الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.993.5

(2019/02)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية – شبكات النفاذ المعدنية

إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد (بأسلوب الإرسال الموجّه) للاستعمال مع مرسلات–مستقبلات VDSL2

التوصية ITU-T G.993.5

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199–G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299–G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399–G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449–G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499–G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699–G.600
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.799–G.700
الشبكات الرقمية	G.899–G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999–G.900
اعتبارات عامة	G.909–G.900
معلمات لأنظمة كبلات الألياف البصرية	G.919–G.910
الأقسام الرقمية في معدلات بتات تراتبية على أساس معدل 2048 kbit/s	G.929–G.920
أنظمة الإرسال بالخطوط الرقمية الكبلية بمعدلات بتات غير تراتبية	G.939–G.930
أنظمة الخطوط الرقمية التي توفرها حاملات تعدد الإرسال بتقسيم التردد (FDM)	G.949–G.940
أنظمة الخطوط الرقمية	G.959–G.950
أنظمة الأقسام الرقمية والإرسال الرقمي لنفاذ الزبائن إلى الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات (ISDN)	G.969–G.960
أنظمة الكبلات البحرية للألياف البصرية	G.979–G.970
أنظمة الخطوط البصرية للشبكات المحلية ولشبكات النفاذ	G.989–G.980
شبكات النفاذ المعدنية	**G.999–G.990**
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب الخاصة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999–G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999–G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999–G.7000
جوانب الرزم عبر طبقة النقل	G.8999–G.8000
شبكات النفاذ	G.9999–G.9000

لمزيد من التفاصيل، يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصية ITU-T G.993.5

إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد (بأسلوب الإرسال الموجّه) للاستعمال مع مرسلات–مستقبلات VDSL2

ملخص

الإرسال الموجه هو أسلوب يستعمل تنسيق إشارات الخط من أجل خفض مستويات اللغط وتحسين الأداء. وتتوقف درجة التحسين على خصائص القناة. ويمكن أن يستفيد من أسلوب الإرسال الموجه مستخدم واحد أو أكثر.

ويقتصر مجال تطبيق التوصية ITU-T G.993.5 بالتحديد على إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد (self-FEXT) في الاتجاهين الهابط والصاعد. وتحدد هذه التوصية طريقة واحدة لإلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد، حيث يتم إلغاء اللغط FEXT الذي تُولده زمرة من مرسلات–مستقبِلات الطرف القريب ويتداخل مع مرسلات–مستقبلات الطرف البعيد من نفس الزمرة. ويتم هذا الإلغاء بين مرسلات–مستقبِلات في خدمة الخط الرقمي للمشترك ذي معدل البتات العالي جداً (VDSL2) لا تملك بالضرورة البيانات الشرحية نفسها. ويُعتزم أن تنفَّذ هذه التوصية بالاقتران مع التوصية ITU-T G.993.2.

وتُدمج في هذه الصيغة من التوصية جميع التعديلات والتصويبات السابقة على الصيغة 2.0 من التوصية ITU-T G.993.5 لعام 2015.

ويصحح هذا الإصدار من التوصية ITU-T G.993.5 الخصائص الوظيفية التالية أو يضيفها:

- تصحيح مطبعي في الفقرة 2.8 (التصويب 1)
- تعميم تجزئة رسائل قناة العمليات الخاصة (SOC) في الفقرة 2.2.4.10 للإرسال الموجه لملف التعريف 35b (التصويب 1)
- حالة المرسل–المستقبل O-DEACTIVATING (التعديل 1)
- الملحق A: التخفيف من اللغط FEXT القوي (التعديل 2)
- الملحق B: الخط VDSL2 بعيد المدى الموجّه (التعديل 2)
- تشفير R-P-VECTOR-2 في الأسلوب بعيد المدى (LR) مع تشغيل العروة الطويلة (الملحق B) (التصويب 2)
- تصويب الخط VDSL2 بعيد المدى فيما يتعلق بمعلمة MAXNOMATP (جديد).

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T G.993.5	2010-04-22	15	11.1002/1000/10414
1.1	ITU-T G.993.5 (2010) Cor. 1	2011-06-22	15	11.1002/1000/11128
1.2	ITU-T G.993.5 (2010) Amd. 1	2011-12-16	15	11.1002/1000/11396
1.3	ITU-T G.993.5 (2010) Cor. 2	2012-06-13	15	11.1002/1000/11643
1.4	ITU-T G.993.5 (2010) Amd. 2	2012-10-29	15	11.1002/1000/11796
1.5	ITU-T G.993.5 (2010) Amd. 3	2013-04-22	15	11.1002/1000/11889
1.6	ITU-T G.993.5 (2010) Amd. 4	2013-08-29	15	11.1002/1000/11993
1.7	ITU-T G.993.5 (2010) Amd. 5	2014-04-04	15	11.1002/1000/12095
2.0	ITU-T G.993.5	2015-01-13	15	11.1002/1000/12372
2.1	ITU-T G.993.5 (2015) Cor. 1	2016-11-13	15	11.1002/1000/13089
2.2	ITU-T G.993.5 (2015) Amd. 1	2016-12-22	15	11.1002/1000/13121
2.3	ITU-T G.993.5 (2015) Amd. 2	2017-12-07	15	11.1002/1000/13307
2.4	ITU-T G.993.5 (2015) Cor. 2	2018-03-16	15	11.1002/1000/13529
3.0	ITU-T G.993.5	2019-02-22	15	11.1002/1000/13748

مصطلحات أساسية

إلغاء اللغط، مدى بعيد، الخط الرقمي للمشترك ذو معدل البتات العالي جداً (VDSL2)، أسلوب الإرسال بالمتجهات.

* للنفاذ إلى توصية، يرجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. ومثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

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، كان 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
2 المراجع 1
3 التعاريف 2
1.3 مصطلحات معرفة في وثائق أخرى 2
2.3 مصطلحات معرفة في هذه التوصية 2
4 الاختصارات والأسماء المختصرة 3
5 النماذج المرجعية 5
1.5 معلومات عامة 5
2.5 الإرسال الموجّه بالاتجاه الهابط 6
3.5 الإرسال الموجّه بالاتجاه الصاعد 7
6 متطلبات طرف الخط القريب من المكتب المركزي (CO-side) في زمرة موجهة 7
1.6 معلومات عامة 8
2.6 متطلبات الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط للوحدة VTU-O 9
3.6 متطلبات الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد للوحدة VTU-O 15
4.6 متطلبات الكيان VCE 15
7 متطلبات جانب منشآت العملاء في زمرة موجهة 15
1.7 معلومات عامة 16
2.7 متطلبات الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط للوحدة VTU-R 17
3.7 متطلبات الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد للوحدة VTU-R 28
4.7 متطلبات نظام انتهائية الشبكة 29
8 رسائل قناة العمليات المدمجة الخاصة بالإرسال الموجه 31
1.8 رسائل القناة eoc اللازمة لتشكيل قناة العودة 31
2.8 أمر ورد تحديث التتابع الدليلي 35
3.8 أوامر وردود إدارة القدرة 37
9 تفعيل وعدم تفعيل الأزواج في الزمرة الموجهة 38
1.9 حالة الإغلاق المنتظم 38
2.9 حالة الإغلاق غير المنتظم 38

الصفحة

10 استهلال الزمرة الموجهة 39
1.10 لمحة عامة 39
2.10 طور المصافحة الوارد في التوصية ITU-T G.994.1 43
3.10 طور اكتشاف القناة 49
4.10 طور التهيئة 59
5.10 طور تحليل ومبادلة القناة 69
6.10 الانتقال من فترة الاستهلال إلى وقت العرض 70
7.10 إجراءات أسلوب تشخيص العروة 70
11 التشكيل ومعلمات الاختبار 72
1.11 معلمات التشكيل 72
2.11 معلمات الاختبار 74
الملحق A – تخفيف اللغط FEXT القوي 79
1.A مقدمة 79
2.A معلمات التحكم بالمعدل الأدنى للبيانات الإضافية للرسالة (تعدل الفقرة 4.5.9 من التوصية [ITU-T G.993.2]) 79
3.A عينات الخطأ المبتورة 79
4.A أوامر إعادة التشكيل على الخط مباشرة (OLR) 80
5.A طور المصافحة الوارد في التوصية ITU-T G.994.1 (تعدل الفقرة 2.10) 81
6.A الخصائص الوظيفية للتعديل TIGAV 82
7.A تعديلات المتن المتعلقة بالرسالة MREFPSD 91
8.A الإدارة 104
الملحق B – الخط VDSL2 الموجّه بعيد المدى 107
1.B مقدمة 107
2.B لمحة عامة عن إجراء الاستهلال 107
3.B طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 109
4.B الإشارات المرسلة من الوحدة VTU-O خلال طور اكتشاف القناة وطور التهيئة 114
5.B الإشارات المرسلة من الوحدة VTU-R خلال طور اكتشاف القناة وطور التهيئة 118
6.B مبادلة الإشارات O/R-P-PROBING-LR 120
7.B مبادلة الإشارات O/R-P-TRAINING-LR 127
8.B طور اكتشاف القناة وطور التهيئة الواردين بالتوصية ITU-T G.993.5 في تشغيل العروة الطويلة 135
9.B تعريف أقنعة حد الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) 137

الصفحة

10.B الإدارة 138

11.B قدرة الإرسال التجميعية الاسمية (NOMATP) (تستعيض عن الفقرة 1.2.4.3.10 من التوصية [ITU-G.993.2]) 140

التذييل I – نمذجة قناة اللغط 142

1.I نطاق التطبيق 142

2.I الغرض 142

3.I النموذج A لقناة اللغط متعددة الدخل والخرج 142

4.I النموذج C لقناة اللغط متعددة الدخل والخرج 142

التذييل II – أمثلة على تحكم الكيان VCE بعملية الاستهلال في تفعيل عدة خطوط في الزمرة الموجهة 146

1.II مقدمة 146

2.II معالجة الكيان VCE لمجموعتين من خطوط بدء التشغيل 146

3.II استعمال الكيان VCE لقدرات المصافحة 149

التذييل III – طريقة تقدير قناة اللغط FEXT القائمة على نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) 150

1.III الأدوات 150

2.III تقدير قنوات اللغط FEXT الصادر من خط جديد إلى الخطوط القائمة 150

3.III تقدير قنوات اللغط الصادر من الخطوط القائمة إلى خط جديد 156

بيبليوغرافيا 161

إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد (بأسلوب الإرسال الموجّه) للاستعمال مع مرسلات–مستقبلات VDSL2

1 مجال التطبيق

الإرسال الموجه هو أسلوب يستعمل تنسيق إشارات الخط من أجل خفض مستويات اللغط وتحسين الأداء. وتتوقف درجة التحسين على خصائص القناة. ويمكن أن يستفيد من أسلوب الإرسال الموجه مستخدم واحد أو أكثر.

ويقتصر مجال تطبيق التوصية ITU-T G.993.5 تحديداً على إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد (self-FEXT) في الاتجاهين نحو المقصد ونحو المصدر. وتحد هذه التوصية طريقة واحدة لإلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد، حيث يتم إلغاء اللغط عند الطرف البعيد الذي تُولده زمرة من مرسلات–مستقبِلات الطرف القريب ويتداخل مع مرسلات–مستقبلات الطرف البعيد من نفس الزمرة. ويتم الإلغاء بين مرسلات–مستقبِلات في خدمة الخط الرقمي للمشترك ذي معدل البتات العالي جداً (VDSL2) لا تملك بالضرورة البيانات الشرحية نفسها. ويعتزم أن تنفّذ هذه التوصية بالاقتران مع التوصية [ITU-T G.993.2]. ويمكن تنفيذ تجميع خطوط المشترك الرقمية متعددة الأزواج (التوصية [b-ITU-T G.998.1] والتوصية [b-ITU-T G.998.2] والتوصية [b-ITU-T G.998.3]) بالاقتران مع أسلوب الإرسال الموجه.

وتوفر التقنيات الواردة في هذه التوصية وسائل لخفض اللغط الذاتي عند الطرف البعيد الذي تولده المرسلات–المستقبلات في كبل متعدد الأزواج أو رابط كبل. وتكون تقنيات إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد مفيدة بصفة خاصة للكبلات القصيرة (< 1 km) واللغط عند الطرف القريب (NEXT) المحدود، والضوضاء الأساسية واللغط عند الطرف البعيد الصادر من الأنظمة التي لا تمثل جزءاً من الزمرة الموجهة (الضوضاء الغريبة). والنسبة بين مستوى مصادر ضوضاء اللغط غير الذاتي عند الطرف البعيد ومستوى مصادر اللغط الذاتي عند الطرف البعيد هي التي تحدد إلى أي درجة يؤدي خفض اللغط الذاتي عند الطرف البعيد إلى تحسين الأداء. وثمة عامل مهم آخر هو إلى أي درجة يكون لنظام إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد إمكانية النفاذ إلى جميع أزواج الكبل. ويتحقق أقصى المكاسب عندما يكون لنظام إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد إمكانية النفاذ إلى جميع أزواج الكبل التي تنقل إشارات عريضة النطاق. وفي حالة الكبلات المتعددة الروابط، يمكن تحقيق مكاسب كبيرة عندما يكون لنظام إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد إمكانية النفاذ إلى جميع أزواج زمرة (زمر) الرابط التي تعمل عليه وله إمكانية إلغاء ما لا يقل عن أغلبية العوامل المهيمنة المسببة للغط الذاتي عند الطرف البعيد داخل الرابط. وعند استعمال أنظمة متعددة لإلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد في كبل متعدد الروابط بدون إدارة الروابط، تنخفض المكاسب بدرجة كبيرة.

2 المراجع

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 زمن النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، نحث جميع المستعملين لهذه التوصية على السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[ITU-T G.993.2] التوصية ITU-T G.993.2 (2019)، *مرسلات–مستقبلات الخط رقمي للمشترك ذي السرعة العالية جداً (VDSL2)*

[ITU-T G.994.1] التوصية ITU-T G.994.1 (2018)، *إجراءات المصافحة لمرسلات–مستقبلات الخط الرقمي للمشترك*

[ITU-T G.997.1] التوصية ITU-T G.997.1 (2019)، *إدارة الطبقة المادية لمرسلات–مستقبلات الخط الرقمي للمشترك*

[ITU-T G.998.4] التوصية ITU-T G.998.4 (2018)، *تحسين الحماية من الضوضاء النبضية لمرسلات–مستقبلات الخط الرقمي للمشترك (DSL)*

[IEEE 802.3] IEEE 802.3-2018، *معيار معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات من أجل تكنولوجيا المعلومات – تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة – الشبكات المحلية وشبكات المناطق الحضرية – شروط محددة – الجزء 3: مواصفات طريقة النفاذ والطبقة المادية للنفاذ المتعدد باستشعار الموجات الحاملة وكشف التصادم (CDMA/CD).*

3 التعاريف

1.3 مصطلحات معرفة في وثائق أخرى

تعتمد هذه التوصية تعاريف التوصية [ITU-T G.993.2].

2.3 مصطلحات معرفة في هذه التوصية

تعرف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.2.3 قناة العودة: القناة التي ترسل عبرها وحدة المرسل–المستقبل عند الموقع البعيد (VTU-R) عينات خطأ مبتورة إلى كيان التحكم بأسلوب الإرسال الموجه (VCE). ويمكن تنفيذ قناة العودة كجزء من قناة العمليات المدمجة أو كجزء من تدفق بيانات إثرنت الواردة من الوحدة VTU-R إلى المرسل–المستقبل للخط VDSL2 عند وحدة الشبكة البصرية (VTU-O).

2.2.3 سقف: تقريب إلى أقرب أعلى عدد صحيح، رمزه $\lceil x \rceil$.

3.2.3 مصفوفة القناة: في حالة خط معين في زمرة من الخطوط، تحدد مصفوفة القناة خصائص عمليات اقتران اللغط عند الطرف البعيد على كل تردد من ترددات الموجات الحاملة الفرعية بين الخط وجميع الخطوط الأخرى في الزمرة.

4.2.3 عينة خطأ مبتورة: تمثيل بمتمم اثنيني مكون من (B_max+1) بتة لعينة خطأ مقيّسة من خلال ضرب كل مكون بالعدد 2^{N_max-1}، وتقريبه إلى أقرب أدنى عدد صحيح ثم بتره إلى الفترة $[-2^{B_max}, 2^{B_max}-1]$ (حيث N_max قيمة ثابتة، وB_max قيمة يتحكم بها كيان التحكم بالتوجيه (VCE)).

5.2.3 الإنتاجية المتوقعة: انظر الفقرة 2.3 من التوصية [ITU-T G.998.4].

6.2.3 النغمات الرئيسية: جميع الموجات الحاملة الفرعية لرمز مزامنة معين والتي تساوي مؤشراتها $10n$+1 أو $10n$+7، حيث n عدد صحيح. تستعمل النغمات الرئيسية للإشارة إلى عمليات انتقال إعادة التشكيل على الخط (OLR) مباشرة خلال وقت العرض.

7.2.3 تقريب إلى أقرب أدنى عدد صحيح: رمزه $\lfloor x \rfloor$.

8.2.3 عينة خطأ مقيّسة: الخطأ المركب الذي تقيسه وحدة المرسل–المستقبل عند الموقع البعيد (VTU-R)، ويساوي المسافة بين متجه الإشارة المستقبَلة ونقطة كوكبة القرار منسوبة إلى دخل مزيل تخليط الكوكبة، ويعبر عنه بوحدات تساوي نصف المسافة بين نقطتين متجاورتين في الكوكبة.

9.2.3 تتابع دليلي: تتابع اثنيني يحدده كيان التحكم في التوجيه (VCE). ولدى إرسال التتابع الدليلي أثناء الاستهلال وخلال وقت العرض، تحدد كل بتة من بتات التتابع الدليلي ما إذا كانت الوحدة VTU-O (تتابع دليلي بالاتجاه الهابط) أو الوحدة VTU-R) (تتابع دليلي بالاتجاه الصاعد)، على التوالي، هي التي تشكل "الأصفار" (ZERO) على جميع نغمات الاختبار أو الآحاد (ONE) على جميع نغمات الاختبار في رمز مزامنة معين.

10.2.3 نغمات الاختبار: جميع الموجات الحاملة الفرعية برمز مزامنة معين والتي تساوي مؤشراتها $10n$ أو $10n+2$ أو $10n+3$ أو $10n+4$ أو $10n+5$ أو $10n+6$ أو $10n+8$ أو $10n+9$، حيث n عدد صحيح. تستعمل نغمات الاختبار في إرسال التتابعات الدليلية.

11.2.3 عَلَم مزامنة: رمز مزامنة تنعكس فيه بتات إطار المزامنة المشكّلة على النغمات الرئيسية بالنسبة لإطار المزامنة الذي يشكله أحدث رمز مزامنة تم إرساله (أي إذا كان إطار المزامنة السابق كله أصفار ZEROS مشكّلة على النغمات الرئيسية، يتطابق علم المزامنة مع إطار مزامنة جميع الآحاد ONES المشكّلة على النغمات الرئيسية، والعكس صحيح). ويستخدم علم المزامنة للإشارة إلى عمليات الانتقال إلى إعادة التشكيل على الخط مباشرة.

12.2.3 زمرة موجّهة: مجموعة من الخطوط يكون الإرسال عبرها من عقدة النفاذ (AN) مؤهلاً للتنسيق عن طريق التعويض المسبق (إرسال موجه بالاتجاه الهابط)، أو يكون فيها الاستقبال عند عقدة النفاذ مؤهلاً للتنسيق عن طريق التعويض اللاحق (إرسال موجه بالاتجاه الصاعد)، أو الاثنين معاً. وبحسب تشكيل الزمرة الموجهة، يمكن تفعيل أي من الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط أو الصاعد أو الاثنين معاً أو عدم تفعيل أي منهما.

13.2.3 الإرسال الموجه: الإرسال المنسق و/أو الاستقبال المنسق لإشارات عدة مرسلات–مستقبلات للخط الرقمي للمشترك باستعمال تقنيات التخفيف من الآثار الضارة للغط لتحسين الأداء.

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

ACTATP قدرة الإرسال التجميعية الفعلية *(Actual Aggregate Transmit Power)*

AFE طرف أمامي تماثلي *(Analogue Front End)*

AN عقدة النفاذ (*Access Node*)

ATP قدرة الإرسال التجميعية *(Aggregate Transmit Power)*

BDR معدل بيانات قناة العودة *(Backchannel Data Rate)*

CO المكتب المركزي *(Central Office)*

CO-MIB قاعدة معلومات إدارة المكتب المركزي *(Central Office-Management Information Base)*

CO-side طرف الخط القريب من المكتب المركزي *(End of the line nearer to the Central Office)*

CP منشآت العملاء *(Customer Premises)*

CP-side طرف الخط القريب من منشآت العملاء *(End of the line nearer to the Customer Premise)*

DMT نغمة متعددة متقطعة *(Discrete Multi-Tone)*

DSE حدث إغلاق غير منظّم *(Disorderly Shutdown Event)*

DSL خط المشترك الرقمي (*Digital Subscriber Line*)

EC جهاز إلغاء الصدى (*Echo Canceller*)

eoc قناة العمليات المدمجة (*Embedded Operations Channel*)

ERB كتلة تقرير الأخطاء *(Error Report Block)*

ETR الإنتاجية المتوقعة *(Expected Throughput)*

FEXT لغط الطرف البعيد *(Far-end crosstalk)*

HDLC التحكم رفيع المستوى في وصلة البيانات (*High-Level Data Link Control*)

IDFT تحويل فوريير المتقطع المعكوس (*Inverse Discrete Fourier Transform*)

L2+ الطبقة 2 للإثرنت وما فوقها *(Ethernet Layer 2 and above)*

ME كيان الإدارة (أو متوسط الخطأ) *((Management Entity (or Mean Error))*

MIMO تعدد المدخلات والمخرجات *(Multiple Input Multiple Output)*

NEXT لغط الطرف القريب *(Near-end crosstalk)*

NDR معدل البيانات الصافي *(Net Data Rate)*

NMS نظام إدارة الشبكة *(Network Management System)*

NOMATPds قدرة الإرسال التجميعية الاسمية بالاتجاه الهابط *(Nominal Aggregate Transmit Power in downstream)*

NOMATPus قدرة الإرسال التجميعية الاسمية بالاتجاه الصاعد *(Nominal Aggregate Transmit Power in upstream)*

NT انتهائية الشبكة (*Network Termination*)

PCB خفض القدرة *(Power Cut-Back)*

PDF دالّة كثافة الاحتمالات *(Probability Density Function)*

PMD معتمد على الوسط المادي *(Physical Medium Dependent)*

PSD الكثافة الطيفية للقدرة (*Power Spectral Density*)

QAM التشكيل الاتساعي التربيعي (*Quadrature Amplitude Modulation*)

OLR إعادة التشكيل على الخط مباشرة *(On-Line Reconfiguration)*

ONU وحدة الشبكة البصرية *(Optical Network Unit)*

QLN ضوضاء الخط الهادئ *(Quiet Line Noise)*

RT مطراف بعيد *(Remote Terminal)*

RTX إعادة الإرسال *(Retransmission)*

SC شفرة المقطع (*Segment Code*)

SNR نسبة الإشارة إلى الضوضاء (*Signal-to-Noise Ratio*)

SOC قناة العمليات الخاصة (*Special Operations Channel*)

SOS حفظ وقت العرض *(Save Our Showtime)*

SRA تكييف المعدل السلس *(Seamless Rate Adaptation)*

SSC عدّاد رموز المزامنة *(Sync Symbol Counter)*

TA تقديم التوقيت (*Timing Advance*)

TEQ مسوٍّ في الميدان الزمني (*Time-Domain Equalizer*)

TID رقم معرّف التعديل TIGAV *(TIGAV identification number)*

TIGAV تعديل يستهله المرسل لكسب الخط VDSL2 *(Transmitter Initiated Gain Adjustment for VDSL2)*

UPBO خفض القدرة بالاتجاه الصاعد (*Upstream Power Back-Off*)

VBB كتلة نطاقات موجهة *(Vectored Band Block)*

VCE كيان التحكم في التوجيه *(Vectoring Control Entity)*

VDSL2 الخط الرقمي للمشترك ذي السرعة العالية جداً *(Very high-bit-rate Digital Subscriber Line 2)*

VDSL2-LR أسلوب المدى البعيد للخط VDSL2 الموجّه *(Long Reach mode for Vectored VDSL2)*

VME كيان إدارة الخط VDSL2 (*VDSL2 Management Entity*)

VTU وحدة المرسل–المستقبل للخط VDSL2 (*VDSL2 Transceiver Unit*)

VTU-O وحدة المرسل–المستقبل للخط VDSL2 عند وحدة الشبكة البصرية (أو المكتب المركزي، والتبادل والكابينة وغير ذلك أي عند المشغل عند طرف العروة)
(VTU at the ONU (or central office, exchange, cabinet, etc., i.e., operator end of the loop))

VTU-R وحدة المرسل–المستقبل عند الموقع البعيد (أي المشترك عند طرف العروة)
(VTU at the remote site (i.e., subscriber end of the loop))

XTU-C وحدة المرسل–المستقبل للخط xDSL عند المكتب المركزي
(X digital subscriber line Transceiver Unit at the Central office)

XTU-R وحدة المرسل–المستقبل للخط xDSL عند الطرف البعيد
(X digital subscriber line Transceiver Unit at the Remote end)

5 النماذج المرجعية

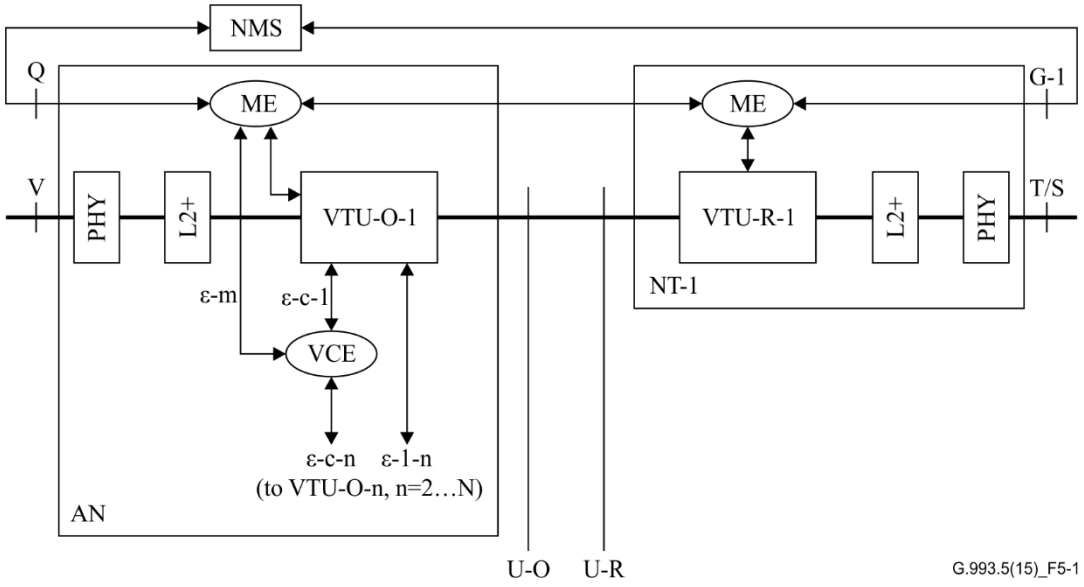
1.5 معلومات عامة

يبين الشكل 5-1 النموذج المرجعي لنظام موجه. ففي نظام موجه، تقوم عقدة النفاذ (AN) الواقعة في مكتب مركزي (CO) أو مطراف بعيد (RT) أو موقع آخر، بالإرسال والاستقبال انطلاقاً من انتهائيات الشبكة (NT). والعنصر المشترك لجميع أشكال الإرسال الموجه هو الإرسال المنسق (إرسال موجه بالاتجاه الهابط) أو الاستقبال المنسق (إرسال موجه بالاتجاه الصاعد) للإشارات الواردة من خطوط زمرة موجهة عند عقدة النفاذ. وبالتالي يمكن تمثيل الإشارات بمتجه تكون كل مركّبة من مركباته بمثابة إشارة على أحد هذه الخطوط. ويتحقق هذا التنسيق عبر واجهة بين وحدة مرسل–مستقبل الخط الرقمي للمشترك ذي السرعة العالية جداً (VDSL2) عند وحدة الشبكة البصرية (VTU-O) (تسمى هنا VTU-O-1) وجميع الوحدات VTU-O الأخرى (تسمى هنا VTU-O-*n* حيث $n=2...N$، وحيث تمثل N عدد الخطوط في الزمرة الموجهة)، ويعرف هذا السطح البيني هنا باسم ε-1-*n* للدلالة على أن التنسيق يحدث بين الخط 1 والخط *n*.

يتولى نظام إدارة الشبكة (NMS) الإدارة المنسقة للخطوط، فينقل معلومات الإدارة إلى كيان الإدارة (ME) عبر الواجهة Q (انظر الفقرة 11). ويرد تعريفا كل من نظام إدارة الشبكة وكيان الإدارة في التوصية [ITU-T G.997.1]. وفي داخل عقدة النفاذ، يواصل كيان الإدارة نقل معلومات الإدارة المتعلقة بخط معين (عبر واجهة تسمى هنا ε-m) إلى كيانات التحكم في التوجيه التابعة لزمرة التوجيه التي ينتمي إليها ذلك الخط. يتحكم كل كيان VCE بزمرة موجهة واحدة، ويتحكم بالوحدة VTU-O-*n* (الموصولة بالخط *n* في الزمرة الموجهة) عبر واجهة تسمى هنا ε-c-*n*. ويتم تبادل بيانات المشفّر المسبق بين الوحدتين VTU-O-*n*1 وVTU-O-*n*2 عبر واجهة تسمى هنا ε-*n*1-*n*2.

ويبين الشكل 5-1 النموذج المرجعي لنظام موجه (لا يظهر هنا سوى الخط 1 من زمرة موجهة مكونة من عدد N من الخطوط). وتمثل كتل PHY الطبقة المادية لواجهة عقدة النفاذ باتجاه الشبكة والطبقة المادية لواجهة انتهائية الشبكة باتجاه منشآت

العملاء (CP). وتظهر هذه الكتل لأغراض استكمال تدفق البيانات، ولكنها لا تندرج ضمن نطاق هذه التوصية. وتمثل كتل الطبقة 2 للإثرنت فما فوقها (+L2) الخصائص الوظيفية للطبقة 2 للإثرنت فما فوقها في عقدة النفاذ وانتهائية الشبكة. وتظهر هذه الكتل لأغراض استكمال تدفق البيانات، ولكنها لا تندرج ضمن نطاق هذه التوصية، باستثناء تغليف قناة العودة (عند NT) وإزالة تغليفها (عند AN) (انظر الفقرة 1.4.7).



الشكل 5-1 – نموذج مرجعي لنظام موجّه (فيما يخص الخط 1 في زمرة موجهة مكونة من عدد N من الخطوط)

وباستخدام التوصيات [b-ITU-T G.998.1] و[b-ITU-T G.998.2] و[b-ITU-T G.998.3]، يمكن زيادة معدلات البيانات بنشر عدة خطوط إلى منشآت العملاء نفسها – وهو أسلوب يعرف بالتجميع.

ملاحظة – ليس الإرسال الموجّه اسماً آخر للتجميع؛ فالتجميع يمكن استخدامه مع الإرسال الموجه أو بدونه. وغالباً ما يعرّف استعمال الإرسال الموجه عبر خطوط مجمّعة بالإرسال الموجه المجمّع أو بالخط الرقمي للمشترك متعدد المدخلات والمخرجات.

تركز هذه التوصية على استعمال الإرسال الموجه عبر خطوط غير مجمّعة، بالرغم من أنها لا تمنع استعمال الإرسال الموجه عبر خطوط مجمعة.

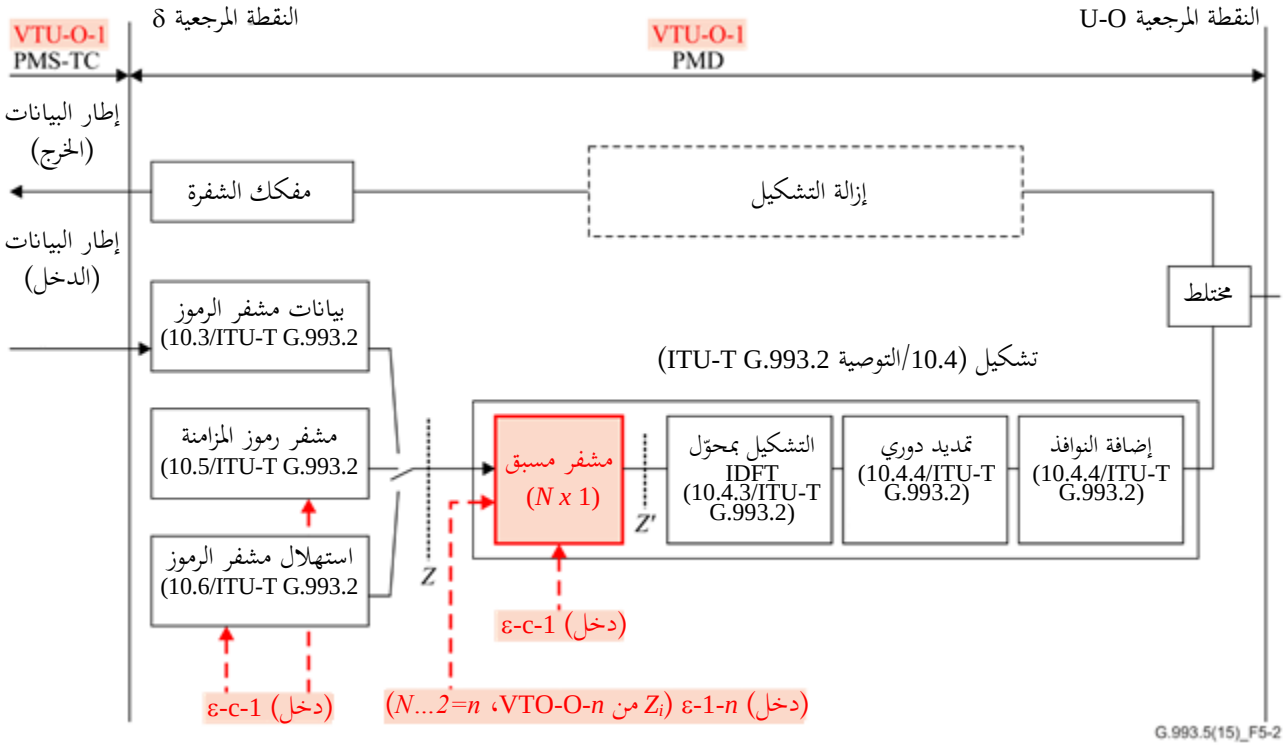
يتحسن أداء نظام موجّه من الخطوط VDSL2 باستعمال المعالجة المشتركة للإشارات بالاتجاه الهابط (إرسال منسق) أو باستعمال المعالجة المشتركة للإشارات بالاتجاه الصاعد (استقبال منسق) ما يسمح بإلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد (أي اللغط الذي تولده الخطوط في الزمرة الموجهة). وتسهم مصادر الضوضاء الخارجة عن زمرة الأزواج الموجهة في نظام موجه (على سبيل المثال اللغط الغريب الصادر عن خطوط يشغّلها مقدم خدمة آخر، أو التداخل الناجم عن قنوات الإذاعة AM أو التداخل الذي تسببه مرسلات راديو الهواة "HAM" في نطاق الإذاعة AM) في تقليل فوائد إلغاء اللغط عند الطرف البعيد والحد من تحسن الأداء الذي يوفره النظام الموجه.

2.5 الإرسال الموجّه بالاتجاه الهابط

في حالة الخطوط القصيرة نسبياً والنظم العريضة النطاق مثل الخط الرقمي للمشترك ذي السرعة العالية (VDSL)، يعتبر اللغط الذاتي عند الطرف البعيد العامل المقيّد لمعدلات البيانات بالاتجاه الهابط. وتعرّف هذه التوصية التشفير المسبق متعدد الخطوط عند عقدة النفاذ للتخفيف من اللغط FEXT بالاتجاه الهابط، وذلك استناداً إلى "الطرح المسبق" أو "التعويض المسبق" للغط FEXT، والوفاء في الوقت نفسه بالقيود المفروضة على القدرة المرسلة. ولمراعاة هذا التشفير المسبق، تم تعديل الطبقة المعتمدة على الوسط المادي في التوصية [ITU-T G.993.2] على النحو المبين في الشكل 5-2 (معدل عن الشكل 10-1 الوارد في التوصية [ITU-T G.993.2]، وتظهر فيه الاختلافات مظللة). ويبين الشكل 5-2 النموذج الوظيفي للوحدة VTU-O بالنسبة للخط 1 من أصل زمرة موجهة مكونة من عدد *N* من الخطوط. ولكل خط من خطوط الزمرة الموجهة، تشمل الطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي مشفراً

مسبقاً من الدرجة $N \times 1$. وعبر الزمرة الموجهة، تشكل المشفرات المسبقة البالغ عددها N لكل خط من الخطوط N المشفر المسبق لإلغاء اللغط FEXT المبين في الشكل 6-1.

ملاحظة – يمكن تنفيذ المشفر المسبق أو لا في الجهاز المادي نفسه الذي للكتل الوظيفية الأخرى المبينة في الشكل 5-2.



الشكل 5-2 – النموذج الوظيفي للوحدة VTU-O الخاص بطبقة مادية معتمدة على الوسط المادي باستخدام الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط (فيما يخص الخط 1 في زمرة موجهة مكونة من عدد *N* من الخطوط)

يرد النموذج الوظيفي للوحدة VTU في الموقع البعيد (VTU-R) الخاص بالطبقات المادية المعتمدة على الوسط على النحو المبين في الشكل 1-10 بالتوصية [ITU-T G.993.2]، مع إضافة إشارات تحكم متعلقة بالإرسال الموجه مطبقة على مشفر رموز المزامنة ومشفر رموز الاستهلال لتوفير تشكيل التتابع الدليلي على رموز المزامنة، على غرار تلك المبينة في الشكل 5-2 (انظر الفقرتين 3.10 و4.10).

3.5 الإرسال الموجّه بالاتجاه الصاعد

الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد هو أساساً وظيفة من وظائف المستقبل عند طرف الخط القريب من المكتب المركزي (CO-side)، وبالتالي يتحدد تنفيذه وفقاً لتقدير مقدم الخدمة. ولا تحدد هذه التوصية إلا متطلبات مرسل الوحدة VTU-R لتسهيل إلغاء اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد عند طرف الخط القريب من المكتب المركزي (مثلاً إرسال التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد مع بقاء التوقيت والمحتوى تحت سيطرة الكيان VCE).

6 متطلبات طرف الخط القريب من المكتب المركزي (CO-side) في زمرة موجهة

تصف هذه الفقرة السلوك الثابت لطرف الخط القريب من المكتب المركزي (CO-side) بهدف دعم تشغيل زمرة موجهة مكونة من عدد N من أزواج الخطوط.

1.6 معلومات عامة

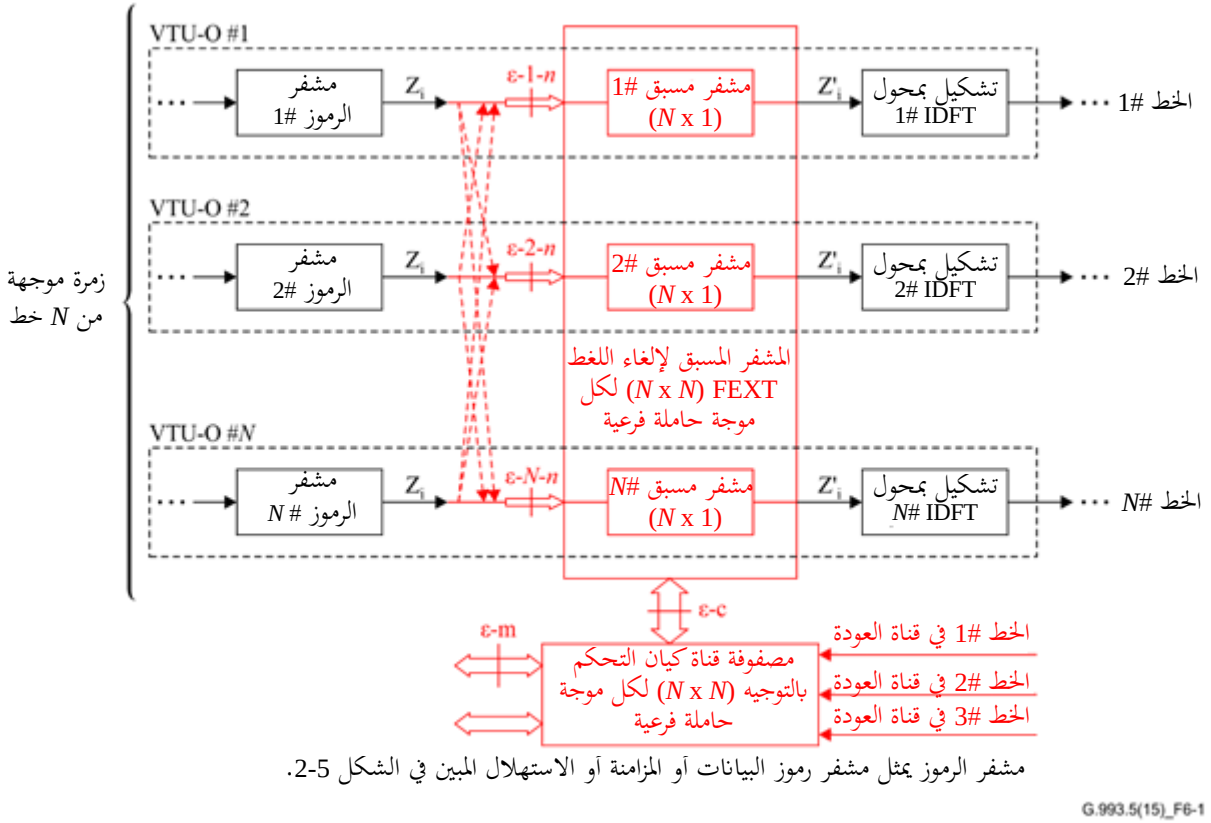
يبين الشكل 6-1 النموذج الوظيفي لإدراج تشفير مسبق لإلغاء اللغط FEXT بالاتجاه الهابط عند عقدة النفاذ بالنسبة لجميع الخطوط في الزمرة الموجهة، وذلك كتعميم للشكل 5-2 من منظور معالجة الإشارات. ولا يبين الشكل إلا جزءاً من صفيف مشفرات الرموز بالاتجاه الهابط (التي تمثل مشفرات البيانات أو المزامنة أو الاستهلال المبينة في الشكل 5-2) والتشكيل بواسطة الكتل الوظيفية لتحويل فوريه المتقطع المعكوس (IDFT) التابعة للوحدات VTU-O، حيث يكون المشفر المسبق لإلغاء اللغط عند الطرف البعيد مدرجاً بين مشفرات الرموز والتشكيل بواسطة كتل التحويل IDFT.

يتعلم كيان التحكم في التوجيه (VCE) الخاص بالزمرة الموجهة ويدير مصفوفة القناة لكل موجة حاملة فرعية موجهة، ما يعكس خصائص القناة المتعلقة بالزمرة المدارة من الخطوط. وفي النموذج الوظيفي الوارد في الشكل 6-1، يساوي حجم مصفوفة القناة لكل موجة حاملة فرعية موجهة $N \times N$ حيث تمثل N عدد الخطوط في الزمرة الموجهة.

يمكن اشتقاق مصفوفة المشفر المسبق لإلغاء اللغط FEXT من مصفوفة القناة واستعمالها للتعويض عن اللغط الصادر عن كل خط في الزمرة الموجهة. ويظهر ذلك في النموذج الوظيفي الوارد في الشكل 6-1 بواسطة مصفوفة المشفرات المسبقة لإلغاء اللغط عند الطرف البعيد لكل موجة حاملة فرعية موجهة بحجم $N \times N$. ويمكن أن تكون مصفوفة التشفير المسبق لإلغاء اللغط FEXT هذه "متناثرة" (انظر الملاحظة). ومن خلال معرفة رموز الإرسال في كل قناة مسببة للغط، يقوم المشفر المسبق بالتعويض المسبق عن رمز الإرسال الفعلي كما يحدث عند دخل المستقبل عند الطرف البعيد، ويتم خفض اللغط بشكل كبير.

ملاحظة – في الحالات النموذجية، يمكن ضبط عدد كبير من معاملات المشفر المسبق عند 0 لأسباب تتعلق بالتنفيذ، أو لأن معاملات اللغط صغيرة إلى حد يمكن تجاهله.

ويفترض بأنه من يمكن إدارة مصفوفة القناة والمصفوفة الناتجة للمشفرات المسبقة لإلغاء اللغط عند الطرف البعيد بشكل تام داخل عقدة النفاذ. وثمة حاجة إلى تبادل المعلومات بين الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R في كل خط موجه بهدف تبين مصفوفة القناة والمصفوفة المرافقة للمشفرات المسبقة لإلغاء اللغط FEXT وتتبّعها والحفاظ عليها (انظر تعريف قناة العودة في الفقرة 7 وتعريف الاستهلال في الفقرة 10). وتحدد الخوارزميات الفعلية اللازمة لمعالجة هذه المعلومات بهدف الحصول على مصفوفة القناة وتوليد المشفر المسبق لإلغاء اللغط FEXT وفقاً لتقدير مقدم الخدمة. وبحسب التنفيذ، قد يكون من الممكن لكيان التحكم في التوجيه أن يحدد بشكل مباشر مصفوفة المشفرات المسبقة لإلغاء اللغط FEXT وأن يكون فقط على علم ضمني بمصفوفة القناة.



الشكل 6-1 – نموذج وظيفي لزمرة موجهة خاص بالطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط باستخدام مشفر مسبق بحجم $N \times N$ للإرسال الموجه بالاتجاه الهابط

وعلى الوحدة VTU-O أن تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط (انظر الفقرة 2.6) وقد تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد (انظر الفقرة 3.6).

وعلى الوحدة VTU-O أن تدعم تكييف المعدل السلس (SRA) (وإعادة التشكيل على الخط (OLR) مباشرة من النوع 3) بالاتجاهين الهابط والصاعد، بما في ذلك الدعم الإلزامي داخل التكييف SRA لما يلي:

- إعادة تشكيل المشذر على نحو دينامي (تغير D_p)؛
- إعادة تشكيل التأطير (تغير T_p وG_p وB_{p0}).

على النحو المحدد في الفقرة 1.13 من التوصية [ITU-T G.993.2].

وإذا تم تفعيل التوصية [ITU-T G.998.4] باتجاه معين، يجب على الوحدة VTU-O أن تدعم أيضاً تكييف المعدل السلس (SRA، OLR من النوع 5) بهذا الاتجاه ذاته، بما في ذلك الدعم الإلزامي داخل تكييف المعدل السلس المتعلق بجميع عمليات إعادة التشكيل المحددة في الفقرة 2.3.C من التوصية [ITU-T G.998.4].

2.6 متطلبات الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط للوحدة VTU-O

على الوحدة VTU-O أن تمتثل للتوصية [ITU-T G.993.2]، مع الاستثناءات والمتطلبات الواردة في هذه التوصية.

ولتمكين كيان التحكم بالتوجيه (VCE) من تلبية المهام الواردة في الفقرة 1.6، يجب على الوحدة VTU-O أن تدعم المتطلبات الواردة في هذه الفقرة والفقرات التالية.

1.2.6 الأسلوب المتزامن

في إطار كيان التحكم بالتوجيه، يجب على جميع والحدات VTU-O أن تستخدم نفس المباعدة بين الموجات الحاملة الفرعية ومعدل الرموز، وأن تبدأ بإرسال رموز النغمات المتعددة المتقطعة (DMT) في نفس الوقت على جميع الخطوط في الزمرة الموجهة. ويجب أن تكون مؤقتات رموز الإرسال متزامنة من حيث الطور في جميع الوحدات VTU-O في الزمرة الموجهة مع تحد أقصى للتفاوت في خطأ الطور مقداره 1 µs عند النقطة المرجعية U-O2 (المعرفة في الشكل 5-4 بالتوصية [ITU-T G.993.2]).

2.2.6 موقع رموز المزامنة

يجب أن يكون للوحدة VTU-O القدرة على إرسال رموز المزامنة على النحو المحدد في الفقرة 2.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويحدد الكيان VCE المواقع الزمنية لرموز المزامنة بالاتجاه الهابط. ويمكن للكيان VCE أن يشكل جميع وحدات VTU-O في الزمرة الموجهة من أجل إرسال رموز المزامنة بالاتجاه الهابط في المواقع الزمنية نفسها أو أن يستخدم مواقع زمنية مختلفة لوحدة أو أكثر من وحدات VTU-O في الزمرة الموجهة.

ويجب على الوحدة VTU-O أن تبقي عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط (MODULO N_SSC) يعمل باستمرار خلال وقت العرض. ويتم اختيار القيمة *N_SSC* بواسطة كيان التحكم بالتوجيه وترسل أثناء الاستهلال إلى الوحدة VTU-R في التوقيع O-SIGNATURE (انظر الفقرة 1.2.3.10). ويجب على كيان التحكم بالتوجيه أن يضبط قيمة العداد عند أول رمز مزامنة بالاتجاه الهابط يتم إرساله بعد دخول وقت العرض وأن ترسل هذه القيمة إلى الوحدة VTU-R في حقل عداد رموز المزامنة الأول (First SSC) الخاص بالأمر Error Feedback (انظر الجدول 8-3).

ملاحظة – يعمل هذا الضبط في بداية وقت العرض على مزامنة عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط مع الوحدة VTU-R (انظر الفقرة 3.3.7).

3.2.6 تشكيل التتابع الدليلي

يجب أن تكون الوحدة VTU-O قادرة على تشكيل تتابع دليلي بالاتجاه الهابط خاص بالكيان VCE على جميع نغمات الاختبار المتعلقة برموز المزامنة بالاتجاه الهابط خلال فترة الاستهلال (انظر مثلاً الفقرة 1.3.3.10) وعلى جميع نغمات الاختبار (انظر الفقرة 10.2.3) المتعلقة برموز المزامنة بالاتجاه الهابط خلال وقت العرض. ويخضع التتابع الدليلي بالاتجاه الهابط لتقدير مقدم الخدمة، ويحدده الكيان VCE، ويكون عبارة عن سلسلة اثنينية بطول *Npilot_ds* (تتراوح مؤشرات بتاتها من 0 إلى *Npilot_ds – 1*، على أن ترسل أولاً البتة ذات المؤشر 0). وإذا تم تفعيل "طول تتابع الدليلي مضاعف للعدد 4" (انظر الفقرة 2.10)، عندئذ تكون جميع القيم الصالحة للطول *Npilot_ds* مضاعفات للعدد 4 في المدى من 8 إلى 512. وما عدا ذلك، تكون جميع القيم الصالحة للطول *Npilot_ds* مرفوعة للأس 2 في المدى من 8 إلى 512. ويجب أن يتكرر التتابع الدليلي بشكل دوري بعد عدد *Npilot_ds* من البتات، باستثناء الحالة التي يغير فيها الكيان VCE التتابع الدليلي بالاتجاه الهابط. ويمكن للكيان VCE أن يغير بتات التتابع الدليلي في أي وقت بدون إخطار الوحدة VTU-R، والحفاظ في الوقت نفسه على طول التتابع الدليلي. وخلال فترة الاستهلال، يمكن للوحدة VTU-O أن تشكل إما التتابع الدليلي بالاتجاه الهابط (التتابع نفسه الذي تم تشكيله على نغمات الاختبار)، أو تتابعاً كله آحاد (ONE)، على جميع النغمات الرئيسية لرموز المزامنة بالاتجاه الهابط.

وخلال وقت العرض، يكون موقع أول رمز مزامنة بالاتجاه الهابط على النحو المحدد في الفقرة 6.10. ويجب على كل رمز مزامنة أن يشكل تتابعاً دليلياً، قد يكون مستقلاً عن التردد أو تابعاً له.

ويتحدد تشكيل تتابع دليلي مستقل عن التردد على نغمات الاختبار الخاصة برموز المزامنة بحسب ما إذا ضبطت بتات إطار المزامنة المشكلة على نغمات الاختبار على قيم كلها أصفار "ZERO" (إذا كانت بتة التتابع الدليلي ZERO) أو كلها آحاد "ONE" (إذا كانت بتة التتابع الدليلي ONE) (أي تحكم أحادي البتة لكل رمز مزامنة).

ويتحدد تشكيل تتابع دليلي معتمد على التردد على إحدى نغمات الاختبار الخاصة برموز المزامنة بحسب ما إذا ضبطت قيم بتات إطار المزامنة المشكلة على نغمة الاختبار على 00 (إذا كانت بتة التتابع الدليلي لنغمة الاختبار هذه ZERO) أو على 11 (إذا كانت بتة التتابع الدليلي لنغمة الاختبار هذه ONE). وعلى نغمات رمز مزامنة معين، يكون لبتة التتابع الدليلي تواتر دوري يساوي 10 نغمات (مع مراعاة كل من نغمات الاختبار والنغمات الرئيسية).

وتستخدم بتات إطار المزامنة المشكلة على النغمات الرئيسية (انظر الفقرة 6.2.3) لإرسال علم مزامنة (SyncFlag) على النحو المحدد في الفقرة 3.5.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويتم تشكيل إطار المزامنة على أحد رموز المزامنة على النحو المحدد في الفقرة 5.10 من التوصية [ITU-T G.993.2] (بما في ذلك التخليط الربعي لجميع الموجات الحاملة الفرعية MEDLEY، بصرف النظر عن كونها نغمة رئيسية أو نغمة اختبار).

4.2.6 التشفير المسبق

تدعم الوحدة VTU-O، عند تفعيلها للإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد، التشفير المسبق لإلغاء اللغط عند الطرف البعيد كما هو مبين في الشكل 5-2 والشكل 6-1. وتكون معاملات التشفير المسبق لكل وحدة VTU-O على حدة (انظر الفقرة 1.6) تحت إشراف كيان التحكم بالتوجيه.

5.2.6 حالات المرسل–المستقبل ومخطط حالات المرسل–المستقبل (تستعيض عن الفقرة 2.1.12 من التوصية [ITU-T G.993.2])

الملاحظة 1 – تستعيض هذه الفقرة عن الفقرة 2.1.12 من التوصية [ITU-T G.993.2] عند تطبيقها على الوحدة VTU-O. وتبقى حالات المرسل–المستقبل ومتطلبات مخطط حالات المرسل–المستقبل عند تطبيقها على الوحدة VTU-R دون تغيير.

ترد مخططات الحالة في الشكل 6-2 بالنسبة للوحدة VTU-O وفي الشكل 12-3 بالتوصية [ITU-T G.993.2] بالنسبة للوحدة VTU-R. وتظهر الحالات بأشكال بيضاوية حيث يعطى اسم الحالة داخل الشكل البيضاوي. وتعرّف الحالات في الجدول 6-1 بالنسبة للوحدة VTU-O وفي الجدول 12-2 بالتوصية [ITU-T G.993.2] بالنسبة للوحدة VTU-R. وتظهر عمليات الانتقال بين الحالات بواسطة أسهم، حيث يذكر الحدث المسبب للنقل إلى جانب السهم. وتكون جميع الحالات إلزامية.

وترد طائفة من أوامر "المراقب المضيف" (الأحداث التي تسبقها "c:_" و"r:_") في مخطط الحالات لتوفير أحداث وعمليات انتقال نموذجية بين الحالات. وتترك الطريقة التي تنفذ بها هذه الأحداث لتقدير مقدم الخدمة.

وفي مخطط الحالة الخاصة بالوحدة VTU-O، قد تهدف الحالة O-IDLE إلى تحديد أسلوب هادئ يكون ضرورياً للسماح بوقف الخدمة أو بإجراء بعض الاختبارات (مثلاً على النحو المحدد في التوصية [ITU-T G.996.2]).

ومن المستحسن إجراء اختبار ذاتي في مخطط الحالات بالنسبة للوحدة VTU-R، إلا أنه قد يكون من اختيار مقدم الخدمة/العميل أن يحدد الوقت الذي يجري فيه الاختبار الذاتي (أي دائماً عندما تكون القدرة عالية أو فقط تحت إشراف الوحدة VTU-O)، والانتقال الذي يتم بعد استكمال الاختبار الذاتي بنجاح (أي إدخال R-IDLE أو إدخال R-SILENT).

وIDLE هي الحالة التي تتوفر فيها الوحدة VTU من خلال واجهة لإدارة الخدمة التي يرغب فيها المشغل. وفي هذه الحالة، لا ترسل الوحدة VTU أي إشارة. وعلى الوحدة VTU التي تستقبل إشارة ذات طبقة أعلى للتفعيل (c:_L0_request للوحدة VTU-O أو r:_L0_request للوحدة VTU-R) أن تستعمل إجراء الاستهلال المحدد في الفقرة 3.12 لنقل الوصلة من الحالة L3 إلى الحالة L0. وعلى الوحدة VTU التي تكتشف إشارات إجراء الاستهلال عند النقطة المرجعية U، في حال تفعيلها، أن ترد باستخدام إجراء الاستهلال. أما في حال عدم تفعيلها، فإن الوحدة VTU تظل في الحالة IDLE.

تنتقل الوصلة إلى الحالة L0 فور استكمال إجراء الاستهلال بنجاح وتصبح الوحدتان VTU في حالة وقت العرض (SHOWTIME). وعلى الوحدة VTU-O أن تعود إلى الحالة O-SILENT بعد إدارة موجهة للقدرة (c:_L3_request، انظر الفقرة 9.3.2.11)، أو بعد عملية إعادة استهلال تطلقها سياسة إعادة الاستهلال (انظر الفقرة 4.1.12). وعلى الوحدة VTU-R أن تعود إلى الحالة R-SILENT بعد إدارة موجهة للقدرة (c:_L3_request، انظر الفقرة 9.3.2.11)، أو بعد عملية إعادة استهلال تطلقها سياسة إعادة الاستهلال (انظر الفقرة 4.1.12). في الحالة الأولى، يجب أن على الوحدة VTU-R أن تُضبط على AUTO_init=OFF لتعطيل انتقال ذاتي إلى الحالة R-INIT/HS. وفي الثانية، يجب على الوحدة VTU-R أن تُضبط على AUTO_init=ON لتفعيل انتقال ذاتي إلى الحالة R-INIT/HS.

وسوف تنتقل الوحدة VTU المستقبِلة من الحالة SHOWTIME بعد عطل مستمر بفقدان الإشارة (LOS) و/أو فقدان الإطار (LOF) (انظر الفقرة 4.1.12). ويعني ذلك أنه إذا لم تكن high_BER-hs أو high_BER-fs أحداثاً تدفع الوحدة VTU المستقبلة

إلى حالة انتقال في وقت مبكر، فإن استمرار العطل LOS و/أو LOF يسمح للوحدة VTU باكتشاف العطل LOS أو LOF من خلال البتات المبينة، وذلك قبل حالة انتقالات VTU المستقبلة.

الملاحظة 2 – يتعلق الحدث High_BER-fs ببداية سريعة، وهو يحتاج إلى المزيد من الدراسة (انظر الفقرة 5.12).

تقوم الوحدة VTU المستقبِلة أيضاً بنقل الحالة بعد حدث high_BER (انظر الفقرة 4.1.12). ويتعلق هذا الحدث ببدائيات الأداء وعدادات الأداء عند الطرف القريب و/أو الطرف البعيد التي يمكن تشكيل عتباتها من خلال قاعدة معلومات إدارة المكتب المركزي (CO-MIB) بحيث تعلن عن حدث high_BER بعد عبور العتبة.

وعلى الوحدة VTU-O أن تدخل الحالة O-SILENT عن طريق الحالة O-DEACTIVATING بعد إدارة موجهة للقدرة (c:_L3_request)، أو بعد عملية إعادة استهلال تطلقها سياسة إعادة الاستهلال.

الملاحظة 3 – يؤدي ضبط مدة O-DEACTIVATING (وفقاً لتقدير مقدم الخدمة) على الصفر إلى انتقال فوري من O-SHOWTIME إلى O-SILENT.

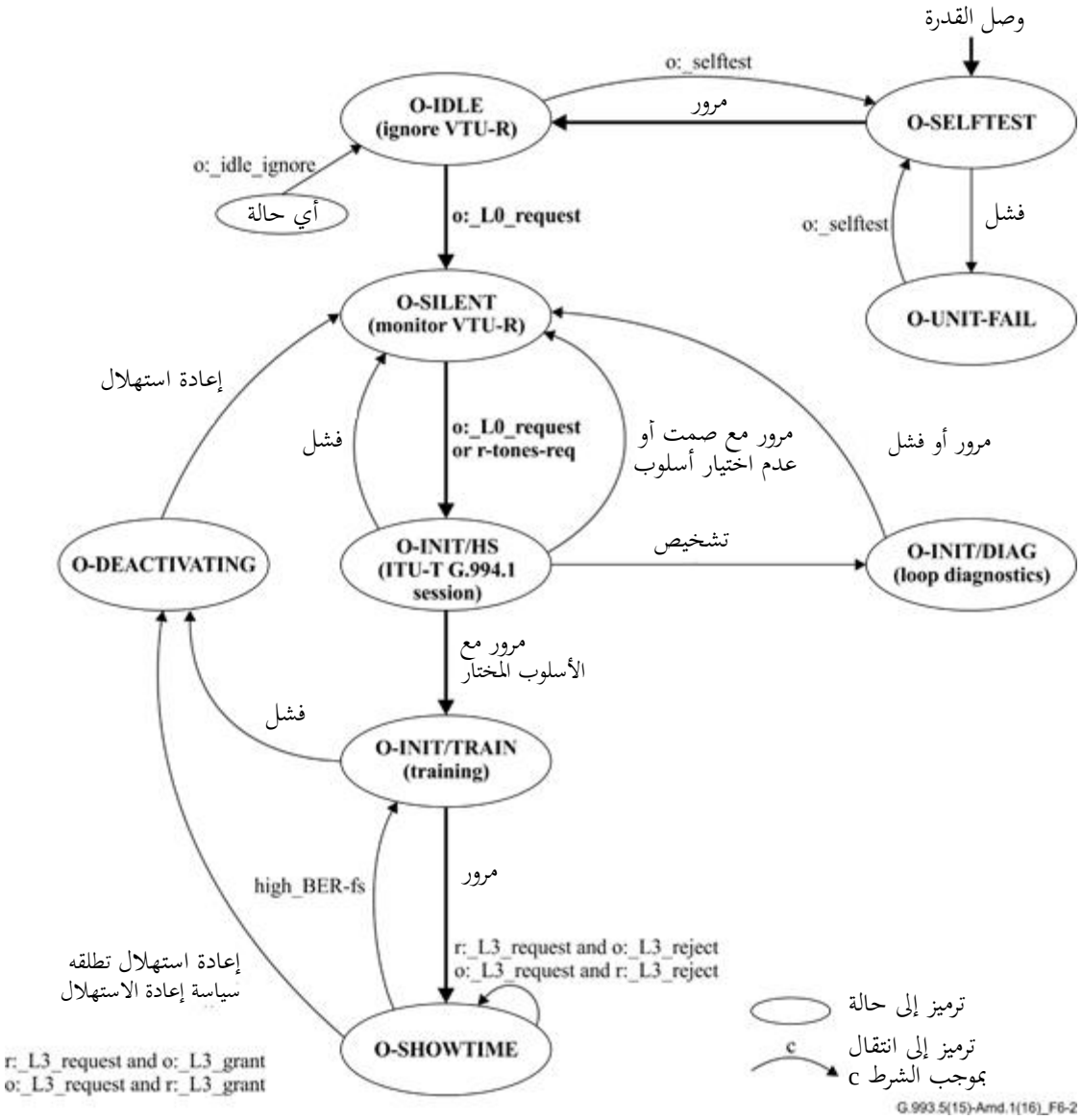
وعندما تنتقل الوحدة VTU-O من الحالة O-SHOWTIME إلى الحالة O-DEACTIVATING ويلي ذلك انتقال إلى الحالة O-SILENT، تكتشف الوحدة VTU-R عطلاً مستمراً بفقدان الإشارة (LOS). وفور اكتشاف العطل، تنتقل الوحدة VTU-R إلى الحالة R-SILENT تليها الحالة R-INIT/HS وتبدأ بإرسال الطلب R-TONES-REQ خلال مدة أقصاها 6 ثوانٍ بعد انتقال الوحدة VTU-O إلى الحالة O-SILENT.

وعندما تنتقل الوحدة VTU-O من الحالة O-INIT/TRAIN إلى الحالة O-DEACTIVATING ويلي ذلك انتقال إلى الحالة O-SILENT، تكتشف الوحدة VTU-R عطلاً في التهيئة. وفور اكتشاف العطل في التهيئة، تنتقل الوحدة VTU-R إلى الحالة R-SILENT يليها انتقال إلى الحالة R-INIT/HS.

الملاحظة 4 – يظهر الانتقال المباشر من الحالة O-INIT/TRAIN إلى الحالة O-SILENT في الشكل 6-2 على أنه انتفال عن طريق الحالة O-DEACTIVATING، وتتحدد مدته وفقاً لتقدير مقدم الخدمة وقد يساوي عدد صفر من رموز النغمة المتعددة المتقطعة (DMT).

وعندما تنتقل الوحدة VTU-R من الحالة R-SHOWTIME إلى الحالة R-SILENT، تكتشف الوحدة VTU-O عطلاً مستمراً بفقدان الإشارة (LOS). وفور اكتشاف العطل، تنتقل الوحدة VTU-O إلى الحالة O-DEACTIVATING ويلي ذلك انتقال إلى الحالة O-SILENT، ثم يليه انتظار لاستقبال الطلب R-TONES-REQ (HS تستهله الوحدة VTU-R) أو إلى الحالة O-INIT/HS (HS تستهله الوحدة VTU-O).

الملاحظة 5 – مع أن الوحدة VTU-O هي في الحالة O-DEACTIVATING، يجوز لكيان التحكم بالتوجيه (VCE) أن يقوم بتحديث معاملات إلغاء اللغط عند الطرف البعيد (FEXT) بين خطوط وقت العرض.



الشكل 6-2 – مخطط حالات الوحدة VTU-O

الجدول 6-1 – تعاريف حالات الوحدة VTU-O

اسم الحالة	الوصف
O-SELFTEST (إلزامية)	• حالة مؤقتة يتم الدخول فيها بعد زيادة القدرة التي أجرت فيها VTU الاختبار الذاتي؛ • توقف المرسل (QUIET عند الواجهة U-O)؛ • توقف المستقبل (لا رد على إشارة R-TONES-REQ)؛ • لم يرد رد على قناة التحكم المضيفة؛ • إذا نجح الاختبار الذاتي يحدث بعدئذ انتقال إلى O-IDLE؛ • إذا فشل الاختبار الذاتي يحدث بعدئذ انتقال إلى O-UNIT-FAIL.
O-UNIT-FAIL (إلزامية)	• حالة ثابتة يتم الدخول فيها بعد اختبار ذاتي غير ناجح للوحدة VTU؛ • المرسل متوقف (QUIET عند الواجهة U-O)؛ • المستقبل متوقف (لم يرد رد على إشارة R-TONES-REQ)؛ • مراقبة قناة التحكم المضيفة إن أمكن (يتيح للمراقب المضيف أن يستعيد نتائج الاختبار الذاتي).
O-IDLE (إلزامية)	• حالة ثابتة يتم الدخول فيها بعد اختبار ذاتي ناجح؛ • المرسل متوقف (QUIET عند الواجهة U-O)؛ • المستقبل متوقف (لم يرد رد على إشارة R-TONES-REQ)؛ • مراقبة قناة التحكم المضيفة.
O-SILENT (إلزامية)	• الحالة الثابتة المعرفة في [ITU-T G.994.1]، يتم الدخول فيها بعد صدور أمر من المراقب المضيف؛ • المرسل متوقف (QUIET عند الواجهة U-O)؛ • المستقبل يعمل (المراقب لإشارة R-TONES-REQ إذا رصدت، ينتقل إلى الحالة O-INIT/HS)؛ • مراقبة قناة التحكم المضيفة.
O-INIT/HS (إلزامية)	• حالة مؤقتة يتم الدخول فيها لأداء طور الاستهلال الوارد في التوصية [ITU-T G.994.1]؛ • المرسل يعمل (يبدأ بإرسال إشارة O-TONES)؛ • المستقبل يعمل (يبدأ بالمراقبة لمصلحة إشارة R-SILENT0)؛ • مراقبة قناة التحكم المضيفة؛ • إذا كانت في فترة الصمت أو لم يتم اختيار أي أسلوب تنتقل إلى O-SILENT؛ • إذا كانت في أسلوب تشخيص العروة عندئذ تنتقل إلى O-INIT/DIAG؛ • إذا تم اختيار أسلوب التشغيل عندئذ تنتقل إلى O-INIT/TRAIN.
O-INIT/TRAIN (إلزامية)	• حالة مؤقتة يتم الدخول فيها لأداء أطوار استهلال أخرى؛ • المرسل يعمل (يبدأ بالحالة O-P-QUIET1)؛ • المستقبل يعمل (يبدأ بالمراقبة لمصلحة R-P-QUIET1)؛ • إذا نجح الاستهلال يحدث عندئذ انتقال إلى O-SHOWTIME؛ • إذا فشل الاستهلال يحدث عندئذ الانتقال إلى O-DEACTIVATING؛ • مراقبة قناة التحكم المضيفة.
O-INIT/DIAG (إلزامية)	• حالة مؤقتة يتم الدخول فيها لأداء أطوار استهلال أخرى في أسلوب تشخيص العروة؛ • المرسل يعمل (يبدأ بالحالة O-P-QUIET1)؛ • المستقبل يعمل (يبدأ بالمراقبة لمصلحة R-P-QUIET1)؛ • انتقال إلى O-SILENT؛ • مراقبة قناة التحكم المضيفة.

الجدول 6-1 – تعاريف حالات الوحدة VTU-O

اسم الحالة	الوصف
O-SHOWTIME (إلزامية)	• حالة ثابتة تكون فيها قناة حمالة واحدة أو أكثر نشطة؛ • حدوث إعادة تشكيل على الخط مباشرة داخل هذه الحالة؛ • بعد تلبية شروط سياسة إعادة الاستهلال ($RIpolicy_n$) يحدث عندئذ انتقال إلى O-DEACTIVATING؛ • إذا سمح بانتقال الوصلة إلى L3، يحدث عندئذ انتقال إلى O-DEACTIVATING؛ • مراقبة قناة التحكم المضيفة.
O-DEACTIVATING (إلزامية)	• حالة مؤقتة يتم الدخول فيها بعد انتقال الخط إلى الحالة L3. تحدد مدة هذه الحالة وفقاً لتقدير مقدم الخدمة وقد تساوي الصفر؛ • المرسل يعمل: لا ترسل VTU-O الإشارة المباشرة (أي Zi=0 لجميع الموجات الفرعية الحاملة) بينما يمكنها أن ترسل إشارة التعويض المسبق 'Zi بالاتجاه الهابط؛ • المستقبل يمكن أن يعمل: يمكن أن تستقبل VTU-O إشارات بالاتجاه الصاعد لدعم إلغاء اللغط عند الطرف البعيد (FEXT) بالاتجاه الصاعد؛ • يمكن للكيان VCE أن يقوم بتحديث معاملات إلغاء اللغط عند الطرف البعيد (FEXT) بالاتجاه الصاعد؛ • تنتقل VTU-O إلى الحالة O-SILENT تحت مراقبة الكيان VCE.

3.6 متطلبات الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد للوحدة VTU-O

يعود التنفيذ في جانب منشآت العملاء إلى تقدير مقدم الخدمة، بمعزل عن القدرة المطلوبة لنقل توقيت رموز المزامنة ومعلمات التحكم بالإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد من كيان التحكم بالتوجيه (VCE) إلى طرف الخط القريب من منشآت العملاء. وتحدد هذه المتطلبات في الفقرة 10 وتطبق على كل وحدة من وحدات VTU-O في زمرة موجهة.

وعلى الوحدة VTU-O أن تمتثل للتوصية [ITU-T G.993.2]، مع الاستثناءات والمتطلبات الواردة في هذه التوصية.

وخلال فترة الاستهلال، يجب أن تكون كل وحدة VTU-O قادرة على إرسال واسم زمني إلى الوحدة VTU-R للدلالة على الرموز التي يتطابق موقعها الزمني مع رموز المزامنة في وقت العرض على الخطوط النشطة. ويرد تعريف أسلوب تشكيل هذا الواسم الزمني على هذه الرموز في الفقرة 5.3.3.10.

ويجب أن تكون الوحدة VTU-O قادرة على نقل معلمات التحكم في الزمرة الموجهة بالاتجاه الصاعد، المعرّفة في الفقرة 7 والفقرة 10، من كيان التحكم بالتوجيه (VCE) إلى جانب منشآت العملاء.

وإذا تم تفعيل الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد، يجب على الوحدة VTU-O أن تدعم التشغيل أيضاً في الحالة التي لا يكون فيها لجميع نغمات الاختبار الخاصة برمز المزامنة بالاتجاه الصاعد العلامة نفسها، بل يكون لنمط العلامات على نغمات رمز المزامنة تواتر دوري يساوي 10 نغمات (مع مراعاة كل من نغمات الاختبار والنغمات الرئيسية).

4.6 متطلبات الكيان VCE

يجب على كيان التحكم بالتوجيه (VCE) أن يدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط.

ويجب أن يكون لكيان الإدارة عبر الواجهة ε-m (المبينة في الشكل 5-1) القدرة على التحكم في الكيان VCE من أجل استعمال *B_min*=0 (انظر الجدول 7-1 للتعريف والجدول 7-2 للقيم الصالحة للكمية *B_min*).

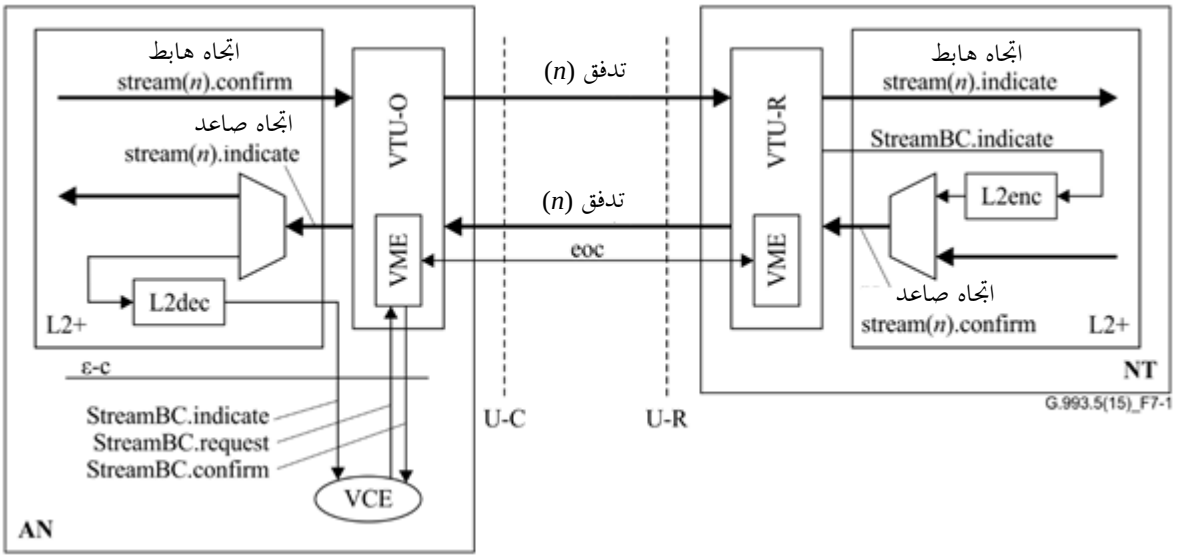
7 متطلبات جانب منشآت العملاء في زمرة موجهة

تصف هذه الفقرة السلوك الثابت في جانب منشآت العملاء كجزء من زمرة موجهة ذات عدد N من أزواج الخطوط.

1.7 معلومات عامة

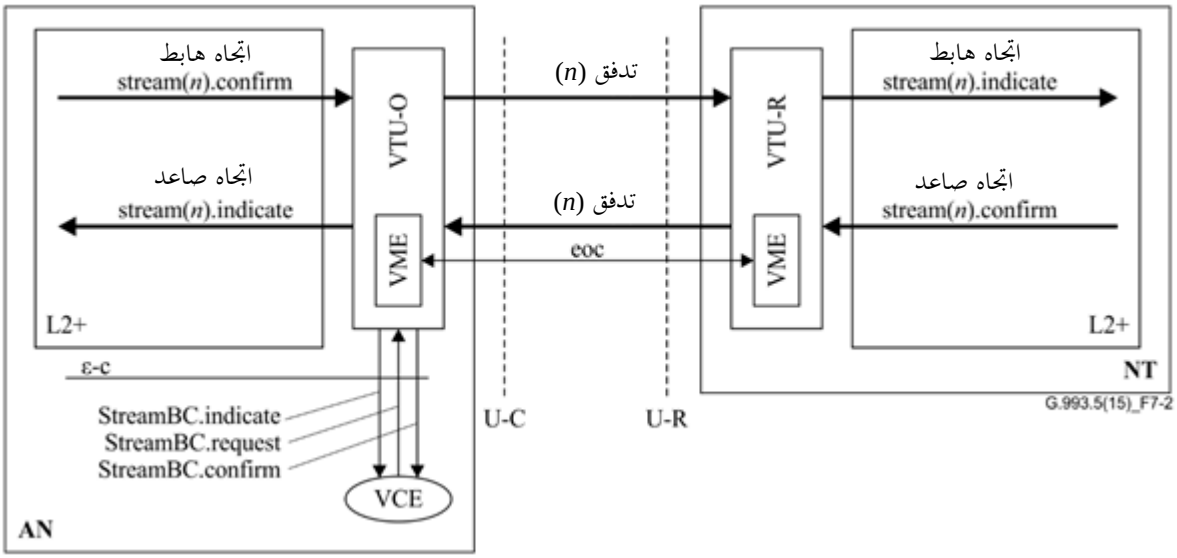
ترسل الوحدة VTU-R عينات خطأ مبتورة (معرفة في الفقرة 1.2.7) إلى الكيان VCE التابع لزمرة موجهة، عبر قناة العودة (المعرفة في الفقرات من 2.2.7 إلى 4.2.7). وعلى الوحدة VTU-R أن تدعم تغليف الطبقة 2 للإثرنت (المعرفة في الفقرة 1.4.7) وأن تدعم تغليف قناة العمليات المدمجة (eoc) (المعرفة في الفقرة 2.4.7) الخاص بمعلومات قناة العودة. ويختار الكيان VCE طريقة التغليف المزمع استخدامها، وينقل هذا الإعداد إلى الوحدة VTU-R خلال فترة الاستهلال (انظر الفقرة 1.2.5.10). ويجب أن تظل طريقة تغليف المجموعة دون تغيير خلال وقت العرض.

يبين الشكل 7-1 النموذج المرجعي لتدفق المعلومات في قناة العودة المغلفة بالطبقة 2. ففي داخل انتهائية الشبكة (NT)، ترسل أولاً عينات الخطأ المبتورة من الوحدة VTU-R إلى الكتلة الوظيفية +L2 (بدائية streamBC.indicate)، حيث تغلّف داخل الطبقة 2 من بروتوكول النقل (المعرفة في الفقرة 1.4.7) ثم يعدد إرسالها في أحد تدفقات بيانات الإثرنت (أو إثرنت عبر شبكة بأسلوب نقل غير متزامن (ATM)) بالاتجاه الصاعد (stream(*n*).confirm، انظر الملحق K بالتوصية [ITU-T G.993.2]). وعند انتهائية الشبكة، ينتهي تغليف الطبقة 2 في الكتلة الوظيفية +L2 وتنقل عينات الخطأ المبتورة إلى الكيان VCE (بدائية streamBC.indicate).



الشكل 7-1 – النموذج المرجعي لتدفق معلومات قناة العودة المغلفة بالطبقة 2

ويبين الشكل 7-2 النموذج المرجعي لتدفق المعلومات في قناة العودة المغلفة بقناة العمليات المدمجة (eoc). ففي داخل الوحدة VTU-R، ترسل أولاً عينات الخطأ المبتورة إلى كيان إدارة الخط VDSL2 (VME)، حيث تغلف داخل إحدى رسائل القناة eoc على النحو المحدد في الفقرة 1.8. وعند كيان إدارة الخط VDSL2 (VME، انظر الفقرة 2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2]) التابع للوحدة VTU-O، ينتهي التغليف وتنقل عينات الخطأ المبتورة إلى الكيان VCE (بدائية streamBC.indicate).



الشكل 7-2 – النموذج المرجعي لتدفق معلومات قناة العودة المغلفة بقناة العمليات المدمجة

وبصرف النظر عن طريقة تغليف قناة العودة، يتواصل الكيان VCE مع الكيان VTU-O VME لتحديد معلمات التحكم بقناة العودة (المحددة في الجدول 7-1)، مثل الموجات الحاملة الفرعية التي يجب أن ترسل إليها الوحدة VTU-R عينات الخطأ المبتورة عبر قناة العودة (بدائية streamBC.request). ويستخدم الكيان VTU-O VME أوامر القناة eoc (المعرفة في الفقرة 1.8) لنقل معلمات التحكم بقناة العودة هذه إلى الكيان VTU-R VME ويعيد نقل المعلومات الواردة من ردود القناة eoc التابعة للكيان VTU-R VME إلى كيان التحكم بالتوجيه (VCE) (بدائية streamBC.confirm).

وعلى الوحدة VTU-R أن تدعم تكييف المعدل السلس (SRA، إعادة التشكيل على الخط (OLR) مباشرة من النوع 3) بالاتجاهين الهابط والصاعد، بما في ذلك الدعم الإلزامي ضمن التكييف SRA لما يلي:

- إعادة تشكيل المشذر على نحو دينامي (تغير D_p)؛
- إعادة تشكيل التأطير (تغير T_p وG_p وB_{p0}).

على النحو المحدد في الفقرة 1.13 من التوصية [ITU-T G.993.2]، بعنوان "أنواع إعادة التشكيل على الخط مباشرة".

وإذا تم تفعيل التوصية [ITU-T G.998.4] باتجاه معين، يجب على الوحدة VTU-O أن تدعم أيضاً تكييف المعدل السلس (SRA، OLR من النوع 5) بهذا الاتجاه ذاته، بما في ذلك الدعم الإلزامي ضمن تكييف المعدل السلس المتعلق بجميع عمليات إعادة التشكيل المحددة في الفقرة 2.3.C من التوصية [ITU-T G.998.4].

2.7 متطلبات الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط للوحدة VTU-R

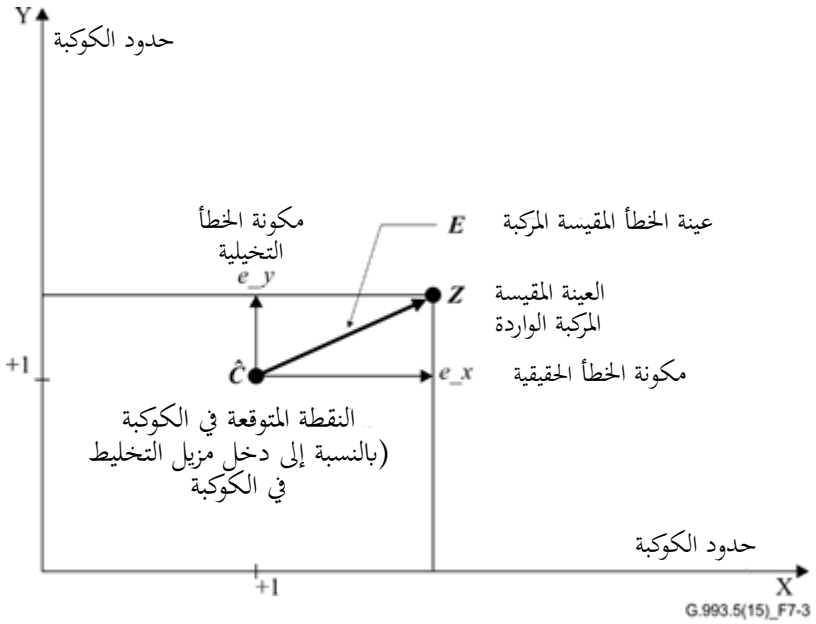
على الوحدة VTU-O أن تمتثل للتوصية [ITU-T G.993.2]، مع الاستثناءات والمتطلبات الواردة في هذه التوصية.

وتحدد هذه التوصية أنه يمكن أن يكون لجميع نغمات الاختبار في رمز مزامنة معين، سواء خلال فترة الاستهلال أو خلال وقت العرض، العلامة نفسها (أي إذا كان تتابع دليلي مستقل عن التردد مشكلاً، انظر الفقرة 3.2.6) أو يمكن أن لا يكون لها نفس العلامة (أي إذا كان تتابع دليلي معتمد على التردد مشكلاً، انظر الفقرة 3.2.6). وعلى الوحدة VTU-R أن تدعم الاستقبال وجميع الخصائص الوظيفية المتعلقة به اللازمة لحساب إشارات الخطأ أيضاً في الحالة التي لا يكون فيها لجميع نغمات الاختبار في رمز المزامنة العلامة ذاتها، بل يكون لنمط العلامات على نغمات رمز المزامنة بالاتجاه الهابط تواتر دوري يساوي 10 نغمات (مع مراعاة كل من نغمات الاختبار والنغمات الرئيسية).

1.2.7 تعريف عينة الخطأ المقيّسة

تحول الوحدة VTU-R الإشارة الواردة في الميدان الزمني إلى عينات في الميدان الترددي، ما ينتج عنه قيمة مركبة Z لكل موجة من الموجات الحاملة الفرعية. ويقوم مزيل التقابل اللاحق في الكوكبة بربط كل قيمة من هذه القيم المركبة Z بإحدى نقاط الكوكبة، ممثلة بالرمز $\hat{C}$. ويبين الشكل 7-3 حساب عينة الخطأ المقيّسة E التابعة لموجة حاملة فرعية معينة في رمز مزامنة معين. وتمثل عينة الخطأ المقيّسة الخطأ بين عينة البيانات المركبة المستقبلة Z مقيّسة بنقطة كوكبة تشكيل الاتساع التربيعي (QAM) وبين النقطة المقابلة في كوكبة القرارات $\hat{C}$ المرتبطة برمز المزامنة المستقبل في وحدة VTU-R منسوباً إلى دخل مزيل التخليط في الكوكبة. ولتوضيح ذلك، يظهر في الشكل 7-3 أن عينة البيانات المركبة المستقبلة Z تقع داخل حدود نقطة كوكبة القرارات $\hat{C}$ = (+1, +1).

ولكل موجة من الموجات الحاملة الفرعية، تعرّف عينة الخطأ المقيّسة المركبة E بالمعادلة $E = Z - \hat{C}$، حيث E الخطأ المركب المحدد بالقيمة $E = e_x + j \times e_y$ ذات المكونة الحقيقية e_x والمكونة التخيلية e_y، و Z عينة البيانات المقيّسة المستقبلة المحددة بالقيمة $Z = z_x + j \times z_y$ ذات المكونة الحقيقية z_x والمكونة التخيلية z_y، و $\hat{C}$ نقطة كوكبة القرارات المرتبطة بعينة البيانات المستقبلة Z المحددة بالمعادلة $\hat{C} = \hat{c}_x + j \times \hat{c}_y$ ذات المكونة الحقيقية $\hat{c}_x$ والمكونة التخيلية $\hat{c}_y$ (مع $\hat{c}_x = \pm 1$ و $\hat{c}_y = \pm 1$).



الشكل 7-3 – تعريف عينة الخطأ المقيّسة E

يتم بتر المكونتين الحقيقية والتخيلية لكل عينة E من عينات الخطأ المقيّسة وتحسب قيمتها بأعداد صحيحة بالنسبة لمكونتي عينة الخطأ المبتورة q_x و q_y على التوالي، وذلك على النحو التالي:

$$q_x = \max\left(-2^{B_\max}, \min\left(\left\lfloor e_x \times 2^{N_\max - 1} \right\rfloor, 2^{B_\max} - 1\right)\right)$$
$$q_y = \max\left(-2^{B_\max}, \min\left(\left\lfloor e_y \times 2^{N_\max - 1} \right\rfloor, 2^{B_\max} - 1\right)\right)$$

حيث تمثل $Q = q_x + j \times q_y$ عينة الخطأ المبتورة و*N_max* عمق التكمية الأقصى لعينات الخطأ المقيسة للوحدات VTU-R ويضبط على 12، وتمثل *B_max* الحد العلوي لمؤشر البتات المتعلق بالإبلاغ عن مكونتي عينات الخطأ المبتورة q_x و q_y (مع *B_max* < *N_max*)، حيث يقوم الكيان VCE تشكيل *B_max*، انظر الجدولين 7-1 و7-2).

يتم تمثيل قيم مكونتي عينات الخطأ المبتورة q_x و q_y باستخدام تمثيل بمتمم اثنيني مكون من B_max+1 بتة. وتحدد الفقرة 2.2.7 نسق عينة الخطأ المبتورة اللازم للإبلاغ عبر قناة العودة. ويتم تشكيل الموجات الحاملة الفرعية الخاصة التي تبلغ بواسطتها عينات الخطأ المبتورة خلا فترة الاستهلال وخلال وقت العرض على النحو المحدد في الفقرة 1.2.4.10 والفقرة 1.8، على التوالي.

2.2.7 الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة

ترسل الوحدة VTU-R عينات الخطأ المبتورة (المعرفة في الفقرة 1.2.7) إلى الوحدة VTU-O عبر قناة العودة المنشاة بين الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R في كل خط من خطوط زمرة موجهة، على النحو المحدد في الفقرة 1.4.7 (الطبقة 2 في قناة العودة) أو في الفقرة 1.8 (قناة العودة في eoc) أو في الفقرة 10 (قناة العودة في SOC). وتنقل الوحدة VTU-O عينات الخطأ المبتورة المستقبلة إلى كيان التحكم بالتوجيه في الزمرة الموجهة.

1.2.2.7 معلمات التحكم اللازمة للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة

ينقل كيان التحكم بالتوجيه (VCE) إلى الوحدة VTU-O مجموعة من معلمات التحكم اللازمة للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة المعرفة في الجدول 7-1.

الجدول 7-1 – معلمات التحكم اللازمة للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة

اسم المعلمة	التعريف
Vectored bands (النطاقات الموجهة)	نطاقات التردد بالاتجاه الهابط التي ترسل الوحدة VTU-R من أجلها عينات الخطأ المبتورة للموجات الحاملة الفرعية عبر قناة العودة. تعرّف النطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط بواسطة مؤشرات الموجة الحاملة الفرعية ذات التردد الأدنى والموجة الحاملة الفرعية ذات التردد الأعلى. تشير *N_band* إلى عدد النطاقات الموجهة التي تم تشكيلها. ويجب عدم تشكيل أكثر من ثمانية نطاقات (أي إن $N_band \leq 8$). وتحدد النطاقات المشكلة بواسطة أرقامها: *vb* = 0، 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7 المخصصة بالترتيب التصاعدي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية المرتبطة بالنطاق. تشير *N_carrier*(*vb*) إلى عدد الموجات الحاملة الفرعية في نطاق التردد ذي الرقم *vb*، أي مؤشر الموجة الحاملة الفرعية الأخيرة ناقص مؤشر الموجة الحاملة الفرعية الأولى زائد 1. ويجب أن تكون قيمة مؤشر الموجة الحاملة الفرعية الأولى (ذات التردد الأدنى) في كل نطاق من النطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط قيمة زوجية. يعين كل نطاق من النطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط داخل حدود نطاق وحيد بالاتجاه الهابط وفق المعيار ITU-T G.993.2 (أثناء تبادله خلال الطور ITU-T G.994.1) وقد يكون له أكثر من نطاق موجه واحد في هذا النطاق المعياري بالاتجاه الصاعد. ويجب أن لا تتراكب النطاقات الموجهة فيما بينها.
F_sub	عامل الاعتيان الفرعي الذي يجب تطبيقه على النطاقات الموجهة. ولكل نطاق موجه بالاتجاه الهابط، ترسل أولاً عينة الخطأ المبتورة التابعة للموجة الحاملة الفرعية ذات المؤشر الأصغر، تليها عينة الخطأ المبتورة التابعة لكل موجة حاملة فرعية F_sub^{th} داخل النطاق الموجه. يقوم بتشكيله الكيان VCE بالنسبة لكل نطاق موجه بالاتجاه الهابط بشكل منفصل.
F_block	حجم الكتلة (عدد الموجات الحاملة الفرعية) اللازم لتجميع عينات الخطأ المبتورة. يقوم الكيان VCE بتشكيله. ويستعمل تشكيل حجم الكتلة نفسه لجميع النطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط. (انظر الجدول 8-4).
B_min	الحد الأدنى لمؤشر البتات اللازم للإبلاغ عن إحدى مكونات عينة الخطأ المبتورة (انظر الفقرة 2.2.2.7). يقوم بتشكيله الكيان VCE بالنسبة لكل نطاق موجه بالاتجاه الهابط بشكل منفصل.
B_max	الحد الأعلى لمؤشر البتات اللازم للإبلاغ عن إحدى مكونات عينة الخطأ المبتورة (انظر الفقرة 1.2.7). يقوم بتشكيله الكيان VCE بالنسبة لكل نطاق موجه بالاتجاه الهابط بشكل منفصل.

الجدول 7-1 – معلمات التحكم اللازمة للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة

اسم المعلمة	التعريف
L_w	العدد الأقصى للبتات اللازم للإبلاغ عن إحدى مكونات عينة الخطأ المبتورة. يقوم بتشكيله الكيان VCE بالنسبة لكل نطاق موجه بالاتجاه الهابط بشكل منفصل. إذا ضبط *L_w* على 0 بالنسبة لنطاق موجه معين بالاتجاه الهابط، يجب عندئذ عدم الإبلاغ عن هذا النطاق. ويجب أن يضبط *L_w* على قيمة غير صفرية بالنسبة لنطاق موجه واحد على الأقل بالاتجاه الهابط.
Padding *(الحشو)*	يبين ما إذا كان على الوحدة VTU-R أن تقوم بحشو عينات الخطأ المبتورة أم لا من خلال تمديد العلامة أو حشو أصفار لمواصلة استخدام عدد *L_w* من البتات للإبلاغ عن إحدى مكونات عينة الخطأ المبتورة إذا كان $S < L_w - 1$ (انظر الفقرة 2.2.2.7). يقوم بتشكيله الكيان VCE. وتستعمل تشكيلة الحشو نفسها في جميع النطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط. وإذا تم تفعيل الحشو، يجب عندئذ ضبط *B_min* على القيمة 0.

يحدد الجدول 7-2 القيم الاختيارية والإلزامية لمعلمات التحكم بعينات الخطأ المبتورة. ويحدد بوجه خاص القيم الصالحة التي يحتاجها الكيان VCE للتشكيل والقيم الإلزامية التي يجب أن تدعمها الوحدة VTU-R. وعلى الوحدة VTU-O أن تدعم جميع القيم التي يحتاجها الكيان VCE للتشكيل. وعلى الوحدة VTU-R أن تبين خلال فترة الاستهلال قدراتها على دعم القيم الاختيارية، وعلى الكيان VCE أن يختار القيم وفقاً لذلك (انظر الفقرة 10).

الجدول 7-2 – قيم معلمات التحكم في قناة العودة

المعلمة	القيم الصالحة للكيان VCE	القيم الإلزامية التي يجب أن تدعمها الوحدة VTU-R
F_sub	1 و2 و4 و8 و16 و32 و64	2 و4 و8 و16 و32 و64
F_block	1 و32 و $\left\lceil \frac{N_carrier}{F_sub} \right\rceil$	1 و $\left\lceil \frac{N_carrier}{F_sub} \right\rceil$
B_min	0، .....، 11	جميع القيم الصالحة
B_max	*B_min*، .....، 11	جميع القيم الصالحة
L_w	0، 1، ....، $\min(8, B_max - B_min + 1)$	0، 1،....، 8
padding	1 (تفعيل)؛ 0 (عدم تفعيل) مع $F_block = 32$؛ 0 (عدم تفعيل) مع $F_block = \left\lceil \frac{N_carrier}{F_sub} \right\rceil$	1 (تفعيل)؛ 0 (عدم تفعيل) مع $F_block = \left\lceil \frac{N_carrier}{F_sub} \right\rceil$

ولكل نطاق موجه بالاتجاه الهابط تخصصه الوحدة VTU-O للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة، يجب على الوحدة VTU-R أن تبلغ عن عينات الخطأ المبتورة التابعة لجميع الموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات $X = X_L + n \times F_sub$، حيث تعطى *n* جميع الأعداد الصحيحة 0، 1، 2، ... التي تحقق المعادلة $X_L \le X \le X_H$، وحيث *X_L* و*X_H* ، على التوالي، مؤشر الموجة الحاملة الفرعية ذات التردد الأدنى ومؤشر الموجة الحاملة الفرعية ذات التردد الأعلى في النطاق الموجه بالاتجاه الهابط. ولا يتم الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة للموجات الحاملة الفرعية الأخرى.

وعلى الموجات الحاملة الفرعية التي لا تستخدم في عمليات الإرسال ($b_i = 0$ و$g_i = 0$) ولكنها تخصص للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة، يجب على الوحدة VTU-R أن تبلغ عن عينة خطأ وهمية. وتحدد قيمة عينة الخطأ الوهمية هذه وفقاً لتقدير مقدم الخدمة، ولكنها تتوافق مع معلمات التحكم بعينات الخطأ ويجب أن لا تؤثر على عمليات الإبلاغ عن الموجات الحاملة الفرعية الأخرى.

ملاحظة – تقع على عاتق الوحدة VTU-O و/أو الكيان VCE مسؤولية تحديد وإسقاط عينات الخطأ المبتورة التابعة للموجات الحاملة الفرعية التي لا تهدف إلى تقدير القناة.

2.2.2.7 تجميع عينات الخطأ المبتورة

تجمّع الوحدة VTU-R عينات الخطأ المبتورة في كتل. ويحدد الجدول 7-2 أحجام الكتل الصالحة المتعلقة بالمعلمة *F_block*. وتحسب الوحدة VTU-R المعلمتين *B_M* و*B_L* بالنسبة لكل كتلة. وتمثل المعلمتان *B_M* و*B_L* أعلى وأدنى مؤشر للبتات في عينة الخطأ المبتورة التي يتم الإبلاغ عنها، بافتراض أن حساب مؤشر البتات يتم من البتة الأقل دلالة إلى البتة الأكثر دلالة بدءاً من الرقم 0.

ويصور الشكل 7-4 المثال الذي تكون فيه *F_block*=1 و*B_min*=2 و*B_max*=10 و*padding*=0. ويحتوى سجلان عرض كل منهما (*B_max*+*L_w*) بتات على مكونة عينة الخطأ المبتورة في البتات التي يتراوح وسمها بين *B_max* (البتة الأكثر دلالة في عينة الخطأ المبتورة) و0 (البتة الأقل دلالة في عينة الخطأ المبتورة)، بينما تضبط البتات المتبقية في كل سجل، والبالغ عددها 3 = 1 – *L_w*، على الرقم 0 وتوسم بمؤشر بتات سالب ناقص 1 نزولاً إلى –3 = –*L_w* – 1. وبالنسبة لكل مكونة في الكتلة، لا يدرج في نسق كتلة تقرير الأخطاء (ERB) المعرّف في الفقرة 1.3.2.7 إلا العدد 1 + *B_L* – *B_M* من البتات التي تتراوح مؤشراتها بين *B_M* و*B_L* ضمناً. وتحسب المعلمتان *B_M* و*B_L* بالنسبة لكل كتلة على النحو الوارد أدناه. وعلى الوحدة VTU-R أن تعاين جميع مكونات عينات الخطأ المبتورة في كل كتلة وأن تحدد لكل مكونة *ec* (1 = *ec* إلى 2×*F_block*) معلمة قياس معتمدة على البيانات s_{ec}، تعرّف لتكون مؤشر بتة الإشارة لأقصر تمثيل بمتمم اثنيني للمكونة.

وعلى سبيل المثال، وكما يبين الشكل 7-4، يكون للمكونة الأولى في عينة الخطأ المبتورة، التي لها تمثيل بمتمم اثنيني مكون من 11 بتة ويبلغ 11110010101، التمثيل الأقصر 10010101 وبالتالي يكون مقاسه $s_1 = 7$. وعلى نحو مماثل، يكون للمكونة الثانية البالغة 00000010010 التمثيل الأقصر 010010 وبالتالي يكون مقاسه $s_2 = 5$.

بعد ذلك تحسب الوحدة VTU-R لكل كتلة معلمة قياس الكتلة المعتمدة على البيانات $S = \max_{ec}(s_{ec})$، حيث يطبق مؤشر التكبير *ec* على جميع مكونات عينات الخطأ المبتورة البالغ عددها 2×*F_block* في الكتلة.

وعلى سبيل المثال، وكما يبين الشكل 7-4، يكون *F_block* = 1 وتمثل معلمة قياس الكتلة *S* الحد الأقصى للمقاسين s_1 وs_2، وبالتالي فإن $S = 7$.

وإذا كان *padding* = 0، عندئذ تحدد الوحدة VTU-R لكل كتلة في النطاق الموجه المعين ما يلي:

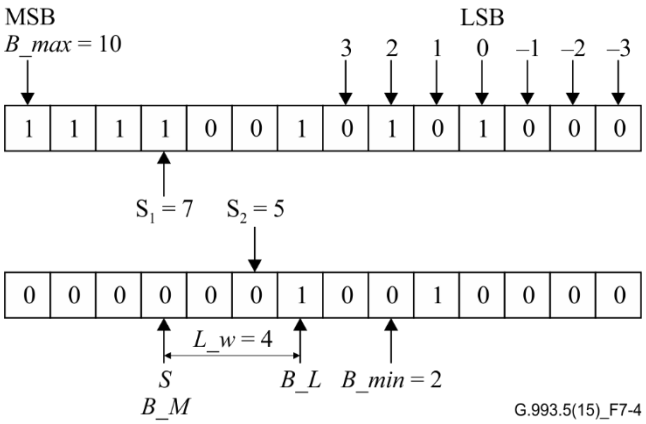
$$B_M = \max(S, B_\min), \quad B_L = \max(B_M - L_w + 1, B_\min) \tag{1-7}$$

وإذا كان *padding* = 1، عندئذ تحدد الوحدة VTU-R لكل كتلة في جميع النطاقات الموجهة إما *B_M* = max(*S*, *L_w*-1) (تمديد العلامة) أو *B_M* = *S* (حشو أصفار)؛

و

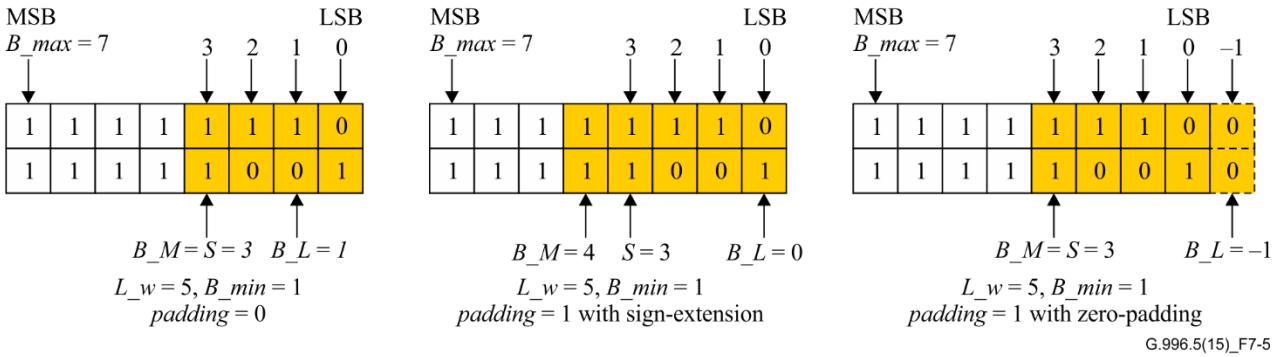
$$B_L = B_M - L_w + 1 \quad \text{(مع تثبيت البتات عند القيمة 0 من أجل مؤشرات البتات <0)} \tag{2-7}$$

ويجب على المعلمتين *B_M* و*B_L* أن تحققا دائماً العلاقتين *B_L* ≤ *B_M* و*B_M* ≤ *B_max* و0 ≤ *B_M*.



الشكل 7-4 – مثال لسجلين يمثل كل منهما إحدى مكونات عينات الخطأ المبتورة

ويصور الشكل 7-5 مثالاً على البتات التي تم الإبلاغ عنها (المنطقة المظللة) في كتلة من عينات الخطأ المبتورة بالنسبة لأنواع مختلفة من الحشو، مع *F_block*=1 و*B_min*=1 و*B_max*=7 و*L_w*=5 .



الشكل 7-5 – مثال على البتات التي تم الإبلاغ عنها في كتلة من عينات الخطأ المبتورة بالنسبة لأنواع مختلفة من الحشو

وفيما يتعلق بالقيمة المخصصة *F_block*، تتألف الكتلة من عينات خطأ مبتورة تم الإبلاغ عنها لعدد *F_block* من الموجات الحاملة الفرعية اللاحقة انطلاقاً من تلك المخصصة للإبلاغ في النطاق الموجه بالاتجاه الهابط. ويجب أن تخصص الموجات الحاملة الفرعية للكتل التي تبدأ من الموجة الحاملة الفرعية ذات التردد الأدنى في النطاق الموجه، وتالياً، بترتيب تصاعدي، إلى عدد *F_block* من الموجات الحاملة الفرعية في كل كتلة. ويمكن حساب عدد الكتل في النطاق الموجه *vb* على النحو التالي:

$$N_block(vb) = \left\lceil \frac{\left\lceil \frac{N_carrier(vb)}{F_sub(vb)} \right\rceil}{F_block} \right\rceil$$

ويشار إلى الكتل بأرقامها: *eb* = 0 إلى *N_block*(*vb*) – 1، المخصصة بالترتيب التصاعدي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية المرتبطة بالكتلة. وتضبط المكونات الأخيرة لآخر كتلة لا تنتمي إلى الموجات الحاملة الفرعية للنطاق الموجه بالاتجاه الهابط (إن وجدت) على قيم وهمية تمثل قيمة الصفر.

3.2.7 نسق قناة العودة

لكل رمز من رموز المزامنة يتم إرسال عدد صحيح من الأثمونات عبر قناة العودة.

ويعتمد عدد البايتات اللازمة للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة في كل رمز على القيم التي شكلها الكيان VCE لمعلمات التحكم بقناة العودة (انظر الفقرة 2.2.7). ويتم تقابل كتل عينات الخطأ المبتورة (كتل الأخطاء) للنطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط داخل كتلة تقرير الأخطاء (ERB).

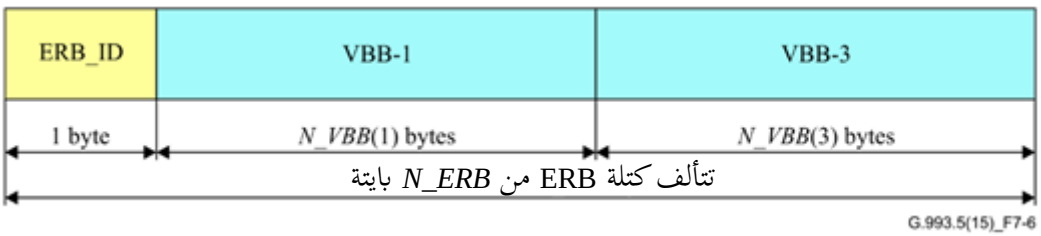
ترتبط كل كتلة من الكتل ERB برمز معين للإشارة O-P-VECTOR 2-1 (انظر الفقرة 7.3.4.10). ويكون للكتلة ERB نسق واحد يتم تغليفه ثانية في:

- نسق إثرنت (لقناة العودة القائمة على الطبقة L2)؛
- أو نسق قناة العمليات المدمجة (eoc) (لقناة العودة القائمة على القناة eoc)؛
- أو نسق قناة العمليات الخاصة (SOC) (لقناة العودة القائمة على القناة SOC).

ويحدد رمز المزامنة المرتبط بكتلة تقرير الأخطاء بقيمة عداد رموز المزامنة الخاص به (بالنسبة لقناة العودة القائمة على الطبقة L2 أو على القناة eoc خلال وقت العرض) أو بواسطة توقيت التقرير (بالنسبة لقناة العودة القائمة على القناة SOC خلال فترة الاستهلال).

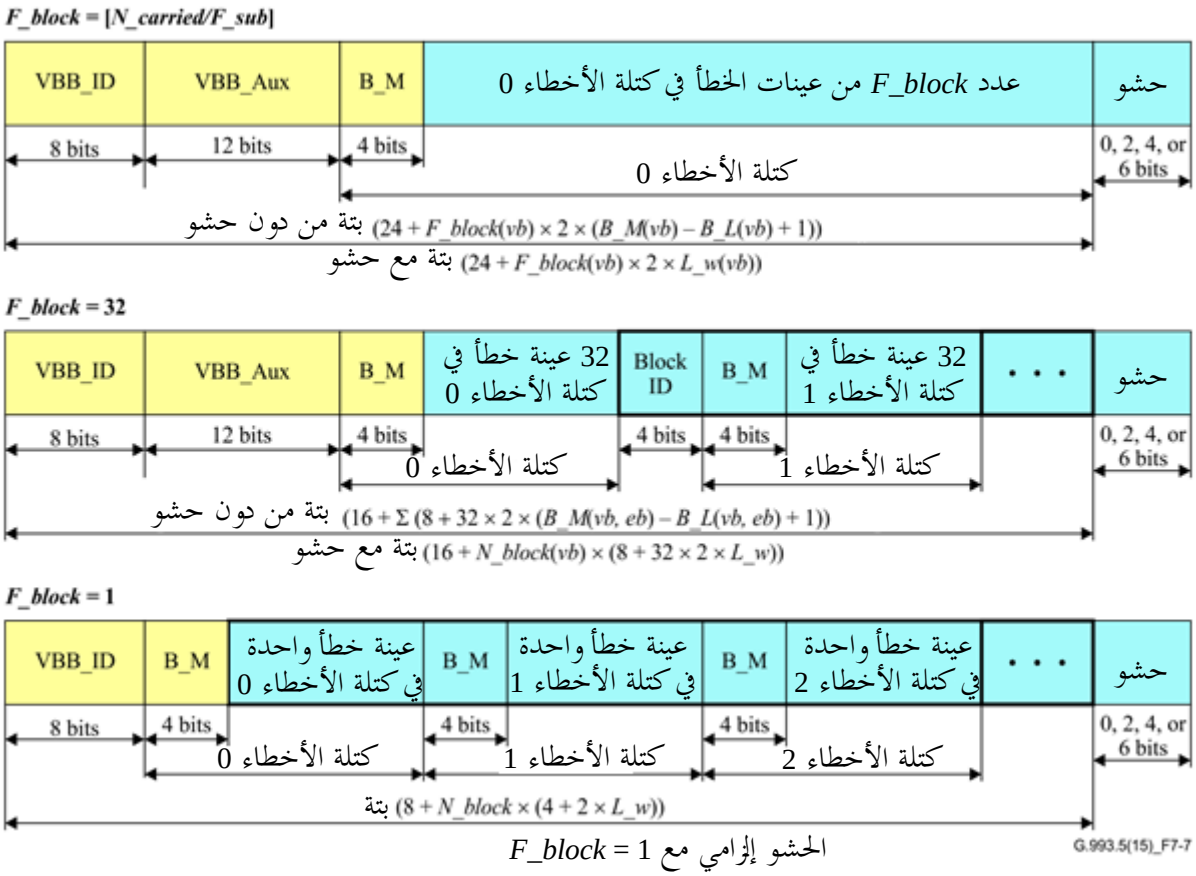
1.2.3.7 نسق كتلة تقرير الأخطاء (ERB)

يعرض الشكل 7-6 نسق كتلة تقرير الأخطاء. تبدأ الكتلة ERB من الحقل ERB_ID المكون من 8 بتات، يليه ثمانية حقول لكتل النطاقات الموجهة (VBB). ويمكن للوحدة VTU-R أن تضبط البتة الأكثر دلالة في الحقل ERB_I على '1' للدلالة على أن عينات الخطأ المبتورة في الكتلة ERB يحتمل أن تكون محرّفة (مثلاً بسبب الضوضاء النبضية أو تداخل التردد الراديوي (RFI)). وما عدا ذلك، فإن الوحدة VTU-R تضبط البتة الأكثر دلالة في الحقل ERB_I على '0'. أما البتات السبع الأقل دلالة في الحقل ERB_ID فتضبط على 0 وتحجز لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات. ويساوي عدد البايتات في كتلة تقرير الأخطاء (*N_ERB*) مجموع عدد البايتات الموجودة في الكتل VBB زائد بايتة واحدة للحقل ERB_ID. ويجب أن يكون تسلسل الكتل VBB في الكتلة ERB بالترتيب التصاعدي لأرقام النطاقات الموجهة، أي بدءاً من النطاق الموجه المرتبط بالمؤشرات الدنيا للموجات الحاملة الفرعية. وقد لا يتم الإبلاغ عن بعض النطاقات الموجهة بطلب من الكيان VCE (أي إن الكتلة ERB لا تحتوي على كتلة VBB بالنسبة للنطاقات الموجهة التي يقوم فيها الكيان VCE بتشكيل *L_w*=0).



الشكل 7-6 – نسق ERB (في الحالة التي يطلب فيها الكيان VCE النطاقين الموجهين 1 و3 فقط)

ويعرض الشكل 7-7 نسق كتلة النطاقات الموجهة (VBB). تبدأ كل كتلة من الكتل VBB من حقل VBB_ID مكون من 8 بتات، يليه حقل VBB_Aux، ثم كتل الأخطاء المسلسلة، وينتهي بحشو عدد 0 أو 2 أو 4 أو 6 من البتات لملء طول الكتلة VBB ليصبح عدداً صحيحاً من البايتات (لا ينطبق العدد الفردي من بتات الحشو). ويجب أن تشمل البتات الثلاث الأكثر دلالة للحقل VBB_ID رقم النطاق الموجه (000 للكتلة VBB-0، 001 للكتلة VBB-1، حتى 111 للكتلة VBB-7). ويجب أن تضبط البتات الخمس الأقل دلالة للحقل VBB_ID على '0' وتحجز لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات. ويجب أن تكون كتل الأخطاء مسلسلة في كتلة VBB بالترتيب التصاعدي: أي إن الكتلة الأولى داخل النطاق الموجه هي التي تحتوي على عينات الخطأ المبتورة الخاصة بالموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات الدنيا ويتعين إرسالها أولاً.



الشكل 7-7 – نسق كتلة النطاقات الموجهة (VBB) بحسب *F_block*

وتحدد الفقرة 2.3.2.7 نسق كتلة الأخطاء.

في الحالة *F_block* = 32، يجب أن يرفق الحقل Block_ID مسبقاً بكل كتلة من كتل الأخطاء، بدءاً بكتلة الأخطاء رقم 1. ويجب ألا يدرج الحقل Block_ID مباشرة قبل كتلة الأخطاء 0. ويجب أن يكون الحقل Block_ID بطول 4 بتات، وأن يمثل بمقاس 16 عدد كتل الأخطاء التي تأتي قبله بشكل عدد صحيح غير جبري، بافتراض أن للكتلة الأولى في النطاق الموجه الرقم 0.

وفي الحالة *F_block* = 1 أو $F_block = \left\lceil \frac{N_carrier}{F_sub} \right\rceil$، لا يدرج الحقل Block_ID.

الملاحظة 1 – يمكن للكيان VCE أن يحدد هوية الكتلة VBB في كتلة ERB المستقبلة بواسطة الحقل VBB_ID ثم يحسب عدد كتل الأخطاء، *N_block(vb)*، في النطاق VBB-*vb* على النحو المحدد في الفقرة 2.2.2.7، نظراً إلى أن جميع معلمات التحكم بقناة العودة معروفة في جانب المكتب المركزي. ويحسب طول كتلة الأخطاء باستخدام المعلمتين (*B_M*، *B_L*) المتعلقتين بعينة الخطأ المبتورة وحجم الكتلة *F_block*. فالعينة الأولى التي يتم الإبلاغ عنها في كتلة الأخطاء الأولى في النطاق الموجه تقابل الموجة الحاملة الفرعية ذات المؤشر *X_L* (الذي يكون دائماً زوجياً).

الملاحظة 2 – في الحالة *F_block* = 32، تكون نهاية كل كتلة أخطاء متراصفة من حيث البايتات. ولا تضاف بتات حشو في نهاية الكتلة VBB.

ويُستخدم الحقل VBB_Aux لنقل متوسط قيمة الخطأ باستخدام النسق المحدد في الجدول 7-3. ويحسب متوسط الخطأ *(ME)* الخاص بالنطاق الموجه *vb* على النحو التالي:

$$ME(vb) = \sum_{n=0}^{\left\lceil \frac{N_carrier(vb)}{F_sub(vb)} \right\rceil - 1} \left(\left| e_x\left(X_L(vb) + n \times F_sub(vb)\right) \right| + \left| e_y\left(X_L(vb) + n \times F_sub(vb)\right) \right| \right)$$

حيث *e_x(sc)* و*e_y(sc)* المكونتان الحقيقية والتخيلية للخطأ المقيّس المقدر على الموجة الحاملة الفرعية *sc* (انظر الشكل 7-3).

وتمثل القيمة المبتورة والمقدرة كمياً للمتوسط *ME(vb)* كما يلي:

$$MEq(vb) = \min\left(\left\lfloor ME(vb) \times 2^{ME_N_\max-1} \right\rfloor, 2^{ME_B_\max} - 1\right)$$

حيث $ME_N_max = 12$ و$ME_B_max = 22$.

ويتم الإبلاغ عن قيمة *ME*q باستخدام أسّ من 4 بتات وكسر لوغاريتمي من 8 بتات، بطريقة مماثلة للإبلاغ عن مكونات عينات الخطأ المبتورة. وتحسب الوحدة VTU-R مقياس المتوسط *ME_S* على أنه مؤشر البتة الأكثر دلالة للمتوسط *MEq* الذي لا يمثل بتة تمديد العلامات. ويتألف الكسر اللوغاريتمي من البتات الثماني ذات المؤشرات *ME_B_M* نزولاً حتى *ME_B_L*. وتحسب قيمتا *ME_B_M* و*ME_B_L* عند الوحدة VTU-R كما يلي:

$$ME_B_M = \max(ME_S, 7), \text{ and}$$

$$ME_B_L = ME_B_M - 7$$

الجدول 7-3 – نسق الحقل VBB_Aux

المعلمة	أرقام البتات	الوصف
ME_EXP	[11:8]	قيمة من 4 بتات للمؤشر *ME_B_L*
ME_MANT	[7:0]	كسر لوغاريتمي من 8 بتات للمتوسط *MEq*

2.3.2.7 نسق كتلة الأخطاء

يشمل تمثيل إحدى كتل الأخطاء التي تتضمن العدد *F_block* من عينات الخطأ المبتورة (العدد $2\times$*F_block* من مكونات عينات الخطأ المبتورة التابعة لعدد *F_block* من الموجات الحاملة الفرعية) الحقل *B_M* (4 بتات) وحقل الخطأ (متغير الطول)، انظر الشكل 7-8. ويشمل حقل الخطأ العدد *F_block* من الحقول الفرعية، يحمل كل منها عينة خطأ مبتورة مركبة تابعة لموجة حاملة فرعية تخصص للإبلاغ أثناء تشكيل القناة الحاملة (انظر الفقرة 2.2.7).

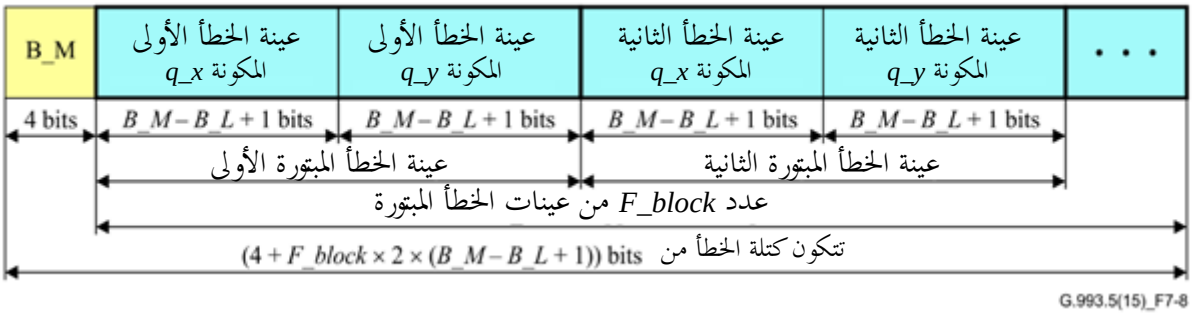
ولكل مكونة من مكونات عينة الخطأ المبتورة، لا يشمل التمثيل المضغوط، المحدد في الفقرة 2.2.2.7، إلا بتات مكونة عينة الخطأ المبتورة ذات المؤشرات *B_L* حتى *B_M*، باعتماد الاصطلاح الذي يفيد بأن *B_max* هو مؤشر البتة الأكثر دلالة للتمثيل المضغوط للمكونة وأن *B_min* هو مؤشر البتة الأقل دلالة للتمثيل المضغوط للمكونة. ووفقاً لذلك، يكون العدد الإجمالي لبتات حقل الخطأ في كتلة عينات خطأ مبتورة في التمثيل المضغوط $(B_M - B_L + 1)\times$*F_block*$\times 2$.

وتشمل الحقول *B_M* المعلمة *B_M* ممثلة بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات في المدى من 0 إلى 15.

ملاحظة – لا يتم الإبلاغ عن المعلمة *B_L* نظراً إلى إمكانية حسابها بواسطة الكيان VCE انطلاقاً من معلمات التحكم بعينات الخطأ المبتورة (انظر المعادلتين 7-1 و7-2) وقيمة المعلمة *B_M* التي تم الإبلاغ عنها.

ويعرض الشكل 7-8 نسق كتلة الأخطاء. وتعين جميع المعلمات وعينات الخطأ المبتورة مع البتة الأكثر دلالة لجهة اليسار بحيث ترسل أولاً البتة الأكثر دلالة (أي إن البتة التي ترسل أولاً هي البتة الأكثر دلالة في الحقل *B_M*).

وتعين عينات الخطأ المبتورة في حقل الخطأ بالترتيب التصاعدي لمؤشر الموجة الحاملة الفرعية من اليسار إلى اليمين. ولكل عينة خطأ مبتورة، تعين *q_x* (الحقيقية) إلى يسار المكونة *q_y* (التخيلية).



الشكل 7-8 – نسق كتلة الأخطاء

3.3.2.7 معدل بيانات قناة العودة (للعلم)

في الحالة $F_block = \left\lceil \frac{N_carrier}{F_sub} \right\rceil$، يكون عدد البايتات في VBB-*vb*، اعتماداً على الأشكال 7-6 و7-7 و7-8، على النحو التالي:

$$N_VBB(vb) = \left\lceil \frac{24 + F_block(vb) \times 2 \times (B_M(vb) - B_L(vb) + 1)}{8} \right\rceil$$

حيث تمثل *B_M(vb)* المعلمة *B_M* المتعلقة برقم النطاق الموجه *vb*، وتمثل *B_L(vb)* المعلمة *B_L* المتعلقة بالنطاق الموجه *vb*.

ويلاحظ عموماً أن هذه القيمة غير ثابتة، ولكنها قد تختلف بين تقرير خطأ وآخر تبعاً للقيم الصحيحة لعينات الخطأ المبتورة. من ناحية ثانية، إذا استعمل الحشو (انظر الجدول 7-1)، فإن عدد البايتات في VBB-*vb* وحدها يعتمد على معلمات التحكم بعينات الخطأ المبتورة وليس على قيم هذه العينات:

$$N_VBB(vb) = \left\lceil \frac{24 + F_block(vb) \times 2 \times L_w(vb)}{8} \right\rceil$$

وفي الحالة $F_block = 32$، يكون عدد البايتات في VBB-*vb*، اعتماداً على الشكلين 7-6 و7-8، على النحو التالي:

$$N_VBB(vb) = 2 + \sum_{eb=0}^{N_block(vb)-1} (1 + 8 \times (B_M(vb,eb) - B_L(vb,eb) + 1))$$

حيث تمثل *B_M(vb,eb)* المعلمة *B_M* المتعلقة برقم كتلة الأخطاء *eb* في النطاق الموجه رقم *vb*، وتمثل *B_L(vb,eb)* المعلمة *B_L* المتعلقة برقم كتلة الأخطاء *eb* في النطاق الموجه *vb*.

ويلاحظ عموماً أن هذه القيمة غير ثابتة، ولكنها قد تختلف بين تقرير خطأ وآخر تبعاً للقيم الصحيحة لعينات الخطأ المبتورة. وإذا استعمل الحشو (انظر الجدول 7-1)، فإن عدد البايتات في VBB-*vb* وحدها يعتمد على معلمات التحكم بعينات الخطأ المبتورة وليس على قيم هذه العينات:

$$N_VBB(vb) = 2 + N_block(vb) \times (1 + 8 \times L_w(vb))$$

في الحالة $F_block = 1$، يستخدم الحشو ويعتمد عدد البايتات في VBB-*vb* وحدها على معلمات التحكم بعينات الخطأ المبتورة وليس على قيم هذه العينات.

$$N_VBB(vb) = \left\lceil \frac{8 + N_block(vb) \times (4 + 2 \times L_w(vb))}{8} \right\rceil$$

ويمكن حساب العدد *N_ERB* على النحو التالي:

$$N_ERB = 1 + \sum_{vb=0}^{N_band-1} report(vb) \times N_VBB(vb)$$

حيث *report(vb)* =1 إذا كان VBB-*vb* مدرجاً في الكتلة ERB (أي $L_w > 0$ للنطاق رقم *vb*)، و*report(vb)* = 0 إذا لم يكن VBB-*vb* مدرجاً في الكتلة ERB (أي $L_w = 0$ للنطاق رقم *vb*).

ويساوي معدل بيانات قناة العودة (BDR) اللازم لإرسال كتلة تقرير الأخطاء بالنسبة لكل رمز من رموز المزامنة:

$$BDR = 8 \times N_ERB \times \left(f_{DMT} / 257 \right)$$

حيث f_{DMT} معدل الرموز (بعدد الرموز في الثانية) المعرّف في الفقرة 4.4.10 من التوصية [ITU-T G.993.2].

لا يحدد المعدل BDR في حالة عدم استخدام الحشو. وفي هذه الحالة يختلف *N_ERB* بين تقرير أخطاء وآخر.

4.2.7 تعيين كتلة تقرير الأخطاء (ERB) خلال وقت العرض

عند كل تعداد لرموز المزامنة تبينه الوحدة VTU-O، ترسل الوحدة VTU-R كتلة واحدة من كتل تقرير الأخطاء. ومع كل كتلة ERB، ترسل الوحدة VTU-R أيضاً تعداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط (المحدد في الفقرة 2.3.7) بمثابة تحديد رمز المزامنة بالاتجاه الهابط الذي يقابل الكتلة ERB. وتشير الوحدة VTU-O إلى تعداد رموز المزامنة هذا باستخدام معلمتي التحكم بتحديد التوقيت التاليتين:

- دورة تحديث عينات الخطأ (*m*)؛
- دورة انزياح عينات الخطأ (*z*).

تأخذ دورة تحديث عينة الخطأ القيمة *m* إذا كان من المقرر الإبلاغ عن عينة الخطأ عند كل رمز مزامنة رقمه *m*، أي عند مواقع رموز المزامنة التي يكون تعداد رموز المزامنة عندها $SSC = m \times P + k$، حيث *P* أي عدد صحيح في المدى من 0 إلى $\lfloor (N_SSC - 1 - k)/m \rfloor$، و*k* التخالف، ويتمثل بعدد صحيح في المدى من 0 إلى *m*–1. وبعد فيض عداد SSC عند القيمة *N_SSC*-1، يصبح تعداد رموز المزامنة التالي الذي يتعين عنده الإبلاغ عن الكتلة ERB بقيمة SSC = *k* (يتم الحصول على هذا التعداد بوضع *P*=0).

تضبط الوحدة VTU-R التخالف على الرقم *k*=0 لأول تقرير يرد بعد طلب Error Feedback من الوحدة VTU-O. ويرسل هذا التقرير بالنسبة لأول رمز مزامنة متوفر مع تعداد SSC يكون مضاعفاً للعدد *m* بعد استقبال طلب الكتلة ERB (انظر الفقرة 1.8). وإذا كان $z > 0$، تزيد الوحدة VTU-R التخالف *k* بقيمة 1 بعد دورة انزياح عينات الخطأ بقيمة *z* تقرير، مع فيض القيمة *k* عند *m*-1.

وإذا كان $m = 1$، تقوم الوحدة VTU-R بالإبلاغ عند كل رمز من رموز المزامنة. وتعتبر قيمة دورة تحديث عينة الخطأ البالغة $m = 0$ قيمة خاصة ويجب استعمالها للإشارة إلى أن الوحدة VTU-R يجب أن تتوقف عن الإبلاغ عن عينات الخطأ. وتعتبر الدورة غير الصفرية لانزياح عينات الخطأ *z* صالحة فقط إذا كانت $m > 1$. وتستعمل القيمة $z = 0$ لدورة انزياح عينات الخطأ إذا لم يكن انزياح عينات الخطأ ضرورياً وإذا كانت *m*=1.

الملاحظة 1 – ينبغي اختيار المعلمتين *m* و*z* بحيث يتم الإبلاغ عن عينات الخطأ مرة واحدة على الأقل بالنسبة لجميع بتات التتابع الدليلي بعد وقت معين.

الملاحظة 2 – على سبيل المثال، إذا كان *N_SSC* = 1024 و*m* = 3، وأول تقرير مرسل عند SSC = 6، ترد التقارير عند تعدادات رموز المزامنة التالية:

m = 3 and *z* = 0 then *SSC* = 6, 9, …, 1020, 1023, 0, 3, 6, 9, …

m = 3 and *z* = 128 then *SSC* = 6, 9, …, 128×3, 129×3, 130×3+1, 131×3+1, … 257×3+1, 258×3+2, 259×3+2,…. 340×3+2, 2, 5, ….44×3+2, 45×3, 46×3, 47×3, …

وتحدد قيم معلمات التحكم بتحديد التوقيت في الجدول 7-4.

الجدول 7-4 – قيم معلمات التحكم بتحديد التوقيت

المعلمة	القيم الصالحة للكيان VCE	القيم الإلزامية التي يجب أن تدعمها الوحدة VTU-R
m	0, 1, 2, …, 63, 64	جميع القيم الصالحة
z	If $m > 1$: 0, 2, …, 254, 255, 256 If $m \leq 1$: 0	جميع القيم الصالحة

3.7 متطلبات الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد للوحدة VTU-R

على الوحدة VTU-R أن تمتثل للتوصية [ITU-T G.993.2]، مع الاستثناءات والمتطلبات الواردة في هذه التوصية.

ولتمكين الكيان VCE من تحقيق المهام الواردة في الفقرة 1.6، يجب على الوحدة VTU-R أن تدعم المتطلبات الواردة في الفقرات التالية.

1.3.7 تراصف الرموز

تحت إشراف الكيان VCE، يجب على جميع الوحدات VTU-R في الزمرة الموجهة أن تستعمل نفس التباعد بين الموجات الحاملة الفرعية ونفس معدل الرموز.

ملاحظة – يمكن للكيان VCE أن يتحكم بتراصف الرموز الواردة من خطوط مختلفة في الزمرة الموجهة عند النقطة المرجعية U-O2 (المحددة في الشكل 5-4 بالتوصية [ITU-T G.993.2]) عن طريق ضبط تقدم توقيت (TA) هذه الخطوط خلال فترة الاستهلال (انظر الفقرة 10).

2.3.7 موقع رموز المزامنة

يجب أن يكون للوحدة VTU-R القدرة على إرسال رموز المزامنة على النحو المحدد في الفقرة 2.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويجب على الوحدة VTU-R أن ترسل رموز المزامنة في مواقع زمنية يعينها الكيان VCE وتنقل إلى الوحدة VTU-R خلال فترة الاستهلال. ويتحدد موقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد بواسطة تخالف بين مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد وبالاتجاه الهابط.

ويحدد الكيان VCE التخالف بين مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد وبالاتجاه الهابط ويرسله إلى الوحدة VTU-R في الرسالة O-SIGNATURE.

ويمكن للكيان VCE أن يشكل جميع الوحدات VTU-R في الزمرة الموجهة من أجل إرسال رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد في المواقع الزمنية نفسها أو في مواقع زمنية مختلفة لواحدة أو أكثر من وحدات VTU-R في الزمرة الموجهة.

ويجب على الوحدة VTU-R أن تجعل عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط (MODULO N_SSC) يعد باستمرار خلال وقت العرض. وعلى الوحدة VTU-R أن تضبط قيمة العداد المتعلقة بأول رمز للمزامنة بالاتجاه الهابط يتم إرساله خلال وقت العرض على قيمة الحقل First SSC المتعلقة بالأمر Error Feedback الأول الوارد (انظر الجدول 8-3). وقبل ورود الأمر Error Feedback الأول، يعود لمقدم الخدمة تقدير قيمة عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط المتعلقة بأول رمز للمزامنة بالاتجاه الهابط يتم إرساله بالاتجاه الهابط.

ملاحظة – يعمل هذا الإعداد في بداية وقت العرض على مزامنة عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط مع الكيان VTU-O/VCE (انظر الفقرة 2.2.6).

3.3.7 تشكيل التتابع الدليلي

يجب أن يكون للوحدة VTU-R القدرة على تشكيل تتابع دليلي بالاتجاه الصاعد يحدده الكيان VCE على جميع الموجات الحاملة الفرعية لرموز المزامنة بالاتجاه الصاعد خلال فترة الاستهلال (انظر الفقرة 1.4.3.10) وعلى نغمات الاختبار (انظر الفقرة 10.2.3) التابعة لرموز المزامنة بالاتجاه الصاعد خلال وقت العرض. ويتحدد التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة، ويحدده الكيان VCE، بطول *Npilot_us* ويرسل إلى الوحدة VTU-R عند استهلال الرسالة O-SIGNATURE. وتتراوح مؤشرات بتات التتابع الدليلي من 0 إلى $1 - Npilot_us$. وترسل أولاً البتة ذات المؤشر 0، تليها البتة ذات المؤشر 1، وصولاً إلى البتة ذات المؤشر

1 – *Npilot_us*. وإذا تم تفعيل "طول تتابع دليلي مضاعف للعدد 4" (انظر الفقرة 2.10)، عندئذ تكون القيم الصالحة للمؤشر *Npilot_us* كلها مضاعفات للعدد 4 في المدى من 8 إلى 512. وما عدا ذلك، تكون القيم الصالحة للمؤشر *Npilot_us* كلها مرفوعة للأس 2 في المدى من 8 إلى 512. ويجب أن يتكرر التتابع الدليلي بشكل دوري بعد عدد *Npilot_us* من البتات، باستثناء الحالة التي يقوم فيها الكيان VCE بتغيير التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد عبر إجراءات محددة في الفقرة 2.8.

ويحدد الكيان VCE الموقع الزمني للتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد وينقل إلى الوحدة VTU-R خلال فترة الاستهلال بواسطة واسمات خاصة (انظر الفقرة 5.3.3.10). ويتم تشكيل الموجات الحاملة الفرعية المتعلقة برموز المزامنة الصاعدة بواسطة بتات التتابع الدليلي الصاعد المناظرة للموقع الزمني للتتابع الدليلي الصاعد.

وخلال وقت العرض، يكون موقع المزامنة الأول بالاتجاه الصاعد على النحو المحدد في الفقرة 6.10.

ويتحدد تشكيل التتابع الدليلي على نغمات اختبار (انظر الفقرة 10.2.3) المتعلقة برموز المزامنة بحسب ما إذا تم ضبط قيم بتات إطار المزامنة المشكلة على نغمات الاختبار على 00 (إذا كانت بتة التتابع الدليلي ZERO) أو على 11 (إذا كانت بتة التتابع الدليلي ONE). أما على النغمات المتعلقة برمز مزامنة معين، فإن بتة التتابع الدليلي يكون لها تواتر دوري يساوي 10 نغمات (مع مراعاة كل من نغمات الاختبار والنغمات الرئيسية).

وإذا تم تفعيل تتابع دليلي صاعد معتمد على التردد من خلال التوصية ITU-T G.994.1، عندئذ يتم تحديد ثمانية تتابعات دليلية تتراوح مؤشراتها من 0 إلى 7. ويتم تشكيل التتابعات الدليلية ذات الأرقام (0,1,2,3,4,5,6,7)# على مؤشرات النغمات ذات الأرقام 10*n*+(0,2,3,4,5,6,8,9) على التوالي. ويجب أن يكون للتتابعات الدليلية الثمانية الطول نفسه *Npilot_us*. ويجب أن تبدأ جميع التتابعات الدليلية في موقع رموز المزامنة نفسه.

وتستخدم بتات إطار المزامنة المشكلة على النغمات الرئيسية (انظر الفقرة 6.2.3) لإرسال علم مزامنة (SyncFlag) على النحو المحدد في الفقرة 3.5.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويتم تشكيل إطار المزامنة على أحد رموز المزامنة على النحو المحدد في الفقرة 5.10 من التوصية [ITU-T G.993.2] (بما في ذلك التخليط الربعي لجميع الموجات الحاملة الفرعية MEDLEY بصرف النظر عن كونها نغمة رئيسية أو نغمة اختبار).

4.7 متطلبات نظام انتهائية الشبكة

يجب على انتهائية الشبكة (NT) أن تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط (انظر الشكل 1-5).

1.4.7 تغليف بيانات قناة العودة بالطبقة 2 للإثرنت

إذا اختار الكيان VCE استخدام هذا النوع من التغليف، يجب أن تغلف بيانات قناة العودة على النحو المحدد في هذه الفقرة.

وفي داخل انتهائية الشبكة، ترسل أولاً عينات الخطأ المبتورة من الوحدة VTU-R إلى الكتلة الوظيفية للطبقة +L2، حيث تغلف داخل الطبقة 2 لبروتوكول النقل ويعدد إرسالها في أحد تدفقات بيانات الإثرنت بالاتجاه الصاعد (أو الإثرنت عبر شبكة بأسلوب نقل غير متزامن (ATM)).

ويستند تغليف إثرنت إلى المعيار [IEEE 802.3] ويكون على النحو الوارد في هذه الفقرة.

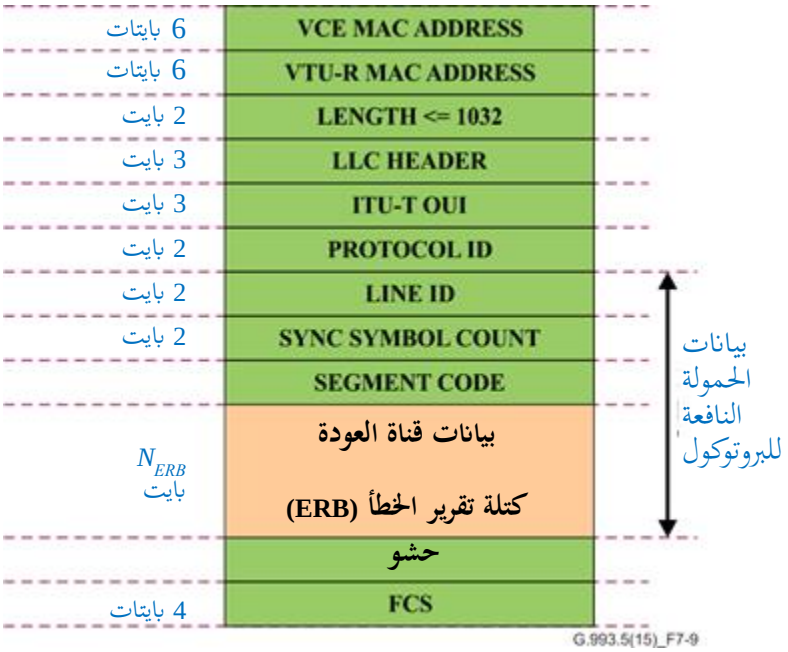
ويتألف تغليف الأطر بالطبقة 2 للإثرنت من الحقول التالية:

- عنوان MAC للمقصد هو عنوان MAC للكيان VCE؛
- عنوان MAC للمصدر هو عنوان MAC للوحدة VTU-R؛
- طول الحقل (وفقاً لنسق أطر MAC في المعيار [IEEE 802.3])؛
- ترميز رأسية LLC PDU في البروتوكول SNAP (3 بايتات، AA-AA-03)؛

- رأسية SNAP PDU التي تتضمن معرّف الاتحاد ITU OUI 00-19-A7 المؤلف من 3 أثمونات + معرف هوية البروتوكول المؤلف من أثمونين للنوع الفرعي الخاص بالاتحاد 00-03 للبروتوكول PRIVATE؛
- بيانات الحمولة النافعة للبروتوكول (Line_ID، Sync Symbol Count، Segment Code، Backchannel Data)؛
- الحشو (فقط للمقطع الأخير وفقاً لنسق أطر MAC في المعيار [IEEE 802.3])؛
- التتابع المعياري للتحقق من الإطار (FCS) المؤلف من 4 بايتات في الإثرنت (وفقاً للتتابع FCS لإطر الإثرنت في المعيار [IEEE 802.3]).

يحتوي عنوان MAC للكيان VCE على عنوان VCE MAC الذي أعد تشكيله الكيان VCE من خلال O-PMS، انظر الفقرة 1.2.5.10. وتتضمن بيانات الحمولة النافعة للبروتوكول المعرف Line_ID (كما تم تشكيله بواسطة الكيان VCE عبر O-PMS، انظر الفقرة 1.2.5.10)، وتعداد رموز المزامنة (كما هو معرّف في الفقرة 4.2.7)، وشفرة المقطع (كما هي معرفة في التوصية [ITU-T G.993.2])، وكتلة تقرير الأخطاء (ERB) في بيانات قناة العودة (كما هي معرّفة في الفقرة 3.2.7). ويجب أن يتساوى حقل الطول (Length) مع طول بيانات الحمولة النافعة للبروتوكول، مضافاً إليه طول الرأسية LLC SNAP البالغ 8 بايتات، وأن لا يتجاوز القيمة 1032=8+1024. وإذا تجاوزت بيانات الحمولة النافعة للبروتوكول 1024 بايتة، يجب تجزئة الكتلة ERB في بيانات قناة العودة على النحو المحدد في الفقرة 1.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2]. وفيما يتعلق بأطوال بيانات الحمولة النافعة للبروتوكول التي تقل عن 1024 بايتة أو تساويها، يمكن أيضاً تجزئة الكتلة ERB في بيانات قناة العودة. وفي حال تجزئتها، يجب أن يكون كل مقطع من الكتلة ERB في بيانات قناة العودة مغلفاً بالطبقة 2 للإثرنت كما هو مبين في الشكل 7-9، على أن لا يتجاوز عدد المقاطع في الكتلة ERB في بيانات قناة العودة العدد 16.

ويبين الشكل 7-9 نسق الكتلة ERB في بيانات قناة العودة المغلفة بالإثرنت.



الشكل 7-9 – نسق تغليف رسالة بيانات قناة العودة بالإثرنت

2.4.7 تغليف بيانات قناة العودة بقناة العمليات المدمجة (eoc)

إذا اختار الكيان VCE استعمال هذا النوع من التغليف، يجب أن تنقل بيانات قناة العودة بواسطة بروتوكول قناة العمليات المدمجة (eoc) الوارد في الفقرة 1.8.

8 رسائل قناة العمليات المدمجة الخاصة بالإرسال الموجه

تستعمل الوحدة VTU-O وكيان إدارة الخط VDSL2 في الوحدة VTU-R أوامر وردود القناة eoc المحددة في هذه الفقرة لدعم الإرسال الموجه. وبالنسبة لأوامر وردود القناة eoc المتعلقة بالإرسال الموجه، تستعمل الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R بروتوكول القناة eoc المعياري لنقل الرسائل المحدد في الفقرة 2.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2] والبروتوكول الخاص بالأوامر والردود المحدد في الفقرة 3.2.11 من لتوصية [ITU-T G.993.2]، باستثناء البروتوكول المتعلق بأمر وردود Error Feedback الذي يجب أن يكون على النحو المحدد في الفقرة 1.8.

ويعرض الجدول 8-1 (أولوية عالية) والجدول 8-2 (أولوية عادية) قائمة بأوامر القناة eoc الإضافية اللازمة لتسهيل تشغيل الخطوط الموجهة.

الجدول 8-1 – الأوامر والردود ذات الأولوية العالية

نمط الأمر والقيمة المخصصة	اتجاه الأمر	محتوى الأمر	محتوى الرد
Error Feedback $0001\ 1000_2$	من VTU-O إلى VTU-R	طلب عينات الخطأ للنطاق الموجه المعين وبالنسق المعين	عينات الخطأ المغلفة بالقناة eoc والمعلمتان المرتبطتان بها، ACK أو NACK

الجدول 8-2 – الأوامر والردود ذات الأولوية العادية

نمط الأمر والقيمة المخصصة	اتجاه الأمر	محتوى الأمر	محتوى الرد
تحديث التتابع الدليلي $0001\ 0001_2$	من VTU-O إلى VTU-R	طلب تحديث التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد	إشعار بالاستلام

1.8 رسائل القناة eoc اللازمة لتشكيل قناة العودة

يستعمل كيان إدارة الخط VDSL2 في الوحدة VTU-O (VTU-O VME) أمر وردود Error Feedback للحصول على عينات خطأ مبتورة من الكيان VTU-R VME وإجراء تحديثات على معلمات قناة العودة. ولا يمكن أن يستهل الأمر (طلب عينات خطأ مبتورة) إلا الوحدة VTU-O ويجب أن يستخدم فيه النسق الوارد في الجدول 8-3؛ وعلى الوحدة VTU-R أن ترد بعينات خطأ مبتورة للموجات الحاملة الفرعية المطلوبة في النسق المطلوب، أو بإشعار بالاستلام (ACK) (إذا تم نقل عينات الخطأ عبر قناة العودة القائمة على الطبقة L2)، أو بعدم الإشعار بالاستلام (NACK). ويوفر عدم الإشعار NACK شفرة رفض تصف السبب وراء إنكار الطلب. وقبل إرسال NACK، يجب على الكيان VTU-R VME أن يعلّق إرسال عينات الخطأ المبتورة إلى حين استقبال أمر Error Feedback جديد مع مجموعة صالحة من معلمات قناة العودة ومعلمات التحكم بتقرير الأخطاء. وعلى الوحدة VTU-R أن تستعمل نسق رسالة الرد الوارد في الجدول 8-6 أو الجدول 8-7. وتكون شفرات الرفض على النحو الوارد في الجدول 8-8.

وسوف يكون الأثمون الأول في الأمر والرد هو القيمة المخصصة لنمط الأمر Error Feedback على النحو المبين في الجدول 8-1. وسيكون الأثمون الثاني والأثمونات اللاحقة على النحو المبين في الجدول 8-3 للأمر وفي الجدولين 8-6 و8-7 للردود. وتحدد أثمونات البيانات المنقولة باستخدام النسق العام الوارد في الفقرة 1.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2].

ترسل الوحدة VTU-O أمر Error Feedback للطلب من الوحدة VTU-R البدء بإرسال عينات خطأ مبتورة ذات معلمات معينة. ويبين الأمر ما يلي:

- دورة تحديث عينات الخطأ (m)؛
- دورة انزياح عينات الخطأ (z)؛
- مدى مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية التي يجب أن يشملها التقرير (تحدده النطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط)؛
- معلمات التحكم بتقرير الأخطاء (*F_sub*، *F_block*، *B_min*، *B_max*، *L_w*، إلخ.).

وفور ورود الأمر، يجب على الوحدة VTU-R أن تبدأ إما بإرسال عينات الخطأ المبتورة (رسائل بيانات Error Feedback المحددة في الجدول 8-6 بالنسبة لقناة العودة في القناة eoc، وفي الجدول 8-7 بالنسبة لقناة العودة في الطبقة L2) أو بالرد بعدم الإشعار NACK (كما هو محدد في الجدول 8-8). وتكون أول رسالة خاصة ببيانات Error Feedback عبارة عن إشعار (ACK) بقبول الأمر Error Feedback. ويمكن إذا دعت الضرورة إرسال المزيد من الرسائل الخاصة ببيانات Error Feedback (كرسائل eoc لاحقة أو كرزم الطبقة L2 للإثرنت). وتبدأ عمليات إرسال الرسائل الخاصة ببيانات Error Feedback بواسطة كل تعداد يطلبه الأمر Error Feedback لرموز مزامنة تحديث عينات الخطأ (دورة التحديث ودورة الانزياح). وإذا كانت دورة التحديث أكبر من 1، تقوم الوحدة VTU-R بتحديث عينات الخطأ عند التعداد الصحيح لرموز المزامنة الذي تبينه الوحدة VTU-O.

ولا يتم الإشعار باستلام رسائل بيانات Error Feedback. وإذا تجاوزت رسالة بيانات Error Feedback قيمة 1024 بايتة، فيجب تجزئتها على النحو المحدد في الفقرة 1.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2] على أن لا يتجاوز الحد الأقصى للمقاطع العدد 16؛ حيث ترسل المقاطع دون انتظار إشعار باستلام طلب معلومات (IACK). ولا تعيد الوحدة VTU-R إرسال رسائل بيانات Error Feedback أو مقاطعها. وإذا لم تتلق الوحدة VTU-O الرد ACK، فقد ترسل أمر Error Feedback آخر، وربما مع معلمات تحكم مختلفة. وتستمر الوحدة VTU-R بإرسال رسائل بيانات Error Feedback وتنتظر في الوقت نفسه العلم Syncflag بعد أمر إعادة التشكيل مباشرة على الخط (OLR). وإذا كانت القناة eoc مشغولة برسالة أخرى عالية الأولوية خلال الدورة الزمنية المخصصة لإرسال رسالة معينة ببيانات Error Feedback (مثلاً أمر OLR)، تتخلى الوحدة VTU-R عن رسالة بيانات Error Feedback هذه وتستمر في إرسال رسالة بيانات Error Feedback التالية.

وفي بداية وقت العرض، لا ترسل الوحدة VTU-R عينات الخطأ المبتورة قبل تلقيها الأمر Error Feedback مع مجموعة صالحة مؤلفة من معلمات قناة العودة ومعلمات التحكم في تقرير الأخطاء. ولكي تبدأ الوحدة VTU-O بإرسال عينات الخطأ المبتورة، فإنها ترسل أمراً بتشكيل قناة العودة في القناة eoc خلال الثانية الأولى من وقت العرض. ولإيقاف نقل عينات الخطأ المبتورة، ترسل الوحدة VTU-O الأمر Error Feedback الذي يحمل تشكيلاً خاصاً لقناة العودة (أي دورة تحديث عينات الخطأ m=0، انظر الجدول 8-3). وفور تلقي الأمر، تتوقف الوحدة VTU-R أولاً عن إرسال رسائل بيانات Error Feedback وتردّ لاحقاً على الأمر بعدم الإشعار بالاستلام (NACK).

الجدول 8-3 – الأمر Error Feedback المرسل من الوحدة VTU-O

الاسم	الطول (أثمونات)	رقم الأثمون	المحتوى
طلب Error Feedback	$9 + 5 \times N_band$ ($N_band \le 8$)	2	01_{16} (الملاحظة 1)
		3 إلى 4	أول عدّاد SSC (انظر الفقرة 2.2.6 والفقرة 2.3.7 والملاحظة 6)
		5	دورة تحديث عينات الخطأ (*m*) (انظر الفقرة 4.2.7 والملاحظة 2)
		6 إلى 7	دورة انزياح عينات الخطأ (*z*) (انظر الفقرة 4.2.7 والملاحظة 3)
		8 إلى $8 + 3 \times N_band$	واصف النطاقات الموجهة (انظر الجدول 12-18 في التوصية [ITU-T G.993.2]، الملاحظة 4)
		$9 + 3 \times N_band$ إلى $9 + 5 \times N_band$	واصف تشكيل تقرير الأخطاء (الملاحظة 5)

الملاحظة 1 – تحجز جميع القيم الأخرى لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.

الملاحظة 2 – تتمثّل دورة تحديث عينات الخطأ (m) بعدد صحيح غير جبري.

الملاحظة 3 – تتمثل دورة انزياح عينات الخطأ (z) بعدد صحيح غير جبري.

الملاحظة 4 – تحدد قيمة N_band بالأثمون 1 لواصف النطاق الوارد في التوصية ITU-T G.993.2.

الملاحظة 5 – يحدد هذا الواصف N_band مجموعة من معلمات الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة المحددة في الفقرة 2.2.7 لكل نطاق موجه بالاتجاه الهابط (أثمونان لكل نطاق). ويستعمل النسق المحدد في الجدول 8-4.

الملاحظة 6 – إن قيمة أول عداد SSC هي نفسها بالنسبة لجميع أوامر Error Feedback بعد الدخول في وقت العرض.

الجدول 8-4 – واصف تشكيل تقرير الأخطاء

المعلمة	البتات	عدد الأثمونات	الوصف
N_band	[7:4]	0	عدد النطاقات الموجهة المشكلة في المدى من 1 إلى 8 ممثل بعدد صحيح غير جبري
Padding (الحشو)	3		كما هو محدد في الفقرة 2.2.7
محجوز لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات	2		تضبط على 0_2
F_block	[1:0]		حجم الكتلة، مشفرة على النحو التالي (انظر الملاحظة): $00_2 - F_block = \left\lceil \frac{N_carrier}{F_sub} \right\rceil$ $01_2 - F_block = 1$ $10_2 - F_block = 32$ 11_2 – يحجز كي يستعمله قطاع تقييس الاتصالات
معلمات للنطاق الموجه 1		2-1	انظر الجدول 8-5
.....		.....	
معلمات للنطاق الموجه *N_band*		$2 \times N_band - 1$ إلى $2 \times N_band$	انظر الجدول 8-5

ملاحظة – إذا كان مشفراً بقيمة 01_2 أو 10_2، عندئذ يكون للمعلمة *F_block* القيمة نفسها بالنسبة لجميع النطاقات الموجهة. وإذا كان مشفراً بقيمة 00_2، يمكن أن تأخذ المعلمة *F_block* قيمة مختلفة لكل نطاق موجه تبعاً لعدد الموجات الحاملة الفرعية *(N_carrier)* وللاعتيان الفرعي *(F_sub)*.

الجدول 8-5 – معلمات التحكم بالنطاق الموجه

المعلمة	البتات	عدد الأثمونات	الوصف
F_sub	[7:4]	0	معدل الاعتيان الفرعي *F_sub* كما هو محدد في الفقرة 2.2.7، حيث يتمثل $\log_2(F_sub)$ بعدد صحيح غير جبري.
L_w	[3:0]		طول عينة الخطأ المبتورة في التمثيل المضغوط كما هو محدد في الفقرة 2.2.7، حيث يتمثل *L_w* بعدد صحيح غير جبري.
B_min	[7:4]	1	المعلمة *B_min* كما هي محددة في الفقرة 2.2.7، حيث تتمثل *B_min* بعدد صحيح غير جبري.
B_max	[3:0]		المعلمة *B_max* كما هي محددة في الفقرة 2.2.7، حيث تتمثل *B_max* بعدد صحيح غير جبري.

الجدول 8-6 – الرد على أمر Error Feedback المرسل من الوحدة VTU-R لقناة العودة في القناة eoc

الاسم	الطول (أثمونات)	عدد الأثمونات	المحتوى
بيانات/إشعار باستلام Error Feedback	$5 + N_{ERB}$	2	80_{16} (انظر الملاحظة 1)
		4-3	عداد رموز المزامنة (SSC) ممثلاً بعدد صحيح غير جبري في المدى المحدد في الفقرة 2.3.7 (انظر الملاحظة 2).
		5	شفرة المقطع (SC)، ممثلة على النحو المحدد في الفقرة 3.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2].
		6 إلى $5 + N_{ERB}$	بيانات قناة العودة، ممثلة بعدد N_{ERB} من الأثمونات كما هو محدد في الفقرة 3.2.7 (انظر الملاحظة 3).
NACK	3	2	81_{16} (انظر الملاحظة 1)
		3	أثمون واحد لشفرة الأسباب (انظر الجدول 8-8).
الملاحظة 1 – تحجز جميع القيم الأخرى لهذا الأثمون لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.			
الملاحظة 2 – يحدد هذا الحقل رمز المزامنة بالاتجاه الهابط الذي يتم من أجله الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة.			
الملاحظة 3 – يحمل هذا الحقل الكتلة ERB باستخدام النسق الوارد في الفقرة 3.2.7.			

الجدول 8-7 – الرد على أمر Error Feedback المرسل من الوحدة VTU-R لقناة العودة في الطبقة L2

الاسم	الطول (أثمونات)	عدد الأثمونات	المحتوى
ACK	6	2	80_{16} (انظر الملاحظة 1)
		4-3	يضبط كلا الأثمونين على 00_{16}
		5	يضبط الأثمون على 11000000_2 (انظر الملاحظة 2)
		6	يضبط الأثمون على 00_{16} (انظر الملاحظة 3)
NACK	3	2	81_{16} (انظر الملاحظة 1)
		3	أثمون واحد لشفرة الأسباب (انظر الجدول 8-8).
الملاحظة 1 – تحجز جميع القيم الأخرى لهذا الأثمون استعمال قطاع تقييس الاتصالات.			
الملاحظة 2 – تقابل هذه القيمة شفرة مقطع رسالة eoc غير مجزأة على النحو المحدد في الفقرة 3.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2].			
الملاحظة 3 – يقوم هذا الحقل بدور إشعار بالاستلام (ACK) ويبين أن تشكيل قناة العودة المطلوب لأمر Error Feedback مقبول.			

الجدول 8-8 – شفرات أسباب عدم الإشعار (NACK)

القيمة	التعريف
01_{16}	مجموعة غير صالحة من معلمات عينات الخطأ أو نسق تقرير عينات الخطأ المبتورة.
02_{16}	تتوقف الوحدة VTU-R عن إرسال تقارير الأخطاء بناء لطلب الكيان VCE.
ملاحظة – تحجز جميع شفرات الأسباب الأخرى لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.	

2.8 أمر ورد تحديث التتابع الدليلي

يستعمل الكيان VTU-O VME أمر ورد تحديث التتابع الدليلي لفرض القيام بتحديث التتابع الدليلي (التتابعات الدليلية) وإبلاغ الكيان VTU-R VME بالتتابع الدليلي (التتابعات الدليلية) للخط الموجه (انظر الفقرة 3.3.7). وتعرّف أوامر مستقلة لتحديث تتابع دليلي واحد (في حالة عدم تفعيل التتابعات الدليلية المعتمدة على التردد (FPDS) بالاتجاه الصاعد من خلال التوصية ITU-T G.994.1) ولتحديث ثمانية تتابعات دليلية بالاتجاه الصاعد (في حالة تفعيل التتابعات الدليلية المعتمدة على التردد (FPDS) بالاتجاه الصاعد من خلال التوصية ITU-T G.994.1). وترد هذه الأوامر في الجدول 8-9 ولا يمكن استهلالها إلا بواسطة الوحدة VTU-O؛ وعلى الوحدة VTU-R أن ترد بالإشعار ACK باستخدام النسق المبين في الجدول 8-10.

ويكون الأثمون الأول من الأمر هو القيمة المخصصة لنمط أوامر تحديث التتابع الدليلي على النحو المبين في الجدول 8-2. ويكون الأثمون الثاني وما يليه من أثمونات كما هو مبين في الجدول 8-9 بالنسبة للأوامر والجدول 8-10 بالنسبة للردود. وتحدد أثمونات البيانات باستخدام النسق الوارد في الفقرة 1.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2].

وباستعمال رسالة تحديث التتابع الدليلي، يمكن للكيان VCE أن يقوم بتحديث التتابع الدليلي (التتابعات الدليلية) بالاتجاه الصاعد.

يعتمد طول رسالة الأمر على طول التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد (*Npilot_us* بتة، انظر الفقرة 3.3.7). ولا يمكن تغيير بتات التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد إلا خلال وقت العرض. ويكون الطول المخصص حديثاً للتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد هو نفسه طول التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد الذي تم تحديده عند الاستهلال.

وتحدد بايتات رسالة الأمر على النحو المبين في الجدول 8-9.

الجدول 8-9 – أوامر تحديث التتابع الدليلي المرسلة من الوحدة VTU-O

الاسم	الطول (أثمونات)	عدد الأثمونات	المحتوى
تشكيلة التتابع الدليلي (عدم تفعيل FDPS من خلال التوصية ITU-T G.994.1)	3 + *Npilot_us*/8	2	01_{16} لتغيير التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد مع عدم تفعيل FDPS من خلال التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الملاحظة)
		3	01_{16} إذا كان انقطاع التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد غير مسموح؛ 02_{16} إذا كان انقطاع التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد مسموحاً (انظر الملاحظة)
		4 إلى $3 + \lceil Npilot_us/8 \rceil$	بتات التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد، يتم تشفيرها على النحو المحدد للحقل #4 في الجدول 10-7.

الجدول 8-9 – أوامر تحديث التتابع الدليلي المرسلة من الوحدة VTU-O

الاسم	الطول (أثمونات)	عدد الأثمونات	المحتوى
تشكيلة التتابع الدليلي (تفعيل FDPS من خلال التوصية ITU-T G.994.1)	$11 + (Naips + 1) \times \lceil Npilot_us/8 \rceil$	2	02_{16} لتغيير التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد مع تفعيل FDPS بالاتجاه الصاعد من خلال التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الملاحظة)
		3	01_{16} إذا كان انقطاع التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد غير مسموح؛ 02_{16} إذا كان انقطاع التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد مسموحاً (انظر الملاحظة)
		4 إلى $3 + \lceil Npilot_us/8 \rceil$	بتات التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد، يتم تشفيرها على النحو المحدد للحقل 4# في الجدول 10-7.
		$4 + \lceil Npilot_us/8 \rceil$ إلى $11 + (Naips + 1) \times \lceil Npilot_us/8 \rceil$	واصف FDPS كما هو محدد في الجدول 10-9.
ملاحظة – تحجز جميع القيم الأخرى لهذا الأثمون لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.			

يحدد الأثمون الثالث في أمر تحديث التتابع الدليلي الوقت الذي يحدث فيه تغير التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد:

- إذا كان انقطاع التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد غير مسموح (القيمة 01_{16})، يطبق تغير التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد بدءاً من موقع رمز المزامنة التالي بعد نهاية التتابع الدليلي الحالي بالاتجاه الصاعد، أي إنه بعد رمز المزامنة الذي يشكل البتة الأخيرة في التتابع الدليلي القديم بالاتجاه الصاعد، يشكل رمز المزامنة التالي البتة الأولى في التتابع الدليلي الجديد بالاتجاه الصاعد.
- إذا كان انقطاع التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد مسموحاً (القيمة 02_{16})، قد يحدث تغير التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد عند موقع أي رمز للمزامنة، أي إنه بعد رمز المزامنة الذي يشكل البتة الأخيرة i في التتابع الدليلي القديم بالاتجاه الصاعد، يشكل رمز المزامنة التالي البتة i+1 في التتابع الدليلي الجديد بالاتجاه الصاعد

ويتمثل الرد الوحيد المسموح من الوحدة VTU-R بإشعار باستلام الأمر بشكل صحيح، على النحو المبين في الجدول 8-10.

الجدول 8-10 – الرد على تحديث التتابع الدليلي المرسل من VTU-R

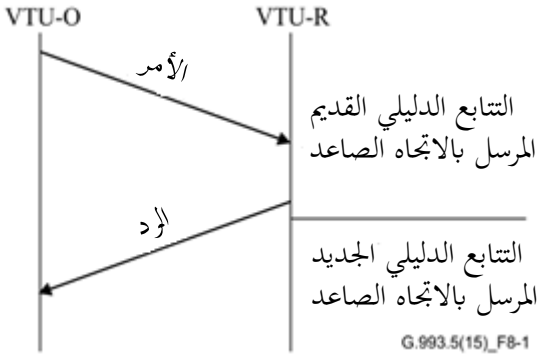
الاسم	الطول (أثمونات)	عدد الأثمونات	المحتوى
ACK	2	2	80_{16} (انظر الملاحظة)
NACK	3	2	81_{16} (انظر الملاحظة)
		3	أثمون واحد لشفرة السبب (انظر الجدول 8-11)
ملاحظة – تحجز جميع القيم الأخرى لهذا الأثمون لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.			

الجدول 8-11 – شفرات أسباب عدم الإشعار NACK

القيمة	التعريف
01_{16}	مجموعة غير صالحة من المعلمات
ملاحظة – تحجز جميع القيم الأخرى لهذا الأثمون لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.	

وإذا قام أمر تحديث التتابع الدليلي بتحديث التتابع الدليلي (التتابعات الدليلية)، يجب على الوحدة VTU-R أن لا تطبق التغيير إلا بعد إرسال رسالة ACK. وإذا كان انقطاع التتابع الدليلي (التتابعات الدليلية) مسموحاً، ينبغي أن يحدث التحديث في أقرب وقت ممكن، ويجب أن يحدث في غضون 200 ثانية من إرسال رسالة ACK.

ويبين الجدول 8-1 مخطط توقيت أمر ورد التتابع الدليلي في القناة eoc.



الشكل 8-1 – مخطط توقيت أمر ورد تحديث التتابع الدليلي

3.8 أوامر وردود إدارة القدرة

تستعمل الأوامر والردود نفسها لإدارة القدرة على النحو المحدد في الفقرة 9.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويجب تعديل إجراءات الإغلاق المنتظمة الواردة في الفقرتين 1.9.3.2.11 و2.9.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2] كما هو محدد في هذه الفقرة.

1.3.8 طلب الوصلة L3 المقدم من VTU-R (تستعيض عن الفقرة 1.9.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2])

لدى تلقي أمر بطلب L3، ترسل الوحدة VTU-O القائمة بالرد رداً بتصريح أو رفض. ويجرى تشكيل حالة الوصلة المقترحة على شكل 03_{16} لحالة الوصلة L3. وفي حال تلقي حالة أخرى للوصلة، يرسل الرد بالرفض مع شفرة السبب 02_{16}.

ويجوز للوحدة VTU-O أن ترفض طلب الانتقال إلى حالة الوصلة L3 باستخدام شفرة السبب 01_{16} لأنها مشغولة مؤقتاً، أو أن ترفضه باستخدام الشفرة 03_{16} لأن لديها معلومات محلية بأن الحالة L3 ليست مطلوبة في ذلك الوقت.

وعندما تتلقى الوحدة VTU-R رداً بتصريح، تنتقل الوحدة VTU-R من الحالة R-SHOWTIME إلى الحالة R-SILENT (انظر الشكل 12-3). وفور الدخول في الحالة R-SILENT، يجب على الوحدة VTU-R أن لا تغير بعد معاوقة الدخل كما ترى من الخط عند النقطة المرجعية U-R2.

وعندما تكتشف الوحدة VTU-O أن الوحدة VTU-R قد توقفت عن الإرسال (لأن VTU-R انتقلت إلى الحالة R-SILENT)، فإنها تنتقل من الحالة O-SHOWTIME إلى الحالة O-DEACTIVATING.

وبما أن الكيان VCE يتحكم بالوحدة VTU-O، فإنها تنتقل من الحالة O-DEACTIVATING إلى الحالة O-SILENT.

وعندما تكتشف الوحدة VTU-R أن الوحدة VTU-O قد توقفت عن الإرسال (لأن VTU-O انتقلت إلى الحالة O-DEACTIVATING أو إلى الحالة O-SILENT)، فإنها قد تغير خصائص مسار الإرسال. ومع ذلك، ومن أجل استقرار الإرسال الموجه في الزمرة الموجهة، ينبغي أن تحافظ الوحدة VTU-R تقريباً على معاوقة الدخل كما ترى من الخط عند النقطة المرجعية U-R2.

2.3.8 طلب الوصلة L3 المقدم من VTU-O (تستعيض عن الفقرة 2.9.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2])

لدى تلقي أمر بطلب L3، ترسل الوحدة VTU-R القائمة بالرد إما رداً بتصريح أو رفض. ويجرى تشكيل الحالة المقترحة للوصلة على شكل 03_{16} لحالة الوصلة L3. وفي حالة تلقي أية حالة أخرى للوصلة، يرسل الرد بالرفض مع شفرة السبب 02_{16}.

ويجوز للوحدة VTU-R أن ترفض طلب الانتقال إلى حالة الوصلة L3 باستخدام شفرة السبب 01_{16} لأنها مشغولة للغاية مؤقتاً، أو أن ترفضه باستخدام الشفرة 03_{16} لأن لديها معلومات محلية بأن الحالة L3 غير مطلوبة في ذلك الوقت.

وعندما تتلقى الوحدة VTU-O رداً بتصريح، فإنها تنتقل من الحالة O-SHOWTIME إلى الحالة O-DEACTIVATING. وفي الحالة O-DEACTIVATING، يجب على الوحدة VTU-O أن لا تغير بعد معاوقة الدخل كما ترى من الخط عند النقطة المرجعية U-O2.

وبما أن الكيان VCE يتحكم بالوحدة VTU-O، فإنها تنتقل من الحالة O-DEACTIVATING إلى الحالة O-SILENT. وفور الدخول في الحالة O-SILENT، يجب على الوحدة VTU-O أن تستمر بعدم تغيير معاوقة الدخل كما ترى من الخط عند النقطة المرجعية U-O2.

وعندما تكتشف الوحدة VTU-R أن VTU-O قد توقفت عن الإرسال (لأن VTU-O انتقلت إلى الحالة O-DEACTIVATING أو إلى الحالة O-SILENT)، فإنها تنتقل من الحالة R-SHOWTIME إلى الحالة R-SILENT.

وعندما تكتشف الوحدة VTU-O أن الوحدة VTU-R قد توقفت عن الإرسال (لأن VTU-R انتقلت إلى الحالة R-SILENT)، فإنها قد تغير خصائص مسار الإرسال. ومع ذلك، ومن أجل استقرار الإرسال الموجه في الزمرة الموجهة، ينبغي أن تحافظ الوحدة VTU-O تقريباً على معاوقة الدخل كما ترى من الخط عند النقطة المرجعية U-O2.

9 تفعيل وعدم تفعيل الأزواج في الزمرة الموجهة

يتحقق تفعيل خط معين في زمرة موجهة من خلال إجراءات الاستهلال المحددة في الفقرة 10.

كذلك يتطلب عدم تفعيل خط في زمرة موجهة اتخاذ إجراءات منتظمة. فإذا كان الخط المقرر عدم تفعيله مستعملاً في إلغاء اللغط عند الطرف البعيد (FEXT) بالاتجاه الصاعد وبالاتجاه الهابط، فإن أداء الزمرة الموجهة قد يعاني عندئذ من انقطاع مفاجئ. ويرد في هذه الفقرة وصف "لحالة الإغلاق المنتظم" وحالة "الإغلاق غير المنتظم".

1.9 حالة الإغلاق المنتظم

تتألف حالة الإغلاق المنتظم من انتقال إدارة القدرة إلى حالة الخط L3. ويرد في الفقرة 3.8 تعريف للأوامر والردود المتعلقة بإدارة القدرة.

2.9 حالة الإغلاق غير المنتظم

فور اكتشاف عطل فقدان الإشارة *los* عند الطرف القريب (انظر الفقرة 3.1.3.11 من التوصية [ITU-T G.993.2])، تنتقل الوحدة VTU-O من الحالة O-SHOWTIME إلى الحالة O-DEACTIVATING.

وبما أن الكيان VCE يتحكم بالوحدة VTU-O، فإنها تنتقل من الحالة O-DEACTIVATING إلى الحالة O-SILENT.

ملاحظة – إذا كانت الأخطاء على الخطوط الأخرى للزمرة الموجهة مقبولة، فإن الأسلوب الإضافي و/أو البديل لإغلاق إشارة الإرسال يتمثل في التحديث السريع للمعاملات. وقد يتم ذلك على النحو التالي. عند اكتشاف حالة إغلاق غير منتظم (DSE) أو حالة إغلاق منتظم على أحد الخطوط، ينبغي للوحدات VTU-O في الخطوط الأخرى أن ترسل إلى وحدات VTU-R التابعة لها طلبات error feedback ويفضل أن يكون ذلك باستخدام قناة eoc قوية. وينبغي عندئذ أن توفر الوحدات VTU-R عينات الخطأ المطلوبة إلى الوحدات VTU-O المقابلة في قناة المعلومات المرتجعة في الزمرة الموجهة. وفور استقبال عينات الخطأ، يكفي أن يقوم الكيان VCE بتقدير معاملات القناة التي تغيرت فقط، أي معاملات القناة المرتبطة بالخط الذي يكون حالة الإغلاق غير المنتظم (DSE)، وذلك لتحديث تقدير القناة بكاملها. ويمكن القيام بذلك باستخدام عينات الخطأ المقابلة لعدد قليل فقط من رموز المزامنة. بعد ذلك يستخدم الكيان VCE التقدير المحدّث للقناة الذي يشمل معاملات القناة المقدرة التي تغيرت ومعاملات القناة التي لم تتغير لتحديث المشفر المسبق. ويبلغ الطول التقريبي لمدة لدورة الأخطاء، قبل القيام بتحديث المشفر المسبق باستخدام آلية التحديث السريعة هذه، بضعة أطر فرعية، وبالتالي يمكن تلافي إعادة تهيئة الخطوط الأخرى جراء الحالة DSE.

10 استهلال الزمرة الموجهة

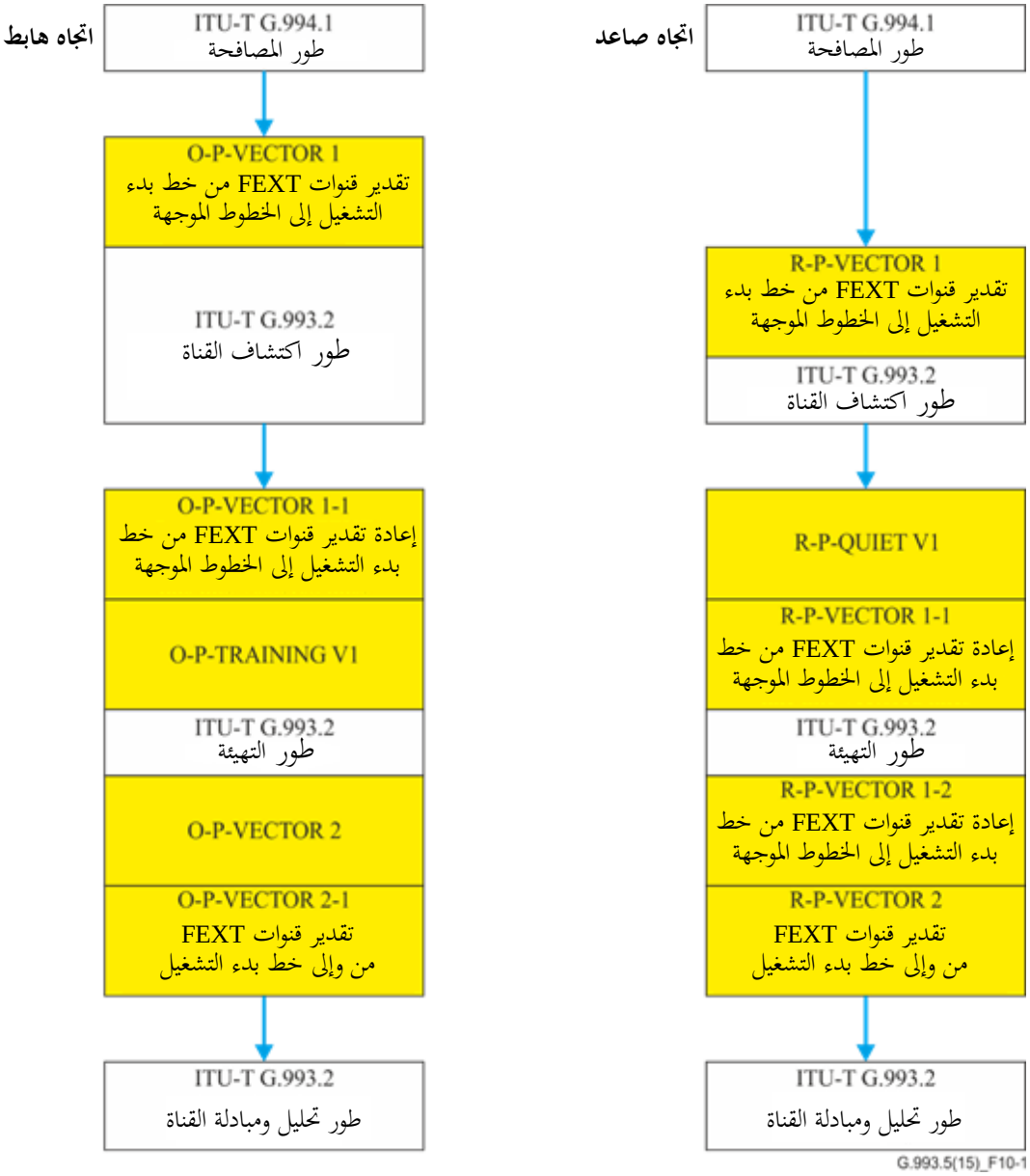
تحدد هذه الفقرة استهلال زمرة موجهة.

1.10 لمحة عامة

يستند إجراء الاستهلال الوارد في هذه الفقرة إلى الاستهلال الوارد في التوصية ITU-T G.993.2 مع إضافة الخطوات المتعلقة بتقدير اللغط FEXT في القناة. ويتحدد الأسلوب النهائي للتشغيل الموجه (أي الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط وبالاتجاه الصاعد، أو الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط فقط) خلال مرحلة الاستهلال الواردة في التوصية ITU-T G.994.1.

ويقدم الشكل 1-10 لمحة عامة عن إجراء الاستهلال لكل من الاتجاهين الصاعد والهابط. وبالنسبة لهذه التوصية، فقد اعتمدت مراحل الاستهلال الواردة في التوصية ITU-T G.993.2 مع إجراء بعض التعديلات على رسائل قناة العمليات الخاصة (SOC) وإضافة إشارات بدء التشغيل اللازمة لتقدير اللغط FEXT في القناة. ويبرز الشكل 1-10 إشارات بدء التشغيل التي أضيفت إلى طور اكتشاف القناة (Channel Discovery) وطور التهيئة (Training) الواردين في التوصية ITU-T G.993.2.

وفي الحالة التي يبدأ فيها عدة خطوط في الوقت نفسه، يجب أن تكون إجراءات بدء تشغيل هذه الخطوط متسقة زمنياً، بحيث تجتاز جميع الخطوط المراحل المتعلقة بالإرسال الموجه في الوقت نفسه (انظر الفقرتين 6.3.3.10 و9.3.4.10).



الشكل 1-10 – لمحة عامة عن الاستهلال الوارد في التوصية ITU-T G.993.5

في حالة الاتجاه الهابط، وفي بداية طور اكتشاف القناة، ترسل الوحدة VTU-O في خط بدء التشغيل الإشارة O-P-VECTOR 1 التي لا تتضمن إلا رموز المزامنة التي شكلها التتابع الدليلي والمتراصفة مع رموز مزامنة الخطوط الموجهة، انظر الشكل 10-2. وتسمح الإشارة O-P-VECTOR 1 للكيان VCE بتقدير قنوات اللغط FEXT من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة. ويعطي الكيان VCE تقديراً لقنوات اللغط FEXT هذه بناء على عينات الخطأ المبتورة التي تم الإبلاغ عنها الواردة من الوحدات VTU-R للخطوط الموجهة ويسمح للتشفير المسبق في الوحدات VTU-O التابعة لهذه الخطوط الموجهة بإلغاء اللغط FEXT الصادر عن خطوط بدء التشغيل إلى هذه الخطوط الموجهة أثناء الوقت المتبقي من فترة استهلال خطوط بدء التشغيل.

وفي بداية طور التهيئة (Training)، ترسل الوحدة VTU-O القائمة ببدء التشغيل الإشارة O-P-VECTOR 1-1، التي تعتبر مساوية للإشارة O-P-VECTOR 1 وتسمح للكيان VCE بتحديث تقديرات قناة FEXT بالاتجاه الهابط من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة، وذلك قبل الانتقال إلى طور التهيئة الوارد في التوصية ITU-T G.993.2.

وبعد طور التهيئة الوارد في التوصية ITU-T G.993.2، ترسل الوحدة VTU-O الإشارة O-P-VECTOR 2 تليها الإشارة O-P-VECTOR 2-1، اللتان تتضمنان رموز المزامنة التي شكلها التتابع الدليلي والرموز العادية التي تحمل قناة العمليات الخاصة (SOC)، انظر الشكل 10-3. وأثناء إرسال الإشارة O-P-VECTOR 2-1، يعطي الكيان VCE تقديراً لقنوات FEXT من الخطوط الموجهة إلى خطوط بدء التشغيل، وبالعكس. أخيراً، وعند انتهاء إرسال الإشارة O-P-VECTOR 2-1، يعطي الكيان VCE تقديراً لمصفوفة قنوات FEXT بكاملها، بما في ذلك معاملات FEXT من خط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة ومعاملات FEXT من الخطوط الموجهة إلى كل خط من خطوط بدء التشغيل. في هذه المرحلة، تصبح عملية الاستهلال مكتملة ويمكن إدراج خطوط بدء التشغيل في عملية التشفير المسبق. وبعد أن يكتمل إرسال الإشارة O-P-VECTOR 2-1، تدخل الوحدة VTU-O التابعة لخط بدء التشغيل طور تحليل ومبادلة القناة (Channel Analysis and Exchange) من أجل تقدير نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) وتحديد حمولة البتات التي يتعين استعمالها خلال وقت العرض.

وفي حالة الاتجاه الصاعد، ولتفادي اللغط FEXT الزائد في الخطوط الموجهة، تبدأ الوحدة VTU-R في أحد خطوط بدء التشغيل، بعد اكتشاف رسالة O-SIGNATURE في طور اكتشاف القناة، بإرسال إشارة R-P-VECTOR 1، يكون لها النسق نفسه الذي لإشارة O-P-VECTOR 1، انظر الشكل 10-2. وأثناء إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2-1، يعطي الكيان VCE تقديراً لقنوات FEXT من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة ويسمح للوحدات VTU-O في الخطوط الموجهة بإلغاء اللغط FEXT الوارد من خطوط بدء التشغيل خلال الوقت المتبقي من بدء تشغيل خطوط بدء التشغيل. أما المواقع الزمنية لرموز المزامنة بالاتجاه الصاعد والتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد فيعينها الكيان VCE وتقدم إلى الوحدة VTU-R في رسالة O-SIGNATURE وبواسطة واسمات تضاف إلى إشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1.

وعلاوة على ذلك، يمكن إضافة معلمات اختيارية أخرى إلى الرسالة O-SIGNATURE من أجل خفض قدرة الإرسال بالاتجاه الصاعد خلال طور الاتجاه الصاعد الأولي (R-P-VECTOR 1). ويمكن استعمال خفض قدرة الإرسال بالاتجاه الصاعد للحد من اللغط الناجم عن إشارات R-P-VECTOR 1 داخل الخطوط غير الموجهة التي تعمل في الرابط نفسه وتوفر توهيناً مسطحاً للكثافة الطيفية للقدرة (PSD) المرسلة بالاتجاه الصاعد للإشارة R-P-VECTOR إضافة إلى الخفض المعياري للقدرة بالاتجاه الصاعد المحدد في التوصية [ITU-T G.993.2].

الملاحظة 1 – يعطي المشغل المعلمتين a وb، اللتين تحددان قناع الكثافة PSD بالاتجاه الصاعد (UPBOMASK، انظر الفقرة 2.2.3.1.2.7 من التوصية [ITU-T G.993.2])، عن طريق قاعدة معلومات إدارة المكتب المركزي (CO-MIB) كما هو محدد في التوصية [ITU-T G.997.1]. وقد يوفر المشغل أو يسمح بقيم مبدئية للمعلمتين a وb تختلف عن تلك القيم الخاصة بالمناطق الجغرافية كما هو محدد في التوصية [ITU-T G.993.2] (مثلاً الملحقات 3.2.A و3.B وC.4.1.2)، ويسمح بالتالي بكثافات PSD بأعلى بالاتجاه الصاعد، نظراً إلى أن اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد ينخفض من خلال إلغاء اللغط. وبعد أن يتم خفض القدرة الصاعدة (خلال فترة الاستهلال)، يمكن أن تواصل الوحدة VTU-R ضبط الكثافة PSD المرسلة الخاصة بها (مع بقائها أدنى من UPBOMASK) خلال وقت العرض بطلب من الوحدة VTU-O عن طريق تكييف المعدل السلس (SRA)، على النحو المحدد في الفقرة 1.3.1.2.7 من التوصية [ITU-T G.993.2]، من أجل تحسين الأداء بالاتجاه الصاعد (بتحكم من الكيان VCE). وقد يعدل المشغل أيضاً المعلمتين المطبقتين a وb عن طريق فترة استهلال جديدة.

وفي بداية طور التهيئة، ترسل الوحدة VTU-R القائمة ببدء التشغيل الإشارة R-P-VECTOR 1-1، التي لا تختلف عن الإشارة R-P-VECTOR 1 وتسمح للكيان VCE بتحديث تقديرات قناة FEXT بالاتجاه الصاعد من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة، وذلك قبل الانتقال إلى طور التهيئة الوارد في التوصية ITU-T G.993.2. وترسل الوحدة VTU-O الإشارة O-P-TRAINING V1 بشكل إشارة ملء زمنية بينما ترسل الوحدة VTU-R الإشارة R-P-VECTOR 1-1.

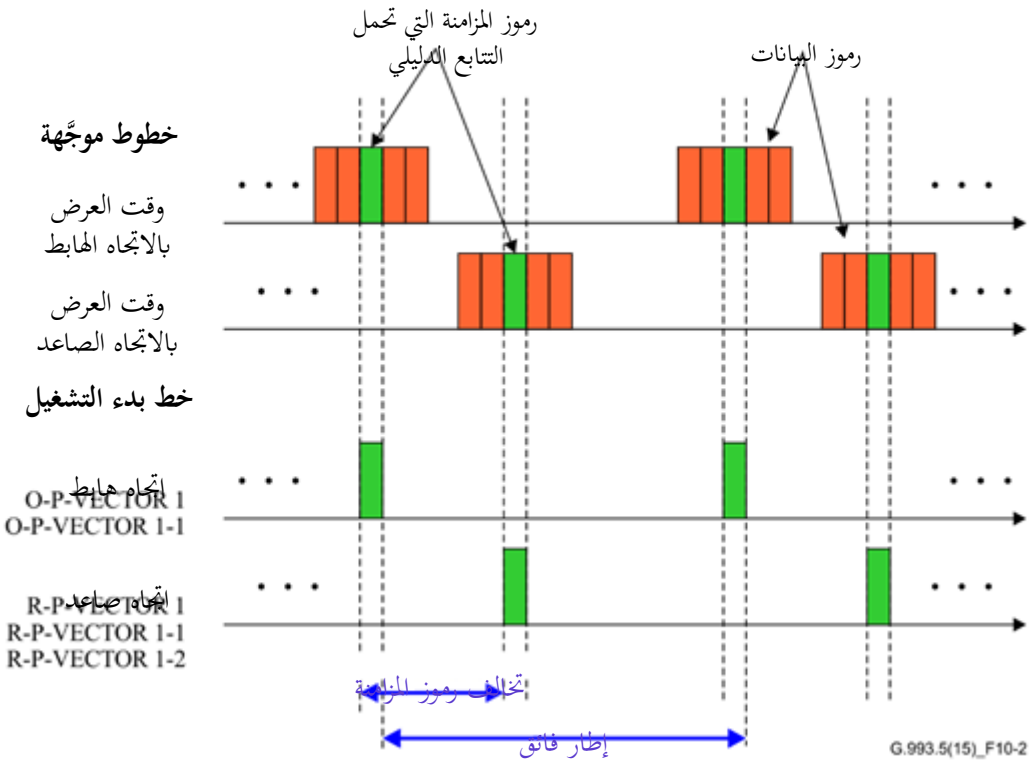
تخصص الوحدة VTU-O القيمة الأولية لتقدم التوقيت وتبلغها إلى O-SIGNATURE، بناء على معلومات مؤقتة عن طول الخط. وإذا أعيد ضبط تقدم التوقيت بشكل أكبر أثناء طور التهيئة، فسوف يتم تحديث تقدير قناة اللغط FEXT في الاتجاه الصاعد في نهاية طور التهيئة لمراعاة أي تغير ناجم في قناة اللغط FEXT (الإشارة R-P-VECTOR 1-2 في الشكل 10-1). وترسل الوحدة VTU-O الإشارة O-P-VECTOR 2 كإشارة ملء زمنية بينما ترسل الوحدة VTU-R الإشارة R-P-VECTOR 1-2.

وفي نهاية طور التهيئة ترسل الوحدة VTU-R الإشارة R-P-VECTOR 2 التي تتضمن رموز المزامنة التي شكلها التتابع الدليلي والرموز العادية التي تحمل قناة العمليات الخاصة (SOC). وأثناء إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2، يعطي الكيان VCE تقديراً لقنوات FEXT من الخطوط الموجهة إلى خطوط بدء التشغيل، وبالعكس. أخيراً، وعند انتهاء إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2، يعطي الكيان VCE تقديراً لمصفوفة قنوات FEXT بكاملها، بما في ذلك معاملات FEXT من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة ومعاملات FEXT من الخطوط الموجهة إلى خطوط بدء التشغيل. وفي هذه المرحلة تكتمل عملية الاستهلال وتصبح خطوط بدء التشغيل عناصر نشطة في الزمرة الموجهة. وبعد أن يكتمل إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2، تدخل الوحدة VTU-R في طور تحليل ومبادلة القناة (Channel Analysis and Exchange) من أجل تقدير نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) وتحديد حمولة البتات التي يتعين استعمالها خلال وقت العرض.

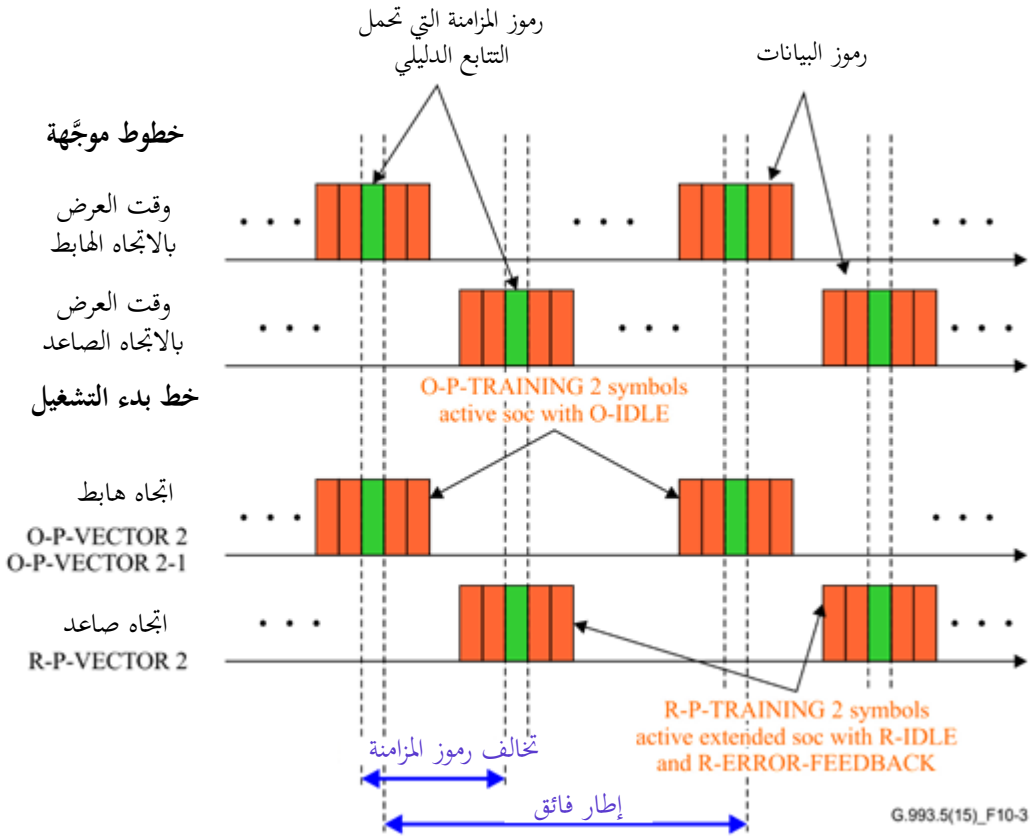
وخلال إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2، يمكن ضبط معلمات القناة SOC لتوفير قناة SOC ذات سرعة أعلى، ضرورية لنقل عينات الخطأ المبتورة من الوحدة VTU-R إلى الوحدة VTU-O. وبما أن الوحدتين VTU-O وVTU-R قد اجتازتا فعلاً طور التهيئة، فمن الممكن خفض عدد التكرارات في القناة SOC (بصورة مماثلة لما ورد في التوصية [ITU-T G.993.2]) أثناء طور تحليل ومبادلة القناة. ومن شأن ذلك أن يوفر قناة عودة سريعة تكون ضرورية للتقدير السريع لقنوات FEXT من الخطوط الموجهة إلى خط بدء التشغيل.

ويبين الشكلان 10-2 و10-3 كيفية تراصف مواقع رموز المزامنة التي تشكلها التتابعات الدليلية أثناء إشاراتي الاستهلال O-P-VECTOR وR-P-VECTOR؛ حيث تكون رموز المزامنة بالاتجاه الهابط التابعة لجميع الخطوط متزامنة في الوقت ورموز المزامنة بالاتجاه الهابط التابعة لجميع الخطوط متزامنة في الوقت. ويتم تحديد انزياح زمني بين رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد والاتجاه الهابط لواحد أو أكثر من الرموز خلال فترة الاستهلال (انظر الفقرة 1.2.3.10).

الملاحظة 2 – في بعض حالات التنفيذ، قد يتغير مسار الإرسال الخاص بإحدى الوحدات VTU القائمة ببدء التشغيل أثناء طور اكتشاف القناة. ويسمح تحديث قناة FEXT الصاعدة والهابطة بالتقاط أي تغير ذي صلة في اللغط FEXT المتولد في الخطوط الموجهة. وقد تؤدي التغيرات عند الطرف الأمامي التماثلي (AFE) التي تسبق إرسال الإشارة O-P-VECTOR 1-1 أو R-P-VECTOR 1-1 إلى زيادة اللغط FEXT الذي يولده خط بدء التشغيل في الخطوط الموجهة بدءاً من لحظة التغيير وحتى بدء الإشارة O-P-VECTOR 1-1 أو R-P-VECTOR 1-1. وبالتالي ينبغي أن يقلل التنفيذ من تعديلات الطرف الأمامي التماثلي (AFE) أثناء طور اكتشاف القناة.



الشكل 10-2 – توقيت الإشارات بالاتجاهين الصاعد والهابط
(الإشارتان O-P-VECTOR 1 وR-P-VECTOR 1)



الشكل 10-3 – توقيت الإشارات بالاتجاهين الصاعد والهابط
(الإشارتان O-P-VECTOR 2 وR-P-VECTOR 2)

ويرد فيما يلي بحث الأطوار المختلفة لإجراء الاستهلال بمزيد من التفصيل.

2.10 طور المصافحة الوارد في التوصية ITU-T G.994.1

يبدأ إجراء الاستهلال بطور المصافحة المبين بالتوصية ITU-T G.994.1. وخلال هذا الطور، تتبادل الوحدتان VTU-O وVTU-R قدراتهما المفعلة على الإرسال الموجه فضلاً عن المعلمات المبلغة خلال طور المصافحة العادي المبين بالتوصية [ITU-T G.993.2]. وتدعم الوحدة VTU-O الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط وقد تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد. كذلك تدعم الوحدة VTU-R الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط وقد تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد. واستناداً إلى هذه القدرات، يتحدد الأسلوب النهائي للتشغيل الموجه (أي الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط وبالاتجاه الصاعد، أو الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط فقط) أثناء طور الاستهلال المبين بالتوصية ITU-T G.994.1 (انظر الجدولين 1.0.68.11 و10.68.11 بالتوصية [ITU-T G.994.1] والجداول 7-أ/ب/ج/د).

وقبل إرسال الرسالة MS، تتحقق الوحدة VTU-O مما إذا كانت الشروط التالية صحيحة (TRUE) (الملاحظة 1):

- تضبط البتة 0 في معلمة قاعدة معلومات إدارة المكتب المركزي (CO-MIB) على 0؛
- تضبط البتة NPar(2) في الملحق X بعنوان "ITU-T G 993.5-friendly ITU-T G.993.2 operation in the downstream direction" على ZERO في الرسالة CL أو في الرسالة CLR؛
- تضبط البتة NPar(2) في الملحق Y بعنوان "ITU-T G 993.5-friendly ITU-T G.993.2 operation" على ZERO في الرسالة CL أو في الرسالة CLR؛
- تضبط البتة SPar(2) في التوصية "ITU-T G.993.5" على ZERO في الرسالة CL أو في الرسالة CLR.

وإذا كانت جميع الشروط المذكورة أعلاه TRUE، عندئذ يجب على الوحدة VTU-O أن تضمن أن بتة Spar(1) في "ITU-T G.993.2" مضبوطة على ZERO في آخر رسالة MS أرسلت قبل إجراء التحرير الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 (الملاحظة 2). وما عدا ذلك، يجب أن يتم التفاوض بشأن أسلوب التشغيل وحده استناداً إلى قدرات VTU-O وVTU-R المفعلة والمبينة في الرسالة CL وCLR على التوالي، كما هو محدد في الملحق X بالتوصية [ITU-T G.993.2]، والملحق Y بالتوصية [ITU-T G.993.2]، وفي هذه الفقرة.

الملاحظة 1 – يتمثل التحقق من هذه الشروط بالنسبة الوحدة VTU-O في التأكد من أن الخط لن يبدأ التشغيل "بأسلوب ITU-T G.993.2 مع عدم تفعيل الملحقين X وY" إذا لم يكن هذا الأسلوب مسموحاً في القاعدة CO-MIB.

الملاحظة 2 – قد يتطلب ذلك استعمال المعاملة الممددة A:B وفق المعيار ITU-T G.994.1 كما هو محدد في التوصية [ITU-T G.994.1].

يفرض الكيان VCE على الوحدة VTU-O أن تضبط التباعد بين الموجات الحاملة الفرعية ومعدل الرموز في خط بدء التشغيل على القيم ذاتها المستعملة في الخطوط الموجهة الأخرى.

الملاحظة 3 – يتحقق معدل الرموز نفسه بين جميع الخطوط في زمرة موجهة بضبط النسبة ذاتها بين حجم تحويل فورييه المتقطع المعكوس (IDFT) وطول CE في العينات f الاتجاهين الصاعد والهابط.

الملاحظة 4 – خلال طور المصافحة، تختار الوحدة VTU-O قيمة CE استناداً إلى القيم المدعومة التي تبينها VTU-O وVTU-R. ولا تعتبر إلزامية إلا القيمة CE=5×N/32 (حيث N×2 هو حجم تحويل فورييه المتقطع المعكوس (IDFT). وفي ظل عدم وجود معلومات أخرى عن قدرات CE في الوحدة VTU-R، سوف تكون هذه القيمة هي الوحيدة التي يكون دعمها مضموناً من خط جديد لبدء التشغيل.

الجدول 10-1 – تعاريف البتة SPar(2) وNPar(3) لرسائل CL للوحدة VTU-O

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة SPar(2)
ITU-T G.993.5	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط إذا كانت الوحدة VTU-O تدعم التوصية ITU-T G.993.5 وكانت ITU-T G.993.5 مسموحاً بها عن طريق القاعدة CO-MIB (أي تضبط البتة 3 للأسلوب VECTORMODE_ENABLE على 1، انظر الفقرة 9.13.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]).

الجدول 10-1 – تعاريف البتة SPar(2) وNPar(3) لرسائل CL للوحدة VTU-O

البتة NPar(3) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتات NPar(3)
إرسال موجه بالاتجاه الهابط	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-O تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط.
إرسال موجه بالاتجاه الصاعد	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-O تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-O لا تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد
طول التتابع الدليلي هو مضاعف للعدد 4	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-O تدعم أطوال التتابع الدليلي التي هي مضاعفات للعدد 4. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-O تدعم أطوال التتابع الدليلي التي هي قيم مرفوعة للأس 2.
تتابع دليلي معتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-O تدعم التتابع الدليلي المعتمد على التردد بالاتجاه الصاعد. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-O لا تدعم التتابع الدليلي المعتمد على التردد بالاتجاه الصاعد.
مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-O تدعم تمديد مدة الإشارة O-P-VECTOR 1 إلى 8192 إطاراً فائقاً. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-O لا تدعم تمديد مدة الإشارة O-P-VECTOR 1 إلى 8192 إطاراً فائقاً.
استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-O تدعم استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1 (انظر الفقرة 1.3.3.10). وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-O لا تدعم استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1. وإذا ضبطت البتة "8192 superframes duration for O-P-VECTOR 1" على **صفر**، عندئذ يجب أن تضبط البتة "Use of O-P-VECTOR 1 flag tones" أيضاً على **صفر**.

الجدول 10-2 – تعاريف البتة SPar(2) وNPar(3) لرسائل MS للوحدة VTU-O

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتات SPar(2)
ITU-T G.993.5	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، فإنها تشير إلى أن كلا الوحدتين VTU ستدخلان في حالة الاستهلال وفق التوصية ITU-T G.993.5.
البتة NPar(3) بالتوصية ITU-T G.994.1	**تعريف البتات NPar(3)**
إرسال موجه بالاتجاه الهابط	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط.
إرسال موجه بالاتجاه الصاعد	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد.
طول التتابع الدليلي هو مضاعف للعدد 4	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل أطوال التتابع الدليلي التي هي مضاعفات للعدد 4. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى تفعيل أطوال التتابع الدليلي التي هي قيم مرفوعة للأس 2.
تتابع دليلي معتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل التتابع الدليلي المعتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل التتابع الدليلي المعتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد.
مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1". وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1".
استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل "استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل "استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1".

الجدول 10-3 – تعاريف البتة SPar(2) وNPar(3) لرسائل CLR للوحدة VTU-R

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	**تعريف البتة SPar(2)**
ITU-T G.993.5	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط إذا كانت والحدة VTU-R تدعم التوصية ITU-T G.993.5.
البتة NPar(3) بالتوصية ITU-T G.994.1	**تعريف البتات NPar(3)**
إرسال موجه بالاتجاه الهابط	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-R تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط.
إرسال موجه بالاتجاه الصاعد	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-R تدعم الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد.
طول التتابع الدليلي هو مضاعف للعدد 4	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-R تدعم أطوال التتابع الدليلي التي هي مضاعفات للعدد 4. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-R تدعم فقط أطوال التتابع الدليلي التي هي قيم مرفوعة للأس 2.
تتابع دليلي معتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة أن الوحدة VTU-R تدعم التتابع الدليلي المعتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-R لا تدعم التتابع الدليلي المعتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد.
مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-R تدعم تمديد مدة الإشارة O-P-VECTOR 1 إلى 8192 إطاراً فائقاً. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-R لا تدعم تمديد مدة الإشارة O-P-VECTOR 1 إلى 192 8 إطاراً فائقاً.
استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-R تدعم استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1 (انظر الفقرة 1.3.3.10). وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-R لا تدعم استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1 فقط. وإذا ضبطت البتة "8 192 superframes duration for O-P-VECTOR 1" على **صفر**، عندئذ يجب أن تضبط البتة "Use of O-P-VECTOR 1 flag tones" أيضاً على **صفر**.

الجدول 10-4 – تعاريف البتة SPar(2) وNPar(3) لرسائل MS للوحدة VTU-R

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة SPar(2)
ITU-T G.993.5	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، فإنها تشير إلى أن كلا الوحدتين VTU ستدخلان في حالة الاستهلال وفق التوصية ITU-T G.993.5.
البتة NPar(3) بالتوصية ITU-T G.994.1	**تعريف البتة NPar(3)**
إرسال موجه بالاتجاه الهابط	تضبط هذه البتة على **واحد** إذا كانت تشير إلى الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط.
إرسال موجه بالاتجاه الصاعد	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل الإرسال الموجه بالاتجاه الصاعد.
طول التتابع الدليلي هو مضاعف للعدد 4	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل أطوال التتابع الدليلي التي هي مضاعفات للعدد 4. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن تفعيل أطوال التتابع الدليلي التي هي قيم مرفوعة للأس 2.
تتابع دليلي معتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل التتابع الدليلي المعتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل التتابع الدليلي المعتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد
مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1". وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1".
استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل "استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1". وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل "استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1".

1.2.10 تجنب الاستهلال الخاطئ في بيئة اللغط

تمنع الخصائص الوظيفية المحددة في هذه الفقرة إحدى الوحدات VTU-O من إقامة اتصال مع اثنتين من الوحدات VTU-R. ومن شأن هذا الاتصال أن يؤدي إلى قيام وحدتين VTU-R بإرسال التتابع الدليلي نفسه بالاتجاه الصاعد، مع تأثير سلبي محتمل على قدرة الكيان VCE على إدراك مصفوفة القناة بالاتجاه الصاعد.

ويكون دعم هذه الخصائص الوظيفية اختيارياً بالنسبة للوحدة VTU-O واختيارياً بالنسبة للوحدة VTU-R. وفي حال توفر الدعم لها فإنها تنفّذ على النحو المحدد في هذه الفقرة.

ففي حقل تعرف الهوية الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، يتم تعريف معلمتين لمبادلة معرّفات المرسلات–المستقبلات (انظر التوصية [ITU-T G.994.1]، الجدول 9-14 والجداول x.1.14.9 والجداول 9-14-2-x).

- معرف المرسل–المستقبل في جانب الشبكة SPar(2) مع المعلمة NPar(3) المرتبطة به المكونة من 30 بتة؛
- معرف المرسل–المستقبل في الجانب البعيد SPar(2) مع المعلمة NPar(3) المرتبطة به المكونة من 30 بتة.

يتمثل معرف المرسل–المستقبل في جانب الشبكة بالحقل VTU-O ID. وتقوم الوحدة VTU-O بتوليد المعرف VTU-O ID.

ويتمثل معرف المرسل–المستقبل في الجانب البعيد بالحقل VTU-R ID. وتقوم الوحدة VTU-R بتوليد المعرف VTU-R ID.

يتألف المعرّف VTU ID المكوّن من 30 بتة من جزأين:

- جزء أول (البتات الأكثر دلالة) مشتق من الرقم المتسلسل ومعرّف مقدم الخدمة؛
- جزء ثانٍ (البتات الأقل دلالة) يتم الحصول عليه باستخدام مولّد أرقام عشوائية.

يبلغ طول الجزء الأول 16 بتة ويحسب بوصفه تتابع التحقق من الإطار (FCS) في التحكم الرفيع المستوى بوصلة البيانات (HDLC) البالغ 16 بتة، كما هو محدد في الفقرة 3.4.6 من التوصية [ITU-T G.997.1]، الخاص بمعرّف مقدم الخدمة للوحدة VTU والرقم التسلسلي للوحدة VTU.

يحسب التتابع FCS على جميع بتات معرف مقدم خدمة الوحدة VTU يليه الرقم التسلسلي للوحدة VTU.

ويحسب التتابع FCS بدءاً من البتة 1 (البتة الأقل دلالة) في الأثمون 1. وتتوالى الأثمونات بترتيب عددي تصاعدي. وتتوالى البتات داخل كل أثمون بترتيب عددي تصاعدي.

ويبدأ السجل المستعمل في حساب التحقق الدوري من الإطناب (CRC) حتى القيمة $FFFF_{16}$.

ويتألف معرف مقدم الخدمة للوحدة VTU من الرمز الدليلي للبلد الوارد بالتوصية T.35 (أثمونان) يليه رمز مقدم الخدمة (4 أثمونات)، على النحو المحدد في كتلة معلومات معرف مقدم الخدم أثناء طور المصافحة في فترة الاستهلال الوارد في التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الجدول 7 في التوصية [ITU-T G.994.1]).

ملاحظة – تستثنى من ذلك "المعلومات الخاصة بمقدم الخدمة" في كتلة معلومات معرّف مقدم الخدمة.

ويتألف الرقم التسلسلي للوحدة VTU-O من وحدة المرسل–المستقبل للخط الرقمي للمشترك G.997.1 X في الرقم التسلسلي للمكتب المركزي (XTU-C) (انظر الفقرة 7.4.7 من [ITU-T G.997.1]).

ويتمثل الرقم التسلسلي للوحدة VTU-R من الرقم التسلسلي للمعدات الذي يعد جزءاً من وحدة المرسل–المستقبل للخط الرقمي للمشترك G.997.1 X في الرقم التسلسلي للطرف البعيد (XTU-R) (انظر الفقرة 8.4.7 من [ITU-T G.997.1]).

ملاحظة – يستثنى من ذلك طراز المعدات وإصدار البرمجيات الثابتة في المعدات التي تعد جزءاً من الرقم التسلسلي XTU-R بالتوصية G.997.1.

ويبلغ طول الجزء الثاني 14 بتة وتولده الوحدة VTU بواسطة مولّد أرقام عشوائية يتحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة. يتغير الرقم المتولّد عشوائياً من دورة إلى أخرى للتوصية ITU-T G.994.1.

فإذا أرسل المرسل–المستقبل أياً من الرسائل الواردة في الجدول 10-5، يجب أن تتضمن هذه الرسالة معرّفات المرسلات–المستقبلات على النحو الوارد في الجدول 10-5. ويشير الرمز "M" إلى "إلزامي"، والرمز "CO" إلى "اختياري بشرط"، والرمز "CM" إلى "إلزامي بشرط"، حيث ينص الشرط على أعدم إدراج معرّف المرسل–المستقبل عند الطرف البعيد إلا إذا كان وارداً في رسالة سابقة خلال الدورة ذاتها للتوصية ITU-T G.994.1.

الجدول 10-5 – معرفات المرسلات–المستقبلات في التوصية ITU-T G.994.1 ورسائل بدء التشغيل

	VTU-O ID	VTU-R ID
CLR	–	M
CL	M	CO
MP	CM	M
رسالة MS من VTU-O	M	CM
رسالة MS من VTU-R	CM	M
O-SIGNATURE	–	CM

وإذا تلقت الوحدة VTU-R رسالة CL أو MS تتضمن معرفاً VTU-R ID مختلفاً عن المعرف VTU-R ID الذي أرسل في رسالة CLR، عندئذ تردّ الوحدة VTU-R برسالة NAK-CD يليها إجراء تحرير لدورة التوصية ITU-T G.994.1 المحدد في الفقرة 3.11 من التوصية [ITU-T G.994.1].

وإذا تلقت الوحدة VTU-O رسالة MP أو MS تتضمن معرفاً VTU-O ID مختلفاً عن المعرف VTU-O ID الذي أرسل في رسالة CL، عندئذ تردّ الوحدة VTU-O برسالة NAK-CD يليها إجراء تحرير لدورة التوصية ITU-T G.994.1 المحدد في الفقرة 3.11 من التوصية [ITU-T G.994.1].

وإذا تلقت الوحدة VTU-R رسالة O-SIGNATURE تتضمن معرفاً VTU-R ID مختلفاً عن المعرف VTU-R ID الذي أرسل في رسالة CLR، عندئذ تعود الوحدة VTU-R إلى الحالة R-SILENT.

وإذا تلقت الوحدة VTU-R رسالة O-SIGNATURE تتضمن معرفاً VTU-R ID مساوياً للمعرف VTU-R ID الذي أرسل في رسالة CLR، عندئذ لا ينشأ الاتصال إلا بين المرسلات–المستقبلات التي تم الإشعار باستلام معرفاتها، وتبدأ فترة الاستهلال كما هو محدد في الفقرة 3.10.

الملاحظة 1 – يكون معرّف المرسل–المستقبل للوحدة VTU-R مدرجاً في O-SIGNATURE لتجنب اكتشاف خاطئ إذا قررت الوحدة VTU-O قطع الاتصال خلال الإشارة O-P-VECTOR-1.

الملاحظة 2 – حتى ولو لم ينشأ الاتصال إلا بين المرسلات–المستقبلات التي تم الإشعار باستلام معرفاتها، فقد يحدث الاتصال الناتج عبر مسار اللغط (أي ليس عبر المسار المباشر). وإذا كان هذا هو المطلوب، فإن سلامة مصفوفة القناة بالاتجاه الهابط لا تتأثر أثناء طور اكتشاف القناة بالنسبة للإشارة R-P-VECTOR 1، لأن الكيان VCE سوف يشاهد تتابعات دليلية فريدة بالاتجاه الصاعد على كل خط من خطوط بدء التشغيل.

وعلى الوحدة VTU-O أن تضمن أن تتابع رسائل التوصية ITU-T G.994.1 يسمح لكل من الوحدتين VTU-O وVTU-R بالحصول على إشعار باستلام معرف المرسل–المستقبل الخاص بها أثناء دورة التوصية ITU-T G.994.1. ويعرض الجدول 10-6 أمثلة على تتابعات الرسائل ITU-T G.994.1 هذه.

الجدول 10-6 – أمثلة على تتابعات المعاملات في التوصية ITU-T G.994.1

رقم المثال	تتابعات الرسائل في التوصية ITU-T G.994.1
1	المعاملة C: CLR → CL → ACK(1)؛ المعاملة D: MP → MS → ACK(1).
2	المعاملة C: CLR → CL → ACK(1)؛ معاملة ممتدة B:A: MS → REQ-MR → MR → MS → ACK(1).
3	المعاملة C: CLR → CL (بما في ذلك VTU-R ID) → ACK(1)؛ المعاملة A: MS → ACK(1).
4	المعاملة C: CLR → CL (بما في ذلك VTU-R ID) → ACK(1)؛ المعاملة B: MS → ACK(1).

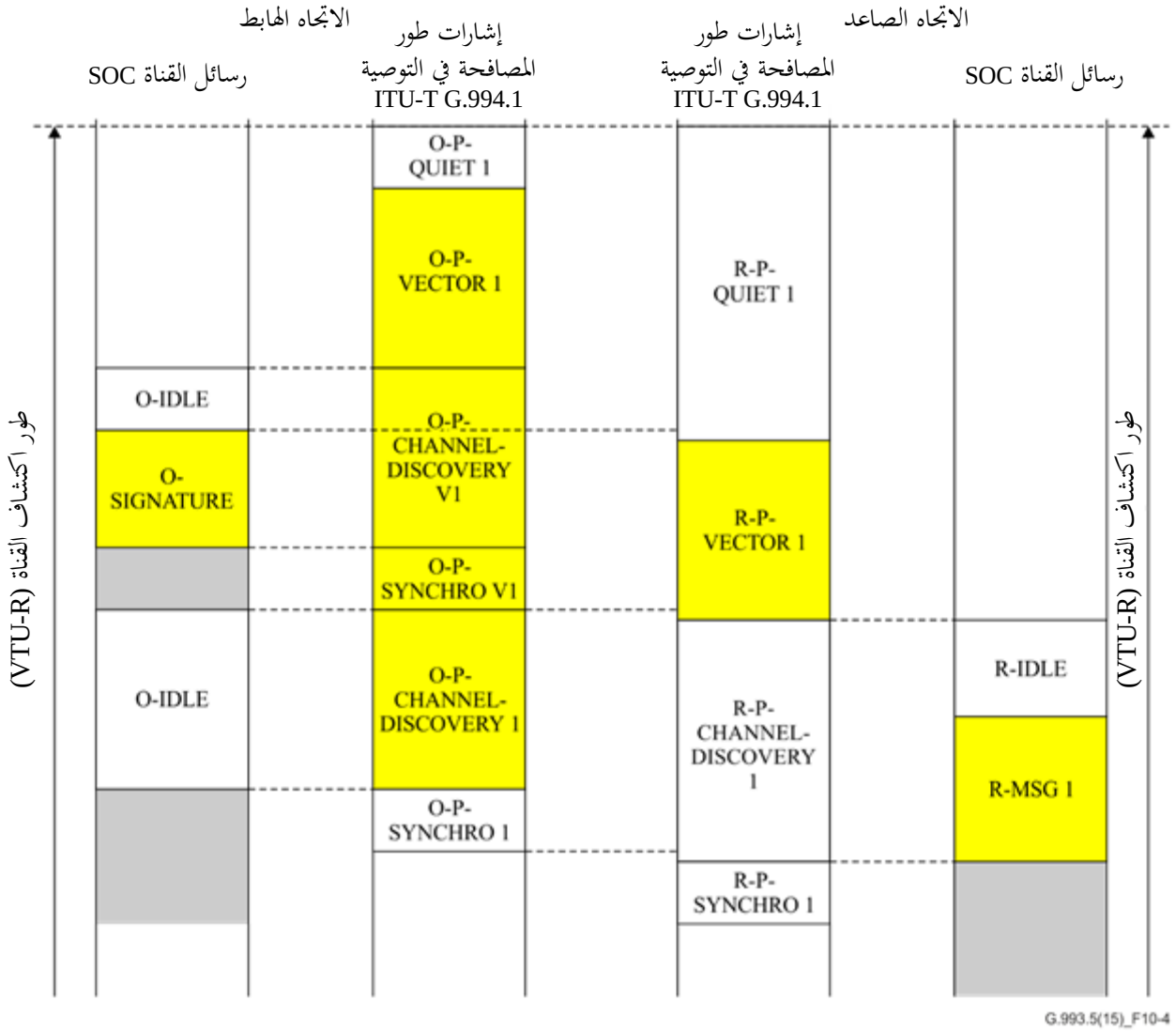
3.10 طور اكتشاف القناة

1.3.10 لمحة عامة

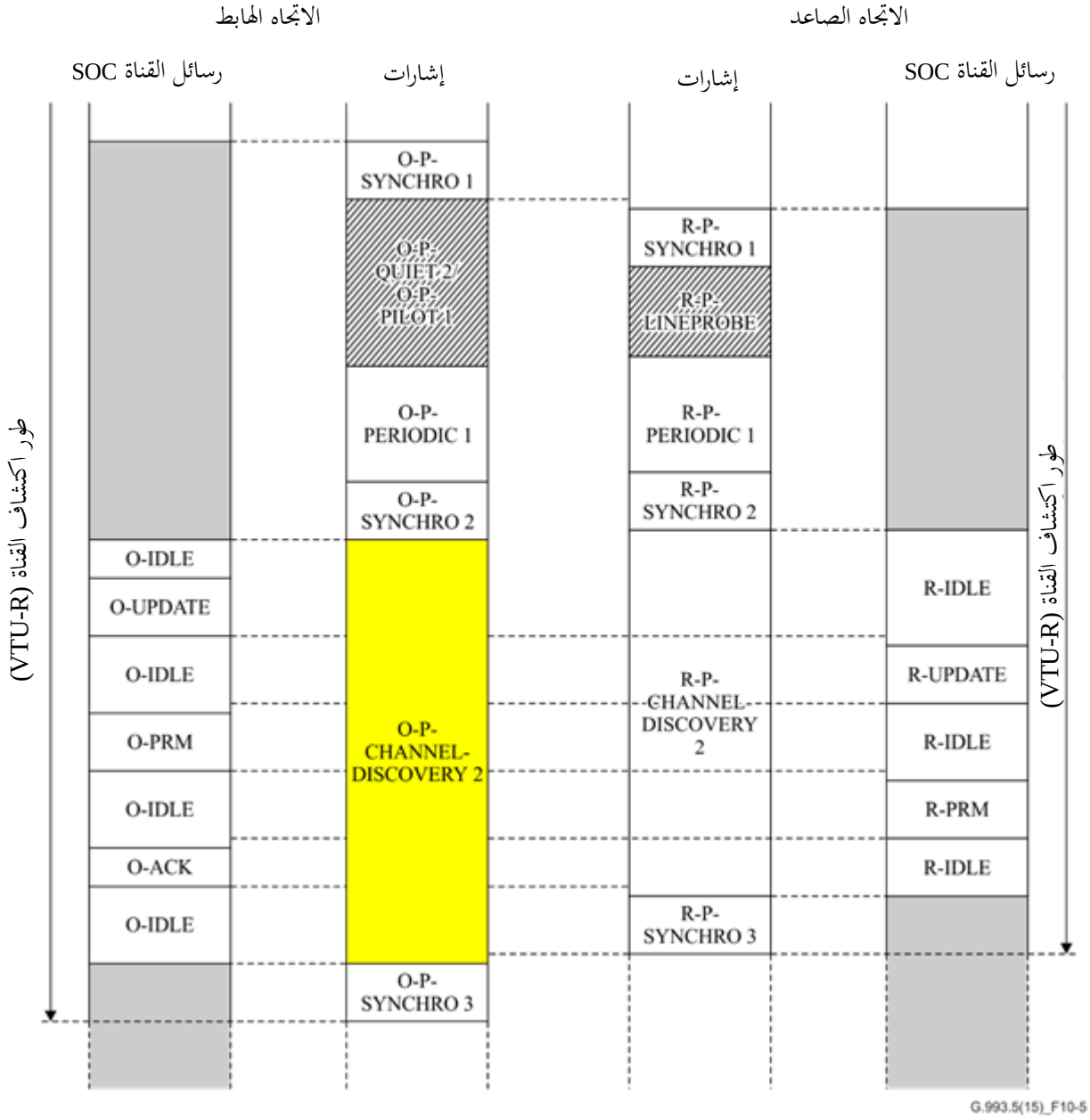
يجب أن يرد طور اكتشاف القناة بعد طور المصافحة. وإذا لم يتم تفعيل الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط وبالاتجاه الصاعد بعد طور التوصية ITU-T G.994.1، عندئذ ينبغي تخطي جميع أجزاء فترة الاستهلال المتعلقة بالإرسال الموجّه وإجراء طور اكتشاف القناة على النحو المحدد في التوصية [ITU-T G.993.2].

وإذا تم تفعيل الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط وبالاتجاه الصاعد، عندئذ يكون طور اكتشاف القناة نسخة معدلة من طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.2. ويُبرز الشكلان 10-4 و10-5 الإشارات التي أضيفت والإشارات/الرسائل التي عدّلت في

طور اكتشاف القناة وفق التوصية ITU-T G.993.2 بالنسبة للمرسلات–المستقبلات الواردة في التوصية ITU-T G.993.5. ويجب أن تكون الإشارات والرسائل غير البارزة على النحو المحدد في التوصية [ITU-T G.993.2].



الشكل 10-4 – المراحل الأولى من طور اكتشاف القناة



الشكل 10-5 – المراحل الأخيرة من طور اكتشاف القناة

2.3.10 رسائل قناة العمليات الخاصة (SOC) المعدلة والمرسلة أثناء طور اكتشاف القناة

1.2.3.10 الرسالة O-SIGNATURE

تتضمن الرسالة O-SIGNATURE التي ترسل أثناء الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 و1 O-P-CHANNEL DISCOVERY الحقل A للمعلمة ITU-T G.993.5 والحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5. ويكون طول الحقل A للمعلمة ITU-T G.993.5 متغيراً ويحتوي على عدة معلمات ضرورية لعملية إلغاء اللغط عند الطرف البعيد FEXT، كما هو مبين في الجدول 10-7. ويحتوي الحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5 على معلمات ضرورية لتحديد التتابع الدليلي المعتمد على التردد (FDPS)، كما هو مبين في الجدول 10-9.

الجدول 10-7 – الحقل A للمعلمة ITU-T G.993.5 في الرسالة O-SIGNSTURE

الحقل	محتوى الحقل	النسق
1	طول الحقل A للمعلمة ITU-T G.993.5	1 بايت
2	النطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط	واصف النطاقات
3	طول التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد	2 بايت
4	التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد	⌈*Npilot_us*/8⌉ بايت
5	تخالف رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد	1 بايت
6	خفض الكثافة PSD للإشارة R-P-VECTOR 1 بالاتجاه الصاعد	1 بايت
7	قيمة عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط بمقياس (*N_SSC*)	2 بايت
8	معرف مقدم خدمة الكيان VCE ورقم الإصدار	10 بايتات
9	VTU-R ID	4 بايتات

الحقل #1، "طول الحقل A للمعلمة ITU-T G.993.5"، ويشير إلى طول الحقل A للمعلمة ITU-T G.993.5 بالبايت، باستثناء حقل الطول A للمعلمة ITU-T G.993.5. ويجب أن تكون جميع الحقول المبينة في الجدول 10-7 مدرجة في الحقل A للمعلمة ITU-T G.993.5 في الرسالة O-SIGNATURE. ويجب أن يتمثل الحقل بعدد صحيح غير جبري.

الحقل #2، "النطاقات الموجهة بالاتجاه الهابط"، ويحدد نطاقات التردد التي يخصصها الكيان VCE للإرسال الموجه بالاتجاه الهابط. ويتم نسق هذا الحقل مثل "واصف النطاقات" (انظر الجدول 12-18 من التوصية [ITU-T G.993.2]). ولا يتم تحديد أكثر من ثمانية نطاقات. ويجب أن تلبي مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية التي تحدد أطراف النطاقات المتطلبات الواردة في الفقرة 2.2.7.

الحقل #3، "طول التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد"، ويحدد طول التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد (*Npilot_us*، انظر الفقرة 3.3.7) بالبتات. وإذا تم تفعيل "طول التتابع الدليلي مضاعف للعدد 4" (انظر الفقرة 2.10)، عندئذ تكون القيم الصالحة جميعها مضاعفات للعدد 4 في المدى من 8 إلى 512. وما عدا ذلك، تكون القيم الصالحة مرفوعة للأس 2 في المدى من 8 إلى 512.

الحقل #4، "التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد"، ويحدد التتابع الدليلي الذي يخصصه الكيان VCE ليتم تشكيله على رموز المزامنة الواردة في الإشارات R-P-VECTOR. ويكون النسق عبارة عن سلسلة اثنينية بطول *Npilot_us* بتة (انظر الفقرة 3.3.7)، على أن تقابل البتة الأولى للتتابع الدليلي (مؤشر البتة 0) البتة الأكثر دلالة لآخر بايت في هذا الحقل. ويجب أن يشتق طول الحقل من الحقل #3 على الشكل ⌈Npilot_us/8⌉. وإذا لم يكن ⌈Npilot_us/8⌉ مضاعفاً للعدد 8 فيجب عندئذ أن تضبط البتات الأربع الأكثر دلالة في الأثمون الأخير من هذا الحقل على 0.

الحقل #5، "تخالف رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد"، ويحدد التخالف الزمني الذي يحدده الكيان VCE (معبراً عنه بعدد الرموز) بين رمز المزامنة بالاتجاه الهابط ورمز المزامنة بالاتجاه الصاعد. ويجب أن يتمثل الحقل بعدد صحيح بمتمم اثنيني مع مدى صالح من –127 إلى +127، باستثناء 0، حيث يشير التخالف السالب إلى أن رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد متأخرة نسبياً عن رموز المزامنة بالاتجاه الهابط.

ملاحظة – تستثنى القيمة 0 من المدى الصالح للتخالفات بين رموز المزامنة بالاتجاهين الصاعد والهابط على الواجهة U لأنها قد تؤثر على المعالجة الخاصة بمقدم الخدمة المطبقة على رموز المزامنة من جراء الطابع العشوائي المخفض لصدى الإشارة.

الحقل #6، "خفض الكثافة PSD للإشارة R-P-VECTOR 1 بالاتجاه الصاعد"، ويعرّف توهيناً مسطحاً يحدده الكيان VCE للكثافة PSD المرسلة للإشارة R-P-VECTOR 1 بالاتجاه الصاعد إضافة إلى خفض القدرة بالاتجاه الصاعد. ويتم تشفيره على خطوات من 0,1 بتة في المدى من 0 dB إلى 25,5 dB. ويتمثل الحقل بعدد صحيح غير جبري في المدى من 0 (0 dB) إلى 255 (25,5 dB).

الحقل #7، "عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط بمقياس (*N_SSC*)"، ويحدد قيمة المقياس المستعملة للحفاظ على عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط خلال وقت العرض. فإذا تم تفعيل "طول التتابع الدليلي هو مضاعف للعدد 4" (انظر الفقرة 2.10)، عندئذ يتم

تشفير هذا الحقل بعدد صحيح غير جبري يمثل القيمة *N_SSC*، مع قيمة صالحة وحيدة تساوي أدنى قيمة تحقق المتباينة $1024 \geq (2n \times Npilot_ds)$، حيث n عدد صحيح. وما عدا ذلك، يتم تشفيره بعدد صحيح غير جبري مع قيمة صالحة وحيدة إذا كان N_SSC يساوي 1024.

ملاحظة – إذا كان N_SSC عدداً صحيحاً مضاعفاً لطول التتابع الدليلي بالاتجاه الهابط، يمكن عندئذ اشتقاق مؤشر بتات التتابع الدليلي من عداد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط عبر عملية حسابية بمقياس.

الحقل #8، "معرّف مقدم خدمة الكيان VCE "، ويحدد معرّف مقدم خدمة الكيان VCE ورقم الإصدار. ويتألف من 10 بايتات يكون تعريفها ونسقها على النحو المبين في الجدول 10-8.

الحقل #9،"VTU-R ID "، ويتضمن معرّف المرسل–المستقبل المكون من 30 بتة للوحدة VTU-R (مع ضبط البتتين الأكثر دلالة لهذا الحقل على 00_2). وإذا تلقت الوحدة VTU-O المعرّف VTU-R ID أثناء الدورة الأخيرة السابقة للتوصية ITU-T G.994.1، فيجب عندئذ أن يتضمن هذا الحقل ذلك المعرف VTU-R ID، وما عدا ذلك يضبط هذه الحقل على 00000000_{16}.

الجدول 10-8 – كتلة معلومات معرّف مقدم خدمة الكيان VCE

الرمز الدليلي للبلد الوارد في التوصية ITU-T T.35 (2 بايت – الملاحظة 1)
رمز مقدم الخدمة (تعريف هوية مقدم الخدمة) (4 بايتات – الملاحظة 2)
رقم الإصدار الخاص بمقدم الخدمة (4 بايتات)
الملاحظة 1 – إذا لم تكن جميع البتات في الأثمون الأول مضبوطة على الرقم الاثنيني **واحد**، يجب أن يقوم المرسل بضبط البتات في الأثمون الثاني على الرقم الاثنيني **صفر** وأن يتجاهلها المستقبل. والهدف الوحيد من الرمز الدليلي للبلد هو تحديد بلد التسجيل لرمز مقدم الخدمة. **الملاحظة 2** – يكون تحديد مواصفات التشفير وترتيب إرسال هذا الحقل من مسؤولية الهيئة الإقليمية لوضع المعايير التي تقوم بتخصيص رمز مقدم الخدمة. انظر التذييل II للتوصية [ITU-T G.994.1] للحصول على معلومات الاتصال بشأن رمز مقدم الخدمة.

الجدول 10-9 – الحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5 في الرسالة O-SIGNATURE

الحقل	محتوى الحقل	النسق
1	طول الحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5	2 بايت
2	التتابع الدليلي المعتمد على التردد (FDPS) بالاتجاه الصاعد	واصف التتابع الدليلي FDPS بالاتجاه الصاعد

الحقل #1، "طول الحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5"، ويشير إلى طول الحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5 بالبايت، باستثناء حقل الطول B للمعلمة ITU-T G.993.5. وإذا لم يكن أي من الحقول التالية للحقل #1 مدرجاً في الحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5، فيجب عندئذ أن يكون الحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5 بطول 2 بايت تكون قيمة كل منهما 0000_{16}. ويجب أن يتمثل الحقل بعدد صحيح غير جبري.

الحقل #2، "التتابع الدليلي FDPS بالاتجاه الصاعد"، ويحدد التتابعات الدليلية المستقلة الإضافية التي يخصصها الكيان VCE وكيفية اشتقاق التتابعات الدليلية بالاتجاه الصاعد المزمع تشكيلها على رموز المزامنة المتضمنة في إشارات R-P-VECTOR. ويجب أن يكون نسق هذا الحقل مثل "واصف التتابع الدليلي FDPS بالاتجاه الصاعد" (انظر الجدول 10-10). وإذا لم يتم تفعيل التتابع FDPS من خلال التوصية ITU-T G.994.1، يجب عندئذ عدم إدراج واصف التتابع الدليلي FDPS بالاتجاه الصاعد في الحقل B للمعلمة ITU-T G.993.5.

الجدول 10-10 – واصف التتابع الدليلي FDPS بالاتجاه الصاعد

الحقل	محتوى الحقل	النسق
1	مؤشر التتابع الدليلي غير المعتمد على التردد المرتبط به	3 بايتات
2	علامة التتابع بالنسبة إلى التتابع غير المعتمد على التردد المرتبط به	1 بايت
3	الانزياح الدوري للتتابع نسبة إلى التتابع غير المعتمد على التردد المرتبط به	3 بايتات
4	عدد التتابعات الدليلية غير المعتمدة على التردد الإضافية (*Naips*)	1 بايت
5	بتات التتابع الدليلي غير المعتمد على التردد #1	⌈*Npilot_us*/8⌉ بايت
	…	…
	بتات التتابع الدليلي المستقل #*Naips*	⌈*Npilot_us*/8⌉ بايت

الحقل #1، "مؤشر التتابع الدليلي ا غير المعتمد على التردد المرتبط به"، وهو حقل من 4 بتات مقسم إلى ثمانية حقول فرعية من 3 بتات. يمثل الحقل الفرعي الأول (في البتات الثلاث الأقل دلالة) مؤشر التتابع الدليلي غير المعتمد على التردد الذي سيصبح التتابع الدليلي #0، ويمثل الحقل الفرعي الثامن (في البتات الثلاث الأكثر دلالة) مؤشر التتابع الدليلي الذي سيصبح التتابع الدليلي #7. ويجب أن يتمثل المؤشر بعدد صحيح غير جبري من 3 بتات.

الحقل #2، "علامة التتابع بالنسبة إلى التتابع غير المعتمد على التردد المرتبط به"، وهو حقل bitmap مؤلف من 8 بتات، حيث يشير 0 إلى أن للتتابع الدليلي ذي المؤشر المعطى العلامة نفسها التي للتابع الدليلي غير المعتمد على التردد المرتبط به ويشير 1 إلى أن له علامة معكوسة نسبة إلى التابع الدليلي غير المعتمد على التردد المرتبط به. وتدل البتة الأقل دلالة عما إذا كان يجب تطبيق انعكاس العلامة على التتابع الدليلي #0، وتدل البتة الأكثر دلالة عما إذا كان يجب تطبيق انعكاس العلامة على التتابع الدليلي #7.

الحقل #3، "الانزياح الدوري للتتابع نسبة إلى التتابع غير المعتمد على التردد المرتبط به"، وهو حقل من 24 بتة مقسّم إلى ثمانية حقول فرعية من 3 بتات. يمثل الحقل الفرعي الأول (في البتات الثلاث الأقل دلالة) الانزياح الدوري للتابع الدليلي #0 نسبة إلى التتابع الدليلي ا غير المعتمد على التردد المرتبط به، ويشير الحقل الفرعي الثامن (في البتات الثلاث الأكثر دلالة) الانزياح الدوري للتتابع الدوري #7 نسبة إلى التتابع الدليلي غير المعتمد على التردد المرتبط به. وتمثل قيمة الحقل الفرعي الانزياح الدوري الفعلي (*CyS*) الممثل بعدد صحيح تتراوح قيمته بين 0 و7، حيث:

بتة التتابع الدليلي [i] =

بتة التتابع الدليلي المستقل المرتبط به [(*i* + *CyS* × *Npilot_us* / 8) MOD *Npilot_us*].

وإذا كان *Npilot_us* مضاعفاً فردياً للعدد 4، تكون عندئذ قيمة *CyS* زوجية.

الحقل #4، "عدد التتابعات الدليلية غير المعتمدة على التردد الإضافية (*Naips*)"، وهو حقل من بايت واحد يمثل عدد التتابعات الدليلية غير المعتمدة على التردد الإضافية المدرجة في واصف التتابع الدليلي FDPS بالاتجاه الصاعد. وتتراوح القيم الصالحة للعدد *Naips* بين 0 و7.

الحقل #5، "بتات التتابع الدليلي غير المعتمد على التردد #1"، ويحدد بتات عدد *Naips* من التتابعات الدليلية غير المعتمدة على التردد الإضافية (أي من التتابع الدليلي غير المعتمد على التردد #1 إلى التتابع الدليلي غير المعتمد على التردد #*Naips*) التي يخصصها الكيان VCE ليتم تشكيلها على رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد. ويبلغ طول كل تتابع *Npilot_us* بتة (انظر الفقرة 3.3.7). ويتم التقابل بين كل تتابع وعدد ⌈*Npilot_us*/8⌉ بايت كما هو محدد للحقل #4 في الجدول 10-7 (يمكن أن يكون البايت الأخير غير مكتمل). ويبلغ الطول الإجمالي للحقل ⌈*Npilot_us*/8⌉ × *Naips* بايت. وتنقل بتات التتابع الدليلي غير المعتمد على التردد #0 في الحقل #4 "للتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد" في الحقل A للمعلمة ITU-T G.993.5.

2.2.3.10 الرسالة R-MSGI

تحتوي الرسالة R-MSGI (المحددة في الجدول 12-24 في التوصية [ITU-T G.993.2])، التي ترسل أثناء الإشارة R-P-CHANNEL DISCOVERY 1، على حقل المعلمة ITU-T G.993.5. ويتضمن حقل المعلمة ITU-T G.993.5 عدة معلمات ضرورية لعملية إلغاء اللغط عند الطرف البعيد FEXT، كما هو مبين في الجدول 10-11.

الجدول 10-11 – حقل المعلمة ITU-T G.993.5 في رسالة R-MSG1

الحقل	اسم الحقل	النسق
1	طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5	1 بايت
2	العدد الأقصى لرموز تقدير اللغط FEXT في الإطار الفائق	1 بايت
3	دعم المعلمات الاختيارية للتحكم بقناة العودة	واصف المعلمات

الحقل #1، "طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5"، ويدل على طول حقل واصف الإرسال الموجه بالبايت، باستثناء حقل طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5. ويجب أن تدرج جميع الحقول المبينة في الجدول 10-11 في الرسالة R-MSGI. ويجب أن يتمثل الحقل بعدد صحيح غير جبري.

الحقل #2، "العدد الأقصى لرموز تقدير اللغط FEXT في الإطار الفائق"، ويحدد العدد الأقصى (*Kmax*) للرموز في الإطار الفائق الذي من أجله توفر الوحدة VTU=R الدعم للإبلاغ عن عينات الخطأ (انظر الفقرة 1.2.4.10). ويجب أن يكون نسق الحقل مثل نسق عدد صحيح غير جبري له العدد *Kmax* من القيم الصالحة التي تساوي 1 و2 و4 و6 و8. وعلى الوحدة VTU-R أن تدعم القيمة *Kmax* = 1. أما القيم الأخرى للعدد *Kmax* فهي اختيارية.

الحقل #3، "دعم المعلمات الاختيارية للتحكم بقناة العودة"، ويدل على القيم الاختيارية لمعلمات التحكم التي تدعمها الوحدة VTU-R، كما هو مبين في الجدول 10-12.

الجدول 10-12 – واصف المعلمات الاختيارية للتحكم بقناة العودة

البتة	الوصف
0	تضبط على 1 إذا كان *F_block* = 32 مع *padding* = 0 متوفراً، وعلى 0 خلاف ذلك.
1	تضبط على 1 إذا كان *F_block* = 32 مع *padding* = 0 متوفراً، وعلى 0 خلاف ذلك.
2	تضبط على 1 إذا كان *F_sub* = 1 متوفراً، وعلى 0 خلاف ذلك.
3	تضبط على 1 إذا كان *L_w* = 9 متوفراً، وعلى 0 خلاف ذلك.
4	تضبط على 1 إذا كان *L_w* = 10 متوفراً، وعلى 0 خلاف ذلك.
5	تضبط على 1 إذا كان *L_w* = 11 متوفراً، وعلى 0 خلاف ذلك.
6	تضبط على 1 إذا كان *L_w* = 12 متوفراً، وعلى 0 خلاف ذلك.
7	تحجز لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات وتضبط على 0.

3.3.10 إشارات VTU-O الخاصة بالإرسال الموجه المرسلة أثناء طور اكتشاف القناة

1.3.3.10 الإشارة O-P-VECTOR 1

يجب أن ترد الإشارة O-P-VECTOR 1 بعد الإشارة O-P-QUIET 1.

تتألف الإشارة O-P-VECTOR 1 من رموز المزامنة ورموز الصمت فقط. ويجب أن ترسل رموز المزامنة عند كل موقع لرموز المزامنة بالاتجاه الهابط (على النحو المحدد في الفقرة 3.2.6). ويجب أن ترسل رموز الصمت عند جميع المواقع الأخرى للرموز (انظر الشكل 10-2).

تتولد رموز المزامنة للإشارة O-P-VECTOR 1 على النحو الوارد في الفقرة 5.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. وتقوم رموز المزامنة هذه بتشكيل تتابع دليلي. ويكون التتابع الدليلي عبارة عن تتابع متكرر، كما هو محدد في الفقرة 3.2.6، يخصصه الكيان VCE لخط بدء التشغيل. وعلى كل نغمة اختبار في رمز مزامنة مستمد من المجموعة SUPPORTEDCARRIERSds أن تشكل نقطة الكوكبة 00 إذا كانت بتة التتابع الدليلي فيه تساوي **صفر**، أن تشكل نقطة الكوكبة 11 إذا كانت بتة التتابع الدليلي تساوي **واحد**. ويجب أن تكون نقطتا الكوكبة 00 و11 لكل كوكبة 4-QAM محددة في الفقرة 1.2.3.3.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويجب عندئذ أن تدار نقاط الكوكبة بقيمة أداة التخليط التربيعي المحددة في الفقرة 2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

وإذا لم يتم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" في طور التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، فيجب عندئذ أن تكون الكثافة PSD المرسلة لجميع الموجات الحاملة الفرعية بالنسبة لرموز المزامنة مساوية للقيمة CDPSDds.

وإذا تم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" وعدم تفعيل البتة "استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR" في طور التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، فيجب عندئذ أن تكون الكثافة PSD المرسلة لجميع الموجات الحاملة الفرعية بالنسبة لرموز المزامنة مساوية للقيمة CDPSDds.

وإذا تم تفعيل كلا البتتين "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" و"استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR" في طور التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، فيجب عندئذ أن تكون الكثافة PSD المرسلة لجميع الموجات الحاملة الفرعية بالنسبة لرموز المزامنة مساوية للقيمة CDPSDds، ما عدا رموز المزامنة الأولى البالغ عددها N، حيث تكون القدرة المرسلة لجميع نغمات الاختبار بقيمة 0 (حيث يحدد الكيان VCE قيمة N في مدى رموز المزامنة الواقع بين 0 و2048).

الملاحظة 1 – يرد في التذييل II طريقة لحساب قيمة N.

تحدد مدة الإشارة O-P-VECTOR 1 وفقاً لتقدير مقدم الخدمة، علماً بأنها تبلغ بحدها الأدنى 257 × 4 رمزاً وبحدها الأقصى 257 × 1024 × M رمزاً. والقيمتان الصالحتان للعدد $M = 8$ $M = 8$ هما 1 و8. ويكون دعم القيمة $M = 1$ إلزامياً للوحدة VTU-O وVTU-R. أما دعم القيمة $M = 8$ فهو اختياري لكل من VTU-O وVTU-R. وإذا تم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" في طور التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، فيجب عندئذ أن يكون $M = 8$، وما عدا ذلك يكون $M = 1$.

الملاحظة 2 – ينبغي أن يقوم الكيان VCE بتقصير الإشارة O-P-VECTOR 1 لتسريع بدء النظام بشكل تام.

الملاحظة 3 – يقدم التذييل II أمثلة على تحكم الكيان VCE بعملية الاستهلال في تفعيل خطوط متعددة من خطوط بدء التشغيل في الزمرة الموجهة. وتصف الفقرة 2.II التحكم الذي يمارسه الكيان VCE باستخدام قدرة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" في معالجة مجموعتين من الخطوط. وتصف الفقرة 3.II هذا التحكم باستخدام قدرات المصافحة.

وأثناء إرسال الإشارة O-P-VECTOR 1، تكون قناة العمليات الخاصة (SOC) في حالتها غير النشطة.

وأثناء إرسال الإشارة O-P-VECTOR 1، يقدر الكيان VCE قنوات اللغط FEXT بالاتجاه الهابط انطلاقاً من خطوط بدء التشغيل في الخطوط الموجهة استناداً إلى عينات الخطأ المبتورة التي تم الإبلاغ عنها بواسطة وحدات VTU-R التابعة للخطوط الموجهة. ومن الآن فصاعداً تتحدد مصفوفات إلغاء اللغط FEXT في الوحدات VTU-O بالنسبة لجميع الخطوط الموجهة بالاتجاه الهابط ويتم إلغاء اللغط الصادر عن خط بدء التشغيل داخل الخطوط الموجهة.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 بعد الإشارة O-P-VECTOR 1، وهي تحدد المدة الفعلية للإشارة O-P-VECTOR 1. ويحدد الكيان VCE وقت بدء إرسال الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1.

2.3.3.10 الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1

يجب أن تكون الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 مطابقة للإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 المحددة في الفقرة 1.3.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]، مع إضافة واسمات للدلالة على مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط وموقع التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد (كما هو محدد في الفقرة 5.3.3.10).

وتتألف إضافة الواسمات من تشكيل الموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشر $10n+9$ على جميع الرموز مع نقطة الكوكبة 00 أو 11، كما هو محدد في الفقرة 5.3.3.10.

وأثناء إرسال الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة، وترسل الإشارة O-IDLE لدورة لا تقل عن 1500 رمز على الأقل ولا تزيد على 2000 رمز، وتليها الرسالة O-SIGNATURE، على النحو المحدد في الفقرة 1.2.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.992.3] والفقرة 1.2.3.10. وترسل الرسالة O-SIGNATURE بأسلوب التكرار الذاتي، مثل إرسال الإشارة O-SIGNATURE في التوصية [ITU-T G.993.2].

ويجب أن ترد الإشارة O-P-SYNCHRO V1 بعد الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V، التي تحدد المدة الفعلية للإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1. ويحدد الكيان VCE وقت بدء إرسال الإشارة O-P-SYNCHRO V1.

3.3.3.10 الإشارة O-P-SYNCHRO V1

يجب أن تكون الإشارة O-P-SYNCHRO V1 مطابقة للإشارة O-P-SYNCHRO 1 المحددة في الفقرة 1.3.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

وأثناء إرسال الإشارة O-P-SYNCHRO V1، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

وحين ترسل الوحدة VTU-O الإشارة O-P-SYNCHRO V1، يبلّغ الكيان VCE الوحدة VTU-R بأن تقدير قناة اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد قد اكتمل، وبأن الوحدة VTU-R ستنهي إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1. ولا ترسل الوحدة VTU-O الإشارة O-P-SYNCHRO V1 إلا بعد أن يكتشف الكيان VCE أن الإشارة R-P-VECTOR 1 قد أرسلت خلال 257 x 4 رمزاً على الأقل.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 بعد الإشارة O-P-SYNCHRO V1.

4.3.3.10 الإشارتان O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 وO-P-CHANNEL DISCOVERY 2

يجب أن تكون هاتان الإشارتان مطابقتين للإشارتين O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 وO-P-CHANNELDISCOVERY 2 المحددتين في الفقرة 1.3.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]، على التوالي، مع إضافة واسمات للدلالة على مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط وموقع التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد (كما هو محدد في الفقرة 5.3.3.10). ويجب أن يستمر نمط الواسمات مع الأخذ في الاعتبار جميع مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط من بداية الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1.

ملاحظة – من المفيد ألا ترسل الإشارتان O-P-SYNCHRO 1 وO-P-SYNCHRO 3 عند مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط.

وأثناء الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY 1، ترسل الوحدة VTU-O الرسالة O-IDLE؛ ويبدأ الإرسال بعد الرمز الأخير للإشارة O-P-SYNCHRO V1.

5.3.3.10 واسمات رموز المزامنة بالاتجاه الهابط والتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد

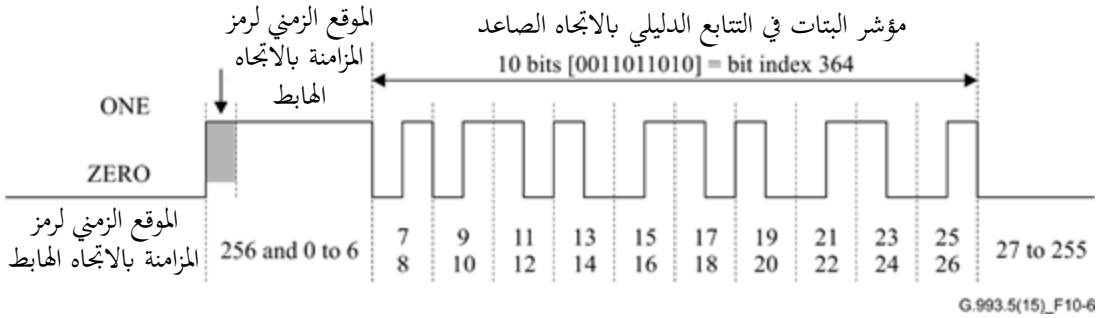
للدلالة على المواقع الزمنية لرموز المزامنة بالاتجاه الهابط والموقع الزمني الذي يطلبه الكيان VCE لرموز المزامنة بالاتجاه الصاعد والتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد، تقوم الوحدة VTU-O بتشكيل المجموعة الفرعية للموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات $10n+9$ مع نقطة الكوكبة (00) أو نقطة الكوكبة (11) في كوكبة 4-QAM، قبل أداة التخليط التربيعي. ويتم تشكيل جميع هذه الموجات الحاملة الفرعية بحيث ترد المعلومات ذاتها لكل رمز، أي إما 00 أو 11. ويشار كذلك إلى الرموز التي يتم تشكيل موجاتها الحاملة الفرعية مع 00 أو 11 في هذه الفقرة إما بالرمز **صفر** وإما بالرمز **واحد**، على التوالي. ويشكل التتابع المؤلف من الرمزين **صفر** و**واحد** نمطاً يستعمل للدلالة على المواقع الزمنية لرمز المزامنة والتتابع الدليلي.

ويبين الشكل 10-6 نمط تشكيل الرموز. ويشار إلى الموقع الزمني لأحد رموز المزامنة بالاتجاه الهابط بثمانية رموز متتالية كلها **آحاد**، وتبدأ من الموقع الزمني لرمز المزامنة بالاتجاه الهابط في الخطوط الموجهة. وتشتق الوحدة VTU-R الموقع الزمني لرمز المزامنة بالاتجاه الصاعد من الموقع الزمني المبين لرمز المزامنة بالاتجاه الهابط وذلك بتطبيق التخالف بين رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد وبالاتجاه الهابط، الذي ينقل إلى الوحدة VTU-R في الإشارة O-SIGNATURE.

ويشار إلى الموقع الزمني للتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد بواسطة نمط من 20 رمزاً يلي النمط المؤلف من ثمانية **أحاد** متتالية، انظر الشكل 10-6. ويمثل هذا النمط المؤلف من الرموز **واحد** و**صفر** مؤشر بتات التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد الذي يشكل الموجات الحاملة الفرعية لرمز المزامنة بالاتجاه الصاعد المرتبط (من خلال قيمة التخالف) برمز المزامنة هذا بالاتجاه الهابط الذي يسبق النمط المشار إليه المؤلف من 20 رمزاً (كما هو مبين في الشكل 10-6).

ويتمثل مؤشر بتات التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد بعدد صحيح غير جبري، علماً بأن كل بتة من هذا العدد الصحيح تتمثل برمزين متتاليين من النمط، حيث يمثل الرمزان 7 و8 في الشكل 10-6 البتة الأقل دلالة. وتتمثل البتة ذات القيمة 0 بالرمز **صفر** يليه الرمز **واحد**. وتتمثل البتة ذات القيمة 1 بالرمز **واحد** يليه الرمز **صفر**. ويجب أن تكون جميع الرموز التي تلي النمط المؤلف من 20 رمزاً كلها **أصفار** حتى الموقع الزمني لرمز المزامنة التالي بالاتجاه الهابط.

ملاحظة – بهذه الطريقة يمكن اكتشاف الموقع الزمني لرموز المزامنة بالاتجاه الصاعد من خلال البحث عن النمط المؤلف من ثمانية **آحاد** متتالية ومؤشر البتات في التتابع الدليلي من خلال فك تشفير الرموز التالية البالغ عددها 20 رمزاً. يسمح ذلك باكتشاف سريع للموقع الزمني للتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد. ويشير النمط المكون من 10 بتات والذي تم فك تشفيره من الرموز التالية البالغ عددها 20 إلى مؤشر البتات في التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد المرتبط برمز المزامنة بالاتجاه الصاعد الذي تم اكتشافه.



الشكل 10-6 – النمط الذي تم تشكيله على الموجات الحاملة الفرعية 10*n*+9 التي تلي موقع رمز المزامنة في الخطوط الموجهة

6.3.3.10 استهلال تشغيل خطوط بدء التشغيل المتعددة

حين يستهل الكيان VCE تشغيل عدة خطوط:

- ينبغي أن يتم تقدير قنوات اللغط الهابطة من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط النشطة للزمرة الموجهة بشكل آني عن طريق التأكد من أن إشارات O-P-VECTOR 1 قد أرسلت على جميع خطوط بدء التشغيل أثناء عملية التقدير. ويمكن القيام بذلك عن طريق التحكم بنهاية وبداية الإشارة O-P-VECTOR 1 في كل خط.
- ينبغي أن يتم تقدير قنوات اللغط الصاعدة من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط النشطة للزمرة الموجهة بشكل آني عن طريق التأكد من أن إشارات R-P-VECTOR 1 قد أرسلت على جميع خطوط بدء التشغيل أثناء عملية التقدير. ويمكن القيام بذلك عن طريق التحكم بنهاية الإشارة R-P-VECTOR 1 مع الإشارة O-P-SYNCHRO V1 في كل خط.

4.3.10 إشارات VTU-R الخاصة بالإرسال الموجه والمرسلة أثناء طور اكتشاف القناة

1.4.3.10 الإشارة R-P-VECTOR 1

يجب على الوحدة VTU-R أن ترسل الإشارة R-P-QUIET إلى حين استقبالها للرسالة O-SIGNATURE بشكل صحيح.

وفور استقبال الرسالة O-SIGNATURE، يجب على الوحدة VTU-R أن ترسل الإشارة R-P-VECTOR 1.

وعلى الوحدة VTU-R أن تحدد مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط وأن تشتق مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد عن طريق اكتشاف واسمات رموز المزامنة على الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1.

تتألف الإشارة R-P-VECTOR 1 من رموز المزامنة ورموز الصمت فقط. ترسل رموز المزامنة عند كل موقع لرموز المزامنة بالاتجاه الصاعد (كما هو محدد في الفقرة 2.3.7). ويجب أن تكون مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد عبارة عن مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط (كما تبينه الواسمات على الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1)، ومتقدمة أو متأخرة عنها بتخالف رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد (الوارد في الرسالة O-SIGNATURE). وترسل رموز الصمت عند جميع المواقع الزمنية الأخرى (انظر الشكل 10-2).

وتتولد رموز المزامنة في الإشارة R-P-VECTOR 1 على النحو الوارد في الفقرة 4.4.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. وتقوم رموز المزامنة هذه بتشكيل تتابع دليلي. ويجب أن يبدأ إرسال رموز المزامنة هذه من رمز المزامنة الذي يحمل أول نقطة مرجعية محددة في التتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد. ويستدل على توقيت النقاط المرجعية للتتابع الدليلي بالواسمات الموجودة في الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1، على النحو الوارد في الفقرة 5.3.3.10.

يكون التتابع الدليلي عبارة عن تتابع متكرر، كما هو محدد في الفقرة 3.2.6، يخصصه الكيان VCE لخط بدء التشغيل وينقل إلى الوحدة VTU-R في الرسالة O-SIGNATURE. ويجب على كل نغمة اختبار في رمز مزامنة مستمد من المجموعة SUPPORTEDCARRIERSds أن تشكل نقطة الكوكبة 00 إذا كانت بتة التتابع الدليلي مساوية **صفر**، وأن تشكل نقطة الكوكبة 11 إذا كانت بتة التتابع الدليلي مساوية **واحد** (تظهر المجموعة SUPPORTEDCARRIERSus أيضاً في الرسالة O-SIGNATURE). ويجب أن تكون نقطتا الكوكبة 00 و11 لكل كوكبة 4-QAM محددة في الفقرة 1.2.3.3.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويجب عندئذ أن تدار نقاط الكوكبة بقيمة أداة التخليط التربيعي المحددة في الفقرة 2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

ويجب أن تساوي الكثافة المرسلة PSD لجميع الموجات الحاملة الفرعية القيمة CDPSDus وأن تتقيد بحد الكثافة PSD بالاتجاه الصاعد الذي تفرضه الوحدة VTU-O CDPSDus كما هو مبين في الرسالة O-SIGNATURE.

وأثناء إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

وأثناء الإشارة R-P-VECTOR 1، يقدر الكيان VCE قنوات اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة. ومن الآن فصاعداً تتحدد مصفوفات إلغاء اللغط FEXT في الوحدات VTU-O بالنسبة لجميع الخطوط الموجهة في الاتجاه الصاعد ويتم إلغاء اللغط الصادر عن خط بدء التشغيل داخل الخطوط الموجهة.

وتحدد الوحدة VTU-O مدة الإشارة R-P-VECTOR 1. وعلى الوحدة VTU-R أن تنهي إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1 في غضون 64 رمزاً بعد الرمز الأخير للإشارة O-P-SYNCHRO V1. ويجب أن لا تتجاوز مدة الإشارة R-P-VECTOR 1 القيمة 257 × 1024 رمزاً.

ويجب أن ترد الإشارة R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 بعد الإشارة R-P-VECTOR 1.

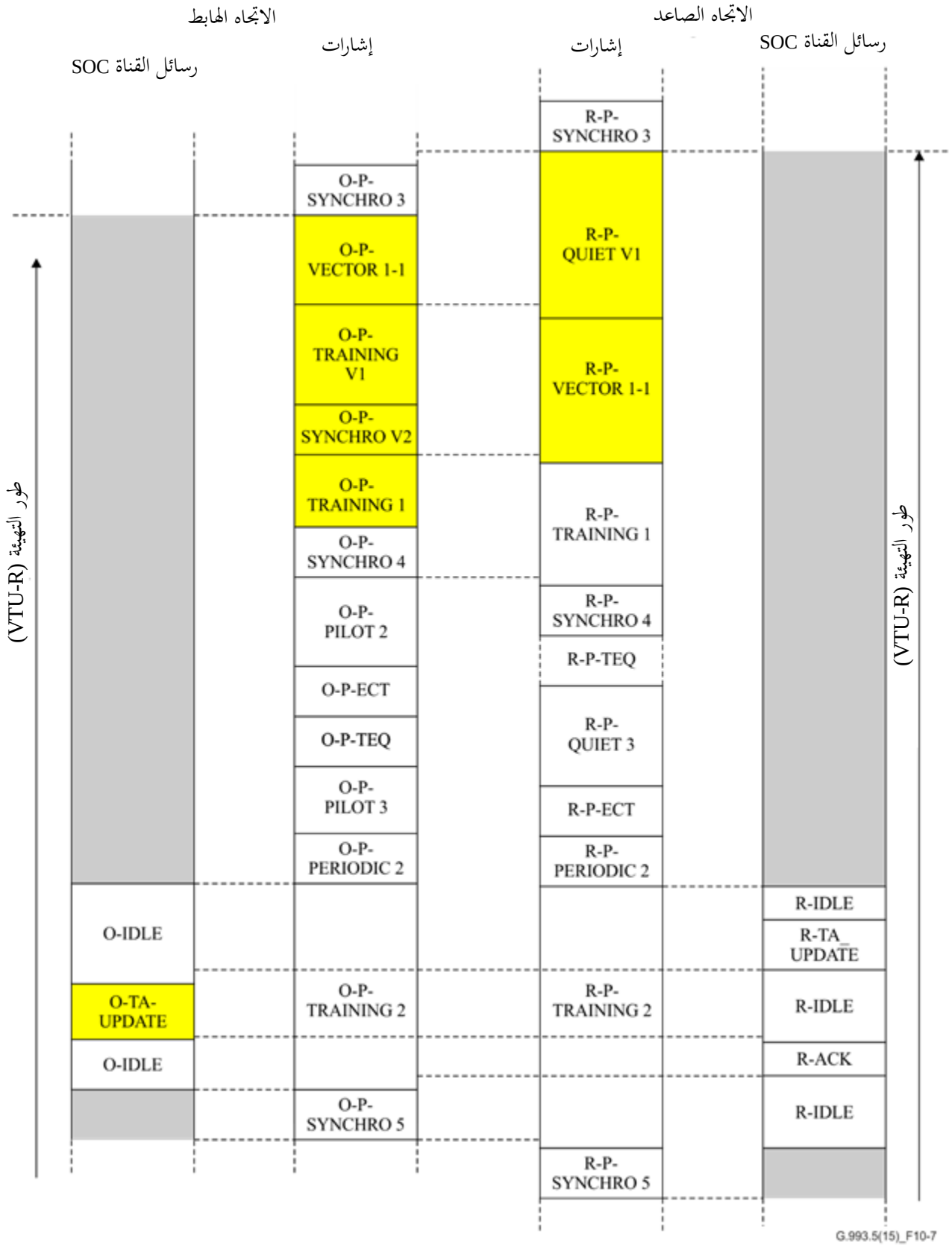
4.10 طور التهيئة

1.4.10 لمحة عامة

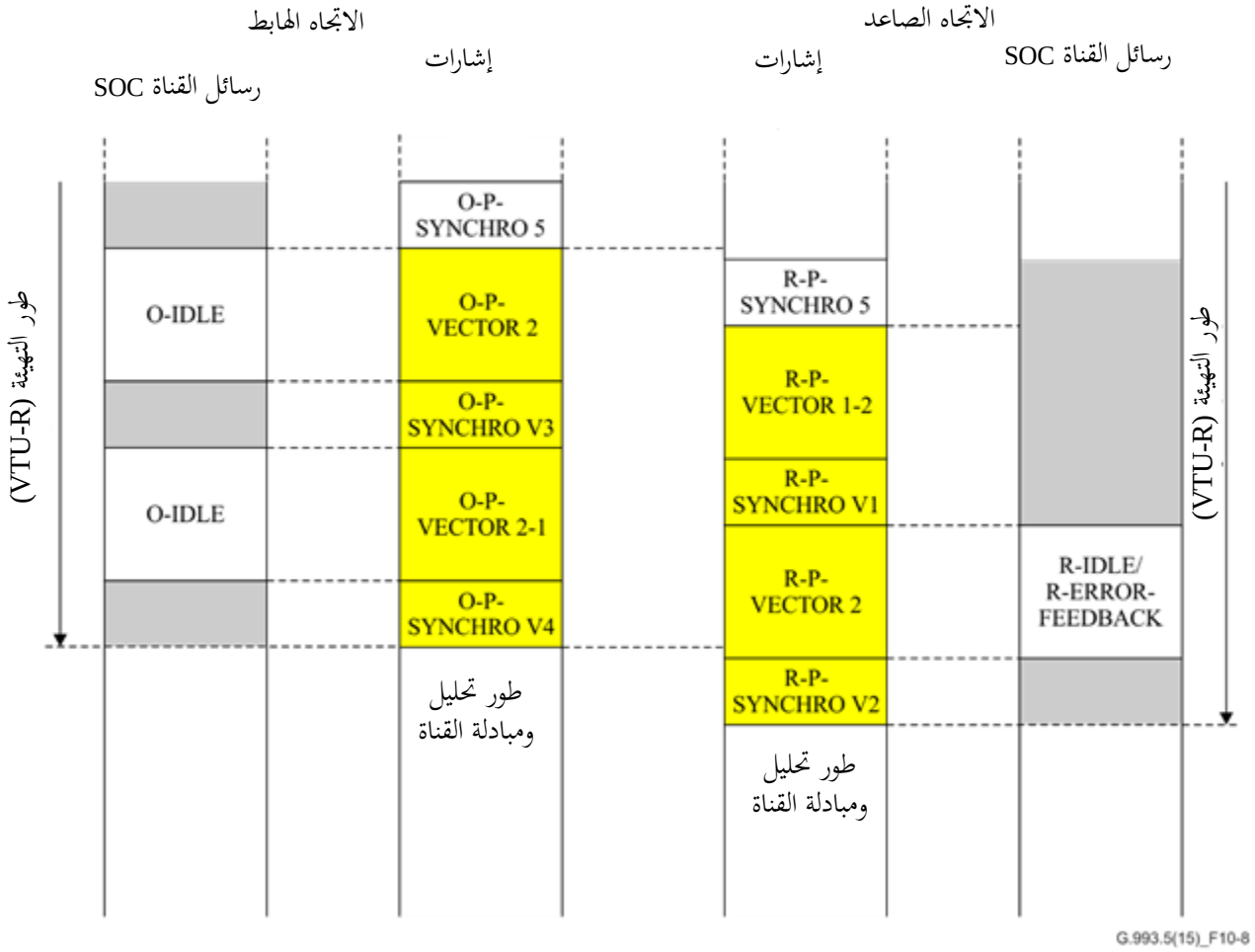
يرد طور التهيئة بعد طور اكتشاف القناة. وإذا لم يتم تفعيل كل من الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط وبالاتجاه الصاعد بعد طور التوصية ITU-T G.994.1، يجب عندئذ تخطي جميع الأجزاء المتعلقة بالإرسال الموجه وأن يكون طور التهيئة على النحو المحدد في التوصية [ITU-T G.993.2].

وإذا تم تفعيل الإرسال الموجه بالاتجاه الهابط أو بالاتجاه الصاعد، يجب عندئذ تعديل طور التهيئة بالنسبة إلى طور التهيئة الوارد في ITU-T G.993.2 كما هو محدد في هذه الفقرة.

ويبرز الشكلان 10-7 و10-8 الإشارات التي أضيفت والإشارات/الرسائل التي عدّلت في طور التهيئة بالتوصية ITU-T G.993.2 بالنسبة للمرسلات–المستقبلات الواردة في التوصية ITU-T G.993.5. ويجب أن تحدد الإشارات والرسائل غير البارزة على النحو المحدد في التوصية [ITU-T G.993.2].



الشكل 10-7 المراحل الأولى من طور التهيئة



الشكل 10-8 – المراحل الأخيرة من طور التهيئة

2.4.10 رسائل قناة العمليات الخاصة (SOC) المعدلة والمرسلة أثناء طور التهيئة

1.2.4.10 الرسالة O-TA_UPDATE

تحتوي الرسالة O-TA_UPDATE (المعرفة في الجدول 12-32 من التوصية [ITU-T G.993.2]) التي ترسل أثناء الإشارة O-P-TRAINING 2 على أحد حقول المعلمة ITU-T G.993.5. ويحتوي حقل المعلمة ITU-T G.993.5 على عدة معلمات ضرورية لعملية إلغاء اللغط FEXT كما هو مبين في الجدول 10-13.

الجدول 10-13 – حقل المعلمة في الرسالة O-TA_UPDATE

الحقل	اسم الحقل	النسق
1	طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5	1 بايت
2	معلمات التحكم بتقرير الخطأ	واصف تشكيلة تقرير الخطأ
3	عامل تكرار القناة SOC	1 بايت
4	رموز تقدير اللغط FEXT في الإطار الفائق	1 بايت

الحقل #1، "طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5"، ويدل على طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5 بالبايت، باستثناء حقل طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5. ويجب أن تدرج جميع الحقول الواردة في الجدول 10-13 في الرسالة O-TA_UPDATE. ويجب أن يتمثل الحقل بعدد صحيح غير جبري.

الحقل #2، "معلمات التحكم بتقرير الخطأ"، ويحدد معلمات التحكم لكل نطاق من النطاقات الموجهة المبينة في الإشارة O-SIGNATURE. ويحدد الجدول 7-1 معلمات التحكم والجدول 7-2 القيم الصالحة. وقد تشمل القيم المحددة في هذا الحقل قيماً اختيارية تبينها الوحدة VTU-R في الرسالة R-MSG1. ويبين الجدول 8-4 التقابل بين معلمات التحكم مع واصف تشكيلة تقرير الخطأ. وعلى الوحدة VTU-O أن تختار معلمات التحكم بحيث إنه، بالاقتران مع معدل تكرار القناة SOC الذي تم اختياره، لا تتجاوز المدة المتوقعة للرسالة ERROR_FEEDBACK الحدود المبينة في الفقرة 2.2.4.10.

الحقل #3، "عامل تكرار القناة SOC"، ويحدد عامل تكرار القناة SOC، 1/R، كما يحدده الكيان VCE. وتكون القيم الصالحة للعامل 1/R عبارة عن مضاعفات للعدد 10 في المدى [10, 120]. يقابل ذلك عدد البتات بالرمز الواحد (*N_bits_per_symbol*) في القناة SOC، الذي يكون مضاعفاً للعدد 16 في المدى [16, 192]. ويتمثل الحقل بعدد صحيح غير جبري.

الحقل #4، "رموز تقدير اللغط FEXT في الإطار الفائق"، ويحدد عدد الرموز (*K*) في الإطار الفائق الذي يجب الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة بالنسبة له. ويتم الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة بنسق يحدده الحقل #2. ويجب أن يكون نسق الحقل بشكل عدد صحيح غير جبري له القيم الصالحة *K* =1، 2، 4، 6، 8. ويجب أن لا تتجاوز قيمة *K* قدرة الوحدة VTU-R (*Kmax*) المبينة في الرسالة R-MSG1. وتحدد الفقرة 2.2.4.10 مواقع الرموز التي يتعين من أجلها الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة بالنسبة للقيم المختلفة للعدد *K*.

ويمكن للرسالة O-TA_UPDATE أن تبين وجود ترابط مع قيمة تقدم التوقيت (TA). وإذا كانت قيمة TA الواردة في الرسالة O-TA_UPDATE مختلفة عن القيمة TA التي استعملتها سابقاً الوحدة VTU-R، يجب عندئذ تحديث قيمة TA بدءاً من الرمز الأول الذي يلي الإشارة R-P-SYNCHRO 5.

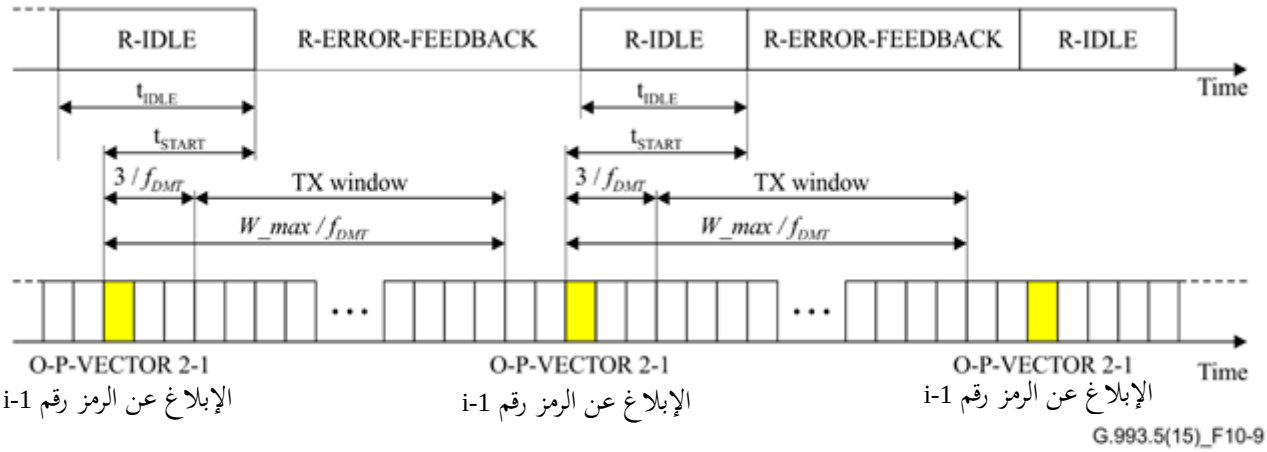
ملاحظة – يختلف هذا الشرط عن طريقة تحديث قيمة TA في التوصية [ITU-T G.993.2].

2.2.4.10 الرسالة R-ERROR-FEEDBACK

أثناء إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2، تقدم الوحدة VTU-R إلى الوحدة VTU-O تقريراً عن عينات الخطأ المبتورة عبر القناة SOC باستخدام الرسائل R-ERROR-FEEDBACK (انظر الشكل 10-8). وتكون شفرة رسالة القناة SOC لهذه الرسالة $8B_{16}$. ولا تقدم الوحدة VTU-O إشعاراً باستلام أي من الرسائل R-ERROR-FEEDBACK ولا ترسل الوحدة VTU-R أياً من هذه الرسائل.

ويجب أن تكون الرسائل R-ERROR-FEEDBACK متناوبة مع الرسالة R-IDLE. ويبين الشكل 10-9 الجدول الزمني للرسالة R-IDLE والرسالة R-ERROR-FEEDBACK بالنسبة للرموز اللاحقة التي يتم عليها الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة. ويجب أن يبدأ التتابع من R-IDLE. ويجب أن تستخدم الرسالتان R-IDLE وR-ERROR-FEEDBAC القناة SOC الممددة مع الإعدادات الواردة في الفقرة 4.4.4.10. ويجب أن تكون المعلمات R-IDLE الباقية مماثلة لمعلمات R-IDLE المحددة في الفقرة 4.2.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]: ويجب أن تتألف من علم التحكم رفيع المستوى في وصلة البيانات (HDLC) $7E_{16}$ الذي يتم إرساله بصورة متكررة.

يسمح الإرسال الأول للرسالة R-IDLE (بعد استكمال الإشارة R-P-VECTOR 1-2) للمستقبل في الوحدة VTU-O بالتكيف مع القناة SOC الممددة ويجب أن يكون بطول 16 رمزاً على الأقل. وعلى الوحدة VTU-R أن تضبط مدة الإرسالات الأخرى للرسالة R-IDLE (المشار إليها بالرمز t_{IDLE} في الشكل 10-9) بحيث تتمكن الوحدة VTU-R من إكمال الرسالة R-ERROR-FEEDBACK خلال مدة تقل عن الدورة الزمنية القائمة بين رمزين متجاورين يتم عليهما الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة. ويجب أن تكون كل دورة زمنية t_{IDLE} بطول رمزين على الأقل. ويجب أن يبدأ إرسال الرسالة R-ERROR-FEEDBACK في الوقت t_{START} الذي يجب أن يكون داخل نافذة الإرسال (انظر الشكل 10-9). وتبدأ نافذة الإرسال بعد بدء الرمز الذي يتم عليه الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة بثلاث دورات للرموز (أي $3 / f_{DMT}$). وتنتهي نافذة الإرسال بعد بدء الرمز الذي يتم عليه الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة بعدد *W_max* من دورات الرموز (أي W_max / f_{DMT}). وتعتمد القيمة القصوى للدورة t_{IDLE} على طول الرسالة R-ERROR-FEEDBACK. ويجب أن لا يتجاوز مجموع قيمة t_{IDLE} ومدة إرسال الرسالة R-ERROR-FEEDBACK الحد الزمني الذي يمنع الوحدة VTU-R من بدء إرسال الرسالة R-ERROR-FEEDBACK التالية داخل نافذة الإرسال التالية.



الشكل 10-9 – الجدول الزمني للرسائل R-ERROR-FEEDBACK

يبين الكيان VCE عبر الرسالة O-TA_UPDATE عدد رموز تقدير اللغط في الإطار الفائق الواحد FEXT (أي قيمة K التي تحددها الرسالة O-TA_UPDATE) التي يتعين الإبلاغ فيها عن عينات الخطأ المبتورة. ولكل لقيمة معينة للعدد K (تعينها الرسالة O-TA_UPDATE)، يجب على الوحدة VTU-R أن تبلغ عن عينات الخطأ المبتورة في جميع رموز الإشارة 2-1 O-P-VECTOR المتعلقة بكل إطار فائق هابط يبلغ عدد رموزه $i(k) = (k+1) \times \lfloor 256/K \rfloor$، حيث $k = 0,1, 2, \ldots, K–1$. وتحسب قيمة W_max لكل قيمة معطاة للعدد K بالمعادلة $W_max = \lfloor 257/K \rfloor – 2$.

الملاحظة 1 – إذا كان K=1، فإن الوحدة VTU-R لا تبلغ إلا عن عينات الخطأ المبتورة على رموز المزامنة بالاتجاه الهابط للإشارة 2-1 O-P-VECTOR.

ويعتمد عدد البايتات المستعملة للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة في الرسالة R-ERROR-FEEDBACK على معلمات التحكم بقناة العودة المبينة في الرسالة O-TA_UPDATE. ويساوي عدد البايتات الإجمالي المقرر إرساله عدد البايتات الموجودة في كتلة تقرير الخطأ (ERB)، N_ERB، زائد 3 (انظر الجدول 10-14).

وإذا كان حجم الرسالة R-ERROR_FEEDBACK أكبر من الحجم الأقصى المسموح به للمقطع، يجب أن تجزأ الرسالة على النحو المحدد في الفقرة 6.2.12 من التوصية [ITU-T G.993.2] بالنسبة لأسلوب التكرار الأوتوماتي (AR)، حيث يجب أن لا يتجاوز عدد المقاطع العدد 15. ويجب أن تضبط جميع المقاطع باستثناء المقطع الأخير على الحجم الأقصى المسموح به للمقطع.

الملاحظة 2 – يسهم الحد الأدنى من الفجوات بين المقاطع في الإرسال الزائد عن الحد للمعلومات المرتجعة عن الأخطاء ويقتصد بالتالي في عرض نطاق قناة العودة.

ويمكن حساب عدد الرموز اللازمة للإبلاغ عن عدد البايتات كما يلي:

$$N_symbol = \left\lceil \frac{8 \times (N_ERB + 3 + N_OH)}{N_bits_per_symbol} \right\rceil = \left\lceil 5 \times \frac{N_ERB + 3 + N_OH}{1/R} \right\rceil$$

حيث N_OH هي الحد الزائد لتغليف القناة SOC، ويساوي 6 أثمونات زائد الحد الزائد الإحصائي الناجم عن الحشو بالبايتات، على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.997.1]. وإذا كانت الرسالة R-ERROR-FEEDBACK مجزأة، يجب أن يضرب N_OH (بالمقطع الواحد) بعدد المقاطع.

الملاحظة 3 – ليس من المتوقع أن يتجاوز الحد الزائد الإحصائي لأسوأ الحالات البالغ 0.1% والناجم عن الحشو بالبايتات في رسالة ذات محتوى عشوائي أطول من 512 بايتة نسبة 0.3% وينخفض في الرسائل الأكثر طولاً.

الملاحظة 4 – عند عدم استعمال الحشو، يعتمد العدد N_ERB على القيم الفعلية لعينات الخطأ. وفي هذه الحالة، ينبغي حساب عدد البايتات بالرمز الواحد استناداً إلى افتراض الحالة الأسوأ للاستبانة اللازمة لعينات الخطأ.

ويقوم الكيان VCE بتشكيل معدل البتات في القناة SOC، بحيث لا تتجاوز قيمة العدد N_symbol (بما في ذلك الحد الزائد الإحصائي الناجم عن الحشو بالبايتات) $(2 – \lfloor 257/K \rfloor)$ رمزاً (حيث K عدد الرموز بالإطار الفائق الواحد الذي يتم فيه الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة، كما هو مبين في الرسالة O-TA_UPDATE). وعلى الوحدة VTU-R أن تنهي إرسال الرسالة

R-ERROR-FEEDBACK إذا كانت مدتها (بسبب حد زائد للقناة SOC مرتفع بصورة غير متوقعة) تمنع الوحدة VTU-R من بدء إرسال الرسالة R-ERROR-FEEDBACK التالية داخل نافذة الإرسال التالية.

وتتسم الرسالة R-ERROR-FEEDBACK بالبنية المبينة في الجدول 10-14.

الجدول 10-14 – وصف الرسالة R-ERROR-FEEDBACK

الحقل	اسم الحقل	النسق
1	واصف الرسالة	شفرة الرسالة
2	عدد رموز المزامنة	2 بايت
3	كتلة تقرير الأخطاء	N_ERB بايت

الحقل #1، "واصف الرسالة"، وهو عبارة عن شفرة وحيدة من بايتة واحدة توصّف الرسالة. ويجب تشفيرها بالعدد $8B_{16}$.

الحقل #2، "عدد رموز المزامنة"، ويحتوي على عدد رموز المزامنة بمقياس 1024 لآخر رمز مزامنة تم استقباله بالاتجاه الهابط والرقم التسلسلي $k = 0, \ldots, K-1$ للتقرير في الإطار الفائق. تقوم الوحدة VTU-R بعدّ رموز المزامنة بدءاً من أول رمز مزامنة بالاتجاه الهابط يرد بعد تلقي الإشارة O-P-SYNCHRO V3 (يكون لرمز المزامنة هذا العدد (0)) عبر إرسال الإشارة O-P-VECTOR 2-1.

وتمثل البتات الأربع الأكثر دلالة للحقل المؤلف من 2 بايت الرقم التسلسلي k للتقرير بعدد صحيح غير جبري في المدى من 0 إلى $K-1$. وتمثل البتات العشر الأقل دلالة عدد رموز المزامنة بشكل عدد صحيح غير جبري في المدى من 0 إلى 1023. وتحجز البتتان 10 و11 لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات وتضبطان على 0.

الملاحظة 5 – إذا تم الإبلاغ عن الكتلة ERB لأحد رموز المزامنة، تكون البتات الأربع الأكثر دلالة لحقل "عدد رموز المزامنة" مضبوطة على $K-1$ وتكون البتات العشر الأقل دلالة مضبوطة على عدد رموز المزامنة التي من أجلها بتم الإبلاغ عن الكتلة ERB.

الحقل #3، "كتلة تقرير الأخطاء"، ويحتوي على الجزأين الحقيقي والتخيلي لعينات الخطأ المحتملة المرتبطة بالموجات الحاملة الفرعية للنطاق أو النطاقات الموجهة المشار إليها. وإذا لم يتم الإبلاغ إلا عن نطاق واحد في الرسالة R-ERROR-FEEDBACK، فيجب عندئذ أن يحسب العدد N_{ERB} (انظر الفقرة 3.3.2.7) كما لو أن L_w=0 بالنسبة للنطاقات الأخرى. ويتحدد النسق في الفقرة 3.2.7.

3.4.10 إشارات VTU-O الخاصة بالإرسال الموجه والمرسلة أثناء طور التهيئة

1.3.4.10 الإشارة O-P-VECTOR 1-1

ترد الإشارة O-P-VECTOR 1-1 بعد الإشارة O-P-SYNCHRO 3.

وتكون الإشارة O-P-VECTOR 1-1 مطابقة للإشارة O-P-VECTOR 1، باستثناء أن الكثافة PSD يجب أن تساوي MREFPSDds.

تتحدد مدة الإشارة O-P-VECTOR 1-1 وفقاً لتقدير مقدم الخدمة، ولكن عدد الرموز يكون بحد أدنى 257 × 4 وحد أقصى 257 × 1024.

وأثناء إرسال الإشارة O-P-VECTOR 1-1، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

تسمح الإشارة O-P-VECTOR 1-1 بإعادة تقدير قناة اللغط FEXT بالاتجاه الهابط من خط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة. وتهدف إعادة التقدير هذه إلى مواكبة التغيرات في قنوات اللغط FEXT التي تسببها التعديلات المحتملة في تشكيلات الطرف الأمامي التماثلي للوحدة VTU-O (VTU-O AFE) أثناء طور اكتشاف القناة.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-TRAINING V1 بعد الإشارة O-P-VECTOR 1-1، وهي تحدد المدة الفعلية للإشارة O-P-VECTOR 1-1.

2.3.4.10 الإشارة O-P-TRAINING V1

تكون الإشارة O-P-TRAINING V1 مطابقة للإشارة O-P-TRAINING 1 المحددة في الفقرة 1.1.3.4.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]، مع إضافة واسمات للدلالة على مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط ومواقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد. ويجب أن تضاف الواسمات على النحو المحدد في الفقرة 5.3.3.10. ويجب أن يتواصل نمط الواسمات مع أخذ مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط في الاعتبار من بداية الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1.

وأثناء إرسال الإشارة O-P-TRAINING V1، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-TRAINING V1 بعد الإشارة O-P-SYNCHRO-V2، وهي تحدد المدة الفعلية للإشارة O-P-TRAINING V1.

3.3.4.10 الإشارة O-P-SYNCHRO V2

تكون الإشارة O-P-SYNCHRO V2 مطابقة للإشارة O-P-SYNCHRO 4 المحددة في الفقرة 1.3.4.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

وأثناء إرسال الإشارة O-P-SYNCHRO V2، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

وبإرسال الوحدة VTU-O للإشارة O-P-SYNCHRO V2، يبلّغ الكيان VCE الوحدة VTU-R أن إعادة تقدير قناة اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من خطوط بدء التشغيل إلى خطوط موجهة أخرى قد اكتملت، وأن الوحدة VTU-R ستتوقف عن إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1-1.

وعلى الوحدة VTU-O أن لا ترسل الإشارة O-P-SYNCHRO V2 إلا بعد أن يكتشف الكيان VCE أن الإشارة R-P-VECTOR 1-1 قد أرسلت خلال 257 × 4 رمزاً على الأقل.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-TRAINING بعد الإشارة O-P-SYNCHRO V2.

4.3.4.10 الإشارتان O-P-TRAINING 1 وO-P-TRAINING 2

تكون هاتان الإشارتان متطابقتين مع الإشارتين O-P-TRAINING 1 وO-P-TRAINING 2 المحددتين في الفقرة 1.3.4.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]، على التوالي، مع إضافة واسمات للدلالة على مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط ومواقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد (على النحو المحدد في الفقرة 5.3.3.10). ويجب أن يتواصل نمط الواسمات مع أخذ مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط في الاعتبار من بداية الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1.

ملاحظة – من المفيد ألا ترسل الإشارتان O-P-SYNCHRO 4 وO-P-SYNCHRO 5 عند مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط.

5.3.4.10 الإشارة O-P-VECTOR 2

ترد الإشارة O-P-VECTOR 2 بعد الإشارة O-P-SYNCHRO 5.

وعند مواقع رموز المزامنة، تتضمن الإشارة O-P-VECTOR 2 رموز مزامنة تم تشكيلها على النحو المحدد للإشارة O-P-VECTOR 1. وعند مواقع الرموز الأخرى، يتم تشكيل قناة العمليات الخاصة (SOC) باستخدام التقابل بمعدل بايتة واحدة لكل رمز، كما هو محدد للإشارة O-P-TRAINING 2 في التوصية [ITU-T G.993.2].

وتكون القناة SOC أثناء رموز المزامنة في حالتها غير النشطة. وتكون أثناء الرموز الأخرى في الحالة النشطة، وترسل الوحدة VTU-O الإشارة O-IDLE.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-SYNCHRO V3 بعد الإشارة O-P-VECTOR 2، وهي تحدد المدة الفعلية للإشارة O-P-VECTOR 2.

وترسل الوحدة VTU-O الإشارة O-P-SYNCHRO V3 قبل 70 رمزاً على الأقل من إرسال رمز المزامنة (لتجنب الغموض في عدد رموز المزامنة عند الوحدة VTU-R).

6.3.4.10 الإشارة O-P-SYNCHRO V3

تكون الإشارة O-P-SYNCHRO V3 مطابقة للإشارة O-P-SYNCHRO 5 المحددة في الفقرة 9.1.3.4.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

وأثناء إرسال الإشارة O-P-SYNCHRO V3، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

وبإرسال الوحدة VTU-O للإشارة O-P-SYNCHRO V3، يبلّغ الكيان VCE الوحدة VTU-R بأن إعادة تقدير قناة اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من خطوط بدء التشغيل إلى خطوط موجهة أخرى قد اكتملت، وأن الوحدة VTU-R ستتوقف عن إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1-2. وعلى الوحدة VTU-O أن لا ترسل الإشارة O-P-SYNCHRO V3 إلا بعد أن يكتشف الكيان VCE أن الإشارة R-P-VECTOR 1-2 قد أرسلت خلال 257 × 4 رمزاً على الأقل.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-VECTOR 2-1 بعد الإشارة O-P-SYNCHRO V3.

7.3.4.10 الإشارة O-P-VECTOR 2-1

تكون الإشارة O-P-VECTOR 2-1 مطابقة للإشارة O-P-VECTOR 2.

وتكون القناة SOC أثناء رموز المزامنة في حالتها غير النشطة. وتكون أثناء الرموز الأخرى في الحالة النشطة، وترسل الوحدة VTU-O الإشارة O-IDLE.

ويسمح إرسال الإشارة O-P-VECTOR 2-1 للكيان VCE بتقدير قنوات اللغط FEXT بالاتجاه الهابط من الخطوط الموجهة إلى خط بدء التشغيل، وبتحديث تقديرات قنوات اللغط FEXT من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة.

وتتحدد مدة الإشارة O-P-VECTOR 2-1 وفقاً لتقدير مقدم الخدمة، ولكن عدد الرموز يجب أن يكون بحد أدنى قدره 257 وحد أقصى قدره 257 × 1024.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-SYNCHRO V4 بعد الإشارة O-P-VECTOR 2-1، وهي تحدد المدة الفعلية للإشارة O-P-VECTOR 2-1.

8.3.4.10 الإشارة O-P-SYNCHRO V4

تكون الإشارة O-P-SYNCHRO V4 مطابقة للإشارة O-P-SYNCHRO V4.

وأثناء إرسال الإشارة O-P-SYNCHRO V4 تكون القناة SOC `في حالتها غير النشطة.

وبإرسال الوحدة VTU-O للإشارة O-P-SYNCHRO V4، يبلغ الكيان VCE الوحدة VTU-R بأن تقدير قناة اللغط FEXT بالاتجاه الهابط من الخطوط الموجهة الأخرى إلى خطوط بدء التشغيل قد اكتملت، وأن الوحدة VTU-R ستتوقف عن إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2.

ينتهي طور التهيئة عند هذه النقطة وتنتقل الوحدة VTU-O إلى طور تحليل ومبادلة القناة، انظر الشكل 10-8.

9.3.4.10 استهلال تشغيل عدة خطوط لبدء التشغيل

عندما يستهل الكيان VCE تشغيل عدة خطوط:

- ينبغي تقدير قناة اللغط بالاتجاه الهابط من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط النشطة في الزمرة الموجهة في وقت واحد وذلك بالتأكد من أن إشارات O-P-VECTOR 1-1 قد أرسلت على جميع خطوط بدء التشغيل خلال عملية التقدير. ويمكن القيام بذلك عن طريق التحكم ببداية ونهاية الإشارة O-P-VECTOR 1-1 في كل خط.
- ينبغي تقدير قناة اللغط بالاتجاه الصاعد بين خطوط بدء التشغيل والخطوط النشطة في الزمرة الموجهة في وقت واحد وذلك بالتأكد من أن إشارات R-P-VECTOR 1-1 قد أرسلت على جميع خطوط بدء التشغيل خلال عملية التقدير. ويمكن القيام بذلك عن طريق التحكم بنهاية الإشارة R-P-VECTOR 1-1 مع الإشارة O-P-SYNCHRO V2 في كل خط.

- ينبغي تقدير قناة اللغط بالاتجاه الصاعد بين خطوط بدء التشغيل والخطوط النشطة في الزمرة الموجهة في وقت واحد وذلك بالتأكد من أن إشارات R-P-VECTOR 1-2 قد أرسلت على جميع خطوط بدء التشغيل خلال عملية التقدير. ويمكن القيام بذلك عن طريق التحكم بنهاية الإشارة R-P-VECTOR 1-2 مع الإشارة O-P-SYNCHRO V3 في كل خط.
- ينبغي تقدير قناة اللغط بالاتجاه الهابط من الخطوط النشطة إلى خطوط بدء التشغيل في الزمرة الموجهة في وقت واحد وذلك بالتأكد من أن إشارات O-P-VECTOR 2-1 قد أرسلت على جميع خطوط بدء التشغيل خلال عملية التقدير. ويمكن القيام بذلك عن طريق التحكم بنهاية الإشارة O-P-SYNCHRO V4 في كل خط.

4.4.10 إشارات VTU-R الخاصة بالإرسال الموجه والمرسلة أثناء طور التهيئة

1.4.4.10 الإشارة R-P-QUIET V1

ترد الإشارة R-P-QUIET V1 بعد الإشارة R-P-SYNCHRO 3.

وتكون الإشارة R-P-QUIET V1 مطابقة للإشارة R-P-QUIET 2.

وأثناء الإشارة R-P-QUIET V1، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

وتتحكم الوحدة VTU-O بمدة الإشارة R-P-QUIET V1. وتنهي الوحدة VTU-R إرسال الإشارة R-P-QUIET V1 فور اكتشاف الإشارة O-P-TRAINING V1، ثم تبدأ بإرسال الإشارة R-P-VECTOR 1-1.

2.4.4.10 الإشارة R-P-VECTOR 1-1

تكون الإشارة R-P-VECTOR 1-1 مطابقة للإشارة R-P-VECTOR 1، باستثناء أن الكثافة PSD تساوي القيمة MREFPSDus.

وأثناء إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1-1، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

وينبغي أن تستعمل الوحدة VTU-R قيمة تقدم التوقيت المحسوبة في طور اكتشاف القناة لضمان مواءمة رموز المزامنة في خط بدء التشغيل عند الوحدة VTU-O مع رموز المزامنة في الخطوط الموجهة.

وتسمح الإشارة R-P-VECTOR 1-1 بإعادة تقدير قناة اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد بين خط بدء التشغيل والخطوط الموجهة. وتهدف إعادة التقدير هذه إلى مواكبة التغيرات في قنوات اللغط FEXT التي تسببها التعديلات المحتملة في تشكيلات الطرف الأمامي التماثلي للوحدة VTU-O (VTU-O AFE) أثناء طور اكتشاف القناة.

وتتحكم الوحدة VTU-O بمدة الإشارة R-P-VECTOR 1-1. وفي غضون 64 رمزاً بعد الرمز الأخير للإشارة O-P-SYNCHRO V2، على الوحدة VTU-R أن تنهي إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1-1. ويجب أن لا تتجاوز مدة الإشارة R-P-VECTOR 1-1 قيمة 257 × 1024 رمزاً.

ويجب أن ترد الإشارة R-P-TRAINING 1 بعد الإشارة R-P-VECTOR 1-1.

3.4.4.10 الإشارة R-P-VECTOR 1-2

ترد الإشارة R-P-VECTOR 1-2 بعد الإشارة R-P-SYNCHRO 5. وتكون الإشارة R-P-VECTOR 1-2 مطابقة للإشارة R-P-VECTOR 1-1.

وأثناء إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1-2، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

وتسمح الإشارة R-P-VECTOR 1-2 بإعادة تقدير قناة اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد بين خط بدء التشغيل والخطوط الموجهة. وتهدف إعادة التقدير هذه إلى مواكبة التغيرات في قنوات اللغط FEXT التي تسببها التعديلات المحتملة في تقدم التوقيت أثناء طور التهيئة.

وتتحكم الوحدة VTU-O بمدة الإشارة R-P-VECTOR 1-2. وفي غضون 64 رمزاً بعد الرمز الأخير للإشارة O-P-SYNCHRO V3، على الوحدة VTU-R أن تنهي إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1-2. ويجب أن لا تتجاوز مدة الإشارة R-P-VECTOR 1-2 قيمة 257 × 1024 رمزاً.

ويجب أن ترد الإشارة R-P-SYNCHRO V1 بعد الإشارة R-P-VECTOR 1-2.

4.4.4.10 الإشارة R-P-SYNCHRO V1

تكون الإشارة R-P-SYNCHRO V1 مطابقة للإشارة R-P-SYNCHRO 5، على النحو المحدد في الفقرة 9.2.3.4.3.12 من التوصية [ITU T G.993.2].

وأثناء إرسال الإشارة R-P-SYNCHRO V1، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

ويجب أن ترد الإشارة R-P-VECTOR 2 بعد الإشارة R-P-SYNCHRO V1.

5.4.4.10 الإشارة R-P-VECTOR 2

تحتوي الإشارة R-P-VECTOR 2 في مواقع رموز المزامنة على رموز المزامنة التي تم تشكيلها على النحو المحدد للإشارة R-P-VECTOR 1. وفي مواقع الرموز الأخرى، يتم تشكيل الرموز كما هو بالنسبة للإشارة R-P-TRAINING 2، مع القيام بتحديد القناة SOC الممددة.

ويسمح إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2 للكيان VCE بتقدير قنوات اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من الخطوط الموجهة إلى خط بدء التشغيل، وبتحديث اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة.

وأثناء رموز المزامنة، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة. وأثناء الرموز الأخرى، تكون القناة SOC في حالتها النشطة، وترسل الوحدة VTU-R الرسالة R-IDLE أو R-ERROR-FEEDBACK.

وتتحكم الوحدة VTU-O بمدة الإشارة R-P-VECTOR 2. وفي غضون 64 رمزاً بعد الرمز الأخير للإشارة O-P-SYNCHRO V4، على الوحدة VTU-R أن تنهي إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2.

ويجب أن ترد الإشارة R-P-SYNCHRO V2 بعد الإشارة R-P-VECTOR 2.

ولإنشاء القناة SOC الممددة، يجب أن يتم تشكيل رموز الإشارة R-P-VECTOR 2 المصحوبة بقناة SOC نشطة بتقابل البتات على النحو المحدد في الجدول 10-15، على أن يحسب عدد البتات بالرمز الواحد كما يلي:

$$N_{bitspersymbol} = \frac{16}{10 \cdot R}$$

حيث 1/R عدد صحيح مضاعف للعدد 10 في المدى [10، 120]، كما هو مبين في الرسالة O-TA_UPDATE.

الجدول 10-15 – تقابل البتات للإشارة R-P-VECTOR 2

مؤشر الموجة الحاملة الفرعية	نقطة الكوكبة
5, 10, 15,..., 5*n*, ...	00
1, 1/*R*+1, 2/*R*+1, ..., *n*/*R* + 1, ...	البتتان 0 و1 للرسالة SOC
2, 1/*R*+2, 2/*R*+2, ..., *n*/*R* + 2, ...	البتتان 2 و3 للرسالة SOC
...	...
$10k+m$, $1/R+10k+m$, $2/R+10k+m$, ..., $n/R+10k+m$, ... with k = 0, 1, 2, ... , $\frac{1}{10 \cdot R}-1$ and m = 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9	البتتان $16k+f(m)$ و$16k+f(m)+1$ حيث $f(m)=\begin{cases}2m-2 & \text{if } m=1,2,3,4\\ 2m-4 & \text{if } m=6,7,8,9\end{cases}$
...	...
1/*R*–1, 2/*R*–1, 3/*R*–1, ..., *n* + 1/*R*–1, ...	البتتان $\frac{16}{10 \cdot R}-2$ و$\frac{16}{10 \cdot R}-1$ للرسالة SOC

ملاحظة – في التوصية [ITU-T G.993.2]، يسمح التقابل بين البتات بمقدار 16 بتة للرمز الواحد. وللإبلاغ بشكل أسرع عن عينات الخطأ المبتورة، يجوز للكيان VCE أن يزيد تقابل البتات في القناة SOC بمقدار 16 بتة للرمز الواحد، بدءاً من 16 بتة وصولاً إلى 192 بتة للرمز الواحد، وذلك بخفض عدد تكرارات هذه البتات داخل كل رمز. وللعمليات التي تتم بمعدل 4000 رمز بالثانية، يسفر ذلك عن زيادة في معدل البتات في القناة SOC بخطوات قدرها 64 kbits/s، بدءاً من 64 kbits/s (كما في التوصية [ITU-T G.993.2]) وحتى 768 kbits/s. وللعمليات التي تتم بمعدل 8000 رمز بالثانية، يسفر ذلك عن زيادة في معدل البتات في القناة SOC بخطوات من 128 kbits/s، بدءاً من 128 kbits/s (كما في التوصية [ITU-T G.993.2]) وحتى 1536 kbits/s.

6.4.4.10 الإشارة R-P-SYNCHRO V2

تكون الإشارة R-P-SYNCHRO V2 مطابقة للإشارة R-P-SYNCHRO V1.

وأثناء إرسال الإشارة R-P-SYNCHRO V2، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة.

وينتهي طور التهيئة عند هذه المرحلة، وتنتقل الوحدة VTU-R إلى طور تحليل ومبادلة القناة، انظر الشكل 10-8.

5.10 طور تحليل ومبادلة القناة

1.5.10 لمحة عامة

لا يتطلب طور تحليل ومبادلة القناة أي تغييرات تتعلق بالتوصية [ITU-T G.993.2]، خلاف تلك المتعلقة بحقل المعلمة ITU-T G.993.5 المحدد في الرسالة O-PMS.

2.5.10 رسائل SOC المعدلة والمرسلة أثناء طور تحليل ومبادلة القناة

1.2.5.10 الرسالة O-PMS

تتضمن الرسالة O-PMS (المحددة في الجدول 12-46 من التوصية [ITU-T G.993.2]) التي ترسل أثناء الرسالة O-P-MEDLEY أحد حقول المعلمة ITU-T G.993.5. ويتضمن حقل المعلمة ITU-T G.993.5 عدة معلمات ضرورية لعملية إلغاء اللغط FEXT كما هو مبين في الجدول 10-16.

الجدول 10-16 – حقل المعلمة ITU-T G.993.5 في الرسالة O-PMS

الحقل	اسم الحقل	النسق
1	طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5	1 بايت
2	تغليف قناة العودة خلال وقت العرض	1 بايت
3	عنوان MAC للطبقة 2 للكيان VCE	6 بايتات
4	معرّف الخط للطبقة 2	2 بايت

الحقل #1، "طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5"، ويدل على طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5 بالبايت، باستثناء حقل طول حقل المعلمة ITU-T G.993.5. ويجب أن تدرج جميع الحقول الواردة في الجدول 10-16 في الرسالة O-PMS. ويجب أن يتمثل الحقل بعدد صحيح غير جبري.

الحقل #2، "تغليف قناة العودة خلال وقت العرض"، ويحدد ما إذا كانت قناة العودة خلال وقت العرض مغلفة في رسائل القناة eoc أو في رزم الطبقة 2 للإثرنت. ويجب ضبط الحقل على 00_{16} بالنسبة لتغليف القناة eoc وعلى 01_{16} بالنسبة لتغليف الطبقة 2 للإثرنت. وتحجز القيم الأخرى لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.

الحقل #3، "عنوان MAC للطبقة 2 للكيان VCE"، ويحدد عنوان MAC للكيان VCE لكي تستعمله انتهائية الشبكة (NT) كعنوان المقصد MAC في حال استعمال تغليف الطبقة 2 للإثرنت. ويجب أن يضبط الحقل على 00_{16} في حال استعمال تغليف القناة eoc.

الحقل #4، "معرّف الخط للطبقة 2"، ويحدد معرّف الخط لكي تستعمله انتهائية الشبكة (NT) في حال استعمال تغليف الطبقة 2 للإثرنت. ويجب أن يدرج معرّف الخط (Line_ID) باعتباره البايتتان الأوليان للحمولة النافعة لرزم إثرنت (انظر الشكل 7-9). ويجب أن يضبط الحقل على 0000_{16} في حال استعمال تغليف القناة eoc.

6.10 الانتقال من فترة الاستهلال إلى وقت العرض

يجب أن يرسل الرمز الأخير في الإشارة عند موقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط، بحيث يكون الرمز الأول لوقت العرض عبارة عن رمز بيانات يتم إرساله عند تعداد الرمز 0 بالاتجاه الهابط.

ويكون أول رمز DMT يرد بعد الإشارة O-P-SYNCHRO 6 عبارة عن أول رمز بالاتجاه الهابط لوقت العرض. كذلك يكون أول رمز DMT عقب R-P-SYNCHRO 6 عبارة عن أول رمز بالاتجاه الصاعد في وقت العرض. وتطبق أوضاع معلمات PMD وPMS-TC وTPS-TC التي تم التفاوض بشأنها أثناء طور تحليل ومبادلة القناة ابتداءً من الرمز الأول لوقت العرض.

ويرسل الرمز الأخير للإشارة O-P-SYNCHRO 6 عند أحد مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد، بحيث يكون الرمز الأول لوقت العرض رمز بيانات تم إرساله عند تعداد الرمز 0 بالاتجاه الهابط.

ويكون أول رمز DMT يرد بعد الإشارة R-P-SYNCHRO 6 عبارة عن أول رمز بالاتجاه الصاعد لوقت العرض. وتطبق أوضاع معلمات PMD وPMS-TC وTPS-TC التي تم التفاوض بشأنها أثناء طور تحليل ومبادلة القناة ابتداءً من الرمز الأول لوقت العرض.

ويرسل الرمز الأخير للإشارة R-P-SYNCHRO 6 بعد إرسال الرمز الأخير للإشارة O-P-SYNCHRO 6 بعدد من الرموز لا يقل عن 15 رمزاً ولا يزيد على 257+64+15 رمزاً.

ويجب أن تستمر مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الهابط والتتابع الدليلي بالاتجاه الهابط من فترة الاستهلال وحتى وقت العرض. ويجب أن يتم تشكيل كل رمز مزامنة بالاتجاه الهابط بواسطة تتابع دليلي بالاتجاه الهابط (انظر الفقرة 3.2.6).

ويجب أن تستمر مواقع رموز المزامنة بالاتجاه الصاعد والتتابع الدليلي بالاتجاه الصاعد من فترة الاستهلال وحتى وقت العرض. ويجب أن يتم تشكيل كل رمز مزامنة بالاتجاه الصاعد بواسطة تتابع دليلي بالاتجاه الصاعد (انظر الفقرة 3.3.7).

7.10 إجراءات أسلوب تشخيص العروة

1.7.10 لمحة عامة

يستند إجراء أسلوب تشخيص العروة الوارد في هذه الفقرة إلى فترة الاستهلال على النحو المبين في الفقرات من 1.10 إلى 6.10، مع إضافة خطوات خاصة بأسلوب تشخيص العروة، ومن دون إرسال رسائل R-ERROR-FEEDBACK.

يتم الدخول إلى أسلوب تشخيص العروة بعد استكمال طور المصافحة في التوصية ITU-T G.994.1 إذا تم إعداد نقطة شفرة أسلوب تشخيص العروة في رسالة MS (انظر الفقرتين 2.1.2.3.12 و2.2.2.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]). ويتم الدخول إلى هذا الأسلوب بناءً على طلب من أي وحدتي VTU. وسوف تدعم الوحدتان أسلوب تشخيص العروة.

ويكون تتابع مراحل أسلوب تشخيص العروة عبارة عن نفس التتابع في فترة الاستهلال (المعرف في الفقرات من 1.10 إلى 6.10) حتى طور تحليل ومبادلة القناة حيث تتم مبادلة معلمات الاختبار المدرجة في الجدول 12-64 من التوصية [ITU-T G.993.2] والمعرفة في الفقرة 1.4.11 من التوصية [ITU-T G.993.2]. غير أنه يجري قياس معلمات الاختبار لضوضاء الخط الهادئ (QLN) ودالة خصائص القناة (Hlog) ومبادلتها أثناء طور اكتشاف القناة، على النحو المعرف في الفقرة 3.4.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

ولا تنطبق فترات الإمهال المبينة في الفقرة 1.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2] على أسلوب تشخيص العروة. وتحتاج قيم فترات الإمهال لمزيد من الدراسة.

1.1.7.10 التقابل بين رسائل SOC أثناء أسلوب تشخيص العروة

انظر الفقرة 1.1.4.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

2.7.10 طور اكتشاف القناة وطور التهيئة في أسلوب تشخيص العروة

1.2.7.10 رسائل SOC المتبادلة أثناء طور اكتشاف القناة وطور التهيئة في أسلوب تشخيص العروة

تكون رسائل SOC في طور اكتشاف القناة وطور التهيئة في أسلوب تشخيص العروة هي نفسها المستخدمة في إجراءات الاستهلال المحددة في الفقرتين 3.10 و4.10 على التوالي، باستثناء الرسائل O-PRM وR-PRM وR-MSG1 وO-TA_UPDATE.

1.1.2.7.10 الرسالة O-PRM والرسالة R-PRM

تقاس معلمات الاختبار الخاصة بضوضاء الخط الهادئ، QLN، ودالة خصائص القناة، Hlog، وتتم مبادلتها أثناء طور اكتشاف القناة في الرسالتين O-PRM-LD وR-PRM-LD الواردتين في الفقرة 1.2.4.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]، التي تحل مكان الرسالتين O-PRM وR-PRM.

ملاحظة – يتضمن الحقل #13 والحقل #14 في الرسالتين O-PRM وR-PRM حقل المعلمة ITU-T G.998.4 وحقل المعلمة ITU-T G.998.5. بينما يتضمن الحقل #13 والحقل #14 في الرسالتين O-PRM وR-PRM المعلمتين QLN وHlog.

2.1.2.7.10 الرسالة R-MSG1 (تكمل الفقرة 2.2.3.10)

الحقل #2، "العدد الأقصى لرموز تقدير اللغط FEXT بالإطار الفائق الواحد"، ويحدد العدد الأقصى (*Kmax*) للرموز بالإطار الفائق الواحد الذي من أجله توفر الوحدة VTU-R الدعم للإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة. ويكون نسق الحقل بشكل عدد صحيح غير جبري بقيمة $Kmax = 0$.

الحقل #3، "دعم معلمات التحكم الاختيارية بقناة العودة"، ويبين القيم الاختيارية لمعلمات التحكم التي تدعمها الوحدة VTU-R. ويكون نسق الحقل بشكل عدد صحيح غير جبري بقيمة 00_{16}.

ملاحظة – هذا النص مطابق للفقرة Y .2.2.3.10 في الملحق Y بالتوصية [ITU-T G.993.2].

3.1.2.7.10 الرسالة O-TA_UPDATE (تكمل الفقرة 1.2.4.10)

الحقل #2، "معلمات التحكم بتقرير الخطأ"، ويحدد معلمات التحكم لكل نطاق من النطاقات الموجهة المبينة في الإشارة O-SIGNATURE. وعلى الوحدة VTU-R أن تتجاهل معلمات التحكم بتقرير الخطأ.

الحقل #3، "عامل تكرار القناة SOC"، ويحدد عامل تكرار القناة SOC، 1/R، كما يحدده الكيان VCE. وعلى الوحدة VTU-R أن تتجاهل هذا الحقل.

الحقل #4، "رموز تقدير اللغط FEXT في الإطار الفائق الواحد"، ويحدد عدد الرموز (*K*) في الإطار الفائق الذي يجب الإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة بالنسبة له. ويكون نسق الحقل على شكل عدد صحيح غير جبري بقيمة $K = 0$.

ملاحظة – هذا النص مطابق للفقرة Y .1.2.4.10 في الملحق Y بالتوصية [ITU-T G.993.2]، باستثناء الحقل #3.

2.2.7.10 الإشارات المرسلة أثناء طور اكتشاف القناة وطور التهيئة

إن الإشارات التي ترسل أثناء طور اكتشاف القناة وطور التهيئة هي نفسها المعرفة لفترة الاستهلال في الفقرتين 3.10 و4.10، مع الاستثناءات التالية:

- يكون تقابل رسائل SOC على النحو المحدد في الفقرة 1.1.4.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]؛
- تكون مدة الإشارة O-P-QUIET 1 عبارة عن 8192 رمزاً على الأقل على أن لا تزيد على 16384 رمزاً؛
- تعريف الإشارة R-P-VECTOR 2.

1.2.2.7.10 الإشارة R-P-VECTOR 2 (تحل محل الفقرة 5.4.4.10)

تحتوي الإشارة R-P-VECTOR 2 في مواقع رموز المزامنة على رموز المزامنة التي تم تشكيلها على النحو المحدد للإشارة R-P-VECTOR 1. وفي مواقع الرموز الأخرى، يتم تشكيل الرموز كما هو بالنسبة للإشارة R-P-TRAINING 2، مع تقابل رسائل SOC على النحو المحدد في الفقرة 1.1.4.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

ويسمح إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2 للكيان VCE بتقدير قنوات اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من الخطوط الموجهة إلى خط بدء التشغيل، وبتحديث اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من خطوط بدء التشغيل إلى الخطوط الموجهة.

وأثناء رموز المزامنة، تكون القناة SOC في حالتها غير النشطة. وأثناء الرموز الأخرى، تكون القناة SOC في حالتها النشطة، وترسل الوحدة VTU-R الرسالة R-IDLE.

وتتحكم الوحدة VTU-O بمدة الإشارة R-P-VECTOR 2. وفي غضون 64 رمزاً بعد الرمز الأخير للإشارة O-P-SYNCHRO V4، على الوحدة VTU-R أن تنهي إرسال الإشارة R-P-VECTOR 2.

ويجب أن ترد الإشارة R-P-SYNCHRO V2 بعد الإشارة R-P-VECTOR 2.

الملاحظة 1 – تكون الإشارة R-P-VECTOR 2 في أسلوب تشخيص القناة مطابقة للإشارة R-P-VECTOR 2 المحددة في الفقرة 5.4.4.10 لفترة الاستهلال، بدون قناة SOC ممددة ومع قيام الوحدة VTU-R بإرسال الرسائل R-IDLE بدلاً من الرسائل R-ERROR-FEEDBACK.

الملاحظة 2 – هذا النص مطابق للفقرة Y .4.4.5.10 في الملحق Y بالتوصية [ITU-T G.993.2]، باستثناء تقابل رسائل SOC.

3.7.10 طور تحليل ومبادلة القناة في أسلوب تشخيص العروة

لا يتطلب طور تحليل ومبادلة القناة في أسلوب تشخيص العروة في التوصية ITU-T G.993.5 إجراء أي تغييرات مقارنة بأسلوب تشخيص العروة في التوصية [ITU-T G.993.2].

11 التشكيل ومعلمات الاختبار

تحدد هذه التوصية معلمات التشكيل ومعلمات الاختبار التي ينبغي إتاحتها من خلال قاعدة معلومات إدارة المكتب المركزي (CO-MIB). وتحدد الفقرة 1.11 معلمات التشكيل. أما معلمات الاختبار فتحدد في الفقرة 2.11. وتحدد معلمات التشكيل ومعلمات الاختبار في التوصية [ITU-T G.997.1] بوصفها عناصر إدارة يمكن النفاذ إليها عبر الواجهة Q.

1.11 معلمات التشكيل

1.1.11 تفعيل/عدم تفعيل إلغاء اللغط FEXT

تحدد معلمة التشكيل هذه لكل خط من خطوط زمرة موجهة. وتقوم بتفعيل أو عدم تفعيل إلغاء اللغط FEXT من جميع الخطوط الموجهة الأخرى إلى الزمرة الموجهة. وإذا تم عدم تفعيل إلغاء اللغط FEXT في خط معين، عندئذ لا يحدث أي إلغاء للغط FEXT من أي خط آخر في الزمرة الموجهة إلى ذلك الخط.

وتحدد معلمة التشكيل هذه بصورة مستقلة بالنسبة للاتجاه الهابط والاتجاه الصاعد.

2.1.11 نطاقات التردد غير المطلوبة لإلغاء اللغط FEXT

تكون معلمة التشكيل هذه عبارة عن صفيف من أزواج مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية. ويمثل كل زوج مؤشر بدء وتوقف موجة حاملة فرعية لا يطلب في نطاق ترددها إلغاء اللغط FEXT. ويمكن تشكيل عدد من نطاقات التردد يصل إلى ثمانية.

ويطبق التشكيل نفسه على جميع خطوط الزمرة الموجهة.

وتحدد معلمة التشكيل هذه بصورة مستقلة بالنسبة للاتجاه الهابط والاتجاه الصاعد.

3.1.11 معدل البيانات الصافي (NDR) المستهدف/الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة

تحدد كل من معلمة تشكيل معدل البيانات الصافي (NDR) المستهدف ومعلمة تشكيل الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة بالنسبة لكل خط من خطوط زمرة موجهة. وتساعد معلمتا التشكيل هذه الكيان VCE على البت بتوزيع موارد عقدة النفاذ (AN) الموجهة بين الخطوط في زمرة موجهة من أجل إلغاء اللغط FEXT. وبسبب محدودية الموارد، قد تكون عقدة النفاذ الموجهة غير قادرة على التخفيف من مصادر اللغط FEXT في كل خط من خطوط الزمرة الموجهة. وبالتالي يجوز للكيان VCE أن يختار الحد من عدد مصادر اللغط المقرر إلغاؤها في كل خط موجه.

1.3.1.11 معدل البيانات الصافي (NDR) المستهدف

ينبغي أن تضبط معلمة تشكيل معدل البيانات الصافي (NDR) المستهدف في كل خط على المعدل NDR المتوقع الذي يمكن تحقيقه بالنسبة للخط حين تكون جميع الخطوط في الزمرة الموجهة نشطة وتعمل من دون إعادة الإرسال بحسب التوصية ITU-T G.998.4، أو بدلاً من ذلك، يمكن ضبطها على قيمة خاصة تبين عدم قيام المشغّل بتشكيل معدل NDR المستهدف.

وإذا قام المشغّل بتشكيل المعدل NDR المستهدف ولم يتم اختيار إعادة الإرسال بحسب التوصية ITU-T G.998.4 أثناء بدء التشغيل بالاتجاه المعمول به، ينبغي للكيان VCE أن يوزع موارد كافية بطريقة يكون فيها المعدل NDR أعلى من المعدل NDR المستهدف أو يساويه. وإذا كان المعدل NDR وقت الاستهلال أقل من المعدل NDR المستهدف ولكن أعلى من الحد الأدنى للمعدل NDR (*net_min*، انظر الملحق *K* بالتوصية [ITU-T G.993.2])، يجب أن تستمر الوحدة VTU بالانتقال إلى وقت العرض.

وتحدد معلمة التشكيل هذه بصورة مستقلة بالنسبة للاتجاه الهابط والاتجاه الصاعد.

وتقابل معلمة التشكيل هذه المعلمة TARGET_NDR في التوصية ITU-T G.997.1 (انظر الفقرة 2.20.2.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) في قاعدة معلومات الإدارة في المكتب المركزي (CO-MIB).

2.3.1.11 الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة

ينبغي أن تضبط معلمة تشكيل الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة في كل خط على الإنتاجية المتوقعة (ETR) التي يمكن تحقيقها بالنسبة للخط حين تكون جميع الخطوط في الزمرة الموجهة نشطة وتعمل من دون إعادة الإرسال بحسب التوصية ITU-T G.998.4، أو بدلاً من ذلك، يمكن ضبطها على قيمة خاصة تبين عدم قيام المشغّل بتشكيل الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة.

وإذا قام المشغّل بتشكيل الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة ولم يتم اختيار إعادة الإرسال بحسب التوصية ITU-T G.998.4 أثناء بدء التشغيل بالاتجاه المعمول به، ينبغي للكيان VCE أن يوزع موارد كافية بطريقة تكون فيها الإنتاجية المتوقعة (ETR) أعلى من الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة أو تساويها. وإذا كانت الإنتاجية المتوقعة (ETR) وقت الاستهلال أقل من الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة ولكن أعلى من الحد الأدنى للإنتاجية المتوقعة (ETR) (*ETR_min*، انظر الفقرة 7 من التوصية [ITU-T G.998.4])، يجب أن تستمر الوحدة VTU بالانتقال إلى وقت العرض.

وتحدد معلمة التشكيل هذه بصورة مستقلة بالنسبة للاتجاه الهابط والاتجاه الصاعد.

وتقابل معلمة التشكيل هذه المعلمة TARGET_ETR في التوصية ITU-T G.997.1 (انظر الفقرة 1.20.2.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) في قاعدة معلومات الإدارة في المكتب المركزي (CO-MIB).

4.1.11 أولويات الخطوط

تساعد معلمة التشكيل الكيان VCE في البت بتوزيع موارد عقدة النفاذ (AN) الموجهة بين الخطوط في زمرة موجهة من أجل إلغاء اللغط FEXT. وبسبب محدودية الموارد، قد تكون عقدة النفاذ الموجهة غير قادرة على التخفيف من مصادر اللغط FEXT في كل خط من خطوط الزمرة الموجهة. وبالتالي يجوز للكيان VCE أن يختار الحد من عدد مصادر اللغط المقرر إلغاؤها في كل خط موجه.

ويكون الامتثال لمعلمة تشكيل أولويات الخط اختيارياً. وفي حال توفر الامتثال، يجب تحديد معلمة الامتثال هذه بالنسبة لكل خط من خطوط الزمرة الموجهة. وفيما يتعلق بالامتثال، ينبغي للكيان VCE أن يوزع أولاً موارد كافية بحيث يتم تحقيق معدل البيانات

الصافي (NDR) المستهدف (إذا لم يتم اختيار إعادة الإرسال بحسب التوصية ITU-T G.998.4 في الاتجاه المعمول به) أو الإنتاجية المتوقعة (ETR) المستهدفة (إذا تم اختيار إعادة الإرسال بحسب التوصية ITU-T G.998.4 في الاتجاه المعمول به) بالنسبة لجميع الخطوط في زمرة موجهة. ومن ثَمّ، ينبغي للكيان VCE أن يستغل المستويات المشكلة لأولوية الخط من أجل توزيع الموارد المتبقية بين الخطوط لزيادة تحسين معدلات البيانات الصافية (NDR) أو الإنتاجيات المتوقعة (ETR).

وبالنسبة لكل خط من خطوط الزمرة الموجهة، يتم تشكيل أولوية الخط إما كأولوية منخفضة (LOW) أو كأولوية عالية (HIGH)، أو بدلاً من ذلك، يمكن ضبطها على قيمة خاصة تبين عدم قيام المشغّل بتشكيل أي أولوية للخط. وينبغي للكيان VCE أن يخصص المزيد من الموارد لخط يتسم بأولوية عالية (HIGH) من أجل زيادة أخرى تتجاوز المعدل NDR المستهدف/الإنتاجية ETR المستهدفة (مثلاً بزيادة التخفيف من اللغط FEXT). وينبغي للكيان VCE أن لا يخصص موارد إضافية لخط يتسم بأولوية عالية (HIGH) (إذا تم فعلاً تحقيق الحد الأقصى للمعدل NDR (*net_max*، انظر الملحق K بالتوصية ITU T G.993.2]) على هذا الخط. وإذا تحقق الحد الأقصى للمعدل NDR بالنسبة لجميع الخطوط ذات الأولوية HIGH، يجوز عندئذ للكيان VCE أن يخصص موارده المتبقية للخطوط الموجهة ذات الأولوية LOW من أجل تحسين المعدل NDR/الإنتاجية ETR ليتجاوز المعدل NDR المستهدف/الإنتاجية ETR المستهدفة.

ملاحظة – قد لا يحتاج كيان VCE تتوفر فيه موارد كافية إلى استعمال أولويات الخطوط التي تم تشكيلها من أجل توزيع موارده، وفي هذه الحالات، يجوز للكيان VCE أن يتجاهل أولويات الخطوط التي تم تشكيلها.

وتحدد معلمة التشكيل هذه بصورة مستقلة بالنسبة للاتجاه الهابط والاتجاه الصاعد.

5.1.11 الحجم المطلوب لمجموعة الموجات الحاملة الفرعية (XLINGREQ)

تمثل هذه المعلمة القيمة المطلوبة *XLING* (انظر الفقرتين 2.1.2.11 و2.2.2.11). ويجب أن تكون قيمة *XLING* المبلغ عنها أصغر قيمة متوفرة تساوي *XLINGREQ* أو أكبر منها.

وتحدد معلمة التشكيل هذه بصورة مستقلة بالنسبة للاتجاه الهابط والاتجاه الصاعد.

2.11 معلمات الاختبار

1.2.11 معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الهابط (Xlinpsds)

1.1.2.11 تعريف معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الهابط (Xlinpsds)

يعرّف كسب إدراج اللغط FEXT من الخط L_2 إلى الخط L_1 بالاتجاه الهابط على التردد f، $FEXT_IG_DS_{L1,L2}(f)$ بأنه النسبة بين جهد اللغط FEXT المستقبل داخل حمل قيمته 100 أوم على الخط L_1 وبين الجهد المرسل (داخل حمل قيمته 100 أوم) على الخط L_2. وإذا كان الجهد المرسل على الخط L_2 داخل حمل قيمته 100 أوم يساوي $V_REFERENCE_O(f)$ وجهد اللغط FEXT المستقبل على الخط L_1، حين ينتهي طرفاه بحمل قيمته 100 أوم كما هو مبين في الشكل 11-1، يساوي $V_FEXT_R(f)$، عندئذ يعطى كسب إدراج اللغط FEXT من الخط L_2 إلى الخط L_1 بالاتجاه الهابط وبمقياس خطي بالمعادلة الواردة أدناه:

$$FEXT_IG_DS_{L1,L2}(f) = \frac{V_FEXT_R(f)}{V_REFERENCE_O(f)}$$

ويعرّف معامل اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الهابط من الخط L_2 إلى الخط L_1 على التردد f بالنسبة بين كسب إدراج اللغط FEXT من الخط L_2 إلى الخط L_1 وبين الكسب المباشر لإدراج القناة للخط L_1 (أو دالة خصائص القناة، H، للخط L_1) على النحو التالي:

$$Xlinds_{L1,L2}(f) = \frac{FEXT_IG_DS_{L1,L2}(f)}{H_{L1}(f)}$$

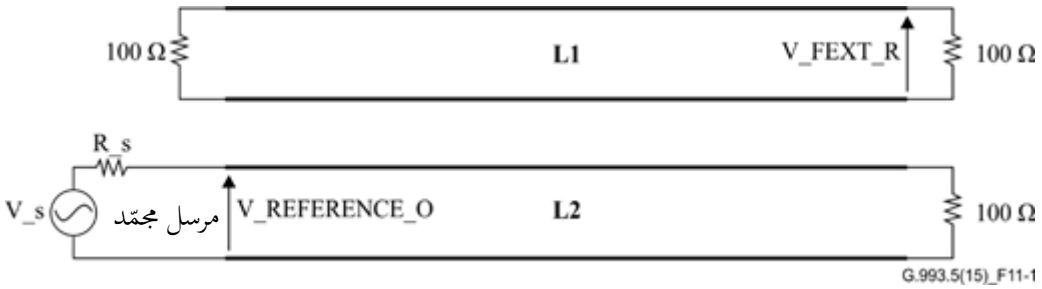
ويمكن أيضاً تمثيل معامل اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الهابط بدلالة الجهد المستمر $V_DIRECT_R(f)$ الوارد إلى الخط L_1، والجهد الوارد لقناة اللغط FEXT على الخط L_1، على النحو التالي:

$$Xlinds_{L1,L2}(f) = \frac{V_FEXT_R(f)}{V_DIRECT_R(f)}$$

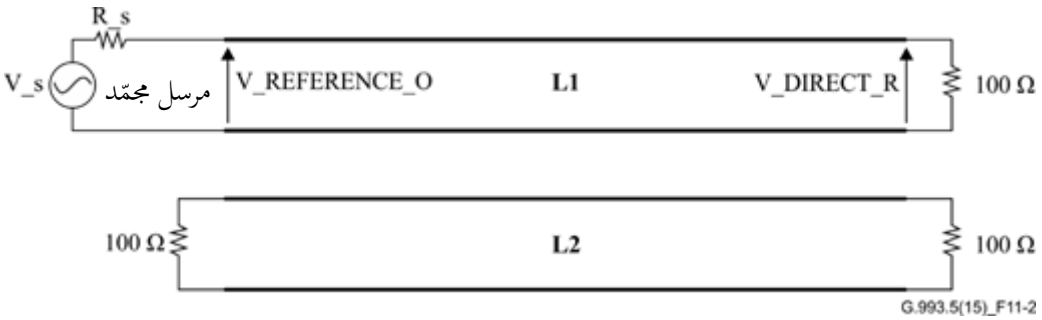
حيث، كما هو مبين في الشكل 11-2، $V_DIRECT_R(f)$ هو الجهد الوارد إلى حمل بقيمة 100 أوم على الخط L_1، حين يكون مرسل يساوي جهده المرسل $V_REFERENCE_O(f)$ (في 100 أوم) مجمداً بحالة الإرسال الخاصة به وموصولاً بالخط نفسه. وكما هو مبين في الشكل 11-1، يساوي $V_FEXT_R(f)$ الجهد الوارد إلى الخط L_1، حين ينتهي هذا الخط بحمل قيمته 100 أوم على جانبيه وحين يكون المرسل ذو جهد الإرسال نفسه موصولاً بالخط L_2.

الملاحظة 1 – هذا التعريف مستقل عن قيمة $V_REFERENCE_O(f)$. ومع ذلك ينبغي أن يكون بنفس رتبة القيم العادية للجهد المرسل على الخط.

الملاحظة 2 – يكون التعريف الوارد أعلاه مستقلاً عن أي مرشاح للمستقبل لأن تأثيرات مرشاح المستقبل للخط L_1 مدرجة في البسط والمقام وبالتالي تلغى.



الشكل 11-1 – تعريف Xlin بالاتجاه الهابط (الجهد الوارد لقناة اللغط FEXT)



الشكل 11-2 – تعريف Xlin بالاتجاه الهابط (الجهد المستمر الوارد للقناة)

2.1.2.11 الإبلاغ عن معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الهابط (Xlinpsds)

يتمثل كل نطاق تردد يتم فيه تخزين معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الهابط $Xlinpsds_{i,k}(n\times\Delta f)$ الإبلاغ عنها بزوج من المؤشرات مؤلف من مؤشر بدء الموجة الحاملة الفرعية (start_subcarrier_index) ومؤشر توقف الموجة الحاملة الفرعية (stop_subcarrier_index). وتمثل المعلمة *XLINBANDSds* المبلغ عنها صفيفاً من هذه الأزواج بترتيب تصاعدي للتردد.

ملاحظة – قد لا يتطابق المؤشر start_subcarrier_index والمؤشر stop_subcarrier_index مع حافتي خطة النطاق.

تخزن معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الهابط $Xlinpsds_{i,k}(n\times\Delta f)$ ويتم الإبلاغ عنها إلى كيان الإدارة بناءً على طلب جميع أزواج مؤشرات الخطوط (i, k) على الأقل في الزمرة الموجهة والمؤشرات n للموجات الحاملة الفرعية التي يتم بالنسبة إليها تقدير أو إلغاء اللغط FEXT بالاتجاه الهابط من الخط k إلى الخط i على نطاق تردد يتضمن المؤشر n للموجة الحاملة الفرعية مع

$$n \in \bigcup_{bands} \{start_subcarrier_index + m \times XLINGds : m = 0 \ldots \lfloor (stop_subcarrier_index - start_subcarrier_index)/XLINGds \rfloor\}$$

حيث تدل $\lfloor x \rfloor$ على تقريب إلى العدد الصحيح الأدنى.

في هذا الوصف، تمثل *XLINGds* حجم مجموعة الموجات الحاملة الفرعية اللازمة للإبلاغ عن اقتران اللغط FEXT وتقتصر على قوى مرفوعة للأس 2، ويجب أن تكون أصغر قيمة متوفرة مساوية لقيمة *XLINGREQds* أو أكبر منها (انظر الفقرة 5.1.11) ولا تزيد على 64، وتقتصر على أقصى عدد من الموجات الحاملة الفرعية التي يتم الإبلاغ عنها من بين 511 موجة حاملة فرعية.

ويجب أن تتمثل دالة خصائص القناة، $Xlinpsds_{i,k}(n \times \Delta f)$، في النسق الخطي بعامل قياس وعدد مركب مقيّس $a(n) + j \times b(n)$، حيث n مؤشر الموجة الحاملة الفرعية. ويجب تشفير عامل القياس *XLINSCds* بعدد صحيح غير جبري مؤلف من *16* بتة. ويشفر كل من $a(n)$ و$b(n)$ بعدد صحيح جبري بشكل متمم اثنيني. وتحدد قيمة $Xlinpsus_{i,j}(n \times \Delta f)$ بالمعادلة $Xlinpsus_{i,j}(n \times \Delta f) = (XLINSCds/2^{15}) \times (a(n) + j \times b(n))/2^{15}$). ولزيادة الدقة إلى أقصى حد، يتم اختيار عامل القياس *XLINSCds* بحيث يساوي القيمة $2^{15} - 1$ بالنسبة لجميع قيم n $max(|a(n)|, |b(n)|)$.

يدعم نسق البيانات هذا تقسيماً أدق للكمية $Xlin(f)$ قدره 2^{-15} ومدى دينامي لها يتراوح تقريباً بين +6 dB و–90 dB.

وتعتبر قيمة $Xlinpsds_{i,j}(n \times \Delta f)$ التي تعطى مع $a(n) = b(n) = -2^{15}$ قيمة خاصة. وهي تبين عدم إمكانية إجراء قياس من الخط k إلى الخط i بالنسبة للموجة الحاملة الفرعية n.

وتعتبر قيمة $Xlinpsds_{i,j}(n \times \Delta f)$ التي تعطى مع $a(n) \geq 0$ و$b(n) = 0$ لجميع قيم n المبلغ عنها قيمة خاصة أخرى مما يعني عدم وجود معلومات عن الطور وأن قيمة $Xlinpsus_{i,j}(n \times \Delta f)$ تساوي $(XLINSCds/2^{15}) \times (a(n))/2^{15}$.

وتساوي $Xlinpsds_{i,k}(n \times \Delta f)$ بوحدات dB القيمة $Xlogpsds_{i,k}(n \times \Delta f)$:

$$Xlogpsus_{i,k}(n \times \Delta f) = 20\log_{10}(|Xlinpsus_{i,k}(n \times \Delta f)|)$$

وتعطى صيغ جميع متطلبات الدقة بالنسبة للكمية *Xlinpsus* بدلالة مقدار (*Xlogpsds*) فقط.

أما متطلبات الدقة بالنسبة للكمية *Xlogpsds* فتسمح لها بأن تكون لوغاريتم مقدار عناصر التقريب من المرتبة الأولى لتوسيع تايلر لمصفوفة المشفر المسبق المعكوسة (انظر الشكل 6-1). وأما المتطلبات الأخرى للدقة بالنسبة للكمية *Xlogpsds* فتحتاج لمزيد من الدراسة.

2.2.11 معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد (Xlinpsus)

1.2.2.11 تعريف اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد (Xlinpsus)

يعرّف كسب إدراج اللغط FEXT من الخط L_2 إلى الخط L_1 بالاتجاه الصاعد على التردد f، $FEXT_IG_US_{L1,L2}(f)$ بأنه النسبة بين جهد اللغط FEXT الوارد إلى حمل بقيمة 100 أوم على الخط L_1 وبين الجهد المرسل (داخل حمل بقيمة 100 أوم) على الخط L_2. وإذا كان الجهد المرسل على الخط L_2 داخل حمل بقيمة 100 أوم يساوي $V_REFERENCE_R(f)$ وجهد اللغط FEXT الوارد إلى الخط L_1، حين ينتهي طرفاه بحمل من 100 أوم كما هو مبين في الشكل 11-3، يساوي $V_FEXT_O(f)$، عندئذ يعطى كسب إدراج اللغط FEXT من الخط L_2 إلى الخط L_1 بالاتجاه الصاعد وبمقياس خطي بالمعادلة الواردة أدناه:

$$FEXT_IG_US_{L1,L2}(f) = \frac{V_FEXT_O(f)}{V_REFERENCE_R(f)}$$

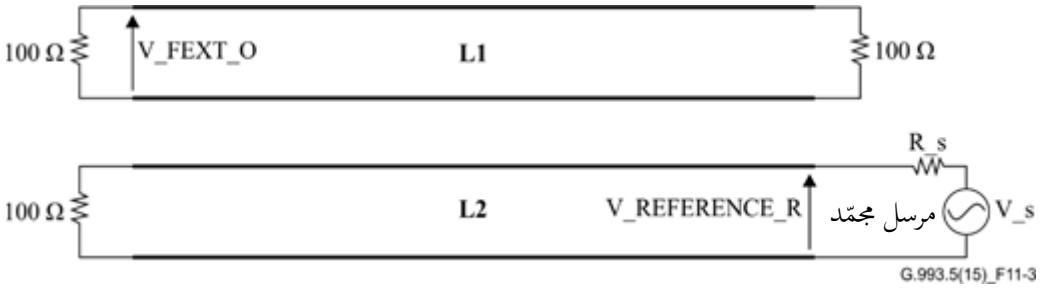
ويعرّف معامل اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من الخط L_2 إلى الخط L_1 على التردد f بالنسبة بين كسب إدراج اللغط FEXT من الخط L_2 إلى الخط L_1 وبين الكسب المباشر لإدراج القناة للخط L_2 (أو دالة خصائص القناة، H، للخط L_2) على النحو التالي:

$$Xlinus_{L1,L2}(f) = \frac{FEXT_IG_US_{L1,L2}(f)}{H_{L2}(f)}$$

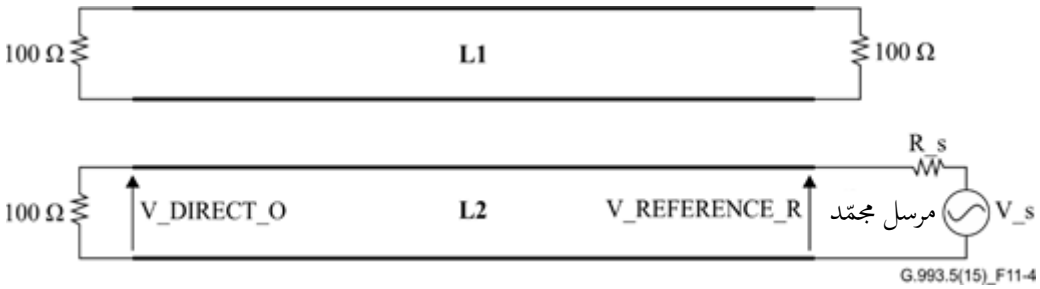
ويمكن أيضاً تمثيل معامل اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد بدلالة الجهد المستمر $V_DIRECT_O(f)$ الوارد إلى الخط L_2، والجهد الوارد لقناة اللغط FEXT على الخط L_1، على النحو التالي:

$$Xlinus_{L1,L2}(f) = \frac{V_FEXT_O(f)}{V_DIRECT_O(f)}$$

حيث، كما هو مبين في الشكل 11-4، $V_DIRECT_O(f)$ هو الجهد الوارد إلى حمل بقيمة 100 أوم على الخط L_2، حين يكون مرسل يساوي جهده المرسل $V_REFERENCE_R(f)$ (في 100 أوم) مجمداً بحالة الإرسال الخاصة به وموصولاً بالخط نفسه. وكما هو مبين في الشكل 11-3، يساوي $V_FEXT_O(f)$ الجهد الوارد إلى الخط L_1، حين ينتهي هذا الخط بحمل من 100 أوم على جانبيه وحين يكون المرسل ذو جهد الإرسال نفسه موصولاً بالخط L_2.



الشكل 11-3 – تعريف Xlin بالاتجاه الصاعد (الجهد الوارد لقناة اللغط FEXT)



الشكل 11-4 – تعريف Xlin بالاتجاه الصاعد (الجهد المستمر الوارد للقناة)

2.2.2.11 الإبلاغ عن معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد (Xlinpsus)

يتمثل كل نطاق تردد يتم فيه تخزين معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد ($n\times\Delta f$) $Xlinpsus_{i,k}$ والإبلاغ عنها بزوج من المؤشرات مؤلف من مؤشر بدء الموجة الحاملة الفرعية (start_subcarrier_index) ومؤشر توقف الموجة الحاملة الفرعية (stop_subcarrier_index). وتمثل المعلمة *XLINBANDSus* المبلغ عنها صفيفاً من هذه الأزواج بترتيب تصاعدي للتردد.

ملاحظة – قد لا يتطابق المؤشر start_subcarrier_index والمؤشر stop_subcarrier_index مع حافتي خطة النطاق.

تخزن معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد ($n\times\Delta f$) $Xlinpsus_{i,k}$ ويتم الإبلاغ عنها إلى كيان الإدارة بناء على طلب جميع أزواج مؤشرات الخطوط (i, k) على الأقل في الزمرة الموجهة والمؤشرات n للموجات الحاملة الفرعية التي يتم بالنسبة إليها تقدير أو إلغاء اللغط FEXT بالاتجاه الصاعد من الخط k إلى الخط i على نطاق تردد يتضمن المؤشر n للموجة الحاملة الفرعية مع

$$n \in \bigcup_{bands} \{start_subcarrier_index + m \times XLINGus : m = 0 \ldots \lfloor (stop_subcarrier_index - start_subcarrier_index)/XLINGus \rfloor\}$$

حيث تدل $\lfloor x \rfloor$ على تقريب إلى العدد الصحيح الأدنى.

في هذا الوصف، تمثل *XLINGus* حجم مجموعة الموجات الحاملة الفرعية اللازمة للإبلاغ عن اقتران اللغط FEXT وتقتصر على قوى مرفوعة للأس 2، وتكون مساوية لقيمة *XLINGREQus* أو أكبر منها (انظر الفقرة 5.1.11) ولا تزيد على 64، وتقتصر على أقصى عدد من الموجات الحاملة الفرعية التي يتم الإبلاغ عنها من بين 511 موجة حاملة فرعية.

ويجب أن تتمثل دالة خصائص القناة، $Xlinpsus_{i,k}\ (n\times\Delta f)$، في النسق الخطي بعامل قياس وعدد مركب مقيّس $a(n) + j \times b(n)$، حيث n مؤشر الموجة الحاملة الفرعية. ويجب تشفير عامل القياس *XLINSCus* بعدد صحيح غير جبري مؤلف من *16* بتة. ويشفر كل من $a(n)$ و$b(n)$ بعدد صحيح جبري بشكل متمم اثنيني. وتحدد قيمة $Xlinpsus_{i,j}\ (n\times\Delta f)$ بالمعادلة $Xlinpsus_{i,j}\ (n\times\Delta f) = (XLINSCus/2^{15}) \times (a(n) + j \times b(n))/2^{15}$. ولزيادة الدقة إلى أقصى حد، يتم اختيار عامل القياس *XLINSCus* بحيث يساوي القيمة $2^{15} - 1$ بالنسبة لجميع قيم n $max(|a(n)|, |b(n)|)$.

يدعم نسق البيانات هذا تقسيماً أدق للكمية $Xlin(f)$ قدره 2^{-15} ومدى دينامي لها يتراوح تقريباً بين +6 dB و–90 dB.

وتعتبر قيمة $Xlinpsus_{i,j}\ (n\times\Delta f)$ التي تعطى مع $a(n) = b(n) = -2^{15}$ قيمة خاصة. وهي تبين عدم إمكانية إجراء قياس من الخط k إلى الخط i بالنسبة للموجة الحاملة الفرعية n.

وتعتبر قيمة $Xlinpsus_{i,j}\ (n\times\Delta f)$ التي تعطى مع $a(n) \geq 0$ و$b(n) = 0$ لجميع قيم n المبلغ عنها قيمة خاصة أخرى مما يعني عدم وجود معلومات عن الطور وأن قيمة $Xlinpsus_{i,j}\ (n\times\Delta f)$ تمثل مقدار $a(n)$.

وتساوي $Xlinpsus_{i,k}\ (n\times\Delta f)$ بوحدات dB القيمة $Xlogpsus_{i,k}\ (n\times\Delta f)$:

$$Xlogpsus_{i,k}\ (n\times\Delta f) = 20\log_{10}(\ |Xlinpsus_{i,k}\ (n\times\Delta f)|\ )$$

وتعطى صيغ جميع متطلبات الدقة بالنسبة للكمية *Xlinpsus* بدلالة مقدار (*Xlogpsus*) فقط وتحتاج لمزيد من الدراسة.

الملحق A

تخفيف اللغط FEXT القوي

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.A مقدمة

يحدد هذا الملحق طريقة للتخفيف من اللغط FEXT القوي.

ويمثل هذا الملحق خصائص وظيفية اختيارية لا تنطبق إلا إذا كانت الوحدة VTU تعمل وفقاً للملحق Q بالتوصية [ITU-T G.993.2].

وتشمل الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق ما يلي:

- إجراء تعديل على الكسب الذي يستحثه المرسل لمرسلات–مسقبلات الخط VDSL2 (TIGAV)؛
- استعمال عتبة ممددة لبتر الخطأ.

2.A معلمات التحكم بالمعدل الأدنى للبيانات الإضافية للرسالة (تعدل الفقرة 4.5.9 من التوصية ITU-T G.993.2]

فيما يتعلق بالتشغيل وفقاً لهذا الملحق، تشتق معلمات التحكم بالمعدل msg_{min} بالاتجاه الهابط والمعدل msg_{min} بالاتجاه الصاعد من معلمات التشكيل MSGMINds وMSGMINus (المحددة في القاعدة CO-MIB، انظر الفقرة 5.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) على التوالي، وذلك على النحو التالي:

- بالنسبة للتوصيف 35b:
  - بالاتجاه الهابط: $\max(\text{MSGMINds}, 200\ \text{kbit/s}) \leq msg_{min} \leq 236\ \text{kbit/s}$؛
  - بالاتجاه الصاعد: $\max(\text{MSGMINus}, 64\ \text{kbit/s}) \leq msg_{min} \leq 236\ \text{kbit/s}$؛
- بالنسبة للتوصيف 17a:
  - بالاتجاه الهابط: $\max(\text{MSGMINds}, 64\ \text{kbit/s}) \leq msg_{min} \leq 236\ \text{kbit/s}$؛
  - بالاتجاه الصاعد: $\max(\text{MSGMINus}, 64\ \text{kbit/s}) \leq msg_{min} \leq 236\ \text{kbit/s}$؛

3.A عينات الخطأ المبتورة

1.3.A تعريف عينات الخطأ المبتورة (تستعيض عن الفقرة 4.2.3)

عينة الخطأ المبتورة: هي عيّنة خطأ مقيّسة سبّب لها الكيان VCE المزيد من البتر (انظر الفقرة 3.3.A).

2.3.A معلمات التحكم بالإبلاغ عن عينات الخطأ المبتورة (تعدل الفقرة 1.2.2.7)

فيما يتعلق بالتشغيل وفقاً لهذا الملحق، يحدد الجدول 1.A قيمة إلزامية إضافية لمعلمات التحكم بعينات الخطأ المبتورة إضافة إلى القيم الواردة في الجدول 7-2. وتحدد هذه القيمة للكيان VCE المقرر تشكيله وللوحدة VTU-O والوحدة VTU-R المقرر دعمها.

الجدول 1.A – القيم الإضافية لمعلمات التحكم بقناة العودة

المعلمة	القيمة الصالحة الإضافية للكيان VCE	القيمة الإلزامية الإضافية للوحدة VTU-O والوحدة VTU-R
B_max	13	13

3.3.A تعريف عيّنة الخطأ المقيّسة (تعدل الفقرة 1.2.7)

بالنسبة لجميع قيم *B_max*، تكون عينة الخطأ المقيّسة على النحو الوارد في الفقرة 1.2.7.

يتم بتر المكونتان الحقيقية والتخيلية لكل عينة E من عينات الخطأ المقيّسة وتحسب قيمتهما بأعداد صحيحة بالنسبة لمكونتي عينة الخطأ المبتورة q_x و q_y على التوالي، وذلك على النحو التالي:

$$\text{for } B_max \le 11: \quad \begin{aligned} q_x &= \max\left(-2^{B_\max}, \min\left(\left\lfloor e_x \times 2^{N_\max-1} \right\rfloor, 2^{B_\max}-1\right)\right) \\ q_y &= \max\left(-2^{B_\max}, \min\left(\left\lfloor e_y \times 2^{N_\max-1} \right\rfloor, 2^{B_\max}-1\right)\right) \end{aligned},$$

$$\text{for } B_max = 13: \quad \begin{aligned} q_x &= \max\left(-CT, \min\left(\left\lfloor e_x \times 2^{N_\max-1} \right\rfloor, CT-1\right)\right) \\ q_y &= \max\left(-CT, \min\left(\left\lfloor e_y \times 2^{N_\max-1} \right\rfloor, CT-1\right)\right) \end{aligned},$$

حيث تمثل $Q = q_x + j \times q_y$ عينة الخطأ المبتورة ويمثل *N_max* عمق التكمية الأقصى لعينات الخطأ المقيّسة في الوحدات VTU-R ويضبط على 12، ويمثل *B_max* الحد العلوي لمؤشر البتات المتعلق بالإبلاغ عن مكونتي عينات الخطأ المبتورة q_x و q_y (مع *B_max* < *N_max*)، حيث يتم تشكيل *B_max* بواسطة الكيان VCE، انظر الجدولين 7-1 و7-2).

وفي الحالة *B_max* = 13، تمثل المعلمة *CT* عتبة البتر، وتتحدد قيمتها وفقاً لتقدير مقدم الخدمة وتكون ضمن الفاصل $[2^{B_max} - 2^{(N_max-1)}, 2^{B_max}]$. وتحدد الوحدة VTU-R قيمة *CT* خلا فترة الاستهلال قبل إرسال الرسالة R-ERROR-FEEDBACK، ويجب أن تظل متطابقة خلال بقية فترة الاستهلال وخلال وقت العرض اللاحق (انظر الملاحظتين 1 و2).

الملاحظة 1 – بالإشارة إلى عامل القياس المبين في الشكل 7-3، تكون فترات البتر المكافئة لكل من *e_x* و*e_y* كما يلي:

for $B_max \le 11$: $\left[-\left(\frac{2^{B_\max}}{2^{(N_\max-1)}}\right), \left(\frac{2^{B_\max}-1}{2^{(N_\max-1)}}\right)\right]$، وتساوي تقريباً [−1,1] في الحالة *B_max* = 11،

وفي الحالة *B_max* = 13: $\left[-\frac{CT}{2^{(N_\max-1)}}, \frac{CT-1}{2^{(N_\max-1)}}\right]$، مع وجود $\frac{CT}{2^{(N_\max-1)}}$ ضمن الفاصل [3,4]، وتساوي تقريباً $CT = (2^{B_max} - 2^{(N_max-1)})$ for [−3,3].

الملاحظة 2 – في الحالة *B_max* = 11، لا يسمح ببتر استنسابي من مقدم الخدمة لعينات الخطأ الواقعة في المدى $[-(2^{B_max} - 2^{(N_max-1)}), (2^{B_max} - 2^{(N_max-1)})-1]$.

وبالنسبة لجميع قيم *B_max*، تتمثل قيم مكونتي عينات الخطأ المبتورة q_x و q_y باستخدام تمثيل بمتمم اثنيني مكون من *B_max*+1 بتة. ويرد في الفقرة 2.2.7 تعريف لنسق عينة الخطأ المبتورة اللازم للإبلاغ عبر قناة العودة. ويتم تشكيل الموجات الحاملة الفرعية الخاصة التي تبلغ بواسطتها عينات الخطأ المبتورة خلال فترة الاستهلال وخلال وقت العرض على النحو المحدد في الفقرة 1.2.4.10 والفقرة 1.8، على التوالي.

4.A أوامر إعادة التشكيل على الخط مباشرة (OLR)

تدعم الوحدة VTU أوامر OLR لتسهيل تشغيل الخطوط الموجهة وفقاً لهذا الملحق (انظر الجدول 2.A).

الجدول 2.A – أوامر وردود إعادة التشكيل على الخط مباشرة (OLR)

نوع الأمر	اتجاه الأمر	محتوى الأمر	محتوى الردّ
طلب OLR من النوع 7 (TIGAV)	من VTU_O إلى VTU-R	يجب تطبيق عامل التعويض عن الكسب النسبي (r_i) وحمولة البتات (b_i) المقترحة على مجموعة من الموجات الحاملة الفرعية بالاتجاه الهابط.	رد TIGAV-ACK أو رد TIGAV-Reject
طلب OLR من النوع 8 (TIGAVRESP)	من VTU_R إلى VTU-O	يجب تطبيق حمولة البتات (b_i) على المجموعة ذات الصلة من الموجات الحاملة الفرعية بالاتجاه الهابط ومعلمات التأطير.	رد TIGAVRESP-ACK أو رد TIGAVRESP-Reject

5.A طور المصافحة الوارد في التوصية ITU-T G.994.1 (تعدل الفقرة 2.10)

يتم التفاوض بشأن الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق أثناء طور المصافحة الوارد في التوصية ITU-T G.994.1 خلال فترة الاستهلال، وذلك باستخدام نقطة الشفرة NPar(3) المحددة في الجدول 1.10.68.11 بالتوصية [ITU-T G.994.1]. وتحدد الجداول من 3.A إلى 6.A استعمال نقطة الشفرة هذه في الرسائل CL وCLR وMS الواردة في التوصية ITU-T G.994.1.

الجدول 3.A – تعاريف بتات NPar(3) في الرسالة CL للوحدة VTU-O

بتة NPar(3) في التوصية ITU-T G.994.1	تعريف بتات NPar(3)
توفير تخيف قوي للغط FEXT	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-O تدعم الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-O لا تدعم الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق.

الجدول 4.A – تعاريف بتات NPar(3) في الرسالة MS للوحدة VTU-O

بتة NPar(3) في التوصية ITU-T G.994.1	تعريف بتات NPar(3)
توفير تخيف قوي للغط FEXT	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة، ويتم اختيار توصيف ينطبق عليه هذا الملحق. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق.

الجدول 5.A – تعاريف بتات NPar(3) في الرسالة CLR للوحدة VTU-R

بتة NPar(3) في التوصية ITU-T G.994.1	تعريف بتات NPar(3)
توفير تخيف قوي للغط FEXT	إذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى أن الوحدة VTU-R تدعم الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن الوحدة VTU-R لا تدعم الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق.

الجدول 6.A – تعاريف بتات NPar(3) في الرسالة MS للوحدة VTU-R

بتة NPar(3) في التوصية ITU-T G.994.1	تعريف بتات NPar(3)
توفير تخيف قوي للغط FEXT	تضبط هذه البتة على **واحد**، فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CL الأخيرة السابقة ورسالة CLR الأخيرة السابقة، ويتم اختيار توصيف ينطبق عليه هذا الملحق. وإذا ضبطت على **واحد**، تشير هذه البتة إلى تفعيل الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى عدم تفعيل الخصائص الوظيفية المحددة في هذا الملحق.

وإذا ضبطت بتة Npar(3) "توفير تخيف قوي للغط FEXT" في الرسالة CLR الواردة في التوصية ITU-T G.994.1 على **واحد**، فيجب عندئذ أن تدل الرسالة على دعم التوصيف 35b وقد تدل على دعم أي توصيف آخر.

وإذا ضبطت بتة Npar(3) "توفير تخيف قوي للغط FEXT" في الرسالة CL الواردة في التوصية ITU-T G.994.1 على **واحد** وتم تفعيل التوصيف 35b في القاعدة CO-MIB، فيجب عندئذ أن تدل الرسالة على دعم التوصيف 35b وقد تدل على دعم أي توصيف آخر.

وإذا ضبطت بتة Npar(3) "توفير تخيف قوي للغط FEXT" في الرسالة CLR الواردة في التوصية ITU-T G.994.1 على **واحد**، فيجب عندئذ أن تعمل الرسالة وفقاً للملحق Q بالتوصية [ITU-T G.993.2] وأن تختار التشغيل وفقاً للتوصيف 17a أو التوصيف 35b.

6.A الخصائص الوظيفية للتعديل TIGAV

تدعم كل من الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R الخصائص الوظيفية المرتبطة بإجراء التعديل TIGAV.

ويتمثل الهدف من الإجراء في الاستيعاب السريع لتغيرات المشفر المسبق في بيئة عالية اللغط من خلال تبيان التغيرات المرتبطة بكسب التعويض والتغيرات المتوقعة لحمولة البتات على الموجات الحاملة الفرعية ذات الصلة بالاتجاه الهابط إلى الوحدة VTU-R.

تبدأ الوحدة VTU-O الإجراء بإرسال أمر TIGAV إلى الوحدة VTU-R يدل على عامل تعويض الكسب النسبي (r_i) وحمولة البتات المقترحة (b_i) المقرر تطبيقها على المجموعة المشار إليها من الموجات الحاملة الفرعية بالاتجاه الهابط. ورداً على ذلك، واستناداً إلى قيم r_i الواردة، تقوم الوحدة VTU-R بحساب الحمولة الفعلية للبتات بالاتجاه الهابط وتعيده إلى الوحدة VTU-O عن طريق أمر TIGAVRESP. إضافة إلى ذلك، ترسل الوحدة VTU-O إلى الوحدة VTU-R واسماً زمنياً يدل على موقع الرموز الذي تقوم عنده الوحدة VTU-R بتطبيق قيم r_i الجديدة وتطبق الوحدتان VTU قيم b_i الفعلية التي طلبتها الوحدة VTU-R. وترد في الفقرة 2.6.A التفاصيل المتعلقة بتبادل الرسائل.

ويمكن للوحدة VTU-R أن تقبل حمولة البتات الفعلية لتكون كما هي مقترحة في الأمر TIGAV، أو أن تطلب أن تكون حمولة البتات الفعلية مختلفة. وفي الحالة الثانية، يتعين على حمولة البتات الفعلية المطلوبة من الوحدة VTU-R في الأمر TIGAVRESP أن تتبع القواعد المحددة في الفقرة 2.1.6.A.

1.6.A الأمر TIGAV والأمر TIGAVRESP

الأمر TIGAV والأمر TIGAVRESP هما من أوامر إعادة التشكيل على الخط مباشرة (OLR) يستعملان لتسهيل إجراء التعديل TIGAV. ويتسم كلاهما بأولوية عالية؛ حيث إن الأثمونات الأولى من الأمران والردود المرتبطة بهما هي نوع من أوامر OLR محدد في الجدول 11-2 من التوصية [ITU-T G.993.2]. أما الأثمونات اللاحقة من الردود فهي على النحو المحدد في الجدول 7.A. وترسل أثمونات الأوامر والردود باستعمال النسق المحدد في الفقرة 1.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2]. وتطبق تجزئة الرسائل إلى مقاطع على النحو المحدد في الفقرة 3.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2].

يرسل أمر TIGAV فقط عن طريق الوحدة VTU-O.

ويرسل أمر TIGAVRESP فقط عن طريق الوحدة VTU-R.

ويستعمل رقم تعريف الأمر TIGAV (TID) المكون من 4 بتات لتحديد هوية الأمر الخاص TIGAV. ويجب أن يزداد الرقم TID كلما استهلت الوحدة VTU-O أمر TIGAV يحتوي على مجموعة جديدة من المعلمات وأن يفيض عند الرقم 1111_2، أي أن يزداد من 1111_2 إلى 0000_2.

وتشير الوحدة VTU-R في الأمر TIGAVRESP إلى نفس قيمة TID التي أشارت إليها الوحدة VTU-O في الأمر TIGAV المناظر.

الجدول 7.A – الأمر TIGAV والأمر TIGAVRESP

الاسم	الطول (بايت)	عدد الأثمونات	المحتوى	الدعم
طلب (TIGAV) من النوع 7	متغير	2	10_{16} (الملاحظة 1)	
		3	تمثل البتات الأربع الأكثر دلالة رقم التعريف TID (مع مدى صالح بين 0 و15، يتمثل بعدد صحيح غير جبري). تمثل البتات الأربع الأقل دلالة عدد الحقول الفرعية لمعلمات نطاق الموجات الحاملة الفرعية ($1 \leq N_{scbt} \leq 15$، وتتمثل بعدد صحيح غير جبري).	
		متغير	حقل معلمة نطاقات الموجات الحاملة الفرعية، ويشمل عدد N_{scbt} من الحقول الفرعية لمعلمات نطاق الموجات الحاملة الفرعية، انظر الجدول 10.A.	
		متغير	أثمون واحد لشفرة المقطع (SC)	
طلب (TIGAVRESP) من النوع 8 (الملاحظة 2)	متغير	2	10_{16} (الملاحظة 1)	
		4-3	أثمونان يحتويان على قيمة L_1 الجديدة	
		5	أثمون واحد يحتوي على قيمة B_{10}الجديدة	
		6	أثمون واحد يحتوي على قيمة M_1 الجديدة	
		7	أثمون واحد يحتوي على قيمة R_1 الجديدة	
		8	أثمون واحد يحتوي على قيمة Q الجديدة	
		9	أثمون واحد يحتوي على قيمة V الجديدة	
		10	أثمون واحد يحتوي على قيمة Q_{tx} الجديدة	
		11	أثمون واحد يحتوي على قيمة lb الجديدة	
		12	تمثل البتات الأربع الأكثر دلالة رقم التعريف TID (مع مدى صالح بين 0 و15، ويتمثل بعدد صحيح غير جبري). تمثل البتات الأربع الأقل دلالة عدد الحقول الفرعية لمعلمات نطاق الموجات الحاملة الفرعية ($1 \leq N_{scbt} \leq 15$، وتتمثل بعدد صحيح غير جبري). $N_{scbr} = 0$: قبول حمولة البتات المقترحة التابعة للأمر TIGAV. $N_{scbr} > 0$: رد بقيم حمولة البتات التي تطلبها VTU-R، ويشار إليها في حقل معلمة نطاق الموجات الحاملة الفرعية.	
		متغير	حقل معلمة نطاقات الموجات الحاملة الفرعية، يشمل عدد N_{scbt} من الحقول الفرعية لمعلمات نطاق الموجات الحاملة الفرعية، انظر الجدول 10.A. إذا كان N_{scbr}=0، يكون طول هذا الحقل 0 بايت.	
		متغير	أثمون واحد لشفرة المقطع (SC)	

الملاحظة 1 – تحجز جميع القيم الأخرى لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.

الملاحظة 2 – تمثل معلمات التأطير الواردة في الأثمونات 3 إلى 11 على النحو المحدد للنوع 5 من الطلب في الفقرة 2.3.C من التوصية [ITU-T G.998.4].

تمثل الأوامر TIGAV-Reject وTIGAV-ACK، وTIGAVRESP-Rejec وTIGAVRESP-ACK، ردوداً على الأمرين TIGAV وTIGAVRESP، على التوالي (انظر الجدول 8.A). وتحدد شفرات أسباب الردود بالرفض في الجدول 9.A.

ترسل الردود TIGAV-Reject وTIGAV-ACK فقط عن طريق الوحدة VTU-R.

وترسل الردود TIGAVRESP-Reject وTIGAVRESP-ACK فقط عن طريق الوحدة VTU-O.

الجدول 8.A – الرد TIGAV والرد TIGAVRESP

الاسم	الطول (أثمونات)	عدد الأثمونات	المحتوى	الدعم
طلب Reject (TIGAV-Reject) من النوع 7	3	2	87_{16} (ملاحظة)	إلزامي
		3	أثمون واحد لشفرة السبب	
طلب ACK (TIGAV-ACK) من النَوع 7	2	2	89_{16} (ملاحظة)	إلزامي
طلب Reject (TIGAVRESP-Reject) من النوع 8	3	2	88_{16} (ملاحظة)	إلزامي
		3	أثمون واحد لشفرة السبب	
طلب ACK (TIGAVRESP-ACK) من النوع 8	2	2	$8A_{16}$ (ملاحظة)	إلزامي
ملاحظة – تحجز جميع القيم الأخرى لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.				

الجدول 9.A – شفرات الأسباب للردود TIGAV وTIGAVRESP

السبب	قيمة الأثمون	يمكن تطبيقه على طلب من النوع 7	يمكن تطبيقه على طلب من النوع 8
انشغال	01_{16} (ملاحظة)	لا	نعم
معلمات غير صالحة	02_{16} (ملاحظة)	نعم	نعم
ملاحظة – تحجز جميع القيم الأخرى لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.			

1.1.6.A معلمات الأمر TIGAV

يشمل حقل معلمة نطاقات الموجات الحاملة الفرعية في الأمر TIGAV عدد N_{scbt} من الحقول الفرعية لمعلمة نطاق الموجة الحاملة الفرعية. ويحدد الجدول 10.A نسق كل حقل من حقول معلمة نطاقات الموجات الحاملة الفرعية.

يحدد كل حقل فرعي من الحقول الفرعية لمعلمة نطاقات الموجات الحاملة الفرعية نطاقاً واحداً للأمر TIGAV. ويكون نطاق TIGAV محدوداً بالمؤشرين *i_start* و*i_stop* للموجة الحاملة الفرعية التابعة له.

- يمكن أن يقع *i_start* على موجة حاملة فرعية نشطة أو غير نشطة (أي g_i=0). ويمكن أن يقع *i_stop* على موجة حاملة فرعية نشطة أو غير نشطة (أي g_i=0). وقد يكون هناك أيضاً موجات حاملة فرعية غير نشطة داخل النطاق TIGAV.
- يحدد المؤشران *i_start* و*i_stop* شبكة مؤشرات التحكم بالموجات الحاملة الفرعية بالنسبة لاستكمال "r_i" الداخلي (انظر الفقرة 3.1.6.A) مثل:

$$i = i_start + k \times F_sub_TIGAV, \text{ where } k = 0, 1, 2, \ldots (N_r - 1)،$$

مع القيد $i_stop = i_start + (N_r - 1) \times F_sub_TIGAV$، حيث N_r عدد صحيح أكبر من 1، و*F_sub_TIGAV* الاعتيان الفرعي المطبق للقيمة *ri*، كما هو محدد في الجدول 10.A.

- يحقق المؤشران *i_start* و*i_stop* ما يلي:

  i_start > i_start_DSx – F_sub_TIGAV،

  i_stop < i_stop_DSx + F_sub_TIGAV،

  حيث *i_start_DSx* و*i_stop_DSx* هما على التوالي الموشر الأدنى والأقصى للموجة الحاملة الفرعية التي تنتمي إلى نطاق المرور الخاص بالاتجاه الهابط (انظر الفقرة 1.7 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

  ملاحظة – يسمح ذلك بحرية في اختيار موقع شبكة نقاط التحكم بالأمر TIGAV.

- يكون المؤشران *i_start* و*i_stop* مستقلين عن المجموعة MEDLEYds، أي يمكن للمؤشر *i_start* أن يكون أصغر من أدنى مؤشر للموجة الحاملة الفرعية في المجموعة MEDLEYds أو مساوٍ له أو أكبر منه، ويمكن للمؤشر i_stop أن يكون أصغر من أعلى مؤشر للموجة الحاملة الفرعية في المجموعة MEDLEYds أو مساوٍ له أو أكبر منه، على التوالي.
- يكون المؤشران *i_start* و*i_stop* مستقلين عن النطاقات الموجهة (عند تبادلها في حقل *النطاقات الموجهة* الخاص بأمر Error Feedback المحدد في الجدول 8-3).

ولكل نطاق TIGAV خاص n، يليه نطاق TIGAV رقم *n+1* ($n = 1$ إلى $N_{scbt} - 1$):

- يجب أن يكون *i_stop(n)* أقل من *i_start(n+1)* أو مساوٍ له، أي عدم وجود مؤشر أو مؤشر مشترك واحد؛
- إذا كان *i_stop(n) = i_start(n+1)* (أي مؤشر مشترك واحد)، يجب أن تحقق قيم r_i وb_i القيدين التاليين: *r(i_stop(n)) = r(i_start(n+1))* و*b(i_stop(n)) = b(i_start(n+1))*.

يمكن أن توجد الموجات الحاملة الفرعية النشطة أو غير النشطة خارج نطاقات TIGAV. وعلى هذه الموجات الحاملة الفرعية النشطة يجب على الوحدة VTU-R أن تفترض أن $r_i = 1$ (أي إن FEQ لن يتأثر بالأمر TIGAV) وأن تفترض عدم حدوث أي تغيير في قيم b_i.

وترسل نطاقات TIGAV بالترتيب التصاعدي للفواصل الخاصة بها المتعلقة بمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية.

الجدول 10.A – الحقل الفرعي لمعلمة الموجة الحاملة الفرعية في الأمر TIGAV

المعلمة	الطول (بايت)	التعريف
بايت التحكم	1	[c000 ffff] بتة التحكم c = 0 تشير إلى أن هذا الحقل الفرعي يحتوي على معلمة r_i الحقيقية (انظر الملاحظة 2). بتة التحكم c = 1 تشير إلى أن هذا الحقل الفرعي يحتوي على معلمة r_i المركبة (انظر الملاحظة 2). بتات التحكم *F_sub_TIGAV* = ffff لهذا الحقل الفرعي، تتمثل بعد صحيح غير جبري.
i_start	2	مؤشر الموجة الحاملة الفرعية لبدء نطاق TIGAV (*i_start*)، تتمثل بعد صحيح غير جبري مؤلف من 16 بتة.
i_stop	2	مؤشر الموجة الحاملة الفرعية لتوقف نطاق TIGAV (*i_stop*)، تتمثل بعد صحيح غير جبري مؤلف من 16 بتة.
b_i	ceil(N_b / 2) (الملاحظة 1)	يحتوي هذا الحقل على عدد N_b من معلمات b_i الخاصة بالأمر TIGAV (انظر الجدول 11.A) للموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات من *i_start* إلى *i_stop*، بترتيب تصاعدي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية.
معلمة r_i الحقيقية	2×N_r	لا يكون هذا الحقل موجوداً إلا إذا كانت بتة التحكم c = 0. يحتوي هذا الحقل على عدد N_r من معلمات قيمة r_i الحقيقية (انظر الجدول 13.A) للموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات *i_start* + *k* × *F_sub* الخاصة بالأمر TIGAV، مع *k* = 0 إلى N_r – 1، بترتيب تصاعدي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية.

الجدول 10.A – الحقل الفرعي لمعلمة الموجة الحاملة الفرعية في الأمر TIGAV

المعلمة	الطول (بايت)	التعريف
معلمة r_i المركبة	$3 \times N_r$	لا يكون هذا الحقل موجوداً إلا إذا كانت بتة التحكم c = 1. يحتوي هذا الحقل على عدد N_r من معلمات قيمة r_i المركبة (انظر الجدول 12.A) للموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات $i_start + k \times F_sub$ الخاصة بالأمر TIGAV، مع $k = 0$ إلى $N_r - 1$، بترتيب تصاعدي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية.
الملاحظة 1 – $N_b = i_stop - i_start + 1$.		
الملاحظة 2 – تضبط البتة c على القيمة نفسها في جميع الحقول الفرعية لمعلمة نطاق الموجات الحاملة الفرعية.		

والقيم الصالحة للقيمة *F_sub_* الخاصة بالأمر *TIGAV* هي 1 و4 و8 (أي يمكن إجراء اعتيان فرعي لقيم r_i).

وتدعم كلا الوحدتين VTU-O وVTU-R جميع القيم الصالحة للمؤشرات *i_start* و*i_stop* و*F_sub_TIGAV*.

الجدول 11.A – نسق المعلمة b_i في الأمر TIGAV

البتة	الطول (بتات)	المعلمة (انظر الملاحظتين **1** و**2**)	النسق
0-3	4	b_i (الخاص بالموجة الحالة الفرعية k)	عدد صحيح غير جبري في المدى [0:15]
4-7	4	b_i (الخاص بالموجة الحالة الفرعية $k+1$)	عدد صحيح غير جبري في المدى [0:15]
الملاحظة 1 – يجب إدراج قيم b_i الخاصة بالموجات الحاملة الفرعية الواقعة في المدى المحدد (أي من *i_start* إلى *i_stop*) ولكنها ليست جزءاً من المجموعة MEDLEYds.			
الملاحظة 2 – إذا كان N_b فردياً، تضبط البتتان 7-4 الخاصتان بالمعلمة b_i المرتبطة بأعلى مؤشر للموجات الحاملة الفرعية على 0000_2.			

الجدول 12.A – نسق المعلمة r_i المركبة في الأمر TIGAV

البتة	الطول (بتات)	المحتوى (انظر الملاحظتين 1 و2)	النسق
0-2	3	أسّ r_i	E3/4
3-12	10	الجزء العشري للجزء الحقيقي من r_i	M10(1Q9) جبري
13-22	10	الجزء العشري للجزء التخيلي من r_i	M10(1Q9) جبري
23	1	تحجز لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات	تضبط البتة على 0
الملاحظة 1 – إن قيم r_i الخاصة بالموجات الحاملة الفرعية الواقعة في المدى المحدد (أي من *i_start* إلى *i_stop*) ولكنها ليست جزءاً من المجموعة MEDLEYds تضبط على قيمة غير صفرية تحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة.			
الملاحظة 2 – تحتوي البايتة التي ترسل أولاً على البتات من 23 (البتة الأكثر دلالة) إلى 16 (البتة الأقل دلالة). وتحتوي البايتة التي ترسل ثانيةً على البتات من 15 (البتة الأكثر دلالة) إلى 8 (البتة الأقل دلالة). وتحتوي البايتة التي ترسل ثالثةً على البتات من 7 (البتة الأكثر دلالة) إلى 0 (البتة الأقل دلالة).			

يشير واصف النسق L **M** ML(i**Q**f) **E** LE/B إلى نسق فاصلة عائمة يبلغ فيه طول الكلمة الإجمالي L. ويكون طول الكلمة في الكسر العشري ML بتة، على أن تقع الفاصلة الاثنينية مباشرة إلى يمين البتة الأكثر دلالة ذات الرقم i (بما في ذلك بتة العلامة في حال عدد صحيح جبري)، وأن يخصص عدد f من البتات خلف الفاصلة الاثنينية (أي ML=i+f). ويكون الأس دائماً غير جبري وطول الكلمة فيه LE. وللأس كسب يساوي الوحدة حين يكون بقيمة B. والأحرف M وQ وE هي عبارة عن فواصل ذات قواعد تركيب.

ويتم نسق الجزء الحقيقي والجزء التخيلي لقيمة الكسب المركب r_i على شكل 13M10(1Q9) E3/4 مع جزء عشري جبري، وأس مشترك.

ويجب أن تكون القيمة المركبة غير الصفرية للكسب r_i داخل مدى صالح يعبر عنه بوحدات dB على النحو التالي:

$$-18 \text{ dB} < 20 \times \log10(\text{abs}(r_i)) < +18 \text{ dB}$$

حيث abs(x) يساوي قياس القيمة المركبة x.

وتعتبر $r_i = 0$ قيمة خاصة للكسب r_i، ويتم تشفيرها مع كسر عشري يساوي 0 وأسّ يساوي 0، لكل من الجزء الحقيقي والجزء التخيلي، ويجب أن تكون مصحوبة بالقيمة $b_i = 0$.

الجدول 13.A – نسق معلمة الجزء الحقيقي من r_i في الأمر TIGAV

البتة	الطول (بتات)	المحتوى (انظر الملاحظتين 1 و2)	النسق
0-2	3	أسّ r_i	E3/4
3-12	9	الكسر العشري في r_i	M9(1Q9) جبري (انظر الملاحظة 3)
12-15	4	تحجز لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات	تضبط البتة على 0
الملاحظة 1 – إن قيم r_i الخاصة بالموجات الحاملة الفرعية الواقعة في المدى المحدد (أي من *i_start* إلى *i_stop*) ولكنها ليست جزءاً من المجموعة MEDLEYds تضبط على قيمة غير صفرية تحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة.			
الملاحظة 2 – تحتوي البايتة التي ترسل أولاً على البتات من 15 (البتة الأكثر دلالة) إلى 8 (البتة الأقل دلالة). وتحتوي البايتة التي ترسل ثانيةً على البتات من 7 (البتة الأكثر دلالة) إلى 0 (البتة الأقل دلالة).			
الملاحظة 3 – إن قيم الجزء الحقيقي للكسب r_i هي قيم موجبة فقط.			

يتم نسق الجزء الحقيقي للكسب r_i على شكل عدد جبري 12M9(0Q9) E3/4 بفاصلة طليقة.

ويجب أن تكون القيمة الحقيقية غير الصفرية للكسب r_i داخل مدى صالح يعبر عنه بوحدات dB على النحو التالي:

$$-18 \text{ dB} < 20 \times \log10(\text{abs}(r_i)) < +18 \text{ dB}$$

وتعتبر $r_i = 0$ قيمة خاصة للكسب r_i، ويتم تشفيرها مع كسر عشري يساوي 0 وأسّ يساوي 0، لكل من الجزء الحقيقي والجزء التخيلي، ويجب أن تكون مصحوبة بالقيمة $b_i = 0$.

ملاحظة – لا يتغير إجراء TIGQV مع قيم g_i بالاتجاه الهابط. وتتحقق التغيرات في القدرة المرسلة للموجات الحاملة الفرعية المرتبطة بالأمر TIGAV عن طريق تعديل مقابل للمشفر المسبق.

2.1.6.A المعلمات التي يتحكم بها الأمر TIGAVRESP

يشمل حقل معلمة نطاقات الموجات الحاملة الفرعية في الأمر TIGAVRESP عدد N_{scbr} من الحقول الفرعية لمعلمة نطاق الموجة الحاملة الفرعية. ويحدد الجدول 14.A نسق كل حقل من حقول معلمة نطاقات الموجات الحاملة الفرعية.

يحدد كل حقل فرعي من الحقول الفرعية لمعلمة نطاقات الموجات الحاملة الفرعية نطاقاً واحداً للأمر TIGAVRESP. وتتبع نطاقات TIGQVRESP في الأمر TIGAVRESP المتطلبات نفسها التي حددت في الفقرة 1.1.6.A لنطاقات TIGAV في الأمر TIGAV، والمتطلبات الإضافية التالية:

1 يستعاض عن العدد N_{scbt} بالعدد N_{scbr}.

2 إذا ضبط العدد N_{scbr} على قيمة غير صفرية في الأمر TIGAVRESP، يجب على نطاقات TIGAVRESP في الأمر TIGAVRESP أن تشمل على الأقل ميع الموجات الحاملة الفرعية MEDLEY التي يعالجها الأمر TOGAV المقابل.

3 يجب على قيم b_i التي يطلبها الأمر TIGQVRESP لجميع الموجات الحاملة الفرعية MEDLEY التي يعالجها الأمر TIGAV المناظر أن لا تتجاوز قيم b_i التي يقترحها الأمر TIGAV. وبالإضافة إلى هذا الحد العلوي الإلزامي، ينبغي لحمولة البتات الفعلية في TIGAVRESP أن تكون محدودة من الأعلى بحمولة البتات التي تستند إلى التغير في نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) المتوقع من القيم الجديدة للكسب r_i، وقد تكون محدودة من الأعلى بعوامل أخرى.

4 إذا اشتملت نطاقات TIGAVRESP في الأمر TIGAVRESP على عدد من الموجات الحاملة الفرعية MEDLEY أكثر من نطاق TIGAV المناظر، فإن قيم b_i على هذه الموجات الحاملة الفرعية MEDLEY الإضافية تحددها حصراً الوحدة VTU=R.

الجدول 14.A – الحقل الفرعي لمعلمة نطاق الموجة الحاملة الفرعية في الأمر TIGAV

المعلمة	الطول (بايت)	التعريف
i_start	2	مؤشر الموجة الحاملة الفرعية لبدء نطاق TGAVRESP *(i_start)*، ويتمثل بعدد صحيح غير جبري مؤلف من 16 بتة.
i_stop	2	مؤشر الموجة الحاملة الفرعية لتوقف نطاق TGAVRESP *(i_stop)*، ويتمثل بعدد صحيح غير جبري مؤلف من 16 بتة.
b_i	ceil(N_b / 2) (الملاحظة)	يحتوي هذا الحقل على عدد N_b من معلمات b_i الخاصة بالأمر TIGAV (انظر الجدول 15.A) والمتعلقة بالموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات *i_start* إلى *i_stop*، بترتيب تصاعدي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية.
ملاحظة – $N_b = i_stop - i_start + 1$.		

الجدول 15.A – نسق المعلمة b_i في الأمر TIGAVRESP

البتة	الطول (بتات)	المعلمة (انظر الملاحظتين 1 و2)	النسق
0-3	4	b_i (الخاص بالموجة الحالة الفرعية k)	عدد صحيح غير جبري في المدى [0:15]
4-7	4	b_i (الخاص بالموجة الحالة الفرعية $k+1$)	عدد صحيح غير جبري في المدى [0:15]
الملاحظة 1 – يجب إدراج قيم b_i الخاصة بالموجات الحاملة الفرعية الواقعة في المدى المحدد (أي من *i_start* إلى *i_stop*) ولكنها ليست جزءاً من المجموعة MEDLEY. ويجب أن تضبط على الصفر في المرسل وأن يتم تجاهلها في المستقبل. **الملاحظة 2** – ترسل قيم b_i بالترتيب التصاعدي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية. **الملاحظة 3** – إذا كان N_b فردياً، تضبط البتتان 7-4 الخاصتان بالمعلمة b_i المرتبطة بأعلى مؤشر للموجات الحاملة الفرعية على 0000_2.			

3.1.6.A الاستكمال الداخلي لقيم ri

بالنسبة لكل نطاق خاص n من نطاقات TIGAV (n = 1 إلى N_{scbt})، ينبغي للوحدة VTU-R أن تشتق قيم r_i على جميع الموجات الحاملة الفرعية بين *i_start*(n) و*i_stop*(n) (الاثنان ضمناً) لكل نطاق خاص من نطاقات TIGAV، وذلك بإجراء استكمال داخلي وسط قيم r_i عند مؤشرات التحكم بالموجات الحاملة الفرعية في رسالة TIGAV. ويجب أن يكون الاستكمال الخطي بمقياس خطي على محور r_i وبمقياس خطي على محور المؤشرات.

الملاحظة 1 – ينبغي للكيان VCE أن يختار قيم r_i في الأمر TIGAV بحيث يعطي الاستكمال الداخلي الخطي عند VTU-R قيم الخرج المطلوبة على الموجات الحاملة الفرعية النشطة المتوسطة. وتحدد طريقة تحديد قيم r_i هذه (نقاط التحكم) وفقاً لتقدير مقدم الخدمة.

الملاحظة 2 – يسمح بوجود *i_start* و*i_stop* على موجة حاملة فرعية غير نشطة. وينبغي للكيان VCE أن يختار قيم r_i على *i_start* و*i_stop* في الأمر TIGAV بحيث يعطي الاستكمال الداخلي الخطي عند VTU-R قيم الخرج المطلوبة على الموجات الحاملة الفرعية النشطة المتوسطة.

الملاحظة 3 – تكون الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة في الأمر TIGAV معروفة من قبل الوحدة VTU-R. ولا تحتاج الوحدة VTU-R إلى حساب الاستكمال الداخلي على هذه الموجات الحاملة.

2.6.A الإجراء TIGAV

لا تبدأ الوحدة VTU-O أمر TIGAV إذا كان إجراء توفير وقت العرض (SOS) بالاتجاهين الهابط والصاعد من النوع 4 أو 6 متواصلاً.

ويوضح الشكل 1.A عملية التبادل بين وحدات VTU في الإجراء TIGAV ويحددها على النحو التالي:

1 بناءً على تعليمات الكيان VCE عبر الواجهة ε_m، تبدأ الوحدة VTU-O الإجراء TIGAV بإرسال أمر طلب OLR من النوع 7. ومن الممكن تجزئة أمر TIGAV إلى مقاطع. وبعد إرسال المقطع الأخير من الأمر TIGAV، وخلال 100

مليثانية، تتوقع الوحدة VTU-O استقبال الرد TIGAV-ACK أو الرد TIGAV-Reject. ويمكن تكرار المقطع الأخير من الأمر TIGAV إذا انتهت مهلة الرد.

أ) إذا تلقت الوحدة VTU-O طلب OLR من النوع 1 و3 و5 أثناء أو بعد إرسال طلب OLR من النوع 7 وقبل تلقي الرد، فإنها ترفض طلب OLR من النوع 1 و3 و5 (انظر الملاحظة 1).

ب) إذا تلقت الوحدة VTU-O طلب SOS OLR من النوع 4 أو 6 أثناء الإجراء TIGAV، فإنها توقف الإجراء TIGAV على الفور وتردّ على الطلب SOS OLR.

ج) يسمح للوحدة VTU-O بأن تباشر بإجراء طلب SOS OLR من النوع 4 أو 6 في أي وقت بعد بدء تشغيل الإجراء TIGAV ولكن قبل انتهائه. ويجب على طلب SOS الذي بدأ تشغيله أن يوقف الإجراء TIGAV (انظر الملاحظتين 2 و3).

الملاحظة 1 – من المتوقع أنه بهدف تسريع بدء الإجراء TIGAV، يجوز للوحدة VTU-O أن تتجاهل أي طلب عالق لتكييف المعدل السلس (SRA) لأن الإجراء TIGAV سيحل محل تعديل معلمات الإرسال الذي يفرضه هذا الطلب.

الملاحظة 2 – إن إنهاء الإجراء TIGAV الناجم عن طلب SOS OLR سيكون فقط للخط الذي يجري فيه طلب SOS؛ وبإمكان الخطوط الأخرى في الزمرة الموجهة أن تواصل إجراءات TIGAV.

الملاحظة 3 – تصف الفقرة 2.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2] إمكانية قيام رسالة ذات أولوية عليا بإلغاء رسالة ذات أولوية دنيا. ويشكل إيقاف الإجراء TIGAV هذا بطلب SOS حالة تقوم فيها رسالة ذات أولوية عليا بإيقاف رسالة أخرى ذات أولوية عليا، وتعتبر بالتالي توسيعاً لنطاق الفقرة 2.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2].

2 بعد استقبال المقطع الأخير من الأمر TIGAV، تصدر الوحدة VTU-R إشعاراً باستلام الأمر TIGAV بإرسال الرد TIGAV-ACK (انظر الجدول 7.A) أو ترفض الأمر TIGAV بإرسال الرد TIGAV-Reject مع شفرة الأسباب المقابلة.

أ) فور تلقي المقطع الأول من الأمر TIGAV، ترفض الوحدة VTU-R أي طلب OLR عالق من النوع 1 و3 و5 ولا تبدأ بإجراء الطلب OLR من النوع 1 و3 و5 إلا بعد انتهاء الإجراء TIGAV.

ب) فور تلقي طلب SOS OLR من النوع 4 أو 6 من الوحدة VTU-O في أي وقت أثناء الإجراء TIGAV، فإنها توقف الإجراء TIGAV على الفور وتردّ على الطلب SOS OLR.

ج) يسمح للوحدة VTU-R بأن تباشر بإجراء طلب SOS OLR من النوع 4 أو 6 في أي وقت بعد بدء تشغيل الأمر TIGAV ولكن قبل بدء إرسال المقطع الأخير من TIGAVRESP. وتطبق التغيرات في حمولة البتات الواردة في الطلب SOS على الجدول الحالي لحمولة البتات النشطة (أي بتجاهل حمولة البتات المرسلة في TIGAV). ويقوم الطلب SOS الذي بدأ تشغيله بإيقاف الأجراء TIGAV. وعلى الوحدة VTU-O أن تردّ على طلب SOS OLR بالعلم SYNC FLAG.

د) على الوحدة VTU-R أن لا تباشر طلب SOS OLR من النوع 4 أو 6 بعد بدء إرسال المقطع الأخير من TIGAVRESP وحتى انتهاء الإجراء TIGAV.

3 ترسل الوحدة VTU-R الأمر TIGAVRESP في غضون 300 مليثانية من إرسال الردّ TIGAV-ACK. ومن الممكن تجزئة أمر TIGAVRESP إلى مقاطع. وبعد إرسال المقطع الأخير الأمر TIGAVRESP، وخلال 100 مليثانية، تتوقع الوحدة VTU-R استقبال الرد TIGAVRESP-ACK أو الرد TIGAVRESP-Reject. وإذا انتهت مهلة ويمكن تكرار المقطع الاخير من الأمر TIGAV إذا انتهت مهلة المقطع الأخير من الأمر TIGAVRESP، على الوحدة VTU-R أن تكرر المقطع الأخير من الأمر TIGAVRESP. وبعد إرسال الردّ TIGAV-Reject، على الوحدة VTU-R أن تخرج من الإجراء TIGAV.

4 فور تلقي الردّ TIGAV-ACK، تتوقع الوحدة VTU-O استقبال المقطع الأول من الأمر TIGAVRESP. وتصدر الوحدة VTU-O إشعاراً باستلام المقطع الأخير من الأمر TIGAVRESP بإرسال الرد TIGAVRESP-ACK، أو ترفض الأمر TIGAVRESP بإرسال الرد TIGAVRESP-Reject مع شفرة الأسباب المقابلة. وبعد إرسال الرد

TIGAVRESP-ACK، وفي وقت يحدده الكيان VCE، ترسل الوحدة VTU-O المخطط TIGAV-SYNCHRO. وبعد إرسال الردّ TIGAVRESP-Reject، على الوحدة VTU-O أن تخرج من الإجراء TIGAV.

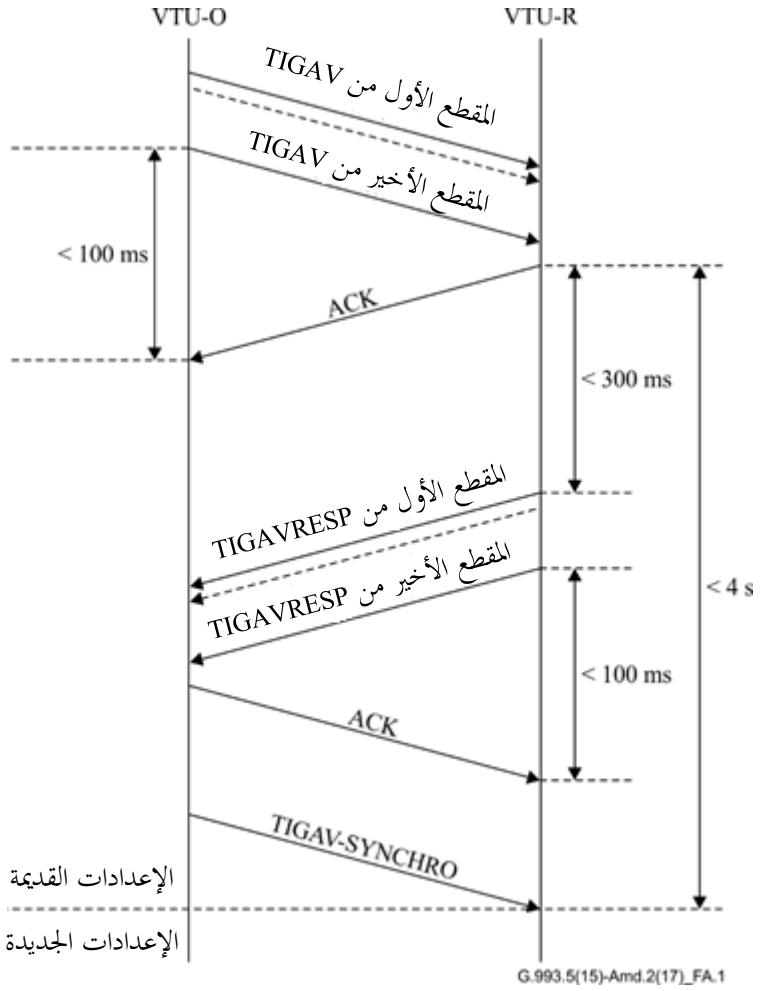
الملاحظة 4 – يتعين إرسال المخطط TIGAV-SYNCHRO في آن واحد عبر جميع الخطوط ذات الصلة في الزمرة الموجهة. ولهذا يتعين على الكيان VCE أن يستقبل الأمر TIGAVRESP من جميع الخطوط في الزمرة الموجهة قبل إرسال المخطط TIGAV-SYNCHRO. وينبغي أن يتم ذلك خلال فترة الإمهال الإجمالية للأمر TIGAV.

5 فور تلقي الردّ TIGAV-Reject، تخرج الوحدة VTU-O من الإجراء TIGAV. ويجوز للوحدة VTU-O أن تبدأ على الفور بإجراء TIGAV جديد من خلال إرسال أمر TIGAV جديد.

6 فور تلقي الردّ TIGAVRESP-Reject، ترسل الوحدة VTU-R أمر TIGAVRESP مرة ثانية. وإذا استمر الرفض، تخرج الوحدة VTU-R من الإجراء TIGAV.

7 بدءاً من الرمز الأول الذي يلي المخطط TIGAV-SYNCHRO، تطبق كلا الوحدتين VTU-O وVTU-R في وقت واحد عامل التعويض عن الكسب النسبي المبين في الأمر TIGAV وحمولة البتات المبينة في الأمر TIGAVRESP. ويكون توقيت التغيرات في معلمات التأطير على النحو المحدد في الفقرة 4.C من التوصية [ITU-T G.998.4].

8 ينتهي الإجراء إذا لم يرد المخطط TIGAV-SYNCHRO خلال 4 ثوانٍ بعد قيام الوحدة VTU-R بإرسال الأمر TIGAV ACK. وفور انتهاء الفترة، تخرج الوحدة VTU-R من إجراء TGAV.



الشكل 1.A – مخطط توقيت إجراء TIGAV

الملاحظة 5 – لا يبين الشكل 1.A حالة رفض الأمر TIGAV ولا يبين حالة رفض الأمر TIGAVRESP.

1.2.6.A تعريف المخطط TIGAV-SYNCHRO

يعرّف المخطط L2-SYNCHRO بأنه يتألف من رمز مزامنة واحد بنغمات رئيسية معكوسة (ترسل في نهاية الإطار الفائق، عند موقع رمز المزامنة، انظر الشكل 10-2 بالتوصية [ITU-T G.993.2]) يتبعه مخطط من 9 رموز مزامنة بنغمات رئيسية غير معكوسة (ترسل في مواقع الرموز التسعة الأولى في الإطار الفائق التالي).

ويعرّف رمز المزامنة في الفقرة 2.10 من التوصية [ITU-T G.993.2].

2.2.6.A تنفيذ التعديل الذي تجريه الوحدة VTU-R على كسب TIGAV

لتنفيذ عامل التعويض عن الكسب النسبي (r_i) المبين في الأمر TIGAV، يجب تطبيق القواعد التالية:

- بالنسبة للموجات الحاملة الفرعية مع $r_i \neq 0$، تقوم الوحدة VTU-R بضرب الإعدادات الحالية الخاصة بها لمرحلة الكسب في المستقبل، لأي موجة حاملة فرعية i مع $g_i > 0$، بالقيمة (r_i):

$$new_gainstage_i = current_gainstage_i \times r_i$$

ملاحظة – يساعد هذا التدرج الوحدة VTU-R على الاحتفاظ بكسب المستقبل الخاص بها مضبوطاً بعد تحديثٍ للمشفر المسبق.

- بالنسبة للموجات الحاملة الفرعية مع $r_i = 0$، تقوم الوحدة VTU-R بضبط كسب المستقبل الخاص بها على قيمة غير صفرية تحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة.

3.2.6.A العلاقة بين TIGAV والمعدل SRA المستقل اللاحق بالاتجاه الهابط

تكون قيم حمولة البتات b_i في معدل SRA مستقل تطلبه الوحدة VTU-R، عقب أمر TIGAV، أقل من قيم b_i المطلوبة في الرسالة TIGAV التي تسبق هذا المعدل SRA أو تساويها.

7.A تعديلات المتن المتعلقة بالرسالة MREFPSD

1.7.A التعاريف (تستعيض عن الفقرتين 31.3 و32.3 من التوصية [ITU-T G.993.2])

31.3 الكثافة الطيفية لقدرة مرجع MEDLEY: يشار إلى الكثافة الطيفية لقدرة مرجع MEDLEY بالاتجاه الهابط وبالاتجاه الصاعد بالقيمتين MREFPSDds وMREFPSDus، على التوالي. وتمثل MREFPSDus الكثافة الطيفية لقدرة الإشارات التي ترسلها الوحدة VTU-R في كل تردد (أي في كل من نطاق المرور ونطاقي الإيقاف) خلال طور التهيئة وطور تحليل ومبادلة القناة في فترة الاستهلال. وتمثل MREFPSDds الكثافة الطيفية لقدرة الإشارات التي ترسلها الوحدة VTU-O في كل تردد (أي في كل من نطاق المرور ونطاقي الإيقاف) خلال طور التهيئة فقط.

ملاحظة – في هذه التوصية، بما في ذلك هذا الملحق، تشير MREFPSDds إلى الكثافة VTU-O TXPS للإشارة المستمرة فقط، من دون إشارات التعويض المسبق عن الكسب. وفي التوصية [b-ITU-T G.970.1]، تشير MREFPSDds إلى الكثافة FTU-O TXPSD للإشارة الإجمالية عند الواجهة U، بما في ذلك إشارات التعويض المسبق عن الكسب.

32.3 قناع الكثافة الطيفية لقدرة مرجع MEDLEY: هذا القناع هو عبارة عن قناع الكثافة الطيفية للقدرة المرسلة التي يحدها في كل تردد (أي في كل من نطاق المرور ونطاقي الإيقاف) سقف الكثافة الطيفية للقدرة وتحدها القيمة –80 dBm/Hz في ترددات تتطابق مع نطاقات تداخل الترددات الراديوية (RFI) المعينة. وينخفض هذا القناع في الاتجاه الصاعد أكثر وفق متطلبات خفض القدرة الصاعدة (UPBO). ويشار إلى أقنعة الكثافة الطيفية لقدرة مرجع MEDLEY بالاتجاه الهابط وبالاتجاه الصاعد بالقيمتين MREFMASKds وMREFMASKus، على التوالي.

2.7.A قدرة الإرسال التجميعية الاسمية (NOMATP) (تستعيض عن الفقرة 1.2.4.3.10 من التوصية [ITU-T G.993.2])

ملاحظة – تشير المراجع الواردة في هذه الفقرة إلى التوصية [ITU-T G.993.2]، ما لم يحدد خلاف ذلك.

تحسب قدرة الإرسال التجميعية الاسمية بالاتجاه الصاعد (NOMATPus) على النحو المحدد في الفقرة 1.2.4.3.10 من التوصية [ITU-T G.993.2].

تحسب قدرة الإرسال التجميعية الاسمية بالاتجاه الهابط (NOMATPds) على النحو المحدد في الفقرة 1.2.4.3.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]. وتكون إعدادات g_i التي تحددها الوحدة VTU-R بحيث لا تتجاوز قيمة القدرة NOMATPds هذه (كما هي محددة للوحدة VTU-R) المعلمة MAXNOMATPds الخاصة بالقاعدة CO-MIB. وفي جانب الوحدة VTU-O، تكون قدرة الإرسال التجميعية الاسمية بالاتجاه الهابط (NOMATPds) عبارة عن تقدير للقيمة الإجمالية لقدرة الخرج التي تعطيها دالة إرسال التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) إلى النقطة المرجعية U-O2 (المحددة في الشكل 5-4 من التوصية [ITU-T G.993.2]) بوحدات dBm في معاوقة انتهائية قدرها 100 أوم.

تحسب الوحدة VTU-O قدرة الإرسال التجميعية الاسمية بالاتجاه الهابط (NOMATPds) بالتعاون مع الكيان VCE وفقاً للمعادلة التالية:

$$NOMATPds = 10log_{10}(\sum_{i\epsilon MEDLEYds} P_Zi')$$

حيث تشير P_Z_i' إلى قدرة إشارة الإرسال الإجمالية عند خرج المشفر المسبق بالنسبة للموجة الحاملة الفرعية i، منسوبة إلى الواجهة U-O، بوحدات ملي واط وبافتراض أن معاوقة الدخل هي مقاومة بقيمة 100 أوم (انظر الملاحظة 1).

الملاحظة 1 – في عمليات النشر الفعلية، يمكن لمعاوقة دخل الشبكة/العروة أن تنحرف عن مقاومة قيمتها 100 أوم.

الملاحظة 2 – تشمل الكثافة NOMATPds الإشارة المستمرة وكذلك إشارات التعويض عن المشفر المسبق.

تضمن الوحدة VTU-O، بالتعاون مع الكيان VCE، أن القدرة NOMATPds لا تتجاوز المعلمة MAXNOMATPds الخاصة بالقاعدة CO-MIB.

الملاحظة 3 – يختلف تعريف NOMATPds بين جانب VTU-R وجانب VTU-O. وعلى جانب VTU-R، لا يتغير تعريف NOMATPds عن التعريف الوارد بالتوصية [ITU-T G.993.2]، وبالتالي لا يتغير حساب g_i للوحدة VTU-R. أما في جانب VTU-O، فإن تعريف NOMATPds يتغير عن تعريف التوصية [ITU-T G.993.2].

ولا تنحرف القيمة الإجمالية لقدرة الخرج التي تعطيها دالة إرسال التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) إلى النقطة المرجعية U-O2، بوحدات dBm في معاوقة انتهائية قدرها 100 أوم، عن القدرة NOMATPds بأكثر من 1 dB.

3.7.A تشكيل طيف الإرسال في الميدان الترددي (tss_i) (تستعيض عن الفقرة 3.4.3.10 من التوصية [ITU-T G.993.2])

ملاحظة – تشير المراجع الواردة في هذه الفقرة إلى التوصية [ITU-T G.993.2]، ما لم يحدد خلاف ذلك.

الغرض من tss_i هو تشكيل طيف في ميدان التردد بالاتجاهين الصاعد والهابط. وتحدد قيم tss_i وفقاً لتقدير مقدم الخدمة وتكون في مدى بين 0 و0 (خطي) بخطوات تبلغ $\frac{1}{1024}$. وتضبط قيم tss_i بحيث تكون أعلى قيمة tss_i عبر جميع الموجات الحاملة الفرعية هي 1. وتوفر قيم tss_i الأصغر التوهين وتتطابق قيمة tss_i=0 مع عدم إرسال قدرة على موجة حاملة فرعية معينة. وفي حالة عدم تطبيق أي تشكيل للطيف في ميدان التردد، تكون قيم tss_i مساوية للعدد 1 في جميع الموجات الحاملة الفرعية.

وتوصف قيم tss_i بوحدات dB (log_tss_i) بأنها $20 \times \log_{10}(tss_i)$، وتحوّل إلى قيم خطية tss_i باستخدام المعادلة:

$$tss_i = \frac{\text{Round}\left(1024 \times 10^{\frac{log_tss_i}{20}}\right)}{1024}$$

وتحدد قيم tss_i بالنسبة لاتجاه إرسال معين بواسطة الوحدة VTU القائمة بالإرسال وتعرّف على أنها مجموعة نقاط القطع {(i_1,log_tss_{i1}) ..., (i_n, log_tss_{in})}، حيث i هي مؤشر الموجة الحاملة الفرعية. وتنقل هذه المجموعة إلى الوحدة VTU القائمة بالاستقبال خلال طور اكتشاف القناة أخلال فترة الاستهلال باستخدام رسائل O-PRM وR-PRM على النحو الوارد في الفقرة 2.3.3.12. وتستمد كل من الوحدتين VTU القائمتين بالإرسال والاستقبال قيم tss_i للموجات الحاملة الفرعية بين نقاط القطع باستخدام الاستكمال الداخلي الخطي لقيم log_tss_i المحددة على مقياس خطي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية. وتخصص الوحدة VTU القائمة بالاستقبال قيم tss_i بحيث تساوي tss_{in} في حالة $i > i_n$ وtss_i في حالة $i < i_1$.

ولا تتعلق قيم tss_i التي تم الحصول عليها إلا بالحاملات الفرعية التي ترسل بالفعل. ويتجاهل المستقبل قيم tss_i التي استقبلت أو تم الحصول عليها باستكمال داخلي للحاملات الفرعية التي لا تستخدم في الإرسال (Z_i=0، انظر الجدول 10-4).

وتكون الدقة المجتمعة للاستكمال الداخلي الخطي لقيم log_tss_i والتحويل إلى قيم tss_i الخطية أقل من نصف البتة الأقل دلالة لنسق التحويل المكون من 10 بتات في قيم tss_i الخطية. ولا يدخل أي خطأ عندما تتساوى log_tss_i مع 0 dB أو تستكمل داخلياً بين قيم log_tss_i التي تعادل 0 dB.

ويَضبط مرسل الوحدة VTU-O قيم tss_i بشكل لا يؤدي إلى انحراف الكثافة PSD لإشارة الإرسال كما تقاس في المعاوقة المرجعية عند النقطة المرجعية U-O2 خلال طور التهيئة عن قيم MREFPSDds المنقولة في O-PRM بأكثر من 1 dB (المعلمة "PSD لمرجع MEDLEY"، انظر 2.3.3.12).

وَيضبط مرسل الوحدة VTU-R قيم tss_i بحيث إنه، قبيل تعديل الكسب (أي بافتراض g_i =1)، لا يؤدي إلى انحراف الكثافة PSD لإشارة الإرسال كما تقاس في المعاوقة المرجعية عند الواجهة U منذ بدء طور التهيئة وللفترة المتبقية من فترة الاستهلال، عن قيم MREFPSDus المنقولة في R-PRM بأكثر من 1 dB (المعلمة "PSD لمرجع MEDLEY"، انظر 2.3.3.12).

وبالتالي يجب أن تراعي إعدادات tss_i أي تشكيل إضافي للطيف ناشئ عن مرشاحات الميدان الزمني ومرشاحات التماثل المدرجة في مسار الإرسال بين خرج المشكل والواجهة U.

4.7.A معلومات عامة (تعدل الفقرة 1.6 من التوصية ITU-T G.993.5)

…

يقوم الكيان VCE بضبط المشفر المسبق، باعتباره جزءاً من مصفوفة القناة أو مستقلاً عنها، بحيث لا تؤدي إشارات خرج المشفر المسبق (قيم 'Z المبينة في الشكل 6-1) عند النقطة المرجعية U-O2 إلى الإخلال بالقناع MREFMASK، حتى مع أعلى قيم g_i الصالحة (أي g_i = +2,5 dB) في جميع خطوط الزمرة الموجهة.

5.7.A موجز عن الكثافة PSD وقناع الكثافة PSD (تعدل الفقرة 3.2.7 من التوصية [ITU-T G.993.2])

ملاحظة – تشير المراجع الواردة في هذه الفقرة إلى التوصية ITU-T G.993.2]، ما لم يحدد خلاف ذلك.

…

الجدول 7-5 – موجز: تحديد واستخدام كثافات PSD وأقنعة PSD

المعلمة	متى تُحدد	متى تنقل بين الوحدات VTU (ملاحظة)	متى تستخدم
قناع PSD لمرجع MEDLEY (MREFMASK)	عند نهاية طور اكتشاف القناة: تحدد VTU-O القناع MAXMASKds وتحدد VTU-R القناع MAXMASKus	لا تنقل	من بداية طور التهيئة وبعده خلال فترة الاستهلال ووقت العرض
الكثافة PSD لمرجع MEDLEY بالاتجاه الهابط (MREFPSD)	عند نهاية طور اكتشاف القناة: تحدد VTU-O الكثافة MREFPSDds	ترسل MREFPSDds بواسطة VTU-O إلى VTU-R في O-PRM.	خلال طور التهيئة
الكثافة PSD لمرجع MEDLEY بالاتجاه الصاعد (MREFPSD)	عند نهاية طور اكتشاف القناة: تحدد VTU-R الكثافة MREFPSDus	ترسل MREFPSDus بواسطة VTU-R إلى VTU-O في R-PRM.	خلال طور التهيئة وطور تحليل ومبادلة القناة

الجدول 7-5 – موجز: تحديد واستخدام كثافات PSD وأقنعة PSD

المعلمة	متى تُحدد	متى تنقل بين الوحدات VTU (ملاحظة)	متى تستخدم
الكثافة PSD خلال وقت العرض	عند نهاية طور تحليل ومبادلة القناة	تحددها كثافة تحليل ومبادلة القناة وتنقل قيم الكسب (g_i) خلال طور تحليل ومبادلة القناة (رسائل O-PMD وR-PMD) ولا تتجاوز MREFMASK.	خلال وقت العرض
ملاحظة – لا ينقل خلال فترة الاستهلال إلا المجموعة الدنيا من المعلمات ذات الصلة التي تحدد خصائص الكثافات PSD وأقنعة PSD. وترد في الفقرة 12 بروتوكولات وأنساق التبليغ.			

6.7.A دالة خصائص القناة لكل زمرة من الموجات الحاملة الفرعية (CCF-ps) (تعدل الفقرة 1.1.1.4.11 من التوصية [ITU-T G.993.2])

ملاحظة – تشير المراجع الواردة في هذه الفقرة إلى التوصية ITU-T G.993.2]، ما لم يحدد خلاف ذلك.

...

إن قياس دالة خصائص القناة هو عبارة عن حصيلة مجموعة متعاقبة من ثلاث دوالّ.

- دالة خصائص مرشاح المرسل؛
- دالة خصائص القناة؛
- دالة خصائص مرشاح المستقبل.

الملاحظة 1 – تتطابق دالة خصائص القناة مع الدالة $H_{channel}(f)$ المستخدمة في تعريف اللغط عند الطرف البعيد (انظر الفقرة 1.4.7 من التوصية [ITU-T G.996.1]).

ويتمثل الهدف في توفير وسائل يمكن بواسطتها تعريف خصائص القناة بشكل دقيق. لذا فإن من الضروري لدالة PMD المستقبلة أن تعطي تقديراً لخصائص القناة. وقد يتبين أن هذه المهمة صعبة بالنظر إلى حقيقة أن دالة PMD المستقبلة لا تراقب سوى المجموعة المتعاقبة لجميع العناصر الثلاثة في القناة. ومن غير المتوقع أن يعتمد الجزء الخاص بنطاق مرور الدالة $H(f)$ التي تم الإبلاغ عنها والتي تعتبر أهم عنصر أساسي في إزالة أخطاء القضايا المحتملة مع العروة المادية، على خصائص مرشاح الاستقبال (لا يتضمن التحكم الأوتوماتي في كسب (AGC) المستقبل). ولذا، فإن دالة PMD المستقبلة سوف تعكس الكسب (AGC) الذي طبقته على الإشارة المستقبلة وتبذل أفضل جهد لمحاولة إزالة تأثير خصائص مرشاح الاستقبال عند الطرف القريب. وتكون النتيجة عندئذ هي أفضل تقدير للطريقة التي ينظر بها المستقبل لخصائص قناة نطاق المرور بالإضافة إلى خصائص مرشاح المرسل. ونظراً لأن من المتوقع أيضاً أن يعتمد الجزء الداخلي في النطاق من الطيف اعتماداً كبيراً على خصائص مرشاح المرسل، فإن هذه النتيجة تعتبر تقديراً كافياً لخصائص القناة بالنسبة لتطبيقات تكييف العروة المنشودة.

ويحدد نسقان لخصائص القناة على النحو التالي:

- Hlin(f): نسق يوفر قيماً مركبة على مقياس خطي؛
- Hlog(f): نسق يوفر قيم الحجم على أساس مقياس خوارزمي بأساس 10.

وبالنسبة للنسق Hlog(f)، تستخدم دالة PMD المستقبلة قيمة PSD عند الواجهة U في وظيفة PMD للإرسال (على النحو المحول في الرسائل خلال الاستهلال) لإزالة تأثيرات خصائص مرشاح النقل عند الطرف البعيد.

الملاحظة 2 – يتضمن النسق Hlog تأثير إشارات التعويض المسبق المتعلقة بالخط المرسل على الخطوط الأخرى من الزمرة الموجهة والتي تكون في حالة الوصلة L0.

فيما يتعلق بالنسق Hlin(*f*)، إذا ما تم الإبلاغ عن خصائص القناة عبر الواجهة VTU-O OAM (انظر الشكل 5-3)، فإن الوحدة VTU-O ستبذل أفضل ما في وسعها لمحاولة إزالة تأثير خصائص مرشاح الإرسال عند الطرف القريب عن خصائص القناة المقيسة عند VTU-R. وإذا ما تم الإبلاغ عن خصائص القناة عبر الواجهة VTU-R OAM، فإن الوحدة VTU-R ستبذل أفضل ما في وسعها لمحاولة إزالة تأثير خصائص مرشاح الإرسال عند الطرف القريب عن خصائص القناة المقيسة عند VTU-O.

الملاحظة 3 – يتضمن النسق Hlin تأثير إشارات التعويض المسبق المتعلقة بالخط المرسل على الخطوط الأخرى من الزمرة الموجهة والتي تكون في حالة الوصلة L0.

وترسل Hlin(*f*) إلى كيان إدارة الخط VDSL2 (VME) على الطرف البعيد خلال أسلوب تشخيص العروة ويجب أن ترسل بناءً على طلب إلى VME عند الطرف القريب خلال أسلوب تشخيص العروة.

...

7.7.A أوامر وردود قراءة معلمات اختبار PMD (تستعيض من الفقرة 11.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2])

ملاحظة – تظهر علامات المراجعة في هذه الفقرة التغيرات بالنسبة إلى الفقرة 11.3.2.11 من التوصية [ITU-T G.993.2]. وتشير المراجع الواردة في هذه الفقرة إلى التوصية [ITU-T G.993.2]، ما لم يحدد خلاف ذلك.

تستخدم أوامر قراءة معلمات اختبار معتمد على الوسط المادي (PMD) لاسترجاع قيم معلمات اختبار PMD الواردة في الفقرة 1.4.11 والمحتفظ بها عند الطرف البعيد من VTU. وترد أوامر قراءة معلمات اختبار PMD في الجدول 11-26 ويمكن أن استهلالها بواسطة أي وحدة من وحدتي VTU. وتكون الردود على النحو المبين في الجدول 11-27. ويكون الأثمون الأول لجميع أوامر وردود قراءة معلمات اختبار PMD القيمة المخصصة لنمط أمر قراء معلمات اختبار PMD على النحو المبين في الجدول 11-5. وتكون الأثمونات التالية للأوامر على النحو المبين في الجدول 11-26. وتكون الأثمونات التالية للردود على النحو المبين في الجدول 11-27. وترسل الأثمونات باستخدام النسق الوارد في الفقرة 1.3.2.11.

الجدول 11-26 – أوامر قراءة معلمات اختبار PMD المرسلة من الوحدة VTU الموجهة للطلب

الاسم	الطول (أثمونات)	رقم الأثمون	المحتوى	الدعم
قراءة وحيدة	2	2	01_{16} (الملاحظة 1)	إلزامي
القراءة المتعددة التالية	2	2	03_{16} (الملاحظة 1)	إلزامي
قراءة متعددة	4	2	04_{16} (الملاحظة 1)	إلزامي
		3 إلى 4	2 أثمون يصفان دليل مجموعة الموجات الحاملة الفرعية	
قراءة الكتلة	6	2	05_{16} (الملاحظة 1)	إلزامي
		3 إلى 4	2 أثمون يصفان بدء مؤشر مجموعة الموجات الحاملة الفرعية	
		5 إلى 6	2 أثمون يصفان وقف مؤشر مجموعة الموجات الحاملة الفرعية	

الجدول 11-26 – أوامر قراءة معلمات اختبار PMD المرسلة من الوحدة VTU الموجهة للطلب

الاسم	الطول (أثمونات)	رقم الأثمون	المحتوى	الدعم
قراءة متجهية للكتلة	7	2	06_{16} (الملاحظة 1)	اختياري
		3	1 أثمون يصف نوع معلمة الاختبار المقرر قراءتها (الملاحظة 2) 01_{16}: دالة نقل القناة Hlog(*f*) لكل مجموعة موجات حاملة فرعية 03_{16} : دالة QLN(*f*) لكثافة ضوضاء الخط الهادئ في كل مجموعة موجات حاملة فرعية 04_{16}: نسبة الإشارة إلى الضوضاء SNR(*f*) في كل مجموعة موجات حاملة فرعية	
		4 إلى 5	2 أثمون يصفان بدء مؤشر مجموعة الموجات الحاملة الفرعية	
		6 إلى 7	2 أثمون يصفان وقف مؤشر مجموعة الموجات الحاملة الفرعية	
قراءة عددية	3	2	07_{16} (الملاحظة 1)	اختياري
		3	1 أثمون يصف نوع معلمات الاختبار العددية المقرر قراءتها (الملاحظة 2) 21_{16} إلى 28_{16}: مؤشر المعلمة المقرر قراءتها وفقاً للمعرف ID في الجدول 11-28	
توهين الإشارة في الملحق A بالتوصية G.993.5	12	2	08_{16} (الملاحظة 1)	إلزامي
		3 إلى 12	خمس قيم من 2 أثمون للكمية TXpower_dBm_D(m) لخمس نطاقات يحتمل توفرها بالاتجاه الهابط	
الملاحظة 1 – جميع القيم الأخرى للأثمون رقم 2 محجوزة لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات. **الملاحظة 2** – جميع القيم الأخرى للأثمون رقم 3 محجوزة لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.				

الجدول 11-27 – ردود قراءة معلمات اختبار PMD المرسلة من الوحدة VTU الموجهة للطلب

الاسم	الطول (أثمونات)	رقم الأثمون	المحتوى	الدعم
إشعار قراءة واحدة	42 (انظر الملاحظة 1)	2	81_{16} (الملاحظة 2)	إلزامي
		3 إلى 42	أثمونات لمعلمات الاختبار المرتبة لنسق قراءة واحد	
إشعار قراءة متعددة	12 (انظر الملاحظة 1)	2	82_{16} (الملاحظة 2)	إلزامي
		3 إلى 12	أثمونات لمعلمات الاختبار المرتبة لنسق القراءة المتعددة	
إشعار NACK	2	2	80_{16} (الملاحظة 2)	إلزامي
إشعار قراءة كتلة	معتمد على المعلمات (انظر الملاحظة 1)	2	84_{16} (الملاحظة 2)	إلزامي
		3 +	أثمونات لمعلمات الاختبار المرتبة لنسق قراءة الكتلة	
إشعار قراءة متجهية لكتلة	معتمد على المعلمات (انظر الملاحظة 1)	2	86_{16} (الملاحظة 2)	اختياري
		3 +	أثمونات لمعلمات الاختبار المرتبة لنسق قراءة الكتلة	
إشعار قراءة عددية	معتمد على المعلمات (انظر الملاحظة 1)	2	87_{16} (الملاحظة 2)	اختياري
		3 +	أثمونات لمعلمات الاختبار المرتبة لنسق قراءة عددية	
توهين الإشارة في الملحق A بالتوصية G.993.5	12 (انظر الملاحظة 1)	2	88_{16} (الملاحظة 2)	إلزامي
		3 إلى 12	أثمونات توهين الإشارة المرتبة لنسق قراءة عددية	
الملاحظة 1 – طول الرسالة يعادل 2 أثمون زائد الطول المبين في الجدول 11-28. **الملاحظة 2** – جميع القيم الأخرى للأثمون رقم 2 محجوزة لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.				

الجدول 11-28 – قيم وطول ردود معرّف معلمات اختبار PMD

معرّف معلمة الاختبار الملاحظة (1)	اسم معلمة الاختبار	الطول لقراءة واحدة (أثمونات)	الطول لقراءة متعددة (أثمونات)	الطول لقراءة كتلة أو لقراءة كتلة متجهية (أثمونات)	الطول لقراءة عددية (أثمونات)	الدعم
01_{16}	دالة نقل القناة Hlog(*f*) لكل مجموعة موجات فرعية حاملة	غير متوفر	4	2 + (مؤشر إيقاف مجموعة موجات حاملة فرعية – مؤشر بدء مجموعة موجات حاملة فرعية + 1) x 2 (الملاحظة 2)	غير متوفر	إلزامي
03_{16}	ضوضاء الخط الهادئ PSD QLN(*f*) لكل مجموعة *موجات* فرعية حاملة	غير متوفر	3	2 + (مؤشر إيقاف مجموعة موجات حاملة فرعية – مؤشر بدء مجموعة موجات حاملة فرعية + 1) x 2 (الملاحظة 2)	غير متوفر	إلزامي

الجدول 11-28 – قيم وطول ردود معرّف معلمات اختبار PMD

معرّف معلمة الاختبار الملاحظة (1)	اسم معلمة الاختبار	الطول لقراءة واحدة (أثمونات)	الطول لقراءة متعددة (أثمونات)	الطول لقراءة كتلة أو لقراءة كتلة متجهية (أثمونات)	الطول لقراءة عددية (أثمونات)	الدعم
04_{16}	نسبة الإشارة إلى الضوضاء SNR(*f*) لكل مجموعة موجات فرعية حاملة	غير متوفر	3	2 + (مؤشر إيقاف مجموعة موجات حاملة فرعية – مؤشر بدء مجموعة موجات حاملة فرعية + 1) x 2 (الملاحظة 2)	غير متوفر	إلزامي
21_{16}	توهين العروة (LATN)	5 × 2	غير متوفر	غير متوفر	5 × 2	إلزامي
22_{16}	توهين الإشارة (SATN)	5 × 2	غير متوفر	غير متوفر	5 × 2	إلزامي
23_{16}	هامش نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNRM) وSNRM-pb	6 × 2	غير متوفر	غير متوفر	6 × 2	إلزامي
24_{16}	معدل البيانات الصافي القابل للتحقيق (ATTNDR) (الطريقة الأساسية)	4	غير متوفر	غير متوفر	4	إلزامي
24_{16}	معدل البيانات الصافي القابل للتحقيق (ATTNDR) (الطريقة المحسنة)	8	غير متوفر	غير متوفر	8	اختياري
25_{16}	قدرة الإرسال التجميعية الفعلية عند الطرف القريب (ACTATP)	2	غير متوفر	غير متوفر	2	إلزامي
26_{16}	قدرة الإرسال التجميعية الفعلية عند الطرف البعيد (ACTATP)	2	غير متوفر	غير متوفر	2	إلزامي
27_{16}	الحماية الفعلية من الضوضاء النبضية عند الطرف البعيد (INP_act)	غير متوفر	غير متوفر	غير متوفر	2	اختياري
28_{16}	الهامش الفعلي لنسبة الإشارة إلى الضوضاء للقناة الإضافية المتينة (SNRM-ROC)	غير متوفر	غير متوفر	غير متوفر	2	اختياري

الملاحظة 1 – جميع القيم الأخرى لمعرّف معلمة الاختبار محجوزة لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.

الملاحظة 2 – بما أن عدد الموجات الحاملة الفرعية، *G*، في مجموعة الموجات الحاملة الفرعية (انظر الفقرة 1.4.11) قد يكون مختلفاً بالنسبة لضوضاء الخط الهادئ (QLN) والنسق Hlog والنسبة SNR، فقد تكون قيم QLN وHlog وSNR التي تنقل بقراءة متعددة أو بقراءة كتلة أو بقراءة كتلة متجهية للمجموعة نفسها من الموجات الحاملة الفرعية مقابلة لمؤشرات موجات حاملة فرعية مختلفة. ويساوي مؤشر الموجة الحاملة الفرعية بالنسبة لكل معلمة حاصل ضرب *G* في المؤشر group_index لمجموعة الموجات الحاملة الفرعية، حيث تكون قيمة *G* كما هي محددة في الجدول 11-42 بالفقرة 1.4.11 (لوقت العرض) ويتراوح مؤشر مجموعة الموجات الحاملة الفرعية من 0 إلى 511.

وفور ورود أمر قراءة معلمة اختبار PMD، تقوم الوحدة VTU المستجيبة بإرسال الردّ المقابل. وإذا كان نسق أمر قراءة معلمة الاختبار غير صحيح، تردّ الوحدة VTU بإشعار نفي (NACK). ويجب أن لا تتأثر أي وظيفة من وظائف الوحدة VTU القائمة بالطلب أو المستجيبة.

ويستخدم أمر قراءة واحدة لاسترجاع جميع معلمات الاختبار ذات المعرّف ID الذي تتراوح قيمه من 21_{16} إلى 26_{16} ضمناً. وكردّ على أمر قراءة واحدة، يجب أن تنقل قيم معلمات الاختبار (قيمة واحدة لكل معلمة) بترتيب عددي تصاعدي للمعرّف ID المبين في الجدول 11-28. ويجب أن يكون نسق الأثمونات لكل معلمة على النحو المحدد في الفقرة 1.4.11. ويتم التقابل بين القيم التي تنسق على شكل أثمونات متعددة وبين الردّ بترتيب تنازلي من الأثمون الأكثر دلالة إلى الأثمون الأقل دلالة. ويجب أن يتضمن نسق كل من LATN وSATN وSNRM خمس قيم مكونة من أثمونين تخصص لخمس نطاقات تردد يحتمل توفرها في كل اتجاه من اتجاهي الإرسال. ويجب أن ترسل القيم المكونة من أثمونين بالترتيب المبين في الجدول 11-29. وتستخدم القيمة 00_{16} للدلالة على النطاقات غير المفعّلة. وتضبط الأثمونات التي يتبين أنها محجوزة على **صفر** في المرسل ويتم تجاهلها في المستقبل. ويجب أن تتضمن معلمة الاختبار SNRM، بالإضافة إلى قيم SNRM-pb، القيمة الإجمالية SNRM (الفقرة 2.6.1.1.4.11). وتمثل القيمة الأولى المكونة من أثمونين قيمة المعلمة SNRM الإجمالية، تليها القيم الخمس المكونة من أثمونين للمعلمة SNRM-pb كما هو محدد في الجدول SNRM-pb كما هو محدد في الجدول 11-29. وبالنسبة للمعلمة ATTNDR، يتم تشكيل استخدام الطريقة الأساسية أو المحسنة خلال فترة الاستهلال (انظر الفقرة 7.1.1.4.11). وتحدد معلمة الاختبار ATTNDR في الجدول 11-30.

وفي حال تشغيل الوحدة VTU-R وفقاً للملحق A بالتوصية [ITU-T G.993.5]، يكون للردّ على أمر قراءة عددية للمعلمة SATN وعلى أمر قراءة واحدة للمعلمة قيم للمعلمة SATN مساوية للقيمة الخاصة 1023. وتتجاهل الوحدة VTU-O هذه القيمة (أي إن الكيان VME لن ينقل هذه القيمة إلى المكيف الخارجي للواجهة (EIA) لتخزينها في موضع SATNds في القاعدة CO-MIB).

الجدول 11-29 – ترتيب إرسال معلمات LATN وSATN وSNRM-pb

رقم الأثمون	الاتجاه الصاعد	الاتجاه الهابط
1	US0	DS1
2		
3	US1	DS2
4		
5	US2	DS3
6		
7	US3	DS4
8		
9	US4	محجوز
10		

الجدول 11-30 – معلمة اختبار ATTNDR

رقم الأثمون	الطريقة الأساسية	الطريقة المحسنة
4-1	*ATTNDR*	*ATTNDR*
5	غير متاحة	محجوزة ومضبوطة على 00_{16}
6	غير متاحة	*ATTNDR_INP_act*$_0$
7	غير متاحة	محجوزة ومضبوطة على 00_{16}
8	غير متاحة	*ATTNDR_delay_act*$_0$
ملاحظة – يعرّف نسق الحقول في الفقرة 7.1.1.4.11.		

ويستخدم أمر قراءة عددية لاسترجاع معلمة اختبار واحدة. ويكون دعم أمر القراءة هذا اختيارياً. ويشار إل معرّف معلمة الاختبار المقرر استرجاعها في الأثمون الثالث لأمر القراءة كما هو محدد في الجدول 11-26. ورداً على أمر القراءة العددية، ترسل الوحدة VTU قيمة معلمة الاختبار إذا توفر الدعم لهذا الأمر ولمعلمة الاختبار من جانب الوحدة VTU؛ وبخلاف ذلك، ترسل الوحدة VTU إشعاراً بالنفي (NACK). ويكون نسق الأثمونات في كل معلمة اختبار على النحو المحدد في الفقرة 1.4.11. ويتم التقابل بين القيم التي تنسق على شكل أثمونات متعددة وبين الردّ بترتيب تنازلي من الأثمون الأكثر دلالة إلى الأثمون الأقل دلالة. ويجب أن يكون نسق المعلمات LATN وSATN وSNRM وATTNDR مطابقاً للنسق المستخدم في أمر القراءة الواحدة. ويجب أن تتضمن الحماية الفعلية من الضوضاء النبضية عند الطرف البعيد ($ID=27_{16}$) قيمتين مكونتين من أثمون واحد وان ترسل بالترتيب المبين في الجدول 11-31. وتستخدم القيمة FF_{16} للإشارة إلى الحمالات غير المفعّلة.

الجدول 11-31 – ترتيب معلمات الحماية الفعلية من الضوضاء النبضية عند الطرف البعيد

رقم الأثمون	المعلمة
1	INP_act لقناة الحمالة 0
2	INP_act لقناة الحمالة 1

ويستخدم الأمر "توهين الإشارة (SATN) للملحق A بالتوصية G.993.5" لاسترجاع التوهين SATN في حالة التشغيل وفقاً للملحق A بالتوصية [ITU-T G.993.5]. ويتضمن خمس قيم من أثمونين للكمية TXpower_dBm_D(m) لخمس نطاقات يحتمل توفرها بالاتجاه الهابط. ويكون نسق الأثمونات لكل معلمة على النحو المحدد لقدرة الإرسال التجميعية الفعلية (ACTATP) الواردة في الفقرة 8.1.1.4.11. ويتم التقابل بين القيم التي تنسق على شكل أثمونات متعددة وبين الردّ بترتيب تنازلي من الأثمون الأكثر دلالة إلى الأثمون الأقل دلالة. وترسل القيم المكونة من أثمونين بالترتيب المبين في الجدول بالترتيب المبين في الجدول 11-29. وتستخدم القيمة FF_{16} للإشارة إلى الحمالات غير المفعّلة. وتضبط الأثمونات التي يتبين أنها محجوزة على **صفر** في المرسل ويتم تجاهلها في المستقبل.

ورداً على الأمر "توهين الإشارة (SATN) للملحق A بالتوصية G.993.5"، ترسل الوحدة VTU قيمة المعلمة SATN. ويكون نسق الأثمونات في كل معلمة على النحو الوارد في الفقرة 1.4.11. ويتم التقابل بين القيم التي تنسق على شكل أثمونات متعددة وبين الردّ بترتيب تنازلي من الأثمون الأكثر دلالة إلى الأثمون الأقل دلالة. ويكون نسق المعلمة SATN مطابقاً للنسق المستخدم في أمر القراءة العددية. وتنقل الوحدة VTU-O هذه القيمة لتخزينها في موضع المعلمة SATNds في القاعدة CO-MIB.

وإذا اكتشفت الوحدة VTU-R إجراء TIGAV أو إجراء OLR آخر بعد الأمر SATN وقبل الردّ، ترد الوحدة VTU-R بقيم للمعلمة SATN تساوي القيمة الخاصة 1023. وتنقل الوحدة VTU-O هذه القيمة لتخزينها في موضع المعلمة SATNds في القاعدة CO-MIB وتستهل من جديد الأمر SATN. ويتحدد توقيت إعادة الاستهلال وفقاً لتقدير مقدم الخدمة.

وتستخدم أوامر القراءة المتعددة والقراءة المتعددة التالية لاسترجاع معلمات الاختبار لمجموعة من الموجات الحاملة الفرعية. ورداً على أمر القراءة المتعددة والقراءة المتعددة التالية، ترسل الوحدة VTU معلومات لجميع معلومات الاختبار ذات المعرّفات 01_{16} و03_{16} و04_{16} المرتبطة بمجموعة الموجات الحاملة الفرعية المبينة. ويتضمن أمر القراءة المتعددة مؤشر مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المطلوبة (انظر الجدول 11-26). وإذا كان يتعين إرسال أمر قراءة متعددة تالي، فلن يرسل إلا بعد أمر قراءة متعددة. ورداً على كل أمر لاحق للقراءة المتعددة التالية، تجرى زيادة دليل مجموعة الموجات الحاملة الفرعية بمقدار واحد. وإذا تجاوز مؤشر مجموعة الموجات الحاملة 511 (انظر الفقرة 1.4.11)، يكون الرد إشعاراً بالنفي (NACK). وتدرج قيم معلمات PMD لكل مجموعة موجات حاملة فرعية في الرسالة بترتيب عددي لمعرف المعلمة المبين في الجدول 11-28. ويكون نسق الأثمونات لكل معلمة على النحو المحدد في الفقرة 1.4.11. ويتم التقابل بين القيم التي تنسق على شكل أثمونات متعددة وبين الرد بترتيب تنازلي من الأثمون الأكثر دلالة إلى الأثمون الأقل دلالة.

ويستخدم أمر قراءة الكتلة لاسترجاع معلمات الاختبار على طائفة من مجموعات الموجات الحاملة الفرعية. ورداً على أمر قراءة الكتلة، يرسل VTU معلومات إلى معلمات الاختبار ذات المعرّفات 01_{16} و03_{16} و04_{16} المرتبطة بمجموعة الموجات الحاملة الفرعية المبينة. وبالنسبة لمعلمات الاختبار المحددة لكل مجموعة موجات حاملة فرعية، تحول جميع قيم مجموعات الموجات الحاملة الفرعية

ذات المؤشرات من #البدء إلى #التوقف في ردّ واحد. وإذا تجاوز مؤشر مجموعة الموجات الحاملة 511، يكون الرد إشعاراً بالنفي (NACK). وتدرج قيم معلمات PMD لكل مجموعة موجات حاملة فرعية في الرسالة بترتيب تصاعدي لمعرف المعلمة المبين في الجدول 11-28. ويكون نسق الأثمونات لكل قيمة للمعلمة على النحو المحدد في الفقرة 1.4.11. ويتم التقابل بين القيم التي تنسق على شكل أثمونات متعددة وبين الرد بترتيب تنازلي من الأثمون الأكثر دلالة إلى الأثمون الأقل دلالة. ويجب أن لا يتجاوز عدد الأثمونات في أمر قراءة الكتلة الطول الأقصى P لرسالة القناة eoc المحددة في الفقرة 1.3.2.11.

ويستخدم أمر قراءة الكتلة لاسترجاع معلمة اختبار واحدة على طائفة من مجموعات الموجات الحاملة الفرعية. ويكون دعم أمر القراءة هذا اختيارياً. ويشار إل معرّف معلمة الاختبار المقرر استرجاعها في الأثمون الثالث لأمر القراءة كما هو محدد في الجدول 11-26. ورداً على أمر قراءة الكتلة المتجهية، ترسل الوحدة VTU معلومات إلى معلمة الاختبار المرتبطة بالكتلة المعينة من مجموعات الموجات الحاملة الفرعية إذا توفر الدعم لهذا الأمر من جانب الوحدة VTU؛ وبخلاف ذلك، ترسل الوحدة VTU إشعاراً بالنفي (NACK). وتحول جميع قيم مجموعات الموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات من #البدء إلى #التوقف في ردّ واحد. وإذا تجاوز مؤشر مجموعة الموجات الحاملة 511، يكون الرد إشعاراً بالنفي (NACK). ويكون نسق الأثمونات لكل قيمة للمعلمة على النحو المحدد في الفقرة 1.4.11. ويتم التقابل بين القيم التي تنسق على شكل أثمونات متعددة وبين الرد بترتيب تنازلي من الأثمون الأكثر دلالة إلى الأثمون الأقل دلالة.

ولدى نقل قيم دالة نقل القناة Hlog(*f*) وضوضاء الخط الهادئة QLN(*f*) ونسبة الإشارة إلى الضوضاء SNR*(f)*، يدرج وقت القياس في الرد بالنسبة لكل معلمة اختبار. ويلي الإشعار ACK (انظر الجدول 11-27) وقت قياس الدالة Hlog(*f*) وقيمة *m* (انظر الفقرة 1.1.1.4.11)، يليه وقت قياس QLN(*f*) وقيمة *n* (انظر الفقرة 2.1.1.4.11)، يليه وقت قياس SNR*(f)* QLN(*f*) وقيمة SNR (انظر الفقرة 3.1.1.4.11). ولا يدرج وقت القياس إلا مرة واحدة في الرد على أمر قراءة الكتلة أو أمر قراءة الكتلة المتجهية، ويدرج في كل رد على أمر القراءة المتعددة أو أمر القراءة المتعددة التالية.

وتتمثل قيم بعض معلمات الاختبار باستخدام عدد من البتات أقل من ذلك الوارد في الحقل المقابل المحدد للرد في الجدول 11-28. وفي الحالة التي يكون فيها للمجال أكثر من أثمون واحد، يتم التقابل بين البتات والبتات الأقل دلالة في حقل الأثمونات المتعددة في الرد. وتضبط البتات الأكثر دلالة غير المستخدمة في حقل الأثمونات المتعددة على ZERO للكميات غير الجبرية وعلى قيمة بتة العلامة للكميات الجبرية.

8.7.A توهين الإشارة لكل نطاق (SATN-pb) (تستعيض عن الفقرة 5.1.1.4.11 من التوصية [ITU-T G.993.2])

يشار إلى توهين الإشارة في النطاق الهابط رقم m^{th} بالرمز SATN_D(*m*)، ويشار إلى توهين الإشارة في النطاق الصاعد رقم m^{th} بالرمز SATN_U(*m*).

وعند العمل وفقاً للملحق A بالتوصية ITU-T G.993.5، يحسب توهين الإشارة في النطاق الصاعد رقم m^{th} على النحو المحدد في المتن الرئيسي للفقرة 5.1.1.4.11 من التوصية [ITU-T G.993.5].

وعند العمل وفقاً للملحق A بالتوصية ITU-T G.993.5، يعرّف توهين الإشارة في النطاق الهابط رقم m^{th}، أي SATN_D(*m*)، بأنه الفرق بالدسيبلات بين القدرة المستقبلة عند الطرف القريب وتلك المرسلة من الطرف البعيد في النطاق الهابط m^{th}.

ويقابل ذلك من الناحية الرياضية:

$$SATN_D(m) = TXpower_dBm_D(m) - RXpower_dBm_D(m)$$

وخلال فترة الاستهلال وأسلوب تشخيص العروة، تحسب قدرة الإشارة المستقبلة بوحدات dBm، أي RXpower_dBm_D(*m*)، مثل القدرة المستقبلة للموجة الحاملة الفرعية، مجموعةً فوق الموجات الحاملة الفرعية في هذا النطاق التي تقع ضمن مجموعة MEDLEYds. وأثناء إرسال O-P-MEDLEY، تفترض الوحدة VTU-R أن الكثافة PSD المرسلة للموجات الحاملة الفرعية في مجموعة MEDLEYds تقع عند المستوى MREFPSDds. وبالتالي يجري تنقيح قدرة الإشارة المستقبلة بقيم g_i لكل موجة حاملة فرعية في مجموعة MEDLEYds من أجل تقدير قدرة الإشارة التي سيتم استقبالها خلال وقت العرض.

ويقابل ذلك من الناحية الرياضية:

$$\text{RXpower_dBm_D(m)} = 10 \times \log_{10}\left(\sum_{i \in (MEDLEYds \cap DS(m))} \left(\text{Received_subcarrier_power_mW}(i) \times g_i^2\right)\right)$$

وخلال وقت العرض، تحسب قدرة الإشارة المستقبلة بوحدات dBm، أي Rxpower_dBm_D(m)، مثل قدرة الموجات الحاملة الفرعية المرسلة في وقت العرض، مجموعةً فوق تلك الحاملات الفرعية في هذا النطاق الموجودة في مجموعة MEDLEYds.

ويقابل ذلك من الناحية الرياضية:

$$\text{RXpower_dBm_D(m)} = 10 \times \log_{10}\left(\sum_{i \in (MEDLEYds \cap DS(m))} \left(\text{Received_subcarrier_power_mW}(i)\right)\right)$$

وفي كلتا المعادلتين، يشير MEDLEYds ∩ DS(m) إلى جميع الموجات الحاملة الفرعية في مجموعة MEDLEYds التي تقع في النطاق الهابط رقم m^{th}، ويمثل Received_subcarrier_power_mW القدرة المستقبلة على الحاملة الفرعية i محسوبة بالملي واط، وg_i الكسب (مقياس خطي) للموجات الحاملة الفرعية i.

وبالنسبة لقيمة SATN التي تحدد خلال فترة الاستهلال، يجرى تنقيح قدرة الإشارة المستقبلة لكل حاملة فرعية i في مجموعة MEDLEYds بالقيمة g_i المحولة من الرسائل O-PMD (للاتجاه الصاعد) وR-PMD (للاتجاه الهابط) لتقدير قدرة الإشارة التي ستستقبل خلال وقت العرض. وسوف يقتصر التنفيح خلال أسلوب تشخيص العروة على استخدام قيم g_i المساوية 0 (للموجات الحاملة الفرعية التي لا يمكن تخصيص بتات لها) و1 (للموجات الحاملة الفرعية التي يمكن أن يخصص لها بتة واحدة على الأقل). وبالنسبة لقيمة SATN المحددة خلال وقت العرض، سوف تعتبر قدرة الموجة االحاملة الفرعية المستقبلة كما لو كانت قد قيست.

وبالنسبة لقيمة SATN التي تحدد خلال فترة الاستهلال وأسلوب تشخيص العروة، تقوم الوحدة VTU-R بحساب TXpower_dBm_D(m) بأنها تساوي قدرة الإرسال التجميعية، مجموعةً فوق الموجات الحاملة الفرعية في هذا النطاق التي تقع ضمن مجموعة MEDLEYds. وأثناء إرسال O-P-MEDLEY، تفترض الوحدة VTU-R أن الكثافة PSD المرسلة للموجات الحاملة الفرعية في مجموعة MEDLEYds تقع عند المستوى MREFPSDds. وبالتالي يجري تنقيح قدرة الإشارة المستقبلة بقيم g_i لكل موجة حاملة فرعية في مجموعة MEDLEYds من أجل تقدير قدرة الإشارة التي سيتم استقبالها خلال وقت العرض.

ويقابل ذلك من الناحية الرياضية:

$$\text{TXpower_dBm_D}(m) = 10 \times \log_{10}\Delta f + 10 \times \log_{10}\left(\sum_{i \in \text{MEDLEYds} \cap \text{DS}(m))} \left(10^{\frac{\text{MREFPSD}[i]}{10}} \times g_i^2\right)\right)$$

حيث تشير MEDLEYds ∩ DS(m) إلى جميع الموجات الحاملة الفرعية في مجموعة MEDLEYds التي تقع في النطاق الهابط رقم m^{th}، وتمثل *MREFPSD[i]* قيمة MREFPSDds للموجة الحاملة الفرعية i بوحدات dBm/Hz كما تنقلها الرسالة O-RPM، وg_i الكسب (مقياس خطي) للموجة الحاملة الفرعية i، وΔf التباعد بين الموجات الحاملة الفرعية بوحدات Hz.

تقوم الوحدة VTU-O، بالتعاون مع الكيان VCE، بتحديث قيمة SATN بالاتجاه الهابط التي أبلغت عنها الوحدة VTU-R خلال فترة الاستهلال باستخدام قيم TXpower_dBm_D(m) الدقيقة. وتقوم الوحدة VTU-O بحساب هذه القيم بالتعاون مع الكيان VCE، على شكل تقدير لقدرة الإرسال التجميعية، مجموعةً فوق الموجات الحاملة الفرعية في هذا النطاق التي تقع ضمن مجموعة MEDLEYds. ومنقحة بقيم g_i لكل موجة حاملة فرعية في مجموعة MEDLEYds من أجل تقدير قدرة الإشارة التي سيتم استقبالها خلال وقت العرض.

ويقابل ذلك من الناحية الرياضية:

$$\text{TXpower_dBm_D}(m) = 10log_{10}\left(\sum_{i\epsilon(MEDLEYds \cap DS(m))} Pdirect_Zi' \times g_i^2\right)$$

حيث تشير MEDLEYds ∩ DS(m) إلى جميع الموجات الحاملة الفرعية في مجموعة MEDLEYds التي تقع في النطاق الهابط رقم m^{th}، وتمثل $Pdirect_Z_i'$ قدرة الإشارة المستمرة عند خرج المشفر المسبق للموجة الحاملة الفرعية i، أثناء الرسالة O-P-MEDLEY، بالنسبة إلى الواجهة U-O، محسوبة بوحدات الملي واط بافتراض أن معاوقة دخل الشبكة هي مقاومة بقيمة 100 أوم.

الملاحظة 1 – في عمليات النشر الفعلية، قد تنحرف معاوقة دخل الشبكة/العروة عن مقاومة قيمتها 100 أوم.

الملاحظة 2 – في عمليات التنفيذ التي تستخدم مصفوفة المشفر المسبق P_i للموجة الحاملة الفرعية i، يمكن حساب $Pdirect_Z_i'$ باستخدام المعامل القطري للمصفوفة P_i، أي "diag(P_i)"، باستخدام المعادلة التالية:

$$Pdirect_{Zi}' = |diag(P_i)|^2 \times P_{Zi} = \Delta f \times 10^{\frac{MREFPSD(i)}{10}} \times (|diag(P_i)|)^2.$$

وبالنسبة لقيمة SATN بالاتجاه الهابط المحددة خلال فترة الاستهلال، يتم تنقيح قدرة الإشارة المرسلة لكل موجة حاملة فرعية i في مجموعة MEDLEYds بقيم g_i التي نقلتها رسائل R-PMD (بالاتجاه الهابط) من أجل تقدير قدرة الإشارة المرسلة خلال وقت العرض. وخلال أسلوب تشخيص العروة، يجب أن يقتصر التنقيح على قيم للكسب g_i تساوي 0 (للموجات الحاملة الفرعية التي لا يمكن تخصيص بتات لها) و1 (للموجات الحاملة الفرعية التي يمكن أن يخصص لها بتة واحدة على الأقل).

وبالنسبة لقيمة SATN بالاتجاه الهابط المحددة خلال وقت العرض، تستخدم الوحدة VTU-R قيم TXpower_dBm_D(m) كما تنقلها الوحدة VTU-O في أمر طلب معلمة الاختبار SATN. وتقوم الوحدة VTU-O بحساب هذه القيم، بالتعاون مع الكيان VCE، كتقدير لقدرة الإرسال التجميعية، مجموعةً فوق الموجات الحاملة الفرعية في هذا النطاق التي تقع ضمن مجموعة MEDLEYds. وخلال وقت العرض تتضمن هذه القدرة بالفعل تأثير قيم g_i.

يقابل ذلك من الناحية الرياضية:

$$\text{TXpower_dBm_D}(m) = 10log_{10}\left(\sum_{i\epsilon(MEDLEYds\cap DS(m))} Pdirect_Zi'\right)$$

حيث تشير MEDLEYds ∩ DS(m) إلى جميع الموجات الحاملة الفرعية في مجموعة MEDLEYds التي تقع في النطاق الهابط رقم m^{th}، وتمثل $Pdirect_Z_i'$ قدرة الإشارة المستمرة عند خرج المشفر المسبق للموجة الحاملة الفرعية i، خلال وقت العرض، بالنسبة إلى الواجهة U-O، محسوبة بوحدات الملي واط بافتراض أن معاوقة دخل الشبكة هي مقاومة بقيمة 100 أوم.

الملاحظة 3 – في عمليات النشر الفعلية، قد تنحرف معاوقة دخل الشبكة/العروة عن مقاومة قيمتها 100 أوم.

الملاحظة 4 – في عمليات التنفيذ التي تستخدم مصفوفة المشفر المسبق P_i للموجة الحاملة الفرعية i، يمكن حساب $Pdirect_Z_i'$ باستخدام المعامل القطري للمصفوفة P_i، أي "diag(P_i)"، باستخدام المعادلة التالية:

$$Pdirect_{Zi}' = |diag(P_i)|^2 \times P_{Zi} = \Delta f \times 10^{\frac{MREFPSD(i)}{10}} \times (|diag(P_i)| \times g_i)^2$$

ويقاس توهين الإشارة بواسطة دالّة الكثافة PMD المستقبلة خلال أسلوب تشخيص العروة وفترة الاستهلال (أي تقدير توهين الإشارة عند بدء وقت العرض). ويتم تحديث القياس بناء على طلب من الطرف البعيد خلال وقت العرض. ويرسل توهين الإشارة إلى الطرف البعيد بناء على طلب خلال وقت العرض.

ويتمثل توهين الإشارة لكل نطاق هابط، SATN_D(m)، في شكل عدد صحيح غير جبري مكوّن من 10 بتات *satn*، مع قيمة SATN_D(m) المحددة بالقيمة SATN_D(m) = *satn*/10 dB. ويدعم نسق البيانات هذا تقسيماً أدق للتوهين SATN_D(m) مقداره 0,1 dB ومدى دينامي للتوهين SATN_D(m) مقداره 102,2 dB (0 إلى 102,2 dB).

وتعتبر قيمة SATN_D(m) المبينة بالقيمة *satn* = 1023 قيمة خاصة. وهي تبين أن توهين الإشارة يقع خارج النطاق الذي سيتم تمثيله أو "غير محدد".

9.7.A معلمة الحالة GAINSpsds

تعرّف معلمة الحالة GAINSpsds على النحو التالي:

$$GAINSpsds_i = g_i \times 10^{\frac{\left(TXPSDdirect_{Zi}' - MREFPSDds(i)\right)}{20}}$$

حيث:

TXPSDdirect_Zi' هي الكثافة PSD للإشارة المستمرة عند خرج المشفر المسبق للموجة الحاملة الفرعية *i*، بالنسبة إلى الواجهة U-O، محسوبة بوحدات dBm/Hz بافتراض أن معاوقة دخل الشبكة هي مقاومة بقيمة 100 أوم.

MREFPSDds هي قيمة *MREFPSDds* كما تنقل في O-PRM بوحدات dB/Hz.

ويتم تحديث $GAINSpsds_i$ بواسطة الوحدة VTU-O، بالتعاون مع الكيان VCE، فور إعادة التشكيل OLR التي تغير قيمة g_i، وفور الإجراء TIGAV الذي يغير قيمة *TXPSDdirectZi'*.

الملاحظة 1 – لذلك لا يتم تحديث GAINSpsds إلا خلال حالة الوصلة L0.

وتتراوح القيم الصالحة للمعلمة *GAINSpsds* من 0 إلى 1,33 تقريباً (أي القيمة الصالحة القصوى للكسب g_i).

وتتمثل المعلمة *GAINSpsds* بعدد صحيح غير جبري مكوّن من 16 بتة يعبر عن قيمة *GAINSpsds* بمضاعفات للعدد 1/512، حيث تتراوح القيم الصالحة من 0 إلى 682. وتحجز جميع القيم الأخرى لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات.

الملاحظة 2 – إذا لم تعمل الوحدة VTU-O وفقاً لهذا الملحق، تكون $GAINSpsds_i$ عبارة عن القيم الفعلية للكسب g_i.

الملاحظة 3 – في عمليات التنفيذ التي تستخدم مصفوفة المشفر المسبق P_i للموجة الحاملة الفرعية *i*، يمكن حساب *GAINSpsds* باستخدام المعامل القطري للمصفوفة P_i، أي "diag(P_i)"، باستخدام المعادلة التالية (انظر الشكل 6-1):

$$GAINSpsds_i = g_i \times diag(P_i)$$

8.A الإدارة

تعرّف هذه الفقرة معلمات التشكيل والحالة والجرد المتعلقة بالقاعدة CO-MIB والخاصة بالتشغيل وفقاً للملحق A. ويتوفر الدعم لهذه المعلمات إذا وفرت الوحدة VTU-O الدعم وفقاً للملحق A.

1.8.A معلمات التشكيل

1.1.8.A أسلوب STRONGFEXT (STRONGFEXT_MODE)

تستخدم معلمة التشكيل STRONGFEXT_MODE (انظر الفقرة 1.17.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) للتحكم بتفعيل الملحق A بالتوصية ITU-T G.993.5 خلال فترة الاستهلال.

ولهذه المعلمة 4 قيم صالحة:

0: DISABLED (معطّل): الملحق A بالتوصية ITU-T G.993.5 غير مسموح. وتضبط بتة "دعم التخفيف من اللغط FEXT القوي" Npar(3) في الرسالة CL الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 على ZERO.

1: PREFERRED (مفضّل): يفضّل المشغّل الملحق A بالتوصية ITU-T G.993.5. وتبين بتة "دعم التخفيف من اللغط FEXT القوي" Npar(3) في رسالة CL الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 ما إذا كانت الوحدة VTU-O تدعم هذا الملحق.

2: FORCED (مفروض): فرض استخدام الملحق A بالتوصية ITU-T G.993.5. وتبين بتة "دعم التخفيف من اللغط FEXT القوي" Npar(3) في رسالة CL الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 ما إذا كانت الوحدة VTU-O تدعم هذا الملحق. وإذا لم تضبط بتة "دعم التخفيف من اللغط FEXT القوي" على ONE في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 أو إذا لم تضبط بتة Spar(2) الواردة بالتوصية "ITU-T G.993.5" على ONE في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1، يجب عندئذ أن تضبط بتة Spar(1) الواردة بالتوصية "ITU-T G.993.2" على ONE في الرسالة MS.

:FORCED_ABOVE_17MHZ :3

- في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1، إذا ضبطت بتة (1)Spar الواردة بالتوصية "ITU-T G.993.2" على ONE وبتة (2)Spar الواردة بالتوصية "ITU-T G.993.5" على ONE وبتة "دعم التخفيف من اللغط FEXT القوي" (3)Npar على ZERO، عندئذ تختار الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 ما يلي:
  - إما التشغيل وفق توصيف يختلف عن 30a أو 35b،
  - أو التشغيل وفق التوصيف 35b، على أن تقتصر مجموعة SUPPORTEDCARRIERS بالاتجاهين الهابط والصاعد في الرسالة O-SIGNATURE على مؤشر الموجة الحاملة الفرعية 4095.
- في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1، إذا ضبطت بتة (1)Spar الواردة بالتوصية "ITU-T G.993.2" على ONE وبتة (2)Spar الواردة بالتوصية "ITU-T G.993.5" على ZERO، عندئذ تختار الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 التشغيل وفقاً لأي توصيف، على أن تقتصر مجموعة SUPPORTEDCARRIERS بالاتجاهين الهابط والصاعد في الرسالة O-SIGNATURE على مؤشر موجة حاملة فرعية يحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة ويكون أصغر من 4095 أو يساويه.

ملاحظة – ينبغي اختيار أعلى مؤشر للموجة الحاملة الفرعية يحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة بحيث يكون اللغط المولّد للخطوط الأخرى في الزمرة الموجهة منخفضاً بما فيه الكفاية، مثلاً الموجة الحاملة الفرعية 511 (التي قد تناظر التشغيل وفقاً للتوصية ITU-T G.992.5).

وإذا تم ضبط STRONGFEXT_MODE على PREFERRED أو FORCED أو FORCED_ABOVE_17MHz، عندئذ:

- يجب أن يضبط RA-MODEds على الأسلوب 3 (دينامي) أو 4 (دينامي مع SOS)؛
- يجب أن يضبط RTX_MODE_ds على RTX_PREFERRED, RTX_FORCED أو RTX_TESTMODE.

ملاحظة – لا يطبق هذا الملحق إلا إذا كانت الوحدة VTU تعمل وفقاً للملحق Q بالتوصية [ITU-T G.993.2]، الأمر الذي يتطلب الدعم الإلزامي لتكييف المعدل السلس (SRA) وإعادة الإرسال بالاتجاه الهابط. ويفترض هذا الملحق أنه قد تم تفعيل التكييف SRA وإعادة الإرسال بالاتجاه الهابط في القاعدة CO-MIB.

وإذا تم ضبط STRONGFEXT_MODE على FORCED أو FORCED_ABOVE_17MHz بالنسبة لخط واحد في الزمرة الموجهة، فيجب ضبطه على الأسلوب نفسه لجميع الخطوط في الزمرة الموجهة (أي جميعها أو لا شيء).

2.8.A معلمات الحالة

1.2.8.A أسلوب STRONGFEXT الفعلي (STRONGFEXT_MODE_ACTUAL)

تقوم معلمة الحالة STRONGFEXT_MODE_ACTUAL (انظر الفقرة 1.45.1.5.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) بتبليغ الخط بما إذا تم اختيار التشغيل وفقاً للمحق A بالتوصية [ITU-T G.993.5] أم لا في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 (بصرف النظر عما إذا كان هذا الاختيار مستقلاً من خلال الوحدات VTU أو مفروضاً من خلال القاعدة CO-MIB).

والقيم الصالحة هي:

- NOT-SELECTED: *لم يتم اختيار* التشغيل وفقاً للملحق A بالتوصية [ITU-T G.993.5].
- SELECTED: *تم اختيار* التشغيل وفقاً للملحق A بالتوصية [ITU-T G.993.5].

3.8.A معلمات الجرد

1.3.8.A دعم أسلوب STRONGFEXT (STRONGFEXT_MODE_SUPPORT_O/R)

تقوم معلمة الجرد STRONGFEXT_MODE_SUPPORT_O (انظر الفقرة 1.15.4.7 من التوصية ITU-T G.997.1]) و STRONGFEXT_MODE_SUPPORT_R (انظر الفقرة 2.15.4.7 من التوصية ITU-T G.997.1]) بتبليغ الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R، على التوالي، بما إذا كان التشغيل وفقاً للملحق A بالتوصية [ITU-T G.993.5] غير مدعوم (set to 0) أم مدعوماً (set to 1).

الملحق B

الخط VDSL2 الموجّه بعيد المدى

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.B مقدمة

يعرّف هذا الملحق الأسلوب البعيد المدى للخط VDSL2 الموجّه (VDSL2-LR).

والأسلوب VDSL2-LR هو أحد الخصائص الوظيفية الاختيارية لكل من الوحدتين VTU-O وVTU-R. ويوفر هذا الأسلوب أساليب سلوك مختلفة لتشغيل العروة القصيرة والعروة المتوسطة والعروة الطويلة على مختلف أزواج الخطوط في الزمرة الموجهة نفسها. ويكون اختيار تشغيل العروة القصيرة والعروة المتوسطة والعروة الطويلة ذاتياً، مع مراعاة خسارة العروة؛ إلا إذا تم تجاوز الاختيار من جانب إدارة الشبكة.

وتشمل أساليب السلوك ما يلي:

1 أن النشر قد يستضيف كلا من الخطوط VDSL2 وVDSL2-LR. وقد تقع خطوط VDSL2-LR وVDSL2 في الزمرة الموجهة نفسها.

2 أنه إذا كانت كل من الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R تدعم الأسلوب VDSL2-LR، يتم عندئذ اختيار التشغيل وفقاً لهذا الملحق خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 لكل من الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R.

3 أن كلا الخطوط VDSL2 وVDSL2-LR قد شكّلت لاستخدام توصيف معين للخط VDSL2 (مثلاً 8a/b أو 17a) تبعاً للخدمة المنشودة على خطوط VDSL2. وتبدأ كلا الخطوط VDSL2 وVDSL2-LR فترة الاستهلال وفقاً للإجراء الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 والتوصيف الذي تم اختياره.

4 أنه لا يسمح بطيف متراكب في النطاق US0 – يستعمل نطاق التردد من 25 إلى 138/276 للنطاق US0 فقط وتستعمل خطة النطاق VDSL2 العادية فوق 138/276 kHz.

5 أن الطيف في الأسلوب VDSL2-LR، في تشغيل العروة الطويلة، يقتصر على النطاق US0 وDS1 وصولاً إلى الموجة الحاملة الفرعية 511 (2,208 MHz).

6 أن الدعم متوفر للتمديد الدوري الإلزامي فقط في الأسلوب VDSL2-LR.

7 أن الأسلوب VDSL2-LR يدعم جميع الخصائص الوظيفية المطبقة على المتن الرئيسي لهذه التوصية (مثلاً DPBO)، ما لم ينصّ صراحة على خلاف ذلك في هذا الملحق،

8 أن الدعم غير متوفر لإلغاء اللغط بالاتجاه الصاعد على الخطوط التي يتم فيها اختيار تشغيل العروة الطويلة بالأسلوب VDSL2-LR (نظراً لأن النطاق US0 فقط هو النطاق المستعمل).

2.B لمحة عامة عن إجراء الاستهلال

يتضمن إجراء استهلال الخط VDSL2-LR جزأين:

1 الإجراء العادي الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 (بما في ذلك تقدير القناة) مع تعديلات طفيفة،

2 ومرحلتين إضافيتين:

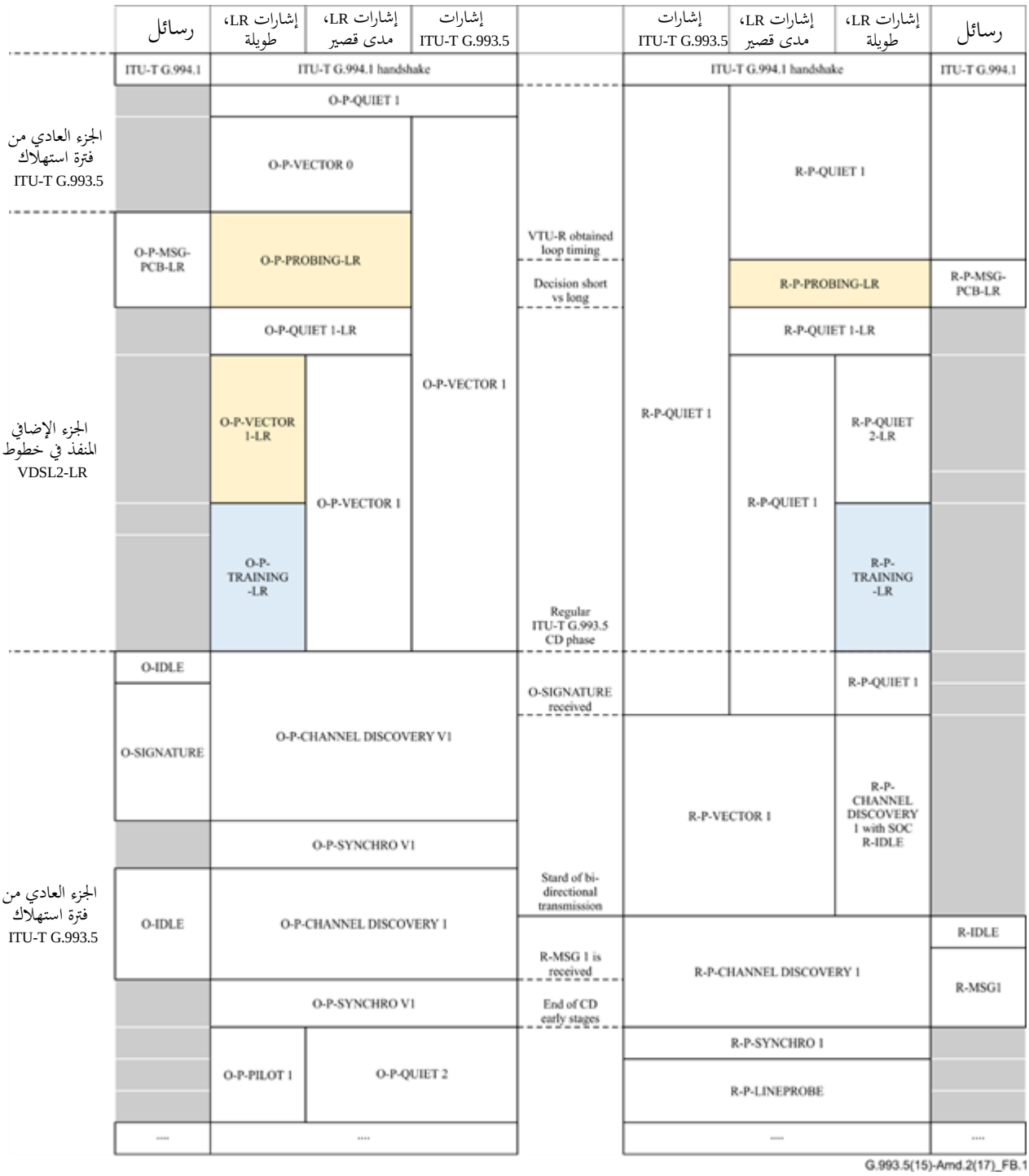
- PROBING (السبر): خلال هذه المرحلة، تحدد الوحدة VTU-R طول الخط وتبين للوحدة VTU-O ما إذا كان عليها مواصلة استهلال الخط VDSL2-LR في تشغيل العروة القصيرة–المتوسطة أو في تشغيل العروة الطويلة.

وعقب الإشارة الصادرة عن الوحدة VTU-R، تواصل الوحدتان VTU-O وVTU-R استهلال الخط إما بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة أو بتشغيل العروة الطويلة؛

- TRAINING (التهيئة): توجد هذه المرحلة إذا اختارت الوحدة VTU-R مواصلة استهلال الخط بتشغيل العروة الطويلة. وخلال هذه المرحلة، تقوم الوحدتان VTU-O وVTU-R بتهيئة الخط للعمل بتشغيل العروة الطويلة.

ويعرض الشكل 1.B إطار عمل إجراء الاستهلال. وهو يوضح فترة استهلال الخط VDSL2-LR (مقارنة بالاستهلال العادي الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5) باستخدام الرموز التالية للإشارات المتبادلة:

- إشارات G.993.5 – تستعمل إذا كان الخط عادياً وفقاً للتوصية ITU-T G.993.5، أي إذا كان لا يعمل وفقاً لهذا الملحق (خط عادي وفقاً للتوصية ITU-T G.993.5)؛
- إشارات LR، قصيرة–متوسطة – تستعمل إذا تم اختيار الخط خلال مرحلة السبر (PROBING) لمواصلة استهلال الخط VDSL2-LR بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة (ليتحول إلى خط VDSL2-LR قصير أو متوسط)؛
- إشارات LR، طويلة – تستعمل إذا تم اختيار الخط خلال مرحلة السبر (PROBING) لمواصلة استهلال الخط VDSL2-LR بتشغيل العروة الطويلة (لخط VDSL2-LR الطويل).



الشكل 1.B – لمحة عامة عن استهلال الخط VDSL2-LR
(مقارنة بالاستهلال العادي وفقاً للتوصية ITU-T G.993.5)

3.B طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1

خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، يتحدد ما إذا كان الخط قد اختير ليكون خط VDSL2 أو خطاً عادياً وفقاً للتوصية ITU-T G.993.5. وتتحدد أيضاً الكثافة PSD لمرحلة السبر (PROBING) (انظر الفقرة 6.B) إذا كان الخط قد اختير ليكون من النوع VDSL2-LR (عن طريق قيم NOMPSD و*log_tssi*). وتنتمي نقاط الشفرة Spar(2) إلى شجرة الشفرة الواردة بالتوصية ITU-T G.993.2 وتعرّف في الجدول 1.0.68.11 بالتوصية ITU-T G.994.1 (حقل المعلومات الموحّد – تشفير

SPar(2) الوارد بالتوصية ITU-T G.993.2 – الأثمون 2). وتحدد الجداول من 1.B إلى 8.B استعمال نقاط الشفرة هذه في الرسائل CL وCLR وMS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1.

الجدول 1.B – تعاريف بتات Spar(2) لرسائل CL في الوحدة VTU-O

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة SPar(2)
دعم VDSL2-LR	تضبط دائماً على **صفر** إذا: • كانت الوحدة VTU-O لا تدعم أسلوب الخط VDSL2 البعيد المدى (VDSL2-LR) وفقاً لهذا الملحق، أو • لا يسمح بأي نمط من أنماط تشغيل العروة القصيرة أو المتوسطة أو لطويلة في القاعدة CO-MIB (انظر الفقرة 1.1.10.B)، وما عدا ذلك يمكن ضبطها على **واحد**.
حدود الطيف الهابط	تضبط على **واحد** فقط إذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" على **واحد**. وإذا ضبطت على **واحد**، فمعنى ذلك أن VTU-O تتضمن حدود الطيف الهابط المحددة في البتة المناظرة NPar(3).
تشكيل الطيف الهابط	تضبط على **واحد** فقط إذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" على **واحد**. وإذا ضبطت على **واحد**، فمعنى ذلك أن VTU-O تتضمن تشكيل الطيف الهابط المحدد في البتة المناظرة NPar(3).
حدود الطيف الصاعد	تضبط على **واحد** فقط إذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" على **واحد**. وإذا ضبطت على **واحد**، فمعنى ذلك أن VTU-O تتضمن حدود الطيف الصاعد المحددة في البتة المناظرة NPar(3).
تشكيل الطيف الصاعد	تضبط دائماً على **صفر**.
صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست	تضبط دائماً على **صفر**.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الهابط	تضبط على **واحد** فقط إذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" على **واحد**.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الصاعد	تضبط دائماً على **صفر**.

الجدول 2.B – تعاريف بتات Npar(3) لرسائل CL في الوحدة VTU-O

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة NPar(3)
دعم VDSL2-LR	إذا ضبطت بتة Spar(2) على **واحد**: البتة 1: نمط تشغيل العروة القصيرة: تضبط على **واحد** فقط إذا كان تشغيل العروة القصيرة في الخط VDSL2-LR مسموحاً في القاعدة CO-MIB (انظر الفقرة 1.1.10.B). البتة 2: نمط تشغيل العروة المتوسطة: تضبط على **واحد** فقط إذا كان تشغيل العروة المتوسطة في الخط VDSL2-LR مسموحاً في القاعدة CO-MIB (انظر الفقرة 1.1.10.B). البتة 3: نمط تشغيل العروة الطويلة: تضبط على **واحد** فقط إذا كان تشغيل العروة الطويلة في الخط VDSL2-LR مسموحاً في القاعدة CO-MIB (انظر الفقرة 1.1.10.B). البتة 4: تضبط دائماً على **واحد**.
حدود الطيف الهابط	كتلة معلمات تدل على المستوى العادي لإرسال PSD. يبلغ طول كتلة المعلمات 2 أثمون. يتمثل المستوى العادي لإرسال PSD (*NOMPSD*) بقيمة جبرية بمتمم اثنيني مكونة من 9 بتات في خطوات بقيمة 0,1 dB من –25,6 إلى +25,5 dB بالنسبة للقيمة –40 dBm/Hz، ويتم تشفيرها في البتات من 3 نزولاً إلى 1 من الأثمون 1 وفي البتات من 6 نزولاً إلى 1 من الأثمون 2.
تشكيل الطيف الهابط	كتلة معلمات من أزواج من مؤشر الموجة الحاملة الفرعية وقيمة *log_tssi* لتشكيل الطيف عند تلك الموجة الحاملة الفرعية. وترسل الأزواج في ترتيب تصاعدي لمؤشر الموجة الحاملة الفرعية. ويتمثل كل زوج بعدد 4 من الأثمونات. ويكون طول كتلة المعلمات مضاعفاً للعدد 4 أثمونات. ويساوي أقصى عدد لنقاط الشفرة 32.

الجدول 2.B – تعاريف بتات Npar(3) لرسائل CL في الوحدة VTU-O

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة NPar(3)
	تنظم نقاط الشفرة على النحو التالي: يكون مؤشر الموجة الحاملة الفرعية قيمة غير جبرية مكونة من 9 بتات تدل على مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من 1 إلى $2 \times NSCus - 1$، ويتم تشفيرها في البتات من 3 نزولاً إلى 1 في الأثمون 1 وفي البتات من 6 نزولاً إلى 1 من الأثمون 2؛ وتشفّر الإشارة إلى ما إذا كانت الموجة الحاملة الفرعية مدرجة في مجموعة SUPPORTEDCARRIERS (تضبط الإشارة على 1) أم غير مدرجة في مجموعة SUPPORTEDCARRIERS (تضبط الإشارة على 0). وتشفر هذه الإشارة في البتة 6 من الأثمون 3؛ وتتمثل قيم log_tss_i لتشكيل الطيف بمقياس خوارزمي في قيمة غير جبرية مكونة من 7 بتات في خطوات من 0,5– dB تتراوح بين 0 dB (القيمة 0) و62,5– dB (القيمة 125)، ويتم تشفيرها في البتة 1 من الأثمون 3 وفي البتات من 6 نزولاً إلى 1 من الأثمون 4. والقيمة 127 هي قيمة خاصة تدل على عدم إرسال الموجة الحاملة الفرعية (أي بالمقياس الخطي $tss_i = 0$). والقيمة 126 هي قيمة خاصة تدل على أن قيمة log_tss_i على هذه الموجة الحاملة الفرعية لم تستكمل وفقاً للفقرة 4.2.13.8 من التوصية [ITU-T G.992.3]. ويبين زوج واحد على الأقل (مؤلف من مؤشر موجة حاملة فرعية وقيمة log_tss_i لتشكيل الطيف في تلك الموجة الحاملة الفرعية) على أنه مدرج في مجموعة SUPPORTEDCARRIERS وله قيمة log_tss_i تضبط على 0 dB.
حدود الطيف الصاعد	كتلة معلمات لها نفس تعريف وبنية حدود الطيف الهابط، مع *NOMPSD=NOMPSDus*.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الهابط	يدل على التخالف بين عينة IDFT #0 في الإشارة O-P-SEGUE 1-LR وفي الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY-V1 بعدد العينات عند 4,416 MHz. ويتم تشفير القيمة بعدد صحيح غير جبري مكون من 7 بتات.

الجدول 3.B – تعاريف بتات Spar(2) لرسائل CLR في الوحدة VTU-R

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة SPar(2)
دعم VDSL2-LR	تضبط على **واحد** فقط إذا كانت الوحدة VTU-R تدعم أسلوب الخط VDSL2 البعيد المدى (VDSL2-LR) وفقاً لهذا الملحق.
حدود الطيف الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
تشكيل الطيف الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
حدود الطيف الصاعد	تضبط على **واحد** فقط إذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" على **واحد**. وإذا ضبط على **واحد**، فمعنى ذلك أن VTU-R تتضمن حدود الطيف الصاعد المحددة في البتة المناظرة NPar(3).
تشكيل الطيف الصاعد	تضبط على **واحد** فقط إذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" على **واحد**. وإذا ضبطت على **واحد**، فمعنى ذلك أن VTU-R تتضمن تشكيل الطيف الصاعد المحدد في البتة المناظرة NPar(3).
صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست	تضبط على **واحد** فقط إذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" على **واحد**. وإذا ضبطت على **واحد**، فمعنى ذلك أن VTU-R تتضمن صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست المحددة في البتة المناظرة NPar(3).
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الصاعد	تضبط على **واحد** فقط إذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" على **واحد**.

الجدول 4.B – تعاريف بتات Npar(3) لرسائل CLR في الوحدة VTU-R

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة NPar(3)
دعم VDSL2-LR	البتة 1: تضبط دائماً على **واحد**. البتة 2: تضبط دائماً على **واحد**. البتة 3: تضبط دائماً على **واحد**. البتة 4: FMT-O-P-TREF2: إذا ضبطت على **واحد**، فإن هذه البتة تشير إلى أن VTU-R تطلب من VTU-O أن ترسل رموز O-P-TREF أثناء O-P-ECT-LR. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير أن VTU-R تطلب من VTU-O أن ترسل رموز O-P-QUIET أثناء O-P-ECT-LR.
حدود الطيف الصاعد	كتلة معلمات لها نفس تعريف وبنية كتلة معلمات حدود الطيف الصاعد في رسالة CR.
تشكيل الطيف الصاعد	كتلة معلمات لها نفس تعريف وبنية كتلة معلمات تشكيل الطيف الصاعد في رسالة CR، مع *NSC=NSCus* وأقصى عدد لنقاط القطع يساوي 16.
صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست	كتلة معلمات تدل على نمط صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست. وتتألف كتلة المعلمة من أثمون واحد. وتنظم نقاط الشفرة على شكل البتات من 3 إلى 6 التي تشير إلى قيمة N (في حالة تحويل IDTF من $2N$ نقطة، انظر الفقرة 3.4.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]) والبتتين 2 و1 اللتين تشيران إلى تعريف صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست (انظر الفقرة 3.4.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]). ويكون التشفير على النحو التالي: • n = ($b_6b_5b_4b_3$)، مع $1 \le n \le 15$ ويدل على أن $N = 2^n$. • (b_2b_1 = 01): المترافق المركب لإشارة النطاق الأساسي. • (b_2b_1 = 10): مملوءة بأصفار. • (b_2b_1 = 00): تشفير آخر (لا شيء مما سبق). • (b_2b_1 = 11): محجوزة.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الصاعد	تدل على التخالف بين عينة IDFT #0 في الإشارة R-P-SEGUE 1-LR والإشارة R-P-CHANNEL DISCOVERY-V1 بعدد العينات عند 276 kHz. ويتم تشفير القيمة بعدد صحيح غير جبري مكون من 3 بتات.

الجدول 5.B – تعاريف بتات Spar(2) لرسائل MS في الوحدة VTU-O

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة SPar(2)
دعم VDSL2-LR	تضبط هذه البتة على **واحد** فقط إذا تم ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، فإنها تشير إلى أن VTU-O وVTU-R ستواصلان فترة الاستهلال في الأسلوب VDSL2-LR على النحو المحدد في هذا الملحق. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن VTU-O وVTU-R ستواصلان فترة الاستهلال على النحو المحدد في الفقرة 10. وإذا ضبطت هذه البتة على **واحد**، فيجب عندئذ ضبط بتة Spar(2) لطول الرسالة CE على **صفر**.
حدود الطيف الصاعد	تضبط دائماً على **صفر**.
تشكيل الطيف الصاعد	تضبط دائماً على **صفر**.
حدود الطيف الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
تشكيل الطيف الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست	تضبط دائماً على **صفر**.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الصاعد	تضبط دائماً على **صفر**.

الجدول 6.B – تعاريف بتات Npar(3) لرسائل MS في الوحدة VTU-O

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة NPar(2)
دعم VDSL2-LR	البتة 1: عروة قصيرة: تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، يكون تشغيل العروة القصيرة مسموحاً. البتة 2: عروة متوسطة: تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، يكون تشغيل العروة المتوسطة مسموحاً. البتة 3: عروة طويلة: تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، يكون تشغيل العروة الطويلة مسموحاً. البتة 4: FMT-O-P-TREF2: تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، فإن VTU-O ترسل رموز O-P-TREF أثناء O-P-ECT-LR. وإذا ضبطت على **صفر**، فإن VTU-O ترسل رموز O-P-QUIET أثناء O-P-ECT-LR.

الجدول 7.B – تعاريف بتات Spar(2) لرسائل MS في الوحدة VTU-R

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة SPar(2)
دعم VDSL2-LR	تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، فإنها تشير إلى أن VTU-O وVTU-R ستواصلان فترة استهلال الأسلوب VDSL2-LR على النحو المحدد في هذا الملحق. وإذا ضبطت على **صفر**، فإنها تشير إلى أن VTU-O وVTU-R ستواصلان فترة الاستهلال على النحو المحدد في الفقرة 10. وإذا ضبطت هذه البتة على **واحد**، يجب عندئذ ضبط بتة Spar(2) لطول الرسالة CE على **صفر**
حدود الطيف الصاعد	تضبط دائماً على **صفر**.
تشكيل الطيف الصاعد	تضبط دائماً على **صفر**.
حدود الطيف الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
تشكيل الطيف الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست	تضبط دائماً على **صفر**.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الهابط	تضبط دائماً على **صفر**.
تخالف عينة IDFT #0 بالاتجاه الصاعد	تضبط دائماً على **صفر**.

الجدول 8.B – تعاريف بتات Npar(3) لرسائل MS في الوحدة VTU-R

البتة SPar(2) بالتوصية ITU-T G.994.1	تعريف البتة NPar(3)
دعم VDSL2-LR	البتة 1: عروة قصيرة: تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، يكون تشغيل العروة القصيرة مسموحاً. البتة 2: عروة متوسطة: تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، يكون تشغيل العروة المتوسطة مسموحاً. البتة 3: عروة طويلة: تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، يكون تشغيل العروة الطويلة مسموحاً. البتة 4: FMT-O-P-TREF2: تضبط هذه البتة على **واحد** فقط في حالة ضبطها على **واحد** في رسالة CLR الأخيرة السابقة ورسالة CL الأخيرة السابقة. وإذا ضبطت على **واحد**، فإن VTU-O ترسل رموز O-P-TREF أثناء O-P-ECT-LR. وإذا ضبطت على **صفر**، فإن VTU-O ترسل رموز O-P-QUIET أثناء O-P-ECT-LR.

وإذا ضبطت بتة "دعم VDSL2-LR" (Spar(2) على **واحد** في رسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1، فيجب عندئذ:

- أن تشير إلى استعمال الطول الإلزامي للرسالة CE؛
- أن تدل على تشغيل وفقاً لتوصيف خلاف التوصيف 35a (انظر الجدولين 6-1 و1.Q بالتوصية [ITU-T G.993.2])؛
- أن تضبط البتة (Spar(2 في النطاق US0 الواردة في الملحق B على **واحد**، وأن تضبط إحدى البتات (NPar(3 في النطاق (A) 25-138 kHz أو (M) 25-276 kHz أو (B) 120-276 kHz على **واحد**.

يحدث انتقاء تشغيل العروة (عروة قصيرة، عروة متوسطة، عروة طويلة) خلال مراحل الاستهلال التالية، كما هو محدد في الفقرة 2.B. ولا يمكن اختيار تشغيل عروة معينة إلا إذا كان مسموحاً (أي إذا ضبطت بتة (NPar(3 المناظرة "عروة قصيرة" أو "عروة متوسطة" أو "عروة طويلة" في رسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 على **واحد**).

4.B الإشارات المرسلة من الوحدة VTU-O خلال طور اكتشاف القناة وطور التهيئة

يرد في الفقرات الفقرات 2.4.B و5.4.B و7.4.B، على التوالي، تعريف للمدة القصوى للإشارات O-P-VECTOR 0 وO-P-VECTOR 1-LR وO-P-VECTOR 1. بالإضافة إلى ذلك، إذا تم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" في طور المصافحة الوارد في التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، يجب عندئذ أن لا يتجاوز مجموع مدات جميع المراحل بدءاً من O-P-VECTOR 0 وحتى O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 باستثناء الإشارة الأخيرة القيمة 257 × 1024× 8 رمزاً.

كذلك إذا أشارت الوحدة VTU-R إلى البتة "دعم أسلوب VDSL2-LR" في الرسالة CLR الواردة في التوصية ITU-T G.994.1، فإنها تشير أيضاً إلى البتة "مدة 8192 إطاراً للإشارة O-P-VECTOR 1".

ملاحظة – يمكن أن يبدأ تشغيل الخطوط العادية بحسب التوصية ITU-T G.993.5 مع عدم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً للإشارة O-P-VECTOR 1" في طور المصافحة الوارد في التوصية ITU-T G.994.1 ضمن مجموعة ضم مختلفة لا تتضمن خطوط VDSL2-LR.

1.4.B الإشارة O-P-QUIET 1

بعد طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، تبدأ الوحدة VTU-O فترة الاستهلال بالإشارة O-P-QUIET 1 المحددة في الفقرة 1.1.3.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

ويجب أن ترد الإشارة O-P-VECTOR 0 بعد الإشارة O-P-QUIET 1.

2.4.B الإشارة O-P-VECTOR 0

تكون الإشارة O-P-VECTOR 0 مطابقة للإشارة O-P-VECTOR 1 المحددة في الفقرة 1.3.3.10. وتشمل جميع الموجات الحاملة الفرعية في مجموعة SUPPORTEDCARRIERS. وتشتق الكثافة PSD للإشارة O-P-VECTOR 0 باستخدام القواعد نفسها التي للكثافة PSD للإشارة O-P-VECTOR 1 (انظر الفقرة 1.3.3.10)، باستثناء أن قدرة الإرسال التجميعية للإشارة O-P-VECTOR 1 لا تتجاوز أدنى قيمة من قيمتين هما قدرة الإرسال التجميعية القصوى، كما هي محددة بالنسبة للتوصيف الذي تم اختياره الوارد في الجدول 6-1 بالتوصية [ITU-T G.993.2]، وقيمة MAXNOMATPds التي تم تشكيلها في القاعدة CO-MIB.

وأثناء إرسال الإشارة O-P-VECTOR 0، يقدر الكيان VCE قنوات اللغط FEXT بالاتجاه الهابط انطلاقاً من خطوط بدء التشغيل في الخطوط الموجهة استناداً إلى عينات الخطأ المبتورة التي تم الإبلاغ عنها بواسطة وحدات VTU-R التابعة للخطوط الموجهة. ومن الآن فصاعداً تتحدد مصفوفات إلغاء اللغط FEXT في الوحدات VTU-O بالنسبة لجميع الخطوط الموجهة بالاتجاه الهابط ويتم إلغاء اللغط الذي يسببه خط بدء التشغيل داخل الخطوط الموجهة.

وتحدد الوحدة VTU-O مدة الإشارة O-P-VECTOR 0 بإشراف الكيان VCE. ويجوز للكيان VCE أن يختار مدة الإشارة O-P-VECTOR 0 تبعاً لذلك، بهدف مزامنة بدء الإشارات O-P-PROBING-LR على جميع خطوط VDSL2-LR في الزمرة الموجهة.

ويجب أن لا تتجاوز مدة الإشارة O-P-VECTOR 0 مقدار 257 × 1024× M رمزاً. وإذا تم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" في طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، يكون عندئذ $M = 8$. وما عدا ذلك، تكون $M = 1$.

ملاحظة – إذا كان $M = 8$، تنتهي المدة القصوى للإشارة O-P-VECTOR 0 مع انتهاء المدة القصوى عبر جميع المراحل بدءاً من O-P-VECTOR 0 وحتى O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 باستثناء الإشارة الأخيرة (انظر الفقرة 4.B).

ويجب أن ترد الإشارة O-P-PROBING-LR بعد الإشارة O-P-VECTOR 0.

3.4.B الإشارة O-P-PROBING-LR

تتألف الإشارة O-P-PROBING-LR من عدد من الإشارات الدورية، كما هو محدد في الفقرة 6.B. وتهدف هذه الإشارات إلى مزامنة الوحدة VTU-R للسماح بتقدير طول الخط بحيث يبين مجدداً للوحدة VTU-O ما إذا كان استهلال الخط سيتواصل إما بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة (ليتحول إلى خط VDSL2-LR قصير أو متوسط) أو بتشغيل العروة الطويلة (لخط VDSL2-LR الطويل). وإذا تم اختيار تشغيل العروة الطويلة، تستقبل الوحدة VTU-O أيضاً إشارة إلى النغمة الدليلية التي تخصصها الوحدة VTU-R وإلى خفض القدرة المطلوب (PCB) بالاتجاه الهابط الذي تحدده الوحدة VTU-R.

ويمكن إرسال الإشارات O-P-PROBING-LR مع حجم لتحويل فوريه المتقطع المعكوس (IDFT) مختلف عن حجم التحويل IDFT الذي تشير إليه الرسالة CL الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1. ويجب أن يكون الحجم ($2N$) للتحويل IDFT بقيمة 2048 على الأقل (أي $n \geq 11$).

وتكون الكثافة PSD للإشارات O-P-PROBING-LR على النحو المحدد في الفقرة 1.1.6.B.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-QUIET 1-LR بعد الإشارة O-P-PROBING-LR.

ملاحظة – أثناء إرسال الوحدة VTU-O للإشارات O-P-PROBING-LR، يوصى بأن يجمّد الكيان VCE عمليات تحديث المشفر المسبق للخطوط التي تكون فيها الوحدة VTU-O في الحالة O-SHOWTIME.

4.4.B الإشارة O-P-QUIET 1-LR

تكون الإشارة O-P-QUIET 1-LR مطابقة للإشارة O-P-QUIET 1.

وأثناء إرسال هذه الإشارة، تقوم الوحدة VTU-O بإعادة تشكيل تكون ضرورية لفترة الاستهلال، إما بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة (ليتحول إلى خط VDSL2-LR قصير أو متوسط) أو بتشغيل العروة الطويلة (لخط VDSL2-LR الطويل).

وتكون مدة الإشارة O-P-QUIET 1-LR عبارة عن 64 رمزاً.

وإذا كان استهلال الخط سيستمر بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة، يجب عندئذ أن ترد O-P-VECTOR 1 المحددة في الفقرة 7.4.B بعد الإشارة O-P-QUIET 1-LR.

وإذا كان استهلال الخط سيستمر بتشغيل العروة الطويلة، يجب عندئذ أن ترد O-P-VECTOR 1-LR بعد الإشارة O-P-QUIET 1-LR.

ملاحظة – أثناء إرسال الوحدة VTU-O للإشارات O-P-QUIET 1-LR، يوصى بأن يجمّد الكيان VCE عمليات تحديث المشفر المسبق للخطوط التي تكون فيها الوحدة VTU-O في الحالة O-SHOWTIME.

5.4.B الإشارة O-P-VECTOR 1-LR

تكون الإشارة O-P-VECTOR 1-LR مطابقة للإشارة O-P-VECTOR 1 المحددة في الفقرة 1.3.3.10، باستثناء ما يلي:

- أنها تتضمن فقط جميع الموجات الحاملة الفرعية من مجموعة SUPPORTEDCARRIERS وصولاً إلى مؤشر الموجات الحاملة الفرعية 511 (حتى حوالي 2,2 MHz)؛
- أن الكثافة PSD الخاصة بها هي نفسها الكثافة PSD للإشارات O-P-TRAINING-LR (انظر الفقرة 1.1.7.B)؛

- أنها ترسل بحجم ($2N$) للتحويل IDFT قد يختلف عن حجم IDFT الذي تشير إليه الرسالة CL الواردة في التوصية ITU-T G.994.1، على أن يساوي 2048 على الأقل (أي $n \geq 11$)، بحيث لا يوجد صورة أعلى من الموجة الحاملة الفرعية ذات المؤشر 511.

وتحدد الوحدة VTU-O مدة الإشارة O-P-VECTOR 1-LR بإشراف الكيان VCE. ويجوز للكيان VCE أن يختار مدة الإشارة O-P-VECTOR 1-LR تبعاً لذلك، بهدف مزامنة بدء الإشارات O-P-TRAINING-L على جميع خطوط VDSL2-LR العاملة بتشغيل العروة الطويلة في الزمرة الموجهة.

ويجب أن لا تتجاوز مدة الإشارة O-P-VECTOR 1-LR العدد $257 \times 1024 \times M$ من الرموز. وإذا تم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" في طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، يكون عندئذ $M = 8$. وما عدا ذلك، يكون $M = 1$.

ملاحظة – إذا كان $M = 8$، تنتهي المدة القصوى للإشارة O-P-VECTOR 1-LR بانتهاء المدة القصوى عبر جميع المراحل بدءاً من O-P-VECTOR 0 وحتى O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 (انظر الفقرة 4.B).

ويجب أن ترد الإشارات O-P-TRAINING-LR بعد الإشارة O-P-VECTOR 1-LR.

والإشارة O-P-VECTOR 1-LR ضرورية لاعتماد تغيرات محتملة في المعاوقة خلال إعادة تشكيل الخط VDSL2-LR بعد اختياره ليعمل بتشغيل العروة الطويلة.

ملاحظة – تستخدم الوحدة VTU-R الطيف حتى 2,2 MHz خلال مرحلة السبر (PROBING)، وقد يحتاج إلى إعادة تشكيل ليعمل بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة، ما قد يسبب تغيير معاوقته وبالتالي إعدادات المشفر المسبق الخاصة بالخطوط التي تكون فيها الوحدة VTU-O في الحالة O-SHOWTIME. ويتم استيعاب هذه التغيرات خلال إرسال الإشارة O-P-VECTOR 1.

6.4.B الإشارة O-P-TRAINING-LR

يرد في الفقرة 7.B تعريف للإشارات O-P-TRAINING-LR.

وأثناء إرسال الوحدة VTU-O الإشارات O-P-TRAINING-LR، ترسل الوحدة VTU-R الإشارات R-P-TRAINING-LR. وتسمح الإشارات O/R-P-TRAINING-LR للوحدة VTU-O والوحدة VTU-R بتهيئة جهاز إلغاء الصدى (EC) والمسويات في الميدان الزمني (TEQ) الخاصة بهما. وتكون الكثافة PSD للإشارات O-P-TRAINING-LR على النحو المحدد في الفقرة 1.1.7.B.

وبعد تهيئة جهاز إلغاء الصدى (EC) والمسويات في الميدان الزمني (TEQ)، تصبح الوحدتان VTU جاهزتين لاتصالات قناة العمليات الخاصة (SOC). وبالتالي، وبعد أن يتم تبادل الإشارات O/R-P-TRAINING-LR، يواصل الخط فترة الاستهلال العادي الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 ويتبادل الرسائل المقابلة عبر القناة SOC.

ويكون حجم التحويل IDFT أثناء الإشارة O-P-TRAINING-LR هو نفسه الحجم أثناء الإشارة O-P-VECTOR 1-LR.

ملاحظة – أثناء إرسال الوحدة VTU-O للإشارات O-P-TRAINING-LR، يوصى بأن يحمّد الكيان VCE عمليات تحديث المشفر المسبق على الموجات الحاملة الفرعية وصولاً إلى الموجة الحاملة الفرعية ذات المؤشر 511.

وتكون مدة O-P-TRAINING-LR متغيرة. ويجب على المدة القصوى للإشارة O-P-TRAINING-LR أن تراعي القاعدة المحددة في الفقرة 4.B.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 وباقي طور اكتشاف القناة بعد الإشارات O-P-TRAINING-LR، كما هو محدد في الفقرة 8.4.B.

7.4.B الإشارة O-P-VECTOR 1

تكون الإشارة O-P-VECTOR 1 مطابقة للإشارة O-P-VECTOR 0 المعرّفة في الفقرة 2.4.B.

ويجب أن لا تتجاوز مدة الإشارة O-P-VECTOR 1 العدد 257 × 1024× M من الرموز. وإذا تم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" في طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، يكون عندئذ M = 8. وما عدا ذلك، يكون M = 1.

ملاحظة – إذا كان M = 8، تنتهي المدة القصوى للإشارة O-P-VECTOR 1 بانتهاء المدة القصوى عبر جميع المراحل بدءاً من O-P-VECTOR 0 وحتى O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 (انظر الفقرة 4.B).

ويجب أن ترد الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 وباقي طور اكتشاف القناة بعد الإشارة O-P-VECTOR 1، كما هو محدد في الفقرة 8.4.B.

8.4.B طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5

إذا تم اختيار تشغيل العروة القصيرة–المتوسطة في مرحلة السبر (PROBING)، يطبق طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 مع التعديل المحدد في هذه الفقرة. وإذا تم تشغيل العروة الطويلة في مرحلة السبر (PROBING)، يطبق طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 مع التعديل المحدد في الفقرة 8.B.

1.8.4.B الإشارة O-SIGNATURE (تعدّل الفقرة 2.1.2.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2])

الحقل #8 "قدرة الإرسال التجميعية الاسمية القصوى بالاتجاه الهابط (MAXNOMATPds)"، ويستخدم لحساب قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPds*، التي تحدد قدرة النطاق العريض القصوى التي يسمح للوحدة VTU-O بإرسالها. ويجب أن لا تتجاوز قيمة MAXNOMATPds التي تنقل في الحقل #28 أدنى قيمة من قيمتين هما 20,5 dBm وقيمة MAXNOMATPds التي تم تشكيلها في القاعدة CO-MIB، بصرف النظر عن التوصيف الخاص الوارد في التوصية [ITU-T G.993.2] الذي تم اختياره خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 من فترة الاستهلال.

وتحسب قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPds* على أنها أدنى قيمة من قيمتين هما قدرة الإرسال التجميعية القصوى بالاتجاه الهابط كما حدد للتوصيف الذي تم اختياره الوارد في الجدول 6-1 من التوصية [ITU-T G.993.2] وقيمة MAXNOMATPds المبينة في الحقل #8 من الرسالة O-SIGNATURE.

الملاحظة 1 – يسترعى انتباه القارئ إلى أن قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPds* قد تختلف عن قيمة MAXNOMATPds التي تنقل في الرسالة O-SIGNATURE، وهو ما لا ينطبق على التوصية [ITU-T G.993.2].

الملاحظة 2 – إن قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPds* معروفة من قبل الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R ولا داعي لتبادلها بين الوحدتين VTU-O وVTU-R.

2.8.4.B الإشارة O-UPDATE (تعدل الفقرة 2.1.2.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2])

إذا ضبطت بتة العروة القصيرة في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 على **صفر**، فإن أعلى موجة حاملة فرعية مسموحاً بها بالاتجاه الصاعد التي تبينها الوحدة VTU-O في الرسالة O-UPDATE (انظر الجدول 12-28 بالتوصية [ITU-T G.993.2]) تستوفي شرط تشغيل العروة المتوسطة على النحو المحدد في الفقرة 3.8.4.B (أي تشغيل مفروض بعروة متوسطة).

3.8.4.B الإشارة O-PRM (تعدل الفقرة 3.1.2.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2])

إذا ضبطت بتة العروة المتوسطة في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 على **واحد** وكان كلّ من أعلى موجة حاملة فرعية مسموح بها بالاتجاه الصاعد التي تبينها الوحدة VTU-O في الرسالة O-UPDATE (انظر الجدول 12-28 بالتوصية [ITU-T G.993.2]) والموجة الحاملة الفرعية المقترحة بالاتجاه الهابط التي تبينها الوحدة VTU-R في الرسالة R-UPDATE (انظر الجدول 12-35 بالتوصية [ITU-T G.993.2]) يساوي أو يقل عن أعلى مؤشر موجة حاملة فرعية محدد للنطاق DS2 في خطة النطاق المطبقة وكان كل منهما لا يتجاوز القيمة 1971 (8,5 MHz، انظر الجدول 6-1 بالتوصية [ITU-T G.993.2])، فإن الخط VDSL2-LR يعمل عندئذ بتشغيل العروة المتوسطة. وما عدا ذلك، فإن الخط VDSL2-LR يعمل بتشغيل العروة القصيرة.

وإذا كان الخط VDSL2-LR يعمل بتشغيل العروة المتوسطة، فإن قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPds* تتغير إلى قيمة تساوي قيمة MAXNOMATPds التي يبينها الحقل #8 في الرسالة O-SIGNATURE. وإذا كان الخط VDSL2-LR يعمل بتشغيل العروة القصيرة، فإن قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPds* تبقى كما هي، على النحو المحدد في الفقرة 1.8.4.B.

ويكون للمعلمة *MREFPSds* المبينة في O-PRM (انظر الجدول 12-30 بالتوصية [ITU-T G.993.2]) قدرة إرسال تجميعية لا تتجاوز قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPds* هذه.

ملاحظة – في حالة تشغيل العروة المتوسطة، قد يكون للمعلمة *MREFPSds* قدرة إرسال تجميعية تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية القصوى بالاتجاه الهابط (كما هي محددة في الجدولين 6-1 و1.Q بالتوصية [ITU-T G.993.2])، بالنسبة للتوصيف الخاص الوارد بالتوصية [ITU-T G.993.2] الذي تم اختياره خلال طور المصافحة الوارد في التوصية ITU-T G.994.1 من فترة الاستهلال.

9.4.B طور التهيئة في التوصية ITU-T G.993.5

إذا تم اختيار تشغيل العروة الطويلة في مرحلة السبر (PROBING)، يطبق طور التهيئة الوارد في التوصية ITU-T G.993.5 مع التعديلات المحددة في الفقرة 8.B. وإذا تم اختيار تشغيل العروة القصيرة–المتوسطة في مرحلة السبر (PROBING)، يستعمل طور التهيئة الأصلي الوارد في التوصية ITU-T G.993.5.

5.B الإشارات المرسلة من الوحدة VTU-R خلال طور اكتشاف القناة وطور التهيئة

1.5.B الإشارة R-P-QUIET 1

بعد طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، تبدأ الوحدة VTU-R فترة الاستهلال بالإشارة R-P-QUIET 1 المحددة في الفقرة 1.2.3.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2].

وتحدد الوحدة VTU-O مدة الإشارة R-P-QUIET 1. وفي غضون 64 ثانية من إنهاء الوحدة VTU-O الإشارة الأولى من O-P-PROBING-LR (O-P-COMB 2-LR، انظر الفقرة 3.1.6.B)، تنهي الوحدة VTU-R الإشارة R-P-QUIET 1.

ويجب أن ترد الإشارات R-P-PROBING-LR بعد الإشارة R-P-QUIET 1.

2.5.B الإشارة R-P-PROBING-LR

تتألف الإشارة R-P-PROBING-LR من عدد من الإشارات الدورية، كما هو محدد في الفقرة 6.B.

وأثناء استقبال الإشارات O-P-PROBING-LR، تحدد الوحدة VTU-R ما إذا كان بدء تشغيل الخط سيتواصل إما بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة (ليتحول إلى خط VDSL2-LR قصير أو متوسط) أو بتشغيل العروة الطويلة (لخط VDSL2-LR الطويل). وفي الحالة الأخيرة، تعين الوحدة VTU-R النغمة الدليلية وتحدد خفض القدرة بالاتجاه الهابط (PCBds، انظر الجدول 10.B)، إذا لزم الأمر.

ترسل الإشارات R-P-PROBING-LR مع حجم التحويل IDFT ونوع الصورة اللذين تحددهما الوحدة VTU-R في كتلة "صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست" في الرسالة CLR الواردة بالتوصية ITU-TG.994.1. وقد يختلف حجم التحويل IDFT عن الحجم الأولي للتحويل IDFT المشار إليه في الرسالة CL الواردة بالتوصية ITU-TG.994.1.

وتكون الكثافة PSD للإشارات R-P-PROBING-LR على النحو المحدد في الفقرة 1.2.6.B.

ويجب أن ترد الإشارات R-P-QUIET 1-LR بعد الإشارات R-P-PROBING-LR.

3.5.B الإشارة R-P-QUIET 1-LR

تكون الإشارة R-P-QUIET 1-LR مطابقة للإشارة R-P-QUIET 1.

وأثناء إرسال الإشارة R-P-QUIET 1-LR، تقوم الوحدة VTU-R بعمليات إعادة التشكيل الضرورية للاستمرار الذي تم اختياره لفترة الاستهلال، إما بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة (ليتحول إلى خط VDSL2-LR قصير أو متوسط) أو بتشغيل العروة الطويلة (لخط VDSL2-LR الطويل).

وتكون مدة الإشارة R-P-QUIET 1-LR عبارة عن 64 رمزاً.

وإذا استمرت فترة الاستهلال بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة، يجب عندئذ أن ترد الإشارة R-P-QUIET 1 المحددة في الفقرة 1.4.3.10 بعد الإشارة R-P-QUIET 1-LR وأن يكون باقي طور اكتشاف القناة على النحو المحدد في الفقرة 3.10، باستثناء التغيرات المحددة في الفقرتين 8.4.B و1.4.10.B.

وإذا استمرت فترة الاستهلال بتشغيل العروة الطويلة، يجب عندئذ أن ترد الإشارة R-P-QUIET 2-LR بعد الإشارة R-P-QUIET 1-LR.

4.5.B الإشارة R-P-QUIET 2-LR

تكون الإشارة R-P-QUIET 2-LR مطابقة للإشارة R-P-QUIET 1.

وتحدد الوحدة VTU-O مدة الإشارة R-P-QUIET 2-LR. وفي غضون 64 رمزاً من إنهاء الوحدة VTU-O الإشارة الأولى للرسالة O-P-TRAINING-LR (O-P-REVERB 1-LR، انظر الفقرة 1.1.7.B)، تنهي الوحدة VTU-R الإشارة R-P-QUIET 2-LR.

ويجب أن ترد الإشارات R-P-TRAINING-LR بعد الإشارة R-P-QUIET 2-LR.

5.5.B الإشارة R-P-TRAINING-LR

تكون الإشارات R-P-TRAINING-LR على النحو المحدد في الفقرة 7.B.

وأثناء إرسال الوحدة VTU-R الإشارات R-P-TRAINING-LR، ترسل الوحدة VTU-O الإشارات O-P-TRAINING-LR. وتسمح الإشارات O/R-P-TRAINING-LR للوحدة VTU-O والوحدة VTU-R بتهيئة جهاز إلغاء الصدى (EC) والمسويات في الميدان الزمني (TEQ) الخاصة بهما. وتكون الكثافة PSD للإشارات R-P-TRAINING-LR هي نفسها التي للإشارات R-P-PROBING-LR (انظر الفقرة 1.1.6.B).

وبعد تهيئة جهاز إلغاء الصدى (EC) والمسويات في الميدان الزمني (TEQ)، تصبح الوحدتان VTU جاهزتين لاتصالات قناة العمليات الخاصة (SOC). وبالتالي، وبعد أن يتم تبادل الإشارات O/R-P-TRAINING-LR، يواصل الخط فترة الاستهلال العادية الواردة بالتوصية ITU-T G.993.5 ويتبادل الرسائل المقابلة عبر القناة SOC.

ويكون حجم التحويل IDFT أثناء O-P-TRAINING-LR على النحو الذي تحدده الوحدة VTU-R في كتلة "صور إشارة الإرسال فوق تردد نيكويست" في الرسالة CLR الواردة في التوصية ITU-T G.994.1.

ويجب أن ترد الإشارة R-P-QUIET 1 المحددة في الفقرة 1.4.3.10 وباقي طور اكتشاف القناة المحدد في الفقرة 3.10 بعد الإشارات R-P-TRAINING-LR.

6.5.B طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5

إذا تم اختيار تشغيل العروة الطويلة في مرحلة السبر (PROBING)، يطبق عندئذ طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 مع التعديلات المحدد في الفقرة 8.B. وإذا تم تشغيل العروة القصيرة–المتوسطة في مرحلة السبر (PROBING)، يطبق طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 مع التعديلات المحددة في الفقرة 6.5.B.

وفي الحالتين، تكون قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPus* على النحو المحدد في الفقرة 7.1.10.B.

1.6.5.B الإشارة R-UPDATE (تعدّل الفقرة 2.2.2.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2])

إذا ضبطت بتة العروة القصيرة في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 على **صفر**، يجب على أعلى موجة حاملة فرعية مقترحة بالاتجاه الهابط التي تبينها الوحدة VTU-R في الرسالة R-UPDATE (انظر الجدول 12-35 بالتوصية [ITU-T G.993.2]) أن تستوفي شرط تشغيل العروة المتوسطة على النحو المحدد في الفقرة 3.8.4.B (أي تشغيل مفروض للعروة المتوسطة).

7.5.B طور التهيئة الوارد بالتوصية [ITU-T G.993.5]

إذا تم اختيار تشغيل العروة الطويلة في مرحلة السبر (PROBING)، يطبق عندئذ طور التهيئة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 مع التعديلات المحدد في الفقرة 8.B. وإذا تم تشغيل العروة القصيرة–المتوسطة في مرحلة السبر (PROBING)، يطبق طور التهيئة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5.

6.B مبادلة الإشارات O/R-P-PROBING-LR

تستخدم مبادلة الإشارات O/R-P-PROBING-LR الإشارات المحددة في التوصية ITU-T G.992.5، مع القيد المتمثل بأن مدة الإشارات وعمليات الانتقال بين مختلف الإشارات تحدث على حدود رموز نغمة متعددة متقطعة مع تمديد دوري (CE). ويتطابق هذا القيد مع القيد المحدد في الفقرة 1.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2] والمطبق على إرسال الإشارات O/R-P-PERIODIC. وبما أن دعم التمديد الدوري (CE) الإلزامي يتوفر في الأسلوب VDSL2-LR، فإن مدة كل إشارة تكون عبارة عن 64 رمزاً مع تمديد دوري (أو 69 رمزاً بدون تمديد دوري).

ويصور الشكل 2.B مبادلة الإشارات O/R-P-PROBING-LR.

ملاحظة – تتراوح مدة مبادلة الإشارات O/R-P-PROBING-LR بين 1,5 ثانية و1,9 ثانية.

1.6.B الإشارات O-P-PROBING-LR

1.1.6.B الكثافة PSD لإرسال الإشارات O-P-PROBING-LR

تشتق الكثافة PSD لإرسال الإشارات O-P-PROBING-LR (*PROBINGPSDds*) من الإشارة *NOMPSD* وقيم *log_tssi* التي جرت مبادلتها في كتلتي معلمات حدود الطيف الهابط وتشكيل الطيف الهابط الواردتين في الرسالة CL بالتوصية ITU-T G.994.1 خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، كما هو محدد في الفقرة 4.2.13.8 من التوصية وعلى النحو التالي:

$$PROBINGPSDds(f) = CL_NOMPSDds + log_tssi_ds(f)$$

حيث *CL_NOMPSDds* هي الكثافة *NOMPSDds* التي تشير إليها الوحدة VTU-O في الرسالة CL الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1.ويجب أن تكون *CL_NOMPSDds* أقل من أو تساوي MAXNOMPSDds التي تم تشكيلها في القاعدة CO-MIB (انظر الفقرة 1.2.10.B).

وتمثل PSDMASKds حدود الكثافة PSD للإشارات O-P-PROBING-LR. ويجب أن لا تتجاوز *PROBINGPSDds*(*f*) قيمة PSDMASKds(*f*) مطروحاً منها 3,5 dB بالنسبة لجميع الموجات الحاملة الفرعية في مجموعة SUPPORTEDCARRIERSds ذات المؤشرات التي تصل إلى 511. وتتحدد قيمة PSDMASKds(*f*) في الجدول 7-4 بالتوصية [ITU-T G.993.2] وتشتق مع الأخذ في الاعتبار قيمة LIMITMASKds المحددة في الفقرة 9.B.

وترسل جميع الموجات الحاملة الفرعية المدرجة في الإشارات O-P-PROBING-LR بكثافة قدرها *PROBINGPSDds* وبدقة تساوي ±1 dB عند النقطة المرجعية U-O2.

ويجب أن لا تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية للإشارات O-P-PROBING-LR الحد الأدنى لقيمتين هما قدرة الإرسال التجميعية القصوى كما هي محددة في الفقرة 9.B بالنسبة للملحق المقابل من التوصية [ITU-T G.993.2] وقيمة MAXNOMATPds التي تم تشكيلها في القاعدة CO-MIB. وتحد الوحدة VTU-O قيمة *CL_NOMPSDds* و*log_tssi* بحيث لا تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية للإشارات O-P-PROBING-LR القيمة الواردة أعلاه.

ملاحظة – بالنسبة لتشغيل العروة الطويلة، يمكن أن يكون للإشارات O-P-PROBING-LR قدرة إرسال تجميعية تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية القصوى بالاتجاه الهابط (كما يحددها الجدولان 6-1 و1.Q بالتوصية [ITU-T G.993.2]) للتوصيف المعين الوارد في التوصية ITU-T G.993.2 الذي تم اختياره خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 من فترة الاستهلال. ومع ذلك، يستبعد حدوث ذلك بسبب استخدام رموز COMB في الإشارات O-P-PROBING-LR.

2.1.6.B تعاريف الرموز في الإشارات O-P-PROBING-LR

يعرّف الرمز O-P-QUIET بأنه مطابق للرمز C-QUIET المحدد في الفقرة 1.1.3.3.1.8 من التوصية .[ITU-T G.992.3].

ويستخدم الرمز O-P-COMB مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المحددة في الفقرة 2.1.3.13.8 من التوصية [ITU-T G.992.5]. ولأغراض تحديد مجموعة الموجات الحاملة الفرعية للرمز O-P-COMB، تضبط قيمة *NSCds* على 512. ويجب استخدام جميع الموجات الحاملة الفرعية للرمز O-P-COMB التي تكون مؤشراتها في مجموعة UPPORTEDCARRIERSds وتصل إلى المؤشر 511. وتشكّل الموجات الحاملة الفرعية بتشكيل 4-QAM. ويتم التقابل بين القيمة 11 وتلك الموجات الحاملة الفرعية. ويجرى دوران نقاط الكوكبات على هذه الموجات الحاملة الفرعية بالاعتماد على عدد مكون من بتتين يقدمه المخلط الرباعي الوارد في الفقرة 2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويستخدم المخلّط بأسلوب إعادة الضبط على الصفر (انظر الفقرة 1.2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

ويعرّف الرمز O-P-ICOMB بأنه مطابق للرمز O-P-COMB باستثناء القيمة 00 التي يتم تقابلها مع الموجات الحاملة الفرعية نفسها.

ويجري تنفيذ جميع الإشارات المؤلفة من رموز O-P-COMB وO-P-ICOMB كإشارات دورية، مثل O/R-P-PERIODIC 1 (انظر الفقرة 1.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

3.1.6.B الحالة O-P-COMB 2-LR

الحالة O-P-COMB 2-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-COMB يبلغ 3648 رمزاً.

ويجب أن ترد الحالة O-P-QUIET 3-LR بعد الحالة O-P-COMB 2-LR.

4.1.6.B الحالة O-P-QUIET 3-LR

الحالة O-P-COMB 2-LR هي حالة متغيرة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-QUIET يكون مضاعفاً للعدد 64، مع حد أدنى من رموز O-P-QUIET قدره 256 وحد أقصى قدره 960. ويجب أن ترد الحالة O-P-COMB 3-LR بعد الحالة O-P-QUIET 3-LR.

5.1.6.B الحالة O-P-COMB 3-LR

الحالة O-P-COMB 3-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-COMB يبلغ 64 رمزاً.

ويجب أن ترد الحالة O-P-ICOMB 2-LR بعد الحالة O-P-COMB 3-LR.

6.1.6.B الحالة O-P-ICOMB 2-LR

الحالة O-P-ICOMB 2-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-ICOMB يبلغ 64 رمزاً.

ويجب أن ترد الحالة O-P-QUIET 4-LR بعد الحالة O-P-ICOMB 2-LR.

7.1.6.B الحالة O-P-QUIET 4-LR

الحالة O-P-QUIET 4-LR هي حالة متغيرة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-QUIET يكون مضاعفاً للعدد 64، مع حد أدنى من رموز O-P-QUIET قدره 1152 وحد أقصى قدره 1408.

وأثناء هذه الحالة، تستقبل الوحدة VTU-O محتوى الرسالة R-MSG-PCB وتفك شفرتها.

وتواصل الوحدة VTU-O إرسال رموز O-P-QUIET إلى ما بعد انتقال الوحدة VTU-R إلى الحالة R-P-QUIET 4-LR. وفي غضون 128 رمزاً بعد انتقال VTU-R إلى الحالة R-P-QUIET 4-LR، تنتقل VTU-O إلى الحالة التالية.

وإذا استقبلت الوحدة VTU-O الرسالة R-P-MSG-PCB بنجاح، يجب أن ترد الحالة O-P-COMB 4-LR بعد الحالة O-P-QUIET 4-LR. وما عدا ذلك، تعود الوحدة VTU-O إلى الحالة O-SILENT.

8.1.6.B الحالة O-P-COMB 4-LR

الحالة O-P-COMB 4-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-ICOMB يبلغ 64 رمزاً.

وتقوم الإشارة O-P-COMB 4-LR بدور إشعار استلام ناجح للرسالة R-P-MSG-PCB.

ويجب أن ترد الحالة ICOMB 4-LR بعد الحالة O-P-COMB 4-LR.

9.1.6.B الحالة O-P-ICOMB 4-LR

الحالة O-P-ICOMB 4-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-ICOMB يبلغ 64 رمزاً.

ويجب أن ترد الحالة O-P-MSG-PCB-LR بعد الحالة O-P-ICOMB 4-LR.

10.1.6.B الرسالة O-P-MSG-PCB-LR

تُضبط قدرة الإرسال بالاتجاه الهابط بشكل أكبر بواسطة قيمة خفض للقدرة تحددها الوحدة VTU-O خلال مرحلة السبر (PROBING)، استناداً إلى أقصى عدد مستعمل من الموجات الحاملة الفرعية بالاتجاه الهابط تطلبه الوحدة VTU-R في الرسالة R-P-MSG-PCB-LR.

والحالة O-P-MSG-PCB-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدد من رموز O-P-COMB أو O-P-ICOMB يبلغ 512 رمزاً لتشكيل الرسالة O-P-MSG-PCB-LR. وتنقل الرسالة O-P-MSG-PCB-LR مستوى خفض القدرة بالاتجاه الهابط الذي تحدده الوحدة VTU-O للاتجاه الهابط.

وتعرّف الرسالة O-P-MSG-PCB-LR بالمعادلة:

$$m = \{ m_7, \ldots, m_0 \}$$

وتعرّف البتات على النحو المحدد في الجدول 9.B.

الجدول 9.B – تعريف البتات في الرسالة O-P-MSG-PCB-LR

مؤشر البتات	المعلمة	التعريف
0….3	*O-PCB_DS*	خفض القدرة النهائي بالاتجاه الهابط الذي تحدده VTU-O بوحدات dB، ويتمثل بعدد صحيحي غير جبري في المدى من 0 إلى 15. (قيمة مكونة من 4 بتات حيث تتمثل البتة الأكثر دلالة بالبتة 3 والبتة الأقل دلالة بالبتة 0 (انظر الملاحظة).
4….7	تحجز لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات	تضبط على 0 ويتم تجاهلها في المستقبل.
ملاحظة – يستعمل خفض القدرة هذا بشكل أكبر بدلاً من الحد الأدنى لخفض القدرة بالاتجاه الهابط الذي تشير إليه الرسالة R-MSG-PCB-LR. وتكون هذه القيمة أقل من قيمة R-MIN_PCB_DS التي تطلبها VTU-R أو تساويها. وإذا بينت الوحدة VTU-R أن الخط سيستمر في فترة الاستهلال بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة، فإن الحقل يضبط على 0 ويتم تجاهله في المستقبل.		

ترسل الرسائل m_0 إلى m_7 المكونة من 8 بتات على دورات مؤلفة من 512 رمزاً (m_0 أولاً وm_7 أخيراً). وترسل البتة **صفر** على شكل 64 رمزاً متتالياً من رموز O-P-COMB (بتة واحدة لكل 69 رمزاً من دون تمديد دوري (CE)). وترسل البتة **واحد** على شكل 64 رمزاً متتالياً من رموز O-P-ICOMB.

وتبين الحالة O-P-MSG-PCB-LR أيضاً للوحدة VTU-R أن مرحلة السبر (PROBING) قد انتهت.

ويجب أن ترد الحالة O-P-QUIET 1-LR بعد الحالة O-P-MSG-PCB-LR.

2.6.B إشارات R-P-PROBING-LR

1.2.6.B الكثافة PSD لإرسال الإشارات R-P-PROBING-LR

تشتق الكثافة PSD لإرسال الإشارات R-P-PROBING-LR (*PROBINGPSDus*) من الإشارة *NOMPSD* وقيم *log_tssi* التي جرت مبادلتها في كتلتي معلمات حدود الطيف الصاعد وتشكيل الطيف الصاعد الواردتين في الرسالة CRL بالتوصية ITU-T G.994.1 خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، كما هو محدد في الفقرة 4.2.13.8 من التوصية [ITU-T G.992.3]، وعلى النحو التالي:

$$PROBINGPSDus(f) = MIN(CL_NOMPSDus, CLR_NOMPSDus) - PCBus + log_tssi_us(f)$$

حيث *CL_NOMPSDus* هي الكثافة *NOMPSDus* التي تشير إليها الوحدة VTU-O في الرسالة CL و*CLR_NOMPSDus* هي الكثافة *NOMPSDus* التي تشير إليها الوحدة VTU-R في الرسالة CLR الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1. ويجب أن تكون *CL_NOMPSDus* أقل من أو تساوي MAXNOMPSDus التي تم تشكيلها في القاعدة CO-MIB (انظر الفقرة 1.2.10.B).

وتمثل PSDMASKus حدود الكثافة PSD للإشارات R-P-PROBING-LR. ويجب أن لا تتجاوز *PROBINGPSDus*(*f*) قيمة PSDMASKus(*f*) مطروحاً منها 3,5 dB بالنسبة لجميع الموجات الحاملة الفرعية في مجموعة SUPPORTEDCARRIERSus في النطاق US0 [f_{0L}, f_{0H}]. وتتحدد قيمة PSDMASKus(*f*) في الجدول 7-4 بالتوصية [ITU-T G.993.2] وتشتق مع الأخذ في الاعتبار قيمة LIMITMASKus المحددة في الفقرة 9.B.

وتطبق الوحدة VTU-R خفضاً للقدرة قدره *PCBus* = 10dB إذا حددت أن الخط قصير أو متوسط، وتطبق خفضاً للقدرة قدره *PCBus* = 0dB إذا حددت أن الخط طويل. وتقيّم الوحدة VTU-R طول الخط قبل إرسال الرمز النشط الأول للإشارة R-P-PROBING-LR (انظر الشكل 2.B). وتستخدم الوحدة VTU-R قواعد إعداد خفض القدرة هذا *PCBus* سواء كان التشغيل بعروة قصيرة أو متوسطة أو طويلة مسموحاً خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 3.B).

ويجب أن لا تتجاوز الكثافة PSD لإرسال الإشارات R-P-LINEPROBE-LR القيمة *PROBINGPSDus*.

وترسل جميع الموجات الحاملة الفرعية المدرجة في الإشارات R-P-PROBING-LR بكثافة قدرها *PROBINGPSDus* مخفضة بقيمة *PCBus*، وبدقة تساوي ±1 dB عند النقطة المرجعية U-R2.

ويجب أن لا تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية للإشارات R-P-PROBING-LR قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPus* المحددة في الفقرة 7.1.10.B. وتحدد الوحدة VTU-O قيمة *CL_NOMPSDus* بحيث لا تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية للإشارات R-P-PROBING-LR القيمة الواردة أعلاه بالنسبة لأي إعداد تختاره الوحدة VTU-R لكل من *CLR_NOMPSDus* و*PCBus* و*log_tssi_us* .

2.2.6.B تعاريف الرموز في الإشارات R-P-PROBING-LR

يعرّف الرمز R-P-QUIET بأنه مطابق للرمز R-QUIET المحدد في الفقرة 1.2.3.13.8 من التوصية [ITU-T G.992.3].

ويَستخدم الرمز R-P-COMB مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المحددة في الفقرة 2.2.3.13.8 من التوصية [ITU-T G.992.5]. ولأغراض تعريف مجموعة الموجات الحاملة الفرعية، تضبط قيمة *NSCus* على 32 أو 64، وفقاً لقناع الكثافة PSD في النطاق US0 المحدد في الفقرة 2.2.9.B. وتستخدم جميع الموجات الحاملة الفرعية للرمز R-P-COMB ذات المؤشرات الواقعة في نطاق مرور قناع الكثافة PSD في النطاق US0. ويتم تشكيل هذه الموجات الحاملة الفرعية بالتشكيل 4-QAM. ويتم التقابل بين القيمة 11 وجميع هذه الموجات الحاملة الفرعية. ويجرى بعد ذلك دوران نقاط الكوكبات على هذه الموجات الحاملة الفرعية بالاعتماد على عدد مكون من بتتين يقدمه المخلط الرباعي الوارد في الفقرة 2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويستخدم المخلّط بأسلوب إعادة الضبط على الصفر (انظر الفقرة 1.2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

ويعرّف الرمز R-P-ICOMB بأنه مطابق للرمز R-P-COMB، باستثناء القيمة 00 التي يتم التقابل بينها وبين جميع الموجات الحاملة الفرعية.

وتنفذ جميع الإشارات المؤلفة من الرموز R-P-COMB أو R-P-ICOMB على شكل إشارات دورية، مثل الإشارة O/R-P-PERIODIC 1 (انظر الفقرة 1.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

3.2.6.B الحالة R-P-COMB 2-LR

الحالة R-P-COMB 2-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-COMB يبلغ 256 رمزاً.

ويجب أن ترد الحالة R-P-ICOMB 1-LR بعد الحالة R-P-COMB 2-LR إذا رغبت الوحدة VTU-R في استخدام الحالة R-P-LINEPROBE-LR. وما عدا ذلك، فإن الحالة R-P-QUIET 3-LR ترد بعد الحالة R-P-COMB 2-LR.

4.2.6.B الحالة R-P-ICOMB 1-LR

الحالة R-P-ICOMB 1-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-ICOMB يبلغ 64 رمزاً.

ويجب أن ترد الحالة R-P-LINEPROBE-LR بعد الحالة R-P-ICOMB 41-LR.

5.2.6.B الحالة R-P-LINEPROBE-LR

الحالة R-P-LINEPROBE-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R إشارة تحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة مدتها 512 دورة من الرموز.

ويجب أن ترد الحالة R-P-QUIET 3-LR بعد الحالة R-P-LINEPROBE-LR.

6.2.6.B الحالة R-P-QUIET 3-LR

الحالة R-P-QUIET 3-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-QUIET يكون مضاعفاً للعدد 64.

وتواصل الوحدة VTU-R إرسال رموز R-P-QUIET إلى ما بعد انتقال الوحدة إلى الحالة O-P-QUIET 4-LR. وخلال 128 رمزاً بعد انتقال VTU-O إلى الحالة O-P-QUIET 4-LR، تنتقل VTU-R إلى الحالة التالية.

ويجب أن ترد الحالة R-P-COMB 3-LR بعد الحالة R-P-QUIET 3-LR.

7.2.6.B الحالة R-P-COMB 3-LR

الحالة R-P-COMB 3-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-COMB يبلغ 64 رمزاً.

ويجب أن ترد الحالة R-P-ICOMB 2-LR بعد الحالة R-P-COMB 3-LR.

8.2.6.B الحالة R-P-ICOMB 2-LR

الحالة R-P-ICOMB 2-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-ICOMB يبلغ 64 رمزاً.

ويجب أن ترد الحالة R-P-MSG-PCB-LR بعد الحالة R-P-ICOMB 2-LR.

9.2.6.B الرسالة R-P-MSG-PCB-LR

يتم بالاتجاه الهابط تخفيض قدرة الإرسال بقيمة خفض للقدرة. وتحدد الوحدة VTU-R خلال مرحلة السبر (PROBING) القيمة الدنيا لخفض القدرة بالاتجاه الهابط.

ملاحظة – قد تعتبر الوحدة VTU-R أن المدى الدينامي للمستقبل التابع لها هو كما تحدده مراقبة الحالة O-P-COMB 2-LR، وظروف الخط المحلية التي تحددها الحالة R-P-LINEPROBE-LR الاختيارية عند تحديد القيمة الدنيا لخفض القدرة بالاتجاه الهابط.

والحالة R-P-MSG-PCB-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-COMB أو R-P-ICOMB يبلغ 1536 رمزاً لتشكيل الرسالة R-P-MSG-PCB. وتنقل الرسالة R-P-MSG-PCB القيمة الدنيا لخفض القدرة بالاتجاه الهابط التي تحددها الوحدة VTU-R والنغمة الدليلية بالاتجاه الهابط المستخدمة لاستعادة التوقيت خلال مختلف الحالات.

وتعرّف الرسالة R-P-MSG-PCB بالمعادلة:

$$m = \{ m_{23}, \ldots , m_0 \}$$

حيث تعرّف البتات على النحو المحدد في الجدول 10.B.

الجدول 10.B – تعريف البتات في الرسالة R-MSG-PCB-LR

مؤشر البتات	المعلمة	التعريف
[3:0]	*R-MIN_PCB_DS*	الحد الأدنى لخفض القدرة بالاتجاه الهابط في VTU-R بوحدات dB، ويتمثل بعدد صحيح غير جبري في المدى من 0 إلى 15. (قيمة مكونة من 4 بتات حيث تتمثل البتة الأكثر دلالة بالبتة 3 والبتة الأقل دلالة بالبتة 0)
[12:4]	*O-P-PILOT*	مؤشر الموجة الحاملة الفرعية للنغمة الدليلية بالاتجاه الهابط، ويتمثل بعدد صحيح غير جبري في المدى من 32 إلى 511. (قيمة مكونة من 9 بتات حيث تتمثل البتة الأكثر دلالة بالبتة 12 والبتة الأقل دلالة بالبتة 4) (انظر الملاحظتين 1 و4).
13	*OPTYPE*	تضبط على 0 إذا استمر بدء تشغيل الخط بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة (ليتحول إلى خط VDSL2-LR قصير أو متوسط).

مؤشر البتات	المعلمة	التعريف
		تضبط على 1 إذا استمر بدء تشغيل الخط بتشغيل العروة الطويلة (ليصبح خط VDSL2-LR الطويل). انظر الملاحظتين 2 و3).
[22:14]	*LAST_TONE_DS*	مؤشر الموجة الحاملة الفرعية لأعلى تردد مرسل بالاتجاه الهابط في مرحلة التهيئة ويعبّر عنه بعدد صحيح غير جبري في المدى من 32 إلى 511. (قيمة مكونة من 9 بتات حيث تتمثل البتة الأكثر دلالة بالبتة 22 والبتة الأقل دلالة بالبتة 14) انظر الملاحظتين 4 و5).
23	*تحجز لاستعمال قطاع تقييس الاتصالات*	تضبط على 0 ويتم تجاهلها في المستقبل.

الملاحظة 1 – تستخدم قيمة *O-P-PILOT* المبينة كمؤشر للموجة الحاملة الفرعية الدليلية O-P-TREF (انظر الفقرة 4.1.7.B) من أجل دعم/استعادة توقيت VTU-R خلال مرحلة O-P-TRAINING.

الملاحظة 2 – إذا ضبطت البتة *OPTYPE* على 0، تتجاهل الوحدة VTU-O جميع المعلمات الأخرى للرسالة.

الملاحظة 3 – إذا ضبطت بتة العروة الطويلة في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 على **صفر**، يجب عندئذ أن تضبط البتة *OPTYPE* على **صفر**. وإذا ضبطت كل من بتة العروة القصيرة وبتة العروة المتوسطة في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 على **صفر**، يجب عندئذ أن تضبط البتة *OPTYPE* على **واحد** (أي تشغيل مفروض للعروة الطويلة).

الملاحظة 4 – إذا ضبطت البتة *OPTYPE* على 0 (يواصل الخط فترة الاستهلال بتشغيل العروة القصيرة–المتوسطة)، يجب أن يضبط الحقل على 491.

الملاحظة 5 – القيم الصالحة للمعلمة *LAST_TONE_DS* هي تلك المرتبطة بالموجات الحاملة الفرعية التي تنتمي إلى مجموعة رموز *O-P-COMB*، على النحو المحدد في الفقرة 2.1.6.B، والقيمة الإضافية الصالحة 511.

ترسل البتات m_{23}-m_0 البالغ عددها 24 بتة على دورات مؤلفة من 1536 رمزاً (m_0 أولاً وm_{23} أخيراً). وترسل البتة **صفر** على شكل 64 رمزاً متتالياً من رموز R-P-COMB (بتة واحدة لكل 69 رمزاً من دون تمديد دوري (CE)). وترسل البتة **واحد** على شكل 64 رمزاً متتالياً من رموز R-P-ICOMB.

ويجب أن ترد الحالة R-P-QUIET 4-LR بعد الحالة R-P-MSG-PCB-LR.

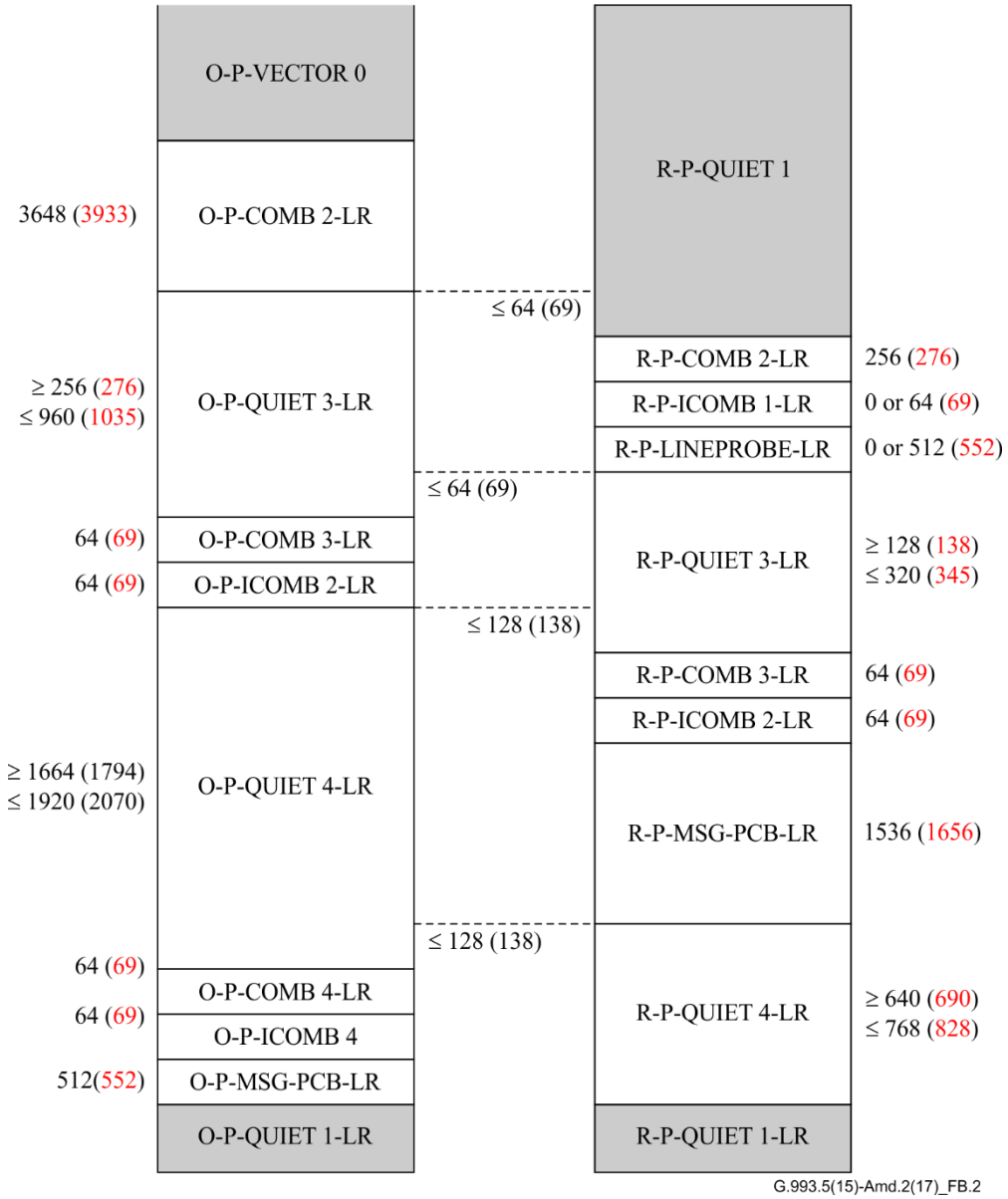
10.2.6.B الحالة R-P-QUIET 4-LR

الحالة R-P-QUIET 4-LR هي حالة متغيرة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-QUIET يكون مضاعفاً للعدد 64، مع حد أقصى من رموز R-P-QUIET قدره 192 رمزاً.

وإذا اكتشفت الوحدة VTU-R الإشارة O-P-COMB 4-LR بنجاح، يجب أن ترد الحالة R-P-QUIET 1-LR بعد الحالة R-P-QUIET 4-LR. وما عدا ذلك، تعود الوحدة VTU-R إلى الحالة R-SILENT.

3.6.B الجدول الزمني للإشارات O/R-P-PROBING-LR

يصور الشكل 2.B عملية مبادلة الإشارات.



الشكل 2.B – الجدول الزمني للإشارات O/R-P-PROBING-LR

يعبر عن مدد الإشارات في الشكل 2.B برموز مع تمديد دوري (CE) (القيم الواردة بين مزدوجين هي مدد الإشارات معبراً عنها برموز من دون تمديد دوري). وتعد الإشارات المظللة باللون الرمادي أجزاء من المرحلتين السابقة واللاحقة لفترة الاستهلال (انظر الشكل 1.B).

7.B مبادلة الإشارات O/R-P-TRAINING-LR

ترد مبادلة الإشارات O/R-P-TRAINING-LR في الشكل 4.B، وتستخدم الإشارات المحددة في التوصية ITU-T G.992.5، مع القيد المتمثل بأن الانتقال بين مختلف الإشارات يحدث عند حدود رموز نغمة متعددة متقطعة مع تمديد دوري (EC). وتكون مدة كل إشارة عدداً من الرموز مضاعفاً للعدد 64 مع تمديد دوري (أو 69 رمزاً من دون تمديد دوري).

ملاحظة – تسمح مبادل الإشارات O/R-P-TRAINING-LR بتهيئة المسوّي في الميدان الزمني (TEQ) وجهاز إلغاء الصدى (EC) قبل الإرسال المزدوج بالكامل. وتتراوح مدة هذا المبادلة بين 1,9 ثانية و9,7 ثانية.

1.7.B الإشارات O/R-P-TRAINING-LR

1.1.7.B الكثافة PSD لإرسال الإشارات O/R-P-TRAINING-LR

تشتق الكثافة PSD لإرسال الإشارات O-P-TRAINING-LR (*TRAININGPSDds*) من الإشارة *NOMPSD* وقيم *log_tssi* التي جرت مبادلتها في كتلتي معلمات حدود الطيف الهابط وتشكيل الطيف الهابط الواردتين في الرسالة CL بالتوصية ITU-T G.994.1 خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، كما هو محدد في الفقرة 4.2.13.8 من التوصية [ITU-T G.992.3]، ومن قيمة *O-PCB_DS* التي تشير إليها الوحدة VTU-O خلال مرحلة السبر (PROBING)، وذلك على النحو التالي:

$$TRAININGPSDds(f) = NOMPSDds – PCBds + ceiled_log_tssi_ds(f)،$$

مع

$$ceiled_log_tssi_ds(f) = MIN(log_tssi_ds(f) + PCBds, 0\ dB)،$$

و

$$PCBds = O\text{-}PCB_DS$$

وترسل جميع الموجات الحاملة الفرعية المدرجة في الإشارات O-P-TRAINING-LR بكثافة قدرها *TRAININGPSDds* وبدقة تساوي ±1 dB عند النقطة المرجعية U-O2.

وتمثل PSDMASKds حدود الكثافة PSD للإشارات O-P- TRAINING-LR. ويجب أن لا تتجاوز *TRAININGPSDds*(*f*) قيمة PSDMASKds(*f*) مطروحاً منها 3,5 dB بالنسبة لجميع الموجات الحاملة الفرعية في مجموعة SUPPORTEDCARRIERSds ذات المؤشرات التي تصل إلى 511. وتتحدد قيمة PSDMASKds(*f*) في الجدول 7-4 بالتوصية [ITU-T G.993.2] وتشتق مع الأخذ في الاعتبار قيمة LIMITMASKds المحددة في الفقرة 9.B باستخدام أعلى موجة حاملة فرعية لها مؤشر يساوي قيمة *LAST_TONE_DS* التي تشير إليها الوحدة VTU-R خلال مرحلة السبر (PROBING).

ويجب أن لا تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية للإشارات O-P-TRAINING-LR الحد الأدنى لقيمتين هما قدرة الإرسال التجميعية القصوى بالاتجاه الهابط كما هي محددة في الفقرة 9.B بالنسبة للملحق المقابل من التوصية [ITU-T G.993.2] وقيمة MAXNOMATPds التي تم تشكيلها في القاعدة CO-MIB.

وتحدد الوحدة VTU-O قيمة كل من *CL_NOMPSDds* و*log_tssi* و*PCBds* بحيث لا تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية للإشارات O-P-TRAINING-LR القيمة الواردة أعلاه.

2.1.7.B تعاريف الرموز في الإشارات O/R-P-TRAINING-LR

يحتوي الرمز O-P-REVERB على جميع الموجات الحاملة الفرعية وصولاً إلى المؤشر 511. ويتم تشكيل الموجات الحاملة الفرعية بالتشكيل الاتساعي التربيعي 4-QAM. ويتم التقابل بين العدد 11 وهذه الموجات الحاملة الفرعية. ويجرى دوران نقاط الكوكبات على هذه الموجات الحاملة الفرعية بالاعتماد على عدد مكون من بتتين يقدمه المخلط الرباعي الوارد في الفقرة 2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويستخدم المخلّط بأسلوب إعادة الضبط على الصفر (انظر الفقرة 1.2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

والرمز O-P-QUIET هو نفسه المعرّف للرمز O-P-PROBING-LR.

ويجب أن يكون الرمز O-P-TREF رمز نغمة مفردة. ولن ترسل سوى مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية التي تحددها الوحدة VTU-R في الرسالة R-P-MSG-PCB (أي النغمة الدليلية O-P-TREF). وتقوم النغمة الدليلية O-P-TREF بتشكيل نقطة الكوكبة (00) بالتشكيل الاتساعي التربيعي 4-QAM. ولن ترسل أي قدرة على الموجات الحاملة الفرعية الأخرى (أي $X_i = Y_i = 0$).

ويعرّف الرمز O-P-SEGUE بأنه مطابق للرمز O-P-REVERB باستثناء القيمة 00 التي يتم التقابل بينها وبين الموجات الحاملة الفرعية نفسها.

ويجري تنفيذ جميع الإشارات المؤلفة من رموز O-P-REVERB وO-P-SEGUE وO-P-TREF كإشارات دورية، مثل O/R-P-PERIODIC 1 (انظر الفقرة 1.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

ويعرّف الرمز O-P-PILOT بأنه مطابق للرموز المرسلة خلال الرمز O-P-PILOT 1 الواردة بالتوصية [ITU-T G.993.2] (انظر الفقرة 4.1.3.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]). ولن ترسل سوى مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية *O-P-PILOT* التي تحددها الوحدة VTU-R في الرسالة R-P-MSG-PCB (أي النغمة الدليلية O-P-TREF) خلال الرمز O-P-PILOT.

3.1.7.B الحالة O-P-REVERB 0-LR

الحالة O-P-REVERB 0-L هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-REVERB يبلغ 3648 رمزاً.

وخلال الحالة O-P-REVERB 0-LR، تستعيد الوحدة VTU-R توقيت العروة، وتضبط الطرف الأمامي التماثلي (AFE) وتحصل على توقيت الرموز بالاتجاه الهابط.

ويجب أن ترد الحالة O-P-QUIET 5-LR بعد الحالة O-P-REVERB 0-LR.

4.1.7.B الحالة O-P-QUIET 5-LR

الحالة O-P-QUIET 5-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-QUIET يبلغ 128 رمزاً.

وخلال الحالة O-P-QUIET 5-LR، تكتشف الوحدة VTU-O الحالة R-P-REVERB 1-LR وتستعد بعدئذ للإرسال بالاتجاهين.

ويجب أن ترد الحالة O-P-REVERB 1-L بعد الحالة O-P-QUIET 5-L.

5.1.7.B الحالة O-P-REVERB 1-LR

الحالة O-P-REVERB 1-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-REVERB يبلغ 512 رمزاً.

وخلال الحالة O-P-REVERB 1-LR، يمكن للوحدة VTU-O أن تواءم بدقة تحكمها الأوتوماتي بالكسب (AGC) (أثناء وجود الوحدة VTU-R في الحالة R-P-REVERB 1-LR).

ويجب أن ترد الحالة O-P-TREF 1-LR بعد الحالة O-P-REVERB 1-LR.

6.1.7.B الحالة O-P-TREF 1-LR

الحالة O-P-TREF 1-LR هي حالة متغيرة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-TREF بحد أدنى قدره 512 وحد أقصى قدره 15872.

وخلال الحالة O-P-TREF 1-LR، يمكن للوحدة VTU-O أن تهيئ المسوي الخاص بها في الميدان الزمني (TEQ).

ويجب أن ترد الحالة O-P-REVERB 2-LR بعد الحالة O-P-TREF 1-LR.

7.1.7.B الحالة O-P-REVERB 2-LR

الحالة O-P-REVERB 2-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-REVERB يبلغ 64 رمزاً.

ويدل الانتقال إلى الحالة O-P-REVERB 2-LR على أن الوحدتين VTU-R وVTU-O قد أكملتا تهيئة المسويات الخاصة بهما في الميدان الزمني (TEQ).

ويجب أن ترد الحالة O-P-ECT-LR بعد الحالة O-P-REVERB 2-LR.

8.1.7.B الحالة O-P-ECT-LR

الحالة O-P-ECT-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O إشارة تحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة مدتها 512 دورة من الرموز.

وخلال هذه الحالة، يمكن للوحدة VTU-O أن تهيئ جهاز إلغاء الصدى (EC) الخاص بها.

ويجب أن ترد الحالة O-P-REVERB 3-LR بعد الحالة O-P-ECT-LR.

9.1.7.B الحالة O-P-REVERB 3-LR

الحالة O-P-REVERB 3-LR هي حالة متغيرة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-REVERB بحد أدنى قدره 448 وحد أقصى قدره 15936.

وتزود الحالة O-P-REVERB 3-LR الوحدة VTU-R بإشارة تهيئة (يفترض أنها للمسوي TEQ).

وتواصل الوحدة VTU-O إرسال رموز O-P-REVERB إلى ما بعد انتقال الوحدة VTU-R إلى الحالة R-P-REVERB 3-LR. وخلال 64 رمزاً بعد انتقال VTU-R إلى الحالة R-P-REVERB 3-LR، تنتقل الوحدة VTU-O إلى الحالة التالية.

وإذا بينت الوحدة VTU-R في الرسالة CLR الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 أنها تطلب من الوحدة VTU-O إرسال رموز O-P-TREF أثناء الحالة R-P-ECT-LR (أي أنها ضبطت البتة "FMT-O-P-TREF2" على **واحد**)، يجب أن ترد الحالة O-P-TREF 2-LR بعد الحالة O-P-REVERB 3-LR. وإذا بينت الوحدة VTU-R أنها تطلب من الوحدة VTU-O إرسال رموز O-P-QUIET أثناء الحالة R-P-ECT-LR (أي أنها ضبطت البتة "FMT-O-P-TREF2" على **صفر**)، يجب أن ترد الحالة O-P-QUIET 6-LR بعد الحالة O-P-REVERB 3-LR.

10.1.7.B O-P-TREF 2-LR

الحالة O-P-TREF 2-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-TREF يبلغ 576 رمزاً.

وتسهل الحالة O-P-TREF 2-LR تهيئة جهاز إلغاء الصدى (EC) في الوحدة VTU-R. وأثناء هذه الحالة تتجاهل الوحدة VTU-O الإشارة التي أرسلتها الوحدة VTU-R.

ويجب أن ترد الحالة O-P-REVERB 4-LR بعد الحالة O-P-TREF 1-LR.

11.1.7.B الحالة O-P-QUIET 6-LR

الحالة O-P-QUIET 6-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدد اً من رموز O-P-QUIET يبلغ 576 رمزاً.

وأثناء هذه الحالة تتجاهل الوحدة VTU-O الإشارة التي أرسلتها الوحدة VTU-R.

ويجب أن ترد الحالة O-P-REVERB 4-LR بعد الحالة O-P-QUIET 6-LR.

12.1.7.B الحالة O-P-REVERB 4-LR

الحالة O-P-REVERB 4-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-REVERB يبلغ 1024 رمزاً.

وأثناء الحالة O-P-REVERB 4-LR، يمكن للوحدة VTU-O أن تضبط معلماتها من أجل الإرسال بالاتجاهين.

ويجب أن ترد الحالة O-P-SEGUE 1-LR بعد الحالة O-P-REVERB 4-LR.

13.1.7.B الحالة O-P-SEGUE 1-LR

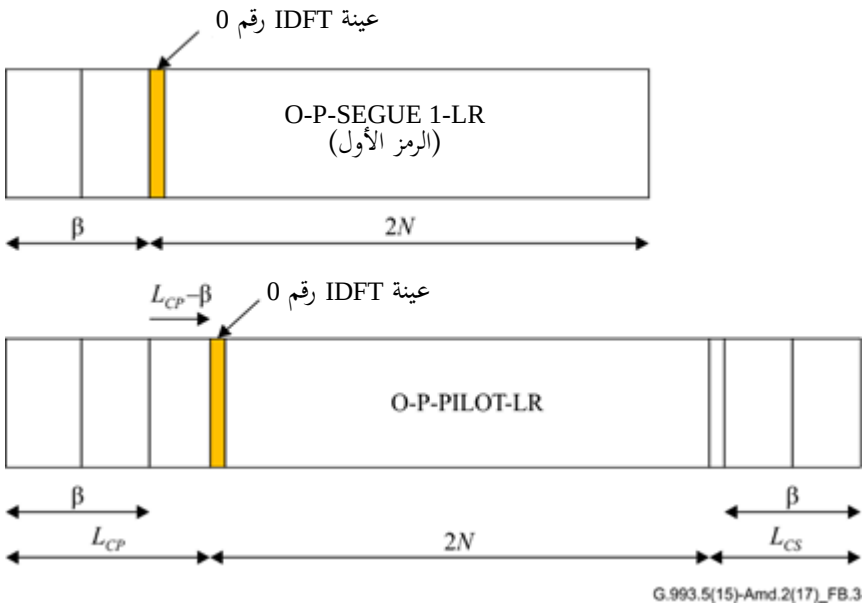
الحالة O-P-SEGUE 1-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز O-P-SEGUE يبلغ 64 رمزا. ويستخدم الرمز الأول للحالة O-P-SEGUE 1-LR كوقت مرجعي لتسهيل المواءمة بين توقيت تهيئة الخط VDSL2-LR واكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 (انظر الفقرة 1.8.B). ويجب أن ترد الحالة O-P-PILOT-LR بعد الحالة O-P-SEGUE 1-LR.

14.1.7.B الحالة O-P-PILOT-LR

تهدف الحالة O-P-PILOT-LR إلى معادلة مدة طور التهيئة بين مختلف الخطوط في الزمرة الموجهة. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً صحيحاً من رموز O-P-PILOT. ومدة الحالة O-P-PILOT-LR متغيرة، وتخضع لتحكم الكيان VCE، ويمكن أن تقع في المدى من 128 إلى 31360 رمزاً.

والإشارة O-P-PILOT ليست إشارة دورية. وتَستخدم المواءمة بين رموز O-P-PILOT والحالة O-P-SEGUE 1-LR نقطتين مرجعيتين مرتبطتين بالعينة #0 لتحويل فوريه المتقطع المعكوس (IDFT) لرموز معينة. وتعرّف العينة #0 لتحويل فوريه المتقطع المعكوس (IDFT) بأنها العينة الأولى لكتلة مؤلفة من عدد *2N* من العينات الزمنية التي يولدها التحويل IDFT.

تتمثل النقطة المرجعية الأولى بالعينة #0 للتحويل IDFT للرمز الأول للحالة O-P-SEGUE 1-LR، وتتمثل النقطة المرجعية الثانية بالعينة #0 للتحويل IDFT للرمز الأول للحالة O-P-PILOT-LR، كما هو مبين في الشكل 3.B.



الشكل 3.B – عينتان مرجعيتان لمواءمة الرموز بالاتجاه الهابط بين الحالة O-SEGUE 1-LR والحالة O-P-PILOT-LR

ويجب أن يكون التخالف الزمني الذي يعبر عنه بعدد العينات بين تلك النقطتين المرجعيتين بمقياس دورة رمز نغمة متعددة متقطعة (DMT) مع تمديد دوري، أي بالعدد $2N+L_{CE}$ من العينات، على النحو الذي تبينه الوحدة VTU-O في نقطة الشفرة Spar(2) الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 "تخالف عينة IDFT #0" التي تشير إليها الوحدة VTU-O. ويجب أن تساوي المعلمة "تخالف عينة IDFT #0" عدداً صحيحاً من العينات بمعدل 4,416 MHz.

ملاحظة – تساوي قيمة هذا التخالف L_{CP}-β، وهي دائماً أقل من قيمة L_{CE} أو تساويها، انظر الشكل 4.B. كما أن معرفة المستقبل لهذا التخالف تسمح للوحدة VTU-R باشتقاق توقيت الرموز خلال الحالة O-P-PILOT-LR والانتقال إلى طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5

بالتوقيت الذي تم الحصول عليه في مرحلة تهيئة الخط VDSL2-LR. يسمح ذلك بدوره بإعادة استعمال إعدادات المسوي في الميدان الزمني (TEQ) وإعدادات المرسلات–المستقبلات الأخرى التي تم الحصول عليها خلال مرحلة تهيئة الخط VDSL2-LR.

ويستخدم الكيان VCE الحالة O-P-PILOT-LR لمواءمة بدء الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 على جميع الخطوط VDSL2-LR (بصرف النظر عن نمط التشغيل بالعروة القصيرة أو المتوسطة أو الطويلة) والخطوط العادية الواردة بالتوصية ITU-T G.993.5. وتعتمد المدة الفعلية للحالة O-P-PILOT-LR على مدتي الحالتين O-P-TREF 1-LR وO-P-REVERB 3-LR: على أن لا يتجاوز مجموع مدد الحالات O-P-PILOT-LR وO-P-TREF 1-LR وO-P-REVERB 3-LR مجموع المدتين القصويين للحالتين O-P-TREF 1-LR وO-P-REVERB والمدة الدنيا للحالة O-P-PILOT-LR، أي 31936 = 128+15936+15872 رمزاً.

ويجب أن ترد الإشارة O-P-CHANNEL DISCOVERY V1 وباقي طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 بعد الحالة O-P-PILOT-LR مع التعديلات المحددة في الفقرة 8.B.

2.7.B إشارات R-P-TRAINING-LR

1.2.7.B الكثافة PSD لإرسال الإشارات R-P-TRAINING-LR

تكون الكثافة PSD لإرسال الإشارات R-P-TRAINING-LR (*TRAININGPSDus*) مطابقة للكثافة *PROBINGPSDus*:

$$TRAININGPSDus(f) = PROBINGPSDus(f)$$

وترسل جميع الموجات الحاملة الفرعية المدرجة في الإشارات R-P-TRAINING-LR بكثافة قدرها *TRAININGPSDus* وبدقة تبلغ ±1 dB عند النقطة المرجعية U-O2.

وتمثل PSDMASKus حدود الكثافة PSD للإشارات R-P-TRAINING-LR. ويرد في الجدول 7-4 الوارد بالتوصية [ITU-T G.993.2] تعريف القناع PSDMASKus ويشتق مع أخذ LIMITMASKus في الاعتبار على النحو المحدد في الفقرة 9.B.

ويجب أن لا تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية للإشارات R-P-TRAINING-LR قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPus* المحددة في الفقرة 7.1.10.B. وتحدد الوحدة VTU-O قيمة *CL_NOMPSDus* بحيث لا تتجاوز قدرة الإرسال التجميعية للإشارة R-P-TRAINING-LR القيمة الواردة أعلاه بالنسبة لأي إعداد صالح للمعلمات *CLR_NOMPSDus* و*PCBus* و*log_tssi_us* التي اختارتها الوحدة VTU=R.

2.2.7.B رموز التعاريف في الإشارات R-P-TRAINING-LR

الرمز R-P-QUIET هو نفسه الرمز المعرّف للحالة R-P-PROBING-LR.

يحتوي الرمز R-P-REVERB على جميع الموجات الحاملة الفرعية وصولاً إلى المؤشر *NSCus-1*، مع *NSCus* على النحو المحدد في الفقرة 2.2.6.B. ويتم تشكيل هذه الموجات الحاملة الفرعية بالتشكيل 4-QAM. ويتم التقابل بين القيمة 11 وجميع هذه الموجات الحاملة الفرعية. ويجرى دوران نقاط الكوكبات على هذه الموجات الحاملة الفرعية بالاعتماد على عدد مكون من بتتين يقدمه المخلّط الرباعي الوارد في الفقرة 2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]. ويستخدم المخلّط بأسلوب إعادة الضبط على الصفر (انظر الفقرة 1.2.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

ويعرّف الرمز R-P-SEGUE بأنه مطابق للرمز R R-P-REVERB، مع تقابل بين القيمة 00 والموجات الحاملة الفرعية نفسها.

وتنفذ جميع الإشارات المؤلفة من الرموز R-P-REVERB أو R-P-SEGUE على شكل إشارات دورية، مثل الإشارة O/R-P-PERIODIC 1 (انظر الفقرة 1.6.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2]).

3.2.7.B الحالة R-P-REVERB 1-LR

الحالة R-P-REVERB 1-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز R-P-REVERB يبلغ 640 رمزاً.

وخلال الحالة R-P-REVERB 1-LR، يمكن للوحدة VTU-R أن توائم بدقة تحكمها الأوتوماتي بالكسب (AGC) وأن تستعيد خوارزميات التوقيت وغيرها من الخوارزميات التكيفية للطرف الأمامي التماثلي (AFE).

ويجب أن ترد الحالة R-P-REVERB 2-LR بعد الحالة R-P-REVERB 1-LR.

B.7.2.4 الحالة R-P-REVERB 2-LR

الحالة R-P-REVERB 2-LR هي حالة متغيرة الطول. وفي هذه الحالة R-P-REVERB 2-LR ترسل الوحدة VTU-O عدداً من رموز R-P-REVERB بحد أدنى قدره 384 وحد أقصى قدره 16000.

وتزود الحالة R-P-REVERB 2-LR الوحدة VTU-O بإشارة تهيئة (يفترض أنها للمسوي TEQ).

وتواصل الوحدة VTU-R إرسال رموز O-P-REVERB إلى ما بعد انتقال الوحدة VTU-O إلى الحالة O-P-REVERB 2-LR. وخلال 64 رمزاً بعد انتقال VTU-O إلى الحالة O-P-REVERB 2-LR، تنتقل الوحدة VTU-R إلى الحالة التالية.

ويجب أن ترد الحالة R-P-QUIET 5-LR بعد الحالة R-P-REVERB 2-LR.

B.7.2.5 الحالة R-P-QUIET 5-LR

الحالة R-QUIET 5-LR هي حالة متغيرة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-QUIET بحد أدنى قدره 1024 وحد أقصى قدره 16384. ويكون عدد الرموز المرسلة في الحالة R-QUIET 5-LR مضاعفاً للعدد 512. غير أنه يمكن تقصير رمز R-P-QUIET الأخير المرسل في الحالة R-P-QUIET 5-LR بعدد صحيح من العينات (عند تردد ميقاتية الاعتيان $2N\times\Delta f$ على النحو المعرف في الفقرة 4.4.10 من التوصية [ITU-T G.993.2]) لاستيعاب تراصف الأطر من المرسل إلى المستقبل.

وأثناء هذه الحالة، تتجاهل الوحدة VTU-R الإشارة المرسلة من الوحدة VTU-O خلال الحالة O-P-ECT-LR. وأثناء وجود الوحدة VTU-O في الحالة O-P-REVERB 3-LR، يمكن للوحدة VTU-R أن تقيس خصائص القناة بالاتجاه الهابط وأن تهيئ المسوي TEQ الخاص بها. وتنتقل الوحدة VTU-R إلى الحالة التالية عند استكمالها لعملية التهيئة الضرورية.

ويجب أن ترد الحالة R-P-REVERB 3-LR بعد الحالة R-P-QUIET 5-LR.

B.7.2.6 الحالة R-P-REVERB 3-LR

الحالة R-P-REVERB 3-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-REVERB يبلغ 64 رمزاً.

ويبين الانتقال إلى الحالة R-P-REVERB 3-LR للوحدة VTU-O أن الوحدة VTU-R قد استكملت تهيئة المسوي TEQ. كما أنها تقدم واسماً زمنياً للحالة R-P-ECT-LR.

ويجب أن ترد الحالة R-P-ECT-LR بعد الحالة R-P-REVERB 3-LR.

B.7.2.7 الحالة R-P-ECT-LR

الحالة R-P-ECT-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R إشارة تحدد وفقاً لتقدير مقدم الخدمة وبمدة قدرها 512 دورة من الرموز.

وخلال هذه الحالة، قد تهيئ الوحدة VTU-R جهاز إلغاء الصدى الخاص بها.

ويجب أن ترد الحالة R-P-REVERB 4-LR بعد الحالة R-P-ECT-LR.

B.7.2.8 الحالة R-P-REVERB 4-LR

الحالة R-P-REVERB 4-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة R-P-REVERB 4-LR ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-REVERB يبلغ 1024 رمزاً.

وخلال الحالة R-P-REVERB 4-LR، يمكن للوحدة VTU-R أن تضبط معلماتها من أجل الإرسال بالاتجاهين.

ويجب أن ترد الحالة R-P-SEGUE 1-LR بعد الحالة R-P-REVERB 4-LR. ويعتبر الانتقال من الحالة R-P-REVERB 4-LR إلى الحالة R-P-SEGUE 1-LR واسماً زمنياً لوقت بدء الإشارة R-P-QUIET 1 ولكي تكون VTU-R جاهزة لاستقبال الرسالة O-SIGNATURE.

9.2.7.B الحالة R-P-SEGUE 1-LR

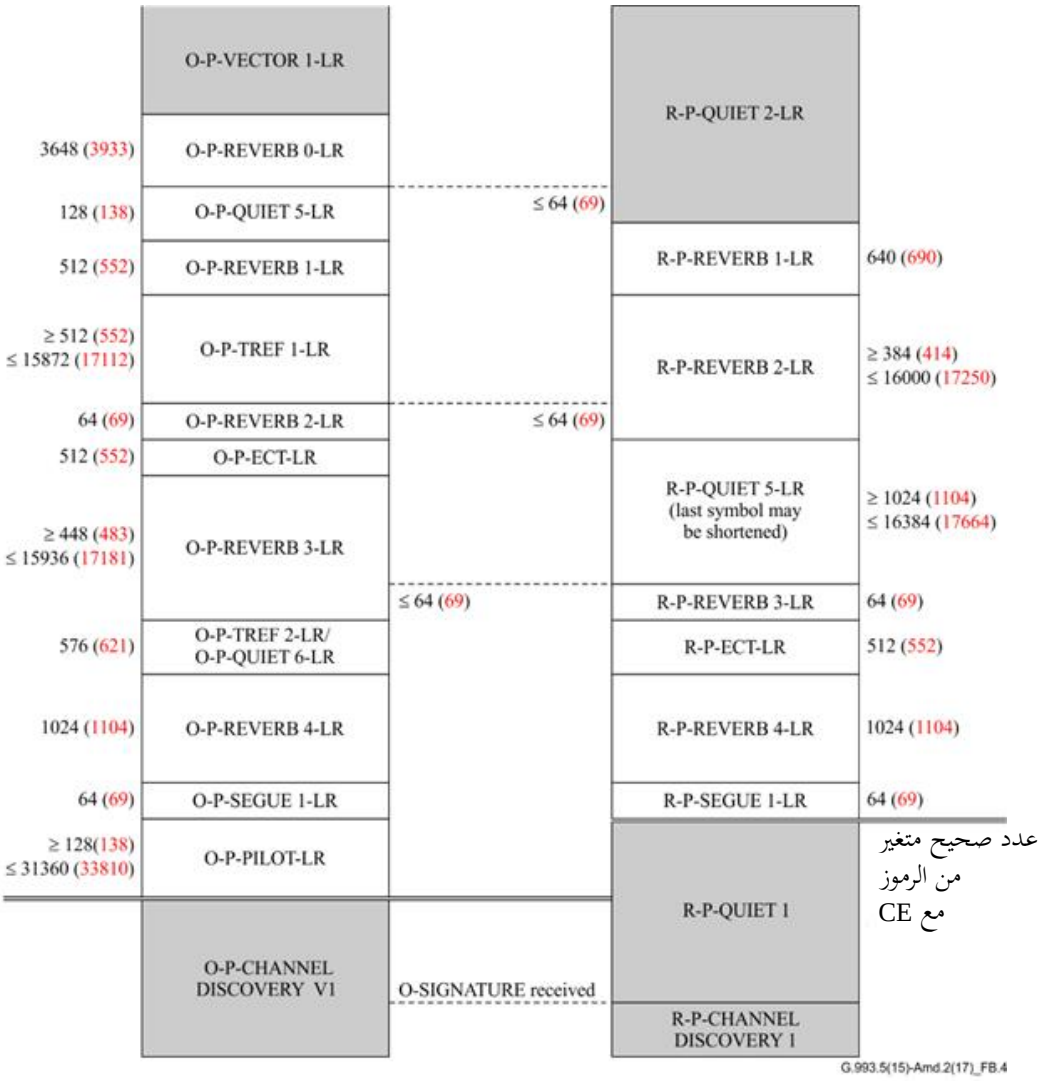
الحالة R-P-SEGUE 1-LR هي حالة ثابتة الطول. وفي هذه الحالة ترسل الوحدة VTU-R عدداً من رموز R-P-SEGUE يبلغ 64 رمزاً. ويستخدم الرمز R-P-SEGUE 1-LR الأول كنقطة مرجعية للحفاظ على المزامنة بين تهيئة الخط VDSL2-LR واكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 (انظر الفقرة 3.8.B).

ويعتبر الانتقال إلى الحالة التالية واسماً زمنياً لنهاية مرحلة التهيئة ويبين أن الوحدة VTU-R جاهزة لاستقبال الرسالة O-SIGNATURE.

ويجب أن ترد الحالة R-P-QUIET1 الواردة بالتوصية ITU-T G.993.5 بعد الحالة R-P-SEGUE 1-LR.

3.7.B الجدول الزمني للإشارات O/R-P-TRAINING-LR

يبين الشكل 4.B عملية تبادل الإشارات.



الشكل 4.B – الجدول الزمني للإشارات O/R-P-TRAINING-LR

يعبر عن مدد الإشارات في الشكل 4.B برموز مع تمديد دوري (CE) (القيم الواردة بين مزدوجين هي مدد الإشارات معبراً عنها برموز من دون تمديد دوري). وتعد الإشارات المظللة باللون الرمادي أجزاء من المرحلتين السابقة واللاحقة لفترة الاستهلال (انظر الشكل 1.B).

ملاحظة – يمكن أن يقصّر المستقبل فترة تهيئة المسوّي TEQ في حال مواصلة تهيئته خلال فترة استهلال الخط VDSL2-LR. ومع أقصر تهيئة للمسوّي TEQ، تكون مدة هذه المرحلة حوالي 1,9 ثانية.

8.B طور اكتشاف القناة وطور التهيئة الواردين بالتوصية ITU-T G.993.5 في تشغيل العروة الطويلة

تحتوي هذه الفقرة على متطلبات إضافية بشأن طور اكتشاف القناة وطور التهيئة الواردين بالتوصية ITU-T G.993.5 اللذين يطبقان إذا تم اختيار تشغيل العروة الطويلة للخط VDSL2-LR (انظر الفقرات 8.4.B و9.4.B و6.5.B و7.5.B).

أما تحديد مسار الإرسال بين خرج تحويل فورييه المتقطع المعكوس (IDFT) والواجهة U المقابلة لكل من الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R التي حددت خلال طور التهيئة فيبقى دون تغيير خلال طور اكتشاف القناة وطور التهيئة الواردين بالتوصية ITU-T G.993.5. ويكون حجم ونوع صورة التحويل IDFT المستخدمان خلال طور اكتشاف القناة وطور التهيئة الواردين بالتوصية ITU-T G.993.5 هما نفسيهما اللذين استخدما خلال مرحلة التهيئة.

1.8.B طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 في تشغيل العروة الطويلة

تكون مجموعة SUPPORTEDCARRIERSds محدودة بالموجة الحاملة الفرعية ذات المؤشر 511.

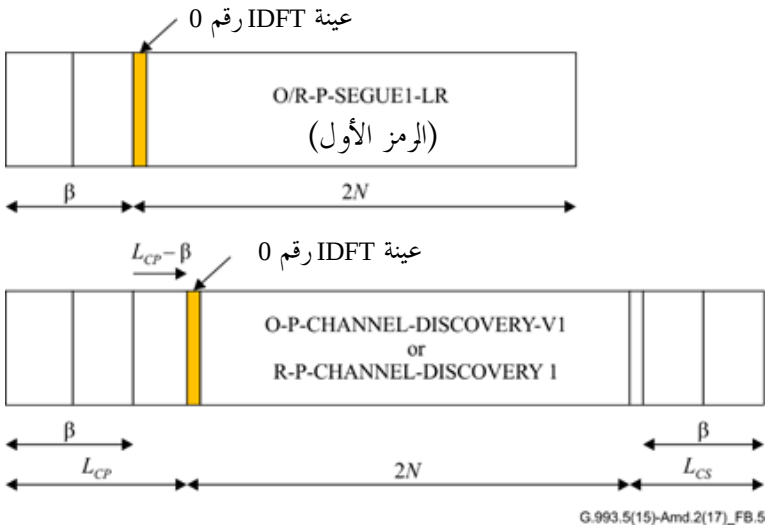
وتكون مجموعة SUPPORTEDCARRIERSus محدودة بالموجة الحاملة الفرعية ذات المؤشر 31 بالنسبة للنطاق US0 من النوع A، والمؤشر 63 بالنسبة للنطاق US0 من النوعين B وM.

1.1.8.B الانتقال إلى طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5

في الاتجاه الهابط، تكون رموز طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 متراصفة مع الرموز في O-P-PILOT-LR.

وفي الاتجاه الصاعد، يكون الانتقال من حالة تهيئة الخط VDSL2-LR إلى طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 متوائماً باستخدام نقطتين مرجعيتين مرتبطتين بالعينة #0 لتحويل فورييه المتقطع المعكوس (IDFT) لرموز معينة. وتعرّف العينة #0 لتحويل فورييه المتقطع المعكوس (IDFT) بأنها العينة الأولى لكتلة مؤلفة من عدد *2N* من العينات الزمنية التي يولدها التحويل IDFT.

تتمثل النقطة المرجعية الأولى بالعينة #0 للتحويل IDFT للرمز الأول للحالة R-P-SEGUE 1-LR، وتتمثل النقطة المرجعية الثانية بالعينة #0 للتحويل IDFT للرمز الأول للإشارة R-P-CHANNEL DISCOVERY 1، كما هو مبين في الشكل 5.B.



الشكل 5.B – عينتان مرجعيتان لمواءمة الرموز بالاتجاه الصاعد بين مرحلة تهيئة الخط VDSL2-LR وطور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5

ويجب أن يكون التخالف الزمني الذي يعبر عنه بالعينات بين هاتين النقطتين المرجعيتين بمقياس دورة رمز نغمة متعددة متقطعة (DMT) مع تمديد دوري، أي بالعدد $2N+L_{CE}$ من العينات، على النحو الذي تبينه الوحدة VTU-R في نقطة الشفرة Spar(2) الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 "تخالف عينة IDFT #0" التي تشير إليها الوحدة VTU-R. ويجب أن تساوي المعلمة "تخالف عينة IDFT #0" عدداً صحيحاً من العينات بمعدل 276 kHz.

ملاحظة – تساوي قيمة هذا التخالف L_{CP}-β، وهي دائماً أقل من قيمة L_{CE} أو تساويها، انظر الشكل 5.B. وتسمح معرفة الوحدة VTU-O لهذا التخالف باشتقاق توقيت الرموز خلال طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 من التوقيت الذي تم الحصول عليه في مرحلة تهيئة الخط VDSL2-LR. يسمح ذلك بدوره بإعادة استعمال إعدادات المسوي في الميدان الزمني (TEQ) وإعدادات المرسلات–المستقبلات الأخرى التي تم الحصول عليها خلال مرحلة تهيئة الخط VDSL2-LR.

2.1.8.B استعمال الإشارة PILOT أثناء الإشارة R-P-LINEPROBE

إذا كانت الإشارة R-P-LINEPROBE الواردة بالتوصية ITU-T G.993.5 مطلوبة، يجب على الوحدة VTU-O أن ترسل الإشارة O-P-PILOT 1 وتنتقل إلى 640 رمزاً من رموز الإشارة O-P-PERIODIC 1 بعد انتهاء إرسال الإشارة O-P-SYNCHRO 1. وتستخدم الإشارة O-P-PILOT 1 مؤشر النغمات الذي يتم تعيينه خلال مرحلة السبر (PROBING).

3.1.8.B الاستعاضة عن الإشارات R-P-VECTOR

بما أن إلغاء اللغط بالاتجاه الصاعد لا يكون نشطاً عند اختيار تشغيل العروة الطويلة للخط VDSL2-LR، فإن الإشارات R-P-VECTOR تزال أو يستعاض عنها بإشارات أخرى.

يستعاض عن الإشارة R-P-VECTOR 1 بالإشارة R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 مع قيام قناة العمليات الخاصة (SOC) بإرسال الإشارة R-IDLE إلى حين استقبال الإشارة O-P-SYNCHRO-V1. وبعد استقبال الإشارة O-P-SYNCHRO-V1 ترسل الوحدة VTU-R الإشارة R-IDLE لمدة 512 رمزاً على الأقل قبل إرسال الإشارة R-MSG 1.

4.1.8.B الرسالة O-SIGNATURE (تعدل الفقرة 1.1.2.3.3.12 من التوصية [ITU-T G.993.2])

الحقل #8 "قدرة الإرسال التجميعية الاسمية القصوى بالاتجاه الهابط (MAXNOMATPds)"، يشير إلى قيمة معلمة التحكم *MAXNOMATPds*، التي تحدد الحد الأقصى للقدرة العريضة النطاق التي يسمح للوحدة VTU-O بإرسالها. ويجب أن لا تتجاوز قيمة *MAXNOMATPds* الحد الأدنى لقيمتين هما قدرة الإرسال التجميعية القصوى بالاتجاه الهابط كما هي محددة في الفقرة 9.B بالنسبة للملحق المقابل من التوصية [ITU-T G.993.2] وقيمة MAXNOMATPds التي تم تشكيلها في القاعدة CO-MIB، بصرف النظر عن التوصيف المعين الوارد بالتوصية [ITU-T G.993.2] الذي تم اختياره خلال طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 من فترة الاستهلال.

5.1.8.B تعديلات الكثافة PSD خلال طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5

تشمل تعديلات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) المحددة في طور اكتشاف القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 تغيرات محتملة لأعلى موجة حاملة فرعية مستخدمة بالاتجاه الهابط وللكثافة PSD الفعلية المرسلة بالاتجاه الهابط، ما قد يؤدي إلى كثافة PSD مرسلة بالاتجاه الهابط مختلفة عن تلك المحددة خلال مرحلة السبر (PROBING). ولتفادي التغيرات في قناة الإرسال والتردي المقابل في توليف المسوّي TEQ، فإن التعديل المذكور للكثافة PSD يجب أن يتم حصراً في الميدان الترددي.

2.8.B طور التهيئة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 في تشغيل العروة الطويلة

خلال الانتقال إلى طور التهيئة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5، تحافظ الوحدة VTU-R على توقيت الرموز. ولتسهيل توقيت العروة، يستعاض عن الرموز الساكنة في الإشارة O-P-VECTOR 1-1 برموز تحتوي على موجة حاملة فرعية مفردة حيث تبين الرسالة R-P-MSG-PCB مؤشر النغمة الدليلية بالاتجاه الهابط. وتشكل النغمة الدليلية بنقطة الكوكبة (0,0).

ولإبقاء موقع العينة #0 في التحويل IDFT بين طور اكتشاف القناة وطور التهيئة بالاتجاه الصاعد، يجب أن تكون مدة الإشارة R-P-QUIET V1 عدداً صحيحاً من رموز نغمة متعددة متقطعة (DMT).

1.2.8.B الاستعاضة عن الإشارات R-P-VECTOR

يجب عدم إرسال الإشارة R-P-VECTOR 1-1، أي إن الإشارة الأولى لطور تهيئة المرسل–المستقبل هي R-P-TRAINING 1.

ويجب الاستعاضة عن الإشارة R-P-VECTOR 1-2 بالإشارة R-P-TRAINING 1-2. ويجب أن تكون الإشارة R-P-TRAINING 1-2 مطابقة للإشارة R-P-TRAINING 1.

ويجب الاستعاضة عن رموز المزامنة في الإشارة R-P-VECTOR 2 برموز الإشارة R-P-TRAINING 2 مع تفعيل قناة العمليات الخاصة (SOC) الممددة.

9.B تعريف أقنعة حد الكثافة الطيفية للقدرة (PSD)

تعرّف هذه الفقرة أقنعة حد الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ومتطلبات قدرة الإرسال التجميعية القصوى التي تطبق في تشغيل العروة الطويلة. وتطبق هذه المتطلبات على مرحلة TRAINING-LR، وعلى باقي فترة الاستهلال وحالة وقت العرض.

1.9.B التشغيل وفقاً للملحق A بالتوصية [ITU-T G.993.2]

لم يتم تحديد أسلوب VDSL2-LR وفقاً للملحق A بالتوصية [ITU-T G.993.2].

2.9.B التشغيل وفقاً للملحق B بالتوصية [ITU-T G.993.2]

1.2.9.B قناع حد الكثافة PSD بالاتجاه الهابط وقدرة الإرسال التجميعية القصوى

يتم اختيار نمط الكثافة PSD بالنسبة للنطاق US0 في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1. ويكون القناع LIMITMASKds المقابل المتعلق بأسلوب VDSL2-LR على النحو المحدد في الجدول 7A.B بالتوصية [ITU-T G.993.2] بالنسبة لأقنعة الكثافة الطيفية للقدرة B11-B8 (للنطاق US0 من النوع A)، وB12-B8 (للنطاق US0 من النوع B)، وB17-B8 (للنطاق US0 من النوع M)، مع تمديد منتظم بمعدل –100 dBm/Hz من 3,925 MHz إلى 30 MHz وتمديد منتظم بمعدل –110 dBm/Hz فوق 30 MHz، ومع التعديل المحدد في الجدول 11.B.

ويجب أن تكون قدرة الإرسال التجميعية القصوى بالاتجاه الهابط (المشار إليها في الفقرتين 1.1.6.B و4.1.8.B) بقيمة 20,5 dBm، وهي مستقلة عن توصيف الخط VDSL2 ونمط النطاق US0 الذي تم اختياره في طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1.

الجدول 11.B – تعديل القناع LIMITMASKds في أسلوب VDSL2-LR

التردد (MHz)	القناع LIMITMASKds في أسلوب VDSL2-LR (dBm/Hz)
f_1	36,50–
f_1 + 138	33,50–
948,75	33,50–
1104	36,50–
ملاحظة – قيمة f_1 هي 138 kHz للنطاق US0 من النوع A و276 kHz للنطاق US0 من النوعين B وM.	

2.2.9.B قناع حد الكثافة PSD بالاتجاه الصاعد

يتم اختيار نمط الكثافة PSD للنطاق US0 في الرسالة MS الواردة في التوصية ITU-T G.994.1. ويكون القناع LIMITMASKus المقابل المتعلق بأسلوب VDSL2-LR على النحو المحدد في الجدول 6A.B بالتوصية [ITU-T G.993.2] بالنسبة لأقنعة الكثافة الطيفية للقدرة B11-B8 (للنطاق US0 من النوع A)، وB12-B8 (للنطاق US0 من النوع B)، وB17-B8 (للنطاق US0 من النوع M)، مع تمديد منتظم بمعدل –100 dBm/Hz من 686 kHz إلى 30 MHz وتمديد منتظم بمعدل –110 dBm/Hz فوق 30 MHz.

وتضبط *NSCus* على 32 بالنسبة للنطاق US0 من النوع A وعلى 64 بالنسبة للنطاق US0 من النوعين B وM.

3.9.B التشغيل وفقاً للملحق C بالتوصية [ITU-T G.993.2]

لم يتم تحديد أسلوب VDSL2-LR وفقاً للملحق C بالتوصية [ITU-T G.993.2].

4.9.B التشغيل وفقاً للملحق N بالتوصية [ITU-T G.993.2]

لم يتم تحديد أسلوب VDSL2-LR وفقاً للملحق N بالتوصية [ITU-T G.993.2].

10.B الإدارة

تحدد هذه الفقرة معلمات التشكيل والحالة والجرد المتعلقة بقاعدة البيانات CO-MIB في الأسلوب VDSL2-LR. وتتوفر هذه المعلمات إذا وفرت الوحدة VTU-O الدعم لأسلوب VDSL2-LR.

1.10.B معلمات التشكيل

1.1.10.B تفعيل VDSL2-LR (VDSL2-LR_ENABLE)

تحدد معلمة التحكم VDSL2-LR_ENABLE (انظر الفقرة 1.16.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) الخط الذي تكون فيه أنماط التشغيل VDSL2-LR مسموحة. وتعرّف على شكل تقابل بتات (bitmap) له الأنماط التالية:

- عروة قصيرة: يسمح بتشغيل العروة القصيرة وفقاً لهذا الملحق.
- عروة متوسطة: يسمح بتشغيل العروة المتوسطة وفقاً لهذا الملحق.
- عروة طويلة: يسمح بتشغيل العروة الطويلة وفقاً لهذا الملحق

وإذا لم يكن أيّ من أنماط التشغيل هذه مسموحاً، يكون عندئذ أسلوب VDSL2-LR (أي التشغيل وفقاً لهذا الملحق) "معطلاً". وإذا كان أحد أنماط التشغيل هذه مسموحاً، يكون عندئذ أسلوب VDSL2-LR (أي التشغيل وفقاً لهذا الملحق) "مفعلاً" (انظر الجدول 1.B).

2.1.10.B الكثافة الطيفية للقدرة الاسمية القصوى بالاتجاه الهابط (MAXNOMPSDds)

تحدد معلمة التحكم MAXNOMPSDds (انظر الفقرة 1.2.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) القيمة القصوى للكثافة *NOMPSDds* (التي تستخدم لتحديد *PROBINGPSDds*، انظر الفقرة 1.1.6.B) كما تبينه الوحدة VTU-O في حدود الطيف الهابط في الرسالة CL الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1).

3.1.10.B الكثافة الطيفية للقدرة الاسمية القصوى بالاتجاه الصاعد (MAXNOMPSDus)

تحدد معلمة التحكم MAXNOMPSDus (انظر الفقرة 2.2.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) القيمة القصوى للكثافة *NOMPSDus* (التي تستخدم لتحديد *PROBINGPSDus*، انظر الفقرة 1.2.6.B) كما تبينه الوحدة VTU-O في حدود الطيف الصاعد في الرسالة CL الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1).

4.1.10.B قناع الكثافة PSD بالاتجاه الهابط (MIBMASKds)

تمثل معلمة التحكم MIBMASKds (انظر الفقرة 9.2.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) قناع الكثافة PSD في قاعدة معلومات الإدارة (MIB) وتقع عند القيمة القصوى لقناع حد الكثافة PSD المحدد في الملحق الذي تم اختياره من التوصية [ITU-T G.993.2] أو أقل، وإذا كان أسلوب VDSL2-LR "مفعلاً" (انظر الفقرة 1.1.10.B)، عند قناع حد الكثافة المحدد في الفقرة 9.B. ويجب أن يخضع تعريفه لتحكم إدارة الشبكة (آلية تتحكم بها القاعدة MIB) كما هو محدد في التوصية [ITU-T G.997.1].

وتحدد نقاط القطع المستخدمة لإنشاء قناع الكثافة في القاعدة MIB بحيث يمكن إنشاء القيمة الأدنى بين قناع حد الكثافة PSD المحدد في الملحق الذي تم اختياره وقناع الكثافة PSD في القاعدة MIB باستخدام عدد من نقاط القطع لا يتعدى 32 نقطة في نطاقات التردد التي يتحدد فيها قناع الكثافة PSD في القاعدة MIB.

5.1.10.B اختيار فئة قناع الكثافة PSD للخط VDSL2 (CLASSMASK)

إذا كان أسلوب VDSL2-LR "مفعلاً" (انظر الفقرة 1.1.10.B)، تضبط عندئذ معلمة التشكيل CLASSMASK (انظر الفقرة 15.2.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) على إحدى فئات تصنيف الأقنعة 997-M2x أو 998-M2x أو 998ADE-M2x أو 998E35-M2x أو 998ADE35-M2x الواردة في الملحق B.

6.1.10.B قدرة الإرسال التجميعية الاسمية القصوى بالاتجاه الهابط (MAXNOMATPds)

يرد تعريف معلمة التشكيل MAXNOMATPds في قاعدة البيانات CO-MIB (انظر الفقرة 3.2.1.3.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) وهي تحدد ما يلي:

- الحد العلوي لقدرة الإرسال التجميعية بالاتجاه الهابط خلال مرحلة السبر (PROBING) بالنسبة لجميع أنواع التشغيل (تشغيل العروة القصيرة والعروة المتوسطة والعروة الطويلة)؛
- والحد العلوي لقدرة الإرسال التجميعية بالاتجاه الهابط خلال مرحلة التهيئة (TRANING) بالنسبة لتشغيل العروة الطويلة؛
- والحد العلوي لقدرة الإرسال التجميعية بالاتجاه الهابط خلال الإشارة O-P-VECTOR 1 بالنسبة لتشغيل العروة القصيرة– الطويلة؛
- والحد العلوي لمعلمة التحكم *MAXNOMATPds* في الرسالة O-SIGNATURE بالنسبة لجميع أنواع التشغيل (تشغيل العروة القصيرة والعروة المتوسطة والعروة الطويلة)؛
- والحد العلوي لمعلمة التحكم *MAXNOMATPds* التي أعيد احتسابها من أجل تحديد الكثافة MREFPSDds الواردة في طور تحليل ومبادلة القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 بالنسبة لتشغيل العروة المتوسطة.

ويجب أن لايتجاوز إعداد MAXNOMATPds في قاعدة البيانات CO-MIB القيمة 20,5 dBm.

ملاحظة – في هذا الملحق، قد يتجاوز إعداد MAXNOMATPds في قاعدة البيانات CO-MIB قدرة الإرسال التجميعية القصوى بالاتجاه الهابط المحددة في الجدول 6-1 بالتوصية [ITU-T G.993.2].

7.1.10.B قدرة الإرسال التجميعية الاسمية القصوى بالاتجاه الصاعد (*MAXNOMATPus*)

يتم تحديد معلمة التحكم *MAXNOMATPus* بواسطة قدرة الإرسال التجميعية الاسمية القصوى بالاتجاه الصاعد المحددة في الجدول 6-1 بالتوصية [ITU-T G.993.2].

ملاحظة – لا يرد في قاعدة البيانات CO-MIB تعريف لمعلمة التشكيل MAXNOMATPus (انظر الجدول 7-15 بالتوصية [ITU-T G.997.1]).

2.10.B معلمات الحالة

1.2.10.B نمط التشغيل الفعلي للخط VDSL2-LR (VDSL2-LR_ACTOPTYPE)

تقوم معلمة الحالة VDSL2-LR_ACTOPTYPE (انظر الفقرة 1.44.1.5.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) بالإبلاغ عن نمط التشغيل الفعلي للخط (بصرف النظر عما إذا كان هذا الاختيار ذاتياً بواسطة الوحدة VTU-R أو مفروضاً من خلال قاعدة البيانات CO-MIB.

والقيم الصالحة هي:

- عدم اختيار نمط التشغيل: التشغيل ليس وفقاً لهذا الملحق.

  تضبط البتة Spar(2) للخط VDSL2-LR على 0 في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1.

- عروة قصيرة: تشغيل العروة القصيرة وفقاً لهذا الملحق.

تضبط البتة Spar(2) للخط VDSL2-LR على 1 في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 ويتم اختيار تشغيل العروة القصيرة–المتوسطة في مرحلة السبر (PROBING) ويستوفى شرط تشغيل العروة القصيرة (المحدد في الفقرة 3.8.4.B).

- عروة متوسطة: تشغيل العروة المتوسطة وفقاً لهذا الملحق.

تضبط البتة Spar(2) للخط VDSL2-LR على 1 في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 ويتم اختيار تشغيل العروة القصيرة–المتوسطة في مرحلة السبر (PROBING) ويستوفى شرط تشغيل العروة المتوسطة (المحدد في الفقرة 3.8.4.B).

- عروة طويلة: تشغيل العروة الطويلة وفقاً لهذا الملحق.

تضبط البتة Spar(2) للخط VDSL2-LR على 1 في الرسالة MS الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 ويتم اختيار تشغيل العروة القصيرة–المتوسطة في مرحلة السبر (PROBING).

3.10.B معلمات الجرد

1.3.10.B دعم الخط VDSL2-LR (VDSL2-LR_SUPPORT_O/R)

تقوم معلمتا الجرد VDSL2-LR_SUPPORT_O (انظر الفقرة 1.14.4.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) وVDSL2-LR_SUPPORT_R (انظر الفقرة 1.14.4.7 من التوصية [ITU-T G.997.1]) بالإبلاغ، بالنسبة للوحدة VTU-O والوحدة VTU-R على التوالي، عن عدم دعم الأسلوب VDSL2-LR (تضبط على 0) أو دعمه (تضبط على 1).

4.10.B معلمات الاختبار

1.4.10.B حجم مجموعة معلمات الاختبار

إذا ضبطت التبة "دعم الخط VDSL2-LR" على **واحد** في الرسالة MS السابقة الأخيرة الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1، يحدد حجم المجموعة وفقاً للمعادلة الواردة في الفقرة 1.4.11 من التوصية ITU-T G.993.2]، على أن تساوي ثيتا (θ) أعلى مؤشر للموجات الحاملة الفرعية في مجموعة MEDLEY بالنسبة لمعلمات الاختبار المقيسة خلال طور اكتشاف القناة وبالنسبة لمعلمات الاختبار المقيسة خلال أطوار أخرى..

ملاحظة – تطبق هذه الفقرة على أسلوب VDSL2-LR بصرف النظر عما إذا تم اختيار تشغيل العروة القصيرة أو المتوسطة أو الطويلة.

11.B قدرة الإرسال التجميعية الاسمية (NOMATP) (تستعيض عن الفقرة 1.2.4.3.10 من التوصية [ITU-G.993.2])

ملاحظة – تشير المراجع الواردة في هذه الفقرة إلى التوصية ITU-T G.993.2]، ما لم يحدد خلاف ذلك.

تحسب قدرة الإرسال التجميعية الاسمية (NOMATP) بالمعادلة التالية:

$$\text{NOMATP} = 10 \log_{10} \Delta f + 10 \log_{10} \left(\sum_{i \in \text{MEDLEY set}} \left(10^{\frac{\text{MREFPSD}[i]}{10}} g_i^2 \right) \right)،$$

حيث MREFPSD[i] وg_i على التوالي هي قيم MREFPSD بوحدات dBm/Hz والكسب (بمقياس خطي) للموجة الحاملة الفرعية i من مجموعة MEDLEY (انظر الفقرة 3.1.2.3.3.12) وΔf هي المباعدة بين الموجات الحاملة الفرعية بوحدات Hz.

وتحسب NOMATP بالاتجاه الهابط (NOMATPds) للموجات الحاملة الفرعية من مجموعة MEDLEY (MEDLEYds) بالاتجاه الهابط. وتحسب NOMATP بالاتجاه الصاعد (NOMATPus) للموجات الحالة الفرعية من مجموعة MEDLEY (MEDLEYus) بالاتجاه الصاعد.

وتحدد المعلمة *MAXNOMATPds* القيمة القصوى للمعلمة NOMATPd خلال طور تحليل ومبادلة القناة الوارد بالتوصية ITU-T G.993.5 وخلال وقت العرض. وتشتق قيمة معلمة التحكم هذه خلال فترة الاستهلال استناداً إلى معلمة التشكيل MAXNOMATPds الواردة في قاعدة البيانات CO-MIB، وقيمة MAXNOMATPds المبينة في الحقل #8 من الرسالة O-SIGNATURE، بالإضافة إلى نمط التشغيل (تشغيل العروة القصيرة او المتوسطة أو الطويلة).

وتكون إعدادات g_i عند الوحدة VTU-O والوحدة VTU-R بحيث لا تتجاوز قيم NOMATPds وNOMATPus على التوالي معلمة التحكم *MAXNOMATPds* و*MAXNOMATPus*.

التذييل I

نمذجة قناة اللغط

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.I نطاق التطبيق

يقدم هذا التذييل معلومات عن نماذج عشوائية لقناة اقتران اللغط FSXT المتعددة الدخل والخرج في أنظمة الإرسال المتعلقة بالخط الرقمي للمشترك (DSL) التي تعمل في كبلات أزواج مفتولة. وبالنسبة لعدد من أنظمة DSL، يمكن نمذجة اقتران اللغط FEXT في بعضها على شكل نظام متعدد الدخل والخرج (MIMO).

تشتق هذه النماذج باستخدام تحليل إحصائي لقياسات الطاقة التي تدخل في أزواج من كبل معين وتصدر من أزواج أخرى من الكبل نفسه. وتجمّع البيانات التي تبنى عليها النماذج من قياسات دارة اتصال فعلية منتشرة في مناطق مختلفة من العالم.

2.I الغرض

الغرض من هذا التذييل هو تزويد الصناعة بأداة لمحاكاة اقتران اللغط FEXT بين عدة خطوط رقمية للمشترك (DSL).

3.I النموذج A لقناة اللغط متعددة الدخل والخرج

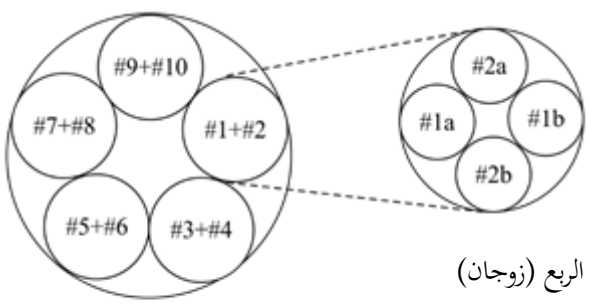
يمكن الاطلاع على أحد نماذج قناة اللغط المعتمد في أمريكا الشمالية وأوروبا في المعيار [b-ATIS-0600024]. يستند هذا النموذج إلى البيانات المجمّعة من قياسات دارة اتصال فعلية منتشرة في أمريكا الشمالية وأوروبا. ويحدد المعيار [b-ATIS-0600024] نموذجاً لقناة اللغط FSXT المتعددة الدخل والخرج يستند إلى هذه القياسات ويتضمن مبررات هذا النموذج.

4.I النموذج C لقناة اللغط متعددة الدخل والخرج

تجمّع البيانات التي يستند إليها هذا النموذج من قياسات دارة اتصال فعلية منتشرة في اليابان.

1.4.I افتراضات تتعلق بنموذج اللغط

يقوم نموذج اللغط على كبل معزول من البولي إثيلين (PE) قطره 0,4 mm يدعى كبل البولي إثيلين المرمّز لونياً (CCP). ويبين الشكل 1.I بنية ارتباط الأزواج المستخدمة في الكبل المعزول PE، وترفق به أرقام الأزواج من #1 إلى #10. ويتشكل الكبل الرباعي بفتل أربعة موصلات (زوجين) معزولة، وتتشكل مجموعة الرابط وتدعى الوحدة بربط خمسة رباعيات (عشرة أزواج). ومع أن الكبل المعزول PE يحتوي على عدد يتراوح بين واحد وسبعة من الوحدات، إلا أنه يمكن تجاهل مفعول اللغط فيما بين الوحدات لدواعي التبسيط، نظراً إلى أن اللغط فيما بين الوحدات أصغر بكثير من اللغط داخل الوحدات. بعد ذلك تطبق على نموذج اللغط وحدة مفردة مكونة من عشرة أزواج (خمسة رباعيات) من الكبل المعزول PE.



الشكل 1.I – نموذج الكبل (كبل معزول من البولي إثيلين بقطر 0,4 mm)

والمعروف أن دالة كثافة الاحتمالات (PDF) المتعلقة بخسارات (توهين) اقتران اللغط بوحدات dB هي توزيع طبيعي يعبر عن متوسطه بالقيمة M (dB) وعن الانحراف المعياري بالقيمة σ (dB). ويوجد ثلاث علاقات للمواقع فيما بين الأزواج في وحدة الكبل المعزول PE، وهي داخل الكبل الرباعي، وبجوار الكبل الرباعي، وكل ثاني كبل رباعي. وبالتالي يوجد ثلاثة أنواع من مجموعة خسارات اقتران اللغط في الوحدة. ويرد في الجدول 1.I المتوسط M_k dB [k=1, 2, 3] والانحراف المعياري σ_k dB [k=1, 2, 3] لخسارات اقتران اللغط FEXT، حيث تقابل المؤشرات k=1, 2, 3 ثلاثة علاقات للمواقع فيما بين الأزواج في الوحدة التي تشكل كل مجموعة.

الجدول 1.I – المتوسط والانحراف المعياري للغط FEXT

البند	k=1	k=2	k=3
	داخل كبل رباعي	بجوار كبل رباعي	كل ثاني كبل رباعي
M_k: متوسط اللغط FEXT	(dB) 69,2	(dB) 74,2	(dB) 75,7
σ_k: الانحراف المعياري للغط FEXT	(dB) 6,65	(dB) 8,15	(dB) 7,38
ملاحظة – ترد قيمة M_k (dB) بأنها قيمة خسارة اللغط FEXT عند التردد f=f_{FXT}=160*10^3 (Hz) والمسافة d=d_{FXT}=1*10^3(m).			

2.4.I توليد قيمة نموذجية لخسارة اقتران اللغط FEXT

يعطي الجدول 2.I العينات العشوائية لخسارة اقتران اللغط FEXT، $XT_k(i)$ dB [k=1, 2, 3]، بين أي زوجين في الوحدة على شكل مصفوفة 10x10، حيث المؤشر "k" هو نفسه المؤشر الوارد في الجدول 1.I، وحيث يبين المؤشر "i" أنه يمكن إعطاء قيمة أخرى. ويفترض أن اللغط الذي يحدثه الزوج المسبب للتداخل (#m) في الزوج المتأثر بالتداخل (#n) مطابق للغط الذي يحدثه الزوج المسبب للتداخل (#n) في الزوج المتأثر بالتداخل (#m). وبالتالي فإن قيمتين لمجموعتين من العينات تكونان متناظرتين بالنسبة للخط القطري في الجدول 2.I. ونتيجة لذلك، قد يكون هناك حد أقصى مؤلف من خمس قيم مختلفة للعينة (k=1) $XT_1(i)$، وحد أقصى مؤلف من عشرين قيمة مختلفة للعينة (k=2) $XT_2(i)$، وحد أقصى مؤلف من عشرين قيمة مختلفة للعينة (k=3) $XT_3(i)$.

الجدول 2.I – عينة لخسارة اللغط FEXY

I-ed / I-ing	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
#1		**$XT_1(1)$**	$XT_2(1)$	$XT_2(2)$	$XT_3(1)$	$XT_3(2)$	$XT_3(3)$	$XT_3(4)$	$XT_2(3)$	$XT_2(4)$
#2	**$XT_1(1)$**		$XT_2(5)$	$XT_2(6)$	$XT_3(5)$	$XT_3(6)$	$XT_3(7)$	$XT_3(8)$	$XT_2(7)$	$XT_2(8)$
#3	$XT_2(1)$	$XT_2(5)$		**$XT_1(2)$**	$XT_2(9)$	$XT_2(10)$	$XT_3(9)$	$XT_3(10)$	$XT_3(11)$	$XT_3(12)$
#4	$XT_2(2)$	$XT_2(6)$	**$XT_1(2)$**		$XT_2(11)$	$XT_2(12)$	$XT_3(13)$	$XT_3(14)$	$XT_3(15)$	$XT_3(16)$
#5	$XT_3(1)$	$XT_3(5)$	$XT_2(9)$	$XT_2(11)$		**$XT_1(3)$**	$XT_2(13)$	$XT_2(14)$	$XT_3(17)$	$XT_3(18)$
#6	$XT_3(2)$	$XT_3(6)$	$XT_2(10)$	$XT_2(12)$	**$XT_1(3)$**		$XT_2(15)$	$XT_2(16)$	$XT_3(19)$	$XT_3(20)$
#7	$XT_3(3)$	$XT_3(7)$	$XT_3(9)$	$XT_3(13)$	$XT_2(13)$	$XT_2(15)$		**$XT_1(4)$**	$XT_2(17)$	$XT_2(18)$
#8	$XT_3(4)$	$XT_3(8)$	$XT_3(10)$	$XT_3(14)$	$XT_2(14)$	$XT_2(16)$	**$XT_1(4)$**		$XT_2(19)$	$XT_2(20)$
#9	$XT_2(3)$	$XT_2(7)$	$XT_3(11)$	$XT_3(15)$	$XT_3(17)$	$XT_3(19)$	$XT_2(17)$	$XT_2(19)$		**$XT_1(5)$**
#10	$XT_2(4)$	$XT_2(8)$	$XT_3(12)$	$XT_3(16)$	$XT_3(18)$	$XT_3(20)$	$XT_2(18)$	$XT_2(20)$	**$XT_1(5)$**	
I-ed: رقم الزوج المعرض للتداخل I-ing: رقم الزوج المسبب للتداخل										

ولدى توليد عينة عشوائية $XT_k(i)$ (dB)، يفترض بأن نقطة التوزيع التراكمي بنسبة Q (%) من قيمة العينة المتولدة تعتبر مفيدة. وترد أدناه العينة $XT_k(i)$ (dB) مع نقطة توزيع تراكمي بنسبة Q (%)، بافتراض توزيع طبيعي له المتوسط M_k (dB) والانحراف المعياري σ_k (dB) الواردين في الجدول 1.I. ويرد في الجدول 3.I مثال جرى حسابه بالمعادلة التالية.

$$XT_k\ (i) = M_k + \Delta_k\ (i)$$
$$\Delta_k\ (i)\rho_i\sigma_k$$

$$pdf(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$Q(\rho_i) = \int_{\rho_i}^{\infty} pdf(u)du$$

حيث $k = 1, 2, 3$

وإذا كان $k = 1$، يكون $i = 1, 2, 3, \ldots, \max(5)$

وإذا كان $k = 2$، يكون $i = 1, 2, 3, \ldots, \max(20)$

وإذا كان $k = 3$، يكون $i = 1, 2, 3, \ldots, \max(20)$

M_k (dB): متوسط خسارات اقتران اللغط FEXT عند $f = f_{FXT}$ و$d = d_{FXT}$، انظر الجدول 1.I

σ_k (dB): الانحراف المعياري لخسارات اقتران اللغط FEXT، انظر الجدول 3.I.

الجدول 3.I – مثال لعينة عشوائية $XT_k(i)$ مع نقطة توزيع تراكمي بنسبة Q (%)

نقطة توزيع تراكمي (%)	ρ_i	$XT_k(i)$ (dB)		
		k=1	k=2	k=3
		داخل كبل رباعي	بجوار كبل رباعي	كل ثاني كبل رباعي
$Q(\rho_i)$=0,01(%)	3,72	93,6(dB)	104,5(dB)	103,2(dB)
$Q(\rho_i)$=0,1(%)	3,09	89,5(dB)	99,4(dB)	98,5(dB)
$Q(\rho_i)$=1(%)	2,33	84,5(dB)	93,2(dB)	92,9(dB)
$Q(\rho_i)$=5(%)	1,64	80,0(dB)	87,6(dB)	87,8(dB)
$Q(\rho_i)$=10(%)	1,28	77,6(dB)	84,6(dB)	85,1(dB)
$Q(\rho_i)$=20(%)	0,842	74,7(dB)	81,1(dB)	81,9(dB)
$Q(\rho_i)$=30(%)	0,524	72,6(dB)	78,5(dB)	79,6(dB)
$Q(\rho_i)$=40(%)	0,253	70,9(dB)	76,3(dB)	77,6(dB)
$Q(\rho_i)$=50(%)	0	69,2(dB)	74,2(dB)	75,7(dB)
$Q(\rho_i)$=60(%)	0,253−	67,5(dB)	72,1(dB)	73,8(dB)
$Q(\rho_i)$=70(%)	0,524−	65,8(dB)	69,9(dB)	71,8(dB)
$Q(\rho_i)$=80(%)	0,842−	63,7(dB)	67,3(dB)	69,5(dB)
$Q(\rho_i)$=90(%)	1,28−	60,8(dB)	63,8(dB)	66,3(dB)
$Q(\rho_i)$=95(%)	1,64−	58,4(dB)	60,8(dB)	63,6(dB)
$Q(\rho_i)$=99(%)	2,33−	53,9(dB)	55,2(dB)	58,5(dB)
$Q(\rho_i)$=99,9(%)	3,09−	48,9(dB)	49,0(dB)	52,9(dB)
$Q(\rho_i)$=99,99(%)	3,72−	44,8(dB)	43,9(dB)	48,2(dB)

3.4.I دالة نقل قناة اقتران اللغط FEXT

تعتبر دالة نقل فلطية قناة اقتران اللغط FEXT ضرورية لمحاكاة إلغاء اللغط الذاتي عند الطرف البعيد (FEXT). وهي ترد أدناه على الشكل $HFXT_{ki}(f, d)$، حيث يكون المؤشران "k" و"i" هما المؤشر $XT_k(i)$. وتبين $\Phi_k(i)$ تغير طور اقتران اللغط FEXT، وتعطى قيمة $\Phi_k(i)$ (rad/m) كقيمة اعتباطية ضمن المدى 0- 2π بالنسبة لكل عينة، مما يعني إمكانية وجود حد أقصى من خمس وأربعين قيمة مختلفة في الجدول 2.I.

$$HFXT_{ki}(f,d) = e^{(-\gamma d - j\phi_k(i))} 10^{-XT_k(i)/20} \left(\frac{f}{f_{FXT}}\right)\left(\frac{d}{d_{FXT}}\right)^{1/2}$$

حيث

f (Hz)،

d (I): طول اقتران اللغط FEXT (= طول الخط)

y: ثابت الانتشار الخطي ($\alpha + j\beta$=، انظر الملحق F .3 بالتوصية ITU-T G.993.1)

$XT_k(i)$ (dB): اللغط FEXT (عند $f = f_{FXT}$ و$d = d_{FXT}$)

ϕ_k (i)(rad/m): متغير عشوائي موزع بانتظام فوق المدى $[0,2\pi]$.

وينبغي لمستعمل هذا النموذج أن يملأ مصفوفة التقارن 10×10 الواردة في الجدول I.2 باستخدام عمليات سحب عشوائي من توزيعات ثلاثية المنوال للتقارنات الهندسية الواردة في الجدول I.1. ويمكن تقييم الاحتمالات النسبية لقيم عمليات السحب هذه عن طريق مقارنتها مع القيم المرتبطة بها الواردة في الجدول I.3.

التذييل II

أمثلة على تحكم الكيان VCE بعملية الاستهلال في تفعيل عدة خطوط في الزمرة الموجهة

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.II مقدمة

يصمم الإرسال الموجه لإلغاء اللغط عند الطرف البعيد (FEXT) عبر عدة خطوط VDSL2. وقد جرى وصف فترة الاستهلال بالتفصيل في الفقرة 10 وبشكل أساسي من منظور خط مفرد. ويقدم هذا التذييل مثالين لطريقتين تسمحان لكيان التحكم بالتوجيه (VCE) بمعالجة تفعيل خطوط متعددة تحاول الانضمام إلى الزمرة الموجهة بترتيب اعتباطي. وإذا تم تفعيل البتة "مدة 8192 إطاراً فائقاً للإشارة O-P-VECTOR 1" في طور التوصية ITU-T G.994.1 (انظر الفقرة 2.10)، فقد يستخدم الكيان VCE الطريقة الأولى المبنية على معالجة خطوط أصبحت متأخرة على دورة الاستهلال الحالية في مجموعة الانتظار. بالمقابل، قد يستعمل الكيان VCE الطريقة الثانية المبنية على قدرات المصافحة الواردة بالتوصية ITU-T G.994.1 من أجل التحكم بالوقت حين يكون الخط جاهزاً للانضمام.

2.II معالجة الكيان VCE لمجموعتين من خطوط بدء التشغيل

في هذه الطريقة، يحافظ الكيان VCE على خطوط بدء التشغيل في مجموعتين بعد بدء عمل الزمرة الموجهة. تدعى إحدى المجموعتين "مجموعة الضم" وتدعى الثانية "مجموعة الانتظار". ولكل من المجموعتين حالتان: الحالة المفتوحة والحالة المغلقة. فعندما يدخل خط طور اكتشاف القناة في فترة الاستهلال، فإنه سيضاف إلى إحدى المجموعتين. ويبين الجدول 1.II القرار بشأن المجموعة التي سيضاف إليها الخط.

الجدول 1.II – القرار الذي يعتمده الكيان VCE بشأن المجموعة التي سيضاف إليها الخط

حالة مجموعة الضم	مفتوحة	مغلقة	مغلقة	مفتوحة
حالة مجموعة الانتظار	مغلقة	مفتوحة	مغلقة	مفتوحة
قرار الكيان VCE بشأن الخطوط الجديدة	تضاف إلى مجموعة الضم	تضاف إلى مجموعة الانتظار	تضاف إلى مجموعة الانتظار عندما تكون مفتوحة	غير صالح

تجدر الإشارة إلى أن مجموعة الضم ومجموعة الانتظار لا تكونان أبداً في الحالة المفتوحة في الوقت نفسه. ويرد أدناه وصف للآلية بأكملها:

1 مجموعة الضم هي مجموعة خطوط يتحكم بها الكيان VCE في حالة الاستهلال الطبيعي. وتقوم هذه الخطوط حالياً أو توشك أن تقوم بعملية استهلال عادية بعد طور التوصية ITU-T G.994.1. في البداية، وبعد تشغيل النظام، تكون مجموعة الضم مفتوحة وفارغة. وبمجرد أن يبدأ الكيان VCE بتقدير معاملات قناة اللغط FEXT (تبدأ الوحدة VTU-O بإرسال الإشارة O-P-VECTOR 1)، تصبح مجموعة الضم مغلقة. وقد تصبح مجموعة الضم مفتوحة من جديد حين تنتهي عملية الضم (لا يبقى أي خط في مجموعة الضم). وحين يترك خط مجموعة الضم خلال فترة الاستهلال أو يصل إلى وقت العرض، تتم إزالته من مجموعة الضم.

2 مجموعة الانتظار هي مجموعة خطوط يتحكم بها الكيان VCE لكي تنتظر قبل بداية فترة استهلالها العادية بعد الطور الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، إلى أن تستكمل الخطوط في مجموعة الضم فترة الاستهلال الخاصة بها. في البداية، وبعد تشغيل النظام، تكون مجموعة الانتظار مغلقة وفارغة. وقد يتمكن الكيان VCE من أن يضيف إلى مجموعة الانتظار خطوطاً جديدة أكملت طور المصافحة الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، وذلك على النحو التالي:

– إذا كان أحد الخطوط جاهزاً للانضمام إلى مجموعة الانتظار في اللحظة التي تكون فيها هذه المجموعة مفتوحة، فإنه ينضم إليها وتبدأ الوحدة VTU-O بإرسال الإشارة O-P-VECTOR 1 على الخط المنضم مع جميع النغمات النشطة إلى أن تستكمل الخطوط في مجموعة الضم فترة الاستهلال.

– إذا كان أحد الخطوط جاهزاً للانضمام إلى مجموعة الانتظار في اللحظة التي تكون فيها هذه المجموعة مغلقة، فإن الوحدة VTU-O تقوم بعملها عندئذ على النحو التالي:

- إذا تم تفعيل بتة "استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1" في الطور الوارد بالتوصية ITU-T G.994، ينضم الخط إلى مجموعة الانتظار وتبدأ الوحدة VTU-O بإرسال الإشارة O-P-VECTOR 1 على الخط المنضم مع النغمات الرئيسية النشطة وحدها، بينما تبقى النغمات الأخرى محجوبة. وعندما تفتح مجموعة الانتظار، تستمر الوحدة VTU-O بإرسال الإشارة O-P-VECTOR 1 ولكن الآن مع جميع النغمات النشطة إلى أن تستكمل الخطوط في مجموعة الضم فترة الاستهلال.
- إذا لم يتم تفعيل بتة "استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1" في الطور الوارد بالتوصية ITU-T G.994، ينتظر الخط عدداً من الرموز يصل إلى 512 رمزاً حتى تفتح مجموعة الانتظار. وإذا فتحت مجموعة الانتظار خلال 512 رمزاً، تبدأ الوحدة VTU-O بإرسال الإشارة O-P-VECTOR 1 مع النغمات النشطة وحدها إلى أن تستكمل الخطوط في مجموعة الضم فترة الاستهلال. وإلا عادت الوحدة VTU-O إلى الحالة O-SILENT.

لا يمكن أن تفتح مجموعة الانتظار إلا حين تكون مجموعة الضم مغلقة. وعندما يقوم الكيان VCE بتقدير معاملات قناة اللغط FEXT، تبقى مجموعة الانتظار مغلقة تلافياً لإدخال لغط غير متعامد من جانب خطوط جديدة. وبعد الانتهاء من تقدير معاملات قناة اللغط FEXT، يمكن أن تفتح مجموعة الانتظار مرة جديدة. وإذا ترك خط مجموعة الانتظار خلال فترة الاستهلال، تتم إزالته من مجموعة الانتظار.

3 حين ترسل خطوط الضم الإشارتين O-P-VECTOR 1-1 O-P-VECTOR 2-1، يقدر الكيان VCE معاملات اقتران اللغط FEXT بالاتجاه الهابط الصادر عن خطوط مجموعة الانتظار إلى الخطوط التي تكون في وقت العرض والخطوط التي في مجموعة الضم. وبالتالي يمكن إلغاء اللغط FEXT الصادر عن خطوط مجموعة الانتظار بحيث يمكن قياس نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) في خطوط مجموعة الضم دون أي تأثير من اللغط FEXT بالاتجاه الهابط الصادر عن خطوط مجموعة الانتظار.

4 وحين تكون الخطوط في مجموعة الضم في طور تحليل ومبادلة القناة التابع لفترة الاستهلال، ينبغي أن تبقى مجموعة الانتظار مغلقة تلافياً لإضافة خطوط جديدة إلى مجموعة الانتظار إلى أن تستكمل الخطوط في مجموعة الضم قياسات النسبة SNR. وبالتالي لا تستطيع الخطوط الجديدة أن تشوّش على قياس النسبة SNR في مجموعة الضم خلال طور تحليل ومبادلة القناة.

5 وبمجرد عدم وجود خطوط متبقية في مجموعة الضم، تنتقل جميع خطوط مجموعة الانتظار إلى مجموعة الضم، وتغلق مجموعة الانتظار. بعد ذلك، إذا لم تكون مجموعة الضم فارغة، يمكن أن يبدأ الكيان VCE طور اكتشاف القناة التابع لعملية الاستهلال الجديدة. وإلا فإن مجموعة الضم تبقى مفتوحة من أجل تفعيل خطوط جديدة فيما بعد.

ويوضح الشكل 1.II الإجراء الوارد أعلاه.

الشكل 1.II – حالة مجموعة الضم ومجموعة الانتظار، وخطوط التفعيل الجديدة خلال فترة الاستهلال
(في الحالة التي يتم فيها تفعيل بتة "استعمال النغمات الرئيسية وحدها للإشارة O-P-VECTOR 1"
في الطور الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1)

ومع آلية التحكم هذه التي يقوم بها الكيان VCE، يمكن على الأقل تحقيق الفوائد الثلاث التالية:

1 بالنسبة لخطوط مجموعة الانتظار، يمكنها أن تبدأ إرسال الإشارة O-P-VECTOR 1 حتى إذا أكملت الطور الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1 بعد دخول خطوط الضم في طور اكتشاف القناة. وبالتالي يتم توفير الوقت اللازم للطور الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1. ويمكن تقصير زمن الإشارة O-P-VECTOR 1 بشكل كبير لأن الكيان VCE قام بالفعل بتقدير اللغط الصادر عن غالبية الخطوط في مجموعة الانتظار إلى الخطوط النشطة.

2 في سيناريوهات الاستهلال المتعلقة بعدة خطوط، تضاف إلى مجموعة الانتظار غالبية الخطوط التي دخلت طور اكتشاف القناة بعد أن يبدأ الكيان VCE بتقدير معاملات قناة اقتران اللغط FEXT. وبالتالي يمكن لهذه الخطوط أن تبدأ عملية الاستهلال الخاصة بها بعد استكمال عملية الاستهلال الحالية التي يقوم بها الكيان VCE. وقد تنتقل جميع الخطوط إلى

وقت العرض خلال وقت لا يزيد على دورتين من عملية استهلال الإرسال الموجه (بدءاً من اكتشاف القناة وحتى تحليل ومبادلة القناة). ولذلك ينخفض وقت الاستهلال بشكل كبير مقارنة بعملية الاستهلال الحالية، التي تعود فيها الخطوط التي وصلت بعد بداية عملية الاستهلال إلى طور المصافحة وقد تدوم فترة استهلالها عدة دورات من عملية استهلال الإرسال الموجه.

3 في حال إضافة خطوط جديدة إلى مجموعة الانتظار بعد تقدير النسبة SNR خلال طور تحليل ومبادلة القناة، يكون الكيان VCE قد قام بالفعل بمعالجة معاملات قناة اللغط FEXT الصادر عن خطوط مجموعة الانتظار إلى خطوط وقت العرض، ويمكن اجتياز مرحلة الإشارة O-P-VECTOR 1 مباشرة بتطبيق القيمة الدنيا لمدة الإشارة O-P-VECTOR 1 وقدرها 257 × 4 رمزاً. ويسهم ذلك في توفير وقت الاستهلال بصورة أكبر.

3.II استعمال الكيان VCE لقدرات المصافحة

يمكن أن يتولى الكيان VCE إدارة تفعيل عدة خطوط في الزمرة الموجهة من خلال استعمال قدرات المصافحة الواردة في التوصية ITU-T G.994.1 على النحو التالي:

1 عندما تدخل خطوط جديدة تنتمي إلى الزمرة الموجهة في طور الاستهلال الوارد بالتوصية ITU-T G.994.1، يمكن للوحدة VTU-R أن ترسل باستمرار الطلب R-TONES-REQ من أجل مباشرة المصافحة على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.994.1].

2 يدرك الكيان VCE حالة جميع المرسلات–المستقبلات التي تكون قيد فترة الاستهلال الواردة بالتوصية ITU-T G.993.5. وعندما يكتشف الكيان VCE انتهاء أو قرب انتهاء دورة الاستهلال الواردة بالتوصية ITU-T G.993.5 والمتعلقة بالمجموعة الحالية من خطوط الضم، يقوم الكيان VCE بتمكين الوحدات VTU-O التي تكتشف الطلب R-TONES-REQ من أن تردّ بالنغمات C-TONES من أجل التقدم نحو المصافحة بغية تشكيل المجموعة التالية من خطوط الضم.

3 تتحدد مهلة انتهاء الوحدات VTU-R من اكتشاف الرسالة O-SIGNATURE وفقاً لتقدير مقدم الخدمة. ويلاحظ أن مدة الإشارة O-P-QUIET 1 تبلغ 1024 رمزاً كحد أقصى، وأن مدة الإشارة O-P-VECTOR 1 هي 257 × 1024 رمزاً، وأن مدة الإشارة O-IDLE تبلغ 2000 رمز كحد أقصى؛ ويقابل ذلك دورة زمنية قدرها 66,5 ثانية.

التذييل III

طريقة تقدير قناة اللغط FEXT القائمة على نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR)

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.III الأدوات

تستخدم طريقة تقدير قناة اللغط عند الطرف البعيد (FEXT) القائمة على نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) والواردة في هذا التذييل النسبة SNR-ps المبلّغ عنها (التي أبلغتها الوحدة VTU-R إلى الوحدة VTU-O)، على النحو المحدد في الفقرة 1.4.11 من التوصية [ITU T G.993.2].

2.III تقدير قنوات اللغط FEXT الصادر من خط جديد إلى الخطوط القائمة

1.2.III مقدمة

إذا افترضنا أن عدد الخطوط النشطة هو K (يتراوح المؤشر i من 0 إلى K–1) وأن هناك خط واحد لبدء التشغيل رقمه K، يمكن كتابة الإشارة المستقبلة بالاتجاه الهابط عند معدات منشآت العملاء التابعة للخط المتضرر رقم i=0 على النحو التالي:

$$y = Hx + n$$

$$y_0 = \underbrace{H_{0,0}x_0}_{\text{Useful signal}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{K-1} H_{0,i}x_i}_{\text{FEXT from active lines}} + \underbrace{H_{0,K}x_K}_{\text{FEXT from new line}} + \underbrace{n_0}_{\text{External noise}} \quad \text{(1-III)}$$

حيث

$H_{0,0}$: دالة نقل القناة المباشرة في الخط المتضرر.

$H_{0,i}$: في حالة K–1 ... i=1، دالة نقل قناة اللغط FEXT، من الخط النشط i إلى الخط المتضرر.

$H_{0,K}$: دالة نقل قناة اللغط FEXT، من الخط الجديد K إلى الخط المتضرر.

x_0: رموز البيانات من الخط المتضرر، مع تغاير قدره σ_0^2.

x_i: في حالة K ... 1=i، رموز البيانات من الخطوط النشطة، مع تغاير قدره σ_i^2.

x_K: رموز البيانات من الخط K، مع تغاير قدره σ_K^2.

n_0: الضوضاء الخارجية على الخط المتضرر، مع تغاير قدره σ_n^2.

ملاحظة – في المعادلة 1-III، يفترض أن اللغط FEXT لم يخضع بعد للتعويض المسبق. وترد في الفقرة 7.2.III المعادلات التي تطبق بوجود التعويض المسبق.

وتعرّف مصفوفة التشفير المسبق عادة بأنها $H^{-1}diag(H)$.

وإذا كانت $H = diag(H)(I + C)$ معرّفة، يمكن عندئذ حساب F بصورة تقريبية (من المرتبة الأولى) بالمعادلة $F = I - \hat{C}$.

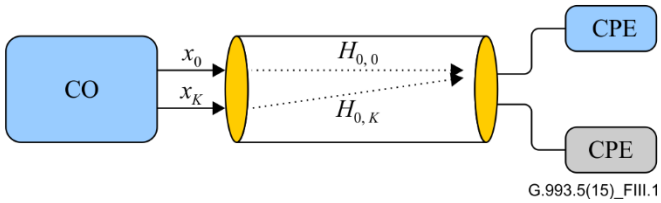
حيث $\hat{C}$ هو تقدير للكمية C.

وبالتالي فإن الهدف من تقدير القناة هو إيجاد عناصر C، مع

$C_{v,i} = \frac{H_{v,i}}{H_{v,v}}$ ، $v \neq i$ ، وبالتالي في هذه الحالة، ومع $v = 0$ ، يصبح التقدير $C_{0,i} = \frac{H_{0,i}}{H_{0,0}}$ من أجل i=1 .. K.

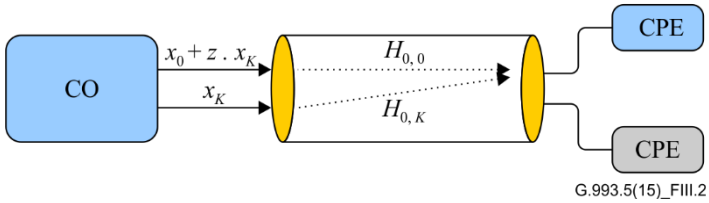
2.2.III إشارة السبر

يمكن في الظروف الطبيعية استعمال النموذج التالي:



الشكل III.1 – نموذج اللغط – الحالة الطبيعية

عندئذ يمكن استخدام إشارة "سبر" خاصة لتقدير قناة اللغط.



الشكل III.2 – نموذج إشارة السبر – الحالة الطبيعية

تتألف إشارة السبر من نسخة عن الخط المسبب للتشويش، تضاف إلى الخط المتضرر. يؤدي ذلك إلى بعض الخصائص المهمة لنسبة الإشارة إلى الضوضاء.

وتعرّف SNR_b بأنها نسبة الإشارة إلى الضوضاء قبل إضافة الخط الجديد K:

$$SNR_b = \frac{\sigma_0^2 \left|H_{0,0}\right|^2}{\sum_{i=1}^{K-1} \sigma_i^2 \left|H_{0,i}\right|^2 + \sigma_{n_0}^2} \quad \text{(2-III)}$$

وعند إضافة الخط الجديد K، وبحسب عامل السبر z ، يمكن تعريف $SNR_a(z)$ بأنها نسبة الإشارة إلى الضوضاء بعد إضافة الخط الجديد K:

$$SNR_a(z) = \frac{\sigma_0^2 \left|H_{0,0}\right|^2}{\sum_{i=1}^{K-1} \sigma_i^2 \left|H_{0,i}\right|^2 + \sigma_K^2 \left|H_{0,K} + z \cdot H_{0,0}\right|^2 + \sigma_{n_0}^2} \quad \text{(3-III)}$$

وبالتالي يمكن جمع هاتين المعادلتين في المعادلة التالية:

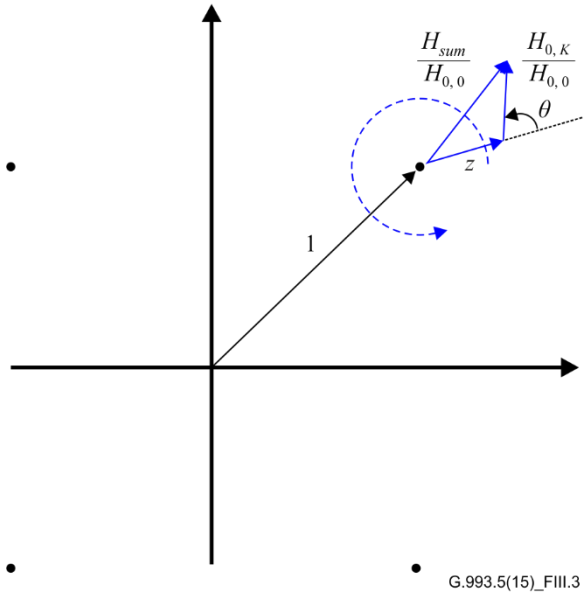
$$\frac{1}{SNR_a(z)} = \frac{\sum_{i=1}^{K-1} \sigma_i^2 \left|H_{0,i}\right|^2 + \sigma_{n_0}^2 + \sigma_K^2 \left|H_{0,K} + z \cdot H_{0,0}\right|^2}{\sigma_0^2 \left|H_{0,0}\right|^2} = \frac{1}{SNR_b} + \frac{\sigma_K^2 \left|H_{0,K} + z \cdot H_{0,0}\right|^2}{\sigma_0^2 \left|H_{0,0}\right|^2} \quad \text{(4-III)}$$

تفترض الخطوة السابقة أن الضوضاء الخلفية واللغط الصادر عن الخطوط الأخرى (1..K–1) ثابتين خلال تكرار واحد.

$$\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}+z\right|^2=\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(z)}-\frac{1}{SNR_b}\right) \quad \text{(5-III)}$$

3.2.III التمثيل البياني

يمكن تمثيل تأثير إشارة السبر هذه بيانياً على نقطة كوكبة بالتشكيل QAM كما يلي:



الشكل 3.III – تأثير إشارة السبر على نقطة الكوكبة

يفترض هذا الشكل أن $\sigma_0^2=\sigma_K^2$، لكي لا يكون التعقيد أكثر من اللازم، غير أنه يمكن تعميم النتيجة بسهولة (في المعادلة) في الحالة التي لا تكون فيها تغايرات الإشارة على الخط المتضرر والخطوط المسببة للتشويش متطابقة.

ولا يظهر في الشكل إلا اللغط الناجم عن الخط K. أما اللغط الناجم عن الخطوط $1..K–1$ فلا يظهر لأن ذلك قد يعقد الشكل بشكل كبير.

وفي هذا الشكل يمكن تحديد العناصر التالية:

- نقطة الكوكبة التي تم تفكيك شفرتها (يخفف المسوّي في الميدان الترددي (FEQ) قياسها إلى متّجه الوحدة بحجم 1)؛
- متّجه السبر z، الذي يضاف بشكل ضوضاء على القناة المباشرة للخط المتضرر؛
- قناة السبر، مقيّسة بالمسوّي FEQ؛
- الزاوية θ بين متّجه السبر z وقناة اللغط المقيّسة (يشكّل الاثنان بنفس رمز بيانات المستعمل x_k، وبالتالي فإن هذه الزاوية تظل ثابتة)؛
- الضوضاء الإجمالية المقيّسة $\frac{H_{sum}}{H_{0,0}}$، التي تدور حول نقطة الكوكبة.

4.2.III اشتقاق معادلات تقدير قنوات اللغط

لحساب قناة اللغط $C_{0,K}=\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}$، يمكن اشتقاق المعادلات التالية:

إذا بدأنا بالمعادلة III-5:

$$\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}+z\right|^2=\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(z)}-\frac{1}{SNR_b}\right) \quad \text{(6-III)}$$

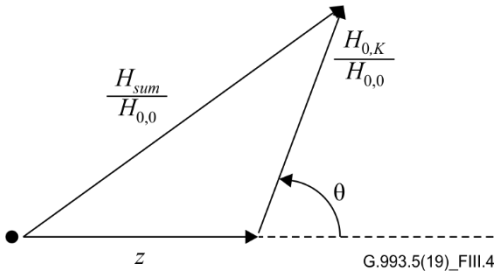
وإذا كان

$z = 0$، يصبح لدينا:

$$\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right|^2=\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(0)}-\frac{1}{SNR_b}\right) \quad \text{(7-III)}$$

وإذا كان

$z = \varepsilon$، وبتطبيق حساب المثلثات نحصل على:



الشكل III.4 – رسم تفصيلي لنقطة الكوكبة مع $z = \varepsilon$

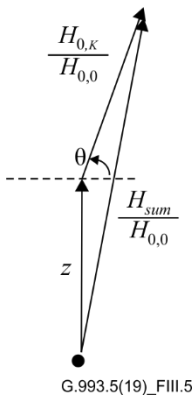
$$\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}+\varepsilon\right|^2=\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right|^2+\varepsilon^2-2\cdot\varepsilon\cdot\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right|\ \cos(\pi-\theta)$$

$$2\cdot\varepsilon\cdot\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right|\ \cos(\theta)=\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}+\varepsilon\right|^2-\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right|^2-\varepsilon^2$$

$$2\cdot\varepsilon\cdot\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right|\ \cos(\theta)=\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(\varepsilon)}-\frac{1}{SNR_b}\right)-\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(0)}-\frac{1}{SNR_b}\right)-\varepsilon^2$$

وإذا كان

$z = j\varepsilon$، نحصل على:



الشكل III.5 – رسم تفصيلي لنقطة الكوكبة مع $z = j\varepsilon$

5.2.III معادلات تقدير قنوات اللغط

تكون النتيجة إذا كان $z = \varepsilon$

$$\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right| \cos(\theta) = \frac{1}{2\varepsilon}\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(\varepsilon)} - \frac{1}{SNR_a(0)}\right) - \frac{\varepsilon}{2} \quad \text{(8-III)}$$

وتكون النتيجة إذا كان $z = j\varepsilon$

$$\left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right| \sin(\theta) = \frac{1}{2\varepsilon}\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(j\varepsilon)} - \frac{1}{SNR_a(0)}\right) - \frac{\varepsilon}{2} \quad \text{(9-III)}$$

الاستنتاج:

$$\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}} = \left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right| \cos(\theta) + j \cdot \left|\frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}\right| \sin(\theta) \quad \text{(10-III)}$$

6.2.III خوارزمية تقدير قنوات اللغط

استناداً إلى المعادلات السابقة، يتضح أنه لحساب $C_{0,K} = \frac{H_{0,K}}{H_{0,0}}$، يتعين حساب اتساع وطور هذه الكمية، وهما معلمتان مستقلتان.

وباستخدام المعادلتين III-8 وIII-9، يتوفر لدينا معادلتان مستقلتان، تقومان على قياسات النسبة SNR، لحساب الجزأين الحقيقي والتخيلي للكمية $C_{0,K}$ (متغيران مستقلان).

ويلزم إجراء القياسات التالية:

- $SNR_a(0)$ النسبة SNR بعد بدء تشغيل الخط الجديد K، بدون إشارة السبر؛
- $SNR_a(\varepsilon)$ النسبة SNR بعد بدء تشغيل الخط الجديد K، مع إشارة السبر ε؛
- $SNR_a(j\varepsilon)$ النسبة SNR بعد بدء تشغيل الخط الجديد K، مع إشارة السبر $j\varepsilon$.

وبالتالي فإن الخوارزمية تتألف من الخطوات التالية:

1 البدء بإرسال الإشارة MEDLEY-type على الخط الجديد K، مع كثافة PSD مخفضة للإرسال؛

2 قياس $SNR_a(0)$؛

3 يمكن من هذه القيمة، اختيار قيمة مناسبة (بحيث يكون التأثير على النسبة SNR قابلاً للقياس، ولكن غير مبالغ فيه)، ويمكن إضافة إشارة سبر (على كل خط متضرر في آن واحد)؛

4 قياس $SNR_a(\varepsilon)$؛

5 تغيير إشارة السبر إلى $j\varepsilon$؛

6 قياس $SNR_a(j\varepsilon)$؛

7 حساب $\hat{C}_{0,K}$، لكل خط متضرر؛

8 البدء بالتشفير المسبق؛

9 زيادة الكثافة PSD للإشارة MEDLEY-type على الخط الجديد؛

10 تكرر العملية من الخطوة 2، حتى تبلغ الكثافة PSD للإشارة MEDLEY-type الحد الأقصى المسموح للكثافة PSD على هذا الخط؛

11 يمكن أن يبدأ الآن تتابع الاستهلال الطبيعي.

وعادة تقترب الخوارزمية من صيغتها النهائية خلال عدد قليل من التكرارات.

7.2.III معادلات مطولة قابلة للتطبيق أثناء إجراء التعويض المسبق

إذا كان التشفير المسبق مفعلاً، لا يطرأ أي تغيير أساسي على المعادلات.

والمعادلة الأساسية هل المعادلة III-1:

$$y = Hx + n$$

$$y_0 = \underbrace{H_{0,0}x_0}_{\text{Useful signal}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{K-1} H_{0,i}x_i}_{\text{FEXT from active lines}} + \underbrace{H_{0,K}x_K}_{\text{FEXT from new line}} + \underbrace{n_0}_{\text{External noise}}$$

ومع العلم بأن $H = diag(H)(I + C)$، ولدى تطبيق التشفير المسبق، $w = Fx = (I - \hat{C})x$، تصبح المعادلة:

$$\begin{aligned} y &= H(I - \hat{C})x \\ &= Hx - H\hat{C}x \\ &= diag(H)(I + C)x - diag(H)(I + C)\hat{C}x \\ &\approx diag(H)x + diag(H)Cx - diag(H)\hat{C}x \end{aligned}$$

$$y_0 = \underbrace{H_{0,0}x_0}_{\text{Useful signal}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{K-1} H_{0,i}(C_{0,i} - \hat{C}_{0,i})x_i}_{\text{Residual FEXT from active lines}} + \underbrace{H_{0,K}(C_{0,K} - \hat{C}_{0,K})x_K}_{\text{Residual FEXT from line K}} + \underbrace{n_0}_{\text{External noise}}$$

$$= H_{0,0}x_0 + \sum_{i=1}^{K-1} H_{0,i}\big|_{residual} x_i + H_{0,K}\big|_{residual} x_K + n_0$$

ونتيجة لذلك، يمكن إعادة كتابة المعادلتين III-8 وIII-9 كما يلي:

$$\left|\frac{H_{0,K}\big|_{residual}}{H_{0,0}}\right| \cos(\theta) = \frac{1}{2\varepsilon}\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(\varepsilon)} - \frac{1}{SNR_a(0)}\right) - \frac{\varepsilon}{2} \quad \text{(11-III)}$$

$$\left|\frac{H_{0,K}\big|_{residual}}{H_{0,0}}\right| \sin(\theta) = \frac{1}{2\varepsilon}\frac{\sigma_0^2}{\sigma_K^2}\left(\frac{1}{SNR_a(j\varepsilon)} - \frac{1}{SNR_a(0)}\right) - \frac{\varepsilon}{2} \quad \text{(12-III)}$$

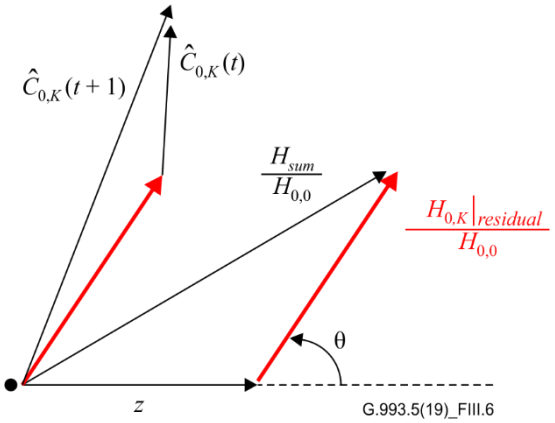
وبالتالي فإن التأثير الرئيسي للتشفير المسبق يكمن في ضرورة اختيار قيمة مختلفة لإشارة السبر ε (انظر أيضاً الخطوة 4، في الفقرة 6.2.III) وذلك فعلاً من أجل تقدير قناة اللغط المتبقي:

– يجب أن تكون ε بحيث يكون تأثير النسبة SNR قابلاً للقياس، دون أن يكون مبالغاً فيه؛

– عندما يكون معلوماً بأنه قد جرى تقدير اللغط المتبقي، تصبح معادلة التحديث بديهية:

$$\hat{C}_{0,K}(t+1)=\hat{C}_{0,K}(t)+\frac{H_{0,K}\big|_{residual}}{H_{0,0}} \quad \text{(13-III)}$$

ويتضح ذلك أيضاً بيانياً مثل الشكل السابق:



الشكل 6.III – رسم تفصيلي لنقطة الكوكبة مع تشفير مسبق

يشير المتّجه الأحمر إلى قناة اللغط المقيّس المتبقي، الذي يمكن من أجله إنشاء مثلث مماثل للمثلث السابق عن طريق تطبيق إشارة السبر. وبالتالي فإن جميع المعادلات تظل صالحة.

3.III تقدير قنوات اللغط الصادر من الخطوط القائمة إلى خط جديد

1.3.III مقدمة

ترمز N إلى عدد قياسات النسبة SNR المستخدمة في تقدير القناة. ويحدث كل قياس للنسبة SNR فوق عدد L من النغمات المتعددة المتقطعة (DMT) وتكون جميع الخطوط في وقت العرض عندما يحدث تقدير القناة. ولنأخذ الإرسال على نغمة مفردة ونشير بالرمز $s_i^{(n)}(l)$ إلى رموز بيانات التشكيل الاتساعي التربيعي (QAM) المعينة للخط i على الرمز l للنغمات المتعددة المتقطعة أثناء القياس n للنسبة SNR. ويشار إلى الإشارة الفعلية التي يرسلها الخط i بالرمز $x_i^{(n)}(l)$.

2.3.III إشارة السبر

عند بدء تشغيل الخط الجديد K، تستمر الخطوط القائمة بإرسال بياناتها كالسابق

$$x_i^{(n)}(l)=s_i^{(n)}(l), \forall i<K$$

ويتم تفعيل تحديد القناة بمراكبة إشارة السبر مع الإشارة التي يرسلها الخط الجديد K التابع للوحدة VTU-O

$$x_K^{(n)}(l)=s_K^{(n)}(l)+\varepsilon\sum_{i=1}^{K-1}z_i^{(n)}s_i^{(n)}(l) \quad \text{(14-III)}$$

ويلاحظ أن إشارة السبر تتألف من توليفة خطية من الإشارات المرسلة على الخطوط القائمة من 1 إلى K–1. ويتم اختيار حجم الخطوة ε بحيث يكون تأثير إشارة السبر على النسبة SNR أقل من 3,5 dB. ويتم ذلك أولاً بقياس النسبة SNR للخط K بغياب أي إشارة سبر، ونرمز إليه بالقيمة $SNR_K^{(0)}$. وعندئذ يضبط حجم الخطوة على الشكل:

$$\varepsilon=\min_i\frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{SNR_K^{(0)}}}\frac{\sigma_K}{\sigma_i}$$

حيث تشير σ_i^2 إلى قدرة الإرسال في الخط i. ويلاحظ أن اختيار $z_i^{(n)}$ يتم بحيث يكون

$$\sum_{i=1}^{K-1}\left|z_i^{(n)}\right|^2 = 1$$

3.3.III اشتقاق معادلات تقدير قنوات اللغط

بالاستعانة بالمعادلة III-14، تكون الإشارة المستقبلة على الخط K:

$$\begin{aligned} y_K^{(n)}(l) &= \sum_{i=1}^{K} h_{K,i}\, x_i^{(n)}(l) + w_K^{(n)}(l) \\ &= h_{K,K}\, s_K^{(n)}(l) + \sum_{i=1}^{K-1}\left(h_{K,i} + \varepsilon\, z_i^{(n)} h_{K,K}\right) s_i^{(n)}(l) + w_K^{(n)}(l) \end{aligned}$$

وتقاس قدرة الإشارة على الخط K بواسطة الوحدة VTU-R كما يلي:

$$\begin{aligned} \text{signal}_K &= \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L}\left|h_{K,K}\, s_K^{(n)}(l)\right|^2 \\ &\approx \left|h_{K,K}\right|^2 \sigma_K^2 \end{aligned} \tag{15-III}$$

وتقاس قدرة الضوضاء على الخط K كما يلي:

$$\begin{aligned} \text{noise}_K &= \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L}\left|y_K^{(n)}(l) - h_{K,K}\, s_K^{(n)}(l)\right|^2 \\ &\approx \sum_{i=1}^{K-1}\left|h_{K,i} + \varepsilon\, z_i^{(n)} h_{K,K}\right|^2 \sigma_i^2 + \sigma_{W_K}^2 \end{aligned} \tag{16-III}$$

حيث تشير $\sigma_{W_K}^2$ إلى قدرة الضوضاء الخلفية. وبعد ذلك تبلغ الوحدة VTU-R النسبة SNR المقيسة إلى الوحدة VTU-O على الشكل التالي:

$$\text{SNR}_K^{(n)} = \text{signal}_K / \text{noise}_K$$

ومن المعادلتين III-15 وIII-16 نستنتج:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\text{SNR}_K^{(n)}} &= \frac{\text{noise}_K}{\text{signal}_K} \\ &\approx \frac{1}{\sigma_K^2}\left(\sum_{i=1}^{K-1}\left|\frac{h_{K,i}}{h_{K,K}}\sigma_i + \varepsilon\, z_i^{(n)}\sigma_i\right|^2 + \frac{\sigma_{W_K}^2}{\left|h_{K,K}\right|^2}\right) \\ &= \frac{1}{\sigma_K^2}\left(\left\|\bar{\mathbf{a}} + \varepsilon\,\bar{\mathbf{b}}^{(n)}\right\|^2 + \frac{\sigma_{W_K}^2}{\left|h_{K,K}\right|^2}\right) \end{aligned} \tag{17-III}$$

حيث جرى تعريف كل من $\bar{\mathbf{a}} = [\bar{a}_1 \ldots \bar{a}_{K-1}]^T$ و $\bar{\mathbf{b}}^{(n)} = [\bar{b}_1^{(n)} \ldots \bar{b}_{K-1}^{(n)}]^T$ مع

$$\bar{a}_i = \frac{h_{K,i}}{h_{K,K}}\sigma_i \tag{18-III}$$

و

$$\bar{b}_i^{(n)} = z_i^{(n)}\sigma_i \tag{19-III}$$

وبتطبيق الشكل العام لمبرهنة فيثاغورس

$$\left\|\bar{\mathbf{a}} + \varepsilon\bar{\mathbf{b}}^{(n)}\right\|^2 = \left\|\bar{\mathbf{a}}\right\|^2 + \left\|\varepsilon\bar{\mathbf{b}}^{(n)}\right\|^2 + 2\varepsilon\,\mathrm{Re}\{\bar{\mathbf{b}}^{(n)H}\bar{\mathbf{a}}\} \tag{20-III}$$

وتفكيك $\bar{\mathbf{a}}$ و $\bar{\mathbf{b}}^{(n)}$ إلى مكوناتهما الحقيقية والتخيلية $a_{R,i} = \mathrm{Re}\{\bar{a}_i\}$ ، $a_{I,i} = \mathrm{Im}\{\bar{a}_i\}$ ، و $b_{R,i}^{(n)} = \mathrm{Re}\{\bar{b}_i^{(n)}\}$ ، $b_{I,i}^{(n)} = \mathrm{Im}\{\bar{b}_i^{(n)}\}$. يصبح لدينا الآن:

$$\begin{aligned}\mathrm{Re}\{\bar{\mathbf{b}}^{(n)H}\bar{\mathbf{a}}\} &= \sum_{i=1}^{K-1} a_{R,i}b_{R,i}^{(n)} + a_{I,i}b_{I,i}^{(n)} \\ &= \mathbf{b}^{(n)H}\mathbf{a},\end{aligned}$$

حيث نعرّف

$$\mathbf{a} = [a_{R,1}\ldots a_{R,K-1}\ a_{I,1}\ldots a_{I,K-1}]^T, \tag{21-III}$$

و $\mathbf{b}^{(n)} = [b_{R,1}^{(n)}\ldots b_{R,K-1}^{(n)}\ b_{I,1}^{(n)}\ldots b_{I,K-1}^{(n)}]^T$. وللتبسيط، نعرّف أيضاً $a_i = [\mathbf{a}]_i$ و $b_i^{(n)} = [\mathbf{b}^{(n)}]_i$.

ومن المعادلة III-20 نحصل على:

$$\left\|\bar{\mathbf{a}} + \varepsilon\bar{\mathbf{b}}^{(n)}\right\|^2 = \left\|\bar{\mathbf{a}}\right\|^2 + \left\|\varepsilon\bar{\mathbf{b}}^{(n)}\right\|^2 + 2\varepsilon\mathbf{b}^{(n)H}\mathbf{a}.$$

والآن، من المعادلة III-17 نحصل على:

$$\left\|\bar{\mathbf{a}}\right\|^2 + \left\|e\bar{\mathbf{b}}^{(n)}\right\|^2 + 2e\mathbf{b}^{(n)H}\mathbf{a} + \frac{\sigma_{W_K}^2}{\left|h_{K,K}\right|^2} = \frac{\sigma_K^2}{\mathrm{SNR}_K^{(n)}}.$$

وبالتالي

$$\varepsilon\mathbf{b}^{(n)H}\mathbf{a} + \frac{1}{2}\left\|\bar{\mathbf{a}}\right\|^2 + \frac{1}{2}\frac{\sigma_{W_K}^2}{\left|h_{K,K}\right|^2} = \frac{1}{2}\frac{\sigma_K^2}{\mathrm{SNR}_K^{(n)}} - \frac{1}{2}\left\|\varepsilon\bar{\mathbf{b}}^{(n)}\right\|^2.$$

ويعطي تطبيق المعادلة III-19:

$$\varepsilon\mathbf{b}^{(n)H}\mathbf{a} + \frac{1}{2}\left\|\bar{\mathbf{a}}\right\|^2 + \frac{1}{2}\frac{\sigma_{W_K}^2}{\left|h_{K,K}\right|^2} = \frac{1}{2}\frac{\sigma_K^2}{\mathrm{SNR}_K^{(n)}} - \frac{1}{2}\varepsilon^2\sum_{i=1}^{K-1}\left|z_i^{(n)}\right|^2\sigma_i^2.$$

وإذا عرّفنا

$$c^{(n)} = \frac{1}{2}\frac{\sigma_K^2}{\mathrm{SNR}_K^{(n)}} - \frac{1}{2}\varepsilon^2\sum_{i=1}^{K-1}\left|z_i^{(n)}\right|^2\sigma_i^2. \tag{22-III}$$

إذاً

$$\varepsilon \mathbf{b}^{(n)H}\mathbf{a} + \frac{1}{2}\|\bar{\mathbf{a}}\|^2 + \frac{1}{2}\frac{\sigma_{W_K}^2}{|h_{K,K}|^2} = c^{(n)}, \forall n. \quad \text{(23-III)}$$

نعرّف المصفوفة $\mathbf{P}$ $M \times N$ حيث تحقق العناصر $p_{m,n} = [\mathbf{P}]_{m,n}$ المعادلة:

$$\sum_{n=1}^{N} p_{m,n} = 0, \forall m \quad \text{(24-III)}$$

ويشير ذلك إلى توليفة مصفوفة النسبة SNR. والآن، من المعادلة III-23:

$$\sum_n p_{m,n} c^{(n)} = \varepsilon \sum_n p_{m,n} \mathbf{b}^{(n)H}\mathbf{a} + \left(\frac{1}{2}\|\bar{\mathbf{a}}\|^2 + \frac{1}{2}\frac{\sigma_{W_K}^2}{|h_{K,K}|^2} \right) \sum_n p_{m,n}, \forall m.$$

وبتطبيق المعادلة III-24 نحصل على:

$$\sum_n p_{m,n} c^{(n)} = \varepsilon \sum_n p_{m,n} \mathbf{b}^{(n)H}\mathbf{a}, \forall m. \quad \text{(25-III)}$$

ولكل عدد n، يكون لدينا معادلة واحدة بشكل المعادلة III-25. ويعطي جمع جميع هذه المعادلات في مصفوفة ما يلي:

$$\mathbf{P} \begin{bmatrix} c^{(1)} \\ \vdots \\ c^{(N)} \end{bmatrix} = \varepsilon \mathbf{P} \begin{bmatrix} \mathbf{b}^{(1)H} \\ \vdots \\ \mathbf{b}^{(N)H} \end{bmatrix} \mathbf{a}.$$

ونعرّف $\mathbf{c} = [c^{(1)} \ldots c^{(N)}]^T$ ومصفوفة السبر $\mathbf{B} = [\mathbf{b}^{(1)} \cdots \mathbf{b}^{(N)}]^H$ نحصل على:

$$\varepsilon \mathbf{PBa} = \mathbf{Pc}$$

ويمكن أن نحصل الآن على حل بطريقة المربعات الصغرى للكمية $\mathbf{a}$

$$\mathbf{a} = \varepsilon^{-1} \text{pinv}(\mathbf{PB})\mathbf{Pc}$$

حيث تشير pinv(.) إلى العملية شبه العكسية. وباستخدام المعادلتين III-18 وIII-21، يمكن الآن إيجاد معاملات اللغط المقيّسة على النحو التالي:

$$\frac{h_{K,i}}{h_{K,K}} = \frac{1}{\sigma_i}(a_i + j a_{K-1+i}) \quad \text{(26-III)}$$

ويمكن استعمال ذلك لتصميم المعوّض المسبق القطري من المرتبة الأولى

$$\mathbf{F} = \mathbf{I}_K - \text{offdiag}\left(\begin{bmatrix} \frac{h_{1,1}}{h_{1,1}} & \cdots & \frac{h_{1,K}}{h_{1,1}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{h_{K,1}}{h_{K,K}} & \cdots & \frac{h_{K,K}}{h_{K,K}} \end{bmatrix} \right), \quad \text{(27-III)}$$

حيث تعرّف الدالة $offdiag(\boldsymbol{X}) = \boldsymbol{X} - diag(\boldsymbol{X})$.

تجدر الإشارة إلى أنه لكي تكون مجموعة المعادلات كافية لإعطاء تقدير للكمية $\mathbf{a}$، من الضروري أن يكون لدينا المتباينة التالية $\text{rank}(\mathbf{PB}) \geq 2(K-1)$. وهناك اشتراط آخر ينص على المعادلة $\sum_n p_{m,n} = 0, \forall m,$ ، مما يعني فعلياً أن حجم المصفوفة $\mathbf{P}$ يجب

أن يكون على الأقل $2(K–1)\times(2K–1)$. وباستعمال هذه الخوارزمية، يمكن إعطاء تقدير لقنوات اللغط بعد عدد من قياسات النسبة SNR لا يتعدى $2K–1$.

4.3.III خوارزمية تقدير قنوات اللغط

تعمل خوارزمية تحديد القناة على النحو التالي:

- إجراء حساب أولي للكمية $\mathbf{G} = \text{pinv}(\mathbf{PB})\mathbf{P}$
- إجراء حساب أولي للكمية $d^{(n)} = \sum_{i=1}^{K-1} \left| z_i^{(n)} \right|^2 \sigma_i^2 / 2, \forall n$
- من أجل $i = 1$ ...عدد التكرارات
- إرسال $x_K^{(0)}(l) = s_K^{(0)}(l)$ على الخط K
- تبلغ الوحدة VTU-R القيمة $SNR_K^{(0)}$
- تحديد حجم الخطوة $\varepsilon = \min_i \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{\text{SNR}_K^{(0)}}} \frac{\sigma_K}{\sigma_i}$
- من أجل $n = 1 \ldots N$
- إرسال $x_K^{(n)}(l) = s_K^{(n)}(l) + \sum_{i<K} z_i^{(n)} s_i^{(n)}(l)$ على الخط K
- تبلغ الوحدة VTU-R القيمة $\text{SNR}_K^{(n)}$
- حساب $c^{(n)} = \frac{1}{2} \frac{\sigma_K^2}{\text{SNR}_K^{(n)}} - \varepsilon^2 d^{(n)}$
- النهاية
- $\mathbf{a} = \varepsilon^{-1} \mathbf{G} \mathbf{c}$
- $\frac{h_{K,i}}{h_{K,K}} = (a_i + j a_{K-1+i}) / \sigma_i, \forall i$
- تحديث المعوّض المسبق للغط باستخدام المعادلة III-27
- النهاية

يلاحظ أنه لتسريع عملية الحساب، أجري حساب أولي للكمية شبه العكسية **G** والحد $d^{(n)}$.

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T G.998.1] التوصية ITU-T G.998.1 (2005)، *تجميع أزواج متعددة قائم على ATM*.

[b-ITU-T G.998.2] التوصية ITU-T G.998.2 (2005)، *تجميع أزواج متعددة قائم على الإثرنت*.

[b-ITU-T G.998.3] التوصية ITU-T G.998.3 (2005)، *تجميع أزواج متعددة باستعمال تعدد الإرسال العكسي بتقسيم الزمن*

[b-ITU-T G.9701] التوصية ITU-T G.9701 (2019)، *النفاذ السريع إلى مطاريف المشتركين – (G.fast) مواصفات الطبقة المادية*.

[b-ATIS-0600024] ATIS Technical Report ATIS-0600024 (2009), *Multiple-Input Multiple-Output Crosstalk Channel Model*.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
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	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء 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 تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات 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 وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2020