتوكول اكتشاف الوحدة MTU المعمول بها في المسير، طبقاً للوصف الوارد في المرجع [RFC-MTU]. ويأتي في المقطع 3 من الملحق A نظرة شاملة سريعة على بروتوكول اكتشاف الوحدة MTU المعمول بها في المسير. **ومن الممكن** أن تتم عملية المنع المذكورة بطريقة بديلة هي خيار تشكيلة سكونية. **ويجب** في لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM كليهما أن يستطيعا إتاحة تشكيلة سكونية للوحدة MTU من أجل كل دورة للبروتوكول L2TPv3. وتجنّباً للتجزئة في إطار البروتوكول IP، **يتوجب** على كل من لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM أن يضع أمر منع التجزئة (DF, *Don't Fragment*) في رأسية الصيغة IPv4 بخصوص جميع عمليات الإرسال في مضاهي الدارة السلكية للبروتوكول L2TPv3.

3.6 نظرات في مزامنة النظام

ضماناً لاشتغال النظام بصورة صحيحة، **ينبغي** أن يستعمل لبّ المنظومة M-CMTS أساساً زمنياً متأخّراً عن الميقاتية الرئيسية ما لا يقل عن 0 دورة ميقاتية ولا يزيد عن 100 دورة ميقاتية (أي قرابة 10 µs)، مقارنة بالزمن الذي تبلّغه بواسطة خرج المنفذ الاختباري لزبون السطح البيني DTI. **ويجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يؤدي تردد ميقاتية رئيسية يساوي: إمّا 10,24 MHz، وإمّا 9,216 MHz، تبعاً للمنطقة التي يشتغل فيها.

وهذا الفرق الزمني، بين الوقت المبلَّغ بواسطة خرج المنفذ الاختباري لزبون السطح البيني DTI والمرجع الزمني الذي يطبقه لبّ المنظومة M-CMTS، يُفترض أن يكون بصورة أساسية ثابتاً. وهنا لا تمنع المتطلبات لبّ المنظومة M-CMTS أن يستغرق في معالجة الزمن المسيَّر إليه من السطح البيني DTI وقتاً أطول من 100 دورة ميقاتية، لكنّه يحتاج في هذه الحالة إلى أن يضبط داخلياً قاعدة التوقيت التي يطبِّقها، بحيث يكون تأخره عن الأساس الزمني المسيَّر إليه من السطح البيني DTI ضمن المدى من صفر إلى 100 دورة ميقاتية.

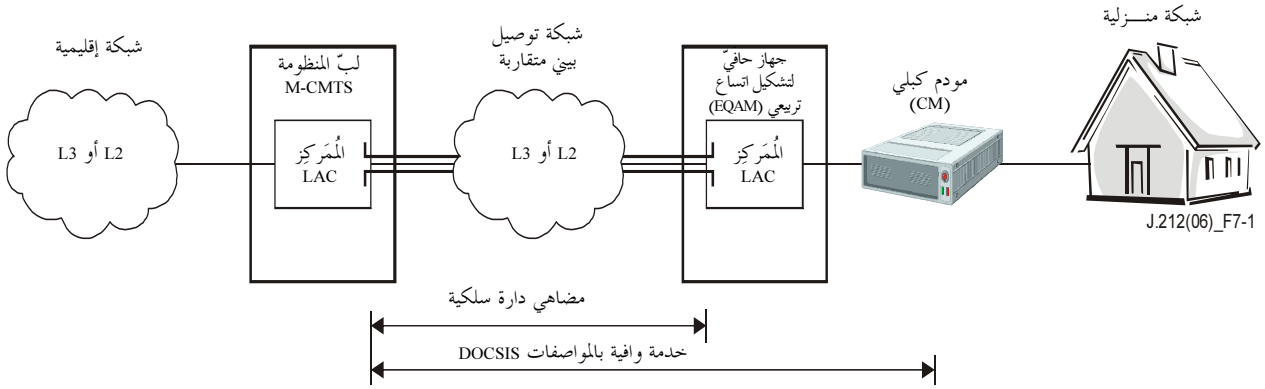
7 مستوي التحكّم للسطح البيني DEPI

ملاحظة – هذا المقطع معياري.

يعتمِد مستوي التحكم للسطح البيني DEPI على التشوير طبقاً للبروتوكول L2TPv3. والقصد من هذه الوثيقة العمل بأحكام المرجع [RFC-L2TPv3]. ويشتمل هذا المقطع على بعض الأمثلة عن طريقة استعمال تشوير البروتوكول L2TPv3، ويشتمل أيضاً على توسيعات وتفسيرات لمواصفة المرجع [RFC-L2TPv3] من حيث تطبيقها على نموذج المواصفات DOCSIS.

يجب في كل من لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM الوفاء بجميع المتطلّبات المأخوذة من المرجع [RFC-L2TPv3]، ما لم تنص هذه التوصية صراحة على أن مطلباً معيّناً من هذه المتطلّبات ليس مطلوباً تطبيقه.

1.7 طوبولوجيا



الشكل J.212/1-7 – طوبولوجيا البروتوكول L2TP من أجل المنظومة CMTS الزجلية

يبيّن الشكل 7–1 كيف تتقابل معمارية المنظومة الزجلية CMTS تبادلياً مع طوبولوجيا البروتوكول النقل للطبقة 2 (L2TP). في اصطلاح البروتوكول L2TPv3، يُسمّى كل من لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM مُمركِز نفاذ إلى بروتوكول نقل الطبقة 2 (LAC, *L2TP Access Concentrator*). ويُعتبر لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM ندَّين، وقد يُشار إليهما بتسمية عقدتين للبروتوكول L2TP أو نقطتَيْ توصيل طرفيتين للتحكم لبروتوكول نقل الطبقة 2 (LCCE, *L2TP Control Connection Endpoints*). ولأغراض هذه التوصية، تعرَّف هوية كل نقطة LCCE على نطاق الشبكة بعنوان وحيد حسب البروتوكول IP. ويُعْرَف التوصيل بين كل نقطتَيْن LCCE بتسمية مضاهي الدارة السلكية (PW, *Pseudowire*).

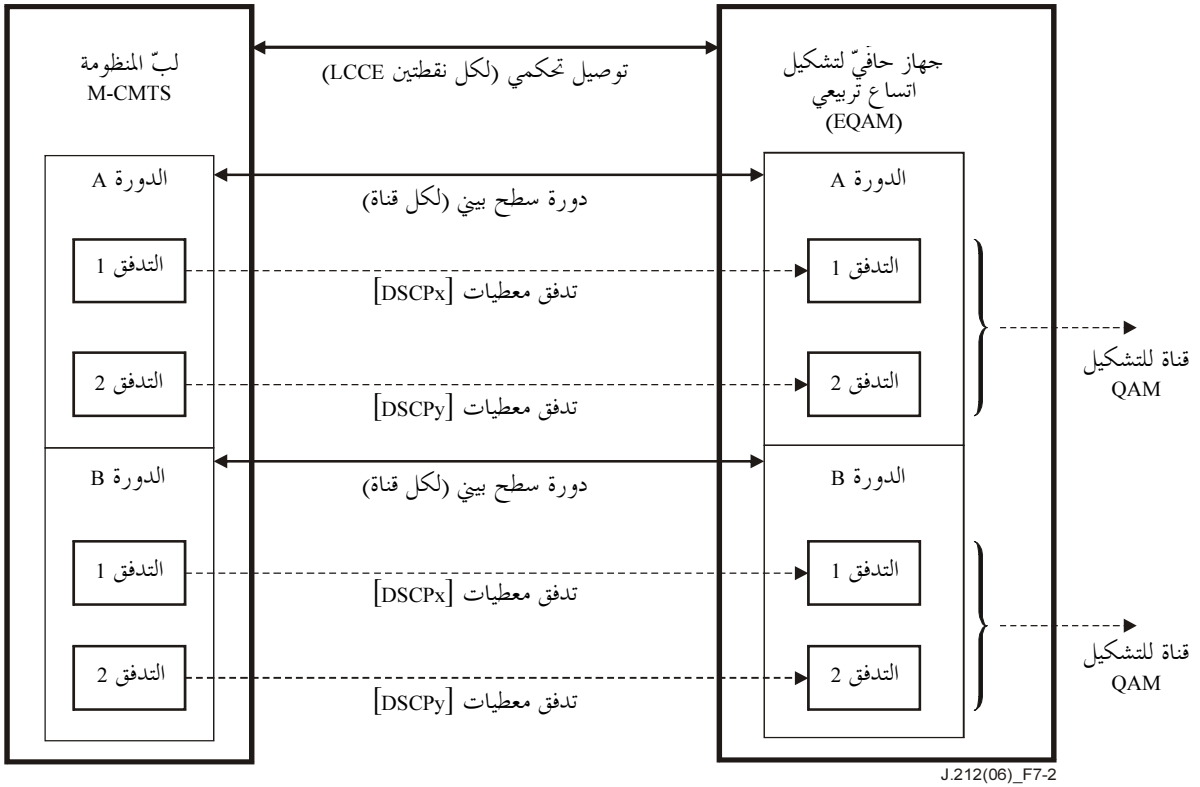
يوفّر البروتوكول L2TP مسير معطيات ومسير تحكم داخل النطاق. وفي اصطلاح البروتوكول L2TPv3، تُرسَل رسائل المعطيات في قناة المعطيات، ورسائل التحكم في توصيل التحكم.

يقام أولاً التوصيل بين نقطتين LCCE، ثم تقام الدورة. وتقام دورة البروتوكول L2TP قبل أن يبدأ هذا البروتوكول إعادة تسيير أرتال الدورة من أجل المعطيات. ومن الممكن تقييد عدة دورات بتوصيل تحكمي واحد.

2.7 العنونة

أثناء التشكيلة البدئية، **ينبغي** أن يستعمل لبّ المنظومة M-CMTS العنوان IP للجهاز EQAM، ومعرِّف هوية قطار النقل (TSID) لقناة التشكيل QAM، من أجل تعرّف قناة التشكيل QAM بدون التباس.

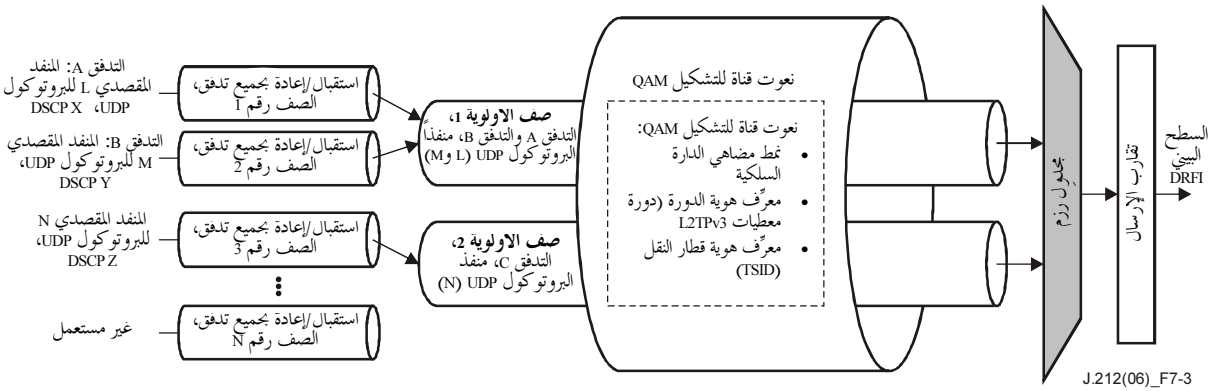
ويجب على لبّ المنظومة M-CMTS أن يقيم على الأكثر توصيلاً تحكمياً واحداً لكل نقطتين LCCE. وهذا التوصيل التحكمي يتولّى إدارة جميع الدورات بين لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM. وفي حالة استعمال رأسية بروتوكول داتاغرام المستعمِل (UDP)، **ينبغي** أن يستعمل التوصيل التحكمي منفذَ هذا البروتوكول UDP الذي نمرته 1701.



الشكل J.212/2-7 – تراتب العنونة على السطح البيني DEPI

يجب في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع إنشاء دورة وحيدة لكل قناة تشكيل QAM. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع تأدية دورة وحيدة لكل قناة تشكيل QAM. وتستعمِل كل دورة من دورات السطح البيني DEPI واحداً من أنماط مضاهيات الدارة السلكية، المضاهيات الموصوفة في المقطع 1.1.5.7. وطبقاً للمرجع [RFC-L2TPv3]، يخصص كل من لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM معرِّفاً وحيداً لهوية دورة البروتوكول L2TPv3 من أجل كل دورة. **يتوجب** على لبّ المنظومة M-CMTS **أن لا** يحاول استحداث دورة لقناة تشكيل QAM حين يكون لديه دورة نشيطة لهذه القناة. **ويتوجب** على الجهاز EQAM أن يصدّ محاولة إقامة دورة لقناة تشكيل QAM سبق أن أقيمت لها دورة.

ومن الممكن أن يستحدث لبّ المنظومة M-CMTS تدفقات متعددة لكل دورة. وقد تستطيع تنفيذات مختلفة للجهاز EQAM توفير أعداد مختلفة من التدفقات في أي دورة على السطح البيني DEPI، كما وُصِف بالتفصيل في المقطع 1.6. وأثناء إقامة دورة للبروتوكول L2TPv3، **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يخصص لكل تدفق معرِّفاً وحيداً لهوية التدفق. وعملية إعادة التجميع، إذا كانت تنطبق، تتم في الجهاز EQAM بواسطة معرِّف هوية التدفق. **ومن الممكن** للجهاز EQAM أن يخصص لكل تدفق منفذاً مقصدياً وحيداً إلى بروتوكول داتاغرام المستعمِل (UDP). **ويتوجب** على لبّ المنظومة M-CMTS عنونة رزم السطح البيني DEPI باستعمال المنفذ المقصدي الوحيد إلى البروتوكول UDP (إذا كانت رأسية هذا البروتوكول مستعمَلة)، ومعرِّف هوية دورة البروتوكول L2TPv3، ومعرِّف هوية التدفق الذي خصصه الجهاز EQAM. وهذا مبيَّن في الشكل 7–2 ومبيَّن بمزيد من التفصيل في الشكل 7–3.



الشكل J.212/3-7 – تراتب العنونة على السطح البيني DEPI

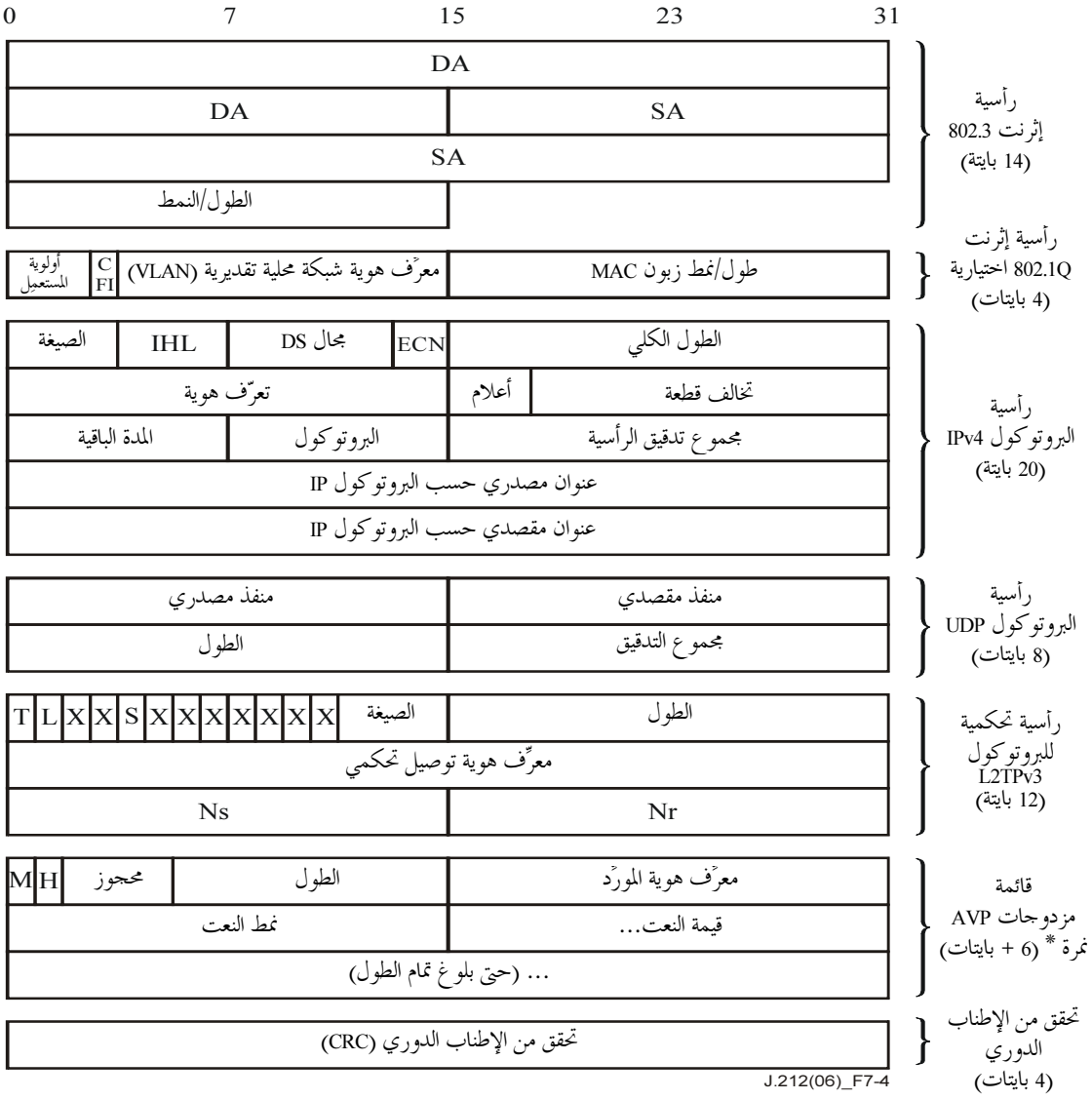
3.7 نسق رسالة التحكم

نسق رزمة التحكم المستعملة على السطح البيني DEPI مبني على المرجع [RFC-L2TPv3]، مع توسيعات تراعي متطلبات المواصفات DOCSIS، كما يبيّنه الشكلان 7–4 و7–5. والمجالات المشتركة بين هذه الرزمة ورزمة المعطيات المستعملة على السطح البيني DEPI موصوفة في المقطع 1.8. أما المجالات المختلف استعمالها حسب الرزمة أو المجالات الجديدة، فهي موصوفة أدناه. وجميع القيم ممثَّلة بالترميز العشري، ما لم يرِد إشعار بخلافه.

واختيار استعمال أو عدم استعمال رأسية البروتوكول UDP يتم مع تشكيلة النظام، فهو ليس معلَمَة للسطح البيني DEPI خاضعة للتفاوض. صيغة السطح البيني DEPI للبروتوكول UDP معدَّة من أجل الأنظمة التي تستعمل منفذ UDP لإقامة التقابل بين التدفقات وقناة تشكيل QAM داخل جهاز EQAM. وصيغة السطح البيني DEPI لغير البروتوكول UDP معدَّة من أجل الأنظمة التي تستعمل معرِّف هوية دورة البروتوكول L2TPv3 لإقامة التقابل بين التدفقات وقناة تشكيل QAM داخل جهاز EQAM.

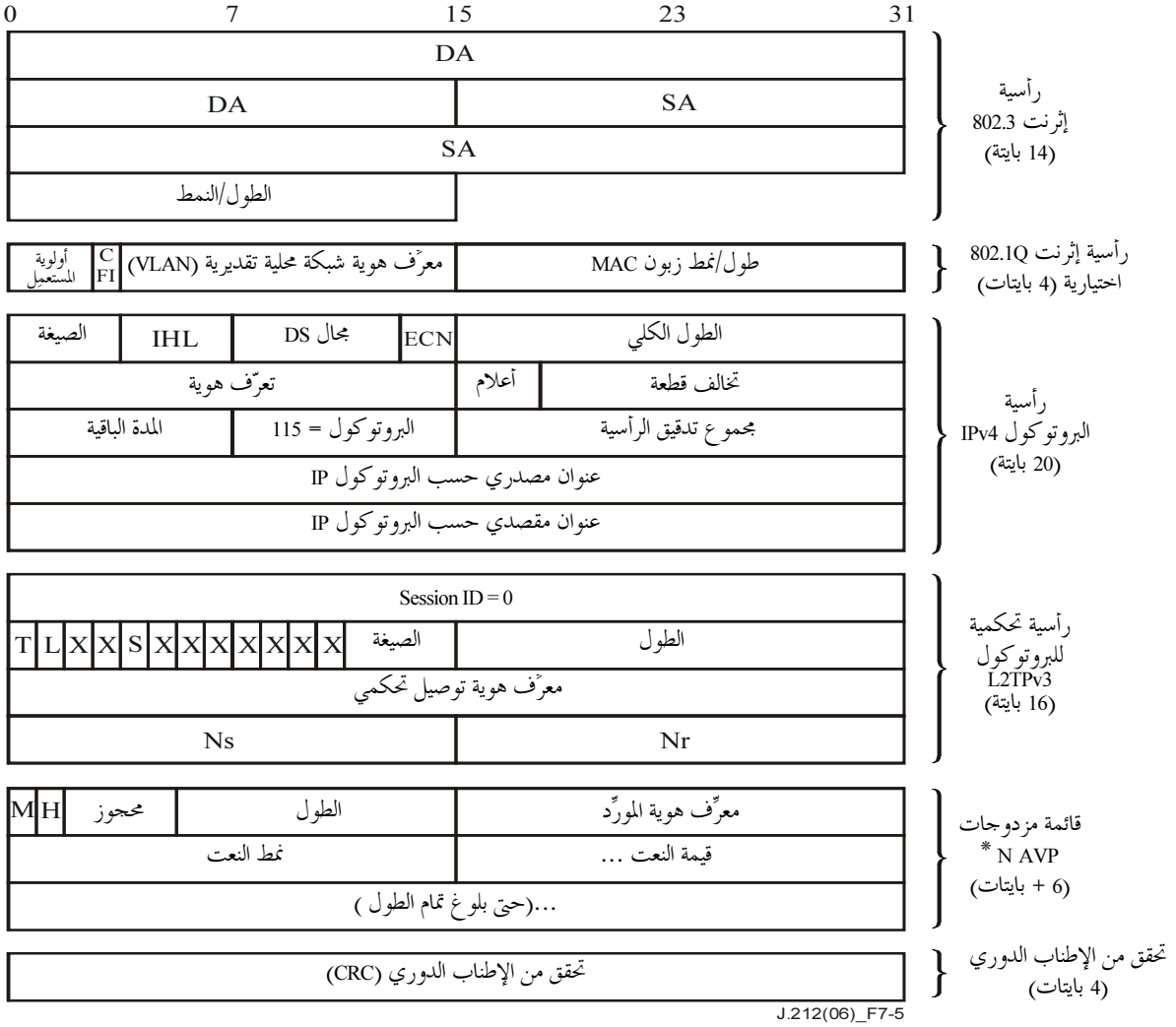
يجب في لبّ المنظومة M-CMTS أن يقبل السطح البيني DEPI مع رأسية البروتوكول UDP. **ويجوز** فيه أن يقبل السطح البيني DEPI بدون رأسية البروتوكول UDP. **يجوز** في الجهاز EQAM أن يقبل السطح البيني DEPI بدون رأسية البروتوكول UDP. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يقبل السطح البيني DEPI مع رأسية البروتوكول UDP.

1.3.7 رسالة تحكم مع رأسية البروتوكول UDP



الشكل J.212/4-7 – رزمة التحكم DEPI وفيها رأسية البروتوكول UDP

2.3.7 رسالة تحكم بدون رأسية البروتوكول UDP



الشكل J.212/5-7 – رزمة التحكم DEPI بدون رأسية البروتوكول UDP

3.3.7 الرأسيات المشتركة لرسائل التحكم ورسائل المعطيات

1.3.3.7 رأسية إثرنت 802.3

رأسية إثرنت معرَّفة في المرجع [IEEE-802.3]. عنوان المقصد حسب إثرنت عنوان فردي. ولكن هذه المرة لا يوجد توصيف للتشغيل مع السطح البيني DEPI على عناوين زمرية حسب إثرنت. وعنوان المقصد حسب إثرنت يمكن إدارته محلياً أو عالمياً.

حين يرسل لبّ المنظومة M-CMTS هذا الرتل، يكون عنوان المقصد حسب إثرنت هو عنوان الجهاز EQAM حسب إثرنت أو عنوان المسيِّر القفزي اللاحق، وحين يستقبل الجهاز EQAM هذا الرتل، يكون عنوان المصدر حسب إثرنت هو العنوان حسب إثرنت لخرج منفذ لبّ المنظومة M-CMTS أو عنوان المسيِّر القفزي السابق.

إذا كان السطح البيني لإقامة الشبكة هو إثرنت، **يجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع العمل برأسية إثرنت. وإذا كان السطح البيني لإقامة الشبكة هو إثرنت، **يجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع العمل برأسية إثرنت. أما إذا استُعمل لإقامة الشبكة سطح بيني آخر للطبقة المادية بدلاً من إثرنت، ففي هذه الحالة يُستعمَل بدلاً من رأسية إثرنت نسق الرأسية الملائمة للطبقة المادية البديلة.

2.3.3.7 رأسية إثرنت 802.1Q

رأسية إثرنت 802.1Q معرَّفة في المرجع [IEEE-802.1Q]. إن استعمال هذه الرأسية اختياري، ويتيح ترتيب أولوية للأرتال والعمل بشبكة محلية تقديرية (VLAN) على الطبقة 2. **يجب** في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع العمل برأسية إثرنت 802.1Q. **وينبغي** للبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع تأدية تقابل أولوية مستعمِل الرأسية 802.1Q للرزم المسرَّبة في نفق، بالاعتماد على قيمة التشفيرة DSCP لرزمة IP مسرَّبة في نفق. **وينبغي** أيضاً للجهاز EQAM أن يستطيع العمل برأسية إثرنت 802.1Q.

3.3.3.7 رأسية بروتوكول الإنترنت بصيغته الرابعة (رأسية IPv4)

رأسية البروتوكول IP معرَّفة في المرجع [RFC-IP]. عنوان المصدر حسب البروتوكول IP هو عنوان للبّ المنظومة M-CMTS حسب البروتوكول IP. وعنوان المقصد حسب البروتوكول IP هو في الوقت الحاضر عنوان للجهاز EQAM من أجل إرسال أحادي المصدر وأحادي المقصد حسب البروتوكول IP. ولا يوجد توصيف في هذه التوصية للتشغيل مع السطح البيني DEPI بواسطة إرسال أحادي المصدر متعدد المقاصد حسب البروتوكول IP.

لاعتبارات تتعلق بالتنفيذ وبالتعايش مع سياسات شبكية غير طيِّعة لتجزئة البروتوكول IP، ليس مطلوباً من الأجهزة EQAM أن تؤدّي إعادة التجميع الخاصة بالبروتوكول IP. ولذا **يتوجب** على لبّ المنظومة M-CMTS **أن لا** يستعمِل تجزئة البروتوكول IP. ومن ثَمّ **يتوجب** على لبّ المنظومة M-CMTS أن يُنشِّط بتة منع تجزئة البروتوكول IP (البتة *don't fragment*, DF).

يجب في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع العمل بتشفيرة للخدمات المميَّزة (DSCP) مشكَّلة بطول 6 بتات، يستعملها في مجال الاتجاه الهابط (DS). ويوجد وصف مجال الاتجاه الهابط وتشفيرة الخدمات المميَّزة (DSCP) بمزيد من التفصيل في المرجعين (RFC 2983) [RFC-DSCP-1] و(RFC 3260) [RFC-DSCP-2].

يجب في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع العمل بالرأسية IPv4. **ويجب** كذلك في الجهاز EQAM أن يستطيع العمل بالرأسية IPv4.

4.3.3.7 رأسية بروتوكول داتا غرام المستعمِل (UDP)

رأسية البروتوكول UDP معرَّفة في المرجع [RFC-UDP]. وقيمة كل من المنفذ المصدري والمنفذ المقصدي حسب البروتوكول UDP تُحدد بواسطة مستوي التحكم حسب البروتوكول L2TPv3، المستوي الواقع بين لبّ المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM. **وينبغي** أن تكون هذه القيمة مطابقة للقيمة المحددة في المرجع [IANA-PORTS].

عند إرسال الرزم، **يجب** في كل من الجهاز EQAM ولبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع توليد حواصل جمع تدقيق البروتوكول UDP، طبقاً للتعريف الموضوع في المرجع [RFC-UDP]. **ويجوز** للمرسِل أن يختار ضبط حاصل جمع تدقيق البروتوكول UDP على قيمة 0، بخصوص رسائل معطيات البروتوكول L2TPv3. لكن هذه القيمة محجوزة بموجب المرجع [RFC-UDP] للدلالة على أنه لم يُحسَب أي حاصل تدقيق. ولذا **يتوجب** على المرسِل أن لا يضبط حاصل جمع تدقيق البروتوكول UDP على قيمة 0، بخصوص رسائل التحكم حسب البروتوكول L2TPv3. **ويجب** في المستقبِل أن يستطيع إقرار صلاحية مجال حاصل تدقيق البروتوكول UDP طبقاً لما نص عليه المرجع [RFC-UDP].

يجب في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع العمل برأسية البروتوكول UDP. **ويجب** كذلك في الجهاز EQAM أن يستطيع العمل برأسية البروتوكول UDP.

5.3.3.7 التحقق من الإطناب الدوري (CRC)

التحقق من الإطناب الدوري هو التحقق CRC-32 المعرَّف في المرجع [IEEE-802.3].

يجب في لبّ المنظومة M-CMTS أن يستطيع العمل بالمجال CRC. **ويجب** كذلك في الجهاز EQAM أن يستطيع العمل بالمجال CRC.

4.3.7 الرأسيات الخاصة برسائل التحكم

1.4.3.7 رأسية تحكم البروتوكول L2TPv3

هذه المجالات معرَّفة في المرجع [RFC-L2TPv3]. تُكرر هنا على سبيل الإسناد، ولها الدلالات التالية:

T بتة النمط. **يجب** في البتة T أن تكون مضبوطة على 1، للدلالة على أن الرسالة رسالة تحكم.

L بتة الطول. **يجب** في البتة L أن تكون مضبوطة على 1، للدلالة على حضور مجال الطول.

S بتة التتابع. **يجب** في البتة S أن تكون مضبوطة على 1، للدلالة على حضور نمر التتابع (النمر Ns وNr).

X البتات المحجوزة. **يجب** في جميع البتات المحجوزة أن تكون مضبوطة على 0 في الرسائل المغادرة، وأن تُغفَل في الرسائل الواصلة.

Ver الصيغة. 4 بتات. تُضبَط على 3.

Length بايتتان 2. مجال الطول هذا يدل على الطول الكلي للرسالة بالأثامين، ويُحسَب دائماً من بداية رأسية رسالة التحكم نفسها، رأسية تبدأ بالبتة T. ولا يُحسَب في الطول الكلي معرّف هوية الدورة (المبيَّن في الشكل 7–5) إذا وُجِد.

CCID معرِّف هوية توصيل التحكم. 4 بايتات. يخضع للتفاوض بخصوص كل توصيل تحكمي.

Ns نمرة التتابع المرسَل. بايتتان 2. تدل على التتابع المرسَل من رسالة التحكم هذه.

Nr نمرة التتابع المستقبل. بايتتان. تدل على التتابع التالي المتوقَّع استقباله.

2.4.3.7 مزدوجات قيم النعوت (AVP)

يمكن أن يوجد زوج أو أكثر لقيم النعوت (AVP) في رسالة التحكم المستعملة على السطح البيني DEPI. وللمجالات دلالاتها كما يلي:

M بتة إلزامية. إذا ضُبطت هده البتة على 1 ورُفِض هذا المزدوج AVP، يُلغى التوصيل التحكمي أو دورة التحكم حيث يرد هذا المزدوج.

H بتة مخفية. تُضبط هذه البتة على 1 حين تكون محتويات الرسالة الحاملة للمزدوج AVP مجفَّرة؛ وتُضبط على 0 حين لا تكون هذه المحتويات مجفَّرة. وتجفير الرسائل الحاملة للمزدوج AVP ليس مطلوباً على السطح البيني DEPI.

Resv محجوز. 4 بتات. يُضبَط على تتابع أصفار في الإرسال، ويُغفَل في الاستقبال.

Length الطول، 10 بتات. يساوي طول مجال قيمة النعت مزيداً 6 بايتات.

Vendor ID معرِّف هوية المورِّد، بايتتان 2. بخصوص المزدوجات AVP المعرَّفة في المرجع [RFC-L2TPv3]، يُضبَط هذا المجال على 0. وبخصوص المزدوجات AVP المعرَّفة في هذه التوصية، يُضبَط هذا المجال على المعرِّف، 4491 (0x118B)، الذي خصصته هيئة تخصيص أرقام الإنترنت (IANA) لهوية المورّد. وبخصوص المزدوجات AVP المعرَّفة خارج مجال تطبيق هذه التوصية، يمكن أن يُضبَط هذا المجال على معرِّف هوية للمورِّد خاص به.

Attribute Type نمط النعت، بايتتان 2.

Attribute Value قيمة النعت، عدد N من البايتات.

Reserved محجوز، 8 بتات. إذا كان للمزدوج AVP مجال محجوز، يجب أن تُضبَط بتات هذا المجال على 0 في الإرسال، وأن تُغفَل في الاستقبال.

إذا استلمت نقطة توصيل طرفية من نمط LCCE مزدوجاً AVP مع معرِّف هوية مورِّد لا تستطيع تعرّفه، **يتوجب** عليها أن تستبعد هذا المزدوج دون إشعار أو أن تلغي الدورة المرتهنة بقيمة البتة الإلزامية.

4.7 التشوير

رسائل البروتوكول L2TPv3 المقبولة في مستوي التحكم للسطح البيني DEPI يعرضها الجدول 7-1 التالي:

الجدول J.212/1-7 – رسائل التحكم المعمول بها على السطح البيني DEPI (يقرأ من اليسار إلى اليمين)

#	مختصر تذكيري	الاسم
إدارة التوصيل التحكمي		
1	SCCRQ	طلب بدء توصيل تحكمي
2	SCCRP	إجابة على طلب بدء توصيل تحكمي
3	SCCCN	بدء التوصيل التحكمي قائم
4	StopCCN	تبليغ بإيقاف التوصيل التحكمي
6	HELLO	نداء تمهيدي
20	ACK	إشعار صريح بالاستلام
إدارة الدورة		
10	ICRQ	طلب واصل بشأن النداء
11	ICRP	إجابة واصلة بشأن النداء
12	ICCN	نداء قائم واصل
14	CDN	تبليغ بإيقاف النداء
16	SLI	معلومات إقامة وصلة

رسائل البروتوكول L2TPv3 المغادرة بشأن النداء (أي OCRQ وOCRP وOCCN) ورسائل التبليغ عن خطأ في شبكة المساحات الواسعة (WEN, *WAN-Error-Notify*) ليست من المطلوب تأديتها.

وهناك آلية موثوقة لتسليم الرسائل التحكمية تتم: إمّا بإرسال إشعار بالاستلام (ACK) صريح بعد أي رسالة تحكمية، وإمّا بإلحاق الإشعار بالمجالين Nr وNs في رسالة تحكمية لاحقة. وإذا لم يَرِد إشعار باستلام رسالة تحكمية في غضون مهلة محددة للرسالة التحكمية (انظر الملحق B)، **يجب** إعادة إرسالها حتى بلوغ عدد المحاولات المعيّن بخصوص الرسائل التحكمية (انظر الملحق B). مثلاً: يجب محاولة إعادة إرسال الرسالة التحكمية حتى 10 مرات باستعمال قيمة تنازلية أُسّية أدناها 1 ثانية وأعلاها 8 ثوانٍ.

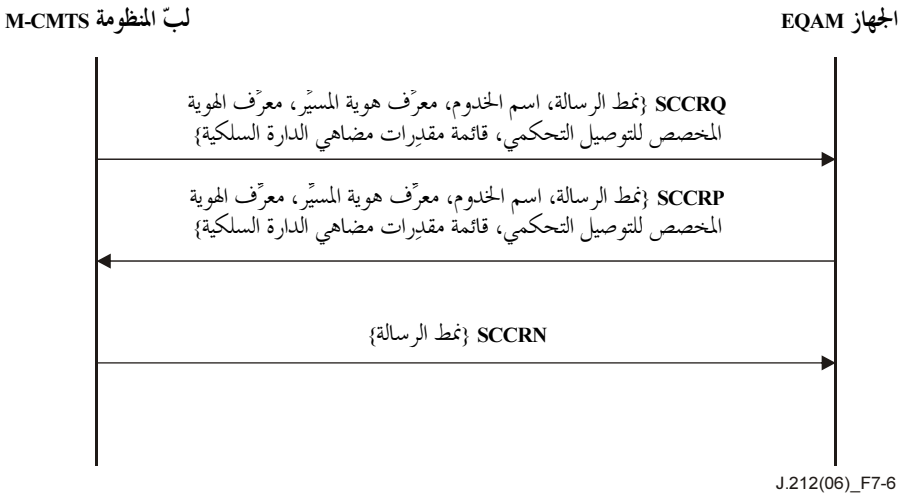
ملاحظة – يشتمل هذا المخطط على 7 فواصل مدة الواحد 8 ثوانٍ.

وتأدية استيقان الرسائل التحكمية أمر **اختياري**. فإذا كان استيقان الرسائل التحكمية موفّراً، ينبغي اتّباع الطرائق الموصوفة في المقطع 1.4.5 من المرجع [RFC-L2TPv3].

وتبيّن مخططات التدفقات المعروضة فيما يلي المراسلات النمطية على السطح البيني إلى جانب المزدوجات AVP المطلوب توفيرها من البروتوكول L2TPv3 والسطح البيني DEPI. المزدوجات AVP الاختيارية ليست مذكورة في هذه المخططات، ولكن يمكن أن تكون حاضرة مع التدفقات.

1.4.7 تشوير التوصيل التحكمي

1.1.4.7 إقامة توصيل تحكمي

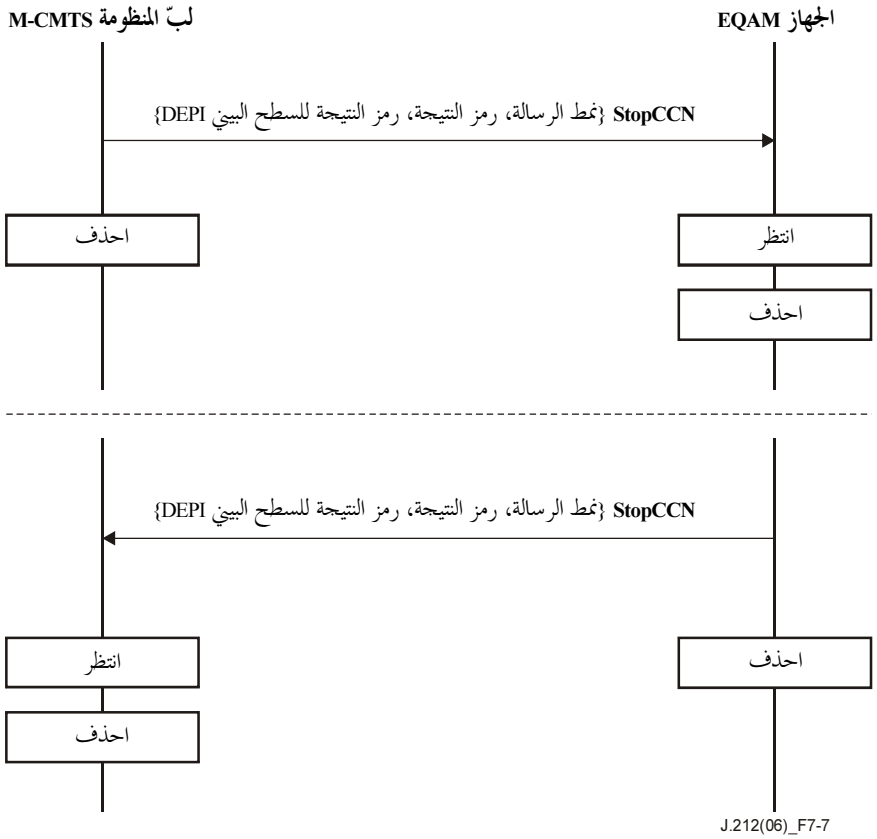


الشكل J.212/6-7 – إقامة توصيل تحكمي على السطح البيني DEPI

في سبيل تسريب أرتال DOCSIS في نفق بواسطة IP وباستعمال L2TPv3، يقام أولاً توصيل تحكمي للبروتوكول L2TPv3، طبقاً لما هو موصوف في المرجع [RFC-L2TPv3]. لكن إقامة هذا التوصيل التحكمي تنطوي على تبادل مزدوجات AVP يمكّن من تعرّف الند ومقدِراته. وكل توصيل تحكمي فله معرِّف لهويته يخصصه المستلِم ويجري التفاوض عليه مع المزدوجات AVP لمعرِّف هوية التوصيل، أثناء إنشاء التوصيل التحكمي.

يجب أن تتوفر في لب المنظومة M-CMTS مقدِرة بدء تشوير التوصيل التحكمي (بوصفه طالب نداء L2TPv3). **ويجب** أن تتوفر في الجهاز EQAM مقدِرة استقبال طلبات توصيل التحكم الواصلة من لب المنظومة M-CMTS (بوصفه المطلوب L2TPv3 بالنداء). أما إقامة توصيل تحكمي فليست مطلوبة من الجهاز EQAM بخصوص السطح البيني DEPI ولا في مجال تطبيق هذه التوصية.

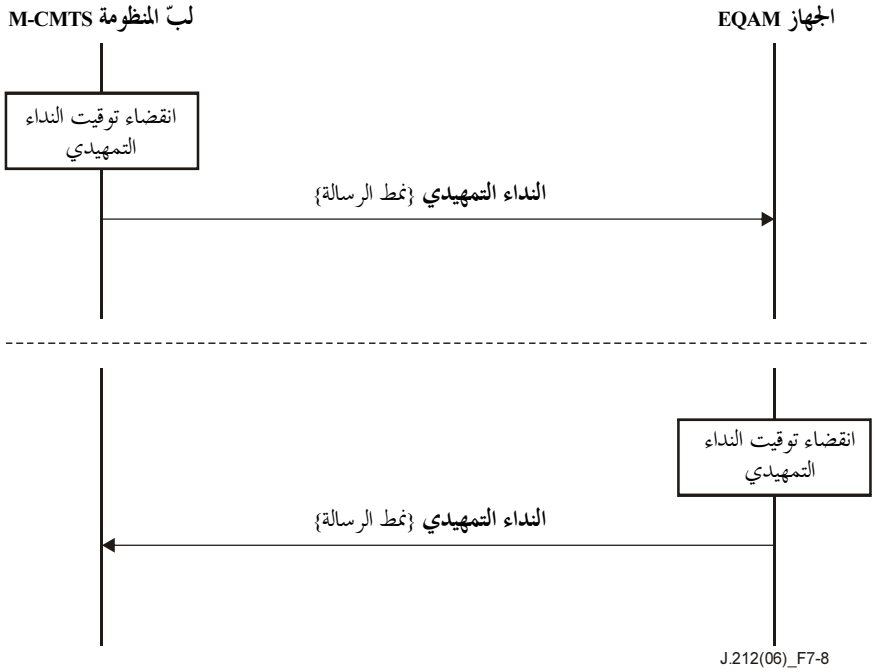
2.1.4.7 فَكّ توصيل تحكمي



الشكل J.212/7-7 – فَكّ توصيل تحكمي على السطح البيني DEPI

عملية فك توصيل تحكمي يمكن أن تبدأها أي من النقطتين الطرفيتين LCCE، وتتم بإصدار رسالة تحكمية واحدة بإيقاف التوصيل (الرسالة StopCCN). ويمكن لتنفيذ ما أن يُغلق توصيلاً تحكمياً بكامله مع جميع الدورات المصاحبة له بإصدار الرسالة StopCCN. وهكذا لا يكون من الضروري تحرير كل دورة بمفردها عند فك التوصيل التحكمي بكامله. والند الذي يستلم الرسالة StopCCN **يتوجب** عليه أن يستبقي الدورة وحالة التحكم فترة من الزمن مساوية للتوقيت المحدد للرسالة StopCCN (انظر الملحق B)، بعدما يُشعِر باستلامه هذه الرسالة. والغرض من هذا الاشتراط إدارة المفقودات من إشعارات الاستلام.

3.1.4.7 استبقاء نشاط التوصيل التحكمي

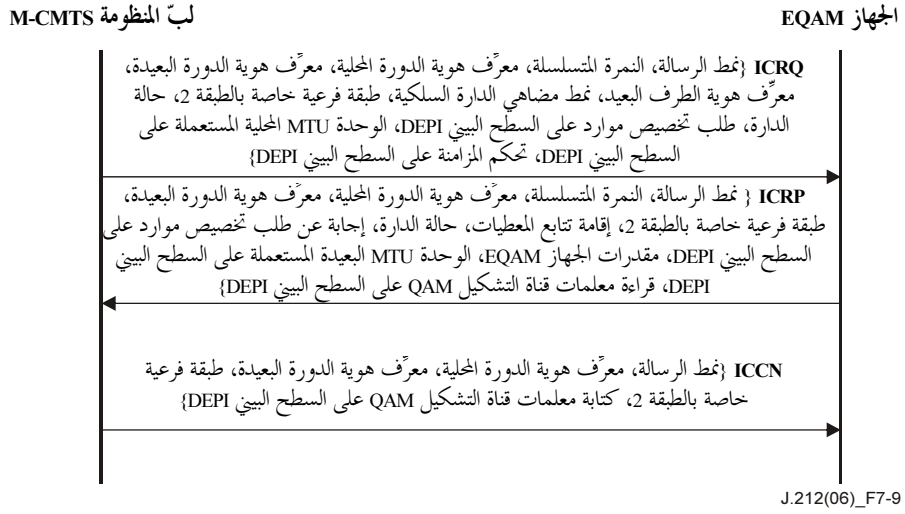


الشكل J.212/8-7 – استبقاء نشاط توصيل تحكمي على السطح البيني DEPI

يُجرى استبقاء النشاط دورياً للتوصيل التحكمي بإصدار رسالة نداء تمهيدي متى انقضت فترة من الزمن معروفة بأنها توقيت النداء التمهيدي (انظر الملحق A) دون استلام أي رسالة من الند (سواء رسالة معطيات أو رسالة تحكم).

2.4.7 تشوير الدورة

1.2.4.7 إقامة الدورة



الشكل J.212/9-7 – إقامة دورة على السطح البيني DEPI

بعد إقامة التوصيل التحكمي بنجاح، يمكن إنشاء دورات إفرادية. وكل دورة تناظر قطار معطيات وحيد بين نقطتين LCCE. ويُستعمَل كعناصر في إقامة الدورة، بالإضافة إلى المزدوجات AVP الإلزامية والاختيارية المعرَّفة في المرجع [RFC-L2TPv3]، المزدوجات التالية الخاصة بالسطح البيني DEPI.

الرسالة الطلبية ICRQ تحتوي المزدوج AVP لمعرِّف هوية الطرف البعيد، وهذا المزدوج يحتوي معرِّف هوية قطار النقل (TSID) لقناة التشكيل QAM التي من أجلها تقام الدورة.

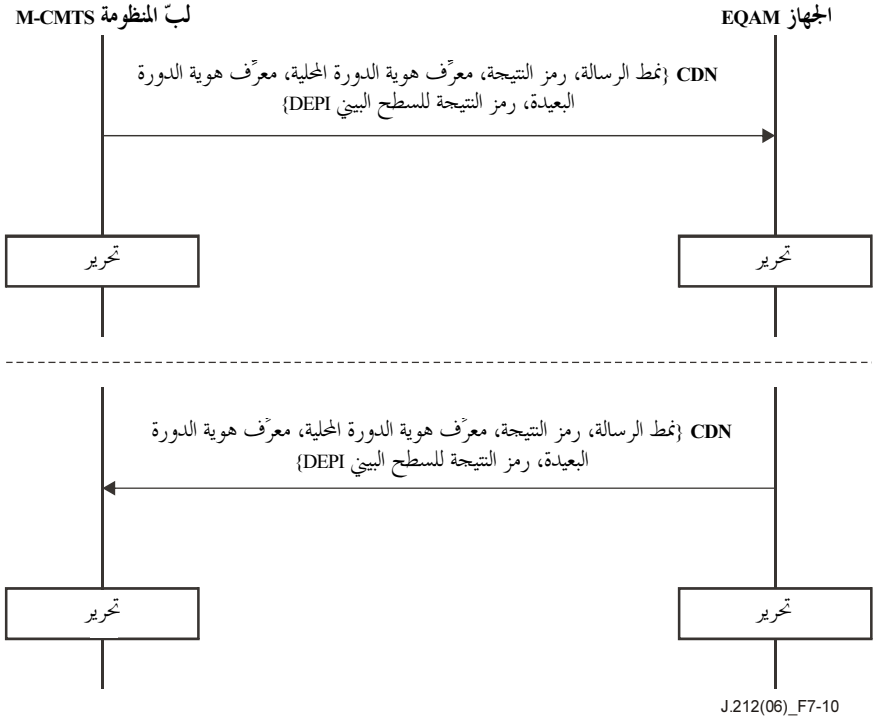
الرسالة الإجابية ICRP تحتوي المزدوج AVP للدورة البعيدة الذي يدل على معرِّف هوية الدورة الذي يريد الجهاز EQAM أن يستعمله. وتحتوي الرسالة ICRP أيضاً سلسلة مزدوجات AVP لقناة التشكيل QAM (انظر المقطع 2.5.7) تدل على التشكيلة الحالية للجهاز EQAM، والمعلمات الممكن تغييرها، ومقدرات الجهاز EQAM، والقيم المخصصة مثل قيم منْفَذ البروتوكول UDP. وإذا كانت هذه القيم غير مقبولة عند لب المنظومة M-CMTS، يردّ لب المنظومة M-CMTS برسالة تبليغ عن فَكّ التوصيل (CDN) تحتوي الرمز المناسب للخطأ.

الرسالة ICCN تحتوي المعلمات التي يريد لب المنظومة M-CMTS تغييرها. فإذا كانت هذه المعلمات مقبولة عند الجهاز EQAM، يردّ هذا الجهاز بإشعار استلام (إما صريح وإما ضمني). وإذا لم تكن مقبولة عند الجهاز EQAM، يردّ هذا برسالة تبليغ عن فَكّ التوصيل (CDN) تحتوي الرمز المناسب للخطأ.

عملية استقبال ومعالجة الرسالة ICCN تُطلِق بدء إعادة تسيير المعطيات في الجهاز EQAM بخصوص الدورة. **ويتوجب** على الجهاز EQAM **أن لا** يرسِل المعطيات على قناة التشكيل QAM حتى يتم تشكيل الدورة وفقاً للمعلمات الواردة في الرسالة ICCN. **وينبغي أن لا** يودع الجهاز EQAM معطيات في الذاكرة الوسيطة أثناء تشكيل الدورة.

يجب في لب المنظومة M-CMTS أن تكون له المقدرة لتوليد تشوير إقامة الدورة. **ويجب** في الجهاز EQAM أن تكون له المقدرة لاستقبال طلبات إقامة الدورة الواصلة إليه من لب المنظومة M-CMTS. لكن عملية إقامة الجهاز EQAM لدورة البروتوكول L2TP ليست في مجال تطبيق هذه التوصية.

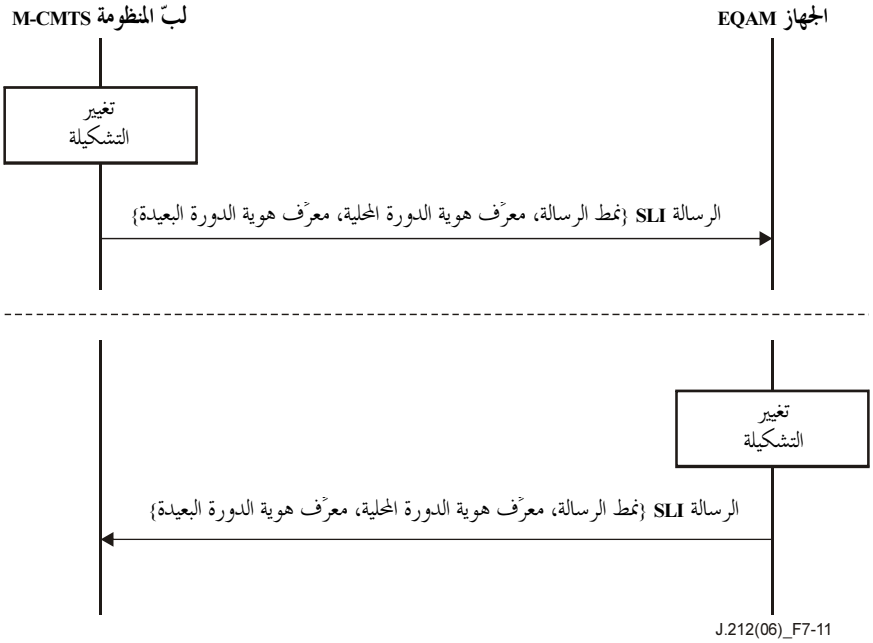
2.2.4.7 فَكّ الدورة



الشكل J.212/10-7 – فَكّ دورة على السطح البيني DEPI

عملية فك الدورة يمكن أن تبدأها أي من النقطتين الطرفيتين LCCE، وتتم بإصدار رسالة تحكمية واحدة للتبليغ بفك الدورة (الرسالة CDN). ويمكن لتنفيذٍ ما أن يُغلق توصيلاً تحكمياً بكامله مع جميع الدورات المصاحبة له بإصدار الرسالة StopCCN. وهكذا لا يكون من الضروري تحرير كل دورة بمفردها عند فك التوصيل التحكمي بكامله.

3.2.4.7 تحيين الدورة



الشكل J.212/11-7 – تحيين دورة على السطح البيني DEPI

إذا انطوى تغيير في التشكيلة على تغيير معلمة للجهاز EQAM موصوفة في مزدوج AVP مستعمل في السطح البيني DEPI، **يتوجب** على لب المنظومة M-CMTS أن يُرسِل المزدوج AVP الذي تم تحيينه إلى الجهاز EQAM في رسالة معلومات إقامة الوصلة (الرسالة SLI). وإذا انطوى تغيير في التشكيلة على تغيير معلمة للجهاز EQAM موصوفة في مزدوج AVP مستعمل في السطح البيني DEPI، **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يُرسِل المزدوج AVP الذي تم تحيينه إلى لب المنظومة M-CMTS في رسالة معلومات إقامة الوصلة (الرسالة SLI).

3.4.7 المزدوجات AVP الإلزامية والاختيارية

إضافة إلى المزدوجات AVP الإلزامية والاختيارية المذكورة في المرجع [RFC-L2TPv3] والمعدَّلة في الجدول 7–3، **يجب** أن تكون المزدوجات التالية المذكورة في الجدول 7–2 حاضرة في الرسالة التحكمية المستعملة على السطح البيني DEPI إذا كانت هذه المزدوجات إلزامية، **ويجوز** أن تكون هذه المزدوجات حاضرة في الرسالة المذكورة إذا كانت اختيارية.

الجدول J.212/2-7 – المزدوجات AVP الإلزامية والاختيارية المعمول بها على السطح البيني DEPI

رسالة تحكمية مستعملة على السطح البيني DEPI	المزدوجات AVP الإلزامية على السطح البيني DEPI	المزدوجات AVP الاختيارية على السطح البيني DEPI
ICRQ	طلب تخصيص موارد على السطح البيني DEPI الوحدة MTU المحلية على السطح البيني DEPI تحكم مزامنة متسقة مع المواصفات DOCSIS على قناة للتشكيل QAM هابطة	المنفَذ المحلي للبروتوكول UDP
ICRP	الإجابة على طلب تخصيص موارد على السطح البيني DEPI الوحدة MTU البعيدة على السطح البيني DEPI مقدرات الجهاز EQAM تردد قناة للتشكيل QAM هابطة قدرة قناة للتشكيل QAM هابطة تشكيل قناة للتشكيل QAM هابطة معلمات الملحق J.83 لقناة لتشكيل QAM هابطة معدل الرموز لقناة لتشكيل QAM هابطة عمق التشذير لقناة لتشكيل QAM هابطة إسكات تردد راديوي لقناة لتشكيل QAM هابطة	زمرة معرِّفات TSID لقناة للتشكيل QAM هابطة
ICCN		تردد قناة لتشكيل QAM هابطة قدرة قناة لتشكيل QAM هابطة تشكيل قناة لتشكيل QAM هابطة معلمات الملحق J.83 لقناة لتشكيل QAM هابطة معدل الرموز لقناة لتشكيل QAM هابطة عمق التشذير لقناة لتشكيل QAM هابطة إسكات تردد راديوي لقناة لتشكيل QAM هابطة
CDN		رمز النتيجة على السطح البيني DEPI
SLI		تحكم مزامنة متسقة مع المواصفات DOCSIS على قناة للتشكيل QAM هابطة تردد قناة للتشكيل QAM هابطة قدرة قناة للتشكيل QAM هابطة تشكيل قناة للتشكيل QAM هابطة معلمات الملحق J.83 لقناة للتشكيل QAM هابطة معدل رموز قناة للتشكيل QAM هابطة عمق تشذير قناة للتشكيل QAM هابطة إسكات تردد راديوي لقناة للتشكيل QAM هابطة

5.7 تعريفات المزدوجات AVP

1.5.7 المزدوجات AVP التقليدية للبروتوكول L2TPv3

يعرض الجدول 7–3 أنماط المزدوجات AVP المستمدَّة من المرجعين [RFC-L2TPv3] و[RFC-L2TP-DSCP] والموفَّرة كجزء من هذه التوصية.

الجدول J.212/3-7 – المزدوجات AVP للبروتوكول L2TPv3 المعمول بها على السطح البيني DEPI

نمط النعت	التحكم (C)، الدورة (S)	الوصف	مطلوب	غير مطلوب
0	S ،C	نمط الرسالة	•	
1	S	رمز النتيجة	•	
5	S ،C	فاصم لرابط التحكم/الدورة		•
7	C	اسم الخدوم	•	
8	C	اسم المورِّد		•
10	C	قدّ نافذة الاستقبال		•
15	S	النمرة التسلسلية	•	
25	S	معرِّف هوية القناة المادية		•
34	S	أخطاء الدارة		•
36	S ،C	متَّجه عشوائي		•
47	C	تشفيرة DSCP لتوصيل تحكمي		•
48	S	تشفيرة DSCP لدورة		•
58	S ،C	مزدوِج AVP موسَّع لمعرِّف هوية المورِّد		•
59	S ،C	خلاصة الرسالة		•
60	C	معرِّف هوية المسيِّر	•	
61	C	معرِّف هوية مخصص للتوصيل التحكمي	•	
62	C	قائمة مقْدِرات مضاهي الدارة السلكية	•	
63	S	معرِّف هوية الدورة المحلية	•	
64	S	معرِّف هوية الدورة البعيدة	•	
65	S	الواشي (Cookie) المخصَّص		•
66	S	معرِّف هوية الطرف البعيد	•	
68	S	نمط مضاهي الدارة السلكية	•	
69	S	طبقة فرعية خاصة بالطبقة 2	•	
70	S	إقامة تتابع المعطيات	•	
71	S	حُكم الدارة	•	
72	C	اللغة المفضَّلة		•
73	C	علامة استيقان رسالة التحكم		•
74	S	سرعة توصيل الإرسال		•
75	S	سرعة توصيل الاستقبال		•

يأتي فيما يلي وصف المزدوِجات AVP التقليدية المقصور استعمالها على السطح البيني DEPI. ويحتوي المرجع [RFC-L2TPv3] وصفاً أكملَ للمزدوِجات AVP التقليدية مع متطلباتها.

1.1.5.7 نمط الرسالة (لجميع الرسائل) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8	معرِّف هوية المورِّد = 0		
نمط النعت = 0				نمط الرسالة		

الشكل J.212/12-7 – المزدوِج AVP لنمط الرسالة

هذا المزدوج يعرِّف هوية رسالة التحكم L2TPv3 المعيّنة. وهو دائماً أول مزدوِج AVP.

2.1.5.7 رمز النتيجة (StopCCN, CDN) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = N + 8	معرِّف هوية المورِّد = 0		
نمط النعت = 1				رمز النتيجة		
رمز الخطأ (اختياري)				رسالة الخطأ...		
...رسالة الخطأ (اختياري)						

الشكل J.212/13-7 – المزدوِج AVP لرمز النتيجة

تحتوي هذه الرسالة رموز النتائج، والرموز الاختيارية للأخطاء، والرسائل الاختيارية عن الأخطاء، حين فك توصيل تحكمي أو إنهاء دورة.

3.1.5.7 اسم الخدوم (SCCRQ, SCCRP) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = N + 6	معرِّف هوية المورِّد = 0		
نمط النعت = 7				الخدوم...		
...اسم...						

الشكل J.212/14-7 – المزدوِج AVP لاسم الخدوم

اسم الخدوم هو عادة تسمية الميدان الكاملة (FQDN) لكل جهاز.

4.1.5.7 اسم المورِّد (SCCRQ, SCCRP) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = N + 6	معرِّف هوية المورِّد = 0		
نمط النعت = 8				المورِّد...		
...اسم...						

الشكل J.212/15-7 – المزدوِج AVP لاسم المورِّد

ينبغي أن يعرِّف لب المنظومة M-CMTS نفسه أثناء الرسالة SCCRQ بمعرِّف هوية مورِّد على شكل سلسلة سمات ASCII. **وينبغي** أن يعرِّف الجهاز EQAM نفسه أثناء الرسالة SCCRP بمعرِّف هوية مورِّد على شكل سلسلة سمات ASCII. يسترعى الانتباه إلى أن هذا المزدوِج AVP اختياري حسب المرجع [RFC-L2TPv3].

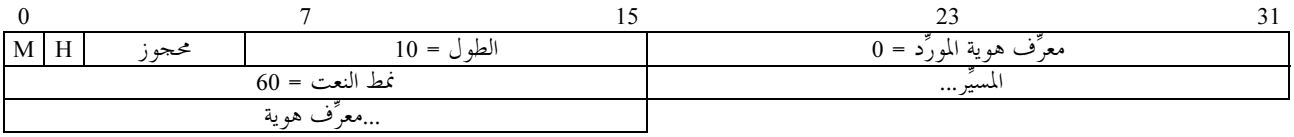
5.1.5.7 النمرة التسلسلية (ICRQ, OCRQ) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 10	معرِّف هوية المورِّد = 0		
نمط النعت = 15				تسلسلية...		
...نمرة						

الشكل J.212/16-7 – المزدوِج AVP للنمرة التسلسلية

هذه النمرة يخصصها مصدر الرسالة، وتكون شبيهة من حيث المفهوم بمعرِّف هوية المعاملة. وتقوم وظيفتها الرئيسية على الإسهام في إزالة الأخطاء من تدفقات الرسائل.

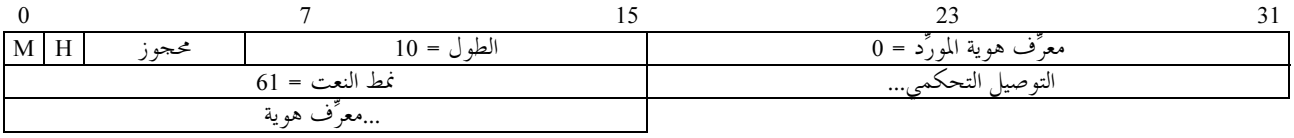
6.1.5.7 معرِّف هوية المسيِّر (SCCRQ, SCCRP) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)



الشكل J.212/17-7 – المزدوِج AVP لمعرِّف هوية المسيِّر

معرِّف هوية المسيِّر هو عادة عنوان كل نقطة طرفية حسب البروتوكول IP.

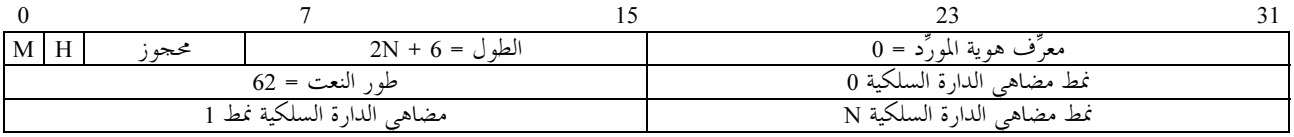
7.1.5.7 معرِّف الهوية المخصص للتوصيل التحكمي (SCCRQ, SCCRP, StopCCN) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)



الشكل J.212/18-7 – المزدوِج AVP لمعرِّف هوية التوصيل التحكمي

هذا معرِّف هوية التوصيل التحكمي على السطح البيني DEPI. أثناء الرسالة SCCRQ يستعمل لب المنظومة M-CMTS هذا المزدوِج AVP لإعلام الجهاز EQAM بقيمة معرِّف هوية التوصيل التحكمي الواجب استعمالها في رأسية البروتوكول L2TPv3 التحكمية، من أجل الرسائل التحكمية التي يصدِرها الجهاز EQAM. وأثناء الرسالة SCCRP يستعمل الجهاز EQAM هذا المزدوِج AVP لإعلام لب المنظومة M-CMTS بقيمة معرِّف هوية التوصيل التحكمي الواجب استعمالها في رأسية البروتوكول L2TPv3 التحكمية، من أجل الرسائل التحكمية التي يصدِرها لب المنظومة M-CMTS. وبما أن لب المنظومة M-CMTS لم يُعلِمه الجهاز EQAM قبل أول رسالة SCCRQ، فهو يستعمل قيمة 0 لمعرِّف هوية التوصيل التحكمي في رأسية البروتوكول L2TPv3 التحكمية، من أجل الرسالة SCCRQ الأولى.

8.1.5.7 قائمة مقْدِرات مضاهي الدارة السلكية (SCCRQ, SCCRP) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)



الشكل J.212/19-7 – المزدوِج AVP لقائمة مقْدِرات مضاهي الدارة السلكية

تدل قائمة مقْدِرات مضاهي الدارة السلكية على مقدرات لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM. وهناك نمطان لمضاهي الدارة السلكية معرَّفان من أجل السطح البيني DEPI. انظر الجدول 7–4 التالي.

الجدول J.212/4-7 – نمطان لمضاهي الدارة السلكية (يقرأ من اليسار إلى اليمين)

القيمة	المختصر التذكيري	نمط مضاهي الدارة السلكية
0x000C*	MPTPW	MPT Pseudowire
0x000D*	PSPPW	PSP Pseudowire
* تُعتبَر هاتان القيمتان مؤقتتين، ريثما يصدر تخصيصهما رسمياً عن الهيئة IANA.		

يجب على لب المنظومة M-CMTS أن يدل على استطاعته العمل بالأسلوب PSP والأسلوب D-MPT، بأن يُدرِج واحداً من نمطي مضاهي الدارة السلكية من أجل السطح البيني DEPI أو كلا النمطين، في قائمة مقْدِرات مضاهي الدارة السلكية.

ويجب على الجهاز EQAM أن يدل على استطاعته العمل بالأسلوب PSP والأسلوب D-MPT، بأن يُدرِج واحداً من نمطي مضاهي الدارة السلكية من أجل السطح البيني DEPI أو كلا النمطين، في قائمة مقْدِرات مضاهي الدارة السلكية.

9.1.5.7 معرِّف هوية الدورة المحلية (ICRQ, ICRP, ICCN, CDN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 10		معرِّف هوية المورِّد = 0	
			نمط النعت = 63		الدورة المحلية...	
			...معرِّف هوية			

الشكل J.212/20-7 – المزدوِج AVP لمعرِّف هوية الدورة المحلية

متى تمّت إقامة الدورة، يختار كل من لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM معرِّف هوية الدورة الخاص به، ويُعلِنه كل منهما للآخر بواسطة هذا المزدوِج AVP. وهذا يعني أن إقامة دورة واحدة تعني إقامة دورتين أحاديتَيْ الاتجاه، كل دورة باتجاه معاكس لاتجاه الأخرى.

10.1.5.7 معرِّف هوية الدورة البعيدة (ICRQ, ICRP, ICCN, CDN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 10		معرِّف هوية المورِّد = 0	
			نمط النعت = 64		الدورة البعيدة...	
			...معرِّف هوية			

الشكل J.212/21-7 – المزدوِج AVP لمعرِّف هوية الدورة البعيدة

حين يُرسِل كل من لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM إلى الآخر رسالة بإقامة دورة، يُضبط معرِّف هوية الدورة البعيدة على معرِّف هوية الدورة المستفاد سابقاً من معرِّف هوية الدورة المحلية. وإذا لم يكن معرِّف هوية الدورة البعيدة معروفاً بعد، يُضبط على 0.

11.1.5.7 معرِّف هوية الطرف البعيد (ICRQ) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8		معرِّف هوية المورِّد = 0	
			نمط النعت = 66		معرِّف هوية الطرف البعيد = TSID	

الشكل J.212/22-7 – المزدوِج AVP لمعرِّف هوية الطرف البعيد

يستعمل السطح البيني DEPI المعرِّفَ TSID، المستمَدّ من قناة لتشكيل QAM، معرِّفَ هويةٍ للطرف البعيد. ومعرِّف هوية قطار النقل (TSID) هذا هو عدد صحيح غير موقع طوله أثمونان، ويُستعمَل لضم دورة إلى قناة لتشكيل QAM.

12.1.5.7 نمط مضاهي الدارة السلكية (ICRQ) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8		معرِّف هوية المورِّد = 0	
			نمط النعت = 68		نمط مضاهي الدارة السلكية	

الشكل J.212/23-7 – المزدوِج AVP لنمط مضاهي الدارة السلكية

يستعمل السطح البيني DEPI قيم نمط مضاهي الدارة السلكية المعرَّفة في المقطع 8.1.5.7 للدلالة على نمط دورة السطح البيني DEPI المطلوبة.

13.1.5.7 الطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2 (ICRQ, ICRP, ICCN) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8		معرِّف هوية المورِّد = 0	
نمط النعت = 69					نمط الطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2	

الشكل J.212/24-7 – المزدوِج AVP للطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2

يجب على لب المنظومة M-CMTS أن يُدرِج المزدوِج AVP للطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2 في الرسالة ICRQ والرسالة ICCN، فيدل به على نمط رأسية الطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2 المتسق مع نمط مضاهي الدارة السلكية المناسب لتدفق السطح البيني DEPI. **ويجب** على الجهاز EQAM أن يُدرِج المزدوِج AVP للطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2 في الرسالة ICRP، فيدل به على نمط رأسية الطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2 المتسق مع نمط مضاهي الدارة السلكية المناسب لتدفق السطح البيني DEPI.

الجدول J.212/5-7 – نمطان للطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2 (يقرأ من اليسار إلى اليمين)

القيمة	نمط الطبقة الفرعية الخاصة بالطبقة 2
3*	طبقة فرعية خاصة بالأسلوب MPT
4*	طبقة فرعية خاصة بالأسلوب PSP
* تُعتبَر هاتان القيمتان مؤقتتين، ريثما يصدر تخصيصهما رسمياً عن الهيئة IANA.	

14.1.5.7 إقامة تتابع المعطيات (ICRP) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8		معرِّف هوية المورِّد = 0	
نمط النعت = 70					سوية تتابع المعطيات = 2	

الشكل J.212/25-7 – المزدوِج AVP لإقامة تتابع المعطيات

يجب على الجهاز EQAM أن يُدرِج المزدوِج AVP الخاص بإقامة تتابع المعطيات، في الرسالة ICRP، فيدل به على أن السوية 2 لتتابع المعطيات مطلوبة (جميع رزم المعطيات الواصلة مطلوب نظمها في تتابع).

15.1.5.7 حُكم الدارة (ICRQ, ICRP, ICCN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8		معرِّف هوية المورِّد = 0	
نمط النعت = 71					محجوز	N A

الشكل J.212/26-7 – المزدوِج AVP لحُكم الدارة

N (جديد) بتة 1 – البتة الجديدة تدل على ما إذا كانت دلالة الحكم هي لدورة جديدة (1) على السطح البيني DEPI، أو لدورة موجودة (0) على السطح البيني DEPI. والبتة الجديدة **ينبغي** أو توضَع أول مرة تقام دورة على السطح البيني DEPI بعد التزويد.

A (نشيط) بتة 1 – البتة النشيطة تدل على ما إذا كانت الدورة قائمة (1) أو مغلَقة (0) على السطح البيني DEPI. ومتى علم لب المنظومة M-CMTS بإقفال الدورة على السطح البيني DEPI، **يتوجب** عليه **أن لا** يحاول تمرير حركة معطيات بالدورة على السطح البيني DEPI.

يستعمل السطح البيني DEPI المزدوِج AVP لحكم الدارة للدلالة على ما إذا كانت دورة السطح البيني DEPI جارية وبالتالي قادرة على تمرير حركة معطيات، أو مغلَقة وبالتالي غير قادرة على تمرير حركة معطيات. ومعرِّف هوية حكم الدارة

لا يتحكم بالخرج الراديوي لقناة تشكيل QAM. ويُسترعى الانتباه إلى أن المزدوِج AVP لحكم الدارة يُرسِله كل من لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM.

2.5.7 المزدوجات AVP الخاصة بالسطح البيني DEPI

يعرض الجدول 7–6 التالي المزدوجات AVP المعرَّفة خصّيصاً من أجل السطح البيني DEPI. ومدى أنماط النعت من 0 إلى 99 محجوز من أجل المزدوجات AVP الخاصة بدورات السطح البيني DEPI. ولا تُستعمَل هذه المزدوجات إلا في رسائل دورات بروتوكول النقل للطبقة 2 (L2TP).

الجدول J.212/6-7 – المزدوجات AVP المعرَّفة من أجل الدورات العامة على السطح البيني DEPI (يقرأ من اليسار إلى اليمين)

الوصف	نمط النعت
محجوز	0
رمز نتيجة DEPI	1
طلب تخصيص موارد على السطح البيني DEPI	2
الإجابة على طلب تخصيص موارد على DEPI	3
الوحدة MTU المحلية للسطح البيني DEPI	4
التحكم بالمزامنة طبقاً لـ DOCSIS	5
بتات مقدِرات الجهاز EQAM	6
الوحدة MTU البعيدة للسطح البيني DEPI	7
المَنْفَذ UDP المحلي على السطح البيني DEPI	8

1.2.5.7 رمز النتيجة ورمز الخطأ على السطح البيني DEPI (CDN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

<table>
<tr><td colspan="5">0</td><td colspan="2">7</td><td colspan="2">15</td><td colspan="2">23</td><td>31</td></tr>
<tr><td>M</td><td>H</td><td colspan="2">محجوز</td><td colspan="2">الطول = N + 8</td><td colspan="3">معرِّف هوية المورِّد = 4491</td></tr>
<tr><td colspan="5">نمط النعت = 1</td><td colspan="3">رمز النتيجة</td></tr>
<tr><td colspan="5">رمز الخطأ (اختياري)</td><td colspan="3">رسالة الخطأ...</td></tr>
<tr><td colspan="8">...رسالة الخطأ (اختياري)</td></tr>
</table>

الشكل J.212/27-7 – المزدوِج AVP لرمز النتيجة ورمز الخطأ على السطح البيني DEPI

نسق مجال هذا المزدوِج AVP هو نفس نسق مجال المزدوج AVP المعياري لرمز النتيجة والخطأ حسب البروتوكول L2TPv3، باستثناء أن مجال معرِّف هوية المورِّد قيمته هنا 4491 بدلاً من 0. ثم إن رمز النتيجة ورمز الخطأ بخصوص هذا المزدوِج وحيدان للسطح البيني DEPI، ويضافان إلى رمز النتيجة ورمز الخطأ المعياريين المعرَّفين في المرجع [RFC-L2TPv3].

الرموز الجديدة للنتيجة والخطأ، ورسائل الخطأ الجديدة مطلوبة خصيصاً للاستعمال على السطح البيني DEPI.

وصف النتيجة	رمز النتيجة
لم تتم إقامة الدورة – مرجع مغلوط للمزدوج AVP على السطح البني DEPI	0
لم تتم إقامة الدورة – طلب مغلوط بشأن المزدوج AVP للطبقة المادية	1
لم تتم إقامة الدورة أو فُكّ توصيلها، لسبب يدل عليه رمز الخطأ	2

رمز الخطأ	وصف الخطأ
0	الجهاز ليس مهيّأ بعد أو ليس مشكَّلاً كما يجب.
1	محاولة تعديل معلمة مقفَلة من معلمات الطبقة المادية.
2	فشل محاولة تعديل معلمة من معلمات الطبقة المادية – قيمة خارج المدى.
3	معرِّفات الهوية PHBID المطلوبة لتدفقات البروتوكول PSP غير موفَّرة.
4	حصَل في الدورة استعمال نمط غير صحيح لمضاهي الدارة السلكية.
ملاحظة – من الأسباب الممكنة لظهور رمز الخطأ 0 أن لا تكون قيم M وN في تشكيلة الجهاز EQAM من أجل معدل رموز قناة للتشكيل QAM.	

2.2.5.7 طلب تخصيص موارد على السطح البيني DEPI (ICRQ) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0			7	15	23					31
M	H	محجوز	الطول = N + 6		معرِّف هوية المورِّد = 4491					
نمط النعت = 2					X	X	PHBID 1	X	X	PHBID N

الشكل J.212/28-7 – المزدوِج AVP لطلب تخصيص موارد على السطح البيني DEPI

M (إلزامي) بتة 1. البتة الإلزامية **يجب** ضبط هذا المجال على 1.

الطول 10 بتات. 6 بايتات زائد بايتة إضافية لكل تدفق مطلوب.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبَط هذا المجال على 2.

كل مدخل لطلب تدفق فهو مؤلَّف مما يلي:

PHBID (معرِّف هوية السلوك المناسب للقفزة) 6 بتات. المعرِّف PHBID يطلبه لب المنظومة M-CMTS. وقد تقدّم في المقطع 1.2.6 تعريف معرِّفات هوية السلوك المناسب للقفزة.

في الرسالة ICRQ يطلب لب المنظومة M-CMTS عدداً من التدفقات من أجل دورة ما. فكل بايتة في الحمولة النافعة للنعت تمثّل طلباً بشأن تدفق وحيد. وكل طلب يحتوي المعرِّف PHBID الذي سيُستعمَل من أجل التدفق المخصوص. وفيما يتعلق بالتشغيل بأسلوب D-MPT، **يتوجب** على لب المنظومة M-CMTS أن يطلب تدفقاً وحيداً.

3.2.5.7 الإجابة على طلب تخصيص موارد على السطح البيني DEPI (ICRP) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7		15	23	31
M	H	محجوز	الطول = N + 4 + 8		معرِّف هوية المورِّد = 4491	
نمط النعت = 3					محجوز	
X	X	PHBID 1	محجوز	Flow ID 1	المنفذ رقم 1 للمقصد حسب البروتوكول UDP	
X	X	PHBID N	محجوز	Flow ID N	المنفذ رقم N للمقصد حسب البروتوكول UDP	

الشكل J.212/29-7 – المزدوِج AVP للإجابة على طلب تخصيص موارد على السطح البيني DEPI

M (إلزامي) بتة 1. البتة الإلزامية **يجب** ضبط هذا المجال على 1.

الطول 10 بتات. 8 بايتات زائد 4 بايتات إضافية لكل تدفق.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط المجال على 3.

كل مدخل للإجابة على طلب تدفق فهو مؤلَّف مما يلي:

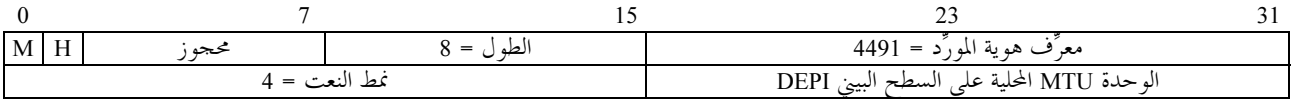
PHBID (**معرِّف هوية السلوك المناسب للقفزة**) 6 بتات. المعرِّف PHBID يطلبه لب المنظومة M-CMTS. وقد تقدّم في المقطع 1.2.6 تعريف معرِّفات هوية السلوك المناسب للقفزة.

Flow ID (**معرِّف هوية التدفق**) 3 بتات. هذا المعرِّف يخصصه الجهاز EQAM، ولا معرِّف لهوية التدفق غيره في الدورة الواحدة.

UDP Dest Port بايتتان 2. هذا هو منفَذ المقصد حسب البروتوكول UDP، كما يوصِّفه الجهاز EQAM؛ **ويتوجب** على لب المنظومة M-CMTS أن يستعمله في رأسية الدورة، إذا كان مطلوباً في تشكيلة المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM أن يستعملا رأسية UDP مع L2TPv3. وهذه القيمة **يجب** أن تكون وحيدة لكل دورة. **ويجوز** أن تكون وحيدة لكل تدفق. وإذ شُكِّلت الصيغة L2TPv3 من أجل عدم استعمال رأسيات UDP، **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يضبط هذا المجال على 0 كلياً، **ويتوجب** على لب المنظومة M-CMTS أن يُغفِله.

في الرسالة ICRP، يستجيب الجهاز EQAM باستحداث تدفقات موائمة للتدفقات المطلوبة. ويوصِّف الجهاز EQAM معرِّف هوية التدفق ومَنفَذ المقصد حسب البروتوكول UDP بخصوص كل تدفق. المعرِّف PHBID يظل بدون تغيير عما كان عليه في مجال طلب التدفق. وإذا كان الجهاز EQAM لا يقبل معرِّفاً PHBID مذكوراً في الطلب الوارد من لب المنظومة M-CMTS، يستطيع الجهاز EQAM الإشعار بهذه الحالة، بعدم إدراجه المعرِّف PHBID في هذه الإجابة. أما إذا كان الجهاز EQAM لا يستطيع العمل بأي من المعرِّفات PHBID التي يطلبها لب المنظومة M-CMTS، ففي هذه الحالة **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يُغلِق الدورة بإصدارة رسالة CDN.

4.2.5.7 وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) المحلية على السطح البيني DEPI (ICRQ) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)



الشكل J.212/30-7 – المزدوِج AVP لوحدة الإرسال الأعظمية (MTU) المحلية على السطح البيني DEPI

الطول 10 بتات. يُضبط على 8.

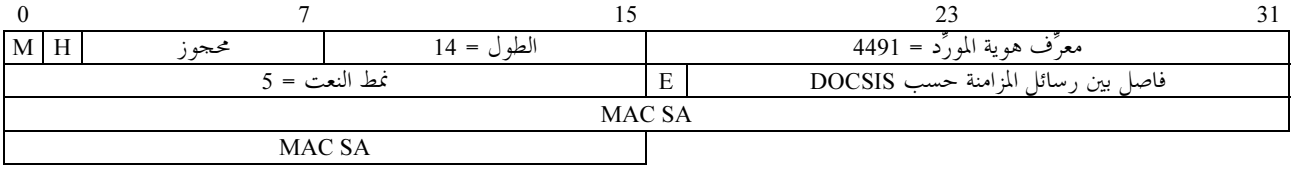
نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 4.

كل مدخل لطلب تدفق فهو مؤلَّف مما يلي:

DEPI Local MTU بايتتان 2. هذه وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) المحلية على السطح البيني DEPI، التي ترِد في الرسالة ICRQ ويستطيع لب المنظومة M-CMTS أن يستلمها من الجهاز EQAM على السطح البيني CIN.

الوحدة MTU حمولة نافعة من الطبقة 3 لرتل من الطبقة 2. وعلى السطح البيني DEPI، تشتمل الوحدة MTU على الرأسية والحمولة النافعة للبروتوكول L2TPv3، وعلى رأسية البروتوكول UDP إذا كانت حاضرة، وعلى رأسية البروتوكول IP، لكنها لا تشتمل على رأسية إثرنت ولا على التحقق من الإطناب الدوري (CRC). مثلاً: رتل إثرنت قدّه 1518 بايتة (1522 بايتة في حالة حضور وسوم شبكة محلية تقديرية (VLAN)) يستطيع قبول وحدة MTU قدّها 1500 بايتة.

5.2.5.7 التحكم بالمزامنة حسب DOCSIS لقناة تشكيل QAM هابطة (ICRQ, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)



الشكل J.212/31-7 – المزدوِج AVP للمزامنة حسب DOCSIS

الطول 10 بتات. يُضبط على 14.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 5.

E (تنشيط) بتة 1. تنشيط المزامنة. العملية موصوفة أدناه.

الفاصل 15 بتة. الفاصل الاسمي بين رسائل المزامنة بتدرج 200 µs.

MAC SA (عنوان المصدر حسب التحكم MAC) 48 بتة. عنوان حسب IEEE 802 MAC يُستعمَل في مجال عنوان المصدر.

يختلف استعمال هذا المزدوِج AVP تبعاً لكل من الأسلوبين D-MPT وPSP.

ففي الأسلوب D-MPT، متى كانت المعادلة E = 0 **يتوجب** على الجهاز EQAM **أن لا** يعدّل قيم دمغة الوقت في رسائل المزامنة حسب DOCSIS (DOCSIS SYNC). ومتى كانت E = 1 **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يبحث عن قيم دمغة الوقت في الرسائل DOCSIS SYNC ويصححها. ومجال فاصل المزامنة للرسائل DOCSIS SYNC يُضبَط على الصفر كلياً في لب المنظومة M-CMTS ويُغفَل في الجهاز EQAM. **وينبغي** أن يضبط لب المنظومة M-CMTS مجال MAC SA الذي في هذا المزدوِج على عنوان MAC الذي جعله مصاحباً للدورة، على السطح البيني DOCSIS. أما الجهاز EQAM فإنه يُغفِل مجال العنوان MAC SA.

وفي الأسلوب PSP، متى كانت E = 0 **يتوجب** على الجهاز EQAM **أن لا** يُرسِل رسالة DOCSIS SYNC. ومتى كانت المعادلة E = 1 **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يُدرِج رسالة DOCSIS SYNC، ويرسلها وفقاً للفاصل الاسمي المذكور في مجال الفاصل، ويضمِّنها العنوان MAC المذكور في مجال العنوان MAC SA. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع العمل بقيم فاصل الرسائل DOCSIS SYNC ضمن المدى من 0x000A (2 ملّيثانية) إلى 0x03E8 (200 ملّيثانية). وعلى الرغم من احتمال أن يتغيّر الزمن المَقيْس بين رسالتي SYNC تبعاً للحركة، **يجب** أن يظل الزمن المَقيْس في حدود قيمة اسمية بتراوح ± 2,5 ms، **ويجب أن لا** يتجاوز القيمة الأعظمية المعرَّفة في الملحق B. **وينبغي** أن يضبط لب المنظومة M-CMTS مجال MAC SA الذي في هذا المزدوِج على عنوان MAC الذي جعله مصاحباً للدورة، على السطح البيني DOCSIS. **ويجب** على الجهاز EQAM أن يستعمل العنوان الذي في مجال MAC SA عنواناً للمصدر في الرأسية الإدارية للتحكم MAC في جميع رسائل SYNC اللاحقة.

ويجب على لب المنظومة M-CMTS أن يستعمل هذا المزدوِج لتسيير أوامر معالجة رسائل DOCSIS SYNC إلى الجهاز EQAM.

6.2.5.7 المزدوِج AVP لمقدرات الجهاز EQAM (ICRQ) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8	معرِّف هوية المورِّد = 4491	
نمط النعت = 6				مجال مقدرات EQAM	

الشكل J.212/32-7 – المزدوِج AVP لمقدرات الجهاز EQAM

الطول 10 بتات. يُضبط على 8.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 6.

المقْدِرات بايتتان 2. مجال مقدرات الجهاز EQAM. القيمة بالتغيّب لجميع البتات هي 0.

- البتة 0: إذا كانت قيمتها "1" دلّت هذه القيمة على أن الجهاز EQAM يقبل الرزم DLM-EE-RQ وDLM-EE-RP. والقيمة "0" تدل على أن الجهاز EQAM لا يقبل هذه الرزم.
- البتات من 1 إلى 15: مجال محجوز. يجب على المرسِل أن يضبط هذه البتات على 0، ويجب على المستقبِل أن يُغفِلها.

7.2.5.7 وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) البعيدة على السطح البيني DEPI (ICRP) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8	معرِّف هوية المورِّد = 4491	
نمط النعت = 7				الوحدة MTU البعيدة على السطح البيني DEPI	

الشكل J.212/33-7 – المزدوِج AVP للحمولة النافعة الأعظمية للوحدة MTU البعيدة على السطح البيني DEPI

الطول 10 بتات. يُضبط على 8.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 7.

DEPI MTU بايتتان 2. هذه وحدة الإرسال الأعظمية (MTU)، التي ترِد في الرسالة ICRP ويستطيع الجهاز EQAM أن يستلمها من لب المنظومة M-CMTS على السطح البيني CIN. والوحدة MTU حمولة نافعة من الطبقة 3 لرتل من الطبقة 2.

8.2.5.7 المَنفَذ المحلي للبروتوكول UDP (ICRQ) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7	15	23	31
M	H	محجوز	الطول = 8	معرِّف هوية المورِّد = 4491	
نمط النعت = 8				المنفذ المحلي للبروتوكول UDP	

الشكل J.212/34-7 – المزدوِج AVP للمَنفَذ المحلي للبروتوكول UDP

الطول 10 بتات. يُضبط على 8.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 8.

سرعة التوصيل 16 بتة. مَنفَذ للبروتوكول UDP يجب استعماله لرزم الدورة الجاري إرسالها إلى بروتوكول التحكم بالوصلة (LCP).

هذا المزدوِج AVP يُصدِره لب المنظومة M-CMTS أثناء إقامة الدورة إذا كان البروتوكول UDP منشَّطاً وكان لب المنظومة M-CMTS يريد لدورة معطيات أن تستعمل منفذاً لـ UDP، من أجل إرسال رزم الدورة من الجهاز EQAM إلى لب المنظومة M-CMTS، غير المنفذ لـ UDP الذي جرى التفاوض عليه أثناء إقامة توصيل التحكم.

من الجائز أن يقبل لب المنظومة M-CMTS المزدوِج AVP للمَنفَذ المحلي للبروتوكول UDP. **ومن الجائز** أن يقبل الجهاز EQAM المزدوِج AVP للمَنفَذ المحلي للبروتوكول UDP.

3.5.7 المزدوجات AVP الخاصة بالطبقة المادية لقناة تشكيل QAM

يعرض الجدول 7-7 التالي المزدوجات AVP الخاصة بالطبقة المادية لقناة تشكيل QAM والمعرَّفة من أجل السطح البيني DEPI. ومدى أنماط النعت من 100 إلى 199 محجوز من أجل المزدوجات AVP الخاصة بالطبقة المادية لقناة تشكيل QAM. ولا تُستعمَل هذه المزدوجات إلا في رسائل دورات بروتوكول النقل للطبقة 2 (L2TP).

الجدول J.212/7-7 – المزدوجات AVP الخاصة بالطبقة المادية لقناة تشكيل QAM والمعرَّفة من أجل السطح البيني DEPI (يقرأ من اليسار إلى اليمين)

الوصف	نمط النعت
زمرة معرِّفات TSID لقناة تشكيل QAM هابطة	100
تردد قناة تشكيل QAM هابطة	101
قدرة قناة تشكيل QAM هابطة	102
تشكيل قناة QAM هابطة	103
توصيفات الملحق J.83 بشأن قناة تشكيل QAM هابطة	104
معدّل رموز قناة تشكيل QAM هابطة	105
عمق التشذير لقناة تشكيل QAM هابطة	106
إسكات التردد الراديوي لقناة تشكيل QAM هابطة	107

تُعرِّف هذه المزدوجات AVP المعلمات التنوعية للطبقة المادية لقناة تشكيل QAM هابطة. وهذه المزدوجات AVP تُرسَل من الجهاز EQAM إلى لب المنظومة M-CMTS من أجل إعلام لب المنظومة M-CMTS بتشكيلة الجهاز EQAM الحالية، وبالقيم المسموح بتغييرها. ثم يُرسَل هذا المزدوج AVP من لب المنظومة M-CMTS إلى الجهاز EQAM من أجل تشكيل المعلمات المنتقاة للسوية المادية.

المجالات التالية لها مدلولات مشتركة على نطاق هذه الزمرة من المزدوجات AVP، ولذا فهي توصف مرة واحدة هنا.

M (إلزامي) بتة 1. البتة الإلزامية يجب ضبطها على 1 بخصوص كلتا الرسالتين ICRP وICCN (إذا كان ينطبق).

L (إغلاق) بتة 1. بتة الإغلاق. تمكّن هذه البتة الجهاز EQAM من الدلالة على عناصر التشكيلة التي تم إغلاقها في التشكيلة. بخصوص الرسالة ICRP (من الجهاز EQAM إلى لب المنظومة M-CMTS)، القيمة 0 تدل على أن المعلمة الموصوفة في مجال قيمة النعت هي للقراءة فقط. وتدل القيمة 1 على أن المعلمة هي للقراءة والكتابة. وبخصوص الرسالة ICCN (من لب المنظومة M-CMTS إلى الجهاز EQAM)، هذه المعلمة يضبطها لب المنظومة M-CMTS على 0، ويُغفِلها الجهاز EQAM).

TSID Group ID (**معرِّف هوية زمرة TSID**) 7 بتات. إذا كان النعت المذكور مشتركاً لقنوات أخرى لتشكيل QAM، يُضبَط هذا المجال على زمرة TSID كما يعرِّفها مزدوِج AVP لزمرة TSID. وإلا فإنه يُضبط على الصفر كلياً.

الخيارات الواردة قائمتها أدناه في هذه التوصية بشأن برمجة المزدوجات AVP قد لا تكون متيسِّرة في جميع الأجهزة EQAM. **يجب** في لب منظومة M-CMTS أو جهاز EQAM، لكي يُعتبَر وافياً بالتوصية المتعلقة بالسطح البيني DEPI، **أن لا** يقبل نعتاً معيّناً من نعوت مزدوِج AVP لقناة تشكيل QAM **إلا إذا** كان النعت يمثِّل عنصراً وظيفياً متيسِّراً على المنصّة المعيّنة. مثلاً: إذا كان جهاز EQAM لا يستطيع العمل بمضمون الملحق C/J.83 كعنصر وظيفي، فليس له عندئذ أن يقبل قيمة نعت مما يوصِّفه الملحق C/J.83 بخصوص مزدوجات AVP لقناة تشكيل QAM.

1.3.5.7 زمرة TSID لقناة تشكيل QAM هابطة (ICRP) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7		15	23		31
M	H	محجوز	الطول = 2N + 8		معرِّف هوية المورِّد = 4491		
نمط النعت = 100					L	معرِّف هوية لزمرة TSID	محجوز
TSID #1					TSID #2		
TSID #3					TSID #N		

الشكل J.212/35-7 – المزدوِج AVP لزمرة TSID

الطول 10 بتات. متغيِّر. يُضبط على (8 + 2 * عدد مداخل TSID).

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 100.

L (إغلاق) بتة 1. بتة الإغلاق. مجال غير مستعمَل. يُضبَط على 0.

TSID Group ID (**معرِّف هوية زمرة TSID**) 7 بتات. هذا معرِّف الهوية لزمرة TSID، وإليه تنتمي المعرِّفات TSID المدرَجة في هذه القائمة.

TSID #1-N 16 بتة. قائمة معرِّفات TSID (TSID: معرِّف هوية قطار لنقل MPEG2)

ربما كان بعض أنماط نعوت السوية المادية مشتركاً لعدد من قنوات تشكيل QAM. وبوصف النعت مشتركاً، فإن تغييره في قناة معيّنة لتشكيل QAM قد يستتبع تغييره في القنوات الأخرى لتشكيل QAM. والجهاز EQAM يدل على هذا التكافل بتعريفه زمراً للمعرِّفات TSID. **ويجوز** تكرار هذا المزدوِج AVP من أجل تعريف أكثر من زمرة للمعرِّفات TSID. وتكون كل زمرة TSID مصاحبة لمعلمة أو أكثر من معلمات السوية المادية، بإدراج معرِّف الهوية لزمرة TSID في المزدوِج AVP لمعلمة السوية المادية.

2.3.5.7 تردد قناة تشكيل QAM هابطة (ICRP, ICCN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7		15	23		31
M	H	محجوز	الطول = 12		معرِّف هوية المورِّد = 4491		
نمط النعت = 101					L	معرِّف هوية لزمرة TSID	محجوز
التردد							

الشكل J.212/36-7 – المزدوِج AVP للتردد

الطول 10 بتات. يُضبط على 12.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 101.

التردد 4 بايتات. هذا المجال يوصِّف التردد الهابط لقناة تشكيل QAM. وهذا هو التردد المركزي بالهرتز (Hz) للقناة الهابطة، ويكون محفوظاً بشكل عدد اثنيني قوامه 32 بتة.

3.3.5.7 قدرة قناة تشكيل QAM هابطة (ICRP, ICCN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7		15	23			31
M	H	محجوز		الطول = 10	معرِّف هوية المورِّد = 4491			
نمط النعت = 102					L	معرِّف هوية لزمرة TSID	محجوز	
القدرة								

الشكل J.212/37-7 – المزدوِج AVP للقدرة

الطول 10 بتات. يُضبط على 10.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 102.

القدرة بايتتان 2. قدرة إرسال معبر عنها بـ dBmV (عدد غير موقَّع قوامه 16 بتة، ووحدة القياس هي 0,1 dB).

4.3.5.7 تشكيل قناة QAM هابطة (ICRP, ICCN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7		15	23			31
M	H	محجوز		الطول = 8	معرِّف هوية المورِّد = 4491			
نمط النعت = 103					L	معرِّف الهوية لزمرة TSID	محدوز	التشكيل

الشكل J.212/38-7 – المزدوِج AVP للتشكيل

الطول 10 بتات. يُضبط على 8.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 103.

التشكيل 4 بايتات. يدل هذا المجال على نمط التشكيل لقناة QAM هابطة. وقيم هذا المجال هي:

QAM 64 = 0

QAM 256 = 1

2 – 15 = محجوز

5.3.5.7 توصيفات الملحق J.83 بشأن قناة تشكيل QAM هابطة (ICRP, ICCN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7		15	23			31
M	H	محجوز		الطول = 8	معرِّف هوية المورِّد = 4491			
نمط النعت = 104					L	معرِّف الهوية لزمرة TSID	محجوز	الملحق J.83

الشكل J.212/39-7 – المزدوِج AVP لتوصيفات الملحق J.83

الطول 10 بتات. يُضبط على 8.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 104.

J.83 4 بتات. هذا المجال يشير إلى ملحق المرجع [J.83] الذي يجب العمل به بخصوص قناة تشكيل اتساع تربيعي (QAM) هابطة. يعرِّف ملحق التوصية J.83 قيماً لما يلي:

- Alpha (التي هي بدورها رهن باختيار التشكيل)
- تشغيل/توقيف (on/off) مزامنة رتل تصحيح الأمامي للخطأ
- بايتات التعادلية للتصحيح الأمامي للخطأ
- تنشيط/إخماد التشفير الشبكي.

والقيم هي التالية:

Annex A / DVB EN-300429 = 0

B الملحق = 1

C الملحق = 2

محجوز. = 15 – 3

يُسترعى الانتباه إلى أنه من الممكن أن لا يستطيع جهاز EQAM معيّن العمل إلا بمجموعة فرعية من القيم النعتية المذكورة أعلاه. فللوقوف على مزيد من المعلومات، انظر المرجع [J.210].

6.3.5.7 معدل الرموز لقناة QAM هابطة (ICRP, ICCN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7	15	23		31
M	H	محجوز	الطول = 8 + 4 *N	معرِّف هوية المورِّد = 4491		
نمط النعت = 105				L	معرِّف الهوية لزمرة TSID	محجوز
M				N		
M				N		

الشكل J.212/40-7 – المزدوِج AVP لمعدل الرموز

الطول 10 بتات. يُضبط على 8 + 4 مرات عدد المزدوجات M/N.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 105.

M بايتتان 2. البسط في نسبة التردد إلى الرموز.

N بايتتان 2. المقام في نسبة التردد إلى الرموز.

يُضبط معدل الرموز في القناة الهابطة باختيار القيم المناسبة لـ M وN بحيث تصح المعادلة التالية:

Symbol Rate (Msymb/s) = f * M/N

حيث f تدل على تردد ميقاتية النظام الرئيسية.

يجب على الجهاز EQAM أن يذكر في الرسالة ICRP جميع مزدوجات القيم لـ M وN، التي أُدخِلت في التشكيلة من أجل العمل بها. **ويجوز** للجهاز EQAM أن يشتمل على مزدوج M/N ولكل من طرفيه قيمة تساوي 0xFFFF، للدلالة على أن الجهاز EQAM له المقدرة لأداء معدل رموز متغيِّر. وفي مثل هذه الحالة، يستطيع لب المنظومة M-CMTS أن يطلب قيمة من قيم M وN التي أُدخِلت في تشكيلة لب المنظومة M-CMTS من أجل العمل بها. ويُسترعى الانتباه إلى أن بتة الإقفال تُؤكَّد صلاحيتها متى كانت قيم M/N مُدخَلة في التشكيلة مسبقاً، ويُزال تأكيد صلاحيتها متى أُشير إلى وجود مقدرة لأداء معدل رموز متغيِّر.

وإذا كان الجهاز EQAM لم يُزوَّد في تشكيلته بقيم M وN مسبقاً، ولا يستطيع تأدية معدل رموز متغيِّر، ففي هذه الحالة **يتوجب** على هذا الجهاز EQAM أن يرفض إقامة الدورة، وأن يردّ بإشعار يضمّنه رمز الخطأ المناسب.

وفي الرسالة ICCN، **يجب** على لب المنظومة M-CMTS أن ينتقي واحداً من مزدوجات قيم M وN، يوعز به إلى الجهاز EQAM بمعدل الرموز الذي يلزم العمل به. وفي وقت لاحق، يستعمل لب المنظومة M-CMTS قيم M وN في الرسالة الإدارية للتحكم MAC لواصف القناة الصاعدة (UCD).

وتنبغي الملاحظة أنه يتعيَّن، في سيناريوهات التشغيل حيث يُحتمَل استعمال تدفقاتٍ هابطةٍ متعددةٍ كمصادر لمزامنة المودمات الكبلية التي توجّه تدفقاً صاعداً مشتركاً، يتعيّن على هذه التدفقات الهابطة المتعددة أن توفِّر نفس القيم للنسبة M/N، لكون المستقبل الوحيد للتدفق الصاعد من لب المنظومة M-CMTS لا يستطيع أن يشتغل إلا بقيمة واحدة للنسبة M/N.

7.3.5.7 عمق التشذير لقناة QAM هابطة (ICRP, ICCN, SLI) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7		15		23		31
M	H	محجوز	الطول = 10		معرِّف هوية المورِّد = 4491			
نمط النعت = 106				L	معرِّف الهوية لزمرة TSID		محدوز	
I			J					

الشكل J.212/41-7 – المزدوِج AVP لعمق التشذير

الطول 10 بتات. يُضبط على 10.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 106.

I بايتة 1. يدل هذا المجال على قيمة I لعمق تشذير القناة QAM الهابطة.

J بايتة 1. يدل هذا المجال على قيمة J لعمق تشذير القناة QAM الهابطة.

8.3.5.7 إسكات التردد الراديوي لقناة QAM هابطة (ICRP, ICCN) (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

0		7		15		23		31
M	H	محجوز	الطول = 8		معرِّف هوية المورِّد = 4491			
نمط النعت = 107				L	معرِّف الهوية لزمرة TSID		حُكم قناة QAM	

الشكل J.212/42-7 – المزدوِج AVP لإسكات التردد الراديوي

الطول 10 بتات. يُضبط على 8.

نمط النعت بايتتان 2. يُضبط على 107.

QAM Ch Status (حُكم قناة QAM) بايتة 1. البتة 0 تُضبط على 0 لإلغاء إسكات خرج التردد الراديوي لقناة QAM. والبتة 0 تُضبَط على 1 لإسكات خرج التردد الراديوي لقناة QAM. البتات 7–1 محجوزة. ينبغي أن تُضبَط على 0 في حالة إرسالها، وأن تُغفَل في حالة استقبالها.

8 مستوي إعادة التسيير للسطح البيني DEPI

ملاحظة – هذا المقطع معياري.

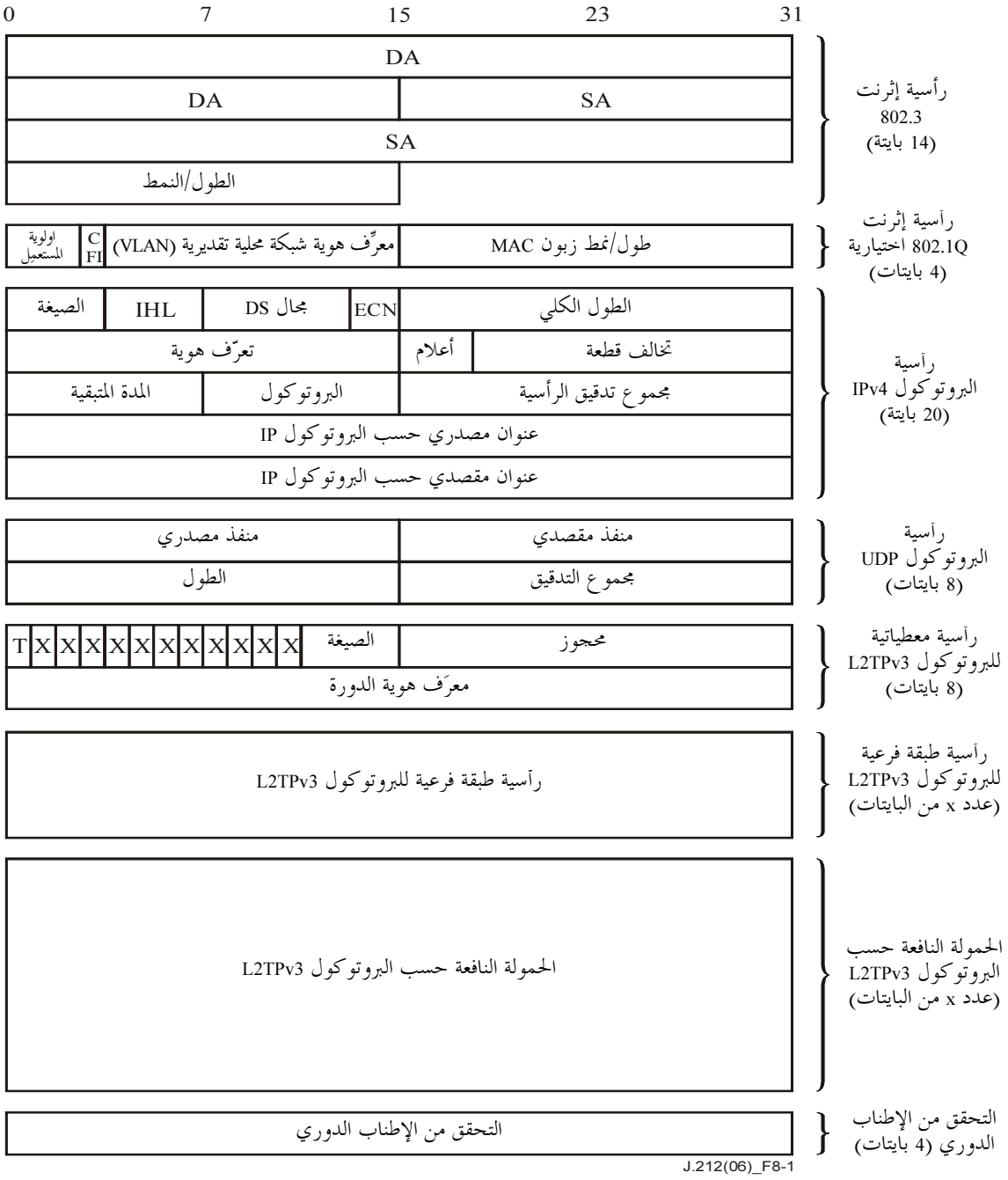
يستعمل بروتوكول السطح البيني DEPI البروتوكول L2TPv3 بواسطة البروتوكول IP مع أو بدون رأسية البروتوكول UDP. أما اختيار استعمال رأسية للبروتوكول UDP فيعتمد على تشكيلة النظام، وهو نفس الخيار بخصوص رسائل التحكم ورسائل المعطيات.

تشتمل الحمولة النافعة للبروتوكول L2TPv3 على نمطين من الحمولة النافعة، يُستعملان على السطح البيني DEPI. النمط الأول هو نسق يعتمد على قطار نقل MPEG (D-MPT)، والثاني هو نسق يعتمد على بروتوكول التدفق المستمر للرزم (PSP). واختيار النسق المناسب استعماله يعتمد على نمط الحركة الجاري نقلها، وعلى المقدرات التي يتفاوض عليها لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM.

1.8 نسق رزم نقل L2TPv3

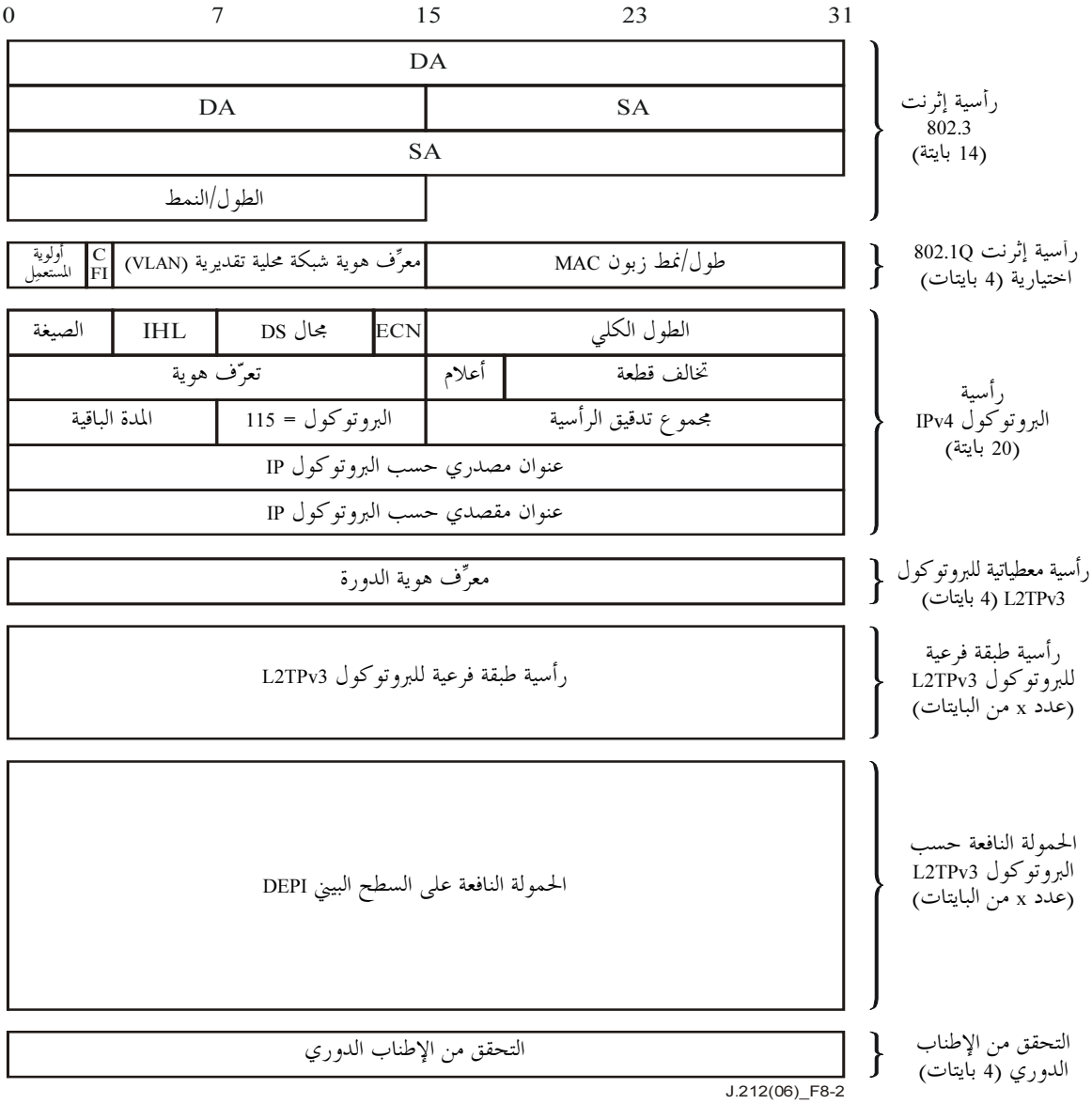
يصف هذا المقطع مختلف مجالات الرزمة L2TPv3 من حيث انطباقها على السطح البيني DEPI. التغليف الخارجي لداتاغرام L2TPv3 يعرضه الشكل 8-1 مع رأسية للبروتوكول UDP، ويعرضه الشكل 8-2 بدون رأسية للبروتوكول UDP.

1.1.8 رسالة معطيات مع رأسية البروتوكول UDP



الشكل J.212/1-7 – التغليف الخارجي لرزمة معطيات L2TPv3 وفيها رأسية البروتوكول UDP

2.1.8 رسالة معطيات بدون رأسية البروتوكول UDP



الشكل J.212/2-8 – التغليف الخارجي لرزمة معطيات L2TPv3 بدون رأسية البروتوكول UDP

3.1.8 رأسيات من نوع خاص من أجل الرسائل المعطياتية

1.3.1.8 رأسية معطيات البروتوكول L2TPv3

تُستعمَل مجالات البروتوكول L2TPv3، طبقاً لتعريفها في المرجع [RFC-L2TPv3]، على النحو التالي:

T بتة النقل. بتة 1. يُضبَط هذا المجال على 0 للدلالة على أن الرسالة رسالة معطيات.

X بتات هذا المجال محجوزة. 11 بتة. يضبطه لب المنظومة M-CMTS على 0؛ ويُغفِله الجهاز EQAM.

الصيغة مجال الصيغة. 4 بتات.

الحجز مجال محجوز. 16 بتة. غير مستعمَل يضبطه لب المنظومة M-CMTS على 0؛ ويُغفِله الجهاز EQAM.

Session ID معرِّف هوية الدورة. 32 بتة. هذه القيمة يفاوض عليها مستوي التحكم للبروتوكول L2TPv3.

مجال الواشي (cookie) للبروتوكول L2TPv3 ليس مطلوباً توفيره على السطح البيني DEPI.

يجب في لب المنظومة M-CMTS أن يستطيع العمل برأسية معطيات البروتوكول L2TPv3. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع العمل برأسية معطيات البروتوكول L2TPv3.

2.3.1.8 رأسية الطبقة الفرعية للبروتوكول L2TPv3 على السطح البيني DEPI

يستطيع السطح البيني DEPI العمل بنمطين من أنماط مضاهي الدارة السلكية. النمط الأول يُسمّى D-MPT، ويُستعمَل لنقل رزم MPEG. والنمط الثاني يُسمّى PSP، ويُستعمل لنقل أرتال وافية بالمواصفات DOCSIS. وكل نمط من نمطَيْ مضاهي الدارة السلكية هذين له نسق وحيد لرأسية الطبقة الفرعية للبروتوكول L2TPv3 على السطح البيني DEPI. والمجالات في هاتين الرأسيتين للطبقة الفرعية معرَّفة في المقطعين 2.8 و3.8. وإضافة إلى ذلك، يستطيع كلا نمطي مضاهي الدارة السلكية العمل برأسية طبقة فرعية لقياس الاستتار، ومجالات هذه الرأسية معرَّفة في المقطع 4.8.

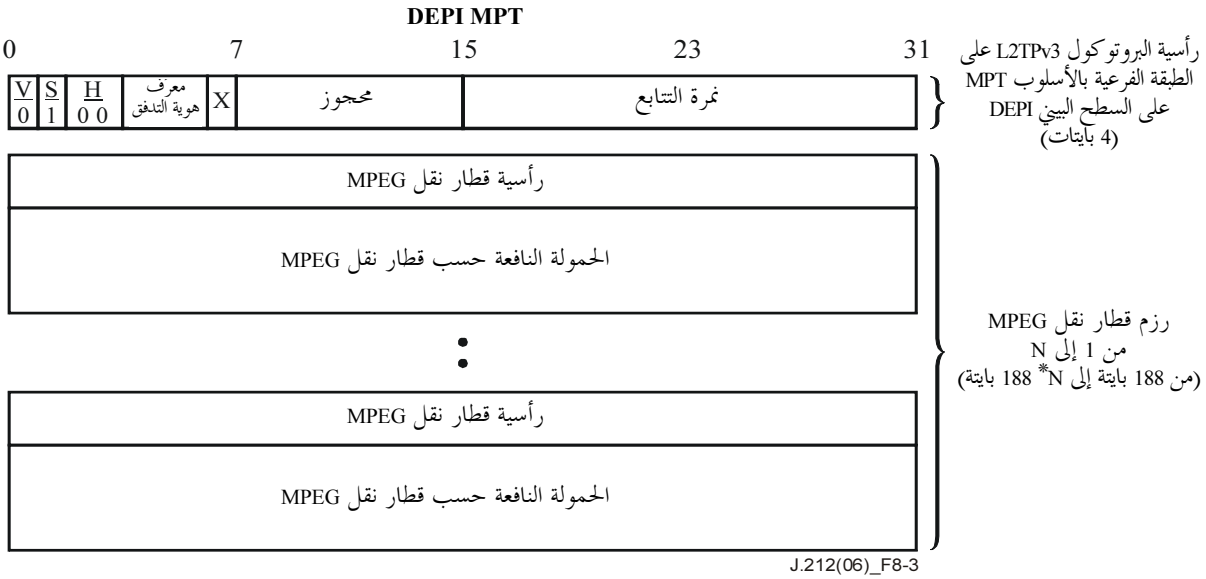
يجب على لب المنظومة M-CMTS أن يستعمل من الطبقة الفرعية للسطح البيني DEPI الرأسية المناسبة لنمط مضاهي الدارة السلكية، في دورة على السطح البيني DEPI.

ويجب على الجهاز EQAM أن يقبل الرزم الصادرة عن لب المنظومة M-CMTS والمحتوية لرأسية الطبقة الفرعية للسطح البيني DEPI المناسبة لنمط مضاهي الدارة السلكية الذي تم التفاوض عليه. وحين يتلقّى الجهاز EQAM في دورة ما رزماً تحمل نمطاً خاطئاً لمضاهي الدارة السلكية، **يتوجب** عليه أن يبعث رسالة CDN يُغلق بها الدورة. **ويتوجب** على الجهاز EQAM أن يُغفِل الرزم التي يستلمها ولا تكون وافية بتعريفَيْ رأسيتَيْ الطبقة الفرعية للبروتوكول L2TPv3 على السطح البيني DEPI.

3.3.1.8 الحمولة النافعة على السطح البيني DEPI

تحتوي الحمولة النافعة قطعتين أو عدة قطع. ففي الأسلوب D-MPT كل قطعة هي رزمة MPEG قدّها 188 بايتة. وفي الأسلوب PSP، تحتوي القطعة إما رتلاً كاملاً من الأرتال الوافية بالمواصفات DOCSIS أو جزء رتل من هذه الأرتال.

2.8 أسلوب MPT المتسق مع المواصفات DOCSIS



الشكل J.212/3-8 – الرأسية والحمولة النافعة للطبقة الفرعية في أسلوب MPT المتسق مع المواصفات DOCSIS

V بتة 1. بتة التحقق بواسطة مضاهي الدارة السلكية من توصيلية الدارة التقديرية (VCCV, *Pseudo Wire Virtual Circuit Connectivity Verification*). مجال محجوز من أجل ملاءمة المرجع [VCCV].

S بتة 1. بتة التتابع. يُضبط هذا المجال على 1 للدلالة على أن مجال نمرة التتابع صالح. ويُضبط على 0 للدلالة على أن مجال نمرة التتابع غير صالح.

H بتتان 2. بتتا الرأسية الموسَّعة. يُضبَط هذا المجال على 00 للدلالة على أنه لا توجد رأسية موسَّعة.

X بتة 1. بتة محجوزة. يُضبط هذا المجال كلياً على 0 في المرسِل، ويُغفَل في المستقبِل.

Flow ID 3 بتات. معرِّف هوية التدفق.

محجوز بايتة 1. مجال محجوز. يُضبط هذا المجال كلياً على 0 في المرسِل، ويُغفَل في المستقبِل.

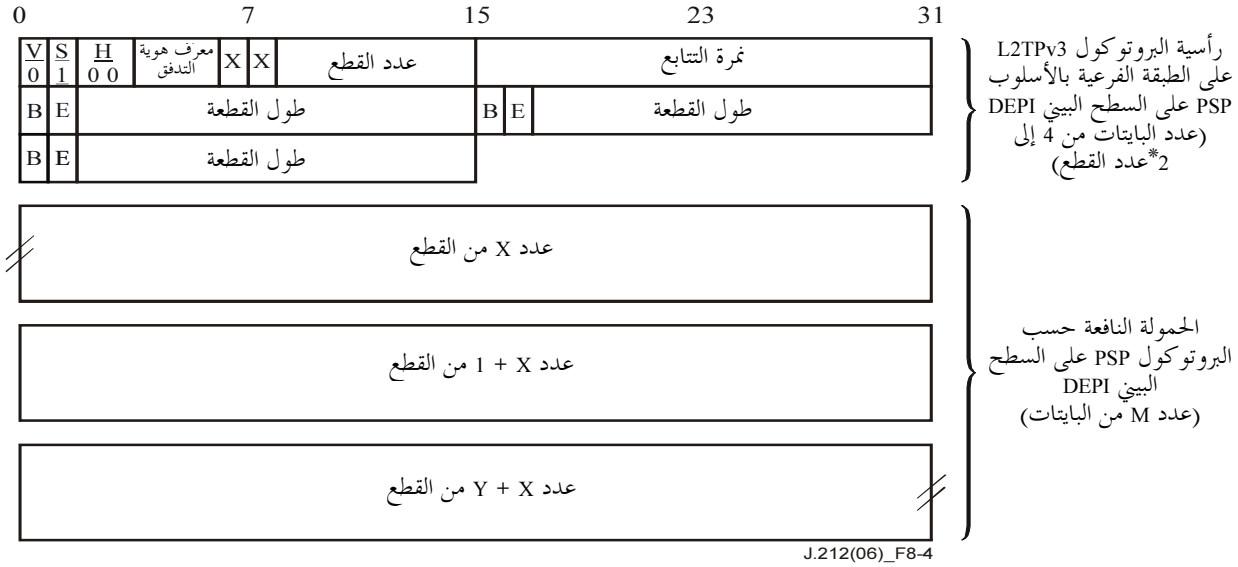
Seq Num بايتتان 2. نمرة التتابع. تزداد نمرة التتابع بقيمة الرقم 1، كلما أُرسِلت رزمة معطيات، ويمكن أن يستعملها المستقبِل لكشف الرزم المفقودة. **وينبغي** أن تكون القيمة البدئية لنمرة التتابع عشوائية (لا يمكن توقعها).

يجب على لب المنظومة M-CMTS **أن لا** يضع بايتات تحشية بين رأسية البروتوكول UDP وأول رأسية لقطار نقل MPEG **ولا** بين الرزم المتعاقبة في قطار نقل MPEG. **ويجب** في لب المنظومة M-CMTS أن يستطيع تأدية جميع البتات التي تحتويها رأسية الطبقة الفرعية في الأسلوب MPT.

يجب في الجهاز EQAM أن يقبل رزمة أو أكثر حتى سبع رزم في قطار MPEG-TS في الحمولة النافعة حسب البروتوكول L2TPv3، حين يكون مسير وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) طوله 1500 بايتة. أما طول رتل إثرنت محتوٍ لسبع رزم في قطار MPEG-TS حسب البروتوكول L2TPv3 ومعها رأسية لطبقة فرعية L2TPv3 بالأسلوب D-MPT، ورأسية UDP ورأسية IPv4 ورأسية 802.1Q، فهو 1378 بايتة. وإذا كان الجهاز EQAM ولب المنظومة M-CMTS والشبكة التي بينهما تسمح كلها بقدود لوحدة الإرسال الأعظمية (MTU) أكبر من ذلك، ففي هذه الحالة **يجوز** أن يزيد لب المنظومة M-CMTS العدد الكلي لرزم قطار نقل MPEG التي تُرسَل في كل رزمة من رزم البروتوكول L2TP.

يجوز أن يُدرِج لب المنظومة M-CMTS رزم MPEG معدومة في قطار D-MPT. والرزمة MPEG المعدومة طولها 188 بايتة مع قيمة لمعرِّف هوية الرزمة (PID) محجوزة تساوي 0x1FFF، طبقاً للتعريف الموضوع في المرجع [H.222.0]. **ويجوز** للجهاز EQAM أن يستبعد الرزم MPEG المعدومة. فالمطلوب من الجهاز EQAM هو فقط أن يستطيع تأدية تدفق واحد بأسلوب MPT.

3.8 أسلوب PSP



الشكل J.212/4-8 – الرأسية والحمولة النافعة للطبقة الفرعية في أسلوب PSP على السطح البيني DEPI

V بتة 1. بتة التحقق بواسطة مضاهي الدارة السلكية من توصيلية الدارة التقديرية (VCCV, *Pseudo Wire Virtual Circuit Connectivity Verification*). مجال يُضبَط على 0؛ محجوز من أجل ملاءمة المرجع [VCCV].

S بتة 1. بتة التتابع. يُضبط هذا المجال على 1 للدلالة على أن مجال نمرة التتابع صالح. ويُضبط على 0 للدلالة على أن مجال نمرة التتابع غير صالح.

H بتتان 2. بتا الرأسية الموسَّعة. يُضبَط هذا المجال على 00 للدلالة على أنه لا توجد رأسية موسَّعة.

X بتة 1. بتة محجوزة. يُضبط هذا المجال كلياً على 0 في المرسِل، ويُغفَل في المستقبِل.

Flow ID 3 بتات. معرِّف هوية التدفق.

Segment Count 7 بتات. هذا عدد القطع التي تحتويها الحمولة النافعة بالأسلوب PSP على السطح البيني DEPI، وهو أيضاً عدد المداخل ذوات البايتتين 2 في جدول القِطع بالأسلوب PSP.

Seq Num بايتتان 2. نمرة التتابع. تزداد نمرة التتابع بقيمة الرقم 1، كلما أُرسِلت رزمة معطيات، ويمكن أن يستعملها المستقبِل لكشف الرزم المفقودة. **وينبغي** أن تكون القيمة البدئية لنمرة التتابع عشوائية (لا يمكن توقعها).

B بتة بداية. بتة 1. يُضبَط هذا المجال على 1 للدلالة على أن رتل البروتوكول PSP بداية رتل وافٍ بالمواصفات DOCSIS. وإلا، فيُضبَط على 0.

E بتة نهاية. بتة 1. يُضبَط هذا المجال على 1 للدلالة على أن رتل البروتوكول PSP نهاية رتل وافٍ بالمواصفات DOCSIS. وإلا، فيُضبَط على 0.

Segment Length 14 بتة. طول القطعة بالبايتات على السطح البيني DEPI.

يستطيع بروتوكول التدفق المستمر للرزم (PSP) أن يأخذ سلسلة من الأرتال الوافية بالمواصفات DOCSIS، ويجمّعها في قطار أرتال ظهراً لظهر، ثم يفلق هذا القطار إلى وحدات معطيات بروتوكولية (PDU) للبروتوكول PSP. وفي هذه العملية، قد ينفلق الرتل الأول والأخير من الأرتال الوافية بالمواصفات DOCSIS التي في وحدة PDU للبروتوكول PSP، إلى قطع منثورة في وحدات PDU للبروتوكول PSP. أما الأرتال الوافية بالمواصفات DOCSIS، التي ليست أولى ولا أخيرة في وحدة PDU للبروتوكول PSP فلن تنفلق. ومن الممكن أن ينفلق الرتل الوافي بالمواصفات DOCSIS إلى أكثر من قطعتين، وبالتالي أن ينتثر في أكثر من وحدتين PDU للبروتوكول PSP.

وفي جدول القطع معلومات عن محتويات كل رتل من أرتال PSP اللاحقة. وتشتمل هذه المعلومات على إفادة ما إذا كان الرتل بداية رتل وافٍ بالمواصفات DOCSIS أو وسطه أو نهايته أو رتلاً بالكامل.

4.8 رأسية الطبقة الفرعية لقياس الاستتار على السطح البيني DEPI (DLM)

رأسية الطبقة الفرعية لقياس الاستتار على السطح البيني DEPI (DLM, *DEPI Latency Measurement*) يستعملها لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM لقياس المهلة والاستتار في شبكة التوصيل البيني المتقاربة (CIN). وهذا القياس ذو أهمية على اعتبار أن شبكة العبور من شأنها التأثير على ميزانيات الاستتار التي سبق أن وُضعت في المرجع [J.122] بخصوص الأجهزة المألوفة 1.x و2.0 الوافية بالمواصفات DOCSIS. وفي سبيل إجراء هذا القياس، تُرسَل رزمة باستعمال رأسية الطبقة الفرعية لقياس الاستتار على السطح البيني DEPI (كما يبيّنه الشكل 8–5) ثم يجيب المستلم عن هذه الرسالة. وهذه الرأسية للطبقة الفرعية مصممة لكي تستعمَل في أي دورة للبروتوكول L2TPv3 نشيطة بين المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM. ومن الممكن استعمالها مع نمطي مضاهي الدارة السلكية الخاصّين بالأسلوب MPT والأسلوب PSP. ومن الممكن أن يحصل هذا التراسل بين آليات عتاد واقعة في أي من طرفي السطح البيني.

الشكل J.212/5-8 – رأسية الطبقة الفرعية لقياس الاستتار على السطح البيني DEPI (DLM)

V بتة 1. بتة التحقق بواسطة مضاهي الدارة السلكية من توصيلية الدارة التقديرية (VCCV, *Pseudo Wire Virtual Circuit Connectivity Verification*). مجال يُضبَط على 0؛ محجوز من أجل ملاءمة المرجع [VCCV] .

S بتة 1. بتة التتابع. يُضبط هذا المجال على 0.

H بتتان 2. بتتا الرأسية الموسَّعة. يُضبَط هذا المجال على 01 للدلالة على وجود رأسية موسَّعة لقياس الاستتار.

X بتة 1. بتة محجوزة. يُضبط هذا المجال كلياً على 0 في المرسِل، ويُغفَل في المستقبِل.

Flow ID 3 بتات. معرِّف هوية التدفق.

Reserved بايتة 1. مجال محجوز. يُضبط هذا المجال كلياً على 0 في المرسِل، ويُغفَل في المستقبِل.

Code Field (مجال الرمز) بايتة 1. القيم المسموح بها موصوفة فيما يلي:

- القيمة 0 تدل على رزمة DLM-EI-RQ (طلب دخول في الجهاز EQAM بشأن القياس DLM) صادرة عن لب المنظومة M-CMTS يطلب فيها إجراء قياس في النقطة المرجعية المجاورة للمنفذ الموجود في الجهاز EQAM للدخول إلى السطح البيني DEPI.
- القيمة 1 تدل على رزمة DLM-EI-RP (إجابة على طلب دخول في الجهاز EQAM بشأن القياس DLM) صادرة عن الجهاز EQAM، تحمل قيمة نهاية دمغة الوقت محسوبة في النقطة المرجعية المجاورة للمنفذ الموجود في الجهاز EQAM للدخول إلى السطح البيني DEPI.
- القيمة 2 تدل على رزمة DLM-EE-RQ (طلب خروج من الجهاز EQAM بشأن القياس DLM) صادرة عن لب المنظومة M-CMTS يطلب فيها إجراء قياس في النقطة المرجعية المجاورة للمنفذ الموجود في الجهاز EQAM للخروج من السطح البيني DEPI.
- القيمة 3 تدل على رزمة DLM-EE-RP (إجابة على طلب خروج من الجهاز EQAM بشأن القياس DLM) صادرة عن الجهاز EQAM، تحمل قيمة نهاية دمغة الوقت محسوبة في النقطة المرجعية المجاورة للمنفذ الموجود في الجهاز EQAM للخروج من السطح البيني DEPI.
- القيم من 4 إلى 255 محجوزة.

Transaction ID (معرِّف هوية المعاملة) بايتة 1. معرِّف الهوية هذا هو الوحيد الذي يخصصه المرسل ويردّ به المستقبل. ويكون معرِّف هوية المعاملة وحيداً لكل دورة.

Timestamp Start (بداية دمغة الوقت) 4 بايتات. دمغة وقت يُرسِلها المرسل.

Timestamp End (نهاية دمغة الوقت) 4 بايتات. دمغة وقت توجد في المستقبِل.

يجب في لب المنظومة M-CMTS أن يستطيع تأدية إرسال رزمة DLM-EI-RQ واستقبال رزمة DLM-EI-RP. **ويجوز** فيه أن يستطيع تأدية إرسال رزمة DLM-EE-RQ واستقبال رزمة DLM-EE-RP. **ويجب** على لب المنظومة M-CMTS (المرسل) أن يرسِل رزمة DLM إلى الجهاز EQAM على تدفق موجود لدورة سطح بيني DEPI (سواء كان تدفق PSP أو تدفق MPT). **ويجب** على لب المنظومة M-CMTS أن يضع القيم الصحيحة للتشفيرة DSCP من أجل الرزمة DLM، بالاستناد إلى دورة السطح البيني DEPI الجاري قياسها. **ويجب** على لب المنظومة M-CMTS أن يوفِّر آلية للتشكيلة تعيّن فاصل الاعتيان بواسطة قاعدة المعلومات الإدارية (MIB, *Management Information Base*) التي في لب المنظومة M-CMTS.

من واجب لب المنظومة M-CMTS الإخبار عن القياسات دلتا التي تتجاوز عتبة داخلة في التشكيلة، وذلك بواسطة القاعدة MIB التي في لب المنظومة M-CMTS. **ويتوجب** على لب المنظومة M-CMTS **أن لا** يُرسِل رزمة DLM-EI-RQ ولا رزمة DLM-EE-RQ إلى دورة ما على السطح البيني DEPI، إذا كانت رزمة DLM-EI-RQ أو رزمة DLM-EE-RQ قيد الانتظار من أجل تلك الدورة، أو إذا كان على ذلك التدفق رتل متصف بالمواصفات DOCSIS قد جرى تقطيعه، و لم يرسَل بعد رتل كامل متصف بالمواصفات DOCSIS. **ويجب** على لب المنظومة M-CMTS أن يضع القيمة الحالية لدمغة الوقت ذات الـ 32 بتة المتصفة بالمواصفات DOCSIS في مجال بداية دمغة الوقت من مجالات الرسالة. **ويتوجب** على لب المنظومة M-CMTS أن يستعمل قيمة لدمغة الوقت مطابقة بدقة 100 µs لدمغة الوقت الفعلية المشتقة من السطح البيني DTI.

يجب في الجهاز EQAM أن يستطيع تأدية استقبال رزمة DLM-EI-RQ وإرسال رزمة DLM-EI-RP. **ويجوز** في في الجهاز EQAM أن يستطيع تأدية استقبال رزمة DLM-EE-RQ وإرسال رزمة DLM-EE-RP. **ويجب** في الجهاز EQAM أن يستطيع تأدية استعمال رزمة DLM في أي دورة نشيطة على السطح البيني DEPI. وليس مطلوباً من الجهاز EQAM أن يستطيع تأدية عدة قياسات للاستتار متآونة أثناء الدورة الواحدة. **ويتوجب** على الجهاز EQAM أن يضمن أن تكون قيمة دمغة الوقت المدرَجة في مجال نهاية دمغة الوقت من مجالات الرسالة مطابقة بدقة 100 µs لدمغة الوقت الفعلية المستعملة لإدراج/تصحيح المزامنة.

بخصوص الرزم DLM-EI-RQ، **يتوجب** على الجهاز EQAM أن يؤدي إدراج دمغة الوقت قبل تأدية اصطفاف انتظاري لرتل DEPI في صفوف جودة الخدمة بالأسلوب MPT أو الأسلوب PSP. **ويتوجب** على الجهاز EQAM بخصوص الرزم DLM-EE-RQ، إذا كان يستطيع العمل بها، أن يُدرِج دمغة الوقت في النقطة التي منها انطلقت رسالة المزامنة. وهذا مبيَّن في الشكل 6–1. **ومن واجب** الجهاز EQAM أن يرسِل رزمة قياس الاستتار كاملة إلى لب المنظومة M-CMTS الذي أصدر طلب القياس، ويعيد كذلك إليه قيمة توقيت القياس DLM التي في الجهاز EQAM الموصَّفة في الملحق B.

أما جهاز EQAM لا يستطيع العمل بالرزمة DLM-EE-RQ **فيتوجب** عليه أن يستبعد الرزمة DLM بدون توليد رزمة استجابة.

5.8 معدّل خرج لب المنظومة M-CMTS

إذا لزم أن يُرسل لب المنظومة M-CMTS المعطيات بمعدل يساوي بالضبط معدل الحمولة النافعة لقناة QAM هابطة، وكانت الرزم المرسلة معرَّضة لارتعاش، يكون من الممكن في هذه الحالة أن يُدرِج الجهاز EQAM قطار MPEG-TS معدوماً. ومتى وصلت الرزم الصادرة عن لب المنظومة M-CMTS، يحدث تأخر بسبب اصطفاف انتظاري للخرج يساوي في أسوأ الحالات الارتعاش الحاصل في دخل الجهاز EQAM للسطح البيني DEPI. ولا يُزال تأخر الاصطفاف الانتظاري المذكور حتى ينقطع دخل الجهاز EQAM ويتم تصريف الاصطفاف الانتظاري الداخلي. وإضافة إلى ذلك، فإن معدّل إزالة هذا التأخر مرتبط بمقدار الارتعاش الحاصل لقطار الدخل، وبمعدّل الذروة للدخل، وبقدّ الدفقة الأعظمية لقطار الدخل.

يجب أن تتوفر في لب المنظومة M-CMTS المقدرة لتحديد معدل التجمّع الحاصل من كل الدورات على السطح البيني DEPI، بما في هذا التجمع أي رزم MPEG معدومة يُحتمَل أن يكون أدرجها لب المنظومة M-CMTS، ومقصدها نفس القناة QAM داخل الجهاز EQAM. ومعدّل الذروة لهذا التجمع **يجب** فيه أن يكون قابلاً للتشكيل بحيث يكون نسبة مئوية من الحمولة النافعة لقناة QAM. وقدّ دفقة هذا التجمع **يجب** فيه أن يكون قابلاً للتشكيل. فقدّ دفقة هذا التجمع **يجب** فيه أن يكون مكافئاً لثلاثة أرتال في كل دورة على السطح البيني DEPI (أي أنه يساوي 4566 بايتة، إذا كان قدّ الرتل 1522 بايتة).

الملحـــق A

وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) على السطح البيني DEPI

1.A قدُّ الحمولة النافعة للطبقة السفلية حسب البروتوكول L2TPv3

عادة يحسب السطحُ البيني القدَّ الأعظمي بالتغيب لحمولته النافعة، بأن يسأل السطح البيني الذي دونه في عمود السطوح البينية، عن القد الأعظمي لحمولته النافعة، وأن يراعي التغليف الذي عنده ذاتياً. مثلاً: القد الأعظمي بالتغيب للرتل حسب بروتوكول إثرنت هو 1518 (بدون الشبكات المحلية التقديرية). وتغليف إثرنت هو 18 بايتة، فيبقى 1500 بايتة للحمولة النافعة (الوحدة MTU) للطبقة التي فوقه. ثم يطرح البروتوكول IP قدّ رأسية IP (وهو عادة 20 بايتة) فيبقى 1480 بايتة متيسِّرة للطبقة التي فوقه. ثم يتعيّن على البروتوكول UDP أن يطرح قدَّ رأسية UDP وهو 8 بايتات، فيبقى 1472 بايتة للحمولة النافعة. ثم يتعيَّن على البروتوكول L2TPv3 أن يطرح قدّ رأسية معطيات L2TPv3 وهو 8 بايتات ويحسب الباقي قدّ حمولته النافعة (وهو عادة 1464). هذا الباقي هو القد الأعظمي للحمولة النافعة المعرَّف من أجل دورة L2TPv3 قد توجد فوق البروتوكولات Ethernet/IP/UDP.

2.A القدُّ الأعظمي للرتل على السطح البيني DEPI

هذا الملحق يوصِّف القدُّ الأعظمي للرتل على السطح البيني DEPI، في حالة استعمال مضاءٍ للدارة السلكية بالأسلوب PSP بدون تجزئة ولا تسلسل.

الجدول J.212/1-A – وحدة الإرسال الأعظمية (MTU) من أجل السطح البيني DEPI

المجال				القد
الرتل على السطح البيني DEPI	رأسية إثرنت			14 بايتة
	رأسية 802.1Q			4 بايتات
	الوحدة MTU على السطح البيني DEPI	رأسية البروتوكول IPv4*		20 بايتة
		رأسية البروتوكول UDP		8 بايتات
		رأسية البروتوكول L2TPv3		8 بايتات
		رأسية البروتوكول DEPI-PSP		6 بايتات
		رتل DOCSIS	رأسية البروتوكول DOCSIS	6-246 بايتة
			رأسية بروتوكول Ethernet	14 بايتة
			رأسية البروتوكول 802.1Q	4 بايتات
			الوحدة PDU لإثرنت	1500 بايتة
			التحكم CRC حسب إثرنت	4 بايتات
	التحكم CRC حسب إثرنت			4 بايتات
المجموع				1592-1832 بايتة

* في الوقت الحاضر لا تقتضي هذه التوصية إلا استطاعة العمل بالصيغة 4 للبروتوكول IP (IPv4). فإذا لزم استعمال الصيغة 6 (IPv6) من أجل النقل، ينبغي حينئذ أن تزاد القيمة مقدار 20 بايتة إضافية ويزاد طول كل رأسية توسيعية للبروتوكول IPv6 تثبت ضرورتها.

3.A اكتشاف الوحدة MTU الخاصة بالمسير

يعتمد اكتشاف الوحدة MTU الخاصة بالمسير على كون جميع العناصر الشبكية الواقعة بين لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM تستطيع العمل بهذا البروتوكول الموصَّف في المرجع [RFC-MTU]. فإذا كانت هذه العناصر الشبكية لا تستطيع العمل باكتشاف الوحدة MTU الخاصة بالمسير، فلا يمكن عندئذ استعمال هذه الآلية، ويلزم أن يُستعمَل بدلاً منها خيار التشكيلة السكونية.

تشتغل آلية اكتشاف الوحدة MTU الخاصة بالمسير حين يكون المسير بين لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM أقل من القد الكلي للرتل الذي يولَّد حين استعمال قدّ الحمولة النافعة المتفاوَض عليه أثناء إقامة دورة البروتوكول L2TPv3. ففي هذا الظرف، حين يرسل لب المنظومة M-CMTS رزماً أكبر مما تستطيع الشبكة قبوله، تولِّد العناصر الشبكية الواقعة بين لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM رسالة ICMP، مفادها: مقصد متعذر بلوغه، تحمل الرمز "التقطيع مطلوب والعَلَم DF منشَّط" تجاه مصدر الرزمة المسرَّبة في النفق، طبقاً لما يوصِّفه المرجع [RFC-IP]. ورسالة الخطأ هذه تحتوي رأسية البروتوكول IP ورأسية البروتوكول UDP. ينبغي أن يكون عند لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM وسيلة لمقابلة منْفَذ UDP مع معرِّف هوية دورة L2TP. وينبغي أن يقوم لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM بخفض قدّ الحمولة الأعظمية للدورة النافعة، الحمولة المذكورة في الرسالة ICMP التي مفادها "مقصد متعذر بلوغه"، خفضه إلى القدّ المطلوب في مجال الوحدة MTU للقفزة اللاحقة الذي تحتويه الرسالة. ومن الممكن أن يحاول لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM بصورة دورية زيادة الحمولة النافعة الأعظمية للدورة حتى تصل إلى قدّها الأعظمي المتفاوض عليه، وأن يعيداً بدء هذه العملية، في حالة تغير المسير عبر الشبكة، والسماح بوحدات MTU أكبر. وهذه التقنية موصوفة في المرجع [RFC-MTU]. القد الأعظمي للحمولة النافعة المستفاد من هذه العملية لن يكون أبداً أكبر من القد الأعظمي لها المستفاد أثناء إقامة الدورة.

الملحـــق B

المعلمات والثوابت

الجدول J.212/1-A – المعلمات والثوابت

المنظومة	الاسم	المرجع الزمني	القيمة الأصغرية	القيمة بالتغيّب	القيمة الأعظمية
لب M-CMTS EQAM	فاصل المزامنة	المدة الاسمية بين رسائل المزامنة			ms 200
لب M-CMTS EQAM	توقيت تمهيد النداء	L2TPv3 المقطع 4.4		s 60	
لب M-CMTS EQAM	مهلة انقضاء توقيت رسالة التحكم	L2TPv3 المقطع 4.4		المحاولة الأولى: 1 s، المحاولة الثانية: 2 s، المحاولة الثالثة: 4 s، المحاولة الرابعة: 8 s.	
لب M-CMTS EQAM	عدد محاولات إعادة إرسال رسالة التحكم	L2TPv3 المقطع 4.4			10
لب M-CMTS EQAM	توقيت الرسالة StopCCN	L2TPv3 المقطع 2.3.3	s 31		
EQAM	مؤقّت رزمة DLM في الجهاز EQAM	المدة بين استلام رزمة DLM وإعادة إرسالها.			ms 100

التذييل I

أداء السطح البيني DEPI والمنظومة DOCSIS

1.I مقدمة

تتيح معمارية المنظومة M-CMTS التشغيل البيني لأنماط مختلفة من التجهيزات تؤدي وظائف فرعية مختلفة لمنظومة CMTS تامة. وقد كانت هذه الوظائف في المعماريات السابقة تحتويها بطاقة مادية أو هيكل قاعدي واحد، بحيث أن مُهل الاتصال بين الوظائف الفرعية كانت بالواقع صفراً. وجاءت المنظومة M-CMTS بمهل مختلفة عن الصفر بين الوظائف الفرعية. حتى إن هذه المهل قد تؤثر على أداء المنظومة. وعلى وجه التحديد، إن إدخال شبكة توصيل بيني متقاربة (CIN) بين لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM يُطيل وقت الانتشار في الذهاب والإياب داخل المنظومة DOCSIS.

2.I تأثير وقت الانتشار ذهاباً وإياباً على الأداء

وقت الانتشار ذهاباً وإياباً هو، بوجه الإجمال، الوقت المنقضي منذ صدور طلب عن مودم كبلي إلى لحظة إرسال المودم الكبلي المعطيات المناظرة للطلب. فكلما جرى ذلك على نحو أسرع، استطاع المودم الكبلي أكثر أن يرسل طلباً آخر في وقت أبكر (كالطلب الملحق، مثلاً) فيرسل هكذا مزيداً من المعطيات وغيرها.

إن وقت الانتشار ذهاباً وإياباً يحدّ من أداء مودم منفرد، بتحديد عدد المِنح التي يستطيع المودم استقبالها في غضون فترة معيّنة. مثلاً: إذا كان وقت الانتشار ذهاباً وإياباً في المنظومة هو 10 ms، يستحيل على المودم أن يستقبل أكثر من 100 منحة في الثانية. وإذا كان قدّ كل منحة هو قدّ الدفقة الأعظمي المسموح به للمودم (وفقاً لتشكيلة الدفقة الأعظمية المتسلسلة، مثلاً، كما هو معرَّف في المرجع [J.122])، صار بالإمكان استنتاج الجد العلوي لأداء المودم بحساب بسيط، طبقاً للمعادلة التالية:

$$\text{max throughput (bits/s)} = \text{max burst (bits)} \cdot 1/[\text{round trip time (s)}]$$

الصبيب الأعظمي (بتات/s) = الدفقة الأعظمية (بتات) · 1/[وقت الانتشار ذهاباً وإياباً (s)]

ولكن من الناحية العملية، نظراً لضرورة تقاسم عرض النطاق بين كثير من المستعملين والخدمات، لا بد أن يكون القد الأعظمي للدفقة محدوداً بقيم معقولة، فالمنظومة CMTS لا تستطيع عادة منح قدّ دفقة أعظمي كل مرة، حتى لو طلبه المودم.

ثم إن وقتاً أطول للانتشار ذهاباً وإياباً يزيد استتار النفاذ من زاوية مودم منفرد – يعني الوقت الذي يستغرقه مودم ليكسب النفاذ إلى القنوات الصاعدة ويبدأ إرسال معطيات جديدة بعد فترة شغور. وبالعكس، إذا كان خفض وقت الانتشار ذهاباً وإياباً يمكّن من إحراز صبيب أعلى أو يسرِّع فتح نافذة TCP، فإن معاملات المودم (كتنـــزيل ملفّ موضوع بالبروتوكول FTP عن بعد أو صفحة ويب موضوعة بالبروتوكول HTTP) يمكن إنجازها بسرعة أكبر (على افتراض تيسّر عرض النطاق في المنظومة لفعل ذلك). وهذه العوامل تؤثر بدورها على الفعالية الإجمالية لعرض النطاق في المنظومة.

3.I عناصر وقت الانتشار ذهاباً وإياباً

من المستحسَن بدء قياس وقت الانتشار ذهاباً وإياباً في الآن الذي فيه يبدأ المودم إرسال طلب. إذ يمكن عندئذ قياس وقت الانتشار ذهاباً وإياباً باعتباره الوقت المنقضي منذ هذا الطلب البدئي إلى الآن الذي فيه يبدأ المودم إرسال الطلب التالي. وهذه الأحداث يسهل التقاطها بفضل المِنشاق (sniffer) الشبكي.

يمكن تصنيف عناصر وقت الانتشار ذهاباً وإياباً كما يلي:

– *مهلة الانتشار في القناة الصاعدة*: الوقت الذي تستغرقه في الاتجاه الصاعد مهَل الانتشار الملازمة للمنظومة.

- *وقت استقبال الطلب في الاتجاه الصاعد وتحليله نحوياً*: الوقت المنقضي من بداية وصول الدفقة إلى المنظومة CMTS إلى استقبال الطلب وإتمام تحليله نحوياً. وبعض المنظومات CMTS يتطلب أن يتم استلام الدفقة بالكامل قبل أن يستطيع بدء التحليل النحوي. وبعض آخر من هذه المنظومات يستطيع تعرف طلبات ملحقة قرب بداية الدفقة، حتى قبل وصول نهاية الدفقة. وإذا كانت وظيفة التصحيح الأمامي للخطأ (FEC) منشَّطة بخصوص الدفقة، يتوجب على الأقل استلام فِدرة FEC كاملة وفك تشفيرها قبل أن يمكن إجراء أي تحليل نحوي على طبقة التحكم MAC.

- *مهلة المَجدول للاصطفاف الانتظاري والمعالجة*. الوقت المنقضي منذ وصول الطلب إلى المجدول حتى اكتمال رسالة النظام الفرعي للتطبيقات المتنقلة (MAP) المحتوية منحة من أجل الطلب. وإذا وصل الطلب بالضبط بعدما ينهي المجدول إنشاء رسالة MAP، يتأخر الطلب بسبب الفاصل الزمني حتى الرسالة MAP اللاحقة. وبالمقابل، إذا وصل الطلب بالضبط قبل أن ينهي المجدول إنشاء رسالة MAP، يمكن أن يشهد الطلب تأخراً قريباً من الصفر. فمهلة الاصطفاف الانتظاري الفعلية هي بوجه عام متغيِّر عشوائي بين صفر والفاصل الزمني الأعظمي للرسائل MAP. وقد تبدو هذه المهلة ثابتة، بفعل بعض الظروف المخبرية المشتملة على مودم كبلي واحد أو عدة مودمات كبلية، لكن هذه الظاهرة لا يمكن الأخذ بها على العموم في منظومة حقيقية. ومن الممكن لبعض أشكال تنفيذ المجدولِ أن تنوِّع الفاصل الزمني للرسائل MAP من أجل استمثال هذه المهلة.

  ويدخل في هذه المهلة الوقت الذي يستغرقه المجدولِ لاتخاذ قرارات الجدولة ويُنشئ فعلياً الرسائل MAP. وهذا العامل مرهون بقدر كبير لطبيعة المجدولِ.

- *مهلة تسليم الرسالة MAP (للطبقة المادية المتصفة بـ DOCSIS في الجهاز EQAM)*. الوقت المنقضي من اكتمال إنشاء رسالة MAP حتى تسليمها إلى الطبقة المادية. ويدخل في هذه المهلة كل وقت مستغرَق بسبب وظيفة التحكم MAC داخل لب المنظومة M-CMTS، وتغليف الرسالة MAP برزمة DEPI، واصطفاف انتظاري ثم إرسال رزمة DEPI عند الخروج من لب المنظومة M-CMTS؛ ويدخل فيها المهلة والارتعاش الملازمان للشبكة CIN؛ ومهَل الاصطفاف الانتظاري والمعالجة داخل الجهاز EQAM؛ ومهلة إدراج رسالة MAP في قطار DOCSIS مغلَف بقطار MPEG (بسبب الحاجة، مثلاً، إلى الانتظار ريثما يتم إرسال رزمة سابقة).

- *مُهَل الطبقة المادية في الاتجاه الهابط*. يدخل فيها وقت الاستتار بسبب مشكِّل القناة الهابطة، ومهلة التشذير في القناة الهابطة، ومهلة الانتشار المادي بين الجهاز EQAM والمودم الكبلي.

- *وقت معالجة الرسالة MAP في المودم الكبلي*: الوقت المنقضي منذ وصول أول بتة من الرسالة MAP إلى المودم الكبلي حتى تكتمل الرسالة MAP. والقيمة الأصغرية موصَّفة في المقطع المتعلق بالمهلة النسبية للمعالجة من المرجع [J.122]. ويدخل فيه جميع مهل المعالجة داخل المودم الكبلي.

- *الوقت المنقضي في انتظار الاستجابة المانحة*: إذا لم تكن المنحة الأولى في الرسالة MAP من أجل هذا المودم الكبلي، "يؤجَّل" الإرسال الفعلي للمودم الكبلي حتى الوقت الفعلي للاستجابة المانحة.

- *مهلة الهامش*: عملياً، لا تستطيع المنظومة CMTS أن تتحكم بدقة في جميع المهل لكي تضمن وصول الرسائل MAP إلى المودم في الآن المناسب بالضبط. ولذا يتوجب على المنظومة CMTS أن تضيف هامشاً زمنياً مراعاة لمهل الانتشار في أسوأ الحالات حتى المودمات الواقعة على أبعد مسافة، وللتغيّرات في أوقات إنشاء الرسائل MAP، والمهل الملازمة للشبكة CIN، وما إلى ذلك.

يقدم الجدول I.1 قائمة أمثلة على قيم المكوِّنات الموصَّفة أعلاه لمهلة الانتشار ذهاباً وإياباً. وقد أعطيت هذه القيم على سبيل المثال **فقط**، فينبغي أن لا تفسَّر على أنها قيم نمطية تنطبق على أي منظومة و/أو تنفيذ معيّن.

الجدول J.212/1-I – ورقة جَدولة مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً
للطلب والاستجابة المانحة حسب DOCSIS
(جميع القيم الزمنية معبر عنها بالـ usec)

سبب المهلة:	مجموع فرعي	مجموع كلي	ملاحظات
وقت الانتشار في الاتجاه الصاعد		**800**	
مهلة ملازمة للشبكة المادية الهجينة (HFC)	800		على مسافة 161 km تقريباً
وقت الاستقبال/التحليل النحوي في الاتجاه الصاعد		**469**	
المعالجة على الطبقة المادية في الاتجاه الصاعد	369		الوقت الذي تستغرقه فدرة تصحيح أمامي للخطأ (236,200) بمعدل 5,12 Mbit/s
المعالجة لدى التحكم MAC في الاتجاه الصاعد	100		
الاصطفاف الانتظاري والمعالجة في المجَدولِ		**1000**	
تسليم الرسالة MAP إلى الطبقة المادية		**1338 plus CIN delay**	الوقت اللازم، في الأسلوب MPT لإرسال 7 رزم MPEG
ترزيم DEPI في لب المنظومة M-CMTS	383		
المهلة الملازمة للشبكة CIN	متغيِّرة		
الاستتار الملازم للجهاز EQAM	500		طبقاً للتوصية J.212
الاصطفاف الانتظاري خلف رزمة ذات طول أعظمي أثناء تغليف MPEG	455		الوقت اللازم لإرسال 1518 بايتة (بتشكيل 64 QAM – الملحق B)
وقت الإرسال في الاتجاه الهابط		**1841**	
مدة رسالة MAP على الخط	61		رسالة MAP، 200 بايتة، بتشكيل 64QAM
مهلة التصحيح الأمامي للخطأ/التشذير في الاتجاه الهابط	980		(I, J) = (32,4) at 64QAM
مهلة الانتشار في الاتجاه الهابط	800		على مسافة 161 km تقريبا
هامش استباقي من أجل الرسالة MAP		**500**	
وقت المعالجة في المودم الكبلي		**200**	منافذ متعددة بتقسيم زمني (TDMA)، بدون تشذير بايتات
الوقت الكلي للانتشار ذهاباً وإياباً		**6148**	

+ المهلة الملازمة للشبكة CIN

4.I خصائص الشبكة CIN

في منظومة M-CMTS تضيف شبكة التوصيل البيني المتقاربة (CIN) مهلة قد تكون حصتها ملحوظة في إجمالي مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً داخل المنظومة. والشبكة CIN تشكيلتها وإدارتها من شأن المشغِّل. واتساعها يتغيّر كثيراً من منظومة إلى أخرى. فقد تكون بسيطة مثل كبل إثرنت قصير يصل بين لب منظومة M-CMTS وجهاز EdgeQAM. وقد تكون شبكة IP مؤلفة من قفزات تبديل و/أو تسيير متعددة، ومتقاسمة مع حركة أخرى (غير حركة السطح البيني DEPI) من وإلى عُقَد أخرى (مثلاً: حركة فيديو بتغليف من رزم البروتوكول IP بين خُدُم فيديو حسب الطلب (VoD)).

جميع الشبكات المعتمِدة على الرزم، باستثناء أقلها شأناً، تشهد تغيّرات في المهلة. وهذه التغيرات ناشئة عن عوامل مثل التنوع في طول الرزم وفي وقت وصولها، وعن التغير في التحميل الآني، والاصطفاف الانتظاري للرزم داخل العناصر الشبكية، والفروق بين معلمات جودة الخدمة (QoS) المطبقة على الرزم المختلفة، وغير ذلك من العوامل.

وتتمثل طريقة شائعة لوصف مهلة الشبكة في جمع مكوِّنَتَيْن، مهلة "نمطية" تعامَل معاملة عنصر ثابت، ومهلة "ارتعاش" تختلف من رزمة إلى أخرى. ويقوم نهج آخر على وصف الشبكة بأن لها مهلة "أصغرية" ومهلة "أعظمية" أو مهلة "أسوأ الحالات"، وتكون المهل المقترنة بالرزم فرادى موزّعة بين الطرفين توزيعاً ما. وكثيراً ما تكون هاتان الطريقتان وسيلتين مريحتين لمقاربة سلوك الشبكة.

ويشتمل نهج لنمذجة الشبكة بدقة، على تحديد وظيفة توزيع تراكمي (CDF, *Cumulative Distribution Function*) لمهَل الرزم. وهذه الوظيفة CDF هي دالة أو رسم بياني حيث يعرض محور السينات المهلة D_0، بينما يعرض محور الصادات احتمال أن تكون المهلة الفعلية D لأي رزمة أقل من D_0. ولكي تكون هذه الدالة مفيدة، يمكن تحديد نطاقها: يمكن، مثلاً، أن تبدأ في عقدة مصدرية معيّنة وتنتهي في عقدة مقصدية معيّنة، ومن أجل صنف حركة معيّن. ثم يُفرض أن نسبة ما من الرزم القابلة للتطبيق تخضع لمهلة أقل من مقدار معيّن من الزمن (مثلاً: "99,995% من الرزم تخضع لمهلة أقل من 2 ms" أو يُفرض غير ذلك). ولكن في بعض الشبكات، قد يستحيل ضمان حد أعلى للمهلة، لنسبة 100% من المجموع الكلي للرزم.

ثم بالإضافة إلى الشبكة CIN نفسها، من الممكن أن تشتمل "الشبكة" على وظيفة تبديل و/أو اصطفاف انتظاري يحدث داخل لب منظومة M-CMTS أو داخل جهاز EQAM. مثلاً: من الممكن في لب منظومة M-CMTS يستطيع العمل بقنوات QAM هابطة متعددة أن يكون له عدة منافذ لخرج إثرنت بمعدل جيغابتة في الثانية، فيشتمل هكذا على "مبدِّل" داخلي من أجل توصيل تدفقات DEPI متنوعة بمنافذ خرج مختلفة. فإذا كانت وظيفة التبديل هذه حاضرة، صار من الممكن أن تضيف أيضاً مهل اصطفاف انتظاري تابعة لتنفيذ المنظومة المعيّن، مهل يمكن نمذجتها في إطار الشبكة CIN.

تيسيراً لتعرف مميِّزات الشبكة CIN، يرِد في إطار السطح البيني DEPI توصيف رأسية فرعية لقياس الاستتار (انظر المقطع 4.8). هذه الرأسية الفرعية تستفيد من أن كلا لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM يحتوي سطحاً بينياً DTI يوفر ميقاتية مشتركة عالية الدقة. فلب المنظومة M-CMTS يُرسِل، بمناسبة أي دورة DEPI معيّنة، رزمة لقياس الاستتار تحتوي قيمة دمغة الوقت الحالية لديه. وحين يستلم الجهاز EQAM هذه الرسالة، يضيف إليها قيمة دمغة الوقت الخاصة به، ويعيد كلتا القيمتين إلى لب المنظومة M-CMTS. والنتيجة هي قياس واحد لمهلة الشبكة CIN بين المنظومة CMTS والجهاز EQAM (مزيداً عليها قيم مهل الاصطفاف الانتظاري في المسير بين نقطتي إدراج دمغتي الوقت عند الخروج من لب المنظومة M-CMTS والدخول إلى الجهاز EQAM). ويمكن للمنظومة CMTS أن تستعمل هذه المعلومات بأوجه مختلفة، منها حساب دالة التوزيع التراكمي (CDF)، وضبط معلمات شبكة DOCSIS.

وكثيراً ما يكون تصميم الشبكة CIN متغيّراً في معمارية المنظومة M-CMTS فيتحكم به المشغِّل كامل التحكم. فالقرارات التي تُتّخذ هنا بخصوص قدّ القفزات الشبكية وعددها سيكون لها تأثير مباشر على أداء شبكة DOCSIS الإجمالي.

5.I مُهل الاصطفاف الانتظاري في العناصر الشبكية

كثير من المبدِّلات للطبقة 2 والطبقة 3 المصنوعة في أيامنا تستطيع تأدية التبديل بمعدّل الخط وبدون سد ازدحام. والعبارة "بدون سد ازدحام" تعني أن الرزم الجاري تبديلها عبر منافذ مصدرية ومقصدية معيّنة لن تتداخل مع الرزم الجاري تبديلها عبر منافذ مصدرية ومقصدية مختلفة. وإذا كانت الحركة كلها داخل المبدِّل بدون سد ازدحام (كما هي الحال عادة في الاختبارات المخبرية وفقاً لطلبات التعليقات (RFC) التي يطلبها الفريق IETF)، فإن التبديل يكون سريعاً جداً. (والقيم الدقيقة لهذه "المهلة الملازمة للمبدِّل" تتبع التنفيذ الصناعي للمبدِّل). ولكن، إذا وصلت رزم وصولاً متآوناً من عدة منافذ مصدرية مختلفة، قاصدة إلى مَنفَذ مقصدي واحد، فإن هذه الرزم ستخضع لاصطفاف انتظاري داخل المبدِّل.

في حالة الطوبولوجيات المتصفة بتبديل بسيط جداً، حيث لا حضور لحركة غير حركة السطح البيني DEPI، فإن مهلة أسوأ حالات الاصطفاف الانتظاري في منفذ مقصدي معيّن يمكن أن تُحسَب كدالّة لقدّ الرزمة وعدد المنافذ المصدرية التي تبدِّل باتجاه ذلك المنفذ المقصدي. وهذه العملية الحسابية لا تنطبق إلا على عقدة واحدة داخل الشبكة. فلو افترضنا أن كل منفذ مصدري يسلّم رزمة إلى المنفذ المقصدي في نفس الآن، يحصل أن آخر رزمة من هذه الرزم تخرج فعلاً من المنفذ المقصدي يكون تأخر خروجها مساوياً للوقت المنقضي في إرسال جميع الرزم السابقة. والعملية الحسابية هي تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{Max delay (s)} = (\#\text{ of source ports} - 1) \cdot \text{packet size (bits)} / \text{line rate (bits/s)}$$

(ثانية/بتات) معدل الخط / (بتات) قد الرزمة · (1 – المنافذ المصدرية #) = المهلة (المهل) الأعظمية

فجمع نتيجة هذه العملية الحسابية مع المهلة الملازمة للمبدّل (التي قد تتراوح، على سبيل المثال، من 10 إلى 100 µs) يحصل عنه قيمة الحد العلوي المعقول للتأخر الكلي في أسوأ الحالات بسبب المبدِّل، حين يحدد لب المنظومة M-CMTS معدل الحركة في المنافذ المصدرية. ونتيجة لذلك، فإن الحركة التراكمية الخارجة من المنفذ المقصدي للمبدِّل لا تفوق سعة المنْفَذ. وهكذا تكون عادة الحالة مع مبدِّل داخل منظومة CMTS أو جهاز EQAM، أو مع مبدِّل ينقل فقط حركة سطح بيني DEPI في شبكة تنطوي على قفزة أو قفزتين. وفي منظومات أكثر تعقيداً، تحصل صفوف انتظار إضافية فتتجاوز لحظة الاستتار في المبدِّل بسهولة 1 ms. ولذا فإنه من الأهمية بمكان تطبيق سياسات جودة خدمة (QoS) لصالح أي حركة شديدة التأثر بالاستتار، بحيث تتمكّن من تجنّب صفوف الانتظار. وسيأتي المقطعان اللذان يتناولان موضوعَيْ "إعطاء الحركة أولوية" و"الأسلوب PSP"، بمزيد من المعلومات عن استعمال جودة الخدمة في الشبكة CIN.

وقد تطوّرت المنتجات في السنوات الأخيرة حتى أصبح التمييز بين "المبدِّل" و"المسيِّر" غير واضح دائماً. إذ أصبح من الوارد أن تُدمَج في "المبدِّل" وظائفية جودة خدمة، وأن يستطيع "المسيِّر" تأدية مقدار كبير من المعالجات في العتاد وأن يكون سريعاً بسرعة بعض المبدِّلات. ولذا صار من الجائز، في طوبولوجيات أكثر تعقيداً للشبكة CIN، أن تتفاوت المهل كبير التفاوت، وأن تستعصي على محاولات حسبانها. حتى المسيِّرات والمبدِّلات القادرة على أداء بمعدّل الخط تتعرّض لحالات الازدحام والاصطفاف الانتظاري الداخلي وتأخر المعالجة بمقادير متفاوتة، تبعاً للحمولة ونمط الحركة ووظائف جودة الخدمة الموفّرة وظروف أخرى كثيرة.

6.I إعطاء الحركة أولوية إزاء المهل الشبكية

من الممكن، بوجه عام، خفض المهلة الشبكية من أجل بعض الرزم بالإيعاز إلى المسيِّرات و/أو المبدِّلات أن تعطي هذه الرزم أولوية أعلى درجة من أولوية الرزم الأخرى. والآلية لإنفاذ ذلك هي عادة وسم الشبكة VLAN حسب البروتوكول 802.1Q الذي وضعه المعهد IEEE، في حالة الشبكات إثرنت؛ ومجال التشفيرة DSCP والسلوك حسب القفزة المصاحب لها، في حالة البروتوكول IP.

في أبسط الحالات، يُرسِل المسيِّر أو المبدِّل الرزم الموسومة بأولوية عالية بتقديمها على جميع الرزم الأخرى الأدنى منها أولوية، التي قد تكون مصطفة من قبل داخل الجهاز. وتوجد أيضاً أشكال سلوك أكثر تعقيداً، ولكنها تؤول كلها إلى خفض مهلة الرزم ذات الأولوية العالية، على حساب الرزم الأدنى منها أولوية. إلا أن فعالية هذه الطريقة تقضي بأن تمثّل الرزم العالية الأولوية جزءاً صغيراً نسبياً من مجموع الحركة على الشبكة.

وفي الشبكة CIN، ربما كان إعطاء الحركة أولوية من المفيد في خفض مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً أثناء العمل بالأسلوب PSP، وذلك بإعطاء تدفقات السطح البيني DEPI المحتوية رسائل MAP أولوية على التدفقات المحتوية أنماطاً أخرى من المعطيات. ويمكن توسيع هذا المفهوم فيُضاف مزيد من سويّات الأولوية (مثلاً: تقديم المعطيات الصوتية على معطيات منقولة بمعدل "أفضل المستطاع")، إذا كان كل من لب المنظومة M-CMTS والجهاز EQAM يستطيع العمل بالعدد المرغوب من تدفقات البروتوكول PSP. أما في الأسلوب MPT فلا يمكن استعمال هذه الطريقة، لأن جميع المعطيات لقناة QAM تكون منقولة في تدفق وحيد، دون اعتبار درجة الأولوية.

وإذا كانت الشبكة CIN تنقل أيضاً حركة غير حركة السطح البيني DEPI، قد يتسنّى خفض مهل حركة DEPI بإعطائها أولوية أعلى. ولكن يترتب على هذا التصرف زيادة مهلة رزم غير حركة DEPI. فينبغي للمشغِّل أن ينظر بإمعان في هذه العواقب.

7.I بقاء الاصطفاف في تدفق لسطح بيني DEPI

يقتضي السطح البيني DEPI أن يقَوْلِب لبُ المنظومة M-CMTS معدلَ خرجه بحيث يوائم معدل الخرج الراديوي للجهاز EQAM. فلو كان المسير بين الجهازين مهلته ثابتة (يعني: الارتعاش صفر)، لكانت المعطيات الواصلة من السطح البيني DEPI إلى الجهاز EQAM تُرسَل فوراً على الشبكة الهجينة HFC. لكن مسيراً حقيقياً على السطح البيني DEPI ينطوي دائماً، من الناحية العملية، على مهل متغيِّرة (يعني: على ارتعاش). وحضور ارتعاش في هذا المسير يقتضي اصطفاف المعطيات للانتظار داخل الجهاز EQAM.

على سبيل الإيضاح، ننظر في مثال بسيط، ينطوي على تدفق وحيد لسطح بيني DEPI بأسلوب MPT. فلْنفترِضْ أن الرزم جارٍ إرسالها على شبكة إثرنت معدلها 1 جيغابتة/ثانية. التدفق ذاته لا يَشغُل إلا نحو 40 ميغابتة/ثانية وهو منتظم المعدل، وهكَذا يكون على الشبكة خلخلة بين الرزم. ويكون الفاصل على الشبكة CIN، بين انطلاق رزمة وانطلاق الرزمة اللاحقة، مناظراً لنفس الفاصل الذي في الخرج الراديوي للجهاز EQAM. وطالما ظل تسليم الرزم من لب المنظومة M-CMTS إلى الجهاز EQAM يجري على مهل ثابتة، D، تظل كل رزمة تصل إلى الجهاز EQAM بالضبط حالما يتِمّ هذا الجهاز إرسال الرزمة السابقة. ولكن، لِنفترِضْ أن رزمة وحيدة، P_0، تعرّضت لمهلة أطول من المعتاد، $D + J$. في هذه الحالة يطول الفاصل الزمني على الشبكة بين هذه الرزمة وسابقتها (الرزمة P_{-1})، وينضغط بينها وبين لاحقتها (الرزمة P_1) (لأن هذه الرزمة P_1 مهلتها عادية D). وهكذا فإن الجهاز EQAM يُتِمّ إرسال الرزمة P_{-1} قبل وصول P_0. وبما أن الجهاز EQAM لم يبقَ لديه معطيات DOCSIS يرسلها، يتوجب عليه إرسال رزم MPEG معدومة، ريثما تصل الرزمة P_0. وحال وصولها يتوجب عليه أن يُتِمّ إرسال الرزمة MPEG المعدومة الجاري إرسالها، ثم يبدأ إرسال الرزمة P_0. ولكن الفاصل الزمني قد قصُر بين الرزمة P_0 والرزمة P_1، فتصل الرزمة P_1 إلى الجهاز EQAM قبل أن يُتِمّ هذا إرسال الرزمة P_0. فيتوجب أن تصطف الرزمة P_1 في صف انتظار داخل الجهاز EQAM فتخضع لمهلة اصطفاف انتظاري، J'، حيث:

$$J' = ceiling(J/T_{\text{MPEG}}), \text{ where } T_{\text{MPEG}} = \text{duration of one MPEG packet}$$

$$J' = \text{سقف } (J/T_{\text{MPEG}}),$$

حيث: T_{MPEG} = مدة رزمة MPEG واحدة

يعني أن مقدار المهلة الذي أُضيف إلى الرزمة P_0 بسبب الارتعاش في الشبكة تم تقريبه إلى حد الرزمة MPEG اللاحق. يضاف إلى ذلك أنه، طالما استمر لب المنظومة M-CMTS يُخرِج معطيات بمعدل الخرج الراديوي للجهاز EQAM بالضبط، فستتعرّض كل الرزم اللاحقة في التدفق لمهلة اصطفاف انتظاري، J'. وهذا يمثّل مشكلة خطيرة لمنظومة M-CMTS، على اعتبار أنه، حتى لو لم يحدث الارتعاش إلا نادراً، فحدوثه مرة واحدة كاف لكي تتكرر مهلة الاصطفاف الإضافية إلى ما لا نهاية.

وفي سبيل منع بقاء هذا الاصطفاف إلى ما لا نهاية، يتطلب السطح البيني DEPI أن يكون لب المنظومة M-CMTS قادراً على تنظيم معدل خرجه وفقاً لجزء قابل للتشكيل من المعدل الفعلي لمعطيات خرج الجهاز EQAM. وهذا لن يمنع حالات التأخر

بسبب الاصطفاف الانتظاري من الحدوث بسبب أحداث الارتعاش الشبكية، لكنه يعني حقاً أن الجهاز EQAM يستطيع، في حالة التراكم، تفريغ الصف الانتظاري (بأن يُرسِل المعطيات) بسرعة أكبر من سرعة ملئه.

ومن الممكن حساب الوقت اللازم لكي يعود عمق الصف إلى الصفر بعدما يزيد حدثُ ارتعاش مهلةَ رزمة واحدة من D إلى $D + J$. لنفترِضْ أن المنظومة CMTS تقوم بقولبة معدلها على معدل r هو "نسبة لقولبة المعدل"، النسبة ρ لقولبة معدل خرج الجهاز EQAM، المعدل R (يعني تحقق المعادلة التالية: $\rho = r/R$). وخلال وقت الارتعاش J' يُرسِل الجهاز EQAM رزم MPEG معدومة، في حين أنه لو لم يحدث الارتعاش، لكان بقي يستلم بصورة عادية من لب المنظومة M-CMTS ويرسل فوراً على الخط معطيات بمقدار $J' \cdot r$ بتة. لكن الظرف استلزم، بدلاً من الإرسال الفوري، اصطفاف هذا العدد من البتات والانتظار داخل الجهاز EQAM، ريثما يتيسّر إرساله ويُسحَب من صف الانتظار بمعدل R. وفي هذه الأثناء يستمر وصول المعطيات وإضافتها إلى الصف بمعدل r. وهكذا، بعد انقضاء مدة من الزمن فاصلة، طولها T، ينقص القد الكلي لصف الانتظار بمقدار $T \cdot (R - r)$. ثم يرجع قدّ الصف إلى الصفر حين تتحقق المعادلة التالية:

$$J' \cdot r = T \cdot (R - r)$$

وإذا اعتُمِدت في حساب T النسبة ρ (نسبة داخلة في تشكيلة لب المنظومة M-CMTS) حصلت المعادلة التالية:

$$T = J' \cdot \rho / (1 - \rho)$$

مثلاً: إذا أسفر الارتعاش (J') بصدد رزمة واحدة عن تأخر بسبب الاصطفاف الانتظاري يساوي 2 ms، واستمر لب المنظومة M-CMTS في إرسال حركة بمعدل يساوي 98% من المعدل الفعلي لخرج الجهاز EQAM، يكون الوقت اللازم لتفريغ الصف الناشئ عن ذلك هو: [(0,98/(1 – 0,98)] (2 ms)، أي 98 ms. وهذا الفاصل الزمني يضيق حين لا يكون متيسِّراً عند المنظومة CMTS مقدار من الحركة الهابطة كافٍ لكي يملأ أثناء هذه الفترة "حيِّز صفّ الانتظار" بنسبة 98% من قيمته الاسمية. وعلى العكس، يزداد فجأة من جديد قدّ صف الانتظار، إذا وقع حدث ارتعاش شبكي آخر قبل انقضاء هذه الفترة. وتأثيرات الارتعاش المستمر لا تنضاف، بل إن أسوأ حالات الاصطفاف الانتظاري تساوي أسوأ حالات الارتعاش. فإذا تواترت أحداث الارتعاش الشبكية بما فيه الكفاية، وظلت حمولة الحركة عالية نسبياً، فقد لا يتسنّى أبداً تصريف صف الانتظار تماماً.

في حالة الاشتغال بالأسلوب MPT، يحتوي تدفق واحد جميع معطيات DOCSIS بخصوص قناة QAM معيّنة، بما فيها رسائل النظام الفرعي MAP. وهنا يمكن الاستفادة من العملية الحسابية المتقدمة بصدد T، في تقدير عدد الرسائل MAP التي تتعرض لتأخر زائد بسبب أحداث الارتعاش الشبكية. فإذا افترضنا الفاصل الزمني بين الرسائل MAP مساوياً لـ 2 ms، يكون أن 49 رسالة MAP ستشهد، في غضون الفترة $T = 98$ ms، تأخراً زائداً، لأن كل حدث ارتعاش في الشبكة يضيف تأخراً قدره $J =$ 2 ms إلى رزمة واحدة DEPI (سواء احتوت هذه الرزمة رسالة MAP أو لم تحتوِ). ويجدر بالملاحظة أن هذه العملية الحسابية قد لا تكون دقيقة، إذ يمكن للمنظومة CMTS أن تغيّر الفاصل الزمني بين الرسائل MAP.

تبعاً لمقدار هامش السبق الذي تكون المنظومة CMTS قد وفّرته للرسائل MAP (انظر الطريقة المعروضة في المقطع I.3.1 لحساب مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً)، من المحتمل أن يظل بعض رسائل MAP الـ 49 هذه قابلاً لاستعمال مودمات كبلية له. فمراعاة لهذا الاحتمال، يمكن أن يُطرَح من قيمة J مقدار الهامش الموفَّر، ويُستعمَل الباقي لحساب قيمة T، يعني: إذا كانت μ تمثِّل الهامش، يكون عدد الرسائل MAP التي تتأخر في كل قناة صاعدة، عند وقوع حدث ارتعاش شبكي يضيف قيمة ارتعاش J، تأخراً يكفي لجعلها مفقودة، يكون عددها مساوياً لحاصل المعادلة التالية:

$$\#\text{MAPs lost} = [(J - \mu) \cdot \rho / (1 - \rho)] / (\text{MAP interval})$$

حسب هذا المثال، إذا كانت المنظومة CMTS أضافت هامش سبق قدره 500 µs لكل من رسائل MAP، يكون الوقت اللازم لتفريغ صف الانتظار إلى النقطة التي تكون فيها الرسائل MAP قابلة لأن تستعملها المودمات الكبلية، هو:

$$(J - 500\ \mu\text{s}) \cdot [\rho/(1 - \rho)] = (1{,}5\ \text{ms})\ (49) = 73{,}5\ \text{ms}$$

فإذا كان الفاصل الزمني بين الرسائل MAP هو 2 ms، يحصل فقدان 37 رسالة MAP فقط كلما حدث ارتعاش في الشبكة، مقابل فقدان 49 رسالة MAP لو كان الهامش الموفّر هو صفر. فالرسائل MAP الـ 37 المفقودة تعادل فترة (37 · 2 ms) = 74 ms من الزمن لا تستطيع المودمات الكبلية الإرسال أثناءها.

وفي سبيل تقليل عدد رسائل MAP التي تُفقَد بسبب الارتعاش في الشبكة أثناء استعمال الأسلوب MPT، ينبغي أن يضيف المجَدول هامشاً كافياً لتوفير سوية الاعتمادية المرغوبة، بناء على الدالة CDF التي تتصف بها الشبكة. فلْنفترِض، على سبيل المثال، أنه تم تحديد نسبة 99,9999% (أي 10^{-6} – 1) من الوقت يكون فيها التأخر الشبكي أقل من D_1. يستطيع المجدول في هذه الحالة أن يضيف هامشاً يساوي D_1 عند استحداث الرسائل MAP. وعندئذ يمكن القول أن حدثاً يستتبع فقدان رسائل MAP يقع مرة كلما تم إرسال رزم عددها 10^6. يعني أنه، في حالة تدفق هابط حمولته نسبية، ينقل 000 50 رزمة في الثانية مثلاً، يقع "حدث فقدان رسائل MAP" كل 20 ثانية. أما عدد الرسائل MAP التي تُفقَد بمناسبة كل حدث، والزمن المناظر الذي لا تستطيع المودمات الكبلية الإرسال أثناءه بسبب هذه المفقودات، فهما تابعان للمقدار الزمني الذي تجاوز به التأخر الفعلي المهلة D_1. في المثال السابق حيث افتُرِض هامش السبق للرسائل MAP محدداً بـ 2 ms مراعاة لأسوأ حالات الارتعاش في الشبكة CIN، ظلت الرسائل MAP الـ 49 التي تأخرت قابلة للاستعمال.

الأثر المنشود من إضافة هذا الهامش هو زيادة مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً في المنظومة بقيمة D_1 بخصوص جميع الرزم. ويُسهم هذا الهامش مع ذلك في الحد من الآثار السلبية على المنظومة، والمتمثّلة في فقدان رسائل MAP.

8.I الأسلوب PSP

يوفّر السطح البيني DEPI الأسلوب PSP بمثابة أداة لتخفيف مُهل الشبكة CIN، التي تؤثر على مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً. والأسلوب PSP لا يقلل مهلة الشبكة نفسها، لكنه يجمع الرسائل MAP على حدة في تدفق DEPI منفصل، ويستعمل وسيلة إعطاء الحركة أولوية (انظر المقطع 6.I) من أجل تقليل التأخر في هذا التدفق. ويمكّن الأسلوب PSP أيضاً الجهاز EQAM من إرسال رسائل MAP قبل معطيات DOCSIS التي دونها درجةَ أولوية، حتى لو كانت المعطيات الأدنى منها درجةَ أولوية مصطفةً بالانتظار في الجهاز EQAM. وهذان التعديلان يعنيان بدورهما أنه يجري، في الأسلوب PSP، ما يلي:

أ) الرسائل MAP لا يؤخرها في الشبكة إلا أحداث الارتعاش التي تؤثر مباشرة على الرزم التي تحتوي هذه الرسائل؛

ب) لا يمكن اصطفاف الرسائل MAP (ومن ثَمّ تأخرها) إلا خلف رسائل MAP أخرى. ولذا فإن الدالّة CDF لتأخر رسائل MAP في الشبكة، في حالة استعمال الأسلوب PSP، تبيّن تأخرات أقصر بكثير مما تبيّنه في حالة استعمال الأسلوب MPT على نفس الشبكة.

ولذا ينبغي للمشغِّل أن يأخذ بالأسلوب PSP كلما كان هاماً تأثير الشبكة CIN على مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً. وعلى وجه أخص، ينبغي الأخذ بالأسلوب PSP حين يكون كبيراً بصورة غير مقبولة مقدارُ الهامش الواجبة زيادته على مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً من أجل إحراز معدل منخفض بما فيه الكفاية لفقدان الرسائل MAP. وما يستحق بالضبط صفة "كبير بصورة غير مقبولة" مرهون بعوامل كثيرة، وقد يكون تابعاً لتقدير شخصي. مثلاً: منظومة ذات تمديدات قصيرة مادياً يكون فيها تأخر الانتشار قليلاً، فيجوز لها أن تسمح بمهَل للشبكة CIN. مثال آخر: منشأة مرغوب لها أداء عالٍ من المودم، لكن حضور حركة لخدمة التخصيص غير الملتمَس (UGS) أو حضور عوامل أخرى يفرض استعمال قدّ أعظمي صغير للدفقة، حتى لو كان من شأن المهل القصيرة نسبياً للشبكة CIN أن تحط من سوية الأداء.

بوجه عام، من الراجح أن شبكة CIN صغيرة (فيها قفزة تبديلية وربما قفزتان) قلّما تؤثر على مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً في المنظومة، في حين أن شبكة CIN متعددة القفزات و/أو فيها حركة غير حركة السطح البيني DEPI، يرجَّح أن يكون لها تأثير أكبر على مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً في المنظومة. فإذا أريدَ التنبؤ بدقة عن التحسين الفعلي الممكن إحرازه في مهلة الانتشار ذهاباً وإياباً بفضل استعمال الأسلوب PSP على شبكة CIN معيَّنة، يتحتم أن تُعرَف أولاً ميزات مهل هذه الشبكة المعيّنة تبعاً لاستعمال تشفيرات DSCP مختلفة.

التذييل II

الاعتماد المبكّر لأجهزة EQAM واستعمالها المتطور

قبل وضع التوصيات بشأن المنظومة M-CMTS، كانت الأجهزة EQAM في الشبكات الموجودة للتلفزة الكبلية (CATV) الرقمية، المعتمِدة على الكبلات الهجينة (HFC)، تضطلع بوظائف المعالجة الفيديوية مثل تعديد الإرسال والتشكيل (التشكيل QAM). ثم جاءت التوصيات المتعلقة بالمنظومة M-CMTS فوضعت متطلبات إضافية على الأجهزة EQAM لكي تستطيع تأدية الوظائف الخاصية بالمواصفات DOCSIS.

ومن الممكن أن يستطيع بعض الأجهزة EQAM العمل بمجموعة فرعية من وظائف DOCSIS بعد تحقيق اتساقها مع متطلبات معيّنة مما نصّت عليه التوصيات المتعلقة بالمنظومة M-CMTS (بما في ذلك السطح البيني DEPI). هذه الأجهزة EQAM لا يمكن اعتبارها مطاوِعة للمنظومة M-CMTS، ولكنها قد تصلح مكوِّنات لاستراتيجية انتقالية يطبقها المشغِّلون.

ينقسم أول ما طُرِح في السوق من الأجهزة EQAM المطوَّعة للمنظومة M-CMTS – أو بالأحرى طارحوها الأوائل، إلى فئتين. الصنف الأول (الصنف A) هم مورِّدو أجهزة EQAM موجودة، مقصور أداؤها على الفيديو (بدون توفير سطح بيني DTI). وقد يحتاج هؤلاء المورّدون إلى أن يقدموا لزبائنهم وسيلة برامجية لتحسين المصنوعات المنشورة من الأجهزة EQAM بحيث تستطيع توفير القنوات DOCSIS المنضمَّة التي لا تحتوي معلومات توقيت (أي بدون رسائل مزامنة). الصنف الثاني (الصنف B) هم مورِّدو الأجهزة EQAM الذين يريدون أولاً تقديم مصنوعات EQAM جديدة، عتاد كامل المقدرة للاتساق مع المنظومة M-CMTS بما فيها السطح البيني DTI، ولكنهم لا يوفّرون فيه منذ البداية الوفاء بجميع وظائف المنظومة M-CMTS. وهكذا فإن كلتا الفئتين لا توفّر الوظائف الإضافية للمنظومة M-CMTS إلا في مرحلة لاحقة وبالتدريج عن طريق برامجيات تحسين.

1.II تطوير الأجهزة EQAM: الصنف A (بدون سطح بيني DTI)

المورِّدون الذين يشملهم الصنف A سيوفِّرون تحسينات برامجية تمكّن من تطوير منتجاتهم EQAM المنشورة في الميدان بحيث تستطيع العمل بالقنوات DOCSIS المنضمّة التي لا تحتوي معلومات توقيت DOCSIS (الخالية من رسائل المزامنة (SYNC DOCSIS)). هذه الطريقة توفر سوية ما لحماية استثمارات المشغِّلين الذين نشروا في الميدان أجهزة EQAM محدودة المقدِرات. هذه المصنوعات EQAM المحسَّنة لن تستطيع العمل بالسطح البيني DTI، ومن ثَمّ فلن تكون وافية بمتطلبات المنظومة M-CMTS، ولكن سيستفيد منها المشغِّلون عند نشر تقنية ضم القنوات DOCSIS: مقللين هكذا عدد الأجهزة EQAM الجديدة التي يُضطرّ المشغّلون إلى شرائها حين يطوِّرون شبكاتهم بحيث تستطيع العمل بتقنية ضم القنوات DOCSIS.

مراحل تطوير الصنف A (بدون سطح بيني DTI):

- المرحلة 1: تحسين برامجي للأجهزة EQAM الموجودة المقصور أداؤها على الفيديو، بحيث تستطيع العمل بمستوي التحكم L2TP وبالأسلوب MPT الخاص بالسطح البيني DEPI؛
- المرحلة 2: تضاف (إلى المرحلة 1) المقدرة لمستوي معطيات L2TP؛
- المرحلة 3: تضاف (إلى المرحلة 2) المقدرة للسطح البيني مع مدير الموارد الحافّيّ (ERMI).

2.II تطوير الأجهزة EQAM: الصنف B (مع سطح بيني DTI)

المورِّدون الذين يشملهم الصنف B يريدون أولاً صنع أجهزة EQAM، عتاد له المقدرة للاتساق الكامل مع المنظومة M-CMTS، وهذا الاتساق يشمل بصورة رئيسية عتاد السطح البيني المادي DTI. ثم يُجري المورّد توفير المقدرة لتأدية وظائف المنظومة M-CMTS على مراحل بواسطة برامجيات تطويرية. وهذا يجعل المشغّلين يشترون رأساً أجهزة EQAM مطاوعة للمنظومة M-CMTS، مدركين أنه لا يلزمهم فيما بعد سوى شراء برامجيات التطوير لتحقيق المطابقة التامة مع

المنظومة M-CMTS. فجهاز EQAM المشتمل على عتاد مطوَّع للمنظومة M-CMTS يستطيع توفير السطح البيني الذي يمكّنه من الاشتغال بأي من الأسلوبين SCDMA وATDMA.

مراحل تطوير الصنف B (مع سطح بيني DTI):

- المرحلة 1: توفير السطح البيني DTI، ومستوي التحكم L2TP، والعمل بالأسلوب MPT الخاص بالسطح البيني DEPI؛
- المرحلة 2: تضاف (إلى المرحلة 1) المقدرة لمستوي معطيات L2TP؛
- المرحلة 3: تضاف (إلى المرحلة 2) المقدرة للسطح البيني مع مدير الموارد الحافّيّ (ERMI)؛
- المرحلة 4: تضاف (إلى المرحلة 3) مقدرة العمل بالأسلوب PSP الخاص بالسطح البيني DEPI.

3.II إمكان توفير وظائف المنظومة M-CMTS على مراحل

من الراجح أن المورِّدين، سعياً منهم إلى تقصير وقت التسويق والتسوّق، سيضيفون وظائف مما تختص به المنظومة M-CMTS على مراحل، بتقديم برامجيات تطوير. والمسير إلى تحقيق الاتساق التام مع المنظومة M-CMTS متشابه جداً بصدد تطوير كلتا الزمرتين المتقدم وصفهما (الصنف A والصنف B).

المرحلة التطويرية 1

تكون للمنتجات البدئية المطاوعة للمنظومة M-CMTS مقدرة للعمل بمستوي التحكم L2TP، ويُرجَّح أنها ستستطيع الاشتغال فقط بالأسلوب MPT الخاص بالسطح البيني DEPI (دون الأسلوب PSP الخاص بالسطح البيني DEPI). والأجهزة EQAM ذات العتاد DTI قد تستطيع أو لا تستطيع العمل بالسطح البيني DTI. فإذا كان الجهاز EQAM لا يستطيع العمل بالسطح البيني DTI، يمكن فقط استعماله للتطبيقات الفيديوية و/أو لتوفير القنوات المنضمّة DOCSIS الخالية من معلومات توقيت.

فمستوي التحكم L2TP مطلوب لتمكين لب المنظومة M-CMTS من تزويد الجهاز EQAM وتشكيله، ولذا فإن مستوي التحكم L2TP إلزامي. ويُفترَض أن مستوي التحكم L2TP يمكن إقامته بواسطة البرامجيات، دون حاجة إلى تعديل في العتاد لأي من الصنفين، لا للجهاز EQAM المقصورة وظائفه على الفيديو، ولا للجهاز EQAM المطوّع عتادياً للمنظومة M-CMTS.

أما توفير مستوي معطيات L2TP فقد يتطلب مساعدة عتادية أو برامجيات تطوير أضخم مما يستلزمه مستوي التحكم L2TP، ولذا يُرجَّح أن يُرجئ مورِّدو الأجهزة EQAM توفير مستوي معطيات L2TP إلى المراحل اللاحقة. والمعالِجات الشبكية الموجودة لا تستطيع عادة الاشتغال بالبروتوكول L2TP، ولذا فإن أي معالجة في مستوي معطيات L2TP بواسطة المنتجات EQAM المسبق اعتمادها تتطلب تطويراً برامجياً ملائماً. ويجدر بالملاحظة أيضاً أن لب المنظومة M-CMTS يشتمل دائماً على مستوي معطيات L2TP، لكن طبقات L2TP ثابتة الطول، ولذا فإن المنتجات EQAM المسبق اعتمادها تصمم فقط من أجل تخطّي رأسيات البروتوكول L2TP عندما تستلم معطيات السطح البيني DEPI. وفي هذه الحالة، تكون طبقة البروتوكول UDP مطلوبة لكي يمكن تسيير رزم المعطيات إلى مخارج قنوات QAM المناسبة.

ومن المرجَّح أن الأجهزة EQAM المسبق اعتمادها تستطيع في البداية الاشتغال بالأسلوب MPT للسطح البيني DEPI، لكنها لن تستطيع الاشتغال بالأسلوب PSP للسطح البيني DEPI. وذلك لأن الأسلوب MPT للسطح البيني DEPI يسلّم رزم MPEG إلى الجهاز EQAM، فهو يتطلب من هذا الجهاز معالجة شبيهة بمعالجته لرزم MPEG الفيديوية. أما الأسلوب PSP للسطح البيني DEPI فيتطلّب من الجهاز EQAM تأدية وظائف إضافية مثل تقارب اتجاهات الإرسال (ترزيم MPEG)، وإدراج رسائل مزامنة وفقاً لـ DOCSIS (DOCSIS SYNC)، ولذا يرجَّح إرجاؤه إلى مرحلة لاحقة.

المرحلة التطويرية 2

من الراجح أن تكون الخطوة التالية (المرحلة 2) بعد تقديم المنتجات EQAM البدئية، كما تقدم الوصف في المرحلة 1، هي تقديم مستوي معطيات L2TP. وتوفير مستوي معطيات L2TP يمكن إحرازه ببرامجيات تطويرية، أو بمعالِجات شبكية تستطيع الاشتغال بالبروتوكول L2TP، إن تيسّرت. واستعمال معالِجات شبكية ذات مقدرة من أجل البروتوكول L2TP يمكن إحرازه بواسطة برامج تطويرية و/أو برامجيات تطويرية مبنية (firmware) في صفيف بوابات قابلة للبرمجة (FPGA, *field programmable gate array*)، أو بواسطة تعديلات عتادية قد تكون مطلوبة.

المرحلة التطويرية 3

يمكن كذلك توفير استطاعة العمل بالسطح البيني ERMI الخاص بالمنظومة M-CMTS بصورة مرحلية، بواسطة تطوير برامجي. فالمنظومة M-CMTS مصممة لكي تشتغل بدون مدير موارد حافِّيّ (أي بدون استعمال السطح البيني ERMI) بالاعتماد على مستوي التحكم L2TP والتشكيلة السكونية للمنظومة. وفي هذه الحالة تكون موارد EQAM مخصصة يدوياً (وسكونياً) للب المنظومة M-CMTS. ولذا فإن توفير السطح البيني ERMI في الجهاز EQAM يمكن إرجاؤه إلى مرحلة لاحقة.

المرحلة التطويرية 4

المرحلة الأخيرة من تطوير أجهزة EQAM مطاوعة للمنظومة M-CMTS يرجَّح أن تتم بتحسينات برامجية تمكن من الاشتغال بالأسلوب PSP الخاص بالسطح البيني DEPI. فالأسلوب PSP للسطح البيني DEPI يتطلّب من الجهاز EQAM تأدية وظائف إضافية مثل تقارب اتجاهات الإرسال (ترزيم MPEG)، وإدراج رسائل مزامنة وفقاً لـ DOCSIS (DOCSIS SYNC). يضاف إلى ذلك أن معالجة مستوي المعطيات للأسلوب PSP أكثر تعقيداً من معالجته الأسلوب MPT، من حيث أن الأسلوب PSP يتطلب الاشتغال بوحدات معطيات بروتوكولية (PDU) متغيِّرة القدّ، وتحتوي كل منها أرتالاً متعددة وافية بالمواصفات DOCSIS. ولذا فإن توفير مقدرة الاشتغال بالأسلوب PSP الخاص بالسطح البيني DEPI سوف يقدّمه مورِّدو الأجهزة EQAM في مراحل التطوير المتأخرة أو النهائية. ولا ينطبق توفير مقدرة الاشتغال بالأسلوب PSP الخاص بالسطح البيني DEPI إلا على المنتجات EQAM التي توفّر السطح البيني DTI (أي على الصنف B من المنتجات EQAM).

II.4 طبقة البروتوكول UDP الاختيارية

إن طبقة بروتوكول داتاغرام المستعمِل (UDP) اختيارية في البروتوكول L2TP. فمن المستحسن استعمال البروتوكول L2TP بدون طبقة UDP، لكون البروتوكول L2TP يوفّر آليات مدمجة (معرِّفات الهوية للدورات) تربط بين معطيات الحمولة النافعة ووظائف برامجية مماثلة لاستعمال منفذ UDP. فمتى كان جهازان يستطيعان العمل بالبروتوكول L2TP تماماً وهما على اتصال فيما بينهما (باستعمال البروتوكول L2TP)، لا حاجة عندئذ لاستعمال طبقة UDP تحت طبقة L2TP، لأن مجال معرِّف هوية الدورة يؤدي الوظيفة الضرورية المتمثِّلة في تسيير المعطيات. أما إذا كان أحد الجهازين لا يستطيع الاشتغال بالبروتوكول L2TP في مستوي المعطيات، ففي هذه الحالة يمكن استعمال طبقة UDP من أجل تأدية وظيفة تسيير المعطيات.

وبما أن المعالِجات الشبكية الجاهزة التي تستطيع الاشتغال بالبروتوكول L2TP يُرجَّح عدم تيسّرها في السوق، حين يبدأ مورِّد الأجهزة EQAM تطويرها لمطاوعة المنظومة M-CMTS، فإن المنتجات EQAM المعتمَدة في التشغيل من قبل لن تكون على الأرجح قادرة على الاشتغال بالبروتوكول L2TP في مستوي المعطيات. وعليه، فمن الراجح أن المنتجات EQAM المعتمَدة في التشغيل من قبل سوف تستعمل الطبقة UDP من أجل تأدية وظيفة تسيير المعطيات، على اعتبار أن المعالِجات الشبكية الموجودة قادرة على تحليل نحوي يشمل الرزم وطبقة النقل العتادية.

أخيراً، حين تتيسّر المعالِجات الشبكية التي تستطيع الاشتغال بالبروتوكول L2TP، أو حين يطوِّر مورِّدو الأجهزة EQAM مقدرة هذه الأجهزة للاشتغال بطبقة L2TP في مستوي المعطيات، تستطيع الأجهزة التي أصبحت تتصل فيما بينها بواسطة البروتوكول L2TP الكف عن استعمال طبقة UDP إذا كان هذا مرغوباً.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	**الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط**
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبع في سويسرا
جنيف، 2007