الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

J.222.1
(2007/07)

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

الأنظمة التفاعلية للتوزيع التلفزيوني الرقمي

الجيل الثالث من أنظمة الإرسال في خدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي – المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت: مواصفات الطبقة المادية

التوصية ITU-T J.222.1

الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-T J.222.1

الجيل الثالث من أنظمة الإرسال في خدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي – المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت: مواصفات الطبقة المادية

ملخص

تحدد التوصية ITU-T J.222.1 الخصائص الكهربائية للمودم الكبلي (CM) ونظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) وعمليات معالجة الإشارات فيهما، في الجيل الثالث من الأنظمة العالية السرعة لإرسال البيانات عبر الكبلات. كما تحدد هذه التوصية متطلبات الطبقة المادية الداعمة لعمليات تجميع القنوات، المحددة في التوصية ITU-T J.222.2.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 9 التابعة لقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) (2005-2008) على هذه التوصية في 29 يوليو 2007 بموجب الإجراء المحدد في التوصية ITU-T A.8.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). 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 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تُعد 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 البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2020

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

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
1.1 المقدمة والغرض 1
2.1 معلومات أساسية 1
2 المراجع 5
1.2 المراجع المعيارية 5
2.2 المراجع الإعلامية 5
3.2 المصادر المرجعية 6
3 تعاريف 6
4 الاختصارات والأسماء المختصرة والاصطلاحات 8
1.4 الاختصارات والأسماء المختصرة 8
2.4 مصطلحات 12
5 الافتراضات التشغيلية 12
1.5 الافتراضات المتعلقة بالتجهيزات 13
2.5 الافتراضات المتعلقة بقنوات الترددات الراديوية 14
3.5 مستويات الإرسال 15
4.5 عكس التردد 15
6 مواصفات الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي 16
1.6 مجال التطبيق 16
2.6 الاتجاه الصاعد 16
3.6 الاتجاه الهابط 85
الملحق A – متطلبات التوقيت لدعم خدمات الأعمال عبر مواصفات DOCSIS 92
1.A النظام CMTS 92
2.A المودم الكبلي 92
الملحق B – إضافات وتشكيلات من أجل مباعدة للقنوات بمقدار MHz 8 93
1.B مجال التطبيق 93
2.B المراجع 94
3.B المصطلحات والتعاريف 95
4.B الاختصارات والأسماء المختصرة 95
5.B الافتراضات التشغيلية 95

6.B مواصفات الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي 98
الملحق C – تزامن واسترداد رأسية MPEG 131
1.C تزامن واسترداد رأسية MPEG في الخيار التكنولوجي لأمريكا الشمالية..... 131
2.C تزامن واسترداد رأسية MPEG في الخيار التكنولوجي الأوروبي 131
الملحق D – إضافات لمواصفات اليابان..... 132
1.D مجال التطبيق 132
2.D المراجع 132
3.D مصطلحات وتعاريف 132
4.D الاختصارات والأسماء المختصرة والاصطلاحات 132
5.D الافتراضات التشغيلية..... 132
6.D مواصفات الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي 135
التذييل I – مثال لتتابع التمهيد 161
1.I مقدمة 161
2.I مثال لتتابع التمهيد..... 161
التذييل II – الترتيل بأسلوب S-CDMA..... 163
1.II ترقيم الرموز الفرعية المشفرة..... 163
2.II ترقيم الرموز الفرعية غير المشفرة 163
3.II الترقيم عند خرج المرتل..... 164
4.II تعليقات 164
التذييل III – تأثيرات درجات الحرارة وتحميل الرياح 165
1.III تفاوتات التزامن بحسب تغيرات وقت الانتشار عبر المنشأة..... 165
2.III تغير وقت الانتشار بسبب التغيرات في درجات الحرارة..... 167
التذييل IV – وصف قدرة مجموعة قنوات الإرسال الصاعدة: مثال لحسابات الإبلاغ عن القنوات النشطة المدعومة وتحديد عددها 169
التذييل V – وصف التحكم في قدرة القناة الصاعدة مع قنوات صاعدة متعددة 171
1.V تمديد المعلمات DOCSIS 2.0 إلى أسلوب قنوات الإرسال المتعدد..... 171
2.V معلمات جديدة في أسلوب التحكم في القدرة في الاتجاه الصاعد DOCSIS 3.0 ("التحميل"، P_{load_n}، $P_{load_min_set}$، نافذة المدى الدينامي، $P_{low_multi_n}$)..... 171
3.V مثال للتحكم في القدرة الصاعدة مع أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّل..... 172
4.V أمثلة تتعلق بالتغيرات المتزامنة والمتتالية في P_{r_n} و$P_{load_min_set}$ 174
التذييل VI – مثال لحدود قدرة ضوضاء البث الهامشي مع قنوات رشقية متعددة 177

التوصية ITU-T J.222.1

الجيل الثالث من أنظمة الإرسال في خدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي – المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت: مواصفات الطبقة المادية

1 مجال التطبيق

1.1 المقدمة والغرض

تحدد هذه التوصية متطلبات الطبقة المادية، كجزء من سلسلة التوصيات المحدِّدة للجيل الثالث من الأنظمة العالية السرعة لإرسال البيانات عبر الكبلات. إذ تحدد متطلبات الطبقة المادية الداعمة لعمليات تجميع القنوات، المحددة في التوصية [ITU-T J.222.2] لقطاع تقييس الاتصالات.

وتختلف ممارسات تخطيط الطيف الكبلي المعتمدة باختلاف الشبكات في العالم. لذا، فهي تشمل ثلاثة خيارات لتكنولوجيا الطبقة المادية، متساوية في الأولوية، كما لا يلزمها أن تكون قابلة للتشغيل البيني. ويقوم الخيار التكنولوجي الأول على أساس التوزيع التلفزيوني المتعدد البرامج في الاتجاه الهابط بمباعدة القنوات وتشكيلها بمقدار 6 MHz وفقاً لتوصية القطاع [ITU-T J.83-B]. ويُستخدم الخيار الثاني حيث يبلغ مقدار مباعدة القنوات وتشكيلها 8 MHz وفقاً للتوصية [ETSI EN 300 429] للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)، بينما يُستخدم الخيار التكنولوجي الثالث حيث يبلغ مقدار مباعدة القنوات وتشكيلها 6 MHz وفقاً لتوصية القطاع [ITU-T J.83-C]. ويشترك الخياران الأول والثاني في مجموعة الاختيارات المتعلقة بسرعة الرموز في الاتجاه الصاعد، بينما يقدم الخيار الثالث مجموعة مختلفة منها. ولجميع هذه الخيارات الوضع نفسه رغم أن هيكل الوثيقة لا يعكس هذه المساواة في الأولوية. ويحدَّد الخيار الأول من هذه الخيارات في القسمين 5 و6 من هذه التوصية، بينما يحدَّد الثاني بالاستعاضة عن مضمون هذين القسمين بمضمون الملحق B، ويحدَّد الخيار الثالث بالاستعاضة عن مضمون هذين القسمين بمضمون الملحق D. وعليه، تنطبق التوصيتان [ITU-T J.83-B] و[CEA-542-B] على الخيار الأول فقط وتنطبق التوصية [ETSI EN 300 429] على الخيار الثاني فقط، بينما لا تنطبق التوصية [ITU-T J.83-C] إلا على الخيار الثالث. ويتطلب الامتثال لهذه التوصية تنفيذ أحد هذه الخيارات، لا كلها. إذ لا يلزم أن تكون التجهيزات المتصلة بخيار منهم قابلة للتشغيل مع التجهيزات المتصلة بأي من الخيارين الآخرين.

وتُتيح هذه التكنولوجيات الاختيارية المتعلقة بالطبقة المادية للمشغِّلين قدراً من المرونة في مناطق التشغيل التي كُلِّفوا بها، بما يشمل جميع عمليات تخطيط الترددات ومتطلبات التوافق الكهرمغنطيسي (EMC) والسلامة. فعلى سبيل المثال، قد تكون التجهيزات المتصلة بالخيار القائم على أساس 6 MHz في الاتجاه الهابط، المحدَّد في القسمين 5 و6 من هذه التوصية، قابلة للنشر في أي من خطط القنوات 8 MHz. ولا تشمل هذه التوصية مسألة الامتثال لتخطيط الترددات ومتطلبات التوافق الكهرمغنطيسي ويظل المشغِّلون المسؤولين عنها. كما أن التوافق العكسي مع الإصدارات السابقة من هذه التكنولوجيا [ITU-T J.122] غير مضمون إلا في رَتْل الخيار التكنولوجي ذاته المشار إليه أعلاه، وليس فيما بين مختلف الخيارات التكنولوجية ذات الصلة.

2.1 معلومات أساسية

1.2.1 شبكات النفاذ العريضة النطاق

يُفترض وجود شبكة نفاذ عريضة النطاق مؤلفة من كبلات محورية، وقد تتخذ شكل شبكة كبلات محورية كلياً أو شبكة هجينة من الألياف والكبلات المحورية (HFC). ويُستخدم هنا مصطلح "الشبكة الكبلية" العام ليشمل كلتا الحالتين.

وتقوم الشبكة الكبلية على معمارية الشجرة والفروع وخاصية الإرسال التماثلي. وفيما يلي بيان للخصائص الوظيفية الرئيسية المفترضة في هذه التوصية:

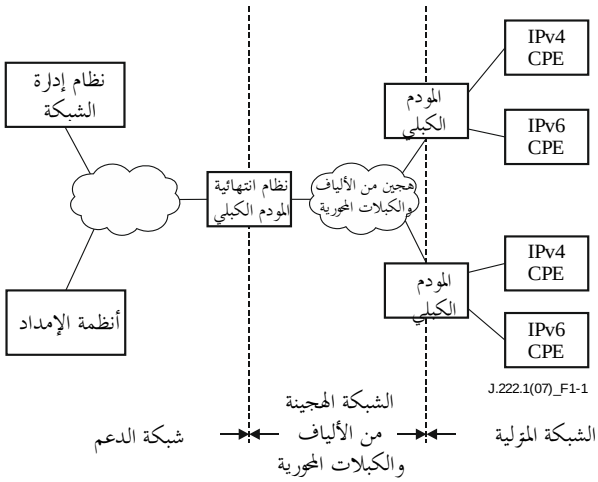
- الإرسال الثنائي الاتجاه؛
- حد أقصى للمباعدة البصرية/الكهربائية بين نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) وأبعد مودم كبلي (CM) مقداره 100 ميل في كل اتجاه، وإن كانت المسافة الفاصلة القصوى النمطية قد تتراوح بين 10 أميال و15 ميلاً؛
- حد أقصى للمباعدة البصرية/الكهربائية التفاضلية بين نظام CMTS وأقرب وأبعد مودمَيْن مقداره 100 ميل في كل اتجاه، وإن كان قد يقتصر نمطياً على 15 ميلاً.

وإذا كانت سرعة الانتشار في الألياف تقرب من 1,5 ns/ft، فإن المباعدة بينها بمقدار 100 ميل في كل اتجاه يؤدي إلى حدوث تأخير في زمن الانتشار ذهاباً وإياباً بحوالي 1,6 ms.

2.2.1 معماريات الشبكات والأنظمة

1.2.2.1 الشبكة الوافية بمواصفات السطوح البينية في خدمة إرسال البيانات عبر الكبلات (شبكات DOCSIS)

يبين الشكل 1-1 العناصر المشاركة في توفير خدمات DOCSIS على النحو التالي:



IPv4 CPE: تجهيزات منشآت العملاء الداعمة للإصدار الرابع من بروتوكول الإنترنت

IPv6 CPE: تجهيزات منشآت العملاء الداعمة للإصدار السادس من بروتوكول الإنترنت

الشكل 1-1 – الشبكة الوافية بمواصفات السطوح البينية في خدمة إرسال البيانات عبر الكبلات (شبكة DOCSIS)

يتصل المودم الكبلي بشبكة المشغِّل الهجينة من الألياف والكبلات المحورية (HFC) وبشبكة منزلية ويربط حِزَم البيانات بينهما. ويمكن للأجهزة المتعلقة بتجهيزات منشآت العملاء (CPE) الاتصال بالسطوح البينية للشبكة المحلية (LAN)، الخاصة بالمودم الكبلي. وقد تكون أجهزة CPE هذه مدمجة مع المودم الكبلي في جهاز واحد أو قد تكون منفصلة وقائمة بذاتها، على النحو المبين في الشكل 1-1. ويمكن أن تستخدم أجهزة CPE الإصدار الرابع (IPv4) أو السادس (IPv6) من بروتوكول الإنترنت (IP) أو شكليْ عنونة IP هذين كليهما. ومن أمثلة أجهزة CPE النمطية المسيِّرات المنزلية وأجهزة الاستقبال والحواسيب الشخصية، إلخ.

ويقوم نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) بتوصيل شبكة الدعم والشبكة الأساسية الخاصتين بالمشغِّل بشبكة HFC. ومهمته الأساسية إعادة توجيه الحِزَم بين هذين المجالين، فضلاً عن إعادة توجيهها بين قنوات الاتجاه الصاعد وقنوات الاتجاه الهابط على شبكة HFC.

ويُستخدم العديد من التطبيقات لتوفير تشكيل الدعم وتقديم غير ذلك من أشكال الدعم للأجهزة المشغَّلة على شبكة DOCSIS. وتَستخدم هذه التطبيقات الإصدار IPv4 و/أو IPv6 حسبما تقتضيه عملية النشر نفسها التي يُجريها المشغِّل. ومن هذه التطبيقات ما يلي:

- *أنظمة الإمداد*

  – تزود مُخدِّمات بروتوكول تشكيل المضيف الديناميي (DHCP) المودم الكبلي بمعلومات أولية عن التشكيل، من بينها عناوين IP للأجهزة، وذلك عند تشغيل المودم.

  – يُستعمل مخدِّم ملف التشكيل (Config File) بنسق ثنائي ويتيح تشكيل مَعلمات المودم الكبلي. كما يُستعمل هذا المخدِّم لتنزيل التحديثات البرمجية على المودم الكبلي.

  – يزود مخدِّم البروتوكول الزمني عملاء هذا البروتوكول، وهم عادةً المودمات الكبلية، بالزمن الحالي في اليوم.

  – يقدم مخدِّم إبطال الشهادات بيانات بحالة الشهادات.

- *أنظمة إدارة الشبكات (NMS)*

  – يمكّن مدير بروتوكول إدارة الشبكة البسيط (SNMP) المشغِّل من تشكيل ورصد الطرفين الفاعليْن في هذا البروتوكول، وهما عادةً المودم الكبلي ونظام انتهائية المودم الكبلي.

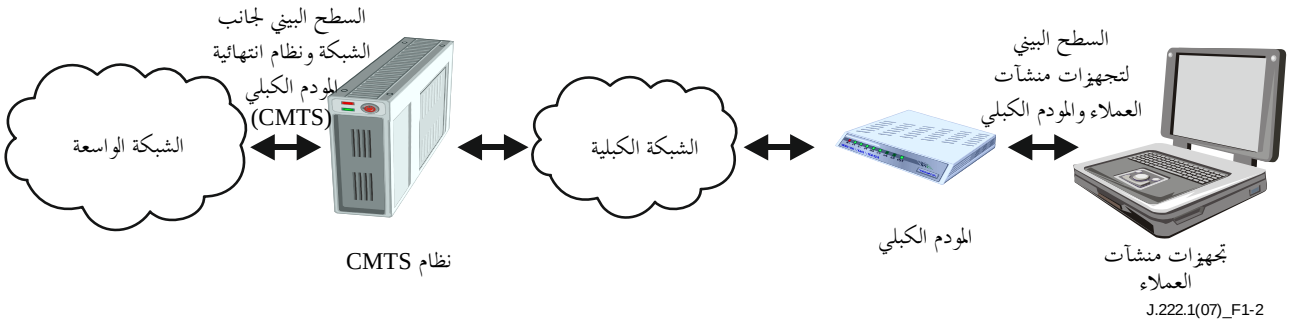
  – يجمع مخدِّم Syslog الرسائل المتعلقة بتشغيل الأجهزة.

  – يمكِّن مخدِّم جامع سجل تفاصيل بروتوكول الإنترنت (IPDR) المشغِّل من جمع الإحصاءات الضخمة بكفاءة.

3.2.1 أهداف الخدمة

نظراً إلى قيام مشغّلي الأنظمة الكبلية بنشر خدمات البيانات العالية السرعة على أنظمة التلفزيون الكبلي على نطاق واسع، فقد زاد الطلب على عرض النطاق. إضافةً إلى ذلك، فقد ازداد حجم الشبكات إلى حدٍّ أصبحت معه القيود المفروضة على عناوين الإصدار الرابع من بروتوكول الإنترنت (IPv4) تشكل عبئاً على عمليات هذه الشبكات. وبالتالي، فمن المناسب، إضافة سمات جديدة إلى مضمون التوصيات المتعلقة بشبكات DOCSIS بغرض زيادة سعة ما بها من قنوات وتعزيز أمن هذه الشبكات وزيادة إمكانية عنونة عناصرها ونشر عروض خدمية جديدة.

ويتيح نظام DOCSIS نقل حركة بروتوكول الإنترنت (IP) بشفافية وفي اتجاه ثنائي، بين محطة توزيع النظام الكبلي ومواقع العملاء، على الشبكة الكبلية المؤلفة كلياً من كبلات محورية أو الهجينة من الألياف والكبلات المحورية (HFC). ويبين الشكل 1-2 هذه العملية على نحو مبسط.



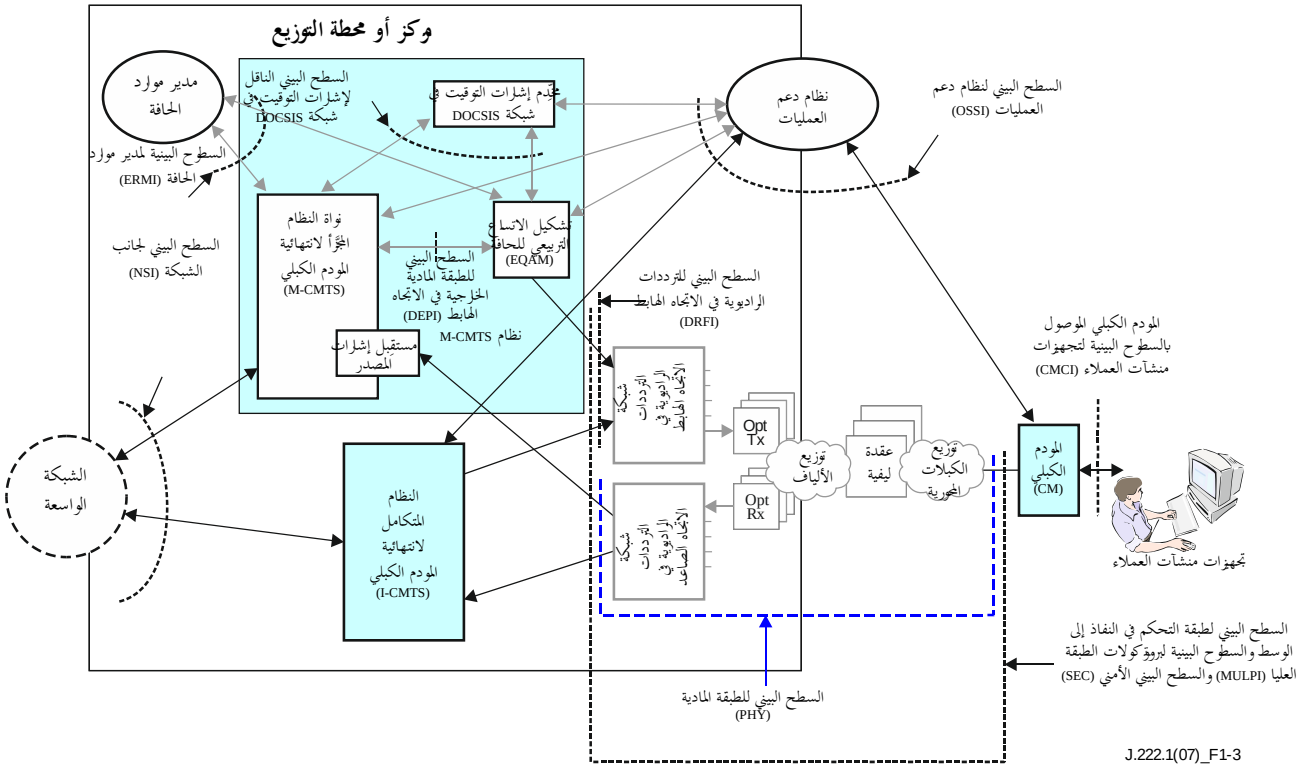
الشكل 1-2 – شفافية حركة بروتوكول الإنترنت بنظام إرسال البيانات عبر الكبلات

4.2.1 بيان مدى التوافق

تحدد هذه التوصية خصائص السطح البيني المشار إليه عادةً بالجيل الثالث من مواصفات السطوح البينية في خدمة إرسال البيانات عبر الكبلات (DOCSIS 3.0)، المسبوق بالجيلين DOCSIS 1.x وDOCSIS 2.0. **ويجب** أن يتفق السطح البيني DOCSIS 3.0 توافقاً عكسياً ومباشراً مع التجهيزات المتعلقة بالتوصيات السابقة. **ويجب** أن تكون المودمات الكبلية (CM) الممتثلة للمواصفات DOCSIS 3.0 قابلة للتشغيل بسلاسة مع أنظمة انتهائية المودمات الكبلية (CMTS) الممتثلة للمواصفات DOCSIS 2.0 وDOCSIS 1.x، وإن كانا من الإصدارين 2.0 و1.x، وذلك بحسب الأحوال. كما **يجب** أن تكون أنظمة CMTS الممتثلة للمواصفات DOCSIS 3.0 قادرة على أن تدعم بسلاسة المودمات الكبلية الممتثلة للمواصفات DOCSIS 2.0 وDOCSIS 1.x.

5.2.1 المعمارية المرجعية

يبين الشكل 1-3 المعمارية المرجعية لخدمات إرسال البيانات عبر الكبلات وللسطوح البينية لأنظمة الإرسال هذه.



ملاحظة: تمثل الأجزاء المظللة بلون أفتح وظائف متصلة بهذه المعمارية، لكنها تخرج عن نطاق هذه التوصية.

Opt.Tx: قوة إرسال وحدة الإرسال والاستقبال البصرية (Opt.Tx)

Opt.Rx: قوة استقبال وحدة الإرسال والاستقبال البصرية (Opt.Rx)

الشكل 1-3 – المعمارية المرجعية لنظام إرسال البيانات عبر الكبلات

6.2.1 التوصيات المتعلقة بالمواصفات DOCSIS 3.0

يورد الجدول 1-1 قائمة بتوصيات السلسلة المتعلقة بالمواصفات DOCSIS 3.0.

الجدول 1-1 – سلسلة التوصيات المتعلقة بالمواصفات DOCSIS 3.0

الاسم	العنوان
J.222.1	الجيل الثالث من أنظمة الإرسال في خدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي – المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت: مواصفات الطبقة المادية
J.222.2	أنظمة الإرسال من الجيل الثالث لخدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي – المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت: التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC) وبروتوكولات الطبقة العليا
SCTE 135-4	مواصفات السطوح البينية لأنظمة دعم العمليات.
J.222.3	الجيل الثالث من أنظمة الإرسال في خدمة التلفزيون الكبلي التفاعلي – المودمات الكبلية في بروتوكول الإنترنت: الخدمات الأمنية.

وتعرّف هذه التوصية السطح البيني للطبقة المادية.

2 المراجع

1.2 المراجع المعيارية

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 للمراجعة، 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.

[ITU-T H.222.0] التوصية ITU-T H.222.0 (2006) | المعيار ISO/IEC 13818-1:2007، *تكنولوجيا المعلومات – تشفير تنوعي للصور المتحركة والمعلومات الصوتية المصاحبة: الأنظمة.*

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

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

[ITU-T J.122] التوصية ITU-T J.122 (2002)، *أنظمة الإرسال من الجيل الثاني لخدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي – المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت.*

[ITU-T J.210] التوصية ITU-T J.210 (2006)، *سطوح بينية لتردد راديوي هابط لأنظمة إنهاء مودم بكابل.*

[ITU-T J.222.2] التوصية ITU-T J.222.2 (2007)، *أنظمة الإرسال من الجيل الثالث لخدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي – المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت: التحكم في النفاذ إلى الوسط* (MAC) *وبروتوكولات الطبقة العليا.*

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

[IEC 61169-24] IEC 61169-24 (2001), *Radio-frequency connectors – Part 24: Sectional specification – Radio frequency coaxial connectors with screw coupling, typically for use in 75 ohm cable distribution systems (type F)*.

[SCTE 02] ANSI/SCTE 02 (2006), *Specification for "F" Port, Female, Indoor*.

[SCTE 135-4] SCTE 135-4 (2007), *DOCSIS 3.0 Part 4: Operations Support System Interface*.

2.2 المراجع الإعلامية

[ITU-T J.214] التوصية ITU-T J.214 (2007)، *السطح البيني لمضاهاة تعدد إرسال بتقسيم الزمن (TDM) في مودم كبلي.*

[Article 23/26] Articles 23 and 26, *Regulations for Enforcement of the Cable Television Broadcast Law*, Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan.

[CableLabs1] *Digital Transmission Characterization of Cable Television Systems*, Cable Television Laboratories, Inc., November 1994.

[CEA-542-B] CEA-542-B: *CEA Standard: Cable Television Channel Identification Plan*, July 2003.

[ETSI EG 201 212] ETSI EG 201 212 V1.2.1 (1998), *Electrical safety; Classification of interfaces for equipment to be connected to telecommunication networks*.

[EN 50083-1] CENELEC EN 50083-1:1993, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: Safety requirements*.

[EN 50083-2] CENELEC EN 50083-2:2006, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment*.

[EN 50083-7] CENELEC EN 50083-7:1996, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 7: System performance*.

[EN 50083-10] CENELEC EN 50083-10:2002, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 10: System performance for return paths*.

[EN 60950-1] CENELEC EN 60950-1:2002, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*.

[EN 61000-6-1] CENELEC EN 61000-6-1:2007, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*.

[EN 61000-6-3] CENELEC EN 61000-6-3:2007, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*.

[NCTA] *NCTA Recommended Practices for measurements on Cable Television Systems*, National Cable and Telecommunications Association, Washington DC, 2nd Edition, revised October 1993.

3.2 المصادر المرجعية

المختبرات المتحدة للتلفزيونات الكبلية، http://www.cablelabs.com/

CENELEC: اللجنة الأوروبية للتقييس الكهرتقني، http://www.cenelec.org

EIA: تحالف الصناعات الإلكترونية، http://www.eia.org/new_contact/

ETSI: المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات، http://www.etsi.org/services_products/freestandard/home.htm

فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF)، http://www.ietf.org/

ISO: المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO)، http://www.iso.org/iso/en/xsite/contact/contact.html

ITU: الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، http://www.itu.int/home/contact/index.html

3 تعاريف

تعرّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.3 الشفرات النشطة (active codes): مجموعة شفرات التمديد الحاملة للمعلومات في تقنية النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA) في الاتجاه الصاعد. أما المجموعة المكمِّلة، أي الشفرات غير المستخدمة، فتظل معطَّلة ولا يجري إرسالها. وقد يكون لخفض عدد الشفرات النشطة إلى أقل من عددها الأقصى، وهو 128 شفرة، مزايا من بينها متانة مستوى التشغيل في وجود ضوضاء ملوَّنة.

2.3 التوزيع (allocation): مجموعة الفواصل الصغيرة المتلاصقة في خريطة توزيع عرض النطاق (MAP)، التي تشكل إمكانية إرسال واحدة.

3.3 خريطة توزيع عرض النطاق (bandwidth allocation map) (MAP): الرسالة الإدارية الظاهرة في طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC)، التي يستخدمها نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) لإسناد إمكانيات الإرسال للمودمات الكبلية.

4.3 عرض نطاق الالتقاط (capture bandwidth) (CBW): مجموع نطاقات التوليف الواردة في قائمة نطاقات التوليف (TB) بالميغاهيرتز.

5.3 تجميع القنوات (channel bonding): عملية منطقية لتجميع حِزَم البيانات المستقبَلة على عدة قنوات منفصلة في تدفق بيانات واحد أعلى سرعةً. ويمكن تنفيذ عملية تجميع القنوات بلا قيود على القنوات في الاتجاه الصاعد أو الاتجاه الهابط.

6.3 وحدة مُزيل التشكيل (demodulator module): هي كيان مادي بالمودم الكبلي يزيل تشكيل أي مجموعة مؤلفة من قناة متلاصقة واحدة أو أكثر في عرض نطاق واحد (إما 6 MHz أو 8 MHz) في خَرْج مُولِّف واحد.

7.3 المواصفات DOCSIS 1.x: الإصدار 1.0 أو 1.1 من المواصفات DOCSIS (DOCSIS 1.0 أو DOCSIS 1.1). وDOCSIS اختصار باللغة الإنكليزية لمصطلح مواصفات السطوح البينية في خدمة إرسال البيانات عبر الكبلات.

8.3 المدى الترددي الصاعد الممتد (extended upsteam frequency range): مدى تردد اختياري في الاتجاه الصاعد يمكن للمودم الكبلي الإرسال عليه. وهو 5-85 MHz في الخيار التكنولوجي القائم على مباعدة القنوات في الاتجاه الهابط بمقدار 6 MHz. أما الخيار التكنولوجي القائم على مباعدة القنوات في الاتجاه الهابط بمقدار 8 MHz، فلم يُحدَّد له مدى ترددي صاعد ممتد.

9.3 شفرة استخدام فاصل الإرسال (interval usage code) (IUC): مجال في كل من خريطة توزيع عرض النطاق (MAP) وواصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) يربط البيانات الوصفية للرشقات بالتصاريح.

10.3 أقصى عدد للقنوات المجمَّعة في الاتجاه الهابط (maximum downstream bonded channels) (MDBC): أقصى عدد من القنوات المجمَّعة في الاتجاه الهابط يدعمه المودم الكبلي (انظر تجميع القنوات).

11.3 عدد الشفرات الموزَّعة (number of allocated codes): مجموع عدد الشفرات التي يستخدمها مودم كبلي واحد في رَتْل واحد من أرتال النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA). ويتحدد هذا العدد تبعاً لحجم التصاريح الموجودة في الفواصل الصغيرة وكيفية التقابل بين هذه الفواصل الصغيرة وأرتال S-CDMA (لاحظ أن المودم الكبلي قد يتلقى عدة تصاريح يجري موافقتها مع ما يقابلها في رَتْل S-CDMA واحد). وعدد الشفرات الموزعة قد يتراوح بين عدد الشفرات في كل فاصل زمني صغير وعدد الشفرات النشطة، وقد يختلف من رَتْل إلى آخر لكنه ثابت في الرَّتْل الواحد.

12.3 رَتْل النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA frame): تمثيل ثنائي الأبعاد للفواصل الصغيرة، حيث البُعدين هما الشفرات والزمن. ويتألف رَتْل S-CDMA من الشفرات النشطة "p" في البُعد الشفري وفواصل التمديد "K" في البُعد الزمني. ويتحدد عدد الفواصل الصغيرة في رَتْل S-CDMA بعدد الشفرات في كل فاصل صغير (c) وp، وعدد الأكواد النشطة في الرَّتْل. وبالتالي يتضمن كل رَتْل من أرتال S-CDMA فواصل صغيرة بقيمة s، حيث p/c = s، ويتضمن كل من الفواصل الصغيرة رموز المعلومات c*K (في أسلوب تشكيل الاتساع التربيعي (QAM)).

13.3 الرَّتْل الفرعي للنفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA subframe): الرَّتْل الفرعي هو مجموعة فرعية من رَتْل S-CDMA أصغر منها رأسياً يُجرى عليه التشذير، حيث تمثل الشفرات 'R البُعد الرأسي وتكون 'p ≥ R (عدد الشفرات النشطة). ويُستخدم الرَّتْل الفرعي بوجه عام لتقييد منطقة التشذير بحيث يكون حجمها مماثلاً لطول كلمة ريد–سولومون (Reed-Solomon) الشفرية حمايةً من الضوضاء النبضية.

14.3 الشفرات النشطة المتاح اختيارها (selectable active codes) (SAC): منهجية لتحديد مجموعة الشفرات النشطة والشفرات المكمِّلة لها وهي مجموعة الشفرات غير المستخدمة. وفي أسلوب SAC 1، لا تُستخدم مجموعة متوالية من الشفرات المبدوءة بالشفرة صفر. وفي أسلوب SAC 2، يمكن اختيار الشفرات النشطة عن طريق سلسلة من 128 بتّة.

15.3 رمز التمديد (spread symbol): عند خَرج المِمدِّد، هو مجموعة نبضات مؤلفة من 128 نبضة، تتضمن شفرة تمديد واحدة في قناة S-CDMA، وهو ناتج تمديد رمز واحد من رموز المعلومات (في كوكبة QAM) يُشار إليه بـ "رمز التمديد".

16.3 رشقة المُمدِّد المُطفأ في قناة النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (spreader-off S-CDMA burst): مدة الإرسال من مودم كبلي واحد في رَتْل مُمدِّد مُطفأ في قناة S-CDM، المحددة بالفترة الزمنية بين بدء عمل مُرسِل المودم الكبلي وتوقفه عن الإرسال. وبصفة عامة توجد عدة رشقات للمُمدِّد المطفأ في رَتْله الواحد.

17.3 رَتْل المُمدِّد المُطفأ في قناة النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (spreader-off S-CDMA frame): الفواصل الصغيرة في قناة النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) على إحدى قنوات S-CDM يكون الممدِّد فيها مُطفأً. وتختلف هذه الفواصل الصغيرة عن رشقات TDMA في قناة TDMA في أن عدد الفواصل الصغيرة، مثلاً، في كل من أرتال الممدِّد المطفأ التي بها رشقات، في قناة S-CDM، مقيّدٌ بنفس عدد الفواصل الصغيرة في رَتْل أو أرتال الممدِّد المشغَّل في قناة S-CDM. ويكون هذا العدد من الفواصل الصغيرة أقل من عدد الفواصل الصغيرة TDMA في قناة TDMA خلال نفس الفاصل الزمني إذا كان عدد الشفرات النشطة أقل من 128 شفرة بكثير.

18.3 شفرات التمديد (spreading codes): عائلة من الشفرات الرقمية المتعامدة تُستخدم في تشكيل قناة S-CDMA بتمديد الطيف بالتتابع المباشر.

19.3 فاصل التمديد (spreading interval): تُدعى مدة رمز التمديد (128 نبضة) "فاصل التمديد".

20.3 المدى الترددي الصاعد القياسي: مدى التردد اللازم في الاتجاه الصاعد، الذي يمكن للمودم الكبلي الإرسال عليه. وهو 5-42 MHz في الخيار التكنولوجي القائم على مباعدة القنوات في الاتجاه الهابط بمقدار 6 MHz. أما في الخيار التكنولوجي القائم على مباعدة القنوات في الاتجاه الهابط بمقدار 8 MHz، فالمدى الترددي الصاعد القياسي هو 5-65 MHz.

21.3 النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (synchronous-code division multiple access) (S-CDMA): إحدى تكنولوجيات الطبقة المادية للنفاذ المتعدد يمكن فيها لمرسلات مختلفة تقاسم قناة واحدة في الوقت ذاته. ويحافَظ على تباين فرادى الإرسالات بعضها عن بعض بتخصيص "شفرة" متعامدة لكل إرسال. ويحافَظ على هذا التعامد بدقة تزامن جميع المرسلات بعضها مع بعض.

22.3 دَقَّة (tick): الفواصل الزمنية البالغ مقدارها 6,25 µs التي تشكل المرجع لتحديد الفواصل الصغيرة وأوقات الإرسال في الاتجاه الصاعد.

23.3 واصف القناة في الاتجاه الصاعد (upstream channel descriptor) (UCD): الرسالة الإدارية للتحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC) المستخدمة لتبليغ المودمات الكبلية بخصائص الطبقة المادية في الاتجاه الصاعد.

4 الاختصارات والأسماء المختصرة والاصطلاحات

1.4 الاختصارات والأسماء المختصرة

ترد في هذه التوصية الاختصارات التالية:

AWGN	ضوضاء غوسيه البيضاء الإضافية *(Additive White Gaussian Noise)*
BER	معدل الخطأ في البتّات *(Bit Error Rate)*
CBW	عرض نطاق الالتقاط *(Capture Bandwidth)*
CL	مختبرات الكبلات *(CableLabs)*
CM	المودم الكبلي *(Cable Modem)*
CMTS	نظام انتهائية المودم الكبلي *(Cable Modem Termination System)*
C/N أو CNR	نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء *(Carrier-to-Noise Ratio)*
CPE	تجهيزات منشآت العملاء *(Customer Premises Equipment)*
CRC	الفحص الدوري للفائض *(Cyclic Redundancy Check)*

CSO مركّب دقات من المرتبة الثانية *(Composite Second Order Beat)*

CTB مركّب ثلاثي الدقات *(Composite Triple Beat)*

CW الموجة المستمرة *(Continuous Wave)*

dBc وحدات ديسيبل بالنسبة إلى قدرة الموجة الحاملة (Decibels relative to carrier power)

DBC-REQ رسالة التحكم في النفاذ إلى الوسط لطلب تغيير التجميع الديْنامي للقنوات *(Dynamic Bonding Change Request MAC Message)*

DHCP بروتوكول التشكيل الدينامي للمضيف *(Dynamic Host Configuration Protocol)*

DOCSIS 1.x الإصدار 1.1 أو 1.0 من مواصفات السطوح البينية في خدمة إرسال البيانات عبر الكبلات *(Data-Over-Cable Service Interface Specification version 1.0 or 1.1)*

DOCSIS مواصفات السطوح البينية في خدمة إرسال البيانات عبر الكبلات *(Data-Over-Cable Service Interface Specification)*

DRFI السطح البيني للترددات الراديوية في الاتجاه الهابط *(Downstream Radio Frequency Interface)*

DRW نافذة المدى الدينامي *(Dynamic Range Window)*

DS الاتجاه الهابط *(Downstream)*

DTI السطح البيني الناقل لإشارات التوقيت في شبكة DOCSIS *(DOCSIS Timing Interface)*

EC الأخطاء المصحَّحة *(Errors Corrected)*

EMC التوافق الكهرمغنطيسي *(Electromagnetic Compatibility)*

EU الأخطاء التي لا يمكن تصحيحها *(Errors Uncorrectable)*

FC التحكم في الرَّتْل *(Frame Control)*

FCC الهيئة الفيدرالية للاتصالات *(Federal Communications Commission)*

FDMA النفاذ المتعدد بتقسيم الترددات *(Frequency Division Multiple Access)*

FEC التصحيح الأمامي للخطأ *(Forward Error Correction)*

FM تشكيل الترددات *(Frequency Modulation)*

GF حقل غالوا *(Galois Field)*

HFC النظام الهجين من الألياف البصرية والكبلات المحورية *(Hybrid Fibre/Coax System)*

HRC الموجات الحاملة التوافقية *(Harmonic Related Carriers)*

I المكوِّن المتوافق الطوْر في تشكيل الموجات *(In-phase modulation component)*

ICMP بروتوكول رسائل التحكم في الإنترنت *(Internet Control Message Protocol)*

IE عنصر المعلومات *(Information Element)*

IP بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*

IPDR سجل تفاصيل بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol Detail Record)*

IPv4	الإصدار الرابع من بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol version 4)*
IPv6	الإصدار السادس من بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol version 6)*
IRC	الموجات الحاملة المتزايدة *(Incremental Related Carriers)*
IUC	شفرة استخدام فاصل الإرسال *(Interval Usage Code)*
LAN	شبكة محلية *(Local Area Network)*
LFSR	مسجِّل الإزاحة ذو دالة التغذية المرتدّة الخطية *(Linear Feedback Shift Register)*
LLC	التحكم في الوصلة المنطقية *(Logical Link Control)*
LSB	أقل البتّات دلالةً *(Least Significant Bit)*
M/N	العلاقة بين العددين الصحيحين M وN الممثِّلة لنسبة معدل ميقاتية الرموز 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 الوسط *(Media Access Control)*
M-CMTS	نظام الانتهائية المجزَّأ للمودم الكبلي *(Modular Cable Modem Termination System)*
MDBC	أقصى عدد للقنوات المجمَّعة في الاتجاه الهابط *(Maximum Downstream Bonded Channels)*
MER	نسبة خطأ التشكيل *(Modulation Error Ratio)*
MIB	قاعدة معلومات الإدارة *(Management Information Base)*
MPEG	فريق خبراء الصور المتحركة *(Moving Picture Experts Group)*
MSB	أكثر البتّات دلالةً *(Most Significant Bit)*
MSC	أقصى عدد للشفرات المقرَّر استخدامها *(Maximum Scheduled Codes)*
MTC	تعدد قنوات الإرسال *(Multiple Transmit Channel)*
MULPI	السطح البيني لطبقة التحكم في النفاذ إلى الوسط والسطوح البينية لبروتوكولات الطبقة العليا *(MAC and Upper Layer Protocols Interface)*
N_a	عدد الشفرات النشطة *(Number of active codes)*
NACO	كيان التحكم في النفاذ إلى الشبكة *(Network Access Control Object)*
NCTA	الرابطة الوطنية للكبلات والاتصالات *(National Cable and Telecommunications Association)*
NMS	نظام إدارة الشبكة *(Network Management System)*
NTSC	اللجنة الوطنية لأنظمة التلفزيون *(National Television Systems Committee)*
OCAP	منصة تطبيقات الكبل المفتوح "OpenCable" *(Open Cable Application Platform)*
OSI	التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة *(Open Systems Interconnection)*
PAL	خط تناوب الصورة (نظام PAL) *(Phase Alternating Line)*
PAR	نسبة الذروة إلى المتوسط *(Peak to Average Ratio)*

PDU	وحدة بيانات البروتوكول *(Protocol Data Unit)*
PHY	الطبقة المادية *(Physical Layer)*
PLL	العروة مُحكمة الطوْر *(Phase Locked Loop)*
PMD	الطبقة الفرعية المعتمِدة على الوسط المادي *(Physical Media Dependent sublayer)*
PRS	المصدر المرجعي الرئيسي *(Primary Reference Source)*
Q	مكوّن تشكيل تربيعي *(Quadrature modulation component)*
QAM	تشكيل الاتساع التربيعي *(Quadrature Amplitude Modulation)*
QPSK	الإبراق التربيعي بزحزحة الطوْر *(Quadrature Phase-Shift Keying)*
RCC	تشكيل قنوات الاستقبال *(Receive Channel Configuration)*
RCP	خصائص قنوات الاستقبال *(Receive Channel Profile)*
REG-REQ	رسالة التحكم في النفاذ إلى الوسط لطلب التسجيل *(Registration Request MAC Message)*
RF	تردد راديوي *(Radio Frequency)*
RFI	السطح البيني للترددات الراديوية *(Radio Frequency Interface)*
RM	وحدة الاستقبال *(Receive Module)*
RMS	جذر متوسط التربيع *(Root Mean Square)*
RNG-RSP	رسالة التحكم في النفاذ إلى الوسط لقياس مدى الاستجابة *(Ranging Response MAC Message)*
R-S	أسلوب ريد–سولومون *(Reed Solomon)*
SAC	الشفرات النشطة المتاح اختيارها *(Selectable Active Codes)*
S-CDMA	النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات *(Synchronous-Code Division Multiple Access)*
SCTE	جمعية مهندسي الاتصالات الكبلية *(Society of Cable Telecommunications Engineers)*
SECAM	نظام الصورة الملونة التتابعية المصحوبة بذاكرة *(sequential colour with memory)*
SID	مُعرِّف الخدمة *(Service Identifier)*
SNMP	بروتوكول إدارة الشبكات البسيط *(Simple Network Management Protocol)*
STD	الخطة القياسية للقنوات *(Standard Channel Plan)*
TB	نطاق التوليف *(Tuning Band)*
TCM	التشكيل بالتشفير الشبكي *(Trellis Code Modulation)*
TCS	مجموعة قنوات الإرسال *(Transmit Channel Set)*
TDM	تعدد الإرسال بتقسيم الزمن *(Time Division Multiplexing)*
TDMA	النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن *(Time Division Multiple Access)*

TE-CMTS مضاهاة تعدد الإرسال بتقسيم الزمن في نظام انتهائية المودم الكبلي *(Time Division Multiplexing Emulation – Cable Modem Termination System)*

TEI السطح البيني لمضاهاة تعدد الإرسال بتقسيم الزمن *(TDM Emulation Interface)*

TLV النمط/الطول/القيمة *(Type/Length/Value)*

TSP معالج خدمة تعدد الإرسال بتقسيم الزمن *(Time Division Multiplexing Service Processor)*

UCD واصف القناة في الاتجاه الصاعد *(Upstream Channel Descriptor)*

UGS خدمة التصاريح غير المطلوبة *(Unsolicited Grant Service)*

XOR الدالة Or الحصرية *(Exclusive Or)*

2.4 مصطلحات

ترد الكلمات المحدِّدة لأهمية متطلبات معينة بالخط العريض في جميع أجزاء هذه التوصية، وهي:

"يجب" تدل هذه الكلمة على إلزام مطلق تفرضه هذه التوصية.

"يجب ألا" تدل هذه العبارة على حظر مطلق تفرضه هذه التوصية.

"ينبغي" تدل هذه الكلمة على أنه قد توجد أسباب وجيهة في بعض الظروف لإغفال الشيء أو البند المعيّن، ولكن يجدر أن يُراعى كل ما يترتب على إغفاله من انعكاسات وأن تُدرس الحالة بإمعان قبل الإقدام على تركه.

"ينبغي ألا" تدل هذه العبارة على أنه قد توجد أسباب وجيهة في بعض الظروف لاعتبار السلوك المذكور المعيّن مقبولاً أو حتى مفيداً، ولكن يجدر أن يُراعى كل ما يترتب على الأخذ به من انعكاسات، وأن تُدرس الحالة بإمعان قبل تنفيذ سلوك مشار إليه بإحدى هذه العبارات.

"يجوز"، "من الجائز"، "يمكن"، "من الممكن"، "يستطيع" تدل الكلمة على أن العنصر المعيّن اختياري حقاً. فقد يختار مورِّد إدراجه نظراً لطلبه في سوق معيّنة أو لأنه يحسّن المنتَج، في حين يختار مورِّد آخر إغفاله.

وتُعرِّف هذه التوصية عدة عناصر خدمة ومعلمات، ويتحدّد عادة لكل معلمة مدى صالح. كما تظهر دائماً الأحكام المتعلقة بمتطلبات المواد (CM وCMTS). و**يجب** أن تمتثل المواد لجميع المتطلبات ("**يجب**" و"**يجب ألاّ**") من أجل اعتبارها مطابقةً لهذه التوصية. أما توفير العناصر وقيم المعلمات غير الإلزامية فهو خياري.

وتطبّق هذه الاصطلاحات في رَتْل هذه التوصية في كل مرة يظهر فيها مجال البتة في شكل ما. وينبغي تفسير مجال البتة بقراءة الشكل من اليسار إلى اليمين ثم من الأعلى إلى الأسفل بحيث تكون البتة MSB هي أول بتة تُقرأ والبتة LSB هي الأخيرة.

5 الافتراضات التشغيلية

يبين هذا القسم خصائص محطة التلفزيون الكبلي المفترضة بغرض تشغيل نظام إرسال البيانات عبر الكبلات، ولا يبين مَعلمات نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) أو المودم الكبلي (CM). و**يجب** أن يكون نظام إرسال البيانات عبر الكبلات هذا قابلاً للتشغيل البيني في البيئة المبينة في هذا القسم.

ومتى كانت أي إشارة في هذا القسم إلى خطط الترددات، أو إلى مدى التوافق مع الخدمات الأخرى، تتعارض مع أي من المقتضيات القانونية المتعلقة بمنطقة التشغيل، تكون الغلبة للأخير. وأي ذكر للإشارات التماثلية المعتمدة من اللجنة الوطنية لأنظمة التلفزيون (NTSC) في قنوات 6 MHz لا يقتضي ضمناً أن هذه الإشارات موجودة مادياً.

1.5 الافتراضات المتعلقة بالتجهيزات

1.1.5 خطة الترددات

في الاتجاه الهابط، يُفترض أن يكون للنظام الكبلي نطاق تمرير بحافة أدنى قدرها إما 54 MHz أو 108 MHz، وحافة عليا يعتمد مقدارها على طبيعة عملية التنفيذ لكنه ينحصر نمطياً في المدى من 300 إلى 1002 MHz. وفي نطاق التمرير ذلك، يُفترض أن تكون إشارات التلفزيون التماثلي المعتمدة من اللجنة NTSC في قنوات 6 MHz موجودة في الخطط القياسية لترددات الموجات الحاملة التوافقية (HRC) أو الموجات الحاملة المتزايدة (IRC)، الواردة في التوصية [CEA-542-B]، فضلاً عن وجود إشارات رقمية ضيقة النطاق وعريضة النطاق.

وفي الاتجاه الصاعد، يمكن أن يكون للنظام الكبلي نطاق تمرير يتراوح بين 5-30 MHz أو 5-42 MHz أو 5-85 MHz. ويمكن أن تكون إشارات التلفزيون التماثلي المعتمدة من اللجنة NTSC في قنوات 6 MHz موجودة، فضلاً عن إشارات أخرى.

2.1.5 مدى التوافق مع الخدمات الأخرى

يجب أن يتعايش المودم الكبلي (CM) ونظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) مع جميع الخدمات القائمة على الشبكة الكبلية.

وعلى وجه الخصوص،

- **يجب** أن يكونا قابلين للتشغيل البيني في الطيف الكبلي المخصص للتشغيل البيني لنظام CMTS وCM، بينما يكون مُوازن الطيف الكبلي مشغولاً بأي مزيج من الإشارات التلفزيونية وغيرها من الإشارات؛
- **يجب ألا** يسبب CM ونظام CMTS تداخلات ضارة لأي من الخدمات الأخرى المخصصة للشبكة الكبلية الموجودة في الطيف الخارج عن نطاق الطيف الموزع لنظام CMTS.

ويُفهم التداخل الضار بأنه:

- تدهور غير قابل للقياس (أعلى مستوى من التوافق)؛
- أو تدهور لا يقل مستواه عن مستوى الانحطاط الممكن إدراكه فيما يتعلق بجميع الخدمات (مستوى قياسي أو متوسط من التوافق)؛
- أو تدهور لا يقل مستواه عن المستويات الدنيا المقبولة لدى دوائر الصناعة (كالمستوى الذي تحدده الهيئة الاتحادية للاتصالات (FCC) لخدمات الفيديو التماثلي، مثلاً) أو مقدمي الخدمات الأخرى (مستوى أدنى من التوافق).

3.1.5 أثر عزل الأعطال على المستعملين الآخرين

نظرا إلى أن إرسالات نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) تتم على وسائط مشتركة، أي على نظام يعمل من نقطة إلى نقاط متعددة، ينبغي أن تراعي إجراءات عزل الأعطال ما للأعطال ولهذه الإجراءات من آثار ضارة محتملة على العديد من مستعملي خدمات إرسال البيانات عبر الكبلات والخدمات الفيديوية وغيرها من الخدمات.

ولتفسير تعبير "آثار ضارة"، انظر القسم 2.1.5 أعلاه.

4.1.5 أجهزة النظام الكبلي الطرفية

يجب أن يفي المودم الكبلي (CM) بجميع اللوائح المعمول بها فيما يتعلق بأجهزة انتهائية المودم الكبلي وتجهيزات العملاء الجاهزة لتوصيلها بالخدمة الكبلية، على النحو المحدد في اللوائح الوطنية، ويُجَّد أن يفي CM بها بما يفوق درجة الكفاية. ولا يجوز استخدام أي من هذه المقتضيات المحددة بغرض تخفيف أي من المواصفات الواردة في أقسام أخرى من هذه التوصية.

2.5 الافتراضات المتعلقة بقنوات الترددات الراديوية

يجب في نظام إرسال البيانات عبر الكبلات، المشكَّل بمجموعة واحدة على الأقل من المعلمات المحدَّدة للطبقة المادية (مثل التشكيل، وعمق التشذير، إلخ.) من مجموعة الإعدادات القابلة للتشكيل المبيّنة في هذه التوصية، أن يكون قابلاً للتشغيل البيني على الشبكات الكبلية المحدَّدة خصائصها في هذا القسم. ويُحقَّق ذلك بحيث تسمح خاصية التصحيح الأمامي للخطأ بنفس العملية في النظام الكبلي سواء في وجود انحطاط لخصائص القنوات المبيّنة أدناه أو غيابه.

1.2.5 الإرسال في الاتجاه الهابط

يبين الجدول 5-1 خصائص إرسال قنوات الترددات الراديوية في الشبكة الكبلية في الاتجاه الهابط. وتفترض هذه الأرقام قيم إجمالي متوسط قدرة الإشارة الرقمية في عرض نطاق قناة 6 MHz في مستويات الموجة الحاملة، ما لم يُشَر إلى خلاف ذلك. وفيما يتعلق بمستويات الانحطاط، تفترض الأرقام الواردة في الجدول 5-1 قيم متوسط قدرة الإشارة في عرض النطاق الذي تُقاس فيه مستويات الانحطاط بالأسلوب القياسي في نظام التلفزيون الكبلي. وفيما يخص مستويات الإشارات التماثلية، تفترض الأرقام الواردة في الجدول 5-1 قيم ذروة القدرة الغلافية في عرض نطاق قناة 6 MHz. وتتحقق جميع هذه الأحوال بالتزامن. ولا يتجاوز أي مزيج من المعلمات التالية أياً من الحدود المذكورة للسطوح البينية، المحددة في أقسام أخرى من هذه التوصية.

الجدول 5-1 – الخصائص المفترضة لإرسال قنوات الترددات الراديوية في الاتجاه الهابط

المَعلمات	القيم
مدى التردد	إن المدى الاعتيادي لتشغيل المودم الكبلي في الاتجاه الهابط ينحصر بين 50 MHz و1 002 MHz. إلا أن القيم الواردة في هذا الجدول لا تنطبق إلا على الترددات ≤ 108 MHz (بما يشمل إصدارات المواصفات DOSIS السابقة للإصدار 3.0)
مباعدة قنوات الترددات الراديوية (عرض النطاق المصمَّم)	6 MHz
تأخر الانتقال من محطة التوزيع إلى أبعد عميل	≥ 0,800 ms (أقل من ذلك بكثير نمطياً)
نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في قناة 6 MHz	لا تقل عن 35 dB [1، 2]
نسبة الموجة الحاملة إلى تشوّه المركّب الثلاثي الدقّات	لا تقل عن 41 dB [1، 2]
نسبة الموجة الحاملة إلى تشوّه مركّب الدقّات من المرتبة الثانية	لا تقل عن 41 dB [1، 2]
نسبة الموجة الحاملة إلى التشكيل المتقاطع	لا تقل عن 41 dB [1، 2]
نسبة الموجة الحامة إلى أي تداخل آخر منفصل (إشارات الدخل)	لا تقل عن 41 dB [1، 2]
تموّج الاتساع	3 dB في عرض النطاق المصمَّم[1]
تموّج تأخر الزمرة في الطيف المشغول بنظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS)	75 ns في عرض النطاق المصمَّم[1]
حدود الانعكاسات الصغيرة في الصدى السائد	–10 dBc @ ≤ 0,5 µs –15 dBc @ ≤ 1,0 µs –20 dBc @ ≤ 1,5 µs –30 dBc @ > 1,5 µs[1]
التشكيل الطنيني للموجة الحاملة	لا يتجاوز –26 dBc (5%)[1]
الضوضاء الرشقية	لا تطول مدتها عن 25 µs عند متوسط سرعة قيمته 10 Hz [1]
أقصى مستوى للموجة الحاملة الفيديوية التماثلية في دخل المودم الكبلي	17 dBmV
أقصى عدد من الموجات الحاملة التماثلية	121

[1] أساليب القياس المحددة في [الرابطة الوطنية للكبلات والاتصالات] (NCTA) أو [المشروع 1 لشركة مختبرات الكبلات] (CableLabs 1).
[2] قيم مَقيسة بالنسبة إلى إشارة مُشكَّلة الاتساع التربيعي (QAM) مساوية للمستوى الفيديوي الإسمي في المحطة.

2.2.5 الإرسال في الاتجاه الصاعد

يبين الجدول 5-2 خصائص إرسال قنوات الترددات الراديوية في الشبكة الكبلية في الاتجاه الصاعد. ولا يتجاوز أي مزيج من المعلمات التالية أيا من حدود السطوح البينية، المذكورة والمحددة في أقسام أخرى من هذه التوصية. وفي هذا الاتجاه، يجري الإرسال من خرج المودم الكبلي في موقع العميل إلى محطة التوزيع.

الجدول 5-2 – الخصائص المفترضة لإرسال قنوات الترددات الراديوية في الاتجاه الصاعد

المَعلمات	القيم
مدى التردد	5 إلى 42 MHz من حافة إلى أخرى أو 5 إلى 85 MHz من حافة إلى أخرى
تأخر الانتقال من محطة التوزيع إلى أبعد عميل	≥ 0,800 ms (أقل من ذلك بكثير نمطياً)
نسبة الموجة الحاملة إلى التداخلي+ إشارات الدخل (إجمالي الضوضاء والتشوه والتشوه في المسيرات المشتركة والتشكيل المتقاطع وإجمالي إشارات الدخل المنفصلة والعريضة النطاق، باستثناء الضوضاء النبضية)	لا تقل عن 25 dB[1]
التشكيل الطنيني للموجة الحاملة	لا يتجاوز –23 dBc (7,0%)
الضوضاء الرشقية	لا تطول مدتها عن 10 µs عند متوسط سرعة قيمته 1 kHz في معظم الحالات[2، 3]
تموّج الاتساع عبر المدى الترددي العامل في الاتجاه الصاعد	0,5 dB/MHz
تموّج تأخر الزمرة عبر المدى الترددي العامل في الاتجاه الصاعد	200 ns/MHz
الانعكاسات الصغيرة – الصدى الوحيد	–10 dBc @ ≤ 0,5 µs –20 dBc @ ≤ 1,0 µs –30 dBc @ > 1,0 µs
تغير (خسارة) الكسب المعكوس الموسمي واليومي	لا يتجاوز 14 dB ما بين الحدين الأدنى والأقصى

[1] يمكن استخدام تقنيات تجنب إشارات الدخل أو تقنيات تحديد العتبات المسموح بها لضمان سلامة التشغيل في وجود إشارات دخل منفصلة ومتغيرة زمنياً قد يصل ارتفاع قدرتها إلى 10 dBc. وتَحقق هذه النسب غير مضمون إلا في القنوات ذات الموجات الحاملة الرقمية.

[2] خصائص الاتساع والتردد قوية بدرجة كافية لتقنيع الموجة الحاملة للبيانات، جزئياً أو كلياً.

[3] مستويات الضوضاء النبضية أكثر انتشاراً عند الترددات الأدنى (<15 MHz).

1.2.2.5 مدى الإتاحة

تُتاح الشبكة الكبلية نمطياً بنسبة تفوق 99% بكثير.

3.5 مستويات الإرسال

يكون مستوى القدرة الإسمي لإشارة (لإشارات) المودم الكبلي في الاتجاه الصاعد أدنى ما يمكن بما يحقق الهامش اللازم فوق مستويي الضوضاء والتداخل. وعند تحديد مستويات الإشارات في الاتجاه الصاعد، من الشائع استخدام حمولة قدرة منتظمة لكل وحدة من وحدات عرض النطاق، ويحدد مشغِّل الشبكة الكبلية مستويات معينة لتحقيق نسبتي الموجة الحاملة إلى الضوضاء والموجة الحاملة إلى التداخل اللازمتين.

4.5 عكس التردد

لا يوجد عكس لأي ترددات في مسير الإرسال لا في الاتجاه الهابط ولا في الاتجاه الصاعد، أي أن حدوث تغير ترددي إيجابي عند دَخل الشبكة الكبلية سيؤدي إلى حدوث تغير ترددي إيجابي عند خَرْجها.

6 مواصفات الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي

1.6 مجال التطبيق

ينطبق هذا القسم من التوصية على الخيار التكنولوجي الأول المشار إليه في القسم 1.1. وفيما يخص الخيار التكنولوجي الثاني، ارجع إلى الملحق B. أما عن الخيار الثالث، فارجع إلى الملحق D.

وتحدد هذه التوصية الخصائص الكهربائية للمودم الكبلي (CM) ونظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) وعمليات معالجة الإشارات فيهما. والغرض من هذه التوصية تحديد قابلية التشغيل البيني للمودم ونظام CMTS بحيث تكون جميع عمليات تنفيذ المودم قابلة للتشغيل مع جميع نظم CMTS. ولا تستهدف هذه التوصية الإشارة ضمنياً إلى عملية تنفيذ بعينها.

2.6 الاتجاه الصاعد

1.2.6 استعراض عام

تَستخدم الطبقة الفرعية المعتمِدة على الوسط المادي (PMD) في الاتجاه الصاعد نسق نمط الرشقة في تقنية النفاذ المتعدد بتقسيم الترددات (FDMA)/تقنية النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) (المشار إليها هنا بأسلوب TDMA) أو في أسلوب TDMA/FDMA/النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA) (المشار إليه هنا بأسلوب S-CDMA)، ويُتيح هذا النسق ست سرعات وأنساق متعددة للتشكيل. ويتولى نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) تشكيل استخدام أسلوب TDMA أو أسلوب S-CDMA عبر رسالة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC).

ويشير أسلوب FDMA (النفاذ المتعدد بتقسيم الترددات) إلى وجود عدة قنوات للترددات الراديوية مخصَّصة في النطاق الصاعد. وفي هذا الأسلوب يُرسل المودم الكبلي (CM) على قناة واحدة أو أكثر ويمكن إعادة تشكيله لتغيير القنوات.

و**يجب** أن يدعم المودم ما لا يقل عن أربع قنوات نشطة في الاتجاه الصاعد (المشار إليها بأنها مجموعة قنوات الإرسال لذلك المودم).

ويُبلغ المودم الكبلي نظام CMTS بقدرته من حيث أقصى عدد للقنوات في الاتجاه الصاعد وبعض الخصائص الأخرى المتصلة بقدرة المودم (القسم 25.2.6).

و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تشغيل جميع القنوات القائمة في مجموعة قنوات الإرسال، بالتزامن، وفي أي موقع بالنطاق الصاعد، رهناً بمراعاة أي قيود مفروضة على قدرة الإرسال في جميع القنوات ومسألة إعادة تشكيل بعض خواص الإرسال (انظر القسمين 19.2.6 و20.2.6 وأقسامهما الفرعية). و**يجب** أن يكون نظام CMTS قادراً على تخصيص واستقبال جميع قنوات الترددات الراديوية في أي موقع بالنطاق الصاعد. كما **يجب** أن يحدد نظام CMTS عدد القنوات المخصصة والتردد المركزي لكل منها وسائر النعوت الأخرى للقنوات. و**يمكن** أن يغير نظام CMTS عدد القنوات المخصصة ونعوت القنوات. ولكل قناة من قنوات الترددات الراديوية المجموعة الخاصة بها من مَعلمات واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD)، على النحو المحدد في القسم 3.4.6 من التوصية [ITU-T J.222.2].

أما أسلوب TDMA (النفاذ المتعدد بتقسيم الترددات) فيشير إلى أن لإرسالات الاتجاه الصاعد طبيعة رشقية، وفيه تشترك عدة مودمات كبلية في قناة تردد راديوي معينة بالتخصيص الدينامي لفواصل زمنية. ويشير أسلوب S-CDMA (النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات) إلى إمكانية أن ترسل عدة مودمات كبلية في آن واحد على نفس قناة التردد الراديوي وخلال نفس الفاصل الزمني في أسلوب TDMA، في حين تظل منفصلة عن بعضها بشفرات متعامدة مختلفة.

وتُستخدم في هذه التوصية الاصطلاحات التالية. فيما يتعلق بأسلوب TDMA، يشير مصطلح "سرعة التشكيل" إلى سرعة رمز قناة التردد الراديوي (من 160 إلى 120 5 ksmy/s). وفيما يخص أسلوب S-CDMA، يشير مصطلح "سرعة التشكيل" إلى "سرعة النبضة" وهي سرعة (من 280 1 إلى 120 5 kHz) فرادي عناصر (نبضات) شفرة التمديد في S-CDMA. وتُمثَّل سرعات التشكيل بوحدة "هرتز" (Hz) للإشارة إلى عدد الرموز في الثانية في أسلوب TDMA، وعدد النبضات في الثانية في أسلوب S-CDMA. و"فاصل التشكيل" هو مدة الرمز (في أسلوب TDMA) أو مدة النبضة (في أسلوب S-CDMA) وهو المقابل لسرعة التشكيل.

ويشير "رمز التمديد" عند خرج المِمدِّد إلى مجموعة نبضات مؤلفة من 128 نبضة تتضمن شفرة تمديد واحدة في قناة S-CDMA، وهو ناتج تمديد رمز واحد من رموز المعلومات (في كوكبة QAM). وتُدعى مدة رمز التمديد (128 نبضة) "فاصل التمديد". ويُقصد بـ "الرشقة" إرسال ترددي راديوي مادي يتضمن تمهيداً واحداً وبيانات ويشهد (في انعدام رشقات أخرى سابقة ولاحقة له) صعوداً وهبوطاً في طاقة التردد الراديوي.

وفي بعض الحالات، تُستخدم أصفار منطقية أو أرقام 1 منطقية لإضافة فدرات بيانات، ليشير ذلك إلى بيانات ثنائية البتّات بقيمة صفر أو 1، وهو ما يسفر عن إرسال طاقة ترددية راديوية غير صفرية. وفي حالات أخرى، يُستخدم صفر عددي للدلالة، مثلاً، على الرموز التي لا ينتج عنها إرسال طاقة ترددية راديوية (بعد أخذ صعود الإرسال وهبوطه في الحسبان).

وعن نسق التشكيل، فيشمل تحديد شكل النبضات تحقيقاً للكفاءة الطيفية، ويتسم بمرونة ترددات الموجات الحاملة، ويمكن فيه اختيار مستوى قدرة الخرج.

وتدعم كل رشقة ترتيب مَرن للتشكيل، وسرعة تشكيل، وتمهيد، وحمولة عشوائية، ونظام تشفير للتصحيح الأمامي للخطأ (FEC) قابل للبرمجة (FEC).

ويستطيع نظام CMTS تشكيل جميع مَعلمات الإرسال الصاعد المتصلة بإرسالات الرشقات الخارجة من المودم الكبلي، وذلك عبر رسالة التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC). والعديد من هذه المعلمات قابل للبرمجة على أساس كل رشقة.

وبإمكان الطبقة الفرعية المعتمِدة على الوسط المادي (PMD) دعم أسلوب إرسال شبه متواصل **يجوز** فيه أن يتراكب هبوط إحدى الرشقات مع صعود الرشقة التالية بحيث لا يكون الغلاف المرسَل صفراً أبداً. وفي أسلوب TDMA، **يجب** أن يضمن التوقيت النظامي لإرسالات قناة TDMA، الواردة من مختلف المودمات الكبلية، انفصال منتصف الرمز الأخير للرشقة عن منتصف الرمز الأول لتمهيد الرشقة التالية لها مباشرةً بما لا يقل عن مدة خمسة رموز. و**يجب** أن يزيد النطاق الحارس عن مدة خمسة رموز مضافاً إليها المدة القصوى لخطأ التوقيت، أو يساوي هاتين القيمتين. وينجم خطأ التوقيت عن المودم الكبلي ونظام CMTS كليهما. ويحدد القسم 1.20.2.6 من هذه التوصية أداء توقيت المودم الكبلي. وقد يختلف كل من المدة القصوى لخطأ التوقيت والنطاق الحارس باختلاف أنظمة CMTS المحصول عليها من مختلف بائعيها. و"مدة الحراسة" مصطلح مماثل للنطاق الحارس، باستثناء أن مدة الحراسة تُقاس من نهاية الرمز الأخير للرشقة إلى بداية الرمز الأول لتمهيد رشقة أخرى تالية لها مباشرةً. وبالتالي، تساوي مدة الحراسة النطاق الحارس –1.

وتدعم طبقة PMD الفرعية أيضاً أسلوب الإرسال المتزامن عند استخدام أسلوب S-CDMA حيث **يجوز** أن يتراكب هبوط إحدى الرشقات تراكباً تاماً مع صعود الرشقة التالية بحيث لا يكون الغلاف المرسَل صفراً أبداً. ولا توجد مدة حراسة في قنوات S-CDMA. ويجب أن يضمن التوقيت النظامي لإرسالات قناة S-CDMA، الواردة من مختلف المودمات الكبلية، كفاية الدقة الزمنية بحيث لا تتداخل المودمات المختلفة مع بعضها بدرجة يمكن ملاحظتها. ويعتمد أسلوب S-CDMA على دقة التزامن لتمكين عدة مودمات كبلية من الإرسال في آنٍ واحد.

ومُشكِّل الإرسال الصاعد هو الجزء المقابل للشبكة الكبلية من المودم الكبلي. ويضم المشكِّل وظيفتي التشكيل الكهربائي ومعالجة الإشارات الرقمية، وتُتيح الوظيفة الأخيرة خواص التصحيح الأمامي للخطأ (FEC) والإرفاق بتمهيد وتقابل الرموز وغيرها من خطوات المعالجة.

وفيما يخص مُزيل التشكيل، فيضم، شأنه شأن المشكِّل، مكونين وظيفيين أساسيين، هما: إزالة التشكيل ومعالجة الإشارات. ويوجد مُزيل التشكيل بداخل نظام CMTS، وتُؤدَّى وظيفة إزالة تشكيل واحدة (ليس بالضرورة بمُزيل تشكيل مادي فعلياً) لكل تردد حامل مستخدَم. وتستقبل هذه الوظيفة جميع الرشقات على تردد معين.

وتقبل وظيفة إزالة التشكيل التي يؤديها مُزيل التشكيل الإشارات المختلفة المستويات المتمركزة حول مستوى القدرة المطلوب، وتؤدي المهام المتصلة بتوقيت الرموز، واستعادة الموجات الحاملة وتتبُّعها، ورشقات الحيازة، وإزالة التشكيل. إضافةً إلى ذلك، تقدم وظيفة إزالة التشكيل تقديرات لتوقيتات الرشقات بالنسبة إلى الحواف المرجعية وتقديرات لقدرة إشارات الاستقبال، وقد تقدم تقديراً لنسبة الإشارة إلى الضوضاء، كما قد تشمل عملية التسوية التكييفيّة لتخفيف آثار ما يلي:

أ) الصدى الموجود في المحطة الكبلية؛

ب) وإشارات الدخل الضيقة النطاق؛

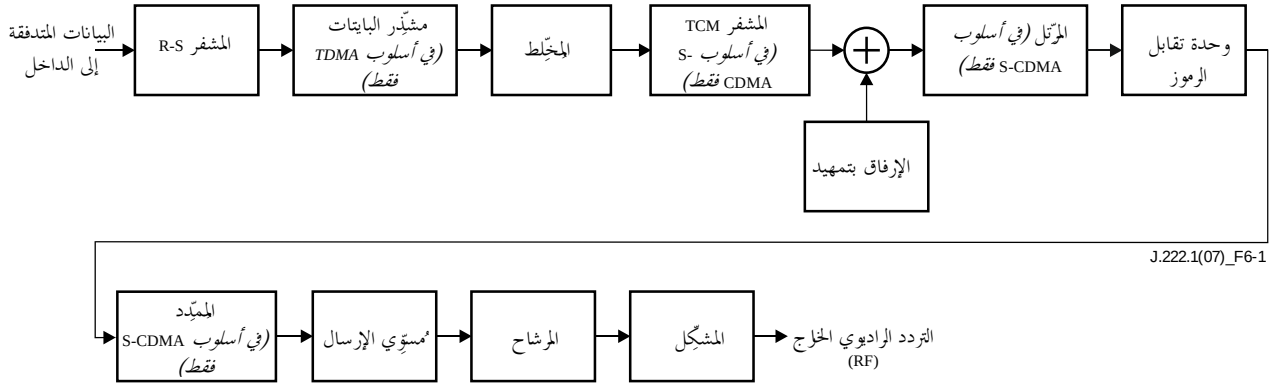
ج) وتأخر الزّمرة.

أما وظيفة مُزيل التشكيل في معالجة الإشارات فتتمثل في المعالجة العكسية لوظيفة معالجة الإشارات التي يؤديها المشكِّل. ويشمل ذلك قبول تدفقات البيانات الرشقية المُزال تشكيلها، وفك التشفير، إلخ. وتَمدّ وظيفة معالجة الإشارات مُزيلَ التشكيل أيضاً بمرجع توقيتات الحواف وإشارة السماح بالتمرير لتفعيل استقبال الرشقات في كل من الفواصل المخصصة لها. كما يمكن أن تبين وظيفة معالجة الإشارات حالات نجاح فك تشفير جميع الكلمات الشفرية أو خطأ فك تشفيرها أو عدم فك تشفيرها، وعدد الرموز المصحَّحة بأسلوب ريد–سولومون (Reed-Solomon) في كل كلمة شفرية. وفي جميع رشقات الإرسال الصاعد، يكون نظام CMTS على علم مسبق بطول الرشقة بالضبط في فواصل التشكيل الزمنية (انظر الأقسام 1.5.2.6 و2.5.2.6 و6.2.6 و20.2.6 من هذه التوصية، والقسم A.2، "MAC service IDs"، من التوصية [ITU-T J.222.2]).

2.2.6 متطلبات معالجة الإشارات

يجب أن يتوافق ترتيب معالجة الإشارات في كل من أنماط الحِزَم الرشقية مع التسلسل المبيّن في الشكل 6-1. وفي أسلوب TDMA، **يجب** أن يتْبع ترتيب معالجة الإشارات في كل من أنماط الحِزم الرشقية ترتيب الخطوات المبيّنة في الشكل 6-2. أما في أسلوب S-CDMA، **فيجب** أن يتْبع ترتيب معالجة الإشارات في كل من أنماط الحِزم الرشقية ترتيب الخطوات المبيّنة في الشكل 6-3.

وتتألف العناصر المستخدمة في أسلوب S-CDMA فقط من مشفِّر التشكيل بالتشفير الشبكي (TCM) ومرتِّل S-CDMA ومُمدِّد S-CDMA. ويُجري المشفر TCM تشفير التشكيل الشبكي لرموز البيانات، ويرد بيانه في القسم 9.2.6، بينما يتولى مرتِّل S-CDMA مهمتي موافقة الفواصل الصغيرة مع ما يقابلها من الموارد الشفرية وتشذير رموز البيانات، ويرد بيانه في القسم 2.12.2.6. ويقوم مُمدِّد S-CDMA بتمديد رموز S-CDMA المرتَّلة لأغراض الإرسال، ويرد بيانه في القسم 15.2.6، "مُمدِّد S-CDMA".



الشكل 6-1 – تسلسل خطوات معالجة إشارات الإرسال الصاعد

الشكل 6-2 – معالجة إشارات الإرسال الصاعد بأسلوب النفاذ المتعدد بتقسيم الترددات (TDMA)

الشكل 6-3 – معالجة إشارات الإرسال الصاعد بأسلوب النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA)

3.2.6 أنساق التشكيل

يجب أن يوفر المشكِّل في الاتجاه الصاعد في قنوات TDMA نسقَيْ التشكيل المشفَّر التفاضلي المتمثلين في الإبراق التربيعي بزحزحة الطوْر (QPSK) وتشكيل الاتساع التربيعي بعدد 16 حالة (16 QAM).

ويجب أن يوفر المشكِّل في الاتجاه الصاعد في قنوات TDMA وS-CDMA أنساق التشكيل التالية: تشكيل الاتساع التربيعي بعدد 8 حالات (8 QAM) وتشكيل الاتساع التربيعي بعدد 16 حالة (16 QAM) وتشكيل الاتساع التربيعي بعدد 32 حالة (32 QAM) وتشكيل الاتساع التربيعي بعدد 64 حالة (64 QAM).

ويجب أن يوفر المشكِّل في الاتجاه الصاعد في قنوات S-CDMA أنساق التشكيل المشفَّرة TCM التالية: QPSK و8 QAM و16 QAM و32 QAM و64 QAM و128 QAM.

و**يجوز** أن يدعم مُزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد في قنوات TDMA النسق QPSK، ونسق التشكيل التفاضلي 16 QAM.

و**يجب** أن يدعم مُزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد في قنوات TDMA وS-CDMA أنساق التشكيل التالية: QPSK و16 QAM و64 QAM.

و**يجوز** أن يدعم مُزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد في قنوات TDMA وS-CDMAنسقَي التشكيل 8 QAM و32 QAM.

و**يجوز** أن يدعم مُزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد في قنوات S-CDMA أنساق التشكيل المشفَّرة TCM التالية: QPSK و8 QAM و16 QAM و32 QAM و64 QAM و128 QAM.

4.2.6 التشفير بأسلوب ريد–سولومون (R-S)

1.4.2.6 أساليب التشفير R-S

يجب أن يكون المشكِّل العامل في الاتجاه الصاعد قادراً على إتاحة الخيارات التالية: شفرات ريد–سولومون (R-S) على حقل غالوا (GF) (256) وT = تشفير من 1 إلى 16 أو دون R-S.

و**يجب** دعم متعددة الحدود (Polynomial) التالية المولّدة لشفرة R-S:

$$g(x) = (x+ \alpha^0)\ (x + \alpha^1)...(x + \alpha^{2T-1})$$ حيث العنصر البدائي ألفا هو hex 0x02

كما **يجب** دعم متعددة الحدود البدائية التالية لشفرة R-S:

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

و**يجب** أن يوفر المشكِّل في الاتجاه الصاعد كلمات شفرية يتراوح حجمها بين 18 بايت كأدنى حجم (16 بايت معلومات [k] + بايتان تعادليان لقيمة T = تصحيح خطأ واحد) و255 بايت كأقصى حجم (بايتات k + البايتات التعادلية). و**يجب** أن يكون أدنى حجم للكلمة غير المشفَّرة بايت واحد.

وفي أسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة، **يجب** أن يوفر المودم الكبلي الكلمة الشفرية الأخيرة للرشقة المختصرة من طول بايتات بيانات k المخصص لكل كلمة شفرية، على النحو المبين في القسمين 3.1.5.2.6 و6.2.6.

و**يجب** تشكيل قيمة T تبعاً لواصف القناة في الاتجاه الصاعد في نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS).

2.4.2.6 ترتيب البتّات إلى الرموز في المشفر R-S

يتألف دخل المشفر R-S، منطقياً، من تدفق بتّات متسلسل صادر من طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC) للمودم الكبلي، و**يجب** موافقة البتّة الأولى في هذا التدفق مع أكثر البتّات دلالةً (MSB) في رمز R-S الأول داخل المشفر. و**يجب** موافقة أول رمز يخرج من المشفر مع البتّة الأولى في تدفق البتّات المتسلسل المغذي للمخلِّط.

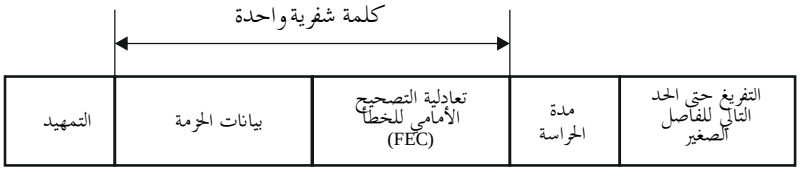
ملاحظة – يقتضي ترتيب البتّات إلى الرموز في طبقة MAC المتعارف عليه في الاتجاه الصاعد موافقة أقل البتّات دلالة (LSB) مع البتّة الأولى في تدفق البتّات المتسلسل.

5.2.6 هيكل رَتْل R-S في الاتجاه الصاعد في حال تفعيل أسلوب تعدد قنوات الإرسال وفقاً للمواصفات DOCSIS.3

ينطبق هذا القسم على المودمات الكبلية المشغَّلة بتفعيل أسلوب تعدد قنوات الإرسال وفقاً للمواصفات DOCSIS.3 في الاتجاه الصاعد.

ويبين الشكل 6-4 مثالين لهيكل رَتْل R-S: أحدهما في حال تساوي طول الحزمة مع عدد بايتات المعلومات في الكلمة الشفرية، والآخر في حال كانت الحزمة أطول من عدد بايتات المعلومات في الكلمة الشفرية الواحدة، لكنها أقل منه في كلمتين شفريتين. ويوضح المثال 1 أسلوب تثبيت طول الكلمة الشفرية، بينما يوضح المثال 2 أسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة. ويعرّف القسم 1.5.2.6 هذين الأسلوبين.

المثال 1: طول الحزمة = عدد بايتات المعلومات في الكلمة الشفرية = k



المثال 2: طول الحزمة = k + بايتات المعلومات المتبقية في الكلمة الشفرية الثانية = k' + k ≥ k + k ≥ k2

الشكل 6-4 – مثالان للهيكل الرَّتْلي بأسلوب طول الرشقة المَرِن في عملية التشغيل الممتثلة للمواصفات DOCSIS 3.0

1.5.2.6 طول الكلمة الشفرية R-S

عند تفعيل خاصية التصحيح الأمامي للخطأ (FEC) في شفرات R-S، يعمل المودم الكبلي إما بأسلوب تثبيت طول الكلمة الشفرية أو بأسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة. وفي كلا الأسلوبين يبلغ أدنى عدد لبايتات المعلومات في الكلمة الشفرية 16بايت. ولا يحقق أسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة فائدة إلا إذا كان عدد البايتات في الكلمة الشفرية أكبر من عددها الأدنى الستة عشر.

والغرض من الأقسام الفرعية التالية تحديد القواعد والأعراف اللازمة لتمكين الطبقة المادية في نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) من معرفة المستجدات من حيث تأطير خاصية FEC في شفرات R-S بأسلوبي تثبيت طول الكلمة الشفرية واختصار الكلمة الشفرية الأخيرة كليهما. و**ينبغي ألا** يُستخدم أسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة في حالات الصيانة الأولى (الإرسال الإذاعي والإرسال الأحادي).

1.1.5.2.6 حجم الرشقة

لتوزيع الفواصل الصغيرة (في مناطق التزاحم ومناطق انعدامه، على حد سواء)، تنطبق المتطلبات الواردة في القسمين 2.1.5.2.6 و3.1.5.2.6 على الرشقات المرسَلة في ذلك التوزيع. و**يجب** أن يكون حجم الرشقة بالحجم المحدد في الجدول 6-1 أدناه أياً كان حجم التوزيع.

الجدول 6-1 – حجم الرشقة

شفرة استخدام فاصل الإرسال (IUC)	حجم الرشقة
1، 3	أدنى عدد من الفواصل الصغيرة اللازمة لإرسال الرسائل، بما يشمل الحِمل الإضافي للرشقة. ويشتمل الحِمل الإضافي للرشقة على التمهيد، وتعادلية بايتات R-S، وبتّات العودة إلى الصفر في المشفر TCM، ومدة الحراسة بحسب الانطباق.
2	عدد الفواصل الصغيرة المحددة في مُعرِّف خدمة (SID) الإرسال المتعدد، المعروف.
4-6، 9-11	عدد الفواصل الصغيرة الموزَّعة.

2.1.5.2.6 الكلمة الشفرية الثابتة الطول

فيما يتعلق بالكلمة الشفرية الثابتة الطول، **يجب** بعد تشفير جميع البيانات ملء الكلمة الشفرية ذات الصلة برقم 1، إن لزم الأمر، لتبلغ عدد بايتات البيانات k المخصصة لكل كلمة شفرية. إضافةً إلى ذلك، **يجب** الاستمرار في الملء برقم 1 إلى أن يتعذّر إدراج أي كلمات شفرية إضافية ثابتة الطول قبل نهاية الرشقة المحددة في الجدول 6-1 أعلاه، المشتملة على التمهيد وتعادلية FEC وبتّات العودة إلى الصفر ورموز مدة الحراسة (إن وُجدت).

3.1.5.2.6 الكلمة الشفرية الأخيرة المختصرة

وفقاً للشكل 6-4، اجعل 'k = عدد بايتات المعلومات المتبقية بعد تقسيم بايتات معلومات الرشقة إلى كلمات شفرية مكتملة الطول (بايتات k لبيانات الرشقة)، بحيث تكون قيمة 'k أقل من k. ونظراً إلى التشغيل بأسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة، اجعل "k = عدد بايتات بيانات الرشقة + بايتات الملء برقم 1 في الكلمة الشفرية الأخيرة المختصرة. وفي أسلوب اختصار الكلمة الشفرية، **يجب** أن يشفِّر المودم الكبلي بايتات بيانات الرشقة (بما في ذلك رأسية طبقة MAC) باستخدام الحجم المخصص للكلمة الشفرية (بايتات معلومات k في كل كلمة شفرية) إلى حين:

1) تشفير جميع البيانات؛

2) أو ترك بقية من بايتات البيانات بعدد أقل من k.

ويجب ألا يقل عدد الكلمات الشفرية الأخيرة المختصرة عن 16 بايت من المعلومات، وينبغي أن يأخذ المودم الكبلي ذلك في الاعتبار عند طلب فواصل صغيرة. وفي أسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة، **يجب** أن يملأ المودم الكبلي البيانات برقم 1، إن لزم الأمر، إلى حين بلوغ حجم الرشقة المحددة في الجدول 6-1 أعلاه، التي تضم التمهيد وتعادلية FEC وبتّات العودة إلى الصفر ورموز مدة الحراسة (إن وُجدت). وبالتالي، ففي كثير من الأحيان، لا تلزم مع $k \geq k'' \geq 16$ و$k' \geq k''$ إلا بايتات الملء برقم $k' - k''$ 1.

وبوجه عام، يجب أن يملأ المودم الكبلي البيانات برقم 1 إلى أن يتعذّر إدراج أي كلمات شفرية إضافية ثابتة الطول قبل نهاية الرشقة المحددة في الجدول 6-1 أعلاه، التي تضم التمهيد وتعادلية FEC وبتّات العودة إلى الصفر ورموز مدة الحراسة (إن وُجدت). **ثم يجب**، إن أمكن، إدراج كلمة شفرية أخيرة قصيرة مملوءة برقم 1 لتلائم الفاصل الصغير الأخير.

وبعد ملء الكلمات الشفرية الإضافية المحتوية على بايتات معلومات k برقم 1، إذا تبقى أقل من 16 بايت قبل نهاية الرشقة المحددة في الجدول 6-1 أعلاه، التي تضم التمهيد وتعادلية FEC وبتّات العودة إلى الصفر ورموز مدة الحراسة (إن وُجدت)، **يجب** عندئذ **ألا** يُنشئ المودم الكبلي هذه الكلمة الشفرية الأخيرة المختصرة.

2.5.2.6 تعطيل خاصية التصحيح الأمامي للخطأ (FEC) في شفرات R-S

إذا كانت T= صفراً (أي لا توجد بايتات لتعادلية FEC)، **يجب** أن يملأ المودم الكبلي بالكامل البايتات برقم 1 حتى نهاية الرشقة المحددة في القسم 1.1.5.2.6 أعلاه المشتملة على التمهيد وبتّات العودة إلى الصفر ورموز مدة الحراسة (إن وُجدت).

6.2.6 هيكل رَتْل R-S في الاتجاه الصاعد في حال تعطيل أسلوب تعدد قنوات الإرسال وفقاً للمواصفات DOCSIS.3

إذا كان أسلوب تعدد قنوات الإرسال غير مفعَّل، تنطبق على هذه الحالة جميع المتطلبات الواردة في القسم 5.2.6 فيما يتعلق بهيكل رَتْل R-S عند التشغيل بأسلوب تعدد قنوات الإرسال، باستثناء أنه **يجب** استخدام تقنية الملء بالأصفار عوضاً عن الملء برقم 1 في الأقسام 2.1.5.2.6 و3.1.5.2.6 و2.5.2.6 والشكل 6-4.

7.2.6 مشذِّر البايتات في قناة النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA)

بعد التشفير بأسلوب ريد–سولومون (R-S) في قناة TDMA، **يجب** تشذير الكلمة الشفرية R-S في نسق بايتات (رموز R-S). وهنا، يغير مُشذِّر البايتات ترتيبها عند خرج المشفر R-S، أي انه يُجري عملية تبديل للبايتات. ومن جانب المستقبِل، يُستعاد ترتيب البايتات الأصلي قبل فك الشفرات R-S. لذا، فإذا تَلفت بعض البايتات المتتابعة بفعل الضوضاء الرشقية، فإنها تُمدَّد بين عدة كلمات شفرية بحساب متوسط عدد البايتات الخاطئة في كل من هذه الكلمات. والمشذِّر المستخدم هنا هو من نمط الفدرات، أي تُجرى عملية التبديل بملء جدول في هيئة صفوف (صف لكل كلمة شفرية R-S) وقراءته على شكل أعمدة. ويبلغ إجمالي حجم الذاكرة المخصصة للجدول 2048 بايت.

ويتعطل مُشذِّر البايتات عند إطفاء المشفر R-S (T = صفر).

1.7.2.6 مَعلمات مشذِّر البايتات

تحدد مَعلمات عمل المشذِّر المبينة في الجدول 6-2 كيفية عمل المشذِّر في كل رشقة.

الجدول 6-2 – مَعلمات عمل المشذر

المَعلمة	التعريف	القيم المسموح بها
N_r	عرض المشذِّر (طول الكلمة الشفرية R-S، T*2 + k)	18 إلى 255
I_r	عمق المشذِّر	0 – الأسلوب الدينامي 1 – دون تشذير 2 إلى floor(2048/N_r) – الأسلوب الثابت
B_r	حجم فدرات المشذِّر	2*N_r إلى 2048
N_f	حجم الحزمة (بالبايتات، بما يشمل خاصية FEC)	≤ 18 بايت

و**يجب** أن يستخدم نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) والمودم الكبلي مَعلمات المشذِّر في حدود القيم المسموح بها في الجدول 6-2 مع مراعاة القيود الإضافية التالية:

1) **يجب** اختيار قيمتي N_r وI_r بحيث I_r N_r ≥ 2048 (بعبارة أخرى، في N_r معينة، تبلغ أقصى قيمة لـ I_r : $I_{r,max}$ = floor(2048/N_r)).

2) **يجب** أن تكون N_r مطابقة لطول الكلمة الشفرية R-S (أي T2 + k).

3) لا تكون B_r فعالة إلا إذا كانت I_r = صفراً. ويدعى هذا الأسلوب الأسلوب الدينامي.

4) إذا كانت I_r = 1 يتعطل التشذير.

وتُحدد قيم N_r وI_r وB_r في البيانات الوصفية للرشقة، بينما ترد N_f ضمنياً في خريطة توزيع عرض النطاق (MAP).

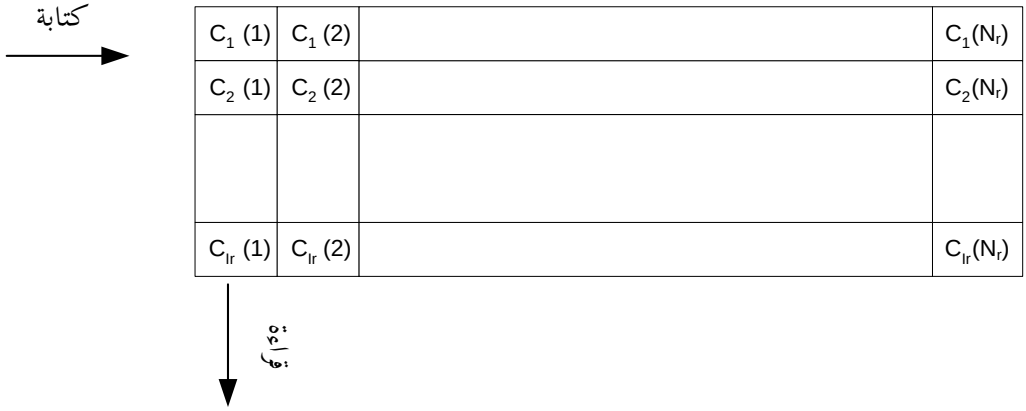
2.7.2.6 أساليب عمل المشذِّر

يجب أن يدعم المشذِّر أسلوب التشغيل الذي يكون حجم الفدرة فيه ثابتاً، وكذلك الأسلوب الدينامي الذي يتحدد فيه عمق المشذِّر بناءً على حجم الرشقة.

1.2.7.2.6 الأسلوب الثابت

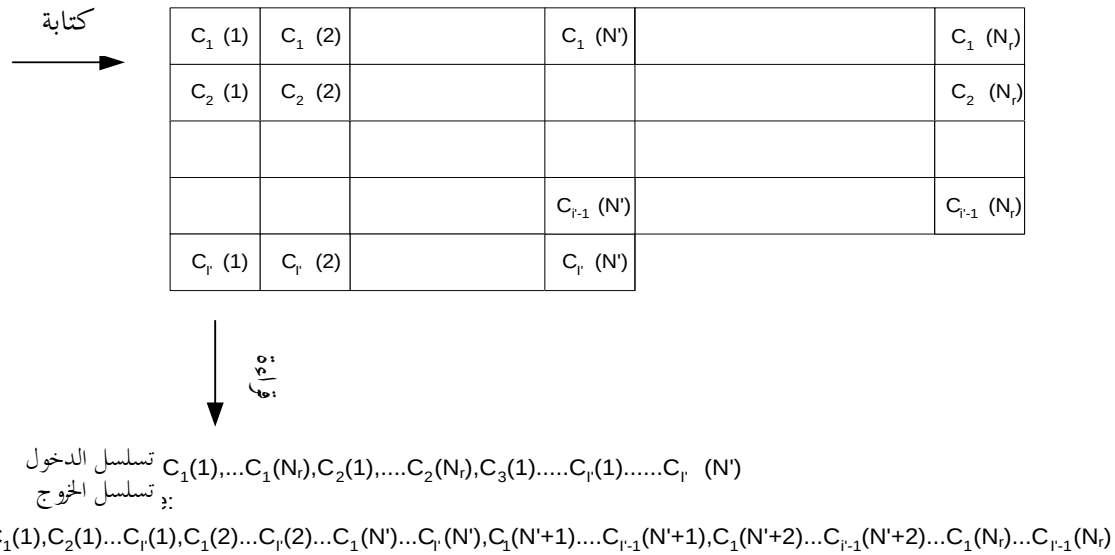
تُقسم بايتات بيانات الحزمة، المشفَّرة بأسلوب R-S، أولاً، إلى فدرات في المشذِّر بقيمتي N_r وI_r بايت (أي تتألف كل فدرة من I_r كلمات شفرية R-S). ومن الممكن أن يكون حجم الفدرة الأخيرة في المشذِّر أصغر إذا لم يكن طول الحزمة مضاعف عدد صحيح لـ I_r N_r. وتُشذَّر كل من فدرات المشذِّر على حدة.

ثم تُدرج كل من فدرات المشذِر في جدول له I_r صفوف وN_r أعمدة. وتُكتب البيانات صفاً تلو الآخر (من اليسار إلى اليمين). وبالتالي، يتعلق كل صف بكلمة شفرية R-S واحدة. وتُقرأ البايتات في شكل عمود تلو الآخر (من أعلى إلى أسفل). ويبين الشكل 6-5 كيفية عمل المشذِّر.



الشكل 6-5 – كيفية عمل مشذر البايتات

وقد تكون صفوف الفدرة الأخيرة في المشذر أقل عدداً من الصفوف I_r. وإذا طُبّق أسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة، فقد يتضمن الصف الأخير عندئذ عناصر أقل من N_r. وفي هاتين الحالتين، يُقرأ جدول المشذر على نحو عمود تلو الآخر، مع تجاوز العناصر الفارغة في الجدول. ويبين الشكل 6-6 كيفية عمل المشذر في فدرته الأخيرة.



الشكل 6-6 – كيفية عمل المشذر في الفدرة الأخيرة فيه

2.2.7.2.6 الأسلوب الدينامي

في الأسلوب الثابت، يمكن أن يكون عمق تشذير فدرة التشذير الأخيرة في الحزمة ('I' في الشكل 6-6) صغيراً إلى درجة 1، مما يؤدي إلى انخفاض درجة متانة هذه الفدرة ضد الضوضاء الرشقية. أما في الأسلوب الدينامي، فتُختار أعماق فدرات المشذر بحيث يكون لجميع الفدرات العمق ذاته تقريباً لبلوغ ما يقرب من المستوى الأمثل من المتانة ضد الضوضاء الرشقية (فيما يخص حجم الفدرة ذات الصلة).

وفي الأسلوب الدينامي، تقسَّم بايتات بيانات الحزمة، المشفرة بأسلوب R-S، أولاً، إلى N_s^0 فدرة في المشذر. ويبلغ حجم فدرة المشذر الـ i الأخيرة $N_r * I_r^{(i)}$ بايت (أي فدرة من الكلمات الشفرية R-S $I_r^{(i)}$). وفي أسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة، من الممكن أن يكون حجم الفدرة الأخيرة في المشذِّر أصغر. وتُشذَّر كل من فدرات المشذِّر على حدة (انظر المعادلات المتعلقة بـ N_s^0 و$I_r^{(i)}$ في القسم 1.2.2.7.2.6).

ثم تُدرج فدرة المشذر الـ i في جدول له $I_r^{(i)}$ صفوف وN_r أعمدة. وتُكتب البيانات صفاً تلو الآخر (من اليسار إلى اليمين). وبالتالي، يتعلق كل صف بكلمة شفرية R-S واحدة. وتُقرأ البايتات في شكل عمود تلو الآخر (من أعلى إلى أسفل). ويبين الشكل 6-5 كيفية عمل المشذِّر (باستثناء أن عدد الصفوف يبلغ $I_r^{(i)}$ صفوف، بدلاً من I_r صفوف).

وإذا طُبّق أسلوب اختصار الكلمة الشفرية الأخيرة، فقد يحوي الصف الأخير عندئذ عناصر أقل من N_r. وفي هذه الحالة، يُقرأ جدول المشذر على نحو عمود تلو الآخر، مع تجاوز العناصر الفارغة في الجدول. ويبين الشكل 6-6 كيفية عمل المشذر في الفدرة الأخيرة فيه (باستثناء أن عدد الصفوف يبلغ $I_r^{(N_s^0)}$ صفوف، بدلاً من 'I' صفوف).

1.2.2.7.2.6 حسابات الأسلوب الدينامي

يوضح الشكل أدناه حسابات الأسلوب الدينامي. وتحدد المعادلات التالية قيمتي N_s^0 و $I_r^{(i)}$.

مجموع عدد صفوف المشذر:	$I_{tot}^0 = ceil(N_f / N_r)$
أقصى عدد من الصفوف في كل قطاع:	$I_{r,\max} = floor(B_r / N_r)$
عدد القطاعات:	$N_s^0 = ceil(I_{tot}^0 / I_{r,\max})$
عمق الفدرة الأولى في المشذر:	$I_r^1 = floor(I_{tot}^0 / N_s^0)$
عدد الفدرات البالغ عمقها I_r^1:	$M = N_s^0 \cdot (I_r^1 + 1) - I_{tot}^0$
ثم فيما يتعلق بالقطاع i، $I_r^{(i)}$ على النحو التالي ($i = 1 \ldots N_s^0$):	$I_r^{(i)} = \begin{cases} I_r^1, & i = 1,\ldots,M \\ I_r^1 + 1, & i = M+1,\ldots,N_s^0 \end{cases}$

الشكل 6-7 – حسابات الأسلوب T

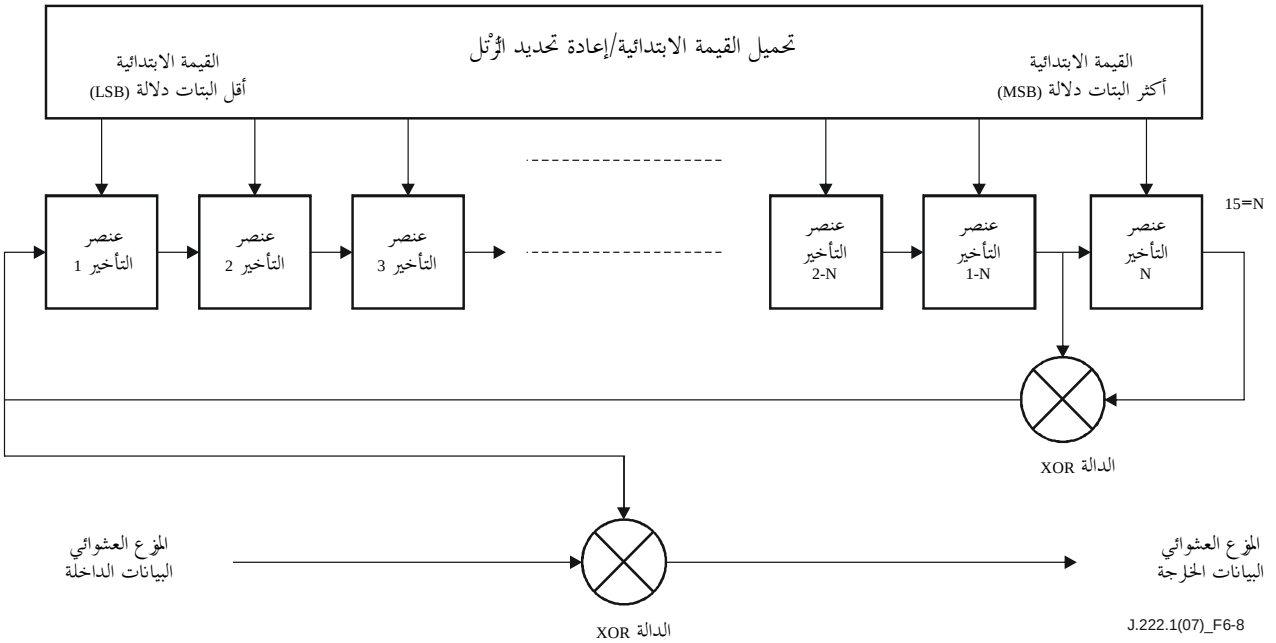
8.2.6 المُخلِّط (الموزّع العشوائي)

في عملية التشكيل في الاتجاه الصاعد، **يجب** استخدام مخلِّط (يُبينه الشكل 6-8) يمكن فيه برمجة القيمة الابتدائية المؤلفة من 15 بتّة برمجة عشوائية.

وفي بداية كل رشقة، يُمحى السجل وتُحمَّل القيمة الابتدائية. و**يجب** استخدام القيمة الابتدائية لحساب بتّة المخلِّط المجموعة في دالة Or حصرية (XOR) مع بتة البيانات الأولى لكل رشقة (وهي أكثر بتات الرمز الأول دلالةً (MSB) بعد الرمز الأخير في التمهيد).

و**يجب** أن تُشكَّل قيمة المخلِّط الابتدائية تبعاً لواصف القناة في الاتجاه الصاعد في نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS).

و**يجب** أن تكون متعددة الحدود (Polynomial) $1 + x^{14} + x^{15}$.



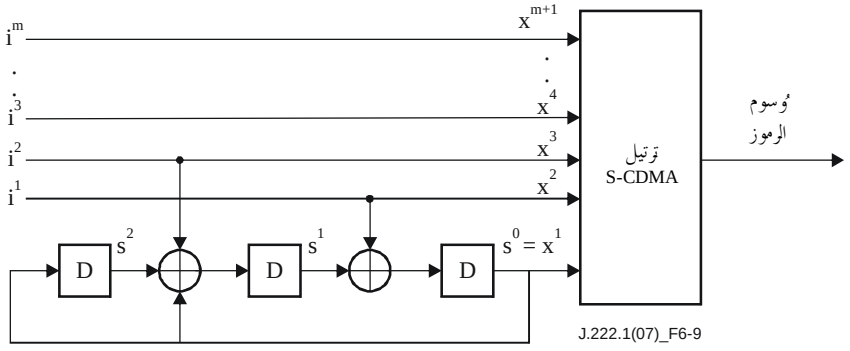
الشكل 6-8 – هيكل المخلِّط

9.2.6 مشفر التشكيل بالتشفير الشبكي (TCM)

من الشائع أن يكون تشذير الرموز R-S مشمولاً بين فدرات TCM وR-S للحفاظ على كسب التشفير في وجود أخطاء رشقية عند خرج مفكك الشفرات TCM. ولم يكن هذا المشذر جزءاً من المقترح الأساسي الأصلي المتعلق بأسلوب S-CDMA (النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات) للحد من متطلبات الذاكرة على حساب كسب التشفير.

وفي أسلوب S-CDMA، **يجب** أن يدعم المودم الكبلي عملية التشكيل بالتشفير الشبكي لإرسال m = 1 و2 و3 و4 و5 و6 بتّات لكل رمز بكوكبات QPSK0 وQAM8 وQAM32 وQAM64 وQAM128، على التوالي. ودعم نظام CMTS لعملية التشكيل TCM مسألة اختيارية.

ويبين الشكل 6-9 المشفر TCM المستخدَم بعدد 8 حالات، حيث تؤدي عملية التشفير إلى موافقة بتّات الدخل m مع بتّات الخرج 1+m لتدخل إلى فدرة الرموز المتوافقة معها. ويضيف المشفر التلافيفي المنهجي البتّة $s^0 = x^1$ المشفَّرة إلى بتّات الدخل i^m، i^3، i^2، i^1. ولا تُستخدم للبتّة 1+m سوى بتّة الدخل i^1 (i^2 = صفر) وتُخفَّض سرعة التشفير إلى 2/1.



الشكل 6-9 – المشفِّر التلافيفي

و**يجب** أن تكون حالة المشفِّر TCM الأولى الحالة الصفرية، و**يجب** الوصول إلى الحالة الصفرية مجدداً مع آخر رمز يشفَّر.

وللعودة إلى الحالة الصفرية من جميع المسيرات الشبكية، إذا كانت $m = 1$ (QPSK)، **يجب** إنتاج ثلاثة رموز نهائية ($n_t = 3$) مع تحديد بتّة الدخل i^1 بـ $s^1 = i^1$. وكما هو مبيّن في الشكل 6-9، فبعد ثلاثة رموز ستكون حالة البتّات s^2 وs^1 وs^0 = x^1 صفراً. والرموز النهائية هي رموز زائدة لا تحمل أي معلومات.

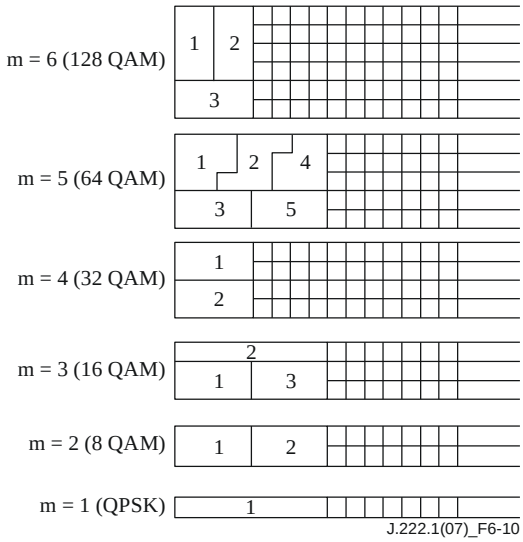
أما إذا كانت $m = 2$، فللعودة إلى الحالة الصفرية من جميع المسيرات الشبكية، **يجب** إنتاج رمزين نهائيين ($n_t = 2$). و**يجب** تحديد بتّتي الدخل i^2 وi^1 بحيث يجري بلوغ الحالة الصفرية بعد رمزين. فإذا حُدد الرمز الأول بـ i^2 = صفر، $s^1 = i^1$، وحُدد الرمز الثاني (والأخير) بـ $s^2 = i^2$، $s^1 = i^1$، فبعد هذين الرمزين ستكون حالة البتّات s^2 وs^1 وs^0 = x^1 صفراً.

وإذا كانت $m > 3$، **يجب** استخدام البتّات i^m،..، i^3 غير المشفَّرة في تشفير المعلومات، إن أمكن. وخلافاً لذلك، يجب تحديد قيم البتّات غير المشفَّرة بصفر. ويعتمد عدد الرموز النهائية غير الحاملة لمعلومات على الأحوال النهائية، وقد يتراوح بين صفر واثنين (صفر $\geq n_t \geq 2$).

1.9.2.6 التقابل بين البايتات ورموز TCM

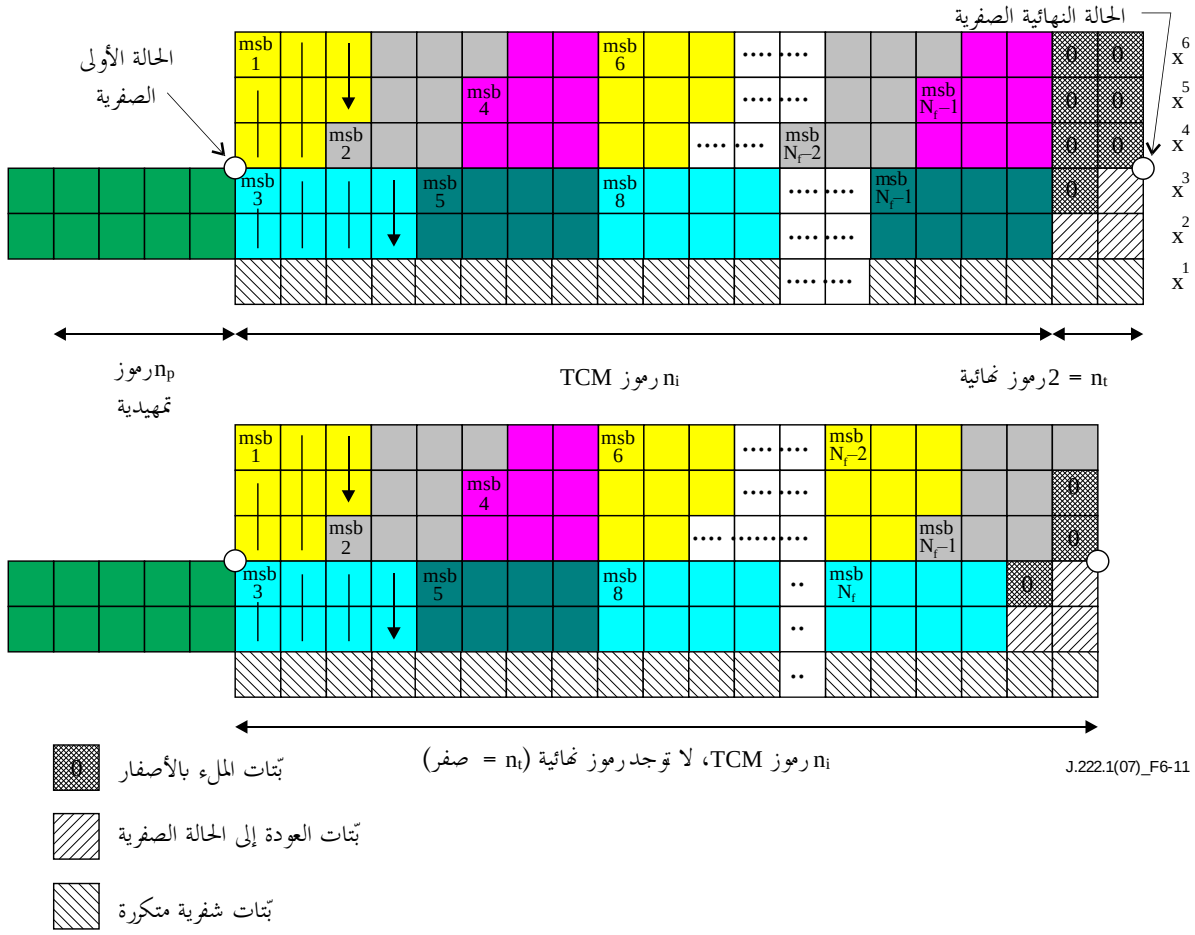
تُقابل البايتات مع رموز TCM بحيث يُقابَل كل بايت مقابلة كاملة مع البتّات i^m،..، i^3 غير المشفَّرة، أو مع بتّتي دخل المشفِّر التلافيفي i^2 وi^1. ويُتَّخذ هذا القرار فيما يتعلق بكل بايت تباعاً باستخدام القاعدة القاضية بضرورة أن يؤدي تخصيص البايت إلى أقصر حزمة رمزية بما يشمل الرموز النهائية، إذا كان البايت الحالي آخر بايت سيُشفَّر. وتنتج عن هذه القاعدة الأنماط المتكررة من تخصيصات البايتات للبتّات الموسومة، المبينة في الشكل 6-10، إذا كانت m = من 1 إلى 6. وفي هذا الشكل، ترد البتّة i^m في أعلى الشكل، بينما ترد البتّة i^1 في أسفله.

و**يجب** أن تكون أكثر البتّات دلالةً (MSB) (i^m) البتّة الأولى في سلسلة البيانات المغذية لبتّات الدخل غير المشفَّرة (أي i^m إلى i^3). و**يجب** أن تكون أكثر البتّات دلالةً (i^2) البتّة الأولى في سلسلة البيانات المغذية لبتّات الدخل المشفَّرة.



الشكل 6-10 – الأنماط المتكررة للتقابل بين البايتات وبتّات خريطة الرموز في التشكيل TCM

ويوضح الشكل 6-11 بمثالين تخصيصات البايتات في نسق التشكيل 64QAM بالتشفير الشبكي. لاحظ أن البايتات تُخصَّص بنسق متكرر من خمسة بايتات. وفي المثال الأول، تقبل N_f القسمة على خمسة. وفي هذه الحالة، يُرفق بها رمزان نهائيان. وفي المثال الثاني، لا تقبل N_f القسمة على خمسة، ولا تلزم أي رموز نهائية. إذ تتوفر البتّات اللازمة للعودة إلى الحالة الصفرية في الرموز التي لا تزال تحمل معلومات.



الشكل 6-11 – مثالان لعملية تخصيص البايتات للبتّات في نسق التشكيل 64QAM

و**يجب** أن يضع المودم الكبلي البتّات المستخدمة للعودة إلى الحالة الصفرية بعد رمز البيانات الفرعي الأخير المشفر بالمشفر TCM، مباشرةً، أي بُعيْد الرمز الفرعي الأخير المشفر الموافق للبايتات التعادلية للكلمة الشفرية الأخيرة المختصرة R-S أو الكلمة الشفرية الثابتة الطول R-S، بما في ذلك أي كلمات شفرية R-S في التصريح مملوءة بالأصفار (في حالة التشغيل بغير أسلوب تعدد قنوات الإرسال (MTC)) أو برقم 1 (في حالة التشغيل بأسلوب MTC). و**يجب** أن تُملأ بالأصفار البتّات المتبقية المشفرة بالمشفر TCM.

ويوضح الشكل 6-12 موضع بتّات العودة إلى الصفر في نسق التشكيل 64QAM عندما يكون البايت المرسَل الأخير #1. ويمثل أول زوجين في x^2 وx^3 بتّات العودة إلى الصفر، ويُملأ الزوج الأخير الفارغ المشفر بالأصفار أو برقم 1.

i^5	u	u	u	x^6
i^4	u	u	u	x^5
i^3	u	u	0	x^4
i^2	0	r	0	x^3
i^1	r	r	0	x^2
				x^1

u البتّات غير المشفَّرة

0 بتّات الملء بالأصفار

r بتّات العودة إلى الحالة الصفرية

الشكل 6-12 – مثال لبتّات العودة إلى الحالة الصفرية، المتبوعة "بصفر"

10.2.6 الإرفاق بتمهيد

يجب أن تدعم الطبقة الفرعية المعتمِدة على الوسط المادي (PMD) حقلاً تمهيدياً متغير الطول يُرفَق بالبيانات بعد الانتهاء من توزيعها عشوائياً وتشفيرها بأسلوب R-S وبالمشفر TCM.

وتمثل البتّة الأولى في مخطط التمهيد البتّة الأولى في وحدة تقابل الرموز (انظر القسم 14.2.6). وتتحدد البتّة الأولى في مخطط التمهيد بتعويض قيمة التمهيد. ويُجري المرتِّل تشذير التمهيد بأسلوب S-CDMA.

و**يجب** أن يكون ترتيب التمهيد قابلاً للبرمجة. ففي الرشقات المتوافقة مع المواصفات DOCSIS 3.0/DOCSIS 2.0 (الرشقات المشفرة باستخدام واصف رشقات من النمط 5)، يجب أن يستخدم التمهيد الكوكبة QPSK0 أو QPSK1 (في كل من الشكل 6-20 و6-21) بحيث يبلغ طول التمهيد صفر أو 2 أو 4 أو 6، ... بتّات، أو 1536 بتّة (768 رمزاً QPSK كحد أقصى). وفي الرشقات المتوافقة مع المواصفات DOCSIS 1.x (واصف الرشقات من النمط 4) المشكَّلة بالنسق QPSK0، **يجب** أن يستخدم كل من التمهيد والبيانات الكوكبة QPSK0 بطول تمهيد يبلغ صفر أو 2 أو 4 أو 6، ... بتّات، أو 1024 بتّة (512 رمزاً QPSK كحد أقصى). وفيما يتصل بالرشقات المتوافقة مع المواصفات DOCSIS 1.x (واصف الرشقات من النمط 4) المشكَّلة بالنسق QAM 16، **يجب** أن يستخدم كل من التمهيد والبيانات الكوكبة QAM 16 بطول تمهيد يبلغ صفر أو 4 أو 8 أو 12، ... بتّات، أو 1024 بتّة (526 رمزاً QAM كحد أقصى).

و**يجب** تشكيل طول التمهيد وقيمته تبعاً لرسالة واصف القناة في الاتجاه الصاعد الواردة من نظام CMTS.

11.2.6 سرعات التشكيل

1.11.2.6 سرعات التشكيل وفقاً للمواصفات DOCSIS 3.0

في أسلوبي النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) والنفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA)، **يجب** أن يتيح المشكِّل بالمودم الكبلي في الاتجاه الصاعد جميع أنساق التشكيل بسرعات 1280 و2560 و5120 kHz.

وفي أسلوبي TDMA وS-CDMA، **يجب** أن يكون مُزيل التشكيل في نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) في الاتجاه الصاعد قادراً على دعم إزالة التشكيل بسرعات 1280 و2560 و5120 kHz.

وهذا التنوع في سرعات التشكيل، وهذه المرونة في تحديد الترددات الحاملة في الاتجاه الصاعد، يسمحان للمشغّلين بوضع موجات حاملة في الفجوات الموجودة في مخطط إشارات الدخل الضيقة النطاق.

وتُحدَّد سرعة التشكيل في كل من قنوات الاتجاه الصاعد في رسالة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC) بواصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD). و**يجب** في جميع المودمات الكبلية التي تستخدم تلك القناة في الاتجاه الصاعد أن تستعمل سرعة التشكيل المحددة للإرسالات الصاعدة.

2.11.2.6 سرعات التشكيل فيما يتعلق بمدى التوافق العكسي

سواء كان المشكِّل بالمودم الكبلي العامل في الاتجاه الصاعد يعمل بنظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) الممتثل للمواصفات DOCSIS 1.x أو DOCSIS 2.0، أو بنظام CMTS يتّبع أياً من هذين الأسلوبين وأسلوبي TDMA وS-CDMA، **فيجب** أن يتيح هذا المشكِّل جميع أنساق التشكيل بسرعات 1280 و2560 و5120 kHz.

إضافةً إلى ذلك، ففي حال عمل نظام CMTS وفقاً لهذين الإصدارين السابقين للمواصفات DOCSIS 3.0، **يجوز** في أسلوب TDMA أن يُتيح المشكِّل بالمودم الكبلي في الاتجاه الصاعد جميع أنساق التشكيل بسرعات 160 و320 و640 kHz.

وفي حال عمل نظام CMTS وفقاً للإصدارين السابقين للمواصفات DOCSIS 3.0، **يجب** في أسلوبي TDMA وS-CDMA أن يكون مزيل التشكيل في نظام CMTS في الاتجاه الصاعد قادراً على دعم إزالة التشكيل بسرعات 1280 و2560 و5120 kHz. وفي حال عمل نظام CMTS وفقاً للإصدارين السابقين للمواصفات DOCSIS 3.0، **يجوز** في أسلوب TDMA أن يدعم مزيل التشكيل في نظام CMTS في الاتجاه الصاعد إزالة التشكيل بسرعات 160 و320 و640 kHz.

12.2.6 المرتِّل والمشذِّر في أسلوب S-CDMA

1.12.2.6 اعتبارات الترتيل بأسلوب S-CDMA

إن أسلوب النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA) المتعلق بالطبقة المادية يقبل إرسال البيانات المقدمة إليه من طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC). وتقدَّم هذه البيانات كرشقات بفواصل صغيرة يبلغ عددها n. وتُقابَل هذه الرشقات داخل الطبقة المادية مع مزيج من شفرات التمديد والفواصل الزمنية، استغلالاً لتعدد أبعاد تمديد المعلومات الذي يُتيحه أسلوب S-CDMA.

وتوجد في معلمات القناة في الاتجاه الصاعد وفي النعوت الرشقية في الاتجاه ذاته عدة معلمات قابلة للتكييف تسمح بالتحكم في التقابل بين الفواصل الصغيرة والطبقة المادية، وكذلك بتوليف القناة لتستوعب مجموعة متنوعة من الأحوال وخصائص الضوضاء والسعات ومستويات القراءة ومتطلبات الكمون.

وفي حال عمل المودم الكبلي بأسلوب S-CDMA، تُرسل البيانات ببُعدين: شفري وزمني. ولهذا السبب، تُجمَّع البيانات المراد إرسالها في أرتال مستطيلة ثنائية الأبعاد قبل إرسالها.

وفي الطبقة المادية، ترسَل البيانات على مصفوفة مؤلفة من 128 شفرة من شفرات التمديد، ويوجد عدد قابل للبرمجة من *فواصل التمديد* في كل رَتْل، على النحو المبين في الشكل 6-13 أدناه. و*فاصل التمديد* هو الوقت اللازم لإرسال رمز واحد في كل شفرة في جميع الشفرات البالغ عددها 128 في أسلوب S-CDMA. لاحظ أن القسم 15.2.6 من هذه التوصية يبين الشفرات المحددة المستخدمة وتفاصيل عملية التمديد.

ويمكن إرسال الرشقة الصادرة من مودم كبلي معين في شفرتين أو أكثر في رَتْل واحد أو أكثر. وقد يتضمن الرَّتْل رشقات أرسلتها بالتزامن عدة مودمات كبلية (أُرسلت كل منها في مجموعة فرعية منفصلة من الشفرات)، على النحو المحدد في رسالة خريطة توزيع عرض النطاق (MAP).

2.12.2.6 ترقيم الفواصل الصغيرة

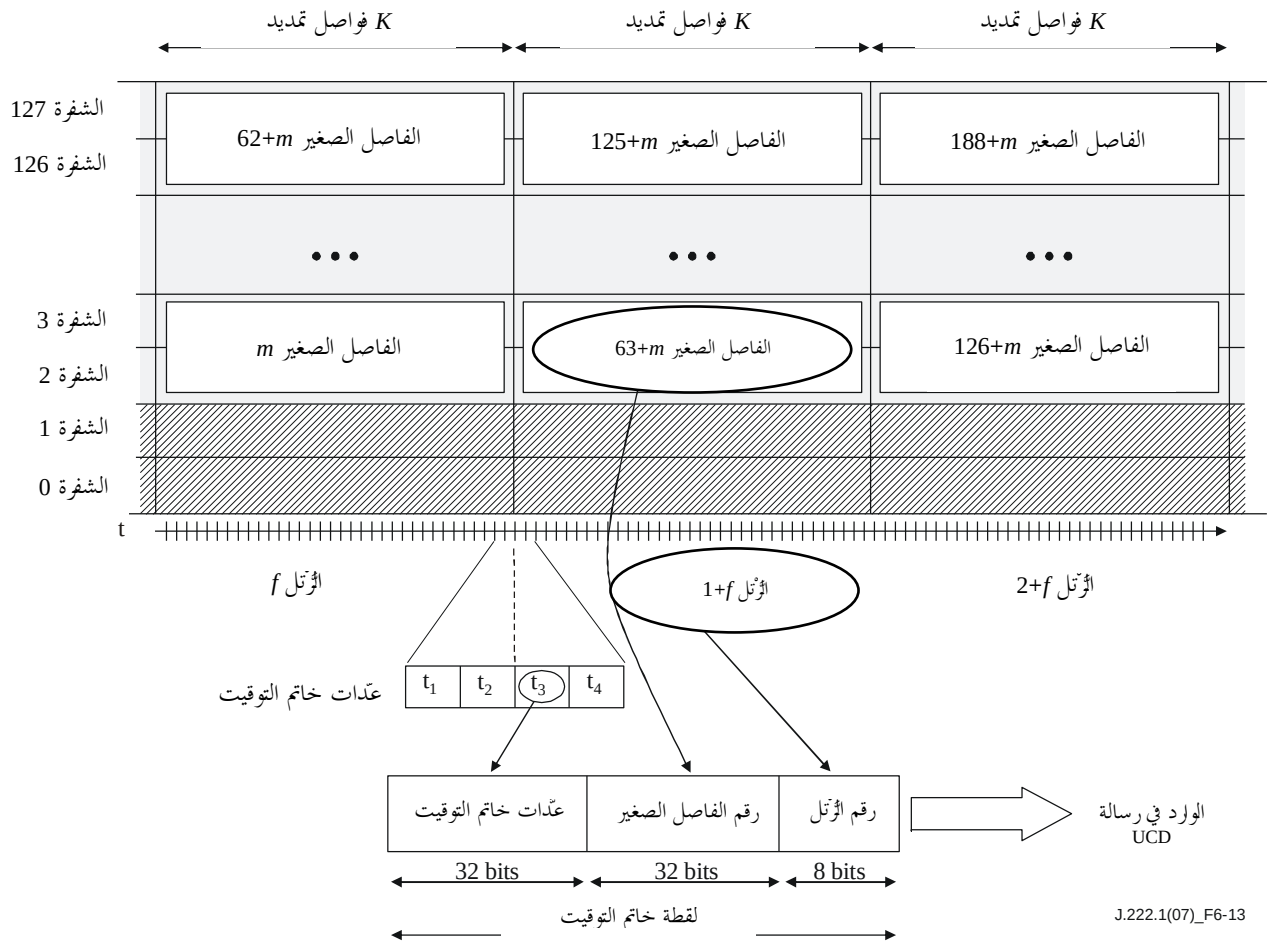
في حال التشغيل الاعتيادي، تطلب طبقة MAC من الطبقة المادية إرسال رشقة بطول n فواصل صغيرة، بدءاً من الفاصل الصغير m، على النحو المحدد في الخريطة MAP. و**يجب** أن يكون لجميع المودمات الكبلية وأنظمة انتهائية المودم الكبلي (CMTS) بروتوكول مشترك لكيفية ترقيم الفواصل الصغيرة، وكيفية مقابلتها مع هيكل ترتيل الطبقة المادية. ويُحصل على هذا البروتوكول المشترك من المعلومات الموجودة في رسائل التزامن (SYNC) ورسائل واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD).

وتُقابَل الفواصل الصغيرة مع الأرتال بدءاً بالشفرة النشطة الأولى، وتُرقَّم بالتسلسل عن طريق سائر الرَّتْل، ثم تُنقل إلى الرَّتْل المتسلسل التالي (انظر القسم 2.2.12.2.6 للاطلاع على أمثلة لترقيم الفواصل الصغيرة). وتُقابَل الفواصل الصغيرة مع مجموعة من الشفرات المتتابعة.

ونظراً إلى أنه يلزم لنظام CMTS والمودم الكبلي بروتوكول مشترك لترقيم الفواصل الصغيرة، ففي حال عملهما في قناة TDMA، لا يتحقق ذلك إلا باستعادة خاتم التوقيت. وبما أن المدة الزمنية لرَتْل S-CDMA ليست بالضرورة مضاعفاً لقوة العدد اثنين للميقاتية المرجعية 10,24 MHz، فإن إعادة بدء خاتم التوقيت (عند 2^{32} عدَّة) لا تحدث بالضرورة في حدّ رَتْل S-CDMA. لذا، يلزم تنفيذ خطوة إضافية لتحقيق التزامن.

ومن اللازم أن يحدد نظام CMTS دورياً الحدود الرَّتْلية بالنسبة إلى عدّاد خاتم التوقيت. وتدعى تلك العملية *لقطة خاتم التوقيت*، التي لابُد من إرسالها في رسالة UCD في كل من قنوات الاتجاه الصاعد.

ومن اللازم أيضاً أن يحتفظ نظام CMTS بعدّاد للأرتال وعدّاد للفواصل الصغيرة. ولابُد لنظام CMTS من أخذ عيّنات من هذه القيم إلى جانب خاتم التوقيت، داخل الحدود الرَّتْلية، على النحو المبين في الشكل 6-13 أدناه. ويلزم لنظام CMTS الحصول على عيّنة جديدة قبل إرسال كل من رسائل UCD.



الشكل 6-13 – لقطة لخاتم التوقيت

و**يجب** أن يحتفظ كل مودم كبلي بعدّاد لأختام التوقيتات وعدّاد للفواصل الصغيرة وعدّاد للأرتال مطابق وظيفياً لذلك الموجود في نظام CMTS.

ويتلقى المودم الكبلي من رسالة UCD لقطة خاتم التوقيت في نظام CMTS ومَعلمات تمكّنه من حساب عدد العدّات الزمنية في كل رَتْل S-CDMA. وباستخدام مقياس حسابي، يمكن للمودم الكبلي عندئذ حساب قيم دقيقة لخاتم التوقيت والفواصل الصغيرة وعدّادات الأرتال في أي وقت في المستقبل.

ثم يمكن للمودم الكبلي تحديث عدّاديه المحليين للفواصل الزمنية والأرتال بقيمة مناسبة في عدّاد خاتم التوقيت. وفي هذه المرحلة، يكون تمثيل المودم الكبلي للفواصل الصغيرة والأرتال متسقاً مع تلك الموجودة في نظام CMTS.

ويجب أن يُنفَّذ في نظام CMTS والمودم الكبلي عدّاد لخاتم التوقيت بسعة 32 بتّة وعدّاد للفواصل الصغيرة بسعة 32 بتّة وعدّاد آخر للأرتال بسعة ثمانية بتّات، على النحو التالي:

- **يجب** أن يتضمن عدّاد الفواصل الصغيرة قيمة الفاصل الصغير الأول في الرَّتْل عند أخذ عيّنة منه. و**يمكن** زيادة هذه القيمة بحسب عدد الفواصل الصغيرة في الرَّتْل، مرة كل فاصل رَتْلي. وسيستخدم عدّاد الفواصل الصغيرة جميع البتّات البالغ عددها 32 بتّة، وبالتالي، ستتراوح أرقام الفواصل الصغيرة من صفر إلى $2^{32} - 1$.
- تقتصر الوظيفة المحددة لعدّاد الأرتال على إعادة بدء تسلسل القفزات الشفرية في حدّ الرَّتْل صفر (الأساس–256)، على النحو المحدد في القسم 1.15.2.6.

ويتعلق الهيكل الرَّتْلي المبين أعلاه بالاتجاه الصاعد بأكمله، لا بالإرسال من مودم كبلي واحد بالضرورة. وتشكل الشفرات موارد توزَّع للمودم في كل من أرتال S-CDMA. ويتولى المرتِّل تخصيص الشفرات للمودم، إذ يخصِّص للرشقة الرمزية ترتيب محدد في المصفوفة ذات البُعدين الشفري والزمني. ويبين القسم 13.2.6 بالتفصيل تسلسل الرموز هذا.

1.2.12.2.6 معلمات ترقيم الفواصل الصغيرة في رسالة UCD

تُحدَّد في واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) ثلاث معلمات لتحديد كيفية تقابل الفواصل الصغيرة، ألا وهي: *عدد فواصل التمديد في كل رَتْل*، و*عدد الشفرات في كل فاصل صغير*، و*عدد الشفرات النشطة*.

عدد فواصل التمديد في كل رَتْل

يحدِّد عدد *فواصل التمديد في كل رَتْل*، K، (إلى جانب سرعة إرسال الإشارات)، $1/T_s$، المدة الزمنية لرَتْل S-CDMA، T_{fr}، على النحو التالي:

$$T_{fr} = K * 128 * T_s$$

لاحظ أن طول الشفرة في المعادلة السابقة هو 128 دائماً، بغض النظر عن عدد الشفرات النشطة حالياً.

ويتراوح المدى الساري لمعلمة عدد *فواصل التمديد في كل رَتْل* بين 1 و32.

عدد الشفرات في كل فاصل صغير

بالإضافة إلى معلمة عدد فواصل التمديد في كل رَتْل، يحدد عدد الشفرات في كل فاصل صغير مجموع عدد الرموز في كل فاصل صغير، وبالتالي، سعة الفاصل الصغير. وتُمثَّل سعة الفاصل الصغير، S_{ms}، بالرموز بالمعادلة التالية:

$$S_{ms} = K * C_{ms}$$

ويبلغ الحد الأدنى لسعة الفاصل الصغير 16 رمزاً. غير أنه لابُد من أن يكون الفاصل الصغير كبيراً بما يكفي للسماح بإرسال أكبر وحدات بيانات البروتوكول (PDU) حجماً (بما في ذلك الحمولة الإضافية للطبقة المادية) في 255 فاصلاً صغيراً. وتتحدَّد سعة الفاصل الصغير القصوى من الرموز بحاصل ضرب أقصى عدد من فواصل التمديد في كل رَتْل وأقصى عدد من الشفرات في كل فاصل صغير (32 x 32 = 104 رموز). ويتراوح المدى الساري لمعلمة *عدد الشفرات في كل فاصل صغير* بين 2 و32.

عدد الشفرات النشطة المتاح اختيارها (SAC)

إن معلمة عدد الشفرات النشطة، N_a، تمكِّن عدد الشفرات المستخدمة من حمل البيانات الأقل حجماً من 128 بتّة أو المساوية لهذه القيمة. وإذا كانت $N_a < 128$، يمكن اختيار الشفرات النشطة باستخدام الأسلوبين التاليين:

الأسلوب 1 لاختيار الشفرات النشطة: لا تُستخدم فيه الشفرات المنخفضة العدد بدءاً من الشفرة صفر، على النحو المبين أدناه في الجدول 6-15 (يعرض مثالاً لـ 126 شفرة نشطة مع تعطيل أسلوب القفز الشفري).

الأسلوب 2 لاختيار الشفرات النشطة: يمكن فيه اختيار الشفرات النشطة بسلسلة من 128 بتّة، بحيث يتصل العنصر الأول في تلك السلسلة بالشفرة صفر (الشفرة المؤلفة كلها من تكرار رقم 1). ويشير عنصر "1" في السلسلة إلى شفرة نشطة، بينما يشير "الصفر" إلى شفرة غير مستخدمة.

وقد يكون من المستحسن خفض عدد الشفرات النشطة لعدة أسباب، هي كالتالي:

- لا تمتلك الشفرة صفر نفس خواص التمديد التي تمتلكها الشفرات الأخرى، وبالتالي، فسيؤدي استخدامها إلى تدهور الأداء في بعض ظروف الضوضاء الملوَّنة.
- في ظروف الضوضاء الشديدة في المحطة، يمكن لخفض عدد الشفرات النشطة (مع الزيادة المقترنة بها في قدرة كل شفرة من سائر الشفرات) أن يسمح بنوعية عمل موثوقة بسِعات منخفضة. فخفض عدد الشفرات النشطة من 128 إلى 64 يؤدي إلى تحسن في نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) بقيمة 3 dB.
- **يجب** أن يكون عدد الفواصل الصغيرة في كل من أرتال S-CDMA عدداً صحيحاً. لذا، **يجب** اختيار مَعلمتي عدد الشفرات في كل فاصل صغير وعدد الشفرات النشطة بحيث يكون الناتج عدداً صحيحاً من الفواصل الصغيرة في كل رَتْل.

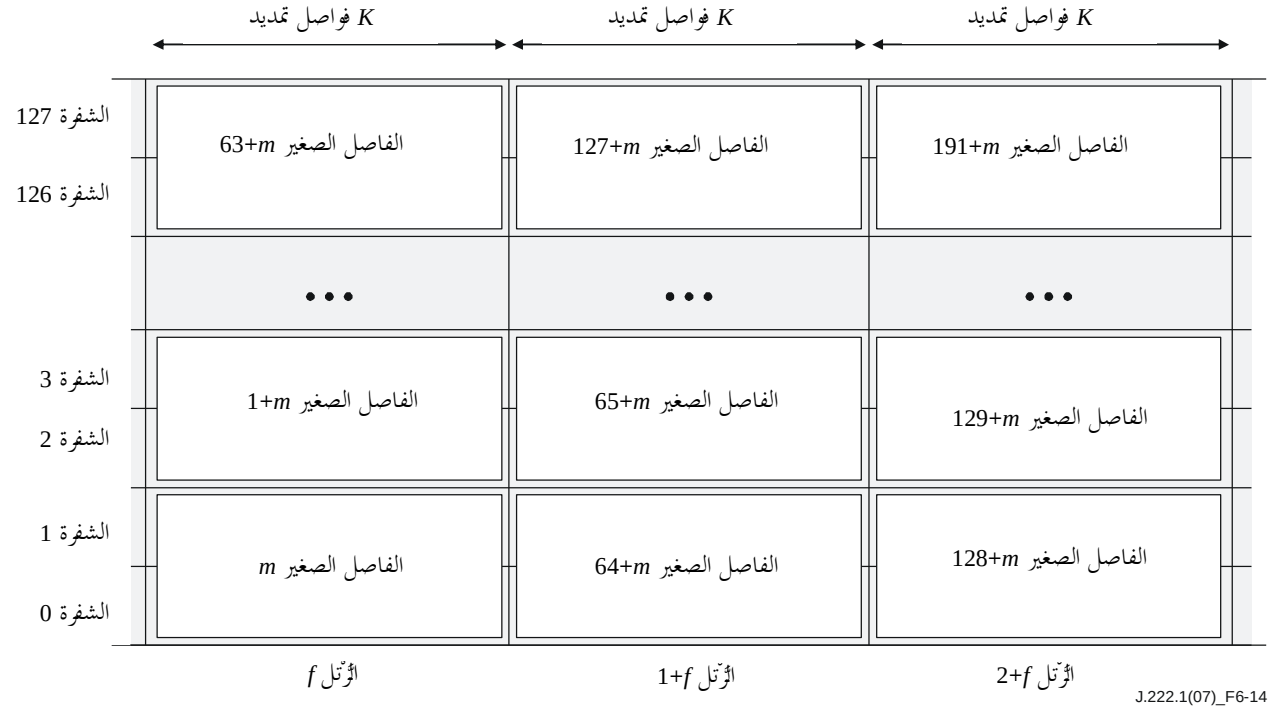
وإذا كانت $N_a \leq 64$، يتألف رَتْل S-CDMA عندئذ من أكثر من فاصل صغير، نظراً إلى أن عدد الشفرات في كل فاصل صغير يتراوح بين 2 و32. ويعني ذلك أن N_a عدد غير أولي. والأعداد الأولية المحصورة بين 64 و128 هي { 67 و71 و73 و79 و83 و89 و97 و101 و103 و107 و109 و113 و127}.

فيجب أن يدعم المودم الكبلي أي أعداد غير أولية من الشفرات النشطة في المدى $64 \leq N_a \leq 128$. **ويجب** أن يدعم المودم الأسلوب 1 لاختيار الشفرات النشطة. **وينبغي** أن يدعم المودم الكبلي الأسلوب 2 لاختيار الشفرات النشطة.

ويجب أن يدعم نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) 126 و128 شفرة نشطة. كما يجب أن يدعم نظام CMTS الأسلوب 1 لاختيار الشفرات النشطة. ويجوز أن يدعم نظام CMTS الأسلوب 2 لاختيار الشفرات النشطة.

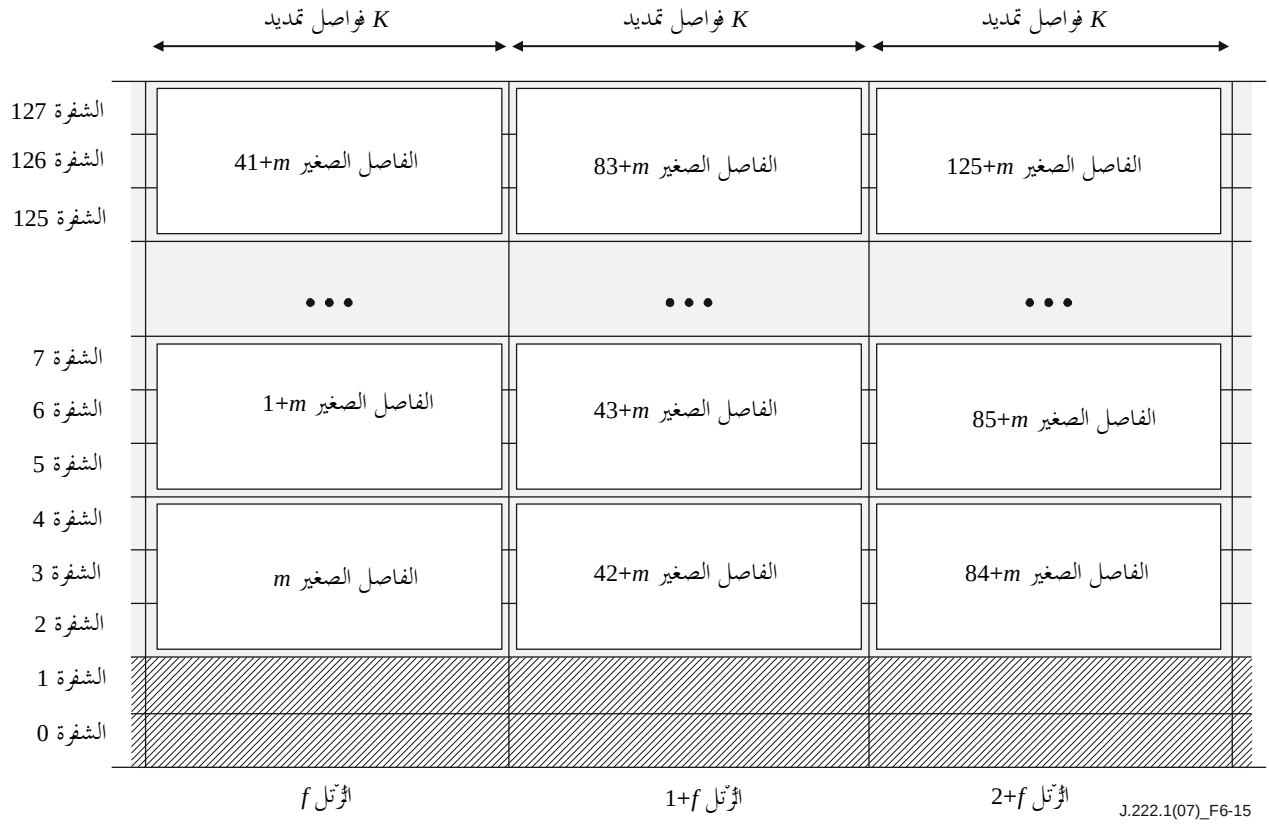
2.2.12.2.6 أمثلة لترقيم الفواصل الصغيرة

يبين الجدول 6-14 مثالاً نمطياً لترقيم الفواصل الصغيرة حيث $N_a = 128$ شفرة نشطة وأسلوب القفز الشفري معطَّل. وفي هذا المثال، تُحدَّد شفرتان في كل فاصل صغير. ويشكل عدد الشفرات في كل من هذه الفواصل الصغيرة مَعلمة يمكن تعديلها (عبر الواصف UCD) للسماح بقدر من المرونة في تحديد السعة الفعالة لكل فاصل صغير.



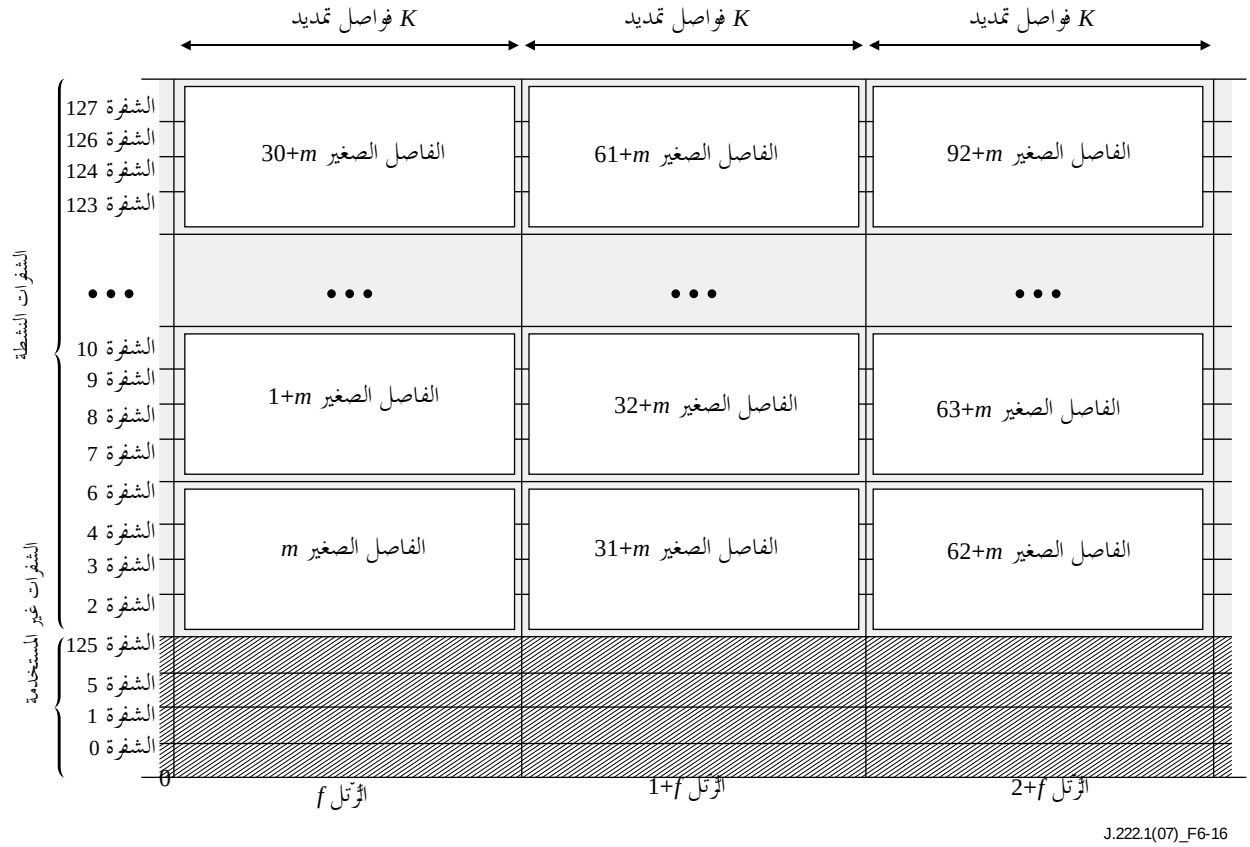
الشكل 6-14 – كيفية تقابل الفواصل الصغيرة في وجود شفرتين في كل فاصل صغير، بمجموع 128 شفرة نشطة

ويبين الجدول 6-15 مثالاً ثانياً تُستخدم فيه ثلاث شفرات في كل فاصل صغير، مع تعطيل أسلوب القفز الشفري. ونظراً إلى أنه يلزم أن يكون عدد الفواصل الصغيرة في كل رَتْل عدداً صحيحاً، فقد قُيّد عدد الشفرات النشطة N_a بـ 126 شفرة، إما بالأسلوب 1 أو 2 لاختيار الشفرات النشطة. وفي هذا المثال، أُجري نوع من المقايضة يستهدف زيادة مرونة عملية التقابل مقابل تخفيض بسيط لسعة القناة (النسبة 128/2).



الشكل 6-15 – كيفية تقابل الفواصل الصغيرة في وجود ثلاث شفرات في كل فاصل صغير، بمجموع 126 شفرة نشطة

يبين الشكل 6-16 مثالاً آخر حيث N_a = 124 شفرة نشطة والشفرات صفر و1 و5 و125 غير مستخدمة، مع استخدام الأسلوب 2 لاختيار الشفرات النشطة وتعطيل أسلوب القفز الشفري. وفي هذا المثال، سُجلت المصفوفة الأصلية لشفرات التمديد بحيث تُنقل الشفرات غير المستخدمة إلى الصفوف الدنيا. وتُنظم الشفرات النشطة في المصفوفة بترتيب متزايد من أعلى إلى أسفل، وكذلك الحال فيما يتعلق بالشفرات غير المستخدمة. وتحدَّد الفواصل الصغيرة بحسب الشفرات النشطة حصراً، على النحو المبين في الشكل 6-16.



الشكل 6-16 – كيفية تقابل الفواصل الصغيرة في وجود أربع شفرات في كل فاصل صغير، بمجموع 124 شفرة نشطة، ومع عدم استخدام الشفرات صفر و1 و5 و125، واستخدام الأسلوب 2 لاختيار الشفرات النشطة

ولا ينتج عن هذه الحالة معالجة الطبقة المادية على أساس كل فاصل صغير. فكما هو الحال في قناة TDMA، لا تتعلق الطبقة المادية إلا بزمن بدء الرشقة (عدد الفواصل الصغيرة)، وطول الرشقة.

3.12.2.6 زمن الإرسال

في الوضع المثالي، تُستقبل في آن واحد جميع الفواصل الصغيرة الموجودة في رَتْل S-CDMA. وقد تكون هذه الفواصل الصغيرة مُرسلة من مودم كبلي واحد أو من عدة مودمات كبلية، حسبما تحدده رسالة خريطة توزيع عرض النطاق (MAP) وإعدادات تشكيل تقابل الفتحات الصغيرة (المحددة في رسالة واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD)). لاحظ أنه يمكن أن يكون للمودم الواحد أكثر من توزيع نشط في رَتْل S-CDMA الواحد.

4.12.2.6 الاعتبارات المتعلقة بالكمون

يُستمد توقيت رَتْل S-CDMA مباشرةً من الميقاتية الرئيسية MHz 10,24 لنظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) (أي أنه مُحكم الطوْر بها). وبناءً على سرعات التشكيل المسموح بها، ووجود 128 فاصلاً للتشكيل (مُدد النبضات) في فاصل التمديد الواحد، يجب أن يكون زمن رَتْل S-CDMA مضاعفاً لـ 25 µs دائماً.

وتَتحدد مدة رَتْل S-CDMA بالضبط بعدد فواصل التمديد في كل رَتْل وسرعة التشكيل. وكمثال محدد على ذلك، تسفر البيانات الوصفية الرشقية المحددة بعشرة فواصل للتمديد في الرَّتْل الواحد، وبسرعة تشكيل MHz 2,56، عن مدة رَتْل تبلغ 500 µs.

ويبلغ حجم الكمون الإضافي في الاتجاه الصاعد، المضاف باستخدام أسلوب S-CDMA، رَتْل S-CDMA واحد تقريباً بنفس القيمة المبينة في القسم 18.2.6 بالضبط.

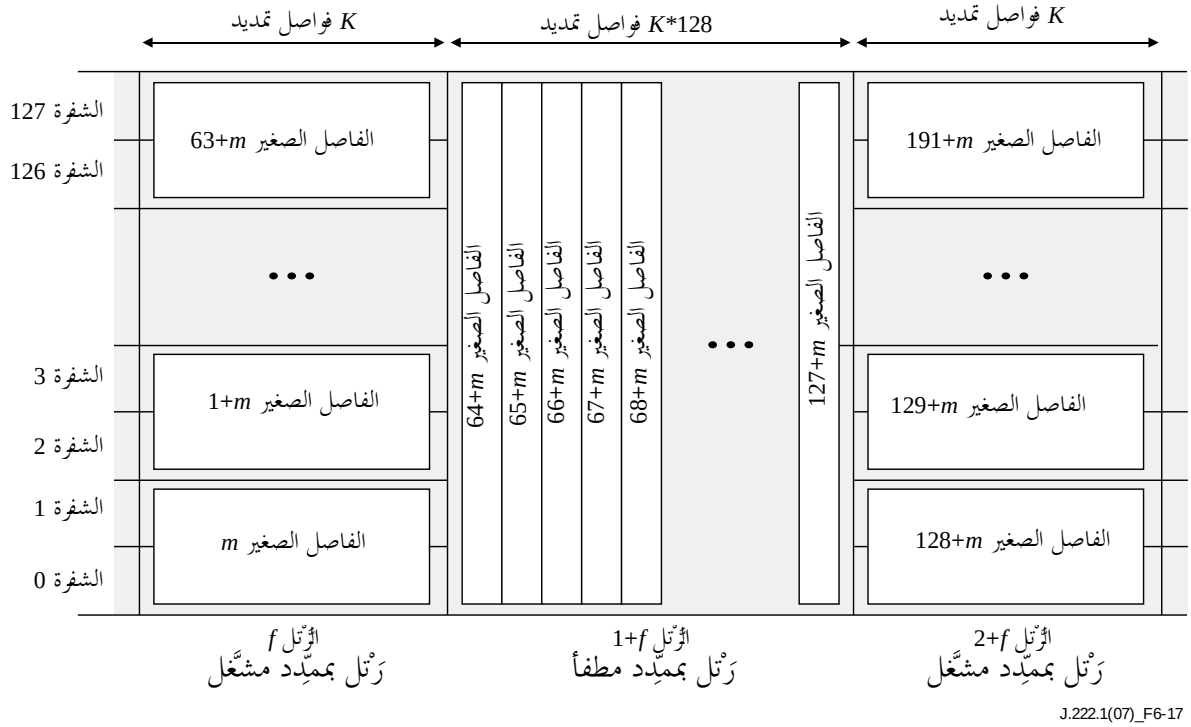
5.12.2.6 رشقات المُمدِّد المُطفأ المتعلقة بالصيانة في قناة S-CDMA

تُعرَّف رشقات الممدِّد المطفأ بأنها رشقات في قناة النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA) تحدِّد نوعتها أن يكون الممدِّد مطفأً. وفي رشقة الممدِّد المطفأ، يُتجاوَز مرتِّل وممدِّد S-CDMA. و**يجب** أن تحدَّد لنمط الرشقة المتعلقة بالصيانة الأولى (المشار إليها فيما بعد برشقة الصيانة الأولى) (عبر الواصف UCD) ضرورة استخدام رشقات الممدِّد المطفأ. أما نمط الرشقة المتعلقة بصيانة المحطة (المشار إليها فيما بعد برشقة صيانة المحطة)، **فمن الجائز** أن تحدَّد لها (عبر الواصف UCD) ضرورة استخدام رشقات الممدِّد المطفأ أو رشقات الممدِّد المشغَّل. و**يجب** أن يدعم المودم الكبلي أسلوبي الممدِّد المطفأ والمشغَل كليهما فيما يتعلق برشقات صيانة المحطة. و**يجب** أن تحدَّد لسائر أنماط رشقات شفرة استخدام فاصل الإرسال (IUC) (عبر الواصف UCD) ضرورة استخدام رشقات الممدِّد المشغَل. وتُبرمج قناة S-CDMA (عبر الواصف UCD) بحيث يبلغ عدد الشفرات في كل فتحة صغيرة Cms، وعدد الشفرات النشطة p، وعدد فواصل التمديد K في كل من أرتال S-CDMA، ويترتب على ذلك أن يبلغ عدد الفواصل الصغيرة s في كل رَتْل، حيث $s = Cms/p$.

ثم يحتوى كل من أرتال S-CDMA، حيث سيجري الإرسال والممدِّد مطفأ، على s فواصل صغيرة بالضبط، حيث يتألف كل فاصل صغير من K*Cms رموز، على النحو المبين في الشكل 6-17.

وإذا كان عدد الشفرات النشطة (p) أقل من 128 شفرة، يظل الرَّتْل يحتوي على s فواصل بالضبط، حيث يتألف كل فاصل صغير من K*Cms رموز. ويبدأ الفاصل الصغير الأول في الرَّتْل بالرمز الأول في الرَّتْل. وإذا امتدت الرشقة لأرتال متعددة، فإنها تبدأ بالنسبة إلى الرَّتْل الأول وتستمر بلا توقف حتى تبلغ الرَّتْل التالي.

و**يجب** أن تُضاف إلى رشقات الممدِّد المطفأ في مناطق صيانة المحطة (IUC4) رموز بيانات صفرية من نهاية وحدة البيانات المشفرة بأسلوب R-S إلى نهاية الرشقة، على النحو المحدد في حدود الرشقات المبينة في القسم 1.1.5.2.6 من التوصية. و**يجب** أن تُضاف إلى رشقات الممدِّد المطفأ في مناطق الصيانة الأولى (IUC3) رموز بيانات صفرية من نهاية وحدة البيانات المشفرة بأسلوب R-S إلى نهاية الرشقة، على النحو المحدد في حدود الرشقات المبينة في القسم 1.1.5.2.6. و**يجب ألا** يُستخدم أسلوبا التشفير التفاضلي وتشذير بايتات R-S مع رشقات الممدِّد المطفأ في قنوات S-CDMA.



J.222.1(07)_F6-17

الشكل 6-17 – فواصل الممدِّد المشغَّل والممدِّد المطفأ في قناة S-CDMA

و**يجب** أن يضمن مُخطِّط نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) محاذاة فاصل الممدِّد المطفأ لبداية رَتْل S-CDMA، وحدوثه بالكامل داخل رَتْل واحد أو أكثر من أرتال S-CDM، كما **يجب** أن يضمن مخطِّط نظام CMTS عدم التخطيط لحدوث أي رشقات للممدِّد المشغَّل خلال هذه الأرتال. و**يجب** أن يُصدر مخطِّط نظام CMTS تصريحاً لرشقة واحدة كحد أقصى من رشقات الممدِّد المطفأ في كل رَتْل بالمودم الكبلي الواحد. ونظام CMTS هو المسؤول عن توزيع ما يلزم من فواصل صغيرة لمعرِّف الخدمة الفارغ) لمنع حدوث تداخل بين الرشقات (أي قبل رشقات الممدِّد المطفأ وبعدها عند احتمال عدم كفاية درجة تزامن المودم الكبلي). وعلى وجه التحديد، **يجب** أن يُصدر نظام CMTS تصريحاً **فارغاً** (لمعرِّف الخدمة الفارغ) بإضافة فاصل صغير واحد قبيْل كل رشقة من رشقات الممدِّد المطفأ، متعلقة إما بصيانة المحطة أو بالصيانة الأولى للإرسال الأحادي. و**يجب** أيضاً أن يصدر نظام CMTS تصريحاً **فارغاً** (لمعرِّف الخدمة الفارغ) بإضافة فاصل صغير واحد أو ضمان وجود فاصل صغير هادئ (وقت ميت) بعيْد هذه الرشقات وقبل بدايات فواصل الممدِّد المشغَّل.

وأثناء حدوث رشقات الممدِّد المطفأ في قنوات S-CDMA، إذا كان عدد الشفرات النشطة المستخدمة أقل من 128 شفرة، يحتوي الرَّتْل ذو الممدِّد المطفأ فواصل صغيرة هادئة (وقت ميت) مساوية لعدد الشفرات غير النشطة.

6.12.2.6 تقييد عدد الشفرات المخصصة للمودم الكبلي

قد يكون من المفيد في بعض الحالات أن يقيّد نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) عدد الشفرات المطلوب من مودم كبلي واحد إرسالها في آن واحد. فبذلك، يستطيع المودم توزيع قدرة إرساله على عدد أقل من الشفرات من عددها في خلاف ذلك، مما يؤدي إلى زيادة قدرته على الإرسال لكل شفرة. وقد يكون ذلك مفيداً جداً في حالة تعرض عدد من المودمات الكبلية لتوهين شديد الارتفاع في الاتجاه الصاعد لدرجة تدفع المودمات الكبلية إلى الإرسال بإجمالي قدرة إرسالها القصوى. وإذا حُددت قيمة أقصى عدد من الشفرات المخطط لاستخدامها بأقل من عدد الشفرات النشطة، **يجب** أن يضمن نظام CMTS ألا يتجاوز كل مودم ممتثِل، بالتخطيط لإصدار تصاريح أو إدراج عناصر معلومات (IE) متعلقة بالإرسال المتعدد تساوي شفرتها IUC 1، الحد الأقصى لإرسال الشفرات المخطط لاستخدامها، المخصص له في أي من أرتال S-CDMA. ولتحقيق ذلك، يجب أن يتجنب نظام CMTS السيناريوهات التي قد تدفع المودم الكبلي إلى محاولة الإرسال بعدد من الشفرات يتجاوز ما يسمح به حدّه الأقصى من الشفرات المخطط لاستخدامها. فعلى سبيل المثال، يجب أن يُدير نظام CMTS عدد الشفرات المخصصة لعناصر معلومات التزاحم التي تساوي شفرتها IUC 1 في جميع الأرتال. وفي الأرتال التي يتعذر فيها على نظام CMTS إدراج عناصر معلومات بالشفرة IUC = 1 بسبب الحد الأقصى للمودم من الشفرات المخطط لاستخدامها، **يجوز** أن يوفر نظام CMTS عناصر معلومات الإرسال المتعدد بالشفرة IUC = 2 فيما يخص إمكانيات إرسال الطلب المتعلق بمناطق التزاحم. و**يجب** أن تكون المودمات الكبلية المستخدِمة لحدّها الأقصى من الشفرات المخطط لاستخدامها قابلةً للتشكيل عن طريق مدير بروتوكول إدارة الشبكة البسيط (SNMP) من أجل التحكم في استخدام عناصر المعلومات التي تساوي شفرتها IUC 2 [SCTE 135-4]. وافتراضياً، **يجب ألا** تستعمل المودمات الكبلية المستخدِمة لحدّها الأقصى من الشفرات المخطط لاستخدامها عناصر معلومات بالشفرة IUC = 2. و**يجب** أن يساوي أقصى عدد من الشفرات المخطط لاستخدامها عدداً صحيحاً من الفواصل الصغيرة.

و**يجب ألا** يُسلسِل المودم الكبلي من حزم البيانات ما يتجاوز الحجم الذي يسمح به أقصى عدد من الشفرات المخطط لاستخدامها في قناة S-CDMA، إذا لم يكن عددها الأقصى المحدد في رسالة التحكم في النفاذ إلى الوسط لقياس مدى الاستجابة (RNG-RSP) صفراً. والهدف من ذلك الحد من الحمولة الزائدة للتجزئة، التي قد تصبح كبيرة جداً مع انخفاض عدد الشفرات. و**يجب** أن يكون المودم الكبلي المستقبِل لأقصى قيمة للشفرات المخطط لاستخدامها قادراً على تجزئة جميع أرتال MAC، بما في ذلك الأرتال المرسَلة قبل إتمام عملية التسجيل. ولدعم ملفات التشكيل بأسلوب 1.0، **ينبغي** أن يدعم المودم الكبلي ونظام CMTS المستخدمان للقيمة القصوى للشفرات المخطط لاستخدامها عملية التجزئة بأسلوب 1.0.

وإذا طُلب من أحد تدفقات خدمة التصاريح غير المطلوبة (UGS) إصدار تصريح غير مطلوب يتجاوز حجمه القيمة التي تسمح بها القيمة القصوى للشفرات المخطط لاستخدامها، **يجب** أن يرفض نظام CMTS الطلب المقدم من تدفق UGS هذا أو يغير القيمة القصوى للشفرات المخطط لاستخدامها، المحددة للمودم، بحيث تسمح بإصدار التصاريح UGS.

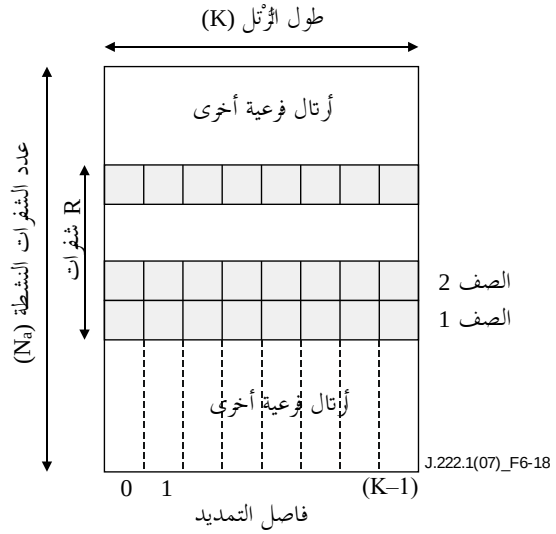
13.2.6 مرتِّل S-CDMA

يقوم مرتِّل S-CDMA بمقابلة الفواصل الصغيرة مع ما يوافقها من شفرات التمديد وفواصل التمديد بتنظيمها في شكل رموز داخل رَتْل S-CDMA. كما أنه يؤدي وظيفة التشذير بغرض توفير الحماية من الضوضاء النبضية. ويوضح القسم 12.2.6 من هذه التوصية وظيفة مرتِّل S-CDMA المتمثلة في مقابلة الفواصل الصغيرة مع ما يوافقها من شفرات التمديد وفواصل التمديد. وكما سبق بيانه، يحدَّد رَتْل S-CDMA بعدد فواصل التمديد في كل رَتْل، وعدد الشفرات في كل فاصل صغير، وعدد الشفرات النشطة. ويستخدم المرتِّل هذه المعلومات لمقابلة فواصل الإرسال الصغيرة مع ما يوافقها من أرتال. ويقوم المرتِّل بمقابلة تصاريح كاملة، بحيث لا يتقيد أي تشذير يُحتمل إجراؤه بفرادى حدود الفواصل الصغيرة. و**يجب** أن يُحاذي المرتِّل الإرسالات بحيث تبدأ وتنتهي عند حدود الفواصل الصغيرة. وداخل عملية الإرسال، يرقِّم المرتِّل الرموز أو البتّات ويوزعها على شفرات وفواصل تمديد منفصلة عن تقابل الفواصل الصغيرة. وفي حال التشفير بالمشفر TCM، تقسَّم الرموز TCM المشفرة الصادرة من المشفر TCM إلى رمزين فرعيين، هما الرمز الفرعي المشفر المتمثل في البتّتين والتعادلية الناتجتين عن المشفِّر التلافيفي، والرمز الفرعي غير المشفر المتمثل في سائر البتّات. وفي حال عدم تشغيل المشفر TCM، يعامَل خرج الموزّع العشوائي كتدفق متواصل من البتّات دون أخذ حدود البايتات في الحسبان، على النحو المحدد في القسم 14.2.6.

1.13.2.6 تحديد الرَّتْل الفرعي

يُجري مرتِّل S-CDMA التشذير بمعزل عن الفواصل الصغيرة. ويُقيَّد التشذير بحدود الأرتال الفرعية، حيث الرَّتْل الفرعي مجموعة فرعية مستطيلة من رَتْل S-CDMA يُجرى عليها التشذير. وعادةً ما يكون الرَّتْل الفرعي عدداً صحيحاً من كلمات ريد–سولومون الشفرية لتعزيز الحماية من الضوضاء النبضية.

فإذا كان رَتْل S-CDMA المعطى يتألف من N_a شفرات نشطة في K فواصل تمديد، يحدَّد الرَّتْل الفرعي بمجموعة متلاصقة من R صفوف، حيث R عدد صحيح يتراوح بين 1 وN_a. ويحدَّد الرَّتْل الفرعي بحيث يكون موجوداً بالكامل داخل رَتْل واحد ولا يمتد لعدة أرتال. ويحوي كل رَتْل فرعي R*K أماكن، يحمل كل منها رمزاً واحداً يُستخدم للتقابل والتمديد. و**يجب** أن يبدأ كل إرسال برَتْل فرعي جديد. و**يجب** اختصار الرَّتْل الفرعي الأخير للرَتْل بحيث يُدرَج بالكامل في رَتْل S-CDMA واحد. كما **يجب** اختصار الرَّتْل الفرعي الأخير للإرسال بحيث يُدرَج في الفواصل الصغيرة المصرَّح بها. وفي كلتا الحالتين، يتألف الرَّتْل الفرعي من 'R صفوف، عوضاً عن R صفوف، حيث $R' \geq R$. ويبين الشكل 6-18 رَتْلاً فرعياً مؤلفاً من R صفوف وK فواصل تمديد داخل رَتْل S-CDMA.



الشكل 6-18 – هيكل الرَّتْل الفرعي

والمعلمتان المحدِّدتان للرَتْل الفرعي وعملية الترقيم بداخله هما *عدد الشفرات في كل رَتْل فرعي* وحجم *خطوة المشذِّر*. وتحدَّد هاتان المعلمتان كجزء من نعوت الرشقات وقد تختلف بين البيانات الوصفية للرشقات. وتحدِّد هاتان المعلمتان حجم الرَتْل الفرعي، وكيفية ملئه بالرموز أيضاً. ويتراوح المدى الساري *لعدد الشفرات في كل رَتْل فرعي* بين واحد وعدد الشفرات النشطة المستخدمة. وتُستخدم معلمة حجم *خطوة المشذِّر* أثناء وضع الرموز الفرعية TCM المشفرة والرموز التمهيدية في الرَتْل. ويُدرج نمطا الرموز هذان كلاهما في الرَتْل الفرعي في صف أولاً، ثم تشير معلمة حجم *خطوة المشذِّر* إلى مقدار الزيادة في فاصل التمديد، الذي ينبغي استخدامه أثناء إدراج الرموز.

2.13.2.6 عمل المرتّل

فيما يتعلق بالرموز التي ستُدرج في المرتِّل، **يجب** وضعها في المرتِّل وفقاً لمجموعتي القواعد التاليتين، إذ تطبَّق مجموعتان من القواعد على مختلف أنماط رموز الدخل. فالرموز التمهيدية والرموز الفرعية TCM المشفرة تتّبع مجموعة قواعد واحدة، بينما تتّبع الرموز المشفرة بغير المشفر TCM والرموز الفرعية TCM غير المشفرة مجموعة القواعد الثانية. وتحدد الأقسام التالية هذه القواعد.

1.2.13.2.6 قواعد التمهيد والرموز TCM المشفَّرة

يجب إدراج تمهيد المودم الكبلي (سواء كان المشفر TCM مشغَّلاً أو مطفأً) والرموز الفرعية TCM المشفرة في الرَتْل وفقاً للقواعد التالية:

1) **يجب** أن يوضع الرمز الأول أو الرمز الفرعي الأول في فاصل التمديد الأول بالصف الأول للفاصل الصغير المصرَّح به. وفي الشكل 6-18 يتمثل ذلك في الصف 1، وفاصل التمديد صفر، بافتراض أن هذه بداية الفاصل الصغير الأول في التصريح.

2) **يجب** أن توضع الرموز التالية في حجم خطوة المشذِّر لفاصل التمديد التالي المتاح، بعيداً عن حجم الخطوة السابقة. فعلى سبيل المثال، إذا وُضع الرمز السابق في فاصل التمديد X، يوضع الرمز التالي في X + حجم خطوة المشذِّر.

3) إذا أدت إضافة حجم خطوة المشذِّر إلى تجاوز المكان التالي حدود الرَتْل، **يجب** أن يحدَّد المكان التالي على أساس طول الرَتْل. فعلى سبيل المثال، إذا كانت J + حجم خطوة المشذِّر = K+1، يكون المكان التالي عندئذ فاصل التمديد 1.

4) إذا كان المكان التالي مشغولاً أصلاً، **فيجب** زيادة فاصل التمديد بمقدار 1 إلى أن يتحدد مكان فاصل التمديد التالي غير المشغول. فمثلاً، إذا كان المكان المراد فاصل التمديد X، وكان فاصل التمديد X مشغولاً، لكنّ X+1 ليس مشغولاً، فيُستخدم X+1.

5) بعد إدراج جميع فواصل التمديد في الصف الواحد، تكرَّر العملية بدءاً بالصف التالي والخطوة 1 أعلاه.

6) بعد وضع جميع الرموز التمهيدية ورموز البيانات في الرَتْل، **يجب** أن تُملأ الرموز المتبقية في الرشقة، على النحو المحدد في حدود الرشقات في القسم 1.1.5.2.6، برموز بيانات صفرية تقابَل فميا بعد مع قدرة غير صفرية.

7) يجب أن يُملأ كل مكان لا يحوي إلا رمزاً فرعياً TCM غير مشفر ببتّات صفرية في جزء الرمز الفرعي المشفر قبل إجراء عمليتي التقابل والتمديد.

2.2.13.2.6 قواعد الرموز غير المشفرة والرموز الفرعية TCM غير المشفرة

يجب إدراج الرموز غير المشفرة بالمشفِّر TCM والرموز الفرعية TCM غير المشفرة في الأرتال الفرعية وفقاً للقواعد التالية:

1) **يجب** أن يوضع الرمز الأول في الشفرة الأولى المتاحة بفاصل التمديد الأول المتاح في الرَتْل الفرعي بعد وضع التمهيد. وتُدرج الرموز من الصف 1 حتى الصف R، وبعد إدراج فاصل تمديد واحد، يُدرج فاصل التمديد التالي من الصف حتى الصف R.

2) **يجب ألا** يوضع كل من الرموز غير المشفرة والجزء غير المشفر من الرموز TCM في نفس مكان (فاصل التمديد، الشفرة) رمز التمهيد داخل الرَتْل. فعلى سبيل المثال، في حال وجود رمز تمهيد في الصف X، وفاصل التمديد Y؛ والصف (X+1)، مع فاصل التمديد Y غير مستخدم، ينبغي وضع الرمز في الصف (X+1)، وفاصل التمديد Y.

3) **يجب** أن توضع الرموز التالية في الصف المتاح التالي من فاصل التمديد الأول المتاح في الرَّتْل الفرعي القائم. وعلى هذا النحو، يُملأ الرَّتْل الفرعي في شكل أعمدة من أسفل إلى أعلى ثم من اليسار إلى اليمين. فإذا كان الصف 1 حتى الصف R، مثلاً، من فاصل التمديد X مشغولاً أصلاً، يوضع الرمز التالي في الصف الأول المتاح من فاصل التمديد X+1.

4) بعد ملء الرَّتْل الفرعي بالكامل، **يجب** أن يبدأ الرَّتْل الفرعي التالي على النحو المحدد في الخطوة 1 أعلاه.

5) **يجب** أن يخفَّض عدد الصفوف الموجودة في الرَّتْل الفرعي الأخير للرَتْل بحيث تُدرج بالكامل داخل الرَّتْل في حال عدم وجود مكان كافٍ لرَتْل فرعي كامل.

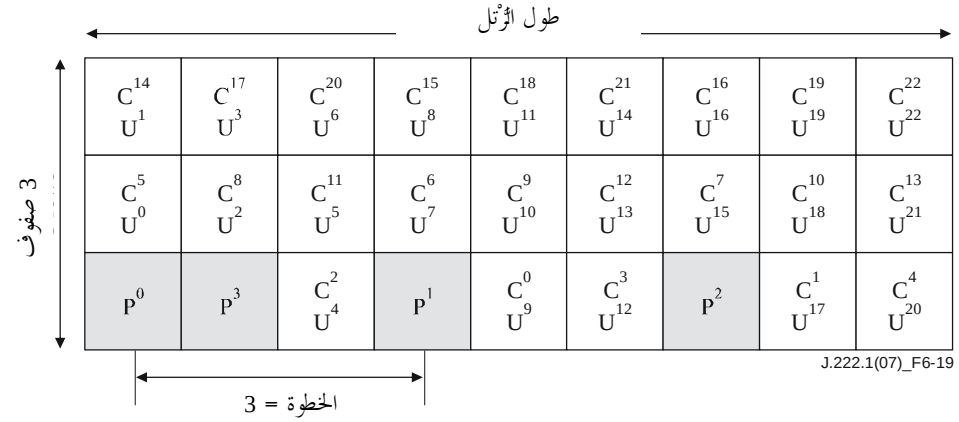
6) **يجب** أن يخفَّض عدد الصفوف الموجودة في الرَّتْل الفرعي الأخير لتصريح الفواصل الصغيرة بحيث تُدرج بالكامل داخل الفواصل الصغيرة المصرح بها في حال عدم وجود مكان كافٍ لرَتْل فرعي كامل في التصريح.

7) بعد وضع جميع رموز البيانات في الرَّتْل، **يجب** أن تُملأ الرموز المتبقية في الرشقة، على النحو المحدد في حدود الرشقات في القسم 1.1.5.2.6، برموز بيانات صفرية تقابَل فيما بعد مع قدرة غير صفرية.

8) يجب أن يُملأ كل مكان لا يحوي إلا رمزاً فرعياً TCM مشفر ببتّات صفرية في جزء الرمز الفرعي غير المشفر قبل إجراء عمليتي التقابل والتمديد.

3.2.13.2.6 مثال لرَتْل فرعي

يبين الشكل 6-19 أدناه مثالاً يتّبع القواعد المحددة أعلاه. إذ يمثل كل مربع في الصندوق رمزاً قد يحوي إما رمزاً تمهيدياً، أو رمزاً غير مشفر في حال عدم استخدام المشفِّر TCM، أو رمزاً فرعياً غير مشفر ومشفر في حال استخدام المشفِّر TCM. وفي هذا المثال، توجد 9 فواصل تمديد في الرَّتْل، و3 صفوف في الرَّتْل الفرعي، وخطوة مشذِّر بحجم 3، ويتألف التمهيد من 4 رموز. وبالاستناد إلى هذه المعلمات، يُملأ الرَّتْل الفرعي على النحو المبين أدناه. وإذا كانت البيانات مشفرة بالمشفر TCM، تمثل Cs أماكن الرموز الفرعية المشفرة وتمثل Us أماكن الرموز الفرعية غير المشفرة. وفي حال عدم استخدام المشفر TCM، توضع الرموز حينئذ وفقاً للقيمة Us فقط.



الشكل 6-19 – ترقيم الرموز باستخدام المشفر TCM ودون استخدامه

4.2.13.2.6 إرسال الأرتال

وما أن يُستكمل الرَّتْل ويصبح جاهزاً للإرسال، **يجب** مقابلة الرموز وتمديدها بترتيب فاصل التمديد. ويعني ذلك أن فاصل التمديد صفر، على النحو المبين في الشكل 6-18، **يجب** أن يكون فاصل التمديد الأول في السلسلة. وفيما يتعلق بالبيانات المشفرة بالمشفِّر TCM، **يجب** تجميع الرموز الفرعية المشفرة وغير المشفرة من جميع الأماكن في الرَّتْل بهدف استحداث رموز كاملة قبل إجراء التقابل والتمديد. وتتعلق هذه الخطوة باستحداث رمز جديد تمثل فيه C^i الجزء المشفر منه وتمثل U^j الجزء غير المشفر منه. ولا يطرأ على الرموز التمهيدية أي تغيير.

14.2.6 تقابل الرموز

يمكن تشكيل إعدادات أسلوب التشكيل عبر رسائل MAC. ويُتاح في قنوات TDMA استخدام نسقي التشكيل QPSK و16 QAM بالتشفير التفاضلي. ويُتاح في قنوات TDMA وS-CDMA استخدام أنساق التشكيل QPSK و8 QAM و16 QAM و32 QAM و64 QAM. ويُتاح في قنوات S-CDMA أيضاً، استخدام أنساق التشكيل QPSK و8 QAM و16 QAM و32 QAM و64 QAM و128 QAM بمشفر TCM. ويجب أن تُرسَل الرموز في كل أسلوب وتُقابَل بتّات الدخل مع الكوكبة I وQ على النحو المحدد في الجدول 6-3. وفي هذا الجدول، تمثل x^1 أقل البتّات دلالةً في كل من خرائط الرموز، وتمثل x^2 وx^3 وx^4 وx^5 وx^6 وx^7 أكثر البتّات دلالةً في أنساق التشكيل 8 QAM و16 QAM و32 QAM و64 QAM و128 QAM، على التوالي. و**يجب** أن تكون أكثر البتّات دلالةً البتّة الأولى في سلسلة البيانات في وحدة تقابل البيانات. كما **يجب** أن تُقابل أكثر البتات دلالةً مع أكثر البتات دلالةً في خريطة الرموز. وقد لا يُقابل عدد بايتات البيانات بعدد رموز صحيح. وفي هذه الحالة، **يجب** أن تُضاف إلى الرمز الأخير بتات صفرية في أماكن أقل البتات دلالةً بعد معالجة جميع بتات البيانات.

الجدول 6-3 – تقابل Q/I

أسلوب QAM	بتّات الدخل المحدَّدة
QPSK	x^2x^1
8 QAM	$x^3x^2x^1$
16 QAM	$x^4x^3x^2x^1$
32 QAM	$x^5x^4x^3x^2x^1$
64 QAM	$x^6x^5x^4x^3x^2x^1$
128 QAM	$x^7x^6x^5x^4x^3x^2x^1$

وتحدَّد جميع الكوكبات في الشكل 6-20 على شبكة مشتركة تتألف إحداثياتها من أعداد صحيحة (يُشار إليها فيما بعد بالشبكة الصحيحة). وبالتالي، يحدَّد كل رمز QAM بقيم 5 بتات على كل (I وQ) محور. و**يجب** في جميع الكوكبات المحافظة على الاتساعات النسبية التي تحددها الشبكة للرموز. ويمكن استخدام كوكبات مختلفة في، مثلاً، مختلف البيانات الوصفية للرشقات، والرموز التمهيدية ورموز البيانات في الرشقة الواحدة، وفي تشكيل شفرات تمديد مختلفة في الرَّتْل.

وفي الشكل 6-20، تشير E_{av} إلى متوسط طاقة الكوكبة في الرموز المتساوية الاحتمال. وفي كل كوكبة تُعطى القيم الصحيحة E_{av} وفروق بوحدة dB مقارنةً بالنسق 64 QAM، G_{const}. وتُستخدم كوكبة QPSK0 في التمهيد المنخفض القدرة وجميع رموز بيانات QPSK. أما QPSK1 كوكبة، فيقتصر استخدامها على الرموز التمهيدية المرتفعة القدرة.

و**يجب** أن تكون كوكبات الرموز في الاتجاه الصاعد على النحو المبين في الشكل 6-20.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز QPSK المشفرة بتشفير غراي (Gray) والمشفرة بالتشفير التفاضلي على النحو المبين في الشكل 6-21.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز 8 QAM على النحو المبين في الشكل 6-22.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز 16 QAM على النحو المبين في الشكل 6-23.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز 32 QAM على النحو المبين في الشكل 6-24.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز 64 QAM المشفرة بتشفير غراي (Gray) على النحو المبين في الشكل 6-25.

وتبين الأشكال من 6-26 و6-28 تقابل الرموز TCM المستخدمة في قنوات S-CDMA.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز TCM بنسق التشكيل QPSK في الاتجاه الصاعد على النحو المبين في الشكل 6-26.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز TCM بنسق التشكيل 8 QAM في الاتجاه الصاعد على النحو المبين في الشكل 6-26.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز TCM بنسق التشكيل 16 QAM في الاتجاه الصاعد على النحو المبين في الشكل 6-27.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز TCM بنسق التشكيل 32 QAM في الاتجاه الصاعد على النحو المبين في الشكل 6-27.

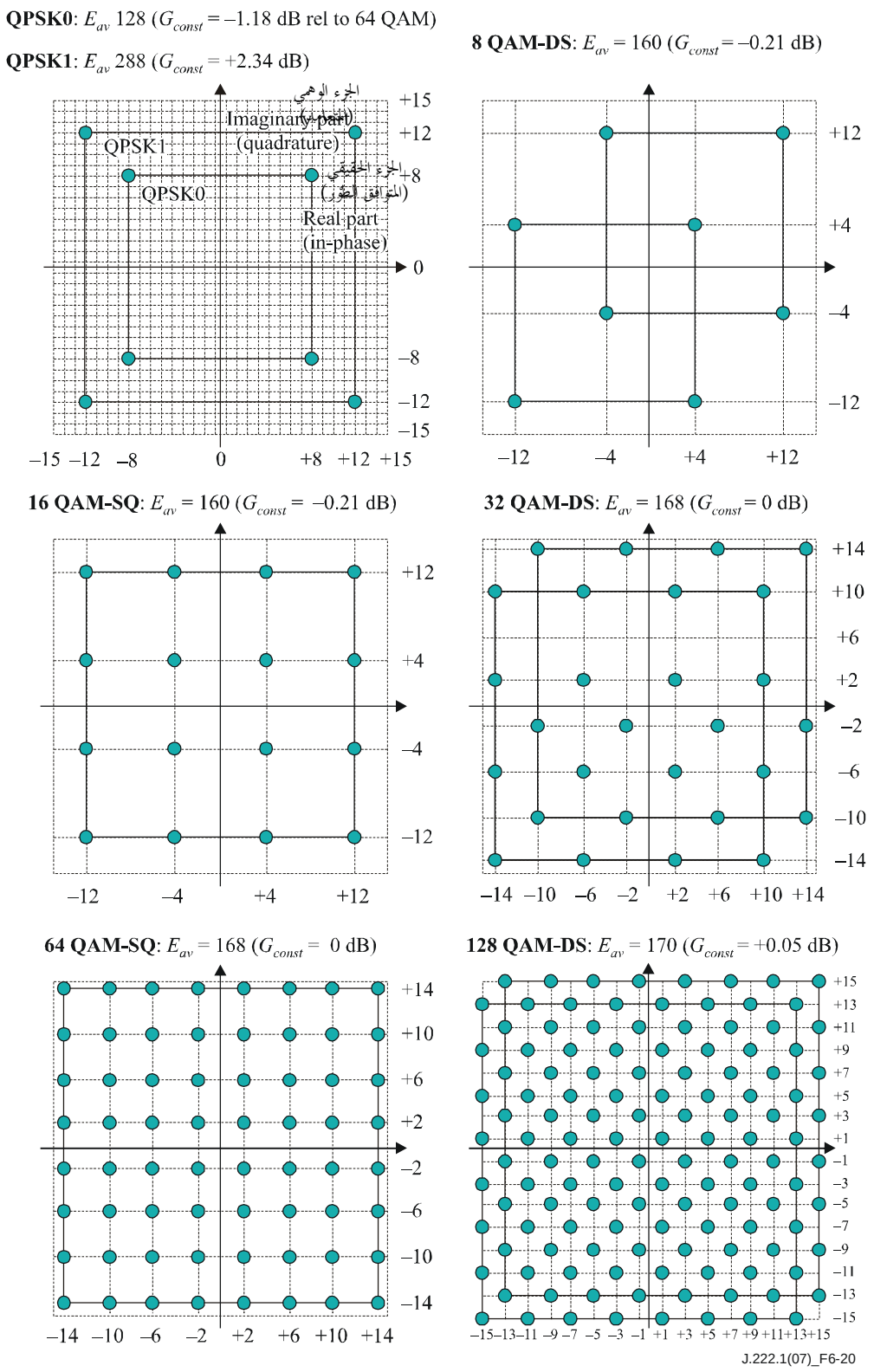
و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز TCM بنسق التشكيل 64 QAM في الاتجاه الصاعد على النحو المبين في الشكل 6-28.

و**يجب** أن يُجرى تقابل الرموز TCM بنسق التشكيل 128 QAM في الاتجاه الصاعد على النحو المبين في الشكل 6-28.

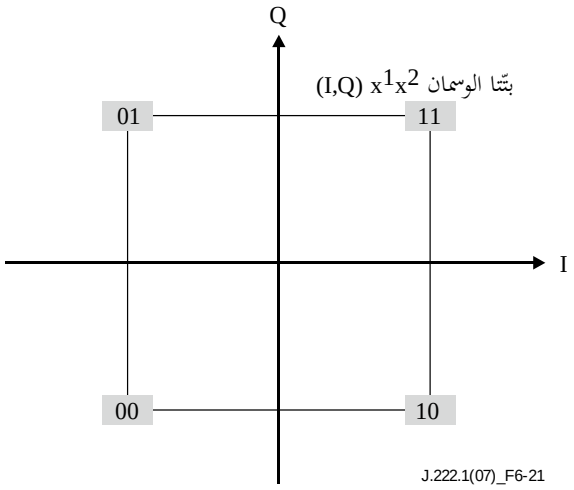
وفي حال تفعيل أسلوب التشفير الرباعي التفاضلي، يُستمد الرمز الرباعي الجاري إرساله من الرمز الرباعي السابق إرساله وبتات الدخل القائمة، على النحو المبين في الجدول 6-4. وفي حال تفعيل أسلوب التشفير الرباعي التفاضلي، **يجب** أن تطبِّق الطبقة الفرعية PMD القائمة في الاتجاه الصاعد قواعد التشفير الرباعي هذه على جميع رموز الإرسال (بما فيها تلك الحاملة لبتات تمهيدية). ولا يُتاح التشفير الرباعي التفاضلي إلا للنسقين QPSK وQAM 16 في قنوات TDMA. وفي الجدول 6-4، تشير I(1)Q(1) إلى x^2x^1 وx^4x^3 في الجدول 6-3 في حالتي QPSK وQAM 16، على التوالي.

الجدول 6-4 – تعريف التشفير الرباعي التفاضلي

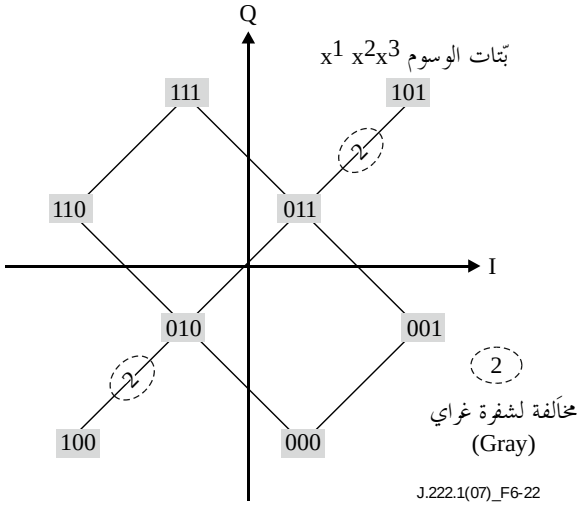
بتّات الدخل الحالية I(1) Q(1)	التغير الرباعي في الطور	أكثر البتات دلالةً للرمز السابق إرساله	أكثر البتات دلالةً للرمز الجاري إرساله
00	0	11	11
00	0	01	01
00	0	00	00
00	0	10	10
01	90	11	01
01	90	01	00
01	90	00	10
01	90	10	11
11	180	11	00
11	180	01	10
11	180	00	11
11	180	10	01
10	270	11	10
10	270	01	11
10	270	00	01
10	270	10	00



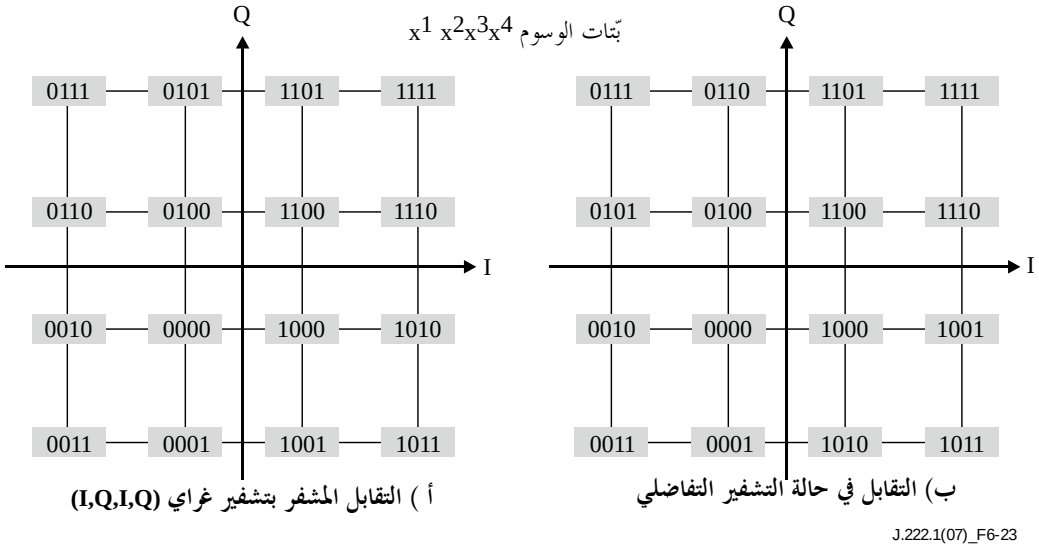
الشكل 6-20 – كوكبات الرموز



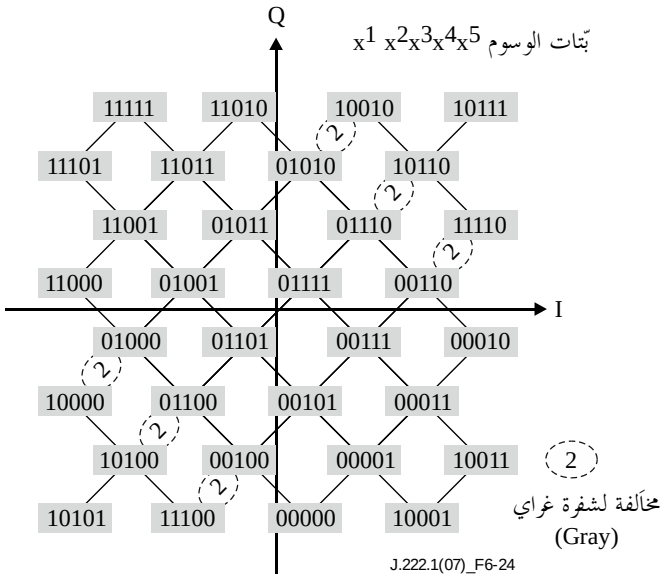
الشكل 6-21 – تقابل الرموز QPSK المشفرة بتشفير غراي (Gray) والمشفرة بالتشفير التفاضلي



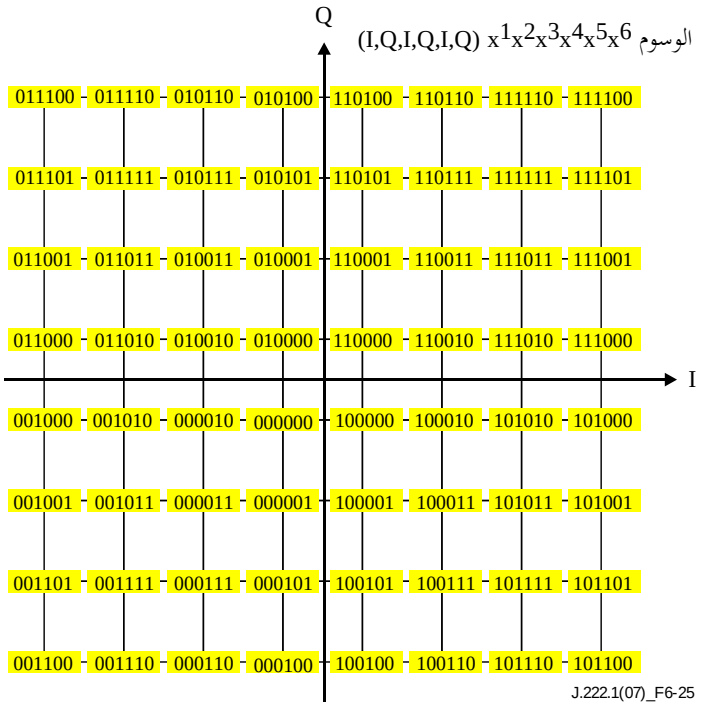
الشكل 6-22 – تقابل الرموز 8 QAM



الشكل 6-23 – تقابل الرموز 16 QAM



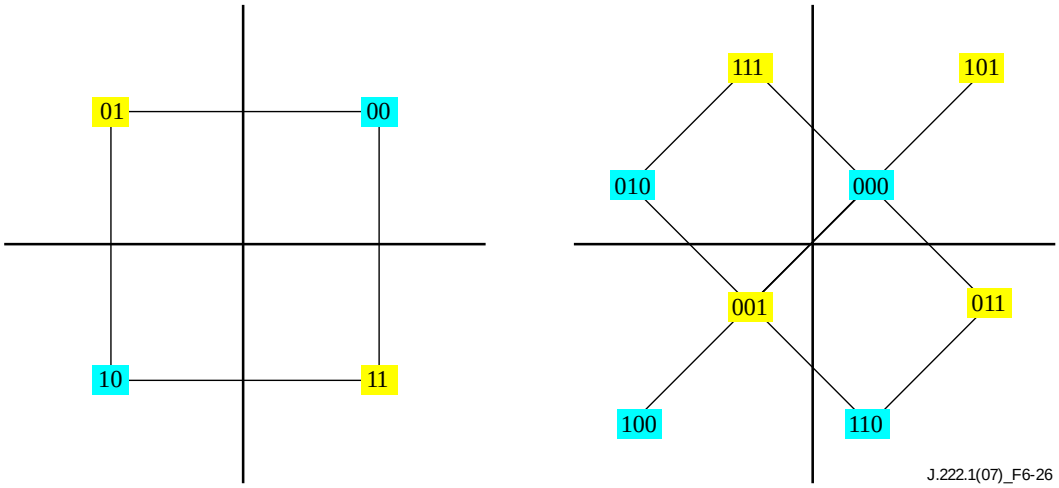
الشكل 6-24 – تقابل الرموز 32 QAM



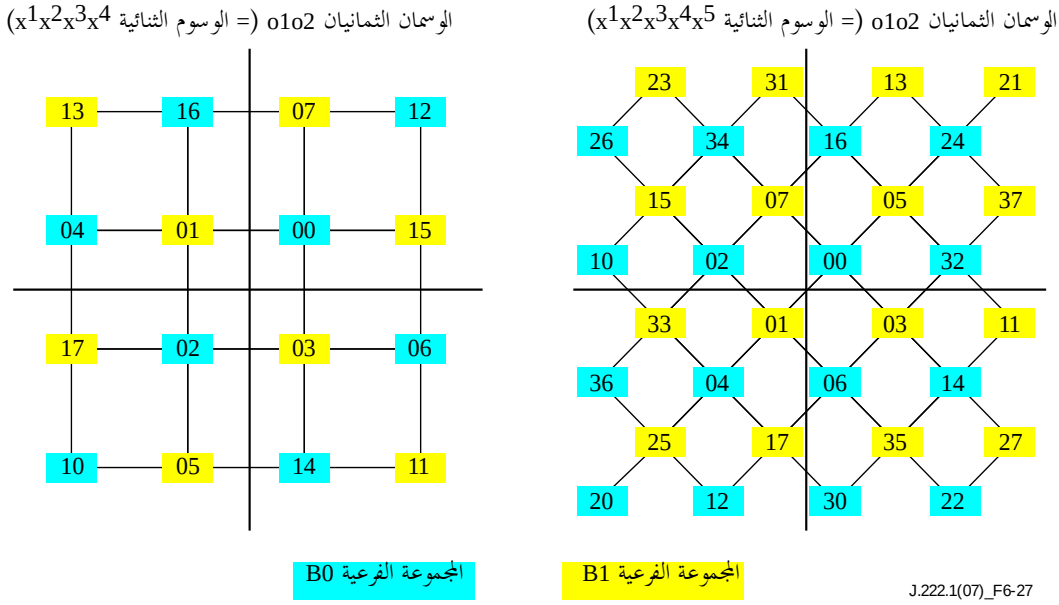
الشكل 6-25 – تقابل الرموز 64 QAM

الوسوم الثنائية $x^1 x^2 x^3$

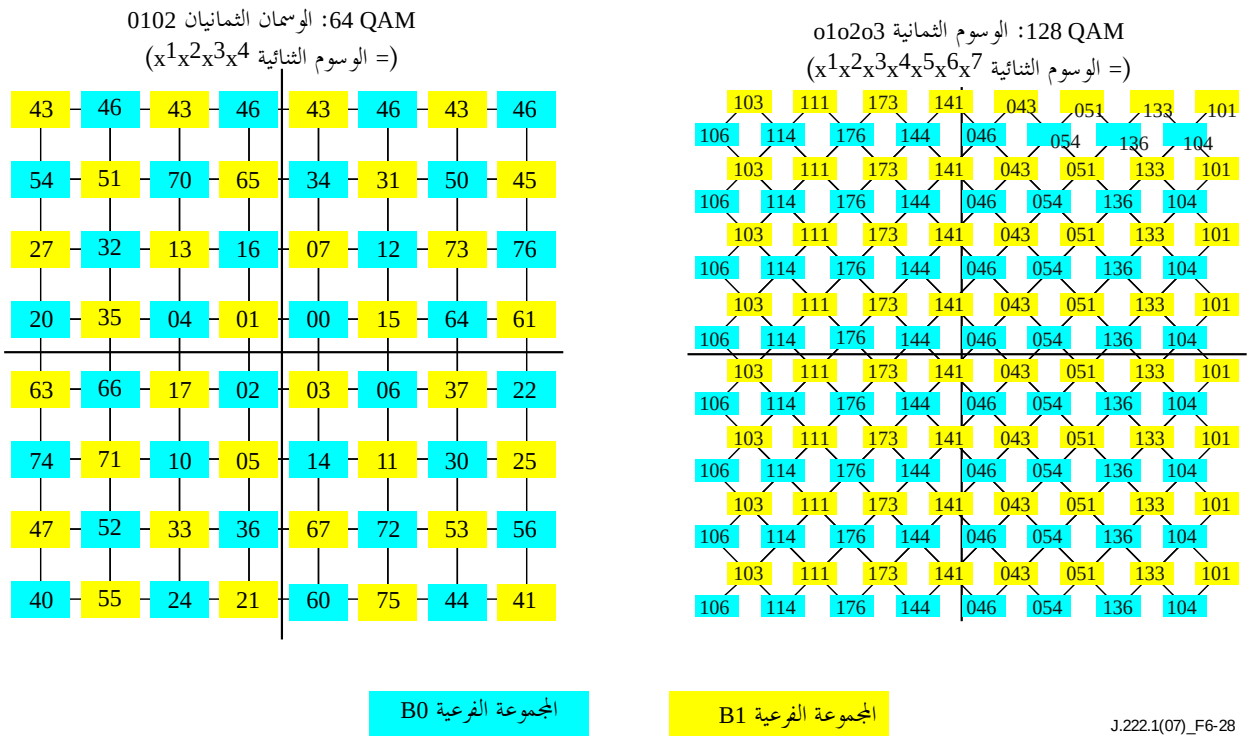
الوسمان الثنائيان $x^1 x^2$



الشكل 6-26 – تقابل الرموز TCM بنسقي التشكيل QPSK وQAM 8



الشكل 6-27 – تقابل الرموز TCM بنسقي التشكيل QAM 16 وQAM 32



الشكل 6-28 – تقابل الرموز TCM بنسقي التشكيل 64 QAM و128 QAM

15.2.6 المبدِّد S-CDMA

يمثل التشكيل بتمديد الطيف بالتتابع المباشر أساس إرسال الإشارات بأسلوب S-CDMA. ويستخدم أسلوب S-CDMA عائلة من الكلمات الشفرية الرقمية المتعامدة، تدعى شفرات التمديد، لإرسال ما يصل إلى 128 رمزاً للتشكيل في آن واحد. وفي كل من فواصل التمديد، يرسَل متجه P_k بحيث:

$$P_k = S_k * C$$

حيث S_k متجه، $[s_{k,127}, s_{k,126},..., s_{k,0}]$، لرموز التشكيل في الشبكة الصحيحة المبينة في القسم 14.2.6، المراد إرسالها في فاصل التمديد k، وC مصفوفة، على النحو التالي:

$$C = \begin{bmatrix} C_{127,127} & C_{127,126} & \cdots & C_{127,0} \\ C_{126,127} & C_{126,126} & \cdots & C_{126,0} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{0,127} & C_{0,126} & \cdots & C_{0,0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_{127} & \cdots & x_2 & -1 \\ x_2 & x_1 & \cdots & x_3 & -1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & -1 \\ x_{127} & x_{126} & \cdots & x_1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

حيث صفوف C هي شفرات التمديد البالغ عددها 128 شفرة، بحيث الشفرة i = $[c_{i,127}, c_{i,126},..., c_{i,0}]$. ويمكن كتابة صفوف المصفوفة C بشكل مختصر على النحو التالي:

$$C = \begin{bmatrix} \text{الشفرة } 127 \\ \text{الشفرة } 126 \\ \cdots \\ \text{الشفرة } 2 \\ \text{الشفرة } 1 \\ \text{الشفرة } 0 \end{bmatrix}$$

وناتج عملية التمديد هو متجه الإرسال P_k المؤلف من 128 عنصراً، ($P_{k\ 127}$, $P_{k\ 126}$,..., $P_{k\ 0}$)، حيث يرسَل كل منها بسرعة الإشارة، ويرسَل العنصر $P_{k,0}$ أولاً زمنياً. ويحدَّد العنصر الأول S_0 في المموِّد كالتالي: كنقطة مرجعية، في الشفرات الموزعة بعدد 128 شفرة، ومع أخذ العمود الأول في الرَّتْل في الحسبان (k = صفر)، تمثل S_0 أول رمز زمنياً يدرج في المرتِّل، ويشغل هذا الرمز العنصر الأيسر الأدنى في المرتِّل، ويكون أول عنصر يدرج في المموِّد.

ومجموعة الشفرات المتعامدة المستخدمة في عملية التمديد شبه دورية، وهي تتألف من قيم تساوي إما +1 أو −1. وتتألف الشفرة صفر من 128 عنصراً، قيمة كل منها +1. وفي كل من شفرات التمديد الأخرى، تساوي الشفرة i، وتحديداً العنصر $c_{i,0}$، −1، ويُحصل على سائر العناصر بإجراء إزاحة دورية للتسلسل x على النحو المبين في المصفوفة الواردة أعلاه في هذا القسم من التوصية.

ويحدَّد التسلسل x_i بحيث تساوي قيمة العناصر المتعلقة بمجموعة الأرقام القياسية التالية −1:

{2 3 4 5 6 7 9 10 11 13 16 17 18 19 20 21 25 26 28 30 31 33 34 35 37 39 40 41 49 51 52 55 56 59 60 61 65 66
67 69 72 73 74 77 78 79 81 84 90 92 94 97 100 101 103 106 109 110 111 114 117 119 121};

وقيمة سائر عناصر الشفرة 1 = +1.

ويُحصل على جميع الشفرات i بإجراء إزاحة دورية إلى اليسار (في اتجاه تزايد الأرقام القياسية) للشفرة (i−1)، حيث تساوي قيمة العنصر $c_{i,0}$ −1 ولا يشكل هذا العنصر جزءاً من الإزاحة الدورية.

ورغم أنه تحدَّد لجميع الشفرات قدرات متساوية، من الممكن أن تكون قدرات رموز التمديد غير متساوية بدرجة طفيفة نظراً إلى تباين قيم E_{av} لرموز دخل المموِّد وفقاً لشبكة الرموز الصحيحة المبينة في القسم 14.2.6.

وإذا لم تخصَّص للمودم الكبلي شفرة محددة i ليستخدمها في فاصل زمني للتمديد بقيمة k، فسيقوم المودم عند حسابه لمتجه الإرسال P_k الخاص به بتحديد $S_{k,i}$ بصفر عددي. ويتولى المرتِّل تخصيص الشفرات للمودم الكبلي، إذ يخصص للرشقة الرمزية ترتيب محدد في الفضاء الثنائي الأبعاد، الشفري والزمني. ويبين القسم 13.2.6 بالتفصيل تسلسل الرموز هذا.

ويمدَّد العنصران I وQ من عناصر الرموز باستخدام شفرة التمديد ذاتها.

وفي مضاعِف مصفوفة المعادلة المبينة أعلاه، وعملية المعالجة اللاحقة التي يُجريها المودم قبل تنفيذ التحويل A/D، تُجرى عملية قص أساسية حيث، على سبيل المثال، تُقص عناصر P_k التي تزيد فيها عن الحاجة بعض القيم المطلقة الخاصة بالمتجهات (مع الإبقاء على الزاوية المركبة) لحصرِها في هذه القيم المطلقة. إن هذه العملية اللاخطية، المنحرفة عن مسار المعادلة المذكورة أعلاه وعملية المعالجة الخطية اللاحقة قبل إجراء التحويل D/A، أساسية للوفاء، بمأمونية وكفاءة، بالمتطلبات المتعلقة بالإرسال الهامشي ونسبة خطأ التشكيل، ولعمل المودم الكبلي، في الوقت ذاته، بأعلى متوسط لمستويات قدرته على الإرسال (انظر الجدول 6-12، "المعلمات الرشقية الفريدة للمستخدِم").

1.15.2.6 القفز الشفري

تشير تقنية القفز الشفري إلى إعادة ترتيب منهجية لصفوف مصفوفة التمديد الأصلية C، بحيث تَنتج شفرة جديدة C_k في المصفوفة في كل من فواصل التمديد K. وفي هذه التقنية يقوم مولِّد أعداد شبه عشوائية بتحديد إزاحة دورية لمجموعة فرعية من صفوف المصفوفة الأصلية C. ويُحدَّد للقفز الشفري أسلوبان، هما: أسلوب القفز الشفري 1 المستخدم حصرياً مع الأسلوب 1 لاختيار الشفرات النشطة؛ وأسلوب القفز الشفري 2 المستخدم حصرياً مع الأسلوب 2 لاختيار الشفرات النشطة.

وفي أسلوب النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرات (S-CDMA)، **يجب** أن يدعم المودم الكبلي أسلوب القفز الشفري 1، و**ينبغي** أن يدعم أسلوب القفز الشفري 2. و**يجوز** أن يدعم نظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) تقنية القفز الشفري.

1.1.15.2.6 أسلوب القفز الشفري 1

في أسلوب القفز الشفري 1، إذا كان عدد الشفرات النشطة N_a > 128، يُجرى قفز للشفرات الدورية (تُزحزح دورياً)، بينما تظل الشفرة صفر، المؤلفة كلها من تكرار رقم 1، ثابتة في أدنى المصفوفة. أما الشفرات غير المستخدمة، فتوضع في الصفوف الدنيا (N_a −128) للمصفوفة C_k التي أُجري لها القفز. وبالتالي، إذا كانت N_a > 127، تتغير مجموعة الشفرات غير المستخدمة في كل من

فواصل التمديد. وإذا كانت N_a = 128، يُجرى قفز لجميع الشفرات، بما فيها الشفرة صفر. وتحدَّد مصفوفة التمديد التي أُجري لها القفز بالمعادلة التالية:

$$C_k = \begin{bmatrix} C_{f(k,127),127} & C_{f(k,127),126} & \cdots & C_{f(k,127),0} \\ C_{f(k,126),127} & C_{f(k,126),126} & \cdots & C_{f(k,126),0} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{f(k,0),127} & C_{f(k,0),126} & \cdots & C_{f(k,0),0} \end{bmatrix}$$

حيث:

$$f(k,i) = \begin{cases} \text{modulo (الأساس) } (128 - lfsr_out(k) + i), 128), N_a = 128,\ 0 \le i \le 127 \\ \text{modulo (الأساس) } (126 - lfsr_out(k) + i), 127), N_a < 128,\ 1 \le i \le 127 \end{cases}$$

وعناصر المصفوفة $c_{i,j}$ هي عناصر المصفوفة الشفرية الأصلية C، وحيث:

k تشير إلى فاصل التمديد

i تشير إلى الصف في المصفوفة

lfsr_out هو عدد شبه عشوائي مبين في القسم 3.1.15.2.6.

2.1.15.2.6 أسلوب القفز الشفري 2

في أسلوب القفز الشفري 2، تقفز الشفرات النشطة بينما تبقى الشفرات غير المستعملة ثابتة في الجزء السفلي من المصفوفة. ويُبين خط أفقي في المعادلة التالية التقسيم بين الشفرات النشطة والشفرات غير المستعملة. وتُعرف مصفوف الانتشار ذات القفزات بالصيغة التالية:

$$C_k = \left[\begin{array}{cccc} C_{f(k,127),127} & C_{f(k,127),126} & \cdots & C_{f(k,127),0} \\ C_{f(k,126),127} & C_{f(k,126),126} & \cdots & C_{f(k,126),0} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{f(k,128-N_a),127} & C_{f(k,128-N_a),126} & \cdots & C_{f(k,128-N_a),0} \\ \hline C_{u(128-N_a-1),127} & C_{u(128-N_a-1),126} & \cdots & C_{u(128-N_a-1),0} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{u(0),127} & C_{u(0),126} & \cdots & C_{u(0),0} \end{array}\right]$$

حيث:

f(k,i) = قائمة الشفرات النشطة [modulo(2*N_a–128-hop_number(k) + i, N_a)]

$128–N_a \le i \le 127$

عناصر المصفوفة $c_{i,j}$ هي عناصر مصفوفة الشفرة الأصلية C:

k يشير إلى فاصل الانتشار؛

i يشير إلى الصف في المصفوفة؛

N_a يشير إلى عدد الشفرات النشطة؛

active_code_list هي قائمة الشفرات النشطة، بالترتيب التصاعدي، مع وجود كل عنصر في المدى من 0 إلى 127؛

u هي قائمة الشفرات غير المستعملة، بالترتيب التصاعدي، مع وجود كل عنصر في المدى من 0 إلى 127؛

hop_number عدد شبه عشوائي يرد وصفه في البند 3.1.15.2.6.

فيما يلي مثال عددي للأسلوب 2 للشفرات النشطة القابلة للتحديد وأسلوب قفز الشفرات 2. ويبين الشكل 6-16 أن N_a = 124 شفرة نشطة مع قائمة شفرات غير مستعملة u = {0، 1، 5، 125}. وهكذا، فإن قائمة الشفرات النشطة = {2، 3، 4، 6، 7، 8، 9، 10،...، 123، 124، 126، 127}، على النحو المشروح في يسار الشكل؛ والقائمة active_code_list(0) = 2، والقائمة active_code_list(123) = 127، وu(3) = 125. ولنفترض أن عند فاصل انتشار معيّن K، يعيد مولد شبه عشوائي للقفزة قيمة hop_number = 0. (يؤدي ذلك إلى نفس المصفوفة التي قد تحدث عند تعطيل القفز الشفري). وتتكون مصفوفة الانتشار C_k من الشفرات غير المستعملة في الجزء الأسفل والشفرات النشطة بالترتيب التصاعدي في الجزء الأعلى:

C_k =

الشفرة 127
الشفرة 126
الشفرة 124
الشفرة 123
…
الشفرة 8
الشفرة 7
الشفرة 6
الشفرة 4
الشفرة 3
الشفرة 2
الشفرة 125
الشفرة 5
الشفرة 1
الشفرة 0

وفي فاصل آخر، إذا كانت hop_number = 3، تزحزح صفوف الرموز عمودياً بشكل دوري بمقدار 3 صفوف، بينما تبقى الرموز غير المستعملة ثابتة وتصبح مصفوفة الانتشار C_k كما يلي:

$$C_k = \begin{bmatrix} \text{الشفرة } 123 \\ \text{الشفرة } 122 \\ \text{الشفرة } 121 \\ \text{الشفرة } 120 \\ \dots \\ \text{الشفرة } 9 \\ \text{الشفرة } 8 \\ \text{الشفرة } 7 \\ \text{الشفرة } 6 \\ \text{الشفرة } 4 \\ \text{الشفرة } 3 \\ \text{الشفرة } 2 \\ \text{الشفرة } 127 \\ \text{الشفرة } 126 \\ \underline{\text{الشفرة } 124} \\ \text{الشفرة } 125 \\ \text{الشفرة } 5 \\ \text{الشفرة } 1 \\ \text{الشفرة } 0 \end{bmatrix}$$

3.1.15.2.6 مولّد القفز الشفري

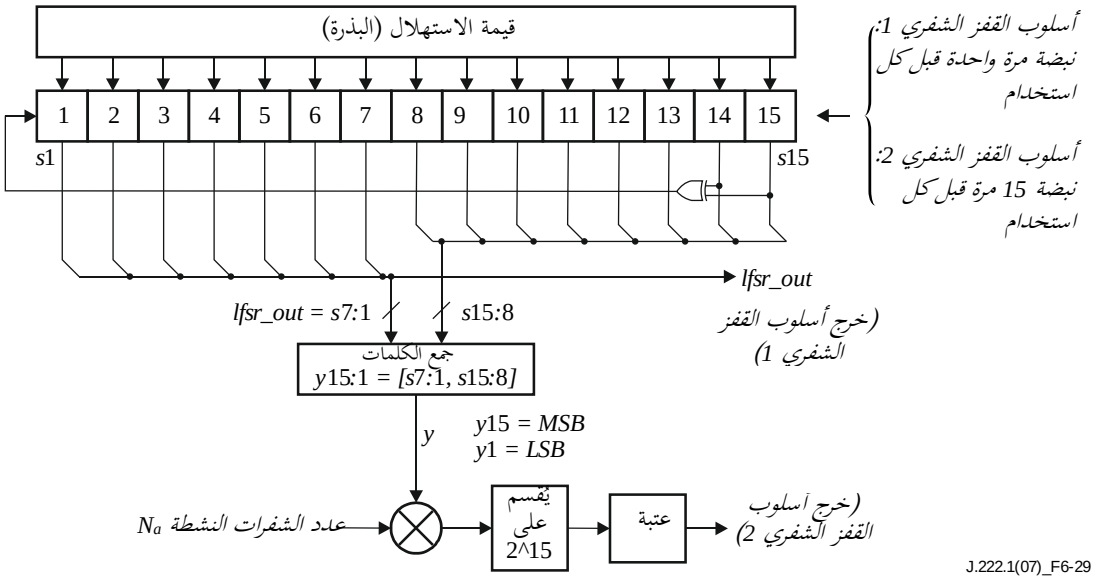
يستخدم مولّد العدد شبه العشوائي الذي يحدد إعادة ترتيب مصفوفة الانتشار خلال القفز الشفري، سجل زحزحة التغذية المرتدة الخطية (LFSR) على النحو المبين في الشكل 6-29. وبغية مواءمة التتابع العشوائي لقفز شفرة المودم الكبلي مع نظام نهاية المودم الكبلي (CMTS)، يجب على المولد العشوائي أن يولد القيمة التالية في فاصل الانتشار الأول لكل رتل:

lfsr_out(*frame_number* * *spreading_interval_per_frame*)

حيث lfsr_out(k) هي قيمة lfsr_out بعد تحديثات سجل الزحزحة K، تبعاً لتحميل بذرة القفز الشفري في السجل LFSR. وتُعرّف البتات بوصفها lfsr_out7:1 = s7:1، حيث تشير s إلى محتويات سجل الزحزحة، وتعتبر البتة lfsr_out bit 7 البتة الأكثر دلالة (MSB). وفي أسلوب القفز الشفري 1، يساوي تحديث سجل الزحزحة زحزحة واحدة للسجل LFSR. وفي أسلوب القفز الشفري 2، يساوي تحديث سجل الزحزحة 15 زحزحة للسجل LFSR.

ويرد في الفقرة 2.12.2.6 وصف لعداد الأرتال والإجراءات المتعلقة بتزامنه. وفي إعادة التدميث هذه، يتم تحميل قيمة استهلال ذات 15 بتة (بذرة) في سجل الزحزحة وتُستخدم في فاصل الانتشار الأول. وتُشكَّل قيمة البذرة ذات 15 بتة استجابة لرسالة واصف القناة الصاعدة من النظام CMTS.

وفي كل فاصل انتشار لاحق K، يجري تحديث السجل LFSR. وتتقدم آلية القفز الشفري (السجل LFSR ومؤشر فاصل الانتشار k)، في كل فاصل (128 فاصل تشكيل) في كل من رتلي الممدد النشط وغير النشط.



الشكل 6-29 – مولد العدد العشوائي للقفز الشفري

1.3.1.15.2.6 مولد أعداد شبه عشوائية لأسلوب القفز الشفري 1

في أسلوب القفز الشفري 1، يجري تحديث السجل LFSR بنبضة مرة واحدة قبل كل استخدام في كل فاصل للانتشار. ويُستخدم الخرج lfsr_out لحساب مؤشرات مصفوفة الانتشار على النحو المبين بواسطة المعادلة أعلاه المتعلقة بأسلوب القفز الشفري 1.

2.3.1.15.2.6 مولد أعداد شبه عشوائية لأسلوب القفز الشفري 2

في أسلوب القفز الشفري 2، يتم تحديث السجل LFSR بنبضة 15 مرة قبل كل استخدام في كل فاصل للانتشار، وبذلك تدفقه لتقليل الترابط بين القفزات. وبعد ذلك تتم مقايسة محتويات السجل LFSR لإنتاج عدد قفزات شبه عشوائي موزع موحد تقريباً في المدى من 0 إلى N_a – 1. وتتكون المقايسة من العملية التالية:

$$hop_number = floor\left(\frac{N_a y}{2^{15}}\right)$$

وفي هذه المعادلة، يشير Na إلى عدد الشفرات النشطة وy إلى نتيجة تجميع خرج السجل LFSR في كلمة من 15 بتة على النحو التالي: تقابل البتات 7:1 للسجل LFSR مع البتات السبع الأكثر دلالة للبتة y. وتُستخدم البتات المتبقية 15:8 من السجل LFSR بوصفها البتات الثماني الأقل دلالة للبتة Y. وهذا يعني أن y15:1 = [s7:1, s15:8]، حيث تعتبر البتة y15 البتة الأكثر دلالة. ويُستخدم الخرج hop_number لحساب مؤشرات مصفوفة الانتشار على النحو المبين بالمعادلة المتعلقة بأسلوب القفز الشفري 2 أعلاه.

ويجب الحفاظ على الدقة الكاملة في عملية الضرب N_a * y. وبعد ذلك **يجب** بتر المنتج مع استبعاد البتات الأقل دلالة الخمس عشرة على النحو المبين في الشكل، أو يمكن استعمال معالجة مكافئة تنتج نفس الخرج hop_number في جميع شروط الدخل. ويوفر استخدام البتات الخمس عشرة بالكامل للسجل LFSR تأثير الارتعاش الذي يمنع "التكتل" في توزيع القفزات.

16.2.6 مسوي الإرسال المسبق

يجب تشكيل مسوي الإرسال المسبق لهيكل المسوي الخطي المبين في الشكل 6-30، فيما يخص كل قناة صاعدة يستخدمها المودم الكبلي استجابة لرسالة استجابة قياس المدى (RNG-RSP) التي يرسلها النظام CMTS.

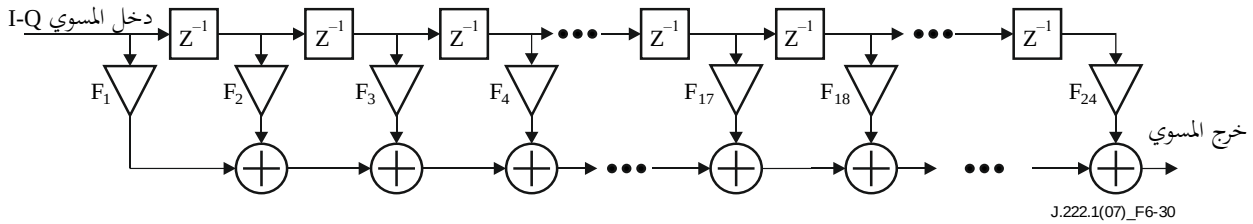
وهناك أسلوبان لتشغيل المسوي المسبق للمودم الكبلي: الأسلوب DOCSIS 1.1، وأسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0: في الأسلوب DOCSIS 1.1، **يجب** أن يدعم المودم الكبلي هيكل المسوي بمباعدة-(T) مع 8 تفريعات. **ويجوز** أن يكون للمسوي

المسبق عينة واحدة أو عينتان أو 4 عينات لكل رمز، على أن يكون طول التفريعة أكبر من 8 رموز. وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، بالنسبة إلى التوافق العكسي، **يمكن** للنظام CMTS أن يدعم نسق المسوي بمباعدة كسرية (T/2 وT/4). وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0، **يجب** أن يدعم المسوي المسبق هيكل المسوي بمباعدة الرمز-(T) مع 24 تفريعة.

في القنوات المنطقية بأسلوب DOCSIS 1.x فقط (القنوات المنطقية من النمط 1 [ITU-T J.222.2])، **يجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1.

وفي القنوات المنطقية بأسلوب DOCSIS 2.0 فقط أو أسلوب DOCSIS 3.0 فقط (القنوات المنطقية من النمط 3 أو النمط 4 [ITU-T J.222.2])، **يجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0.

وفي القنوات المنطقية المختلطة DOCSIS 1.x/2.0 (القنوات المنطقية من النمط 2 [ITU-T J.222.2])، **يجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1 من قياس المدى الأولي حتى يتم تفعيل الأسلوب DOCSIS 2.0 أو حتى يتم تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد في عملية التسجيل (إذا تم تفعيل أيّ منهما). **ويجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0 بعد أن يتم تفعيل الأسلوب DOCSIS 2.0 من أجل المودم الكبلي. وفي حالة وضع المودم الكبلي في أسلوب قناة الإرسال المتعدد، يجب أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0 فيما يخص جميع الرشقات في القنوات المنطقية من النمط 2 سواء كان واصف الرشقة في واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) للرشقة المرسَلة من النمط 4 أو من النمط 5.



الشكل 6-30 – هيكل مسوي الإرسال المسبق

تحمل الرسالة RNG-RSP MAC معلومات تسوية الإرسال للمودم الكبلي، ويمكن أن تكلف المودم الكبلي إما بتحوير معاملات المسوي أو (في أسلوب التسوية المسبقة DOCSIS 2.0 فقط) بتحميلها مباشرة. عندما يُكلف المودم الكبلي بتحوير معاملات مسوي الإرسال، **يجب** أن يقوم بتحوير المعاملات التي يرسلها النظام CMTS في الرسالة RNG-RSP مع المعاملات الحالية، للحصول على المعاملات الجديدة. وبعد عملية التحوير، **يجب** أن يقوم المودم الكبلي ببتر نتيجة التحوير بحيث تظل 24 تفريعة (8 تفريعات في أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1) بعد عملية البتر، على أن تقع التفريعة الرئيسية في التفريعة التي تعيّنها الرسالة RNG-RSP الأخيرة التي يستلمها المودم الكبلي. ويتم إنشاء عملية التحوير بواسطة المعادلة التالية:

$$F_n^{m+1} = \sum_{k=\max(1-L^{m+1}\times n+L^m-L^{m+1}-24)}^{\min(24-L^{m+1},n+L^m-L^{m+1}-1)} F_{n-k+L^m-L^{M+1}\times}^{m} \hat{F}_{k+l^{m+1}},\ n = 1\cdots 24$$

حيث:

F_n^m معاملات قبل التحوير

F_n^{m+1} معاملات بعد التحوير

$\hat{F}_n$ معاملات مُرسلة من النظام CMTS

L^m موقع التفريعة الرئيسية قبل التحوير

L^{m+1} موقع التفريعة الرئيسية بعد التحوير على النحو الذي يمليه النظام CMTS

وفي أسلوب التسوية المسبقة DOCSIS 2.0، **يمكن** أن يكلف النظام CMTS المودم الكبلي بتحميل معاملات مسوي الإرسال المسبق. وعندما يُكلف المودم بتحميل معاملات مسوي الإرسال، **يجب** أن يقوم بتحميل المعاملات التي يرسلها النظام CMTS في معاملات المسوي المسبق بعد معايرة سليمة إذا لزم الأمر.

وفي القنوات المنطقية بأسلوب DOCSIS 1.x فقط، عند الاستجابة لطلب أولي لقياس المدى وطلبات دورية لقياس المدى قبل تسجيل المودم الكبلي، عندما يرسل النظام CMTS معاملات المسوي المسبق، يجب على النظام أن يقوم بحسابها وإرسالها باستعمال مسوٍّ يبلغ طوله 8 ونسق بمباعدة T، حيث يشير T إلى فاصل التشكيل. وبعد التسجيل، **يمكن** للنظام CMTS استخدام نسق مسوي بمباعدة كسرية (بمباعدة T/2 أو T/4) مع تفريعة بطول أكبر لمطابقة قدرات المسوي المسبق للمودم الكبلي التي اكتسبها النظام CMTS من مجال قدرات المودم للرسالة REG-REQ.

وفي القنوات المنطقية بأسلوب DOCSIS 2.0 فقط أو بأسلوب DOCSIS 3.0 فقط، **يجب** على النظام CMTS أن يحسب ويرسل معاملات المسوي المسبق باستعمال مسوٍّ يبلغ طوله 24 ونسق بمباعدة T في جميع الأوقات.

وفي القنوات المنطقية المختلطة بأسلوب DOCSIS 1.x/2.0، استجابةً لطلب أولي لقياس المدى وطلبات دورية لقياس المدى قبل تسجيل المودم الكبلي، عندما يرسل النظام CMTS معاملات المسوي المسبق، **يجب** على النظام CMTS أن يحسبها ويرسلها باستعمال مسوٍّ يبلغ طوله 8 ونسق بمباعدة T. وبعد التسجيل، إذا تم تفعيل أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، **يمكن** للنظام CMTS استعمال نسق مسوٍّ بمباعدة كسرية (مباعدة T/2 أو T/4) مع تفريعة ذات طول أكبر لمطابقة قدرات المسوي المسبق للمودم الكبلي التي اكتسبها النظام CMTS من مجال قدرات المودم للرسالة REG-REQ. وإذا تم تفعيل أسلوب التسوية المسبقة DOCSIS 2.0 أو أسلوب قناة الإرسال المتعدد للمودم الكبلي، **يجب** على النظام CMTS استخدام هيكل مسوٍّ بمباعدة T مع 24 تفريعة. وإذا استعمل التحديث الأول للمسوي المسبق بعد تفعيل أسلوب التسوية المسبقة DOCSIS 2.0، أسلوب "التحوير"، **يجب** على المودم الكبلي حشو المرشاح الحالي ذي 8 تفريعات بقيم صفرية للحصول على مرشاح ذي 24 تفريعة والقيام بعملية التحوير وفقاً للقواعد المذكورة أعلاه.

وقبل إجراء طلب قياس المدى الأولي، وكلما تغير تردد القناة الصاعدة أو سرعة تشكيل القناة الصاعدة، **يجب** على المودم الكبلي أن يستهل معاملات المسوي المسبق بقيمة افتراضية حيث تساوي جميع المعاملات الصفر باستثناء المعامل الفعلي للتفريعة الأولى (أي F1). وكلما تغير الموقع الرئيسي، **يجب** على المودم الكبلي، وليس النظام CMTS، أن يعوض عن التأخير (تخالف قياس المدى) بسبب التحول من موقع التفريعة الرئيسي السابق إلى موقع التفريعة الرئيسي الجديد لمعاملات المسوي التي يرسلها النظام CMTS (في عمليتي "التحوير" و"التحميل"). ثم يتم تحديث معاملات المسوي المسبق من خلال عملية قياس المدى اللاحق (قياس المدى الأولي وقياس المدى الدوري بأسلوب أحادي الإرسال).

وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، **يجب** على النظام CMTS **ألا** ينقل موقع التفريعة الرئيسية خلال قياس المدى الدوري.

وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، **يجب** على النظام CMTS **ألا** يكلف المودم الكبلي بتحميل معاملات مسوي الإرسال.

وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0، **يمكن** للنظام CMTS أن ينقل موقع التفريعة الرئيسية خلال قياس المدى الأولي أو قياس المدى الدوري بأسلوب أحادي الإرسال.

ويمكن إدراج معاملات المسوي في كل رسالة RNG-RSP وإن كانت لا تطرأ عادة إلا عندما يشير النظام CMTS إلى أن استجابة القناة قد تغيرت إلى حد كبير. ويحدد النظام CMTS تردد تحديث معاملات المسوي في الرسالة RNG-RSP.

ويجب على المودم الكبلي أن يقوم بتقييس معاملات مسوي الإرسال من أجل ضمان التشغيل السليم (كعدم التدفق المفرط أو البتر). **ويجب** على المودم الكبلي **ألا** يغير قدرة الإرسال المستهدفة لديه بسبب اكتساب أو خسارة معاملات جديدة في كل من عمليتي "التحوير" و"التحميل". وتحدد الفقرة 19.2.6 القدرة المستهدفة، "متطلبات قدرة الإرسال".

وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، إذا نفّذ هيكل مسوي المودم الكبلي نفس عدد المعاملات المخصص في الرسالة RNG-RSP عندئذ، **يجب** على المودم الكبلي **ألا** يغير موقع التفريعة الرئيسية في الرسالة RNG-RSP. وإذا نفّذ هيكل مسوي المودم عدداً مختلفاً

من المعاملات عن العدد المحدد في الرسالة RNG-RSP، **يمكن** للمودم الكبلي أن يحول موقع قيمة التفريعة الرئيسية. **ويجب** على المودم الكبلي أن يقوم بضبط تخالف قياس المدى لديه بالإضافة إلى أي تعديل في الرسالة RNG-RSP بمقدار يعوض عن حركة موقع التفريعة الرئيسية.

17.2.6 تحديد شكل الطيف

يجب على المرسل الصاعد أن يقارب مرشاح نيكويست بالجذر التربيعي بزيادة موجة جيب التمام لتشكيل النبضة مع عامل تقريب ألفا = 0,25. وبالنسبة إلى التشغيل باستعمال النظام DOCSIS 3.0 CMTS (ما لم يكن النظام CMTS يعمل بواسطة pre-3.0 DOCSIS CMTS)، **يجب ألا** يتجاوز عرض النطاق المرسَل للمودم الكبل البالغ –30 dB قيم عرض القناة المبينة في الجدول 6-5. وبالنسبة إلى التوافق العكسي مع نظام CMTS يعمل كنظام pre-3.0-DOCSIS CMTS، **يجب ألا** يتجاوز عرض النطاق المرسَل للمودم الكبلي البالغ –30 dB قيم عرض القناة المبينة في الجدول 6-6. وترد قيم عرض القناة تحليلياً بالصيغة التالية:

.ChannelWidth = ModulationRate*(1+alpha)

الجدول 6-5 – عرض القناة الأقصى من أجل التشغيل بواسطة نظام DOCSIS 3.0 CMTS

معدل التشكيل (kHz)	عرض القناة (kHz)
1 280	1 600
2 560	3 200
5 120	6 400

الجدول 6-6 – عرض القناة الأقصى من أجل التشغيل بواسطة نظام pre-3.0-DOCSIS CMTS

معدل التشكيل (kHz)	عرض القناة (kHz)	إمكانية التطبيق
160	200	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
320	400	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
640	800	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
1 280	1 600	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
2 560	3 200	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
5 120	6 400	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم

1.17.2.6 مرونة ومدى التردد الصاعد

يجب على المودم الكبلي أن يدعم التشغيل في مدى التردد الصاعد المعياري البالغ 5-42 MHz.

وبالإضافة إلى ذلك، **يمكن** للمودم الكبلي أن يدعم التشغيل على أساس الاختيار من خلال:

أ) مدى التردد الصاعد المعياري البالغ 5-42 MHz؛

ب) أو مدى التردد الصاعد الموسع البالغ 5-85 MHz، من طرف إلى طرف.

و**يجب** دعم أوامر تردد التخالف وفقاً للجدول 6-12.

2.17.2.6 نسق الطيف

يجب أن يتيح المشكّل الصاعد التشغيل بالنسق $s(t) = I(t)*\cos(\omega t) – Q(t)*\sin(\omega t)$، حيث يرمز t إلى الوقت ويرمز ω إلى التردد الزاوي.

18.2.6 مهل المعالجة النسبية

مهلة معالجة الرسالة CM MAP هي الوقت المتاح بين وصول البتة الأخيرة للرسالة MAP إلى مودم كبلي وفعالية هذه الرسالة MAP. وخلال هذا الوقت، ينبغي للمودم الكبلي أن يعالج الرسالة MAP وأن يملأ مشذّراته (أو مرتلاته، بأسلوب S-CDMA) ببيانات مشفرة. **ويجب** على النظام CMTS أن يرسل الرسالة MAP في وقت مبكر بما يكفي لإتاحة مهلة معالجة الرسالة CM MAP على النحو البين أدناه.

وفيما يخص مودم كبلي بأسلوب MTC، تُعطى مهلة معالجة الرسالة CM MAP، D_p، بواسطة المعادلات التالية:

$$D_p = 600 \quad + \frac{M}{5.12}\,\mu s$$

$$M = \begin{cases} I_r N_r, & I_r \neq 0 \\ B_r, & I_r = 0 \end{cases}$$

حيث M هو عدد العناصر في مشذرات المودم الكبلي (في حالة أسلوب TDMA)، أو المرتل (في حالة أسلوب S-CDMA). وفي حالة عدم وجود تشذير صاعد أو ترتيل S-CDMA، فإن M = 0. وجدير بالملاحظة أنه في المعادلات أعلاه، تُؤخذ قيمتا B_r وI_r*N_r باعتبارهما أقصى قيمتين لجميع أنواع الرشقات المحددة في واصف UCD محدد.

وفي أسلوب S-CDMA، M = 128(K+1)، حيث K هو عدد فواصل الانتشار لكل رتل. وهذا هو الوقت اللازم لمعالجة رتل S-CDMA بالإضافة إلى فاصل انتشار إضافي. فعلى سبيل المثال، في حالة K = 32، وهو ما يقابل حجم المرتل الأقصى، يكون وقت معالجة الرسالة CM MAP هو 1425 µs.

وبالنسبة لمودم كبلي لا يعمل بأسلوب MTC، تُعطى مهلة معالجة الرسالة CM MAP، D_p بواسطة المعادلة مع M تعادل ما هو محدد أعلاه:

$$D_p = 200 + \frac{M}{5.12}\,\mu s$$

الملاحظة 1 – لا تشمل مهلة معالجة الرسالة CM MAP وقت إزالة تشذير التصحيح الأمامي للخطأ في الاتجاه الهابط.

الملاحظة 2 – تعلق "فعالية الرسالة MAP" ببداية رتل الرشقة عند خرج التردد الراديوي للمودم الكبلي. وفي أسلوب S-CDMA، تتعلق "فعالية الرسالة MAP ببداية (عد خرج التردد الراديوي للمودم الكبلي) فاصل الانتشار الأول للرتل S-CDMA الذي يتضمن الرشقة.

19.2.6 متطلبات قدرة الإرسال

تطبق المتطلبات التالية مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد. وتتناول الفقرة 4.19.2.6 أدناه المتطلبات مع تعطيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد.

ويكون المودم الكبلي مطلوباً لدعم تغيّر كمية قدرة الإرسال. وتُقدم المتطلبات من أجل:

1) مدى قدرة الإرسال المبلغ عنها لكل قناة؛
2) حجم الخطوة لأوامر القدرة؛
3) دقة حجم الخطوة (التغير الفعلي في قدرة الخرج لكل قناة مقارنة بالتغيير الذي يوجد أمر به)؛
4) الدقة المطلقة لقدرة خرج المودم الكبلي لكل قناة.

تُعرف الفقرة 5.4.6 من التوصية [ITU-T J.222.2] البروتوكول الذي تتم به عمليات ضبط القدرة. **ويجب** أن تكون عمليات الضبط هذه التي يقوم بها المودم الكبلي في حدود مديات التفاوتات المسموح بها الوارد وصفها أدناه.

يجب على المودم الكبلي تأكيد أن حدود قدرة الإرسال لكل قناة قد استُوفيت بعد تلقي رسالة RNG-RSP أو بعد تغيير واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) لكل قناة من القنوات النشطة للمودم الكبلي المشار إليها. وتُعرف قناة نشطة لمودم كبلي كأي قناة يحصل من أجلها المودم الكبلي على تصريح سيستخدمه لتهيئة القناة أو قياس المدى أو كأي قناة يتم من أجلها "قياس مدى"

المودم الكبلي. وتُدعى أيضاً مجموعة "القنوات النشطة" مجموعة قنوات الإرسال. (ستكون هناك آلية يمكن للنظام CMTS من خلالها أن يأمر المودم الكبلي بتعطيل قناة نشطة إما لغرض تقليل عدد القنوات النشطة على هذا المودم الكبلي أو لغرض إضافة قناة نشطة مختلفة كقناة صاعدة بديلة لهذا المودم الكبلي). وجدير بالملاحظة أن مجموعة القنوات الصاعدة الرشقية من مودم كبلي هي مجموعة فرعية من القنوات النشطة على هذا المودم الكبلي؛ وفي كثير من الأحيان لا تكون واحدة من القنوات النشطة أو جميعها في حالة رشقية على المودم الكبلي، ولكن هذه القنوات الهادئة تظل "قنوات نشطة" بالنسبة لهذا المودم الكبلي.

وتُعرّف قدرة الإرسال لكل قناة على أنها متوسط قدرة التردد الراديوي في عرض النطاق المشغول (عرض القناة) المرسَل في رموز البيانات لرشقة ما، مع افتراض رموز QAM متساوية الاحتمال، وتقاس عند الموصل F للمودم الكبلي. وتُعرّف قدرة الإرسال الكلية كمجموع قدرة الإرسال لكل قناة ترسل رشقة في وقت معيّن. وتشير متطلبات المستويات القصوى والدنيا لقدرة الإرسال لكل قناة إلى مستويات قدرة الإرسال لكل قناة المستهدفة من المودم الكبلي، التي تُعرف على أنها تقدير المودم الكبلي لقدرته الفعلية لإرسال كل قناة. **ويجب** أن تكون قدرة الإرسال الفعلية لكل قناة ضمن ± 2 dB من القدرة المستهدفة. **ويجب** أن تكون قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة متغيرة عبر المدى المحدد في الجدول 6-12.

مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لنفترض أن $P_r - P_{hi} = P_{load}$ لكل قناة باستعمال تعريفي P_{hi} وP_r الواردين في الفقرات الفرعية التالية من الفقرة 19.2.6. وتسمى القناة المقابلة للحد الأدنى لقيمة P_{load} أعلى قناة محملة، ويرمز إليها بالمعلمة P_{load_1} في هذه التوصية، حتى ولو كانت هناك قناة واحدة فقط في مجموعة قنوات الإرسال. ويكون لقناة عالية التحميل، قيمة P_{load_n} منخفضة (ولكن ليس أقل من 0)؛ وتكون القيمة P_{load_n} مماثلة لمقدار انخفاض المضخم بالنسبة إلى خرج قدرته القصوى. ويكون للقناة قدرة خرج أقل عندما يكون لهذه القناة تحميل أقل (مزيد من التراجع) ومن ثم قيمة P_{load_n} أعلى. وجدير بالملاحظة أن أعلى قناة محملة ليست بالضرورة القناة ذات قدرة الإرسال الأعلى علماً أن القدرة القصوى للقناة تعتمد على التشكيلات التي تدعمها في مواصفات الرشقات لديها. ويشار إلى القناة ذات ثاني أدنى قيمة للقيمة P_{load} بوصفها ثاني أعلى قناة محملة، ويشار إلى قيمة التحميل لديها بوصفها P_{load_2}؛ والقناة ذات ثالث أدنى قيمة للقيمة P_{load} هي ثالث أعلى قناة محملة، ويشار إلى قيمة التحميل لديها بوصفها P_{load_3}، ويشار إلى القناة ذات رابع أدنى قيمة تحميل بوصفها رابع أعلى قناة محملة وقيمة التحميل لديها هي P_{load_4}. وتعرّف $P_{load_min_set}$ الطرف الأعلى لنافذة المدى الدينامي للمودم الكبلي فيما يخص P_{hi} لكل قناة. وستحدّ القيمة $P_{load_min_set}$ من القدرة القصوى الممكنة لكل قناة نشطة إلى قيمة أقل من P_{hi} عندما تكون القيمة $P_{load_min_set}$ أكبر من الصفر. و$P_{load_min_set}$ هي قيمة يفرضها النظام CMTS على المودم الكبلي. (في حالة وجود أقل من 4 قنوات في مجموعة قنوات الإرسال، ستكون القيمة P_{load_n} صالحة فقط للقنوات الصاعدة النشطة n) ولا تُعرّف القيم $P_{load_min_set}$ وP_{load_n} وP_{hi_n} وP_{r_n} وغيرها إلا عند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد.

يصدر النظام CMTS أمراً باتساق ضبط القيمة P_{r_n} مع القيمة $P_{load_min_set}$ المخصصة سابقاً للمودم الكبلي مع الحدود التالية:

$$P_{load_min_set} \leq P_{hi_n} - P_{r_n} \leq P_{load_min_set} + 12\ dB$$

وما يعادلها:

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12\ dB) \leq P_{r_n} \leq P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

يتم حساب قيمة $P_{low_multi_n}$ لكل قناة في مجموعة قنوات الإرسال، التي تحدد الطرف السفلي لنافذة المدى الدينامي لقدرة الإرسال لتلك القناة بالنظر إلى الطرف العلوي للمدى (الذي يتم تحديده بواسطة $P_{load_min_set}$).

$$P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12\ dB$$

وتأثير القيمة $P_{low_multi_n}$ هو تقييد المدى الدينامي المطلوب (أو حتى المسموح به) من جانب المودم الكبلي عبر قنواته المتعددة عند التشغيل مع قنوات نشطة متعددة.

وعندما يرسل النظام CMTS قيمة $P_{load_min_set}$ جديدة إلى المودم الكبلي، هناك احتمال ألا يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير إلى القيمة الجديدة على الفور لأن المودم الكبلي قد يكون في منتصف الرشقة على قناة أو أكثر من قنواته الصاعدة في اللحظة التي يتلقى فيها المودم الكبلي أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$. وقد ينقضي بعض الوقت قبل أن يمنح النظام CMTS المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام. وعلى غرار ذلك، فإن التغييرات التي يوجد أمر بها على القيمة P_{r_n} قد لا يتم تنفيذها فور

استقبالها في المودم الكبلي إذا كانت القناة ذات الترتيب n رشقية. وقد تحدث التغييرات التي يوجد أمر بها للقيمة P_{r_n} في آن واحد مع إصدار أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$. **وينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ بعد إصدار أمر بتغيير في القيمة P_{r_n} إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل في القناة ذات الترتيب n. **وينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ بعد إصدار أمر بتغيير في القيمة $P_{load_min_set}$ إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل العام للأمر الأول. وكذلك، ينبغي للنظام CMTS ألا يصدر أمراً بتغيير القيمة P_{r_n}:

أ) إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل العام تبعاً لأمر بقيمة جديدة $P_{load_min_set}$؛

ب) إلا بعد توفير الوقت الكافي لإعادة التشكيل على القناة ذات الترتيب n تبعاً لإصدار أمر بتغيير سابق في القيمة P_{r_n}.

وبعبارة أخرى، **يجب** أن يتجنب النظام CMTS إرسال تغييرات متتالية في القيمة P_{r_n} و/أو القيمة $P_{load_min_set}$ للمودم الكبلي دون وقت كافٍ لإعادة التشكيل من أجل إصدار الأمر الأول. وعند إصدار أمر بالقيمة الجديدة الحالية $P_{load_min_set}$ وبتغيير في القيمة P_{r_n}، **قد** ينتظر المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام المقبل (أي التزامن مع إصدار القيمة الجديدة $P_{load_min_set}$) لتطبيق التغيير في القيمة P_{r_n} بدلاً من تطبيق التغيير في أول وقت كافٍ لإعادة تشكيل القناة ذات الترتيب n؛ وقيمة $P_{load_min_set}$ التي تنطبق على القيمة P_{r_n} الجديدة هي القيمة $P_{load_min_set}$ التي صدر أمر بشأنها في نفس الوقت، ولذلك، إذا كان التغيير إلى القيمة يقع خارج نافذة المدى الدينامي للقيمة $P_{load_min_set}$ القديمة، عندئذ **يجب** على المودم الكبلي أن ينتظر وقت إعادة التشكيل العام لتطبيق التغيير في القيمة P_{r_n}.

و**يجب** على النظام CMTS أن يتجاهل أمر زيادة قدرة الإرسال لكل قناة إذا كان هذا الأمر سيتسبب في هبوط القيمة P_{load_n} لتلك القناة تحت القيمة $P_{load_min_set}$. وجدير بالإشارة إلى أن النظام CMTS يمكن أن يسمح بتغييرات صغيرة للقدرة في أعلى قناة محملة للمودم الكبلي، بدون هذه التقلبات التي تؤثر على المدى الدينامي لقدرة الإرسال مع كل تغيير صغير من هذا القبيل. ويتم تحقيق ذلك من خلال ضبط القيمة $P_{load_min_set}$ إلى قيمة أصغر من المعتاد، ومن المتوقع أن يتغير تقلب القدرة لكل قناة في أعلى قناة محملة. و**يجب** على المودم الكبلي أيضاً أن يتجاهل أي تغيير يوجد أمر به لكل قدرة إرسال للقناة من شأنه أن يؤدي إلى هبوط القيمة P_{r_n} تحت نافذة المدى الدينامي، أي قدرة أقل من القدرة المسموح بها من جانب نافذة المدى الدينامي، التي يتم تحديدها من خلال القيمة $P_{load_min_set}$. و**يجب** على المودم الكبلي أيضاً أن يتجاهل أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ بحيث تقع القيم P_{r_n} الحالية خارج المدى الدينامي الجديد.

وتنطبق متطلبات الأداء الهامشية الواردة في الفقرات 1.22.2.6 و1.1.22.2.6 و2.1.22.2.6 عندما يعمل المودم الكبلي في مديات معينة للقيم من أجل P_{load_n}، فيما يخص n = 1، على عدد القنوات الصاعدة النشطة، ومن أجل مديات معينة لعدد شفرات التمديد التي تُرسل كجزء من العدد الإجمالي للشفرات النشطة على قناة من أجل القنوات S-CDMA على النحو المبين في تلك الفقرات.

وفيما يخص كل قناة، تحال قدرة الإرسال لكل قناة يبلغ عنها المودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة إلى الكوكبة ذات 64 QAM. وعند الإرسال مع كوكبات أخرى، ستنتج قدرة إرسال مختلفة قليلاً اعتماداً على كسب الكوكبة المبين في الجدولين 6-7 و6-9 أدناه. فعلى سبيل المثال، إذا كانت القدرة المبلغ عنها في قناة ما هي 30 dBmV، سيتم إرسال 64 QAM بقدرة مستهدفة قدرها 30 dBmV في تلك القناة، في حين سيتم إرسال QPSK بمعدل 28,82 dBmV في تلك القناة.

الجدول 6-7 – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال

$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	P_{max} (dBmV) S-CDMA	P_{max} (dBmV) TDMA	P_{min} (dBmV)			كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى 64 QAM (dB)	الكوكبة
					H	M	L		
57,18	62,18	18,18	56	61	23	20	17	1,18–	QPSK
56,21	58,21	17,21	56	58	23	20	17	0,21–	8 QAM
56,21	58,21	17,21	56	58	23	20	17	0,21–	16 QAM
56,00	57,00	17,00	56	57	23	20	17	0,00	32 QAM
56,00	57,00	17,00	56	57	23	20	17	0,00	64 QAM
55,95	لا ينطبق	16,95	56	لا ينطبق	23	20	17	0,05	128 QAM
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل مع L = 1 280 kHz وM = 2 560 kHz وH = 5 120 kHz).									

الجدول 6-8 – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع قناتين في مجموعة قنوات الإرسال

$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	P_{max} (dBmV) S-CDMA	P_{max} (dBmV) TDMA	P_{min} (dBmV)			كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى 64 QAM (dB)	الكوكبة
					H	M	L		
54,18	59,18	18,18	53	58	23	20	17	1,18–	QPSK
53,21	55,21	17,21	53	55	23	20	17	0,21–	8 QAM
53,21	55,21	17,21	53	55	23	20	17	0,21–	16 QAM
53,00	54,00	17,00	53	54	23	20	17	0,00	32 QAM
53,00	54,00	17,00	53	54	23	20	17	0,00	64 QAM
52,95	لا ينطبق	16,95	53	لا ينطبق	23	20	17	0,05	128 QAM
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل مع L = 1 280 kHz وM = 2 560 kHz وH = 5 120 kHz).									

الجدول 6-9 – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع ثلاث أو أربع قنوات في مجموعة قنوات الإرسال

$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	P_{max} (dBmV) S-CDMA	P_{max} (dBmV) TDMA	P_{min} (dBmV)			كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى 64 QAM (dB)	الكوكبة
					H	M	L		
54,18	56,18	18,18	53	55	23	20	17	1,18–	QPSK
53,21	52,21	17,21	53	52	23	20	17	0,21–	8 QAM
53,21	52,21	17,21	53	52	23	20	17	0,21–	16 QAM
53,00	51,00	17,00	53	51	23	20	17	0,00	32 QAM
53,00	51,00	17,00	53	51	23	20	17	0,00	64 QAM
52,95	لا ينطبق	16,95	53	لا ينطبق	23	20	17	0,05	128 QAM
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل مع L = 1 280 kHz وM = 2 560 kHz وH = 5 120 kHz).									

يجب أن تكون قدرة الإرسال الفعلية لكل قناة في الرشقة ثابتة في حدود dB 0,1 من ذروة إلى ذروة، حتى في وجود تغيير في القدرة على القنوات النشطة الأخرى. ويستبعد ذلك تغير الاتساع الذي يكون موجوداً نظرياً بسبب تشكيل الاتساع التربيعي، وتشكيل النبضة، والتسوية المسبقة، وبالنسبة إلى أسلوب النفاذ S-CDMA، تمديد عدد الشفرات الموزعة واختلافها.

يجب أن يدعم المودم الكبلي عمليات حساب قدرة الإرسال المبينة في الفقرتين 1.19.2.6 و2.19.2.6.

1.19.2.6 عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ TDMA

في أسلوب النفاذ TDMA، يحدد المودم الكبلي قدرة الإرسال المستهدفة لديه لكل قناة P_t على النحو التالي من أجل كل قناة نشطة. تحديد القناة الصاعدة X لكل قناة نشطة مثل:

P_r = مستوى القدرة المبلغ عنها (dBmV) للمودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة (بالنسبة إلى الكوكبة 64 QAM) فيما يخص القناة X

ΔP = ضبط مستوى القدرة (dB) وفقاً للأمر الصادر في رسالة استجابة قياس المدى مثلاً

G_{const} = كسب الكوكبة (dB) نسبة إلى الكوكبة 64 QAM (انظر الجدول أعلاه)

P_{min} = قدرة الإرسال الدنيا المستهدفة لكل قناة المسموح بها للمودم الكبلي وفقاً للفقرة 19.2.6 (انظر الجدول أعلاه)

P_{max} = قدرة الإرسال القصوى المستهدفة لكل قناة المسموح بها للمودم الكبلي وفقاً للفقرة 19.2.6 (انظر الجدول أعلاه)

P_{hi} = $\min(P_{max} - G_{const})$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الجدول أعلاه)

P_{low} = $\max(P_{min} - G_{const})$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الجدول أعلاه)

P_t = قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة (dBmV) للمودم الكبلي في القناة X (القدرة الفعلية المرسلة لكل قناة في القناة X حسب تقدير المودم الكبلي)

يحدّث المودم الكبلي قدرته المبلغ عنها لكل قناة في كل قناة باتباع الخطوات التالية:

1) $P_r = P_r + \Delta P$ //إضافة ضبط مستوى القدرة (لكل قناة) إلى مستوى القدرة المبلغ عنها لكل قناة.

2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$ //قطع عند حدود القدرة القصوى لكل قناة.

3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$ //قطع عند حدود القدرة الدنيا لكل قناة.

4) اختبار، $IF[P_r = < P_{low_multi}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r
//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة.

5) اختبار، $IF[P_r = > P_{hi} - P_{low_min_set}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r
//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة.

وبعد ذلك، يقوم المودم الكبلي بالإرسال في القناة X مع القدرة المستهدفة لكل قناة $P_t = P_r + G_{const}$، أي القدرة المبلغ عنها بالإضافة إلى كسب الكوكبة.

وعادة ما يكون مستوى القدرة المبلغ عنه كمية ثابتة نسبياً، في حين أن مستوى القدرة المرسلة في القناة X يختلف بشكل دينامي نظراً لإرسال مواصفات مختلفة للرشقة مع كسوب مختلفة للكوكبة. و**يجب** ألا تكون القدرة المرسلة المستهدفة للمودم الكبلي لكل قناة أقل من P_{min} أو أعلى من P_{max}. وهذا يعني أنه في بعض الحالات، قد لا يُسمح بالمستويات القصوى لقدرة الإرسال (مثلاً 61 dBmV فيما يخص أسلوب QPSK و17 dBmV) إذا كانت مواصفات الرشقة والكوكبات المتعددة نشطة. إضافة إلى

ذلك، إذا استُخدم أسلوب QPSK فقط، يمكن أن تكون القدرة المبلغ عنها لكل قناة أكبر من 61 dBmV، على الرغم من أن قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة لن تتجاوز 61 dBmV.

فعلى سبيل المثال، إذا كانت مواصفات الرشقة بأسلوبي QPSK و64 QAM فقط نشطة في القناة X، فإن P_{hi} = 54 dBmV وP_{low} = 18,2 dBmV من أجل سرعة تشكيل تبلغ 1280 kHz. وتعتمد القيمة P_{low} على معدل التشكيل. والقدرة القصوى المرسلة المسموح بها بأسلوب QPSK في القناة X هي 54 dBmV – 1,2 dB = 52,8 dBmV، والقدرة الدنيا QPSK في القناة X هي 18,2 dBmV – 1,2 dB = 17 dBmV (مع سرعة تشكيل قدرها 1280 kHz)، والقدرة القصوى 64 QAM في القناة X هي 54 dBmV، والقدرة الدنيا 64 QAM في القناة X هي 18,2 dBmV (مع سرعة تشكيل قدرها 1280 kHz).

2.19.2.6 عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA

في الأسلوب S-CDMA، تعتمد عمليات حساب القدرة عما إذا كانت الشفرات القصوى المجدولة مفعّلة أم لا.

1.2.19.2.6 عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA عندما تكون الشفرات القصوى المجدولة غير مفعّلة

في أسلوب S-CDMA عندما تكون الشفرات القصوى المجدولة غير مفعّلة، يحدد المودم الكبلي قدرة الإرسال المستهدفة الخاصة به لكل قناة P_t على النحو التالي من أجل كل قناة نشطة. تحديد القناة الصاعدة X لكل قناة نشطة مثل:

P_r = مستوى القدرة المبلغ عنها (dBmV) للمودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة (بالنسبة إلى الكوكبة 64 QAM) فيما يخص القناة X

P_{hi} = $\min[P_{max} - G_{const}]$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الجداول 6-7 و6-8 و6-9)

P_{low} = $\max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(number_active_codes/number_of_codes_per_mini\text{-}slot)$ عندما يكون الحد الأقصى على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الجداول 6-7 و6-8 و6-9)

يحدّث المودم الكبلي قدرته المبلغ عنها لكل قناة في كل قناة من خلال الخطوات التالية:

1) $P_r = P_r + \Delta P$ //إضافة ضبط مستوى القدرة (لكل قناة) إلى مستوى القدرة المبلغ عنها لكل قناة.

2) $P_r = \min[P_r, P_h]$ //قطع عند حدود القدرة القصوى لكل قناة.

3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$ //قطع عند حدود القدرة الدنيا لكل قناة.

4) اختبار، $IF[P_r < P_{low_multi}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r
//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة.

5) اختبار، $IF[P_r = > P_{hi} - P_{low_min_set}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r
//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة.

وفي رتل ممدّد نشط، يرسل المودم الكبلي بعد ذلك كل شفرة i مع قدرة مستهدفة:

$$P_{t,i} = P_r + G_{const,i} - 10 \log(number_active_codes)$$

(أي القدرة المبلغ عنها للقناة X زائداً كسب الكوكبة $G_{const,i}$ لتلك الشفرة، ناقصاً عاملاً يأخذ في الاعتبار عدد الشفرات النشطة. وتمثل قدرة الإرسال الكلية في القناة X، P_t في الرتل، مجموع قدرات الإرسال الفردية $P_{t,i}$ لكل شفرة في القناة X حيث يُنفذ المجموع باستخدام كميات مطلقة للقدرة [خارج مجال وحدات الديسيبل]).

وفي رتل ممدّد غير نشط، قدرة الإرسال المستهدفة للمودم الكبلي في القناة X هي: $P_t = P_r + G_{const}$.

ويتغير مستوى القدرة المرسَلة في القناة X بشكل دينامي نظراً لتغير الشفرات الموزعة وإرسال مواصفات مختلفة للرشقة مع كسوب مختلفة للكوكبة. و**يجب** ألا تكون أبداً قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة للمودم الكبلي أقل من P_{min} أو أعلى من P_{max}، بما في

ذلك على جميع أعداد الشفرات الموزعة وجميع مواصفات الرشقة. وهذا يعني أنه في بعض الحالات، قد لا يُسمح بالمستويات القصوى لقدرة الإرسال (مثلاً 17 و56 dBmV). إضافةً إلى ذلك، إذا استُخدم أسلوب QPSK فقط، يمكن أن تكون القدرة المبلغ عنها في القناة أكبر من 56 dBmV، على الرغم من أن قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة لن تتجاوز 56 dBmV.

وإذا كانت مجموعة قنوات الإرسال تحتوي على قناة واحدة فقط مثلاً، وكان لهذه القناة، القناة X، مواصفات الرشقة بأسلوبي QPSK و64 QAM، يكون عدد الشفرات النشطة 128 وعدد الشفرات لكل فاصل مصغر هو 2، عندئذ، P_{hi} = 54,82 dBmV وP_{low} = 36,24 dBmV من أجل سرعة تشكيل قدرها 1280 kHz. وتعتمد القيمة P_{low} على معدل التشكيل. والقدرة القصوى المرسلة المسموح بها بأسلوب QPSK في القناة X هي 56 – 1,18 = 54,82 dBmV عند إرسال جميع الشفرات النشطة. والقدرة الدنيا QPSK في القناة X هي 17 dBmV = 10log(2) dB + 10log(128) dB – 1.18 dB – 36.24 dBmV (مع سرعة تشكيل قدرها 1280 kHz) عند إرسال فاصل مصغر. ويكون الحد الأخير في المجموع هو نتيجة جمع القدرات الفردية على شفرتين. وبالمثل، فإن القدرة القصوى 64 QAM في القناة X هي 56 dBmV، عند إرسال جميع الشفرات النشطة وتكون القدرة الدنيا 64 QAM في القناة X هي 18.18 dBmV = 10log(2) dB + 10log(128) dB – 36.24 dBmV (مع سرعة تشكيل قدرها 1280 kHz) عند إرسال فاصل مصغر واحد. والقدرة الدنيا المرسلة بأسلوب QPSK في القناة X عند إرسال فاصليْن مصغّرين مثلاً هي 20 dBmV (مع تشكيل قدره 1280 kHz)، والقدرة الدنيا المسموح بها بأسلوب 64 QAM في القناة X عند إرسال فاصليْن مصغّرين هي 21,2 dBmV (مع تشكيل قدره 1280 kHz).

ويحتاج المودم الكبلي إلى تنفيذ شكل من أشكال القطع على شكل الموجة المرسلة في قدرة خرج أعلى من أجل منع قضايا نسبة الذروة إلى المتوسط (PAR).

وستكون القدرة المستقبَلة في النظام CMTS في رتل ممدد نشط أقل أحياناً من القدرة الاسمية لرتل ممدد غير نشط بسبب عوامل من قبيل:

1) عدم استخدام أيّ من أجهزة المودم الكبلية لفرص البث؛

2) عدم استخدام مودم كبلي أو أكثر للتوزيعات أحادية الإرسال؛

3) تخصيص فواصل زمنية مصغرة لمحدد التتابع (SID) بقيمة صفرية.

2.2.19.2.6 عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA عند تفعيل الشفرات المجدولة القصوى

في أسلوب النفاذ S-CDMA على القنوات التي تُفعّل فيها الشفرات المجدولة القصوى، يحدد المودم الكبلي قدرة الإرسال المستهدفة الخاصة به لكل قناة P_t على النحو التالي، من أجل كل قناة نشطة. تحديد القناة الصاعدة X لكل قناة نشطة مثل:

P_r = مستوى القدرة المبلغ عنها (dBmV) للمودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة (قدرة الإرسال العاملة لرشقة قياس مدى الممدد غير النشط بالنسبة إلى التشكيل 64 QAM) فيما يخص القناة X.

P_{hi_S} = $\min[P_{max} – G_{const}]$ على جميع مواصفات رشقة الممدد النشط التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الجداول 6-7 و6-8 و6-9).

P_{low_S} = $\max[17 – G_{const}] + 10 \log$ (number_active_codes/number_of_codes_per_mini-slot) عندما يكون الحد الأقصى على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الجداول 6-7 و6-8 و6-9).

P_{max_T} = قدرة الإرسال القصوى المستهدفة المسموح بها للمودم الكبلي في القناة X بأسلوب TDMA (انظر الجداول 6-7 و6-8 و6-9) من أجل الكوكبة المستخدمة في قياس المدى.

P_{hi_T} = $\min[P_{max_T} – G_{const}]$ على جميع مواصفات رشقة الممدد غير النشط التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الجداول 6-7 و6-8 و6-9).

P_{on} = P_r قطع عند الحد الأقصى للممدد النشط.

P_{sf} = نقص قدرة المودم الكبلي.

P_{hr} = هامش القدرة S-CDMA بوحدة الدسيبل (dB). ما يعادل قيمة رسالة استجابة تحديد المدى TLV-11 مقسومة على 4.

ΔP = ضبط مستوى القدرة بوحدة الدسيبل (dB) المرسلة من النظام CMTS إلى المودم الكبلي بخصوص القناة X.

يحدّث المودم الكبلي قدرته المبلغ عنها لكل قناة في كل قناة باتباع الخطوات التالية:

1) $P_r = P_r + \Delta P$ //إضافة ضبط مستوى القدرة (لكل قناة) إلى مستوى القدرة المبلغ عنها لكل قناة.

2) $P_r = \min[P_r, P_{hi_T}]$ //قطع عند حدود القدرة القصوى TDMA لكل قناة.

3) $P_r = \max[P_r, P_{low_S}]$ //قطع عند حدود القدرة الدنيا S-CDMA لكل قناة.

4) اختبار، $IF[P_r < P_{low_multi}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r

//قدرة كل قناة من هذا الأمر ستخل بنافذة المدى الدينامي المحددة.

5) اختبار، $IF[P_r > P_{hi_T} – P_{load_min_set}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r

//قدرة كل قناة من هذا الأمر ستخل بنافذة المدى الدينامي المحددة.

6) $P_{on} = \min[P_r, P_{hi_S} – P_{load_min_set}]$

//قطع عند حدود القدرة القصوى S-CDMA لكل قناة من أجل حدود المدى الدينامي لقنوات متعددة كما تحددها القيمة $P_{load_min_set}$.

وفي أرتال الممدد غير النشط، يرسل المودم الكبلي في قناة مغلقة مع قدرة مستهدفة:

$$P_t = P_r + G_{const}$$

واستناداً إلى قدرة الإرسال للممدد غير النشط في القناة X، يحدّث المودم الكبلي نقص القدرة لديه في القناة X وفقاً للخطوات التالية:

مع قناة واحدة فقط في مجموعة قنوات الإرسال:

$$P_{sf} = P_t – (56 – P_{load_min_set})$$

//الفرق بين القدرات المستهدفة القصوى للممدد غير النشط والممدد النشط في القناة X؛

$P_{sf} = \max[P_{sf}\ 0]$ //ضبط P_{sf} على 0 إلى كانت P_t أقل من $56\ dBmV – P_{load_min_set}$ في القناة X؛

مع أكثر من قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال.

$$P_{sf} = P_t – (53 – P_{load_min_set})$$

//الفرق بين القدرات المستهدفة القصوى للممدد غير النشط والممدد النشط في القناة X؛

مع أكثر من قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال.

$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0]$ //ضبط P_{sf} على 0 إذا كانت P_t أقل من $53\ dBmV – P_{load_min_set}$ في القناة X.

في أرتال الممدد النشط، يرسل المودم الكبلي الشفرة i مع القدرة المستهدفة:

$$P_{t,\,i} = P_{on} + G_{const,\,i} – 10\log(number_active_codes) + P_{hr}$$

أي، القدرة المختزلة المبلغ عنها في القناة X زائداً كسب الكوكبة $G_{const,\,i}$ لتلك الشفرة، ناقصاً عامل يأخذ في الاعتبار عدد الشفرات النشطة بالإضافة إلى هامش القدرة P_{hr}. وP_{hr} هي القدرة (بوحدة الدسيبل) المضافة لمراعاة أجهزة المودم الكبلية ذات الحدود القصوى للشفرات المجدولة والتي يمكن أن ترسل قدرة إضافية لكل شفرة. وقدرة الإرسال الكلية في القناة X، P_t، في رتل ما هي مجموع قدرات الإرسال الفردية $P_{t,\,i}$ لكل شفرة في القناة X حيث يُنفذ المجموع على جميع الشفرات الموزعة N_{alloc} باستخدام كميات مطلقة للقدرة (خارج مجال وحدات الدسيبل).

$$P_t = 10\log \sum_{i=1}^{N_{alloc}} 10^{P_{t,i}/10}$$

فعلى سبيل المثال، إذا كانت مواصفة الرشقة في القناة X، مع أكثر من قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال، تتضمن الإبراق QPSK من أجل شفرات استخدام الفواصل 1 و2 و3 و4 والشفرة 64 QAM من أجل شفرتي استخدام الفاصلين 9 و10، يكون عدد الشفرات النشطة هو 128، وعدد الشفرات لكل فاصل مصغر هو 2، عندئذ، فإن P_{hi_S} = 53 dBmv، وP_{low_S} = 36,24 dBmV وP_{hi_T} = 58 dBmV. لنفترض أن $P_{load_min_set}$ = 0 dB. ولنفترض أن المودم الكبلي يقيس مدى القناة X في قدرة الإرسال المستهدفة للممدد غير النشط البالغة 57 dBmV. يبلغ المودم الكبلي فيما يخص القناة X بأن P_{sf} = 57 dBmV – 53 dBmV = 4 dB. ويستخدم النظام CMTS القيمة P_{sf} لتعيين القناة X (باستخدام الخوارزمية الخاصة بالبائع) max_scheduled_codes = 32 وP_{hr} = 6 dB. (قد يختلف هامش القدرة S-CDMA عن نقص القدرة، حسب تقدير النظام CMTS). ويضبط المودم الكبلي قدرة الإرسال لديه لكل شفرة في القناة X على:

$$P_{t,\,i} = P_{on} + G_{const,\,i} - 10\log(\text{number_active_codes}) + P_{hr} = 53\ \text{dBmV} + 0\ \text{dB} - 21\ \text{dB} + 6\ \text{dB}$$

//من أجل شفرة ذات تشكيل 64 QAM في القناة X = 38 dBmV

والمعلمة التي يمكن استخدامها لتوضيح تأثير زيادة القدرة لكل شفرة في القناة X هي قدرة الإرسال الفعالة، P_{eff}، القدرة التي ستنتج عنها القناة X افتراضياً إذا تم إرسال جميع الشفرات النشطة N_a. ويتم حسابها على النحو التالي:

$$P_{eff} = 10\log \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{P_{t,i}/10}$$

$$= P_{on} + P_{hr} + 10\log \frac{1}{N_{act}} \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{G_{const,i}/10}$$

حيث يشير الحد الأخير إلى متوسط كسب الكوكبة.

وبالنسبة إلى حالة مرجعية حيث تُرسل جميع الشفرات في القناة X باستخدام التشكيل 64 QAM (G_{const} = 0 dB)، تنخفض قدرة الإرسال الفعلية إلى:

$$P_{eff} = P_{on} + P_{hr}$$

استناداً إلى المثال أعلاه، النتيجة هي:

$$P_{eff} = 53\ \text{dBmV} + 6\ \text{dB} = 59\ \text{dBmV}$$

إن الحد من عدد الشفرات منح المودم الكبلي قدرة فعلية معززة قدرها 59 dBmV، وهي أعلى من القدرة القصوى العادية البالغة 6 dB لكل قناة بمقدار 59 dBmV، وأعلى من قدرة قياس المدى البالغة 57 dBmV بمقدار 2 dB. وفي هذا المثال، استخدم المودم الكبلي لكي يطلب، حسب تقديره، تعزيزاً بمقدار 2 dB في القناة X وهو أكثر مما كان مطلوباً (P_{hr} = 6 dB مقابل P_{sf} = 4 dB)، ربما بسبب بعض الانحطاط المعروف في القناة.

والمعلمة *effective_SNR* هي تقدير SNR لشفرة معينة تقابل قدرة الإرسال الفعلية في القناة X. وتُعرف بوصفها النسبة SNR المقيسة في صيانة المحطة الأخيرة، مطروحاً منها نقص قدرة المودم الكبلي، مضافاً إليها هامش القدرة والفرق في كسب الكوكبة بين رشقة قياس المدى والشفرة قيد النظر. وفيما يلي المعادلة ذات الصلة:

$$\textit{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} + (G_{const,\,i} - G_{const,\,ranging})$$

حيث يشير $G_{const,\,ranging}$ إلى كسب الكوكبة لرشقة قياس المدى في القناة X الذي يؤدي إلى قياس النسبة SNR.

وفي قاعدة معلومات الإدارة، تقابل المعلمة effective_SNR حالة مرجعية مع تشكيل 64 QAM ($G_{const,\,i}$ = 0 dB):

$$\textit{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} - G_{const,\,ranging}$$

واستناداً إلى المثال، إذا كانت النسبة SNR المقيسة في القناة X في صيانة المحطة الأخيرة تبلغ 17 dB، باستخدام التشكيل QPSK ($G_{const, ranging}$ = –1,2 dB)، عندئذ فإن المعلمة effective_SNR بالنسبة إلى التشكيل 64 QAM هي:

$$effective_SNR = 17\ dB - 4\ dB + 6\ dB + 1{,}2\ dB = 20{,}2\ dB$$

3.19.2.6 حجم خطوة قدرة الإرسال

يجب أن تساوي دقة الخطوة في قدرة الإرسال لكل قناة 0,5 dB أو أقل. و**يجب** أن تكون دقة حجم الخطوة في حدود ± 0,4 dB. وعلى سبيل المثال، **يجب** أن تتراوح زيادة القدرة الفعلية في قناة X ناجمة عن أمر زيادة مستوى القدرة بمقدار 1 dB في الرشقة التالية المرسلة للمودم الكبلي في القناة X، بين 0,6 dB و1,4 dB.

و**يجب** على جميع القنوات النشطة بدون أمر تغيير القدرة **ألا** تتغير بأكثر من 0,1 dB في إحدى الرشقات حتى مع أمر تغيير القدرة الموجه إلى مجموعة فرعية من القنوات النشطة الأخرى.

وبعد تغيير في نافذة المدى الديناميي (أي $P_{load_min_set}$)، **يجب ألا** تتغير قدرة الإرسال بأكثر من 0,4 dB في أيّ من القنوات النشطة عندما تستأنف الإرسال (بالنسبة إلى أي تغيير مطلوب في قدرة الإرسال الخاصة بها).

ويُسمح بتليين دقة حجم الخطوة إلى 1,4 dB من أجل تغيير واحد في الكسب (وإعداد واحد لنافذة المدى الديناميي) لكل 12 dB عند تغيير مدى التحكم في القدرة في أي من الاتجاهين (من الحد الأدنى إلى الحد الأعلى للقدرة والعكس بالعكس). و**يجب** أن تكون مواقع تغييرات الكسب هذه (الزيادة والتناقص لتوفير تأثير التباطؤ) بعيدة عن بعضها البعض بما لا يقل عن 2 dB، مما يتيح استخدام موهّنات واسعة النطاق في تغطية مدى التحكم في القدرة بالكامل.

4.19.2.6 متطلبات قدرة الإرسال من أجل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد غير المفعّل

مع تعطيل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد، **يجب** على المودم الكبلي أن يُشغل وفقاً لما جاء في التوصية [ITU-T J.122]، مع الاستثناءات التالية. و**يجب** أن يكون الحد الأدنى للقدرة في الاتجاه الصاعد P_{min} على النحو المبين في الجدول 6-10 أدناه، للاستعاضة عن متطلبات الحد الأدنى للقدرة الواردة في التوصية [ITU-T J.122]. و**يجب** أن يكون الحد الأقصى للقدرة في الاتجاه الصاعد P_{max} على النحو المبين في الجدول 6-7 أعلاه، للاستعاضة عن متطلبات الحد الأدنى للقدرة الواردة في التوصية [ITU-T J.122]. وجدير بالملاحظة أنه في الفقرة 2.18.2.6 من التوصية [ITU-T J.122]، **يجب** الاستعاضة عن قيمة 53 في المعادلة بشأن P_{hi_S} بقيمة 56 لأن هذه القيمة يقصد بها في الواقع أن تكون القيمة P_{max} من الجدول 6-7 أعلاه.

الجدول 6-10 – متطلبات قدرة الإرسال من أجل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد غير المفعّل

معدل التشكيل (kHz)	P_{min} (dBmV)	إمكانية التطبيق
160	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
320	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
640	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
1 280	17	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
2 560	20	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
5 120	23	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم

20.2.6 مواصفات الرشقة

تُقسم خصائص الإرسال إلى ثلاثة أجزاء:

أ) معلمات القناة؛

ب) نعوت مواصفات الرشقة؛

ج) المعلمات الوحيدة للمستعمل.

تشمل معلمات القناة:

أ) معدل التشكيل (ستة معدلات من 160 kHz إلى 120 5 kHz بخطوات أثمونية)؛

ب) التردد المركزي (Hz)؛

ج) السلسلة فائقة التمهيد من 1536 بتة؛

د) معلمات القناة S-CDMA.

يتقاسم جميع المستعملين معلمات القناة على قناة معينة. وترد نعوت مواصفات الرشقة في الجدول 6-11 وهذه المعلمات هذه النعوت المشتركة المقابلة لنوع الرشقة.

و**يجب** على المودم الكبلي أن يولد كل رشقة في الوقت المناسب كما تُنقل في تصاريح الفواصل المصغرة التي توفرها جداول MAP الخاصة بالنظام CMTS.

و**يجب** على المودم الكبلي أن يدعم جميع مواصفات الرشقة التي يصدر النظام CMTS أمراً بها عبر واصفات الرشقة في واصف القناة الصاعدة ويخصصها لاحقاً لإرسالها في جدول MAP.

الجدول 6-11 – نعوت مواصفات الرشقة

نعوت مواصفات الرشقة	إعدادات التشكيلة
تشكيل	QPSK، 8 QAM، 16 QAM، 32 QAM، 64 QAM، 128 QAM (التشكيل CMT فقط)
تشفير تفاضلي	تشغيل/وقف تشغيل
تشفير TCM	تشغيل/وقف تشغيل
طول التمهيد	0-536 1 بتة (انظر الفقرة 9.1.2.6)
قيمة موازنة التمهيد	0 إلى 1534
التصحيح الأمامي للخطأ لتشفير ريد–سولومون (T)	0 إلى 16 بتة (يعني 0 عدم وجود تصحيح R-S FEC. وعدد بايتات تعادلية الكلمة الشفرية هو 2*T)
بايتات معلومات الكلمة الشفرية التصحيح الأمامي للخطأ لتشفير ريد–سولومون (k)	ثابت: 16 إلى 253 (بافتراض أن التصحيح R-S FEC مفعّل)
قيمة البداية للمخلّط	15 بتة
الطول الأقصى للرشقة (فواصل زمنية مصغرة)[1]	0 إلى 255[2]
وقت الحراسة	4 إلى 255 فاصلاً للتشكيل لا يوجد وقت حراسة في الأسلوب S-CDMA
طول الكلمة الشفرية الأخيرة	ثابت، مصغر
تشغيل/وقف تشغيل المخلّط	تشغيل/وقف تشغيل
عمق مشذر البايتة[3]	0 إلى العتبة الدنيا $(2048/N_r)$[4]
حجم فدرة مشذر البايتة (Br)[5]	$2*N_r$ إلى 2048
نوع التمهيد	QPSK0/QPSK1
ممدد S-CDMA[6]	تشغيل/وقف تشغيل
شفرات S-CDMA لكل رتل فرعي[6]	1 إلى 128
خطوة مشذر S-CDMA[6]	1 إلى (الفواصل الزمنية للتمديد لكل رتل – 1)
أسلوب انتقاء S-CDMA من أجل الشفرات النشطة وقفزة الشفرة	الأسلوب 1 أو الأسلوب 2

الجدول 6-11 – نعوت مواصفات الرشقة

نعوت مواصفات الرشقة	إعدادات التشكيلة
سلسلة انتقاء S-CDMA من أجل الشفرات النشطة	سلسلة من 128 بتة تشير إلى الشفرات النشطة في أسلوب الشفرات النشطة القابلة للانتقاء 2

[1] يعني طول الرشقة البالغ 0 فاصل مصغر في مواصفة القناة أن طول الرشقة متغير على تلك القناة فيما يخص هذا النوع من الرشقات. على الرغم من أن طول الرشقة غير ثابت، فإن النظام CMTS يصرح به صراحة للمودم الكبلي في جدول MAP.

[2] N_r هو حجم كلمة الشفرة R-S 2T + k على النحو المبين في الفقرة 1.5.2.6.

[3] إذا كان العمق = 1، لا تشذير؛ وإذا كان العمق = 0، أسلوب دينامي.

[4] N_r هو حجم كلمة الشفرة R-S 2T + k على النحو المبين في الفقرة 1.5.2.6.

[5] يُستخدم فقط في الأسلوب الدينامي.

[6] يُستخدم فقط من أجل القنوات S-CDMA.

قد تختلف المعلمات الوحيدة للمستعمل فيما يخص كل مستعمل عند استخدام نفس نوع الرشقة على نفس القناة التي يستخدمها مستعمل آخر (مثل مستوى القدرة)، وهي مبينة في الجدول 6-12:

الجدول 6-12 – معلمات الرشقة الوحيدة للمستعمل

المعلمات الوحيدة للمستعمل	أمر بالضبط	قيمة المعلمة الناتجة
مستوى القدرة[1]	متمم اثنيني مكون من 8 بتات، الدقة = 0,25 dB	نفاذ متعدد بتقسيم زمني: +17 إلى +57 dBmV (64 QAM، 32 QAM) +17 إلى +58 dBmV (16 QAM، 8 QAM) +17 إلى +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: +17 إلى +56 dBmV (جميع التشكيلات) الدقة = 0,25 dB أو أفضل من ذلك
تردد متخالف	المدى ±32 kHz، الدقة = 1 Hz	مدى التردد وفقاً للفقرة 1.17.2.6 مرونة ومدى التردد في الاتجاه الصاعد
تخالف قياس المدى	جزء صحيح: متمم اثنيني مكون من 32 بتة، الدقة = (1/10,24 MHz) = 6,25 97,65625 ns = µs/64 جزء كسري: تمديد كسري غير جبري مكون من 8 بتات، الدقة = (64*256)/µs 6,25 = 0,3814697265625 ns	المدى: يكفي لحد أقصى لطول تركيبة كبلية وفقاً للفقرة 1.2.1 الدقة: غير متزامن .6.25µs/64 متزامن (64*256)/µs 6,25
طول الرشقة (فواصل زمنية مصغرة) إذا كانت متغيرة على هذه القناة (التغييرات من رشقة إلى رشقة)	لا ينطبق	1 إلى 255 فاصلاً مصغراً
معاملات مسوي الإرسال (انظر الفقرة 16.2.6، مسوي الإرسال المسبق)	الأسلوبان DOCSIS 3.0 و2.0: 24 معاملاً معقداً، 4 بايتات لكل معامل (بايتتان حقيقيتان وبايتتان خياليتان)، أسلوبا الحمل والتحوير الأسلوب DOCSIS 1.1: حتى 64 معاملاً معقداً، 4 بايتات لكل معامل (بايتتان حقيقيتان وبايتتان خياليتان)، أسلوب التحوير فقط	الأسلوبان DOCSIS 3.0 و2.0: 24 معاملاً معقداً الأسلوب DOCSIS 1.1: حتى 64 أسلوباً معقداً

[1] يعتمد الحد الأدنى لمستوى القدرة على معدل التشكيل. ويعتمد الحد الأقصى لمستوى القدرة على أمر التشكيل، وما إذا كان أسلوب قناة الإرسال المتعدد مفعّلاً أم لا وعلى عدد القنوات الصاعدة في مجموعة قنوات الإرسال إذا كان الأسلوب MTC مفعّلاً.

يجب أن ينفّذ المودم الكبلي ضبط التردد المتخالف لإجراء تغيير في تردد الموجة الحالة في الاتجاه الصاعد في حدود ±10 Hz من التغيير الذي يوجد أمر به.

1.20.2.6 تخالف قياس المدى

تخالف قياس المدى هو اختلاف الوقت بين القاعدة الزمنية للرتل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي والقاعدة الزمنية للرتل في الاتجاه الصاعد للنظام CMTS. وهو تقدم يساوي تقريباً وقت الانتشار ذهاباً وإياباً بين المودم الكبلي والنظام CMTS، وهو مطلوب لمزامنة الإرسالات في الاتجاه الصاعد في أسلوبي النفاذ TDMA وS-CDMA. و**يجب** على النظام CMTS أن يزود المودم الكبلي بتعديلات التغذية المرتدة لهذا التخالف استناداً إلى استقبال رشقة أو أكثر من الرشقات التي يتم استلامها بنجاح (أي نتيجة مُرضية من كل تقنية مستخدمة: تصحيح الأخطاء و/أو التحقق من الإطناب الدوري). ويرسل النظام CMTS أوامر ضبط التوقيت هذه إلى المودم الكبلي استجابةً لرسالة استجابة قياس المدى MAC، حيث إن قيمة سالبة تشير إلى ضرورة تخفيض تخالف قياس المدى مما يؤدي إلى أوقات إرسال لاحقة للمودم الكبلي.

وتوفر الرسالة MDD (واصف المجال MAC) [ITU-T J.222.2] مجال قيمة طول النمط (TLV) الذي يبين ما إذا كان النظام CMTS يوفر ميقاتية الرموز المتزامنة في الاتجاه الهابط أي ما إذا كانت ميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط مرتبطة بالميقاتية الرئيسية 10,24 MHz. فإذا بيّنت الرسالة MDD أن النظام CMTS يوفر ميقاتية رموز متزامنة في الاتجاه الهابط، عندئذ، يولد المودم الكبلي ميقاتية رموز متزامنة في الاتجاه الصاعد على جميع القنوات في مجموعة قنوات الإرسال، أو في القناة الصاعدة الوحيدة إذا كان الأسلوب MTC غير مفعّل. وإذا بيّنت الرسالة MDD أن النظام CMTS لا يوفر ميقاتية رموز متزامنة في الاتجاه الهابط، عندئذ يُشغل المودم الكبلي بأسلوب صاعد غير متزامن من أجل التشكيل TDMA ولا يُسمح بالتشكيل S-CDMA. وفي غياب رسالة MDD، يُشغل المودم الكبلي بقناة صاعدة واحدة وهو أسلوب صاعد متزامن مرتبط بميقاتية الرموز في الاتجاه الصاعد من أجل التشكيل S-CDMA أو الأسلوب الصاعد غير المتزامن من أجل التشكيل TDMA.

وبالنسبة إلى القنوات غير المتزامنة، **يجب** على المودم الكبلي أن ينفّذ أمر ضبط الوقت باستبانة تساوي مدة رمز واحد على الأكثر (من معدل الرمز المستعمل من أجل رشقة معينة)، وبدقة (على خلاف قيمة ثابتة للانحياز) في حدود ±0,25 زائداً ±1/2 رمز لمراعاة الاستبانة. وكمثال لذلك، بالنسبة إلى معدل الرمز الأقصى البالغ 5,12 Msym/s، ستكون مدة الرمز المقابل 195 ns، و**يجب** أن تساوي الدقة القصوى المقابلة لضبط التوقيت 195 ns. وبالنسبة إلى معدل الرمز الأقصى البالغ 5,12 Msym/s، **يجب** أن تساوي الدقة الدنيا المقابلة ±348 ns. وتُحدد دقة توقيت رشقة المودم الكبلي البالغة ±0,25 µs زائداً ±1/2 رمز بالنسبة إلى حدود الفواصل المصغرة التي يمكن استخلاصها في المودم الكبلي، استناداً إلى معالجة مثالية لإشارات أختام التوقيت المستلمة من النظام CMTS.

واستبانة الجزء الصحيح لمعلمة ضبط التوقيت هي (10,24/1 MHz) 97,66 ns =~ 6,25 µs/64. وفيما يخص القنوات S-CDMA، يوفر النظام CMTS مجالاً كسرياً إضافياً في أمر ضبط التوقيت، باستبانة تبلغ 1/16354 من زيادة علامة الرتل = 6,25 µs/(64*256) ~ = 0,3814 ns. وفيما يخص القنوات S-CDMA، **يجب** على المودم الكبلي أن ينفذ ضبط التوقيت في حدود ±0,01 من المدة النبضية الاسمية. وكمثال لذلك، فيما يخص معدل النبض الأقصى البالغ 5,12 MHz، ستكون الاستبانة القصوى المقابلة لتنفيذ تصحيح التوقيت 195 ns*(±0,01) أو ±2 ns تقريباً. وفيما يخص القنوات TDMA التي تعمل بأسلوب متزامن، يُسمح للنظام CMTS بتوفير مجال كسري لضبط التوقيت. وفيما يخص القنوات TDMA التي تعمل بأسلوب متزامن، عندما يكون المجال الكسري لضبط التوقيت موجوداً في الرسالة RNG-RSP، **يجب** على المودم الكبلي أن ينفذ ضبط توقيت المجال الكسري في حدود ±0,01 من مدة الرمز الاسمي. وفيما يخص القنوات TDMA التي تعمل بأسلوب متزامن، إذا كانت الرسالة RNG-RSP إلى المودم الكبلي لا تحتوي على ضبط توقيت المجال الكسري، **يجب** أن يفترض المودم الكبلي أنه يساوي الصفر وأنه لا يزال يفي بمتطلبات الدقة لتنفيذ ضبط توقيت المجال الكسري (ضمن ±0,01 من مدة الرمز الاسمي).

وفيما يخص الأنظمة CMTS/CM التي تستخدم قنوات هابطة متعددة، يعيّن النظام CMTS، من أجل مودم كبلي، قناة واحدة باعتبارها القناة الأولية التي يستمد منها المودم الكبلي توقيت الميقاتية الرئيسية CMTS لجميع الإرسالات في الاتجاه الصاعد [ITU-T J.222.2].

وفيما يخص الأنظمة CMTS/CM التي تستخدم قنوات صاعدة متعددة، **يجب** على المودم الكبلي أن يحدد مدى كل قناة صاعدة بشكل منفصل، باستخدام قيم الاستبانة الموصوفة أعلاه.

2.20.2.6 أوقات إعادة التشكيل TDMA

يجب أن يكون المودم الكبلي قادراً على تبديل مواصفات الرشقة دون أن يكون هناك وقت إعادة تشكيل مطلوب بين الرشقات، باستثناء التعديلات في المعلمات التالية:

1) قدرة الخرج؛
2) معدل الرمز؛
3) التردد المتخالف؛
4) تردد القناة؛
5) تخالف قياس المدى؛
6) معاملات المسوي المسبق.

في حالة أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّلة، تُضبط جميع هذه المعلمات بشكل منفصل على كل قناة صاعدة ولا يكون وقت إعادة التشكيل على القنوات غير المضبطة مطلوباً من جانب المودم الكبلي.

وفي حالة أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّلة، يمكن أن يطلب المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام (في آن واحد على جميع القنوات النشطة) عند ضبط نافذة المدى الدينامي (قيمة جديدة $P_{load_min_set}$)، أو عندما تجمّع أي قناة نشطة تغيير قدرة الإرسال لأكثر من 3 dB منذ الوقت الأخير لإعادة التشكيل العام (انظر الفقرة 1.22.2.6). و**يجب** على المودم الكبلي أن يستوفي المتطلبات على كل قناة نشطة من أجل "تغيير نافذة المدى الدينامي" (أدناه) كلما تم تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ أو إعادة إصدار أمر بتغييرها.

فيما يخص تغيير **نافذة المدى الدينامي** أو إعادة إصدار أمر بتغييرها: إذا تم تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ أو إعادة إصدار أمر بتغييرها، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير بين الرشقات، طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بالإضافة إلى مدة 10 µs، بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة (على أي قناة نشطة) ومركز الرمز الأول للرشقة التالية (على أي قناة نشطة – نفس القناة أو قناة مختلفة عن الرشقة السابقة). (يتطلب "الهدوء" الشامل عبر جميع القنوات النشطة أن يكون تقاطع الفواصل الزمنية للرشقات غير المصرح بها عبر جميع القنوات TDMA النشطة 96 رمزاً على الأقل زائداً مدة 10 µs). ويجب ضبط قدرة الخرج للمودم الكبلي ضمن ±0,1 dB من مستوى قدرة الخرج النهائي لديها في غضون 10 µs من بداية التغيير في القيمة $P_{load_min_set}$، ومن بداية أي تغيير في قدرة الخرج أو أي قناة ترافق تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ أو إعادة إصدار أمر بتغييرها. **ويجب ألا** يتم تغيير نافذة المدى الدينامي حتى يُزود المودم الكبلي بالوقت الكافي بين الرشفات من جانب النظام CMTS. **ويجب عدم** تغيير نافذة المدى الدينامي عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

فيما يخص تغييرات **قدرة الخرج**: إذا كان سيتم تغيير قدرة الخرج بمقدار 1 dB أو أقل، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير بين الرشقات طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بالإضافة إلى مدة 5 µs، بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. وإذا كان سيتم تغيير قدرة الخرج بأكثر من 1 dB، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير بين الرشقات طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بالإضافة إلى مدة 10 µs، بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. وينبغي أن يعوض الوقت الأقصى لإعادة التشكيل المكون من 96 رمزاً وقت نزول رشقة واحدة ووقت صعود الرشقة التالية، فضلاً عن وقت الإرسال العام للمرسِل، بما في ذلك وقت النقل داخل الخط ووقت التسوية المسبقة. ويجب ضبط قدرة الخرج للمودم الكبلي ضمن ±0,1 dB من مستوى قدرة الخرج النهائي الخاص به:

أ) في غضون 5 µs من بداية التغيير البالغ 1 dB أو أقل؛
ب) في غضون 10 µs من بداية التغيير الذي يفوق 1 dB؛

ويجب ألا يتم تغيير قدرة الخرج حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. ويجب عدم تغيير قدرة الخرج عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

فيما يخص تغييرات **معدل الرمز**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية طالما أن النظام CMTS يسمح بالوقت المطلوب بين الرشقات من أجل تغيير المعلمات UCD. **يجب ألا** يتم تغيير معدل الرمز حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. **ويجب ألا** يتم تغيير معدل الرمز عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

فيما يخص تغييرات **تردد التخالف**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. وينبغي أن يعوض الوقت الأقصى لإعادة التشكيل المكون من 96 رمزاً وقت نزول رشقة واحدة ووقت صعود الرشقة التالية، فضلاً عن وقت الإرسال العام لجهاز الإرسال، بما في ذلك وقت النقل داخل الخط ووقت التسوية المسبقة. **ويجب ألا** يتم تغيير التردد المتخالف حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. **ويجب ألا** يتم تغيير التردد المتخالف عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

فيما يخص تغييرات **تردد القناة**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير بين الرشقات طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بالإضافة إلى 100 ms بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. **ويجب** ضبط تردد القناة للمودم الكبلي وفقاً لمتطلبات ضوضاء الطور والدقة الواردة في الفقرتين 5.22.2.6 و22.2.6 في غضون 100 ms من بداية التغيير. **ويجب ألا** يتم تغيير تردد القناة حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. **ويجب ألا** يتم تغيير تردد القناة عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

فيما يخص تغييرات **تخالف قياس المدى** و/أو **معامل المسوي المسبق**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. وينبغي أن يعوض الوقت الأقصى لإعادة التشكيل المكون من 96 رمزاً وقت نزول رشقة واحدة ووقت صعود الرشقة التالية، فضلاً عن وقت الإرسال العام للمرسِل، بما في ذلك وقت النقل داخل الخط ووقت التسوية المسبقة. **ويجب ألا** يتم تغيير تخالف قياس المدى حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. **ويجب ألا** يتم تغيير تخالف قياس المدى عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

فيما يخص تغييرات **نمط التشكيل**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية دون وقت إعادة تشكيل بينها (باستثناء وقت الحراسة الأدنى). **ويجب ألا** يتم تغيير التشكيل عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية، **باستثناء** تأثير مسوي الإرسال (إذا كان موجوداً في المودم الكبلي). (ويجب التحقق من ذلك بدون توفير مسوي الإرسال للترشيح؛ مع التأخير فقط. ويرجى ملاحظة أن النظام CMTS لديه مسوي مكرر بقرار، وقد يحتاج إلى توفير فجوة تضم أكثر من 96 رمزاً بين رشقات أنماط التشكيل المختلفة التي يمكن للمودم الكبلي أن يستخدمها؛ وهذا قرار CMTS).

3.20.2.6 أوقات إعادة التشكيل S-CDMA

في الأسلوب S-CDMA، فيما يتعلق بتغيير قدرة الخرج لكل فاصل مصغر وتردد متخالف ومعاملات المسوي المسبق، و/أو تخالف قياس المدى، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية طالما أن النظام CMTS يخصص مدة رتل واحد على الأقل بين الرشقات. وبالنسبة للتغييرات الأخرى لمعلمات مواصفة الرشقة، لا تلزم إعادة تشكيل تتجاوز ما يوفره النظام MAC من أجل هذه التغييرات. وعندما يكون أسلوب قناة الإرسال المتعدد مفعّلاً، تُضبط جميع هذه المعلمات بشكل منفصل على كل قناة صاعدة ولا يكون وقت إعادة التشكيل على القنوات غير المضبطة مطلوباً من جانب المودم الكبلي.

في حالة أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّلة، يمكن أن يطلب المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام عند تعديل نافذة المدى الدينامي (قيمة جديدة $P_{load_min_set}$)، أو عندما تجمّع أي قناة نشطة تغيير قدرة الإرسال لأكثر من 3 dB منذ الوقت الأخير لإعادة التشكيل العام (انظر الفقرة 1.22.2.6). (يتطلب "الهدوء" الشامل عبر جميع القنوات النشطة أن يكون تقاطع فواصل الرشقات غير المصرح بها عبر جميع القنوات TDMA النشطة رتلاً واحداً على الأقل). و**يجب** أن يكون النظام CMTS قادراً على إرسال رشقات متتالية حتى مع تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ أو إصدار أمر بتغييرها، طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن رتل واحد بين الرشقات عبر جميع القنوات في مجموعة قنوات الإرسال. (من نهاية رشقة ما على قناة واحدة إلى بداية الرشقة التالية على أي قناة، ويجب أن يكون هناك مدة رتل واحد على الأقل لتوفير "وقت إعادة التشكيل العام" من أجل القنوات S-CDMA).

4.20.2.6 تخالفات توقيت المودم الكبلي عند تغيير معدل التشكيل

عند تغيير معدل التشكيل، **يجب** على المودم الكبلي أن يستعمل تخالفات التوقيت المبينة في الجدول 6-13. وتقابل التخالفات المبينة في الجدول مساهمة جهازَيْ الاستقبال الصاعدين التقليديين DOCSIS 1.0 و DOCSIS 1.1 في تغييرات الكمون عند إجراء تغييرات في معدل التشكيل. وتخالف التطبيق الذي ينبغي تطبيقه هو الفرق بين الإدخال في الجدول المقابل لمعدل التشكيل الجديد والإدخال المقابل لمعدل التشكيل الأصلي. وتشير التخالفات إلى مركز الرمز الأول في الرشقة، الذي يمثل النقطة المرجعية لوتيرة الرشقة المذكورة في الفقرة 21.2.6. وينبغي تحديد مواصفات هذه التخالفات بحيث تطبق أجهزة المودم الكبلية تعديلات موحدة على تخالفات قياس المدى الخاصة بها، ويمكن للنظام CMTS أن يعالج بشكل مناسب أجهزة المودم الكبلية التي تطبق هذه التخالفات عند إجراء تغييرات في معدل التشكيل.

الجدول 6-13 – تخالف التوقيت من أجل تغييرات معدل التشكيل

معدل التشكيل (kHz)	تخالف التوقيت (بوحدات دقات الوقت 64/1 نسبةً إلى 5,12 MHz)	إمكانية التطبيق
5 120	0	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
2 560	0	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
1 280	24	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
640	72	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
320	168	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
160	360	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم

لنفترض مثلاً مودماً كبلياً على قناة صاعدة، يعمل بمعدل تشكيل يبلغ 1,28 MHz. والآن، لنفترض أن الرسال UCD من النظام CMTS تغير سرعة تشكيل القناة إلى 0,32 MHz. يطبق المودم الكبلي تخالف توقيت إضافياً بمقدار 168 – 24 = 144 على تخالفه في قياس المدى للتعويض عن تغير معدل التشكيل هذا. والقيمة 144 موجبة وبالتالي فإن المودم الكبلي سيضيفها إلى تخالفه في قياس المدى بحيث يرسل فعلياً بشكل أبكر بمقدار 144 وحدة من 1/64 دقة من دقات الوقت.

وعلاوة على ذلك، عند تغيير معدلات التشكيل، إذا كان لدى المودم الكبلي مساهمته الخاصة في تغيير الكمون، **يجب** عليه أيضاً التعويض عن هذا الاختلاف المحدد في كمون هذا المودم الكبلي. وهذا بالإضافة إلى التخالف المطبق من القيم الواردة في الجدول أعلاه، والناجمة عن مساهمات المستقبِل الصاعد للنظام CMTS التقليدي في تغييرات الكمون. ومتطلبات دقة التوقيت لرشقات المودم الكبلي المذكورة سابقاً في هذه الفقرة فيما يخص الأسلوب TDMA والتي تشير إلى معدل التشكيل الأدنى بين معدل التشكيل الأصلي ومعدل التشكيل الجديد، تنطبق بعد تغيير معدل التشكيل، مع تخالفات التوقيت المطلوبة أعلاه. وعلى وجه التحديد، **يجب** على المودم الكبلي أن ينفذ ضبط التوقيت بدقة في حدود ±0,25 µs، بالإضافة إلى ±1/2 رمز، في كل من الأسلوبين TDMA و S-CDMA.

إن النظام CMTS الذي لا يطبق نفس تخالفات التأخير المادي الداخلي مثل تنفيذ المستقبل CMTS الصاعد بأسلوب DOCSIS التقليدي، قادر على استقبال رشقة المودم الكبلي بعد تغيير معدل التشكيل بأيّ من الطرق التالية على سبيل المثال لا الحصر:

1) يمكن للنظام CMTS تنفيذ تخالف التأخير المادي الداخلي على النحو المحدد في الجدول أعلاه.

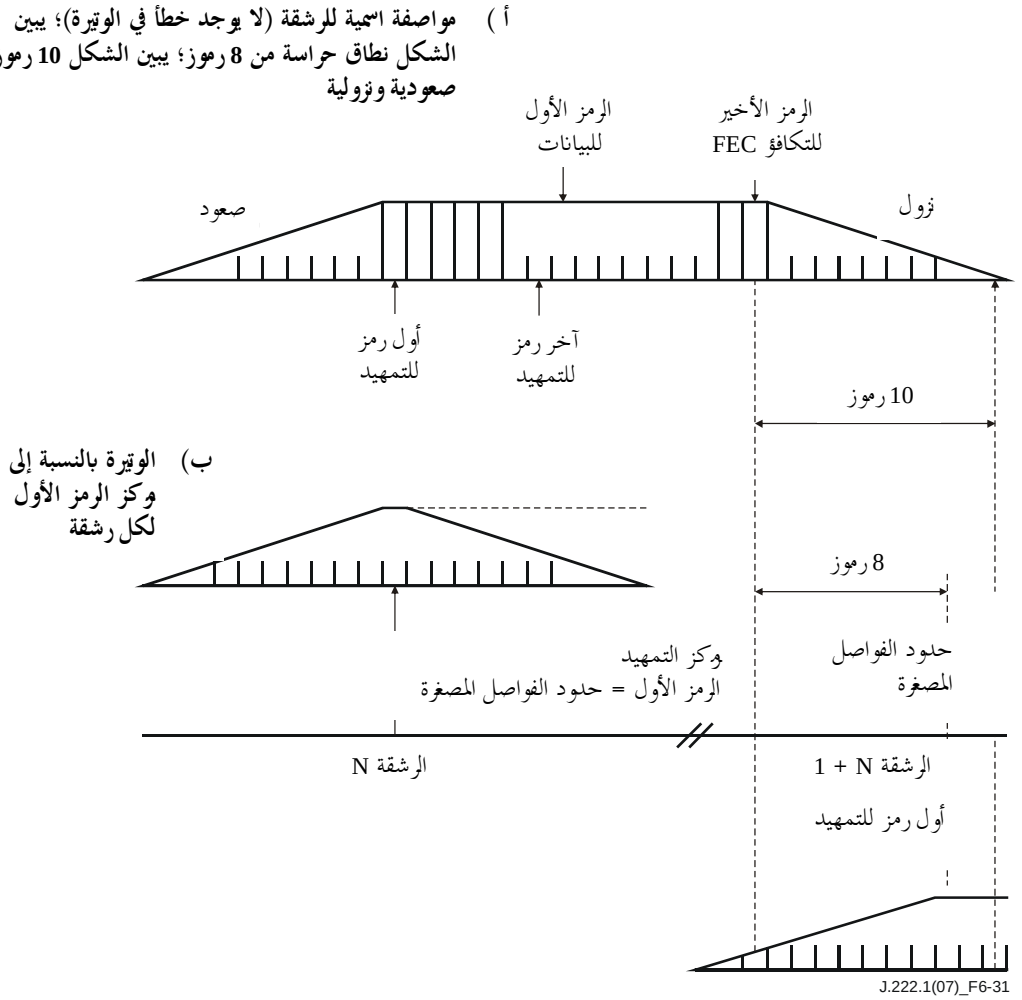
2) يمكن للنظام CMTS تنفيذ تعويض التوقيت الداخلي استناداً إلى التخالف المتوقع في الجدول أعلاه.

3) يمكن للنظام CMTS زيادة وقت الحراسة.

4) يمكن للنظام CMTS إرسال رسالة RNG-RSP غير مطلوبة إلى كل مودم كبلي لضبط تخالف التأخير. وكما نوقش في الفقرة 4.4.6 من التوصية [ITU-T J.222.2]، من المتوقع أن يكون المودم الكبلي قادراً على ضبط تخالف توقيته في أي وقت مع الدقة المحددة في هذه الفقرة.

12.2.6 اصطلاح وتيرة الرشقة

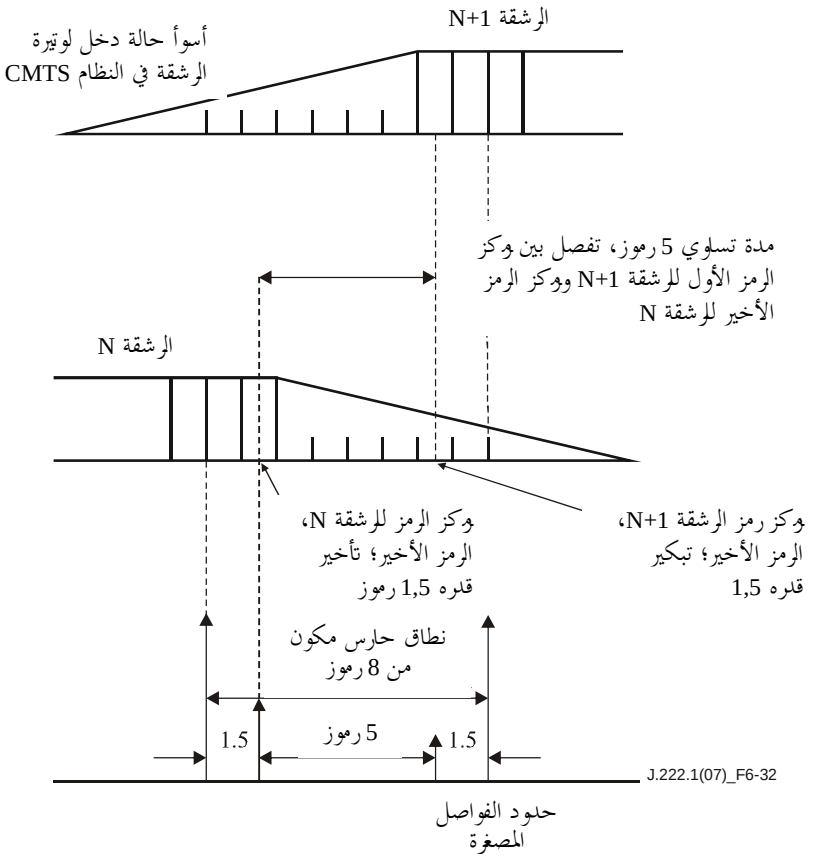
يوضح الشكل 6-31 وتيرة الرشقة الاسمية للقنوات TDMA.



ملاحظة – يمكن أن يحدث تداخل بين نزول رشقة واحدة وصعود الرشقة التالية حتى في حال تخصيص الرشقتين لمرسل واحد.

الشكل 6-31 – وتيرة الرشقة الاسمية TDMA

يبين الشكل 6-32 وتيرة الرشقة في أسوأ حالة فيما يخص القناة TDMA. وفي هذا المثال، تصل الرشقة N متأخرةً بمقدار 1,5 رمز، وتصل الرشقة N+1 قبل الموعد بمقدار 1,5 رمز، ولكن يتم الحفاظ على المباعدة البالغة 5 رموز؛ ويُبيّن أدناه النطاق الحارس المكون من 8 رموز:



الشكل 6-32 – وتيرة الرشقة TDMA في أسوأ حالة

عند معدل رمز يبلغ R_s، تحدث الرموز بمعدل رمز واحد لكل مدة $1/R_s = T_s$ ثانية. وفترات النزول والصعود هي تمديد أحد الرموز في المجال الزمني بعد مدة Ts، بسبب مرشاح قولبة الرمز، وأي تأثير متبقّ من مسوي الإرسال. وإذا تم إرسال رمز واحد، فإن مدته ستكون أطول من T_s نظراً لأن الاستجابة النبضية لمرشاح القولبة أطول من T_s. وإن تمديد الرمز الأول والرمز الأخير لإرسال الرشقة يمدد بفعالية مدة الرشقة إلى ما هو أطول من $N * T_s$، حيث يشير N إلى عدد الرموز في الرشقة.

فيما يخص القنوات S-CDMA، تكون الرشقات من جميع أجهزة المودم الكبلية متزامنة. وهذا يعني أن نزول رشقة واحدة يمكن أن يحدث في نفس الوقت الذي يحدث فيه صعود الرشقة اللاحقة. و**يجب** على المودم الكبلي أن يستوفي متطلبات قياس المدى والتزامن للقناة S-CDMA لضمان مواءمة نزول الرشقات وصعودها.

22.2.6 متطلبات الدقة

تفترض المتطلبات التالية تعطيل أي تسوية مسبقة، ما لم يُذكر خلاف ذلك.

1.22.2.6 البث الهامشي

يجب ألا تتجاوز قدرة الضوضاء والبث الهامشي المستويات الواردة في الجداول 6-14 و6-15 و6-17. **وينبغي ألا** تتجاوز قدرة الضوضاء والبث الهامشي المستويات الواردة في الجدولين 6-16 و6-18. وعند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، تُجمّع متطلبات قدرة الضوضاء والبث الهامشي للقنوات الفردية (قدرة مطلقة، **ليس** بوحدة الدسيبل) لتحديد الحد الأدنى للضوضاء المركبة من أجل ظروف الإرسال متعدد القنوات. وكذلك، عند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لا تنطبق متطلبات الأداء الهامشية هذه إلا عندما يُشغّل المودم الكبلي ضمن مديات معينة للقيمة P_{load_n}، من أجل $n = 1$ حيال عدد القنوات الصاعدة في مجموعة قنوات الإرسال، ومن أجل النسبة *number_allocated_codes*/*number_active_codes* من 1 إلى 1/4 من أجل القنوات S-CDMA.

وفيما يخص الأسلوب S-CDMA، عندما يرسل المودم أقل من 1/4 من شفرات التمديد النشطة على إحدى القنوات، تكون حدود متطلبات البث الهامشي هي قيمة القدرة (بوحدة dBmV) المقابلة لمواصفات مستوى القدرة المرتبط بعدد 1/4 من شفرات التمديد النشطة (أي أقل بمقدار 6 dB من قدرة القناة المقابلة لجميع الشفرات النشطة لتلك القناة المخصصة للمودم الكبلي).

وعند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد ويكون هناك قناتان أو أكثر في مجموعة قنوات الإرسال، **يجب** استيفاء متطلبات الأداء الهامشية عند استيفاء مديات التحميل التالية فقط:

قناتان أو أكثر في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_1} - P_{load_min_set} \geq 3$ dB

قناتان في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_2} - P_{load_1} \geq 12$ dB

ثلاث قنوات في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_3} - P_{load_1} \geq 8$ dB

أربع قنوات في النظام TCS: ينطبق عندما تكون

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

و:

$$P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

و:

$$P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

عندما يُرسل المودم عند مستويات قدرة تقع خارج مديات التحميل هذه (وهو ما يسمح به المدى الدينامي 12 dB)، تكون حدود متطلبات البث الهامشي هي قيم القدرة (بوحدة dBmV بدلاً من dBc) المقابلة للمواصفات المرتبطة بالإرسالات في القنوات المحملة الثانية والعليا إذا تم تخفيض تحميل تلك القنوات (زيادة قدرة الإرسال) للوفاء بمديات إمكانية التطبيق فقط.

مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لا تنطبق متطلبات الأداء الهامشية على أي قناة صاعدة من الوقت الذي تغيرت فيه قدرة الخرج على أي قناة صاعدة نشطة بأكثر من ±3 dB منذ الوقت الأخير لإعادة التشكيل العام حتى نهاية الوقت التالي لإعادة التشكيل العام. ويُعرّف "وقت إعادة التشكيل العام" بوصفه الفاصل غير النشط المتاح بين الإرسالات النشطة، الذي يفي في الوقت نفسه بالشرط الوارد في الفقرة 2.20.2.6 فيما يخص جميع القنوات TDMA في النظام S وبالشرط الوارد في الفقرة 3.20.2.6 فيما يخص جميع القنوات S-CDMA في النظام TCS. ومع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، **ينبغي** للنظام CMTS أن يتيح وقت إعادة التشكيل العام لمودم كبلي قبل أن يُؤمر المودم الكبلي بتغيير أي قدرة إرسال للقناة الصاعدة بمقدار ±3 dB تراكمية منذ وقته الأخير لإعادة التشكيل العام.

وكمثال، مع ثلاث قنوات S-CDMA في النظام TCS، عند قدرات إرسال لكل قناة تبلغ 53 dBmV و41 dBmV و41 dBmV، تقابل متطلبات البث الهامشي المطلقة عندما تقوم قناتان أو أكثر في النظام TCS بالإرسال، متطلبات البث الهامشي المطلقة حيث تبلغ قدرة الإرسال لكل قناة 53 dBmV و45 dBmV و45 dBmV. ويتم رفع مستويات القدرة لأغراض تحديد حدود البث الهامشي حتى 53 dBmV – 8 dB = 45 dBmV.

وكمثال، مع أربع قنوات S-CDMA في النظام TCS، عند قدرات إرسال لكل قناة تبلغ 53 dBmV و41 dBmV و41 dBmV و41 dBmV، تقابل متطلبات البث الهامشي المطلقة عندما تقوم قناتان أو أكثر في النظام TCS بالإرسال، متطلبات البث الهامشي المطلقة حيث تبلغ قدرة الإرسال لكل قناة 53 dBmV و49 dBmV و45 dBmV و41 dBmV. ويتم رفع مستويات القدرة 41 dBmV لأغراض تحديد حدود البث الهامشي حتى 53 dBmV – 4 dB = 49 dBmV؛ والحدود الاصطناعية 49 dBmV – 4 dB = 45 dBmV والحدود الاصطناعية 45 dBmV – 4 dB = 41 dBmV.

في الجدول 6-14، يشمل البث الهامشي داخل النطاق منتجات الضوضاء وتسرب الحمالة وخطوط الميقاتية والمُركب، ومنتجات المرسِل غير المرغوبة الأخرى. ولا تشمل التداخل بين الرموز (ISI). ويساوي عرض نطاق القياس للبث الهامشي داخل النطاق معدل التشكيل (مثل 1280 إلى 120 5 kHz). وترتبط جميع المتطلبات المعبّر عنها بوحدة dBc بقدرة الإرسال الفعلية التي يرسلها المودم الكبلي في قناة واحدة.

يبلغ عرض نطاق القياس 160 kHz فيما يخص القيم بين الرشقات (لا توجد أيّ من القنوات في النظام TCS في حالة رشقية) الواردة في الجدول 6-14، إلا في الحالات التي تستدعي اعتبارها 4 MHz أو 20 kHz.

تنطبق مواصفات رشقات الإرسال خلال الفواصل المصغرة المصرح بها للمودم الكبلي (عندما يستخدم المودم الكبلي التصريح كلياً أو جزئياً)، وفيما يخص 32 فاصلاً للتشكيل قبل الفواصل المصغرة المصرح بها وبعدها. ولا تنطبق القيم بين الرشقات إلا خلال استخدام تصريح بفواصل مصغرة على أي قناة نشطة للمودم الكبلي، وخلال فواصل التشكيل الاثنين والثلاثين (32) قبل التصريح المستخدم وبعده.

وفي الأسلوب TDMA، يمكن أن يكون الفاصل المصغر قصيراً مثل 32 فاصلاً للتشكيل، أو 6,25 µs بمعدل 5,12 Msym/s، أو قصيراً مثل 25 µs بمعدل 1,28 Msym/s.

الجدول 6-14 – البث الهامشي

المعلمة	رشقة الإرسال	القيم بين الرشقات
داخل النطاق	–40 dBc	–72 dBc
نطاق مجاور	انظر الجدولين 6-15 و6-16	–72 dBc
ضمن مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد 5-42 MHz أو 5-85 MHz (باستثناء القناة المخصصة، القنوات المجاورة)	انظر الجدولين 6-17 و6-18	–72 dBc
بالنسبة للحالة التي يبلغ فيها مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد 5-42 MHz: حدود البث الهامشي المتكاملة للمودم الكبلي (جميعها في 4 MHz، بما في ذلك القيم المنفصلة) 42 إلى 54 MHz 54 إلى 60 MHz 60 إلى 88 MHz 88 إلى 870 MHz	الحد الأقصى (–40 dBc، –26 dBmV) –35 dBmV –40 dBmV –45 dBmV	 –26 dBmV –40 dBmV –40 dBmV الحد الأقصى (–45 dBmV، dB ref –40 d/s^2)
بالنسبة للحالة التي يبلغ فيها مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد 5-42 MHz: حدود البث الهامشي المنفصلة للمودم الكبلي[1] 42 إلى 54 MHz 54 إلى 88 MHz 88 إلى 870 MHz	الحد الأقصى (50 dBc، –36 dBmV) –50 dBmV –50 dBmV	 –36 dBmV –50 dBmV –50 dBmV
بالنسبة للحالة التي يبلغ فيها مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد 5-85 MHz: حدود البث الهامشي المتكاملة للمودم الكبلي الكبلي (جميعها في 4 MHz، بما في ذلك القيم المنفصلة) [1] 108 إلى 136 MHz 136 إلى 870 MHz	–40 dBmV –45 dBmV	–40 dBmV الحد الأقصى (–45 dBmV، dB ref –40 d/s^2)
بالنسبة للحالة التي يبلغ فيها مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد 5-85 MHz: حدود البث الهامشي المنفصلة للمودم الكبلي[1] 108 إلى 870 MHz	–50 dBmV	–50 dBmV

[1] تستبعد حدود المواصفات هذه حافزاً واحداً منفصلاً يتصل بالقناة المستلمة المولفة؛ و**يجب** ألا يكون هذا الحافز المنفصل الوحيد أكبر من –40 dBmV

[2] يشير "dB ref d/s" إلى مستوى الإشارة الهابطة المستلَمة. وتتناسب بعض مستويات الخرج الهامشية مع مستوى الإشارة المستلَمة.

1.1.22.2.6 البث الهامشي في قناة مجاورة

يمكن أن يحدث بث هامشي صادر من موجة حاملة مرسَلة في قناة مجاورة يمكن شغلها بواسطة موجة حاملة بنفس معدل التشكيل أو بمعدل تشكيل مختلف. ويبين الشكل 6-15 مستويات البث الهامشي في القناة المجاورة المطلوبة لجميع تركيبات معدلات تشكيل الموجة الحاملة المرسَلة ومعدلات تشكيل القناة المجاورة. ويجري القياس في فاصل بين القنوات المجاورة ذات عرض نطاق ومسافة مناسبين بالنسبة إلى الموجة الحاملة المرسَلة، استناداً إلى معدلات التشكيل للموجة الحاملة المرسَلة والموجة الحاملة في القناة المجاورة.

الجدول 6-15 – متطلبات البث الهامشي في قناة مجاورة بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

المواصفة في الفاصل	فاصل القياس والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة	سرعة تشكيل الموجة الحاملة للقناة المجاورة
dBc 50–	kHz 20 إلى kHz 180	kHz 160
dBc 50–	kHz 40 إلى kHz 360	kHz 320
dBc 50–	kHz 80 إلى kHz 720	kHz 640
dBc 50–	kHz 160 إلى kHz 1 440	kHz 1 280
dBc 47–	kHz 320 إلى kHz 2 880	kHz 2 560
dBc 44–	kHz 640 إلى kHz 5 760	kHz 5 120

بالإضافة إلى ذلك، **ينبغي** للمودم الكبلي استيفاء المتطلبات الواردة في الجدول 6-16 بموجب نفس الشروط المدرجة في الجدول 6-15 أعلاه. مع رشقة قناة منخفضة القدرة كقناة رشقية منفردة (في تلك المرحلة الزمنية)، سينطبق تخفيف بمقدار 2 dB على متطلبات البث الهامشي المطلقة الواردة في الجدول 6-16.

الجدول 6-16 – أهداف البث الهامشي في قناة مجاورة بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

المواصفة في الفاصل	فاصل القياس والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة	سرعة تشكيل الموجة الحاملة للقناة المجاورة
dBc 53–	kHz 20 إلى kHz 180	kHz 160
dBc 53–	kHz 40 إلى kHz 360	kHz 320
dBc 52–	kHz 80 إلى kHz 720	kHz 640
dBc 51–	kHz 160 إلى kHz 1 440	kHz 1 280
dBc 50–	kHz 320 إلى kHz 2 880	kHz 2 560
dBc 48–	kHz 640 إلى kHz 5 760	kHz 5 120

2.1.22.2.6 البث الهامشي في مدى التردد في الاتجاه الصاعد

يعرض الجدول 6-17 معدلات التشكيل الممكنة التي يمكن إرسالها في فاصل زمني، والمستوى الهامشي المطلوب في ذلك الفاصل الزمني، وفاصل القياس الأولي الذي ينبغي أن يبدأ عنده قياس البث الهامشي. وينبغي بدء القياسات عند المسافة الأولية وتكرارها عند مسافة متزايدة من الموجة الحاملة حتى يتم الوصول إلى حافة النطاق في الاتجاه الصاعد. وتبلغ حافة النطاق الأدنى للاتجاه الصاعد 5 MHz؛ وتبلغ حافة النطاق الأعلى للاتجاه الصاعد 42 MHz؛ أو إذا كان اختيار مدى التردد في الاتجاه الصاعد متاحاً، يمكن اختيار 85 MHz.

الجدول 6-17 – أهداف البث الهامشي في مدى التردد في الاتجاه الصاعد بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

معدل التشكيل المحتمل في هذا الفاصل	المواصفة في الفاصل	فاصل القياس الأولي والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة
kHz 160	dBc 54–	kHz 220 إلى kHz 380
kHz 320	dBc 52–	kHz 240 إلى kHz 560
kHz 640	dBc 50–	kHz 280 إلى kHz 920
kHz 1 280	dBc 50–	kHz 360 إلى kHz 1 640
kHz 2 560	dBc 47–	kHz 520 إلى kHz 3 080
kHz 5 120	dBc 44–	kHz 840 إلى kHz 5 960

بالإضافة إلى ذلك، **ينبغي** للمودم الكبلي استيفاء المتطلبات الواردة في الجدول 8-16 بموجب نفس الشروط المدرجة في الجدول 6-17 أعلاه. مع رشقة قناة منخفضة القدرة كقناة رشقية منفردة (في تلك المرحلة من الوقت)، سينطبق تخفيف بمقدار 2 dB على متطلبات البث الهامشي المطلقة الواردة في الجدول 6-18.

الجدول 6-18 – أهداف البث الهامشي في مدى التردد في الاتجاه الصاعد بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

معدل التشكيل المحتمل في هذا الفاصل	المواصفة في الفاصل	فاصل القياس الأولي والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة
kHz 160	dBc 60–	kHz 220 إلى kHz 380
kHz 320	dBc 58–	kHz 240 إلى kHz 560
kHz 640	dBc 56–	kHz 280 إلى kHz 920
kHz 1 280	dBc 54–	kHz 360 إلى kHz 1 640
kHz 2 560	dBc 52–	kHz 520 إلى kHz 3 080
kHz 5 120	dBc 50–	kHz 840 إلى kHz 5 960

2.22.2.6 البث الهامشي خلال الحالات العابرة لتنشيط/تعطيل الرشقة

يجب على كل مرسِل أن يتحكم في البث الهامشي قبل فترة الصعود وخلالها، وخلال فترة النزول وبعدها، وقبل الرشقة وبعدها.

وتفعيل/تعطيل البث الهامشي كتغيير الجهد عند خرج المرسِل في الاتجاه الصاعد، بسبب تفعيل أو تعطيل الإرسال، **يجب** ألا يزيد على 100 mV. و**يجب** أن تبدد هذه الخطوة بسرعة إمالة ثابتة لا تزيد على 2 µs. وينطبق هذا الشرط عندما يرسل المودم الكبلي بمعدل +55 dBmV أو أكثر لكل قناة على أي قناة. وعند مستويات إرسال مخفضة، **يجب** أن يُخفض الحد الأقصى لتغيير الجهد بعامل 2 لكل انخفاض في مستوى القدرة يبلغ 6 dB في القناة النشطة ذات القدرة الأعلى، من +55 dBmV لكل قناة، وصولاً إلى تغيير أقصى قدره 7 mV عند 31 dBmV لكل قناة وما تحت. ولا ينطبق هذا الشرط على الحالات العابرة لتشغيل ووقف تشغيل المودم الكبلي.

3.22.2.6 نسبة خطأ التشكيل (MER)

تقيس نسبة خطأ التشكيل تغيّر الحشد الناجم عن شكل موجة الإرسال. وتشمل هذه النسبة آثار التداخل بين الرموز (ISI)، والبث الهامشي وضوضاء الطور وجميع انحطاطات المرسِل الأخرى.

1.3.22.2.6 تعاريف

نسبة خطأ تشكيل الرموز: تُعرّف النسبة MER_{symb} على النحو التالي فيما يخص الرمز TDMA أو الرمز S-CDMA. ويُطبق شكل الموجة المرسَلة (بعد تحويل خافض مناسب) على مرشاح متوائم مثالي لرموز الاستقبال ويتم اعتيانه مرة واحدة لكل رمز. وفيما يخص الأسلوب TDMA، يكون المرشاح المتوائم مرشاحاً بجذر تربيعي وجيب تمام مرتفع مع ألفا = 0,25. وفيما يخص الأسلوب S-CDMA، يكون المرشاح المتوائم مرشاحاً بجذر تربيعي وجيب تمام مرتفع مع ألفا = 0,25، يتم تحويره مع تتابع شفرة التمديد المعكوس زمنياً. (وفي هذا التحوير، يُعبّر عن تتابع شفرة التمديد كقطار نبضات مرجحة متباعدة بفترة نبضية). ولا تُضاف أي ضوضاء خارجية (AWGN) إلى الإشارة. ويمكن ضبط تخالف التردد الحامل، وتخالف طور الموجة الحاملة، وتوقيت الرموز، والكسب خلال كل رشقة لتعظيم النسبة MER_{symb}. ولا يُسمح بتسوية شكل الموجة المستقبَلة. وفيما يخص الحالات التي يكون فيها مسوي الإرسال للمودم الكبلي مفعّلاً، يمكن ضبط معاملات مسوي الإرسال لتعظيم النسبة MER_{symb}. وتُحدد النسبة MER_{symb} عند الموصّل F للمودم الكبلي، إلا في حالة إدراج قناة صدى، فإنها تُحدد عند خرج قناة الصدى. وتُحسب النسبة MER_{symb} بواسطة الصيغة التالية:

$$MER_{symb}(dB) = 10 \cdot \log_{10}\left\{\frac{E_{av}}{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\left|e_j\right|^2}\right\}$$

حيث:

E_{av} متوسط طاقة الكوكبة للرموز المرجحة بالتساوي (انظر الفقرة 14.2.6 والشكل 6-20)

N عدد الرموز التي يُحسب متوسطها

e_j متجه الخطأ من الرمز jth إلى الرمز QAM المثالي المرسَل في شبكة الشكل 6-20.

فيما يخص الأسلوب S-CDMA، يُحسب متوسط النسبة MER_{symb} عبر جميع الشفرات النشطة.

نسبة خطأ التشكيل للنبضات المركبة: تُحدد النسبة MER_{chip} من أجل النبضات S-CDMA المرَكّبة لضمان الحفاظ على نسبة SNR عالية، لا سيما فيما يتعلق بعدد صغير من الرموز المخصصة، وذلك لمنع تأثيرات تسرب الضوضاء عندما يقوم العديد من أجهزة المودم بالإرسال في نفس الوقت. وتُعرّف نبضة مركّبة S-CDMA بوصفها خرج الممدد خلال فاصل نبضي واحد، أي عنصر متجه الإرسال المعرّف في الفقرة 15.2.6، "ممدد S-CDMA".

وتُعرّف النسبة MER_{chip} على النحو التالي: يُطبق شكل الموجة المرسَلة (بعد تحويل خافض مناسب) على مرشاح متوائم مثالي لرموز الاستقبال ويتم اعتيانه مرة واحدة لكل رمز. ويكون المرشاح المتوائم مرشاحاً بجذر تربيعي وجيب تمام مرتفع مع ألفا = 0,25. ولا تُضاف أي ضوضاء خارجية (AWGN) إلى الإشارة. ويمكن ضبط تخالف التردد الحامل، وتخالف طور الموجة الحاملة، وتوقيت الرموز، والكسب خلال كل رشقة لتعظيم النسبة MER_{chip}. ولا يُسمح بتسوية شكل الموجة المستقبَلة. وفيما يخص الحالات التي يكون فيها مسوي الإرسال للمودم الكبلي مفعّلاً، يمكن ضبط معاملات مسوي الإرسال لتعظيم النسبة MER_{chip}. وتُعرّف النسبة MER_{chip} عند الموصّل F للمودم الكبلي. وتُحسب النسبة MER_{chip} بواسطة الصيغة التالية:

$$MER_{chip}(dB) = 10 \cdot \log_{10}\left\{\frac{\sum_{j=1}^{N}\left|p_j\right|^2}{\sum_{j=1}^{N}\left|P_j - r_j\right|^2}\right\}$$

حيث:

p_j النبضة المركّبة المثالية المرسَلة jth

r_j النبضة المركّبة المستقبَلة jth

N عدد النبضات المركّبة الملاحظة

2.3.22.2.6 المتطلبات

يجب أن تستوفي النسبة MER أو تتجاوز الحدود التالية في مدى قدرة الإرسال الكامل المبين في الجدول 6-12 فيما يخص كل تشكيل وسرعة تشكيل، وفي مدى التردد الحامل الكامل، وبالنسبة للأسلوب S-CDMA، في أي عدد صالح من الشفرات النشطة والمخصصة، ما لم ينص على خلاف ذلك. ويشير مدى التردد الحامل 5-85 MHz بدقة أكبر إلى مدى يتراوح بين [5 MHz + معدل التشكيل × 2/1,25] و[85 MHz + معدل التشكيل × 2/1,25]. وعند نقاط الانقطاع بين المناطق، تُطبق مواصفات MER أعلى.

الحالة 1: قناة منتظمة، تعطيل تسوية الإرسال

الحالة 1a: فيما يخص معدلات تشكيل 2,56 MHz وما تحت من أجل أسلوب تشغيل بتردد من 5 MHz إلى 42 MHz:

$MER_{symb} \geq 30$ dB على التردد الحامل من 15 إلى 30 MHz

$MER_{symb} \geq 27$ dB على التردد الحامل من 10 إلى 15 MHz ومن 30 MHz إلى 35 MHz

$MER_{symb} \geq 26$ dB على التردد الحامل من 5 إلى 10 MHz ومن 35 MHz إلى 42 MHz

الحالة 1b: فيما يخص معدلات تشكيل 5,12 MHz وما تحت من أجل أسلوب تشغيل بتردد من 5 MHz إلى 42 MHz:

$MER_{symb} \geq 27$ dB على التردد الحامل من 15 إلى 30 MHz

$MER_{symb} \geq 24$ dB على التردد الحامل من 10 MHz إلى 15 MHz ومن 30 MHz إلى 35 MHz

$MER_{symb} \geq 23$ dB على التردد الحامل من 5 MHz إلى 10 MHz ومن 35 MHz إلى 42 MHz

الحالة 1c: فيما يخص معدلات تشكيل 2,56 MHz وما تحت من أجل أسلوب تشغيل بتردد من 5 MHz إلى 85 MHz:

$MER_{symb} \geq 30$ dB على التردد الحامل من 15 إلى 61 MHz

$MER_{symb} \geq 27$ dB على التردد الحامل من 10 MHz إلى 15 MHz ومن 31 MHz إلى 71 MHz

$MER_{symb} \geq 26$ dB على التردد الحامل من 5 MHz إلى 10 MHz ومن 71 MHz إلى 85 MHz

الحالة 1d: فيما يخص معدلات تشكيل 5,12 MHz وما تحت من أجل أسلوب تشغيل بتردد من 5 MHz إلى 85 MHz:

$MER_{symb} \geq 27$ dB على التردد الحامل من 15 MHz إلى 61 MHz

$MER_{symb} \geq 24$ dB على التردد الحامل من 10 MHz إلى 15 MHz ومن 61 MHz إلى 71 MHz

$MER_{symb} \geq 23$ dB على التردد الحامل من 5 MHz إلى 10 MHz ومن 71 MHz إلى 85 MHz

الحالة 2: قناة منتظمة، تفعيل تسوية الإرسال

الحالة 2a: من أجل TDMA/QPSK، $MER_{symb} \geq 30$ dB

الحالة 2b: من أجل S-CDMA وجميع التشكيلات TDMA باستثناء QPSK، $MER_{symb} \geq 35$ dB

الحالة 2c: من أجل S-CDMA، $MER_{chip} \geq 33$ dB

الحالة 3: قناة صدى، تفعيل تسوية الإرسال

(**يجب** أن تكون قناة الصدى محدودة بمدى دينامي. **يجب** أن تكون قناة الصدى تمثيلاً حقيقياً على النحو المبين في الجدول 5-2).

الحالة 3a: في وجود صدى واحد منتقى من الانعكاسات الصغرية للقناة المعرّفة في الجدول 5-2، **يجب** أن تكون القيمة MER_{symb} المقيسة ≤ 30 dB من أجل TDMA/QPSK و≤ 30 dB من أجل S-CDMA وجميع التشكيلات TDMA، باستثناء QPSK.

الحالة 3b: في وجود حالتين أو ثلاث من حالات الصدى المعرّفة في الجدول 5-2 (قيمة واحدة على الأكثر من القيم المحددة لمستوى القوة والتأخير)، **يجب** أن تكون القيمة MER_{symb} المقيسة ≤ 29 dB.

وبما أن الجدول لا يقيّد تأخر الصدى في حالة –30 dBc، لأغراض الاختبار، من المفترض ألا تزيد الفترة الزمنية للصدى بهذا المستوى على 1,5 µs.

يجب على المودم الكبلي أن يوفر أسلوب اختبار يقوم في إطاره بما يلي:

- قبول معاملات المسوي عبر سطح بيني خارجي (مثل الإثرنت)؛
- إرسال معاملات إلى المسوي المسبق للمودم الكبلي عبر رسالة استجابة قياس المدى (أسلوبا التحميل والتحوير كلاهما)؛
- عدم ضبط تردد المودم الكبلي أو توقيته أو قدرته.

4.22.2.6 تشوه المرشاح

تفترض المتطلبات التالية تعطيل أي تسوية مسبقة.

1.4.22.2.6 الاتساع

يجب أن يكون القناع الطيفي الطيف المثالي بجذر تربيعي وجيب تمام مرتفع مع ألفا = 0,25، ضمن المديات المبينة في الجدول 6-19.

الجدول 6-19 – تشوه اتساع مرشاح القناة الواحدة

التردد	حدود القناع الطيفي	
	أدنى	أعلى
$f_c - 5R_s/8$	–	30 dB–
$f_c - R_s/2$	3,5 dB–	2,5 dB–
$f_c - 3R_s/8$ to $f_c - R_s/4$	0,5 dB–	0,3 dB+
$f_c - R_s/4$ to $f_c + R_s/4$	0,3 dB–	0,3 dB+
$f_c + R_s/4$ to $f_c + 3R_s/8$	0,5 dB–	0,3 dB+
$f_c + R_s/2$	3,5 dB–	2,5 dB–
$f_c + 5R_s/8$	–	30 dB–

حيث f_c هو التردد المركزي، وR_s هو معدل التشكيل، وتُقاس الكثافة الطيفية بعرض نطاق استبانة يبلغ 10 kHz أو أقل.

5.22.2.6 ضوضاء الطور للموجة الحاملة

يجب ألا يزيد إجمالي ضوضاء الطور المتكاملة للمرسِل في الاتجاه الصاعد (بما في ذلك الضوضاء الهامشية المنفصلة) على مقدار 46 dBc، الذي يُجمع على المناطق الطيفية التي تتراوح بين 200 Hz و400 kHz فوق الموجة الحاملة وتحتها.

و**يجب** ألا يزيد إجمالي ضوضاء الطور المتكاملة للمرسِل في الاتجاه الصاعد (بما في ذلك الضوضاء الهامشية المنفصلة) على مقدار 44 dBc، الذي يُجمع على المناطق الطيفية التي تتراوح بين 8 kHz و3,2 MHz فوق الموجة الحاملة وتحتها.

يجب على المودم الكبلي أن يوفر أسلوب اختبار يقوم في إطاره بما يلي:

- إرسال إشارة صاعدة (CW) مستمرة (غير رشقية) غير مشكلة بالتردد الحامل ومعدلات التشكيل ومستويات التشكيل التي يوجد أمر بها. وهو ما يعادل الاستعاضة عن تتابع النبضات عند خرج الممدد بالتتابع الثابت (1، 1، 1، 1، 1، 1،...) باتساع اسمي متساوٍ على كل من I وQ.
- يتتبّع المودم الكبلي ميقاتية الرموز في الاتجاد الهابط ويستخدمها لتوليد ميقاتية الرموز في الاتجاه الصاعد كما هو الحال في التشغيل المتزامن العادي.

6.22.2.6 دقة تردد القناة

يجب على المودم الكبلي أن ينفذ تردد القناة المخصص في حدود 50 جزءاً في المليون على مدى درجة حرارة يتراوح بين 0 و40 درجة مئوية، وحتى خمس سنوات من تاريخ التصنيع.

7.22.2.6 دقة معدل التشكيل

توفر الرسالة MDD [ITU-T J.222.2] مجال TLV يبيّن ما إذا كان النظام CMTS يوفر ميقاتية رموز متزامنة في الاتجاه الهابط، أي ما إذا كانت ميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط مرتبط بالميقاتية الرئيسية 10,24 MHz. وإذا بينت الرسالة MDD أن ميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط متزامنة، **يجب** على المودم الكبلي أن يربط توقيته بميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط. أما إذا بينت الرسالة MDD أن ميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط غير متزامنة، **يجب** على المودم الكبلي **ألا** يربط توقيته بميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط.

وفي التشغيل المتزامن (أي عندما يكون توقيت المودم الكبلي مرتبطاً بميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط)، **يجب** على المشكّل الصاعد أن يربط معدل التشكيل الصاعد لجميع القنوات الصاعدة (S-CDMA و/أو TDMA) بمعدل الرموز في الاتجاه الهابط، رهناً بمتطلبات الارتعاش في توقيت الرموز الواردة في الفقرة 8.22.2.6.

وفي التشغيل غير المتزامن (أي عندما يكون توقيت المودم الكبلي غير مرتبط بميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط)، **يجب** على المشكّل أن يوفر دقة مطلقة في سرعة تشكيل معدلات الرموز، بمقدار 50 جزءاً في المليون على مدى درجة حرارة يتراوح بين 0 و40 درجة مئوية، وحتى خمس سنوات من تاريخ التصنيع.

8.22.2.6 الارتعاش في توقيت التشكيل

1.8.22.2.6 الارتعاش في توقيت التشكيل فيما يخص القنوات الصاعدة TDMA في التشغيل غير المتزامن

فيما يتعلق بالقنوات الصاعدة TDMA في التشغيل غير المتزامن، **يجب** أن يكون الارتعاش في الرموز من ذروة إلى ذروة، بالنسبة إلى رمز عبور الصفر السابق لشكل الموجة المرسَل، أقل من 0,02 من مدة الرمز الاسمية خلال ثانيتين. وبعبارة أخرى، يجب أن يكون الفرق بين المدتين القصوى والدنيا للرمز خلال ثانيتين أقل من 0,02 من مدة الرمز الاسمية لكل معدل من معدلات الرموز الصاعدة الخمسة.

وفيما يتعلق بالقنوات الصاعدة TDMA في التشغيل غير المتزامن، **يجب** أن يكون خطأ الطور التراكمي من ذروة إلى ذروة، بالنسبة إلى وقت الرمز الأول، ومع استبعاد أي تخالف ثابت لتردد الرمز، أقل من 0,04 من مدة الرمز الاسمية خلال 0,1 ثانية. وبعبارة أخرى، يجب أن يكون الفرق بين القيمتين القصوى والدنيا لخطأ الطور التراكمي خلال 0,1 ثانية أقل من 0,04 من مدة الرمز الاسمية لكل معدل من معدلات الرموز الصاعدة الخمسة. ويجب استبعاد التخالف الثابت لتردد الرمز باستخدام مدة الرمز المتوسطة المحسوبة خلال 0,1 ثانية.

2.8.22.2.6 الارتعاش في توقيت التشكيل فيما يخص التشغيل المتزامن

تفترض جميع متطلبات الارتعاش دخلاً هابطاً في المودم الكبلي وفقاً للفقرتين 5.3.6 و3.3.6 [ITU-T J.210].

وفيما يخص القنوات الصاعدة S-CDMA وTDMA في التشغيل المتزامن، يجب أن يكون خطأ توقيت ميقاتية التشكيل في الاتجاه الصاعد (مع طرح متوسط الخطأ) بالنسبة إلى الميقاتية الرئيسية للنظام CMTS أقل من RMS 0,005 من فاصل التشكيل خلال مدة قياس تستغرق 35 ثانية.

وينطبق هذا على:

1) أسوأ حالات الارتعاش وانحراف التردد المحددة للميقاتية الرئيسية للنظام CMTS وميقاتية الرموز الهابطة CMTS المذكورة في المتطلبات المذكورة أعلاه؛

2) أي وقت انتشار ذهاباً وإياباً حتى الحد الأقصى المسموح به.

ينبغي لميقاتية التشكيل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي أن تتبّع مكونات الارتعاش دون Hz 10 في ميقاتية رموز الدخل في الاتجاه الهابط مع دالة تحويل للخطأ دون –25 dB. و**ينبغي** لميقاتية التشكيل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي أن تخفف مكونات الارتعاش في ميقاتية رموز الدخل في الاتجاه الهابط فوق Hz 200.

يجب على المودم الكبلي أن يوفر أسلوب اختبار يقوم في إطاره بما يلي:

- إرسال إشارة صاعدة مستمرة (غير رشقية) بالتردد الحامل ومعدلات التشكيل ومستويات التشكيل التي يوجد أمر بها.
- الاستعاضة عن تتابع التشكيل عند دخل مسوي الإرسال بتتابع اثنيني بديل (1، –1، 1، –1، 1، –1،...) باتساع اسمي متساوٍ على كل من I وQ.
- يتتبّع المودم الكبلي ميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط ويستخدمها لتوليد ميقاتية الرموز في الاتجاه الصاعد كما هو الحال في التشغيل المتزامن العادي.

23.2.6 خصائص قدرة دخل مزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد

يجب ألا يتجاوز مستوى إشارة الدخل الآني، بما في ذلك الدخول والضوضاء إلى مزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد، dBmV 29 في مدى تردد التشغيل MHz 85-5. ويجب أن تكون القدرة المستلَمة المقصودة في كل موجة حاملة ضمن القيمة المبينة في الجدول 6-20.

يجب أن يُشغل مزيل التشكيل ضمن مواصفات الأداء المحددة مع رشقات مستلَمة في حدود ±6 dB من القدرة الاسمية المستلَمة التي يوجد أمر بها. ومن ثم، **يجب** ألا تزيد القدرة القصوى في الرشقة المستلَمة على dBmV 29.

الجدول 6-20 – خصائص قدرة دخل مزيل التشكيل للقناة الصاعدة

معدل التشكيل (kHz)	المدى الأقصى (dBmV)	إمكانية التطبيق
160	–13 إلى +17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
320	–13 إلى +17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
640	–13 إلى +17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
1280	–13 إلى +17	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
2560	–10 إلى +20	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
5120	–7 إلى +23	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم

24.2.6 الخرج الكهربائي في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي

يجب على المودم الكبلي أن يصدر إشارة مشكلة RF يكون لها الخصائص المبينة في الجدول 6-21.

الجدول 6-21 – الخرج الكهربائي للمودم الكبلي

المعلمة	القيمة
التردد	5 إلى 42 MHz من حافة إلى حافة **قد** يتم توفير الخيار التالي: خيار انتقاء الأسلوب الأسلوب 1: 5 إلى 42 MHz من حافة إلى حافة الأسلوب 2: 5 إلى 85 MHz من حافة إلى حافة
مدى المستوى لكل قناة (تعطيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، أو تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد فقط مع قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +57 dBmV (32 QAM، 64 QAM) P_{min} إلى +58 dBmV (8 QAM، 16 QAM) P_{min} إلى +61 dBmV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +56 dBmV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +17 dBmV، معدل التشكيل 1 280 kHz P_{min} = +20 dBmV، معدل التشكيل 2 560 kHz P_{min} = +23 dBmV، معدل التشكيل 5 120 kHz
مدى المستوى لكل قناة (قناتان في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +54 dBmV (32 QAM، 64 QAM) P_{min} إلى +55 dBmV (8 QAM، 16 QAM) P_{min} إلى +58 dBmV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +53 dBmV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +17 dBmV، معدل التشكيل 1 280 kHz P_{min} = +20 dBmV، معدل التشكيل 2 560 kHz P_{min} = +23 dBmV، معدل التشكيل 5 120 kHz
مدى المستوى لكل قناة (ثلاث أو أربع قنوات في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +51 dBmV (32 QAM، 64 QAM) P_{min} إلى +52 dBmV (8 QAM، 16 QAM) P_{min} إلى +55 dBmV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +53 dBmV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +17 dBmV، معدل التشكيل 1 280 kHz P_{min} = +20 dBmV، معدل التشكيل 2 560 kHz P_{min} = +23 dBmV، معدل التشكيل 5 120 kHz
نمط التشكيل	QPSK وQAM 8 وQAM 16 وQAM 32 و QAM 64 وQAM 128
معدل التشكيل (الاسمي)	TDMA: 1 280 و2 560 و5 120 kHz S-CDMA: 1 280 و2 560 و5 120 kHz تشغيل pre-3.0-DOCSIS اختياري، TDMA: 160 و320 و640 kHz
عرض النطاق	TDMA: 1 600 و3 200 و6 400 kHz S-CDMA: 1 600 و3 200 و6 400 kHz تشغيل pre-3.0-DOCSIS اختياري TDMA: 200 و400 و800 kHz
معاوقة الخرج	75 ohms
فقدان عودة الخرج	> 6 dB (في مدى التردد المختار في الاتجاه الصاعد 5-42 MHz أو 5-85 MHz > 6 dB (108 إلى 870 MHz)
الموصّل	الموصّل F وفقاً للمعيار [IEC 61169-24] أو المعيار [SCTE 02] (مشترك مع الدخل)

25.2.6 قدرات مرسِل المودم الكبلي في الاتجاه الصاعد

يعلن المودم الكبلي عن قدراته للنظام CMTS. وتشمل هذه القدرات ما يلي:

- العدد الأقصى للقنوات النشطة الذي يجب أن يكون 4 قنوات أو أكثر.
- العدد الأقصى للقنوات بتردد MHz 3,2، الذي يجب ألا يزيد على العدد الأقصى للقنوات النشطة المدعومة.
- العدد الأقصى للقنوات بتردد MHz 6,4، الذي يجب ألا يزيد على العدد الأقصى للقنوات بتردد MHz 3,2 المدعومة. يجب ألا يزيد العدد الأقصى للقنوات بتردد MHz 6,4 على 4 قنوات.
- قدرة الشفرات النشطة الانتقائية بالأسلوب 2 – نعم/لا.
- قدرة أسلوب القفز الشفري 2 – نعم/لا.
- دعم مدى التردد الممتد في الاتجاه الصاعد MHz 85-5 – نعم/لا.

يجب أن يدعم المودم الكبلي جميع القدرات التي يبلّغ النظام CMTS بها.

يجب ألا يأمر النظام CMTS المودم الكبلي بالعمل خارج قدراته المعلن عنها.

1.25.2.6 وصف قدرة مجموعة قنوات الإرسال الصاعدة للمودم الكبلي

يبلّغ المودم الكبلي النظام CMTS بقدراته فيما يتعلق بعدد القنوات الصاعدة النشطة التي يستطيع دعمها. ويجب أن تصف طريقة النقل بشكل واضح ولا لبس فيه قدرات المودم الكبلي للنظام CMTS. وتُعرّف معلمات هذه المراسلة في هذه الفقرة، ويحتوي التذييل IV على عمليات حساب هذا التبليغ من المودم الكبلي إلى النظام CMTS بشأن عدد القنوات الصاعدة النشطة ذات عروض النطاق المختلفة التي يدعمها المودم الكبلي.

لنفترض أن X = عدد القنوات بتردد MHz 6,4، وY = عدد القنوات بتردد MHz 3,2 وZ = عدد القنوات بتردد MHz 1,6 التي تكون نشطة في وقت واحد (مجموعة قنوات الإرسال). ولنفترض أن X_{max} هو العدد الأقصى للقنوات بتردد MHz 3,2 التي يمكن أن يدعمها المودم الكبلي، وY_{max} هو العدد الأقصى للقنوات بتردد MHz 1,6 التي يمكن أن يدعمها المودم الكبلي، ولنفترض أن Z_{max} هو العدد الأقصى للقنوات MHz 1,6 التي يمكن أن يدعمها المودم الكبلي. ويعادل Z_{max} العدد الأقصى لأجهزة الإرسال الصاعدة التي يمكن أن يدعمها المودم الكبلي.

ويبلّغ المودم الكبلي عن X_{max} وY_{max} وZ_{max} خلال التسجيل باستخدام تشفيرات قدرات المودم المحددة في الفقرة 1.3.1 من التوصية [ITU-T J.222.2]. و**يجب** على المودم الكبلي تحديد أن $Z_{max} \geq Y_{max} \geq X_{max}$.

وانطلاقاً من هذه القيم، يمكن للنظام CMTS أن يحسب $B_{max} = \max(6.4*X_{max}, 3.2*Y_{max}, 1.6*Z_{max})$.

ومن ثم، يُسمح بجميع القيم من أجل (X، Y، Z)، بما يفي بالتفاوتات الأربعة التالية:

$$6,4*X + 3,2*Y + 1,6*Z \leq B_{max}$$

$$X \leq X_{max}$$

$$Y \leq Y_{max}$$

$$X + Y + Z \leq Z_{max}.$$

3.6 الاتجاه الهابط

1.3.6 دعم البروتوكول والتشذير في الاتجاه الهابط

يجب أن تتطابق الطبقة الفرعية PMD الهابطة مع [ITU-T J.83-B]، باستثناء القسم 2.6.B. وتُعرَّف أعماق مشذر في القسم 3.3.6 من التوصية [ITU-T J.210]. وتُعرّف التوصية [ITU-T J.210] متطلبات خرج التردد الراديوي الكهربائي في الاتجاه الهابط بما في ذلك متطلبات خطة التردد الهابطة، وأعماق المشذر، ونسق الطيف، والميقاتية والرموز. و**يجب** على المودم الكبلي أن يدعم

أعماق المشذر المعرّفة في الجدول 6-1 من التوصية [ITU-T J.210]. و**يمكن** للمودم الكبلي أن يدعم أعماق المشذر المعرّفة في الجدول 6-2 من التوصية [ITU-T J.210].

2.3.6 دخل كهربائي في الاتجاه الهابط نحو المودم الكبلي

يجب أن يكون المودم الكبلي قادراً على قبول أي عدد من الإشارات بين واحد إلى العدد الأقصى للقنوات الهابطة المجمعة (MDBC) في آن واحد، التي تقع في فواصل ترددية تتوافق مع قائمة TB وقائمة Demod للمودم الكبلي. و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على أن يعاد تشكيله لاستقبال قنوات مختلفة. وكحد أدنى، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على استقبال ما لا يقل عن أربع قنوات هابطة تقع بشكل منفصل ضمن نافذة اعتباطية تبلغ 60 MHz في نطاق التردد الهابط. و**يجب** أن يدعم المودم الكبلي تجميع أي عدد من القنوات الهابطة حتى أقصى حد لها. و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تحديد موقع إشارات التردد الراديوي المشكّلة الموجودة داخل القنوات التي يستخدمها النظام الكبلي حيث سيعمل وقبول هذه الإشارات. فعلى سبيل المثال، قد يتعلق الأمر بالقنوات المعرّفة في المعيار [CEA-542-B] من أجل خطط الترددات لأمريكا الشمالية مع موجة حاملة توافقية (HRC) أو موجة حاملة متزايدة (IRC) أو معيارية (STD). ولا يكون التشغيل دون تردد مركزي قدره 111 MHz مطلوباً. وسيكون للإشارات الخصائص المعرّفة في الجدول 6-22.

الجدول 6-22 – دخل كهربائي نحو المودم الكبلي

المعلمة	القيمة
التردد المركزي	111 إلى 867 MHz ± 30 kHz
مدى المستوى (قناة DOCSIS واحدة)	–15 dBmV إلى +15 dBmV
نمط التشكيل	64 QAM و256 QAM
معدل الرموز (الاسمي)	5,056941 Msym/s (64 QAM) و5,360537 Msym/s (256 QAM)
عرض النطاق	6 MHz (ألفا = 0,18 تشكيل بجذر تربيعي وجيب التمام المرتفع من أجل 64 QAM وألفا = 0,12 تشكيل بجذر تربيعي وجيب التمام المرتفع من أجل 256 QAM)
إجمالي قدرة الدخل (40 MHz وما فوق)	< 33 dBmV
القدرة القصوى لكل دخل موجة حاملة نحو المودم الكبلي	20 dBmV
معاوقة دخل (الحمل)	75 ohms
فقدان عودة الدخل	> 6 dB (في جميع مديات التردد الصاعد المنتقاة 5-42 MHz أو 5-85 MHz). > 6 dB (108 إلى 870 MHz)
الموصّل	الموصّل F وفقاً للمعيار [IEC 61169-24] أو المعيار [SCTE 02] (مشترك مع الخرج)

3.3.6 أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي

يجب أن يكون أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي على النحو المبين في هذه الفقرة. وتنطبق المتطلبات على كل قناة هابطة مستقبَلة فردية مع مجموعة التشذير من أجل أسلوب التشذير I = 128 وJ = 1.

1.3.3.6 64 QAM

1.1.3.3.6 أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي بأسلوب 64 QAM

يجب أن تكون خسارة التنفيذ للمودم الكبلي على نحو بحيث لا يزيد المعدل post-FEC BER على 10^{-8} عندما يُشغل بنسبة موجة حاملة إلى الضوضاء (E_s/N_o) تبلغ 23,5 dB أو أكثر. وإذا لم يكن من الممكن قياس المعدل post-FEC BER مباشرة، يمكن

استعمال معدل خطأ كلمة الشفرة، R_C (على النحو المبين أدناه). وفي هذه الحالة، **يجب** أن يحقق المودم الكبلي معدل خطأ في كلمة الشفرة أقل من أو يساوي 9×10^{-7} عندما يُشغل بنسبة موجة حاملة إلى الضوضاء (E_s/N_o) تبلغ dB 23,5 أو أكثر.

حساب معدل خطأ كلمة الشفرة، R_C:

$$R_C = \frac{(E_U - E_{U0})}{(E_U - E_{U0}) + (E_C - E_{C0})(C - C_0)}$$

حيث:

E_U قيمة عدد كلمات الشفرة مع أخطاء غير قابلة للتصحيح؛

E_C قيمة عدد كلمات الشفرة مع أخطاء قابلة للتصحيح؛

C قيمة عدد كلمات الشفرة بدون أخطاء.

قيم العينات في بداية فاصل الاختبار (المبين بالقيم المتأثرة E_{U0} وE_{C0} وC_0) ونهاية فاصل الاختبار (المبين بالقيم E_U وE_C و C).

2.1.3.3.6 أداء نبذ الصورة بأسلوب 64 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6 مع إشارات تماثلية أو رقمية عند +10 dBc في أي جزء من نطاق التردد الراديوي غير القنوات المجاورة.

3.1.3.3.6 أداء القناة المجاورة بأسلوب 64 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6 مع إشارات رقمية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6 مع إشارات تماثلية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6 بتفاوت إضافي مسموح به قدره dB 0,2، مع إشارات رقمية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

2.3.3.6 256 QAM

1.2.3.3.6 أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي بأسلوب 256 QAM

يجب أن تكون خسارة التنفيذ للمودم الكبلي على نحو بحيث لا يزيد المعدل post-FEC BER على 10^{-8} عندما يُشغل بنسبة موجة حاملة إلى الضوضاء (E_s/N_o) على النحو المبين أدناه. وإذا لم يكن من الممكن قياس المعدل post-FEC BER مباشرة، يمكن استعمال معدل خطأ كلمة الشفرة، R_C (على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6). وفي هذه الحالة، **يجب** أن يحقق المودم الكبلي معدل خطأ في كلمة الشفرة أقل من أو يساوي 9×10^{-7} عندما يُشغل بنسبة موجة حاملة إلى الضوضاء (E_s/N_o) على النحو المبين فيما يلي:

مستوى الإشارة المستقبَلة عند الدخل	E_s/N_o
–6 dBmV إلى +15 dBmV	30 dB أو أكثر
أقل من –6 dBmV حتى +15 dBmV	33 dB أو أكثر

2.2.3.3.6 أداء نبذ الصورة بأسلوب 256 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6 مع إشارات تماثلية أو رقمية عند +10 dBc في أي جزء من نطاق التردد الراديوي غير القنوات المجاورة.

3.2.3.3.6 أداء القناة المجاورة بأسلوب 256 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6 مع إشارات تماثلية أو رقمية عند 0 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6 بتفاوت إضافي مسموح به قدره 0,5 dB، مع إشارات تماثلية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6 بتفاوت إضافي مسموح به قدره 1,0 dB، مع إشارات رقمية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

4.3.6 قدرات المستقبلات المتعددة في الاتجاه الهابط

تصف هذه الفقرة الآلية التي يبلّغ من خلالها المودم الكبلي النظام CMTS بالقيود التي تفرضها قدرات المودم الكبلي على تصريح قناة الاستقبال. ويجب أن يكون النظام CMTS على دراية بقدرات المودم الكبلي عند تخصيص أو تغيير معلمات قناة هابطة يتلقاها المودم الكبلي. وإذا أعيد تشكيل المودم الكبلي دون مراعاة قدراته، يمكن أن يؤدي ذلك إلى تعطيل البيانات في الاتجاه الهابط و/أو تزامن الميقاتية الرئيسية DOCSIS.

يبلّغ المودم الكبلي النظام CMTS بقدراته عن طريق إرسال مواصفات قناة الاستقبال (RCP) لديه. واستجابة لذلك، يقوم النظام CMTS بتشكيل المودم الكبلي من خلال إرسال تشكيل قناة الاستقبال (RCC).

يجب أن يدعم المودم الكبلي جميع القدرات التي يبلّغ النظام CMTS بها.

يجب ألا يأمر النظام CMTS المودم الكبلي بالعمل خارج قدراته المعلن عنها.

تعرّف التوصية [ITU-T J.222.2] التشفيرات التفصيلية التي تصف من خلالها مواصفات قناة الاستقبال وتشكيلات قناة الاستقبال، وحدات الاستقبال وقنوات الاستقبال والتوصيلات البينية فيما بينها.

1.4.3.6 معلمات وحدة الاستقبال

وحدة الاستقبال (RM) هي مجموعة قنوات ومعلمات تصف القيود المفروضة على تلك القنوات. فيما يلي أمثلة عن وحدات الاستقبال:

- مولف، مع قيود على عرض نطاق الالتقاط ومدى التردد.
- مزيل التشكيل، مع قيود على تحديد مواقع القنوات المتجاورة، ومدى التردد، وترتيب التشكيل، وعمل التشذير.

تعرّف مواصفة قناة الاستقبال المرسلة من المودم الكبلي إلى النظام CMTS النعوت التالية لكل وحدة استقبال:

- القنوات المجاورة: عدد القنوات التلاصفة التي تعالجها وحدة الاستقبال.
- مدى فدرة القناة: الحد الأدنى للتردد المركزي للقناة ذات التردد الأدنى في الفدرة والحد الأقصى للتردد المركزي للقناة ذات التردد الأعلى في الفدرة.
- معلمات الطبقة المادية المشتركة: قائمة بمعلمات الطبقة المادية التي تتقاسمها جميع قنوات الاستقبال الموصولة بوحدة الاستقبال. وقد تتضمن الأمثلة إعدادات نمط التشكيل والمشذر.
- قدرة التوصيل: قائمة بوحدات الاستقبال عالية المستوى (أقرب إلى منفذ التردد الراديوي) التي يمكن لوحدة الاستقبال هذه أن تُوصل بها.

يخصص تشكيل قناة الاستقبال (RCC) المرسل من النظام CMTS إلى المودم الكبلي واحداً أو أكثر من النعوت التالية لوحدة الاستقبال:

- أول تردد مركزي للقناة: التردد المركزي للقناة ذات التردد الأدنى لفدرة القنوات المجاورة.
- تخصيص التوصيل: يحدد وحدة الاستقبال المنفردة عالية المستوى التي ينبغي التوصيل بها.

2.4.3.6 معلمات قناة الاستقبال

قناة الاستقبال (RC) هي خرج تدفق الرزم إلى طبقة MAC الناشئة عن قناة QAM واحدة. وتعرّف مواصفة قناة الاستقبال المرسلة من المودم الكبلي إلى النظام CMTS النعوت التالية لكل قناة استقبال:

- قدرة التوصيل: قائمة بوحدات الاستقبال التي يمكن أن توصّل بها قناة الاستقبال.
- تخالف موصول: تخالف قناة الاستقبال في فدرة قنوات مجاورة.
- قدرة القناة الهابطة الأولية: علامة تشير إلى ما إذا كانت قناة الاستقبال قادرة على توفير مرجع الميقاتية الرئيسية DOCSIS إلى الودم الكبلي.

يخصص تشكيل قناة الاستقبال (RCC) المرسل من النظام CMTS إلى المودم الكبلي، النعوت التالية لقناة الاستقبال:

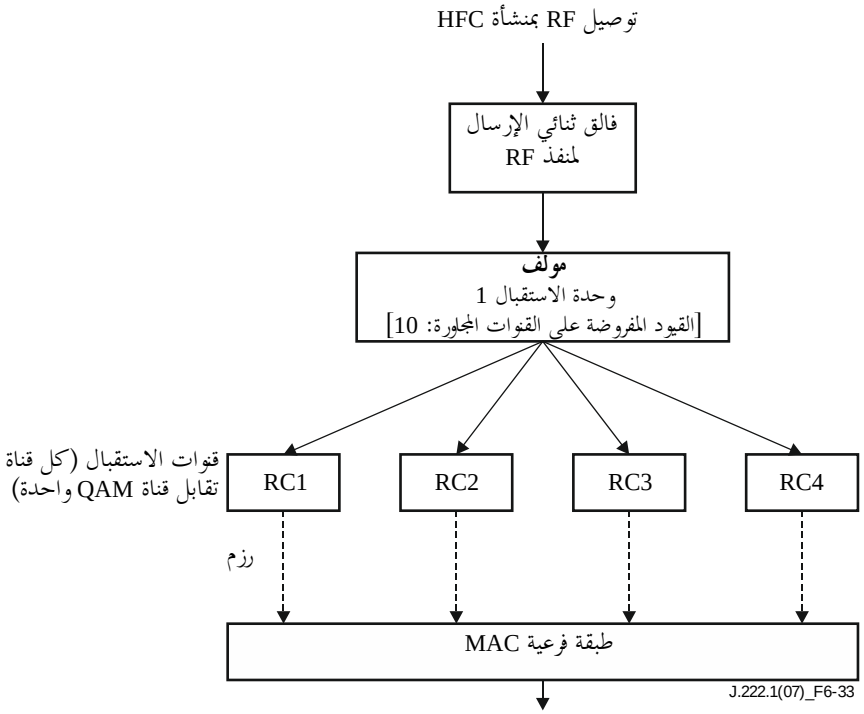
- تخصيص التردد المركزي: التردد المركزي RF لقناة الاستقبال.
- مؤشر القناة الهابطة الأولية: علامة تشير إلى أن النظام CMTS يُسند إلى قناة الاستقبال هذه مسؤولية تزويد المودم الكبلي بالتوقيت المرجعي للميقاتية الرئيسية.
- تخصيص التوصيل: يحدد وحدة الاستقبال المنفردة عالية المستوى التي ينبغي التوصيل بها.

3.4.3.6 مواصفة قناة الاستقبال المعيارية

بغية الحد من التعقيد في النظام CMTS لتشكيل مواصفات قنوات الاستقبال المعقدة بشكل اعتباطي، تعرّف مواصفات DOCSIS مجموعة من مواصفات قنوات الاستقبال "المعيارية" تصف مجموعة دنيا من القيود.

ويبلّغ المودم الكبلي النظام CMTS بشأن مواصفة معيارية RCP على الأقل بالإضافة إلى "المصنّع" RCP الذي يعطي المزيد من التفاصيل بشأن قدراتها والقيود المفروضة عليها. وإذا قام النظام CMTS بتشكيل المودم الكبلي مع تشكيل قناة استقبال استناداً إلى مواصفة معيارية RCP، يمكن أن تكون بعض قدرات المودم الكبلي الممثلة في المصنّع RCP ولكن خارج المواصفة RCP المعيارية غير متيسرة.

وتُعرّف مواصفة قناة الاستقبال المعيارية التي تحمل اسم "6-DOCSIS-01" من أجل التشغيل على تردد 6 MHz المبين في الشكل 6-33. ويتم توصيل الدخل RF من التركيبة الكبلية بوحدة استقبال تحتوي على فدرة من 10 قنوات مجاورة. وتمثل وحدة الاستقبال هذه قيود مولف مع عرض نطاق التقاط قدره 60 MHz يمكن وضعه في أي نقطة في مدى التردد DOCSIS الكامل. ويتم تمثيل تشكيل أربع قنوات في أي مكان داخل عرض نطاق الالتقاط بقنوات الاستقبال الأربع، تقابل كل منها تدفق الرزم من خرج قناة QAM واحدة إلى الطبقة MAC.



الشكل 6-33 – المواصفة 01 لقناة استقبال معيارية DOCSIS – 6 MHz

فيما يخص هذه المواصفة المعيارية لقناة الاستقبال، يرسل النظام CMTS المعلمات التالية إلى المودم الكبلي في تشكيلة قناة الاستقبال:

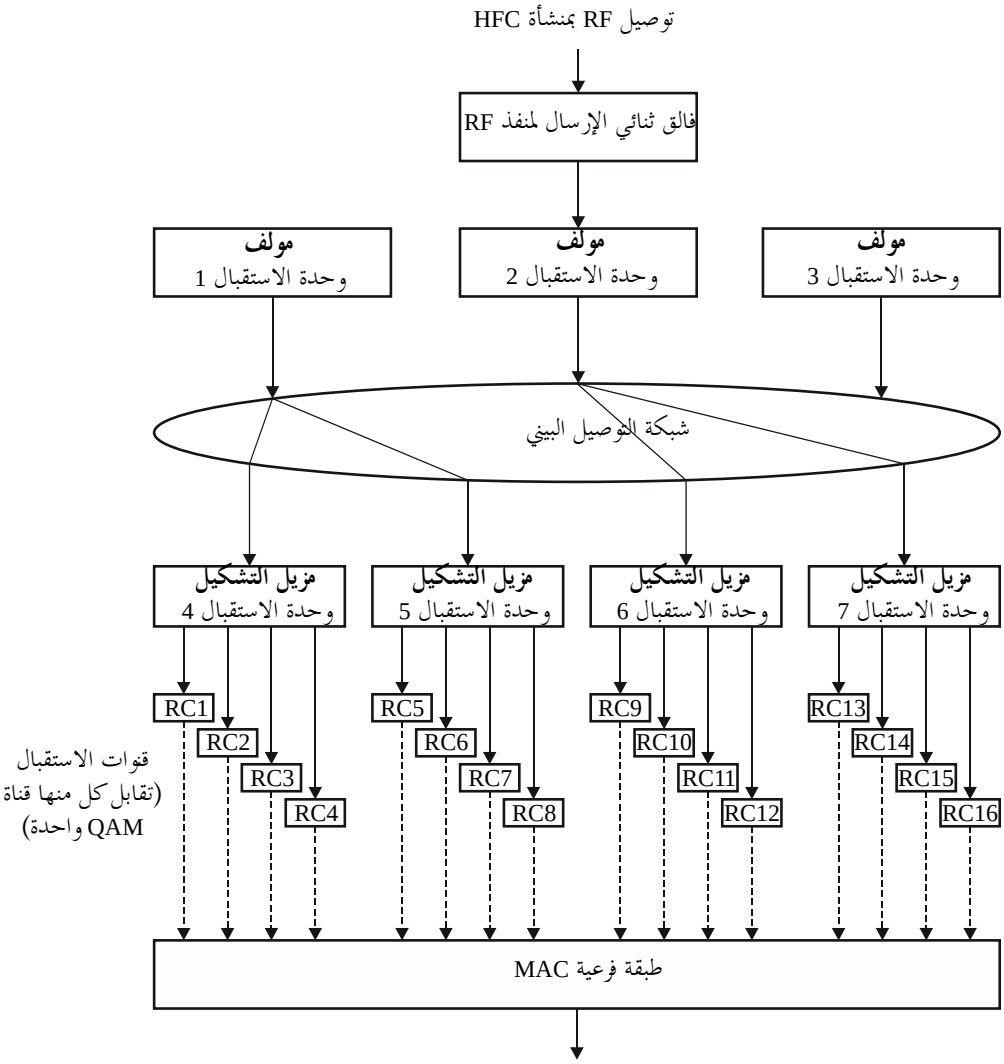
- التردد المركزي للقناة الأولى في وحدة قنوات الاستقبال العشر.
- التردد المركزي لكل قناة استقبال في عرض نطاق الالتقاط لوحدة الاستقبال.

4.4.3.6 مثال لمواصفة قناة المستقبل لدى المصنّع

يرد في الشكل 6-34 مثالاً أكثر تعقيداً يبين مواصفة قناة استقبال للمصنّع كما أبلغ عنها المودم الكبلي النظام CMTS. ويُوزع الدخل RF من التركيبة الكبلية على ثلاث وحدات استقبال، تقابل وحدات المولف مع قيود عرض نطاق الالتقاط. وتوصّل الشبكة المولفات بمجموعة من أربع وحدات استقبال، تقابل مزيلات التشكيل مع قيود القنوات المتلاصقة. ويُوصّل كل مزيل تشكيل بأربع قنوات استقبال، تقابل كل منها خرج قناة QAM واحدة إلى الطبقة MAC.

واستجابة لذلك، يشكّل النظام CMTS كل وحدة استقبال وقناة استقبال على النحو التالي:

- التردد المركزي لأول مولف تماثلي.
- التردد المركزي لأول قناة لكل مزيل تشكيل.
- التردد المركزي لكل قناة استقبال
- التوصيل البيني بين وحدات الاستقبال
- التوصيل البيني بين وحدات الاستقبال منخفضة المستوى (مزيل التشكيل) وقنوات الاستقبال.



J.222.1(07)_F6-34

الشكل 6-34 – مثال لمواصفة قناة المستقبل لدى المصنّع

5.4.3.6 إعادة تشكيل قنوات الاستقبال للمودم الكبلي

قبل أن يرسل النظام CMTS طلب DBC-REQ (طلب تغيير التجميع المدى) لكي يطلب من المودم الكبلي تغيير معلمات قناة استقبال ما، يمكن للنظام CMTS أن يحدد قيود وتوصيلية المودم الكبلي بناءً على مواصفة قناة الاستقبال وتشكيلة قناة الاستقبال. وانطلاقاً من هذه المعلومات، يمكن للنظام CMTS أن يحدد ما إذا كان من الممكن للمودم الكبلي أن ينفذ التغيير المطلوب أم لا، وما إذا كان التغيير سيعطّل قنوات هابطة أخرى. وبهذه الطريقة، يمكن للنظام CMTS، تقليل و/أو جدولة تعطيل الحركة في الاتجاه الهابط وأي اضطرابات في توقيت الميقاتية الرئيسية DOCSIS ناجمة عن تغيير معلمات قناة الاستقبال.

5.3.6 دعم القناة الهابطة غير المتزامنة

تُعرف "القناة الهابطة الأولية" للمودم الكبلي بوصفها القناة الهابطة التي يُستمد منها توقيت الميقاتية الرئيسية CMTS للإرسال في الاتجاه الصاعد. وتُسمى جميع قنوات الاستقبال في نفس الوقت الأخرى "قنوات هابطة ثانوية".

ويجب على المودم الكبلي DOCSIS 3.0 أن يدعم القنوات الهابطة الثانوية غير المتزامنة مع القناة الهابطة الأولية، أي ذات متوسط معدل الرموز QAM المختلف على المدى الطويل، بل والمتوافق مع جميع التوصيات DOCSIS 3.0.

الملحق A

متطلبات التوقيت لدعم خدمات الأعمال عبر مواصفات DOCSIS

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يرسل النظام CMTS توقيت الميقاتية المرجعية MHz 10,24 الخاص به إلى النظام الكبلي عبر ميقاتية الرمز QAM في الاتجاه الهابط وعبر معلومات التوقيت المدمجة في الرسائل SYNC الهابطة. ويستخدم المودم الكبلي معلومات الميقاتية الهابطة هذه لتوليد ميقاتية مرجعية MHz 10,24 محلية. وتُستخدم الميقاتية المرجعية للمودم الكبلي جنباً إلى جنب مع أوامر قياس المدى لقياس توقيت الإرسال TDMA في الاتجاه الصاعد أو إرسال الرشقات S-CDMA قياساً دقيقاً.

1.A النظام CMTS

ينطوي النظام DOCSIS 3.0 CMTS على متطلبات التوقيت والتزامن التالية:

- **يجب** أن يكون النظام CMTS قادراً على ربط ميقاتية الرمز DOCSIS في الاتجاه الهابط بمصدر خارجي لميقاتية الطبقة 1.
- **يجب** أن يكون النظام CMTS قادراً على ربط الرسائل DOCSIS SYNC في الاتجاه الهابط بمصدر خارجي لميقاتية الطبقة 1 على النحو المعرّف في متطلبات ارتعاش ختم الوقت للنظام CMTS الواردة في التوصية [ITU-T J.210].

ومن أمثلة مصادر ميقاتية الطبقة 1، ميقاتية المصدر المرجعي الأولي (PRS) ومصدر الميقاتية الذي يتم الحصول عليه من مخدم التوقيت DTI (ITU-T Rec. J.211).

2.A المودم الكبلي

إن المتطلبات المتعلقة بدعم النظام DOCSIS 3.0 CMTS لميقاتية رموز يمكن تتبعها إلى مرجع الطبقة 1، تتيح إمكانية قيام المودم الكبلي بتمرير تلك الميقاتية الدقيقة على أجهزة كامنة في مباني العملاء. ولا يندرج دعم خرج الميقاتية في مجال تطبيق هذه التوصية. ويرد أحد الأمثلة على استخدام خرج الميقاتية هذا في التوصية [ITU-T J.214]، حيث يوفر المودم الكبلي الميقاتية الرئيسية المستردة إلى "وحدة مزامنة" في مكيف المضاهاة TDM المدمج الذي يستخدم الميقاتية القابلة للتتبع لتوفير خدمة المضاهاة T1 أو E1.

الملحق B

إضافات وتشكيلات من أجل مباعدة للقنوات بمقدار 8 MHz

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

ينطبق هذا الملحق على الخيار التكنولوجي الثاني المشار إليه في الفقرة 1.1. وفيما يتعلق بهذا الخيار الأول، يرجى الرجوع إلى الفقرتين 5 و6. وفيما يخص الخيار الثالث، يرجى الرجوع إلى الملحق D.

ويحدد هذا الملحق السطح البيني للطبقة المادية المستخدم بالاقتران مع التوزيع الأوروبي للتلفزيون متعدد البرامج. ويتضمن وصفاً للخصائص الكهربائية وعمليات معالجة الإشارة فيما يتعلق بما يسمى عموماً المودم الكبلي EuroDOCSIS ونظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS). وهذا الملحق خياري ولا يؤثر بأي طريقة على امتثال المعدات للخيار التكنولوجي الأول أو الثالث الوارد وصفهما في الفقرتين المشار إليهما أعلاه.

وتُمثَّل المتطلبات المشيرة إلى المستوى المطلق للقدرة الكهربائية بالوحدات dBmV في هذه التوصية. وهذا على عكس المعايير الأوروبية المطبقة في أنظمة التوزيع الكبلي للتلفزيون والإشارات الصوتية (مثل [EN 50083-7] أو [EN 50083-10]) حيث يعبَّر عن هذه المتطلبات عادةً بالوحدات dBµV. ويمكن تحويل القيم المعبر عنها بالوحدات dBmV في هذه التوصية إلى قيم معبر عنها بالوحدات dBµV بإضافة 60 dB.

واحتُفظ بترقيم الفقرات الواردة في هذا الملحق بحيث تشير اللاحقة بعد حرف الملحق إلى جزء التوصية الذي تنطبق فيه التغييرات الموصوفة. وفي الحالات التي تكون فيها متطلبات الخيارين التكنولوجيين متماثلة، ترد إحالة مرجعية إلى النص الرئيسي.

1.B مجال التطبيق

1.1.B المقدمة والغرض

انظر الفقرة 1.1.

2.1.B معلومات أساسية

1.2.1.B شبكة النفاذ العريضة النطاق

يفترض وجود شبكة نفاذ عريضة النطاق قائمة على كبلات متحدة المحور. وقد تأخذ هذه الشبكة شكل شبكة كبلات متحدة المحور كلياً أو شبكة هجينة مكونة من ألياف ومن كبلات متحدة المحور (HFC). ويستخدم هنا المصطلح العام "شبكة كبلية" ليشمل جميع الحالات.

وتستخدم الشبكة الكبلية معمارية الشجرة والفروع في وسط متقاسَم، مع خاصية الإرسال التماثلي. وفيما يلي بيان للخصائص الوظيفية الرئيسية المفترضة في هذه التوصية:

- إرسال ثنائي الاتجاه؛
- مباعدة بصرية/كهربائية قصوى بين النظام CMTS والمودم الكبلي الأبعد بمسافة 160 km (أمتار المسير) في كل اتجاه.
- مباعدة بصرية/كهربائية تفاضلية قصوى بين النظام CMTS والمودمات الأقرب والأبعد بمسافة 160 km (أمتار المسير) في كل اتجاه.

وإذا كانت سرعة الانتشار في الألياف تقارب 5 ns/m، فإن المباعدة بينها بمقدار 160 km في كل اتجاه تؤدي إلى تأخير في وقت الانتشار ذهاباً وإياباً بحوالي 1,6 ms.

2.2.1.B معمارية الشبكة والنظام

1.2.2.1.B الشبكة الوافية بمواصفات السطوح البينية في خدمة إرسال البيانات عبر الكبلات (الشبكة DOCSIS)

انظر الفقرة 1.2.2.1.

3.2.1.B أهداف الخدمة

انظر الفقرة 3.2.1.

4.2.1.B بيان التوافق

يحدد هذا الملحق خصائص السطح البيني المشار إليه عادةً بالجيل الثالث من مواصفات السطوح البينية في خدمة إرسال البيانات عبر الكبلات (EuroDOCSIS 3.0) (يُشار عادةً إلى الجيلين السابقين بأنهما EuroDOCSIS 1.x وEuroDOCSIS 2.0). **ويجب** أن يتوافق السطح البيني EuroDOCSIS 3.0 توافقاً عكسياً ومباشراً مع التجهيزات المتعلقة بالتوصيات السابقة. **ويجب** أن تكون المودمات الكبلية (CM) الممتثلة للمواصفات EuroDOCSIS قابلة للتشغيل بسلاسة مع أنظمة انتهائية المودمات الكبلية (CMTS) الممتثلة للمواصفات EuroDOCSIS 2.0 وEuroDOCSIS 1.x، وإن كانا من الجيلين 2.0 و1.x، وذلك بحسب الأحوال. ويجب أن تكون الأنظمة CMTS الممتثلة للمواصفات EuroDOCSIS 3.0 قادرة على أن تدعم بسلاسة المودمات الكبلية الممتثلة للمواصفات EuroDOCSIS 2.0 وEuroDOCSIS 1.x.

5.2.1.B المعمارية المرجعية

انظر الفقرة 5.2.1.

6.2.1.B التوصيات المتعلقة بالمواصفات DOCSIS 3.0

ترد في الجدول 1.B قائمة بسلسلة التوصيات المتعلقة بالمواصفات DOCSIS 3.0. وإذا استدعى تحديد الخيار التكنولوجي الأوروبي إضافات وتعديلات، فإن هذه الأخيرة تُدرَج في ملحق معياري بكل توصية. وبخلاف ذلك، تنطبق التوصيات الواردة في القائمة أيضاً على المواصفات EuroDOCSIS 3.0. وللحصول على مزيد من المعلومات، يرجى الرجوع إلى الموقع http://www.cablemodem.com.

الجدول 1.B – سلسلة التوصيات المتعلقة بالمواصفات DOCSIS 3.0

الاسم	العنوان
CM-SP-PHYv3.0	مواصفات الطبقة المادية
CM-SP-MULPIv3.0	مواصفات السطح البيني لبروتوكول التحكم في النفاذ إلى الوسائط وبروتوكول الطبقة العليا
CM-SP-OSSIv3.0	مواصفات السطح البيني لنظام دعم عمليات التشغيل
CM-SP-SECv3.0	مواصفات الأمن

يحدد هذا الملحق السطح البيني للطبقة المادية للخيار التكنولوجي الأوروبي.

2.B المراجع

1.2.B المراجع المعيارية

انظر الفقرة 1.2.

2.2.B المراجع الإعلامية

انظر الفقرة 2.2.

3.2.B المصادر المرجعية

انظر الفقرة 3.2.

3.B المصطلحات والتعاريف

انظر الفقرة 3.

4.B الاختصارات والأسماء المختصرة

انظر الفقرة 4.

5.B الافتراضات التشغيلية

يصف هذا القسم خصائص محطة تلفزيون كبلي يُفترض أن تكون لأغراض تشغيل نظام بيانات عبر الكبلات. وهو ليس وصفاً لمعلمات النظام CMTS أو المودم الكبلي. و**يجب** أن يكون نظام البيانات عبر الكبلات قابلاً للتشغيل البيني في البيئة الوارد وصفها في هذا القسم.

وعندما ترد في هذا القسم أي إشارة إلى خطط الترددات أو التوافق مع الخدمات الأخرى تتعارض مع أي من المقتضات القانونية المتعلقة بمنطقة التشغيل، تُعطى الأسبقية للأخير. وأي ذكر لإشارات التلفزيون التماثلي في نطاق تردد معين لا يعني ضمناً أن هذه الإشارات موجودة مادياً.

1.5.B الافتراضات المتعلقة بالتجهيزات

1.1.5.B خطة الترددات

في الاتجاه الهابط، يُفترض أن يكون للنظام الكبلي نطاق تمرير تنزل حافته الأدنى إلى 47 MHz. والحافة الأدنى لنطاق التمرير في الاتجاه الهابط نمطياً هي 87,5 MHz. وتعتمد الحافة العليا على التنفيذ ولكنها تنحصر نمطياً في المدى من 300 إلى 862 MHz. وداخل نطاق التمرير هذا، يُفترض وجود إشارات التلفزيون التماثلي PAL/SECAM في القنوات 8/7 MHz وإشارات راديو بتشكيل التردد (FM)، فضلاً عن وجود إشارات رقمية أخرى ضيقة النطاق وعريضة النطاق. وتُستخدم القنوات 8 MHz لأغراض اتصالات البيانات.

وفي الاتجاه الصاعد، يُفترض أن يكون للنظام الكبلي نطاق تمرير ضمن المدى 5-65 MHz. ويُحتمل وجود إشارات التلفزيون التماثلي PAL/SECAM في القنوات 8/7 MHz، فضلاً عن إشارات أخرى.

2.1.5.B التوافق مع الخدمات الأخرى

انظر الفقرة 2.1.5.

3.1.5.B أثر عزل الأعطال على المستعملين الآخرين

انظر الفقرة 3.1.5.

4.1.5.B أجهزة النظام الكبلي الطرفية

لا تغطي هذه التوصية الامتثال لمتطلبات التوافق الكهرمغنطيسي (EMC). وترد متطلبات الحماية فيما يتعلق بالتوافق الكهرمغنطيسي في المعايير المنسقة المنشورة في الجريدة الرسمية للاتحاد الأوروبي.

وأي إشارة في هذه التوصية إلى الإرسال التلفزيوني في القناة الأمامية لا تتسق مع المعيار [ETSI EN 300 429] تُعتبر خارجة عن النطاق المعياري لأن المعيار [ETSI EN 300 429] هو المعيار الوحيد المستخدم لأغراض التوزيع التلفزيوني الرقمي متعدد البرامج عن طريق الكبل في التطبيقات الأوروبية.

ولا تدخل متطلبات السلامة في مجال تطبيق هذه التوصية. وتنشر اللجنة الأوروبية للتقييس الكهرتقني (CENELEC) معايير السلامة الخاصة بالتطبيقات الأوروبية. ومن أمثلة معايير سلامة المنتجات هذه الصادرة عن اللجنة المعياران [EN 60950-1] و[EN 50083-1]. وفيما يتعلق بفئات سلامة السطوح البينية، انظر المعيار [CableLabs1].

2.5.B الافتراضات المتعلقة بقنوات الترددات الراديوية

انظر الفقرة 2.5.

1.2.5.B الإرسال في الاتجاه الهابط

يبين الجدول 2.B خصائص إرسال قنوات الترددات الراديوية في الشبكة الكبلية في الاتجاه الهابط المفترضة لأغراض الحد الأدنى من القدرة التشغيلية. وتفترض هذه الأرقام إجمالي متوسط قدرة إشارة رقمية في عرض قناة مقداره 8 MHz في مستويات الموجة الحاملة، ما لم يُشر إلى خلاف ذلك. وفيما يتعلق بمستويات الانحطاط، تفترض الأرقام الواردة في الجدول 2.B متوسط القدرة في عرض نطاق تقاس فيه مستويات الانحطاط بأسلوب معياري في أنظمة التلفزيون الكبلي. وفيما يخص مستويات الإشارة التماثلية، تفترض الأرقام الواردة في الجدول 2.B المستوى الاسمي للموجة الحاملة الفيديوية التماثلية (ذروة القدرة الغلافية) في عرض نطاق قناة بمقدار 8/7 MHz. ويجري الإرسال من محطة وحدة الدمج إلى دخل المودم الكبلي في موقع العميل. وتتحقق جميع هذه الأحوال بالتزامن.

الجدول 2.B – الخصائص المفترضة لإرسال قنوات الترددات الراديوية في الاتجاه الهابط

المعلمات	القيم
مدى التردد	ينحصر المدى التشغيلي للنظام الكبلي في الاتجاه الهابط بين 47 MHz و862 MHz. بيد أن المدى التشغيلي لاتصالات البيانات ينحصر بين 108 MHz و862 MHz، ولا تنطبق القيم الواردة في هذا الجدول إلاّ على مدى الترددات هذا. وقد يكون استعمال الترددات بين 108 MHz و136 MHz محظوراً بسبب اللوائح التنظيمية الوطنية المتعلقة بالتداخل مع ترددات الملاحة الجوية.
مباعدة قنوات الترددات الراديوية (عرض النطاق المصمَّم)	تُستخدم القنوات 8/7 MHz و8 MHz لأغراض اتصالات البيانات
تأخر الانتقال من محطة التوزيع إلى أبعد عميل	≥ 0,800 ms (عادةً أقل بكثير)
نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في نطاق مقداره 8 MHz (مستوى الفيديو التماثلي)	لا تقل عن 44 dB[1]
نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل فيما يتعلق بالقدرة الإجمالية (إشارات الدخل المنفصلة والعريضة النطاق)	لا تقل عن 52 dB داخل عرض النطاق المصمَّم
التشوه المركب الثلاثي الدقات للموجات الحاملة بتشكيل تماثلي	لا يتجاوز -57 dBc داخل عرض النطاق المصمَّم 2
التشوه المركب من الدرجة الثانية للموجات الحاملة بتشكيل تماثلي	لا يتجاوز -57 dBc داخل عرض النطاق المصمَّم 3
مستوى التشكيل المتقاطع	قيد النظر
تموّج الاتساع	2,5 dB في 8 MHz
تموج تأخر الزمرة في الطيف الذي يشعله النظام CMTS	100 ns في مدى التردد 0,5-4,43 MHz
حدود الانعكاسات الصغرى المتعلقة بالصدى السائد	–10 dBc @ ≤ 0,5 µs –15 dBc @ ≤ 1,0 µs –20 dBc @ ≤ 1,5 µs –31,5 dBc @ > 1,5 µs
التشكيل الطنيني للموجة الحاملة	لا يتجاوز –46 dBc (0,5%)
الضوضاء الرشقية	لا تطول مدتها عن 25 µs عند معدل متوسط مقداره 10 Hz
التغير الموسمي واليومي لمستوى الإشارة	8 dB

الجدول 2.B – الخصائص المفترضة لإرسال قنوات الترددات الراديوية في الاتجاه الهابط

المعلمات	القيم
ميل مستوى الإشارة، 85–862 MHz	ميل أقصى بقيمة 12 dB سواء في الاتجاه الموجب أو السالب
المستوى الأقصى للموجة الحاملة الفيديوية التماثلية عند منفذ النظام، بما يشمل تغير مستوى الإشارة الوارد أعلاه	17 3dBmV
المستوى الأدنى للموجة الحاملة الفيديوية التماثلية عند منفذ النظام، بما يشمل تغاير مستوى الإشارة الوارد أعلاه	0 4dBmV
1 تفترض هذه القيمة أن الموجة الحاملة الرقمية المتوسطة تعمل عند مستوى الذروة للموجة الحاملة التماثلية. وعندما تعمل الموجة الحاملة الرقمية تحت مستوى الذروة للموجة الحاملة التماثلية، فإن النسبة C/N هذه يمكن أن تكون أقل. 2 فيما يتعلق بالأنظمة SECAM، لا تتجاوز هذه القيمة -52 dBc داخل عرض النطاق المصمَّم. 3 فيما يتعلق بالأنظمة SECAM، تساوي هذه القيمة 14 dBmV. 4 فيما يتعلق بالأنظمة SECAM، تساوي هذه القيمة –3 dBmV.	

2.2.5.B الإرسال في الاتجاه الصاعد

يبين الجدول 3.B خصائص إرسال قنوات الترددات الراديوية في الشبكة الكبلية في الاتجاه الصاعد المفترضة لأغراض الحد الأدنى من القدرة التشغيلية. ويجري الإرسال من محطة وحدة الدمج إلى دخل المودم الكبلي في موقع العميل. وتتحقق جميع هذه الأحوال بالتزامن.

الجدول 3.B – الخصائص المفترضة لإرسال قنوات الترددات الراديوية في الاتجاه الصاعد

المعلمة	القيمة
مدى التردد	من 5 إلى 65 MHz من حافة إلى حافة
تأخر الانتقال من محطة التوزيع إلى أبعد عميل	≥ 0,800 ms (أقل من ذلك بكثير نمطياً)
نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في القناة النشطة	لا تقل عن 22 dB
نسبة الموجة الحاملة إلى قدرة الدخل (مجموع إشارات الدخل المنفصلة والعريضة النطاق) في القناة النشطة	لا تقل عن 22 dB[1]
نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل (مجموع الضوضاء والتشوه وتشوه المسير المشترك والتشكيل المتقاطع) في القناة النشطة	لا تقل عن 22 dB[2]
التشكيل الطنيني للموجة الحاملة	لا يتجاوز –23 dBc (7,0%)
الضوضاء الرشقية	لا تطول مدتها عن 10 µs عند معدل متوسط مقداره 1 Hz في معظم الحالات[2، 3]
تموّج الاتساع عبر مدى التردد التشغيلي في الاتجاه الصاعد (الحد الأقصى)	2,5 dB في 2 MHz
تموج تأخر الزمرة عبر مدى التردد التشغيلي في الاتجاه الصاعد (الحد الأقصى)	300 ns في 2 MHz
الانعكاسات الصغرى (القصوى) – صدى واحد	–10 dBc @ ≤ 0,5 µs –20 dBc @ ≤ 1,0 µs –31,5 dBc @ > 1,0 µs
التغير الموسمي واليومي لمستوى الإشارة	لا يتجاوز 12 dB ما بين الحدين الأدنى والأقصى
1 يمكن استعمال تقنيات تجنب إشارات الدخل أو السماح بها لضمان التشغيل بوجود إشارات دخل منفصلة ومتغيرة زمنياً يمكن أن تصل إلى 0 dBc. 2 خصائص الاتساع والتردد هذه قوية بدرجة كافية لتقنيع الموجة الحاملة للبيانات، جزئياً أو كلياً. 3 مستويات الضوضاء النبضية أكثر انتشاراً في الترددات الأدنى (< 15 MHz).	

1.2.2.5.B الإتاحة

انظر الفقرة 1.2.2.5.

3.5.B مستويات الإرسال

انظر الفقرة 3.5.

4.5.B عكس التردد

انظر الفقرة 4.5.

6.B مواصفات الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي

1.6.B مجال التطبيق

تحدد هذه الفقرة الخصائص الكهربائية للمودم الكبلي (CM) ونظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) وعمليات معالجة الإشارات فيهما. وتهدف هذه التوصية إلى تحديد قابلية التشغيل البيني للمودم الكبلي ونظام CMTS بحيث يكون أي تنفيذ للمودم الكبلي قادراً على العمل مع أي نظام CMTS. ولا تهدف هذه التوصية إلى الإشارة إلى أي تنفيذ محدد.

وتنطبق هذه الفقرة على الخيار التكنولوجي الثاني المشار إليه في الفقرة 1. وفي الحالات التي تكون فيها متطلبات الخيار التكنولوجي هذا مماثلة للخيار التكنولوجي الأول، ترد إحالة مرجعية إلى النص الرئيسي.

2.6.B الإرسال في الاتجاه الصاعد

1.2.6.B استعراض عام

تستخدم الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي (PMD) في الاتجاه الصاعد نسق نمط الرشقة بتقنية النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA)/النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) (المشار إليه هنا بأسلوب TDMA) أو بتقنية النفاذ المتعدد بتقسيم التردد/النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن/النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرة (المشار إليه هنا بأسلوب S-CDMA)، ويتيح هذا النسق ستة معدلات وأنساق متعددة للتشكيل. ويقوم النظام CMTS بتشكيل استخدام أسلوب TDMA أو S-CDMA من خلال رسائل التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC).

ويشير أسلوب FDMA (النفاذ المتعدد بتقسيم التردد) إلى أن العديد من قنوات التردد الراديوي مخصصة في النطاق الصاعد. ويرسِل مودم كبلي على قناة واحدة أو أكثر من قنوات التردد الراديوي ويمكن إعادة تشكيله لتغيير القنوات.

و**يجب** أن يدعم المودم الكبلي ما لا يقل عن 4 قنوات نشطة في الاتجاه الصاعد (يشار إليها بمجموعة قنوات الإرسال لهذا المودم الكبلي).

ويزود المودم الكبلي نظام CMTS بمعلومات عن قدراته من حيث العدد الأقصى للقنوات في الاتجاه الصاعد وبعض الخصائص الأخرى لقدراته (الفقرة 25.2.6.B).

و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تشغيل جميع القنوات القائمة في مجموعة قنوات الإرسال، بالتزامن، وفي أي موقع في النطاق الصاعد، رهناً بالقيود المفروضة على قدرة الإرسال عبر القنوات وعلى إعادة تشكيل بعض خاصيات الإرسال (انظر الفقرتين 19.2.6.B و20.2.6.B والفقرات الفرعية لكل منهما). و**يجب** أن يكون نظام CMTS قادراً على تخصيص كل قناة تردد راديوي واستقبالها في أي موقع في النطاق الصاعد. و**يجب** أن يحدد نظام CMTS عدد القنوات المخصصة وترددها المركزي وجميع النعوت الأخرى للقنوات. و**يمكن** أن يغير نظام CMTS عدد القنوات المخصصة ونعوت القنوات. ولكل قناة تردد راديوي مجموعتها الخاصة من معلمات واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) على النحو المحدد في الفقرة 3.4.6 من المعيار [ITU-T J.222.2].

ويشير أسلوب TDMA (النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن) إلى أن الإرسالات في الاتجاه الصاعد تتسم بطبيعة رشقية. وتتقاسم عدة مودمات كبلية قناة تردد راديوي معينة من خلال التخصيص الدينامي لفواصل زمنية. ويشير أسلوب S-CDMA (النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرة) إلى أن بإمكان عدة مودمات كبلية أن ترسل بشكل متزامن على نفس قناة التردد الراديوي وخلال نفس الفاصل الزمني في أسلوب TDMA، ولكن يُفصل فيما بينها بشفرات متعامدة مختلفة.

وتُستخدم في هذا الملحق الاصطلاحات التالية في التسميات. فيما يتعلق بالنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن، يشير مصطلح "معدل التشكيل" إلى سرعة رموز قناة التردد الراديوي (من 160 إلى 5120 ksym/s). وفيما يتعلق بأسلوب S-CDMA، يشير مصطلح "معدل التشكيل" إلى "معدل النبضة"، وهو معدل فرادى عناصر (نبضات) شفرة التمديد في أسلوب S-CDMA (من 1280 إلى 5120 kHz. وتُمثَّل معدلات التشكيل بوحدات الهرتز "Hz" للدلالة على عدد الرموز في الثانية في أسلوب TDMA أو عدد النبضات في الثانية في أسلوب S-CDMA. و"فاصل التشكيل" هو مدة الرمز (في أسلوب TDMA) أو مدة النبضة (في أسلوب النفاذ S-CDMA) وهو المعاكس لمعدل التشكيل. ويشير "رمز التمديد" عند خرج المبدِّد إلى مجموعة نبضات مكونة من 128 نبضة تتضمن شفرة تمديد واحدة في أسلوب S-CDMA، وناتجة عن تمديد رمز واحد من رموز المعلومات (كوكبة بتشكيل اتساع تربيعي (QAM)). ويُطلق على مدة رمز التمديد (128 نبضة) مصطلح "فاصل التمديد". ويشير مصطلح "الرشقة" إلى إرسال مادي للتردد الراديوي يتضمن تمهيداً واحداً وبيانات ويشهد (في غياب رشقات سابقة ولاحقة) صعوداً وهبوطاً في طاقة التردد الراديوي.

وفي بعض الحالات، تُستخدم أصفار منطقية أو آحاد منطقية لإضافة فدرات البيانات؛ ويشير ذلك إلى بيانات ثنائية البتات بقيمة صفر أو واحد، وينتج عن ذلك إرسال طاقة غير صفرية للتردد الراديوي. وفي حالات أخرى يُستخدم صفر عددي للدلالة مثلاً على الرموز التي ينتج عنها إرسال طاقة صفرية للتردد الراديوي (بعد أخذ صعود الطاقة وهبوطها في الحسبان).

ويشمل نسق التشكيل تحديد شكل النبضة من أجل الكفاءة الطيفية، ويتسم بالمرونة من حيث تردد الموجة الحاملة وبإمكانية انتقاء مستوى قدرة الخرج.

وتدعم كل رشقة ترتيباً مرناً للتشكيل، ومعدل تشكيل، وتمهيداً، وعشوائية للحمولة النافعة، وتشفيراً للتصحيح الأمامي للخطأ (FEC) قابلاً للبرمجة.

ويستطيع نظام CMTS، من خلال رسائل التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC)، تشكيل جميع معلمات الإرسال في الاتجاه الصاعد المرتبطة بخروج إرسالات الرشقات من المودم الكبلي. ويمكن برمجة العديد من المعلمات على أساس رشقة برشقة.

وبإمكان الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي (PMD) دعم أسلوب إرسال شبه متواصل **يجوز** أن يتراكب فيه هبوط رشقة معينة مع صعود الرشقة التي تليها، بحيث لا يكون الغلاف المرسَل صفراً أبداً. وفي أسلوب TDMA، **يجب** أن يضمن التوقيت النظامي لإرسالات TDMA من مختلف المودمات الكبلية أن مركز الرمز الأخير لرشقة معينة ومركز الرمز الأول لتمهيد الرشقة التي تليها مباشرةً تفصلهما مدة خمسة رموز على الأقل. و**يجب** أن يكون النطاق الحارس أكبر من أو يساوي مدة خمسة رموز مضافاً إليها الحد الأقصى لخطأ التوقيت. ويعزى خطأ التوقيت إلى المودم الكبلي ونظام CMTS على السواء. ويحدَّد أداء توقيت المودم الكبلي في الفقرة 1.20.2.6.B. وقد يختلف الحد الأقصى لخطأ التوقيت والنطاق الحارس باختلاف أنظمة CMTS الواردة من مختلف البائعين. ومصطلح "وقت الحراسة" مماثل لمصطلح "النطاق الحارس"، باستثناء أنه يقاس من نهاية الرمز الأخير للرشقة إلى بداية الرمز الأول لتمهيد الرشقة التي تليها مباشرةً. وبالتالي فإن وقت الحراسة يساوي النطاق الحارس –1.

وتدعم الطبقة الفرعية PMD أيضاً أسلوب إرسال متزامناً عند استخدام أسلوب S-CDMA حيث **يجوز** أن يتراكب هبوط رشقة معينة تراكباً تاماً مع صعود الرشقة التي تليها، وبالتالي لا يكون الغلاف المرسَل صفراً أبداً. ولا يوجد وقت حراسة للإرسال على قنوات S-CDMA. و**يجب** أن يوفر التوقيت النظامي لإرسالات S-CDMA من مختلف المودمات الكبلية الدقة الكافية في التوقيت بحيث لا يكون هناك تداخل ملحوظ بين مختلف المودمات الكبلية. ويَستخدم أسلوب S-CDMA تزامناً دقيقاً بحيث يمكن لعدة مودمات كبلية الإرسال في آن واحد.

ومشكِّل الإرسال الصاعد هو جزء المودم الكبلي المقابل للشبكة الكبلية. ويضم المشكِّل وظيفة التشكيل على المستوى الكهربائي ووظيفة معالجة الإشارة الرقمية؛ وتتيح هذه الأخيرة التصحيح الأمامي للخطأ، والإرفاق بتمهيد، وتقابل الرموز، وغير ذلك من خطوات المعالجة.

وعلى غرار المشكِّل، يحتوي مزيل التشكيل على مكونين وظيفيين أساسيين، هما: وظيفة إزالة التشكيل ووظيفة معالجة الإشارة. ويوجد مزيل التشكيل داخل نظام CMTS وتوجد وظيفة إزالة تشكيل واحدة (ليس بالضرورة مزيل تشكيل مادي فعلي) لكل تردد مستعمَل للموجة الحاملة. وتستقبل وظيفة إزالة التشكيل جميع الرشقات على تردد معين.

وتقبل وظيفة إزالة التشكيل التي يؤديها مزيل التشكيل إشارة متغيرة المستوى متمركزة حول مستوى طاقة متحكم فيه وتؤدي المهام المتصلة بتوقيت الرموز واستعادة الموجة الحاملة وتتبُّعها وتلقي الرشقات وإزالة التشكيل. إضافةً إلى ذلك، تقدم وظيفة إزالة التشكيل تقديرات لتوقيت الرشقة بالنسبة لحافة مرجعية، وتقديرات لقدرة الإشارة المستقبَلة، ويمكن أن تقدم تقديرات لنسبة الإشارة إلى الضوضاء، ويمكن أن تقوم بتسوية تكييفية للتخفيف من آثار ما يلي:

أ) الأصداء الموجودة في المحطة الكبلية؛

ب) إشارات الدخل الضيقة النطاق؛

ج) تأخر الزمرة.

وتتمثل وظيفة معالجة الإشارة التي يؤديها مزيل التشكيل في المعالجة العكسية لوظيفة معالجة الإشارة التي يؤديها المشكِّل. ويشمل ذلك قبول تدفق بيانات الرشقة التي أزيل تشكيلها، وفك التشفير، إلخ. وتزود وظيفة معالجة الإشارة مزيل التشكيل أيضاً بمرجع توقيت الحافة وإشارة السماح بالتمرير لتفعيل تلقي الرشقات في كلٍّ من الفواصل المخصصة لها. ويمكن أن تدل وظيفة معالجة الإشارة أيضاً على نجاح فك تشفير كل كلمة شفرة أو وجود خطأ في فك تشفيرها أو فشل فك تشفيرها، وعدد الرموز المصححة بأسلوب ريد–سولومون (Reed-Solomon) في كل كلمة شفرية. وفي جميع رشقات الإرسال الصاعد، يكون نظام CMTS على علم مسبق بطول الرشقة بالضبط في فواصل التشكيل (انظر الفقرات 5.2.6B و 1.5.2.6.B و 2.5.2.6.B و 6.2.6.B و20.2.6.B والفقرة 2.A – "MAC service IDs" من التوصية [ITU-T J.222.2]).

2.2.6.B متطلبات معالجة الإشارات

انظر الفقرة 2.2.6.

3.2.6.B أنساق التشكيل

انظر الفقرة 3.2.6.

4.2.6.B التشفير بأسلوب ريد–سولومون (R-S)

1.4.2.6.B أساليب التشفير R-S

انظر الفقرة 1.4.2.6.

2.4.2.6.B ترتيب البتات إلى الرموز في المشفر R-S

انظر الفقرة 2.4.2.6.

5.2.6.B هيكل رتل R-S في الاتجاه الصاعد في حال تفعيل أسلوب تعدد قنوات الإرسال وفقاً للمواصفات DOCSIS 3.0

انظر الفقرة 5.2.6.

1.5.2.6.B طول الكلمة الشفرية R-S

انظر الفقرة 1.5.2.6.

1.1.5.2.6.B حجم الرشقة

انظر الفقرة 1.1.5.2.6.

2.1.5.2.6.B الكلمة الشفرة الثابتة الطول

انظر الفقرة 2.1.5.2.6.

3.1.5.2.6.B الكلمة الشفرية الأخيرة المختصرة

انظر الفقرة 3.1.5.2.6.

2.5.2.6.B تعطيل التصحيح الأمامي للخطأ (FEC) في شفرات R-S

انظر الفقرة 2.5.2.6.

6.2.6.B هيكل رتل R-S في الاتجاه الصاعد في حال تعطيل أسلوب تعدد قنوات الإرسال وفقاً للمواصفات DOCSIS 3.0

انظر الفقرة 6.2.6.

7.2.6.B مشذِّر البايتات في قناة النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA)

انظر الفقرة 7.2.6.

1.7.2.6.B معلمات مشذِّر البايتات

انظر الفقرة 1.7.2.6.

2.7.2.6.B أساليب عمل المشذِّر

انظر الفقرة 2.7.2.6.

1.2.7.2.6.B الأسلوب الثابت

انظر الفقرة 1.2.7.2.6.

2.2.7.2.6.B الأسلوب الدينامي

انظر الفقرة 2.2.7.2.6.

8.2.6.B المخلِّط (الموزِّع العشوائي)

انظر الفقرة 8.2.6.

9.2.6.B مشفِّر التشكيل بالتشفير الشبكي (TCM)

انظر الفقرة 9.2.6.

1.9.2.6.B التقابل بين البايتات ورموز TCM

انظر الفقرة 1.9.2.6.

10.2.6.B الإرفاق بتمهيد

انظر الفقرة 10.2.6.

11.2.6.B معدلات التشكيل

انظر الفقرة 11.2.6.

1.11.2.6.B معدلات التشكيل وفقاً للمواصفات DOCSIS 3.0

انظر الفقرة 1.11.2.6.

2.11.2.6.B معدلات التشكيل فيما يتعلق بالتوافق العكسي

انظر الفقرة 2.11.2.6.

12.2.6.B المرتِّل والمشذِّر في أسلوب S-CDMA

انظر الفقرة 12.2.6.

1.12.2.6.B اعتبارات الترتيل في أسلوب S-CDMA

انظر الفقرة 1.12.2.6.

2.12.2.6.B ترقيم الفواصل الصغيرة

انظر الفقرة 2.12.2.6.

1.2.12.2.6.B معلمات ترقيم الفواصل الصغيرة في واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD)

انظر الفقرة 1.2.12.2.6.

2.2.12.2.6.B أمثلة لترقيم الفواصل الصغيرة

انظر الفقرة 2.2.12.2.6.

3.12.2.6.B زمن الإرسال

انظر الفقرة 3.12.2.6.

4.12.2.6.B الاعتبارات المتعلقة بالكمون

انظر الفقرة 4.12.2.6.

5.12.2.6.B رشقات الممدِّد المطفأ المتعلقة بالصيانة في قناة S-CDMA

انظر الفقرة 5.12.2.6.

6.12.2.6.B تقييد عدد الشفرات المخصصة للمودم الكبلي

انظر الفقرة 6.12.2.6.

13.2.6.B مرتِّل S-CDMA

انظر الفقرة 13.2.6.

1.13.2.6.B تعريف الرتل الفرعي

انظر الفقرة 1.13.2.6.

2.13.2.6.B عمل المرتِّل

انظر الفقرة 2.13.2.6.

1.2.13.2.6.B قواعد الرموز التمهيدية والرموز TCM المشفرة

انظر الفقرة 1.2.13.2.6.

2.2.13.2.6.B قواعد الرموز غير المشفرة والرموز الفرعية TCM غير المشفرة

انظر الفقرة 2.2.13.2.6.

3.2.13.2.6.B مثال لرتل فرعي

انظر الفقرة 3.2.13.2.6.

4.2.13.2.6.B إرسال الأرتال

انظر الفقرة 4.2.13.2.6.

14.2.6.B تقابل الرموز

انظر الفقرة 14.2.6.

15.2.6.B المبدِّد S-CDMA

انظر الفقرة 15.2.6.

1.15.2.6.B القفز الشفري

انظر الفقرة 1.15.2.6.

1.1.15.2.6.B أسلوب القفز الشفري 1

انظر الفقرة 1.1.15.2.6.

2.1.15.2.6.B أسلوب القفز الشفري 2

انظر الفقرة 2.1.15.2.6.

3.1.15.2.6.B مولِّد القفز الشفري

انظر الفقرة 3.1.15.2.6.

16.2.6.B مسوي الإرسال المسبق

يجب تشكيل مسوي الإرسال المسبق لهيكل المسوي الخطي المبين في الشكل 1.B، فيما يخص كل قناة صاعدة يستخدمها المودم الكبلي استجابة لرسالة استجابة قياس المدى (RNG-RSP) التي يرسلها النظام CMTS.

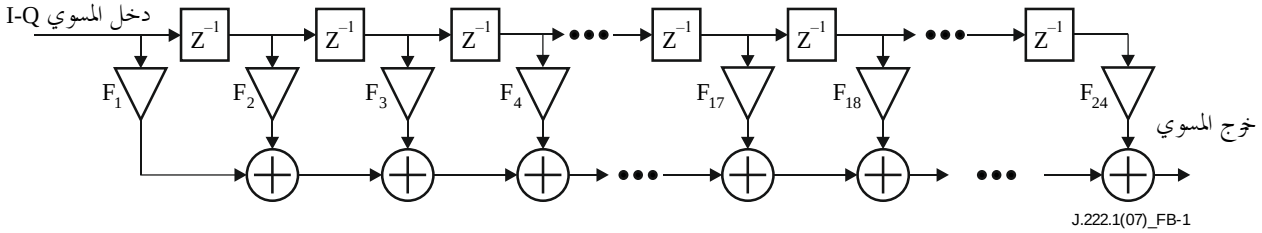
وهناك أسلوبان لتشغيل المسوي المسبق للمودم الكبلي: الأسلوب DOCSIS 1.1، وأسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0: في الأسلوب DOCSIS 1.1، **يجب** أن يدعم المودم الكبلي هيكل المسوي بمباعدة-(T) مع 8 تفريعات. و**يجوز** أن يكون للمسوي المسبق عينة واحدة أو عينتان أو 4 عينات لكل رمز، على أن يكون طول التفريعة أكبر من 8 رموز. وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، بالنسبة إلى التوافق العكسي، **يمكن** للنظام CMTS أن يدعم نسق المسوي بمباعدة كسرية (T/2 وT/4). وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0، **يجب** أن يدعم المسوي المسبق هيكل المسوي بمباعدة الرمز-(T) مع 24 تفريعة.

وفي القنوات المنطقية بأسلوب DOCSIS 1.x فقط (القنوات المنطقية من النمط 1 [ITU-T J.222.2])، **يجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1.

وفي القنوات المنطقية بأسلوب DOCSIS 2.0 فقط أو أسلوب DOCSIS 3.0 فقط (القنوات المنطقية من النمط 3 أو النمط 4 [ITU-T J.222.2])، **يجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0.

وفي القنوات المنطقية المختلطة DOCSIS 1.x/2.0 (القنوات المنطقية من النمط 2 [ITU-T J.222.2])، **يجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1 من قياس المدى الأولي حتى يتم تفعيل الأسلوب DOCSIS 2.0

أو حتى يتم تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد في عملية التسجيل (إذا تم تفعيل أيّ منهما). و**يجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0 بعد أن يتم تفعيل الأسلوب DOCSIS 2.0 من أجل المودم الكبلي. وفي حالة وضع المودم الكبلي في أسلوب قناة الإرسال المتعدد، **يجب** أن يستخدم المودم الكبلي والنظام CMTS أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0 فيما يخص جميع الرشقات في القنوات المنطقية من النمط 2 سواء كان واصف الرشقة في واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) للرشقة المرسَلة من النمط 4 أو من النمط 5.



الشكل 1.B – هيكل مسوي الإرسال المسبق

تحمل الرسالة RNG-RSP MAC معلومات تسوية الإرسال للمودم الكبلي، ويمكن أن تكلف المودم الكبلي إما بتحوير معاملات المسوي أو (في أسلوب التسوية المسبقة DOCSIS 2.0 فقط) بتحميلها مباشرة. عندما يُكلَّف المودم الكبلي بتحوير معاملات مسوي الإرسال، **يجب** عليه أن يقوم بتحوير المعاملات التي يرسلها النظام CMTS في الرسالة RNG-RSP مع المعاملات الحالية، للحصول على المعاملات الجديدة. وبعد عملية التحوير، **يجب** أن يقوم المودم الكبلي ببتر نتيجة التحوير بحيث تظل 24 تفريعة (8 تفريعات في أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1) بعد عملية البتر، على أن تقع التفريعة الرئيسية في التفريعة التي تعيّنها الرسالة RNG-RSP الأخيرة التي يستلمها المودم الكبلي. ويتم إنشاء عملية التحوير بواسطة المعادلة التالية:

$$F_n^{m+1} = \sum_{k=\max\left(1-L^{m+1},\ n+L^m-L^{m+1}-24\right)}^{\min\left(24-L^{m+1},\ n+L^m-L^{m+1}-1\right)} F_{n-k+L^m-L^{m+1}}^{m} \cdot \hat{F}_{k+l^{m+1}}, \quad n=1\cdots 24$$

حيث:

F_n^m معاملات قبل التحوير

F_n^{m+1} معاملات بعد التحوير

$\hat{F}_n$ معاملات مُرسلة من النظام CMTS

L^m موقع التفريعة الرئيسية قبل التحوير

L^{m+1} موقع التفريعة الرئيسية بعد التحوير على النحو الذي يمليه النظام CMTS

وفي أسلوب التسوية المسبقة DOCSIS 2.0، يمكن أن يكلف النظام CMTS المودم الكبلي بتحميل معاملات مسوي الإرسال المسبق. وعندما يُكلَّف المودم بتحميل معاملات مسوي الإرسال، **يجب** عليه أن يقوم بتحميل المعاملات التي يرسلها النظام CMTS في معاملات المسوي المسبق بعد معايرة سليمة إذا لزم الأمر.

وفي القنوات المنطقية بأسلوب DOCSIS 1.x فقط، عند الاستجابة لطلب أولي لقياس المدى وطلبات دورية لقياس المدى قبل تسجيل المودم الكبلي، عندما يرسل النظام CMTS معاملات المسوي المسبق، **يجب** على النظام أن يقوم بحسابها وإرسالها باستعمال مسوٍّ يبلغ طوله 8 ونسق بمباعدة T، حيث يشير T إلى فاصل التشكيل. وبعد التسجيل، **يمكن** للنظام CMTS استخدام نسق مسوي بمباعدة كسرية (بمباعدة T/2 أو T/4) مع تفريعة بطول أكبر لمطابقة قدرات المسوي المسبق للمودم الكبلي التي اكتسبها النظام CMTS من مجال قدرات المودم للرسالة REG-REQ.

وفي القنوات المنطقية بأسلوب DOCSIS 2.0 فقط أو بأسلوب DOCSIS 3.0 فقط، **يجب** على النظام CMTS أن يحسب ويرسل معاملات المسوي المسبق باستعمال مسوٍّ يبلغ طوله 24 ونسق بمباعدة T في جميع الأوقات.

وفي القنوات المنطقية المختلطة بأسلوب DOCSIS 1.x/2.0، استجابةً لطلب أولي لقياس المدى وطلبات دورية لقياس المدى قبل تسجيل المودم الكبلي، عندما يرسل النظام CMTS معاملات المسوي المسبق، **يجب** على النظام CMTS أن يحسبها ويرسها باستعمال مسوٍّ يبلغ طوله 8 ونسق بمباعدة T. وبعد التسجيل، إذا تم تفعيل أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، **يمكن** للنظام CMTS استعمال نسق مسوٍّ بمباعدة كسرية (مباعدة T/2 أو T/4) مع تفريعة ذات طول أكبر لمطابقة قدرات المسوي المسبق للمودم الكبلي التي اكتسبها النظام CMTS من مجال قدرات المودم للرسالة REG-REQ. وإذا تم تفعيل أسلوب التسوية المسبقة DOCSIS 2.0 أو أسلوب قناة الإرسال المتعدد للمودم الكبلي، **يجب** على النظام CMTS استخدام هيكل مسوٍّ بمباعدة T مع 24 تفريعة. وإذا استعمل التحديث الأول للمسوي المسبق بعد تفعيل أسلوب التسوية المسبقة DOCSIS 2.0، أسلوب "التحوير"، **يجب** على المودم الكبلي حشو المرشاح الحالي ذي 8 تفريعات بقيم صفرية للحصول على مرشاح ذي 24 تفريعة والقيام بعملية التحوير وفقاً للقواعد المذكورة أعلاه.

وقبل إجراء طلب قياس المدى الأولي، وكلما تغير تردد القناة الصاعدة أو معدل تشكيل القناة الصاعدة، **يجب** على المودم الكبلي أن يستهل معاملات المسوي المسبق بقيمة افتراضية حيث تساوي جميع المعاملات الصفر باستثناء المعامل الفعلي للتفريعة الأولى (أي F1). وكلما تغير الموقع الرئيسي، يجب على المودم الكبلي، وليس النظام CMTS، أن يعوض عن التأخير (تخالف قياس المدى) بسبب التحول من موقع التفريعة الرئيسي السابق إلى موقع التفريعة الرئيسي الجديد لمعاملات المسوي التي يرسلها النظام CMTS (في عمليتي "التحوير" و"التحميل"). ثم يتم تحديث معاملات المسوي المسبق من خلال عملية قياس المدى اللاحق (قياس المدى الأولي وقياس المدى الدوري بأسلوب أحادي الإرسال).

وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، **يجب** على النظام CMTS **ألا** ينقل موقع التفريعة الرئيسية خلال قياس المدى الدوري

وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، **يجب** على النظام CMTS **ألا** يكلف المودم الكبلي بتحميل معاملات مسوي الإرسال.

وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 2.0، **يمكن** للنظام CMTS أن ينقل موقع التفريعة الرئيسية خلال قياس المدى الأولي أو قياس المدى الدوري بأسلوب أحادي الإرسال.

ويمكن إدراج معاملات المسوي في كل رسالة RNG-RSP وإن كانت لا تطرأ عادة إلا عندما يشير النظام CMTS إلى أن استجابة القناة قد تغيرت إلى حد كبير. ويحدد النظام CMTS تردد تحديث معاملات المسوي في الرسالة RNG-RSP.

ويجب على المودم الكبلي أن يقوم بتقييس معاملات مسوي الإرسال من أجل ضمان التشغيل السليم (كعدم التدفق المفرط أو القطع). **ويجب** على المودم الكبلي **ألا** يغير قدرة الإرسال المستهدفة لديه بسبب اكتساب **أو** خسارة معاملات جديدة في كل من عمليتي "التحوير" و"التحميل". وتحدد الفقرة 19.2.6.B القدرة المستهدفة.

وفي أسلوب المسوي المسبق DOCSIS 1.1، إذا نفّذ هيكل مسوي المودم الكبلي نفس عدد المعاملات المخصص في الرسالة RNG-RSP عندئذ، **يجب** على المودم الكبلي **ألا** يغير موقع التفريعة الرئيسية في الرسالة RNG-RSP. وإذا نفّذ هيكل مسوي المودم عدداً من المعاملات مختلفاً عن العدد المحدد في الرسالة RNG-RSP، **يمكن** للمودم الكبلي أن يحول موقع قيمة التفريعة الرئيسية. **ويجب** على المودم الكبلي أن يقوم بضبط تخالف قياس المدى لديه بالإضافة إلى أي تعديل في الرسالة RNG-RSP بمقدار يعوض عن حركة موقع التفريعة الرئيسية

17.2.6.B تحديد شكل الطيف

انظر الفقرة 17.2.6.

1.17.2.6.B مرونة ومدى التردد الصاعد

يجب أن يدعم المودم الكبلي التشغيل في مدى التردد الصاعد المعياري البالغ 5-65 MHz، من حافة إلى حافة.

و**يجب** دعم استبانة تردد التخالف وفقاً للجدول 9.B.

2.17.2.6.B نسق الطيف

انظر الفقرة 2.17.2.6.

18.2.6.B مُهل المعالجة النسبية

انظر الفقرة 18.2.6.

19.2.6.B متطلبات قدرة الإرسال

تطبق المتطلبات التالية مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد. وتتناول الفقرة 4.19.2.6.B أدناه المتطلبات مع تعطيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد.

ويكون المودم الكبلي مطلوباً لدعم تغير كمية قدرة الإرسال. وتُقدم المتطلبات من أجل:

1) مدى قدرة الإرسال المبلغ عنها لكل قناة؛
2) حجم الخطوة لأوامر القدرة؛
3) دقة حجم الخطوة (التغير الفعلي في قدرة الخرج لكل قناة مقارنة بالتغيير الذي يوجد أمر به)؛
4) الدقة المطلقة لقدرة خرج المودم الكبلي لكل قناة.

وتُعرف الفقرة 5.4.6 من التوصية [ITU-T J.222.2] البروتوكول الذي تتم به عمليات ضبط القدرة. **ويجب** أن تكون عمليات الضبط هذه التي يقوم بها المودم الكبلي في حدود مديات التفاوتات المسموح بها الوارد وصفها أدناه. **ويجب** على المودم الكبلي تأكيد أن حدود قدرة الإرسال لكل قناة قد استُوفيت بعد تلقي رسالة RNG-RSP أو بعد تغيير واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) لكل قناة من القنوات النشطة للمودم الكبلي المشار إليها. وتُعرف قناة نشطة لمودم كبلي كأي قناة يحصل من أجلها المودم الكبلي على تصريح سيستخدمه لتهيئة القناة أو قياس المدى **أو** كأي قناة يتم من أجلها "قياس مدى" المودم الكبلي. وتُدعى مجموعة "القنوات النشطة" أيضاً مجموعة قنوات الإرسال. (ستكون هناك آلية يمكن للنظام CMTS من خلالها أن يأمر المودم الكبلي بتعطيل قناة نشطة إما لغرض تقليل عدد القنوات النشطة على هذا المودم الكبلي أو لغرض إضافة قناة نشطة مختلفة كقناة صاعدة بديلة لهذا المودم الكبلي). وجدير بالملاحظة أن مجموعة القنوات الرشقية فعلاً في الاتجاه الصاعد من مودم كبلي هي مجموعة فرعية من القنوات النشطة على هذا المودم الكبلي؛ وفي كثير من الأحيان لا تكون واحدة من القنوات النشطة أو جميعها في حالة رشقية على المودم الكبلي، ولكن هذه القنوات الهادئة تظل "قنوات نشطة" بالنسبة لهذا المودم الكبلي.

وتُعرّف قدرة الإرسال لكل قناة على أنها متوسط قدرة التردد الراديوي في عرض النطاق المشغول (عرض القناة) المرسَل في رموز البيانات لرشقة ما، مع افتراض رموز QAM متساوية الاحتمال، وتقاس عند الموصل F للمودم الكبلي. وتُعرّف قدرة الإرسال الكلية كمجموع قدرة الإرسال لكل قناة ترسل رشقة في وقت معيّن. وتشير متطلبات المستويات القصوى والدنيا لقدرة الإرسال لكل قناة إلى مستويات قدرة الإرسال لكل قناة المستهدفة من المودم الكبلي، التي تعرَّف على أنها تقدير المودم الكبلي لقدرته الفعلية لإرسال كل قناة. **ويجب** أن تكون قدرة الإرسال الفعلية لكل قناة ضمن 2 dB من القدرة المستهدفة. **ويجب** أن تكون قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة متغيرة عبر المدى المحدد في الجدول 9.B.

مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لنفترض أن $P_r - P_{hi} = P_{load}$ لكل قناة باستعمال تعريفي P_{hi} وP_r الواردين في الفقرات الفرعية التالية من الفقرة 19.2.6.B. وتسمى القناة المقابلة للحد الأدنى لقيمة P_{load} أعلى قناة محملة، ويشار إليها بالمعلمة P_{load_1} في هذه التوصية، حتى ولو كانت هناك قناة واحدة فقط في مجموعة قنوات الإرسال. ويكون لقناة عالية التحميل قيمة P_{load_n} منخفضة (ولكن لا تقل عن 0)؛ وتكون القيمة P_{load_n} مماثلة لمقدار انخفاض المضخِّم بالنسبة إلى خرج قدرته القصوى. ويكون للقناة قدرة خرج أقل عندما يكون لهذه القناة تحميل أقل (مزيد من التراجع) ومن ثم قيمة P_{load_n} أعلى. وجدير بالملاحظة أن أعلى قناة محملة ليست بالضرورة القناة ذات قدرة الإرسال الأعلى علماً أن القدرة القصوى للقناة تعتمد على التشكيلات التي تدعمها في مواصفات الرشقات لديها. ويشار إلى القناة ذات ثاني أدنى قيمة للمعلمة P_{load} بوصفها ثاني أعلى قناة محملة، ويشار إلى قيمة التحميل لديها بوصفها P_{load_2}. والقناة ذات ثالث أدنى قيمة للمعلمة P_{load} هي ثالث أعلى قناة محملة، ويشار إلى قيمة التحميل

لديها بوصفها P_{load_3}، ويشار إلى القناة ذات رابع أدنى قيمة تحميل بوصفها رابع أعلى قناة محملة وقيمة التحميل لديها هي P_{load_4}. وتعرِّف $P_{load_min_set}$ الطرف الأعلى لنافذة المدى الدينامي للمودم الكبلي فيما يخص P_{hi} لكل قناة. وستحدّ القيمة $P_{load_min_set}$ من القدرة القصوى الممكنة لكل قناة نشطة إلى قيمة أقل من P_{hi} عندما تكون القيمة $P_{load_min_set}$ أكبر من الصفر. و$P_{load_min_set}$ هي قيمة يفرضها النظام CMTS على المودم الكبلي. (في حالة وجود أقل من 4 قنوات نشطة في مجموعة قنوات الإرسال، ستكون القيمة P_{load_n} صالحة فقط للقنوات الصاعدة النشطة n) ولا تُعرّف القيم $P_{load_min_set}$ وP_{load_n} وP_{hi_n} وP_{r_n} وغيرها إلا عند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد.

ويصدر النظام CMTS أمراً بأن ضبط القيمة P_{r_n} **يجب** أن يكون متسقاً مع القيمة $P_{load_min_set}$ المخصصة سابقاً للمودم الكبلي مع الحدود التالية:

$$P_{load_min_set} \le P_{hi_n} - P_{r_n} \le P_{load_min_set} + 12\ dB$$

ما يعادل:

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12\ dB) \le P_{r_n} \le P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

وتُحسب قيمة $P_{low_multi_n}$ لكل قناة في مجموعة قنوات الإرسال، التي تحدد الطرف السفلي لنافذة المدى الدينامي لقدرة الإرسال بالنظر إلى الطرف العلوي للمدى (الذي يتم تحديده بواسطة $P_{load_min_set}$).

$$P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12\ dB$$

ويتمثل تأثير القيمة $P_{low_multi_n}$ في تقييد المدى الدينامي المطلوب (أو حتى المسموح به) من جانب المودم الكبلي عبر قنواته المتعددة عند التشغيل مع قنوات نشطة متعددة.

وعندما يرسل النظام CMTS قيمة $P_{load_min_set}$ جديدة إلى المودم الكبلي، هناك احتمال ألا يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير إلى القيمة الجديدة على الفور لأن المودم الكبلي قد يكون في منتصف الرشقة على قناة أو أكثر من قنواته الصاعدة في اللحظة التي يتلقى فيها المودم الكبلي أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$. وقد ينقضي بعض الوقت قبل أن يمنح النظام CMTS المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام. وعلى غرار ذلك، فإن التغييرات التي يوجد أمر بإدخالها على القيمة P_{r_n} قد لا تنفَّذ فور استقبالها في المودم الكبلي إذا كانت القناة ذات الترتيب n في حالة رشقية. وقد تحدث التغييرات التي يوجد أمر بإدخالها على القيمة P_{r_n} في آن واحد مع إصدار أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$. **وينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ بعد إصدار أمر بتغيير في القيمة P_{r_n} إلا بعد توفير الوقت الكافي لإعادة التشكيل في القناة ذات الترتيب n. **وينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ بعد إصدار أمر بتغيير في القيمة $P_{load_min_set}$ إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل العام للأمر الأول أيضاً. إضافةً إلى ذلك، **ينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر أمراً بتغيير القيمة P_{r_n}:

أ) إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل العام تبعاً لأمر بقيمة جديدة $P_{load_min_set}$؛

ب) إلا بعد توفير الوقت الكافي لإعادة التشكيل على القناة ذات الترتيب n تبعاً لإصدار أمر بتغيير سابق في القيمة P_{r_n}.

وبعبارة أخرى، **يجب** أن يتجنب النظام CMTS إرسال تغييرات متتالية في القيمة P_{r_n} و/أو القيمة $P_{load_min_set}$ إلى المودم الكبلي دون وقت كافٍ لإعادة التشكيل من أجل إصدار الأمر الأول. وعند إصدار أمر بالقيمة الجديدة الحالية $P_{load_min_set}$ وبتغيير في القيمة P_{r_n}، **يمكن** أن ينتظر المودم الكبلي الوقت المقبل لإعادة التشكيل العام (أي التزامن مع إصدار القيمة الجديدة $P_{load_min_set}$) لتطبيق التغيير في القيمة P_{r_n} بدلاً من تطبيق التغيير في أول وقت كافٍ لإعادة تشكيل القناة ذات الترتيب n. وقيمة $P_{load_min_set}$ التي تنطبق على القيمة P_{r_n} الجديدة هي القيمة $P_{load_min_set}$ التي صدر أمر بشأنها في نفس الوقت، ولذلك، إذا كان التغيير إلى القيمة P_{r_n} يقع خارج نافذة المدى الدينامي للقيمة $P_{load_min_set}$ القديمة، عندئذ **يجب** على المودم الكبلي أن ينتظر وقت إعادة التشكيل العام لتطبيق التغيير في القيمة P_{r_n}.

و**يجب** على النظام CMTS أن يتجاهل أمر زيادة قدرة الإرسال لكل قناة إذا كان هذا الأمر سيتسبب في هبوط القيمة P_{load_n} لتلك القناة تحت القيمة $P_{load_min_set}$. وجدير بالإشارة إلى أن النظام CMTS يمكن أن يسمح بتغييرات صغيرة للقدرة في أعلى قناة محملة للمودم الكبلي، بدون هذه التقلبات التي تؤثر على المدى الدينامي لقدرة الإرسال مع كل تغيير صغير من هذا القبيل. ويتم

تحقيق ذلك من خلال ضبط القيمة $P_{load_min_set}$ إلى قيمة أصغر من التقلبات المعتادة لقدرة كل قناة من المتوقع تغيرها في أعلى قناة محملة. **ويجب** على المودم الكبلي أيضاً أن يتجاهل أي تغيير يوجد أمر به لقدرة الإرسال لكل قناة من شأنه أن يؤدي إلى هبوط القيمة P_{r_n} تحت نافذة المدى الديناميي، أي قدرة أقل من القدرة المسموح بها من جانب نافذة المدى الديناميي، التي يتم تحديدها من خلال القيمة $P_{load_min_set}$. **ويجب** على المودم الكبلي أيضاً أن يتجاهل أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ بحيث تقع القيم P_{r_n} الحالية خارج نافذة المدى الديناميي الجديدة.

وتنطبق متطلبات الأداء الهامشية الواردة في الفقرات 1.22.2.6.B و1.1.22.2.6.B و2.1.22.2.6.B عندما يعمل المودم الكبلي في مديات معينة لقيم P_{load_n}، في حالة n = 1، على عدد القنوات الصاعدة النشطة، ومن أجل مديات معينة لعدد شفرات التمديد التي تُرسل كجزء من العدد الإجمالي للشفرات النشطة على قناة من أجل القنوات S-CDMA على النحو المبين في تلك الفقرات.

وفيما يخص كل قناة، تحال قدرة الإرسال لكل قناة يبلغ عنها المودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة إلى الكوكبة ذات 64 QAM. وعند الإرسال مع كوكبات أخرى، ستنتج قدرة إرسال مختلفة قليلاً حسب كسب الكوكبة المبين في الجداول 4.B و5.B و6.B أدناه. فعلى سبيل المثال، إذا كانت القدرة المبلغ عنها في قناة ما هي 30 dBmV، سيتم إرسال 64 QAM بقدرة مستهدفة قدرها 30 dBmV في تلك القناة، في حين سيتم إرسال QPSK بقدرة قدرها 28,82 dBmV في تلك القناة.

الجدول 4.B – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع وجود قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال

الكوكبة	كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} – G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} – G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} – G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	1,18–	17	20	23	61	56	18,18	62,18	57,18
8 QAM	0,21–	17	20	23	58	56	17,21	58,21	56,21
16 QAM	0,21–	17	20	23	58	56	17,21	58,21	56,21
32 QAM	0,00	17	20	23	57	56	17,00	57,00	56,00
64 QAM	0,00	17	20	23	57	56	17,00	57,00	56,00
128 QAM	0,05	17	20	23	لا ينطبق	56	16,95	لا ينطبق	55,95
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل، مع L = 1 280 kHz وM = 2 560 kHz وH = 5 120 kHz).									

الجدول 5.B – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع وجود قناتين في مجموعة قنوات الإرسال

الكوكبة	كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} – G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} – G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} – G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	1,18–	17	20	23	58	53	18,18	59,18	54,18
8 QAM	0,21–	17	20	23	55	53	17,21	55,21	53,21
16 QAM	0,21–	17	20	23	55	53	17,21	55,21	53,21
32 QAM	0,00	17	20	23	54	53	17,00	54,00	53,00
64 QAM	0,00	17	20	23	54	53	17,00	54,00	53,00
128 QAM	0,05	17	20	23	لا ينطبق	53	16,95	لا ينطبق	52,95
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل، مع L = 1 280 kHz وM = 2 560 kHz وH = 5 120 kHz).									

الجدول 6.B – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع وجود ثلاث أو أربع قنوات في مجموعة قنوات الإرسال

الكوكبة	كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى QAM (dB) 64	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	1,18–	17	20	23	55	53	18,18	56,18	54,18
8 QAM	0,21–	17	20	23	52	53	17,21	52,21	53,21
16 QAM	0,21–	17	20	23	52	53	17,21	52,21	53,21
32 QAM	0,00	17	20	23	51	53	17,00	51,00	53,00
64 QAM	0,00	17	20	23	51	53	17,00	51,00	53,00
128 QAM	0,05	17	20	23	لا ينطبق	53	16,95	لا ينطبق	52,95
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل، مع L = 1 280 kHz وM = 2 560 kHz وH = 5 120 kHz).									

يجب أن تكون قدرة الإرسال الفعلية لكل قناة في الرشقة ثابتة في حدود 0,1 dB من ذروة إلى ذروة، حتى في وجود تغييرات في القدرة على القنوات النشطة الأخرى. ويستبعد ذلك تغير الاتساع الموجود نظرياً، بسبب تشكيل الاتساع التربيعي، وتحديد شكل النبضة، والتسوية المسبقة، وبالنسبة إلى أسلوب النفاذ S-CDMA، تمديد وتغير عدد الشفرات الموزعة.

و**يجب** أن يدعم المودم الكبلي عمليات حساب قدرة الإرسال المبينة في الفقرتين 1.19.2.6.B و2.19.2.6.B.

1.19.2.6.B عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ TDM

في أسلوب النفاذ TDMA، يحدد المودم الكبلي قدرة الإرسال المستهدفة لديه لكل قناة P_t على النحو التالي من أجل كل قناة نشطة. تحديد القناة الصاعدة X، على سبيل المثال، لكل قناة نشطة:

P_r = مستوى القدرة المبلغ عنها (dBmV) للمودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة (بالنسبة إلى الكوكبة 64 QAM) فيما يخص القناة X

ΔP = ضبط مستوى القدرة (dB) وفقاً للأمر الصادر في رسالة استجابة بشأن قياس المدى مثلاً

G_{const} = كسب الكوكبة (dB) نسبة إلى الكوكبة 64 QAM وفقاً للفقرة 19.2.6.B

P_{min} = قدرة الإرسال الدنيا المستهدفة لكل قناة المسموح بها للمودم الكبلي وفقاً للفقرة 19.2.6.B

P_{max} = قدرة الإرسال القصوى المستهدفة لكل قناة المسموح بها للمودم الكبلي وفقاً للفقرة 19.2.6.B

P_{hi} = $\min(P_{max} - G_{const})$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.B

P_{low} = $\max(P_{min} - G_{const})$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.B

P_t = قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة (dBmV) للمودم الكبلي في القناة X (القدرة الفعلية المرسلة لكل قناة في القناة X حسب تقدير المودم الكبلي)

ويحدّث المودم الكبلي قدرته المبلغ عنها لكل قناة في كل قناة باتباع الخطوات التالية:

1) $P_s = P_r + \Delta P$

// ضافة ضبط مستوى القدرة (لكل قناة) إلى مستوى القدرة المبلغ عنها لكل قناة

2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$

//قطع عند حدود القدرة القصوى لكل قناة

3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$

//قطع عند حدود القدرة الدنيا لكل قناة

4) اختبار، $IF[P_r = < P_{low_multi}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r

//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة

5) اختبار، $IF[P_r = > P_{hi} - P_{low_min_set}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r

//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة

وبعد ذلك، يقوم المودم الكبلي بالإرسال في القناة X مع القدرة المستهدفة لكل قناة $P_t = P_r + G_{const}$، أي القدرة المبلغ عنها بالإضافة إلى كسب الكوكبة.

وعادة ما يكون مستوى القدرة المبلغ عنها كمية ثابتة نسبياً، في حين أن مستوى القدرة المرسلة في القناة X يختلف بشكل دينامي نظراً لإرسال مواصفات مختلفة للرشقة مع كسوب مختلفة للكوكبة. و**يجب** ألا تكون أبداً قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة للمودم الكبلي أقل من P_{min} أو أعلى من P_{max}. وهذا يعني أنه في بعض الحالات، قد لا يُسمح بالمستويات القصوى لقدرة الإرسال (مثلاً 61 dBmV فيما يخص أسلوب QPSK و17 dBmV) إذا كانت مواصفات الرشقة والكوكبات المتعددة نشطة. إضافةً إلى ذلك، إذا استُخدم أسلوب QPSK فقط، يمكن أن تكون القدرة المبلغ عنها لكل قناة أكبر من 61 dBmV، على الرغم من أن قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة لن تتجاوز 61 dBmV.

فعلى سبيل المثال، إذا كانت مواصفات الرشقة بأسلوبي QPSK وQAM 64 فقط نشطة بوجود قناتين نشطتين في القناة X، فإن P_{hi} = 54 dBmV وP_{low} = 18,2 dBmV من أجل معدل تشكيل يبلغ 1280 kHz. وتعتمد القيمة P_{low} على معدل التشكيل. والقدرة القصوى المرسلة المسموح بها بأسلوب QPSK في القناة X هي 54 dBmV – 1,2 dB = 52,8 dBmV، والقدرة الدنيا QPSK في القناة X هي 18,2 dBmV – 1,2 dB = 17 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1280 kHz)، والقدرة القصوى 64 QAM في القناة X هي 54 dBmV، والقدرة الدنيا 64 QAM في القناة X هي 18,2 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1280 kHz).

2.19.2.6.B عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA

انظر الفقرة 2.19.2.6.

1.2.19.2.6.B عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA مع عدم تفعيل الشفرات القصوى المجدولة

في أسلوب S-CDMA عندما تكون الشفرات القصوى المجدولة غير مفعّلة، يحدد المودم الكبلي قدرة الإرسال المستهدفة الخاصة به لكل قناة P_t على النحو التالي من أجل كل قناة نشطة. تحديد القناة الصاعدة X، على سبيل المثال، لكل قناة نشطة:

P_r = مستوى القدرة المبلغ عنها (dBmV) للمودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة (بالنسبة إلى الكوكبة 64 QAM وجميع الشفرات النشطة المرسَلة) فيما يخص القناة X.

P_{hi} = $\min[P_{max} - G_{const}]$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.B.

P_{low} = $\max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(number_active_codes / number_of_codes_per_mini\text{-}slot)$ حيث يكون الحد الأقصى على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.B.

ويحدِّث المودم الكبلي قدرته المبلغ عنها لكل قناة في كل قناة من خلال الخطوات التالية:

1) $P_r = P_r + \Delta P$

//إضافة ضبط مستوى القدرة (لكل قناة) إلى مستوى القدرة المبلغ عنها لكل قناة

2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$

//قطع عند حدود القدرة القصوى لكل قناة

3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$

//قطع عند حدود القدرة الدنيا لكل قناة

4) اختبار، $IF[P_r < P_{low_multi}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r

//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة

5) اختبار، $IF[P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r

//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة

وفي رتل ممدّد نشط، يرسل المودم الكبلي بعد ذلك كل شفرة i مع قدرة مستهدفة:

$$P_{t,\,i} = P_r + G_{const,\,i} - 10\log(number_active_codes)$$

(أي القدرة المبلغ عنها للقناة X زائداً كسب الكوكبة $G_{const,i}$ لتلك الشفرة، ناقصاً عاملاً يأخذ في الاعتبار عدد الشفرات النشطة. وتمثل قدرة الإرسال الكلية في القناة X، P_t في الرتل، مجموع قدرات الإرسال الفردية $P_{t,i}$ لكل شفرة في القناة X حيث يُنفذ المجموع باستخدام كميات مطلقة للقدرة [خارج مجال وحدات الديسيبل]).

وفي رتل ممدّد غير نشط، قدرة الإرسال المستهدفة للمودم الكبلي في القناة X هي: $P_t = P_r + G_{const}$.

ويتغير مستوى القدرة المرسَلة في القناة X بشكل دينامي نظراً لتغير الشفرات الموزعة وإرسال مواصفات مختلفة للرشقة مع كسوب مختلفة للكوكبة. و**يجب** ألا تكون أبداً قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة للمودم الكبلي أقل من P_{min} أو أعلى من P_{max}، بما في ذلك على جميع أعداد الشفرات الموزعة وجميع مواصفات الرشقة. وهذا يعني أنه في بعض الحالات، قد لا يُسمح بالمستويات القصوى لقدرة الإرسال (مثلاً 17 و56 dBmV). إضافةً إلى ذلك، إذا استُخدم أسلوب QPSK فقط، يمكن أن تكون القدرة المبلغ عنها في القناة أكبر من 56 dBmV، على الرغم من أن قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة لن تتجاوز 56 dBmV.

وإذا كانت مجموعة قنوات الإرسال تحتوي على قناة واحدة فقط مثلاً، وكان لهذه القناة، القناة X، مواصفات الرشقة بأسلوبي QPSK وQAM 64، يكون عدد الشفرات النشطة 128 وعدد الشفرات لكل فاصل مصغر هو 2، عندئذ، P_{hi} = 54,82 dBmV وP_{low} = 36,24 dBmV من أجل معدل تشكيل قدره 1280 kHz. وتعتمد القيمة P_{low} على معدل التشكيل. والقدرة القصوى المرسلة المسموح بها بأسلوب QPSK في القناة X هي 56 – 1,18 = 54,82 dBmV عند إرسال جميع الشفرات النشطة. والقدرة الدنيا QPSK في القناة X هي 17 dBmV = 10log(2) dB + 10log(128) dB – 1,18 dB – 36,24 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1280 kHz) عند إرسال فاصل مصغر. ويكون الحد الأخير في المجموع هو نتيجة جمع القدرات الفردية على شفرتين (2). وبالمثل، فإن القدرة القصوى 64 QAM في القناة X هي 56 dBmV، عند إرسال جميع الشفرات النشطة وتكون القدرة الدنيا 64 QAM في القناة X هي 18,18 dBmV = 10log(2) dB + 10log(128) dB – 36,24 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1280 kHz) عند إرسال فاصل مصغر واحد. والقدرة الدنيا المسموح بها بأسلوب QPSK في القناة X عند إرسال فاصلَيْن مصغّرين مثلاً هي 20 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1280 kHz)، والقدرة الدنيا المسموح بها بأسلوب 64 QAM في القناة X عند إرسال فاصلَيْن مصغّرين هي 21,2 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1280 kHz).

ويحتاج المودم الكبلي إلى تنفيذ شكل من أشكال القطع على شكل الموجة المرسلة في قدرة خرج أعلى من أجل منع مشاكل بشأن نسبة الذروة إلى المتوسط (PAR).

وستكون القدرة المستقبَلة في النظام CMTS في رتل ممدِّد نشط أقل أحياناً من القدرة الاسمية لرتل ممدِّد غير نشط بسبب عوامل من قبيل:

1) عدم استخدام أيّ من أجهزة المودم الكبلية لفرص البث؛

2) عدم استخدام مودم كبلي أو أكثر للتصاريح أحادية الإرسال؛

3) تخصيص فواصل زمنية مصغرة لمحدد التتابع (SID) بقيمة صفرية.

2.2.19.2.6.B عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA مع تفعيل الشفرات المجدولة القصوى

في أسلوب النفاذ S-CDMA على القنوات التي تُفعّل فيها الشفرات المجدولة القصوى، يحدد المودم الكبلي قدرة الإرسال المستهدفة الخاصة به لكل قناة P_t على النحو التالي، من أجل كل قناة نشطة. تحديد القناة الصاعدة X، على سبيل المثال، لكل قناة نشطة:

P_r = مستوى القدرة المبلغ عنها (dBmV) للمودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة (قدرة الإرسال العاملة لرشقة قياس مدى الممدِّد غير النشط بالنسبة إلى التشكيل 64 QAM) فيما يخص القناة X.

P_{hi_S} = $\min[53 - G_{const}]$ على جميع مواصفات رشقة الممدِّد النشط التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.B.

P_{low_S} = $\max[17 - G_{const}] + 10 \log(number_active_codes/number_of_codes_per_mini\text{-}slot)$ عندما يكون الحد الأقصى على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.B.

P_{max_T} = قدرة الإرسال القصوى المستهدفة المسموح بها للمودم الكبلي في القناة X بأسلوب TDMA وفقاً للفقرة 19.2.6.B من أجل الكوكبة المستخدمة في قياس المدى.

P_{hi_T} = $\min[P_{max_T} - G_{const}]$ على جميع مواصفات رشقة الممدِّد غير النشط التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.B.

P_{on} = P_r قطع عند الحد الأقصى للممدد النشط.

P_{sf} = نقص قدرة المودم الكبلي.

P_{hr} = هامش القدرة S-CDMA بوحدة الدسيبل (dB). ما يعادل قيمة رسالة استجابة قياس المدى TLV-11 مقسومة على 4.

ΔP = ضبط مستوى القدرة بوحدة الدسيبل (dB) المرسلة من النظام CMTS إلى المودم الكبلي بخصوص القناة X.

ويحدِّث المودم الكبلي قدرته المبلغ عنها لكل قناة في كل قناة باتباع الخطوات التالية:

1) $P_r = P_r + \Delta P$ //إضافة ضبط مستوى القدرة (لكل قناة) إلى مستوى القدرة المبلغ عنها لكل قناة.

2) $P_r = \min[P_r, P_{hi_T}]$ //قطع عند حدود القدرة القصوى TDMA لكل قناة.

3) $P_r = \max[P_r, P_{low_S}]$ //قطع عند حدود القدرة الدنيا S-CDMA لكل قناة.

4) اختبار، $IF[P_r < P_{low_multi}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r
//قدرة كل قناة نتيجة هذا الأمر ستخل بنافذة المدى الدينامي المحددة.

5) اختبار، $IF[P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r
//قدرة كل قناة نتيجة هذا الأمر ستخل بنافذة المدى الدينامي المحددة

6) $P_{on} = \min[P_r, P_{hi_S} - P_{load_min_set}]$
//قطع عند حدود القدرة القصوى S-CDMA لكل قناة من أجل حدود المدى الدينامي لقنوات متعددة كما تحددها القيمة $P_{load_min_set}$

وفي أرتال الممدد غير النشط، يرسل المودم الكبلي في قناة مغلقة مع قدرة مستهدفة:

$$P_t = P_r + G_{const}$$

واستناداً إلى قدرة الإرسال للممدد غير النشط في القناة X، يحدّث المودم الكبلي نقص القدرة لديه في القناة X وفقاً للخطوات التالية:

مع قناة واحدة فقط في مجموعة قنوات الإرسال:

$$P_{sf} = P_t - (56 - P_{load_min_set})$$

//الفرق بين القدرات المستهدفة القصوى للممدد غير النشط والممدد النشط في القناة X؛

$P_{sf} = \max[P_{sf}\ 0]$ //ضبط P_{sf} على 0 إلى كانت P_t أقل من $56\ dBmV - P_{load_min_set}$ في القناة X

مع أكثر من قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال.

$$P_{sf} = P_t - (53 - P_{load_min_set})$$

//الفرق بين القدرات المستهدفة القصوى للممدد غير النشط والممدد النشط في القناة X؛

$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0]$ //ضبط P_{sf} على 0 إذا كانت P_t أقل من $53\ dBmV - P_{load_min_set}$ في القناة X

في أرتال الممدد النشط، يرسل المودم الكبلي الشفرة i مع القدرة المستهدفة:

$$P_{t,\,i} = P_{on} + G_{const,\,i} - 10\log(number_active_codes) + P_{hr}$$

أي، القدرة المختزلة المبلغ عنها في القناة X زائداً كسب الكوكبة Gconst, i لتلك الشفرة، ناقصاً عامل يأخذ في الاعتبار عدد الشفرات النشطة بالإضافة إلى هامش القدرة Phr. وPhr هي القدرة (بوحدة الدسيبل) المضافة لمراعاة أجهزة المودم الكبلية ذات حد أقصى للشفرات المجدولة والتي يمكن أن ترسل قدرة إضافية لكل شفرة. وقدرة الإرسال الكلية في القناة X، Pt، في رتل ما هي مجموع قدرات الإرسال الفردية Pt, i لكل شفرة في القناة X حيث يُنفذ المجموع على جميع الشفرات الموزعة Nalloc باستخدام كميات مطلقة للقدرة (خارج مجال وحدات الدسيبل).

$$P_t = 10\log\sum_{i=1}^{N_{alloc}} 10^{P_{t,i}/10}$$

فعلى سبيل المثال، إذا كانت مواصفة الرشقة في القناة X، مع أكثر من قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال، تتضمن الإبراق QPSK من أجل شفرات استخدام الفواصل 1 و2 و3 و4 والشفرة 64 QAM من أجل شفرتي استخدام الفاصلين 9 و10، يكون عدد الشفرات النشطة هو 128، وعدد الشفرات لكل فاصل مصغر هو 2، عندئذ، فإن $P_{hi_S} = 53$ dBmv، و$P_{low_S} = 36{,}24$ dBmV و$P_{hi_T} = 58$ dBmV. لنفترض أن $P_{load_min_set} = 0$ dB. ولنفترض أن المودم الكبلي يقيس مدى القناة X في قدرة الإرسال المستهدفة للممدد غير النشط البالغة 57 dBmV. يبلغ المودم الكبلي فيما يخص القناة X بأن $P_{sf} = 57\ dBmV - 53\ dBmV = 4$ dB. ويستخدم النظام CMTS القيمة P_{sf} لتعيين القناة X (باستخدام الخوارزمية الخاصة بالبائع) max_scheduled_codes = 32 و$P_{hr} = 6$ dB. (قد يختلف هامش القدرة S-CDMA عن نقص القدرة، حسب تقدير النظام CMTS). ويضبط المودم الكبلي قدرة الإرسال لديه لكل شفرة في القناة X على:

$$P_{t,\,i} = P_{on} + G_{const,\,i} - 10\log(number_active_codes) + P_{hr} = 53\ dBmV + 0\ dB - 21\ dB + 6\ dB$$

//من أجل شفرة ذات تشكيل 64 QAM في القناة X = 38 dBmV

والمعلمة التي يمكن استخدامها لتوضيح تأثير زيادة القدرة لكل شفرة في القناة X هي قدرة الإرسال الفعالة، P_{eff}، القدرة التي ستنتج عنها القناة X افتراضياً إذا تم إرسال جميع الشفرات النشطة N_a. ويتم حسابها على النحو التالي:

$$P_{eff} = 10\log\sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{P_{t,\,i}/10}$$

$$= P_{on} + P_{hr} + 10\log\frac{1}{N_{act}}\sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{G_{const,i}/10}$$

حيث يشير الحد الأخير إلى متوسط كسب الكوكبة.

وبالنسبة إلى حالة مرجعية حيث تُرسل جميع الشفرات في القناة X باستخدام التشكيل 64 QAM ($G_{const} = 0$ dB)، تنخفض قدرة الإرسال الفعلية إلى:

$$P_{eff} = P_{on} + P_{hr}$$

استناداً إلى المثال أعلاه، النتيجة هي:

$$P_{eff} = 53 \text{ dBmV} + 6 \text{ dB} = 59 \text{ dBmV}$$

إن الحد من عدد الشفرات منح المودم الكبلي قدرة فعلية معززة قدرها 59 dBmV، وهي أعلى من القدرة القصوى العادية البالغة 6 dB لكل قناة بمقدار 59 dBmV، وأعلى من قدرة قياس المدى البالغة 57 dBmV بمقدار 2 dB. وفي هذا المثال، استخدم المودم الكبلي لكي يطلب، حسب تقديره، تعزيزاً بمقدار 2 dB في القناة X وهو أكثر مما كان مطلوباً (P_{hr} = 6 dB مقابل P_{sf} = 4 dB)، ربما بسبب بعض الانحطاط المعروف في القناة.

والمعلمة *effective_SNR* هي تقدير SNR لشفرة معينة تقابل قدرة الإرسال الفعلية في القناة X. وتُعرف بوصفها النسبة SNR المقيسة في صيانة المحطة الأخيرة، مطروحاً منها نقص قدرة المودم الكبلي، مضافاً إليها هامش القدرة والفرق في كسب الكوكبة بين رشقة قياس المدى والشفرة قيد النظر. وفيما يلي المعادلة ذات الصلة:

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} + (G_{const,\,i} - G_{const,\,ranging})$$

حيث يشير $G_{const,\,ranging}$ إلى كسب الكوكبة لرشقة قياس المدى في القناة X الذي يؤدي إلى قياس النسبة SNR. وفي قاعدة معلومات الإدارة، تقابل المعلمة effective_SNR حالة مرجعية مع تشكيل 64 QAM ($G_{const,\,i}$ = 0 dB):

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} - G_{const,\,ranging}$$

واستناداً إلى المثال، إذا كانت النسبة SNR المقيسة في القناة X في صيانة المحطة الأخيرة تبلغ 17 dB، باستخدام التشكيل QPSK ($G_{const,\,ranging}$ = –1,2 dB)، عندئذ فإن المعلمة effective_SNR بالنسبة إلى التشكيل 64 QAM هي:

$$\text{effective_SNR} = 17 \text{ dB} - 4 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 1{,}2 \text{ dB} = 20{,}2 \text{ dB}$$

3.19.2.6.B حجم خطوة قدرة الإرسال

انظر الفقرة 3.19.2.6.

4.19.2.6.B متطلبات قدرة الإرسال من أجل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد غير المفعّل

مع تعطيل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد، **يجب** على المودم الكبلي أن يُشغل وفقاً لما جاء في الفقرة 18.2.6.F من التوصية [ITU- J.122]، مع الاستثناءات التالية. و**يجب** أن يكون الحد الأدنى للقدرة في الاتجاه الصاعد P_{min} على النحو المبين في الجدول 7.B أدناه، للاستعاضة عن متطلبات الحد الأدنى للقدرة في الاتجاه الصاعد الواردة في التوصية [ITU-T J.122]. و**يجب** أن يكون الحد الأقصى للقدرة في الاتجاه الصاعد P_{max} على النحو المبين في الجدول 4.B أعلاه، للاستعاضة عن متطلبات الحد الأدنى للقدرة في الاتجاه الصاعد الواردة في التوصية [ITU-T J.122]. وجدير بالملاحظة أنه في الفقرة 2.18.2.6.F من التوصية [ITU-T J.122]، **يجب** الاستعاضة عن قيمة 53 في المعادلة بشأن P_{hi_s} بقيمة 56 لأن هذه القيمة يقصد بها في الواقع أن تكون القيمة P_{max} المستمدة من الجدول 4.B أعلاه.

الجدول 7.B – متطلبات قدرة الإرسال من أجل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد غير المفعّل

معدل التشكيل (kHz)	P_{min} (dBmV)	إمكانية التطبيق
160	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
320	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
640	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
1 280	17	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
2 560	20	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
5 120	23	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم

20.2.6.B مواصفات الرشقة

تُقسم خصائص الإرسال إلى ثلاثة أجزاء:

أ) معلمات القناة؛

ب) نعوت مواصفات الرشقة؛

ج) المعلمات الوحيدة للمستعمل.

تشمل معلمات القناة:

أ) معدل التشكيل (ستة معدلات من 160 kHz إلى 120 5 kHz بخطوات أثمونية)؛

ب) التردد المركزي (Hz)؛

ج) السلسلة فائقة التمهيد من 1536 بتة؛

د) معلمات القناة S-CDMA.

يتقاسم جميع المستعملين معلمات القناة على قناة معينة. وترد نعوت مواصفات الرشقة في الجدول 8.B وهذه المعلمات هذه النعوت المشتركة المقابلة لنوع الرشقة.

و**يجب** على المودم الكبلي أن يولد كل رشقة في الوقت المناسب كما تُنقل في تصاريح الفواصل المصغرة التي توفرها جداول MAP الخاصة بالنظام CMTS.

و**يجب** على المودم الكبلي أن يدعم جميع مواصفات الرشقة التي يصدر النظام CMTS أمراً بها عبر واصفات الرشقة في واصف القناة في الاتجاه الصاعد ويخصصها لاحقاً لإرسالها في جدول MAP.

الجدول 8.B – نعوت مواصفات الرشقة

نعوت مواصفات الرشقة	إعدادات التشكيلة
تشكيل	QPSK وQAM 8 وQAM 16 وQAM 32 وQAM 64 وQAM 128 (التشكيل CMT فقط)
تشفير تفاضلي	تشغيل/وقف تشغيل
تشفير TCM	تشغيل/وقف تشغيل
طول التمهيد	0-536 1 بتة (انظر الفقرة 19.2.6.B)
قيمة موازنة التمهيد	0 إلى 1534
التصحيح الأمامي للخطأ لتشفير ريد–سولومون (T)	0 إلى 16 (0 يعني عدم وجود تصحيح R-S FEC. وعدد بايتات تعادلية الكلمة الشفرية هو 2*T)
بايتات معلومات الكلمة الشفرية التصحيح الأمامي للخطأ لتشفير ريد–سولومون (k)	ثابت: 16 إلى 253 (بافتراض أن التصحيح R-S FEC مفعّل) مختصر: 16 إلى 253 (بافتراض أن التصحيح R-S FEC مفعّل)
قيمة البداية للمخلِّط	15 بتة
الطول الأقصى للرشقة (فواصل زمنية مصغرة)[1]	0 إلى 255
وقت الحراسة	4 إلى 255 فاصلاً للتشكيل لا يوجد وقت حراسة في الأسلوب S-CDMA
طول الكلمة الشفرية الأخيرة	ثابت، مختصر
تشغيل/وقف تشغيل المخلّط	تشغيل/وقف تشغيل
عمق مشذر البابتة (I_r)[2]	0 إلى العتبة الدنيا ($2048/N_r$)[3]
حجم فدرة مشذر البايتة (B_r)[4]	$2*N_r$ إلى 2048
نوع التمهيد	QPSK0/QPSK1
ممدِّد S-CDMA[5]	تشغيل/وقف تشغيل

الجدول 8.B – نعوت مواصفات الرشقة

نعوت مواصفات الرشقة	إعدادات التشكيلة
شفرات S-CDMA لكل رتل فرعي[5]	1 إلى 128
خطوة مشذر S-CDMA[5]	1 إلى (الفواصل الزمنية للتمديد لكل رتل – 1)
أسلوب انتقاء S-CDMA من أجل الشفرات النشطة والقفز الشفري	الأسلوب 1 أو الأسلوب 2
سلسلة انتقاء S-CDMA من أجل الشفرات النشطة القابلة للانتقاء بالأسلوب 2	سلسلة من 128 بتة تشير إلى الشفرات النشطة في الأسلوب 2 لانتقاء الشفرات النشطة

[1] يعني طول الرشقة البالغ 0 فاصل مصغر في مواصفة القناة أن طول الرشقة متغير على تلك القناة فيما يخص هذا النوع من الرشقات. وعلى الرغم من أن طول الرشقة غير ثابت، فإن النظام CMTS يصرح به صراحةً للمودم الكبلي في جدول MAP.

[2] إذا كان العمق = 1، لا تشذير؛ وإذا كان العمق = 0، أسلوب دينامي.

[3] N_r هو حجم الكلمة الشفرية k + 2T على النحو المبين في الفقرة 1.5.2.6.B.

[4] يُستخدم فقط في الأسلوب الدينامي.

[5] يُستخدم فقط من أجل القنوات S-CDMA.

قد تختلف المعلمات الوحيدة للمستعمل فيما يخص كل مستعمل عند استخدام نفس نوع الرشقة على نفس القناة التي يستخدمها مستعمل آخر (مثل مستوى القدرة)، وهي مبينة في الجدول 9.B.

الجدول 9.B – معلمات الرشقة الوحيدة للمستعمل

المعلمات الوحيدة للمستعمل	أمر بالضبط	قيمة المعلمة الناتجة
مستوى القدرة[1]	متمم اثنيني مكون من 8 بتات، الدقة = 0,25 dB	TDMA: +17 إلى +57 dBmV (64 QAM، 32 QAM) +17 إلى +58 dBmV (16 QAM، 8 QAM) +17 إلى +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: +17 إلى +53 dBmV (جميع التشكيلات) الدقة = 0,25 dB أو أفضل من ذلك
تردد متخالف[2]	المدى = ±32 kHz، الدقة = 1 Hz	مدى التردد وفقاً للفقرة 1.17.2.6.B
تخالف قياس المدى	جزء صحيح: متمم اثنيني مكون من 32 الدقة = (1/10,24 MHz) = 6,25 µs/64 = 97,65625 ns جزء كسري: تمديد كسري غير جبري مكون من 8 بتات، الدقة = 6,25 µs/(64*256) = 0,3814697265625 ns	المدى: يكفي لحد أقصى لطول تركيبة كبلية وفقاً للفقرة 1.2.1.B الدقة: غير متزامن: 6,25 µs/64 متزامن: 6,25 µs/(64*256)
طول الرشقة (فواصل زمنية مصغرة) إذا كانت متغيرة على هذه القناة (التغييرات من رشقة إلى رشقة)	لا ينطبق	1 إلى 255 فاصلاً زمنياً مصغراً

الجدول 9.B – معلمات الرشقة الوحيدة للمستعمل

المعلمات الوحيدة للمستعمل	أمر بالضبط	قيمة المعلمة الناتجة
معاملات مسوي الإرسال (انظر الفقرة 16.2.6.B، مسوي الإرسال المسبق)	الأسلوبان DOCSIS 3.0 وDOCSIS 2.0 : 24 معاملاً معقداً، 4 بايتات لكل معامل (بايتتان حقيقيتان وبايتتان خياليتان)، أسلوبا الحمل والتحوير الأسلوب DOCSIS 1.1: حتى 64 معاملاً معقداً، 4 بايتات لكل معامل (بايتتان حقيقيتان وبايتتان خياليتان)، أسلوب التحوير فقط	الأسلوبان DOCSIS 3.0 وDOCSIS 2.0 : 24 معاملاً معقداً الأسلوب DOCSIS 1.1: حتى 64 معاملاً معقداً

[1] يعتمد الحد الأدنى لمستوى القدرة على معدل التشكيل. ويعتمد الحد الأقصى لمستوى القدرة على أمر التشكيل وعدد القنوات في الاتجاه الصاعد.

[2] **يجب** أن ينفذ المودم الكبلي ضبط التردد المتخالف لإجراء تغيير في تردد الموجة الحاملة في الاتجاه الصاعد في حدود ±10 Hz من التغيير الذي يوجد أمر به.

1.20.2.6.B تخالف قياس المدى

انظر الفقرة 1.20.2.6.

2.20.2.6.B أوقات إعادة التشكيل في الأسلوب TDMA

يجب أن يكون المودم الكبلي قادراً على تبديل مواصفات الرشقة دون أن يكون هناك وقت إعادة تشكيل مطلوب بين الرشقات، باستثناء التعديلات في المعلمات التالية:

1) قدرة الخرج؛
2) معدل الرمز؛
3) التردد المتخالف؛
4) تردد القناة؛
5) تخالف قياس المدى؛
6) معاملات المسوي المسبق.

في حالة أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّلة، تُضبط جميع هذه المعلمات بشكل منفصل على كل قناة صاعدة ولا يكون وقت إعادة التشكيل على القنوات غير المضبطة مطلوباً من جانب المودم الكبلي.

وفي حالة أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّلة، يمكن أن يطلب المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام (في آن واحد على جميع القنوات النشطة) عند ضبط نافذة المدى الدينامي (قيمة جديدة $P_{load_min_set}$)، أو عندما تجمّع أي قناة نشطة تغيير قدرة الإرسال لأكثر من 3 dB منذ الوقت الأخير لإعادة التشكيل العام (انظر الفقرة 1.22.2.6.B). **ويجب** على المودم الكبلي أن يستوفي المتطلبات على كل قناة نشطة من أجل "تغيير نافذة المدى الدينامي" (أدناه) كلما تم تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ أو إعادة إصدار أمر بتغييرها.

وفيما يخص تغيير **نافذة المدى الدينامي** أو إعادة إصدار أمر بتغييرها: إذا تم تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ أو إعادة إصدار أمر بتغييرها، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير بين الرشقات، طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بالإضافة إلى مدة 10 µs، بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة (على أي قناة نشطة) ومركز الرمز الأول للرشقة التالية (على أي قناة نشطة – نفس القناة أو قناة مختلفة عن الرشقة السابقة). (يتطلب "الهدوء" الشامل عبر جميع القنوات النشطة أن يكون تقاطع الفواصل الزمنية للرشقات غير المصرح بها عبر جميع القنوات TDMA النشطة 96 رمزاً على الأقل زائداً مدة 10 µs). ويجب ضبط

قدرة الخرج للمودم الكبلي ضمن ±0,1 dB من مستوى قدرة الخرج النهائي لديها في غضون 10 µs من بداية التغيير في القيمة $P_{load_min_set}$، ومن بداية أي تغيير في قدرة الخرج أو أي قناة ترافق تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ أو إعادة إصدار أمر بتغييرها. **ويجب ألا** يتم تغيير نافذة المدى الدينامي حتى يُزود المودم الكبلي بالوقت الكافي بين الرشفات من جانب النظام CMTS. **ويجب عدم** تغيير نافذة المدى الدينامي عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

وفيما يخص تغييرات **قدرة الخرج**: إذا كان سيتم تغيير قدرة الخرج بمقدار 1 dB أو أقل، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير بين الرشقات طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بالإضافة إلى مدة 5 µs، بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. وإذا كان سيتم تغيير قدرة الخرج بأكثر من 1 dB، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير بين الرشقات طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بالإضافة إلى مدة 10 µs، بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. وينبغي أن يعوض الوقت الأقصى لإعادة التشكيل المكون من 96 رمزاً وقت نزول رشقة واحدة ووقت صعود الرشقة التالية، فضلاً عن وقت الإرسال العام للمرسِل، بما في ذلك وقت النقل داخل الخط ووقت التسوية المسبقة. ويجب ضبط قدرة الخرج للمودم الكبلي ضمن ±0,1 dB من مستوى قدرة الخرج النهائي الخاص به؛

أ) في غضون 5 µs من بداية التغيير البالغ 1 dB أو أقل؛

ب) في غضون 10 µs من بداية التغيير الذي يفوق 1 dB.

ويجب ألا يتم تغيير قدرة الخرج حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. ويجب عدم تغيير قدرة الخرج عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

وفيما يخص تغييرات **معدل الرمز**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية طالما أن النظام CMTS يسمح بالوقت المطلوب بين الرشقات من أجل تغيير المعلمات UCD. **يجب ألا** يتم تغيير معدل الرمز حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. **ويجب ألا** يتم تغيير معدل الرمز عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

وفيما يخص تغييرات **تردد التخالف**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. وينبغي أن يعوض الوقت الأقصى لإعادة التشكيل المكون من 96 رمزاً وقت نزول رشقة واحدة ووقت صعود الرشقة التالية، فضلاً عن وقت الإرسال العام لجهاز الإرسال، بما في ذلك وقت النقل داخل الخط ووقت التسوية المسبقة. **ويجب ألا** يتم تغيير التردد المتخالف حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. **ويجب ألا** يتم تغيير التردد المتخالف عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

وفيما يخص تغييرات **تردد القناة**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير بين الرشقات طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بالإضافة إلى 100 ms بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. و**يجب** ضبط تردد القناة للمودم الكبلي وفقاً لمتطلبات ضوضاء الطور والدقة الواردة في الفقرتين 5.22.2.6.B و22.2.6.B في غضون 100 ms من بداية التغيير. **ويجب ألا** يتم تغيير تردد القناة حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. **ويجب ألا** يتم تغيير تردد القناة عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

وفيما يخص تغييرات **تخالف قياس المدى** و/أو **معاملات المسوي المسبق**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن 96 رمزاً بين مركز الرمز الأخير لرشقة واحدة ومركز الرمز الأول للرشقة التالية. وينبغي أن يعوض الوقت الأقصى لإعادة التشكيل المكون من 96 رمزاً وقت هبوط رشقة واحدة ووقت صعود الرشقة التالية، فضلاً عن وقت الإرسال العام للمرسِل، بما في ذلك وقت النقل داخل الخط ووقت التسوية المسبقة. **ويجب ألا** يتم تغيير تخالف قياس

المدى حتى يوفر النظام CMTS للمودم الكبلي الوقت الكافي بين الرشقات. **ويجب ألا** يتم تغيير تخالف قياس المدى عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية.

وفيما يخص تغييرات **نمط التشكيل**: **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية دون وقت إعادة تشكيل بينها (باستثناء وقت الحراسة الأدنى). **ويجب ألا** يتم تغيير التشكيل عند استمرار إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة السابقة، أو عند إرسال أكثر من –30 dB من طاقة أيّ رمز للرشقة التالية، **باستثناء** تأثير مسوي الإرسال (إذا كان موجوداً في المودم الكبلي). (ويجب التحقق من ذلك بدون توفير مسوي الإرسال للترشيح؛ مع التأخير فقط. ويرجى ملاحظة أن النظام CMTS لديه مسوي مكرر بقرار، وقد يحتاج إلى توفير فجوة تضم أكثر من 96 رمزاً بين رشقات أنماط التشكيل المختلفة التي يمكن للمودم الكبلي أن يستخدمها؛ وهذا قرار CMTS).

3.20.2.6.B أوقات إعادة التشكيل في الأسلوب S-CDMA

في الأسلوب S-CDMA، فيما يتعلق بتغيير قدرة الخرج لكل فاصل مصغر وتردد متخالف ومعاملات المسوي المسبق، و/أو تخالف قياس المدى، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على إرسال رشقات متتالية طالما أن النظام CMTS يخصص مدة رتل واحد على الأقل بين الرشقات. وبالنسبة للتغييرات الأخرى لمعلمات مواصفة الرشقة، لا تلزم إعادة تشكيل تتجاوز ما يوفره النظام MAC من أجل هذه التغييرات. وعندما يكون أسلوب قناة الإرسال المتعدد مفعّلاً، تُضبط جميع هذه المعلمات بشكل منفصل على كل قناة صاعدة ولا يكون وقت إعادة التشكيل على القنوات غير المضبطة مطلوباً من جانب المودم الكبلي.

وفي حالة أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّلة، يمكن أن يطلب المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام عند تعديل نافذة المدى الدينامي (قيمة جديدة $P_{load_min_set}$)، أو عندما تجمّع أي قناة نشطة تغيير قدرة الإرسال لأكثر من 3 dB منذ الوقت الأخير لإعادة التشكيل العام (انظر الفقرة 1.22.2.6.B). (يتطلب "الهدوء" الشامل عبر جميع القنوات النشطة أن يكون تقاطع فواصل الرشقات غير المصرح بها عبر جميع القنوات TDMA النشطة رتلاً واحداً على الأقل). و**يجب** أن يكون النظام CMTS قادراً على إرسال رشقات متتالية حتى مع تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ أو إصدار أمر بتغييرها، طالما أن النظام CMTS يخصص ما لا يقل عن رتل واحد بين الرشقات عبر جميع القنوات في مجموعة قنوات الإرسال. (من نهاية رشقة ما على قناة واحدة إلى بداية الرشقة التالية على أي قناة، يجب أن يكون هناك مدة رتل واحد على الأقل لتوفير "وقت إعادة التشكيل العام" من أجل القنوات S-CDMA).

4.20.2.6.B تخالفات توقيت المودم الكبلي عند تغيير معدل التشكيل

انظر الفقرة 4.20.2.6.

21.2.6.B اصطلاح وتيرة الرشقة

انظر الفقرة 21.2.6.

22.2.6.B متطلبات الدقة

انظر الفقرة 22.2.6.

1.22.2.6.B البث الهامشي

يجب ألا تتجاوز قدرة الضوضاء والبث الهامشي المستويات الواردة في الجداول 10.B و11.B و12.B. **وينبغي ألا** تتجاوز قدرة الضوضاء والبث الهامشي المستويات الواردة في الجدولين 13.B و14.B. وعند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، تُجمّع متطلبات قدرة الضوضاء والبث الهامشي للقنوات الفردية (قدرة مطلقة، **ليس** بوحدة الدسيبل) لتحديد الحد الأدنى للضوضاء المركبة من أجل ظروف الإرسال متعدد القنوات. وكذلك، عند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لا تنطبق متطلبات الأداء الهامشية هذه إلا عندما يُشغّل المودم الكبلي ضمن مديات معينة للقيمة P_{load_n}، من أجل n = 1 حيال عدد القنوات الصاعدة في مجموعة قنوات الإرسال، ومن أجل النسبة *number_allocated_codes*/*number_active_codes* من 1 إلى 1/4 من أجل القنوات S-CDMA.

وفيما يخص الأسلوب S-CDMA، عندما يرسل المودم أقل من 1/4 من شفرات التمديد النشطة على إحدى القنوات، تكون حدود متطلبات البث الهامشي هي قيمة القدرة (بوحدة dBmV) المقابلة لمواصفات مستوى القدرة المرتبط بعدد 1/4 من شفرات التمديد النشطة (أي أقل بمقدار 6 dB من قدرة القناة المقابلة لجميع الشفرات النشطة لتلك القناة المخصصة للمودم الكبلي).

وعند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد ويكون هناك قناتان أو أكثر في مجموعة قنوات الإرسال (TCS)، **يجب** استيفاء متطلبات الأداء الهامشية عند استيفاء مديات التحميل التالية فقط:

قناتان أو أكثر في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_1} - P_{load_min_set} \geq 3$ dB

قناتان في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_2} - P_{load_1} \geq 12$ dB

ثلاث قنوات في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_3} - P_{load_1} \geq 8$ dB

أربع قنوات في النظام TCS: ينطبق عندما تكون:

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

و$$P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

و$$P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

عندما يُرسل المودم عند مستويات قدرة تقع خارج مديات التحميل هذه (وهو ما يسمح به المدى الدينامي 12 dB)، تكون حدود متطلبات البث الهامشي هي قيم القدرة (بوحدة dBmV بدلاً من dBc) المقابلة للمواصفات المرتبطة بالإرسالات في القنوات المحملة الثانية والعليا إذا تم تخفيض تحميل تلك القنوات (زيادة قدرة الإرسال) للوفاء بمديات إمكانية التطبيق فقط.

مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لا تنطبق متطلبات الأداء الهامشية على أي قناة صاعدة من الوقت الذي تغيرت فيه قدرة الخرج على أي قناة صاعدة نشطة بأكثر من ±3 dB منذ الوقت الأخير لإعادة التشكيل العالمي حتى نهاية الوقت التالي لإعادة التشكيل العام. ويُعرّف "وقت إعادة التشكيل العام" بوصفه الفاصل غير النشط المتاح بين الإرسالات النشطة، الذي يفي في الوقت نفسه بالشرط الوارد في الفقرة 2.20.2.6.B فيما يخص جميع القنوات TDMA في النظام S وبالشرط الوارد في الفقرة 3.20.2.6.B فيما يخص جميع القنوات S-CDMA في النظام TCS. ومع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، **ينبغي** للنظام CMTS أن يتيح وقت إعادة التشكيل العام لمودم كبلي قبل أن يُؤمر المودم الكبلي بتغيير أي قدرة إرسال للقناة النشطة الصاعدة بمقدار ±3 dB تراكمية منذ وقته الأخير لإعادة التشكيل العام.

وكمثال، مع ثلاث قنوات S-CDMA في النظام TCS، عند قدرات إرسال لكل قناة تبلغ 53 dBmV و41 dBmV و41 dBmV، تقابل متطلبات البث الهامشي المطلقة عندما تقوم قناتان أو أكثر في النظام TCS بالإرسال، متطلبات البث الهامشي المطلقة حيث تبلغ قدرة الإرسال لكل قناة 53 dBmV و45 dBmV و45 dBmV. ويتم رفع مستويات القدرة لأغراض تحديد حدود البث الهامشي حتى 53 dBmV – 8 = 45 dBmV.

وكمثال، مع أربع قنوات S-CDMA في النظام TCS، عند قدرات إرسال لكل قناة تبلغ 53 dBmV و41 dBmV و41 dBmV و41 dBmV، تقابل متطلبات البث الهامشي المطلقة عندما تقوم قناتان أو أكثر في النظام TCS بالإرسال، متطلبات البث الهامشي المطلقة حيث تبلغ قدرة الإرسال لكل قناة 53 dBmV و49 dBmV و45 dBmV و41 dBmV. ويتم رفع مستويات القدرة لأغراض تحديد حدود البث الهامشي حتى 53 dBmV – 4 dB = 49 dBmV؛ والحدود الاصطناعية –49 dBmV 41 dBmV؛ والحدود الاصطناعية 45 dBmV – 4 dB = 45 dBmV.

في الجدول 10.B، يشمل البث الهامشي داخل النطاق منتجات الضوضاء وتسرب الحمالة وخطوط الميقاتية والمُركب، ومنتجات المرسِل غير المرغوبة الأخرى. ولا تشمل التداخل بين الرموز (ISI). ويساوي عرض نطاق القياس للبث الهامشي داخل النطاق معدل التشكيل (مثل 280 1 إلى 120 5 ksym/s). وترتبط جميع المتطلبات المعبّر عنها بوحدة dBc بقدرة الإرسال الفعلية التي يرسلها المودم الكبلي في قناة واحدة.

يبلغ عرض نطاق القياس 160 kHz فيما يخص القيم بين الرشقات (لا توجد أيّ من القنوات في النظام TCS في حالة رشقية) الواردة في الجدول 10.B، إلا في الحالات التي تستدعي اعتبارها 4 MHz أو 20 kHz.

تنطبق مواصفات رشقات الإرسال خلال الفواصل المصغرة المصرح بها للمودم الكبلي (عندما يستخدم المودم الكبلي التصريح كلياً أو جزئياً)، وفيما يخص 32 فاصلاً للتشكيل قبل الفواصل المصغرة المصرح بها وبعدها. ولا تنطبق القيم بين الرشقات إلا خلال استخدام تصريح بفواصل مصغرة على أي قناة نشطة للمودم الكبلي، وخلال فواصل التشكيل الاثنين والثلاثين (32) قبل التصريح المستخدم وبعده.

وفي الأسلوب TDMA، يمكن أن يكون الفاصل المصغر قصيراً مثل 32 فاصلاً للتشكيل، أو 6,25 µs بمعدل 5,12 Msym/s، أو قصيراً مثل 25 µs بمعدل 1,28 Msym/s.

الجدول 10.B – البث الهامشي

المعلمة	رشقة الإرسال	القيم بين الرشقات
داخل النطاق	–40 dBc	–72 dBc
نطاق مجاور	انظر الجدولين 11.B و12.B	–72 dBc
ضمن مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد المحصور بين 5 و65 MHz (باستثناء القناة المخصصة والقنوات المجاورة والقنوات المتعلقة بالموجات الحاملة)	انظر الجدولين 13.B و14.B	–72 dBc
بالنسبة للحالة التي ينحصر فيها مدى التشغيل في الاتجاه بين 5 و65 MHz: حدود البث الهامشي المتكاملة للمودم الكبلي (جميعها في 4 MHz، بما في ذلك القيم المنفصلة) 87,5 إلى 108 MHz	–30 dBmV	–59 dBmV
بالنسبة للحالة التي ينحصر فيها مدى التشغيل في الاتجاه بين 5 و65 MHz: حدود البث الهامشي المتكاملة للمودم الكبلي (جميعها في 4,75 MHz، بما في ذلك القيم المنفصلة)[1] 65 إلى 87,5 MHz 108 إلى 136 MHz[2] 126 إلى 862 MHz	الحد الأقصى (–40 dBc، –26 dBmV) –40 dBmV –45 dBmV	–26 dBmV –45 dBmV الحد الأقصى (–45 dBmV، –40 (dB ref d/s[3]))
بالنسبة للحالة التي ينحصر فيها مدى التشغيل في الاتجاه بين 5 و65 MHz: حدود البث الهامشي المنفصلة للمودم الكبلي[1] 65 إلى 87,5 MHz 108 إلى 862 MHz	الحد الأقصى (–50 dBc، –36 dBmV) –50 dBmV	–36 dBmV –50 dBmV

[1] تستبعد حدود المواصفات هذه حافزاً واحداً منفصلاً يتصل بالقناة المستلمة المولفة؛ و**يجب ألا** يكون هذا الحافز المنفصل الوحيد أكبر من –40 dBmV.

[2] يمكن أن تكون الترددات من 108 إلى 136 MHz ممنوعة بسبب اللوائح التنظيمية الوطنية.

[3] يشير "dB ref d/s" إلى مستوى الإشارة الهابطة المستلَمة. وتتناسب بعض مستويات الخرج الهامشية مع مستوى الإشارة المستلَمة.

1.1.22.2.6.B البث الهامشي في قناة مجاورة

يمكن أن يحدث بث هامشي صادر من موجة حاملة مرسَلة في قناة مجاورة يمكن شغلها بواسطة موجة حاملة بنفس معدل التشكيل أو بمعدل تشكيل مختلف. ويبين الشكل 11.B مستويات البث الهامشي في القناة المجاورة المطلوبة لجميع تركيبات معدلات تشكيل الموجة الحاملة المرسَلة ومعدلات تشكيل القناة المجاورة. ويجري القياس في فاصل بين القنوات المجاورة ذات عرض نطاق ومسافة مناسبين بالنسبة إلى الموجة الحاملة المرسَلة، استناداً إلى معدلات التشكيل للموجة الحاملة المرسَلة والموجة الحاملة في القناة المجاورة.

الجدول 11.B – متطلبات البث الهامشي في قناة مجاورة بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

المواصفة في الفاصل	فاصل القياس والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة	معدل تشكيل الموجة الحاملة للقناة المجاورة
dBc 50–	kHz 20 إلى kHz 180	kHz 160
dBc 50–	kHz 40 إلى kHz 360	kHz 320
dBc 50–	kHz 80 إلى kHz 720	kHz 640
dBc 50–	kHz 160 إلى kHz 1 440	kHz 1 280
dBc 47–	kHz 320 إلى kHz 2 880	kHz 2 560
dBc 44–	kHz 640 إلى kHz 5 760	kHz 5 120

بالإضافة إلى ذلك، **ينبغي** للمودم الكبلي استيفاء المتطلبات الواردة في الجدول 12.B بموجب نفس الشروط المدرجة في الجدول 11.B أعلاه. مع رشقة قناة منخفضة القدرة كقناة رشقية منفردة (في تلك المرحلة الزمنية)، سينطبق تخفيف بمقدار 2 dB على متطلبات البث الهامشي المطلقة الواردة في الجدول 12.B.

الجدول 12.B – أهداف البث الهامشي في قناة مجاورة بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

المواصفة في الفاصل	فاصل القياس والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة	معدل تشكيل الموجة الحاملة للقناة المجاورة
dBc 53–	kHz 20 إلى kHz 180	kHz 160
dBc 53–	kHz 40 إلى kHz 360	kHz 320
dBc 52–	kHz 80 إلى kHz 720	kHz 640
dBc 51–	kHz 160 إلى kHz 1 440	kHz 1 280
dBc 50–	kHz 320 إلى kHz 2 880	kHz 2 560
dBc 48–	kHz 640 إلى kHz 5 760	kHz 5 120

2.1.22.2.6.B البث الهامشي في مدى التردد في الاتجاه الصاعد

يعرض الجدول 13.B معدلات التشكيل الممكنة التي يمكن إرسالها في فاصل زمني، والمستوى الهامشي المطلوب في ذلك الفاصل الزمني، وفاصل القياس الأولي الذي ينبغي أن يبدأ عنده قياس البث الهامشي. وينبغي بدء القياسات عند المسافة الأولية وتكرارها عند مسافة متزايدة من الموجة الحاملة حتى يتم الوصول إلى حافة النطاق في الاتجاه الصاعد. وتبلغ حافة النطاق الأدنى للاتجاه الصاعد 5 MHz؛ وتبلغ حافة النطاق الأعلى للاتجاه الصاعد 65 MHz.

الجدول 13.B – متطلبات البث الهامشي في مدى التردد العامل في الاتجاه الصاعد بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

معدل التشكيل المحتمل في هذا الفاصل	المواصفة في الفاصل	فاصل القياس الأولي والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة
kHz 160	dBc 54–	kHz 220 إلى kHz 380
kHz 320	dBc 52–	kHz 240 إلى kHz 560
kHz 640	dBc 50–	kHz 280 إلى kHz 920
kHz 1 280	dBc 50–	kHz 360 إلى kHz 1 640
kHz 2 560	dBc 47–	kHz 520 إلى kHz 3 080
kHz 5 120	dBc 44–	kHz 840 إلى kHz 5 960

بالإضافة إلى ذلك، **ينبغي** للمودم الكبلي استيفاء المتطلبات الواردة في الجدول 14.B بموجب نفس الشروط المدرجة في الجدول 13.B أعلاه. مع رشقة قناة منخفضة القدرة كقناة رشقية منفردة (في تلك المرحلة من الوقت)، سينطبق تخفيف بمقدار 2 dB على متطلبات البث الهامشي المطلقة الواردة في الجدول 14.B.

الجدول 14.B – أهداف البث الهامشي في مدى التردد العامل في الاتجاه الصاعد بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

معدل التشكيل المحتمل في هذا الفاصل	المواصفة في الفاصل	فاصل القياس الأولي والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة
kHz 160	dBc 60–	kHz 220 إلى kHz 380
kHz 320	dBc 58–	kHz 240 إلى kHz 560
kHz 640	dBc 56–	kHz 280 إلى kHz 920
kHz 1 280	dBc 54–	kHz 360 إلى kHz 1 640
kHz 2 560	dBc 52–	kHz 520 إلى kHz 3 080
kHz 5 120	dBc 50–	kHz 840 إلى kHz 5 960

2.22.2.6.B البث الهامشي خلال الحالات العابرة لتنشيط/تعطيل الرشقة

انظر الفقرة 2.22.2.6.

3.22.2.6.B نسبة خطأ التشكيل (MER)

انظر الفقرة 3.22.3.6.

1.3.22.2.6.B تعاريف

انظر الفقرة 1.3.22.2.6.

2.3.22.2.6.B المتطلبات

يجب أن تستوفي النسبة MER أو تتجاوز الحدود التالية في مدى قدرة الإرسال الكامل المبين في الجدول 9.B فيما يخص كل تشكيل ومعدل تشكيل، وفي مدى التردد الحامل الكامل، وبالنسبة للأسلوب S-CDMA، في أي عدد صالح من الشفرات النشطة والمخصصة، ما لم ينص على خلاف ذلك. ويشير مدى التردد الحامل 5-65 MHz بدقة أكبر إلى مدى يتراوح بين [5 MHz + معدل التشكيل × 2/1,25] و[65 MHz + معدل التشكيل × 2/1,25]. وعند نقاط الانقطاع بين المناطق، تُطبق مواصفات MER أعلى.

الحالة 1: قناة منتظمة، تعطيل تسوية الإرسال

الحالة 1a: فيما يخص معدلات تشكيل 2,56 Msym/s وما تحت من أجل أسلوب تشغيل بتردد من 5 MHz إلى 65 MHz:

$MER_{symb} \geq 30$ dB على التردد الحامل من 15 إلى 47 MHz

$MER_{symb} \geq 27$ dB على التردد الحامل من 10 إلى 15 MHz ومن 47 MHz إلى 54 MHz

$MER_{symb} \geq 26$ dB على التردد الحامل من 5 إلى 10 MHz ومن 54 MHz إلى 65 MHz

الحالة 1b: فيما يخص معدلات تشكيل 5,12 Msym/s وما تحت من أجل أسلوب تشغيل بتردد من 5 MHz إلى 65 MHz:

$MER_{symb} \geq 27$ dB على التردد الحامل من 15 إلى 47 MHz

$MER_{symb} \geq 24$ dB على التردد الحامل من 10 MHz إلى 15 MHz ومن 47 MHz إلى 54 MHz

$MER_{symb} \geq 23$ dB على التردد الحامل من 5 MHz إلى 10 MHz ومن 54 MHz إلى 65 MHz

الحالة 2: قناة منتظمة، تفعيل تسوية الإرسال

الحالة 2a: من أجل TDMA/QPSK، $\mathbf{MER_{symb}} \geq 30$ dB.

الحالة 2b: من أجل S-CDMA وجميع التشكيلات TDMA باستثناء QPSK، $\mathbf{MER_{symb}} \geq 35$ dB.

الحالة 2c: من أجل S-CDMA، $\mathbf{MER_{symb}} \geq 33$ dB.

الحالة 3: قناة صدى، تفعيل تسوية الإرسال (يجب ألاّ تكون قناة الصدى محدودة بمدى دينامي. يجب أن تكون قناة الصدى تمثيلاً حقيقياً على النحو المبين في الجدول 3.B)

الحالة 3a: في وجود صدى واحد منتقى من الانعكاسات الصغرية للقناة المعرّفة في الجدول 3.B، **يجب** أن تكون القيمة MER_{symb} المقيسة ≥ 30 dB من أجل TDMA/QPSK و≥ 30 dB من أجل S-CDMA وجميع التشكيلات TDMA، باستثناء QPSK.

الحالة 3b: في وجود حالتين أو ثلاث من حالات الصدى المعرّفة في الجدول 3.B (قيمة واحدة على الأكثر من القيم المحددة لمستوى القوة والتأخير)، **يجب** أن تكون القيمة MER_{symb} المقيسة ≥ 29 dB.

وبما أن الجدول لا يقيّد تأخر الصدى في حالة –30 dBc، لأغراض الاختبار، من المفترض ألا تزيد الفترة الزمنية للصدى بهذا المستوى على 1,5 µs.

يجب على المودم الكبلي أن يوفر أسلوب اختبار يقوم في إطاره بما يلي:

- قبول معاملات المسوي عبر سطح بيني خارجي (مثل الإثرنت)؛
- إرسال معاملات إلى المسوي المسبق للمودم الكبلي عبر رسالة استجابة قياس المدى (أسلوبا التحميل والتحوير كلاهما)؛
- عدم ضبط تردد المودم الكبلي أو توقيته أو قدرته.

4.22.2.6.B تشوه المرشاح

انظر الفقرة 4.22.2.6.

1.4.22.2.6.B الاتساع

انظر الفقرة 1.4.22.2.6.

5.22.2.6.B ضوضاء الطور للموجة الحاملة

انظر الفقرة 5.22.2.6.

6.22.2.6.B دقة تردد القناة

انظر الفقرة 6.22.2.6.

7.22.2.6.B دقة معدل التشكيل

انظر الفقرة 7.22.2.6.

8.22.2.6.B الارتعاش في توقيت التشكيل

1.8.22.2.6.B الارتعاش في توقيت التشكيل فيما يخص القنوات الصاعدة TDMA في التشغيل غير المتزامن

انظر الفقرة 1.8.22.2.6.

2.8.22.2.6.B الارتعاش في توقيت التشكيل فيما يخص التشغيل المتزامن

انظر الفقرة 2.8.22.2.6.

23.2.6.B خصائص قدرة دخل مزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد

انظر الفقرة 23.2.6.

24.2.6.B الخرج الكهربائي في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي

يجب على المودم الكبلي أن يصدر إشارة مشكلة RF يكون لها الخصائص المبينة في الجدول 15.B.

الجدول 15.B – الخرج الكهربائي للمودم الكبلي أحادي القناة

المعلمة	القيمة
التردد	5 إلى 65 MHz من حافة إلى حافة
مدى المستوى لكل قناة (تعطيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، أو تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد مع قناة واحدة فقط في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +57 dBmV (32 QAM، 64 QAM) P_{min} إلى +58 dBmV (8 QAM، 16 QAM) P_{min} إلى +61 dBmV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +56 dBmV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +17 dBmV، معدل التشكيل 1 280 ksym/s P_{min} = +20 dBmV، معدل التشكيل 2 560 ksym/s P_{min} = +23 dBmV، معدل التشكيل 5 120 ksym/s
مدى المستوى لكل قناة (قناتان في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +54 dBmV (32 QAM، 64 QAM) P_{min} إلى +55 dBmV (8 QAM، 16 QAM) P_{min} إلى +58 dBmV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +53 dBmV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +17 dBmV، معدل التشكيل 1 280 ksym/s P_{min} = +20 dBmV، معدل التشكيل 2 560 ksym/s P_{min} = +23 dBmV، معدل التشكيل 5 120 ksym/s

الجدول 15.B – الخرج الكهربائي للمودم الكبلي أحادي القناة

المعلمة	القيمة
مدى المستوى لكل قناة (ثلاث أو أربع قنوات في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +51 dBmV (64 QAM، 32 QAM) P_{min} إلى +52 dBmV (16 QAM، 8 QAM) P_{min} إلى +55 dBmV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +53 dBmV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +17 dBmV، معدل التشكيل 1 280 ksym/s P_{min} = +20 dBmV، معدل التشكيل 2 560 ksym/s P_{min} = +23 dBmV، معدل التشكيل 5 120 ksym/s
نمط التشكيل	QPSK وQAM 8 وQAM 16 وQAM 32 وQAM 64 وQAM 128
معدل التشكيل (الاسمي)	TDMA: 1 280 و2 560 و5120 kHz S-CDMA: 1 280 و2 560 و5120 kHz تشغيل اختياري وفقاً للإصدارين السابقين للمواصفات DOCSIS 3.0 TDMA: 160 و320 و640 kHz
عرض نطاق القناة	TDMA: 1 600 و3 200 و6 400 kHz S-CDMA: 1 600 و3 200 و6 400 kHz تشغيل اختياري وفقاً للإصدارين السابقين للمواصفات DOCSIS 3.0 TDMA: 200 و400 و800 kHz
معاوقة الخرج	75 ohms
فقدان عودة الخرج	> 6 dB (5 إلى 65 MHz) > 6 dB (108 إلى 862 MHz)
الموصّل	الموصّل F وفقاً للمعيار [IEC 61169-24] (مشترك مع الدخل)

25.2.6.B قدرات مرسِل المودم الكبلي في الاتجاه الصاعد

يعلن المودم الكبلي عن قدراته للنظام CMTS. وتشمل هذه القدرات ما يلي:

- العدد الأقصى للقنوات النشطة الذي **يجب** أن يكون 4 قنوات أو أكثر.
- العدد الأقصى للقنوات بتردد 3,2 MHz، الذي **يجب** ألا يزيد على العدد الأقصى للقنوات النشطة المدعومة.
- العدد الأقصى للقنوات بتردد 6,4 MHz، الذي **يجب** ألا يزيد على العدد الأقصى للقنوات بتردد 3,2 MHz المدعومة. **يجب** ألا يزيد العدد الأقصى للقنوات بتردد 6,4 MHz على 4 قنوات.
- قدرة الشفرات النشطة الانتقائية بالأسلوب 2 – نعم/لا.
- قدرة أسلوب القفز الشفري 2 – نعم/لا.

يجب أن يدعم المودم الكبلي جميع القدرات التي يبلّغ النظام CMTS بها.

يجب ألا يأمر النظام CMTS المودم الكبلي بالعمل خارج قدراته المعلن عنها.

1.25.2.6.B وصف قدرات مجموعة قنوات الإرسال الصاعدة للمودم الكبلي

انظر الفقرة 1.25.2.6.

3.6.B الاتجاه الهابط

1.3.6.B دعم البروتوكول والتشذير في الاتجاه الصاعد

يجب أن تتطابق الطبقة الفرعية PMD الهابطة مع المعيار [ETSI EN 300 429]. ويُعرِّف الملحق A للتوصية [ITU-T J.210] متطلبات خرج التردد الراديوي الكهربائي في الاتجاه الهابط بما في ذلك متطلبات خطة التردد الهابطة، وأعماق المشذر، ونسق الطيف، والميقاتية والرموز. و**يجب** على المودم الكبلي أن يدعم أعماق المشذر المعرّفة في الجدول 1.A من التوصية [ITU-T J.210].

2.3.6.B دخل كهربائي في الاتجاه الهابط نحو المودم الكبلي

يجب أن يكون المودم الكبلي قادراً على قبول أي عدد من الإشارات بين واحد إلى العدد الأقصى للقنوات الهابطة المجمعة (MDBC) في آن واحد، يقع في فواصل ترددية ويتوافق مع قائمة TB وقائمة Demod للمودم الكبلي. و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على أن يعاد تشكيله لاستقبال قنوات مختلفة. وكحد أدنى، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على استقبال ما لا يقل عن 4 قنوات هابطة تقع بشكل منفصل ضمن نافذة اعتباطية تبلغ 64 MHz في نطاق التردد الهابط. و**يجب** أن يدعم المودم الكبلي تجميع أي عدد من القنوات الهابطة حتى أقصى حد لها. و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على قبول إشارات التردد الراديوي المشكّلة مع الخصائص المعرّفة في الجدول 16.B.

الجدول 16.B – دخل كهربائي نحو المودم الكبلي

المعلمة	القيمة
التردد المركزي	112 إلى 858 MHz ±30 kHz
مدى المستوى (قناة DOCSIS واحدة)	–17 dBmV إلى +13 dBmV فيما يخص التشكيل 64 QAM –13 dBmV إلى +17 dBmV فيما يخص التشكيل 256 QAM
نمط التشكيل	64 QAM و256 QAM
معدل الرموز (الاسمي)	6,952 Msym/s (64 QAM و256 QAM)
عرض النطاق	8 MHz (ألفا = 0,15 تشكيل بجذر تربيعي وجيب التمام المرفوع من أجل 64 QAM و 256 QAM)
إجمالي قدرة الدخل (80-862 MHz)	> 33 dBmV
القدرة القصوى لكل دخل موجة حاملة نحو المودم الكبلي	20 dBmV
معاوقة الدخل (الحمل)	75 ohms
فقدان عودة الدخل	> 6 dB (5 إلى 65 MHz) > 6 dB (108 إلى 862 MHz)
الموصّل	الموصّل F وفقاً للمعيار [IIEC 61169-24] (مشترك مع الخرج)

3.3.6.B أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي

يجب أن يكون أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي على النحو المبين في هذه الفقرة. وتنطبق المتطلبات على كل قناة هابطة مستقبَلة فردية مع مجموعة التشذير لأسلوب التشذير I = 12 وJ = 17.

64 QAM 1.3.3.6.B

أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي بأسلوب 64 QAM 1.1.3.3.6.B

يجب أن تكون خسارة التنفيذ للمودم الكبلي بحيث لا يزيد المعدل post-FEC BER على 10^{-8} عندما يُشغل بنسبة موجة حاملة إلى الضوضاء (E_s/N_o) تبلغ 25,5 dB أو أكثر. وإذا لم يكن من الممكن قياس المعدل post-FEC BER مباشرة، يمكن استعمال معدل خطأ كلمة الشفرة، R_C (على النحو المبين أدناه). وفي هذه الحالة، **يجب** أن يحقق المودم الكبلي معدل خطأ في كلمة الشفرة أقل من أو يساوي 9×10^{-7} عندما يُشغل بنسبة موجة حاملة إلى الضوضاء (E_s/N_o) تبلغ 25,5 dB أو أكثر.

حساب معدل خطأ كلمة الشفرة، R_C:

$$R_C = \frac{(E_U - E_{U0})}{(E_U - E_{U0}) + (E_C - E_{C0}) + (C - C_0)}$$

حيث:

E_U قيمة عدد كلمات الشفرة مع أخطاء غير قابلة للتصحيح؛

E_C قيمة عدد كلمات الشفرة مع أخطاء قابلة للتصحيح؛

C قيمة عدد كلمات الشفرة بدون أخطاء.

قيم العينات في بداية فاصل الاختبار (المبين بالقيم المتأثرة E_{U0} وE_{C0} وC_0) ونهاية فاصل الاختبار (المبين بالقيم غير المتأثرة E_U وE_C وC).

أداء نبذ الصورة بأسلوب 64 QAM 2.1.3.3.6.B

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.B مع إشارات تماثلية أو رقمية عند +10 dBc في أي جزء من نطاق التردد الراديوي غير القنوات المجاورة.

أداء القناة المجاورة بأسلوب 64 QAM 3.1.3.3.6.B

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.B مع إشارات رقمية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.B مع إشارات تماثلية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.B بتفاوت إضافي مسموح به قدره 0,2 dB، مع إشارات رقمية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

256 QAM 2.3.3.6.B

أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي بأسلوب 256 QAM 1.2.3.3.6.B

يجب أن تكون خسارة التنفيذ للمودم الكبلي على نحو بحيث لا يزيد المعدل post-FEC BER على 10^{-8} عندما يُشغل بنسبة موجة حاملة إلى الضوضاء (E_s/N_o) على النحو المبين أدناه. وإذا لم يكن من الممكن قياس المعدل post-FEC BER مباشرة، يمكن استعمال معدل خطأ كلمة الشفرة، R_C (على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.B). وفي هذه الحالة، **يجب** أن يحقق المودم الكبلي معدل خطأ في كلمة الشفرة أقل من أو يساوي 9×10^{-7} عندما يُشغل بنسبة موجة حاملة إلى الضوضاء (E_s/N_o) على النحو المبين فيما يلي:

مستوى الإشارة المستقبَلة عند الدخل	E_s/N_o
–13 dBmV إلى –6 dBmV	34,5 dB أو أكثر
–6 dBmV إلى +17 dBmV	31,5 dB أو أكثر

2.2.3.3.6.B أداء نبذ الصورة بأسلوب 256 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6.B مع إشارات تماثلية أو رقمية عند +10 dBc في أي جزء من نطاق التردد الراديوي غير القنوات المجاورة.

3.2.3.3.6.B أداء القناة المجاورة بأسلوب 256 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6.B مع إشارات تماثلية أو رقمية عند 0 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6.B بتفاوت إضافي مسموح به قدره 0,5 dB، مع إشارات تماثلية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6.B بتفاوت إضافي مسموح به قدره 1,0 dB، مع إشارات رقمية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

4.3.6.B قدرات المستقبِلات المتعددة في الاتجاه الهابط

انظر الفقرة 4.3.6.

1.4.3.6.B معلمات وحدة الاستقبال

انظر الفقرة 1.4.3.6.

2.4.3.6.B معلمات قناة الاستقبال

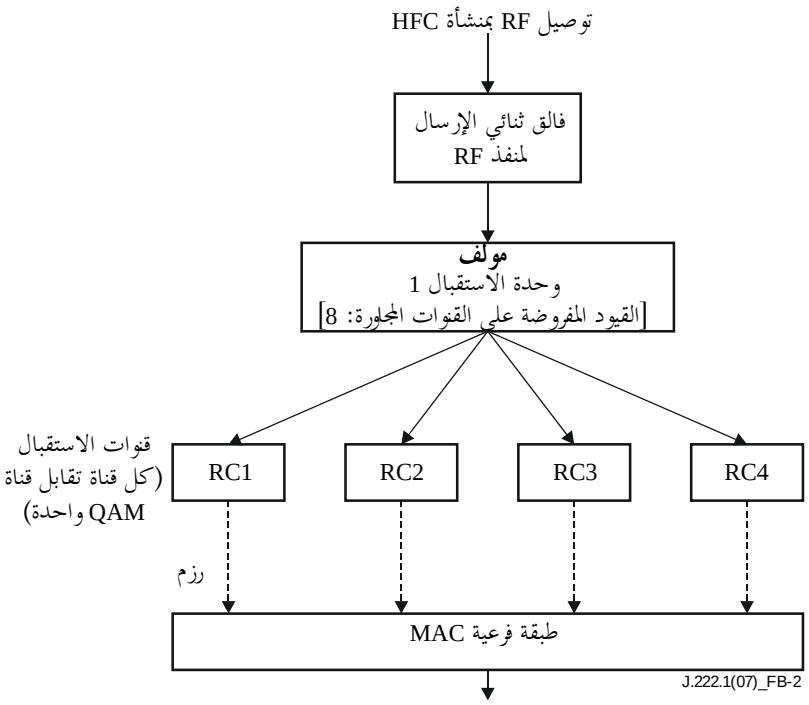
انظر الفقرة 2.4.3.6.

3.4.3.6.B مواصفة قناة الاستقبال المعيارية [انظر الفقرة 3.4.3.6 أعلاه]

بغية الحد من التعقيد في النظام CMTS لتشكيل مواصفات قنوات الاستقبال المعقدة بشكل اعتباطي، تعرّف مواصفات DOCSIS مجموعة من مواصفات قنوات الاستقبال "المعيارية" تصف مجموعة دنيا من القيود.

ويبلّغ المودم الكبلي النظام CMTS بشأن مواصفة معيارية RCP على الأقل بالإضافة إلى "المصنّع" RCP الذي يعطي المزيد من التفاصيل بشأن قدراتها والقيود المفروضة عليها. وإذا قام النظام CMTS بتشكيل المودم الكبلي مع تشكيل قناة استقبال استناداً إلى مواصفة معيارية RCP، يمكن أن تكون بعض قدرات المودم الكبلي الممثلة في المصنّع RCP ولكن خارج المواصفة RCP المعيارية غير متيسرة.

وتُعرّف مواصفة قناة الاستقبال المعيارية في الخيار التكنولوجي الأوروبي التي تحمل اسم "6-DOCSIS-01" من أجل التشغيل على تردد 8 MHz المبين في الشكل 2.B. ويتم توصيل الدخل RF من التركيبة الكبلية بوحدة استقبال تحتوي على فدرة من 8 قنوات مجاورة. وتمثل وحدة الاستقبال هذه قيود مولف مع عرض نطاق التقاط قدره 64 MHz يمكن وضعه في أي نقطة في مدى التردد DOCSIS الكامل. ويتم تمثيل تشكيل أربع قنوات في أي مكان داخل عرض نطاق الالتقاط بقنوات الاستقبال الأربع، تقابل كل منها تدفق الرزم من خرج قناة QAM واحدة إلى الطبقة MAC.



الشكل 2.B – المواصفة 01 لقناة استقبال معيارية DOCSIS – 8 MHz

فيما يخص هذه المواصفة المعيارية لقناة الاستقبال، يرسل النظام CMTS المعلمات التالية إلى المودم الكبلي في تشكيلة قناة الاستقبال:

- التردد المركزي للقناة الأولى في وحدة قنوات الاستقبال الثماني.
- التردد المركزي لكل قناة استقبال في عرض نطاق الالتقاط لوحدة الاستقبال.

4.4.3.6.B مثال لمواصفة قناة المستقبل لدى المصنّع

انظر الفقرة 4.4.3.6.

5.4.3.6.B إعادة تشكيل قنوات الاستقبال للمودم الكبلي

انظر الفقرة 5.4.3.6.

5.3.6.B دعم القناة الهابطة غير المتزامنة

انظر الفقرة 5.3.6.

الملحق C

تزامن واسترداد رأسية MPEG

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يعرَّف تدفق البتات في الاتجاه الهابط على أنه سلسلة متواصلة من الرزم المكونة من 188 بايتة. وتتألف هذه الرزم من رأسية من 4 بتات تليها 184 بايتة من الحمولة النافعة. ويحدَّد تدفق النقل هذا في الجزء 1 من MPEG-2، الأنظمة – التوصية [ITU-T H.222.0]، مع التعديلات الوارد وصفها في الفقرة 4.B من التوصية [ITU-T J.83-B].

1.C تزامن واسترداد رأسية MPEG في الخيار التكنولوجي لأمريكا الشمالية

عند تنفيذ الخيار التكنولوجي الأول للطبقة المادية المشار إليه في الفقرة 1.1 والمحدد في الفقرة 6، تنطبق التعديلات المبينة في الفقرة 4.B من التوصية [ITU-T J.83-B] – تأطير النقل MPEG-2 على نسق تدفق النقل.

و**ينبغي** التصريح بأن تدفق رزم MPEG-2 يجري "داخل الرتل" (أي أن التراصف الصحيح للرزم قد تم) عند استقبال خمسة مجاميع تدقيقية تعادلية صحيحة متتالية، تَفصِل كلاً منها عن سابقه 188 بايتة.

و**ينبغي** التصريح بأن تدفق رزم MPEG-2 يجري "خارج الرتل"، وأن بحثاً عن التراصف الصحيح للرزم قد بدأ، عند استقبال خمسة مجاميع تدقيقية تعادلية غير صحيحة متتالية.

2.C تزامن واسترداد رأسية MPEG في الخيار التكنولوجي الأوروبي

عند تنفيذ الخيار التكنولوجي الثاني للطبقة المادية المشار إليه في الفقرة 1.1 والمحدد في الملحق B، تنطبق التعديلات المبينة في المعيار [ETSI EN 300 429] على نسق تدفق النقل.

و**ينبغي** التصريح بأن تدفق رزم MPEG-2 يجري "داخل الرتل" (أي أن التراصف الصحيح للرزم قد تم) عند استقبال خمس بايتات تزامنية صحيحة متتالية، تَفصِل كلاً منها عن سابقه 188 بايتة.

و**ينبغي** التصريح بأن تدفق رزم MPEG-2 يجري "خارج الرتل"، وأن بحثاً عن التراصف الصحيح للرزم قد بدأ، عند استقبال تسع بايتات تزامنية غير صحيحة متتالية.

الملحق D

إضافات لمواصفات اليابان

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

ملاحظة – ترقيم الفقرات هو نفس ترقيم النص الرئيسي مسبوقاً بالحرف "D". ويبين هذا الملحق التعديلات الضرورية فقط للملحق D، إضافات لمواصفات اليابان. وتم ترقيم الأشكال والجداول في هذا الملحق وفقاً للأشكال والجداول المقابلة لها في النص الرئيسي. ولا تظهر الأشكال والجداول غير المعدَّلة ولكنها موجودة ضمنياً ويمكن الإشارة إليها.

ينطبق هذا الملحق على الخيار التكنولوجي الثالث المشار إليه في الفقرة 1.1. وفيما يخص الخيار الأول، يرجى الرجوع إلى الفقرتين 5 و6. وبالنسبة للخيار الثاني، يرجى الرجوع إلى الملحق B.

يعرِّف هذا الملحق السطح البيني للطبقة المادية المستخدم بالاقتران مع التوزيع الأوروبي للتلفزيون متعدد البرامج في اليابان. وهذا الملحق خياري ولا يؤثر بأي طريقة على امتثال التجهيزات للخيارين التكنولوجيين الوارد وصفهما في الفقرات المشار إليها أعلاه.

واحتُفظ بترقيم الفقرات الواردة في هذا الملحق بحيث تشير اللاحقة بعد حرف الملحق إلى جزء التوصية الذي تنطبق فيه التغييرات الموصوفة. وفي الحالات التي تكون فيها متطلبات الخيارين التكنولوجيين متماثلة، ترد إحالة مرجعية إلى النص الرئيسي.

1.D مجال التطبيق

انظر الفقرة 1.

2.D المراجع

انظر الفقرة 2.

3.D مصطلحات وتعاريف

انظر الفقرة 3.

4.D الاختصارات والأسماء المختصرة والاصطلاحات

انظر الفقرة 4.

5.D الافتراضات التشغيلية

انظر الفقرة 5.

1.5.D الافتراضات المتعلقة بالتجهيزات

1.1.5.D خطة الترددات

في الاتجاه الهابط، يفترض أن يكون للنظام الكبلي نطاق تمرير بحافة أدنى قدرها 90 MHz وحافة عليا تعتمد على التنفيذ ولكنها تنحصر نمطياً في مدى من 350 إلى 770 MHz. وداخل نطاق التمرير هذا، يُفترض وجود إشارات التلفزيون التماثلي NTSC في قنوات 6 MHz بناءً على خطط ترددات اليابان المعيارية، فضلاً عن وجود إشارات رقمية أخرى ضيقة النطاق وعريضة النطاق.

وفي الاتجاه الصاعد، **يمكن** أن يكون للنظام الكبلي نطاق تمرير فرعي (من 10 MHz إلى 55 MHz). و**يمكن** وجود إشارات التلفزيون التماثلي NTSC في القنوات 6 MHz، فضلاً عن إشارات أخرى.

2.1.5.D التوافق مع الخدمات الأخرى

انظر الفقرة 2.1.5.

3.1.5.D أثر عزل الأعطال على المستعملين الآخرين

انظر الفقرة 3.1.5.

4.1.5.D أجهزة النظام الكبلي الطرفية

انظر الفقرة 4.1.5.

2.5.D الافتراضات المتعلقة بقنوات الترددات الراديوية

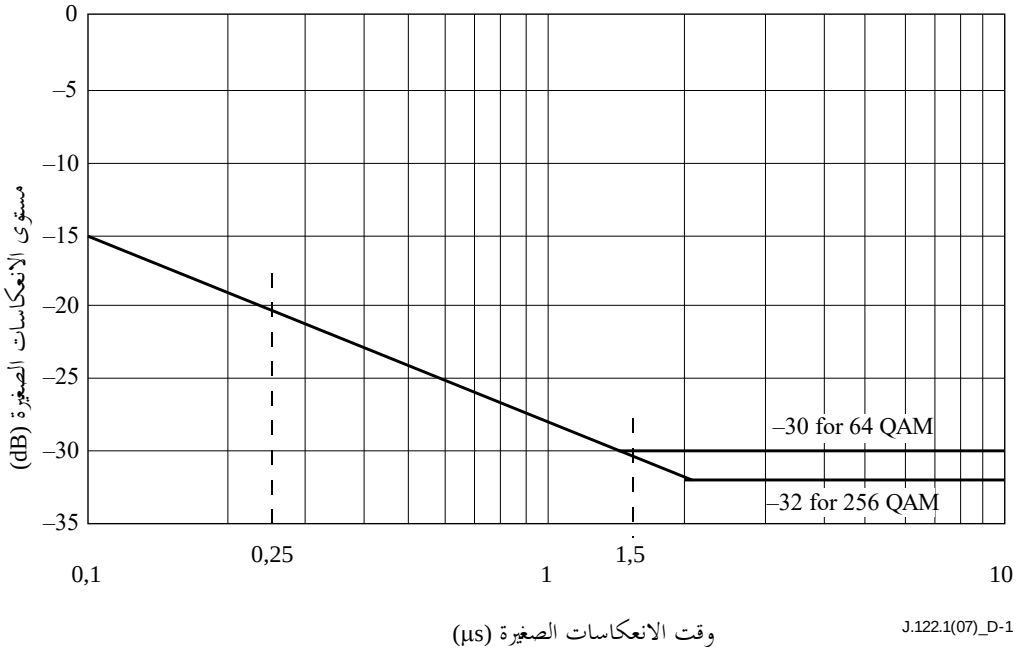
انظر الفقرة 2.5.

1.2.5.D الإرسال في الاتجاه الهابط

يبين الجدول 1.D خصائص إرسال قنوات الترددات الراديوية في الشبكة الكبلية في الاتجاه الهابط. وتفترض هذه الأرقام إجمالي متوسط قدرة إشارة رقمية في عرض قناة مقداره 6 MHz في مستويات الموجة الحاملة، ما لم يُشر إلى خلاف ذلك. وفيما يتعلق بمستويات الانحطاط، تفترض الأرقام الواردة في الجدول 1.D متوسط القدرة في عرض نطاق تقاس فيه مستويات الانحطاط بأسلوب معياري في نظام التلفزيون الكبلي. وفيما يخص مستويات الإشارة التماثلية، تفترض الأرقام الواردة في الجدول 1.D ذروة القدرة الغلافية في عرض نطاق قناة بمقدار 6 MHz. وتتحقق جميع هذه الأحوال بالتزامن. ولا يتجاوز أي مزيج من المعلمات التالية أياً من الحدود المذكورة للسطوح البينية، المحددة في أقسام أخرى من هذه التوصية.

الجدول 1.D – الخصائص المفترضة لإرسال قنوات الترددات الراديوية في الاتجاه الهابط
(انظر الملاحظة 1)

المعلمة	القيمة
مدى التردد	يبدأ المدى الاعتيادي لتشغيل النظام الكبلي في الاتجاه الهابط من 90 MHz ليصل إلى 770 MHz.
مباعدة قنوات الترددات الراديوية (عرض النطاق المصمَّم)	6 MHz
تأخر الانتقال من محطة التوزيع إلى أبعد عميل	≥ 0,800 ms (أقل من ذلك بكثير نمطياً)
نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في قناة 6 MHz	لا تقل عن 26 dBrms (عند 5,274 MHz) فيما يخص التشكيل 64 QAM لا تقل عن 33 dBrms (عند 5,274 MHz) فيما يخص التشكيل 256 QAM (الملاحظة 2)
نسبة الموجة الحاملة إلى تشوّه المركّب الثلاثي الدقّات	لا تقل عن 40 dBrms فيما يخص التشكيل 64 QAM لا تقل عن 51 dBrms فيما يخص التشكيل 256 QAM (الملاحظة 2)
نسبة الموجة الحامة إلى أي تداخل آخر منفصل (إشارات الدخل)	لا تقل عن 26 dBrms فيما يخص التشكيل 64 QAM لا تقل عن 33 dBrms فيما يخص التشكيل 256 QAM (الملاحظة 2)
تموّج الاتساع	3 dB في عرض النطاق المصمَّم
حدود الانعكاسات الصغيرة في الصدى السائد	الشكل 1.D
أقصى مستوى للموجة الحاملة الفيديوية التماثلية في دخل المودم الكبلي	الذروة 85 dBµV
أقصى عدد من الموجات الحاملة	111 (نظام 770 MHz)
الملاحظة 1 – يجري الإرسال من محطة وحدة الدمج إلى دخل المودم الكبلي في موقع العميل. **الملاحظة 2** – أُجري القياس نسبةً إلى مستوى إشارة QAM (rms) بمقدار –10 dB فيما يخص التشكيل QAM 64، وبمقدار –4 dB فيما يخص التشكيل QAM 256 عند المستوى الفيديوي المحدد (الذروة) في المحطة.	



الشكل 1.D – حدود الانعكاسات الصغيرة في الصدى السائد

2.2.5.D الإرسال في الاتجاه الصاعد

يبين الجدول 2.D خصائص إرسال قنوات الترددات الراديوية في الشبكة الكبلية في الاتجاه الصاعد المفترضة لأغراض الحد الأدنى من القدرة التشغيلية. وتتحقق جميع هذه الأحوال بالتزامن.

الجدول 2.D – الخصائص المفترضة لإرسال قنوات الترددات الراديوية في الاتجاه الصاعد (انظر الملاحظة 1)

المعلمة	القيمة
مدى التردد	10 MHz إلى 55 MHz من حافة إلى حافة
تأخر الانتقال من أبعد مودم كبلي إلى أقرب مودم كبلي أو نظام CMTS	≥ 0,800 ms (أقل من ذلك بكثير نمطياً)
نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل+ إشارات الدخل (إجمالي الضوضاء والتشوه والتشوه في المسيرات المشتركة والتشكيل المتقاطع وإجمالي إشارات الدخل المنفصلة والعريضة النطاق، باستثناء الضوضاء النبضية)	لا تقل عن 25 dB (الملاحظة 2)
التشكيل الطنيني للموجة الحاملة	لا يتجاوز –23 dBc (7,0%)
الضوضاء الرشقية	لا تطول مدتها عن 10 µs عند متوسط سرعة قيمته 1 kHz في معظم الحالات (الملاحظتان 3 و4)
تموج الاتساع عبر المدى من 10 MHz إلى 55 MHz	0,5 dB/MHz
تموّج تأخر الزمرة عبر المدى من 10 MHz إلى 55 MHz	200 ns/MHz
الانعكاسات الصغيرة – الصدى الوحيد	–10 dB @ ≤ 0,5 µs –20 dB @ ≤ 1,0 µs –30 dB @ > 1,0 µs
تغير (خسارة) الكسب المعكوس الموسمي واليومي	لا يتجاوز 14 dB ما بين الحدين الأدنى والأقصى

الملاحظة 1 – يجري الإرسال من خرج المودم الكبلي في موقع العميل إلى محطة التوزيع.
الملاحظة 2 – يمكن استخدام تقنيات تجنب إشارات الدخل أو تقنيات تحديد العتبات المسموح بها لضمان سلامة التشغيل في وجود إشارات دخل منفصلة ومتغيرة زمنياً قد يصل ارتفاع قدرتها إلى 10 dBc. وتحقق هذه النسب غير مضمون إلا في القنوات ذات الموجات الحاملة الرقمية.
الملاحظة 3 – خصائص الاتساع والتردد قوية بدرجة كافية لتقنيع الموجة الحاملة للبيانات، جزئياً أو كلياً.
الملاحظة 4 – مستويات الضوضاء النبضية أكثر انتشاراً عند الترددات الأدنى (<15 MHz).

1.2.2.5.D الإتاحة

انظر الفقرة 1.2.2.5.

3.5.D مستويات الإرسال

يُستهدف أن يكون مستوى القدرة الاسمي لإشارة (لإشارات) النظام CMTS في الاتجاه الهابط داخل قناة 6 MHz ضمن المدى من –10 dBc إلى –6 dBc بالنسبة إلى مستوى الموجة الحاملة الفيديوية التماثلية، ولن يتجاوز طبيعياً مستوى الموجة الحاملة الفيديوية التماثلية. و**ينبغي** أن يكون مستوى الموجة الحاملة في الاتجاه الهابط بالتشكيل 256 QAM مختاراً بعناية لسببين. أولهما تجنب أي تداخل على الموجة الحاملة الفيديوية التماثلية المجاورة، وثانيهما الحفاظ على نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء المطلوبة. و**لا يجوز** عادةً توزيع الإشارة الهابطة بالتشكيل 256 QAM على أي قناة مجاورة للموجة الحاملة الفيديوية التماثلية.

وسيكون مستوى القدرة الاسمي لإشارة (لإشارات) المودم الكبلي أدنى ما يمكن بما يحقق الهامش اللازم فوق مستويي الضوضاء والتداخل. وعند تحديد مستويات الإشارات في الاتجاه الصاعد، من الشائع استخدام حمولة قدرة منتظمة لكل وحدة من وحدات عرض النطاق، ويحدد مشغِّل الشبكة الكبلية مستويات معينة لتحقيق نسبتي الموجة الحاملة إلى الضوضاء والموجة الحاملة إلى التداخل اللازمتين.

4.5.D عكس التردد

انظر الفقرة 4.5.

6.D مواصفات الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي

1.6.D مجال التطبيق

تحدد هذه الفقرة الخصائص الكهربائية للمودم الكبلي (CM) ونظام انتهائية المودم الكبلي (CMTS) وعمليات معالجة الإشارات فيهما. والغرض من هذه التوصية تحديد قابلية التشغيل البيني للمودم والنظام CMTS بحيث تكون جميع عمليات تنفيذ المودم الكبلي قابلة للتشغيل مع جميع أنظمة CMTS. ولا تستهدف هذه التوصية الإشارة ضمنياً إلى عملية تنفيذ بعينها.

وتنطبق هذه الفقرة على الخيار التكنولوجي الثالث المشار إليه في الفقرة 1. وفي الحالات التي تكون فيها متطلبات هذا الخيار التكنولوجي مماثلة لمتطلبات الخيار التكنولوجي الأول، ترد إحالة مرجعية إلى النص الرئيسي.

وعندما ترد في هذا القسم أي إشارة إلى البث الهامشي تتعارض مع أي من المقتضيات القانونية المتعلقة بمنطقة التشغيل، تُعطى الأسبقية للأخير.

2.6.D الاتجاه الصاعد

1.2.6.D استعراض عام

تستخدم الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي (PMD) في الاتجاه الصاعد نسق نمط الرشقة بتقنية النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA)/ النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) (المشار إليه هنا بأسلوب TDMA) أو بتقنية النفاذ المتعدد بتقسيم التردد/النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن/النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرة (المشار إليه هنا بأسلوب S-CDMA)، ويتيح هذا النسق ستة معدلات وأنساق متعددة للتشكيل. ويقوم النظام CMTS بتشكيل استخدام أسلوب TDMA أو S-CDMA من خلال رسائل التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC).

ويشير أسلوب FDMA (النفاذ المتعدد بتقسيم التردد) إلى أن العديد من قنوات التردد الراديوي مخصصة في النطاق الصاعد. ويرسِل مودم كبلي على قناة واحدة أو أكثر من قنوات التردد الراديوي ويمكن إعادة تشكيله لتغيير القنوات.

و**يجب** أن يدعم المودم الكبلي ما لا يقل عن أربع قنوات نشطة في الاتجاه الصاعد (يشار إليها بمجموعة قنوات الإرسال لهذا المودم الكبلي).

ويزود المودم الكبلي نظام CMTS بمعلومات عن قدراته من حيث العدد الأقصى للقنوات في الاتجاه الصاعد وبعض الخصائص الأخرى لقدراته (الفقرة 25.2.6.D).

و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تشغيل جميع القنوات القائمة في مجموعة قنوات الإرسال، بالتزامن، وفي أي موقع في النطاق الصاعد، رهناً بالقيود المفروضة على قدرة الإرسال عبر القنوات وعلى إعادة تشكيل بعض خاصيات الإرسال (انظر الفقرتين 19.2.6.D و20.2.6.D والفقرات الفرعية لكل منهما). و**يجب** أن يكون نظام CMTS قادراً على تخصيص كل قناة تردد راديوي واستقبالها في أي موقع في النطاق الصاعد. و**يجب** أن يحدد نظام CMTS عدد القنوات المخصصة وترددها المركزي وجميع النعوت الأخرى للقنوات. و**يمكن** أن يغير نظام CMTS عدد القنوات المخصصة ونعوت القنوات. ولكل قناة تردد راديوي مجموعتها الخاصة من معلمات واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) على النحو المحدد في الفقرة 3.4.6 من المعيار [ITU-T J.222.2].

ويشير أسلوب TDMA (النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن) إلى أن الإرسالات في الاتجاه الصاعد تتسم بطبيعة رشقية. وتتقاسم عدة مودمات كبلية قناة تردد راديوي معينة من خلال التخصيص الدينامي لفواصل زمنية. ويشير أسلوب S-CDMA (النفاذ المتعدد والمتزامن بتقسيم الشفرة) إلى أن بإمكان عدة مودمات كبلية أن ترسل بشكل متزامن على نفس قناة التردد الراديوي وخلال نفس الفاصل الزمني في أسلوب TDMA، ولكن يُفصل فيما بينها بشفرات متعامدة مختلفة.

وتُستخدم في هذا الملحق الاصطلاحات التالية في التسميات. فيما يتعلق بالنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن، يشير مصطلح "معدل التشكيل" إلى سرعة رموز قناة التردد الراديوي (من 144 إلى 4608 ksym/s). وفيما يتعلق بأسلوب S-CDMA، يشير مصطلح "معدل التشكيل" إلى "معدل النبضة"، وهو معدل فرادى عناصر (نبضات) شفرة التمديد في أسلوب S-CDMA (من 152 1 إلى 608 4 kHz). وتُمثَّل معدلات التشكيل بوحدات الهرتز "Hz" للدلالة على عدد الرموز في الثانية في أسلوب TDMA أو عدد النبضات في الثانية في أسلوب S-CDMA. و"فاصل التشكيل" هو مدة الرمز (في أسلوب TDMA) أو مدة النبضة (في أسلوب النفاذ S-CDMA) وهو المعاكس لمعدل التشكيل. ويشير "رمز التمديد" عند خرج المبدِّد إلى مجموعة نبضات مكونة من 128 نبضة تتضمن شفرة تمديد واحدة في أسلوب S-CDMA، وناتجة عن تمديد رمز واحد من رموز المعلومات (كوكبة بتشكيل اتساع تربيعي (QAM)). ويُطلق على مدة رمز التمديد (128 نبضة) مصطلح "فاصل التمديد". ويشير مصطلح "الرشقة" إلى إرسال مادي للتردد الراديوي يتضمن تمهيداً واحداً وبيانات ويشهد (في غياب رشقات سابقة ولاحقة) صعوداً وهبوطاً في طاقة التردد الراديوي.

وفي بعض الحالات، تُستخدم أصفار منطقية أو آحاد منطقية لإضافة قدرات البيانات؛ ويشير ذلك إلى بيانات ثنائية البتات بقيمة صفر أو واحد، وينتج عن ذلك إرسال طاقة غير صفرية للتردد الراديوي. وفي حالات أخرى يُستخدم صفر عددي للدلالة مثلاً على الرموز التي ينتج عنها إرسال طاقة صفرية للتردد الراديوي (بعد أخذ صعود الطاقة وهبوطها في الحسبان).

ويشمل نسق التشكيل تحديد شكل النبضة من أجل الكفاءة الطيفية، ويتسم بالمرونة من حيث تردد الموجة الحاملة وبإمكانية انتقاء مستوى قدرة الخرج.

وتدعم كل رشقة ترتيباً مرناً للتشكيل، ومعدل تشكيل، وتمهيداً، وعشوائية للحمولة النافعة، وتشفيراً للتصحيح الأمامي للخطأ (FEC) قابلاً للبرمجة.

ويستطيع نظام CMTS، من خلال رسائل التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC)، تشكيل جميع معلمات الإرسال في الاتجاه الصاعد المرتبطة بخروج إرسالات الرشقات من المودم الكبلي. ويمكن برمجة العديد من المعلمات على أساس رشقة برشقة.

وبإمكان الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي (PMD) دعم أسلوب إرسال شبه متواصل **يجوز** أن يتراكب فيه هبوط رشقة معينة مع صعود الرشقة التي تليها، بحيث لا يكون الغلاف المرسَل صفراً أبداً. وفي أسلوب TDMA، **يجب** أن يضمن التوقيت النظامي لإرسالات TDMA من مختلف المودمات الكبلية أن مركز الرمز الأخير لرشقة معينة ومركز الرمز الأول لتمهيد الرشقة التي تليها مباشرةً تفصلهما مدة خمسة رموز على الأقل. و**يجب** أن يكون النطاق الحارس أكبر من أو يساوي مدة خمسة رموز مضافاً

إليها الحد الأقصى لخطأ التوقيت. ويعزى خطأ التوقيت إلى المودم الكبلي ونظام CMTS على السواء. ويحدَّد أداء توقيت المودم الكبلي في الفقرة 1.20.2.6.D. وقد يختلف الحد الأقصى لخطأ التوقيت والنطاق الحارس باختلاف أنظمة CMTS الواردة من مختلف البائعين. ومصطلح "وقت الحراسة" مماثل لمصطلح "النطاق الحارس"، باستثناء أنه يقاس من نهاية الرمز الأخير للرشقة إلى بداية الرمز الأول لتمهيد الرشقة التي تليها مباشرةً. وبالتالي فإن وقت الحراسة يساوي النطاق الحارس –1.

وتدعم الطبقة الفرعية PMD أيضاً أسلوب إرسال متزامناً عند استخدام أسلوب S-CDMA حيث **يجوز** أن يتراكب هبوط رشقة معينة تراكباً تاماً مع صعود الرشقة التي تليها، وبالتالي لا يكون الغلاف المرسَل صفراً أبداً. ولا يوجد وقت حراسة للإرسال على قنوات S-CDMA. و**يجب** أن يوفر التوقيت النظامي لإرسالات S-CDMA من مختلف المودمات الكبلية الدقة الكافية في التوقيت بحيث لا يكون هناك تداخل ملحوظ بين مختلف المودمات الكبلية. ويَستخدم أسلوب S-CDMA تزامناً دقيقاً بحيث يمكن لعدة مودمات كبلية الإرسال في آن واحد.

ومشكِّل الإرسال الصاعد هو جزء المودم الكبلي المقابل للشبكة الكبلية. ويضم المشكِّل وظيفة التشكيل على المستوى الكهربائي ووظيفة معالجة الإشارة الرقمية؛ وتتيح هذه الأخيرة التصحيح الأمامي للخطأ، والإرفاق بتمهيد، وتقابل الرموز، وغير ذلك من خطوات المعالجة.

وعلى غرار المشكِّل، يحتوي مزيل التشكيل على مكونين وظيفيين أساسيين، هما: وظيفة إزالة التشكيل ووظيفة معالجة الإشارة. ويوجد مزيل التشكيل داخل نظام CMTS وتوجد وظيفة إزالة تشكيل واحدة (ليس بالضرورة مزيل تشكيل مادي فعلي) لكل تردد مستعمَل للموجة الحاملة. وتستقبل وظيفة إزالة التشكيل جميع الرشقات على تردد معين.

وتقبل وظيفة إزالة التشكيل التي يؤديها مزيل التشكيل إشارة متغيرة المستوى متمركزة حول مستوى طاقة متحكم فيه وتؤدي المهام المتصلة بتوقيت الرموز واستعادة الموجة الحاملة وتتبُّعها وتلقي الرشقات وإزالة التشكيل. إضافةً إلى ذلك، تقدم وظيفة إزالة التشكيل تقديرات لتوقيت الرشقة بالنسبة لحافة مرجعية، وتقديرات لقدرة الإشارة المستقبَلة، ويمكن أن تقدم تقديرات لنسبة الإشارة إلى الضوضاء، ويمكن أن تقوم بتسوية تكييفية للتخفيف من آثار ما يلي:

أ) الأصداء الموجودة في المحطة الكبلية؛

ب) إشارات الدخل الضيقة النطاق؛

ج) تأخر الزّمرة.

وتتمثل وظيفة معالجة الإشارة التي يؤديها مزيل التشكيل في المعالجة العكسية لوظيفة معالجة الإشارة التي يؤديها المشكِّل. ويشمل ذلك قبول تدفق بيانات الرشقة التي أزيل تشكيلها، وفك التشفير، إلخ. وتزود وظيفة معالجة الإشارة مزيل التشكيل أيضاً بمرجع توقيت الحافة وإشارة السماح بالتمرير لتفعيل تلقي الرشقات في كلٍّ من الفواصل المخصصة لها. ويمكن أن تدل وظيفة معالجة الإشارة أيضاً على نجاح فك تشفير كل كلمة شفرة أو وجود خطأ في فك تشفيرها أو فشل فك تشفيرها، وعدد الرموز المصححة بأسلوب ريد–سولومون (Reed-Solomon) في كل كلمة شفرية. وفي جميع رشقات الإرسال الصاعد، يكون نظام CMTS على علم مسبق بطول الرشقة بالضبط في فواصل التشكيل (انظر الفقرات 5.2.6.D و 6.2.6.D و20.2.6.D والفقرة 2.A – "MAC service IDs" من التوصية [ITU-T J.222.2]).

2.2.6.D متطلبات معالجة الإشارات

انظر الفقرة 2.2.6.

3.2.6.D أنساق التشكيل

انظر الفقرة 3.2.6.

4.2.6.D التشفير بأسلوب ريد–سولومون (R-S)

انظر الفقرة 4.2.6.

5.2.6.D هيكل رتل R-S في الاتجاه الصاعد في حال تفعيل أسلوب تعدد قنوات الإرسال وفقاً للمواصفات DOCSIS.3

انظر الفقرة 5.2.6.

6.2.6.D هيكل رتل R-S في الاتجاه الصاعد في حال تعطيل أسلوب تعدد قنوات الإرسال وفقاً للمواصفات DOCSIS.3

انظر الفقرة 6.2.6.

7.2.6.D مشذِّر البايتات في قناة النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA)

انظر الفقرة 7.2.6.

8.2.6.D المُخلِّط (الموزِّع العشوائي)

انظر الفقرة 8.2.6.

9.2.6.D مشفر التشكيل بالتشفير الشبكي (TCM)

انظر الفقرة 9.2.6.

10.2.6.D الإرفاق بتمهيد

انظر الفقرة 10.2.6.

11.2.6.D معدلات التشكيل

1.11.2.6.D معدلات التشكيل DOCSIS 3.0

في أسلوب التشكيل TDMA، **يجب** على مزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي أن يوفر جميع التشكيلات عند 144 و288 و576 و1152 و2304 و4608 kHz.

وفي أسلوب التشكيل S-CDMA، **يجب** على مزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي أن يوفر جميع التشكيلات عند 1152 و288 و2304 و4608 kHz.

وفي أسلوب التشكيل TDMA، **يجب** أن يكون مزيل التشكيل CMTS في الاتجاه الصاعد قادراً على دعم التشكيل عند 144 و288 و1152 و2304 و4608 kHz. وفي أسلوب التشكيل S-CDMA، **يجب** أن يكون مزيل التشكيل CMTS في الاتجاه الصاعد قادراً على دعم التشكيل عند 1152 و2304 و4608 kHz.

وتنوع معدلات التشكيل والمرونة في ضبط الترددات الحاملة الصاعدة يسمح للمشغلين بوضع الموجات الحاملة في فجوات في نمط الدخول ضيق النطاق.

ويُحدد معدل التشكيل لكل قناة صاعدة في الرسالة MAC لواصف القناة الصاعدة (UCD). و**يجب** على جميع أجهزة المودم التي تستخدم هذه القناة الصاعدة أن تستعمل معدل التشكيل المحدد للإرسالات في الاتجاه الصاعد.

2.11.2.6.D معدلات تشكيل التوفق العكسي

في الأسلوبين TDMA وS-CDMA، **يجب** على مزيل التشكيل للمودم الكبلي أن يوفر جميع التشكيلات عند 1152 و2304 و4608 kHz عند التشغيل بأسلوب DOCSIS 1.x أو أسلوب DOCSIS 2.0 CMTS، أو مع نظام CMTS يعمل بأحد هذين الأسلوبين.

وبالإضافة إلى ذلك، من خلال هذا التشغيل pre-3.0-DOCSIS CMTS، وفيما يتعلق بالأسلوب TDMA، **يمكن** لمزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي أن يوفر جميع التشكيلات عند 144 و288 و576 kHz.

وفي التشغيل pre-3.0-DOCSIS CMTS، وفيما يخص الأسلوبين TDMA وS-CDMA، **يجب** أن يكون مزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي قادراً على دعم إزالة التشكيل عند 1152 و2304 و4608 kHz. وفي أسلوب التشغيل pre-3.0-DOCSIS CMTS، وفيما يتعلق بالأسلوب TDMA، **يمكن** لمزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي أن يدعم التشكيلات عند 144 و288 و576 kHz.

12.2.6.D مرتل ومشذر S-CDMA

انظر الفقرة 12.2.6.

13.2.6.D مرتل S-CDMA

انظر الفقرة 13.2.6.

14.2.6.D تقابل الرموز

انظر الفقرة 14.2.6.

15.2.6.D ممدد S-CDMA

انظر الفقرة 15.2.6.

16.2.6.D مسوي الإرسال المسبق

انظر الفقرة 16.2.6.

17.2.6.D تحديد شكل الطيف

يجب على المرسل الصاعد أن يقارب مرشاح نيكويست بالجذر التربيعي بزيادة موجة جيب التمام لتشكيل النبضة مع عامل تقريب ألفا = 0,25. و**يجب ألا** يتجاوز عرض النطاق المرسَل للمودم الكبل البالغ –30 dB قيم عرض القناة المبينة في الجدول 3.D. وترد قيم عرض القناة تحليلياً بالصيغة التالية:

$$\text{ChannelWidth} = \text{ModulationRate} \times (1 + \alpha)$$

و**يجب** ألا يتجاوز الطيف المشغول عروض القناة المبينة في الجدول 3.D.

الجدول 3.D – عرض القناة الأقصى

معدل التشكيل (kHz)	عرض القناة (kHz)	المباعدة الموصى بها بين القنوات (kHz)
144	180	187,5
288	360	375
576	720	750
1 152	1 440	1 500
2 304	2 880	3 000
4 608	5 760	6 000

1.17.2.6.D المرونة ومدى التردد الصاعد

يجب على الطبقة الفرعية PMD الصاعدة أن تدعم التشغيل في مدى التردد البالغ 10-55 MHz من حافة إلى حافة.

يجب دعم استبانة التردد المتخالف بمدى يبلغ ±32 kHz (تنفيذ زيادة قدرها 1 Hz ضمن ±10 Hz).

2.17.2.6.D نسق الطيف

انظر الفقرة 2.17.2.6.

18.2.6.D مهل المعالجة النسبية

مهلة معالجة الرسالة CM MAP هي الوقت المتاح بين وصول البتة الأخيرة للرسالة MAP إلى مودم كبلي وفعالية هذه الرسالة MAP. وخلال هذا الوقت، ينبغي للمودم الكبلي أن يعالج الرسالة MAP وأن يملأ مشذّراته (أو مرتلاته، بأسلوب S-CDMA) ببيانات مشفرة. **ويجب** على النظام CMTS أن يرسل الرسالة MAP في وقت مبكر بما يكفي لإتاحة مهلة معالجة الرسالة CM MAP على النحو البين أدناه.

وفيما يخص مودم كبلي بأسلوب MTC، تُعطى مهلة معالجة الرسالة CM MAP، D_p، بواسطة المعادلات التالية:

$$D_p = 600 + \frac{M}{4.608}\mu s$$

$$M = \begin{cases} I_r N_r, & I_r \neq 0 \\ B_r, & I_r = 0 \end{cases}$$

حيث M هو عدد العناصر في مشذرات المودم الكبلي (في حالة أسلوب TDMA)، أو المرتل (في حالة أسلوب S-CDMA). وفي حالة عدم وجود تشذير صاعد أو ترتيل S-CDMA، فإن M = 0. وجدير بالملاحظة أنه في المعادلات أعلاه، تُؤخذ قيمتا B_r وI_r*N_r باعتبارهما أقصى قيمتين لجميع أنواع الرشقات المحددة في واصف UCD محدد.

وفي أسلوب S-CDMA، M = 128(K+1)، حيث K هو عدد فواصل الانتشار لكل رتل. وهذا هو الوقت اللازم لمعالجة رتل S-CDMA بالإضافة إلى فاصل انتشار إضافي. فعلى سبيل المثال، في حالة K = 32، وهو ما يقابل حجم المرتل الأقصى، يكون وقت معالجة الرسالة CM MAP هو 1517 µs.

وبالنسبة لمودم كبلي لا يعمل بأسلوب MTC، تُعطى مهلة معالجة الرسالة CM MAP، D_p بواسطة المعادلة مع M تعادل ما هو محدد أعلاه:

$$D_p = 200 + \frac{\mathrm{M}}{4.608}\mu s$$

الملاحظة 1 – لا تشمل مهلة معالجة الرسالة CM MAP وقت إزالة تشذير التصحيح الأمامي للخطأ في الاتجاه الهابط.

الملاحظة 2 – تتعلق "فعالية الرسالة MAP" ببداية رتل الرشقة عند خرج التردد الراديوي للمودم الكبلي. وفي أسلوب S-CDMA، تتعلق "فعالية الرسالة MAP ببداية (عد خرج التردد الراديوي للمودم الكبلي) فاصل الانتشار الأول للرتل S-CDMA الذي يتضمن الرشقة.

19.2.6.D متطلبات قدرة الإرسال

تطبق المتطلبات التالية مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد. وتتناول الفقرة 4.19.2.6.D أدناه المتطلبات مع تعطيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد.

ويكون المودم الكبلي مطلوباً لدعم كمية قدرة الإرسال المتغيرة. وتُقدم المتطلبات من أجل:

1) مدى القدرة المرسلة المبلغ عنها لكل قناة؛
2) حجم الخطوة لأوامر القدرة؛
3) دقة حجم الخطوة (التغير الفعلي في قدرة الخرج لكل قناة مقارنة بالتغيير الذي يوجد أمر به)؛
4) الدقة المطلقة لقدرة خرج المودم الكبلي لكل قناة.

تُعرف الفقرة 5.4.6 من التوصية [ITU-T J.222.2] البروتوكول الذي تتم به عمليات ضبط القدرة. **ويجب** أن تكون عمليات الضبط هذه التي يقوم بها المودم الكبلي في حدود مديات التفاوتات المسموح بها. **يجب** على المودم الكبلي تأكيد أن حدود قدرة الإرسال

لكل قناة قد استُوفيت بعد إرسال رسالة RNG-RSP أو بعد تغيير واصف القناة في الاتجاه الصاعد (UCD) لكل قناة من القنوات النشطة للمودم الكبلي المشار إليها. وتُعرف قناة نشطة لمودم كبلي كأي قناة يحصل من أجلها المودم الكبلي على تصريح سيستخدمه لتهيئة القناة أو قياس المدى أو كأي قناة يتم من أجلها "قياس مدى" المودم الكبلي. وتُدعى أيضاً مجموعة "القنوات النشطة" مجموعة قنوات الإرسال. (ستكون هناك آلية يمكن للنظام CMTS من خلالها أن يأمر المودم الكبلي بتعطيل قناة نشطة إما لغرض تقليل عدد القنوات النشطة على هذا المودم الكبلي أو لغرض إضافة قناة نشطة مختلفة كقناة صاعدة بديلة لهذا المودم الكبلي). وجدير بالملاحظة أن مجموعة القنوات الرشقية فعلياً في الاتجاه الصاعد من مودم كبلي هي مجموعة فرعية من القنوات النشطة على هذا المودم الكبلي؛ وفي كثير من الأحيان لا تكون واحدة من القنوات النشطة أو جميعها في حالة رشقية على المودم الكبلي، ولكن هذه القنوات الهادئة تظل "قنوات نشطة" بالنسبة لهذا المودم الكبلي.

وتُعرّف قدرة الإرسال لكل قناة على أنها متوسط قدرة التردد الراديوي في عرض النطاق المشغول (عرض القناة) المرسَل في رموز البيانات لرشقة ما، مع افتراض رموز QAM متساوية الاحتمال، تقاس عند الموصل F للمودم الكبلي. وتُعرّف قدرة الإرسال الكلية كمجموع قدرة الإرسال لكل قناة ترسل رشقة في وقت معيّن. وتتعلق متطلبات قدرة الإرسال القصوى والدنيا بمستوى قدرة الإرسال للمودم الكبلي الذي يُحدد كتقدير المودم الكبلي لقدرته الفعلية للإرسال. **ويجب** أن تكون قدرة الإرسال الفعلية لكل قناة ضمن ± 2 dB من القدرة المستهدفة. **ويجب** أن تكون قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة متغيرة عبر المدى المحدد في الجدول 9.D.

مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لنفترض أن $P_r - P_{hi} = P_{load}$ لكل قناة باستعمال تعاريف P_{hi} وP_r الواردة في الفقرات الفرعية التالية من الفقرة 19.2.6.D. وتسمى القناة المقابلة للحد الأدنى لقيمة P_{load} أعلى قناة محملة، ويرمز إليها بالمعلمة P_{load_1} في هذه التوصية، حتى ولو كانت هناك قناة واحدة فقط في مجموعة قنوات الإرسال. ويكون لقناة عالية التحميل، قيمة P_{load_n} منخفضة (ولكن ليس أقل من 0)؛ وتكون القيمة P_{load_n} مماثلة لمقدار انخفاض المضخم بالنسبة إلى خرج قدرته القصوى. ويكون للقناة قدرة خرج أقل عندما يكون لهذه القناة تحميل أقل (مزيد من التراجع) ومن ثم قيمة P_{load_n} أعلى. وجدير بالملاحظة أن أعلى قناة محملة ليست بالضرورة القناة ذات قدرة الإرسال الأعلى علماً أن القدرة القصوى للقناة تعتمد على التشكيلات التي تدعمها في مواصفات الرشقات لديها. ويشار إلى القناة ذات ثاني أدنى قيمة للقيمة P_{load} بوصفها ثاني أعلى قناة محملة، ويشار إلى قيمة التحميل لديها بوصفها P_{load_2}؛ والقناة ذات ثالث أدنى قيمة للقيمة P_{load} هي ثالث أعلى قناة محملة، ويشار إلى قيمة التحميل لديها بوصفها P_{load_3}، ويشار إلى القناة ذات رابع أدنى قيمة تحميل بوصفها رابع أعلى قناة محملة وقيمة التحميل لديها هي P_{load_4}. وتعرّف $P_{load_min_set}$ الطرف الأعلى لنافذة المدى الدينامي للمودم الكبلي فيما يخص P_{hi} لكل قناة. وستحدّ القيمة $P_{load_min_set}$ من القدرة القصوى الممكنة لكل قناة نشطة إلى قيمة أقل من P_{hi} عندما تكون القيمة $P_{load_min_set}$ أكبر من الصفر. و$P_{load_min_set}$ هي قيمة يفرضها النظام CMTS على المودم الكبلي. (في حالة وجود أقل من 4 قنوات في مجموعة قنوات الإرسال، ستكون القيمة P_{load_n} صالحة فقط للقنوات الصاعدة النشطة n) ولا تُعرّف القيم $P_{load_min_set}$ وP_{load_n} وP_{hi_n} وP_{r_n} وغيرها إلا عند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد.

يصدر النظام CMTS أمراً باتساق ضبط القيمة P_{r_n} مع القيمة $P_{load_min_set}$ المخصصة سابقاً للمودم الكبلي مع الحدود التالية:

$$P_{load_min_set} \leq P_{hi_n} - P_{r_n} \leq P_{load_min_set} + 12\ dB$$

وما يعادلها:

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12\ dB) \leq P_{r_n} \leq P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

يتم حساب قيمة $P_{low_multi_n}$ لكل قناة في مجموعة قنوات الإرسال، التي تحدد الطرف السفلي لنافذة المدى الدينامي لقدرة الإرسال لتلك القناة بالنظر إلى الطرف العلوي للمدى (الذي يتم تحديده بواسطة $P_{load_min_set}$).

$$P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12\ dB$$

وتأثير القيمة $P_{low_multi_n}$ هو تقييد المدى الدينامي المطلوب (أو حتى المسموح به) من جانب المودم الكبلي عبر قنواته المتعددة عند التشغيل مع قنوات نشطة متعددة.

وعندما يرسل النظام CMTS قيمة $P_{load_min_set}$ جديدة إلى المودم الكبلي، هناك احتمال ألا يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير إلى القيمة الجديدة على الفور لأن المودم الكبلي قد يكون في منتصف الرشقة على قناة أو أكثر من قنواته الصاعدة في

اللحظة التي يتلقى فيها المودم الكبلي أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$. وقد ينقضي بعض الوقت قبل أن يمنح النظام CMTS المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام. وعلى غرار ذلك، فإن التغييرات التي يوجد أمر بها على القيمة P_{r_n} قد لا يتم تنفيذها فور استقبالها في المودم الكبلي إذا كانت القناة ذات الترتيب n في حالة رشقية. وقد تحدث التغييرات التي يوجد أمر بها للقيمة P_{r_n} في آن واحد مع إصدار أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$. **وينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ بعد إصدار أمر بتغيير في القيمة P_{r_n} إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل في القناة ذات الترتيب n. **وينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ بعد إصدار أمر بتغيير في القيمة $P_{load_min_set}$ إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل العام للأمر الأول. وكذلك، ينبغي للنظام CMTS ألا يصدر أمراً بتغيير القيمة P_{r_n}:

أ) إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل العام تبعاً لأمر بقيمة جديدة $P_{load_min_set}$؛

ب) إلا بعد توفير الوقت الكافي لإعادة التشكيل على القناة ذات الترتيب n تبعاً لإصدار أمر بتغيير سابق في القيمة P_{r_n}.

وبعبارة أخرى، **يجب** أن يتجنب النظام CMTS إرسال تغييرات متتالية في القيمة P_{r_n} و/أو القيمة $P_{load_min_set}$ للمودم الكبلي دون وقت كافٍ لإعادة التشكيل من أجل إصدار الأمر الأول. وعند إصدار أمر بقيمة جديدة متزامنة $P_{load_min_set}$ وبتغيير في القيمة P_{r_n}، **قد** ينتظر المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام المقبل (أي التزامن مع إصدار القيمة الجديدة $P_{load_min_set}$) لتطبيق التغيير في القيمة P_{r_n} بدلاً من تطبيق التغيير في أول وقت كافٍ لإعادة تشكيل القناة ذات الترتيب n؛ وقيمة $P_{load_min_set}$ التي تنطبق على القيمة P_{r_n} الجديدة هي القيمة $P_{load_min_set}$ التي صدر أمر بشأنها في نفس الوقت، ولذلك، إذا كان التغيير إلى القيمة يقع خارج نافذة المدى الدينامي للقيمة $P_{load_min_set}$ القديمة، عندئذ **يجب** على المودم الكبلي أن ينتظر وقت إعادة التشكيل العام لتطبيق التغيير في القيمة P_{r_n}.

و**يجب** على النظام CMTS أن يتجاهل أمر زيادة قدرة الإرسال لكل قناة إذا كان هذا الأمر سيتسبب في هبوط القيمة P_{load_n} لتلك القناة تحت القيمة $P_{load_min_set}$. وجدير بالإشارة إلى أن النظام CMTS يمكن أن يسمح بتغييرات صغيرة للقدرة في أعلى قناة محملة للمودم الكبلي، بدون هذه التقلبات التي تؤثر على المدى الدينامي لقدرة الإرسال مع كل تغيير صغير من هذا القبيل. ويتم تحقيق ذلك من خلال ضبط القيمة $P_{load_min_set}$ إلى قيمة أصغر من المعتاد، ومن المتوقع أن يتغير تقلب القدرة لكل قناة في أعلى قناة محملة. و**يجب** على المودم الكبلي أيضاً أن يتجاهل أي تغيير يوجد أمر به لكل قدرة إرسال للقناة من شأنه أن يؤدي إلى هبوط القيمة P_{r_n} تحت نافذة المدى الدينامي، أي قدرة أقل من القدرة المسموح بها من جانب نافذة المدى الدينامي، التي يتم تحديدها من خلال القيمة $P_{load_min_set}$. و**يجب** على المودم الكبلي أيضاً أن يتجاهل أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$ بحيث تقع القيم P_{r_n} الحالية خارج المدى الدينامي الجديد.

وتنطبق متطلبات الأداء الهامشية الواردة في الفقرات 1.22.2.6.D و1.1.22.2.6.D و2.1.22.2.6.D عندما يعمل المودم الكبلي في مديات معينة للقيم من أجل P_{load_n}، فيما يخص n = 1، على عدد القنوات الصاعدة النشطة، ومن أجل مديات معينة لعدد شفرات التمديد التي تُرسل كجزء من العدد الإجمالي للشفرات النشطة على قناة من أجل القنوات S-CDMA على النحو المبين في تلك الفقرات.

وفيما يخص كل قناة، تحال قدرة الإرسال لكل قناة يبلغ عنها المودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة إلى الكوكبة ذات 64 QAM. وعند الإرسال مع كوكبات أخرى، ستنتج قدرة إرسال مختلفة قليلاً اعتماداً على كسب الكوكبة المبين في الجداول من 4.D إلى 6.D أدناه. فعلى سبيل المثال، إذا كانت القدرة المبلغ عنها في قناة ما هي 30 dBmV، سيتم إرسال 64 QAM بقدرة مستهدفة قدرها 30 dBmV في تلك القناة، في حين سيتم إرسال QPSK بمعدل 28,82 dBmV في تلك القناة.

الجدول 4.D – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال

$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	P_{max} (dBmV) S-CDMA	P_{max} (dBmV) TDMA	P_{min} (dBmV) H	M	L	كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى 64 QAM (dB)	الكوكبة
57,18	62,18	18,18	56	61	23	20	17	1,18–	QPSK
56,21	58,21	17,21	56	58	23	20	17	0,21–	8 QAM
56,21	58,21	17,21	56	58	23	20	17	0,21–	16 QAM
56,00	57,00	17,00	56	57	23	20	17	0,00	32 QAM
56,00	57,00	17,00	56	57	23	20	17	0,00	64 QAM
55,95	لا ينطبق	16,95	56	.....	23	20	17	0,05	128 QAM
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل مع L = 1 152 kHz وM = 2 304 kHz وH = 4 608 kHz).									

الجدول 5.D – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع قناتين في مجموعة قنوات الإرسال

$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	P_{max} (dBmV) S-CDMA	P_{max} (dBmV) TDMA	P_{min} (dBmV) H	M	L	كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى 64 QAM (dB)	الكوكبة
54,18	59,18	18,18	53	58	23	20	17	1,18–	QPSK
53,21	55,21	17,21	53	55	23	20	17	0,21–	8 QAM
53,21	55,21	17,21	53	55	23	20	17	0,21–	16 QAM
53,00	54,00	17,00	53	54	23	20	17	0,00	32 QAM
53,00	54,00	17,00	53	54	23	20	17	0,00	64 QAM
52,95	لا ينطبق	16,95	53	لا ينطبق	23	20	17	0,05	128 QAM
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل مع L = 1 152 kHz وM = 2 304 kHz وH = 4 608 kHz).									

الجدول 6.D – كسوب الكوكبات وحدود القدرة لكل قناة مع ثلاث أو أربع قنوات في مجموعة قنوات الإرسال

$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	P_{max} (dBmV) S-CDMA	P_{max} (dBmV) TDMA	P_{min} (dBmV) H	M	L	كسب الكوكبة G_{const} نسبة إلى 64 QAM (dB)	الكوكبة
54,18	56,18	18,18	53	55	23	20	17	1,18–	QPSK
53,21	52,21	17,21	53	52	23	20	17	0,21–	8 QAM
53,21	52,21	17,21	53	52	23	20	17	0,21–	16 QAM
53,00	51,00	17,00	53	51	23	20	17	0,00	32 QAM
53,00	51,00	17,00	53	51	23	20	17	0,00	64 QAM
52,95	لا ينطبق	16,95	53	لا ينطبق	23	20	17	0,05	128 QAM
(P_{min} هي دالة لمعدل التشكيل مع L = 1 152 kHz وM = 2 304 kHz وH = 4 608 kHz).									

يجب أن تكون قدرة الإرسال الفعلية لكل قناة في الرشقة ثابتة في حدود dB 0,1 من ذروة إلى ذروة، حتى في وجود تغيير في القدرة على القنوات النشطة الأخرى. ويستبعد ذلك تغير الاتساع الذي يكون موجوداً نظرياً بسبب تشكيل الاتساع التربيعي، وتشكيل النبضة، والتسوية المسبقة، وبالنسبة إلى أسلوب النفاذ S-CDMA، تمديد عدد الشفرات الموزعة واختلافها.

يجب أن يدعم المودم الكبلي عمليات حساب قدرة الإرسال المبينة في الفقرتين 1.19.2.6.D و2.19.2.6.D.

1.19.2.6.D عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ TDMA

في أسلوب النفاذ TDMA، يحدد المودم الكبلي قدرة الإرسال المستهدفة لديه لكل قناة P_t على النحو التالي من أجل كل قناة نشطة. تحديد القناة الصاعدة X لكل قناة نشطة مثل:

P_r = مستوى القدرة المبلغ عنها (dBmV) للمودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة (بالنسبة إلى الكوكبة 64 QAM) فيما يخص القناة X

ΔP = ضبط مستوى القدرة (dB) وفقاً للأمر الصادر في رسالة استجابة قياس المدى مثلاً

G_{const} = كسب الكوكبة (dB) نسبة إلى الكوكبة 64 QAM (انظر الجدول أعلاه)

P_{min} = قدرة الإرسال الدنيا المستهدفة لكل قناة المسموح بها للمودم الكبلي وفقاً للفقرة 19.2.6.D

P_{max} = قدرة الإرسال القصوى المستهدفة لكل قناة المسموح بها للمودم الكبلي وفقاً للفقرة 19.2.6.D

P_{hi} = $\min(P_{max} - G_{const})$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.D

P_{low} = $\max(P_{min} - G_{const})$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X وفقاً للفقرة 19.2.6.D

P_t = قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة (dBmV) للمودم الكبلي في القناة X (القدرة الفعلية المرسلة لكل قناة في القناة X حسب تقدير المودم الكبلي)

يحدّث المودم الكبلي قدرته المبلغ عنها لكل قناة في كل قناة باتباع الخطوات التالية:

1) $P_r = P_r + \Delta P$
//إضافة ضبط مستوى القدرة (لكل قناة) إلى مستوى القدرة المبلغ عنها لكل قناة.

2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$
//قطع عند حدود القدرة القصوى لكل قناة.

3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$
//قطع عند حدود القدرة الدنيا لكل قناة.

4) اختبار، $IF[P_r = < P_{low_multi}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r
//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة.

5) اختبار، $IF[P_r = > P_{hi} - P_{low_min_set}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r
//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة.

وبعد ذلك، يقوم المودم الكبلي بالإرسال في القناة X مع القدرة المستهدفة لكل قناة $P_t = P_r + G_{const}$، أي القدرة المبلغ عنها بالإضافة إلى كسب الكوكبة.

وعادة ما يكون مستوى القدرة المبلغ عنه كمية ثابتة نسبياً، في حين أن مستوى القدرة المرسلة في القناة X يختلف بشكل دينامي نظراً لإرسال مواصفات مختلفة للرشقة مع كسوب مختلفة للكوكبة. و**يجب** ألا تكون القدرة المرسلة المستهدفة للمودم الكبلي لكل قناة أقل من P_{min} أو أعلى من P_{max}. وكذلك، إذا استُخدم الإبراق QPSK فقط، يمكن أن تكون القدرة المبلغ عنها لكل قناة أكبر من 61 dBmV، على الرغم من أن قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة لن تتجاوز 61 dBmV.

فعلى سبيل المثال، إذا كانت مواصفات الرشقة بأسلوبي QPSK وQAM 64 فقط نشطة في القناة X، فإن P_{hi} = 54 dBmV وP_{low} = 18,2 dBmV من أجل معدل تشكيل يبلغ 1152 kHz. وتعتمد القيمة P_{low} على معدل التشكيل. والقدرة القصوى المرسلة المسموح بها بأسلوب QPSK في القناة X هي 54 dBmV – 1,2 dB = 52,8 dBmV، والقدرة الدنيا QPSK في القناة X هي 18,2 dBmV – 1,2 dB = 17 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1152 kHz)، والقدرة القصوى 64 QAM في القناة X هي 54 dBmV، والقدرة الدنيا 64 QAM في القناة X هي 18,2 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1152 kHz).

2.19.2.6.D عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA

في الأسلوب S-CDMA، تعتمد عمليات حساب القدرة عما إذا كانت الشفرات القصوى المجدولة مفعّلة أم لا.

1.2.19.2.6.D عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA عندما تكون الشفرات القصوى المجدولة غير مفعّلة

في أسلوب S-CDMA عندما تكون الشفرات القصوى المجدولة غير مفعّلة، يحدد المودم الكبلي قدرة الإرسال المستهدفة الخاصة به لكل قناة P_t على النحو التالي من أجل كل قناة نشطة. تحديد القناة الصاعدة X لكل قناة نشطة مثل:

P_r = مستوى القدرة المبلغ عنها (dBmV) للمودم الكبلي في قاعدة معلومات الإدارة (بالنسبة إلى الكوكبة 64 QAM) فيما يخص القناة X

$P_{hi} = \min[P_{max} - G_{const}]$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الفقرة 19.2.6.D)

$P_{low} = \max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(number_active_codes/number_of_codes_per_mini\text{-}slot)$ عندما يكون الحد الأقصى على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في القناة X (انظر الفقرة 19.2.6.D)

يحدّث المودم الكبلي قدرته المبلغ عنها لكل قناة في كل قناة من خلال الخطوات التالية:

1) $P_r = P_r + \Delta P$

//إضافة ضبط مستوى القدرة (لكل قناة) إلى مستوى القدرة المبلغ عنها لكل قناة.

2) $P_r = \min[P_r, P_h]$

//قطع عند حدود القدرة القصوى لكل قناة.

3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$

//قطع عند حدود القدرة الدنيا لكل قناة.

4) اختبار، $IF[P_r < P_{low_multi}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r

//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة.

5) اختبار، $IF[P_r => P_{hi} - P_{low_min_set}]$، تجاهل الأمر واسترجاع القيمة السابقة P_r

//ستخل قدرة كل قناة انطلاقاً من هذا الأمر بنافذة المدى الدينامي المحددة.

وفي رتل ممدّد نشط، يرسل المودم الكبلي بعد ذلك كل شفرة i مع قدرة مستهدفة:

$$P_{t,\,i} = P_r + G_{const,\,i} - 10 \log(number_active_codes)$$

(أي القدرة المبلغ عنها للقناة X زائداً كسب الكوكبة $G_{const,i}$ لتلك الشفرة، ناقصاً عامل يأخذ في الاعتبار عدد الشفرات النشطة. وتمثل القدرة الكلية المرسلة في القناة X، P_t في الرتل، مجموع قدرات الإرسال الفردية $P_{t,i}$ لكل شفرة في القناة X حيث يُنفذ المجموع باستخدام كميات مطلقة للقدرة [خارج مجال وحدات الديسيبل]).

وفي رتل ممدّد غير نشط، تكون قدرة الإرسال المستهدفة للمودم الكبلي في القناة X هي $P_t = P_r + G_{const}$.

يختلف مستوى القدرة المرسلة في القناة X بشكل دينامي نظراً لإرسال مواصفات مختلفة للرشقة مع كسوب مختلفة للكوكبة. و**يجب** ألا تكون القدرة المرسلة المستهدفة للمودم الكبلي لكل قناة أقل من P_{min} أو أعلى من P_{max}، بما في ذلك في جميع أعداد الشفرات الموزعة وجميع مواصفات الرشقة. وهذا يعني أنه قد لا يُسمح، في بعض الحالات، بمستويات قدرة الإرسال القصوى في كل قناة (مثل 17 و56 dBmV). وكذلك، إذا استُخدم الإبراق QPSK فقط، يمكن أن تكون القدرة المبلغ عنها لكل قناة أكبر من 56 dBmV، على الرغم من أن قدرة الإرسال المستهدفة لكل قناة لن تتجاوز 56 dBmV.

وإذا كانت مجموعة قنوات الإرسال تحتوي على قناة واحدة فقط مثلاً، وكان لهذه القناة، القناة X، مواصفات الرشقة بأسلوبي QPSK وQAM 64، يكون عدد الشفرات النشطة 128 وعدد الشفرات لكل فاصل مصغر هو 2، عندئذ، P_{hi} = 54,82 dBmV وP_{low} = 36,24 dBmV من أجل معدل تشكيل قدره 1152 kHz. وتعتمد القيمة P_{low} على معدل التشكيل. والقدرة القصوى المرسلة المسموح بها بأسلوب QPSK في القناة X هي 56 – 1,18 = 54,82 dBmV عند إرسال جميع الشفرات النشطة. والقدرة الدنيا QPSK في القناة X هي 17 dBmV = 1,18 dB – 10log(128) dB + 10log(2) dB – 36,24 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1152 kHz) عند إرسال فاصل مصغر. ويكون الحد الأخير في المجموع هو نتيجة جمع القدرات الفردية على شفرتين. وبالمثل، فإن القدرة القصوى 64 QAM في القناة X هي 56 dBmV، عند إرسال جميع الشفرات النشطة وتكون القدرة الدنيا 64 QAM في القناة X هي 18,18 dBmV = 10log(128) dB + 10log(2) dB – 36,24 dBmV (مع معدل تشكيل قدره 1152 kHz) عند إرسال فاصل مصغر واحد. والقدرة الدنيا المرسلة بأسلوب QPSK في القناة X عند إرسال فاصليْن مصغّرين مثلاً هي 20 dBmV (مع تشكيل قدره 1152 kHz)، والقدرة الدنيا المسموح بها بأسلوب 64 QAM في القناة X عند إرسال فاصليْن مصغّرين هي 21,2 dBmV (مع تشكيل قدره 1152 kHz).

ويحتاج المودم الكبلي إلى تنفيذ شكل من أشكال القطع على شكل الموجة المرسلة في قدرة خرج أعلى من أجل منع قضايا نسبة الذروة إلى المتوسط (PAR).

وستكون القدرة المستقبَلة في النظام CMTS في رتل ممدد نشط أقل أحياناً من القدرة الاسمية لرتل ممدد غير نشط بسبب عوامل من قبيل:

1) عدم استخدام أيّ من أجهزة المودم الكبلية لفرص البث؛
2) عدم استخدام مودم كبلي أو أكثر للتصاريح أحادية الإرسال؛
3) تخصيص فواصل زمنية مصغرة لمحدد التتابع (SID) بقيمة صفرية.

2.2.19.2.6.D عمليات حساب قدرة الإرسال بأسلوب النفاذ S-CDMA عند تفعيل الشفرات المجدولة القصوى

انظر الفقرة 2.2.19.2.6.

3.19.2.6.D حجم خطوة قدرة الإرسال

يبقى دون تغيير.

4.19.2.6.D متطلبات قدرة الإرسال من أجل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد غير المفعّل

مع تعطيل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد، **يجب** على المودم الكبلي أن يُشغل وفقاً لما جاء في التوصية [ITU-T J.122]، مع الاستثناءات التالية. و**يجب** أن يكون الحد الأدنى للقدرة في الاتجاه الصاعد P_{min} على النحو المبين في الجدول 7.D أدناه، للاستعاضة عن متطلبات الحد الأدنى للقدرة الواردة في التوصية [ITU-T J.122]. و**يجب** أن يكون الحد الأقصى للقدرة في الاتجاه الصاعد P_{max} على النحو المبين في الجدول 4.D أعلاه، للاستعاضة عن متطلبات الحد الأدنى للقدرة الواردة في التوصية [ITU-T J.122]. وجدير بالملاحظة أنه في الفقرة 2.18.2.6.J من التوصية [ITU-T J.122]، **يجب** الاستعاضة عن قيمة 53 في المعادلة بشأن P_{hi_S} بقيمة 56 لأن هذه القيمة يقصد بها في الواقع أن تكون القيمة P_{max} من الجدول 4.D أعلاه.

الجدول 7.D – متطلبات قدرة الإرسال من أجل أسلوب قنوات الإرسال المتعدد غير المفعّل

معدل التشكيل (kHz)	P_{min} (dBmV)	إمكانية التطبيق
144	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
288	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
576	17	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
1 152	17	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
2 304	20	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
4 608	23	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم

20.2.6.D مواصفات الرشقة

تُقسم خصائص الإرسال إلى ثلاثة أجزاء:

أ) معلمات القناة؛

ب) نعوت مواصفات الرشقة؛

ج) المعلمات الوحيدة للمستعمل.

تشمل معلمات القناة:

أ) معدل التشكيل (ستة معدلات من 144 kHz إلى 4 608 kHz بخطوات أثمونية)؛

ب) التردد المركزي (Hz)؛

ج) السلسلة فائقة التمهيد من 1536 بتة؛

د) معلمات القناة S-CDMA.

يتقاسم جميع المستعملين معلمات القناة على قناة معينة. وترد نعوت مواصفات الرشقة في الجدول 8.D وهذه المعلمات هذه النعوت المشتركة المقابلة لنوع الرشقة.

و**يجب** على المودم الكبلي أن يولد كل رشقة في الوقت المناسب كما تُنقل في رسائل تصاريح الفواصل المصغرة التي توفرها جداول MAP الخاصة بالنظام CMTS.

و**يجب** على المودم الكبلي أن يدعم جميع مواصفات الرشقة التي يصدر النظام CMTS أمراً بها عبر واصفات الرشقة في واصف القناة الصاعدة ويخصصها لاحقاً لإرسالها في جدول MAP.

الجدول 8.D – نعوت مواصفات الرشقة

نعوت مواصفات الرشقة	إعدادات التشكيلة
تشكيل	QPSK، 8 QAM، 16 QAM، 32 QAM، 64 QAM، 128 QAM (التشكيل CMT فقط)
تشفير تفاضلي	تشغيل/وقف تشغيل
تشفير TCM	تشغيل/وقف تشغيل
طول التمهيد	0-536 1 بتة (انظر الفقرة 9.2.D.6)
قيمة موازنة التمهيد	0 إلى 1534
التصحيح الأمامي للخطأ لتشفير ريد–سولومون (T)	0 إلى 16 بتة (يعني 0 عدم وجود تصحيح R-S FEC. وعدد بايتات تعادلية الكلمة الشفرية هو 2*T)
بايتات معلومات الكلمة الشفرية التصحيح الأمامي للخطأ لتشفير ريد–سولومون (k)	ثابت: 16 إلى 253 (بافتراض أن التصحيح R-S FEC مفعّل)
قيمة البداية للمخلّط	15 بتة
الطول الأقصى للرشقة (فواصل زمنية مصغرة)[1]	0 إلى 255
وقت الحراسة	4 إلى 255 فاصلاً للتشكيل لا يوجد وقت حراسة في الأسلوب S-CDMA
طول الكلمة الشفرية الأخيرة	ثابت، مصغر
تشغيل/وقف تشغيل المخلّط	تشغيل/وقف تشغيل
عمق مشذر البايتة[3]	0 إلى العتبة الدنيا $(2048/N_r)$[4]
حجم فدرة مشذر البايتة (Br)[5]	$2*N_r$ إلى 2048
نوع التمهيد	QPSK0/QPSK1
ممدد S-CDMA[6]	تشغيل/وقف تشغيل
شفرات S-CDMA لكل رتل فرعي[6]	1 إلى 128
خطوة مشذر S-CDMA[6]	1 إلى (الفواصل الزمنية للتمديد لكل رتل – 1)
أسلوب انتقاء S-CDMA من أجل الشفرات النشطة وقفزة الشفرة	الأسلوب 1 أو الأسلوب 2
سلسلة انتقاء S-CDMA من أجل الشفرات النشطة	سلسلة من 128 بتة تشير إلى الشفرات النشطة في أسلوب الشفرات النشطة القابلة للانتقاء 2

[1] يعني طول الرشقة البالغ 0 فاصل مصغر في مواصفة القناة أن طول الرشقة متغير على تلك القناة فيما يخص هذا النوع من الرشقات. على الرغم من أن طول الرشقة غير ثابت، فإن النظام CMTS يصرح به صراحة للمودم الكبلي في جدول MAP.

[2] إذا كان العمق = 1، لا تشذير؛ وإذا كان العمق = 0، أسلوب دينامي.

[3] N_r هو حجم كلمة الشفرة 2T + k R-S على النحو المبين في الفقرة 1.5.2.6.

[4] يُستخدم فقط في الأسلوب الدينامي.

[5] يُستخدم فقط من أجل القنوات S-CDMA.

قد تختلف المعلمات الوحيدة للمستعمل فيما يخص كل مستعمل عند استخدام نفس نوع الرشقة على نفس القناة التي يستخدمها مستعمل آخر (مثل مستوى القدرة)، وهي مبينة في الجدول 9.D:

الجدول 9.D – معلمات الرشقة الوحيدة للمستعمل

المعلمات الوحيدة للمستعمل	أمر بالضبط	قيمة المعلمة الناتجة
مستوى القدرة[1]	متمم اثنيني مكون من 8 بتات، الدقة = 0,25 dB	نفاذ متعدد بتقسيم زمني: +17 إلى +57 dBmV (64 QAM، 32 QAM) +17 إلى +58 dBmV (16 QAM، 8 QAM) +17 إلى +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: +17 إلى +56 dBmV (جميع التشكيلات) الدقة = 0,25 dB أو أفضل من ذلك
تردد متخالف	المدى ±32 kHz، الدقة = 1 Hz	مدى التردد وفقاً للفقرة 1.17.2.6.D مرونة ومدى التردد في الاتجاه الصاعد
تخالف قياس المدى	جزء صحيح: متمم اثنيني مكون من 32 بتة، الدقة = (1/9,216 MHz) = 6,94 108,50694 ns = µs/64 جزء كسري: تمديد كسري غير جبري مكون من 8 بتات، الدقة = (256*64)/µs 6,94 0,4238552517361 ns =	المدى: يكفي لحد أقصى لطول تركيبة كبلية وفقاً للفقرة 1.2.1.D الدقة: غير متزامن 6,94µs/64. متزامن (256*64)/µs 6,94
طول الرشقة (فواصل زمنية مصغرة) إذا كانت متغيرة على هذه القناة (التغييرات من رشقة إلى رشقة)	لا ينطبق	1 إلى 255 فاصلاً مصغراً
معاملات مسوي الإرسال (انظر الفقرة 16.2.6.D، مسوي الإرسال المسبق)	الأسلوبان DOCSIS 3.0 و2.0: 24 معاملاً معقداً، 4 بايتات لكل معامل (بايتتان حقيقيتان وبايتتان خياليتان)، أسلوبا الحمل والتحوير الأسلوب DOCSIS 1.1: حتى 64 معاملاً معقداً، 4 بايتات لكل معامل (بايتتان حقيقيتان وبايتتان خياليتان)، أسلوب التحوير فقط	الأسلوبان DOCSIS 3.0 و2.0: 24 معاملاً معقداً الأسلوب DOCSIS 1.1: حتى 64 أسلوباً معقداً

[1] يعتمد الحد الأدنى لمستوى القدرة على معدل التشكيل. ويعتمد الحد الأقصى لمستوى القدرة على أمر التشكيل، وما إذا كان أسلوب قناة الإرسال المتعدد مفعّلاً أم لا وعلى عدد القنوات الصاعدة في مجموعة قنوات الإرسال إذا كان الأسلوب MTC مفعّلاً.

يجب أن ينفّذ المودم الكبلي ضبط التردد المتخالف لإجراء تغيير في تردد الموجة الحالة في الاتجاه الصاعد في حدود ±10 Hz من التغيير الذي يوجد أمر به.

1.20.2.6.D تخالف قياس المدى

تخالف قياس المدى هو اختلاف الوقت بين القاعدة الزمنية للرتل في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي والقاعدة الزمنية للرتل في الاتجاه الصاعد للنظام CMTS. وهو تقدم يساوي تقريباً وقت الانتشار ذهاباً وإياباً بين المودم الكبلي والنظام CMTS، وهو مطلوب لمزامنة الإرسالات في الاتجاه الصاعد في أسلوبي النفاذ TDMA وS-CDMA. و**يجب** على النظام CMTS أن يزود المودم الكبلي بتعديلات التغذية المرتدة لهذا التخالف استناداً إلى استقبال رشقة أو أكثر من الرشقات التي يتم استلامها بنجاح (أي نتيجة مُرضية من كل تقنية مستخدمة: تصحيح الأخطاء و/أو التحقق من الإطناب الدوري). ويرسل النظام CMTS أوامر ضبط التوقيت هذه إلى المودم الكبلي استجابةً لرسالة استجابة قياس المدى MAC، حيث إن قيمة سالبة تشير إلى ضرورة تخفيض تخالف قياس المدى مما يؤدي إلى أوقات إرسال لاحقة للمودم الكبلي.

وتوفر الرسالة MDD [ITU-T J.222.2] مجال قيمة طول النمط (TLV) الذي يبين ما إذا كان النظام CMTS يوفر ميقاتية الرموز المتزامنة في الاتجاه الهابط أي ما إذا كانت ميقاتية الرموز في الاتجاه الهابط مرتبطة بالميقاتية الرئيسية MHz 9,216. فإذا بيّنت الرسالة MDD أن النظام CMTS يوفر ميقاتية رموز متزامنة في الاتجاه الهابط، عندئذ، يولد المودم الكبلي ميقاتية رموز متزامنة في الاتجاه الصاعد على جميع القنوات في مجموعة قنوات الإرسال، أو في القناة الصاعدة الوحيدة إذا كان الأسلوب MTC غير مفعّل. وإذا بيّنت الرسالة MDD أن النظام CMTS لا يوفر ميقاتية رموز متزامنة في الاتجاه الهابط، عندئذ يُشغل المودم الكبلي بأسلوب صاعد غير متزامن من أجل التشكيل TDMA ولا يُسمح بالتشكيل S-CDMA. وفي غياب رسالة MDD، يُشغل المودم الكبلي بقناة صاعدة واحدة وهو أسلوب صاعد متزامن مرتبط بميقاتية الرموز في الاتجاه الصاعد من أجل التشكيل S-CDMA أو الأسلوب الصاعد غير المتزامن من أجل التشكيل TDMA.

وبالنسبة إلى القنوات غير المتزامنة، **يجب** على المودم الكبلي أن ينفّذ أمر ضبط الوقت باستبانة تساوي مدة رمز واحد على الأكثر (من معدل الرمز المستعمل من أجل رشقة معينة)، وبدقة (على خلاف قيمة ثابتة للانحياز) في حدود ±0,25 زائداً ±1/2 رمز لمراعاة الاستبانة. وكمثال لذلك، بالنسبة إلى معدل الرمز الأقصى البالغ MHz 4,608، ستكون مدة الرمز المقابل ns 217، و**يجب** أن تساوي الدقة القصوى المقابلة لضبط التوقيت ns 217. وبالنسبة إلى معدل الرمز الأقصى البالغ MHz 4,608، **يجب** أن تساوي الدقة الدنيا المقابلة ±ns 359. وتُحدد دقة توقيت رشقة المودم الكبلي البالغة ±µs 0,25 زائداً ±1/2 رمز بالنسبة إلى حدود الفواصل المصغرة التي يمكن استخلاصها في المودم الكبلي، استناداً إلى معالجة مثالية لإشارات أختام التوقيت المستلمة من النظام CMTS.

واستبانة الجزء الصحيح لمعلمة ضبط التوقيت هي (MHz 9,216/1) = 108,507 ns ~ 6,94 µs/64. وفيما يخص القنوات S-CDMA، يوفر النظام CMTS مجالاً كسرياً إضافياً في أمر ضبط التوقيت، باستبانة تبلغ 1/16354 من زيادة علامة الرتل = 6,94 µs/(64*256) ~ = 0,424 ns. وفيما يخص القنوات S-CDMA، **يجب** على المودم الكبلي أن ينفذ ضبط التوقيت في حدود ±0,01 من المدة النبضية الاسمية. وكمثال لذلك، فيما يخص معدل النبض الأقصى البالغ MHz 4,608، ستكون الاستبانة القصوى المقابلة لتنفيذ تصحيح التوقيت ns 217*(±0.01) أو ±ns 2 تقريباً. وفيما يخص القنوات TDMA التي تعمل بأسلوب متزامن، يُسمح للنظام CMTS بتوفير مجال كسري لضبط التوقيت. وفيما يخص القنوات TDMA التي تعمل بأسلوب متزامن، عندما يكون المجال الكسري لضبط التوقيت موجوداً في الرسالة RNG-RSP، **يجب** على المودم الكبلي أن ينفذ ضبط توقيت المجال الكسري في حدود ±0,01 من مدة الرمز الاسمي. وفيما يخص القنوات TDMA التي تعمل بأسلوب متزامن، إذا كانت الرسالة RNG-RSP إلى المودم الكبلي لا تحتوي على ضبط توقيت المجال الكسري، **يجب** أن يفترض المودم الكبلي أنه يساوي الصفر وأنه لا يزال يفي بمتطلبات الدقة لتنفيذ ضبط توقيت المجال الكسري (ضمن ±0,01 من مدة الرمز الاسمي).

وفيما يخص الأنظمة CMTS/CM التي تستخدم قنوات هابطة متعددة، يعيّن النظام CMTS، من أجل مودم كبلي، قناة واحدة باعتبارها القناة الأولية التي يستمد منها المودم الكبلي توقيت الميقاتية الرئيسية CMTS لجميع الإرسالات في الاتجاه الصاعد [ITU-T J.222.2].

وفيما يخص الأنظمة CMTS/CM التي تستخدم قنوات صاعدة متعددة، **يجب** على المودم الكبلي أن يحدد مدى كل قناة صاعدة بشكل منفصل، باستخدام قيم الاستبانة الموصوفة أعلاه.

2.20.2.6.D أوقات إعادة التشكيل TDMA

انظر الفقرة 2.20.2.6.

3.20.2.6.D أوقات إعادة التشكيل S-CDMA

انظر الفقرة 3.20.2.6.

4.20.2.6.D تخالفات توقيت المودم الكبلي عند تغيير معدل التشكيل

انظر الفقرة 4.20.2.6.

21.2.6.D اصطلاح وتيرة الرشقة

انظر الفقرة 21.2.6.

22.2.6.D متطلبات الدقة

انظر الفقرة 22.2.6.

1.22.2.6.D البث الهامشي

يمكن تحويل القيمة بوحد dBmV المستخدمة في هذه الفقرة الفرعية إلى قيم بوحدة dBµV بإضافة 60 dB.

يجب ألا تتجاوز قدرة الضوضاء والبث الهامشي المستويات الواردة في الجداول 10.D و11.D و13.D. **وينبغي ألا** تتجاوز قدرة الضوضاء والبث الهامشي المستويات الواردة في الجدولين 12.D و14.D. وعند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، تُجمّع متطلبات قدرة الضوضاء والبث الهامشي للقنوات الفردية (قدرة مطلقة، **ليس** بوحدة الدسيبل) لتحديد الحد الأدنى للضوضاء المركبة من أجل ظروف الإرسال متعدد القنوات. وكذلك، عند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لا تنطبق متطلبات الأداء الهامشية هذه إلا عندما يُشغّل المودم الكبلي ضمن مديات معينة للقيمة P_{load_n}، من أجل $n = 1$ حيال عدد القنوات الصاعدة في مجموعة قنوات الإرسال، ومن أجل النسبة *number_allocated_codes*/*number_active_codes* من 1 إلى 1/4 من أجل القنوات S-CDMA.

وفيما يخص الأسلوب S-CDMA، عندما يرسل المودم أقل من 1/4 من شفرات التمديد النشطة على إحدى القنوات، تكون حدود متطلبات البث الهامشي هي قيمة القدرة (بوحدة dBmV) المقابلة لمواصفات مستوى القدرة المرتبط بعدد 1/4 من شفرات التمديد النشطة (أي أقل بمقدار 6 dB من قدرة القناة المقابلة لجميع الشفرات النشطة لتلك القناة المخصصة للمودم الكبلي).

وعند تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد ويكون هناك قناتان أو أكثر في مجموعة قنوات الإرسال، **يجب** استيفاء متطلبات الأداء الهامشية عند استيفاء مديات التحميل التالية فقط:

قناتان أو أكثر في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_min_set} - P_{load_1} \geq 3$ dB

قناتان في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_1} - P_{load_2} \geq 12$ dB

ثلاث قنوات في النظام TCS: ينطبق عندما تكون $P_{load_1} - P_{load_3} \geq 8$ dB

أربع قنوات في النظام TCS: ينطبق عندما تكون

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

و$$P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

و$$P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

عندما يُرسل المودم عند مستويات قدرة تقع خارج مديات التحميل هذه (وهو ما يسمح به المدى الدينامي 12 dB)، تكون حدود متطلبات البث الهامشي هي قيم القدرة (بوحدة dBmV بدلاً من dBc) المقابلة للمواصفات المرتبطة بالإرسالات في القنوات المحملة الثانية والعليا إذا تم تخفيض تحميل تلك القنوات (زيادة قدرة الإرسال) للوفاء بمديات إمكانية التطبيق فقط.

مع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، لا تنطبق متطلبات الأداء الهامشية على أي قناة صاعدة من الوقت الذي تغيرت فيه قدرة الخرج على أي قناة صاعدة نشطة بأكثر من ±3 dB منذ الوقت الأخير لإعادة التشكيل العام حتى نهاية الوقت التالي لإعادة التشكيل العام. ويُعرّف "وقت إعادة التشكيل العام" بوصفه الفاصل غير النشط المتاح بين الإرسالات النشطة، الذي يفي في الوقت نفسه بالشرط الوارد في الفقرة 2.20.2.6.D فيما يخص جميع القنوات TDMA في النظام S وبالشرط الوارد في الفقرة 3.20.2.6.D فيما يخص جميع القنوات S-CDMA في النظام TCS. ومع تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، **ينبغي** للنظام CMTS أن يتيح وقت إعادة التشكيل العام لمودم كبلي قبل أن يُؤمر المودم الكبلي بتغيير أي قدرة إرسال للقناة الصاعدة بمقدار ±3 dB تراكمية منذ وقته الأخير لإعادة التشكيل العام.

وكمثال، مع ثلاث قنوات S-CDMA في النظام TCS، عند قدرات إرسال لكل قناة تبلغ 53 dBmV و41 dBmV و41 dBmV، تقابل متطلبات البث الهامشي المطلقة عندما تقوم قناتان أو أكثر في النظام TCS بالإرسال، متطلبات البث الهامشي المطلقة حيث تبلغ قدرة الإرسال لكل قناة 53 dBmV و45 dBmV و45 dBmV. ويتم رفع مستويات القدرة لأغراض تحديد حدود البث الهامشي حتى 53 dBmV – 8 dB = 45 dBmV.

وكمثال، مع أربع قنوات S-CDMA في النظام TCS، عند قدرات إرسال لكل قناة تبلغ 53 dBmV و41 dBmV و41 dBmV و41 dBmV، تقابل متطلبات البث الهامشي المطلقة عندما تقوم قناتان أو أكثر في النظام TCS بالإرسال، متطلبات البث الهامشي المطلقة حيث تبلغ قدرة الإرسال لكل قناة 53 dBmV و49 dBmV و45 dBmV و41 dBmV. ويتم رفع مستويات القدرة 41 dBmV لأغراض تحديد حدود البث الهامشي حتى 53 dBmV – 4 dB = 49 dBmV؛ والحدود الاصطناعية 49 dBmV – 4 dB = 45 dBmV والحدود الاصطناعية 45 dBmV – 4 dB = 41 dBmV.

في الجدول 10.D، يشمل البث الهامشي داخل النطاق منتجات الضوضاء وتسرب الحمالة وخطوط الميقاتية والُمركب، ومنتجات المرسِل غير المرغوبة الأخرى. ولا تشمل التداخل بين الرموز (ISI). ويساوي عرض نطاق القياس للبث الهامشي داخل النطاق معدل التشكيل (مثل 1152 إلى 4608 kHz). وترتبط جميع المتطلبات المعبّر عنها بوحدة dBc بقدرة الإرسال الفعلية التي يرسلها المودم الكبلي في قناة واحدة.

يبلغ عرض نطاق القياس 144 kHz فيما يخص القيم بين الرشقات (لا تكون أيّ من القنوات في النظام TCS ذات طبيعة رشقية) الواردة في الجدول 10.D.

تنطبق مواصفات رشقات الإرسال خلال الفواصل المصغرة المصرح بها للمودم الكبلي (عندما يستخدم المودم الكبلي التصريح كلياً أو جزئياً)، وفيما يخص 32 فاصلاً للتشكيل قبل الفواصل المصغرة المصرح بها وبعدها. ولا تنطبق القيم بين الرشقات إلا خلال استخدام تصريح بفواصل مصغرة على أي قناة نشطة للمودم الكبلي، وخلال فواصل التشكيل الاثنين والثلاثين (32) قبل التصريح المستخدم وبعده.

وفي الأسلوب TDMA، يمكن أن يكون الفاصل المصغر قصيراً مثل 32 فاصلاً للتشكيل، أو 6,94 µs بمعدل 4,608 Msym/s.

الجدول 10.D – البث الهامشي

المعلمة	رشقة الإرسال	القيم بين الرشقات
داخل النطاق	40– dBc	72– dBc
نطاق مجاور	انظر الجدولين 11.D و12.D	72– dBc
ضمن مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد 10-55 MHz (باستثناء القناة المخصصة، القنوات المجاورة)	انظر الجدولين 13.D و14.D	72– dBc
بالنسبة للحالة التي يبلغ فيها مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد 10-55 MHz: حدود البث الهامشي المتكاملة للمودم الكبلي (جميعها في 4 MHz، بما في ذلك القيم المنفصلة) 55 إلى 67 MHz 67 إلى 73 MHz 73 إلى 101 MHz 101 إلى 770 MHz	الحد الأقصى (40– dBc، 26– dBmV) 35– dBmV 40– dBmV 45– dBmV	 26– dBmV 40– dBmV 40– dBmV الحد الأقصى (45– dBmV، 40– ref d/s^2 BmV)
بالنسبة للحالة التي يبلغ فيها مدى التشغيل في الاتجاه الصاعد 10-55 MHz: حدود البث الهامشي المنفصلة للمودم الكبلي[1]		

الجدول 10.D – البث الهامشي

المعلمة	رشقة الإرسال	القيم بين الرشقات
55 إلى 67 MHz	الحد الأقصى (–50 dBc، –36 dBmV)	–36 dBmV
67 إلى 101 MHz	–50 dBmV	–50 dBmV
101 إلى 770 MHz	–50 dBmV	–50 dBmV

[1] تستبعد حدود المواصفات هذه حافزاً واحداً منفصلاً يتصل بالقناة المستلمة المولفة؛ **ويجب** ألا يكون هذا الحافز المنفصل الوحيد أكبر من –40 dBmV

[2] يشير "dB ref d/s" إلى مستوى الإشارة الهابطة المستلَمة. وتتناسب بعض مستويات الخرج الهامشية مع مستوى الإشارة المستلَمة.

1.1.22.2.6.D البث الهامشي في قناة مجاورة

يمكن أن يحدث بث هامشي صادر من موجة حاملة مرسَلة في قناة مجاورة يمكن شغلها بواسطة موجة حاملة بنفس معدل التشكيل أو بمعدل تشكيل مختلف. ويبين الشكل 11.D مستويات البث الهامشي في القناة المجاورة المطلوبة لجميع تركيبات معدلات تشكيل الموجة الحاملة المرسَلة ومعدلات تشكيل القناة المجاورة. ويجري القياس في فاصل بين القنوات المجاورة ذات عرض نطاق ومسافة مناسبين بالنسبة إلى الموجة الحاملة المرسَلة، استناداً إلى معدلات التشكيل للموجة الحاملة المرسَلة والموجة الحاملة في القناة المجاورة.

الجدول 11.D – متطلبات البث الهامشي في قناة مجاورة بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

المواصفة في الفاصل	فاصل القياس والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة	معدل تشكيل الموجة الحاملة للقناة المجاورة
–50 dBc	4 kHz إلى 164 kHz	144 kHz
–50 dBc	8 kHz إلى 328 kHz	288 kHz
–50 dBc	16 kHz إلى 656 kHz	576 kHz
–50 dBc	21 kHz إلى 1 312 kHz	1 152 kHz
–47 dBc	64 kHz إلى 2 624 kHz	2 304 kHz
–44 dBc	128 kHz إلى 5 248 kHz	4 608 kHz

بالإضافة إلى ذلك، **ينبغي** للمودم الكبلي استيفاء المتطلبات الواردة في الجدول 12.D بموجب نفس الشروط المدرجة في الجدول 11.D أعلاه. مع تدفق قناة منخفضة القدرة كقناة تدفق منفردة (في تلك المرحلة الزمنية)، سينطبق تخفيف بمقدار 2 dB على متطلبات البث الهامشي المطلقة الواردة في الجدول 12.D.

الجدول 12.D – أهداف البث الهامشي في قناة مجاورة بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

المواصفة في الفاصل	فاصل القياس والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة	معدل تشكيل الموجة الحاملة للقناة المجاورة
dBc 53–	kHz 4 إلى kHz 164	kHz 144
dBc 53–	kHz 8 إلى kHz 328	kHz 288
dBc 52–	kHz 16 إلى kHz 656	kHz 576
dBc 51–	kHz 32 إلى kHz 1 312	kHz 1 152
dBc 50–	kHz 64 إلى kHz 2 624	kHz 2 304
dBc 48–	kHz 128 إلى kHz 5 248	kHz 4 608

2.1.22.2.6 البث الهامشي في مدى التردد في الاتجاه الصاعد

يعرض الجدول 13.D معدلات التشكيل الممكنة التي يمكن إرسالها في فاصل زمني، والمستوى الهامشي المطلوب في ذلك الفاصل الزمني، وفاصل القياس الأولي الذي ينبغي أن يبدأ عنده قياس البث الهامشي. وينبغي بدء القياسات عند المسافة الأولية وتكرارها عند مسافة متزايدة من الموجة الحاملة حتى يتم الوصول إلى حافة النطاق في الاتجاه الصاعد. وتبلغ حافة النطاق الأدنى للاتجاه الصاعد 5 MHz؛ وتبلغ حافة النطاق الأعلى للاتجاه الصاعد 10 MHz؛ أو إذا كان اختيار مدى التردد في الاتجاه الصاعد متاحاً، يمكن اختيار 55 MHz.

الجدول 13.D – أهداف البث الهامشي في مدى التردد في الاتجاه الصاعد بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

معدل التشكيل المحتمل في هذا الفاصل	المواصفة في الفاصل	فاصل القياس الأولي والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة
kHz 144	dBc 54–	kHz 204 إلى kHz 364
kHz 288	dBc 52–	kHz 208 إلى kHz 528
kHz 576	dBc 50–	kHz 216 إلى kHz 856
kHz 1 152	dBc 50–	kHz 232 إلى kHz 1 512
kHz 2 304	dBc 47–	kHz 264 إلى kHz 2 824
kHz 4 608	dBc 44–	kHz 328 إلى kHz 5 448

بالإضافة إلى ذلك، **ينبغي** للمودم الكبلي استيفاء المتطلبات الواردة في الجدول 14.D بموجب نفس الشروط المدرجة في الجدول 13.D أعلاه. مع تدفق قناة منخفضة القدرة كقناة تدفق منفردة (في تلك المرحلة من الوقت)، سينطبق تخفيف بمقدار 2 dB على متطلبات البث الهامشي المطلقة الواردة في الجدول 14.D.

الجدول 14.D – أهداف البث الهامشي في مدى التردد في الاتجاه الصاعد بالنسبة إلى مستوى قدرة الرشقة المرسلة لكل قناة فيما يخص كل قناة

معدل التشكيل المحتمل في هذا الفاصل	المواصفة في الفاصل	فاصل القياس الأولي والمسافة بالنسبة إلى حافة الموجة الحاملة
kHz 144	dBc 60–	kHz 204 إلى kHz 364
kHz 288	dBc 58–	kHz 208 إلى kHz 528
kHz 576	dBc 56–	kHz 216 إلى kHz 856
kHz 1 152	dBc 54–	kHz 232 إلى kHz 1 512
kHz 2 304	dBc 52–	kHz 264 إلى kHz 2 824
kHz 4 608	dBc 50–	kHz 328 إلى kHz 5 448

2.22.2.6.D البث الهامشي خلال الحالات العابرة لتنشيط/تعطيل الرشقة

يمكن تحويل القيمة بوحد dBmV المستخدمة في هذه الفقرة الفرعية إلى قيم بوحدة dBµV بإضافة 60 dB.

يجب على كل مرسِل أن يتحكم في البث الهامشي قبل فترة الصعود وخلالها، وخلال فترة النزول وبعدها، وقبل الرشقة وبعدها.

وتفعيل/تعطيل البث الهامشي كتغيير الجهد عند خرج المرسِل في الاتجاه الصاعد، بسبب تفعيل أو تعطيل الإرسال، **يجب** ألا يزيد على 100 mV. و**يجب** أن تبدد هذه الخطوة بسرعة إمالة ثابتة لا تزيد على 2 µs. وينطبق هذا الشرط عندما يرسل المودم الكبلي بمعدل +55 dBmV أو أكثر لكل قناة على أي قناة. وعند مستويات إرسال مخفضة، **يجب** أن يُخفض الحد الأقصى لتغيير الجهد بعامل 2 لكل انخفاض في مستوى القدرة يبلغ 6 dB في القناة النشطة ذات القدرة الأعلى، من +55 dBmV لكل قناة، وصولاً إلى تغيير أقصى قدره 7 mV عند 31 dBmV لكل قناة وما تحت. ولا ينطبق هذا الشرط على الحالات العابرة لتشغيل ووقف تشغيل المودم الكبلي.

3.22.2.6.D نسبة خطأ التشكيل (MER)

تقيس نسبة خطأ التشكيل تغيّر الحشد الناجم عن شكل موجة الإرسال. وتشمل هذه النسبة آثار التداخل بين الرموز (ISI)، والبث الهامشي وضوضاء الطور وجميع انحطاطات المرسِل الأخرى.

1.3.22.2.6.D تعاريف

انظر الفقرة 1.3.22.2.6.

2.3.22.2.6.D المتطلبات

يجب أن تستوفي النسبة MER أو تتجاوز الحدود التالية في مدى قدرة الإرسال الكامل المبين في الجدول 9.D فيما يخص كل تشكيل وكل معدل تشكيل، وفي مدى التردد الحامل الكامل، وبالنسبة للأسلوب S-CDMA، في أي عدد صالح من الشفرات النشطة والمخصصة، ما لم ينص على خلاف ذلك. ويشير مدى التردد الحامل 10-55 MHz بدقة أكبر إلى مدى يتراوح بين [10 MHz + معدل التشكيل × 2/1,25] و[55 MHz + معدل التشكيل × 2/1,25]. وعند نقاط الانقطاع بين المناطق، تُطبق مواصفات MER أعلى.

الحالة 1: قناة منتظمة، تعطيل تسوية الإرسال

الحالة 1a: فيما يخص معدلات تشكيل 2,304 MHz وما تحت:

$MER_{symb} \geq 30$ dB على التردد الحامل من 20 إلى 41 MHz

$MER_{symb} \geq 27$ dB على التردد الحامل من 15 إلى 20 MHz ومن 41 MHz إلى 47 MHz

$MER_{symb} \geq 26$ dB على التردد الحامل من 10 إلى 15 MHz ومن 47 MHz إلى 55 MHz

الحالة 1b: فيما يخص معدل التشكيل 4,608 MHz:

$MER_{symb} \geq 27$ dB على التردد الحامل من 20 إلى 41 MHz

$MER_{symb} \geq 24$ dB على التردد الحامل من 15 MHz إلى 20 MHz ومن 41 MHz إلى 47 MHz

$MER_{symb} \geq 23$ dB على التردد الحامل من 10 MHz إلى 20 MHz ومن 47 MHz إلى 55 MHz

الحالة 2: قناة منتظمة، تفعيل تسوية الإرسال

الحالة 2a: من أجل TDMA/QPSK، $MER_{symb} \geq 30$ dB

الحالة 2b: من أجل S-CDMA وجميع التشكيلات TDMA باستثناء QPSK، $MER_{symb} \geq 35$ dB

الحالة 2c: من أجل S-CDMA، $MER_{symb} \geq 33$ dB

الحالة 3: قناة صدى، تفعيل تسوية الإرسال

الحالة 3a: في وجود صدى واحد منتقى من الانعكاسات الصغرية للقناة المعرّفة في الجدول 2.D، **يجب** أن تكون القيمة MER_{symb} المقيسة ≥ 30 dB من أجل TDMA/QPSK و≥ 30 dB من أجل S-CDMA وجميع التشكيلات TDMA، باستثناء QPSK.

الحالة 3b: في وجود حالتين أو ثلاث من حالات الصدى المعرّفة في الجدول 2.D (قيمة واحدة على الأكثر من القيم المحددة لمستوى القوة والتأخير)، **يجب** أن تكون القيمة MER_{symb} المقيسة ≤ 29 dB.

يجب على المودم الكبلي أن يوفر أسلوب اختبار يقوم في إطاره بما يلي:

- قبول معاملات المسوي عبر سطح بيني خارجي (مثل الإثرنت)؛
- إرسال معاملات إلى المسوي المسبق للمودم الكبلي عبر رسالة استجابة قياس المدى (أسلوبا التحميل والتحوير كلاهما)؛
- عدم ضبط تردد المودم الكبلي أو توقيته أو قدرته.

4.22.2.6.D تشوه المرشاح

انظر الفقرة 4.22.2.6.

5.22.2.6.D ضوضاء الطور للموجة الحاملة

انظر الفقرة 5.22.2.6.

6.22.2.6.D دقة تردد القناة

انظر الفقرة 6.22.2.6.

7.22.2.6.D دقة معدل التشكيل

انظر الفقرة 7.22.2.6.

8.22.2.6.D الارتعاش في توقيت التشكيل

انظر الفقرة 8.22.2.6.

23.2.6.D خصائص قدرة دخل مزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد

يجب ألا يتجاوز مستوى إشارة الدخل الآني، بما في ذلك الدخول والضوضاء إلى مزيل التشكيل في الاتجاه الصاعد، 89 dBµV في مدى تردد التشغيل 10-55 MHz.

و**يجب** أن تكون القدرة المستلَمة المقصودة في كل موجة حاملة ضمن القيمة المبينة في الجدول 15.D.

يجب أن يُشغل مزيل التشكيل ضمن مواصفات الأداء المحددة مع رشقات مستلَمة في حدود ±6 dB من القدرة الاسمية المستلَمة التي يوجد أمر بها. ومن ثم، **يجب** ألا تزيد القدرة القصوى في الرشقة المستلَمة على 89 dBµV.

الجدول 15.D – خصائص قدرة دخل مزيل التشكيل للقناة الصاعدة

معدل التشكيل (kHz)	المدى الأقصى (dBmV)	إمكانية التطبيق
144	+47 إلى +75	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
288	+47 إلى +75	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
576	+47 إلى +75	**يمكن** للمودم الكبلي أن يوفر الدعم
1 152	+47 إلى +75	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
2 304	+50 إلى +78	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم
4 608	+53 إلى +81	**يجب** على المودم الكبلي أن يوفر الدعم

24.2.6.D الخرج الكهربائي في الاتجاه الصاعد للمودم الكبلي

يجب على المودم الكبلي أن يصدر إشارة مشكلة RF يكون لها الخصائص المبينة في الجدول 16.D.

الجدول 16.D – الخرج الكهربائي للمودم الكبلي

المعلمة	القيمة
التردد	10 إلى 55 MHz من حافة إلى حافة
مدى المستوى لكل قناة (تعطيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد، أو تفعيل أسلوب قناة الإرسال المتعدد فقط مع قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +117 dBµV (32 QAM، 64 QAM) P_{min} إلى +118 dBµV (8 QAM، 16 QAM) P_{min} إلى +121 dBµV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +116 dBµV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +77 dBµV، معدل التشكيل 1 152 kHz P_{min} = +80 dBµV، معدل التشكيل 2 304 kHz P_{min} = +83 dBµV، معدل التشكيل 4 608 kHz
مدى المستوى لكل قناة (قناتان في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +114 dBµV (32 QAM، 64 QAM) P_{min} إلى +115 dBµV (8 QAM، 16 QAM) P_{min} إلى +118 dBµV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +113 dBµV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +77 dBµV، معدل التشكيل 1 152 kHz P_{min} = +80 dBµV، معدل التشكيل 2 304 kHz P_{min} = +83 dBµV، معدل التشكيل 4 608 kHz
مدى المستوى لكل قناة (ثلاث أو أربع قنوات في مجموعة قنوات الإرسال)	أسلوب النفاذ TDMA: P_{min} إلى +111 dBµV (32 QAM، 64 QAM) P_{min} إلى +112 dBµV (8 QAM، 16 QAM) P_{min} إلى +115 dBµV (QPSK) أسلوب النفاذ S-CDMA: P_{min} إلى +113 dBµV (جميع التشكيلات) حيث P_{min} = +77 dBµV، معدل التشكيل 1 152 kHz P_{min} = +80 dBµV، معدل التشكيل 2 304 kHz P_{min} = +83 dBµV، معدل التشكيل 4 608 kHz
نمط التشكيل	QPSK وQAM 8 وQAM 16 وQAM 32 وQAM 64 وQAM 128
معدل التشكيل (الاسمي)	TDMA: 1 152 و2 304 و4 608 kHz S-CDMA: 1 152 و2 304 و4 608 kHz تشغيل pre-3.0-DOCSIS اختياري، TDMA: 144 و288 و576 kHz

الجدول 16.D – الخرج الكهربائي للمودم الكبلي

المعلمة	القيمة
عرض النطاق	TDMA: 500 1 و000 3 و000 6 kHz S-CDMA: 500 1 و000 3 و000 6 kHz تشغيل pre-3.0-DOCSIS اختياري TDMA: 187,5 و375 و750 kHz
معاوقة الخرج	75 ohms
فقدان عودة الخرج	> 6 dB (10-55 MHz) > 6 dB (90 إلى 770 MHz)
الموصّل	الموصّل F وفقاً للمعيار [IEC 61169-24] (مشترك مع الدخل)

25.2.6.D قدرات مرسِل المودم الكبلي في الاتجاه الصاعد

انظر الفقرة 25.2.6.

3.6.D الاتجاه الهابط

1.3.6.D دعم البروتوكول والتشذير في الاتجاه الهابط

يجب أن تتطابق الطبقة الفرعية PMD الهابطة مع [ITU-T J.83-B].

و**يجب** أن يمتثل أسلوب التشذير فيما يخص 64-QAM و256 QAM للتوصية [ITU-T J.83-C]. و**يجب** أن تدعم القناة الهابطة مدى التردد المتراوح بين 90 MHz و770 MHz من حافة إلى حافة.

2.3.6.D دخل كهربائي في الاتجاه الهابط نحو المودم الكبلي

يجب أن يكون المودم الكبلي قادراً على قبول أي عدد من الإشارات بين واحد إلى العدد الأقصى للقنوات الهابطة المجمعة (MDBC) في آن واحد، التي تقع في فواصل ترددية تتوافق مع قائمة TB وقائمة Demod للمودم الكبلي. و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على أن يعاد تشكيله لاستقبال قنوات مختلفة. وكحد أدنى، **يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على استقبال ما لا يقل عن أربع قنوات هابطة تقع بشكل منفصل ضمن نافذة اعتباطية تبلغ 60 MHz في نطاق التردد الهابط. و**يجب** أن يدعم المودم الكبلي تجميع أي عدد من القنوات الهابطة حتى أقصى حد لها. و**يجب** أن يكون المودم الكبلي قادراً على تحديد موقع إشارات التردد الراديوي المشكّلة الموجودة داخل القنوات التي يستخدمها النظام الكبلي حيث سيعمل وقبول هذه الإشارات. فعلى سبيل المثال، قد يتعلق الأمر بخطط الترددات للموجات الحاملة QAM الرقمية لليابان [المادة 26/23]. وسيكون للإشارات الخصائص المعرّفة في الجدول 17.D.

الجدول 17.D – دخل كهربائي نحو المودم الكبلي

المعلمة	القيمة
التردد المركزي	93 إلى 767 MHz ±30 kHz
مدى المستوى (قناة DOCSIS واحدة)	45+ dBµV إلى 75+ dBµVrms فيما يخص التشكيل 64 QAM 51+ dBµV إلى 81+ dBµVrms فيما يخص التشكيل 256 QAM
نمط التشكيل	64 QAM و256 QAM
معدل الرموز (الاسمي)	5,274 MHz
عرض النطاق	6 MHz (ألفا = 0,13 تشكيل بجذر تربيعي وجيب التمام المرتفع)
إجمالي قدرة الدخل (40 MHz وما فوق)	93 < dBµV
القدرة القصوى لكل دخل موجة حاملة نحو المودم الكبلي	80 dBµV
معاوقة دخل (الحمل)	75 ohms
فقدان عودة الدخل	6 < dB (10-55 MHz) 6 < dB (90 إلى 770 MHz)
الموصّل	الموصّل F وفقاً للمعيار [IEC 61169-24] (مشترك مع الخرج)

3.3.6.D أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي

يجب أن يكون أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي على النحو المبين في هذه الفقرة. وتنطبق المتطلبات على كل قناة هابطة مستقبَلة فردية مع مجموعة التشذير من أجل أسلوب التشذير I = 12 وJ = 17.

1.3.3.6.D 64 QAM

1.1.3.3.6.D أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي بأسلوب 64 QAM

يجب أن يكون معدل الخطأ في البتات أقل من 10^{-8} عند النسبة CNR (عرض نطاق نيكويست) البالغة 26 dBrms من أجل 64 QAM مع تصحيح الأخطاء.

2.1.3.3.6.D أداء نبذ الصورة بأسلوب 64 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.D مع إشارات تماثلية أو رقمية عند +10 dBc في أي جزء من نطاق التردد الراديوي غير القنوات المجاورة.

3.1.3.3.6.D أداء القناة المجاورة بأسلوب 64 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.D مع إشارات رقمية عند 10 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.D مع إشارات تماثلية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.1.3.3.6.D بتفاوت إضافي مسموح به قدره 0,2 dB، مع إشارات رقمية عند +10 dBc في القنوات المجاورة.

2.3.3.6.D 256 QAM

1.2.3.3.6.D أداء معدل الخطأ في البتات للمودم الكبلي بأسلوب 256 QAM

يجب أن يكون معدل الخطأ في البتات أقل من 10^{-8} عند النسبة CNR (عرض نطاق نيكويست) البالغة 33 dBrms من أجل 256 QAM مع تصحيح الأخطاء.

2.2.3.3.6.D أداء نبذ الصورة بأسلوب 256 QAM

يجب ضمان الأداء على النحو المبين في الفقرة 1.2.3.3.6.D مع إشارات تماثلية أو رقمية عند +10 dBc في أي جزء من نطاق التردد الراديوي غير القنوات المجاورة.

3.2.3.3.6.D أداء القناة المجاورة بأسلوب 256 QAM

انظر الفقرة 3.2.3.3.6.

4.3.6.D قدرات المستقبلات المتعددة في الاتجاه الهابط

انظر الفقرة 4.3.6.

5.3.6.D دعم القناة الهابطة غير المتزامنة

انظر الفقرة 5.3.6.

التذييل I

مثال لتتابع التمهيد

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.I مقدمة

تشكل سلسلة قابلة للبرمجة فائقة التمهيد يصل طولها إلى 1536 بتة، جزءاً من المواصفة أو النعوت المتاحة في القناة، وهي مشتركة بين جميع مواصفات الرشقة على القناة، ولكن مع تمكن كل مواصفة رشقية من تحديد موقع البداية داخل هذا التتابع من البتات وطول التمهيد. ويتم تعيين البتة الأولى من مخطط التمهيد بتخالف قيمة التمهيد. والبتة الأولى في مخطط التمهيد هي البتة الأولى في منفّذ تقابل الرموز (الأشكال 6-1 و6-2 و6-3)، والرمز الأول للرشقة (انظر الفقرة 13.2.6). وعلى سبيل المثال، بالنسبة لقيمة تخالف التمهيد = 100، فإن البتة 101 من السلسلة فائقة التمهيد هي البتة الأولى في منفّذ تقابل الرموز، والبتة 102 هي البتة الثانية في منفّذ التقابل، ويتم تقابلها مع Q1 وهكذا. ويُقدم مثال في الفقرة 2.I للسلسلة فائقة التمهيد التي يبلغ طولها 1536 بتة.

2.I مثال لتتابع التمهيد

فيما يلي مثال لتتابع التمهيد المكون من 1536 بتة:

البتات من 1 إلى 128:

1100 0011 1111 0000 0011 0011 1111 1100 0011 0011 0000 0011 1100 0000 0011 0000
0000 1110 1101 0001 0001 1110 1110 0101 0010 0101 0010 0101 1110 1110 0010 1110

البتات من 129 إلى 256:

0010 1110 1110 0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010
1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 1110 0010

البتات من 257 إلى 384:

0010 1010 0110 0110 0110 1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 1110 0110 1010
0010 1110 1110 1010 0110 1110 0110 0010 0110 1110 1010 1110 0010 1010 0110 0010

البتات من 385 إلى 512:

0010 1110 0110 1110 0010 1010 1010 0110 0010 1110 0110 0110 1110 0010 0010 0110
0010 1110 0010 1010 0010 1110 0110 0010 0010 1010 0010 0110 0010 1010 0010 1010

البتات من 513 إلى 640:

0010 1110 0110 1110 0110 0110 1110 0010 0110 1010 0110 0010 1110 1110 1010 0010
1110 1110 0010 1110 1110 1110 0010 1110 1110 0010 1110 0010 0010 1110 0010 0010

البتات من 641 إلى 768:

1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 0010 1110 1110 1110 1110 0010 0010 1110 0010
1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110

البتات من 769 إلى 896:

0011 0000 1111 1100 0000 1100 1111 1111 0000 1100 1100 0000 1111 0000 0000 1100
0000 0000 1111 1111 1111 0011 0011 0011 1100 0011 1100 1111 1100 1111 0011 0000

البتات من 897 إلى 1024:

1100 0011 1111 0000 0011 0011 1111 1100 0011 0011 0000 0011 1100 0000 0011 0000
0000 1110 1101 0001 0001 1110 1110 0101 0010 0101 0010 0101 1110 1110 0010 1110

البتات من 1025 إلى 1152:

0010 1110 1110 0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010
1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 1110 0010

البتات من 1153 إلى 1280:

0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 1110 1110 0010
0010 1110 1110 0010 1110 1110 1110 0010 1110 1110 0010 1110 0010 0010 1110 0010

البتات من 1281 إلى 1408:

1100 1100 1111 0000 1111 1111 1100 0000 1111 0011 1111 0011 0011 0000 0000 1100
0011 0000 0011 1111 1111 1100 1100 1100 1111 0000 1111 0011 1111 0011 1100 1100

البتات من 1409 إلى 1536:

0011 0000 1111 1100 0000 1100 1111 1111 0000 1100 1100 0000 1111 0000 0000 1100
0000 0000 1111 1111 1111 0011 0011 0011 1100 0011 1100 1111 1100 1111 0011 0000

التذييل II

الترتيل بأسلوب S-CDMA

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

في حالة وجود أي تعارض بين هذا التذييل وأي فقرة معيارية في هذه التوصية، تكون الأسبقية للفقرة المعيارية.

يرجى ملاحظة أن شبه الشفرة في الفقرتين 1.II و2.II أدناه تخص الحالة التي تستعمل فيها رشقة واحدة جميع شفرات التمديد.

1.II ترقيم الرموز الفرعية المشفرة

تحتوي عينة الشفرة التالية على وصف خوارزمي قصير لتشغيل مولّد العنوان للرموز الفرعية المشفرة. ويملأ مولّد العنوان المتعلق بالرموز الفرعية المشفرة الصفوف أولاً باستخدام معملة حجم خطوة المشذر (الخطوة مبينة في القائمة) للتقدم عبر فواصل التمديد داخل صف ما. ويتم تنفيذ كل خطوة باستخدام خوارزمة modulo معدّلة تسمح باستخدام حجم خطوة المشذر وفواصل التمديد لكل رتل مع قواسم مشتركة. وبعد ملء كل صف، يبدأ الصف التالي بفاصل التمديد الأول. وفي القوائم التالية، يُستهل المؤشر "i" بالقيمة "1" ويُعرّف coded_col0 بأنه "0".

```
for(row = FIRST_ROW; row ≤ LAST_ROW; row++)
{
       coded_col = 0;
       store_coded( row, coded_col, cod_sym);
       /* Store the coded portion of the symbol (or preamble) to (row, coded_col) */
       for( i = 1; i < framelen; i++ )
       {
              coded_col = coded_col + Interleaver_step_size;

              if( mod( i, framelen / gcd( step, framelen ) ) == 0 )
                     coded_col = coded_col + 1; /* gcd is greatest common divisor */

              coded_col = mod( coded_col, framelen );
              store_coded( row, coded_col, cod_sym );
              /* Store the coded portion of the symbol (or preamble) to (row, coded_col)
       */
       }
}
```

2.II ترقيم الرموز الفرعية غير المشفرة

يُقدم فيما يلي وصف قصير لخوارزمية تشغيل مولّد العنوان للرموز غير المشفرة. يقوم المولّد بملء الأعمدة داخل الرتل الفرعي أولاً. ويزداد مؤشر الصف بمقدار واحد لكل رمز فرعي غير مشفر. وفي نهاية الرتل الفرعي، يزداد مؤشر العمود ويتم ضبط مؤشر الصف على الصف الأول من الرتل الفرعي. وبعد استكمال رتل فرعي، يبدأ الرتل الفرعي التالي بالرمز الفرعي التالي غير المشفر.

```
uncoded_col = 0;
uncoded_row = FIRST_ROW;
while( uncoded_row ≤ LAST_ROW)
{
       if( ( uncoded_row + R ) > LAST_ROW )
              Rprime = LAST_ROW – uncoded_row + 1;
       else
              Rprime = R;

       for( i = 0; i < Rprime; i++)
       {
              /* Check whether (uncoded_row, uncoded_col) is a preamble location.
               * If it is, go to next location */
              if( not_preamble( uncoded_row, uncoded_col ) )
```

```
                store_uncoded( uncoded_row, uncoded_col, unc_sym );
            uncoded_row = uncoded_row + 1;
        }

        uncoded_row = uncoded_row – Rprime;
        uncoded_col = uncoded_col + 1;
        if (uncoded_col ≥ framelen)
        {
            uncoded_col = 0;
            uncoded_row = uncoded_row + R;
        }
}
```

FIRST_ROW وLAST_ROW هما على التوالي، الصف الأول والصف الثاني (أي الشفرة) في كل رتل يشمله التصريح. ويمكن أن تتراوح قيمة FIRST_ROW بين 0 و127 في الرتل الأول من التصريح و0 في أي أرتال أخرى يمكن أن يشملها التصريح (إن وجدت). ويمكن أن تتراوح قيمة LAST_ROW بين 0 و127 في الرتل الأخير من الرشقة و127 في أي رتل آخر (إن وجد).

3.II الترقيم عند خرج المرتل

تحتوي عينة الشفرة التالية على وصف قصير لخوارزمية مولّد العنوان الخاص برموز الخرج. ويُستخدم مولّد العنوان لرموز الخرج للنفاذ إلى ذاكرتي الرموز المشفرة وغير المشفرة على السواء. ويصل مولّد عنوان الخرج إلى جميع صفوف (شفرات) فاصل التمديد أولاً متبوعاً بفواصل التمديد اللاحقة. ويُعمم هذا الوصف الخوارزمي على أي عدد مسموح به من الشفرات النشطة، حيث يُعطى رقم معلمات الشفرات النشطة بواسطة N_a.

```
for( col=0; col < framelen; col++ )
        for( row=(128-Na); row < 128; row++ )
            outsym = get_data( row, col );
```

ويرجى ملاحظة أن عنونة صف المرتل تعمل بشكل مستقل عن أسلوب الشفرات النشطة القابلة للانتقاء. وفي الأسلوب 1 أو الأسلوب 2 للرموز النشطة القابلة للانتقاء، تكون الشفرات غير المستخدمة عند مؤشرات عنوان الصف الأدنى للرتل، وبالتالي لا يتم استخدامها.

4.II تعليقات

في عينات الرموز السابقة، لا يكون عدد تكرارات العروة صحيحاً دائماً لأن التوزيع يمكن أن يكون أقل من عدد الشفرات. وفي الفقرة 2.II، تدعم القائمة حالة الرتل الفرعي المختصر.

التذييل III

تأثيرات درجات الحرارة وتحميل الرياح

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يبحث هذا التذييل التأثيرات المحتملة لتغير درجة الحرارة المحيطة وتحميل الرياح الدينامية ذات الصلة بتشغيل نظام ما مع CM وCMTS بأسلوب DOCSIS 2.0. ويُقصد بهذا التذييل وصف النهج الممكنة للتعامل مع هذه القضايا. وتُناقش العلاقات بين اختلاف توقيت الإشارة الصاعدة المستقبَلة ومعدل التغير في ظروف المنشأة المحيطة. ومع ذلك، لا تتوفر البيانات الميدانية المقيسة التي توفر إحصاءات الظروف المحيطة المستخدمة في هذه العلاقات، ولذلك، لم يكن من الممكن في وقت كتابة هذا التقرير تحديد حجم أو تكرار حدوث هذه الحالات على الأنظمة الكبلية التشغيلية. وليس الغرض من هذا التذييل أن يكون مناقشة مستفيضة سواء لهذه القضايا أو الحلول.

ويناقش هذا التذييل القضايا التالية:

- تفاوتات التزامن بحسب تغيرات وقت الانتشار عبر المنشأة؛
- التغيرات في وقت الانتشار بسبب تغيرات درجات الحرارة؛
- التغيرات في وقت الانتشار بسبب الرياح في حالة المنشآت الكبلية الهوائية.

1.III تفاوتات التزامن بحسب تغيرات وقت الانتشار عبر المنشأة

إن متطلبات تزامن مستقبلات النظام CMTS فيما يتعلق بالنفاذ S-CDMA والنفاذ TDMA المتقدم متطابقة في نفس كوكبة الإشارة ومعدلات الرموز. ومع ذلك، فيما يخص النفاذ S-SDMA، يتحقق تزامن الرشقات، إلى درجة جيدة، من خلال عملية قياس المدى، بينما فيما يخص النفاذ TDMA، يتحقق تزامن الرشقات، إلى درجة تقريبية، من خلال عملية قياس المدى، ثم إلى درجة دقيقة من خلال عملية استعادة توقيت رشقة المستقبِل. وفي كلتا الحالتين، تكون درجة دقة التوقيت المطلوبة في المستقبِل أكثر صرامةً من أجل معدلات الرموز الأعلى والكوكبات ذات الترتيب الأعلى.

وبما أن النفاذ S-CDMA يتطلب درجة جيدة لدقة التوقيت يجب تحقيقها فقط من خلال عملية قياس المدى، فإن هذا النفاذ أكثر حساسية للتغيرات في وقت الانتشار للمنشأة الكبلية بين فواصل قياس المدى التي يمكن أن تتباعد بعضها عن بعض بمدة قد تصل إلى 30 ثانية. ويعرض الجدول 1.III تغيرات وقت الانتشار للمنشأة التي يمكن استيعابها في أسلوب النفاذ S-CDMA وأسلوب النفاذ TDMA فيما يتعلق بانحطاط يبلغ 1 dB في الظروف المبينة في المثال.

الجدول 1.III – الانحراف المسموح به في وقت الانتشار عبر المنشأة

الكوكبة	E_s/N_o for 1e-8 BER (dB)	تغير وقت الانتشار المسموح به من ذروة إلى ذروة (ns) عبر المنشأة في أسلوب النفاذ S-CDMA	تغير وقت الانتشار المسموح به من ذروة إلى ذروة (ns) عبر المنشأة في أسلوب النفاذ TDMA
إبراق QPSK بتشفير كامل	5	90	800
إبراق QPSK بتشفير TCM	9	79	لا ينطبق
8 QAM بتشفير TCM	12	57	لا ينطبق
إبراق QPSK غير مشفر	15	38	800
64 QAM بتشفير كامل	17,7	24	800
32 QAM بتشفير TMC	19	18	لا ينطبق

الجدول 1.III – الانحراف المسموح به في وقت الانتشار عبر المنشأة

الكوكبة	E_s/N_o for 1e-8 BER (dB)	تغير وقت الانتشار المسموح به من ذروة إلى ذروة (ns) عبر المنشأة في أسلوب النفاذ S-CDMA	تغير وقت الانتشار المسموح به من ذروة إلى ذروة (ns) عبر المنشأة في أسلوب النفاذ TDMA
16 QAM غير مشفر	22	9	800
32 QAM غير مشفر	25	6	800
128 QAM بتشفير TMC	25	6	لا ينطبق
64 QAM غير مشفر	28	2	800

الظروف المحددة:

- انحطاط بمقدار 1 dB بمعدل 1e-8 BER
- تخالف قياس المدى الموحد عبر ± 64/1 نبضة؛
- 63 مودماً كبلياً، لكل منهما شفرتان؛
- الأرقام E_s/N_o هي قيم نظرية مثالية، لا تشمل تأثيرات التنفيذ؛
- معدل التشكيل 5,12 MHz؛
- تغير التوقيت على مدى 30 ثانية؛
- يقبل المستقبل TDMA تخالف التوقيت التقريبي البالغ ±2 من الرموز (اعتماداً على التنفيذ).

يجب النظر في هذا الانحطاط في القناة إلى جانب جميع خصائص القناة الصاعدة الأخرى الموضحة في الجدول 5-2 أو في الجدول 3.B، اعتماداً على أي من الخيارين التكنولوجيين المناسبين في التطبيق المحدد (أمريكا الشمالية أو الأوروبية) كما هو موضح في الفقرة 1.1.

يتطلب النظام DOCSIS صيانة المحطة كل 30 ثانية على الأقل (للمهلة T4 قيمة قصوى تبلغ 35 ثانية). وبالنسبة إلى أسلوب S-CDMA بمعدل تشكيل ومعدل رموز معينين، إذا كان هناك تغير سريع في تأخر الانتشار بحيث لا يمكن تتبع تغير التأخير الناتج عن طريق صيانة المحطة، عندئذ، يمكن تنفيذ واحد أو أكثر من توافقات الأداء و/أو تغيرات النظام التالية:

1) تقليل فترة صيانة المحطة؛
2) تخفيض مستوى ترتيب الكوكبة؛
3) تخفيض معدل التشكيل؛
4) تطبيق تصحيح خطأ إضافي؛
5) تطبيق تركيبة معيّنة من 1 إلى 4؛
6) تغيير القناة للعمل بأسلوب TDMA.

تناقش الفقرات التالية تأثيرات تغيرات درجات الحرارة وتحميل الرياح على وقت الانشار في المنشآت الكبلية المحورية وذات الألياف الهجينة المحورية (HFC).

2.III تغير وقت الانتشار بسبب التغيرات في درجات الحرارة

1.2.III تغير وقت الانتشار عبر الكبلات بسبب التغيرات في درجات الحرارة

عند تصميم منشأة ألياف هجينة محورية (HFC)، يتم الحفاظ على عدد المكبرات المتتالية في الجزء المحوري عند مستوى منخفض للحفاظ على تدهور الإشارة عند مستوى مقبول. ونتيجة لذلك، تتكون المسافات الطويلة للمنشأة الكبلية بشكل رئيسي من الألياف. وتبلغ القيمة النموذجية لتغير وقت الانتشار بسبب تغير درجة الحرارة 44 ps لكل كيلومتر ولكل درجة مئوية. ويأتي تغير الوقت في الغالب من التغيير في دليل انكسار الزجاج مع درجة الحرارة وليس من تغيير طول الليف.

ومن المفترض أن التغييرات في طول الكبل البصري بسبب التمديد أو التوسع سيكون عاملاً لا يذكر لأن كبلات الألياف البصرية مصممة لعزل الألياف من الضغوط في الكبل نفسه. ويقع الليف عادة بشكل فضفاض في أنبوب داخل الكبل مع إمكانية حركة نسبة قليلة. ويسمح هذا البناء بالتعامل مع الكبلات العادية ونشرها جواً دون التسبب في ضغوط كبيرة على الألياف البصرية.

وبافتراض قيمة 44 ps لكل كيلومتر ولكل درجة مئوية، فإن أي منتج لطول الكبل البصري وتغير في درجة الحرارة يساوي 50، ينتج عنه تقريباً تغيير قدره 2 ns في وقت الانتشار عبر الألياف. فعلى سبيل المثال، سيؤدي 25 كم من الألياف وتغير في درجة الحرارة بمقدار درجتين إلى تغيير في وقت الانتشار. وبالنسبة للمسافة القصوى بين CMTS وCM المحددة في النظام DOCSIS بمقدار 100 ميل أو 160 كم تقريباً، فإن تغيير درجة الحرارة المطلوب لتغيير قدره 2 ns في وقت الانتشار في اتجاه واحد هو 0,3 درجة مئوية.

ومن الواضح أن المشكلة المطروحة هي معرفة بأي سرعة سيسخن قلب الكبل (حيث توجد الألياف) في ظل تغيرات درجة الحرارة المحيطة. وبالنسبة للكبلات المدفونة أو الواقعة تحت سطح الأرض، لا توجد أي مشكلة. وبالنسبة للكبلات الهوائية، ينبغي مراعاة تغييرات التحميل الشمسي. ويسجل الكبل المغلف باللون الأسود درجات حرارة داخلية أعلى بكثير من درجة حرارة البيئة المحيطة عند تعرضه للشمس، ولكن لا تتاح حالياً بيانات بهذا الشأن. وعندما تضرب الشمس المشرقة الكبل الهوائي في صباح بارد، يُتوقع تغيير في درجة الحرارة. وبالمثل، يمكن أن يكون لضوء الشمس الذي يظهر خارج الغطاء السحابي تأثير مماثل على الرغم من ضرورة مراعاة حجم ظل السحابة التي تتحرك بعيداً. وتشير الأمثلة العددية المذكورة أعلاه إلى أن الكبلات الهوائية الطويلة فقط هي التي قد تواجه مشكلة في بعض تركيبات الوقت خلال النهار والظروف الجوية.

2.2.III تغير وقت الانتشار عبر الكبلات المحورية بسبب تغير درجة الحرارة

يحتوي الكبل المحوري على مادة رغوية "منفوخة" بين الموصل المركزي والدرع الصلب. وتبلغ سرعة الانتشار الاسمية حوالي 87% من سرعة الفضاء الحر. ولا تختلف سرعة الانتشار بشكل ملحوظ مع درجة الحرارة. ونظراً إلى الأطوال القصيرة نسبياً للكبل المحوري في معظم منشآت الألياف الهجينة المحورية (أميال قليلة)، يبدو من غير المحتمل أن تكون مصدراً مهماً لتغير وقت الانتشار.

3.2.III تغير وقت الانتشار بسبب الرياح

يمتد الكبل الهوائي في حالات الرياح القوية، ولذا من الممكن تقدير وقت الانتشار انطلاقاً من التغيير في الطول في ظل أحمال الرياح المختلفة. وكما ذُكر، فإن بناء الكبلات البصرية يجعلها تقبل التمدد، لذلك، يفترض أنه يمكن تجاهل تمدد الكبلات البصرية بسبب تحميل الرياح. وسيؤثر تحميل الرياح في الكبلات الهوائية المحورية.

ومن الصعب التعامل مع تحميل الرياح من الناحية التحليلية، إذ من غير المحتمل أن يكون متجانساً على طول الكبل. وهناك حاجة إلى نموذج لوقت الانتشار يُستمد من مجموعة كبيرة من البيانات المقيسة لزيادة بحث هذا الموضوع. ويمكن أن يكون تحميل الرياح مصدراً للتغير السريع في وقت الانتشار وقد لا تحدث صيانة المحطة على فترات صغيرة بما يكفي لآلية قياس المدى من أجل تتبع هذا الاختلاف بدقة.

وقد تم بحث آثار تحميل الرياح على كبل نموذجي مع برنامج متاح للجمهور من شركة مصنعة للكبلات المحورية. وأظهرت هذه الحسابات أن تغييرات في الطول في حدود 0,01% و0,05% ممكنة لكميات مختلفة من تحميل الرياح. وتؤدي هذه التغيرات إلى تغير ملحوظ في وقت الانتشار. فعلى سبيل المثال، عند 5 أميال (8 كم) وتغير في الطول قدره 0,02%، يكون تغير وقت الانتشار كما يلي:

$$(8/3e5)*(1/0,87)*2e-4\ s = 6\ ns$$

وهذه قيمة ذروة، ولكن طول الكبل المحوري قصير جداً وحمولة الرياح معتدلة. وعلى الرغم من أن المدة الزمنية التي يحدث خلالها هذا الاختلاف في وقت الانتشار غير محددة، جدير بالإشارة إلى أن بيانات هبوب الرياح متاحة بسهولة بشأن معظم المدن، وأن هبوب الرياح سيكون الآلية الرئيسية لتغيرات التوقيت القائم على الرياح في المنشآت الكبلية. وعلى سبيل المثال، في مدينة نيويورك، وفي وقت كتابة هذا التقرير، تم الإبلاغ عن هبوب رياح تصل إلى 40 ميلاً في الساعة، في حين أن متوسط سرعة الرياح كان يبلغ حوالي 10 أميال في الساعة. وبالتالي، تغيرت سرعة الرياح، على مدى فترة من 1 إلى 4 ثوانٍ (الفاصل الزمني النموذجي لقياس هبوب الرياح)، بمقدار 30 ميلاً في الساعة. وكثيراً ما يُقاس هبوب رياح أقوى بكثير في المواقع المعرضة لظروف الرياح القوية.

التذييل IV

وصف قدرة مجموعة قنوات الإرسال الصاعدة: مثال لحسابات الإبلاغ عن القنوات النشطة المدعومة وتحديد عددها

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

كما هو موضح في المتطلبات الواردة في الفقرة 1.25.2.6، يبلّغ المودم الكبلي النظام CMTS بقدراته فيما يتعلق بعدد القنوات الصاعدة النشطة التي يستطيع دعمها. ويجب أن تصف طريقة النقل بشكل واضح ولا لبس فيه قدرات المودم الكبلي للنظام CMTS.

ويقدم هذا التذييل تعريف المعلمات على النحو الوارد في الفقرة 1.25.2.6، كما يقدم أمثلة توضح الحسابات التي يجب أن تجري في كل من المودم الكبلي والنظام CMTS بحيث يُفهم بالضبط نفس تركيبات قنوات الإرسال الصاعدة الممكنة في كليهما معاً.

لنفترض أن X = عدد القنوات بتردد MHz 6,4، وY = عدد القنوات بتردد MHz 3,2 وZ = عدد القنوات بتردد MHz 1,6 التي تكون نشطة في وقت واحد (مجموعة قنوات الإرسال). ولنفترض أن X_{max} هو العدد الأقصى للقنوات بتردد MHz 6,4 التي يمكن أن يدعمها المودم الكبلي، وY_{max} هو العدد الأقصى للقنوات بتردد MHz 3,2 التي يمكن أن يدعمها المودم الكبلي، ولنفترض أن Z_{max} هو العدد الأقصى للقنوات MHz 1,6 التي يمكن أن يدعمها المودم الكبلي. ويعادل Z_{max} العدد الأقصى لأجهزة الإرسال الصاعدة التي يمكن أن يدعمها المودم الكبلي.

يبلغ المودم الكبلي عن X_{max} وY_{max} وZ_{max} أثناء التسجيل باستخدام تشفيرات قدرات المودم المحددة في الملحق C بالتوصية [ITU-T J.222.2]، "تشفير قدرات المودم". وحُدد في الفقرة 1.25.2.6 أن $Z_{max} \geq Y_{max} \geq X_{max}$.

وإبلاغ المودم الكبلي عن X_{max} وY_{max} وZ_{max} يوفر معلومات كافية لوصف جميع التركيبات الممكنة فيما يخص X وZ.

ومن المفهوم أن هذه التركيبات توفر مباشرة تركيبات (X، Y، Z) هي (X_{max}، 0، 0)؛ و(Y_{max}، 0، 0) (Z_{max}، 0، 0).

وانطلاقاً من هذه القيم، يمكن للنظام CMTS حساب $B_{max} = \max(6,4*X_{max}, 3,2*Y_{max}, 1.6*Z_{max})$

$$6,4*X + 3,2*Y + 1,6*Z \leq B_{max}$$

$$X \leq X_{max}$$

$$Y \leq Y_{max}$$

$$X + Y + Z \leq Z_{max}$$

أمثلة:

المثال 1:

$$X_{max} = 4;\ Y_{max} = 4;\ Z_{max} = 4$$

في هذه الحالة، جميع التركيبات مع $X + Y + Z \leq 4$ ممكنة.

المثال 2:

في هذه الحالة، ترد جميع التركيبات حيث $4X + 3,2Y + 1,6Z \leq 25,6$.

$$X_{max} = 4;\ Y_{max} = 8;\ Z_{max} = 16$$

وهذه الحالة مطابقة لمستقبِل يمكنه أن يحدد قنوات بتردد MHz 25,6 في أي تركيبة من عروض نطاق القنوات الثلاث دون قيود.

المثال 3:

$$X_{max} = 4;\ Y_{max} = 8;\ Z_{max} = 8$$

هذه مجموعة فرعية للمثال 2.

ومع هذا الإبلاغ عن القدرات، يجب استيفاء الشرط أ) $25,6 \geq 1,6Z + 3,2Y + 6,4X$ والشرط ب) $8 \geq Y + Z + X$.

وهكذا، يتم استبعاد جميع الحالات الواردة في المثال 2 التي تشمل $8 < Y + Z + X$ مع هذا الإبلاغ.

وفي هذه الحالة يجب أن يدعم المودم الكبلي فقط (وسوف يُطلب منه أن يدعم فقط) حداً أقصى قدره 8 قنوات، حتى وإن كانت كلها بعرض نطاق يبلغ 1,6 MHz.

ولا توجد قيود أخرى على مجموعة قنوات الإرسال التي يجب دعمها.

المثال 4:

$$X_{max} = 4;\ Y_{max} = 6;\ Z_{max} = 8$$

هذه مجموعة فرعية من المثال 2 ومجموعة فرعية من المثال 3.

ومع هذا الإبلاغ عن القدرة، يجب استيفاء الشرط أ) $25,6 \geq 1,6Z + 3,2Y + 6,4X$ والشرط ب) $8 \geq Y + Z + X$، ولكن بالإضافة إلى $6 \geq Y$.

وهكذا، يتم استبعاد جميع الحالات الواردة في المثال 2 التي تشمل $8 < Y + Z + X$ مع هذا الإبلاغ، ويُستبعد كذلك (0، 8، 0)؛ و(0، 7، 1)؛ {و(0، 7، 0)}.

وتُستثنى الحالات الأخيرة لأن الحالات التي تشمل $6 = Y_{max} < Y$ يجب استبعادها.

يرجى ملاحظة أن (1، 6، 0)؛ و(0، 6، 2)؛ {و(0، 6، 0)}؛ و(0، 6، 0) مدرجة.

التذييل V

وصف التحكم في قدرة القناة الصاعدة مع قنوات صاعدة متعددة

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يوفر هذا التذييل شرحاً للاختلاف في خوارزمية التحكم في القدرة مع:

أ) قنوات صاعدة متعددة؛ بالمقارنة مع

ب) تشغيل DOCSIS السابقة

ويشرح هذا التذييل أيضاً تمديد بعض المعلمات DOCSIS 2.0 ويحدد معلمات جديدة في عملية التحكم في القدرة في الاتجاه الصاعد، ويقدم أيضاً أمثلة توضح ضبط القدرة في الاتجاه الصاعد والتحكم فيها من جانب النظام CMTS الخاص بالمودم الكبلي الذي يكون أسلوب قنوات الإرسال المتعدد لديه مفعّلاً.

1.V تمديد المعلمات DOCSIS 2.0 إلى أسلوب قنوات الإرسال المتعدد

تحتفظ المعلمات الأساسية المستمدة من DOCSIS 2.0 مثل P_r وP_{hi} وP_{low} وبالنسبة للأسلوب S-SDMA مع شفرات مجدولة مفعّلة، P_{hi} وP_{low_s} وP_{on}، بالتعاريف والأدوار الخاصة بها المستمدة من DOCSIS 2.0. ومع ذلك، يتم تمديد هذه المعلمات مع أسلوب قنوات الإرسال المتعدد المفعّل بحيث يتم تحديدها لكل قناة صاعدة ينشطها النظام CMTS من أجل المودم الكبلي. ويُرمز إلى هذه المعلمات بحرف سفلي يحدد القناة التي ترتبط بها. ولذلك، مع أربع قنوات صاعدة ينشطها النظام CMTS من أجل مودم كبلي محدد، سيكون لهذا المودم الكبلي المعلمات P_{r_1} وP_{r_2} وP_{r_3} وP_{r_4} من أجل مستوى القدرة (dBmV) الذي أبلغ عنه بشأن قنواته الصاعدة الأربع على التوالي.

2.V معلمات جديدة في أسلوب التحكم في القدرة في الاتجاه الصاعد DOCSIS 3.0 ("التحميل"، P_{load_n}، $P_{load_min_set}$، نافذة المدى الدينامي، $P_{low_multi_n}$)

بالإضافة إلى تمديد هذه المعلمات DOCSIS 2.0، تُدرج معلمات جديدة في أسلوب التحكم في القدرة في الاتجاه الصاعد DOCSIS 3.0. وتُضاف معلمات من قبيل $P_{load_min_set}$ وP_{load_n} (مثل P_{load_1}، P_{load_2} وما إلى ذلك)، و$P_{low_multi_n}$، وتُضاف مفاهيم جديدة مثل نافذة المدى الدينامي و"تحميل" محوال رقمي إلى تماثلي في الاتجاه الصاعد مع أشكال موجات مشكلة لإرسالها في الاتجاه الصاعد.

إن "تحميل" شكل الموجة المشكل الذي يتم إرساله في الاتجاه الصاعد هو مقياس لمدى قرب حدوث شكل الموجة من الحد الأقصى لمستوى القدرة (من حيث متوسط قدرته)؛ وهذا يعتمد على مستوى القدرة المطلقة لشكل الموجة ونمط تشكيل شكل الموجة، وكذلك على عدد القنوات في مجموعة قنوات الإرسال. وعلى سبيل المثال، مع تشكيل QAM TDMA 64، يبلغ الحد الأقصى للقدرة المسموح به dBmV 57، وdBmV 54، وdBmV 51 من أجل قناة واحدة وقناتين وثلاث قنوات على التوالي، في مجموعة قنوات الإرسال. وسيُرسل شكل موجة QAM TDMA 64 "محمل بالكامل" مع قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال عند dBmV 57 في حين سيُرسل شكل موجة QAM 64 "محمل بالكامل" مع ثلاث قناة في مجموعة قنوات الإرسال عند dBmV 51. وسيرسل شكل موجة QAM TDMA 64 "منخفض التحميل" بمقدار dB 15 عند dBmV 57 – dB 15 = dBmV 42 مع قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال، وسيرسل شكل موجة QAM TDMA 64 "منخفض التحميل" بمقدار dB 15 عند dBmV 51 – dB 15 = dBmV 36 مع ثلاث قنوات في مجموعة قنوات الإرسال. وتُستعمل المعلمة P_{load_n} لنقل مقدار التحميل المنخفض للقناة ذات الترتيب n. وهكذا، في حالة القناة المنفردة في مجموعة قنوات الإرسال، مع dBmV 42 من أجل مستوى الإرسال QAM TDMA 64، تكون القناة منخفضة التحميل بمقدار dB 15، وبالتالي، فإن المعلمة P_{load_1} = dB 15. وبالمثل، في

حالة ثلاث قنوات في مجموعة قنوات الإرسال، مع ثلاثة تشكيلات 64 QAM TDMA ترسل عند 41 dBmV، و38 dBmV، و36 dBmV، فإن المعلمة P_{load_1} = 10 dB والمعلمة P_{load_2} = 13 dB والمعلمة P_{load_3} = 15 dB، حيث تقابل P_{load_1} القناة ذات القيمة الأدنى للمعلمة P_{load}، أو ما يعادل، التحميل الأعلى أو المزيد من التحميل الكامل.

يرتبط مفهوم "التحميل" والقيم P_{load_n} بشكل غير مباشر فقط بقدرة الإرسال المطلقة كما هو موضح في الفقرة السابقة، حيث تعادل قدرة الإرسال المطلقة قدرة الإرسال القصوى (من أجل التشكيل وعدد القنوات في مجموعة قنوات الإرسال) ناقصاً المعلمة P_{load_n} من أجل القناة n.

وبالنسبة إلى حالة أنماط التشكيل المتعددة عبر مواصفات الرشقة لقناة ما، كمواصفتي الرشقة للتشكيلين QPSK TDMA و64 QAM TDMA في قناة واحدة، تُحدد قيمة القناة القصوى بالمستوى 64 QAM منخفض القدرة البالغ 57 dBmV بالمقارنة مع القيمة 61 dBmV للتشكيل QPSK (مع افتراض قناة واحدة في مجموعة قنوات الإرسال في هذا المثال)، تماماً كما هو الحال في الأسلوب DOCSIS 2.0. P_{hi_1} = 57 dBmV بالنسبة لهذه الحالة، كما تم تحديدها بواسطة القدرة القصوى 64 QAM TDMA. ومع "تحميل كامل" على هذه القناة، سيرسل التشكيل 64 QAM TDMA عند 57 dBmV. وسيرسل التشكيل QPSK عند 57 dBmV – 1,2 dB = 55,8 dBmV في هذه الحالة (بسبب كسب الكوكبة البالغ –1,18 dB من أجل التشكيل QPSK). وفيما أن التشكيل QAM TDMA، "محمل بالكامل"، وأن P_{load_1} = 0 dB في هذا المثال، فإن التشكيل QPSK TDMA على هذه القناة منخفض التحميل بمقدار 5,2 dB في الواقع. وتحدد المعملة P_{hi_1} في هذه الحالة بواسطة التشكيل 64 QAM، ولا يحدد التشكيل QPSK القيمة P_{hi} (بحكم التعريف P_{hi} = $min(P_{max} – G_{const})$ على جميع مواصفات الرشقة التي يستخدمها المودم الكبلي في هذه القناة). وبالتالي، لا تصف المعلمة P_{load_1} إلا تحميل التشكيل 64 QAM. والتحميل الذي يحدث مع التشكيل QPSK في هذا المثال غير ذي صلة بالعمليات الحسابية والمعلمات المستخدمة في التحكم في القدرة مع أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّل.

يصدر أمر للمودم الكبلي بالمعلمة $P_{load_min_set}$ من جانب النظام CMTS، ويفرض قيوداً على المعلمة P_{load_n} على النحو التالي:

$P_{load_min_set} \leq P_{load_n} \leq P_{load_min_set}$ + 12 dB، بالنسبة لجميع القنوات في مجموعة قنوات الإرسال.

بما أن $P_{load_n} = P_{hi_n} – P_{r_n}$، فإن القيمة $P_{load_min_set}$ تضع حداً على القيمة P_{r_n} فيما يخص كل قناة

$P_{hi_n} – P_{load_min_set} \geq P_{r_n} \geq P_{hi_n} – P_{load_min_set}$ – 12 dB

(جدير بالملاحظة أن $P_{low_multi_n} = P_{hi_n} – P_{load_min_set}$ – 12 dB.)

وبالتالي، بالنسبة إلى كل قناة في مجموعة قنوات الإرسال، يقتصر مدى المعلمة P_{r_n} لتلك القناة على التشغيل بالقيمة التي أصدر النظام CMTS أمراً بها في نافذة قدره 12 dB. وهذه هي نافذة المدى الدينامي للمودم الكبلي فيما يخص القناة n. وجدير بالإشارة إلى أن قيمة الإرسال الفعلية، P_{r_n} لكل قناة في مجموعة قنوات الإرسال يمكن أن تعمل في مدى **مختلف** قدره 12 dB، ولكن يجب أن تقع جميع القيم P_{load_n} ضمن **نفس** المدى البالغ 12 dB. ولذلك، هناك نافذة فريدة للمدى الدينامي يتم تحديدها للمودم الكبلي بواسطة $P_{load_min_set}$؛ ومع ذلك، قد يختلف مدى الإرسال المطلق. وعلى سبيل المثال، لنفترض وجود قناتين في مجموعة قنوات الإرسال، وقناة واحدة لديها فقط التشكيل 64 QAM TDMA والقنوات الأخرى لديها فقط التشكيل QPSK TDMA، و$P_{load_min_set}$ = 15 dB. وبالنسبة لكل قناة، تكون نافذة المدى الدينامي على نحو بحيث أن 27 dB ≥ P_{load_n} ≥ 15 dB. ومع ذلك، فإن القناة ذات التشكيل 64 QAM TDMA فقط ستُستخدم مع P_{r_n} بين 54 dBmV – 15 dB = 39 dBmV و54 dBmV – 15 dB – 12 dB = 27 dBmV في حين أن القناة ذات التشكيل QPSK TDMA فقط، ستُستخدم مع القيمة P_{r_n} بين 59,2 dBmV – 15 dB = 44,2 dBmV و59,2 dBmV – 15 dB – 12 dB = 32,2 dBmV.

3.V مثال للتحكم في القدرة الصاعدة مع أسلوب قناة الإرسال المتعدد المفعّل

في الأسلوب DOCSIS 2.0، عندما يوجه أمر للمودم الكبلي بتغيير مستوى القدرة، يتم اختبار القيمة P_r الجديدة مقابل P_{hi} وP_{low}، وتُقتطع P_r عند P_{hi} أو P_{low} إذا كانت P_r في الواقع أعلى من P_{hi} أو أقل من P_{low} (وفقاً للفقرة 18.2.6 من التوصية [ITU-T J.122]). ومع تفعيل القناة MSC، يتم اختبار P_r واقتطاعها مقابل P_{hi_T} وP_{low_S}، ويتم اختبار P_{low_S} واقتطاعها مقابل P_{hi_S}.

وعندما يضع النظام CMTS المودم الكبلي في أسلوب قناة الإرسال المتعدد، يجب توفير المعلمة $P_{load_min_set}$ للمودم الكبلي. ومن شأن ذلك أن يحدد نافذة المدى الدينامي للمودم الكبلي.

ومع تفعيل الأسلوب MTC، يستمر تشغيل كل قناة مع الاختبار والاقتطاع على النحو الموضح فيما يخص الأسلوب DOCSIS 2.0 مع الاستثناءات التالية:

1) يجري اختبار إضافي لمقارنة القيمة P_{r_n} المقترحة حديثاً مع $P_{hi_n} - P_{load_min_set}$ من أجل تقييد مستوى القدرة القصوى للقناة لتكون القيمة $P_{load_min_set}$ أقل من P_{hi_n}. وبشكل فعال، يتم تقليل أعلى مستوى للقدرة مبلغ عنه لكل قناة بمقدار $P_{load_min_set}$ (dB).

2) وإذا تَبين عند مقارنة القيمة P_{r_n} المقترحة حديثاً مع $P_{hi_n} - P_{load_min_set}$ أن القيمة P_{r_n} مرتفعة جداً، عندئذ، يجب تجاهل أمر تغيير القدرة بخصوص P_{r_n}. (جدير بالإشارة إلى أنه عندما تساوي $P_{load_min_set}$ القيمة 0 dB، لن يتم تجاهل أوامر تجاوز حدود مدى القدرة؛ وذلك لأن البروتوكول الموصوف في الفقرة 19.2.6 ينص على أن يتم أولاً اختبار القيمة P_{r_n} واقتطاعها مقابل P_{hi_n} دون تجاهل ما إذا كانت هناك حاجة إلى الاقتطاع أم لا).

3) تُنفذ الخطوتان 1# و2# للتحقق من مستويات القدرة المنخفضة أيضاً، حيث لا يُسمح بأن تنخفض القيمة P_{r_n} إلى أقل من $P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12\ dB)$.

4) بالنسبة للقناة MSC المفعّلة، يتم اختبار القيمة P_{r_n} لضمان ألا تتجاوز $P_{load_min_set} - P_{hi_T_n}$ وضمان كذلك أن القيمة P_{r_n} ليست أقل من $(P_{load_min_set} + 12\ dB) - P_{hi_T_n}$)، وإذا حدث أي منهما، يتم تجاهل أمر تغيير القيمة P_{r_n}.

5) بالنسبة للقناة MSC المفعّلة، تُقتطع القيمة P_{on} بحث لا تتجاوز $P_{load_min_set} - P_{hi_S}$.

لننظر في مثال يشمل أربع قنوات TDMA، لكل منها تشكيل 64 QAM فقط. وفي هذا المثال، لنفترض أن CMTS يبدأ بالقيمة $P_{load_min_set} = 3\ dB$؛ ثم، بالنسبة لكل قناة، تقتصر قدرة القناة P_{r_n} على أن تكون $\geq P_{hi_n} - 3\ dB$، بحيث تقتصر كل قناة على 48 dBmV بدلاً من الحد الأقصى لأربع قنوات من أجل التشكيل 64 QAM الذي يساوي 51 dBmV. والقيمة الأدنى المسموح بها لكل P_{r_n} هي 36 dBmV (أقل من أعلى قيمة بمقدار 12 dB). ولنعتبر أن كل قناة تُحدد من أجل $P_{r_n} = 46$ dBmV. وهذا يسمح بهامش قدره 2 dB قبل أن تتم زيادة $P_{load_min_set}$ للسماح بارتفاع P_{r_n} فوق 48 dBmV.

وفي هذا المثال، لنعتبر أن النظام CMTS يأمر بعد ذلك إحدى القنوات بخفض مستوى قدرتها بمقدار 2 dB. وسيتطلب هذا التغيير وقت إعادة التشكيل على تلك القناة، ولكن قد تستمر جميع القنوات الأخرى في استلام التصاريح وفي كونها رشقية، وسيتعين استيفاء جميع متطلبات الدقة.

ثم لنعتبر أن النظام CMTS يأمر هذه القناة بخفض قدرتها بمقدار 2 dB إضافي، ويوفر لهذه القناة وقت إعادة التشكيل. والآن تغيرت قدرة هذه القناة بمقدار 4 dB منذ توفير آخر وقت لإعادة التشكيل، ولذلك، لم توضع متطلبات الدقة موضع التنفيذ.

ولنعتبر الآن أن هذه القناة تراجعت بمقدار 2 dB، بالتالي، فإن صافي التغيير لديها تراجع إلى –2 dB منذ آخر وقت لإعادة التشكيل. ولا تزال متطلبات الدقة غير مطبقة؛ فقد أُزيلت عندما أُمر المودم الكبلي بتحريك إحدى قنواته بأكثر من 3 dB منذ الوقت العام الأخير لإعادة التشكيل، وتنص المواصفات على ألا يتم استرجاع متطلبات الدقة حتى وقت إعادة التشكيل العام التالي.

ولمواصلة المثال، لنفترض مرة أخرى أنه تم تخفيض القناة بمقدار 2 dB إضافي، نزولاً مرة أخرى إلى 42 dBmV، أي تحت قيمة البداية بمقدار 4 dB.

عندما يتم توفير وقت إعادة التشكيل العام لاحقاً للمودم الكبلي، تُستوفى جميع الشروط كي تكون متطلبات الدقة الكاملة قابلة للتطبيق.

وبعد ذلك، يُوجه أمر لهذه القناة بخفض قدرتها بمقدار 2 dB إضافي، ومرة أخرى يتم منحها وقتاً لإعادة التشكيل بحيث يتسنى لها تنفيذ هذا التغيير؛ ولا تدعو الحاجة إلى وقت إعادة تشكيل عالمي أو إلى توفيره. ويتم الآن تخفيف متطلبات الدقة قليلاً، لأن تحميل القناة هذا أعلى (أي قدرة أقل) بمقدار 6 dB من تحميل القناة التالية الأقرب (40 dBmV مقابل 46 dBmV). (وجدير بالملاحظة

أيضاً أن تحميل القناة، أي P_{r_n} مقارنة مع P_{hi_n}، وليس القدرة المطلقة، هو الذي يحدد ما إذا تم تحقيق المدى البالغ 4 dB للقنوات النشطة الأربع.)

واستمراراً لهذا المثال، لنعتبر أنه تم تخفيض قدرة قناة أخرى بمقدار 4 dB، وأنه تم توفير وقت إعادة التشكيل على هذه القناة، ولكن لن توضع متطلبات الدقة موضع التنفيذ (بسبب هذا التغيير بمقدار 4 dB منذ وقت إعادة التشكيل السابق)، حتى يتم توفير وقت إعادة التشكيل العام. وبمجرد توفير وقت إعادة التشكيل العام، سيتم تطبيق متطلبات الدقة الكاملة مرة أخرى بما أن جميع الشروط استُوفيت (القيم P_{load_n} هي 5 dB و9 dB و11 dB وتكون أدنى قيمة P_{load_n} في حدود 3 dB من القيمة $P_{load_min_set}$ التي لا تزال تساوي 3 dB).

والآن لنعتبر أن النظام CMTS يرغب في أن يرفع بمقدار 2,5 dB قيمة إحدى القناتين المتبقيتين عاليتي القدرة. ما لم تُخفض القيمة $P_{load_min_set}$ بما لا يقل عن 0,5 dB إلى 2,5 dB أو أقل من قيمتها الحالية البالغة 3 dB، سيتم تجاهل هذا الأمر بتغيير القدرة إذ سيؤدي إلى انتهاك نافذة المدى الديناميي للقناة. ولنفترض أن النظام CMTS يرسل تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ إلى 1 dB، ويقوم في نفس الوقت بزيادة القدرة في إحدى القناتين المتبقيتين بمقدار 2,5 dB. سيتعين على المودم الكبلي انتظار وقت إعادة تشكيل عالمي لإجراء التغييرَيْن المزدوجين في $P_{load_min_set}$ وP_{r_n} بحيث تصل القناة إلى 48,5 dBmV. وإذا نُفذت هذه التغييرات كلها في المودم الكبلي، عندئذ، تكون القيمة القصوى P_{r_n} (أعلى نافذة المدى الديناميي) هي 50 dBmV، وذلك فيما يخص كل قناة حيث إن لكل منهما تشكيل 64 QAM TDMA فقط، وتُوجه القنوات الأربع إلى 48,5 dBmV و46 dBmV و42 dBmV و40 dBmV. وإذا وفّر النظام CMTS وقت إعادة تشكيل عالمي، عندئذ يمكن تنفيذ هذه التغييرات. بيد أنه إذا وفّر النظام CMTS وقت إعادة تشكيل لإحدى القنوات التي يوجد أمر بها ولكن لم يكن وقتاً عالمياً لإعادة التشكيل، فلن يتمكن المودم الكبلي من تنفيذ الأمر من أجل زيادة قدرته، نظراً لأن وقت إعادة التشكيل العام مطلوب لتغيير نافذة المدى الديناميي. وجدير بالإشارة إلى أنه حتى إذا لم يتطلب تغيير القدرة المعلقة، القيمة $P_{load_min_set}$ الجديدة، نظراً لصدور الأمر بتغيير قدرة القناة بالتزامن مع التغيير في نافذة المدى الديناميي، فينبغي ألا يقوم المودم الكبلي بتنفيذ تغيير قدرة القناة حتى وقت إعادة التشكيل العام التالي. ويجب على المودم الكبلي أن ينتظر لتنفيذ كلا التغييرين خلال وقت إعادة التشكيل العام التالي، وفي ذلك الوقت سيواصل المودم الكبلي استيفاء جميع متطلبات الدقة. وجدير بالملاحظة أن قيم P_{load_n} هي الآن 2,5 dB و5 dB و9 dB و11 dB.

وكتحسين إضافي لهذا المثال، لنعتبر أن القناة عند 40 dBmV تحتوي بالفعل على تشكيل QPSK TDMA في مواصفات الرشقات لديها، جنباً إلى جنب مع 64 QAM. ولنفترض أن هذه القناة يُطلب منها تخفيض قدرتها بمقدار 2 dB إضافي، إلى P_{r_n}= 38 dBmV. وبالتالي، تكون القيمة P_{load_n} لهذه القناة هي 51 dBmV – 38 dBmV = 13 dB، وهو أقل بالضبط من $P_{load_min_set}$ بمقدار 12 dB، وبالتالي فإن P_{r_n} تساوي بالضبط $P_{low_multi_n}$ = 51 dBmV – 1 dB – 12 dB = 38 dBmV في هذا المثال. ولا يوجد تغيير آخر في هذا المثال. ومع ذلك، جدير بالملاحظة أنه عندما يكون التشكيل QPSK في حالة رشقية على هذه القناة، فيكون ذلك عند 38 dBmV – 1,18 dB = 36,8 dBmV. ويرجى ملاحظة أن هذا **أدنى** من مستوى قدرة القيمة $P_{low_multi_n}$ لهذه القناة! وهذا هو التحميل، بالمقارنة مع QPSK TDMA مع أربع قنوات، الذي يبلغ 55 dBmV – 36,8 dBmV = 18,2 dB، في حين أن القيمة $P_{load_min_set}$ تساوي 1 dB. وعلى الرغم من أن التشكيل QPSK على هذه القناة منخفض التحميل بمقدار 18,2 dB، أي اختلاف قدره 17,2 dBmV عن المعلملة $P_{load_min_set}$، لا تزال المعلمة P_{load} تساوي 12 dB فيما يخص هذه القناة. وحقيقة أن التشكيل QPSK منخفض التحميل بأكثر من 17 dB بالمقارنة مع $P_{load_min_set}$ ليست ذات صلة. ويجب أن يكون المودم الكبلي قادراً على استيعاب إرسال الرشقات QPSK عند القيمة الأقل تحميلاً قليلاً بالمقارنة بما يحدث مع 64 QAM، نظراً لأن قدرة رشقات QPSK مقارنةً برشقات 64 QAM تختلف فقط بمقدار 1,18 dB؛ وحقيقة أن رشقات QPSK أقل تحميلاً (وفقاً للتعاريف في هذه المتطلبات) لا يعني ضمنياً أن تخفيف الدقة مطلوب لهذا التشكيل، الذي يكون عند نفس مستويات القدرة المطلقة تقريباً لكل من رشقات 64 AM وQPSK.

4.V أمثلة تتعلق بالتغيرات المتزامنة والمتتالية في P_{r_n} و$P_{load_min_set}$

عندما يرسل النظام CMTS قيمة $P_{load_min_set}$ جديدة إلى المودم الكبلي، هناك احتمال ألا يكون المودم الكبلي قادراً على تنفيذ التغيير إلى القيمة الجديدة على الفور لأن المودم الكبلي قد يكون في منتصف الرشقة على قناة أو أكثر من قنواته الصاعدة في

اللحظة التي يتلقى فيها المودم الكبلي أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$. وقد ينقضي بعض الوقت قبل أن يمنح النظام CMTS المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام. وعلى غرار ذلك، فإن التغييرات التي يوجد أمر بها على القيمة P_{r_n} قد لا يتم تنفيذها فور استقبالها في المودم الكبلي إذا كانت القناة ذات الترتيب n ذات طبيعة رشقية. وقد تحدث التغييرات التي يوجد أمر بها للقيمة P_{r_n} في آن واحد مع إصدار أمر تغيير القيمة $P_{load_min_set}$. **وينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ بعد إصدار أمر بتغيير في القيمة P_{r_n} إلا بعد توفير وقت كافٍ لإعادة التشكيل في القناة ذات الترتيب n. **وينبغي** للنظام CMTS **ألا** يصدر تغييراً في القيمة $P_{load_min_set}$ بعد إصدار أمر سابق بتغيير في القيمة $P_{load_min_set}$ إلا بعد أن يوفر أيضاً وقت إعادة تشكيل عام للأمر الأول. وكذلك، ينبغي للنظام CMTS ألا يصدر أمراً بتغيير القيمة P_{r_n}:

أ) إلا بعد توفير وقت إعادة التشكيل العام تبعاً لأمر بقيمة جديدة $P_{load_min_set}$؛

ب) إلا بعد توفير الوقت الكافي لإعادة التشكيل على القناة ذات الترتيب n تبعاً لإصدار أمر بتغيير سابق في القيمة P_{r_n}.

وبعبارة أخرى، يجب أن يتجنب النظام CMTS إرسال تغييرات متتالية في القيمة P_{r_n} و/أو القيمة $P_{load_min_set}$ للمودم الكبلي دون وقت كافٍ لإعادة التشكيل من أجل إصدار الأمر الأول. وعند إصدار أمر بقيمة جديدة متزامنة $P_{load_min_set}$ وبتغيير في القيمة P_{r_n}، قد ينتظر المودم الكبلي وقت إعادة التشكيل العام المقبل (أي التزامن مع إصدار القيمة الجديدة $P_{load_min_set}$) لتطبيق التغيير في القيمة P_{r_n} بدلاً من تطبيق التغيير في أول وقت كافٍ لإعادة تشكيل القناة ذات الترتيب n؛ وقيمة $P_{load_min_set}$ التي تنطبق على القيمة P_{r_n} الجديدة هي القيمة $P_{load_min_set}$ التي صدر أمر بشأنها في نفس الوقت، ولذلك، إذا كان التغيير إلى القيمة يقع خارج نافذة المدى الدينامي للقيمة $P_{load_min_set}$ القديمة، عندئذ يجب على المودم الكبلي أن ينتظر وقت إعادة التشكيل العام لتطبيق التغيير في القيمة P_{r_n}.

في المثال التالي، ستُناقش القيمة P_{load_n} والقيمة P_{r_n} لتبسيط المثال.

وفي هذا المثال، يُفترض أن $P_{load_min_set}$ تساوي 15 dB، وأن P_{load_1} تساوي 16 dB وأن P_{load_2} تساوي 18 dB، وأن أمراً جديداً صدر بتغيير $P_{load_min_set}$ إلى 14 dB، وفي نفس الوقت تغيير P_{load_1} إلى 14 dB. ولنفترض الآن أن الفرصة متاحة لتغيير القدرة على القناة 1 ولكن لم يُتح وقت إعادة التشكيل العام إلا بعد ذلك بقليل. عندئذ، يجب على المودم الكبلي إدراك أنه ينبغي **ألا** يتجاهل التغيير في P_{load_1} من 16 dB إلى 14 dB فقط لعدم إتاحة الفرصة لتطبيق القيمة $P_{load_min_set}$ الجديدة. وإذا كان الأمر بالتغيير في P_{r_1} قد صدر قبل التغيير في $P_{load_min_set}$، فهذا الأمر بتغيير P_{r_1} يضع P_{r_1} خارج نافذة المدى الدينامي، ويجب على المودم الكبلي تجاهل هذا الأمر. ومع ذلك، نظراً لتزامن تغيير P_{r_1} و $P_{load_min_set}$ في المثال، ينبغي للمودم الكبلي أن يتجاوز فرصة تغيير P_{r_1} على القناة 1 عند حدوث وقت هادئ على القناة 1، وينبغي للمودم الكبلي انتظار وقت إعادة التشكيل العام ثم تغيير كل من P_{r_1} و$P_{load_min_set}$.

وإذا كان التغيير في P_{r_1} قد بلغ 1/2 dB فقط، **فما** كان لذلك أن يضع P_{r_1} خارج نافذة المدى الدينامي المبدئي، وكان بإمكان المودم الكبلي تنفيذ التغيير في P_{r_1} في أول فرصة، ولكن يُسمح للمودم الكبلي في هذه الحالة بالانتظار وتغيير P_{r_1} في نفس الوقت الذي يتم فيه تغيير في $P_{load_min_set}$ نظراً لإرسال الأوامر بشكل متزامن إلى المودم الكبلي.

وإذا كان التغيير في P_{r_1} قد بلغ 1/2 dB فقط، وكان قد وُجه أمر للمودم الكبلي بهذا التغيير قبل الأمر بتغيير $P_{load_min_set}$، عندئذ، يجب تنفيذ التغيير على P_{r_1} في أول فرصة إعادة تشكيل على القناة 1. وإذا لم تتح مثل هذه الفرصة وكان هناك أمر بتغيير $P_{load_min_set}$، عندئذ، يمكن للمودم الكبلي أن يتجاهل هذا التغيير المطلوب في $P_{load_min_set}$ على الرغم من أن هذا الأمر يتوافق مع كل من القيمة P_{r_1} الحالية والقيمة P_{r_1} المعلقة؛ وينبغي ألا يصدر النظام CMTS مثل هذا الأمر (ينبغي للنظام CMTS أن ينتظر تغيير المودم الكبلي للقيمة P_{r_1} قبل إرسال قيمة $P_{load_min_set}$ جديدة). وجدير بالملاحظة أن الاستجابة الموصى بها للمودم الكبلي لمثل هذا التغيير الصادر بشكل غير صحيح في $P_{load_min_set}$ هي مواصلة التغيير في P_{r_1} في وقت إعادة التشكيل المتاح على القناة 1 (كما هو مطلوب)، وانتظار وقت إعادة التشكيل العام وتنفيذ (وإن كان ذلك بشكل غير ملائم) القيمة $P_{load_min_set}$ التي يوجد أمر بها. والظرف الآخر في حالة التغيير المطلوب في $P_{load_min_set}$ قبل فرصة تغيير P_{r_1} يتمثل فيما إذا كانت الفرصة اللاحقة لتغيير P_{r_1} هي أيضاً وقت إعادة التشكيل العام؛ ويُسمح للمودم الكبلي بتنفيذ التغيير في هذه الفرصة، ولكن **ليس** تغيير $P_{load_min_set}$

حيث إن هذا التغيير صدر بشكل غير صحيح من جانب النظام CMTS. ومع ذلك، من المستحسن أن يتمسك الودم الكبلي بهذا القيمة الجديدة $P_{load_min_set}$ التي يوجد أمر بها وتنفيذها في وقت إعادة التشكيل العام **التالي**.

وكمثال مغاير، إذا صدر أمر بنقل $P_{load_min_set}$ من 15 dB إلى 17 dB بدون أي تغييرات في P_{load_1} أو P_{load_2}، يجب تجاهل هذا التغيير تماماً لأنه يضع P_{r_1} خارج نافذة المدى الدينامي. وإذا أصدر النظام CMTS مثل هذا الأمر، وصدر أمر بتغيير $P_{load_min_set}$ من 16 dB إلى 17 dB قبل وقت إعادة التشكيل العام التالي، فلا يزال من المطلوب أن يتجاهل المودم الكبلي تغيير $P_{load_min_set}$، لأن هذا التغيير كان بمثابة انتهاك لقيود نافذة المدى الدينامي عند صدوره.

التذييل VI

مثال لحدود قدرة ضوضاء البث الهامشي مع قنوات رشقية متعددة

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يقدم هذا التذييل أمثلة توضح حساب حدود قدرة الضوضاء التي تحددها متطلبات البث الهامشي للإرسالات الصاعدة عندما تكون أكثر من قناة واحدة في حالة رشقية. وتُفرض متطلبات البث الهامشي بحيث تكون حدود قدرة الضوضاء نسبة إلى قدرة الإرسال للقناة؛ مع قنوات متعددة في حالة رشقية في آن واحد، تتم إضافة حدود الضوضاء المطلقة من كل قناة مرسَلة معاً لإنتاج حد الضوضاء المركب المنصوص عليه في الشرط. وهناك بعض الشروط في المواصفة المتعلقة بقدرات إرسال القناة التي تقل عن مستويات معينة بالنسبة إلى قدرات إرسال القنوات الأخرى، حيث تتم زيادة حدود الضوضاء (المخففة). وفي هذه الحالات، يقابل حد قدرة الضوضاء للقناة أو القنوات التي ترسل أقل من مدى القدرة الذي تحدده قنوات القدرة الأعلى، قدرة الإرسال للقناة (القنوات) ذات القدرة المنخفضة إذا تم زيادة قدرتها بحيث تقع عند الحد الأدنى لمدى مستوى القدرة بدلاً من أن تقع تحت المدى.

وكمثال، مع ثلاث قنوات S-CDMA في النظام TCS، عند قدرات إرسال لكل قناة تبلغ 53 dBmV و41 dBmV و41 dBmV، تقابل متطلبات البث الهامشي المطلقة عندما تقوم قناتان أو أكثر في النظام TCS بالإرسال، متطلبات البث الهامشي المطلقة حيث تبلغ قدرة الإرسال لكل قناة 53 dBmV و45 dBmV و45 dBmV. ويتم رفع مستويات القدرة 41 dBmV (نظرياً ولكن ليس في الواقع) لأغراض تحديد حدود البث الهامشي حتى 53 dBmV – 8 dB = 45 dBmV. وإذا كان معدل التشكيل 5120 kHz، ويتم حساب حد الضوضاء لقناة غير مجاورة لأي من القنوات الرشقية الثلاث، فإن حد الضوضاء يتوافق مع الحد الذي سيحدث إذا ساهمت كل قناة رشقية في قدرة الضوضاء –44 dB تحت قدرة إشارتها الرشقية (أو كما جاء في هذا المثال، تحت قدرة الإشارة المرفوعة بشكل اصطناعي للقنوات التي تقع تحت المديات من أجل التطبيق التام للمتطلبات). وهكذا في هذا المثال، مع القنوات الرشقية الثلاث، يكون حد الضوضاء لهذا الاختبار، في قناة إرسال غير مجاورة، هو مجموع

أ) 3 dBmV – 44 dB = 9 dBmV؛

ب) 5 dBmV – 44 dB = 1 dBmV؛

ج) و5 dBmV – 44 dB = 1 dBmV.

ومن خلال التحويل إلى أعداد طبيعية (بدلاً من قيم "ديسيبل") وإضافة قدرات الضوضاء، يُستخدم مجموع 9 dBmv + 1 dBmv + 1 dBmv = 10,2 dBmv كقيمة حدية لاختبار قدرة الضوضاء لمتطلبات البث الهامشي في هذه الحالة.

وكمثال، مع أربع قنوات S-CDMA في النظام TCS، عند قدرات إرسال لكل قناة تبلغ 53 dBmV و41 dBmV و41 dBmV و41 dBmV، تقابل متطلبات البث الهامشي المطلقة عندما تقوم قناتان أو أكثر في النظام TCS بالإرسال، متطلبات البث الهامشي المطلقة حيث تبلغ قدرة الإرسال لكل قناة 53 dBmV و49 dBmV و45 dBmV و41 dBmV. ويتم رفع مستويات القدرة 41 dBmV (نظرياً ولكن ليس في الواقع) لأغراض تحديد حدود البث الهامشي حتى 53 dBmV – 4 dB = 49 dBmV؛ والحدود الاصطناعية 49 dBmV – 4 dB = 45 dBmV؛ والحدود الاصطناعية 45 dBmV – 4 dB = 41 dBmV. وإذا كان معدل التشكيل 5120 kHz، ويتم حساب حد الضوضاء لقناة غير مجاورة لأي من القنوات الرشقية الأربع، فإن حد الضوضاء يتوافق مع الحد الذي سيحدث إذا ساهمت كل قناة رشقية في قدرة الضوضاء –44 dB تحت قدرة إشارتها الرشقية (أو كما جاء في هذا المثال، تحت قدرة الإشارة المرفوعة بشكل اصطناعي للقنوات التي تقع تحت المديات من أجل التطبيق التام للمتطلبات). وهكذا في هذا المثال، مع القنوات الرشقية الأربع، يكون حد الضوضاء لهذا الاختبار، في قناة إرسال غير مجاورة، هو مجموع

أ) 3 dBmV – 44 dB = 9 dBmV؛

ب) و9 dBmV – 44 dB = 5 dBmV؛

ج) و5 dBmV – 44 dBmV = 1 dBmV؛

د) و1 dBmV – 44 dB = –3 dBmV.

ومن خلال التحويل إلى أعداد طبيعية (بدلاً من قيم "ديسيبل") وإضافة قدرات الضوضاء، يُستخدم مجموع 9 dBmv + 5 dBmv + 1 dBmv + (–3 dBmV) = 11,1 dBmv كقيمة حدية لاختبار قدرة الضوضاء لمتطلبات البث الهامشي في هذه الحالة.

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 وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات معدات القياس
السلسلة P	المطاريف وطرائق التقييم الذاتية والموضوعية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	المعدات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2020