الاتحـــــاد الـــدولـــــي للاتصـــــــالات

ITU-T

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.983.1
(2005/01)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

أنظمة الإرسال الرقمية – الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية – أنظمة الخطوط البصرية للشبكات المحلية وشبكات النفاذ

أنظمة النفاذ البصرية عريضة النطاق المعتمدة على الشبكات البصرية المنفعلة (PON)

التوصيـــة ITU-T G.983.1

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

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

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

أنظمة النفاذ البصرية عريضة النطاق المعتمدة على الشبكات البصرية المنفعلة (PON)

ملخص

تصف هذه التوصية شبكات النفاذ المرنة ذات الألياف البصرية القادرة على توفير متطلبات عرض نطاق للخدمات العاملة بالنطاقين الضيق والعريض. وتصف هذه التوصية الأنظمة ذات معدلات الخط الاسمية البالغة 155,52 و622,08 و1244,16 Mbit/s في الاتجاه الهابط وبمعدلي الخط الاسميين 155,52 و622,08 Mbit/s في الاتجاه الصاعد. وتشتمل هذه التوصية على وصف كل من النظامين التناظري واللاتناظري. كما تعرض متطلبات الطبقة المادية ومواصفاتها لأغراض الطبقة المرتبطة بالوسائط المادية وطبقة تقارب الإرسال (TC) وبروتوكول قياس المدى للشبكة البصرية المنفعلة عريضة النطاق (B-PON) العاملة بالأسلوب ATM. وتجمع هذه الصيغة المنقحة للتوصية G.983.1 موادها من المصادر التالية: G.983.1 (1998) والتصويب 1 للتوصية G.983.1 (1999) والتعديل 1 للتوصية G.983.1 (2001) وجدول الخطأ والصواب التابع للتصويب 1 للتوصية G.893.1 (2002) والتعديل 2 للتوصية G.983.1 (2003) ودليل المنفذين للتوصية G.983.1 (2003).

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) التابعة لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد على التوصية ITU-T G.983.1 بتاريخ 13 يناير 2005 بموجب الإجراء ITU-T A.8.

تمهيـــد

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

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

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

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

ملاحظة

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

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

حقوق الملكية الفكرية

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

وعند الموافقة على هذه التوصية، 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 المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB).

© ITU 2005

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

المحتويات

الصفحة

1 نطاق التطبيق 1

2 المراجع 1

3 المختصرات 2

4 التعاريف 4

5 بنية شبكة النفاذ البصرية 6

1.5 بنية الشبكة 6

2.5 التشكيلة المرجعية 7

3.5 الفدرات الوظيفية 8

4.5 الفدرة الوظيفية لوحدة الشبكة البصرية 9

5.5 الفدرة الوظيفية لانتهائية الخط البصري 9

6.5 الفدرة الوظيفية لشبكة التوزيع البصرية 10

6 الخدمات 12

7 السطح البيني لشبكة المستعمل والسطح البيني لعقدة الخدمة 13

8 متطلبات الشبكة البصرية 13

1.8 بنية الشبكة البصرية بحسب الطبقات 13

2.8 متطلبات الطبقة المعتمدة على الوسيط المادي للشبكة البصرية المتقاربة التزامن العاملة بأسلوب النقل اللاتزامني 14

3.8 متطلبات طبقة تقارب الإرسال للشبكة البصرية المنفعلة بأسلوب النقل اللاتزامني 29

4.8 طريقة قياس المدى 73

9 وظيفية العمليات والإدارة والصيانة 95

10 الأداء 96

11 أحوال بيئية 96

12 السلامة 96

1.12 السلامة والوقاية الكهربائية 96

2.12 السلامة والوقاية البصرية 96

التذييل I – حالات اختيارية للسويات الدنيا الشاملة لكل من ORL الخاص بشبكة التوزيع البصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{ld} وO_{lu} 97

1.I مقدمة 97

2.I تأثير الموصلات المفتوحة الموجودة على جانب المقرن النجمي في ONU 97

3.I تأثير الموصلات المفتوحة الموجودة على جانب المقرن النجمي في وحدة الشبكة البصرية 97

4.I تأثير فك توصيل موصل بالقرب من الوحدة ONU 98

الصفحة

التذييل II – تأثير فقدان العودة البصرية في شبكة التوزيع المنفعلة 98
1.II مقدمة 98
2.II فقدان العودة البصرية في ODN البالغة dB 32 99
3.II حالة أخرى لانعكاسية ODN 103
التذييل III – مخططات تدفق قياس المدى 104
1.III تدفق قياس المدى في وحدات الشبكة البصرية (مثال) 104
2.III تدفق قياس المدى في انتهائية الخط البصري (مثال) 112
التذييل IV – مقدرة شبكة النفاذ على البقاء 119
1.IV مقدمة 119
2.IV أنواع التبديل المحتملة 119
3.IV تشكيلات وخصائص نظام ATM-PON المزدوج الممكنة 119
4.IV المتطلبات 123
5.IV مجالات المعلومات اللازمة لخلية PLOAM 123

أنظمة النفاذ البصرية عريضة النطاق المعتمدة على الشبكات البصرية المنفعلة (PON)

1 نطاق التطبيق

تهدف هذه التوصية إلى وصف شبكات النفاذ المرنة باستخدام تكنولوجيا الألياف البصرية. وينصب التركيز بالدرجة الأولى على الشبكة التي تدعم الخدمات التي تقدم بمتطلبات عرض نطاق أكبر من المعدل الأساسي في الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات، وسوف تشمل خدمات الفيديو والنشر.

وتصف التوصية خصائص شبكة النفاذ البصرية (OAN) القادرة على نقل مختلف الخدمات بين السطح البيني لشبكة المستعمل والسطح البيني لعقدة الخدمة.

وسوف تمكن شبكة النفاذ البصرية الوارد وصفها في هذه التوصية مشغل الشبكة من توفير تطور مرن لاستيفاء متطلبات العميل في المستقبل ولا سيما في مجال شبكة النشر البصري. وتعتمد شبكة التوزيع البصرية هذه على خيار الأصل والفرع من نقطة إلى نقاط متعددة.

وتركز هذه التوصية على موضوع الألياف، أما الكبلات المعدنية الخاصة بالأنظمة الهجينة فيرد وصفها في مكان آخر مثل التقييس xDSL. وتغطي هذه التوصية العلاقات بين السطح البيني لعقدة الخدمة وشبكة المستعمل.

وعلى الرغم من أن التوصية تركز على القضايا ذات الصلة بأسلوب النقل اللاتزامني على شبكة بصرية منفعلة، فإنها لا تستبعد الحلول الأخرى.

وتقترح هذه التوصية المتطلبات والمواصفات الخاصة بالطبقة المادية للطبقة المعتمدة على الوسائط المادية، وطبقة تقارب الإرسال وبروتوكول تحديد المدى في الشبكة البصرية المنفعلة عرضية النطاق (B-PON).

تشكل هذه التوصية جزءاً من سلسلة التوصيات G.983.x. وتتضمن المكونات الأساسية الأخرى لهذه السلسلة ما يلي:

- G.983.2 (2002)، إدارة نهاية الشبكة البصرية (ONT) ومواصفات السطح البيني للتحكم في الشبكات B-PON.
- G.983.3 (2001)، نظام النفاذ البصري بالنطاق العريض مع زيادة مقدرة الخدمة عن طريق توزيع أطوال الموجات.
- G983.4 (2001)، نظام النفاذ البصري بالنطاق العريض مع زيادة مقدرة الخدمة باستعمال تخصيص عرض النطاق الدينامي.
- G.983.5 (2002)، نظام النفاذ البصري بالنطاق العريض مع مقدرة معززة على البقاء.

2 المراجع

تحتوي التوصيات التالية وغيرها مما صدر عن القطاع ITU-T بعض الأحكام التي تشكل أحكاماً في هذه التوصية، بموجب الإحالة إليها في النص. وفي تاريخ نشر هذه التوصية كانت الطبعات المذكورة لا تزال صالحة. ولكن، بما أن جميع التوصيات والمراجع الأخرى خاضعة لإعادة النظر، نشجع مستعملي هذه التوصية على السعي إلى تطبيق أحدث صيغ التوصيات والمراجع الأخرى الواردة في القائمة أدناه. ويجري بانتظام نشر قائمة التوصيات السارية الصلاحية التي تصدر عن القطاع ITU-T. ولذا فإن الإحالة داخل هذه التوصية إلى وثيقة ما لا تضفي على هذه الوثيقة صفة توصية.

[1] التوصية ITU-T G.652 (2003)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب.*

[2] التوصية ITU-T G.671 (2005)، *خصائص إرسال المكونات البصرية المنفعلة.*

[3] التوصية ITU-T G.783 (2004)، *خصائص الفدرات الوظيفية لتجهيزات التراتب الرقمي المتزامن.*

[4] التوصية ITU-T G.902 (1995)، *التوصيات الأساسية بشأن شبكات النفاذ الوظيفية – المعمارية والوظائف، أنماط النفاذ، الإدارة والجوانب المتصلة بعقد الخدمة.*

[5] التوصية ITU-T G.957 (1999)، *السطوح البينية للتجهيزات والأنظمة المتعلقة بالتراتب الرقمي المتزامن.*

[6] التوصية ITU-T G.958 (1994)، *أنظمة الخط الرقمي القائمة على التسلسل الرتبي الرقمي المتزامن لأغراض الاستعمال في كبلات الألياف البصرية**.

[7] التوصية ITU-T G.982 (1996)، *شبكة النفاذ البصرية لتوفير الخدمات بمعدل يميل إلى المعدل الأولي للشبكة ISDN أو بمعدلات مكافئة.*

[8] التوصية ITU-T I.321 (1991)، *النموذج المرجعي لبروتوكول الشبكة ISDN عريضة النطاق وتطبيقه.*

[9] التوصية ITU-T I.326 (2003)، *المعمارية الوظيفية لشبكات النقل بالأسلوب ATM.*

[10] التوصية ITU-T I.356 (2000)، *أداء نقل الخلايا في طبقة أسلوب النقل المتزامن (ATM) في الشبكة ISDN عريضة النطاق.*

[11] التوصية ITU-T I.361 (1999)، *مواصفة طبقة أسلوب النقل اللاتزامني (ATM) لشبكة عريضة النطاق (B-ISDN).*

[12] التوصية ITU-T I.432.1 (19996)، *سطح بيني لمستعمل – شبكة رقمية متكاملة الخدمات عريضة النطاق – مواصفة الطبقة المادية: خصائص عامة.*

[13] التوصية ITU-T I.610 (1999)، *مبادئ ووظائف تشغيل وصيانة الشبكة ISDN عريضة النطاق.*

[14] التوصية ITU-T I.732 (2000)، *الخصائص الوظيفية للتجهيزات بأسلوب النقل اللاتزامني (ATM).*

[15] المعيار FIPS 197 (2001)، *معيار التشفير المتطور (AES)، المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا.*

[16] التوصية ITU-T G.983.2 (2002)، *مواصفات السطح البيني لإدارة ومراقبة انتهائية الشبكة البصرية لأغراض الشبكة البصرية المنفعلة عريضة النطاق.*

[17] التوصية ITU-T G.983.3 (2001)، *أنظمة النفاذ البصرية عريضة النطاق مع زيادة قدرة الخدمة من خلال توزيع طول الموجة.*

[18] التوصية ITU-T G.983.4 (2001)، *نظام النفاذ البصري عريض النطاق مع زيادة مقدرة الخدمة باستخدام تخصيص الديناميي لعرض النطاق.*

[19] التوصية ITU-T G.983.5 (2002)، *نظام نفاذ بصري عريض النطاق بقابلية إنفاذ معززة.*

3 المختصرات

تستخدم هذه التوصية المختصرات التالية:

AES معاير التشفير المتطور

AF وظيفة التكييف

APS بدالة الحماية الأوتوماتية

ATM أسلوب النقل اللاتزامني

BER معدل الخطأ في البتات

* حلت محلها التوصيتان ITU-T G.783 وITU-T G.798.

BIP	تعادلية تشذير البتات
B-ISDN	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات عريضة النطاق
B-PON	شبكة بصرية منفعلة بالنطاق العريض
CID	رقم الهوية المتتالي
CPE	خطأ طور الخلية
CRC	التحقق من الإطناب الدوري
DSL	خط مشترك رقمي
ECB	كتاب الشفرة الإلكتروني
E/O	كهربائي/بصري
FP-LD	فابري بروت ثنائي المسار ليزري
FTTB/C	توصيل الليف البصري إلى المبنى/الرصيف
FTTCab	توصيل الليف البصري إلى مقسم التوزيع
FTTH	توصيل الليف البصري إلى المنازل
HEC	التحكم في خطأ الرأسية
IEC	اللجنة الكهرتقنية الدولية
ISDN	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
LAN	شبكة محلية
LCD	خسارة تحديد الخلية
LCF	مجال التحكم الليزري
LSB	البتة الأقل أهمية
LT	مطراف خطي
MAC	التحكم في النفاذ إلى الوسائط
MLM	الأسلوب متعدد الطول
MSB	البتة الأكثر أهمية
NRZ	عدم العودة إلى صفر
NT	انتهائية الشبكة
O/E	بصري/كهربائي
OAM	التشغيل والإدارة والصيانة
OAN	شبكة نفاذ بصرية
ODF	رتل انتشار بصري
ODN	شبكة انتشار توزيع بصرية
OLT	انتهائية الخط البصري
OMCC	إدارة الانتهائية ONT وقناة التحكم
OMCI	إدارة الانتهائية ONT والسطح البيني للتحكم
ONT	انتهائية الشبكة البصرية
ONU	وحدة الشبكة البصرية
OpS	نظام العمليات

ORL فقدان العودة البصرية
PLOAM الطبقة المادية للعمليات والإدارة والصيانة
PON شبكة بصرية منفعلة
PRBS تتابع بتات شبه عشوائي
PST تتابع قسم شبكة بصرية منفعلة
PSTN شبكة هاتفية عمومية مبدلة
QoS جودة الخدمة
RAU وحدة طلب النفاذ
RMS قيمة فعالة
RXCF مجال تحكم المستقبل
SDH تراتب رقمي تزامني
SLM أحادي الأسلوب الطولي
SN رقم التسلسل
SNI سطح بيني لعقدة الخدمة
TC تقارب الإرسال
TDMA نفاذ متعدد بتقسيم الوقت
UI فاصل زمني واحد
UNI سطح بيني لشبكة مستعمل
UPC التحكم في معلمة الاستعمال
VC قناة تقديرية
VP مسير تقديري
VPI معرف مسير تقديري
WDM عقدة الإرسال بتقسيم طول الموجة

4 التعاريف

تعرف هذه التوصية المصطلحات التالية:

0.4 شبكة بصرية منفعلة بالنطاق العريض: مصطلح يستخدم للإحالة إلى مجمل النظام الذي يرد وصفه في مجموعة توصيات السلسلة G.983.x الصادرة عن القطاع ITU-T. وهو يضم مدى واسعاً من خدمات النطاق العريض ويصل إلى ما بعد النفاذ بالأسلوب ATM. ولذلك تحل الشبكات B-PON محل الاستعمال القديم للشبكات ATM-PON.

1.4 التشفير: التشفير وظيفة يمكن تطبيقها على بيانات المستعمل الهابطة من انتهائية خط بصري إلى وحدات شبكتها البصرية. ويوفر التجديد الوظيفة اللازمة لخلط البيانات وتوفير سوية حماية منخفضة لسرية البيانات. وهي تركب عند طبقة تقارب الإرسال في نظام أسلوب النقل اللاتزامني في شبكة بصرية منفعلة، ويمكن تنشيطها للاستخدام في التوصيلات الهابطة من نقطة إلى نقطة.

2.4 العمل المزدوج: اتصال ثنائي الاتجاه باستخدام طول موجة مختلف لكل اتجاه للإرسال فوق ليف واحد.

3.4 العمل الثنائي: اتصال ثنائي الاتجاه باستخدام نفس طول الموجة لكل اتجاه للإرسال فوق ليف واحد.

4.4 تصريح: تتحكم انتهائية الخط البصري في كل إرسال صاعد من وحدات الشبكة البصرية من خلال إرسال تصريح، فالتصريح هو ترخيص بإرسال خلية صاعدة من كل وحدة شبكة بصرية عندما تستقبل الوحدة تصريحها الخاص.

5.4 الوصول المنطقي: يعرف الوصول المنطقي بأنه الطول الأقصى الذي يمكن تحقيقه لنظام إرسال معين مستقل عن الموزانة البصرية.

6.4 المهلة المتوسطة لنقل الإشارة: القيم الصعودية والهبوطية المتوسطة بين نقطتين مرجعيتين "V" و"T"، والقيمة المعنية تتحدد من خلال قياس مهلة ذهاباً وإياباً ثم قسمتها على 2.

7.4 شبكة نفاذ بصرية (OAN): مجموعة وصلات النفاذ التي تتقاسم نفس السطح البيني الجانبي للشبكة وتقدم بواسطة أنظمة إرسال نفاذ بصري وقد تشمل هذه الشبكة عدداً من شبكات التوزيع البصرية الموصلة بنفس انتهائية الخط البصري.

8.4 شبكة التوزيع البصرية (ODN): توفر هذه الشبكة وسائل الإرسال البصري من انتهائية الخط البصري في اتجاه المستعملين والعكس وتستخدم مكونات بصرية منفعلة.

9.4 انتهائية الخط البصري (OLT): توفر انتهائية الخط البصري سطحاً بينياً جانبياً لشبكة النفاذ البصري وموصلة بشبكة أو أكثر من شبكات التوزيع البصرية.

10.4 إدارة الانتهائية ONT وقناة التحكم (OMCC): وهي دارة الاتصالات التي تصل بين وظيفة التحكم في الانتهائية OLT ونظيرتها في الانتهائية ONT. ويحدد البروتوكول المعمول به لهذا الشأن في التوصية ITU-T G.983.2.

11.4 إدارة الانتهائية ONT والسطح البيني للتحكم (OMCI): وهو السطح البيني الذي تعرفه التوصية ITU-T G.983.2 والذي يوفر طريقة موحدة لإدارة الأخطاء والتشكيلات والأداء والأمن في الشبكات ONT.

12.4 انتهائية الشبكات البصرية (ONT): تستخدم ONU في الليف إلى المنـــزل تشتمل على وظيفة منفذ للمستعمل. وهي وحدة ONU مستعملة لأغراض توصيل الألياف FTTH وتضم وظيفة منفذ المستعمل. وتستعمل هذه التوصية المصطلح "ONU" للإحالة إلى كل من الانتهائيات ONT والوحدات ONT. وأي إحالة في هذه التوصية إلى الوحدات ONU تتضمن أيضاً الانتهائيات ONT.

13.4 وحدة الشبكة البصرية (ONU): توفر هذه الخدمة (سواء مباشرة أو عن بعد) السطح البيني لجانب المستعمل في شبكة النفاذ البصري، وهي موصولة بشبكة التوزيع البصرية. وتستخدم هذه التوصية المصطلح "ONU" للإحالة إلى كل من الانتهائيات ONT والوحدات ONU. وأي إحالة في هذه التوصية إلى الوحدات ONU تتضمن أيضاً الانتهائيات ONT.

14.4 قياس المدى: من الضروري إرسال خلية صاعدة دون حدوث تصادم بين الخلايا في النظام، وقياس المدى عبارة عن وظيفة لقياس المسافة المنطقية بين كل وحدة شبكة بصرية وانتهائية الخط البصري، وتحديد وقت الإرسال عندما تحصل كل وحدة على تصريح.

15.4 وظيفة منفذ الخدمة: تتولى وظيفة منفذ الخدمة تكييف المتطلبات المحددة لسطح بيني معين لعقدة الخدمة مع مناولة الحامل المشترك واختيار المعلومات ذات الصلة المعالجة في نظام وظيفته إدارة شبكة النفاذ.

16.4 النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA): تقنية إرسال تشمل تعدد الإرسال للكثير من فجوات الوقت في الحمولة النافعة لنفس الوقت.

17.4 وظيفة منفذ المستعمل: تتولى هذه الوظيفة تكييف متطلبات السطح البيني لشبكة المستعمل مع الوظائف الأساسية ووظائف الإدارة. ويمكن أن تساند شبكة النفاذ عدداً من أنواع النفاذ المختلفة والسطوح البينية لشبكة المستعمل التي تتطلب وظائف نوعية وفقاً للمواصفات النوعية للسطح البيني ومتطلبات قدرة حامل النفاذ أي الكبلات لنقل المعلومات والبروتوكولات.

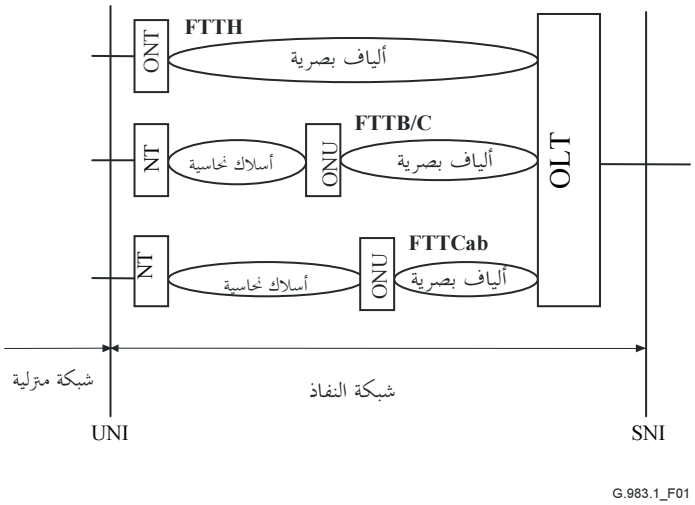
18.4 التحقق: يمكن لمستعمل ماكر أن يتخفى في شكل وحدات الشبكة البصرية الأخرى، ويستخدم الشبكة إذا كان المستعمل يعلم أن وحدة الشبكة البصرية مغلقة ولذا فإن التحقق وظيفة تهدف إلى التحقق مما إذا كانت وحدة الشبكة البصرية الموصلة قد تعرضت لتضليل من جانب مستعمل ماكر.

19.4 تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM): تعدد الإرسال ثنائي الاتجاه باستخدام مختلف أنواع طول الموجة البصرية في الإشارات الصاعدة والهابطة.

5 بنية شبكة النفاذ البصرية

1.5 بنية الشبكة

يمكن أن يكون للقسم البصري في شبكة النفاذ المحلية إما معمارية منفعلة من نقطة إلى نقطة أو معمارية منفعلة من نقطة إلى عدة نقاط. ويبين الشكل 1 البيانات التي درست والتي تتراوح بين توصيل الليف البصري إلى منـــزل (FTTH) مروراً بتوصيل الليف إلى مبنى/رصيف (FTTB/C) والليف إلى مقسم التوزيع (FTT/Cab) وشبكة النفاذ البصرية شائعة في جميع البيانات المبينة في الشكل 1، ومن هنا فإن الشيوع في هذا النظام ينطوي على إمكانية إدرار أحجام كبيرة وواسعة النطاق.



ONU	وحدة الشبكة البصرية	FTTH	توصيل الليف إلى المنـــزل
ONT	انتهائية الشبكة البصرية	FTTB/C	توصيل الليف إلى المبنى/ الرصيف
OLT	انتهائية الخط البصري	FTTCab	توصيل الليف إلى مقسم التوزيع
NT	انتهائية الشبكة		

الشكل G.983.1/1 – معمارية الشبكة

لا تختلف خيارات شبكة ليف إلى مبنى/رصيف، وليف إلى كابينة من الناحية الجوهرية إلا نتيجة للتنفيذ ومن ثم يمكن معالجتها بنفس الطريقة في هذه التوصية.

1.1.5 سيناريو التوصيل من ليف إلى مبنى/رصيف

في داخل هذا السيناريو، أخذت فئات الخدمة التالية في الاعتبار:

- الخدمات عريضة النطاق اللاتزامنية (مثل خدمات البث الرقمي، والفيديو، والإنترنت، والتعلم عن بعد، والطب عن بعد وغير ذلك).
- خدمات البث عريضة النطاق التزامنية (مثل خدمات الاتصالات لعملاء الأعمال الصغيرة والمشاورات البعيدة، وغير ذلك).
- شبكة هاتفية عمومية تبديلية والشبكة الرقمية متكاملة الخدمات. لا بد أن تكون شبكة النفاذ قادرة على توفير وسيلة مرنة لخدمات المهاتفة ضيقة النطاق مع توقيت مناسب لإدخالها.

2.1.5 سيناريو توصيل الليف إلى المنـــزل

تماثل محركات الخدمة من الليف إلى المنـــزل تلك الخاصة بالسيناريوهات السابقة وتتحدد بما يلي:

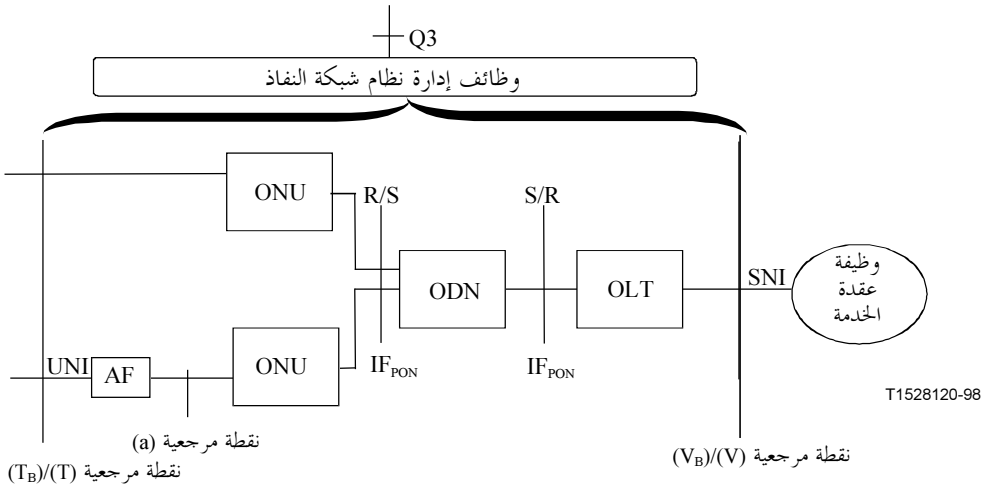
- يمكن مراعاة وحدات الشبكة البصرية الداخلية مما يؤدي إلى ظروف بيئية أكثر موائمة.
- لا يتعين إجراء أي تغيير في وحدات الشبكة البصرية الوسيطة للارتقاء بقدرات شبكة النفاذ لاستيعاب تطور الخدمات عريضة النطاق والمتعددة الوسائط في المستقبل.

- الصيانة سهلة لأنها لا تتطلب إلا صيانة الأنظمة الليفية، وتعتبر جميع هذه الأنظمة أكثر موثوقية من الأنظمة المعدنية الليفية الهجينة.
- تمثل من الليف إلى المنـــزل محركاً لاستحداث التكنولوجيا البصرية الإلكترونية المتقدمة. وكلما زاد حجم إنتاج النماذج البصرية تسارع خفض التكاليف.

عند استغلال هذه العوامل بالكامل قد تحدث توازناً مع التكاليف المرتفعة نسبياً بحسب كل خط. وفي هذا الوضع قد ينظر إلى سيناريو من الليف إلى منـــزل على أنه ممكن اقتصادياً حتى في الأجل القصير.

2.5 التشكيلة المرجعية

بيّن الشكل 2 التشكيلة المرجعية من التوصية ITU-T G.982.



ONU	وحدة الشبكة البصرية
ODN	شبكة التوزيع البصرية
OLT	انتهائية الخط البصري
AF	وظيفة تكييف
S	نقطة على الألياف البصرية بين انتهائية الخط البصري مباشرة (هبوطاً)/وحدة الشبكة البصرية (صعوداً) نقطة الوصلة البصرية (أي الموصل البصري أو الجدالة البصرية).
R	نقطة على الألياف البصرية مثل وحدة الشبكة البصرية مباشرة (هبوطاً)/وانتهائية الخط البصري (صعوداً) ونقطة الوصلة البصرية (أي الموصل البصري أو الجدالة البصرية).
(a)	نقطة مرجعية وأضيفت هذه النقطة المرجعية لتفرق وظيفة التكييف عن وحدة الشبكة البصرية.

الشكل G.983.1/2 – التشكيلة المرجعية لشبكة بصرية منفعلة تعتمد على أسلوب النقل اللاتزامني

وتوفر شبكة التوزيع البصرية مسيراً بصرياً أو أكثر بين انتهائية وحدة الخط البصري ووحدة أو أكثر من وحدات الشبكات البصرية. ويجري تحديد كل مسير بصري فيما بين النقطتين المرجعيتين S وR في نافذة معينة لطول الموجة. وتحدد الاتجاهان الواردان للإرسال البصري في شبكة التوزيع البصرية على النحو التالي:

- اتجاه هبوطي للإشارات المرسلة من انتهائية الخط البصري إلى وحدة أو وحدات شبكة بصرية.
- اتجاه صعودي للإشارات المرسلة من وحدة أو وحدات شبكة بصرية إلى انتهائية الخط البصري.

ويصف هذا القسم الفرعي البنية المرجعية لدعم أسلوب النقل اللاتزامني على الشبكة البصرية المنفعلة. ويتألف هذا النظام من انتهائية الخط البصري (OLT) ووحدة الشبكة البصرية (ONU) وكبل ليفي بتشكيلة الشبكة البصرية المنفعلة (PON) مع فالق بصري منفعل. وينقسم أحد الألياف بصورة منفعلة بين وحدات الشبكة البصرية المتعددة التي تتقاسم مقدرة ليف واحد. ونظراً للتقسيم المنفعل، يتعين اتخاذ إجراء خاص فيما يتعلق بالخصوصية والأمن. وعلاوة على ذلك يتعين توفير بروتوكول النفاذ المتعدد بتقسيم الوقت في الاتجاه الصعودي.

1.2.5 السطح البيني لعقدة الخدمة

انظر التوصية ITU-T G.902.

2.2.5 السطح البيني عند النقاط المرجعية S/R وR/S

يحدد هذا السطح البيني عند النقط المرجعية S/R وR/S بأنه IF_{PON}. وهو سطح بيني خاص بالشبكة البصرية المنفعلة يدعم جميع عناصر البروتوكول اللازمة لإتاحة الإرسال بين انتهائية الخط البصري ووحدات الشبكة البصرية.

3.5 الفدرات الوظيفية

1.3.5 انتهائية الخط البصري

يقام السطح البيني لانتهائية الخط البصري فوق السطح البيني لعقدة الخدمة إلى عقدة الخدمة وإلى الشبكة البصرية المنفعلة. وهذه الانتهائية مسؤولة عن إدارة جميع الجوانب النوعية للشبكة البصرية المنفعلة في نظام النقل بأسلوب النقل اللاتزامني وتوفر وحدة الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري الوضوح في خدمة النقل هذه بين السطوح البينية لشبكة مستعمل والسطح البيني لعقدة الخدمة فوق شبكة بصرية منفعلة.

2.3.5 وحدة الشبكة البصرية

تقيم وحدة الشبكة البصرية سطوحاً بينية فوق IF_{PON} إلى انتهائية الخط البصري وإلى السطح البيني لعقدة الخدمة. وتعتبر وحدة الشبكة البصرية مسؤولة بالاقـــتران مع انتهائية الخط البصري عن توفير خدمة النقل الواضحة بأسلوب النقل اللاتزامني بين السطح البيني لشبكة مستعمل والسطح البيني لعقدة الخدمة.

وفي هذه المعمارية، توصف بروتوكولات النقل بأسلوب النقل اللاتزامني عند IF_{PON} بأنها تتألف من طبقة معتمدة على وسيط مادي وطبقة تقارب الإرسال، وطبقة أسلوب النقل اللاتزامني، ولا تهدف هذه المعمارية إلا إلى معالجة النقل بأسلوب النقل اللاتزامني، وتتضمن التوصية I.732 المزيد من التفاصيل.

وسوف تشمل الطبقة المعتمدة على الوسيط المادي مخططات تشكيل لكل من القنوات الصاعدة والهابطة (التي قد تختلف) وقد يمكن لأغراض التخصص السماح لأكثر من نوع من الطبقة المعتمدة على الوسيط المادي في اتجاه واحد.

وسوف تكون طبقة تقارب الإرسال مسؤولة عن إدارة النفاذ الموزع في الاتجاه الصاعد للشبكة البصرية المنفعلة عبر وحدات متعددة للشبكات البصرية. ويشكل هذا عنصر بروتوكول رئيسياً وسوف يؤثر بصورة مباشرة في جودة الخدمة المنفذة بأسلوب النقل اللاتناظري.

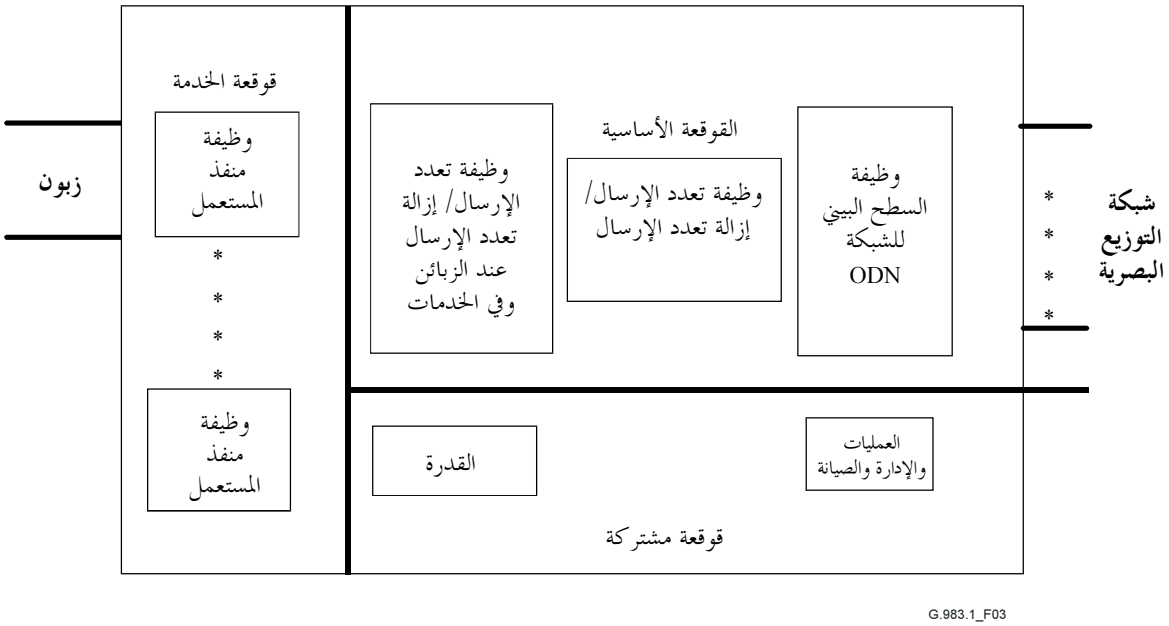
وينبغي ألا يحدث أي تغيير في بروتوكولات أسلوب النقل اللاتناظري من حيث الطريقة التي تعمل بها فوق الشبكة البصرية المنفعلة. وسوف تشمل الوظائف التي تؤدى عند طبقة أسلوب النقل اللاتناظري في كل من انتهائية الخط البصري ووحدة الشبكة البصرية في إطار كل من هذين العنصرين عملية ترحيل خلية.

3.3.5 شبكة التوزيع البصرية

توفر شبكة التوزيع البصرية وسائل الإرسال البصري من انتهائية الخط البصري نحو المستعملين والعكس وتستخدم المكونات البصرية المنفعلة.

4.5 الفدرة الوظيفية لوحدة الشبكة البصرية

تعتبر انتهائية الخط البصري لتوصيل الليف إلى المنـــزل كأداة فعالة، وهي تفصل آلية تقسيم شبكة النفاذ عن التوزيع داخل المنـــزل. ويتألف أساس انتهائية الخط البصري من سطح بيني لشبكة التوزيع البصرية ومنفذ مستعمل، وإرسال وخدمات وتعدد الإرسال لدى العملاء ووظائف إزالة تعدد الإرسال والتمكين انظر الشكل 3.



الشكل G.983.1/3 – مثال على الفدرات الوظيفية لانتهائية الخط البصري

1.4.5 السطح البيني لشبكة التوزيع البصرية

يتناول السطح البيني لشبكة التوزيع البصرية عملية التحويل البصرية الإلكترونية. ويستخلص السطح البيني لهذه الشبكة الخلايا الخاصة بأسلوب النقل اللاتزامني من الحمولة النافعة للشبكة البصرية المنفعلة وتدرج خلايا أسلوب النقل اللاتزامني في الحمولة النافعة للشبكة البصرية المنفعلة الصاعدة التي تستند إلى التزامن الذي تم الحصول عليه من توقيتات النسق الهابط.

2.4.5 تعدد الإرسال

معدد الإرسال يعيد إرسال السطوح البينية للخدمة إلى السطح البيني لشبكة التوزيع البصرية ولا يمكن إلا لخلايا أسلوب النقل اللاتزامني المرور من خلال معدد الإرسال ومن ثم يستطيع الكثير من المسيرات التقديرية تقاسم عرض النطاق الصاعد الموزع بصورة فعالة.

3.4.5 منفذ المستعمل

يقوم منفذ المستعمل بوصلة بينية عبر السطح البيني لشبكة المستعمل (UNI) إلى مطراف. وقد يتولى منفذ المستعمل إدراج خلايا أسلوب النقل اللاتزامني في الحمولة النافعة الصاعدة واستخلاص خلايا هذا الأسلوب من الحمولة النافعة الهابطة.

4.4.5 تمكين وحدات الشبكة البصرية

يمكن تمكين هذه الوحدات اعتماداً على التنفيذ.

5.5 الفدرة الوظيفية لانتهائية الخط البصري

توصل انتهائية الخط البصري بشبكة مبدلة عن طريق سطوح بينية مقيسة (VB5.x، V5.x، السطوح البينية NNI). فعلى جانب التوزيع تتمثل أشكال نفاذ بصرية وفقاً للمتطلبات المتفق عليها من حيث معدل البتات وموازنة القدرة وغير ذلك.

وتتألف انتهائية الخط البصري من ثلاثة أجزاء: وظيفة منفذ الخدمة، والسطح البيني لشبكة التوزيع البصرية، وتعدد الإرسال بالنسبة لتشذيب المسير التقديري (انظر الشكل 4). ولا يقصد بهذه التوليفة استبعاد وظيفة طبقة القناة التقديرية في انتهائية الخط البصري فوظيفة طبقة القناة التقديرية في حاجة إلى مزيد من الدراسة.

1) *وظيفة منفذ الخدمة*

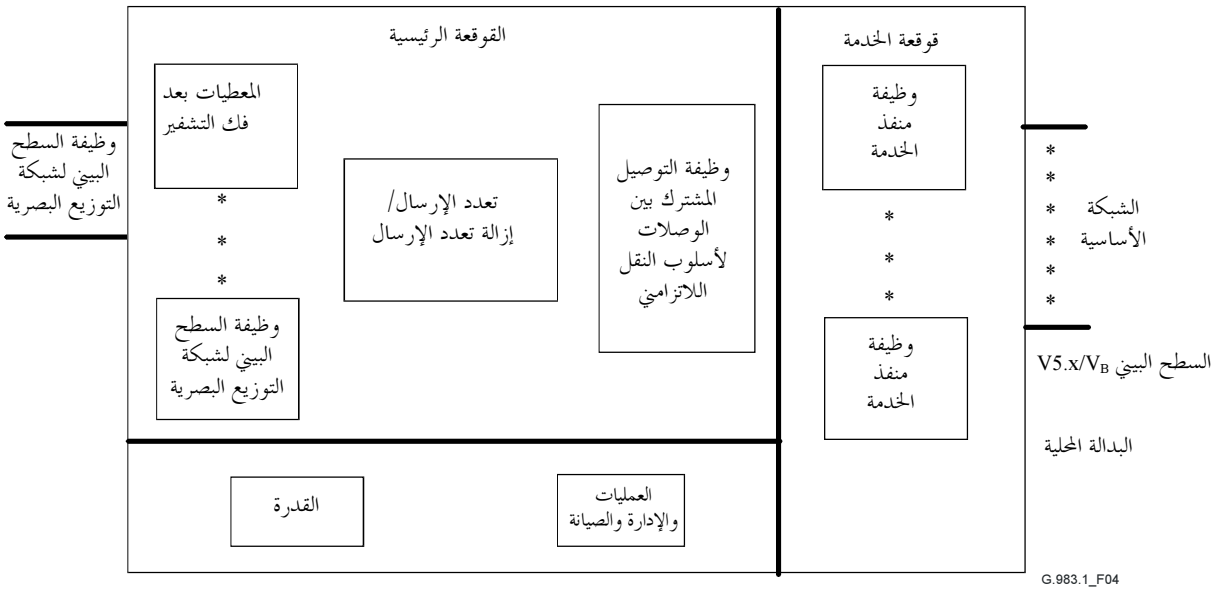
تؤمن هذه الوظيفة السطح البيني لعقد الخدمة. ويمكن أن تتناول هذه الوظيفة إدراج خلايا أسلوب النقل اللاتزامني في الحمولة النافعة للتراتب الرقمي التزامني الصاعد واستخلاص خلايا أسلوب النقل اللاتزامني من الحمولة النافعة للتراتب الرقمي التزامني الهابط. ويمكن تكرار الوظيفة ومن ثم يكون من الضروري حماية وظيفة التبديل.

2) *معدد الإرسال*

يوفر معدد الإرسال وصلات مسيرات تقديرية بين وظيفة منفذ الخدمة والسطح البيني لشبكة التوزيع البصرية، وتخصص مسيرات تقديرية مختلفة للخدمات المختلفة عند IF_{PON}. ويتم تبادل معلومات مختلفة مثل المحتويات الرئيسية وتشوير تدفقات العمليات والإدارة والصيانة باستخدام القناة التقديرية للمسيرات التقديرية.

3) *السطح البيني لشبكة التوزيع البصرية*

يتناول المطراف الخطي للشبكة البصرية المنفعلة عملية التحويل البصرية الإلكترونية ويتناول السطح البيني لشبكة التوزيع البصرية إدراج خلايا أسلوب النقل اللاتزامني في الحمولة النافعة للشبكة البصرية المنفعلة الهابطة واستخلاص خلايا هذا الأسلوب من الحمولة النافعة للشبكة البصرية المنفعلة الصاعدة.



الشكل G.983.1/4 – مثال على القدرات الوظيفية في انتهائية الخط البصري

6.5 الفدرة الوظيفية لشبكة التوزيع البصرية

توفر شبكة التوزيع البصرية عموماً وسيط الإرسال البصري للوصلة المادية لوحدات الشبكة البصرية إلى انتهائيات الخط البصري.

ويمكن تجميع شبكات التوزيع البصرية المختلفة وتحديدها من خلال استخدام مضخمات بصرية (انظر التوصية ITU-T G.982).

1.6.5 العناصر البصرية المنفعلة

تتكون شبكة التوزيع البصرية من عناصر بصرية منفعلة:

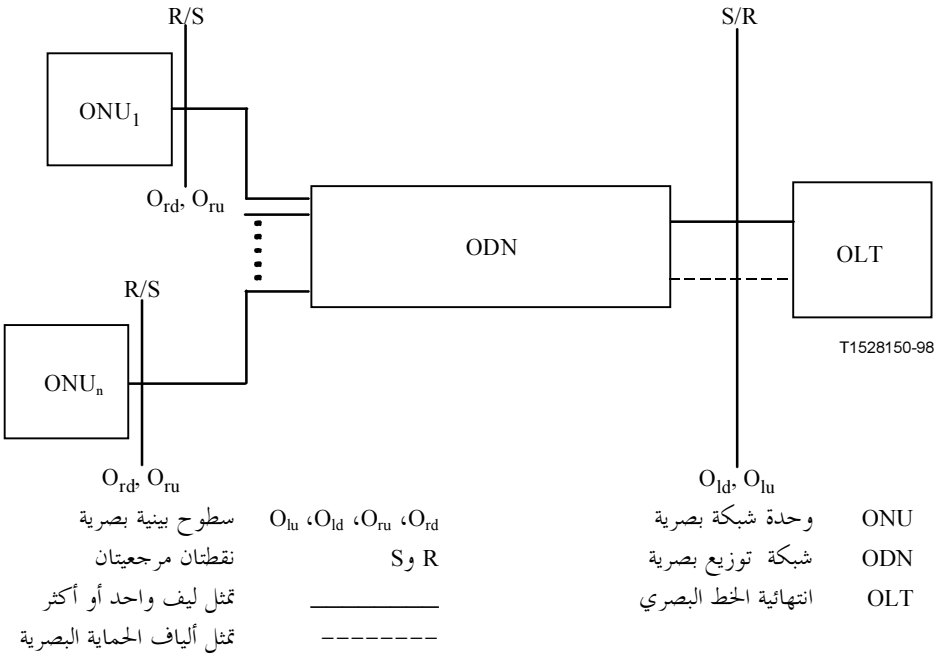
- ألياف وكبلات بصرية وحيدة الأسلوب؛
- شرائط ألياف وشرائط كبلات بصرية؛
- موصلات بصرية؛
- مكونات تفريع منفعلة؛
- موهّنات بصرية منفعلة؛
- الجدالات.

تتضمن التوصية G.671 المعلومات النوعية اللازمة لوصف المكونات البصرية المنفعلة.

وتتضمن التوصية G.652 المعلومات النوعية اللازمة لوصف الألياف والكبلات البصرية.

2.6.5 السطوح البينية البصرية

في سياق التشكيلة المرجعية، يبين الشكل 5 التشكيلة المادية العامة لشبكة توزيع بصرية.



الشكل G.983.1/5 – تشكيلة مادية عامة لشبكة التوزيع البصرية

وتحدد الاتجاهات للإرسال البصري في شبكة التوزيع البصرية كما يلي:

- اتجاه هبوطي للإشارات المرسلة من انتهائية خط بصري إلى وحدة أو وحدات شبكة بصرية.
- اتجاه صعودي للإشارات المرسلة من وحدة أو وحدات شبكة بصرية إلى انتهائية خط بصري.

ويمكن أن يحدث الإرسال في الاتجاهين الهبوطي والصعودي في نفس الليف ومكوناته (الإرسال المزدوج/الإرسال المزدوج بموجات مختلفة) أو على ألياف منفصلة مكوناتها (الإرسال وحيد الاتجاه).

فإذا كانت هناك حاجة إلى موصلات إضافية أو أجهزة منفعلة أخرى لإعادة ترتيب شبكة توزيع بصرية فسوف توضع بين S وR وسوف يراعى فقدانها في أي حسابات الفقدان البصري.

وتوفر شبكة التوزيع البصرية مسيراً بصرياً واحداً أو أكثر فيما بين انتهائية خط بصري ووحدة شبكة بصرية واحدة أو أكثر ويحدد كل مسير بصري فيما بين النقاط المرجعية في نافذة نوعية لطول الموجة.

وتحدد السطوح البينية البصرية التالية في الشكل 5:

- السطوح البينية البصرية O_{ru} وO_{rd} عند النقطة المرجعية R/S بين وحدة شبكة بصرية وشبكة توزيع بصرية للاتجاهين الصعودي والهبوطي على التوالي.
- السطوح البينية البصرية O_{lu} وO_{ld}عند النقطة المرجعية S/R بين انتهائية خط بصري وشبكة التوزيع البصرية للاتجاهين الصعودي والهبوطي على التوالي.

وقد تتطلب السطوح البينية، عند الطبقة المادية، أكثر من ليف واحد مثل لفصل اتجاهات الإرسال أو أنواعاً مختلفة من الإشارات (الخدمات) ويتضمن القسم 8 مواصفات السطوح البينية البصرية O_{ru}، O_{rd}، O_{lu}، O_{ld}. وسوف تمكن الخصائص البصرية لشبكة التوزيع البصرية توفير أي خدمة متوقعة في الوقت الحاضر دون حاجة إلى تعديلات واسعة النطاق لشبكة التوزيع البصرية ذاتها ولهذا المطلب تأثير على خصائص المكونات البصرية المنفعلة التي تشكل شبكة التوزيع البصرية. وفيما يلي تحديد للمتطلبات التي لها تأثير مباشر على الخصائص البصرية لشبكة التوزيع البصرية:

- *شفافية طول الموجة البصرية*: أجهزة مثل أجهزة التفريع البصرية التي لا تهدف إلى أداء أي وظيفة لطول موجة مختار سوف تتمكن من دعم إرسال الإشارات إلى أي طول موجة في نطاقات 1310 nm و1550 nm.
- *التبادلية*: انعكاسية منفذي الدخل والخرج لن تتسبب في أية تغييرات كبيرة في الفقدان البصري من خلال الأجهزة.
- *مواءمة الألياف*: جميع المكونات البصرية سوف تتواءم مع الألياف وحيدة الأسلوب على النحو الوارد في التوصية ITU-T G.652.

1.2.6.5 حسابات الخسارة في نموذج شبكة التوزيع البصرية

يرد وصف لذلك في التوصية ITU-T G.982.

2.2.6.5 تقنية حسابات الخسارة في نموذج شبكة التوزيع البصرية

يرد وصف لذلك في التوصية ITU-T G.982.

6 الخدمات

يمكن أن يقدم نظام نفاذ بهذه السرعة الكبيرة كامل الخدمات المعروفة حالياً والجديدة التي تجري مناقشتها للمشتركين المقيمين والعملاء من رجال الأعمال. وهنا يتعين مراعاة استقلالية خدمة نظام الإرسال.

وتغطي هذه الخدمات طائفة عريضة من متطلبات الشبكات مثل معدل البتات، والتناظر واللاتناظر والمهلة والنطاق من التوزيع الفيديوي بدرجات متباينة من التفاعل إلى النقل الإلكتروني للبيانات، والتوصيل البيني للشبكة المحلية، والمسيرات التقديرية الشفافة وما إلى ذلك.

والخدمات النوعية التي يتعين تقديمها أكثر وضوحاً لبعض المشغلين حيث يعتمد ذلك اعتماداً كبيراً على الظروف التنظيمية المعينة لأسواق المشغلين المختلفة فضلاً عن إمكانيات السوق ذاتها. وكيفية تقديم هذه الخدمات بطريقة تحقق مردودية تكاليفها وظيفة لا تقتصر على الظروف القانونية فحسب بل وعلى عوامل أخرى من بينها البنية التحتية للاتصالات القائمة، وانتشار المساكن وخليط العملاء في المنازل ورجال الأعمال.

وعلى الرغم من هذه الخلفية المتباينة للأسواق، هناك بعض الخصائص التي لوحظت باعتبارها مشتركة بين جميع الأطراف ويمكن إيجاز هذه العوامل فيما يلي:

- تتطلب بعض الخدمات معدلات بتات أعلى من تلك التي تدعمها شبكات المهاتفة العمومية التبديلية والشبكات الرقمية متكاملة الخدمات الأساسية، ويمكن توفير معدلات البتات هذه على أحسن وجه على الألياف المعتمدة على شبكات الألياف المهجنة.
- مع تطور الخدمات وإدخال خدمات جديدة، سوف يزيد عرض النطاق ومتطلبات الإدارة ويتطلب ذلك شبكة نفاذ تكون مرنة وقابلة للارتقاء بشدة.

7 السطح البيني لشبكة المستعمل والسطح البيني لعقدة الخدمة

يظهر موقع السطح البيني لشبكة المستعمل (UNI) والسطح البيني لعقدة الشبكة (SNI) بصورة أولية في التشكيلة المرجعية (انظر الجدول 1).

الجدول G.983.1/1 – السطح البيني لشبكة المستعمل والسطح البيني لعقدة الخدمة

نوع الخدمة	معيار السطح البيني لشبكة المستعمل	معيار السطح البيني لعقدة الخدمة
محددة في التوصية ITU-T G.982	التوصية ITU-T G.902	التوصية ITU-T G.902
– نظام فيديوي رقمي عريض النطاق – خدمات متعددة الوسائط – خط مؤجر في مسير تقديري – قناة تقديرية مبدلة بأسلوب النقل اللاتزامني	التوصية ITU-T I.432.x المعيار IEEE 802.3	التوصية ITU-T G.967.1 التوصية ITU-T G.967.2

8 متطلبات الشبكة البصرية

1.8 بنية الشبكة البصرية بحسب الطبقات

تعتمد البنية بالطبقات على التوصية ITU-T G.982. وتشير شبكة التوزيع البصرية إلى شبكة التوزيع الرقمية المعتمدة على المقسمات البصرية المنفعلة ومكونات التفريع. وشبكة النفاذ البصرية عبارة عن نظام يقع بين النقطتين المرجعيتين "V" و"T" (الشكل 2). وقد تكون لوحدة الشبكة البصرية وظيفة تكييفية لإرسال خط للمشترك الرقمي على نحاس إلى العميل، وتدار شبكة النفاذ البصرية باعتبارها عنصراً واحداً من خلال السطح البيني للإدارة Q3.

وينقسم النموذج المرجعي للبروتوكول إلى وسيط مادي وتقارب الإرسال وطبقة مسير (انظر التوصيات ITU-T G.902، I.326، G.982) وكمثال يرد ATM-PON في الجدول 2. في الشبكة البصرية المتقاربة التزامن بأسلوب النقل اللاتزامني، تقابل طبقة المسير، المسير التقديري في طبقة أسلوب النقل اللاتزامني.

الجدول G.983.1/2 – بنية شبكة بصرية متقاربة التزامن بأسلوب النقل اللاتزامني بحسب الطبقات

طبقة المسير			**يرجع إلى التوصية ITU-T I.732**
طبقة وسيط الإرسال (ملاحظة)	طبقة تقارب الإرسال	التكيف	يرجع إلى التوصية ITU-T I.732
		إرسال الشبكة البصرية المتقاربة التزامن	تحديد المدى توزيع فجوات الخلايا توزيع عرض النطاق الخصوصية والأمن تراصف الرتل تزامن الرشقة تزامن البتات/البايتات
	طبقة الوسيط المادي		تكييف كهربائي بصري تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة توصيل ليف بصري
ملاحظة – يتعين أن توفر طبقة وسيط الإرسال وظائف العمليات والإدارة والصيانة ذات الصلة			

ويجري تقسيم طبقة تقارب الإرسال إلى طبقات نوعية لإرسال PON والتكيف وهو ما يقابل الطبقة الفرعية لتقارب الإرسال في الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات عريضة النطاق في التوصية ITU-T I.321. وتقوم الطبقة الفرعية لإرسال الشبكة البصرية المنفعلة بوظيفة الانتهاء المطلوبة على شبكة التوزيع البصرية ولا تشاهد من الطبقة الفرعية للتكييف.

والطبقتان المرجعيتان هما الطبقة المعتمدة على الوسيط المادي وطبقة تقارب الإرسال استناداً إلى مبادئ بناء الطبقات في التوصية ITU-T G.958.

2.8 متطلبات الطبقة المعتمدة على الوسيط المادي للشبكة البصرية المتقاربة التزامن العاملة بأسلوب النقل اللاتزامني

1.2.8 معدل البتات الاسمي للإشارات الرقمية

ينبغي أن يكون معدل خط الإرسال مضاعف 8 kHz وسيكون لأنظمة B-PON معدلات الخطوط الاسمية (في الاتجاهين الهابط/الصاعد):

- 155,52 Mbit/s/155,52 Mbit/s؛
- 155,52 Mbit/s/622,08 Mbit/s؛
- 622,08 Mbit/s/622,08 Mbit/s؛

- Mbit/s 155,52/Mbit/s 1244,16؛
- Mbit/s 622,08/Mbit/s 1244,16.

وضعت سمات المعلمات التي ينبغي تحديدها على أساس الهبوط والصعود ومعدل البتات الاسمي على النحو الوارد في الجدول 3.

الجدول G.983.1/3 – العلاقة بين فئات المعلمات والجداول

اتجاه الإرسال	معدل البتات الاسمي	الجدول
هبوطاً	Mbit/s 155,52	الجدول 4-b (هبوطاً، Mbit/s 155)
	Mbit/s 622,08	الجدول 4-c (هبوطاً، Mbit/s 622)
	Mbit/s 1244,16	الجدول 4-d (هبوطاً، Mbit/s 1244)
صعوداً	Mbit/s 155,52	الجدول 4-e (صعوداً، Mbit/s 155)
	Mbit/s 155,52	الجدول 4-f (صعوداً، Mbit/s 622)

حددت جميع المعلمات على النحو التالي وفقاً للجدول 4-a (شبكة التوزيع البصرية) والجدول 4-b (Mbit/s 155 هبوطاً) والجدول 4-c (Mbit/s 622 هبوطاً) والجدول 4-d (Mbit/s 1244 هبوطاً) والجدول 4-e (Mbit/s 155 صعوداً) والجدول 4-f (Mbit/s 622 صعوداً) وتسمى هذه الجداول عموماً الجدول 4 في هذه التوصية إذا لم يكن ثمة ما يدعو إلى اللبس.

وجميع قيم المعلمات محددة على أساس قيمة الحالة الأسوأ ويفترض استيفاؤها على نطاق ظروف تشغيل معيارية (أي نطاقات درجات الحرارة والرطوبة) وقد تضم تأثيرات التقادم. وتحدد المعلمات بالنسبة لهدف تصميم القسم البصري في معدل الخطأ في البتات (BER) على أنها ليست أسوأ من 1×10^{-10} بالنسبة للحالة المتطرفة من توهين المسير البصري وظروف التشتت.

الجدول G.983.1/4-a – معلمات الطبقة المعتمدة على الوسيط المادي في شبكة التوزيع البصرية

البنود	الوحدة	المواصفات
نوع الليف	–	التوصية ITU-T G.652
نطاق التوهين (التوصية ITU-T G.982)	dB	الفئة A: 5-20 الفئة B: 10-25 الفئة C: 15-30
فقدان المسار البصري التفاضلي	dB	15
عقوبة قصوى للمسير البصري	dB	1
الوصول الأقصى المنطقي التفاضلي	km	20
الحد الأقصى للمسافة الليفية بين نقطتين R/S وS/R	km	20
معدل الانقسام الأمني المعزز	–	مقيدة بفقدان المسير وحدود معالجة وحدة الشبكة البصرية المتقاربة التزامن مع مقسمات منفصلة (تقسيم 16 أو 32)
الإرسال ثنائي الاتجاه	–	ليف WDM واحد أو ليفان

الجدول G.983.1/4-b – معلمات السطح البيني البصري في اتجاه الهبوط بمعدل 155 Mbit/s

البنود	الوحدة	وحيد الليف		مزدوج الليف	
		مرسل انتهائية الخط البصري (السطح البيني البصري O_{ld})			
معدل بتات اسمي	Mbit/s	155,52		155,52	
طول الموجة العاملة	nm	1580-1480		1360-1260	
شفرة الخط	–	NRZ مع تخليط		NRZ مع تخليط	
قناع مخطط المرسل على شكل عين	–	الشكل 6		الشكل 6	
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول موجة المرسل	dB	لا تنطبق		لا تنطبق	
الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية (ORL) لشبكة التوزيع البصرية عند النقطتين O_{ld} وO_{lu} (الملاحظتان 1 و2)	dB	أكثر من 32		أكثر من 32	
فئة شبكة التوزيع البصرية (ODN)		الفئة B	الفئة C	الفئة B	الفئة C
المتوسط الأدنى للقدرة المطلقة (MIN)	dBm	4–	2–	4–	2–
المتوسط الأقصى للقدرة المطلقة (MAX)	dBm	2+	4+	1+	3+
القدرة البصرية المطلقة دون دخل المرسل	dBm	لا تنطبق		لا تنطبق	
نسبة الخمود	dB	أكثر من 10		أكثر من 10	
التفاوت المسموح به للمرسل لتحمل الطاقة الضوئية	dB	أكثر من –15		أكثر من –15	
أقصى عرض RMS إذا كان ليزر بأسلوب متعدد الطول	nm	1,8		5,8	
أقصى عرض –20 dB إذا كان ليزر بأسلوب وحيد الطول (الملاحظة 3)	nm	1		1	
أدنى نسبة للكبت بأسلوب جانبي لليزر SLM	dB	30		30	
		مستقبل وحدة الشبكة البصرية (السطح البيني البصري O_{rd})			
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول موجة المستقبل	dB	أقل من –20		أقل من –20	
معدل الخطأ في البتات	–	أقل من 10^{-10}		أقل من 10^{-10}	
فئة شبكة التوزيع البصرية		الفئة B	الفئة C	الفئة B	الفئة C
الحساسية الدنيا	dBm	30–	33–	30–	33–
الحمولة الزائدة الدنيا	dBm	8–	11–	9–	12–
المناعة الرقمية لبتات متماثلة متتابعة	bit	أكثر من 72		أكثر من 72	
تحمل الارتعاش	–	الشكل 9		الشكل 9	
تحمل القدرة البصرية المنعكسة	dB	أقل من 10		أقل من 10	

الملاحظة 1 – يتعين أن تكون قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة توزيع بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} أكثر من 20 dB في الحالات البصرية التي وصفت في التذييل I.

الملاحظة 2 – يتضمن التذييل II وصفاً لقيم انعكاسية المرسل في وحدة الشبكة البصرية بالنسبة لحالة قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة انتشار بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} تبلغ 20 dB.

الملاحظة 3 – ترد في التوصية G.957 إشارة إلى قيم العرض الأقصى عند –20 dB ومعدل الكبت الأدنى بأسلوب جانبي.

الجدول G.983.1/4-c – معلمات السطح البيني البصري في اتجاه الهبوط بمعدل 622 Mbit/s

البنود	الوحدة	وحيد الليف			مزدوج الليف		
		مرسل انتهائية الخط البصري (السطح البيني البصري O_{ld})					
معدل بتات اسمي	Mbit/s	622,08			622,08		
طول الموجة العاملة	nm	1580-1480			1360-1260		
شفرة الخط	–	NRZ مع تخليط			NRZ مع تخليط		
قناع مخطط المرسل على شكل عين	–	الشكل 6			الشكل 6		
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول موجة المرسل	dB	لا تنطبق			لا تنطبق		
الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة التوزيع البصرية (الملاحظتان 1 و2)	dB	أكثر من 32			أكثر من 32		
فئة شبكة التوزيع البصرية (ODN)		الفئة A	الفئة B	الفئة C	الفئة A	الفئة B	الفئة C
المتوسط الأدنى للقدرة المطلقة (MIN)	dBm	7–	2–	2–	7–	2–	2–
المتوسط الأقصى للقدرة المطلقة (MAX)	dBm	1–	4+	4+	2–	3+	3+
القدرة البصرية المطلقة دون دخل المرسل	dBm	لا تنطبق			لا تنطبق		
نسبة الخمود	dB	أكثر من 10			أكثر من 10		
التفاوت المسموح به للمرسل لتحمل الطاقة الضوئية	dB	أكثر من –15			أكثر من –15		
أقصى عرض RMS إذا كان ليزر بأسلوب متعدد الطول	nm	لا تنطبق			1,4		
أقصى عرض –20 dB إذا كان ليزر بأسلوب وحيد الطول (الملاحظة 3)	nm	1			1		
أدنى نسبة للكبت بأسلوب جانبي لليزر SLM	dB	30			30		
		مستقبل وحدة الشبكة البصرية (السطح البيني البصري O_{rd})					
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول موجة المستقبل	dB	أقل من –20			أقل من –20		
معدل الخطأ في البتات	–	أقل من 10^{-10}			أقل من 10^{-10}		
فئة شبكة التوزيع البصرية		الفئة B		الفئة C		الفئة B	الفئة C
الحساسية الدنيا	dBm	28–		33–		28–	33–
الحمولة الزائدة الدنيا	dBm	6–		11–		7–	12–
المناعة الرقمية لبتات متماثلة متتابعة	bit	أكثر من 72			أكثر من 72		
تحمل الارتعاش	–	الشكل 9			الشكل 9		
تحمل القدرة البصرية المنعكسة	dB	أقل من 10			أقل من 10		

الملاحظة 1 – يتعين أن تكون قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة توزيع بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} أكثر من 20 dB في الحالات البصرية التي وصفت في التذييل I.

الملاحظة 2 – يتضمن التذييل II وصفاً لقيم انعكاسية المرسل في وحدة الشبكة البصرية بالنسبة لحالة قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة انتشار بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} تبلغ 20 dB.

الملاحظة 3 – ترد في التوصية G.957 إشارة إلى قيم العرض الأقصى عند –20 dB ومعدل الكبت الأدنى بأسلوب جانبي.

الجدول G.983.1/4-d – معلمات السطح البيني البصري في اتجاه الهبوط بمعدل 1244 Mbit/s

البنود	الوحدة	وحيد الليف			مزدوج الليف		
		مرسل OLT (السطح البيني البصري O_{ld})					
معدل بتات اسمي	Mbit/s	1244,16			1244,16		
طول الموجة العاملة	nm	1500-1480			1360-1260		
شفرة الخط	–	NRZ مع تخليط			NRZ مع تخليط		
قناع مخطط المرسل على شكل عين	–	الشكل 6			الشكل 6		
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول الموجة المرسلة	dB	غير منطبقة			غير منطبقة		
الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة التوزيع البصرية في النقطتين O_{lu} وO_{ld} (الملاحظتان 1 و2)	dB	أكثر من 32			أكثر من 32		
فئة شبكة التوزيع البصرية (ODN)	dBm	الفئة A	الفئة B	الفئة C	الفئة A	الفئة B	الفئة C
المتوسط الأدنى للقدرة المطلقة (MIN)	dBm	4–	1+	5+	4–	1+	5+
المتوسط الأقصى للقدرة المطلقة (MAX)	dBm	1+	6+	9+	1+	6+	9+
القدرة البصرية المطلقة دون دخل المرسل	dBm	غير منطبقة			غير منطبقة		
نسبة الخمود	dB	أكثر من 10			أكثر من 10		
التفاوت المسموح به في المرسل لتحمل الطاقة الضوئية	dB	أكثر من –15			أكثر من –15		
أقصى عرض RMS إذا كان ليزر بأسلوب متعدد الطول	nm	غير منطبق			غير منطبق		
أقصى عرض –20 dB إذا كان ليزر بأسلوب وحيد الطول (الملاحظة 3)	nm	1			1		
أدنى نسبة للكبت بأسلوب جانبي لليزر SLM	dB	30			30		
		مستقبل ONU (سطح بيني بصري O_{rd})					
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول موجة المستقبل	dB	أقل من –20			أقل من –20		
معدل الخطأ في البتات	–	أقل من 10^{-10}			أقل من 10^{-10}		
فئة شبكة التوزيع البصرية (ODN)		الفئة A	الفئة B	الفئة C	الفئة A	الفئة B	الفئة C
الحساسية الدنيا	dBm	25–	25–	26–	25–	25–	25–
الحمولة الزائدة الدنيا (الملاحظة 4)	dBm	4–	4–	4–	4–	4–	4–
المناعة الرقمية لبتات متماثلة متتابعة	بتة	أكثر من 72			أكثر من 72		
تحمل الارتعاش	–	الشكل 9			الشكل 9		
تحمل القدرة البصرية المنعكسة	dB	أقل من 10			أقل من 10		

الملاحظة 1 – يتعين أن تكون قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة توزيع بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} أكثر من 20 dB في الحالات البصرية التي وصفت في التذييل I.

الملاحظة 2 – يتضمن التذييل II وصفاً لقيم انعكاسية المرسل في وحدة الشبكة البصرية بالنسبة لحالة قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة انتشار بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} تبلغ 20 dB.

الملاحظة 3 – ترد في التوصية G.957 إشارة إلى قيم العرض الأقصى عند –20 dB ومعدل الكبت الأدنى بأسلوب جانبي.

الملاحظة 4 – بما أنه يشترط مقدار –6 dBm من الحمولة الزائدة لتوفير الفئة C للشبكة ODN، فقد تم اختيار قيمة –4 dBm للحمولة الزائدة من أجل توحيد المستقبل ONU في جميع فئات الشبكة ODN.

الجدول G.983.1/4-e – معلمات السطح البيني البصري في اتجاه الصعود بمعدل 155 Mbit/s

البنود	الوحدة	وحيد الليف		مزدوج الليف	
		مرسل ONU (السطح البيني البصري O_{ru})			
معدل بتات اسمي	Mbit/s	155,22		155,22	
طول الموجة العاملة	nm	1360-1260		1360-1260	
شفرة الخط	–	NRZ مع تخليط		NRZ مع تخليط	
قناع مخطط المرسل على شكل عين	–	الشكل 7		الشكل 7	
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول الموجة المرسلة	dB	أقل من –6		أقل من –6	
الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة التوزيع البصرية في النقطتين O_{ru} وO_{rd} (الملاحظتان 1 و2)	dB	أكثر من 32		أكثر من 32	
فئة شبكة التوزيع البصرية (ODN)	dBm	الفئة B	الفئة C	الفئة B	الفئة C
المتوسط الأدنى للقدرة المطلقة (MIN)	dBm	4–	2–	4–	2–
المتوسط الأقصى للقدرة المطلقة (MAX)	dBm	2+	4+	1+	3+
القدرة البصرية المطلقة دون دخل المرسل	dBm	أقل من الحساسية الدنيا –10		أقل من الحساسية الدنيا –10	
نسبة الخمود	dB	أكثر من 10		أكثر من 10	
التفاوت المسموح به في المرسل لتحمل الطاقة الضوئية	dB	أكثر من –15		أكثر من –15	
أقصى عرض RMS إذا كان ليزر بأسلوب متعدد الطول	nm	5,8		5,8	
أقصى عرض –20 dB إذا كان ليزر بأسلوب وحيد الطول (الملاحظة 3)	nm	1		1	
أدنى نسبة للكبت بأسلوب جانبي لليزر SLM	dB	30		30	
نقل الارتعاش	–	الشكل 8		الشكل 8	
توليد الارتعاش من 0,5 kHz إلى 1,3 MHz	UI p-p	0,2		0,2	
		مستقبل الانتهائية OLT (سطح بيني بصري O_{lu})			
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول موجة المستقبل	dB	أقل من –20		أقل من –20	
معدل الخطأ في البتات	–	أقل من 10^{-10}		أقل من 10^{-10}	
فئة شبكة التوزيع البصرية (ODN)		الفئة B	الفئة C	الفئة B	الفئة C
الحساسية الدنيا	dBm	30–	33–	30–	33–
الحمولة الزائدة الدنيا	dBm	8–	11–	9–	12–
المناعة الرقمية لبتات متماثلة متتابعة	بتة	أكثر من 72		أكثر من 72	
تحمل الارتعاش	–	لا ينطبق		لا ينطبق	
تحمل القدرة البصرية المنعكسة	dB	أقل من 10		أقل من 10	

الملاحظة 1 – يتعين أن تكون قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة توزيع بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} أكثر من 20 dB في الحالات البصرية التي وصفت في التذييل I.

الملاحظة 2 – يتضمن التذييل II وصفاً لقيم انعكاسية المرسل في وحدة الشبكة البصرية بالنسبة لحالة قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة انتشار بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} تبلغ 20 dB.

الملاحظة 3 – ترد في التوصية G.957 إشارة إلى قيم العرض الأقصى عند –20 dB ومعدل الكبت الأدنى بأسلوب جانبي.

الجدول G.983.1/4-f – معلمات السطح البيني البصري في اتجاه الصعود بمعدل 622 Mbit/s

البنود	الوحدة	وحيد الليف		
		مرسل ONU (سطح بيني بصري O_{ru})		
معدل بتات اسمي	Mbit/s	622,08		
طول الموجة العاملة (الملاحظة 3)	nm	MLM type 1 or SLM: 1260-1360 MLM type 2: 1280-1350 MLM type 3: 1288-1338		
شفرة الخط	–	NRZ مع تخليط		
قناع مخطط المرسل على شكل عين	–	الشكل 7		
الإنعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول موجة المرسل	dB	أقل من –6		
الحد الأقصى لفقدان العودة البصرية لشبكة التوزيع البصرية في النقطتين O_{ld} وO_{lu} (الملاحظتان 1 و2)	dB	أكثر من 32		
فئة شبكة التوزيع البصرية (ODN)		الفئة A	الفئة B	الفئة C
المتوسط الأدنى للقدرة المطلقة (MIN)	dBm	6–	1–	1–
المتوسط الأقصى للقدرة المطلقة (MAX)	dBm	1–	4+	4+
القدرة البصرية المطلقة دون دخل المرسل	dBm	أقل من الحساسية الدنيا –10		
نسبة الخمود	dB	أكثر من 10		
التفاوت المسموح به في المرسل لتحمل الطاقة الضوئية	dB	أكثر من –15		
أقصى عرض RMS إذا كان ليزر بأسلوب متعدد الطول (الملاحظة 3)	nm	MLM type 1: 1,4 MLM type 2: 2,1 MLM type 3: 2,7		
أقصى عرض –20 dB إذا كان ليزر بأسلوب وحيد الطول (الملاحظة 4)	nm	1		
أدنى نسبة للكبت بأسلوب جانبي لليزر SLM	dB	30		
نقل الارتعاش	–	الشكل 8		
توليد الارتعاش من 2,0 kHz إلى 5,0 MHz	UI p-p	0,2		
		مرسل OLT (سطح بيني بصري O_{lu})		
الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول الموجة المرسلة	dB	أقل من –20		
معدل الخطأ في البتات	–	أقل من 10^{-10}		
فئة شبكة التوزيع البصرية (ODN) (الملاحظة 5)		الفئة A	الفئة B	الفئة C
الحساسية الدنيا	dBm	27–	27–	32–
الحمولة الزائدة الدنيا	dBm	6–	6–	11–
المناعة الرقمية لبتات متماثلة متتابعة	bits	أكثر من 72		
تحمل الارتعاش	–	لا ينطبق		
تحمل القدرة البصرية المنعكسة	dB	أقل من 10		

الجدول G.983.1/4-f – معلمات السطح البيني البصري في اتجاه الصعود بمعدل 622 Mbit/s

الملاحظة 1 – يتعين أن تكون قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة توزيع بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} أكثر من 20 dB في الحالات البصرية التي وصفت في التذييل I.
الملاحظة 2 – يتضمن التذييل II وصفاً لقيم انعكاسية المرسل في وحدة الشبكة البصرية بالنسبة لحالة قيمة الحد الأدنى لفقدان العودة البصرية لشبكة انتشار بصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{lu} وO_{ld} تبلغ 20 dB.
الملاحظة 3 – يسمح لأنماط المرسلات ذات مواصفات عرض الطيف الأضيق بأمدية طول موجة مركزية أكبر. وتنتج أنواع الليزر المحددة أقل من 1 dB كجزاء المسير البصري في الشبكة ODN. يمكن استبدال الليزر ذي المعلمات البصرية المختلفة شريطة (1) ألا يتجاوز مدى طول الموجات الكلي 1260-1360 nm، (2) وألا يعوض عن أي زيادة جزاء مسير بصري فوق 1 dB بزيادة القدرة الدنيا المرسلة أو بتخفيض الحساسية الدنيا للمستقبل. ويوصى لأغراض التشغيل البيني بأنواع الليزر المحددة ذات جزاء مسير بصري أقل من 1 dB.
الملاحظة 4 – ترد في التوصية G.957 إشارة إلى قيم العرض الأقصى عند –20 dB ومعدل الكبت الأدنى بأسلوب جانبي.
الملاحظة 5 – القيم المقترحة للفئة C في الاتجاه الصاعد هي الأفضل. غير أنها قد تخضع للتغيير لاحقاً.

2.2.8 الوسائط المادية وطريقة الإرسال

1.2.2.8 وسائط الإرسال

تعتمد المواصفات على الألياف المشار إليها في التوصية ITU-T G.652.

2.2.2.8 اتجاه الإرسال

ترسل الإشارة في كلا الاتجاهين الصعودي والهبوطي من خلال وسائط الإرسال.

3.2.2.8 تكنولوجيا الإرسال

يتوافق الإرسال ثنائي الاتجاه إما بتقنية تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM) في المنطقة 1310 nm والمنطقة 1550 nm على ليف واحد أو ليفين وحيدَيْ الاتجاه في طول الموجة في المنطقة 1310 nm.

3.2.8 معدل البتات

1.3.2.8 الاتجاه الهبوطي

تبلغ نسبة البتات الاسمية الانتهائية للخط البصري إلى إشارة وحدة الشبكة البصرية 155,52 أو 622,08 أو 1244,16 Mbit/s. وعندما تكون انتهائية الخط البصري والنهاية المكتبية في حالة التشغيل العادية، يمكن تتبع هذه النسبة إلى ميقاتية stratum-1 (دقة 1×10^{-11}). وعندما تكون النهاية المكتبية في حالة تشغيل حر، يمكن تتبع نسبة الإشارة الهبوطية إلى ميقاتية stratum-3 (دقة $4,6 \times 10^{-6}$). وعندما تكون انتهائية الخط البصري في حالة تشغيل حر، تكون دقة الإشارة الهابطة هي تلك الخاصة بميقاتية stratum-4 ($3,2 \times 10^{-5}$).

2.3.2.8 الاتجاه الصعودي

تقوم وحدة الشبكة البصرية عندما تكون في إحدى حالاتها التشغيلية ومنح التراخيص، بإرسال إشارة بالمعدل 155,52 أو 622,08 Mbit/s في دقة تعادل تلك الخاصة بالإشارة الهابطة المستقبلة. ولن ترسل وحدة الشبكة البصرية أي إشارات عندما لا تكون في إحدى حالات تشغيلها أو عندما لا تمنح ترخيص.

4.2.8 شفرة الخط

1.4.2.8 الاتجاه الهبوطي

تشفير عدم العودة إلى الصفر.

تحدد طريقة الخلط في مواصفات طبقة تقارب الإرسال (TC).

والمبدأ المستخدم للسوية المنطقية البصرية هو كما يلي:

- ارتفاع سوية انبعاث الضوء على "1" اثنيني؛
- انخفاض سوية انبعاث الضوء على "0" اثنيني.

2.4.2.8 الاتجاه الصعودي

تشفير عدم العودة إلى صفر.

تحدد طريقة الخلط في مواصفات طبقة تقارب الإرسال (TC).

المبدأ المستخدم في السوية المنطقة البصرية هو كما يلي:

- ارتفاع سوية انبعاث الضوء في "1" اثنيني؛
- انخفاض سوية انبعاث الضوء في "0" اثنيني.

5.2.8 طول الموجة العاملة

1.5.2.8 الاتجاه الهبوطي

يبلغ نطاق طول الموجة العاملة للاتجاه الهبوطي على نظام يستخدم ليفاً واحداً 1480-1580 nm. ويرجى الانتباه إلى أن التوصية ITU-T G.983.3 تصف خطة طول موجات أكثر اتساعاً؛ مما يحد من مدى الاتجاه الهبوطي لأنظمة الليف الوحيد هذه.

يبلغ نطاق طول الموجة العاملة للاتجاه الهبوطي على نظام يستخدم ليفين 1260-1360 nm.

2.5.2.8 الاتجاه الصعودي

يبلغ نطاق طول الموجة العاملة للاتجاه الصعودي 1260–1360 nm.

6.2.8 المرسل في O_{1d} وO_{ru}

حددت جميع المعلمات على النحو التالي، وسوف تكون وفقاً للجدول 4.

1.6.2.8 نوع المصدر

اعتماداً على خصائص التوهين/التشتت، تشمل أجهزة الإرسال الممكنة أسلوب الطول المتعدد (MLM) الليزري، وأسلوب الطول الأحادي الليزري (SLM). وتبين هذه المواصفات نوع مصدر اسمياً لكل من الاستخدامين. من المفهوم أن الإشارة إلى نوع المصدر الاسمي في هذه المواصفات ليس شرطاً وأن بالإمكان الاستغناء عن أجهزة SLM بالنسبة لأي استخدام يبين MLM كتنوع مصدر عادي دون أي انحطاط لأداء النظام.

2.6.2.8 الخصائص الطيفية

بالنسبة لليزر بأسلوب متعدد الطول (MLM) يحدد العرض الطيفي بواسطة عرض القيمة الفعالة القصوى في ظل ظروف التشغيل المعيارية. ومن المفهوم أن عرض القيمة الفعالة القصوى يقابل الانحراف المعياري للانتشار الطيفي. وينبغي لطريقة قياس أعراض القيمة الفعالة أن تراعي جميع الأساليب التي لا تزيد عن 20 dB عن أسلوب الذروة.

وبالنسبة لليزر بأسلوب أحادي الطول (SLM)، يحدد العرض الطيفي الأقصى بواسطة العرض الكامل الأقصى لذروة طول الموجة المركزية 20 dB عن المقدرة القصوى لطول الموجة المركزية في ظل ظروف التشغيل المعيارية. وعلاوة على ذلك، جرى تحديد القيمة الدنيا لنسبة الكبت باستخدام أسلوب جانب الليزر من أجل التحكم في ضوضاء تقسيم الأسلوب في أنظمة بأسلوب أحادي الطول.

3.6.2.8 متوسط القدرة المطلقة

متوسط القدرة المطلقة عند نقطتي O_{1d} وO_{ru} هو متوسط قدرة تتبع البيانات شبه العشوائي مقترناً بالألياف من المرسل. ويقدم على أنه نطاق للسماح ببعض ترشيد التكاليف لتغطية جميع فرص السماح في العمليات في ظل ظروف التشغيل المعيارية أو انحطاط موصل المرسل، وقياس التحمل وتأثيرات التقادم.

والرقم الأدنى هو القدرة الدنيا التي ستقوم في حالات O6 وO7 وO8 والأعلى هو القدرة التي لن يتم تجاوزها أبداً في حالات O6، O7، O8. وفي حالات قياس المدى: الحالة O4 (بالنسبة لبدء القدرة البصرية فقط). قد تقل القدرة عن القدرة الدنيا المطلقة المحددة ولن تستطيع أن تتجاوز القدرة القصوى المطلقة المحددة بأكثر من 3 dB.

ملاحظة – بالنسبة لدقة القياس، ينبغي التزام جانب الحرص فيما يتعلق بطريقة خرج إشارة البث من وحدة الشبكة البصرية.

1.3.6.2.8 القدرة البصرية المطلقة دون دخل في المرسل

لا يطلق مرسل وحدة الشبكة البصرية، في الاتجاه الصاعد، أية قدرة في الألياف في جميع فجواتها التي لم تخصص لتلك الوحدة. ولن تطلق وحدة الشبكة البصرية أية قدرة خلال دخولها وقت الحراسة الفجوات المخصصة لها باستثناء البتتين الأخيرتين اللتين يمكن استخدامهما في الاستقطاب الليزري المسبق، والبتة التي تعقب الخلية المخصصة مباشرة التي ينخفض خلالها الخرج إلى الصفر. وينبغي أن تكون سوية القدرة المطلقة خلال الاستقطاب الليزري المسبق أقل من 0,1 من سوية الواحد.

4.6.2.8 معدل الإنهاء الأدنى

طبق المبدأ التالي بالنسبة للسوية المنطقية البصرية:

- ارتفاع سوية انبعاث الضوء بالنسبة للنقطة المنطقية "1"؛
- انخفاض سوية انبعاث الضوء بالنسبة للنقطة المنطقية "صفر".

ويعرف معدل الإنهاء على النحو التالي:

$$EX = 10 \log_{10} (A/B)$$

حيث تمثل A متوسط سوية القدرة البصرية عند مركز النقطة المنطقية "1" وB متوسط سوية القدرة البصرية عند مركز النقطة المنطقية "صفر".

ويطبق معدل الإنهاء الخاص بالاتجاه الصعودي لإشارة أسلوب البث لتشكيل أول بتة في الديباجة إلى آخر بتة في إشارة البث بالكامل ولن يسري ذلك على إجراء إقامة القدرة البصرية (راجع 2.4.4.8 "أجزاء قياس تحديد المدى في وحدة الشبكة البصرية").

5.6.2.8 الانعكاسية القصوى للتجهيز مقيسة بطول موجة المرسل

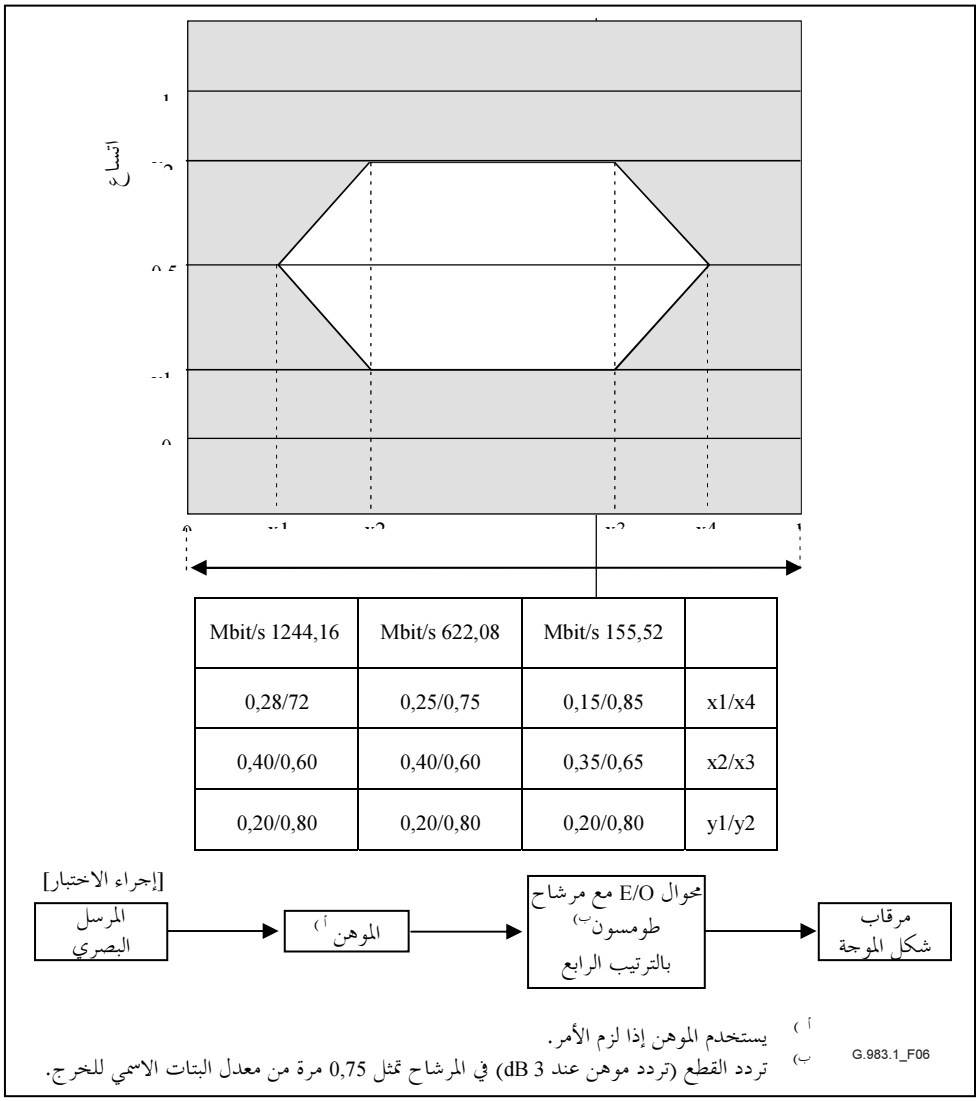
تحدد الانعكاسيات من التجهيز (ONU/OLT) إلى مجموعة الكبلات بأنها الانعكاسية القصوى المسموح بها في التجهيز المقاس عند O_{1d}/O_{ru}، وستكون وفقاً للجدول 4.

6.6.2.8 قناع مخطط المرسل على شكل عين

في هذه المواصفات تحدد خصائص شكل نبضة المرسل الهامة بما في ذلك وقت صعود النبضة ووقت هبوطها وزيادة النبضة وانخفاضها وزيادة التذبذب وكلها عناصر يتعين التحكم فيها لتلافي الانحطاط المفرط في حساسية المستقبل، في قناع مخطط المرسل على شكل عين عند O_{1d}/O_{ru}. ولأغراض تقييم الإشارة العابرة، من المهم النظر لا في فتح العين فقط بل وفي قيود الارتفاع والانخفاض.

1.6.6.2.8 مرسل انتهائية الخط البصري

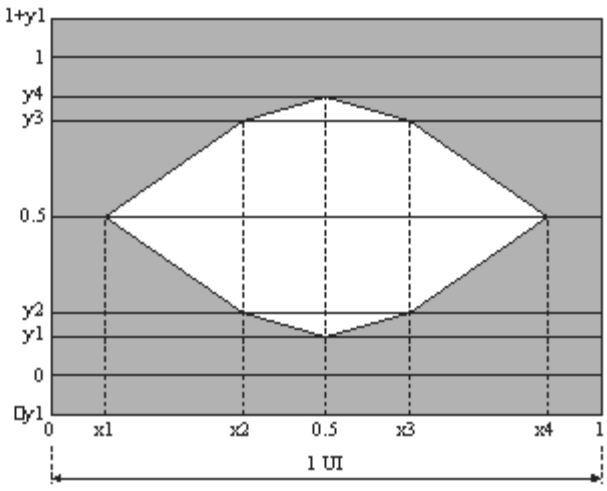
يتضمن الشكل 6 المعلمات التي تحدد قناع المخطط على شكل العين.



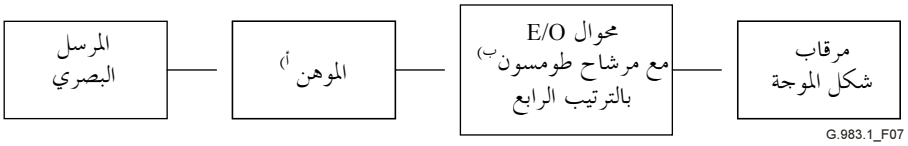
الشكل G.983.1/6 – قناع مخطط على شكل العين لإشارة الإرسال الهابطة

2.6.6.2.8 مرسل وحدة الشبكة البصرية

يتضمن الشكل 7 المعلمات التي تحدد قناع مخطط على شكل العين.



	Mbit/s 155,52	Mbit/s 622,08
x1/x4	0,10/0,90	0,20/0,80
x2/x3	0,35/0,65	0,40/0,60
y1/y4	0,13/0,87	0,15/0,85
y2/y3	0,20/0,80	0,20/0,80



أ) يستخدم الموهن إذا لزم الأمر.

ب) تردد القطع (تردد موهن عند 3 dB) في المرشاح تمثل 0,75 مرة من معدل البتات الاسمي للخرج.

الشكل G.983.1/7 – قناع مخطط على شكل العين لإشارة الإرسال الصاعدة

يطبق قناع مخطط على شكل العين الإشارة بأسلوب البث في الاتجاه الصاعد لتشكيل أول بتة في الديباجة والبتة الأخيرة في إشارة البث بصورة كلية. ولا يسري ذلك على إجراء إقامة القدرة البصرية (يرجى الرجوع إلى 2.4.4.8 "إجراء قياس المدى في وحدة الشبكة البصرية").

7.6.2.8 تحمل القدرة البصرية المنعكسة

يتعين استيفاء أداء المرسل المحدد في وجود سوية الانعكاسية البصرية المحددة في الجدول 4 عند S.

7.2.8 المسير البصري بين O_{ld}/O_{ru} وO_{rd}/O_{ru}

1.7.2.8 مدى التوهين

تتحدد ثلاث فئات لمدى التوهين على النحو الوارد في التوصية ITU-T G.982:

- dB 20-5: الفئة A؛
- dB 25-10: الفئة B؛
- dB 30-15: الفئة C.

يفترض أن تكون مواصفات التوهين هي قيم الحالة الأسوأ بما في ذلك الخسارة نتيجة للجدالة والموصلات والموهنات البصرية (إذا استخدمت) أو غير ذلك من الأجهزة البصرية المنفعلة وأي هامش كبلي إضافي لتغطية عمليات السماح لما يلي:

1) التعديلات على تشكيلة الكبل في المستقبل (جدالات إضافية، وزيادة أطوال الكبل وغير ذلك)؛

2) تباينات أداء الكبل الليفي نتيجة لعوامل بيئية؛

3) انحطاط أي موصل، موهنات بصرية (إذا استخدمت) أو غير ذلك من الأجهزة البصرية المنفعلة بين النقطة S والنقطة R لدى تقديمها.

2.7.2.8 الخسارة الدنيا للعودة البصرية في مجموعة الكبلات عند النقطة R/S بما في ذلك أي موصلات

سوف تكون مواصفات الخسارة الدنيا للعودة البصرية الشاملة عند النقطة R/S في شبكة التوزيع البصرية أفضل من 32 dB.

وسوف تكون مواصفات الخسارة الدنيا للعودة البصرية عند النقطة S في شبكة التوزيع البصرية أفضل من 20 dB. ويبين التذييل I الحالات البصرية.

ملاحظة – تتحكم الانعكاسية الشاملة عند النقطة S/R في شبكة التوزيع البصرية في الموصلات البصرية في رتل التوزيع البصري (ODF). وتبلغ الانعكاسية القصوى للعنصر المنفصل الواحد في التوصية ITU-T G.982 –35 dB. وتؤدي الانعكاسية من موصلات رتل التوزيع البصري إلى الرقم –32 dB غير أنه استناداً إلى نموذج شبكة أخرى، قد تصبح الانعكاسية الشاملة أسوأ من –32 dB.

3.7.2.8 الانعكاسية القصوى المنفصلة بين النقطتين S وR

سوف تكون جميع الانعكاسيات المنفصلة من شبكة التوزيع البصرية أعلى من –35 dB المحددة في التوصية ITU-T G 982.

4.7.2.8 التشتت

يضم الجدول 4 القيم القصوى للتشتت (ps/nm) في الأنظمة التي تعتبر محدودة نتيجة للتشتت. وتتسق هذه القيم مع قيم جزاء المسير البصري المحددة. وتراعي نوع المرسل المحدد ومعامل تشتت الألياف فوق مدى طول الموجة العاملة.

ولكن الأنظمة التي تكون محدودة نتيجة للتوهين لا تملك قيم تشتت قصوى محدودة وترد في الجدول 4 تحت مدخل "لا ينطبق".

8.2.8 المستقبل عند O_{rd} وO_{lu}

حددت جميع المعلمات على النحو التالي، وسوف تكون وفقاً للجدول 4.

1.8.2.8 الحساسية الدنيا

تتحدد حساسية المستقبل بأنها الحد الأدنى للقيمة المقبولة لقدرة المستقبل المتوسطة عند النقطة R لتحقيق معدل خطأ في البتات قدره 10^{-10}. وتراعى عقوبات القدرة الناجمة عن استخدام المرسل في ظل ظروف التشغيل المعيارية مع قيم الحالة الأسوأ الخاصة بنسبة الخمود وأوقات ارتفاع النبضة وانخفاضها، والخسارة البصرية عند العودة عند النقطة S، وانحطاط موصل المستقبل، وتحمل القياسات. ولا تشمل حساسية المستقبل عقوبات قدرة مرتبطة بالتشتت والارتعاش أو الانعكاسية من المسير البصري. ويرد تحديد هذه التأثيرات بصورة منفصلة في توزيع عقوبة المسير البصري و لم تحدد تأثيرات التقادم بصورة منفصلة بالنظر إلى أنها مسألة تتعلق عادة بمورد مقدم الشبكة وصانع التجهيز.

2.8.2.8 الحمولة النافعة الدنيا

الحمولة النافعة للمستقبل هي القيمة القصوى المقبولة لمتوسط القدرة المستقبلة عند النقطة R لتحقيق معدل الخطأ في البتات قدره 10^{-10}. وينبغي أن يكون للمستقبل بعض القدرة لمواجهة الزيادة في سوية القدرة البصرية نتيجة البدء أو لاحتمال التصادم خلال قياس المدى الذي لا يمكن ضمان أن يكون معدل الخطأ في البتات فيه 10^{-10}.

3.8.2.8 العقوبة القصوى لمسير بصري

يتعين على المستقبل أن يتحمل عقوبة مسير بصري لا تتجاوز 1 dB لمراعاة الانحطاطات الناجمة عن الانعكاسات، والتداخل بين الرموز، وضوضاء تقسيم الأسلوب، وزقزقة الليزر.

4.8.2.8 الانعكاسية القصوى لتجهيزات المستقبل مقيسة بطول موجة المستقبل

تحدد الانعكاسات الناتجة عن التجهيزات (وحدة الشبكة البصرية، انتهائية الخط البصري) والعودة إلى مجموعة الكبلات بواسطة الانعكاسية القصوى المسموح بها للتجهيزات مقيسة عند O_{rd}/O_{lu} وسوف تكون وفقاً للجدول 4.

5.8.2.8 فقدان المسير البصري التفاضلي

يعني فقدان المسير البصري التفاضلي الفرق في فقدان المسير البصري بين أعلى وأدنى خسارة له في نفس شبكة التوزيع البصرية. وينبغي أن يكون الفقدان الأقصى للمسير البصري التفاضلي 15 dB.

6.8.2.8 مقدرة استخلاص الميقاتية

ملاحظة: تستخلص ميقاتية إشارة الإرسال الصاعدة بسرعة من العديد من البتات التي تتبدل باستمرار شفرة أو ديباجة النقطة المنطقية الفعالة "1" و"صفر". ويُحتفظ بالميقاتية التي يتم استخلاصها من التمهيد خلال فترة تلقي الإشارة من المحدد على الأقل من خلال نهاية الخلية الصاعدة أو تستخلص باستمرار من الإشارة عبر التمهيد خلال تلقي الخلية.

7.8.2.8 أداء الارتعاش

يعالج هذا القسم الفرعي متطلبات الارتعاش للسطوح البينية البصرية في الشبكة البصرية المنفعلة بأسلوب النقل اللاتزامني.

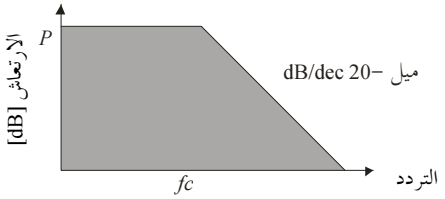
1.7.8.2.8 نقل الارتعاش

تسري مواصفات نقل الارتعاش على وحدة الشبكة البصرية فقط.

وتحدد وظيفة نقل الارتعاش على النحو التالي:

$$\text{نقل الارتعاش} = 20\log_{10}\left[\frac{\text{الارتعاش على إشارة صاعدة } UI}{\text{الارتعاش على إشارة هابطة } UI} \times \frac{\text{معدل البتات الهابطة}}{\text{معدل البتات الصاعدة}}\right]$$

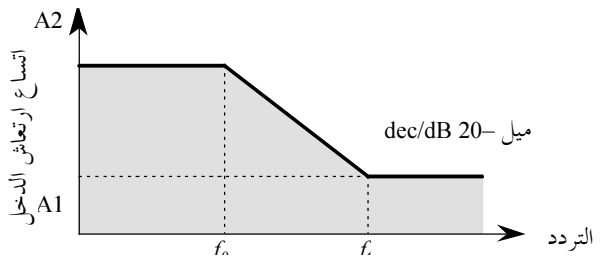
وسوف تكون وظيفة نقل الارتعاش في وحدة الشبكة البصرية تحت المنحني الوارد في الشكل 8 حينما يسري الارتعاش الجيبـــي الداخلي حتى سوية القناع الوارد في الشكل 9 مع المعلمات المحددة في هذا الشكل لكل معدل من معدلات البتات.



	fc[kHz]	*P* [dB]
155,52/155,52	130	0,1
155,52/622,08	500	0,1
155,52/1244,16	1000	0,1
622,08/622,08	500	0,1
622,08/1244,16	1000	0,1

G.983.1_F08

الشكل G.983.1/8 – نقل الارتعاش بالنسبة لوحدة شبكة بصرية



	f_1 [kHz]	f_0 [kHz]	A1 [U1p-p]	A1 [U1p-p]
155,52/155,52	65	6,5	0,075	0,75
155,52/622,08	250	25	0,075	0,75
155,52/1244,16	500	50	0,075	0,75
622,08/622,08	250	25	0,075	0,75
622,08/1244,16	500	50	0,075	0,75

G.983.1_F09

الشكل G.983.1/9 – قناع تحمل الارتعاش في وحدة الشبكة البصرية

2.7.8.2.8 تحمل الارتعاش

يعرف تحمل الارتعاش بأنه قدرة الارتعاش الجيبـــي من ذروة إلى ذروة المطلقة على دخل إشارة شبكة بصرية منفعلة بأسلوب النقل اللاتزامني الذي يتسبب في عقوبة قدرة بصرية تبلغ 1 dB عند التجهيز البصري. ويلاحظ أنها اختبار إجهاد لضمان عدم تكبد أية عقوبة إضافية في ظل ظروف التشغيل.

وتتحمل وحدة الشبكة البصرية، كحد أدنى، ارتعاش الدخل المطبق وفقاً للقناع في الشكل 9 مع المعلمات المحددة في هذا الشكل بالنسبة لكل معدل بتات.

3.7.8.2.8 توليد الارتعاش

تسري مواصفات توليد الارتعاش على وحدة الشبكة البصرية فقط.

ولن تولد أي وحدة شبكة بصرية أكثر من ارتعاش ذروة إلى ذروة 0,2 UI مع عدم تطبيق ارتعاش على الدخل الهابط. ولعرض نطاق القياس للاتجاه الصاعد بمعدل 155,52 Mbit/s مدى يتراوح بين 0,5 kHz إلى 1,3 MHz. أما مدى عرض نطاق القياس للمعدل 622,08 Mbit/s في الاتجاه الصاعد فيتراوح بين 2,0 kHz و5,0 MHz.

8.8.2.8 مناعة الأرقام المتتالية المتطابقة (CID)

تتألف أنماط الاختبار المحددة من فدرات متتالية للبيانات من أربعة أنواع:

أ) جميع 1s (محتوى التوقيت الصفري، وارتفاع متوسط اتساع الإشارة)؛

ب) بيانات شبه عشوائية بمعدل كثافة ملحوظ قدره 1/2؛

ج) جميع 0s (محتوى التوقيت الصفري، انخفاض متوسط اتساع الإشارة)؛

د) فدرة معلومات تتألف من بيتات إجمالية بأسلوب النقل اللاتزامني.

ونمط الاختبار عبارة عن سلسلة من فدرات البيانات تتألف من د)، أ)، ب)، د)، ج)، ب). ويتم إجراء تعادل لمدة فترات محتوى التوقيت الصفري أ) و ج) مع أطول تتابع شبيه بالعناصر، ويجري تحديد مناعة الأرقام المتتالية المتطابقة بحسب هذه المدة.

9.8.2.8 تحمل القدرة المنعكسة

تحمل القدرة المنعكسة هو النسبة المسموح بها بين متوسط القدرة البصرية المنعكسة عند الدخل على مستوى السطح البيني O_{rd} أو O_{1u} ومتوسط القدرة البصرية المنعكسة عندما يعتبر الضوء المتعدد المنعكس ضوء ضوضاء عند السطح البيني O_{rd} أو O_{1u} على التوالي.

ويعرف تحمل القدرة المنعكسة باستعمال الحساسية الدنيا المستقبلة.

10.8.2.8 جودة الإرسال وأداء الخطأ

لتصميم بنية رتل ينبغي مراعاة قوة تسمح بتحمل نسبة خطأ في البتات تبلغ 10^{-6} لإرسال البايتات الرأسية لتجنب هبوط النظام أو فشله. وينبغي النظر إلى خصائص الأخطاء في الطبقة المعتمدة على الوسيط المادي البصري في البيئات الميدانية المحلية وذلك سواء أكان من المطلوب توفير آلية لتصحيح الخطأ أو لا بالنسبة للبايتات الحالية المخزنة عند سوية القسم.
وينبغي أن يكون لمتوسط جودة الإرسال معدل خطأ منخفض للغاية حيث يقل عن 10^{-9} عبر نظام الشبكة البصرية المنفعلة بأكملها، وينبغي أن يكون معدل الخطأ الموضوعي اللازم للمكونات البصرية أفضل من 10^{-10} في الظروف البيئية على النحو المبين في التوصية ITU-T G.957.

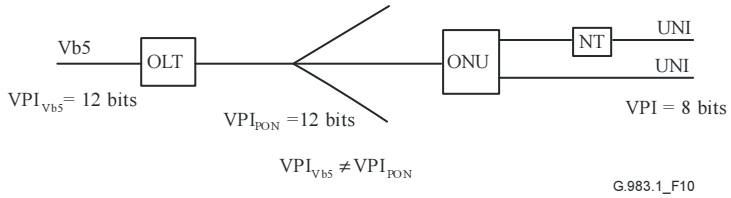
3.8 متطلبات طبقة تقارب الإرسال للشبكة البصرية المنفعلة بأسلوب النقل اللاتزامني

بالنسبة للشبكة البصرية المنفعلة بأسلوب النقل اللاتزامني ATM-PON ترد متطلبات طبقة تقارب الإرسال في الجدول 5.

الجدول G.983.1/5 – متطلبات طبقة تقارب الإرسال

فك اقتران معدل الخلية	التوصية ITU-T I.432.1
تصحيح خطأ حساب التحكم في HEC	التوصية ITU-T I.432.1
العدد الأقصى للمسيرات التقديرية لكل شبكة بصرية منفعلة	4096
قدرة العنونة الدنيا	64 وحدة من وحدات ONU

ملاحظة – يمكن في عنونة الشبكة البصرية المنفعلة استخدام مجال مسير تقديري كامل من 12 بتة في رأسية خلية أسلوب النقل اللاتزامني بالنظر إلى أنه سيستخدم عبر النقطة المرجعية VB5، انظر الشكل 10. ولا يتعين أن تتعادل قيم VB6 على الشبكة البصرية المنفعلة مع قيم VPI عبر النقطة المرجعية VB5 لأنه سيكون لانتهائية الخط البصري وظيفة عبر موصلات المسير التقديري. ويتجنب الحد الذي يصل إلى 4096 مسير تقديري جداول العنونة باهظة التكلفة في وحدة الشبكة البصرية ويمكن من كفاءة استخدام موارد الشبكة البصرية المنفعلة.



الشكل G.983.1/10 – استعمال مسير تقديري على شبكة بصرية منفعلة

1.3.8 الإرسال من نقطة إلى نقاط متعددة على الشبكة البصرية المنفعلة

تبث الإشارة الهابطة إلى جميع وحدات الشبكة البصرية على الشبكة البصرية المنفعلة. وتتحكم انتهائية الخط البصري في كل إرسال صاعد من كل وحدة من وحدات الشبكة البصرية، ويرخص لها بواسطة الإشارة الهابطة عن طريق تقنية النفاذ المتعدد بواسطة تقسيم الزمن.

2.3.8 قدرات الحمولة النافعة القصوى للهبوط والصعود

ينبغي النظر في التقليل إلى أدنى حد ممكن من مجال رأسية رتل الإرسال لزيادة قدرة الحمولة النافعة على الهبوط والصعود إلى أقصى حد.

وينبغي الاحتفاظ بقدرة بتات الخدمة اللازمة لأداء النظام ووظائف العمليات والإدارة والصيانة لتلبية احتياطيات النظام. غير إنه من المتوقع من الناحية النموذجية أن تكون قدرة الحمولة النافعة المعادلة لقدرة VC4 قادرة على دعم الهبوط في نظام ATM-PON إن أمكن.

3.3.8 السطح البيني الهابط

وتشمل قدرات النقل لخلايا أسلوب النقل اللاتزامني خلايا المعلومات وخلايا التشوير وخلايا العمليات والإدارة والصيانة والخلايا غير الموزعة والخلايا المستخدمة في فك ارتباط معدل الخلايا. وتقابل خلايا الحمولة المتبقية عند الطبقة المادية خلايا العمليات والإدارة والصيانة (خلايا PLOAM).

وتبلغ قدرة النقل لسطح بيني معدله 155,52 Mbit/s مقدار 149,97 Mbit/s $\left(\frac{54}{56}\times 1552{,}52\right)$.

وتبلغ قدرة النقل لسطح بيني معدله 622,08 Mbit/s مقدار 599,86 Mbit/s.

وتبلغ قدرة النقل لسطح بيني معدله 1244,16 Mbit/s مقدار 1199,72 Mbit/s.

4.3.8 السطح البيني الصاعد

تشمل الحمولة المتبقية في الطبقة المادية خلايا الطبقة المادية للعمليات والإدارة والصيانة والفجوات الصغيرة في قناة التحكم في النفاذ إلى الوسائط وبايتات الخدمة التي تضاف أمام كل خلية ATM والخلايا أو الفجوات الصغيرة إلى الطبقة المادية للعمليات والإدارة والصيانة (PLOAM).

ولقدرات النقل في السطح البيني بمعدل حدود عليا تبلغ:

- لسطح بيني بمعدل 155,52 Mbit/s مقدار 147,2 Mbit/s $\left(\frac{53}{56}\times 1552{,}52\right)$ ؛
- 588,8 Mbit/s لسطح بيني بمعدل 622,08 Mbit/s. وتوزع بعض عروض النطاق الإضافية بواسطة انتهائية الخط البصري لقناة العمليات والإدارة والصيانة الصاعدة وقناة التحكم في النفاذ إلى الوسائط.

وتتوزع قدرة النقل الصاعدة فيما بين وحدات الشبكة البصرية استناداً إلى عرض النطاق الصاعد المخصص لها.

5.3.8 وظائف تقارب الإرسال الخاصة بالنقل

1.5.3.8 بنية الرتل

تتألف بنية السطح البيني الهابط لكل من 155,52 Mbit/s و622,08 Mbit/s و1244,16 Mbit/s من مسار مستمر من الفجوات الزمنية حيث تحتوي كل فجوة على 53 أثموناً في خلية ATM أو خلية PLOAM.

وتدرج خلية PLOAM كل 28 فجوة زمنية. ويتضمن الرتل الهابط اثنين من خلايا PLOAM، ويبلغ طوله 56 فجوة زمنية في الحالة الهبوطية 155 Mbit/s. وبالنسبة لحالة 622 Mbit/s، فهي تتضمن ثماني خلايا PLOAM بطول 224 فجوة زمنية. أما حالة 1244 Mbit/s فتتضمن ست عشرة خلية PLOAM و488 فجوة زمنية.

وفي الاتجاه الصاعد، يحتوي الرتل على 53 فجوة زمنية تتألف كل منها من 56 أثموناً بالنسبة إلى حالة الصعود بمعدل 155 Mbit/s وعلى 212 فجوة زمنية للمعدل 622,08 Mbit/s. وتطلب انتهائية الخط البصري (OLT) من وحدة من الشبكة البصرية (ONU) تحويل خلية ATM عن طريق تصاريح تنقل بواسطة خلايا PLOAM الهابطة عند مستوى المعدل القابل للبرمجة، تطلب الانتهائية OLT من وحدة ONU تحويل خلية أو طبقة صغيرة PLOAM. ويعتمد معدل الطبقة المادية للعمليات والإدارة والصيانة على الوظيفة اللازمة الواردة في هذه الخلايا ويبلغ المعدل الأدنى للعمليات والإدارة والصيانة لكل وحدة من وحدات الشبكة البصرية خلية واحدة لكل 100 ms. وتحدد الانتهائية OLT عرض النطاق الموزع للفجوات الصغيره الصاعدة.

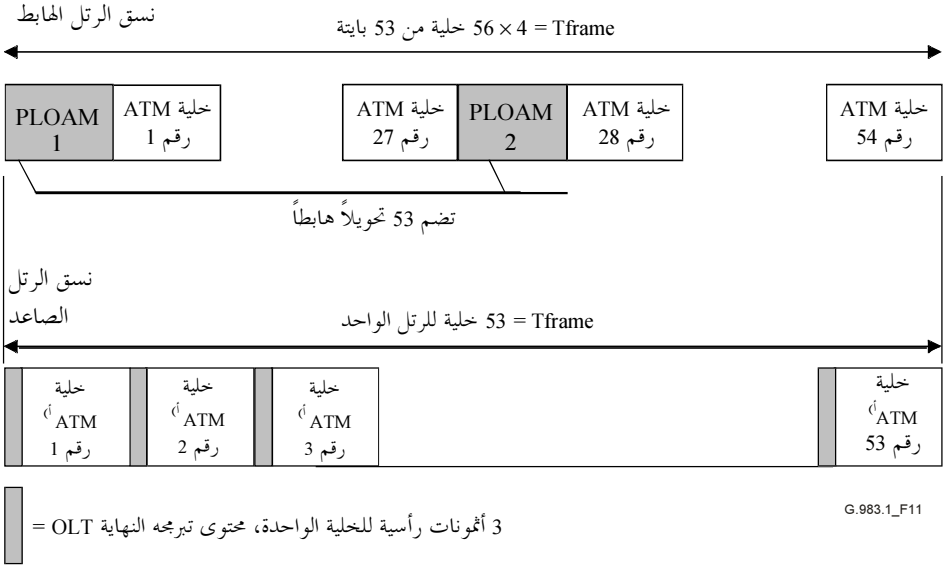
وتستخدم خلايا العمليات والإدارة والصيانة لنقل معلومات الطبقة المادية للعمليات والإدارة والصيانة وعلاوة على ذلك فإنها تحمل التصاريح التي تستخدمها وحدة الشبكة البصرية للنفاذ الصاعد.

وتحتل فجوة مقسمة فجوة زمنية صاعدة بالكامل وتتضمن عدداً من الفجوات الصغيرة من مجموعة وحدات الشبكة البصرية. ويستخدم بروتوكول MAC هذه الفجوات لينقل لانتهائية الخط البصري حالة صفوف وحدات الشبكة البصرية بهدف تنفيذ التوزيع الدينامي لعرض النطاق. ويبقى استعمال هذه الفجوات المقسمة خيارياً.

يتم نقل الأرتال والخلايا والبايتات والبتات الموصوفة بالترتيب الآتي مشيراً إلى ترقيمها: ينقل الرتل في ترتيب صعودي، وتنقل الخلايا داخل الرتل في ترتيب صعودي، وتنقل البايتات داخل الخلية في ترتيب صعودي وداخل البايتة، تنقل أهم البتات أولاً. وأهم بتة في بايتة هي البتة رقم 1. والأقل أهمية هي البتة رقم 8. وعلى ذلك فإن MSB البالغة 0b10101010 مثلاً تعادل 1.

1.1.5.3.8 بنية الرتل للشبكة البصرية المنفعلة بمعدل 155/155 -Mbit/s

يتضمن الشكل 11 بنية الرتل للشبكة البصرية المنفعلة بمعدل 155/155-Mbit/s.



[أ] تضم كل فجوة خلايا ATM خلية PLOAM صاعدة أو فجوة متقاسمة وتتحكم النهاية OLT بمعدل البتات.

ملاحظة – ترسل الخلايا ATM حسب الترتيب التصاعدي.

الشكل G.983.1/11 – نسق الرتل للشبكة البصرية المنفعلة بمعدل 155,52/155,52-Mbit/s

تحتوي بايتات الخدمة الصاعدة على المجالات التالية في الجدول 6.

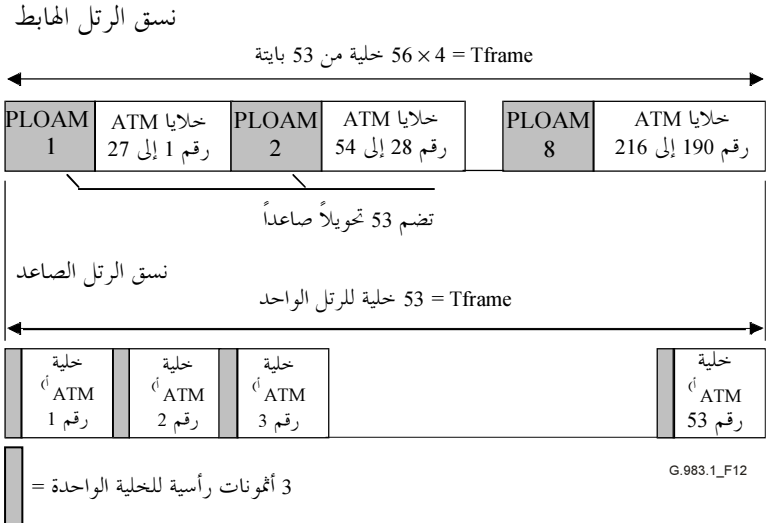
الجدول G.983.1/6 – بايتات الخدمة الصاعدة

المجال	الغرض
وقت الحراسة	يوفر مساحة كافية بين خليتين متتابعتين أو فجوات صغيرة لتجنب التصادم.
التمهيد	استخلاص مرحلة خلية الوصول أو الفجوة الصغيرة ذات الصلة بالتوقيت المحلي لانتهائية الخط البصري.
المحدد	نمط فريد يبين بدء خلية ATM أو الفجوة الصغيرة التي عليها أن تستخدم في أداء تزامن البايتات.

ويبلغ وقت الحراسة الأدنى 4 بتات. ويبلغ طول بايتات الخدمة الإجمالية 24 بتة. ويعتبر طول وقت الحراسة ونمط التمهيد ونمط المحدِّد عناصر قابلة للبرمجة في ظل رقابة انتهائية الخط البصري وتحدد محتويات هذه المجالات من خلال رسالة صعودية ببايتات خدمة في خلايا PLOAM الهابطة.

2.1.5.3.8 بنية الرتل لشبكة بصرية منفعلة بمعدل Mbit/s-155/622

في هذه الحالة يزيد معدل الهبوط مقدار أربع مرات بالضبط. ويرد ذلك في الشكل 12.



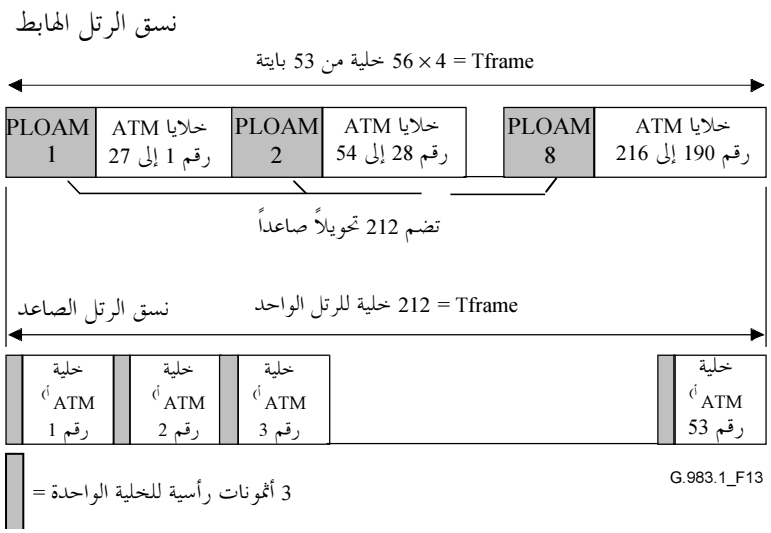
[أ] تضم كل فجوة خلايا ATM خلية PLOAM صاعدة أو فجوة متقاسمة وتتحكم النهاية OLT بمعدل البتات.

ملاحظة – ترسل الخلايا ATM حسب الترتيب التصاعدي.

الشكل G.983.1/12 – نسق رتل لشبكة بصرية منفعلة بمعدل Mbit/s-155,52/622,08

3.1.5.3.8 بنية الرتل للشبكة البصرية المنفعلة بمعدل Mbit/s-622/622

تكون معدلات الخطين الهابط والصاعد في هذه الحالة أعلى بأربعة أضعاف تماماً منه في الحالة التناظرية بمعدل 155 Mbit/s كما يبين الشكل 13.



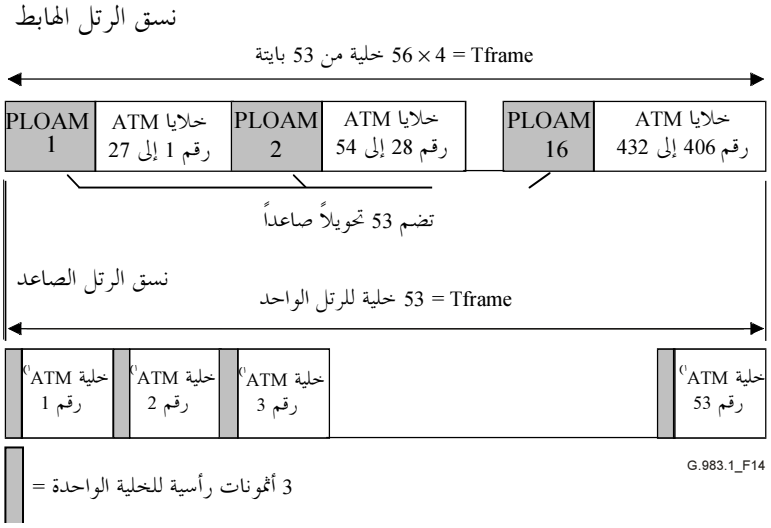
[أ] تضم كل فجوة خلايا ATM خلية PLOAM صاعدة أو فجوة متقاسمة وتتحكم النهاية OLT بمعدل البتات.

ملاحظة – ترسل الخلايا ATM حسب الترتيب التصاعدي.

الشكل G.983.1/13 – نسق رتل لشبكة بصرية منفعلة بمعدل Mbit/s-622,08/622,08

4.1.5.3.8 بنية الرتل للشبكة البصرية المنفعلة بمعدل Mbit/s-155/1244

يكون معدل الخط الهابط أعلى بثمانية أضعاف تماماً منه في الحالة التناظرية بمعدل Mbit/s−155 كما يبين الشكل 14.



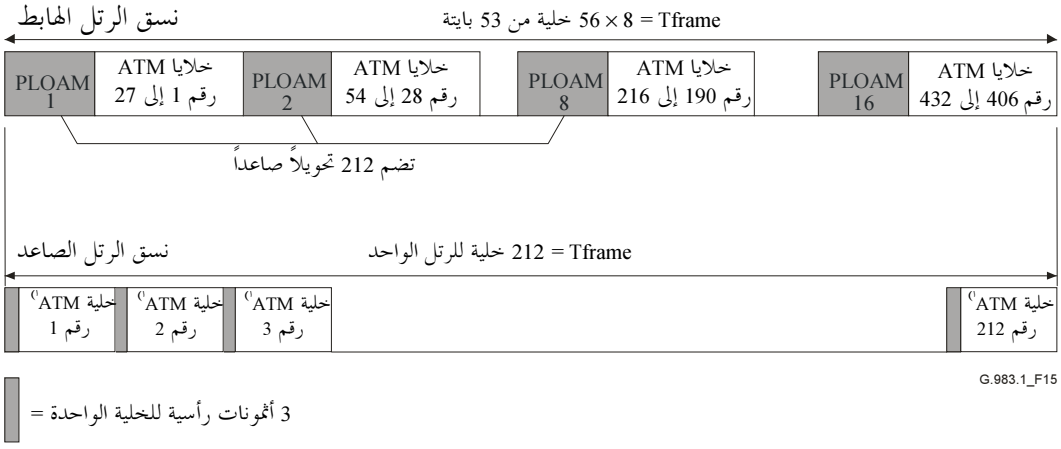
[a] تضم كل فجوة خلايا ATM خلية PLOAM صاعدة أو فجوة متقاسمة وتتحكم النهاية OLT بمعدل البتات.

ملاحظة – ترسل الخلايا ATM حسب الترتيب التصاعدي.

الشكل G.983.1/14 – نسق رتل لشبكة بصرية منفعلة بمعدل Mbit/s-155,52/1244,16

5.1.5.3.8 بنية الرتل للشبكة البصرية المنفعلة بمعدل Mbit/s-622/1244

يكون معدل الخط الهابط أعلى بضعفين تماماً منه في الحالة التناظرية بمعدل Mbit/s-622 كما يبين الشكل 15.



[a] تضم كل فجوة خلايا ATM خلية PLOAM صاعدة أو فجوة متقاسمة وتتحكم النهاية OLT بمعدل البتات.

ملاحظة – ترسل الخلايا ATM حسب الترتيب التصاعدي.

الشكل G.983.1/15 – نسق رتل لشبكة بصرية منفعلة بمعدل Mbit/s-622,08/1244,16

6.1.5.3.8 العلاقة الزمنية برتل الهبوط – الصعود

تبين الأشكال 11 و12 و13 و14 و15 بدء الرتل الهبوطي وبدء الرتل الصعودي متراصفيْن مع بعضهما الآخر لبيان المدة المتساوية للرتلين. غير أنه لم يتحدد الفرق الحقيقي في الطور عند النقطة المرجعية S/R عند OLT أو ONU. والأرجح أن الرتلين سوف يتراصفان مع بعضهما داخل OLT عند نقطة مرجعية تقديرية. وتضمن عملية قياس الأبعاد تراصف الخلايا الصاعدة مع هذا الرتل الصاعد.

فيما يخص الحالات الواردة في الأشكال 11 و12 و14 يدخل ثلاثة وخمسون تصريحاً في الخليتين الأوليين من خلايا PLOAM في الرتل وترقم من 1 إلى 53؛ وفيما يخص الحالات الواردة في الشكلين 13 و15 يدخل 212 تصريحاً في الخلايا PLOAM الثمانية للرتل وترقم من 1 إلى 212. ولضمان بروتوكول TDMA الصاعد الصحيح، تقوم وحدة ONU معالجة بواسطة التصريح X بترتيب هذا التصريح (X–1) فترات الخلية الصاعدة قبيل تطبيق مهلة التعادل على النحو المحدد في بروتوكول قياس الأبعاد.

2.5.3.8 تحديد هوية خلايا الطبقة المادية

تحدد التوصية ITU-T I.361 الأنماط الخاصة لتدفقات PLOAM. ويحدد النمط التالي للمحافظة على ATM-PON (انظر الجدول 7).

الجدول G.983.1/7 – رأسية الطبقة المادية للعمليات والإدارة والصيانة

	الأثمون 1	الأثمون 2	الأثمون 3	الأثمون 4	الأثمون 5
الطبقة المادية لخلية العمليات والإدارة والصيانة لشبكة ATM-PON	0000 0000	0000 0000	0000 0000	0000 1101	التحكم في خطأ الرأسية = شفرة صحيحة 0111 0110
ملاحظة – لا توجد أهمية لأي مجال من هذه المجالات من وجهة نظر طبقة ATM بالنظر إلى أن خلايا الطبقة المادية للإدارة والصيانة لم تمر إلى تلك الطبقة.					

3.5.3.8 بنية الطبقة المادية للعمليات والإدارة والصيانة الهابطة

يبين الجدول 8 محتويات الحمولة النافعة لخلايا PLOAM الهابطة. ويشير العمود الأول والثالث إلى الأرقام الترتيبية لبايتات الحمولة النافعة.

الجدول G.983.1/8 – محتوى الحمولة النافعة لخلايا PLOAM الهابطة

1	IDENT	25	GRANT20
2	SYNC1	26	GRANT21
3	SYNC2	27	CRC
4	GRANT1	28	GRANT22
5	GRANT2	29	GRANT23
6	GRANT3	30	GRANT24
7	GRANT4	31	GRANT25
8	GRANT5	32	GRANT26
9	GRANT6	33	GRANT27
10	GRANT7	34	CRC
11	CRC	35	MESSAGE_PON_ID
12	GRANT8	36	MESSAGE_ID
13	GRANT9	37	MESSAGE_FIELD1
14	GRANT10	38	MESSAGE_FIELD2
15	GRANT11	39	MESSAGE_FIELD3
16	GRANT12	40	MESSAGE_FIELD4

الجدول G.983.1/8 – محتوى الحمولة النافعة لخلايا PLOAM الهابطة

17	GRANT13	41	MESSAGE_FIELD5
18	GRANT14	42	MESSAGE_FIELD6
19	CRC	43	MESSAGE_FIELD7
20	GRANT15	44	MESSAGE_FIELD8
21	GRANT16	45	MESSAGE_FIELD9
22	GRANT17	46	MESSAGE_FIELD10
23	GRANT18	47	CRC
24	GRANT19	48	BIP

ملاحظة: يُقرأ هذا الجدول من اليسار إلى اليمين.

1.3.5.3.8 انتهائية خلية PLOAM

يتم إنهاء خلايا PLOAM عند طبقة تقارب الإرسال الخاص بالنقل في وحدة الشبكة البصرية. وتجري معالجة الحمولة النافعة لخلايا PLOAM ما دامت وحدة الشبكة البصرية متزامنة الرتل ولم تكشف أي OAML أو FRML أو LCD أو LOS. ويجري استبعاد أي خلية مرقمة "خلية ATM رقم 1" حتى "خلية ATM رقم 54" في الشكل 11 أو مرقمة "خلية ATM رقم 1" وحتى "خلية ATM رقم 216" في الشكل 12 أو 13 أو مرقمة "خلية ATM رقم 1" وحتى "خلية ATM رقم 432" في الشكل 14 أو 15 يكون لها رأسية تعادل الرأسية المحددة في خلايا PLOAM عند وحدة الشبكة البصرية في طبقة تقارب الإرسال الخاص بأسلوب النقل اللاتزامني.

2.3.5.3.8 معرفة هوية PLOAM

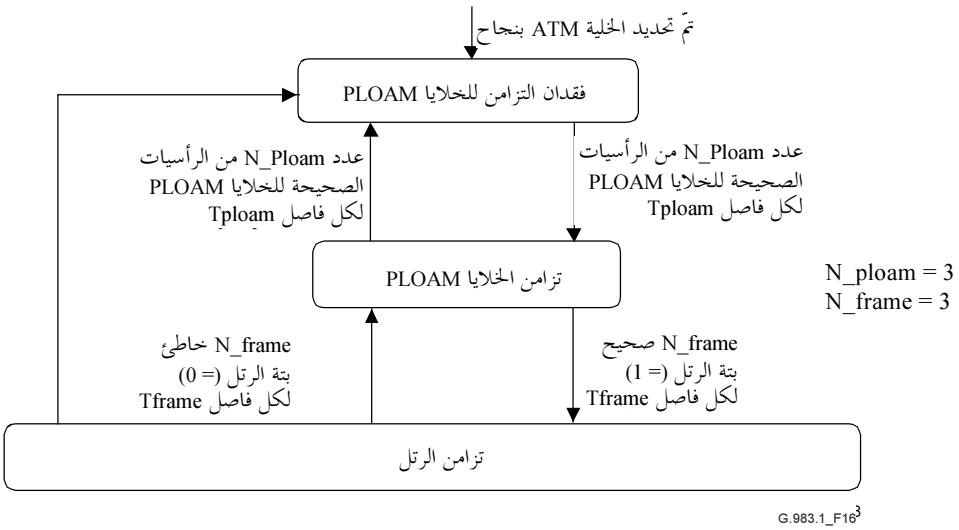
يبين الجدول 9 محتويات بايتة معرفة الهوية

الجدول G.983.1/9 – محتويات مجال IDENT

البتات	النوع	تشفير	
7..1	FU	جميع البتات 0	للاستخدام في المستقبل
8	رتل	X	"1" للخلية الأولى PLOAM لرتل هابط و"0" بالنسبة للأخريات.

3.3.5.3.8 تزامن الرتل

يتعين على وحدة الشبكة البصرية أن تتزامن على الرتل الهابط استناداً إلى بتة الرتل في خلايا PLOAM قبل أن تستطيع النفاذ إلى الوصلة الصاعدة. وما أن يتم تعيين حدود الخلية ATM الهابطة حتى تتزامن وحدة الشبكة البصرية على معدل PLOAM من خلال إيجاد عدد N من رأسيات PLOAM الصحيحة المتوالية (N_ploam) على فترات Tploam. وTploam هي الوقت بين خليتين متناسقتين من PLOAM ثم تزامن على بتات الرتل بإيجاد بتة رتل متوالية N_Frame = 1 على فترة TFrame. ويظهر ذلك في الشكل 16.



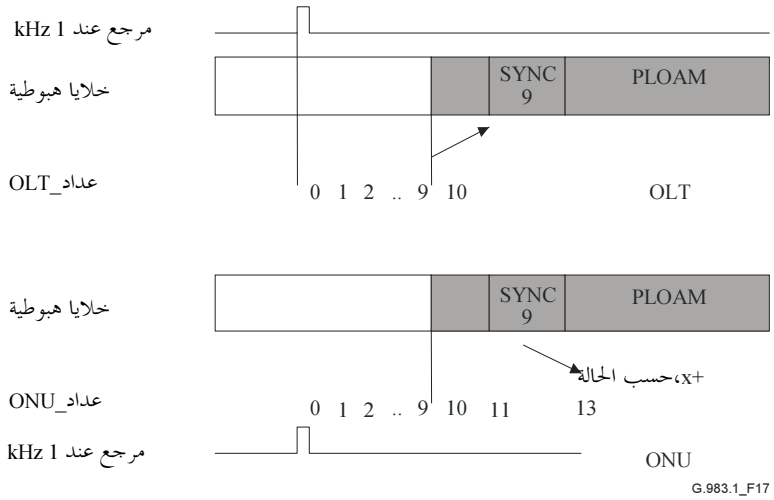
الشكل G.983.1/16 – مخطط تزامن الرتل

4.3.5.3.8 مجال التزامن (SYNC1-SYNC2)

الغرض من هذا المجال هو نقل إشارة مرجعية بمعدل 1 kHz توفرها انتهائية الخط البصري إلى وحدة الشبكة البصرية. وهذه الوظيفة اختيارية.

يزيد عدّاد الانتهائية OLT بعد إرسال بايتة واحدة في اتجاه الهبوط لحالة الهبوط بمعدل 155 Mbit/s. وبالنسبة لحالة الهبوط 622 Mbit/s، يزيد هذا العداد بعد إرسال كل أربع بايتات. أما بالنسبة إلى حالة الخط الهابط بمعدل 1244 Mbit/s فإن العداد يزيد بعد إرسال كل ثماني بتات. ويعاد تشغيل هذا العداد كل 1 ms لعمل إشارة مرجعية 1 kHz. وعند OLT، تؤخذ قيمة ذلك العداد قبيل إرسال خلية رتل PLOAM مباشرة، وتوضع البتات الخمس عشرة الأقل أهمية في العداد في البتات الخمس عشرة الأقل أهمية في مجال SYNC1-SYNC2.

وتوضع أهم بتات العداد في أهم بتات التزامن SYNC1. واعتماداً على طول العداد يمكن الحصول على لحظات توقيت مرجعية أخرى. وعند استقبال ONU يستخدم هذا المجال في تزامن العدد المحلي. وبعد ذلك يغلق عداد ONU على عداد OLT ويظهر ذلك في الشكل 17.



الشكل G.983.1/17 – استخلاص المرجع 1 kHz في وحدة الشبكة البصرية

5.3.5.3.8 التصاريح

كل خلية من خلايا PLOAM تحتوي على 27 تصريحاً. وتستخدم هذه التصاريح بواسطة وحدات الشبكة البصرية للنفاذ على الألياف الصاعدة. وثمة حاجة إلى 53 بالنسبة لكل رتل. وتقابل هذه التصاريح النشيطة البالغة 53 في الخليتين الأوليين من PLOAM بالنسبة للرتل الهابط. وبالنسبة لحالات الخط الصاعد بمعدل 622 Mbit/s هناك حاجة لمقدار 212 تصريحاً لكل رتل. وتوضع هذه التصاريح في الخلايا PLOAM الثماني الأولى من الرتل الهابط. ويحتوي التصريح الأخير من كل خلية زوجية مرقمة PLOAM يحتوي على تصريح في وضع راحة. وجميع مجالات التصاريح في خلايا PLOAM الباقية في حالة اللاتناظر تحتوي على تصاريح في وضع راحة من ثم لن تستخدمها وحدة الشبكة البصرية وتتحدد محتويات تصريح الخلايا PLOAM في الجدول 10. ويبلغ طول التصريح 8 بتات ويحدد الجدول 10 الأنواع التالية:

الجدول G.983.1/10 – مواصفات التصاريح

النوع	التشفير	التعريف
تصريح البيانات	أي قيمة ما عدا 1111 1101 1111 1110 1111 1111	لبيان تصريح بيانات خاص بوحدة شبكة بصرية صعودية، وتوزع قيمة تصريح البيانات لوحدة الشبكة البصرية خلال بروتوكول قياس المدى باستخدام رسالة توزيع التصاريح. ويمكن لوحدة الشبكة البصرية أن ترسل خلية بيانات أو خلية في حالة راحة إذا لم تتوافر أي خلية بيانات.
تصريح PLOAM	أي قيمة ما عدا 1111 1101 1111 1110 1111 1111	لبيان أن تصريح PLOAM الخاص بوحدة شبكة بصرية صعودية. وتوزع قيمة تصريح PLOAM على وحدة الشبكة البصرية خلال بروتوكول قياس المدى باستخدام رسالة توزيع التصاريح. ترسل وحدة الشبكة البصرية عادة خلية PLOAM استجابة لهذا التصريح.
تصريح الفجوة المقسمة	أي قيمة ما عدا 1111 1101 1111 1110 1111 1111	لبيان زمرة صاعدة من تصاريح الفجوة المقسمة الخاصة بوحدة الشبكة البصرية وتوزع انتهائية الخط البصري التصريح على مجموعة وحدات الشبكة البصرية باستخدام رسالة تشكيل تصريح فجوة مقسمة. وترسل كل وحدة شبكة بصرية من هذه المجموعة فجوة صغيرة ويرد وصف استعمال هذه التصاريح في التوصية ITU-T G.983.4.
تصاريح محتجزة	أي قيمة ما عدا 1111 1101 1111 1110 1111 1111	سوف تستخدم في النسخة القادمة من هذه التوصية أنواع أخرى من التصاريح لتوفير تصاريح بيانات محددة (معالجة سطح بيني لوحدة شبكة بصرية خاص أو فئة QoS).
تصاريح قياس المدى	1111 1101	تستخدم في عملية قياس المدى. ويرد وصف لظروف الرد على هذا التصريح في بروتوكول قياس المدى
تصريح غير مخصص	1111 1110	لبيان فجوة صعود غير مستعملة
تصريح عاطل	1111 1111	لفك ارتباط معدل PLOAM الهابط عن معدل الخلايا الصاعدة. وتتجاهل وحدة الشبكة البصرية هذه التصاريح.

	عدد التصاريح لكل طبقة PLOAM				
معدل المعطيات (Mb/s)	155/155	622/155	1244/155	622/622	1244/622
PLOAM 1	27	27	27	27	27
PLOAM 2	26	26	26	26	26
PLOAM 3	N/A	0	0	27	27
PLOAM 4	N/A	0	0	26	26
PLOAM 5	N/A	0	0	27	27
PLOAM 6	N/A	0	0	26	26
PLOAM 7	N/A	0	0	27	27
PLOAM 8	N/A	0	0	26	26
PLOAM 9-16	N/A	N/A	0	N/A	0

ويمكن أن تعالج انتهائية الخط البصري 32 وحدة من وحدات الشبكة البصرية في نفس الوقت ويمكن اختيارياً أن تعالج عدداً يصل إلى 64 وحدة من وحدات الشبكة البصرية.

6.3.5.3.8 حماية التصاريح

يحمي التحقق من الإطناب الدوري زمرة من سبعة تصاريح. والمولد متعدد الحدود للتحقق من الإطناب الدوري بالنسبة للتصاريح هو:

$$g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$$

يمكن أن يحمي المولد متعدد الحدود عدداً يصل إلى 15 بايتة ولها مسافة هامنج تبلغ 4. وهي تستطيع أن تكتشف عدداً يصل إلى ثلاثة أخطاء بتات. ولا يجري أي تصحيح للأخطاء. فبمجرد أن تصبح وحدة الشبكة البصرية في رتل تزامن وطالما أنه لا يوجد أي فقدان لتعيين حدود الخلية تجري معالجة زمرة التصاريح بصورة مستقلة عن صحة رأسية خلايا PLOAM.

ويستند الرمز المستخدم في وصف التحقق من الإطناب الدوري إلى خاصية الشفرات الدورية (أي أن متجه الشفرة مثل 100101 يمكن أن يمثل بالحدود المتعددة $P(x) = x^5 + x^2 + 1$). وعلى ذلك فإن عناصر شفرة n هي المعاملات بتعدد حدود الترتيب $n - 1$. وفي هذا التطبيق، يمكن أن تكون قيمة هذه المعاملات 0 أو 1، وتؤدي العمليات متعددة الحدود باستخدام عمليات المقاس 2. وتتولد حدود متعددة مثل محتوى زمرة من سبعة تصاريح باستثناء مجال التحقق من الإطناب الدوري باستخدام البتة الأولى في مجال التصاريح هذا باعتباره معاملاً لأعلى ترتيب.

ويكون التحقق من الإطناب الدوري هو باقي التقسيم (مقاس 2) من خلال المولد متعدد الحدود $(x^8 + x^2 + x + 1)$ من المنتج x^8 مضروباً في متعدد الحدود مع معاملات محتوى زمرة السبعة تصاريح باستثناء مجال التحقق من الإطناب الدوري. وأهم بتة في التصريح الأول في الزمرة هي معامل مصطلح x^{55} من هذا المتعدد وأقل البتات أهمية في التصريح الأخير في هذه الزمرة هو المعامل x^0.

وعند المرسل، فإن المحتوى الأول لسجل الجهاز القائم على حساب باقي التقسيم يعد بصورة مسبقة بالنسبة لجميع عناصر 0s ثم يعدل بحسب تقسيم مجال التصريح باستثناء التحقق من الإطناب الدوري من خلال المولد متعدد الحدود (على النحو المبين أعلاه) ويجرى إرسال الباقي الناشئ باعتباره التحقق من الإطناب الدوري المزود بثماني بتات.

وبالنسبة لزمرة التصاريح الستة الأخيرة، يضاف تصريح سابع زائف يعادل 0b00000000 لحساب التحقق من الإطناب الدوري لهذه الزمرة.

وعندما يكون التحقق CRC عند المستقبل خطأ، يتم تجاهل القدرة بأكملها.

7.3.5.3.8 مجال الرسائل

يجري نقل جميع الإنذارات أو التحذيرات العابرة للعقبات ذات الصلة بالعمليات والإدارة والصيانة التي تدفعها أحداث عبر رسائل في خلايا PLOAM. كذلك فإن جميع الرسائل ذات الصلة بقياس المدى تقابل في مجال الرسائل في خلية PLOAM. وينبغي استكمال معالجة الرسالة التي تستقبل في وحدة الشبكة البصرية وتتعلق بإجراء قياس المدى في غضون 6 فترات رتل

(6*Tframe). ويشمل ذلك إعداد رسالة صاعدة في نهاية المطاف تقابل هذه الرسالة الهابطة. وتحظى هذه الرسائل بالحماية من نفس معدد الحدود مثل التصاريح. وبمجرد أن تصبح وحدة الشبكة البصرية في تزامن الرتل. يعالج مجال الرسائل بصورة منفصلة عن تصحيح رأسية خلايا PLOAM. ولا يطبق أي تصحيح للأخطاء في مجال الرسائل المستقبلة هذا وسوف تستبعد الرسالة عند الاستقبال عندما يكون التحقق من الإطناب الدوري غير صحيح.

وسوف يصبح التحقق من الإطناب الدوري الجزء الباقي من التقسيم (مقاس 2) من خلال متعدد حدود المولد ($x^8 + x^2 + x + 1$) من المنتج x^8 مضروباً في متعدد الحدود مع محتوى مجال الرسائل كمعاملات مع استبعاد التحقق من الإطناب الدوري. ويكون أهم بتة في البايتات البالغ عددها 35 معامل مصطلح x^{95} لهذا المتعدد الحدود أو البتة الأقل أهمية في البايتات البالغ عددها 96 معامل x^0.

وعند المرسل، فإن المحتوى الأول لسجل الجهاز الذي يتولى حساب الجزء الباقي من التقسيم يحدد مسبقاً بالنسبة لجميع 0s ثم يجري تعديله بحسب تقسيم مجال الرسائل مع استبعاد مجال التحقق من الإطناب الدوري CRC من خلال مولد متعدد الحدود (على النحو المشار إليه أعلاه)، ويجري إرسال الباقي في شكل التحقق من الإطناب الدوري المزود بثماني بتات.

ويبين الجدول 11 نسق مجال الرسائل هذا.

الجدول G.983.1/11 – نسق رسائل PLOAM

MESSAGE_PON_ID	تعالج وحدة معينة من وحدات الشبكة البصرية وخلال بروتوكول قياس المدى، يخصص لوحدة الشبكة البصرية PON_ID عدد من هوية الشبكة البصرية المنفعلة يتراوح بين صفر و63 ويقابل في مدى 0x00 إلى 0x3F. لبث جميع وحدات الشبكة البصرية وقد وضع هذا المجال إلى 0x40.
MESSAGE_ID	يبين نوع الرسالة
MESSAGE_FIELD	يحتوي على الرسالة

8.3.5.3.8 تعادلية تشاذر البتة (BIP-8)

يستخدم هذا المجال لكشف معدل خطأ البتة على الوصلة الهابطة. وتغطي BIP-8 المكونة من بايتة واحدة في كل خلية PLOAM $28 \times 53 - 1$ بايتة أو 1483 بايت بين تعادليتين متتابعتين. وتكون كل بتة من بتات بايت XOR BIP-8 لجميع البتات في نفس الموقع في جميع البايتات المشمولة قبل الخلط. وتقوم وحدة الشبكة البصرية بمقارنة BIP-8 المستقبلة. وتعد كل بتة مختلفة وBIP-8 تقديراً جيداً لمعدل خطأ البتة الحقيقي عندما يكون هذا المعدل أصغر من 10^{-4}.

4.5.3.8 بنية PLOAM الصاعدة

يبين الجدول 12 محتويات الحمولة النافعة لخلايا PLOAM الصاعدة.

الجدول G.983.1/12 – محتويات الحمولة النافعة لخلايا PLOAM الصاعدة

1	IDENT	25	LCF11
2	MESSAGE_PON_ID	26	LCF12
3	MESSAGE_ID	27	LCF13
4	MESSAGE_FIELD1	28	LCF14
5	MESSAGE_FIELD2	29	LCF15
6	MESSAGE_FIELD3	30	LCF16
7	MESSAGE_FIELD4	31	LCF17
8	MESSAGE_FIELD5	32	RXCF1
9	MESSAGE_FIELD6	33	RXCF2
10	MESSAGE_FIELD7	34	RXCF3
11	MESSAGE_FIELD8	35	RXCF4
12	MESSAGE_FIELD9	36	RXCF5
13	MESSAGE_FIELD10	37	RXCF6
14	CRC	38	RXCF7
15	LCF1	39	RXCF8
16	LCF2	40	RXCF9
17	LCF3	41	RXCF10
18	LCF4	42	RXCF11
19	LCF5	43	RXCF12
20	LCF6	44	RXCF13
21	LCF7	45	RXCF14
22	LCF8	46	RXCF15
23	LCF9	47	RXCF16
24	LCF10	48	BIP

ملاحظة: يُقرأ هذا الجدول من اليسار إلى اليمين.

1.4.5.3.8 انتهائية خلايا PLOAM

تنتهي خلايا PLOAM عند طبقة تقارب الإرسال الخاص بالنقل في انتهائية الخط البصري. وتعالج الحمولة النافعة لهذه الخلايا طالما أن حالة ONUi ليست LOSi أو LCDi أو CPEi أو OAMLi.

2.4.5.3.8 تعرّف هوية الخلايا PLOAM

يبين الجدول 13 محتويات بايتة التعريف.

الجدول G.983.1/13 – محتويات مجال التعريف

بتات	نوع	تشفير	
8..1	FU	جميع البتات 0	للاستخدام في المستقبل

3.4.5.3.8 مجال الرسائل

يجري نقل جميع الإنذارات أو التحذيرات العابرة للعقبات ذات الصلة بالعمليات والإدارة والصيانة التي تدفعها أحداث عبر رسائل في خلايا PLOAM. كذلك فإن جميع الرسائل ذات الصلة بقياس المدى تقابل في مجال الرسائل في خلية PLOAM. وتحظى هذه الرسائل بالحماية من نفس التحقق من الإطناب الدوري حيث إن هذا التحقق يستمر في مجال الرسائل الهبوطي. ولا يطبق أي تصحيح للأخطاء في مجال الرسائل المستقبلة هذا. وسوف تستبعد الرسائل عند الاستقبال عندما يكون التحقق من الإطناب الدوري غير صحيح أو عندما تكون رأسية خلية PLOAM خاطئة.

وسوف يصبح التحقق من الإطناب الدوري الجزء الباقي من التقسيم (مقاس 2) من خلال تعدد حدود المولد $(x^8 + x^2 + x + 1)$ من المنتج ^8x مضروباً في متعدد الحدود مع محتوى مجال الرسائل كمعاملات مع استبعاد التحقق من الإطناب الدوري. وتكون أهم بتة في البايتات البالغ عددها 2 معامل مصطلح ^{95}x لهذا المتعدد الحدود والبتة الأقل أهمية في البايتات البالغ عددها 13 معامل ^0x.

وعند المرسل، فإن المحتوى الأول لسجل الجهاز الذي يتولى حساب الجزء الباقي من التقسيم يحدد مسبقاً بالنسبة لجميع 0s ثم يجري تعديله بحسب تقسيم مجال الرسائل مع استبعاد مجال التحقق من الإطناب الدوري من خلال مولد متعدد الحدود (على النحو المشار إليه أعلاه)، ويجري بث الباقي في شكل تحقق من الإطناب الدوري المزود بثماني بتات.

ويبين الجدول 14 نسق مجال الرسائل هذا.

الجدول G.983.1/14 – نسق مجال الرسائل

MESSAGE_PON_ID	تحتوي على PON_ID لوحدة الشبكة البصرية الخارجة. غير أن انتهائية الخط البصري تعرف ONU_ID الضمنية بالنظر إلى أنها قد ولدت تصريحاً لها. فإذا كانت محتويات هذا المجال لا تعادل القيم المتوقفة المحتملة ذات الصلة بهذه PON_ID تستبعد الرسالة.
MESSAGE_ID	تبين نوع الرسالة
MESSAGE_FIELD	تحتوي على الرسالة.

4.4.5.3.8 تعادلية تشذير البتات (BIP-8)

يستخدم هذا المجال في مراقبة أخطاء البتة فوق الوصلة الصاعدة. وتحسب البايتة الواحدة BIP-8 في كل خلية PLOAM بواسطة وحدة الشبكة البصرية على جميع البايتات من الخلايا (وإن لم تكن الخلايا حاملة الخدمة) التي ترسلها بين تعادليتين لتشاذر البتات متتابعتين باستثناء البايتات والفجوات الصغيرة الحاملة للخدمة. وكل بتة في بايتات تعادلية تشاذر البتات هي XOR لجميع البتات في نفس الوضع في جميع البايتات المشمولة قبيل الخلط. وتقارن انتهائية الخط البصري التعادلية المستقبلة بتلك التي أجرت حساباتها. ويجري عد كل بتة مختلفة. وتعتمد شمولية التعادلية لتشاذر البتات BIP-8 على عدد من الخلايا بين طبقتين ماديتين للعمليات والإدارة والصيانة PLOAM متتابعتين ومن ثم عرض النطاق الموزع. ونظراً لأن انتهائية الخط البصري تحدد معدل PLOAM الخاص بوحدة معينة في الشبكة البصرية، فإن بوسعها زيادة هذا المعدل للحصول على المزيد من الدقة لأخطاء البتات المحسوبة.

5.4.5.3.8 مجال التحكم الليزري (LCF)

يستخدم هذا المجال للمحافظة على متوسط القدرة البصرية الاسمية للخرج عند مستواها المحدد وللتحكم في معدل الانتهاء عندما يسمح لوحدة شبكة بصرية أن ترسل خلية. ونظراً لأن الخلايا الصاعدة هي خلايا مختلطة، فإن هذا النمط يقدم من خلال النمط المرسل البصري اللازم والموجز في مقاس 2 مع نمط تتابع البتات شبة العشوائي (PRBS) في متعدد الحدود المولد للمخلط الصاعد.

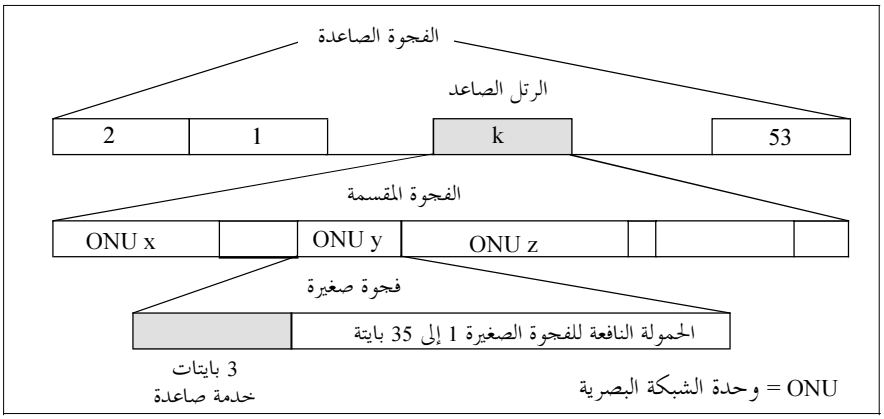
وتبرمج وحدة الشبكة البصرية هذا المجال بالنظر إلى أنه يعتمد على التنفيذ النوعي لمحرك ليزري صاعد.

6.4.5.3.8 مجال التحكم في المستقبل (RXCF)

يستخدم هذا المجال في مستقبل انتهائية الخط البصري الصاعد لاستعادة سوية العتبة لإعادة توليد البيانات من الإشارة التماثلية القادمة. ونمط التغيب هو النمط السائد على الجميع. وتبرمج الانتهائية هذا النمط باستخدام رسالة تحكم RX صاعدة. ونظراً لأن الخلايا الصاعدة مختلطة يقدم هذا النمط بواسطة مقاس 2 الموجز لنمط الإرسال البصري اللازم مع نمط تتابع البتات شبة العشوائي في متعدد الحدود المولد.

5.5.3.8 الفجوات المقسمة

تحتوي الفجوة الصاعدة على فجوة مقسمة. وتتوافق مع إحدى الفجوات الصاعدة وتتضمن عدداً من الفجوات الصغيرة آتية من مجموعة من وحدات الشبكة البصرية. وتوزع انتهائية الخط البصري تصريح فجوة مقسمة واحدة لهذه المجموعة من الوحدات لإرسال فجواتها. ويقدم الشكل 18 نسق الفجوة المقسمة.



الشكل G.983.1/18 – نسق الفجوة المقسمة

وتبدأ الفجوة الصغيرة عند حدود البايتات. ويتمثل طول الفجوة الصغيرة في عدد متعدد من البايتات. ولا بد أن تكون نهاية الفجوة الصغيرة قبل نهاية الفجوة الصاعدة أو بالتزامن معه. ولبايتات الخدمة الثلاثة نفس التعريف على النحو الوارد في الجدول 6. وتقدم التوصية ITU-T G.983.4 تعريفاً أكثر دقة لوظيفة الفجوة المقسمة.

6.5.3.8 التشفير

نظراً للطابع المتعدد القوالب للشبكة البصرية المنفعلة، يجري تحديد الخلايا الهابطة عند طبقة تقارب الإرسال بمفتاح تشفير يرسل صعوداً بواسطة وحدة الشبكة البصرية. وتجري عملية التشفير للتوصيلات الهابطة من نقطة إلى نقطة، ولن يتسنى تمكين التشفير أو إعاقته لكل مسير تقديري عند بدايته. ويبلغ معدل تحديث مفتاح التشفير تحديث واحد على الأقل كل ثانية وفي كل وحدة شبكة بصرية. فإذا لم يكن التشفير كافياً نظراً لمتطلبات الأمن الخاصة بخدمة مقدمة، ينبغي استخدام آلية تحضير مناسبة عند طبقة أعلى من طبقة تقارب الإرسال لتوفير عملية خلط البيانات.

1.6.5.3.8 توليد مفتاح التشفير

تستخدم وظيفة التشفير مفتاحاً من 3 بايتات عند تنشيط هذه الطريقة. وتقدم هذا المفتاح وحدة الشبكة البصرية بناء على طلب انتهائية الخط البصري. ويحسب هذا المفتاح بواسطة OR حصري لعدد مولد عشوائياً من ثلاث بايتات و3 بايتات مستخلصة من بيانات المستعمل الصاعد لزيادة قوة الأمن. وتحدد شفرات الثلاث بايتات باعتبارها (X8 ~ X1، P15 ~ P1 وP16).

2.6.5.3.8 إخطار مفتاح التشفير الجديد

تقوية وحدة الشبكة البصرية بإخطار انتهائية الخط البصري بمفتاح التشفير الجديد بواسطة "رسالة مفتاح تشفير جديد". ويجري تحويل شفرات 3 بايتات P15 ~ P1، X8 ~ X1 وP16 في الحمولة النافعة لهذه الرسالة.

3.6.5.3.8 توليد البتات K1 ~ K9 وK10 في وحدة الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري

تستخدم K1 ~ K9 وk10 في التشفير بمفتاح التشفير. ويجري توليدها بالاعتماد على شفرات البتات الثلاث المشار إليها أعلاه على النحو التالي:

البتات K1 وK2 تولد بواسطة X1 ~ X8 وP13 ~ P15 وP16 في وحدة الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري على التوالي. وطريقة التوليد هي كالآتي:

K1 = (X1*P13*P14) + (X2*P13*not P14) + (X7*not P13*P14) + (X8*not P13*not P14)

K2 = (X3*P15*P16) + (X4*P15*not P16) + (X5*not P15*P16) + (X6*not P15*not P16)

حيث:

logical OR	+
logical AND	*
logical NOT	not

وتولد البتات K3 ~ K9 وK10 بواسطة K1 وK2 وP9 ~ P11 وP12 في وحدة الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري. وطريقة التوليد على النحو التالي:

K3 = (K1*P9) + (K2*not P9)

K4 = (K1*not P9) + (K2*P9)

K5 = (K1*P10) + (K2*not P10)

K6 = (K1*not P10) + (K2*P10)

K7 = (K1*P11) + (K2*not P11)

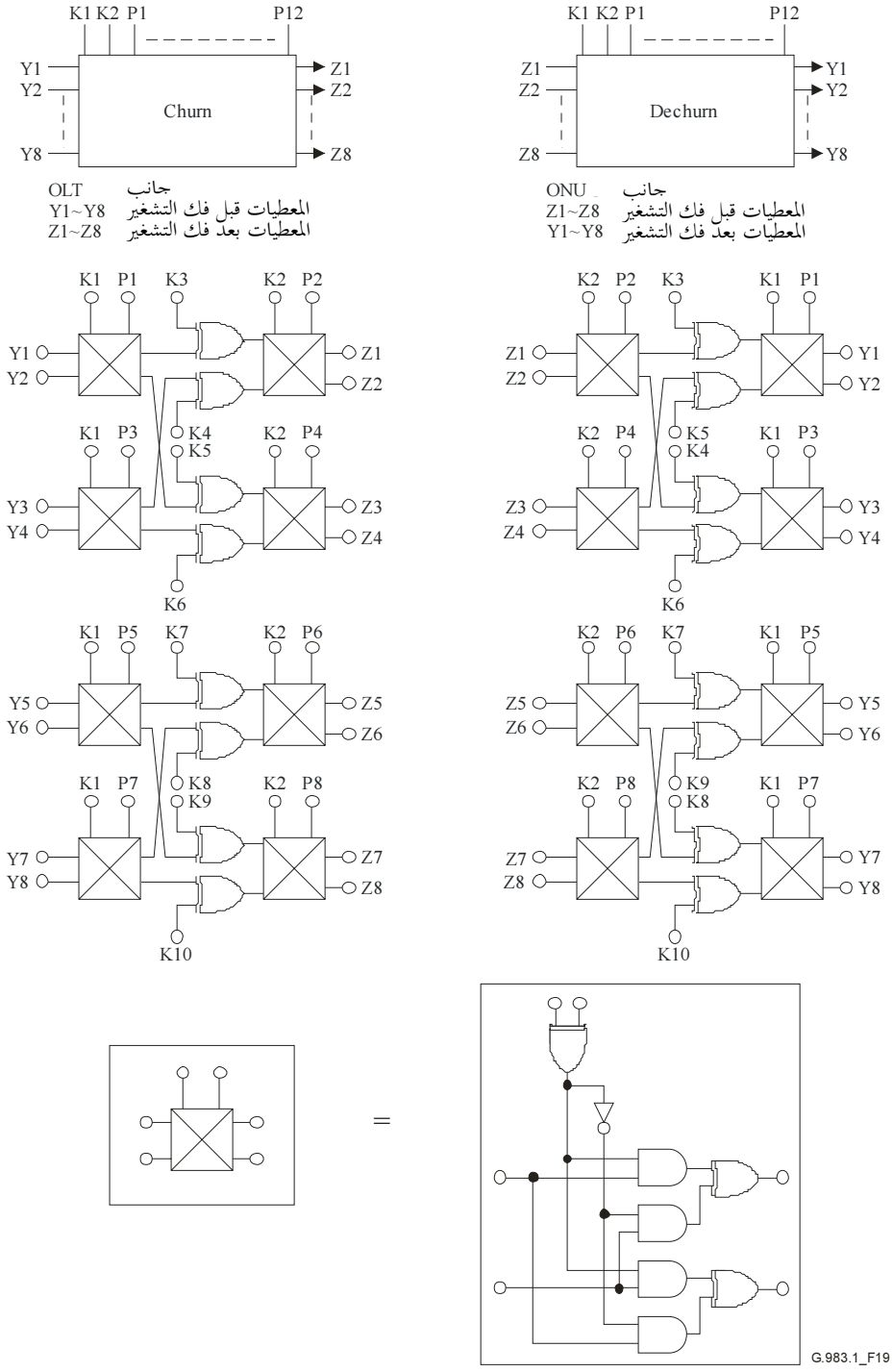
K8 = (K1*not P11) + (K2*P11)

K9 = (K1*P12) + (K2*not P12)

K10 = (K1*not P12) + (K2*P12)

4.6.5.3.8 وظيفة التشفير في انتهائية الخط البصري

يجري تحديد بيانات المستعمل الهابطة استناداً إلى شفرات 14 بتة في انتهائية الخط البصري. وهذه الشفرات K1 وK2 وP1 ~ P11 وP12 تستخدم في التشفير. ويبين الشكل 19 تشكيلاً نموذجياً لوظيفة التشفير في انتهائية الخط البصري. ولا يجري تشفير رأسية ATM في الخلية ATM. إذ لا يجري التشفير إلا للحمولة النافعة في الخلية. ويتم تشفير وفك تشفير معطيات المستعمل في اتجاه الهبوط بتة بتة وفي الشكل 19 Y1 وZ1 هما البتتان الأكثر دلالة وY8 وZ8 البتتان الأقل دلالة.



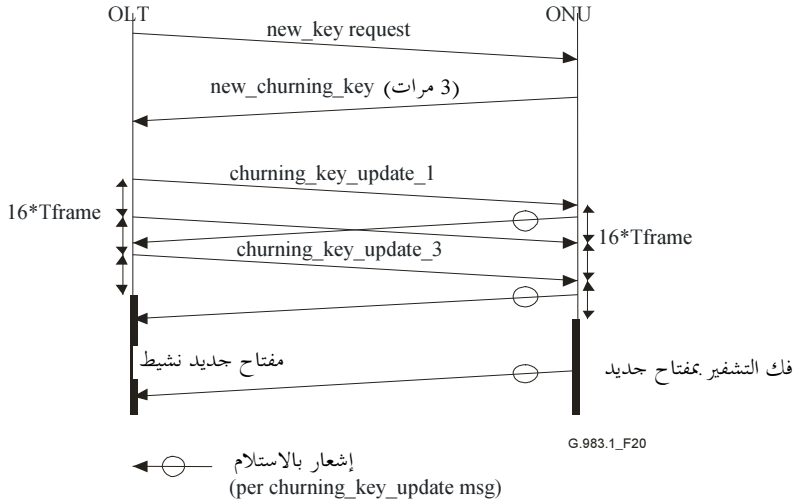
الشكل G.983.1/19 – وظيفة التشفير

5.6.5.3.8 فك التشفير في وحدة الشبكة البصرية

ينبغي فك تشفير بيانات المستعمل المستقبلة استناداً إلى شفرات من 14 بتات في وحدة الشبكة البصرية. كما تستخدم هذه الشفرات K1 وK2 وP1 ~ P11 وP12 لفك التشفير. ويبين الشكل 19 مثالاً لتشكيل وظيفة فك التشفير في وحدة الشبكة البصرية.

6.6.5.3.8 تدفق رسالة التشفير

تقدم وحدة الشبكة البصرية مفتاح التشفير بناء على طلب من انتهائية الخط البصري. وينبغي تخزين المسيرات التقديرية المشفرة التي كانت وحدات شبكة بصرية نشطة في السابق لدى العودة إلى الشبكة البصرية المنفعلة. ويبدأ التشفير بالنسبة لوحدة الشبكة البصرية المقيسة المدى أو المعاد تقييسها بعد تلقي المفتاح الأول من هذه الوحدة. ويبين الشكل 20 تدفق رسالة التشفير.



الشكل G.983.1/20 – تدفق رسالة التشفير

لدى تلقي رسالة طلب المفتاح الجديد، تستجيب وحدة الشبكة البصرية بمفتاح تشفير جديد. وترسل وحدة الشبكة البصرية هذه الرسالة في ثلاث خلايا PLOAM متتابعة. فإذا تلقت انتهائية الخط البصري (OLT) ثلاثة مفاتيح متماثلة جديدة، ترسل مفتاح تشفير، محدث ثلاث مرات من 3 خلايا PLOAM تفصل بينها فترة فاصلة مدتها 16*Tframe لحمايتها من فقدان الرسائل. ويدرج رقم تتابع الرسالة (i) في هذه الرسائل. فإذا تم استلام رسالة واحدة على الأقل من هذه الرسائل، تعرف وحدة الشبكة البصرية وقت تنشيط المفتاح الجديد في انتهائية الخط البصري بالنظر إلى أن المهلة بين هذه الرسائل معروفة بصورة بديهية. ويصبح المفتاح الجديد 16*Tframe صالحاً بعد الرسالة الثالثة لتحديث مفتاح التشفير. وترسل وحدة الشبكة البصرية رسالة إشعار بالاستلام بعد كل رسالة صحيحة لتحديث مفتاح التشفير. فإذا لم تتلق الانتهائية OLT أي إشعار بالاستلام بعد انتهاء وقت 300 ms بعد إرسال آخر رسالة تحديث لمفتاح التشفير تكتشف الانتهائية OLT فقدان حالة إشعار بالاستلام لهذه الوحدة.

ويمكن لانتهائية الخط البصري أن تبعث بطلب مفتاح جديد إذا لم تستلم مفتاح تشفير جديد بناء على طلب سابق في غضون انتهاء وقت 300 ms أو يمكنها أن ترسل طلب مفتاح جديد بعد تنشيط المفتاح الجديد وتلقي ما لا يقل عن إشعار استلام واحد.

وتبين انتهائية الخط البصري لوحدة الشبكة البصرية المسيرات التقديرية التي تم تشفيرها وإرسال رسالة المسيرات التقليدية المشفرة ثلاث مرات. وتنتظر إشعار الاستلام قبيل تحرير هذا المسير التقديري هبوطاً إلى وحدة الشبكة البصرية. فإذا لم تستلم أية إشعارات في غضون 300 ms بعد إرسال آخر رسالة تشفير المسير التقديري تكتشف الانتهائية OLT حالة فقدان رسالة الاستلام.

7.6.5.3.8 تعزيز الأمن

يمكن خيارياً استعمال معيار التشفير المتطور (AES) بدلاً من التشفير العادي من أجل ضمان أمن الوصلة. وبالرغم من وجود عدة أساليب لتشغيل المعيار AES، فإن أنظمة الشبكات BPON لا تستعمل إلا أسلوب كتاب الشفرة الإلكتروني (ECB). وتطبق الخوارزمية على الحمولة النافعة المكونة من 48 أثمونا من الخلايا. وتجدر الملاحظة إلى أن الحمولة النافعة ممثلة دوماً بعدد صحيح من فدرات الشفرة، لذلك لا حاجة لبتات الحشو. ويمكن استعمال المعيار AES في جميع معدلات خطوط الشبكات BPON.

ويرد نسق رسالة المفتاح الكبير الجديد في الفقرة 2.2.8.3.8. وهذه الرسالة ذات شكل موحد وتحمل ثلاثة مجالات معلومات هي: Key_Index وFrag_Index وKeyBYTEs. وتتيح هذه البنية للرسالة أن تضم مفاتيح من حجوم اعتباطية داخل القناة. ويستعمل المجال Key_Index كرقم تتابعي يجعل من كل مجموعة إرسالات للمفتاح مجموعة فريدة. ويستعمل المجال Frag_Index لتجميع إرسالات المفتاح المتعددة. أما المجال KeyBYTEs فيضم 8 أثمونات للمفتاح في كل قطعة.

ويمكن توضيح استعمال هذه المجالات في المثال التالي. إذا افترض أن الوحدة ONU تستعمل مفاتيح تشفير ذات 128 بتة وتستقبل "رسالة طلب مفتاح تشفير جديد".

فإن تتابع أحداث الوحدة ONU يجري في هذه الحالة على النحو التالي:

- تنشئ الوحدة ONU مفتاح عشوائي جديد: KeyBYTE0 بواسطة KeyBYTE15
- تزيد الوحدة ONU المجال Key_Index
- ترسل الوحدة ONU رسالة Big_Key مع Frag_Index = 0، KeyBYTE0 بواسطة KeyBYTE7
- ترسل الوحدة ONU رسالة Big_Key مع Frag_Index = 1، KeyBYTE8 بواسطة KeyBYTE15
- ترسل الوحدة ONU رسالة Big_Key مع Frag_Index = 0، KeyBYTE0 بواسطة KeyBYTE7
- ترسل الوحدة ONU رسالة Big_Key مع Frag_Index = 1، KeyBYTE8 بواسطة KeyBYTE15
- ترسل الوحدة ONU رسالة Big_Key مع Frag_Index = 0 ، KeyBYTE0 بواسطة KeyBYTE7
- ترسل الوحدة ONU رسالة Big_Key مع Frag_Index = 1، KeyBYTE8 بواسطة KeyBYTE15

يلاحظ أن تفاصيل تبادل المفتاح وتبديل المفتاح والإنذارات المرافقة للتشفير لا تتغير.

7.5.3.8 وظيفة التيقن

نظراً إلى إمكانية استخلاص الأرقام المتسلسلة لوحدات الشبكة البصرية من خلايا PLOAM الهابطة خلال تحويلها أثناء بروتوكول قياس المدى، يمكن للمستعمل الماكر تخطي وحدة شبكة بصرية أخرى من خلال التنصت على خلايا PLOAM واستخلاص جميع الأرقام المسلسلة. وللتصدي لذلك، قد تطلب الانتهائية OLT كلمة سر وحدة الشبكة البصرية. ولا ترسل كلمة السر إلا في الاتجاه الصاعد ولا يمكن اكتشافها من جانب وحدات موصلة أخرى.

وعندما تطلب الانتهائية OLT كلمة سر، تستجيب الوحدة ONU بإرسال كلمة السر الخاصة بها ثلاث مرات. فإذا تلقت الانتهائية OLT ثلاث كلمات سر متماثلة، يعني أن كلمة السر هذه قد تم التحقق منها ثم تحاول التأكيد على صلاحية هذه الكلمة.

وثمة طريقتان مختلفتان للتأكيد على الصلاحية اعتماداً على متطلبات المستقبل. فإذا كان لدى الانتهائية OLT جدول بكلمات السر الصالحة الخاصة بالوحدات الموصلة، وصفت بأمر من المستقبل، فلن يحتاج الأمر إلا إلى مقارنة بين كلمة السر المتلقاة وجدول كلمات السر الصالحة. فإذا لم تكن الانتهائية OLT تعرف كلمة السر مقدماً، فإن كلمة السر المتلقاة تؤخذ في أول مرة يتم فيها قياس مدى الوحدة باعتبارها مرجعاً صالحاً لبقية دورة حياة هذه الوحدة.

فإذا استلمت الانتهائية OLT كلمة سر غير صالحة، تبلغ المشغل بذلك.

8.5.3.8 الطبقة العليا للمسير التقديري والقناة التقديرية

تقوم طبقة تقارب الإرسال بتنشيط أو إزالة تنشيط المسير التقديري/القناة التقديرية هبوطاً وصعوداً. وتستخدم الانتهائية OLT والوحدة ONU هذه المسيرات والقنوات التقديرية للاتصال عند طبقة ATM. وتستخدم هذه القناة لبعض الوظائف مثل

تشكيلة وظيفة UPC في وحدة الشبكة البصرية، وملء وترشيح الجداول في وحدة الشبكة البصرية للسطوح البينية لوحدة شبكة بصرية وغير ذلك.
وترسل الانتهائية OLT ثلاث رسائل للمسير/القناة التقديرية إلى وحدة الشبكة البصرية وتتوقع إشعاراً باستلام في غضون 300 ms بعد إرسال آخر رسالة من هذا النوع. فإذا لم تتسلم الانتهائية OLT أي إشعار باستلام، تكتشف حالة فقدان إشعار الاستلام وتزيل تنشيط وحدة الشبكة البصرية.

9.5.3.8 نظام الشبكة البصرية المنفعلة المزدوجة

في حالة النظام المزدوج حيث يحمي إطناب الشبكة البصرية المنفعلة هذه الشبكة الفعالة، سيجري تنشيط مبادلة الحماية باستخدام رسائل محددة في خلايا PLOAM. وسوف يتطلب هذا التراتب أن تكون أرقام الخط الخاص بانتهائية الخط البصري هي كلها الخاصة بوحدة الشبكة البصرية. ويخصص معرف الخط هذا لمرسل اعتماداً على مخطط الوصلة المشتركة لانتهائية الخط البصري مع وحدات الشبكة البصرية. ويرسل معرف الخط في كل من OLT وONU للتحقق بما إذا كان معرف الخط المستقبل هو نفسه المعرف الخاص به. ويعرف ذلك بأنه رسالة تتبع قسم الشبكة البصرية المنفعلة. ويمكن من ذلك أن يحقق كل تجهيز من وصلته المستمرة إلى المرسل المقصود. فإذا اختلف رقم الخط المستقبل عن رقم الخط الخاص به، يولد التجهيز إنذاراً MIS (عدم ملاءمة الوصلة) لإخطار المشغل أو المستعمل.
وتشمل رسائل تتبع قسم الشبكة البصرية المنفعلة (PST) البايتات K1 وK2 حيث تم تحديدها في التوصية ITU-T G.783 لأن تؤدي تبديل الحماية الأتوماتية. وتقدم التوصية ITU-T G.983.5 الوصف الكامل لهذه العملية.
وفي حالة نظام مفرد، يكون عدم ملاءمة الوصلة اختيارياً.

10.5.3.8 بروتوكول التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC)

يوزع المشرف على التحكم في النفاذ إلى الوسائط في انتهائية الخط البصري عرض النطاق الصاعد في الشبكة البصرية المنفعلة بين وحدات الشبكة البصرية بطريقة عادلة وتحتاج إلى معلومات لأداء هذا العمل. وتقابل وحدات الشبكة البصرية المعلومات اللازمة في مجال الحمولة النافعة للفجوة الصغيرة في الفجوة الصغيرة التي يعتبر جزءاً من الفجوة المقسمة. ويسمح لوحدة الشبكة البصرية إرسال هذه الفجوة الصغيرة بعد تلقي تصريح مقابل من الفجوة المقسمة. ويوضع هذا التصريح أو يطلق باستخدام رسالة تشكيل تصريح فجوة مقسمة. ويحول طول الفجوة الصغيرة وخارج الشبكة في نفس الرسالة. ويحتاج نسق نقل هذه المعلومات وبروتوكول التحكم في النفاذ إلى الوسائط لمزيد من الدراسة.

6.3.8 وظائف تقارب الإرسال فيما يتعلق بأسلوب النقل اللاتزامني

1.6.3.8 الاتجاه الهبوطي

1.1.6.3.8 نسق خلية أسلوب النقل اللاتزامني

يرد تعريف الخلية ATM في التوصية ITU-T I.361.

2.1.6.3.8 التحكم في خطأ الرأسية

على النحو المعرف في التوصية ITU-T I.432.

3.1.6.3.8 تأطير الخلية

يتم تعيين حدود الخلية الهابطة في وحدة الشبكة البصرية. وتضمن التوصية ITU-T I.432.x طريقة اختيارية لذلك.

4.1.6.3.8 عمل المخلّط

على النحو المعرف في التوصية ITU-T I.432.x (طريقة خلط الخلايا الموزعة استناداً إلى أنظمة النقل)

5.1.6.3.8 الخلايا في حالة الراحة

تدرج الخلايا في حالة راحة على النحو المعرف في التوصية ITU-T I.432.x في انتهائية الخط البصري، وتستبعد في وحدة الشبكة البصرية لإزالة اقتران معدل الخلايا.

6.1.6.3.8 خلايا PLOAM

تستبعد عند شبكة الوحدة البصرية أي خلية مرقمة "ATM cell 1" "وحتى ATM cell 54" في الشكل 11 أو مرقمة "ATM cell 1" وحتى "ATM cell 216" في الشكل 12 أو 13 أو خلية مرقمة "ATM cell 1" وحتى "ATM cell 432" في الشكل 14 أو 15 والتي لها رأسية تعادل الرأسية المحددة لخلية PLOAM.

2.6.3.8 الاتجاه الصاعد

1.2.6.3.8 نسق خلية ATM

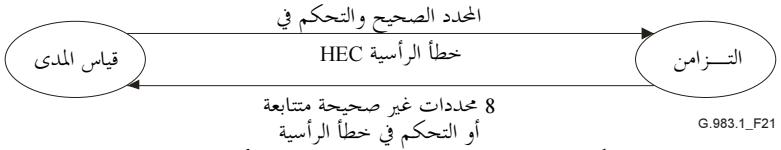
على النحو المحدد في التوصية ITU-T I.361.

2.2.6.3.8 التحكم في خطأ الرأسية

تطبق الانتهائية OLT الوظيفة HEC على الاتجاه الصاعد على النحو المحدد في التوصية ITU-T I.432.x لكل وحدة ONU.

3.2.6.3.8 تأطير الخلية

نظراً لأن الخلايا الصاعدة تصل من وحدات شبكة بصرية مختلفة في مراحل مختلفة، تحتفظ انتهائية الخط البصري بمخططات الحالة n بالنسبة لوحدات الشبكة البصرية النشطة. ويبين الشكل 21 مخطط حالة وحدة من وحدات الشبكة البصرية.

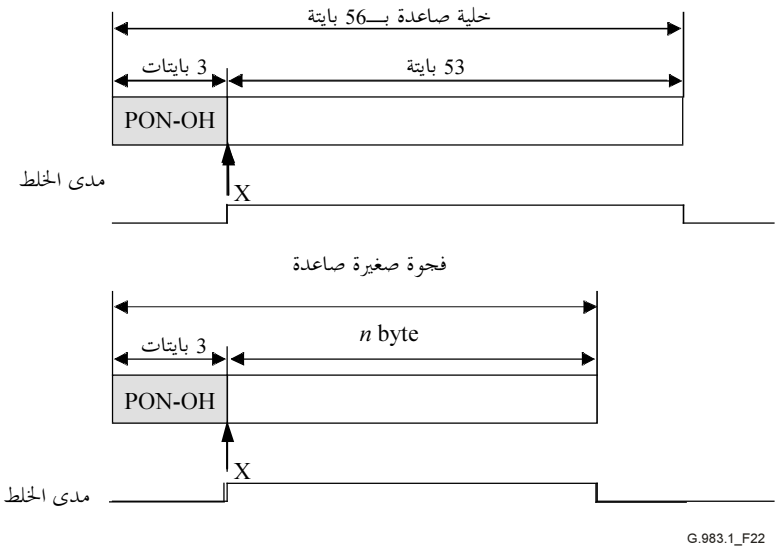


الشكل G.983.1/21 – مخطط حالة تأطير الخلية

تتحقق عملية تأطير الخلية، أول الأمر، من خلال طريقة قياس المدى وتقدم وحدة الشبكة البصرية بتعادل المهلة الكاملة لجعل خليتها تصل في الوقت الصحيح لانتهائية الخط البصري. ويمكن اعتبار عملية قياس المدى بمثابة حالة بحث (Hunt) حسب التعريف الوارد في التوصية ITU-T I.432.1. وبعد محدد صحيح واحد وتحكم في خطأ الرأسية، يعلن أن الوحدة ONU في حالة تزامن. وعندما تتم ثمانية محددات غير صحيحة أو تحكم في خطأ الرأسية يعلن أن الوحدة في حالة عدم تزامن (أي فقدان تأطير الخلية) ويجري وقف نشاطها وإعادة ترتيبها. وتستبعد التصاريح التي كانت ما زالت متوقعة لهذه الوحدة.

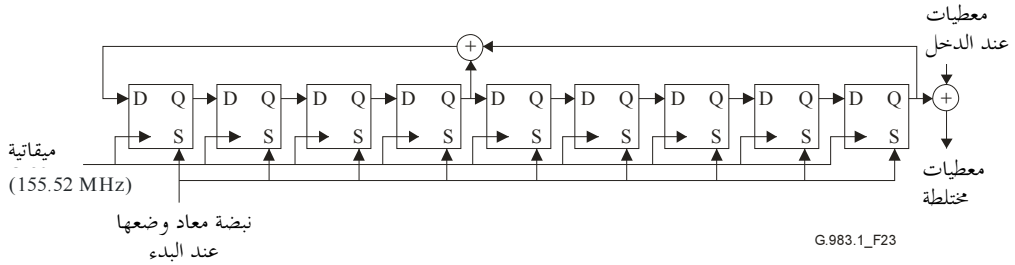
4.2.6.3.8 عملية المخلّط

يجري خلط الخلايا الصاعدة باستخدام متعدد الحدود المولد $(x^9 + x^4 + 1)$. وتوضع على جميع الجوانب عند النقطة المرجعية X المبينة في الشكل 22. ويضاف هذا النمط إلى مقاس 2 في كل خلية صاعدة أو فجوة صغيرة. ولا يجري خلط البايتات الحاملة للخدمة الصاعدة.



الشكل G.983.1/22 – المخلّط الصاعد

ينبغي أن يكون تنفيذ هذا المخلّط معادلاً من الناحية الوظيفية لذلك الوارد في الشكل 23.



الشكل G.983.1/23 – المخلّط الصاعد

وتوضع جميع الميول التدريجية (FF) عند 1 حسب النبضة المعاد وضعها.

5.2.6.3.8 الخلايا في حالة راحة

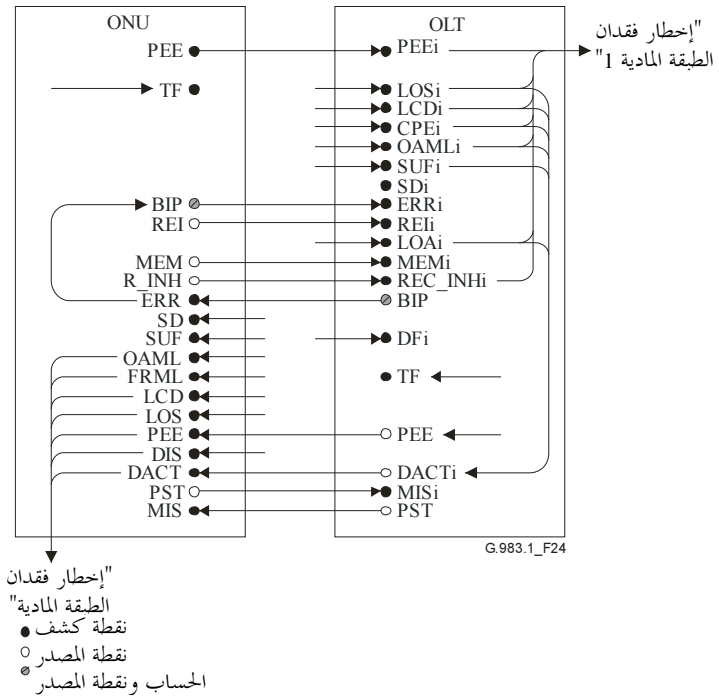
ترسل وحدة الشبكة البصرية خلية في حالة راحة، على النحو المحدد في التوصية ITU-T I.432.x عندما تتلقى تصريح بيانات ولا تتوافر أية خلايا. وتدرج الخلايا في حالة راحة في الوحدة وتستبعد من الانتهائية OLT من أجل إزالة اقتران معدل الخلايا.

6.2.6.3.8 خلايا PLOAM

تستبعد خلايا PLOAM الواردة من طبقة تقارب الإرسال المخصص للنقل، وهو حالة استثنائية.

7.3.8 وظائف العمليات والإدارة والصيانة

يبين الشكل 24 وظائف العمليات والإدارة والصيانة في وحدة الشبكة البصرية (ONU) وفي انتهائية الخط البصري (OLT). كما يبين الشكل إشارات الإخطار بين OLT وONU. وتقبل هذه الإشارات في مجالات الرسائل في خلايا PLOAM. ويمكن تطبيق المبادئ العامة المحددة في التوصية ITU-T I.610 على الشبكة البصرية المنفعلة. غير أنه نظراً لطابع الوسيط المادي من نقطة إلى عدة نقاط، تعتبر بعض الإخطارات من الانتهائية OLT إلى الوحدة ONU لاغية لأن الوحدة ONU هي وحدة منقادة لانتهائية الخط البصري ولا تستطيع أن تفعل أي شيء إزاء هذه الإخطارات.



الشكل G.983.1/24 – وظائف العمليات والإدارة والصيانة

1.7.3.8 البنود المكتشفة عند انتهائية الخط البصري

الجدول G.983.1/15 – بنود مكتشفة عند انتهائية الخط البصري

النوع	الوصف	
	ظروف الكشف	إجراءات
	ظروف الإلغاء	إجراءات
TF	**عطل المرسل**	
	يعلن عن أن مرسل انتهائية الخط البصري في حالة عطل عندما لا يكون هناك تيار ضوئي خلفي اسمي أو عندما يتجاوز تيار مكبر التحكم القيمة القصوى المحددة	
SUFi	**بداية عطل وحدة الشبكة البصرية ONUi**	
	قياس مدى وحدة الشبكة البصرية أخفق n مرات (n=2) راجع 3.3.4.4.8) في حين تلقت OLT عمليات بصرية من هذه الوحدة ONU.	إرسال رسائل "إخماد PON_ID" ثلاث مرات.
	نجاح إعادة ترتيب ONU.	
PEEi	**خطأ التجهيز المادي في ONUi**	
	عندما تستلم OLT رسالة PEE من الوحدة ONU.	توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية I".
	عندما لا تستلم OLT رسالة PEE من ONui في غضون ثلاث ثوانٍ.	وقف إشعار "فقدان الطبقة المادية I".
LCDi	**فقدان تأطير الخلية في ONUi**	
	عندما يتم استلام ثمانية محددات متتالية غير صحيحة أو تحكم HEC غير صحيح.	ترسل رسائل "إخماد PON_ID" ثلاث مرات. توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية I".
	عندما تتحقق عملية تأطير الخلية في ONUi في حالة تشغيل.	
OAMLi	**فقدان خلية PLOAM في ONUi**	
	عندما تفقد ثلاث خلايا PLOAM متتالية في ONUi.	ترسل رسالة "إخماد PON_ID" ثلاث مرات. وتوليد إشعار "فقدان الطبقة المادية I".
	عندما تستلم OLT خلية PLOAM تقابل تصريحها PLOAM في حالة التشغيل.	
CPEi	**خطأ طور الخلية في ONUi**	
	عندما تستطيع OLT استلام المحدد الصحيح وتتجاوز مرحلة الخلية المستقبلة الحدود ولا تحل الإجراءات التصحيحية للانتهائية OLT المشكلة.	ترسل رسائل "إخماد PON_ID" ثلاث مرات. وتوليد إشعار "فقدان الطبقة المادية I".
	عندما تستلم OLT خلية في الوضع الصحيح في حالة التشغيل.	

الجدول G.983.1/15 – بنود مكتشفة عند انتهائية الخط البصري *(تابع)*

النوع	الوصف	
LOSi	**فقدان إشارة ONUi**	
	عدم تلقي أي إشارة بصرية صحيحة عند المستقبل البصري الكهربائي لمصلحة ONUi عندما تكون متوقعة خلال فترة 8 خلايا متتالية صاعدة.	إرسال "إخماد PON_ID" ثلاث مرات، توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية I".
	عندما تستلم OLT إشارة بصرية صحيحة تقابل تصريحها في حالة التشغيل.	
LOAi	**فقدان الإشعار باستلام الوحدة ONUi**	
	لا تستلم OLT إشعاراً بالاستلام من ONUi بعد إرسال مجموعة من الرسائل الهابطة التي توحي بإشعار باستلام صاعد.	إرسال "إخماد PON_ID" ثلاث مرات، توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية I".
	عندما تستلم OLT إشعاراً بالاستلام.	
DFi	**إخماد عطل ONUi**	
	لا تستجيب ONU بصورة سليمة بعد ثلاث رسائل DACT.	
	ألغيت بمعرفة المشغل.	
ERRi	**كشف خطأ الفدرة في ONUi**	
	تقارن BIP-8 المستقبلة صعوداً بتلك التي أجريت حساباتها على التدفق المستقبل. وعندما تكون هناك فرق بينها، تصدر OLT دلالة ERRi.	
	ضرورة تحرير دلالة ERRi بإرسال BIP-8 تتماشى مع BIP-8 المحسوبة عند استلام خلية PLOAM الصاعدة التالية من ONUi.	
SDi	**انحطاط إشارة ONUi**	
	يتجمع عدد البتات المخالفة في Error_I خلال فترة قياس T. وتحدد نسبة BER باعتبارها (BER=Error_i/BW*Tmeasure) حيث تمثل BW عرض النطاق الصاعد الموزع. وعندما تصبح النسبة BER الصاعدة في ONUi $\leq 10^{-5}$، تحدث هذه الحالة.	
	عندما تصبح النسبة BER الصاعدة في ONUi $> 10^{-5}$، تلغى هذه الحالة.	
REIi	**دلالة الخطأ البعيد في ONUi**	
	عندما تستلم OLT رسالة دلالة خطأ بعيد غير الصفر، ترسل REIi.	
	ينبغي تحرير REIi عند استلام رسالة REI تشير إلى أخطاء صفر عند الانتهائية OLT من الوحدة ONUi.	

الجدول G.983.1/15 – بنود مكتشفة عند انتهائية الخط البصري *(تتمة)*

النوع	الوصف	
MEMi	**رسالة خطأ الرسالة الصادرة من ONUi**	
	عندما تستلم OLT رسالة مجهولة من ONUi أو تستلم رسالة عن خطأ رسالة.	
	عند إبلاغ المشغل.	
R-INHi	**منع تلقي إنذار ONUi**	
	عندما تستلم OLT رسالة منع تلقي إنذار من ONUi تكتشف هذه الرسالة.	تجاهل تلقي الإنذارات من الوحدة ONU. توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية I".
	عندما تستلم OLT خلية PLOAM في عملية قياس المدى في ONUi.	–
MISi	**عدم مواءمة وصلة الوحدة ONUi**	
	تكتشف OLT أن PSTi المستلمة تختلف عن PST المرسلة.	
	تكتشف OLT أن PSTi المستلمة هي نفس PST المرسلة.	

2.7.3.8 البنود المكتشفة عند الوحدة ONU

الجدول G.983.1/16 – البنود المكتشفة عند الوحدة ONU

النوع	الوصف	
	ظروف الكشف	إجراءات
	ظروف الإلغاء	إجراءات
TF	**عطل المرسل**	
	يعلن عن أن مرسل ONU في حالة عطل عندما لا يكون هناك تيار خلفي اسمي أو عندما يتجاوز تيار مكبر التحكم القيمة القصوى المحددة.	
LOS	**فقدان الإشارة**	
	لا توجد إشارة بصرية صحيحة. أي يمكن توليدها من خلال الوظيفة المنطقية (OAML.AND.FRML.AND.LCD).	يغلق الليزر. توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية".
	إشارة بصرية صحيحة. أي يمكن توليدها من خلال الوظيفة المنطقية المشار إليها أعلاه.	

الجدول G.983.1/16 – البنود المكتشفة عند الوحدة ONU

النوع	الوصف	
PEE	**إشارة "خطأ التجهيز المادي"**	
	عندما تستلم ONU رسالة PEE.	توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية".
	عندما لا تستلم ONU رسالة PEE في غضون ثلاث ثوان.	
SUF	**عطل البدء**	
	إخفاق قياس مدى هذه الوحدة ONU (انظر بروتوكول قياس المدى للاطلاع على الظروف).	
	عندما تنجح عملية قياس المدى.	
OAML	**فقدان خلية PLAOM**	
	عندما تكون ثلاثة رأسيات PLOAM خاطئة.	يغلق الليزر. توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية".
	تزامن OAM عندما توجد ثلاث رأسيات PLOAM صحيحة متتابعة.	
LCD	**فقدان تأطير الخلية**	
	عندما يكون لسبع خلايا ATM متتابعة تحكم غير صحيح في خطأ الرأسية.	يغلق الليزر. توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية".
	عندما يكون لخلايا ATM المتتابعة N تحكم صحيح في خطأ الرأسية ($N = 9$ أو 17).	
FRML	**فقدان رتل الهبوط**	
	عندما تساوي بتة الرتل "0" في ثلاثة أرتال متتابعة.	يغلق الليزر. توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية".
	عندما تساوي بتة الرتل "1" في ثلاثة أرتال متتابعة.	
ERR	**كشف خطأ الفدرة**	
	عندما يقارن BIP-8 المستلم الهابط مع BIP-8 المحسوب على تدفق مستلم. ويتجمع عدد البتات المتخالفة في خطأ القدرة ERR. وترسل المحتويات على فترات عن طريق REI إلى OLT. وتبرمج OLT هذه الفترات بواسطة رسالة "فاصل زمني BER". يتم تجديد ERR عند استلام كل خلية PLOAM هابطة.	يرسل REI في دورة "فاصل زمني BER".
SD	**انحطاط الإشارة**	
	توضع في وضع نشط عندما تكون BER الهابطة $\leq 10^{-5}$.	
	توضع في وضع غير نشط عندما تكون BER الهابطة $< 10^{-5}$.	
MEM	**رسالة خطأ رسالة**	
	عندما تستلم ONU رسالة مجهولة.	ترسل رسالة "خطأ رسالة صاعدة".

الجدول G.983.1/16 – البنود المكتشفة عند الوحدة ONU *(تتمة)*

النوع	الوصف	
DACT	**إخماد PON_ID**	
	استقبال رسالة إخماد PON_ID موجهة إلى هذه الوحدة ONU تكليف ONU، بإخماد نشاطها.	إغلاق الليزر والذهاب إلى الحالة O2. توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية".
	استلام رسالة "خدمة صاعدة".	العمل بإجراءات قياس المدى العادية
DIS	**وضع الوحدة ONU خارج الخدمة**	
	عندما تستلم ONU رسالة عجز برقم التسلسل يحمل رقم التسلسل الخاص به علم الصلاحية = 0xFF. وتظل في هذه الحالة حتى بعد قطع القدرة.	يغلق الليزر. والذهاب إلى حالة O9 أثناء الطوارئ. توليد إشعار "فقدان الطبقة المادية".
	عندما تستلم ONU رسالة عجز برقم التسلسل يحمل رقم التسلسل الخاص بها مع علم الصلاحية = 0x0F أو عندما تتسلم رسالة عجز برقم التسلسل برقم التسلسل الخاص بها وعلم الصلاحية = 0x00.	الذهاب إلى الحالة O1.
MIS	**عدم مواءمة الوصلة**	
	تكتشف ONU أن PST المستلمة تختلف عن PST المرسلة.	
	تكتشف ONU أن PST المستلمة مماثلة لتلك المرسلة.	

8.3.8 الرسائل في قناة PLOAM

من المعروف أن وقت معالجة جميع الرسائل الهابطة هو في حدود 6*Tframe وهو الوقت اللازم لوحدة الشبكة البصرية لمعالجة الرسالة الهابطة، وإعداد أي تدابير صاعدة مقابلة. ولرسالة تحديث مفتاح التشفير الهابطة أولوية على جميع الرسائل الهابطة الأخرى. وتظهر سوية الأولوية في عمود الوظيفة. ويتعين في بعض الرسائل أن ترد الوحدة ONU برسالة صاعدة. وتبين سوية الأولوية الخاصة بالرسائل الصاعدة في عمود "الوظيفة" وإذا لم يشر إلى ذلك، تكون سوية الأولوية "0" (للصفر أدنى أولوية).

يلاحظ أيضاً أن تشكيلة الرسالة الخاصة "تصريح الفجوة المقسمة" والتتابع PST لا يستعملان في الأنظمة التي لا تضم DBA أو حماية إرسال مزدوج. وينبغي أن تكون جميع الأنظمة قادرة على استقبال هكذا رسائل دون أن تسبب أخطاء. للحصول على مزيد من التفاصيل الخاصة بوصف هذه الرسائل أو سلوكها يرجى مراجعة التوصيتين ITU-T G.983.4 وG.983.5.

1.8.3.8 تعريف الرسالة

انظر الجدول 17.

الجدول G.983.1/17 – تعريف الرسائل

	اسم الرسالة	الوظيفة	الاتجاه	إطلاق	عدد مرات الإرسال	تأثير الاستقبال
1	عدم وجود رسائل	عدم وجود رسائل عندما ترسل خلية PLOAM.	OLT → ONU	صف رسائل فارغ.	–	تستبعد.
2	New_churning_key_rq (طلب مفتاح تشفير جديد)	يطلب مفتاح تشفير جديد من ONU.	OLT → ONU	OLT يحتاج إلى مفتاح جديد لإثبات التشفير.	1	تولد ONU مفتاحاً جديداً وترسل المفتاح إلى OLT مع رسالة لمفتاح تشفير جديد.
3	Upstream_RX_control (عملية RX صاعدة)	طلب من الوحدة ONU بسبب ملء RXCF لخلية PLOAM الصاعدة	OLT → ONU	في كل وقت تبدأ فيه عملية قياس المدى.	3	تضع ONU مجال RXCF الصاعد لخلية PLOAM الصاعدة.
4	Upstream_overhead (رأسية صاعدة)	تبين للوحدة ONU الخدمة التعادلية سابقة التخصيص (Te) للاستخدام في الاتجاه الصاعد.	OLT → ONU	في كل وقت تبدأ فيه عملية قياس المدى.	3	تضع ONU الخدمة الصاعدة في التعادلية المخصصة سلفاً للمهلة.
5	Serial_number_mask (قناع رقم التسلسل)	توفر رقم تسلسل وقناعاً يغطي جزءاً من رقم التسلسل هذا.	OLT → ONU	لإيجاد رقم تسلسل لوحدة ONU فريدة.	1	إذا كان رقم التسلسل والقناع يعادلان رقم التسلسل للوحدة ONU يمكن لهذه الأخيرة أن تستجيب لتصاريح قياس المدى.
6	Assign_PON_ID (تخصيصPON_ID)	تربط عدداً PON_ID حراً برقم التسلسل المقدم أيضاً في هذه الرسالة.	OLT → ONU	عندما تجد الانتهائية OLT رقم التسلسل لوحدة ONU معينة.	3	تستخدم الوحدة ONU المعرف PON_ID وسوف يستعمل لمعالجتها.

الجدول G.983.1/17 – تعريف الرسائل

	اسم الرسالة	الوظيفة	الاتجاه	إطلاق	عدد مرات الإرسال	تأثير الاستقبال
7	Ranging_time (وقت قياس المدى)	تبين القيمة المعلقة في عدد البايتات الصاعدة التي يتعين على ONU مع PON_ID أن تملأها في مهلة التعادلية المسجلة (Td).	OLT → ONU	عندما تقرر OLT ضرورة تحديث المهلة (Td) (انظر بروتوكول قياس المدى)	3	تملأ ONU سجل مهلة التعادلية بهذه القيمة.
8	Deactivate_PON_ID (إخماد PON_ID)	تصدر التعليمات للوحدة ONU مع هذا المعرف PON_ID لوقف إرسال المرور الصاعد وإعادة تنظيم نفسه كما يمكن أن تكون رسالة بث.	OLT → ONU	عندما تكتشف LOSi، LCDi، OAMLi، LOAi، SUFi أو CPEi	3	يقوم ONU مع PON_ID بإغلاق الليزر ويستبعد PON_ID وينبغي تنشيط MPU عندما تصبح خارج الخدمة.
9	Disable_serial_number "وضع رقم التسلسل خارج الخدمة"	لتعطيل الوحدة ONU المزودة برقم التسلسل هذا	OLT → ONU	بناء على أمر OpS	3 أو حتى لا يكشف أي بث	يحرك ONU إلى حالة وقف الطوارئ. ولا يستطيع ONU أن يستجيب للتصاريح.
10	Churning_key_update (تحديث مفتاح التشفير)	للإشارة إلى ONU عندما يصبح مفتاح التشفير سارياً سوية الأولوية 1.	OLT → ONU	عندما تكون OLT مستعدة لتشفير البيانات بالشبكة البصرية المنفعلة PON_ID	3	يتحول ONU إلى قناع التشفير 48*Tframe بعد رسالة التحديث الأولى ترسل إشعار استلام واحد بعد استقبال الرسالة بصورة سليمة.
11	Grant_allocation message (رسالة توزيع التصاريح)	لتوزيع بيانات وتصريح PLOAM على ONU	OLT → ONU	بعد توزيع PON_ID على ONU تحتاج إلى بيانات وتصريح لإرسال البيانات الصاعدة وخلايا PLOAM	3	ONU تخزين نوعي التصاريح.

الجدول G.983.1/17 – تعريف الرسائل

	اسم الرسالة	الوظيفة	الاتجاه	إطلاق	عدد مرات الإرسال	تأثير الاستقبال
12	Divided_Slot_Grant configuration message (رسالة تشكيلة تصاريح الفجوة) المقسمة	لتوزيع أو إزالة توزيع تصريح فجوة مقسمة على ONU وتحديد الفجوة الصغيرة أو الوضع المتخالف	OLT → ONU	تحتاج OLT أو لا تحتاج إلى الخدمات التي تقدمها الفجوة الصغيرة.	3	ترسل ONU الفجوة الصغيرة بعد استقبال هذا التصريح الخاص بالفجوة الموزعة المقسمة إذا أوقف هذا التوزيع، لا تستجيب لهذا التصريح الخاص بالفجوة المقسمة.
13	Configure_VP/VC (تشكيل المسير التقديري/ القناة التقديرية)	هذه الرسالة تزيد تنشيط المسير والقناة التقديرية في الاتصالات الهابطة والصاعدة في طبقة ATM.	OLT → ONU	عندما تريد OLT إقامة أو إزالة توصيل مع ONU، من أجل مثلاً تشكيل وظيفة UPC أو ملء جداول ترشيح أو تشغيل السطوح البينية مع ONU	3	تقوم ONU بتنشيط أو إخماد المسير التقديري/القناة التقديرية لقناة الاتصال وترسل إشعار استلام بعد استقبال كل رسالة صحيحة.
14	BER_interval (فاصل BER)	تحدد تراكم الفترات بحسب ONU محسوبة بعدد الأرتال الهابطة لكي تعد ONU عدد أخطاء البايتات الهابطة. نفس انتهاء الوقت مثل ذلك الخاص بتشكيل المسير والقناة التقديرية	OLT → ONU	OpS تحدد هذه الفترة ويمكن أن تركز على وحدة معينة من ONU	3	تبدأ ONU توقيت فترة BER وجميع أخطاء البتات الهابطة ترسل إشعار استلام بعد استقبال كل رسالة صحيحة. إعادة تدميث رقم التسلسل في الرسائل REI.
15	PST Message (رسالة PST)	التحقق من توصيلية OLT-ONU في تشكيلة ذات إطناب وأداء APS	OLT → ONU	ترسل بمعدل معين	مرة / ثانية	تتحقق ONU من رقم الوصلة الخاصة بها وتولد رسالة عدم توافق الوصلات إذا كانا مختلفين.

الجدول G.983.1/17 – تعريف الرسائل

	اسم الرسالة	الوظيفة	الاتجاه	إطلاق	عدد مرات الإرسال	تأثير الاستقبال
16	Physical_equipment_ error message (PEE) (رسالة خطأ تجهيز مادي)	للإشارة إلى ONU بأن OLT غير قادرة على إرسال الرسائل إلى خلايا OMCC في الاتجاه من طبقة ATM إلى طبقة TC	OLT → ONU	عندما تكتشف OLT أنها لا تستطيع أن ترسل خلايا ATM وخلايا OMCC في الاتجاه من طبقة ATM إلى طبقة TC	مرة/ثانية	يعتمد على النظام.
17	Churned_VP (قناة تقديرية متجددة)	لإبلاغ ONU أي المسيرات أو القنوات التقديرية قد تخضع للتشفير من عدمه	OLT → ONU	عندما يتعين تحديد مسير تقديري من عدمه	3	تحديد هذا المسير على أنه مشفر وإرسال إشعار باستلام بعد استلام كل رسالة بشكل سليم.
18	Request_password message (رسالة طلب كلمة سر)	طلب كلمة سر من وحدة ONU للتحقق. لدى OLT جدول محلي لكلمات السر الخاصة بالوحدات ONU الموصلة. فإذا تغيرت كلمة السر بعد إعادة ترتيبها لن تنشط وحدة ONU.	OLT → ONU	بعد قياس مدى ONU هذا أمر اختياري.	1	ترسل رسالة كلمة سر 3 مرات.
19	POPUP message (رسالة POPUP)	يمكن أن تطلب OLT من جميع وحدات ONU لاستعادة أوضاعها باستثناء مهملة التعادلية وإرغامها على الانتقال من حالة POPUP إلى حالة احتياطي التشغيل (O7) 3.	OLT → ONU	للإسراع بإعادة قياس مدى المجموعة الفرعية لوحدات ONU أو جميع الوحدات الموصلة	3	تخزن ONU من جديد المعلمات التي كانت تستخدمها في حالة التشغيل قبيل أن تكتشف LOS، LCD، OAML أو FRML، باستثناء مهلة التعادلية التي تحدد لمهلة التعادلية السابقة التخصيص.
20	Vendor_specific message (رسالة خاصة بالمورد)	يحتجز عدد من هويات الرسائل والرسائل الخاصة بالموردين.	OLT → ONU	خاص بالمورد.	خاص بالمورد	خاص بالمورد.
21	دون رسائل	لا تتيسر أي رسائل عند إرسال خلية PLOAM	OLT ← ONU	صنف من الرسائل الفارغة		تستبعد.

الجدول G.983.1/17 – تعريف الرسائل (*تابع*)

	اسم الرسالة	الوظيفة	الاتجاه	إطلاق	عدد مرات الإرسال	تأثير الاستقبال
22	New_churning_key (مفتاح تشفير جديد)	تحتوى على مفتاح تشفير جديد يستخدم في الخلايا المشفرة الهابطة إلى هذه الوحدة ONU. يبلغ مستوى الأولوية 1.	OLT ← ONU	بناء على طلب OLT تحضر ONU مفتاحاً جديداً وترسله إلى OLT.	3 مرات	تقوم OLT بتدميث جهاز التشفير بهذا المفتاح الجديد إذا استلمت 3 مفاتيح متماثلة متتالية وتحولت إلى المفتاح الجديد 48*Tframe بعد أول رسالة لتحديث مفتاح التشفير.
23	Acknowledge (إشعار باستلام)	تستخدمه ONU للتدليل على استلام تشغيل مسير/قناة تقديرية هابطة، تحديث مفتاح التشفير، مسير تقديري مشفر أو رسالة فترة BER، أولوية الإشعار باستلام رسالة تحديث مفتاح التشفير. وسوية الأولوية 0 للرسائل الأخرى. مهلة الإشعار باستلام هي 300 ms.	OLT ← ONU	بعد استلام كل رسالة هابطة مقابلة سليمة	مرة واحدة	تبلغ OLT بالاستلام الجيد للرسالة الهابطة التي أرسلتها وتؤدي الإجراءات المقابلة.
24	Serial_number_ONU (رقم التسلسل للوحدة ONU)	تحتوي على رقم التسلسل للوحدة OUN.	OLT ← ONU	ترسل ONU هذه الرسالة عندما تكون في حالة قياس المدى وتلغي تصريح قياس المدى أو تصريح PLOAM.	(يمكن إرسال X عدة مرات خلال بروتوكول قياس المدى).	تستخلص OLT رقم التسلسل ويمكن أن توزع معرف PON_ID حر إلى ONU.

الجدول G.983.1/17 – تعريف الرسائل

	اسم الرسالة	الوظيفة	الاتجاه	إطلاق	عدد مرات الإرسال	تأثير الاستقبال
25	Message_error message (رسالة خطأ رسالة)	تبين أن ONU غير قادرة على الامتثال للرسالة المستلمة من OLT.	OLT ← ONU	عندما تعجز ONU عن الامتثال للرسالة الواردة في خلية PLOAM الهابطة	3	إبلاغ المشغل.
26	REI (Remote Error Indication) (دلالة خطأ بعيد)	تحتوي على عدد حالات عدم المواءمة BIP الهابطة (حساب واحد لكل حالة من حالات عدم توافق البتات) المحسوبة خلال فترة BER.	OLT ← ONU	عند انتهاء فترة BER	مرة واحدة/فترة BER	يمكن أن تبين OLT متوسط BER بدلالة الوقت بالنسبة لوحدة ONU.
27	R-INH	لإبلاغ OLT أن ONU ستغلق القدرة في التشغيل العادي وذلك لمنع OLT من إصدار تقارير إنذار غير ضرورية. مستوى الأولوية 2.	OLT ← ONU	تولد ONU هذه الرسالة عند تنشيط القدرة مثل (إغلاق الطاقة أو استخلاص كبل التغذية بالطاقة دون وجود بطارية في التشغيل العادي)	على الأقل 3 مرات	تستبعد أي إنذارات تالية من هذه الوحدة ONU. إبلاغ OpS.
28	رسالة PST	التحقق أن توصيلية ONU-OLT في تشكيلة إطنابية وأداء دور APS	OLT ← ONU	ترسل مرة واحدة.	مرة واحدة/ثانية	تتأكد OLT من تطابق رقم الوصلة مع رقم الوصلة الخاص بها وتولد عدم توافقٍ الوصلة MISi إذا كان مختلفاً.
29	Physical_equipment_ error (خطأ التجهيز المادي)	لإبلاغ ONU أن OLT عاجزة عن إرسال كل من خلايا ATM وخلايا OMCC في الاتجاه من طبقة ATM إلى طبقة TC	OLT ← ONU	عندما تكتشف ONU أنها عاجزة عن إرسال كل من خلايا ATM وخلاياOMCC في الاتجاه من طبقة ATM إلى طبقة TC	مرة واحدة/ثانية	تعتمد على النظام.

الجدول G.983.1/17 – تعريف الرسائل

	اسم الرسالة	الوظيفة	الاتجاه	إطلاق	عدد مرات الإرسال	تأثير الاستقبال
30	Password (كلمة السر)	التحقق من ONU على أساس كلمة السر	OLT ← ONU	عندما تطلب OLT كلمة سر بواسطة رسالة طلب كلمة السر	3	إذا تسلمت OLT ثلاث كلمات سر متماثلة تعلن أنها سليمة. أما المعالجة الأخرى فهي تعتمد على النظام.
31	Vendor_specific message (رسالة خاصة بالمورد)	يحتجز عدد من الرسائل الخاصة بالمورد.	OLT ← ONU	خاص بالمورد	خاص بالمورد	خاص بالمورد.
32	Big_Key message (رسالة المفتاح الكبير) خياري	تضم مفتاح كبير يستعمل في تشفير المعطيات سوية الأولوية: 1.	OLT ← ONU	بعد استلام طلب الانتهائية OLT تبحث الوحدة ONU عن مفتاح جديد وترسله إلى الانتهائية OLT	3 مرات لكل قطعة	تدميث الانتهائية OLT عملية التشفير بهذا المفتاح الجديد إذا استلمت ثلاثة مفاتيح متشابهة متتالية وتبدل إلى رتل المفتاح الجديد 48T بعد وصول أول رسالة تحيين مفتاح التشفير.

2.8.3.8 أنساق الرسائل

يحدد هذا القسم الفرعي محتويات الرسائل الواردة في القسم الفرعي السابق.

1.2.8.3.8 أنساق الرسائل الهابطة

عدم وجود رسائل		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	0100 0000	بث رسالة إلى جميع الوحدات ONU
36	0000 0000	تعريف الرسالة "عدم وجود رسالة"
46..37	غير محدد	

رسالة "تحكم في الاستقبال صعوداً"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	0100 0000	بث رسالة إلى جميع الوحدات ONU
36	0000 0001	تعريف الرسالة "تحكم في الاستقبال صعوداً"
37	عداد الرسالة الفرعية *n*	يمكن أن تكون "*n*" 0x00 أو 0x01. وتشير إلى أي جزء في مجال التحكم في المستقبل RXCF المبين في الأثمونات الباقية من هذه الرسالة
38	dddd dddd	RXCF1 for *n* = 0x00 and RXCF10 for *n* = 0x01
39	dddd dddd	RXCF2 for *n* = 0x00 and RXCF11 for *n* = 0x01
40	dddd dddd	RXCF3 for *n* = 0x00 and RXCF12 for *n* = 0x01
41	dddd dddd	RXCF4 for *n* = 0x00 and RXCF13 for *n* = 0x01
42	dddd dddd	RXCF5 for *n* = 0x00 and RXCF14 for *n* = 0x01
43	dddd dddd	RXCF6 for *n* = 0x00 and RXCF15 for *n* = 0x01
44	dddd dddd	RXCF7 for *n* = 0x00 and RXCF16 for *n* = 0x01
45	dddd dddd	RXCF8 for *n* = 0x00 وغير محدد بالنسبة إلى *n* = 0x01
46	dddd dddd	RXCF9 for *n* = 0x00 وغير محدد بالنسبة إلى *n* = 0x01

رسالة "خدمة صاعدة"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	0100 0000	بث رسالة إلى جميع الوحدات ONU
36	0000 0010	تعريف رسالة خدمة صاعدة
37	gggg gggg	عدد من البتات الحارسة في الخدمة الصاعدة يبدأ من أول بتة في بتات الخدمة الصاعدة. وتتجاهل وحدات الشبكة البصرية الأثمونات الأولى (24 ≥ gggg gggg ≥4) لمعطيات الرأسية في الأثمونات 38 إلى 40.
38	bbbb bbbb	بيانات للبرمجة في بايتات الخدمة 1
39	bbbb bbbb	بيانات للبرمجة في بايتات الخدمة 2
40	bbbb bbbb	بيانات للبرمجة في بايتات الخدمة 3
41	غير محدد	
42	غير محدد	

رسالة خدمة صاعدة		
الأثمون	المحتوى	الوصف
43	xxxx xxxp	تعريف رسالة "مهلة التسوية المخصصة مسبقاً (Te)" p = "0" تبين أن Te = 0 p = "1" تبين أن Te محدد بالأثمون 44-46
44	dddd dddd	بتة MSB لمهلة التسوية المخصصة مسبقاً
45	dddd dddd	
46	dddd dddd	بتة LSB لمهلة التسوية المخصصة مسبقاً

رسالة وقت قياس المدى		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة شبكة بصرية
36	0000 0011	تعريف رسالة "وقت قياس المدى"
37	dddd dddd	بتة MSB للمهلة
38	dddd dddd	
39	dddd dddd	بتة LSB للمهلة
40 .. 46	غير محدد	

رسالة قناع رقم التسلسل		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	0100 0000	بث رسالة إلى جميع وحدات الشبكة البصرية
36	0000 0100	تعريف رسالة "قناع رقم التسلسل"
37	nnnn nnnn	عدد البتات السليمة (nnnnnnnn ≤ 64)، يبدأ العد من للأثمون 45 إلى بتة MSB للأثمون 38
38	abcd efgh	الأثمون 1 في رقم التسلسل
...	...	
45	stuv wxyz	الأثمون 8 في رقم التسلسل
46	غير محدد	

رسالة توزيع شبكة بصرية منفعلة PON_ID		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	0100 0000	بث رسالة إلى جميع وحدات الشبكة البصرية
36	0000 0101	تعريف رسالة "تخصيص المعرف PON_ID)
37	pppp pppp	PON_ID (pppppppp ≤ 63)
38	abcd efgh	الأثمون 1 في رقم التسلسل
...	...	
45	stuv wxyz	الأثمون 8 في رقم التسلسل
46	غير محدد	

رسالة "إخماد الشبكة البصرية المنفعلة"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة ONU أو إلى جميع وحدات ONU. PON_ID=0x40 في حالة البث إلى جميع الوحدات
36	0000 0110	تعريف رسالة "إخماد PON_ID"
46..37	غير محدد	

رسالة "رقم تسلسل خارج الخدمة"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	0100 0000	بث رسالة إلى جميع وحدات الشبكة البصرية
36	0000 0111	تعريف رسالة رقم تسلسل خارج الخدمة
37	تمكين	0xFF: وحدة الشبكة البصرية مع رقم التسلسل تمنع من النفاذ الصاعد. 0x0F: جميع وحدات الشبكة البصرية التي كانت قد منعت من النفاذ الصاعد يمكن أن تشارك في عملية قياس المدى وتصحح محتويات البايتات 38~45. 0x00: وحدة الشبكة البصرية مع رقم التسلسل يمكن أن تشارك في عملية قياس المدى.
38	abcd efgh	الأثمون 1 في رقم التسلسل
...	...	
45	stuv wxyz	الأثمون 8 في رقم التسلسل
46	غير محدد	

رسالة "طلب مفتاح تشفير جديد"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة شبكة بصرية
36	0000 1000	تعريف رسالة طلب مفتاح تشفير جديد
46..37	غير محدد	

رسالة "تحديث مفتاح التشفير"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة شبكة بصرية
36	0000 1001	تعريف رسالة تحديث مفتاح التشفير
37	COUNT	تنقل من 1 إلى 3
46..38	غير محدد	

رسالة توزيع تصاريح		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة شبكة بصرية
36	0000 1010	تعريف رسالة توزيع التصاريح
37	dddd dddd	توزيع تصريح بيانات على وحدة الشبكة البصرية مع هذه الشبكة PON_ID
38	0000 000a	a:1 = تنشيط تصريح البيانات لهذه الوحدة a:0 = اخماد تصريح البيانات لهذه الوحدة
39	pppp pppp	تصريح PLOAM الموزع على وحدة الشبكة البصرية مع PON_ID
40	0000 000a	a:1 = تنشيط تصريح PLOAM لهذه الوحدة a:0 = إخماد تصريح PLOAM لهذه الوحدة
46..41	غير محدد	

رسالة "تشكيلة تصريح فجوة مقسمة"		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة شبكة بصرية
36	0000 1011	تعريف رسالة تشكيلة تصريح فجوة مقسمة
37	0000 000a	a:1 = تنشيط تصريح البيانات لهذه الوحدة a:0 = إخماد تصريح البيانات لهذه الوحدة
38	DS_GR	تحديد قيمة التصريح المخصص لهذه الوحدة لإرسال فجوة صغيرة
39	طول	تحديد طول الحمولة النافعة لهذه الفجوة الصغيرة في عدد من البايتات داخل مدى [1.. (53 – OFFSET)]
40	متخالف	تحديد متخالف بدء الفجوة الصغيرة في عدد من البايتات، من بدء فجوة الخلية الصاعدة. متخالف = 0 تعني فجوة صغيرة تبدأ عند البايتة الأولى من الفجوة الصاعدة
41	معرف الخدمة	تحديد الخدمة التي ستقابل في الفجوة الصغيرة. 0000 0000 تستخدم لبروتوكول MAC. والقيم الأخرى محجوزة لاستخدام في المستقبل.
46..42	غير محدد	

رسالة "تشكيلة مسير تقديري/قناة تقديرية"		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة شبكة بصرية
36	0000 1100	تعريف رسالة تشكيل مسير تقديري/قناة تقديرية
37	0000 000a	بايتات 38-41 تحدد الهبوط والصعود في المسير التقديري/القناة التقديرية a:1 = تنشيط تصريح البيانات لهذه الوحدة a:0 = إخماد تصريح البيانات لهذه الوحدة
38	HEADER1	الأثمون 1 في رأسية ATM (MSB)
39	HEADER2	الأثمون 2 في رأسية ATM
40	HEADER3	الأثمون 3 في رأسية ATM

رسالة "تشكيلة مسير تقديري/قناة تقديرية"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
41	HEADER4	الأثمون 4 في رأسية ATM (LSB) تكون أقل 4 بتات أهمية (PTI وCLP) شفافة أمام الطبقة TC.
42	MASK1	تحدد جميع البتات القناع المحددة للبتات المقابلة في الرأسية والتي ينبغي استخدامها للانتهائية أو توليد الخلايا في طبقة ATM
43	MASK2	
44	MASK3	
45	MASK4	لا تستخدم سوى البتات الأربع الأكثر أهمية
46	غير محدد	

رسالة "خطأ التجهيز المادي"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	0100 0000	بث رسالة لجميع الوحدات
36	0000 1101	تعريف رسالة "خطأ التجهيز المادي"
46..37	غير محدد	

رسالة "طلب كلمة سر"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة شبكة بصرية
36	0000 1110	تعريف رسالة طلب كلمة السر
46..37	غير محدد	

رسالة "مسير تقديري مشفر"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة شبكة بصرية
36	0000 1111	تعريف رسالة مسير تقديري متجدد
37	xxxx xxxa	a = 1 مشفر a = 0 غير مشفر
38	abcd efgh	abcdefgh = VPI[11..4]
39	ijkl 0000	ijkl = VPI[3..0]
46..40	غير محدد	

رسالة POPUP		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	0100 0000	بث رسالة لجميع وحدات الشبكة البصرية
36	0001 0000	تعريف رسالة "POPUP"
46..37	غير محدد	

رسالة خاصة بالمورد		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	xxxx xxxx	رسالة موجهة إلى وحدة الشبكة البصرية
36	0111 1zzz	تعريف رسالة خاصة بالمورد
46..37	yyyy yyyy	خاصة بالمورد. يمكن استخدام هذه الرسائل لأغراض الملكية بواسطة مختلف الموردين ولن يجري تقييساً

رسالة PST		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	0100 0000	رسالة موجهة إلى وحدة الشبكة البصرية
36	1000 0000	تعريف رسالة "PST"
37	رقم الخط	يمكن أن تكون 0 أو 1
38	التحكم	الأثمون K1 كما هو محدد في التوصية ITU-T G.783
39	التحكم	الأثمون K2 كما هو محدد في التوصية ITU-T G.783
46..40	غير محدد	

رسالة "فاصل BER"		
الأثمون	المحتوى	الوصف
35	PON_ID	رسالة موجهة إلى وحدة الشبكة البصرية
36	1000 0001	تعريف رسالة فاصل BER
37	فاصل 1	بتة MSB في 32 بتة للفاصل
38	فاصل 2	
39	فاصل 3	
40	فاصل 4	بتة LSB في 32 بتة للفاصل، فاصل في عدد الأرتال
46..41	غير محدد	

2.2.8.3.8 أنساق الرسائل الصاعدة

عدم وجود رسائل		
الأثمون	المحتوى	الوصف
2	PON_ID	يبين وحدة الشبكة البصرية المصدرة لهذه الرسالة
3	0000 0000	تعريف رسالة "عدم وجود رسائل"
13..4	غير محدد	

رسالة مفتاح تشفير جديد		
الأثمون	المحتوى	الوصف
2	PON_ID	يبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	0000 0001	تعريف رسالة مفتاح تشفير جديد
4	مفتاح تشفير 1	(MSB) X1, X2,..., X8 (LSB)
5	مفتاح تشفير 2	(MSB) P1, P2, ..., P8
6	مفتاح تشفير 3	P9, P10, ..., P16 (LSB)
13..7	غير محدد	

رسالة "إشعار باستلام"		
الأثمون	المحتوى	الوصف
2	PON_ID	يبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	0000 0010	تعريف رسالة إشعار باستلام
4	DM_ID	رسالة تعريف الرسالة الهابطة
5	DMBYTE37	الأثمون 37 للرسالة الهابطة
6	DMBYTE38	الأثمون 38 للرسالة الهابطة
7	DMBYTE39	الأثمون 39 للرسالة الهابطة
8	DMBYTE40	الأثمون 40 للرسالة الهابطة
9	DMBYTE41	الأثمون 41 للرسالة الهابطة
10	DMBYTE42	الأثمون 42 للرسالة الهابطة
11	DMBYTE43	الأثمون 43 للرسالة الهابطة
12	DMBYTE44	الأثمون 44 للرسالة الهابطة
13	DMBYTE45	الأثمون 45 للرسالة الهابطة

رسالة "رقم التسلسل لوحدة الشبكة البصرية"		
الأثمون	المحتوى	الوصف
2	0100 0000 PON_ID	حالة "احتياطي التشغيل 2" حالة "احتياطي التشغيل 3"
3	0000 0011	تعريف رسالة رقم التسلسل لوحدة الشبكة البصرية
4	0000 0000	الأثمونات 5 إلى 12 من رقم التسلسل الكامل للوحدة
5	VID1	تعريف المورد – الأثمون 1
6	VID2	تعريف المورد – الأثمون 2
7	VID3	تعريف المورد – الأثمون 3
8	VID4	تعريف المورد – الأثمون 4
9	VSSN1	رقم التسلسل الخاص بالمورد – الأثمون 1
10	VSSN2	رقم التسلسل الخاص بالمورد – الأثمون 2
11	VSSN3	رقم التسلسل الخاص بالمورد – الأثمون 3
12	VSSN4	رقم التسلسل الخاص بالمورد – الأثمون 4
13	غير محدد	

مجموعة عناصر الشفرة لتعريف المورد محددة في ANSI T1.220 وتقابل الحروف الأربعة في مجال البايتات الأربع من خلال أخذ كل شفرة حرف ASCII/ANSI وتسلسلها.

مثال: Vendor_ID = ABCD ⇒ VID1=0x41, VID2=0x42, VID3=0x43, VID4=0x44

رسالة "كلمة السر"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
2	PON_ID	تبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	0000 0100	تعريف رسالة كلمة السر
4	pppp pppp	كلمة السر 1
...	...	...
13	pppp pppp	كلمة السر 10

رسالة "خطأ التجهيز المادي"		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
2	PON_ID	تبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	0000 0101	تعريف رسالة خطأ التجهيز المادي
13..4	غير محدد	

رسالة خاصة بالمورد		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
2	xxxx xxxx	تبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	0111 1zzz	تعريف رسالة خاصة بالمورد
13..4	yyyy yyyy	خاصة بالمورد. يمكن استخدام هذه الرسائل لأغراض الملكية بواسطة مختلف الموردين ولن يجري تقييسها

رسالة REI		
الأثمون	**المحتوى**	**الوصف**
2	PON_ID	تبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	1000 0000	تعريف رسالة REI
4	عداد الأخطاء 1	بتة MSB في 32 بتة لعداد الأخطاء
5	عداد الأخطاء 2	32 بتة لعداد الأخطاء
6	عداد الأخطاء 3	32 بتة لعداد الأخطاء
7	عداد الأخطاء 4	بتة LSB في 32 بتة لعداد الأخطاء
8	0000 SSSS	رقم التسلسل. يجرب زيادة في البتات الأربع SSSS الأقل أهمية في كل مرة ترسل فيها هذه الرسالة
13..9	غير محدد	

رسالة R-INH		
الأثمون	المحتوى	الوصف
2	PON_ID	تبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	1000 0001	تعريف رسالة "R-INH"
13..4	غير محدد	

رسالة PST		
الأثمون	المحتوى	الوصف
2	PON_ID	تبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	1000 0010	تعريف رسالة "PST"
4	رقم الخط	يمكن أن تكون 0 أو 1
5	تحكم	K1 كما هو محدد في التوصية ITU-T G.783
6	تحكم	K2 كما هو محدد في التوصية ITU-T G.783
13..7	غير محدد	

رسالة "خطأ الرسالة"		
الأثمون	المحتوى	الوصف
2	PON_ID	تبين الوحدة المصدرة لهذه الرسالة
3	1000 0011	تعريف رسالة "خطأ الرسالة"
4	Message_id	تبين الرسالة الهابطة غير المعرفة
13..5	غير محدد	

رسالة Big_Key (خيارية)		
الأثمون	المحتوى	الوصف
2	PON_ID	يبيّن الوحدة ONU المرسلة لهذه الرسالة
3	0000 0110	تعرف هوية الرسالة "Big Churning Key Message"
4	Key_Index	دليل يبين مفتاح الوحدة ONU الذي تضمه هذه الرسالة
5	Frag_Index	دليل يبين جزء المفتاح الذي تضمه هذه الرسالة
6	KeyBYTE0	الاثمون 0 من قطعة (Frag_Index) المفتاح (Key_Index)
7	KeyBYTE1	الاثمون 1 من قطعة (Frag_Index) المفتاح (Key_Index)
8	KeyBYTE2	الاثمون 2 من قطعة (Frag_Index) المفتاح (Key_Index)
9	KeyBYTE3	الاثمون 3 من قطعة (Frag_Index) المفتاح (Key_Index)
10	KeyBYTE4	الاثمون 4 من قطعة (Frag_Index) المفتاح (Key_Index)
11	KeyBYTE5	الاثمون 5 من قطعة (Frag_Index) المفتاح (Key_Index)
12	KeyBYTE6	الاثمون 6 من قطعة (Frag_Index) المفتاح (Key_Index)
13	KeyBYTE7	الاثمون 7 من قطعة (Frag_Index) المفتاح (Key_Index)

9.3.8 التبديل الوقائي الأوتوماتي

يمكن توفير التبديل الوقائي الأوتوماتي (APS) عند طبقة تقارب الإرسال في الشبكة البصرية المنفعلة كوظيفة اختيارية. ويعتمد استخدام APS على عدد المستعملين ونمط الخدمة. وينبغي النظر في تشكيلات الإطناب في شبكة التوزيع البصرية المزدوجة ووحدات الشبكة البصرية المزدوجة لاستخدامات الأعمال التجارية. ويحتفظ ببعض بتات التحكم لبروتوكول الوقاية في مجال رسالة تتبع قسم الشبكة البصرية المنفعلة المعرفة في 1.2.8.3.8 و2.2.8.3.8 وتقدم التوصية ITU-T G.983.5 وصفاً كاملاً للوظيفة APS. انظر الملحق D لمزيد من التفاصيل.

وتتم مراعاة الوقت اللازم للتبديل APS بما في ذلك مدة قياس المدى فيما يخص 32 بتة لوحدة الشبكة البصرية وذلك لدعم الخدمات الهاتفية التقليدية و/أو خدمات ISDN وينبغي ألا يتم فك التوصيلات الجارية عند أداء التبديل APS.

4.8 طريقة قياس المدى

1.4.8 نطاق طريقة قياس المدى المطبّقة

ينبغي استخدام طريقة قياس المدى المعتمدة على داخل النطاق الرقمي الكامل بواسطة نظام الشبكة البصرية المنفعلة لقياس مسافات الوصول المنطقية بين كل وحدة من وحدات الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري. ويبلغ المدى الأقصى لهذه الشبكة 20 كيلومتراً على الأقل. وينبغي أن تكون عملية قياس مهلة الإرسال لكل وحدة من وحدات الشبكة البصرية قادرة على الأداء خلال عمل الشبكة البصرية المنفعلة دون إحداث أي عطل في خدمة الوحدات الأخرى.

ويمكن التقليل من حجم نافذة إشارة قياس المهلة باستخدام بعض المعلومات عن موقع وحدة ONU. ويجوز أن يزود مشغل الشبكة PON بالمسافة الدنيا والقصوى البديهية لانتهائية الخط البصري ووحدة الشبكة البصرية (إذا لم يمكن الأمر كذلك فإن التغيب يكون صفر كيلومتر كأدنى حد و20 كيلومتراً كأقصى حد) ويمكن أن تزود المسافات الدنيا والقصوى بالانتظامية حسب هو معرف بواسطة مشغل الشبكة. أما بالنسبة لوحدات الشبكة البصرية التي لم يقيس مداها في السابق، تتحدد بداية ونهاية نافذة قياس المدى من هذه المسافات الدنيا والقصوى المزودة.

ويتحدد بروتوكول قياس المدى ويطبق على العديد من أنواع طرق التركيب في وحدات الشبكة البصرية والعديد من أنواع عمليات قياس المدى إذا اقتضى الأمر مع وظائف إضافية أو اختيارية.

1.1.4.8 طرق تركيب وحدات الشبكة البصرية

يوضح المثالان التاليان طريقتين لتركيب وحدة شبكة بصرية.

الطريقة ألف: رقم التسلسل لوحدة الشبكة البصرية مسجل عند انتهائية الخط البصري بواسطة النظام OpS.

الطريقة باء: رقم التسلسل لوحدة الشبكة البصرية غير مسجل عند انتهائية الخط البصري بواسطة النظام OpS. ويتطلب آلية أتوماتية لكشف رقم التسلسل أو (رقم واحد مشفر مبرمج) لوحدة الشبكة البصرية.

ويمكن بالنسبة للطريقة ألف أو الطريقة باء قياس مدى وحدة الشبكة البصرية بوسيلتين محتملتين:

1) يمكن لمشغل الشبكة بدء عملية قياس المدى عندما يعرف أنه تم توصيل الوحدة الجديدة. وبعد نجاح قياس المدى (أو انتهاء الوقت) تتوقف هذه العملية أوتوماتياً؛
2) تبدأ انتهائية الخط البصري بصورة دورية وأتوماتية عملية قياس المدى مع إجراء اختبار لرؤية ما إذا كان قد تم توصيل وحدات جديدة. ويكون تردد الاستطلاع قابلاً للبرمجة لدرجة يمكن معها فتح نافذة قياس المدى كل مليثانية أو كل ثانية في ظل تعليمات نظام التشغيل OpS.

2.1.4.8 نوع عملية قياس المدى

يمكن أن تنشأ أوضاع مختلفة مثل تلك التي يرد وصف لها فيما يلي حيث تحدث عمليات قياس المدى. وهناك أربع فئات يمكن أن تحدث في إطارها عملية قياس المدى.

1.2.1.4.8 شبكة PON ووحدة ONU في حالة برودة

يحدث هذا الوضع عندما لا تستقبل أية حركة صاعدة على شبكة PON ووحدات الشبكة البصرية ONU لم تستلم بعد معرفات PON-ID صادرة من انتهائية الخط البصري.

2.2.1.4.8 شبكة PON في حالة سخونة ووحدة ONU في حالة برودة

يتميز هذا الوضع بإضافة وحدة أو وحدات للشبكة ONU لم يكن قد سبق قياس مداها من قبل أو بإضافة وحدات من هذه الشبكة كانت نشطة في السابق بعد أن استعادت قدرتها وعادت إلى الشبكة البصرية المنفعلة في الوقت الذي تكون فيه الحركة مستمرة على PON.

3.2.1.4.8 شبكة PON ووحدات ONU في حالة سخونة

يتميز هذا الوضع بوجود وحدات كانت نشطة في السابق وظلت محتفظة بقدرتها وتم توصيلها بشبكة PON نشطة إلا أنها كانت في حالة POPUP التي وصفت في 1.2.4.4.8. كما أن هذا الوضع يشمل وحدة ONU نشطة ثم توصيلها بشبكة PON نشطة بحركة مستمرة.

4.2.1.4.8 التبديل

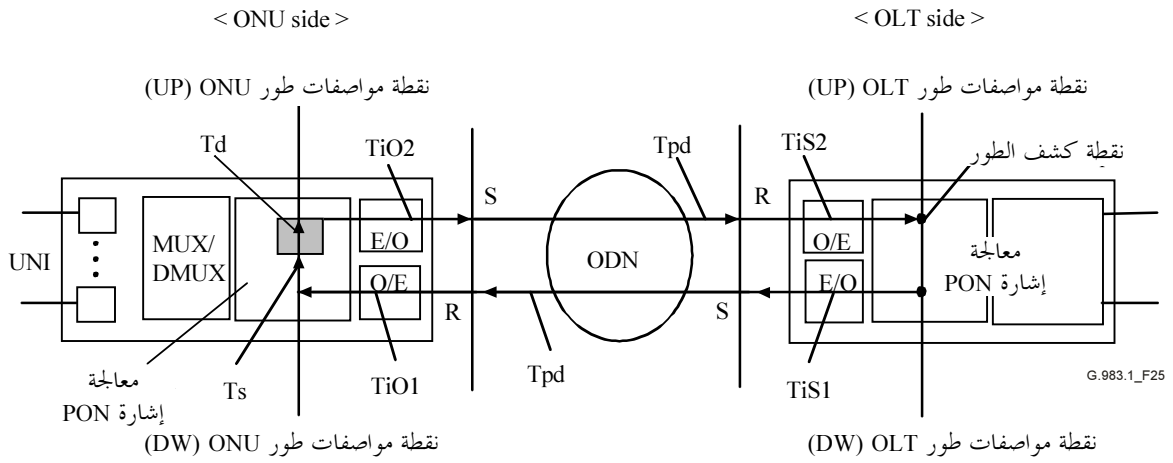
يمكن أن يكون ذلك في شغل عدة أنواع من تشكيلات ATOM-PON المزدوجة الإرسال أو المزدوجة الإرسال جزئياً. وينبغي أن يسري بروتوكول تحديد المدى على هذه الحالات.

2.4.8 مواصفات العلاقة الطورية بين الاتجاهين الهابط والصاعد

لا بد من تحديد العلاقة الطورية بين الاتجاهين الهابط والصاعد لأغراض عملية تحديد المدى.

1.2.4.8 تعريف نقاط مواصفات الطور

يبين الشكل 25 تشكيلة نقاط المواصفات الوارد وصف لها فيما يلي:



$$Tconst = TiS1 + Tpd + TiO1 + Ts + Td + TiO2 + Tpd + TiS2$$

$$Tresponse(ONU) = TiO1 + Ts + Td + TiO2 \text{ (at } Td = 0)$$

$$= TiO1 + Ts + TiO2$$

$$0 \le Td \text{ (Equalization_delay)} \le Max$$

الشكل G.983.1/25 – تشكيلة نقاط المواصفات

1.1.2.4.8 نقاط مواصفات الطور في ONU وOLT

تحدد نقطة مواصفات الطور لشبكة ONU – تحديد مرحلة إرسال الخلية. وتقع هذه النقطة تقريباً على جانب النقطة المرجعية S/R في ONU. كما يتم تحديد نقطة مواصفات الطور في OLT لقياس مرحلة إرسال الخلية. وهي تقع تقريباً على جانب النقطة المرجعية R/S في OLT.

2.1.2.4.8 مهلة إرسال الخلية الأساسية (Ts)

تعرف مهلة إرسال الخلية الأساسية (Ts) بأنها طور الخلية الصاعدة التي تقابل التصريح الأول بخلية PLOAM في الرتل الهابط، حتى رتلها الهابط عند نقطة مواصفات الطور عندما تكون مهلة التسوية "0" صفراً. وترجع هذه المهلة إلى معالجة إشارة PON في وحدة الشبكة البصرية.

3.1.2.4.8 مهلة إرسال خلية ONU

تعرف مهلة إرسال خلية ONU بأنها طور الخلية الصاعدة التي تقابل مع التصريح الأول لخلية PLOAM الأولى في الرتل الهابط إلى رتلها الهابط عند نقطة مواصفات الطور لوحدة الشبكة البصرية. ومهلة إرسال خلية ONU هي مجموع مهلة إرسال الخلية الأساسية (Ts) ومهلة التسوية (Td) في إجراء قياس المدى.

4.1.2.4.8 طور نقطتي المواصفات للسطوح البينية S/R وR/S

تصل الخلايا في الإرسال الهابط عند النقطة المرجعية R في وحدة الشبكة البصرية إلى نقطة مواصفات الطور في هذه الوحدة بعد وقت معين TiO1. وتصل الخلايا في الإرسال الصاعد عند نقطة مواصفات الطور لوحدة الشبكة البصرية إلى النقطة المرجعية S في وحدة الشبكة البصرية ONU بعد TiO2.

كذلك فإن الخلايا في الإرسال الهابط عند نقطة مواصفات الطور OLT تصل إلى النقطة المرجعية S في OLT بعد وقت معين TiS1. وتصل الخلايا في الإرسال الصاعد عند نقطة مرجعية R في OLT إلى نقطة مواصفات الطور بعد TiS2.

وترجع المهلة TiO1 وTiO2 وTiS1 وTiS2 إلى التحويل البصري الكهربائي والكهربائي البصري في وحدة الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري (انظر الشكل 25).

2.2.4.8 مواصفات وقت الاستجابة في الوحدة ONU

سيجري تعريف وقت الاستجابة في وحدة الشبكة البصرية Tresponse(ONU) عند النقطة المرجعية S/R لضمان التوصيلية مع أبعد وحدة في الشبكة البصرية في حالات تعدد الموردين.

ويحدد وقت الاستجابة (Tresponse(ONU)) فيما يلي:

$$\text{Tresponse(ONU)} = \text{TiO1} + \text{Ts} + \text{Td} + \text{TiO2 (at Td = 0)}$$
$$= \text{TiO1} + \text{Ts} + \text{TiO2}$$

وسوف تكون قيمة Tresponse(ONU) بين 3136 و4032 بتة (عند 155,52 Mbit/s) وهو ما يعادل ما بين 7 و9 خلايا (الخلية بعدد 56 بايتة) وأن ذلك وقت كاف لمعالجة الإشارات في وحدة الشبكة البصرية.

$$3136 \text{ bits} \leq \text{Tresponse(ONU)} \leq 4032 \text{ bits (at 155,52 Mbit/s)}$$
$$6272 \text{ bits} \leq \text{Tresponse(ONU)} \leq 8064 \text{ bits (at 622,08 Mbit/s)}$$

ملاحظة – ينظر إلى التباين في الوقت نتيجة لاستجابة (ONU) باعتباره غموض موقع ONU بما يعادل 600 متر و300 متراً للاتجاه الصاعد بالمعدلين 155 و622 Mbit/s على التوالي.

3.2.4.8 العلاقة الطورية في حالة التشغيل العادية

يبين الشكل 26 العلاقة بين أطوار خلايا الهبوط والصعود عند النقطة المرجعية S/R في الوحدة ONU، ونقطة مواصفات الطور في الوحدة ONU، والنقطة المرجعية R/S في الانتهائية OLT، ونقطة مواصفات الطور في الانتهائية OLT موضحة في الشكل، وتمثل Tpd وقت انتشار الليف البصري من OLT إلى ONU (والعكس بالعكس).

وتقابل الفجوة الزمنية للخلايا الصاعدة #1 مجال التصريح الأول في خلية PLOAM الهابطة الأولى في الرتل الهابط. ويعرف الوقت بين خلية PLOAM مع التصريح الأول والخلية الصاعدة المقابلة بأنه وقت التسوية ذهاباً وإياباً (Teqd).

وتحدد مهلة التسوية ذهاباً وإياباً (Teqd) عند نقطة مواصفات الطور في OLT (على النحو المعرف أعلاه).

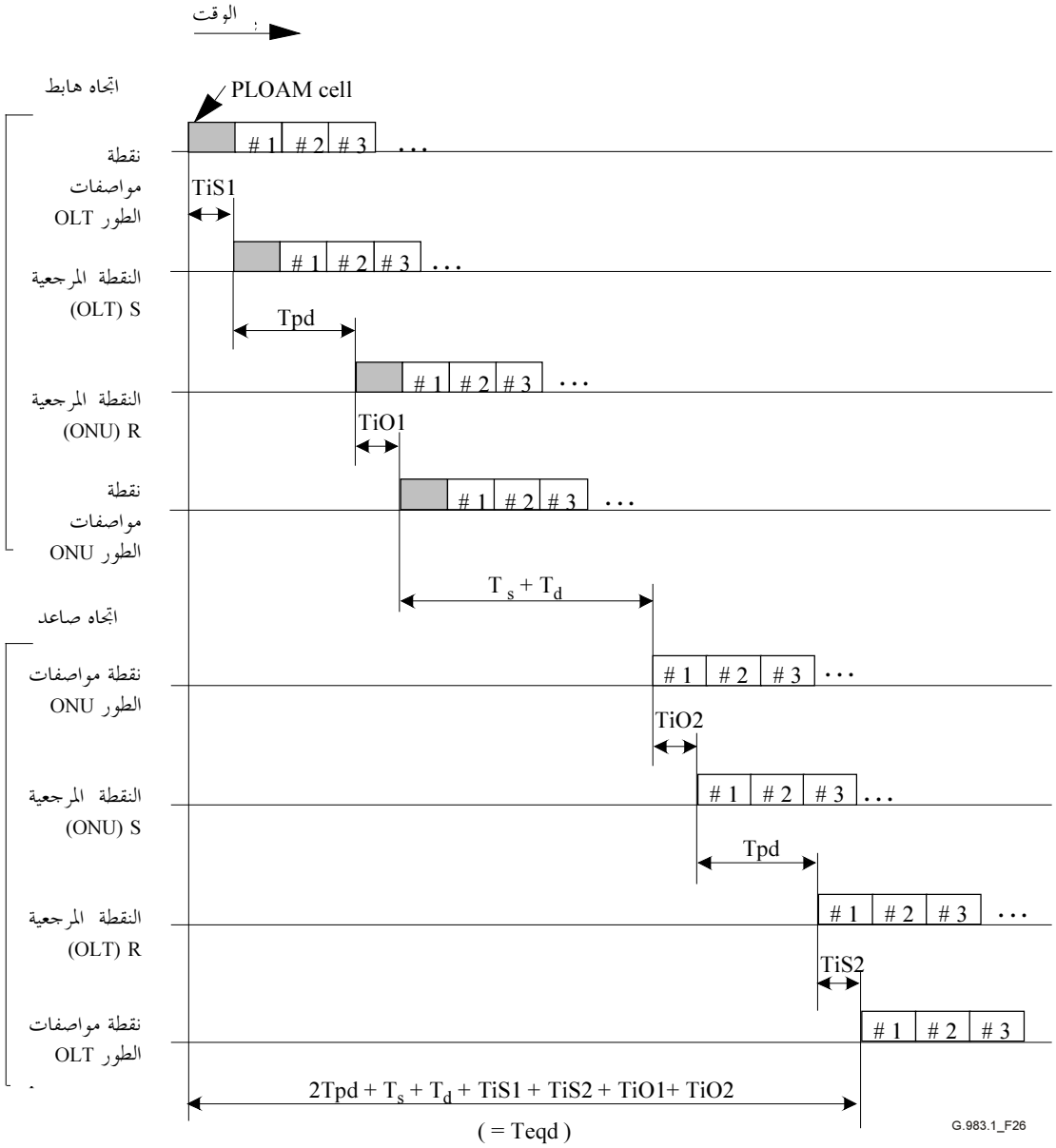
$$\text{Teqd} = 2*\text{Tpd} + \text{Ts} + \text{Td} + \text{TiO1} + \text{TiO2} + \text{TiS1} + \text{TiS2}$$
$$= 2*\text{Tpd} + \text{Tresponse(ONU)} + \text{Td} + \text{TiS1} + \text{TiS2}$$

وفي حالة التشغيل العادية، تكون Teqd ثابتة بالنسبة لجميع وحدات الشبكة البصرية. وبعد مراعاة التباين في Tpd وTresponse(ONU)، تحدد مهلة التسوية (Td) على النحو التالي:

القيمة القصوى للمهلة Td ≤ 000 32 بتة (عند 155,52 Mbit/s)

القيمة القصوى للمهلة Td ≤ 000 128 بتة (عند 622,08 Mbit/s)

وتعادل المهلة القصوى للانتشار ذهاباً وإياباً البالغة نحو 200 µs (يعادل 20 كيلومتراً من الألياف البصرية) 69 خلية (الخلية مكونة من 56 بايت) + 192 بتة ويبلغ وقت الاستجابة الأقصى 9 خلايا مع تباين 2 خلية ومن ثم فإن مهلة التسوية تغطي التباين في الوقت من صفر إلى 000 32 بتة (عند 155,52 Mbit/s).



الشكل G.983.1/26 – العلاقة الطورية بين الاتجاهين الهابط والصاعد

4.2.4.8 دقة قياس مهلة التسوية

ينبغي تحديد مهلة التسوية بدقة تبلغ 1 بتة بالنسبة إلى جميع المعدلات.

5.2.4.8 فتح نافذة قياس المدى في إجراء قياس المدى

ملاحظة – يعرض النص التالي أمثلة لاستعمال المعدل 155,52 Mbit/s في الاتجاه الصاعد. وتتوقف القيم التي تعطى إلى Tresponse وTd على معدل الاتجاه الصاعد. إلا أن هذه القيم لا تنطبق على الحالة 622 Mbit/s يرجى مراجعة المواصفات المذكورة سابقاً بخصوص هذه القيم.

1.5.2.4.8 الإجراء العادي

قبيل بدء عملية قياس المدى، ترسل انتهائية الخط البصري رسالة خدمة صاعدة للدلالة على وحدات الشبكة البصرية الجديدة التي يتعين استخدام خدمتها. ثم تبدأ OLT عملية تحديد المدار. وتصطف تصريحات البيانات الصاعدة.

وتولد OLT النقاط المتتالية الآتية:

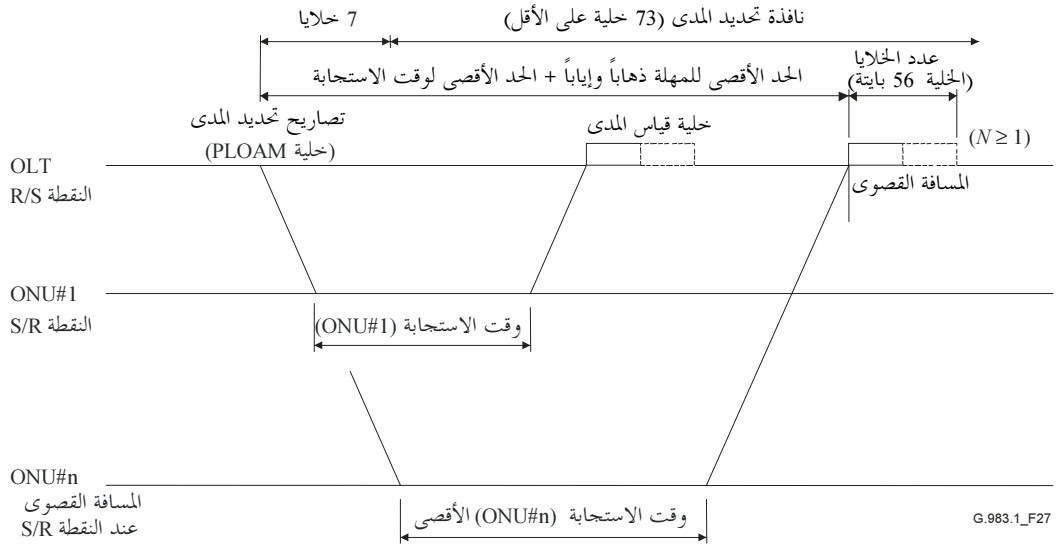
- تصريحات غير موزعة لفتح النافذة؛
- تصريح بقياس المدى (أو تصريح PLOAM)؛
- تصاريح مدى إضافية أو تصاريح PLOAM إذا اقتضى الأمر.

وتقابل هذه في خلايا PLOAM الهابطة. ويضمن ذلك فتح نافذة صاعدة بعد أن تترك تصريح تحديد المدى OLT، لاستقبال قياس مدى لخلية PLOAM. وتسمح تصاريح قياس المدى الإضافية أو تصاريح PLOAM للوحدة ببدء القدرة البصرية وللانتهائية OLT بأداء التحكم في العتبة والبحث عن الاتساع وغير ذلك. وينبغي أن يكون عدد التصاريح الإضافية لبدء القدرة البصرية لوحدة الشبكة البصرية واحداً في حين ينبغي أن تحدد تلك الخاصة بمستقبل OLT بواسطة OLT حسب مقتضى الحال.

وعندما يحتاج الأمر إلى مزيد من التصاريح لاستكمال بدء القدرة البصرية لوحدة الشبكة البصرية، يمكن استكمال بدء هذه القدرة بالسماح بحدوث العديد من الأعطال خلال قياس المدى وتكرار عملية قياس المدى. وفي حالة تطبيق حيازة رقم التسلسل (آلية الشجرة الاثنينية الواردة في 1.4.4.8)، يجوز لوحدة الشبكة البصرية أن تستخدم تصاريح لبدء القدرة البصرية لوحدة الشبكة البصرية. كذلك فإنه في حالة بدء OLT دورياً عملية تحديد المدى للتحقق من وحدات الشبكة البصرية الموصلة حديثاً فإنها تكون مقيدة لهذا الغرض.

ويمكن الاستعاضة عن بعض التصاريح غير الموزعة للنافذة بتصاريح بيانات و/أو تصاريح PLOAM للتقليل إلى أدنى حد ممكن من حجم النافذة.

ويتضمن الشكل 27 هذا المخطط الخاص بفتح نافذة قياس المدى بالنسبة للحالة التي يوجد فيها قياس المدى في مجال التصريح الأول في أول خلية PLOAM في الرتل الهابط.



ملاحظة – إذا استقبلت ONU تصريح قياس المدى، ترسل ONU خلايا قياس المدى مباشرة.

وتستقبل خلايا قياس المدى بعد وقت الاستجابة مباشرة + مهلة ذهاباً وإياباً في حالة التوافق مع التصريح الأول للخلية الأولى من خلايا PLOAM في الرتل الهبوطي.

ينبغي أن يتحدد حجم نافذة قياس المدى من خلال مراعاة التصاريح الإضافية.

الشكل G.983.1/27 – نافذة قياس المدى والعلاقة الطورية

ينبغي لكل وحدة شبكة بصرية يسمح لها بإرسال خلية أو خلايا، إرسال خلية أو خلايا PLOAM لتحديد المدى فور استقبال تصريح تحديد المدى.

ملاحظة – في هذا السياق فإن "فور" تعني أن كل وحدة ONU ترسل خلية PLOAM في الوقت المحدد المقابل لموقع تصريح تحديد المدى في خلية PLOAM هابطة.

ويمكن قياس مهلة التسوية (Td) مثلما جاء في الشكل 27.

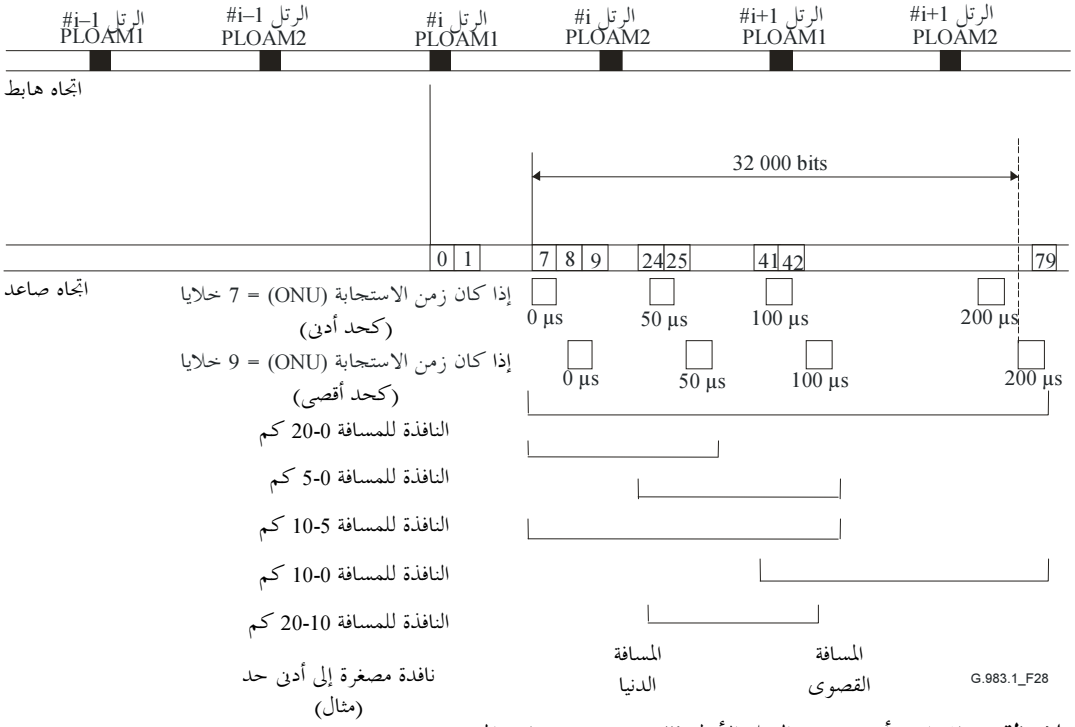
$$Td = Teqd - (T2 - T1)$$

T1 = وقت إرسال خلية PLOAM الهابطة التي تتضمن تصريح قياس المدى عند نقطة مواصفات الطور في OLT.

T2 = وقت وصول خلية قياس المدى الصاعدة عند نقطة مواصفات الطور OLT.

Teqd = 79 خلية (كمثال).

وباستخدام معرفة المسافة بين ONU وOLT تتم برمجة حجم نافذة تحديد المدى من خلال توزيع تصاريح غير مخصصة على النحو الوارد في الشكل 28.

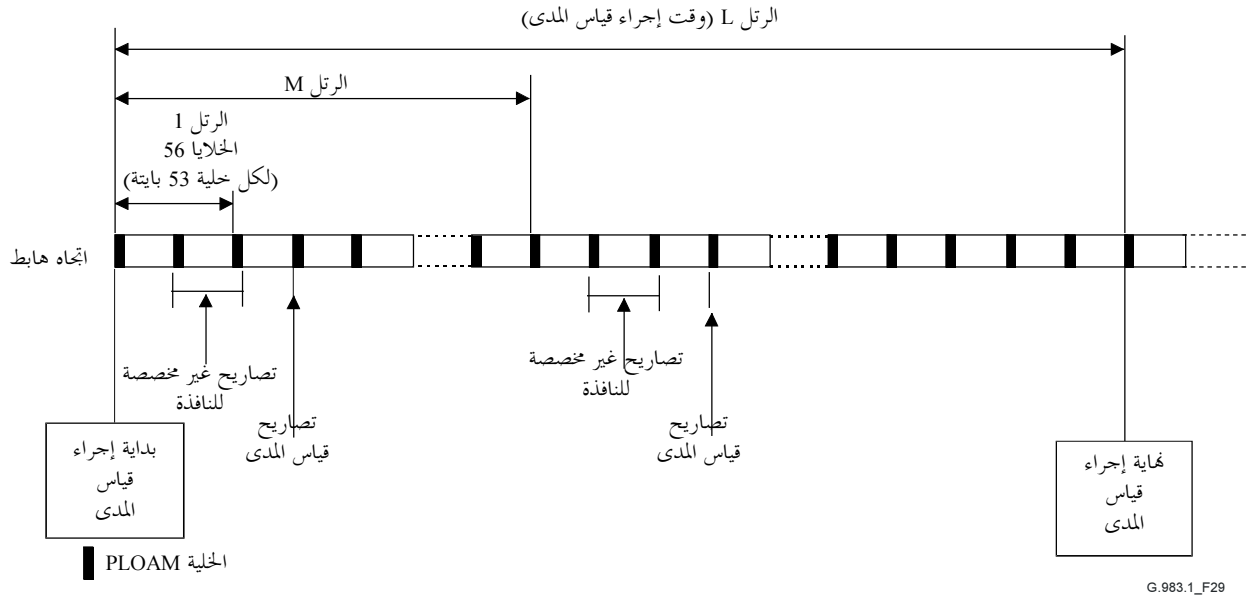


ملاحظة – بافتراض أن تصريح الرتل الأول i# هو تصريح قياس المدى

الشكل G.983.1/28 – برمجة نافذة قياس المدى (مثال)

فإذا كان من المطلوب فتح نافذة قياس المدى منخفضة الطول في موقع ثابت في الرتل الصاعد، يمكن استخدام مهلة التسوية المخصصة مسبقاً.

وخلال عملية قياس المدى، يمكن فتح المزيد من النوافذ الصاعدة حسب مقتضى الحال، ويبين الشكل 29 أحد الأمثلة على ذلك.



الشكل G.983.1/29 – تكرار فتح نافذة قياس المدى

تشير القيمة "M" في هذا الشكل إلى الفاصل بين فتحات النوافذ. ويجب تحديد هذه القيمة من ناحية تجنب الانحطاط في جودة الخدمة.

وتشير القيمة "L" إلى الوقت الذي تستغرقه عملية استكمال إجراء قياس المدى.

2.5.2.4.8 نافذة في موقع ثابت مع بعض المعارف عن مواقع ONU

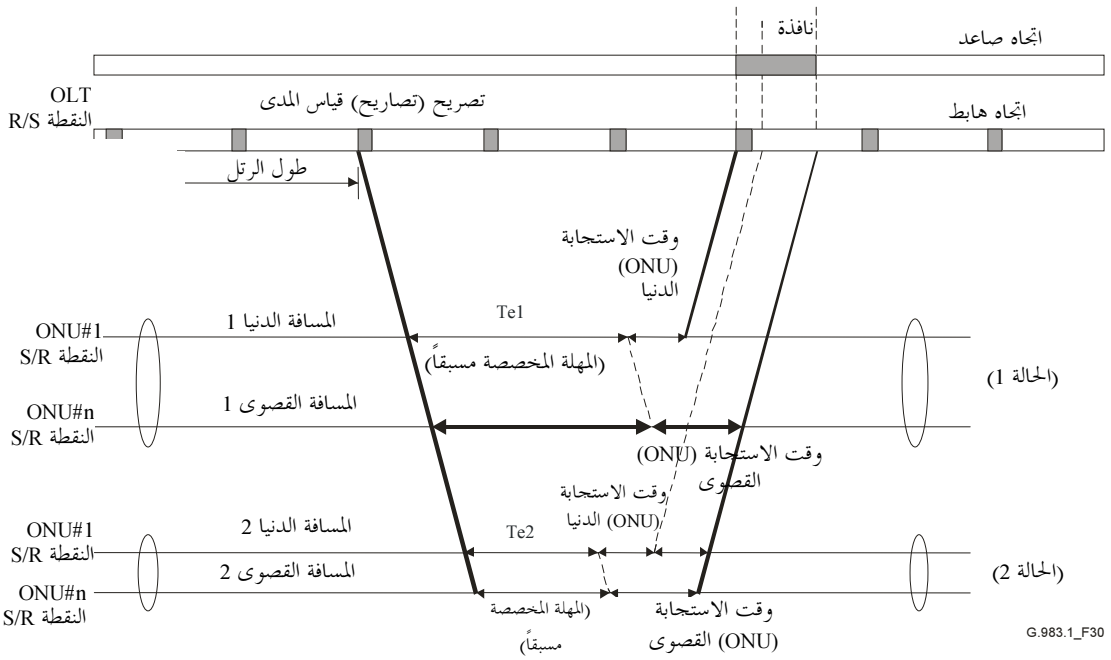
حيثما تعرف بعض المعلومات عن موقع الوحدة ONU، يمكن أن ترسل الانتهائية OLT مهلة تسوية مخصصة مسبقاً (Te) إلى الوحدة ONU تعادل مهلة التسوية التقريبية. ويمكن أن ترسل الانتهائية OLT مهلة تسوية مخصصة مسبقاً (Te) في رسالة "رأسية صاعدة" موجهة لكل وحدة من وحدات ONU. وتبلغ القيمة الأصلية للمهلة Te صفراً.

وسوف ترسل OLT تصاريح غير مخصصة لفتح نافذة قياس المدى يخفض حجمها عند الحد الأقصى اعتماداً على الثقة التي تعرف بها المسافة بين OLT وONU. ثم ترسل بعد ذلك تصريح قياس المدى إلى ONU.

وعندما تستقبل ONU تصريح قياس المدى، سوف تستجيب بإرسال خلية قياس مدى بعد مهلة تسوية مخصصة مسبقاً (Te) بالإضافة إلى وقت الاستجابة. وسوف يضمن ذلك أي وصول خلية قياس المدى في النافذة المفتوحة الموجودة في موقع ثابت وفي رتل صاعد.

ويبين الشكل 30 مثالاً على ذلك. وفي هذه الحالة يمكن قياس مهلة التسوية (Td) على النحو التالي:

$$Td = Teqd - (T2 - T1) + Te.$$



الشكل G.983.1/30 – نافذة في موقع ثابت مع بعض المعارف عن مواقع وحدات الشبكة البصرية

3.4.8 تعاريف الرسائل المستخدمة في بروتوكول قياس المدى

تعرف الرسائل المستخدمة في بروتوكول قياس المدى من قسم المواصفات في طبقة تقارب الإرسال.

وينبغي تفسير علاقات التوقيت بين الرسائل الهابطة والتصاريح في إجراء قياس المدى على النحو التالي:

- إذا كانت خلية PLOAM الهابطة تتضمن كل من التصاريح والرسالة، فإن التفسير الصحيح يحدد بالعمل أولاً على التصاريح ثم على الرسالة. وينبغي الانتهاء من معالجة الرسالة المستقبلة عند ONU والمتعلقة بإجراء قياس المدى في غضون فترات من أرتال (6*Tframe).
- لدى استلام رسالة وقت قياس المدى، ينبغي أيضاً تحديث Td في غضون وقت 6*Tframe. ويعني ذلك عدم إرسال OLT تصريح PLOAM أو تصريح بيانات إلى وحدة الشبكة البصرية المعنية إلى بعد ثواني 6*Tframe من إرسال الرسائل الثلاث الأولى لوقت قياس المدى إلى تلك الوحدة في إجراء قياس المدى لأن من الضروري تجنب التصادم بين الخلايا الصاعدة خلال وقت معالجة الرسائل في وحدة الشبكة البصرية.

ولا تتأثر علاقة التوقيت بين خلايا PLOAM الهابطة والفجوات الصاعدة بالتعريف المشار إليه أعلاه.

4.4.8 إجراء قياس المدى

1.4.4.8 إجراء قياس المدى الشامل

ويتم قياس المدى تحت سيطرة انتهائية الخط البصري. وتستجيب وحدة الشبكة البصرية للرسائل التي بدأت في OLT.

وقياس مخطط إجراء قياس المدى:

- تقيس OLT مرحلة وصول الخلية الصاعدة من وحدة الشبكة البصرية؛
- تبلغ OLT وحدة الشبكة البصرية بمهلة التسوية؛
- تعدل ONU مرحلة الإرسال بما يتفق والقيمة المبلغة.

ويتم هذا الإجراء من خلال تبادل بيانات رقمية داخل النطاق مرسلة من خلايا صاعدة وهابطة.
ويتم إجراء قياس المدى باستخدام بعض أنواع التصاريح والرسائل.
ويمكن في حالة التشغيل العادية، استخدام جميع الخلايا لكشف مرحلة الخلية الواصلة. واستناداً إلى كشف معلومات المرحلة التي وصلتها الخلية يمكن تحديث مهلة التسوية.
وقد تحدث مشكلة فيما يتعلق بقياس المدى الذي تستخدم في طريقة التركيب باء، عندما تحاول OLT قياس مدى وحدات ONU، وتأتي أكثر من وحدة على الخط في نفس الوقت. ولا يعرف رقم التسلسل لوحدات الشبكة البصرية ولذا صدر تصريح لقياس المدى موجه إلى جميع الوحدات في حالة احتياطي. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى إنتاج استجابة من أكثر من وحدة من وحدات الشبكة البصرية التي قد تتداخل إشاراتها عند OLT ومن ثم تتسبب في تصادم عند OLT. وتستخدم آلية الشجرة الاثنينية لحل هذه المشكلة.

ملاحظة – آلية الشجرة الاثنينية: بعد الكشف عن خلايا قياس المدى عند OLT، ترسل OLT رسالة برقم التسلسل يعقبها تصريح بقياس المدى لإتاحة الفرصة لوحدات الشبكة البصرية التي يتماثل رقم التسلسل الخاص بها مع القناع لإرسال خلية قياس مدى. ويزيد حجم قناع رقم التسلسل بتة واحدة في المرة الواحدة إلى أن ترسل واحدة فقط من وحدات الشبكة البصرية خلية قياس مدى. ويتبع ذلك قياس مدى وحدة الشبكة البصرية بصورة فردية. وبعد ذلك يمكن إعادة إصدار تصريح قياس المدى العام مما يتيح لوحدات الشبكة البصرية التي ما زال يتعين قياس مداها إلى أن ترسل خلايا قياس مدى. فإذا ما استمر وقوع التصادم تكرر الآلية مرة أخرى.

وقد تكون آلية الشجرة الاثنينية هذه مفيدة في تجنب الحمولة الزائدة في الدخل البصري في مستقبل OLT خلال بدء قدرة ONU.

2.4.4.8 إجراء قياس المدى في الوحدة ONU

ويحدد إجراء قياس المدى بواسطة السلوك الوظيفي في حالات التحديد التقديرية وحالة الانتقال على النحو المبين أدناه.
ويتضمن القسم الفرعي III.1 مثالاً على تدفق قياس المدى في وحدة الشبكة البصرية.

1.2.4.4.8 حالات وحدة الشبكة البصرية

تستخدم عشر حالات لوضع سلوك قياس المدى.

أ) *الحالة الأولى (O1)*

وهي الحالة التي تكون فيها LOS، LCD، OAML، FRML ما زالت قيد الاكتشاف بعد أن كانت ONU قد فتحت البدالة.

ب) *حالة احتياطي قياس المدى 1 (O2)*

حالة استقرار لقياس المدى إلا أن الرسائل الهابطة قابلة للكشف وتنفذ عملية استقبال رسائل الخدمة الصاعدة. كما تكتشف في هذه الحالة مهلة التسوية المخصصة مسبقاً التي ترسلها رسالة الخدمة الصاعدة المشار إليها.

ج) *مرحلة احتياطي قياس المدى 2 (O3)*

ينفذ إجراء بدء القدرة البصرية الخاصة بوحدة الشبكة البصرية إذا اقتضى الأمر. ويمكن تطبيق آلية الشجرة الاثنينية لبدء القدرة البصرية لوحدة الشبكة البصرية.
ولا يمكن إرسال أية خلايا PLOAM استجابة لتصريح قياس المدى.

د) *حالة احتياطي قياس المدى 3 (O4)*

ينفذ إجراء بدء القدرة البصرية الخاصة بوحدة الشبكة البصرية إذا اقتضى الأمر. ويمكن تطبيق آلية الشجرة الاثنينية لبدء القدرة البصرية لوحدة الشبكة البصرية.
ويمكن إرسال خلية PLOAM استجابة لتصريح قياس المدى.

هـ) *حالة احتياطي التشغيل 1 (O5)*

حالة حيازة PON_ID. يمكن تطبيق آلية الشجرة الاثنينية على حيازة رقم التسلسل.
ولا يمكن إرسال خلايا PLOAM استجابة لتصريح قياس المدى.

و) *حالة احتياطي التشغيل 2 (O6)*
حالة حيازة PON_ID. يمكن تطبيق آلية الشجرة الاثنينية على حيازة رقم التسلسل.

وسوف ترسل خلية PLOAM مع رسالة رقم التسلسل للوحدة ONU استجابة لتصريح قياس المدى.

ز) *حالة احتياطي التشغيل 3 (O7)*
حالة تتم بعد قياس المهلة.

سترسل خلية PLOAM مع رسالة رقم التسلسل للوحدة ONU استجابة لتصريح PLOAM.

ح) *حالة التشغيل (O8)*
تحديث مهلة التسوية من خلال استقبال رسالة وقت قياس المدى.

ط) *حالة وقف العطل (O9)*
حالة وقف العطل بعد استلام رسالة عدم القدرة وتوافق رقم التسلسل مع المجال الممكن في FFh.
ولا يمكن إرسال أي خلية PLOAM استجابة لتصريح قياس المدى. وبمجرد دخول وحدة الشبكة البصرية هذه الحالة، لا يمكن للوحدة ONU أن تخرج من هذه الحالة إلا بعد استلام حدث من الأحداث الأخرى المدرجة في الجدول 18 مثل إخماد الرسالة PON_ID أو LOS إلى آخره، و/أو وقف الوحدة ONU.
ولن يمكن حتى تستلم رسالة رقم التسلسل غير القادم مع ما يقابلها من رقم التسلسل والمجال الممكن 00h أو مع المجال الممكن 0Fh بصرف النظر عن رقم التسلسل ثم تحدث عملية انتقال الحالة إلى O1.

ي) *حالة POPUP (O10)*
تدخل وحدة الشبكة البصرية هذه الحالة بعد اكتشاف LOS، LCD، OAML، FRML في حالة التشغيل (O8). وعند استلام رسالة POPUP، تستبعد ONU الأوضاع الليزرية ومجالات الخدمة وLCF وRxcf الصاعدة، ومهلة التسوية المسبقة في Te وPON_ID وتوزيع التصاريح. ويحدث انتقال إلى O7 بعد وضع مؤقت TO1 موضع البدء.

2.2.4.4.8 مواصفات السلوك في الوحدة ONU

يستخدم مخطط الحالة في الجدول 18 لوضع السلوك الوظيفي في الوحدة ONU ويبين العمود الأول في الجدول 18 الأحداث المولدة بما في ذلك استقبال الرسائل ويبين الصف الأول الحالات في الوحدة ONU.

الجدول G.983.1/18– مخطط حالة وحدة الشبكة البصرية

	الحالة الأولى (O1)	حالة احتياطي قياس المدى 1 (O2)	حالة احتياطي قياس المدى 2 (O3)	حالة احتياطي قياس المدى 3 (O4)	حالة احتياطي التشغيل 1 (O5)
رسالة خدمة صاعدة	–	extract overhead set pre-assigned delay Te ⇒ O3	–	–	–
استكمال بدء القدرة البصرية	–	–	– timer TO1 start ⇒ O5	– timer TO1 start ⇒ O5	–
رسالة قناع رقم التسلسل	–	–	match SN (valid bits)? ⇒ O4	unmatch SN (valid bits)? ⇒ O3	match SN (valid bits)? ⇒ O6
تخصيص رسالة PON_ID	–	–	–	–	match SN? – assign PON_ID
رسالة تخصيص التصاريح	–	–	–	–	match PON_ID? – allocate data/PLOAM grant ⇒ O7
رسالة POPUP	–	–	–	–	–
انتهاء مؤقت TO2	–	–	–	–	–
انتهاء مؤقت TO1	–	–	–	–	⇒ O3 (alarm SUF)
رسالة وقت قياس المدى	–	–	–	–	–
تصريح بيانات	–	–	–	–	–
تصريح PLOAM	–	–	–	–	–
تصريح قياس المدى	–	–	–	send PLOAM cell	–
رسالة إخماد المعرف[أ] PON_ID	–	–	match PON_ID? ⇒ O2	match PON_ID? ⇒ O2	match PON_ID? – timer TO1 stop ⇒ O2
رسالة رقم تسلسل خارج الخدمة	–	match SN and enable = FFh? ⇒ O9	match SN and enable = FFh? ⇒ O9	match SN and enable = FFh? ⇒ O9	match SN and enable = FFh? – timer TO1 stop ⇒ O9
كشف LOS، أو LCD أو OAML أو FRML	–	⇒ O1	⇒ O1	⇒ O1	Timer TO1 stop ⇒ O1
إلغاء LOS، أو LCD أو OAML أو FRML	⇒ O2	–	–	–	–

ملاحظة: يُقرأ هذا الجدول من اليسار إلى اليمين.

الجدول G.983.1/18– مخطط حالة وحدة الشبكة البصرية

	حالة احتياطي التشغيل 2 (O6)	حالة احتياطي التشغيل 3 (O7)	حالة التشغيل (O8)	حالة وقف طارئ 1 (O9)	حالة POPUP (O10)
رسالة خدمة صاعدة	–	–	–	–	–
استكمال بدء القدرة البصرية	–	–	–	–	–
رسالة قناع رقم التسلسل	unmatch SN(valid bits)? ⇒ O5	–	–	–	–
تخصيص رسالة PON_ID	match SN? – assign PON_ID	–	–	–	–
رسالة تخصيص التصاريح	match PON_ID? – allocate data/PLOAM grant ⇒ O7	–	–	–	–
رسالة POPUP	–	–	–	–	استعادة موقع الليزر، المجال LCF وRXCF، Te، PON_ID، وتوزيع التصريح، بدء المؤقت TO1 ⇒ O7
انتهاء مؤقّت TO2	–	–	–	–	⇒ O1
انتهاء مؤقّت TO1	⇒ O3 (alarm SUF)	⇒ O3 (alarm SUF)	–	–	–
رسالة وقت قياس	–	match PON_ID? – timer TO1 stop – set equalization delay ⇒ O8	match PON_ID? – update equalization delay	–	–
تصريح بيانات	–	–	send ATM cell	–	–
تصريح PLOAM	–	send PLOAM cell	send PLOAM cell	–	–
تصريح قياس المدى	send PLOAM cell	–	–	–	
رسالة إخماد المعرف[أ] PON_ID	match PON_ID? – timer TO1 stop ⇒ O2	match PON_ID? – timer TO1 stop ⇒ O2	match PON_ID? ⇒ O2	–	–

الجدول G.983.1/18– مخطط حالة وحدة الشبكة البصرية

	حالة احتياطي التشغيل 2 (O6)	حالة احتياطي التشغيل 3 (O7)	حالة التشغيل (O8)	حالة وقف طارئ 1 (O9)	حالة POPUP (O10)
رسالة رقم تسلسل خارج نطاق الخدمة	match SN and enable = FFh? – timer TO1 stop ⇒ O9	match SN and enable = FFh? – timer TO1 stop ⇒ O9	match SN and enable = FFh? ⇒ O9	match SN and enable = 00h? or enable = 0Fh and SN irrelevant ⇒ O1	–
كشف LOS، أو LCD أو OAML أو FRML	timer TO1 stop ⇒ O1	timer TO1 stop ⇒ O1	Start timer TO2 ⇒ O10	–	⇒ O10
إلغاء LOS، أو LCD أو OAML أو FRML	–	–	–	–	–

– سوف تنـــزل وحدة الشبكة البصرية حالة التشغيل إذا حدث خطأ أو أزيلت القدرة من الوحدة. لم تؤخذ في هذا المخطط سوى إشارات الصيانة LOS، LCD، OAML، FRML.

– وتعني العلامة "-" لا يوجد إجراء بالنسبة للحدث المقابل.

– تترك إرسال خلية PLOAM في حالة O6 أو O7 مع رسالة خطأ "رقم التسلسل للوحدة ONU" مع مهلة مخصصة مسبقاً Te، وفي الحالة O4 يتعين إرسالها في مهلة مخصصة مسبقاً.

– ينبغي إلغاء PON_ID وتوزيع التصاريح أو استبعادها عندما تحدث حالة الانتقال إلى O1، O2، O3، O9 وضرورة إلغاء المهلة المخصصة مسبقاً لدى الانتقال إلى O1 وO2.

[أ] يفترض استقبال رسالة بث "إخماد المعرف PON_In" (الأثمون 35 في PON_ID = 40h).

ملاحظة: يُقرأ هذا الجدول من اليسار إلى اليمين.

1.2.2.4.4.8 استقبال الرسالة

ينبغي حماية الرسائل المحولة في خلايا PLOAM من OLT بواسطة التحقق من الإطناب الدوري، وينبغي توليد حدث استقبال رسالة عندما يكون التحقق سليماً وفي حالة (أ) و(ج) و(د) و(هـ) أدناه، ترسل هذه الرسائل ثلاث مرات لضمان الاستقبال السليم في ONU. وفي هذه الحالات يتولد حدث استقبال رسالة بعد استقبال الرسالة بصورة سليمة مرة واحدة على الأقل.

أ) *حدث استقبال رسالة خدمة صاعدة*

يتم هذا الحدث في حالة احتياطي قياس المدى فقط. وبعد نجاح استقبال رسالة خدمة صاعدة، يقع انتقال حالة ONU إلى حالة احتياطي قياس مدى 2.

ب) *حدث استقبال رسالة قناع رقم التسلسل*

يعالج هذا الحدث في حالة احتياطي قياس المدى 2 فقط، وحالة احتياطي قياس المدى 3، وحالة احتياطي التشغيل 1 أو حالة احتياطي التشغيل 2.

حالة احتياطي قياس المدى 2 وحالة احتياطي قياس المدى 3:

عندما يتوافق رقم التسلسل الصحيح مع رقم التسلسل الخاص بوحدة الشبكة البصرية، تتعرض حالة هذه الوحدة للانتقال إلى حالة احتياطي قياس المدى 3. أما إذا لم يتوافق رقم التسلسل الصحيح مع رقم التسلسل الخاص بالوحدة، يحدث انتقال إلى حالة احتياطي قياس المدى 2.

وفي حالة احتياطي التشغيل 1 وحالة احتياطي التشغيل 2:

عندما يتوافق رقم التسلسل الصحيح مع رقم التسلسل الخاص بوحدة الشبكة البصرية، تتعرض حالة الوحدة للانتقال إلى حالة احتياطي قياس المدى 2. أما إذا لم يتوافق رقم التسلسل الصحيح مع رقم التسلسل الخاص بالوحدة، يحدث الانتقال إلى حالة احتياطي التشغيل 1.

ج) *حالة استقبال الرسالة "تخصيص المعرف PON_ID"*

لا يتم تجهيز هذا الحدث إلا في حالة احتياطي التشغيل 1، وحالة احتياطي التشغيل 2. ويحدث ذلك عندما يتوافق رقم التسلسل في رسالة "تخصيص المعرف PON_ID" مع رقم التسلسل الخاص بالوحدة.

د) *حالة استقبال رسالة توزيع التصاريح*

عندما تتوافق الشبكة البصرية المنفعلة PON_ID في رسالة توزيع التصاريح مع الشبكة الخاصة بها، يخصص تصريح بيانات وتصريح الخلية PLOAM لوحدة الشبكة البصرية الخاصة بها ثم توضع حالة الشبكة البصرية عند حالة احتياطي التشغيل 3.

هـ) *حالة استقبال رسالة وقت قياس المدى*

هذه الحالة لا تجهز إلا في حالة احتياطي التشغيل 3 وحالة التشغيل عندما يتوافق PON_ID مع المعرف الخاص به.

وتستقبل مهلة التسوية في رسالة وقت قياس المدى وتستخدم لمهلة تسوية Td المعرفة في 3.2.4.8.

(في حالة احتياطي التشغيل 3)

وتوضع مهلة التسوية، وحالة وحدة الشبكة البصرية في حالة التشغيل.

(في حالة التشغيل)

يجري تحديث مهلة التسوية.

و) *حالة استقبال رسالة "إخماد المعرف PON_ID"*

عندما تتوافق مع تلك الخاصة بها تتعرض حالة الوحدة ONU لانتقال إلى حالة احتياطي قياس المدى 1. كما تطبق رسالة بث رسالة "إخماد المعرف PON_ID".

ز) *حالة استقبال رسالة رقم تسلسل خارج الخدمة*

عندما يتوافق رقم التسلسل (64 بتة) مع رقم التسلسل الخاص به وعندما يتساوى الأثمون السابع والثلاثون للتمكين في هذه الرسالة مع FFh، تتعرض وحدة الشبكة البصرية للانتقال إلى حالة وقف الطوارئ.
وعندما يتوافق رقم التسلسل (64 بتة) مع رقم التسلسل الخاص به ، ويتساوى الأثمون السابع والثلاثون للتمكين في هذه الرسالة مع 00h أو عندما يتساوى مجال التمكين مع 0Fh بصرف النظر عن رقم التسلسل، تتعرض عندئذ حالة وحدة الشبكة البصرية للانتقال إلى الحالة الأولى (O1) من حالة وقف الطوارئ.

ح) *حالة استقبال رسالة POPUP*

لا تحدث هذه الحالة إلا في حالة POPUP (O10). وعند استقبال رسالة POPUP، تستعيد وحدة الشبكة البصرية الأوضاع الليزرية، والخدمة الصاعدة في مجال LCF وRXCF، والمهلة السابقة من التسوية Te وPON_ID وتوزيع التصاريح. ويبدأ المؤقت TO1 ثم تحدث عملية انتقال O7.

2.2.2.4.4.8 استقبال التصاريح

لا تجهز تصاريح البيانات إلا في حالة التشغيل ثم تنتقل خلية ATM إلى OLT. وتنقل خلية PLOAM إلى OLT استجابة لتصريح PLOAM في حالة احتياطي التشغيل 3 وحالة التشغيل. وينبغي أن تتضمن خلية PLOAM التي تنتقل في حالة احتياطي التشغيل 3 رقم التسلسل لرسالة ONU لتأكيد خلية قياس المدى استجابة لتصريح PLOAM.
ولا يصلح تصريح قياس المدى إلا في حالة احتياطي قياس المدى 3 وحالة التشغيل 2. وفي حالة احتياطي قياس المدى 3، ترسل ONU خلية PLOAM وفقاً لاستقبال تصريح قياس المدى. وقد لا يتم نقل هذه الخلية الأخيرة بصورة صحيحة بواسطة وحدة الشبكة البصرية خلال بدء الليزر. وفي حالة احتياطي التشغيل 2، ترسل ONU خلية PLOAM في الوقت المخصص المتوافق مع تصاريح قياس المدى، وينبغي نقل خلية PLOAM برسالة ONU المزودة برقم التسلسل للسماح للانتهائية OLT بحيازة رقم التسلسل.

3.2.2.4.4.8 حالات أخرى

أ) *استكمال إقامة القدرة البصرية*

تتولد هذه الحالة في حالة احتياطي قياس المدى 2 وحالة احتياطي قياس المدى 3 وذلك فقط عند استكمال إقامة القدرة البصرية لوحدة الشبكة البصرية. ويتسبب هذا الحدث في حالة انتقال إلى حالة احتياطي التشغيل (1) بعد وضع مؤقت TO1 للعمل. ولا تستخدم عملية إرسال خلايا PLOAM في حالة احتياطي قياس المدى إلا بالنسبة لإقامة القدرة البصرية لوحدة ONU وفقاً لاستقبال تصاريح قياس المدى إذا اقتضى الأمر. وعندما لا يتطلب الأمر إقامة أي قدرة بصرية، تقوم ONU في حالة احتياطي قياس المدى (1) باستخلاص الخدمة وقيمة مهلة مخصصة مسبقاً من رسالة الخدمة الصاعدة والانتقال إلى حالة احتياطي قياس المدى 2 (O3) ثم توليد حالة استكمال إقامة القدرة البصرية والانتقال إلى حالة احتياطي التشغيل 1 (O5).

ب) *انتهاء وقت المؤقت TO1*

تحدث هذه الحالة عندما لا تستكمل عملية قياس المهلة في غضون فترة زمنية معينة. ويولد ذلك حالة انتقال إلى حالة احتياطي قياس المدى (2).
وتبلغ قيمة TO1 عشر ثوان.

ج) *كشف كل من LOS، LCD، OAML، أو FRML*

يؤدي ذلك إلى انتقال حالة ONU إلى الحالة الأولية (O1) فيما عدا عندما تكون في حالة تشغيل (O8).
ففي حالة التشغيل (O1) تتسبب هذه الحالة في انتقال حالة ONU إلى حالة POPUP (O10) بعد أن يكون المؤقت TO2 قد وضع للبدء.

د) *تحرير LOS، LCD، OAML، وFRML*

يتسبب ذلك في انتقال حالة ONU من الحالة الأولية إلى حالة احتياطي قياس المدى 1.

هـ) *انتهاء المؤقت TO2*

تحدث هذه الحالة عندما لا تستقبل رسالة POPUP في حالة POPUP في غضون فترة زمنية معينة. ويتسبب ذلك في حالة انتقال إلى الحالة الأولية (O1).

وتكون قيمة TO2 100 ملليثانية.

3.4.4.8 إجراء قياس المدى في انتهائية الخط البصري

يحدد إجراء قياس المدى بالسلوك الوظيفي في الحالات المحددة تقديرياً وفي حالة الانتقال على النحو المبين أعلاه.

ويتضمن القسم الفرعي 2.III مثالاً على تدفق قياس المدى في انتهائية الخط البصري.

1.3.4.4.8 حالات انتهائية الخط البصري

يمكن تقسيم وظائف OLT في إجراء قياس المدى إلى جزء عام، وجزء يتعامل مع الوحدات المنفردة n في الشبكة البصرية. ويتناول الجزء العام معالجة وظيفة عامة لسطح بيني لخط واحد. ويتناول الجزء الخاص بالوحدة ONU معالجة كل وحدة ONU يدعمها سطح بيني لخط واحد. ويرد فيما يلي وصف لكل حالة في الجزئين على التوالي مع سلوك كل منها.

2.3.4.4.8 مواصفات السلوك في الانتهائية OLT

1.2.3.4.4.8 سلوك الجزء العام

يرد في الجدول 19 مخطط لحالات السلوك الوظيفي في الجزء العام. ويشير العمود الأول في الجدول 19 إلى الأحداث المتولدة والصف الأول إلى الحالات في الجزء العام.

الجدول G.983.1/19– مخطط الحالات في الجزء العام من انتهائية الخط البصري

	حالة احتياطي/تنفيذ قياس المهلة (OLT-COM1)	**حالة حيازة رقم التسلسل (OLT-COM2)**
طلب حيازة رقم تتابع	⇐ OLT-COM2	–
استقبال PLOAM صحيحة في النافذة	(ملاحظة)	استخلاص SN توزيع رقم n حر توزيع معرف PON-ID حر
انتهاء البحث في الشجرة الاثنينية	–	⇐ OLT-COM1
عدم [استكمال ظروف قياس المهلة (n)]	تحيين n	–
استكمال ظروف قياس المهلة (n)	أمر بدء قياس المهلة (n)	–
ملاحظة – يمكن أداء قياس المهلة (Measure Td) سواء في الجزء العام من OLT أو الجزء المعني بوحدات الشبكة البصرية المنفردة. ولذا لم يتناول هذا المخطط هذه الوظيفة بصورة صريحة.		

تحدد الحالات كالآتي:

- حالة احتياطي، تنفيذ قياس المهلة (OLT-COM1)؛
- حالة الحصول على رقم التسلسل (SN) (OLT-COM2).

وتحدد الأحداث كالآتي:

أ) استقبال رسالة PLOAM صحيحة في النافذة؛

ب) انتهاء البحث في الشجرة الاثنينية؛

ج) استعمال ظروف قياس المهلة؛

تحدث هذه الحالة عندما يكون الجزء المعني بوحدات الشبكة البصرية المنفردة n جاهزاً لقياسات المهلة الخاصة به؛

د) عدم [استكمال ظروف قياس المهلة (n)]

إشعار بانتهاء قياس المهلة (n)

تحدث هذه الحالة للتيسير عندما يستكمل الجزء المعني بوحدات الشبكة البصرية المنفردة قياس المهلة الخاصة به سواء بنجاح أو غير ذلك. وتعريف هذه الحالة مفيد في قياس المدى المتتالي باعتباره المحرك لتحديث رقم الوحدة المقاس مداها n، إلا أنها قد لا تستخدم للقياس المتوازي للمدى باعتباره محرك التحديث. ولذا لم يتم تحديد هذه الحالة بصورة واضحة في مخطط الحالات.

هـ) لم تطلب حيازة أي رقم تسلسل.

2.2.3.4.4.8 سلوك الجزء المعني بوحدات الشبكة البصرية المنفردة

يبين الجدول 20 مخطط الحالات المستخدم في وصف السلوك الوظيفي للجزء n المعني بوحدات الشبكة البصرية المختلفة. ويبين العمود الأول من الجدول 20 الأحداث المتولدة، ويبين الصف الأول الحالات في الجزء المعني بوحدات الشبكة البصرية المنفردة n.

الجدول G.983.1/20– مخطط حالات الجزء المعني بوحدات الشبكات البصرية المنفردة

	الحالة الأولية-(OLT IDV1)	حالة قياس المهلة (OLT-IDV2)	حالة التشغيل (OLT-IDV3)
أمر بدء قياس المهلة (n)	⇐ OLT-IDV2	–	–
الانتهاء من قياس المهلة (n)	–	إرسال رسالة وقف قياس المدى ثلاث مرات. إشعار الانتهاء من قياس المدى (n) ⇐ OLT-IDV3	–
استكمال غير عادي لقياس المهلة (n)	–	إرسال رسالة "إخماد المعرف PON_ID" ثلاث مرات. إشعار بانتهاء قياس المهلة (n) ⇐ OLT-IDV1	–
كشف LOSi(n)، CPEi(n)، LOAi(n)، OAMLi(n) LCDi(n) أو R-INHi(n)	–	–	⇐ OLT-IDV1
ملاحظة – يرد وصف صريح لإشعار انتهاء قياس المهلة ولكن هذا الحدث يوصف لمجرد التيسير. ولذا ينبغي النظر إلى هذا الحدث على أنه للعلم.			

تحدد الحالات على النحو التالي:

– الحالة الأولية (OLT-IDV1)؛

– حالة انتظار أمر بدء قياس المهلة؛

– حالة قياس المهلة (OLT-IDV2)؛

– حالة التشغيل (OLT-IDV3).

وتعرف الأحداث على النحو التالي:

أ) *أمر بدء قياس المهلة (n)*

يحدث هذا الحدث عندما ترد تعليمات من الجزء العام.

ب) *استكمال قياس المهلة (n)*

تحدث هذه الحالة عندما يستكمل قياس المهلة بنجاح.

إرسال رسالة وقت قياس المدى التي تتضمن مهلة التسوية إلى وحدة ONU المعينة ثلاث مرات، يصدر إشعار انتهاء قياس المهلة n إلى الجزء العام في OLT ثم حدوث حالة انتقال إلى حالة التشغيل (OLT- IDV3).

ج) *وقف الشذوذ في قياس المهلة (n)*

يحدث هذا الحدث عند فشل قياس المهلة.

فبعد إرسال رسالة "إخماد المعرف PON_ID" إلى وحدة ONU المعينة ثلاث مرات، يصدر إشعار انتهاء قياس المهلة للتيسير إلى الجزء العام في OLT ثم حدوث الانتقال إلى الحالة الأولية (OLT-IDV1).

د) *كشف LOSi(n)، CPEi(n)، LCDi(n)، OAMLi(n) LOAi(n) أو R-INHi(n)*

يتسبب هذا الحدث في انتقال الحالة إلى الحالة الأولية (OLT-IDV1).

3.3.4.4.8 إجراء لمهلة التسوية

تعرف مهلة التسوية (Td) على النحو الوارد في 3.2.4.8. فقد وضعت البايتات المحددة في مجال رسالة وقت قياس المدى في خلية PLOAM الهابطة لقيمة مهلة التسوية هذه.

ويبين نجاح قياس مهلة التسوية إذا ما استوفيت جميع الشروط التالية:

1) اكتشاف خلية PLOAM صحيحة على نافذة قياس المدى؛

2) رسالة رقم التسلسل للوحدة ONU في خلية PLOAM تتوافق مع تلك الخاصة بالوحدة المعالجة ONU؛

3) Td المقيسة أقل من قيمة معينة أو مساوية لها (مثل 79 خلية)؛

4) طور حيازة في ONU يوجد في أقل من 2 بتة أو مساوية لها مقابل طور الخلية المرجعية.

ملاحظة – تعرف الخلية المرجعية على النحو التالي:

– طور الحيازة الأول لا توجد له خلية مرجعية ولذا فإن قياس مهلة التسوية يعتبر أولياً إذا استوفت الخلية PLOAM المستقبلة الأولى جميع الشروط المشار إليها أعلاه (3-1). ويعتبر طور الحيازة الأول هذا طوراً مرجعياً لخلية PLOAM المستقبلة التالية. ويجري تحديث الخلية المرجعية في كل مرة تتولى فيه OLT خلية PLOAM صحيحة جديدة مما يستوفي الشروط أعلاه (3-1) بصرف النظر عما إذا كان الشرط (4) مستوفى أو لا.

ويتألف إجراء قياس المهلة من سلسلة من القياسات ويعتبر مستكملاً لدى الحصول على قياسين ناجحين أو فاشلين. وإذا نفذ ذلك مرتين S(=2) فإن ذلك يشير إلى نجاح قياس مهلة التسوية، ويسفر ذلك عن استكمال قياس المهلة.

وعلى العكس من ذلك، فإن F(=2) تشير إلى فشل قياس مهلة التسوية مما يعني أن شروط نجاح قياس مهلة لم تستوف، ويؤدي ذلك إلى حدث استكمال غير عادي في قياس المهلة. ويمكن أن يستبعد وقت الفشل، تلك الخاصة بوضع العتبات في تشغيل OLT إذا لزم الأمر.

وفيما يلي حساب وطريقة نقل مهلة التسوية.

عندما يقع حدث استكمال قياس المهلة، يجري وضع متوسط قيمة أحدث مهلة تسوية ناجحة وقيمة مهلة التسوية في خلية مرجعية، ويجري تجاهل إجراء البتة، وتنقل هذه القيمة المتوسطة إلى ONU باعتباره مهلة تسوية.

4.3.4.4.8 مراقبة الطور وتحديث مهلة التسوية

عندما تكون ONU نشيطة، يجري بصورة متواصلة التحقق من طور الخلفية المستقبلة في OLT وذلك لمنع التصادم مع الخلايا المجاورة. ويستوعب الارتعاش الذي أحدثته ميقاتية OLT بواسطة طريقة تراصف طور الميقاتية. ويؤدي الجنوح الناجم عن التباين في درجات الحرارة إلى انحراف الخلية الصاعدة في ONU نحو سابقتها أو خليفتها.

ويجري وضع متوسط لأطوار الخلايا التي تصل إلى OLT على فترة زمنية معينة مع وضع عينة ملائمة للخلايا في كل وحدة من وحدات ONU، وترسل مهلة التسوية المحدثة عن طريق رسالة وقت قياس المدى إلى تلك الوحدة ONU التي سوف تعدل من مهلة التسوية لديها. ويجري نقل رسالة وقت قياس المدى مرة واحدة على الأقل في غضون فترة قصوى معينة.

وإذا اكتشف OLT أن ONU لم يعدل مهلة التسوية بعد انتهاء فترة معينة أو إذا اكتشفت OLT خطأ في طور الخلية في وقت معين ترسل OLT رسالة إخماد PON_ID ثلاث مرات. فإذا لم تتصرف ONU تجاه الرسالة، يحاط المشغل بهذا الشذوذ، فإذا أسكتت ONU، يوقف استقبال التصاريح لهذه الوحدة، ويحاط المشغل بهذا الإجراء وقد يقرر المشغل إخراج هذه الوحدة من الخدمة أو تكرار إجراء قياس المدى بالكامل.

5.4.8 متطلبات قياس المدى

ينبغي استيفاء وقت قياس المدى أدناه.

الجدول G.983.1/21– متطلبات وقت قياس المدى

البند	شرط PON (الملاحظة 1)	شرط PON (الملاحظة 1)	الطريقة	عدد الوحدات ONU	المتطلبات
1	بارد	بارد	A	كل وحدة ONU	s 2
2	بارد	بارد	B	كل وحدة ONU	s 10
3	دافئ	بارد	A	1	s 1
4	دافئ	بارد	B	1	s 3
5	دافئ	بارد	A/B	31	s 93
6 (الملاحظة 2)	دافئ	دافئ	A	16	ms 100
بارد	تبديل	دافئ	ارجع إلى 9.3.8		

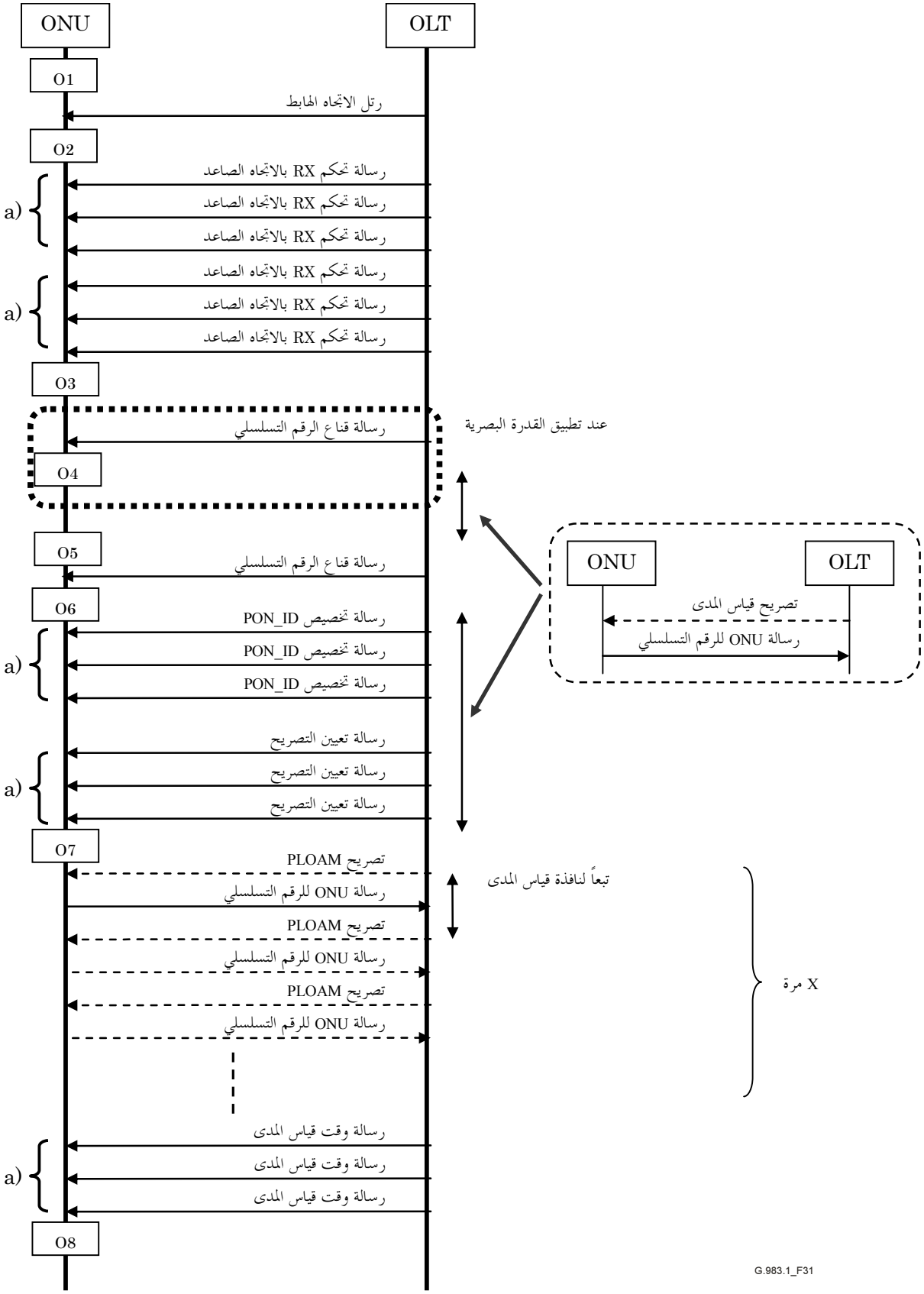
الملاحظة 1 – لتوضيح شروط PON وONU انظر 2.1.4.8.

الملاحظة 2 – ينبغي أن تكون شروط البند 6 اختيارية إلا أنه ينبغي توفير قدرتها. ويمكن أن يساند هذا الطلب قدرة فتح نوافذ بتردد يمكن برمجته مثل كل ميليثانية على النحو الوارد في 1.1.4.8. وقد يتسبب ذلك في بعض الانحطاط في حركة QOS.

الملاحظة 3 – لم يتم هنا تحديد متطلبات وقت قياس المدى في ظل ظروف الإغلاق. ولا بد من استكمال عملية الإغلاق بالكامل في غضون الوقت المحدد في 9.3.8.

6.4.8 التتابع الاصطلاحي لقياس المدى

يوضح المخطط المبين في الشكل 31 التبادل العادي للرسائل بين الانتهائية OLT والوحدة ONU أثناء عملية قياس المدى.



الشكل G.983.1/31 – تتابع رسالة قياس المدى

ملاحظات الشكل 31

الملاحظة 1 – من المحدد أن وقت إجراء رسالة PLOAM في وحدة ONU موجود ضمن الرتل T 6 (6*Tframe). وتستطيع الوحدة ONU استقبال رسائل PLOAM من الانتهائية OLT في أي فاصل زمني.

الملاحظة 2 – ثمة طريقتان لإكمال إقامة القدرة البصرية. الأولى أن الوحدة ONU في O3 تكمل إقامة القدرة البصرية بمفردها والثانية هي أن الوحدة ONU في O4 تستقبل بضع تصاريح قياس مدى وترسل بضع خلايا PLOAM في الاتجاه الصاعد. وينبغي في الحالة الثانية أن تعرف الانتهائية OLT مسبقاً عدد مرات إرسال تصاريح قياس المدى وأوقاتها. وتتعلق هذه القيم بوقت قياس المدى وبعدد نوافذه. وينبغي انتقاء طريقة إكمال إقامة القدرة البصرية من قبل المشغلين وفقاً لمتطلبات خدماتهم.

الملاحظة 3 – إذا أعطت الانتهائية OLT في O4 وO6 تصاريح قياس المدى إلى الوحدة ONU فإن على هذه الوحدة أن تبعث رسالة Serial_number_ONU إلى الانتهائية OLT.

الملاحظة 4 – يمكن للوحدة ONU أن تنتقل إلى الإجراء التالي عندما تستلم رسالة واحدة في ثلاث رسائل متعاقبة على الأقل ومعها الرمز (أ). والعمليات بالتفصيل هي التالية:

- تنتقل الوحدة ONU من O2 إلى O3 عندما تستقبل رسالة خدمة في الاتجاه الصاعد واحدة على الأقل.
- تستقبل الوحدة ONU رسائل توزيع التصريح عندما تستقبل رسالة تعيين PON_ID واحدة على الأقل.
- تنتقل الوحدة ONU من O6 إلى O7 عندما تستقبل رسالة توزيع تصريح واحدة على الأقل.
- تنتقل الوحدة ONU من O7 إلى O8 عندما تستقبل رسالة وقت قياس المدى واحدة على الأقل.

الملاحظة 5 – عندما تريد الانتهائية OLT استعمال مجال التحكم RX ترسل هذه الانتهائية OLT رسالة Upstream_RX_control قبل محاولتها استعمال هذا المجال.

الملاحظة 6 – ترسل الرسائل Serial_number_OUN من الوحدة ONU وفقاً لتصاريح PLOAM في O7 *X* مرة. وتتحدد قيمة *X* في تنفيذ الانتهائية OLT.

9 وظيفة العمليات والإدارة والصيانة

استخدم إطار يتألف من محورين يمكن منهما توصيف وظائف العمليات والإدارة والصيانة (OAM). فالمحور الأول يتألف من نظام فرعي وظيفي للعمليات والإدارة والصيانة تتعلق بها وظائف OAM أما المحور الثاني فهو الفئة الوظيفية OAM.

وتستوفي الأنظمة الفرعية الوظيفة التالية متطلبات OAM:

1) التجهيز (السياج والطاقة)؛
2) الإرسال؛
3) النظام الفرعي البصري؛
4) النظام الفرعي للخدمة.

ويمكن تحديد متطلبات OAM من حيث الفئة الوظيفية بخمس فئات وفقاً للتوصية M.3010:

أ) إدارة التشكيل؛
ب) إدارة الأداء؛
ج) إدارة الأخطاء؛
د) إدارة الأمن؛
هـ) إدارة المحاسبة: خارج النطاق.

يرجى الرجوع إلى التذييل G.982/III لمزيد من المعلومات.

10 الأداء

ينبغي أن يكون متوسط وقت مهلة نقل الإشارة بين T وV (أو بين النقاط a وV) أقل من 1,5 ms على النحو المبين في التوصية ITU-T G.982. والمسافة 1,5 ms خط توجيهي لخدمة المهاتفة.

ويحدد التباين في مهلة خلية ATM في طبقة ATM بأداء ATM في التوصية ITU-T I.356.

11 أحوال بيئية

يوصى بالأحوال الواردة في IEC 60721-3-3.

ويوصى بالأحوال الواردة في 61000-4-2 بالنسبة للمواءمة الكهرمغنطيسية.

ويتضمن الجدول 22 أمثلة على الأحوال البيئية السارية المتعلقة بدرجات الحرارة والرطوبة النسبية بالنسبة إلى OLT وONU. أما الأحوال البيئية الأخرى مثل الملوثات والكيمياويات البيئية فما زالت في حاجة إلى مزيد من الدراسة.

الجدول G.983.1/22– أمثلة على الأحوال البيئية

المثال المطبق	درجة الحرارة (C)		الرطوبة النسبية (%)		ملاحظات
	عادية	في المدى القصير	عادية	في المدى القصير	
OLT	5 إلى 40	0 إلى 50 (ملاحظة)	5 إلى 85	5 إلى 90 (ملاحظة)	IEC 60721-3-3 الصنف 3k3
داخل الوحدة ONU	–5 إلى 45	–	5 إلى 95	–	IEC 60721-3-3 الصنف 3k5
خارج الوحدة ONU	–	–	–	–	تحتاج إلى مزيد من الدراسة
ملاحظة – الخيار 1: المدى القصير يشير إلى فترة لا تزيد عن 72 ساعة متوالية ومجموع لا يزيد على 15 يوماً في سنة واحدة. الخيار 2: المدى القصير يشير إلى فترة لا تزيد عن 72 ساعة متوالية ومجموع لا يزيد عن أربعة أيام في سنة واحدة.					

12 السلامة

1.12 السلامة والوقاية الكهربائية

تخضع جوانب السلامة الكهربائية في تجهيز ATOM-PON لمزيد من الدراسة.

2.12 السلامة والوقاية البصرية

لن تتجاوز سوية القدرة البصرية لمرسل ONU الفئة 1 على النحو المحدد في IEC 60825-1 (1993).

ملاحظة – من غير المطلوب إجراء أي إغلاق بصري لوحدة ONU لأسباب تتعلق بالسلامة. وقد لا يؤدي عطل في وصلة صاعدة نتيجة لاستخلاص وصلة بصرية أو حالة خطأ إلى إغلاق الليزر. غير أن إعلان مرسل ONU قد يكون نتيجة لإجراءات في طبقة تقارب الإرسال TC.

التذييل I

حالات اختيارية للسويات الدنيا الشاملة لكل من ORL الخاص بشبكة التوزيع البصرية عند O_{ru} وO_{rd} وO_{ld} وO_{lu}

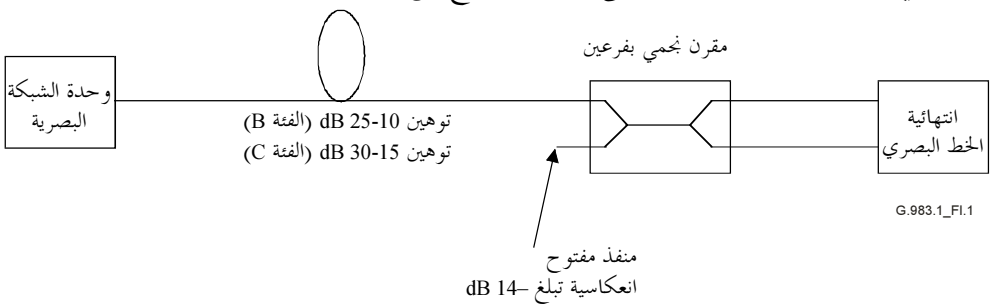
1.I مقدمة

كانت السويّات الدنيا لكل من فقدان العودة البصرية (ORL) في شبكة التوزيع البصرية (ODN) عند النقاط O_{ru} وO_{rd} وO_{ld} وO_{lu} أفضل من 32 dB في القسم 2.7.2.8. ويتناول هذا التذييل أمثلة على الحالات التي يصبح فيها فقدان العودة البصرية أقل من 32 dB.

2.I تأثير الموصلات المفتوحة الموجودة على جانب المقرن النجمي في ONU

في حالة انتهاء جميع منافذ المقرن النجمي، يكون فقدان العودة البصرية في شبكة الانتشار البصرية أفضل من 32 dB إلا أنه في حالة عدم انتهاء جميع منافذ المقرن النجمي، لن يكون فقدان العودة البصرية الصغرى أفضل من 32 dB وكما يتبين من

الشكل 1.I عندما تكون الألياف البصرية محمية فيما بين OLT والمقترن النجمي و لم ينته أحد المنافذ عند المقرن النجمي عند الفرع (2)، شريطة أن تبلغ الانعكاسية على المنفذ –14 dB والفقدان البصري ذهاباً وإياباً في المقرن النجمي –6 dB، يكون فقدان العودة البصرية في شبكة الانتشار البصرية على النحو الواضح من زاوية OLT –(–14 – 6) = 20 dB.

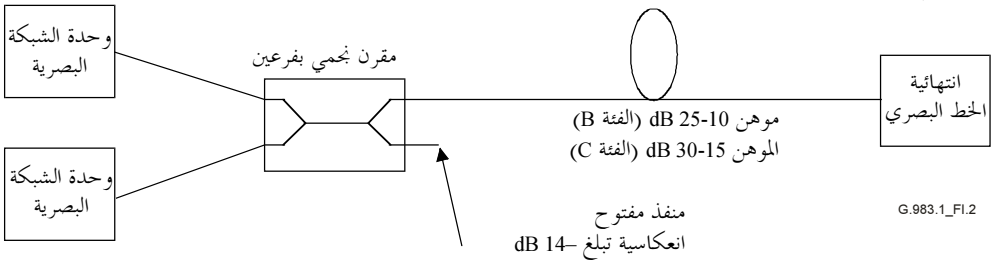


الشكل G.983.1/1.I– تأثير الموصلات المفتوحة الموجودة على جانب المقرن النجمي في وحدة الشبكة البصرية

3.I تأثير الموصلات المفتوحة الموجودة على جانب المقرن النجمي في وحدة الشبكة البصرية

عندما لا ينتهي منفذ واحد عند الفرع الثاني من المقرن النجمي، على النحو المبين في الشكل 2.I، وهنا تكون انعكاسية المنفذ –14 dB، والفقدان البصري ذهاباً وإياباً في المقرن النجمي –6 dB، يكون فقدان العودة البصرية في وحدة الشبكة البصرية، على النحو الواضح من زاوية ONU هو –(–14 – 6) = 20 dB.

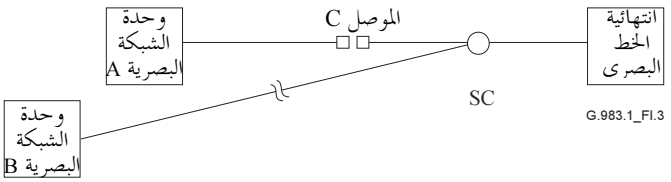
وخصوصاً في حالة من الألياف إلى المنـــزل FTTH، يوزع الكثير من الموصلات بالقرب من وحدة الشبكة البصرية، وفي هذه الحالة يقابل هذا الرقم 20 dB انعكاسية 4 موصلات PC انعكاسيتها –25 dB لكل موصل.



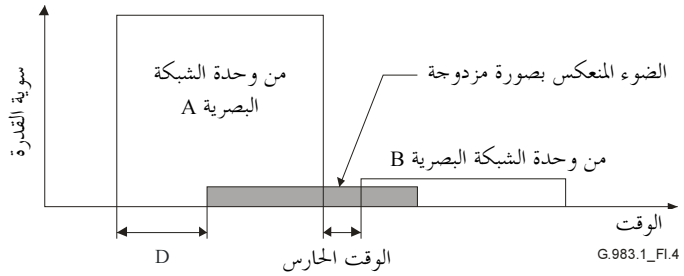
الشكل G.983.1/2.I– تأثيرات الموصلات المفتوحة الموجودة على جانب المقرن النجمي في انتهائية الخط البصري

4.I تأثير فك توصيل موصل بالقرب من الوحدة ONU

ملاحظة – في الشكل 3.I يفك توصيل موصل C عن وحدة شبكة بصرية نشيطة ONU-A تقع بالقرب من انتهائية الخط البصري، وتظهر فجوة ضيقة للغاية. وفي هذه الحالة، تنعكس الإشارة البصرية القادمة من ONU-A عند الموصل C التي ما زالت ترسل إشارة بصرية لكل من الاتجاهين الصاعد والهابط دون فصل. ويرجع الضوء المنعكس إلى ONU-A وينعكس مرة أخرى على ONU-A. وقد تؤدي هذه الإشارات "المزدوجة الانعكاس" إلى تداخل إشارة بث من ONU-B ويبين الشكل 4.I التداخل في الإشارات.



الشكل G.983.1/3.I– تأثيرات فك توصيل موصل بالقرب من الوحدة ONU



D وقت الذهاب والإياب بين وحدة الشبكة البصرية A والموصل C

الشكل G.983.1/4.I– تداخل رشقة إشارة والضوء المنعكس

التذييل II

تأثير فقدان العودة البصرية في شبكة التوزيع المنفعلة

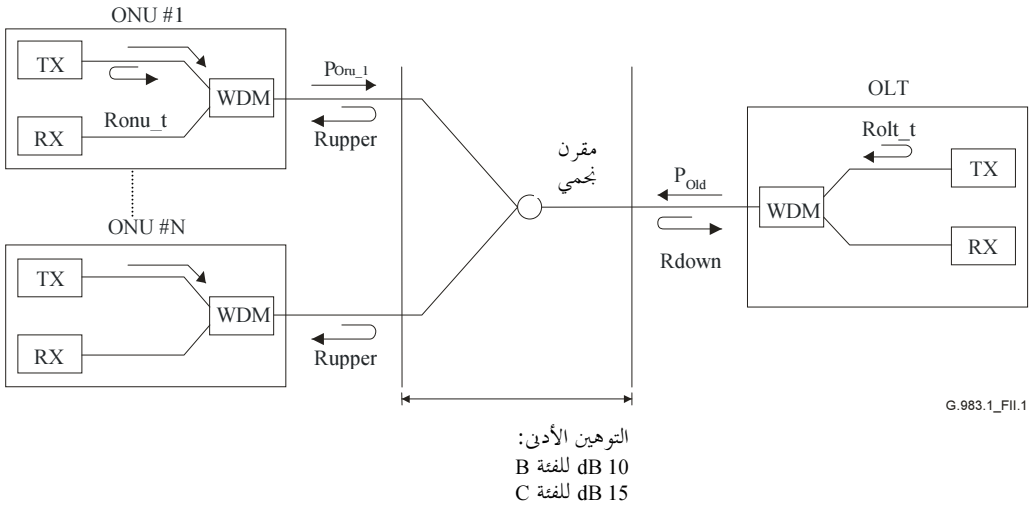
1.II مقدمة

لكل نموذج شبكة فقدان العودة البصرية الخاص به في شبكة التوزيع ODN وتكون الشبكة البصرية المنفعلة حساسة تجاه هذا الفقدان. ويتناول هذا التذييل العلاقة بين بعض أنواع الانعكاسية التي ستجري دراستها، وعزل WDM في ONU وOLT وانعكاسية تجهيز ONU بالنسبة للمرسل والمستقبل في كل حالة يكون فيها فقدان العودة البصري في ODN 32 dB و20 dB.

ولدى حساب المعلمات البصرية، نفترض أن انعكاسية تجهيز ONU بالنسبة للمرسل والمستقبل –20 dB وانعكاسية تجهيز OLT بالنسبة للمستقبل –20 dB. وإننا نصف معادلات الظروف ونتائج الحساب الخاصة بالانعكاسية التي تحد من المعلمات.

2.II فقدان العودة البصرية في ODN البالغة 32 dB

1.2.II نموذج الانعكاسية الذي سيؤخذ في الاعتبار



الشكل G.983.1/1.II– نموذج الانعكاسية الذي سيؤخذ في الاعتبار

استخدمت الرموز التالية في هذا التذييل:

P_{Oru_n} قدرة خرج بصرية لمرسل وحدة الشبكة البصرية #n عند O_{ru}

P_{Old} قدرة خرج بصرية لمرسل انتهائية الخط البصري عند O_{ld}

Ronu_t انعكاسية تجهيز مرسل ONU

Rolt_t انعكاسية تجهيز مرسل OLT

Rupper فقدان العودة البصرية لشبكة ODN عند O_{ru} وO_{rd}

Rdown فقدان العودة البصرية لشبكة ODN عند O_{ld} وO_{lu}

Iolt_t عزل متعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة بالنسبة لمرسل OLT

Iolt_r عزل متعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة بالنسبة لمستقبل OLT

Ionu_r عزل متعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة بالنسبة لمستقبل ONU

وقد عوملت جميع هذه القيم على أنها موجبة في هذا التذييل.

2.2.II تأثير الانعكاسية على مستقبل ONU

يبين الشكل 2.II مسير الإشارات المنعكسة التي ستراعى، ولا بد من استبقاء المعادلة A.

$$P_{Oru_1} - Rupper - Ionu_r < \text{(تداخل القدرة البصرية المسموح به)} \qquad \text{[المعادلة A]}$$

ويبين الشكل 2.II الإشارات المرسلة من دخل وحدات الشبكة البصرية الأخرى (#N - #2) إلى وحدة ONU #1. ونظراً لأن وقت إرسالها مختلف من وحدة لأخرى فإنها لا تضاف لبعضها البعض.

وفيما يتعلق بالفئة B، فإذا افترض أن تدخل القدرة البصرية المسموح به يعادل (الحساسية الدنيا –10 dB) تدخل القدرة البصرية المسموح به –30 dBm – 10 dB = –40 dBm.

ثـــم:

$$+2 - 32 - Ionu_r < -40 \qquad \text{(1-II)}$$

نحصل على:

$$Ionu_r > 10 \text{ dB} \qquad \text{(2-II)}$$

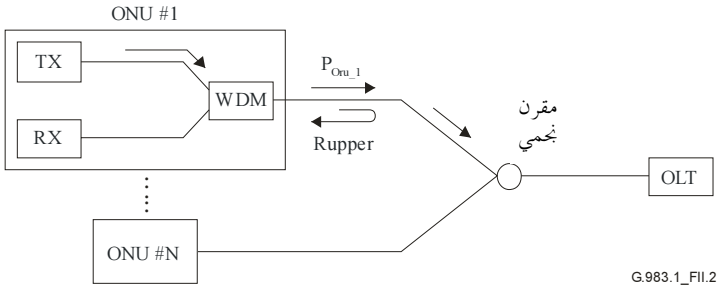
وفيما يتعلق بالفئة C فإذا افترض أن تدخل القدرة البصرية المسموح به يعادل (الحساسية الدنيا –10 dB) تدخل القدرة البصرية المسموح به –33 dBm – 10 dB = –43 dBm.

ثـــم:

$$+4 - 32 - Ionu_r < -43 \qquad \text{(3-II)}$$

نحصل على:

$$Ionu_r > 15 \text{ dB} \qquad \text{(4-II)}$$



الشكل G.983.1/2.II– نموذج لحدث في مستقبل ONU

3.2.II تأثير الانعكاسية على مستقبل OLT (في منطقة الإشارة)

يجري تحليل تأثير الانعكاسية على مستقبل OLT في حالتين أحدها هو عندما تتداخل الإشارة المنعكسة مع منطقة رشقة الإشارة الصاعدة والأخرى عندما تكون الإشارة المنعكسة في نافذة قياس المهلة حيث لا توجد أية إشارة.

وفي منطقة الإشارة، تراعى الحالات الثلاث التالية.

1.3.2.II الحالة 1

يبين الشكل 3.II مسير إشارات الانعكاسية. ويتعين استيفاء المعادلة B:

[المعادلة B] (التفاضلية القصوى لسويات رشقات الإشارات البصرية) > $Rupper - Ronu_t$ – (نسبة تدخل القدرة البصرية المسموح بها)

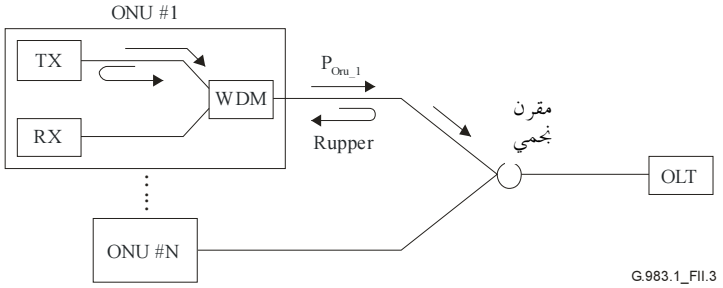
فإذا افترض أن نسبة تدخل القدرة البصرية المسموح بها هي –10 dB تحصل على:

$$(15+6) - 32 - Ronu_t < -10 \quad \text{(5-II)}$$

ثـــم:

$$Ronu_t > -1 \text{ dB} \quad \text{(6-II)}$$

وعلى ذلك فإن الشرط الخاص بـــ Ronu_t ليس ضرورياً في هذه الحالة.



الشكل G.983.1/3.II– النموذج 1 للحدث في مستقبل OLT

2.3.2.II الحالة 2

يبين الشكل 4.II مسير إشارات الانعكاسية. ولا بد من استيفاء المعادلة (C):

[المعادلة C] (التفاضلية القصوى لسويات رشقات الإشارات البصرية) >$Rolt_t-Rdown-Iolt_t\times2$– (نسبة تدخل القدرة البصرية المسموح بها)

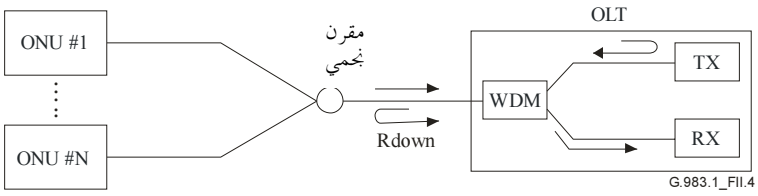
فإذا افترض أن تدخل القدرة البصرية المسموح به يعادل –10 dB تحصل على:

$$(15+6) - Rolt_t - 32 - Iolt_t \times 2 < -10 \quad \text{(7-II)}$$

ثـــم:

$$Rolt_t + Iolt_t \times 2 > -1 \text{ dB} \quad \text{(8-II)}$$

وكل من Rolt_t وIolt_t – يمثلان أرقاماً موجبة، ولذا فإن الشرط الخاص بـــ Rolt_t وIolt_t ليس ضرورياً في هذه الحالة.



الشكل G.983.1/4.II– النموذج 2 لحدث في مستقبل OLT

3.3.2.II الحالة 3

يبين الشكل 5.II مسير إشارات الانعكاسية. ولا بد من استيفاء المعادلة D:

[المعادلة D] $P_{Old} - Rdown - Iolt_r <$ (تدخل القدرة البصرية المسموح به)

فيما يتعلق بالفئة B، يفترض أن تداخل القدرة البصرية المسموح به يعادل الحساسية الدنيا –10 dB، تداخل القدرة البصرية المسموح به –30 dBm – 10 dB = –40 dBm.

ثـــم:

$$+2 - 32 - Iolt_r < -40 \quad \text{(9-II)}$$

نحصل على:

$$Iolt_r > 10 \text{ dB} \quad \text{(10-II)}$$

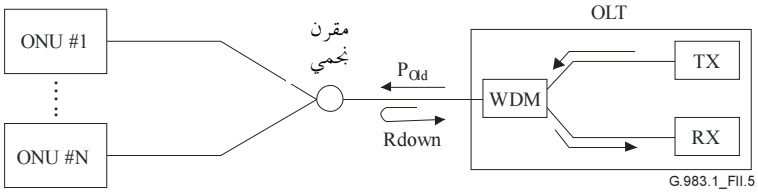
وفيما يتعلق بالفئة C، فإذا افترض أن تداخل القدرة البصرية المسموح به يعادل الحساسية الدنيا –10 dB، فإن تداخل القدرة البصرية المسوح به –33 dBm – 10 dB = –43 dBm.

ثـــم:

$$+4 - 32 - Iolt_r < -43 \quad \text{(11-II)}$$

نحصل على:

$$Iolt_r > 15 \text{ dB} \quad \text{(12-II)}$$



الشكل G.983.1/5.II– النموذج 3 لحدث في مستقبل OLT

4.2.II تأثير الانعكاسية في مستقبل OLT (في المنطقة بدون إشارة)

تكون الحالات الرئيسية للانعكاسية التي ستؤخذ في الاعتبار في المنطقة بدون إشارة الحالتين التاليتين:

1.4.2.II الحالة 1

يبين الشكل 3.II مسير الإشارات الانعكاسية. ولا بد من استيفاء المعادلة E

[المعادلة E] $P_{Oru_1} - Rupper - Ronu_t -$ (التوهين الأدنى للمسير البصري) > (سوية تحديد غياب الإشارة)

فيما يتعلق بالفئة B، يفترض أن تداخل القدرة البصرية المسموح به يعادل الحساسية الدنيا –10 dB، تداخل القدرة البصرية المسموح به –30 dBm – 10 dB = –40 dBm.

ثـــم:

$$+2 - 32 - Ronu_t - 10 < -40 \quad \text{(13-II)}$$

نحصل على:

$$Ronu_t > 0 \text{ dB} \quad \text{(14-II)}$$

ولذا فإن شرط Ronu_t ليس ضرورياً في هذه الحالة.

وفيما يتعلق بالفئة C، فإذا افترض أن قدرة التداخل البصرية المسموح بها تعادل الحساسية الدنيا –10 dB، فإن قدرة التداخل البصرية المسموح بها تساوي –33 dBm – 10 dB = –43 dBm.

ثـــم:

$$+4-32-Ronu_t-15<-43 \quad \text{(15-II)}$$

نحصل على:

$$Ronu_t>0\ \text{dB} \quad \text{(16-II)}$$

ولذا فإن شرط Ronu_t ليس ضرورياً في هذه الحالة.

2.4.2.II الحالة 2

يبين الشكل 5.II مسير إشارات الانعكاسية. ولا بد من استيفاء المعادلة F:

$$P_{Old}-Rdown-Iolt_r< \quad \text{(سوية تحديد غياب الإشارة)} \quad [\text{المعادلة F}]$$

وفيما يتعلق بالفئة B، فإذا افترض أن قدرة التداخل البصرية المسموح بها تعادل الحساسية الدنيا –10 dB، فإن قدرة التداخل البصرية المسموح بها تساوي –30 dBm – 10 dB = –40 dBm.

ثـــم:

$$+2-32-Iolt_r<-40 \quad \text{(17-II)}$$

نحصل على:

$$Iolt_r>10\ \text{dB} \quad \text{(18-II)}$$

وفيما يتعلق بالفئة C إذا افترضنا أن قدرة التداخل البصرية المسموح بها تعادل الحساسية الدنيا –10 dB، فإن قدرة التداخل البصرية المسموح بها تساوي –33 dBm – 10 dB = –43 dBm.

ثـــم:

$$+4-32-Iolt_r<-43 \quad \text{(19-II)}$$

نحصل على:

$$Iolt_r>15\ \text{dB} \quad \text{(20-II)}$$

3.II حالة أخرى لانعكاسية ODN

طريقة الحساب المشار إليها أعلاه بالنسبة للحالة التي تساوي فيها انعكاسية ODN – 20 dB. ويبين الجدول 1.II متطلبات المعلمات البصرية عندما يكون فقدان العودة البصرية الأدنى في ODN 32 dB و20 dB.

ومعلمة عزل تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة مسألة تتعلق بالتنفيذ، وترد القيم المتعلقة بهذا الأمر في الجدول 1.II لمجرد العلم. ويشمل هذا التذييل انعكاسية كل من ONU وOLT. ونظراً لخصائص WDM فإن Ronu_t تعادل انعكاسية ONU مقاسة عند طول موجة المرسل.

وعندما يساوي فقدان العودة البصرية في ODN 32 dB، فإن انعكاسية تجهيز المرسل لا بد أن تكون أقل من القدرة البصرية للسقوط ولذا سوف تكون 6 dB هي القيمة المتاحة في وحدة FP-LD عادية.

وفي حالة أن يكون فقدان العودة البصرية في ODN 20 dB، لا بد أن تكون انعكاسية تجهيز المرسل أقل من 12 dB.

وكما أشير أعلاه، فإن الانعكاسية القصوى لتجهيز مرسل ONU حساسة لقيمة فقدان العودة البصرية للشبكة ODN التي تعتمد على الشبكة التي أقامتها الموجة الحاملة المشتركة. وفي الحالة التي يكون فيها فقدان العودة البصرية 32 dB و20 dB، تنطبق القيم الخاصة بانعكاسية التجهيز الخاصة بمرسل ONU الواردة في الجدول 1.II. وفي الحالة الأخرى تستمد القيمة السليمة بواسطة طريقة الحساب المشار إليها أعلاه.

الجدول G.983.1/1.II– قيم انعكاسية تجهيز مرسل الوحدة ONU

ORL الحد الأدنى للشبكة ODN	Class	معلمات بصرية	الخصائص المطلوبة					
			A[أ]	B[أ]	C[أ]	D[أ]	E[أ]	F[أ]
dB 32	B	عزل WDM في مستقبل ONU	dB 10					
		عزل WDM في مرسل ONT						
		عزل WDM في مستقبل OLT				dB 10		dB 10
		عزل WDM في مرسل OLT			NA			
		انعكاسية التجهيز في مرسل ONU		NA			NA	
	C	عزل WDM في مستقبل ONU	dB 15					
		عزل WDM في مرسل ONT						
		عزل WDM في مستقبل OLT				dB 15		dB 15
		عزل WDM في مرسل OLT			NA			
		انعكاسية التجهيز في مرسل ONU		NA			NA	
dB 20	B	عزل WDM في مستقبل ONU	22 dB					
		عزل WDM في مرسل ONT						
		عزل WDM في مستقبل OLT				dB 22		dB 22
		عزل WDM في مرسل OLT			dB 2,5			
		انعكاسية التجهيز في مرسل ONU		dB 11			dB 12	
	C	عزل WDM في مستقبل ONU	dB 27					
		عزل WDM في مرسل ONT						
		عزل WDM في مستقبل OLT				dB 27		dB 27
		عزل WDM في مرسل OLT			dB 2,5			
		انعكاسية التجهيز في مرسل ONU		dB 11			dB 12	

[أ] تمثل الحروف A وB وC وD وE وF المعادلات المقابلة على التوالي.

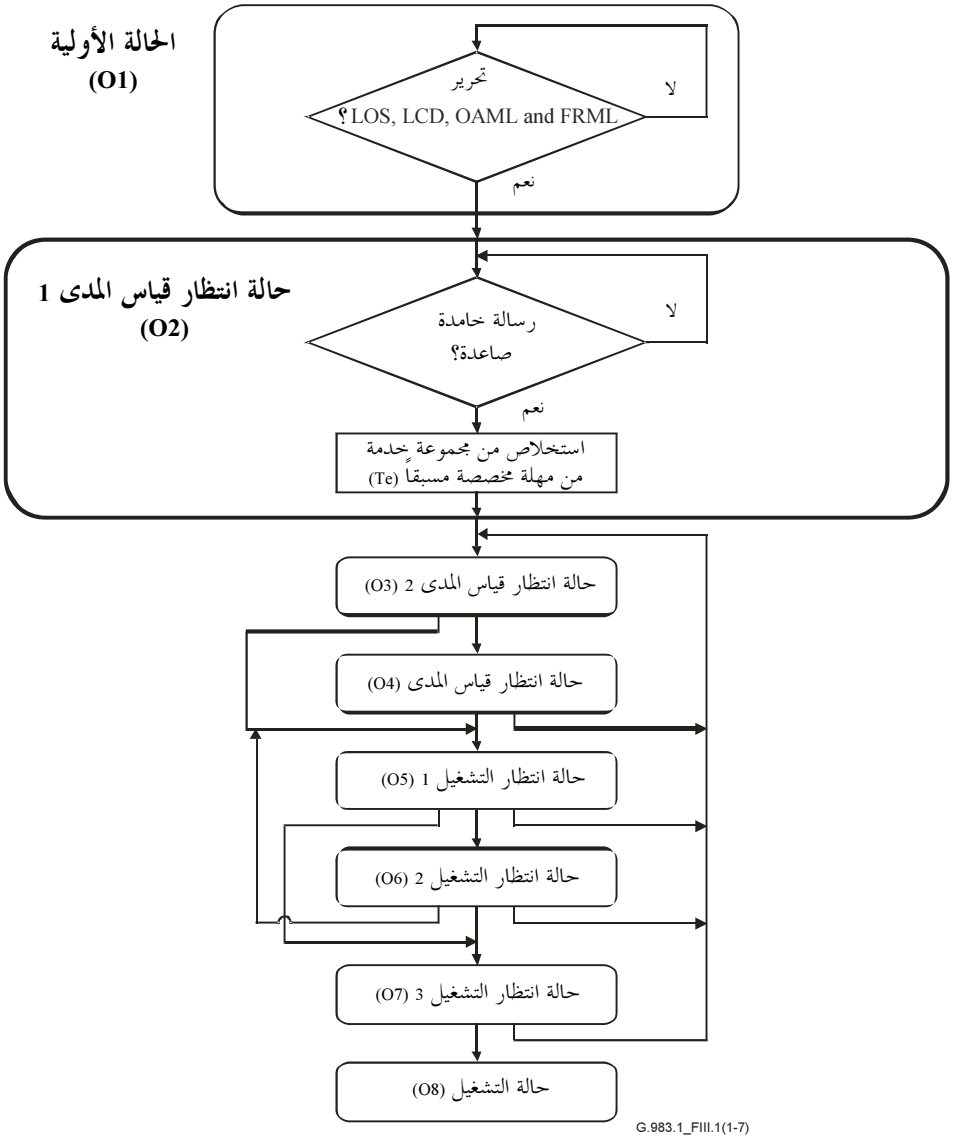
التذييل III

مخططات تدفق قياس المدى

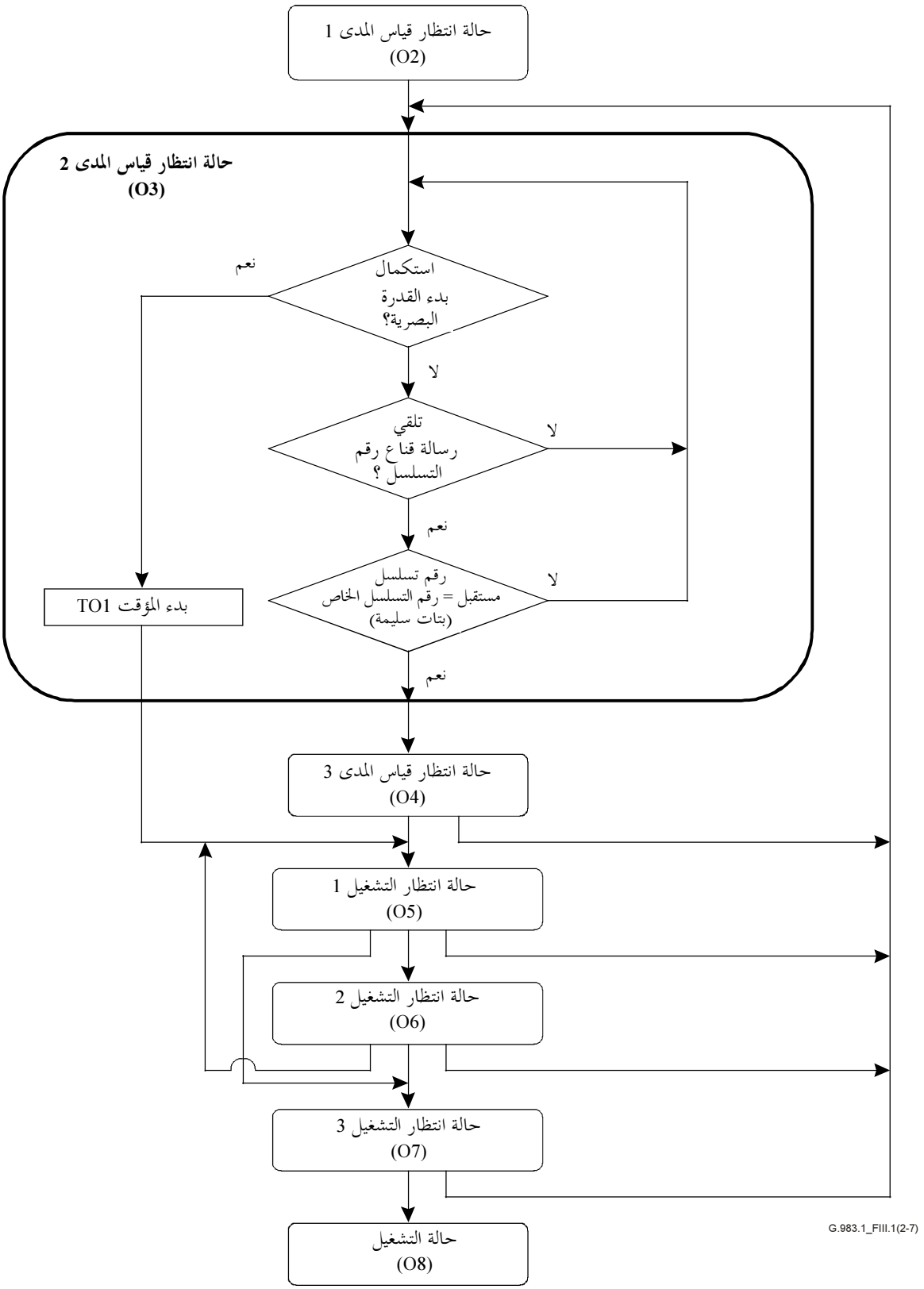
مخططات تدفق قياس المدى المبينة هي عبارة عن أمثلة على التشغيل العادي لإجراء قياس المدى. ولتبسيط المخططات، لم تبين تأثيرات الإنذارات (مثل LOS وLCD وOAML وFRML) كما لم تبين تأثيرات بعض الرسائل (مثل رقم التسلسل المعطل وإخماد المعرف PON_ID).

1.III تدفق قياس المدى في وحدات الشبكة البصرية (مثال)

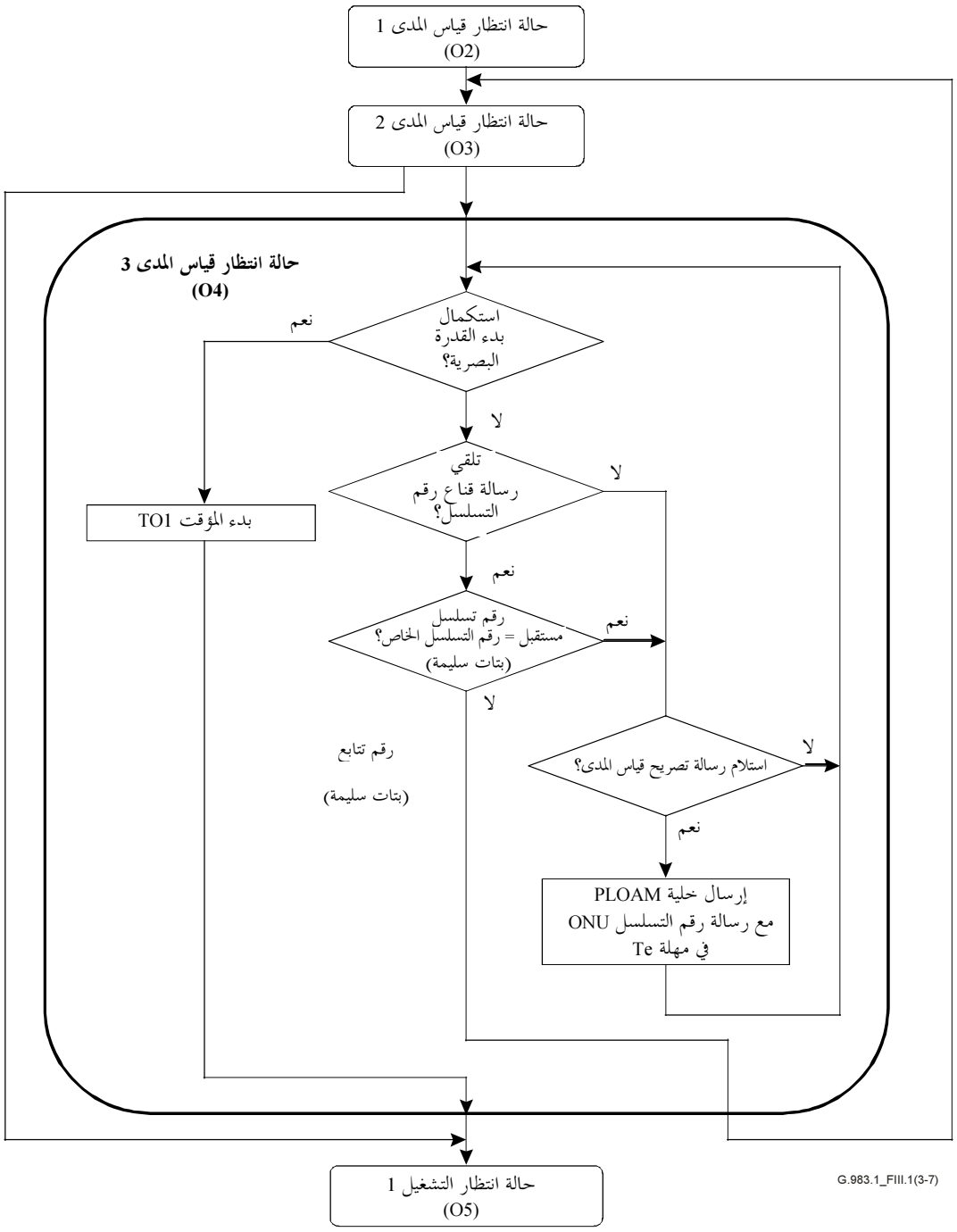
يبين الشكل 1.III (الأوراق من 1 إلى 7 من 7) مثالاً على تدفق قياس المدى في وحدات الشبكة البصرية. وليس الغرض من ذلك تحديد إجراء قياس المدى بل على سبيل الإعلام.



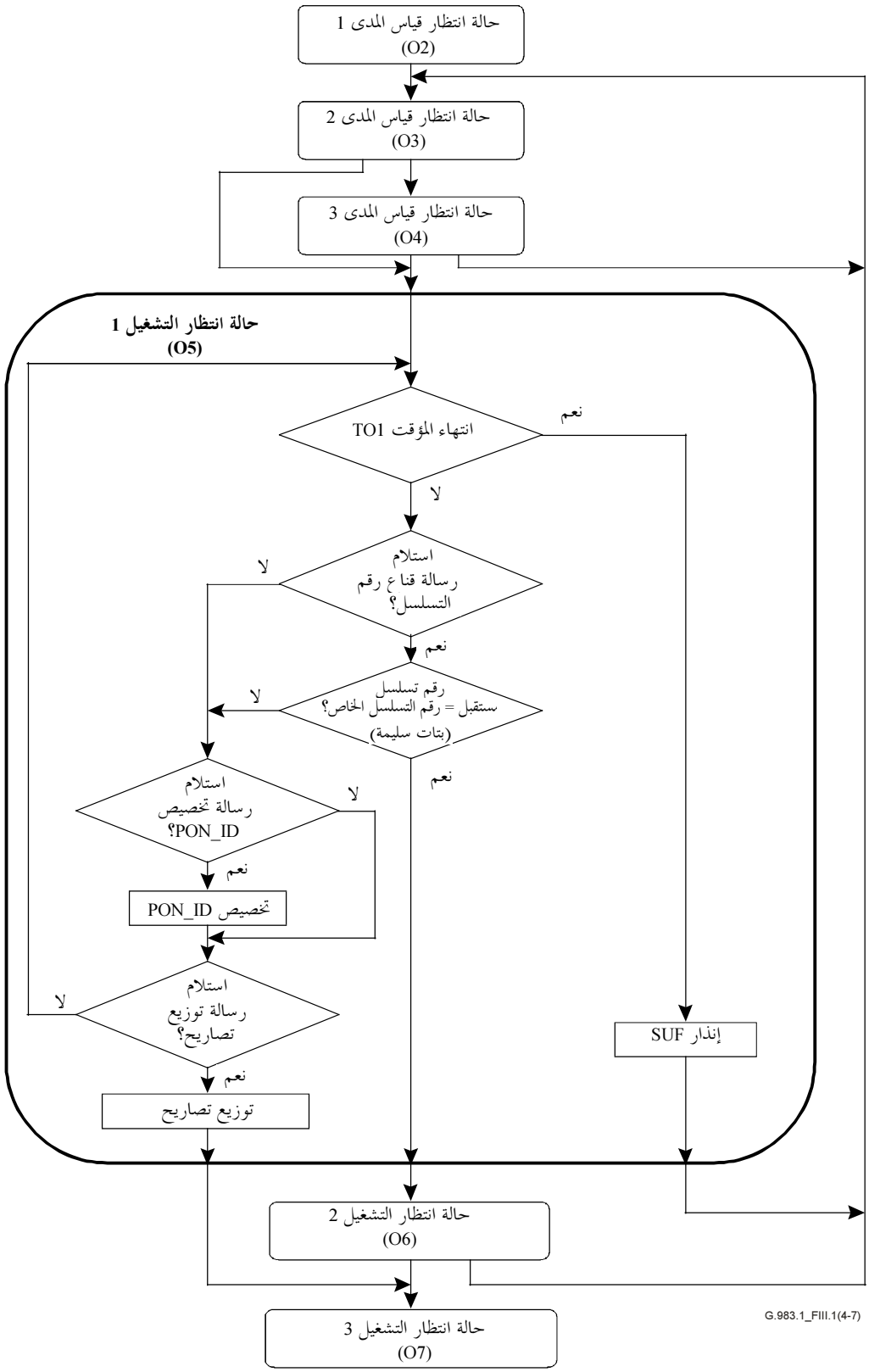
الشكل G.983.1/1.III – تدفق قياس المدى [ONU] (مثال) *(الورقة 1 من 7)*



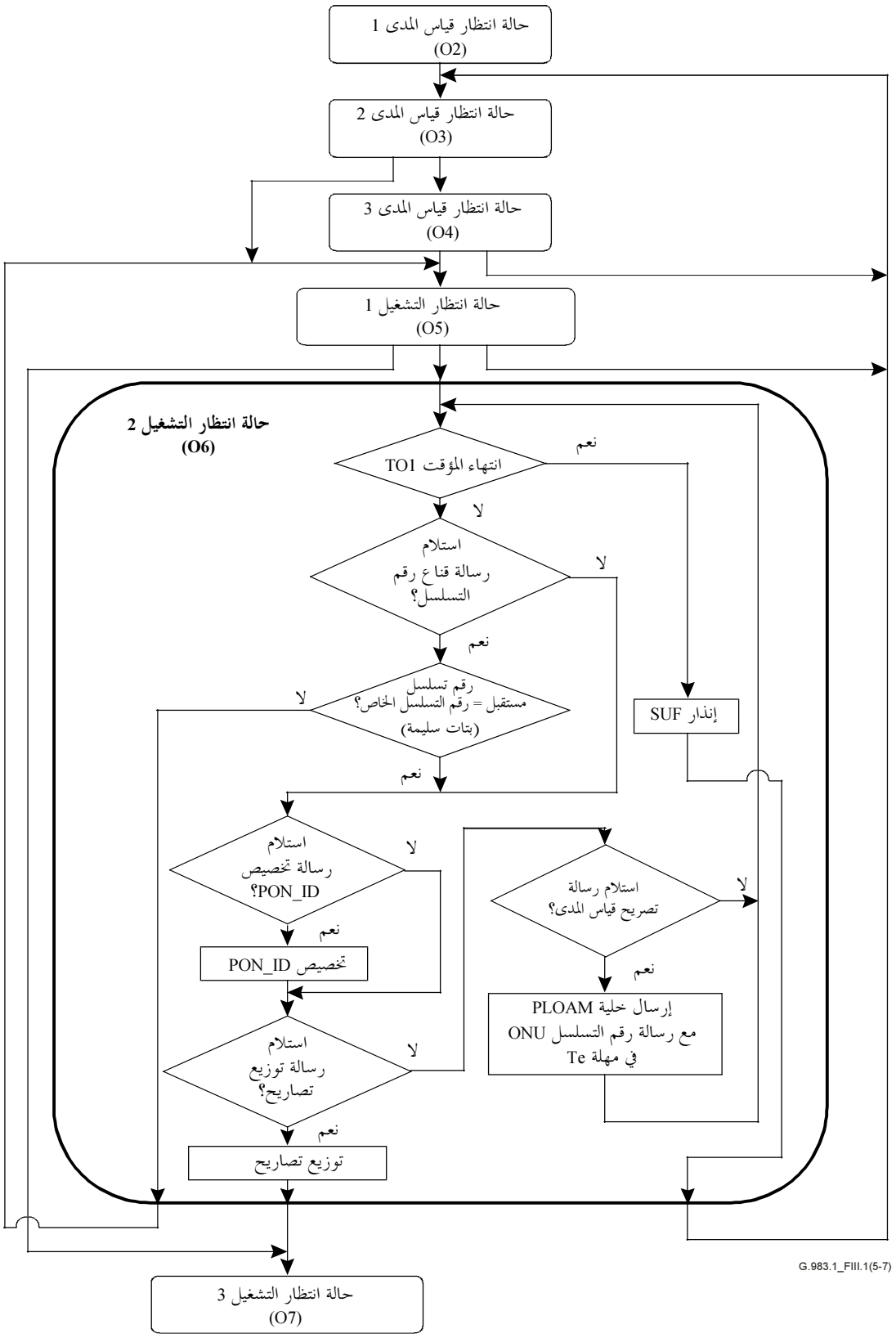
الشكل G.983.1/1.III – تدفق قياس المدى [ONU] (مثال) *(الورقة 2 من 7)*



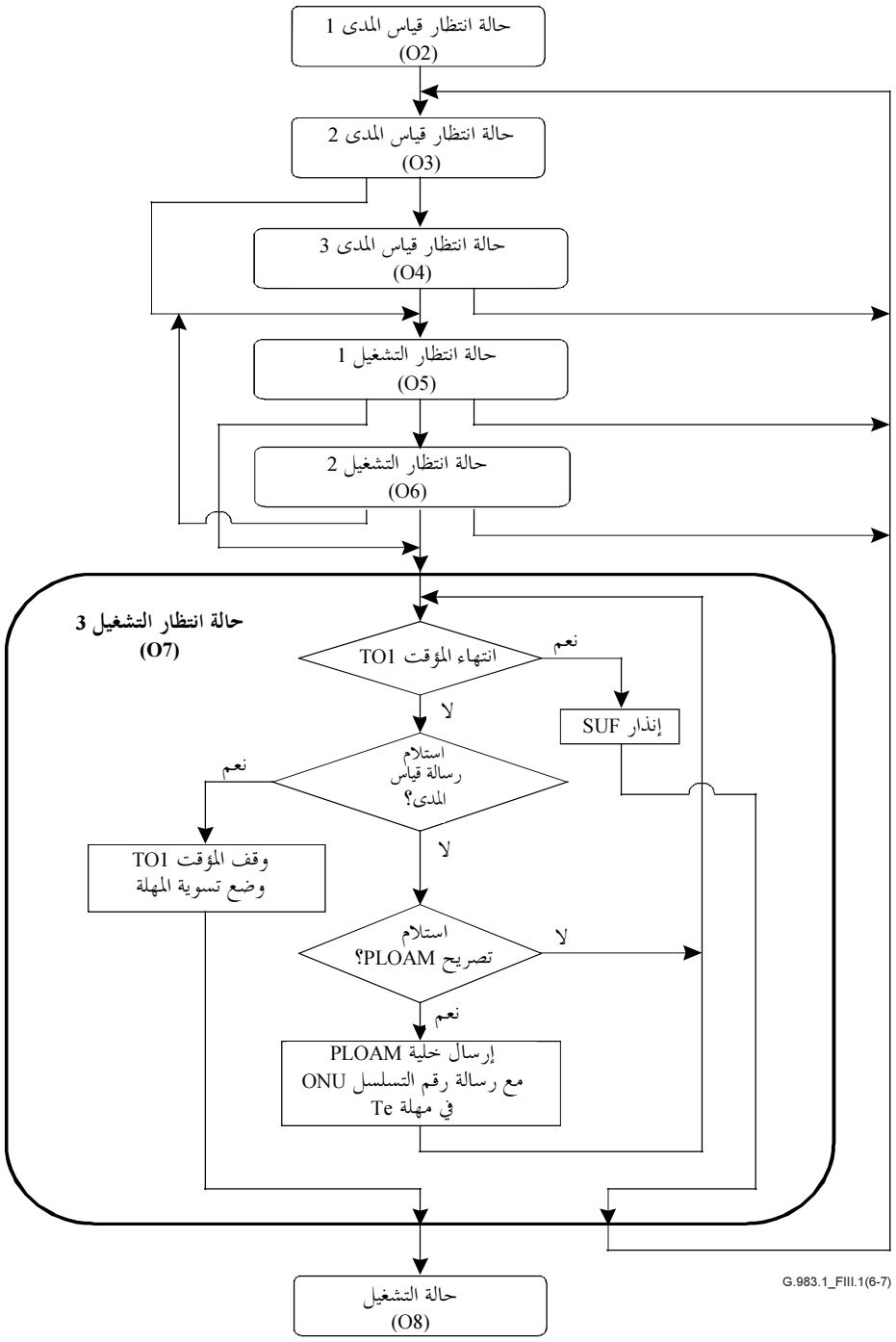
الشكل G.983.1/1.III – تدفق قياس المدى [ONU] (مثال) *(الورقة 3 من 7)*



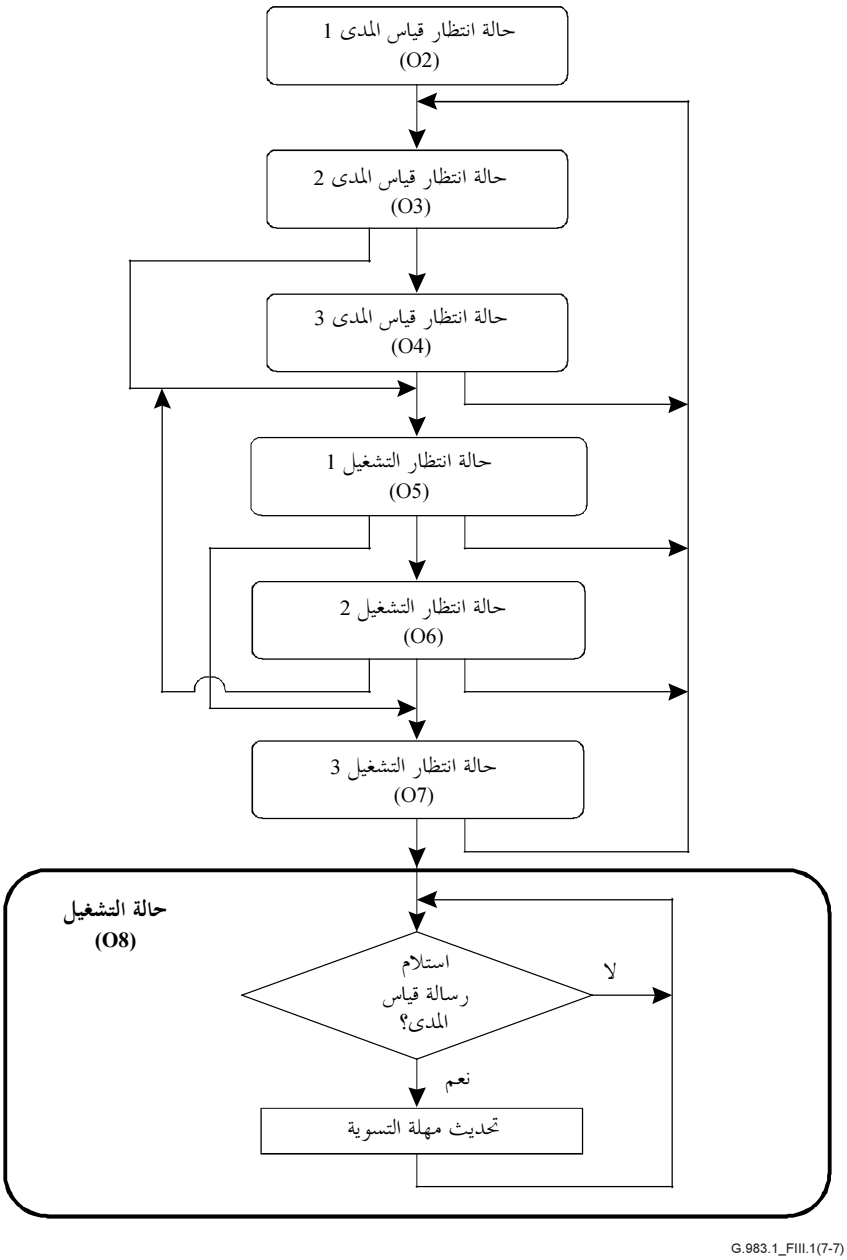
الشكل G.983.1/1.III – تدفق قياس المدى [ONU] (مثال) *(الورقة 4 من 7)*



الشكل G.983.1/1.III – تدفق قياس المدى [ONU] (مثال) *(الورقة 5 من 7)*



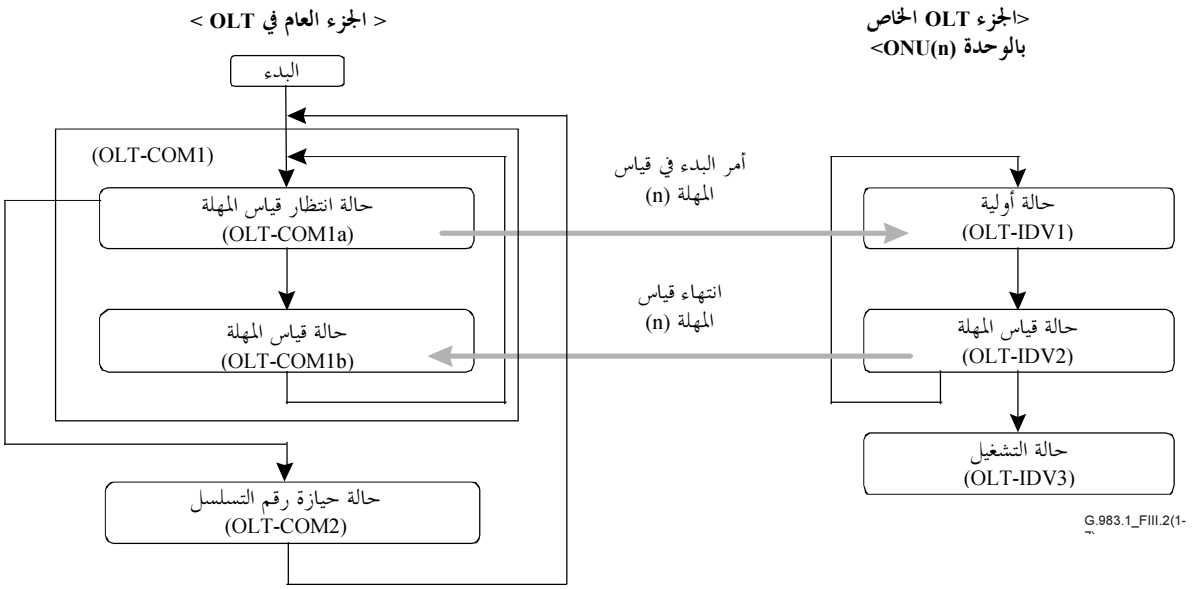
الشكل G.983.1/1.III – تدفق قياس المدى [ONU] (مثال) *(الورقة 6 من 7)*



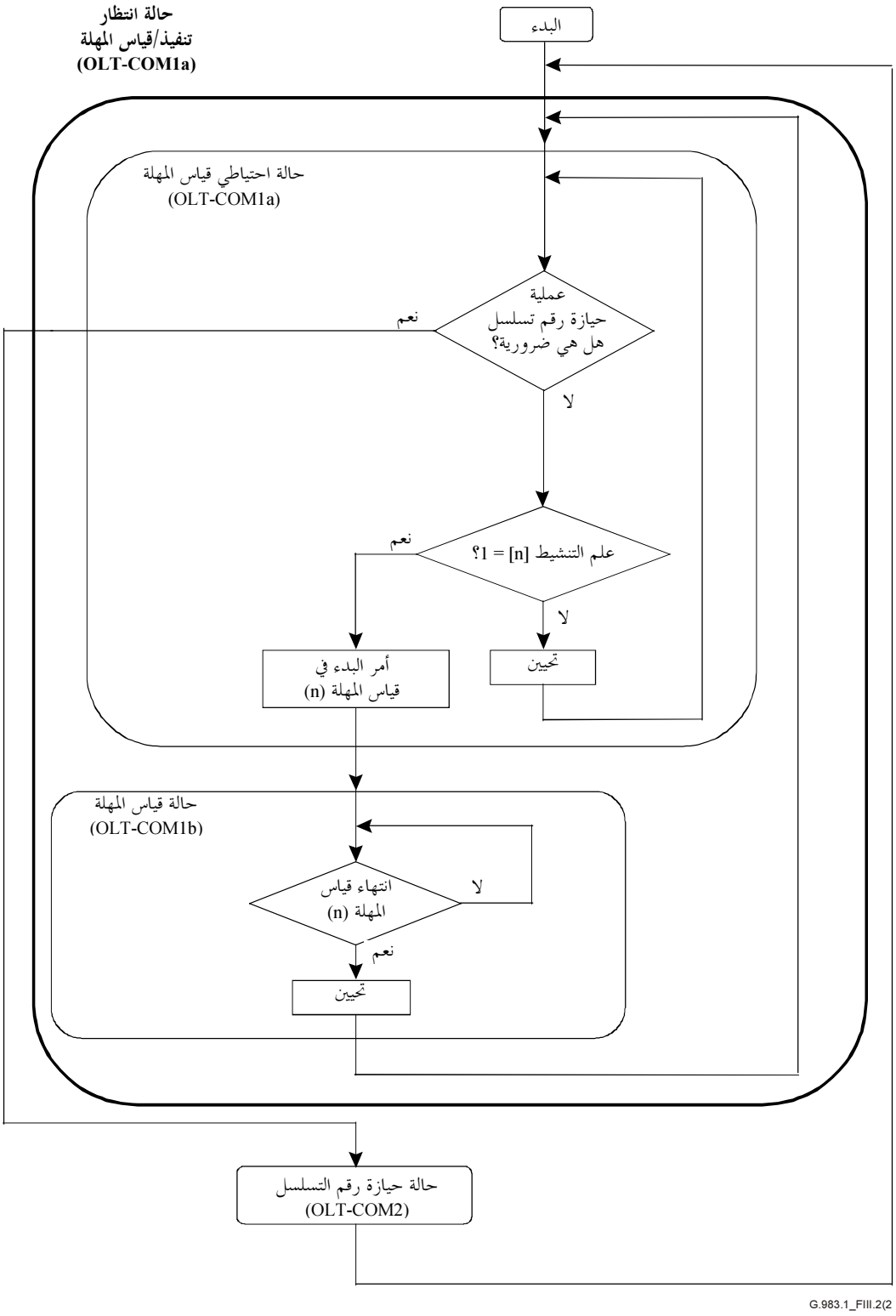
الشكل G.983.1/1.III – تدفق قياس المدى [ONU] (مثال) *(الورقة 7 من 7)*

2.III تدفق قياس المدى في انتهائية الخط البصري (مثال)

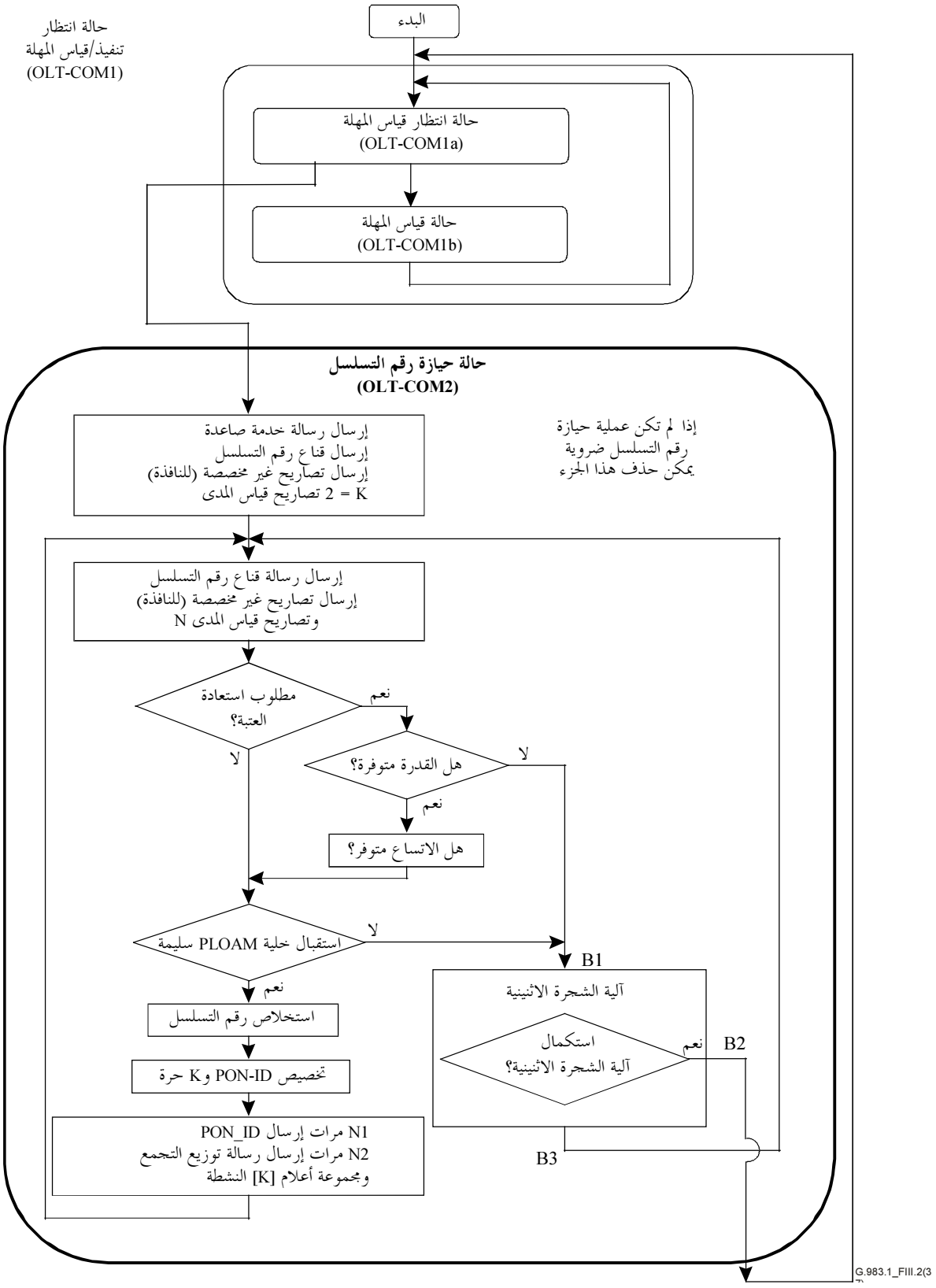
يبين الشكل 2.III (الأوراق من 1 إلى 7 من 7) مثالاً على تدفق قياس المدى في انتهائية الخط البصري. وليس القصد من ذلك هو تحديد إجراء قياس المدى بل يرد هنا للعلم فقط.



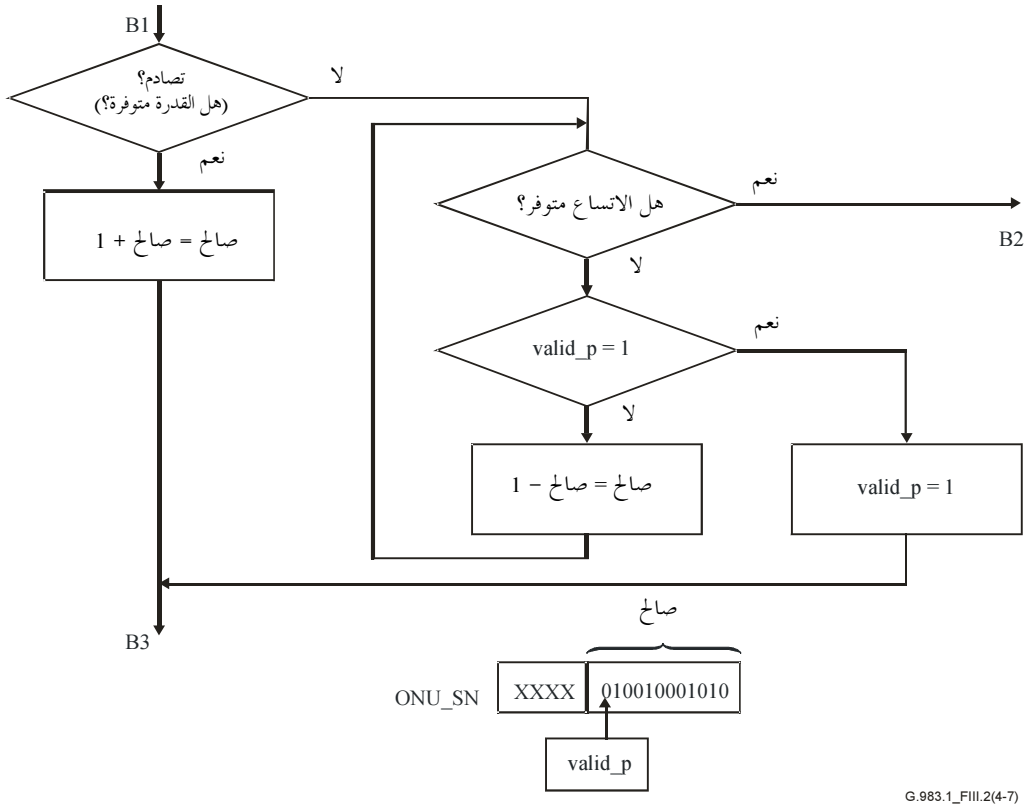
الشكل G.983.1/2.III – تدفق قياس المدى [OLT] (مثال) *(الورقة 1 من 7)*



الشكل G.983.1/2.III – تدفق قياس المدى [OLT] (مثال) *(الورقة 2 من 7)*

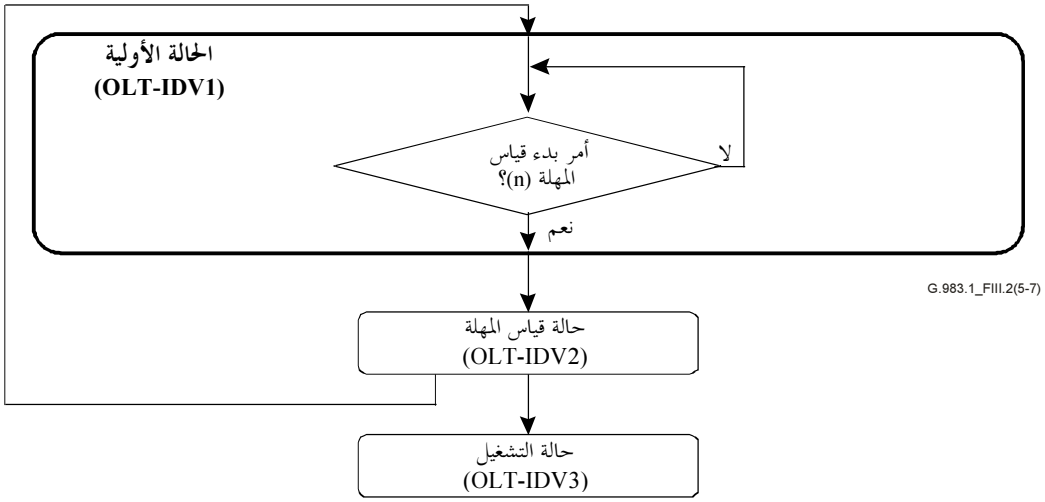


الشكل G.983.1/2.III – تدفق قياس المدى [OLT] (مثال) *(الورقة 3 من 7)*

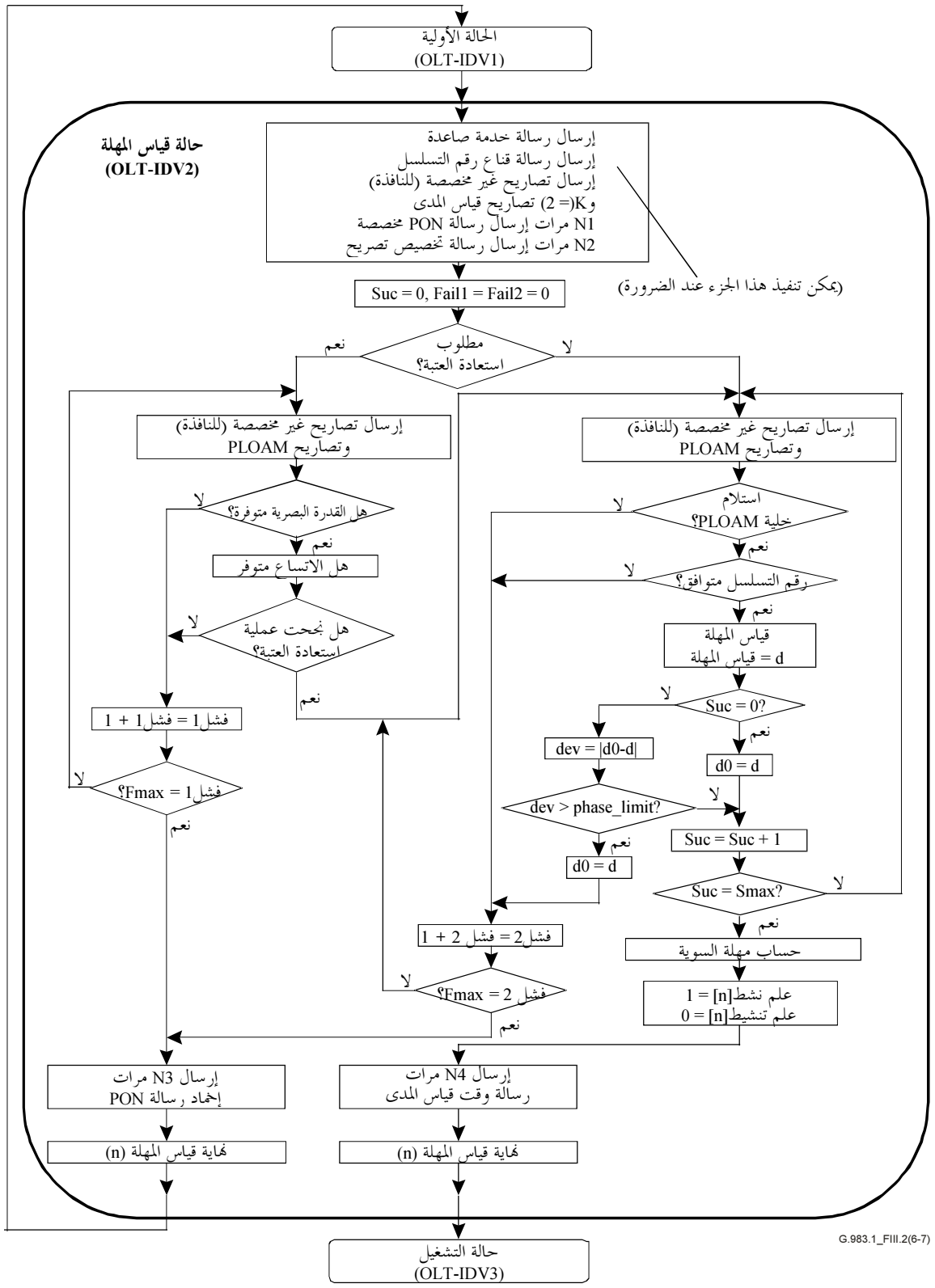


ملاحظة – تقابل النقاط B1 وB2 وB3 النقاط B1 وB2 وB3 في الشكل 2.III على التوالي.
"صالح" يعني عدد البتات الصالحة في رقم التسلسل للوحدة ONU.
"Valid_P" يشير إلى البتة الأكثر دلالة في البتات الصالحة.

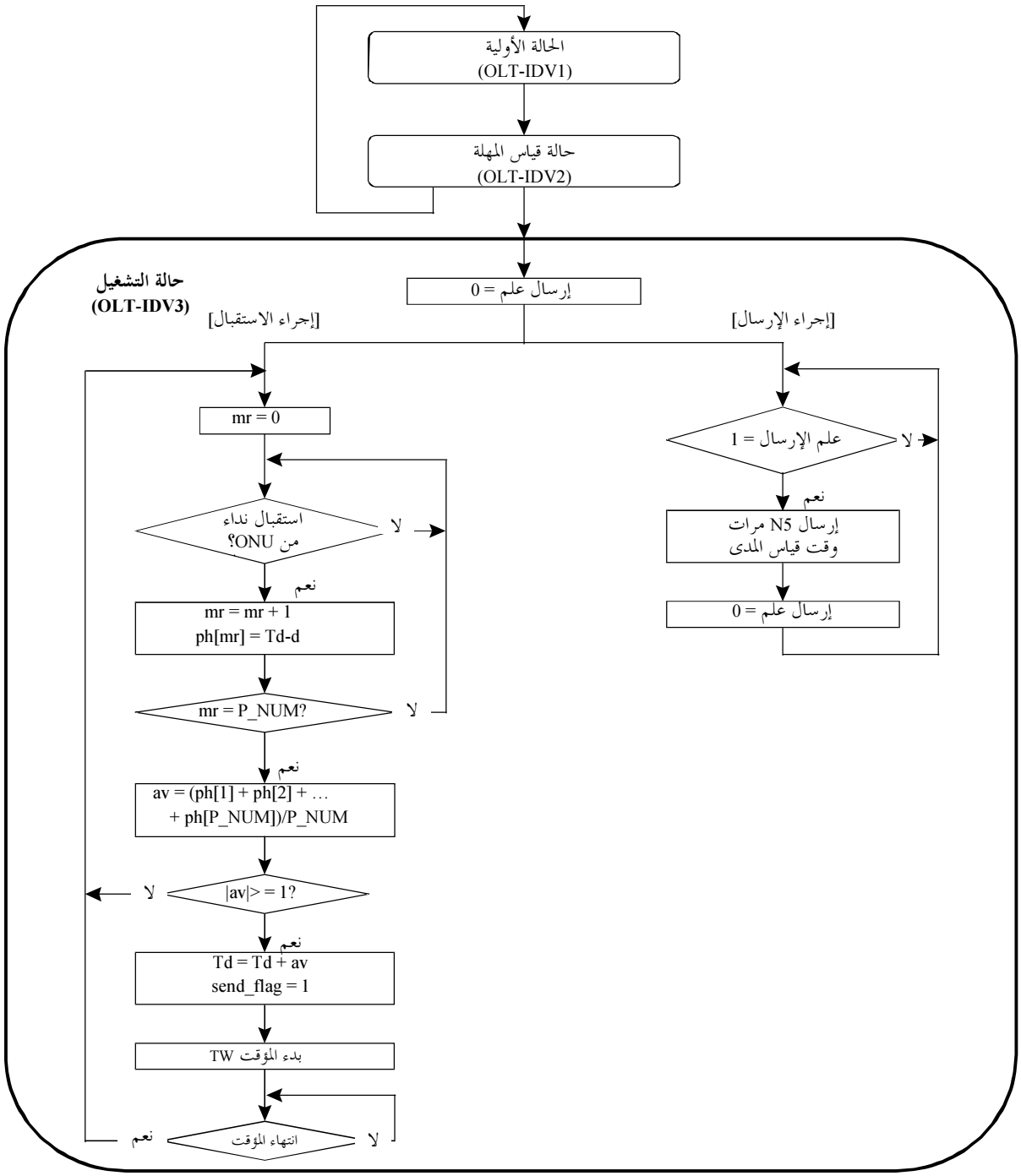
الشكل G.983.1/2.III – تدفق قياس المدى [OLT] (مثال) *(الورقة 4 من 7)*



الشكل G.983.1/2.III – تدفق قياس المدى [OLT] (مثال) *(الورقة 5 من 7)*



الشكل G.983.1/2.III – تدفق قياس المدى [OLT] (مثال) *(الورقة 6 من 7)*



G.983.1_FIII.2(7-7)

mr	عداد الخلايا المستقبلة من الوحدة ONU(n)
ph[j]	قيمة انحراف اختلاف الطور
P_NUM	عدد قياس الطور
av	متوسط قياس الطور ph[1]، ph[2]، …، ph[P_NUM]
Td	مهلة التسوية المقاسة حالياً
d	مهلة التسوية المقاسة حديثاً
TW	مؤقت قياس اختلاف الطور
علم الإرسال	علم طلب وقت قياس المدى

الشكل G.983.1/2.III – تدفق قياس المدى [OLT] (مثال) *(الورقة 7 من 7)*

التذييل IV

مقدرة شبكة النفاذ على البقاء

1.IV مقدمة

تعتبر بنية حماية ATM-PON من وجهة نظر إدارة شبكة النفاذ وسيلة لتعزيز اعتمادية شبكات النفاذ. غير أن الحماية سوف تعتبر آلية بصرية وهو ما يلائم هذا التذييل. حيث إن تنفيذها يعتمد على تحقيق نظام اقتصادي.

ويقدم هذا التذييل بعض التشكيلات المزدوجة المحتملة وما يتصل بها من قياسات بوصفها أمثلة على ATM-PON للتشجيع على مزيد من المناقشات. وعلاوة على ذلك أشير إلى رسالة العمليات والإدارة والصيانة OAM اللازمة للحماية. لمزيد من المعلومات يرجى مراجعة التوصية ITU-T G.983.5.

2.IV أنواع التبديل المحتملة

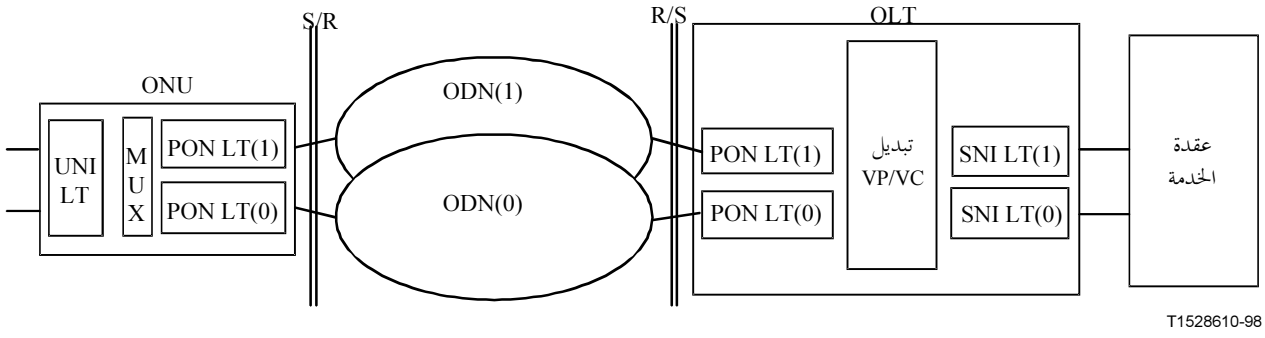
هناك نوعان من تبديل الحماية:

i) التبديل الأوتوماتي؛

ii) التبديل المدفوع؛

ويوجدان في نظام SDH التماثلي. ويحرك النوع الأول كشف التغيب مثل فقدان الإشارة، وفقدان الرتل وانحطاط الإشارة (تصبح نسبة الخطأ في البتات أسوأ من القيمة المحددة سلفاً) وما إلى ذلك. والنوع الثاني سوف ينشط بعمل أحداث إدارية مثل إعادة تحديد مسير الألياف، وإحلال الألياف وغير ذلك. وكلا النوعين ممكن في نظام ATM-PON إذا كان لازماً على الرغم من أنها وظائف اختيارية. وتتحقق آلية التبديل عامة من خلال وظيفة العمليات والإدارة والصيانة. ولذا ينبغي حجز مجال معلومات OAM في خلايا PLOAM.

ويبين الشكل 1.IV نموذج النظام المزدوج لشبكة النفاذ. وينبغي أن يكون الجزء ذو الصلة بالحماية في نظام ATM-PON جزءاً من الحماية بين السطح البيني لشبكة ODN في الانتهائية OLT والسطح البيني لشبكة ODN في الوحدة ONU مع استيفاء إطناب SNI في الانتهائية OLT.



الشكل G.983.1/1.IV – نموذج نظام مزدوج

3.IV تشكيلات وخصائص النظام ATM-PON المزدوج

يمكن أن يكون هناك العديد من أنواع نظام ATM-PON المزدوج على النحو المبين في الشكل 2.IV أ) إلى د). وينبغي تحديد بروتوكولات التحكم في كل تشغيل بصورة منفصلة عن بعضه الآخر.

فعلى سبيل المثال، لا توجد حاجة لأي بروتوكول تبديل OLT/ONU في الشكل 2.IV أ)، نظراً لأن التبديل يسري على الألياف البصرية فقط. كذلك فإن بروتوكول المبادلة في الشكل 2.IV ب) غير مطلوب بالنظر إلى أن التبديل لا يتم إلا في OLT.

1.3.IV أمثلة للتشكيلة

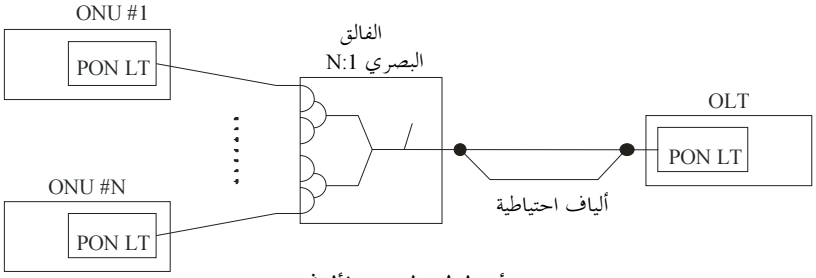
النوع A: تضاعف التشكيلة الأولى الألياف البصرية فقط على النحو المبين في الشكل 2.IV أ) وفي هذه الحالة فإن ONU وOLT تكون مفردة.

النوع B: تضاعف التشكيلة الثانية [الشكل 2.IV ب)] انتهائية الخط البصري OLT والألياف البصرية بين OLT والفالق البصري، وللفالق منفذي دخل/خرج على جانب OLT. وتخفض هذه التشكيلة من تكاليف ازدواج وحدات الشبكة البصرية على الرغم من أنه لن يمكن استعادة سوى SLT.

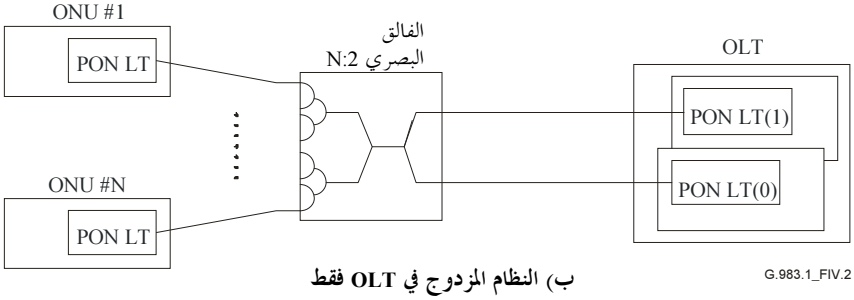
النوع C: تضاعف التشكيلة الثالثة [الشكل 2.IV ج)] لا من جانب معدات OLT فحسب بل وجانب وحدات الشبكة البصرية. وفي هذه التشكيلة، يمكن استرجاع الفشل في أية نقطة من خلال التبديل إلى المعدات الاحتياطية. ولذا فإن تكاليف ازدواج الإرسال الكامل تمكن من الاعتماد بدرجة كبيرة عليه.

النوع D: إذا كانت وحدات الشبكة البصرية قد ركبت في مباني العميل فقد يمكن أو لا يمكن تحقيق الازدواجية داخل المنـــزل. وعلاوة على ذلك، إذا كانت كل وحدة مملوكة لمستعملين مختلفين، فإن متطلبات الاعتمادية تعتمد على كل مستعمل، وقد لا تكون التشكيلة المزدوجة متاحة إلا لعدد محدود من وحدات الشبكة البصرية، واستناداً إلى هذا الاعتبار، تسمح التشكيلة الأخيرة [الشكل 2.IV د)] بازدواجية جزئية على جانب الوحدة، ويبين هذا الشكل مثالاً على أنه حينما تكون وحدات ONU#1 مزدوجة ووحدات ONU#N فردية، تكون المبادئ الرئيسية كما يلي:

1) استخدام الفالق البصري المزدوج N:2 لتوصيل PON LT(0) في الوحدة ONU#1 بالفالق N(0) وPON LT(1) في ONU#1 بالفالق N(1)؛
2) توصيل PON LT في ONU بأي من الفالق البصري لأنه مفرد؛
3) استخدام الفالق البصري المزدوج لتوصيل PON LT(0) في OLT بالفالق (0) وPON LT(1) في OLT بالفالق (1)؛
4) توصيل الفالق البصري المزدوج N:2 والفالق البصري المزدوج 2:1 حيث يوصل منفذ من الفالق (1) بالفالق N(0) ومنفذ في الفالق (0) بالفالق N(1)؛
5) استخدام طريقة الاحتياطي على البارد في كل من OLT وONU لتجنب تصادم الإشارات البصرية PON LT(0) وPON LT(1) في OLT أو PON LT(0) وPON LT(1) في وحدة شبكة بصرية ONU#1.

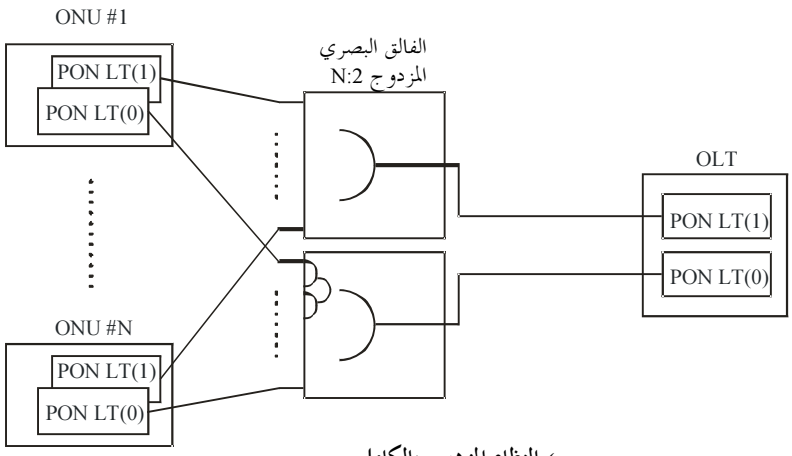


أ) النظام المزدوج الألياف

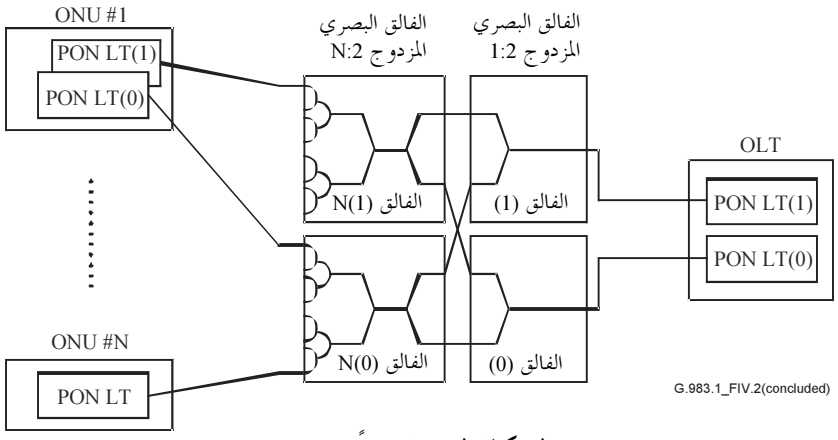


ب) النظام المزدوج في OLT فقط

الشكل G.983.1/2.IV – نظام ATM-PON المزدوج



ج) النظام المزدوج بالكامل



د) التشكيلة المزدوجة جزئياً

الشكل G.983.1/2.IV – نظام ATM-PON المزدوج (تتمة)

2.3.IV الخصائص

النوع A: في هذه الحالة، فإن فقدان الإشارة بل وفقدان الخلية أمر لا مناص منه في فترة التبديل. غير أنه يتعين الاحتفاظ بجميع التوصيلات بين عقدة الخدمة والتجهيز المطرافي بعد تبديل الألياف هذه.

النوع B: تتطلب هذه التشكيلة حالة احتياطي على البارد للدارة الاحتياطية في جانب OLT. وفي هذه الحالة، يكون فقدان الإشارة أو حتى فقدان الخلية لمجموعات أمر لا مناص منه في فترة التبديل. غير أنه يتعين الاحتفاظ بجميع التوصيلات بين عقدة الخدمة والتجهيز المطرافي بعد هذا التبديل.

النوع C: في هذه الحالة، يمكن تشغيل دارات المستقبل في كل من ONU وOLT بحالة الاحتياطي المتأهب. وعلاوة على ذلك، فإن من الممكن في هذه التشكيلة إجراء تبديل أقل شدة (دون فقدان الخلية).

النوع D : خصائص هذا النوع هي نفس خصائص النوع B.

4.IV المتطلبات

i) ينبغي أن تكون وظيفة تبديل الحماية اختيارية.

ii) يمكن استخدام كل من تبديل الحماية الأوتوماتي والتبديل المدفوع في نظام ATM-PON إذا اقتضى الأمر حتى على الرغم من أنها وظائف اختيارية.

iii) يمكن تحقيق جميع الأمثلة على التشكيلات الواردة في القسم الفرعي 3.IV حتى على الرغم من أنها وظائف اختيارية.

iv) تتحقق آلية التبديل عموماً بواسطة وظيفة OAM، ولذا فإن من الضروري الاحتفاظ بمجال معلومات OAM المطلوب في خلايا PLOAM.

v) ينبغي الاحتفاظ بجميع التوصيلات المدعمة فيما بين عقدة الخدمة والتجهيز المطرافي بعد هذا التبديل.

وفيما يتعلق بالشرط الأخير، فإن التنفيذ الواحد لعقد الخدمة POTS (بدالة) يتطلب فترة فقدان خلية إلى أقل من 120 ms. فإذا أصبحت فترة فقدان الخلية أطول من ذلك، فإن عقدة الخدمة تفصل النداء. ويتطلب الأمر إعادة إقامة النداء مرة أخرى بعد تبديل الحماية. ونظراً لأن ATM-PON تساند منافسة الخدمات التقليدية مثل POTS وISDN ينبغي أخذ هذه القيمة في الاعتبار.

5.IV مجالات المعلومات اللازمة لخلية PLOAM

وفقاً لتماثل نظام SDH، يتطلب تبديل الحماية أقل من عشر شفرات للاستخدام في كل من الاتجاهين الصاعد والهابط، وهو ما يتحقق من خلال مجال خلية PLOAM، وسيكون تحديد تقابل المجال في خلية PLOAM مطلوباً لأغراض الحماية.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة D المبادئ العامة للتعريفة

السلسلة E التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية

السلسلة F خدمات الاتصالات غير الهاتفية

السلسلة G أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

السلسلة H الأنظمة السمعية المرئية وتعدد الوسائط

السلسلة I الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات

السلسلة J الشبكات الكبلية وإرسال إشارات البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية وإشارات أخرى متعددة الوسائط

السلسلة K الحماية من التداخلات

السلسلة L إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها

السلسلة M شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات: أنظمة الإرسال والدارات الهاتفية والإبراق والطبصلة والدارات المؤجرة الدولية

السلسلة N الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية

السلسلة O مواصفات تجهيزات القياس

السلسلة P نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية

السلسلة Q التبديل والتشوير

السلسلة R الإرسال البرقي

السلسلة S التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية

السلسلة T المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية

السلسلة U التبديل البرقي

السلسلة V اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية

السلسلة X شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة

السلسلة Y البنية التحتية العالمية للمعلومات وبروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

السلسلة Z لغات البرمجة والخصائص العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طبعت في سويسرا
جنيف، 2005