الاتحـــــــــاد الدولـــــــــي للاتصـــــــــالات

ITU-T G.959.1

(2006/03)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية – أنظمة الخطوط الرقمية

السطوح البينية للطبقة المادية لشبكة النقل البصرية

التوصيـــة ITU-T G.959.1

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

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

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

التوصيـــة ITU-T G.959.1

السطوح البينة للطبقة المادية لشبكة النقل البصرية

ملخص

تحتوي هذه التوصية على مواصفات السطوح البينية لمجالين (IrDI) للطبقة المادية لأغراض الشبكات البصرية التي قد تستخدم تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM). وفي شبكة النقل البصرية (OTN) تنتج الأنظمة الخطية أحادية القناة ومتعددة القنوات، وأحادية الاتجاه من نقطة إلى نقطة، السطوح البينية لمجالين. والهدف الأول لها يتمثل في أن تكون السطوح البينية المتلائمة بطريقة مستعرضة قادرة على الربط بين مجالين إداريين. وتقدم مواصفات هذه السطوح البينية لأغراض التطبيقات داخل المؤسسة الواحدة، سواء على المدى القصير أو الطويل، بدون مضخمات داخل المؤسسة للخط.

وتشمل الطبعة الحالية لهذه التوصية السطوح البينية أحادية القناة بسرعة بتات تصل إلى OTU3 (40 Gbit/s).

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 29 مارس 2006 على التوصية ITU-T G.959.1 وذلك بموجب الإجراء الوارد في التوصية ITU-T A.8.

تمهيـــد

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

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

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

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

ملاحظـــة

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

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

حقوق الملكية الفكرية

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

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

© ITU 2006

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

المحتـــويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
1.2 المراجع المعيارية 1
2.2 المراجع الإعلامية 2
3 مصطلحات وتعريفات 2
1.3 التعريفات 2
2.3 مصطلحات معرّفة في توصيات أخرى 3
4 المختصرات 3
5 تصنيف السطوح البينية 5
1.5 التطبيقات 5
2.5 النقاط المرجعية 6
3.5 التسميات 7
4.5 السطوح البينية لمجالين (IrDI) والمتعددة القنوات 9
5.5 السطوح البينية المشتركة بين المجالات (IrDI) وأحادية القناة 11
6.5 تنفيذ إشارة الإدارة 14
6 التواؤم المستعرض 14
7 تعريف المعلمات 15
1.7 مدى أطوال موجات تشغيل النظام 15
2.7 المعلمات 15
8 قيم المعلمات 26
1.8 السطوح البينية المشتركة بين مجالين (IrDI) المتعددة القنوات 26
2.8 السطوح البينة المشتركة بين مجالين (IrDI) وأحادية القناة 28
9 اعتبارات السلامة البصرية 38
10 إدارة مستوى القدرة 38
الملحق A – مخطط بياني للطريقة A لتقييم خصائص كل قناة في سطح بيني مشترك بين مجالين IrDI، متعدد القنوات ... 39
1.A المخطط المرجعي 39
الملحق B– خصائص مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي والمستقبل المرجعي وفقاً للطريقة B، لتقييم خصائص كل قناة في IrDI، متعدد القنوات 40
1.B المخطط المرجعي 40
2.B مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي 40
3.B المستقبل المرجعي 41

الصفحة

التذييل I – السطوح البينية أحادية القناة للعملاء مع إعادة التوليد 3 (3R) 42

1.I المقدمة..... 42

2.I وصف السطوح البينية للإشارات الخاصة بالعملاء، والمزودة بإعادة التوليد 3 (3R)..... 42

التذييل II – النقاط المرجعية العامة في شبكة النقل البصرية (OTN) 43

التذييل III – إيضاحات بشأن استخدام النقاط المرجعية داخل السطح البيني لمجالين والسطح البيني داخل مجال واحد..... 44

التذييل IV – ملاحظات بشأن تنفيذ إشارات الإدارة..... 45

1.IV تنفيذ إشارات إدارة قناة بصرية 45

2.IV تنفيذ إشارات إدارة قسم تعدد الإرسال البصري وقسم الإرسال البصري 45

التذييل V – الأرقام المخصصة لأعلى فئة من الإشارات البصرية الرافدة المقبولة في تسميات شفرة التطبيق..... 46

التذييل VI – تطبيقات فئة الإشارات البصرية الرافدة RZ 40G..... 46

التذييل VII – التطبيقات التي تستخدم تعويض التشتت الإلكتروني 48

التوصيـــة ITU-T G.959.1

السطوح البينية للطبقة المادية لشبكة النقل البصرية

1 مجال التطبيق

تحتوي هذه التوصية على مواصفات السطوح البينية لمجالين للطبقة المادية لشبكات النقل البصرية التي يمكن أن تستخدم تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة. ومواصفات الطبقة المادية صالحة للسطوح البينية لمجالين خارج نطاق شبكة النقل البصرية، ويمكن استخدامها أيضاً للسطوح البينية لمجالين داخل نطاق شبكة النقل البصرية وفقاً للتوصية G.709/Y.1331. وفيما يتعلق بالسطوح البينية لمجالين خارج نطاق شبكة النقل البصرية، لا توجد اشتراطات إدارية. أما في حالة السطوح البينية بين مجالين داخل شبكة النقل البصرية، فإن هذه السطوح تتاح بواسطة أنظمة أحادية القناة ومتعددة القنوات، ووحيدة الاتجاه، من نقطة إلى نقطة. ويتمثل هدفها الأول في أن تكون السطوح البينية المتلائمة بطريقة مستعرضة قادرة على الربط بين مجالين إداريين. وقدمت مواصفات هذه السطوح البينية لأغراض التطبيق داخل المؤسسة الواحدة، سواء على المدى القصير أو الطويل، بدون مضخمات للخط.

ملاحظة – يعني مصطلح "المجال الإداري" في هذه التوصية مجموع الموارد التي تنتمي إلى طرف فاعل واحد مثل مشغّل الشبكة أو مقدّم الخدمات أو المستعمل النهائي. ولا يوجد تداخل بين المجالات الإدارية لمختلف الأطراف الفاعلة.

وتنظم المواصفات طبقاً لشفرات التطبيق التي تأخذ في الحسبان تآلفات عديدة ممكنة مثل عدد القنوات ونوع الإشارات البصرية الرافدة وطول القطع، ونوع الألياف وتشكيل الأنظمة. ويكّون التشكيل المرجعي وشفرات التطبيق أساساً لتحديد معلمات الطبقة المادية للشبكات البصرية.

ولا تنص هذه التوصية على استخدام قناة للمراقبة البصرية. وستتناول الطبقات المقبلة من هذه التوصية وكذلك التوصيات الأخرى الجديدة هذا الجانب من شبكة النقل البصرية، مما قد يعني وجود تشكيل أكثر تعقداً من التشكيل من نقطة إلى نقطة فيما يتعلق بعناصر الشبكة البصرية على كل جانب من جوانب السطح البيني لشبكة بصرية رافدة. وربما يكون من الضروري، لأغراض التطبيقات، وضع معلمات مختلفة غير المعلمات المطلوبة للتشكيل من نقطة إلى نقطة.

ويفترض في هذه التوصية، أن الإشارات البصرية الرافدة المرسلة عبر القنوات البصرية هي إشارات رقمية وليست تماثلية. وستكون مواصفات الأنظمة التي تتسم بنقل إشارات بصرية رافدة تماثلية موضوع دراسات لاحقة.

2 المراجع

1.2 المراجع المعيارية

تشير هذه التوصية إلى أحكام معينة في توصيات ونصوص لاحقة صادرة عن قطاع تقييس الاتصالات بالاتحاد، ومن ثم فإن هذه الأحكام تشكل جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. والطبعات المشار إليها كانت سارية عند نشر هذه التوصية. وبالنظر إلى أن أي توصية أو أي مرجع يمكن أن يخضع للتعديل، يرجى ممن يستعملون هذه التوصية الاستعانة قدر المستطاع بآخر طبعة من التوصيات والمراجع المعيارية الأخرى الواردة أدناه. وتنشر على نحو منتظم قائمة بتوصيات القطاع التي لا تزال سارية. والإشارة إلى وثيقة في هذه التوصية لا يضفي على تلك الوثيقة في حد ذاتها وضع التوصية.

- التوصية ITU-T G.652 (2005)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب.*
- التوصية ITU-T G.653 (2003)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات التشتت المتخالف.*
- التوصية ITU-T G.655 (2006)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات التشتت المتخالف غير المعدوم.*

- التوصية ITU-T G.664 (2006)، *إجراءات ومتطلبات السلامة البصرية المطبقة في أنظمة النقل البصرية.*
- التوصية ITU-T G.691 (2006)، *السطوح البينية البصرية للأنظمة STM-64 وSTM-256 وأنظمة التراتب الرقمي المتزامن الأخرى ذات المكبرات البصرية.*
- التوصية ITU-T G.692 (1998)، *السطوح البينية البصرية للأنظمة متعددة القنوات وذات المكبرات البصرية.*
- التوصية ITU-T G.693 (2005)، *السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية.*
- التوصية ITU-T G.694.1 (2002)، *شبكات الطيف لتطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM): شبكة تردد تعدد الإرسال DWDM.*
- التوصية ITU-T G.707/Y.1322 (2003)، *السطح البيني لعقدة شبكة للتراتب الرقمي المتزامن (SDH).*
- التوصية ITU-T G.709/Y.1331 (2003)، *السطوح البينية لشبكة النقل البصرية (OTN).*
- التوصية ITU-T G.872 (2001)، *معمارية شبكات النقل البصرية.*
- التوصية ITU-T G.957 (2006)، *السطوح البينية البصرية للتجهيزات والأنظمة المتعلقة بالتراتب الرقمي المتزامن.*
- المعيار IEC 60825-1 (2001)، *سلامة منتجات الليزر – الجزء 1: تصنيف التجهيزات، متطلبات المستعملين ودعمهم.*
- المعيار IEC 60825-2 (2005)، *سلامة منتجات الليزر – الجزء 2: سلامة أنظمة اتصالات الألياف البصرية (OFCS).*

2.2 المرجع الإعلامي

تتضمن توصيات قطاع تقييس الاتصالات التالية أحكاماً تشكل، كمراجع في النص، مصدراً لمعلومات مفيدة أخرى:

- التوصية ITU-T G.871/Y.1301 (2000)، *إطار لتوصيات شبكات النقل البصرية.*

3 مصطلحات وتعريفات

1.3 التعريفات

تعرّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.1.3 الإشارات البصرية الرافدة: إشارة أحادية القناة موضوعة في قناة بصرية لنقلها عبر شبكة بصرية.

2.1.3 الإشارة البصرية الرافدة من الفئة NRZ 1,25G: تنطبق على الإشارات الرقمية المستمرة، بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، ومعدل اسمي يتراوح بين 622 Mbit/s و1,25 Gbit/s. وتشمل هذه الفئة إشارات بمعدل البتات STM-4، وفقاً للتوصية ITU-T G.707/Y.1322.

3.1.3 الإشارة البصرية الرافدة من الفئة NRZ 2,5: تنطبق على الإشارات الرقمية المستمرة، بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، وبمعدل اسمي يتراوح بين 622 Mbit/s و2,67 Gbit/s. وتشمل هذه الفئة إشارات بمعدل البتات STM-16، وفقاً للتوصية ITU-T G.707/Y.1322، ومعدل بتات OTU1 وفقاً للتوصية ITU-T G.709/Y.1331.

4.1.3 الإشارة البصرية الرافدة من الفئة NRZ 10G: تنطبق على الإشارات الرقمية المستمرة، بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، وبمعدل اسمي يتراوح بين 2,4 Mbit/s و10,71 Gbit/s. وتشمل هذه الفئة إشارات بمعدل البتات STM-64، وفقاً للتوصية ITU-T G.707/Y.1322، وإشارات بمعدل بتات OTU2 وفقاً للتوصية ITU-T G.709/Y.1331.

5.1.3 الإشارة البصرية الرافدة من الفئة NRZ 40G: تنطبق على الإشارات الرقمية المستمرة، بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، وبمعدل اسمي يتراوح بين 9,9 Mbit/s و43,02 Gbit/s. وهذه الفئة تشمل إشارات بمعدل البتات STM-256، طبقاً للتوصية ITU-T G.707/Y.1322، وإشارات بمعدل بتات OTU3 طبقاً للتوصية ITU-T G.709/Y.1331.

6.1.3 الإشارة البصرية الرافدة من الفئة RZ 40G: تنطبق على الإشارات الرقمية المستمرة، بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، وبمعدل اسمي يتراوح بين 9,9 Mbit/s و43,02 Gbit/s. وتشمل هذه الفئة إشارات بمعدل البتات STM-256، طبقاً للتوصية ITU-T G.707/Y.1322، وإشارات بمعدل بتات OTU3 طبقاً للتوصية ITU-T G.709/Y.1331.

7.1.3 القسم البصري للإرسال من الدرجة 1 (OTS1): إشارة أحادية القناة تسمح بنقل قناة بصرية بين عنصرين من عناصر شبكة بصرية.

8.1.3 القسم البصري للإرسال من الدرجة n (OTSn): إشارة متعددة الإرسال والذي يسمح بدوره بنقل عدد من القنوات البصرية يمكن أن تصل إلى n (n > 1) بين عنصرين من عناصر شبكة بصرية.

9.1.3 خارج نطاق شبكة النقل البصرية (non-OTN): يشير هذا المصطلح إلى الأنظمة التي لا تتمشى مع سلسلة التوصيات المتعلقة بشبكة النقل البصرية المحددة في التوصية ITU-T G.871/Y.1301، وخاصة أن الأنظمة خارج شبكة النقل البصرية قد تعتمد على معلومات تتعلق بنوعية العملاء لمراقبة الإدارة وحماية تبديل/استعادة إشارات عملاء القناة الأحادية.

2.3 مصطلحات معرّفة في توصيات أخرى

تستعمل هذه التوصية المصطلح التالي المعرّف في التوصية G.692:

- قناة الرقابة البصرية (OSC).

تستعمل هذه التوصية المصطلح التالي المعرّف في التوصية ITU-T G.709/Y.1331:

- الوحدة K للنقل على قناة بصرية مقيسة تماماً (OTUk).

تستعمل هذه التوصية المصطلحات التالية المعرّفة في التوصية ITU-T G.872:

- السطح البيني داخل مجال إداري (IaDI)؛
- السطح البيني الفاصل لمجالين إداريين (IrDI)؛
- شبكة النقل البصرية (OCh)؛
- القسم البصري متعدد الإرسال (OMS)؛
- قسم الإرسال البصري (OTS)؛
- إعادة التضخيم، إعادة القولبة، إعادة التوقيت (إعادة التوليد) (3R).

4 المختصرات

تستخدم هذه التوصية المختصرات التالية:

2R (إعادة التوليد) إعادة التضخيم، إعادة القولبة (*(regeneration) re-amplification, reshaping*)

3R (إعادة التوليد)، إعادة التضخيم، إعادة القولبة، إعادة التوقيت (*(regeneration) re-amplification, reshaping, retiming*)

APD انهيار الصمام الثنائي الضوئي (*avalanche photodiode*)

ATM أسلوب النقل اللاتزامني (*asynchronous transfer mode*)

BER معدل الخطأ في البتات (*bit error ratio*)

DC تعويض التشتت (*dispersion compensation*)

DGD زمن انتشار زمرة الترددات التفاضلية (*differential group delay*)

DWDM تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة عالية الكثافة (*dense wavelength division multiplexing*)

EX نسبة الخمود (*extinction ratio*)

FEC الإصلاح المباشر للخطأ (*forward error correction*)

ffs لمزيد من الدراسة

IaDI السطح البيني داخل مجال إداري (*intra-domain interface*)

IP بروتوكول الإنترنت (*Internet protocol*)

IrDI السطح البيني لمجالين إداريين (*inter-domain interface*)

MLM أساليب طولية متعددة (*multi-longitudinal mode*)

MPI السطح البيني الرئيسي على المسير (*main path interface*)

MPI-R السطح البيني الرئيسي على المسير – النقطة المرجعية للاستقبال أحادي القناة (*single channel receive main path interface reference point*)

$MPI\text{-}R_M$ السطح البيني الرئيسي على المسير – النقطة المرجعية للاستقبال متعددة القنوات (*multichannel receive main path interface reference point*)

MPI-S السطح البيني الرئيسي على المسير – النقطة المرجعية للإرسال أحادي القناة (*single channel source main path interface reference point*)

$MPI\text{-}S_M$ السطح البيني الرئيسي على المسير – النقطة المرجعية للإرسال متعدد القنوات (*multichannel source main path interface reference point*)

NA لا ينطبق

NE عنصر شبكة (*network element*)

NRZ لا عودة إلى الصفر (*non-return to zero*)

OA مضخم بصري (*optical amplifier*)

OADM معدد إرسال بصري للإدخال والاستخراج (*optical add-drop multiplexer*)

OCh قناة بصرية (*optical channel*)

OD مزيل تعدد الإرسال البصري (*optical demultiplexer*)

OEO بصري/كهربائي/بصري (*optical-to-electrical-to-optical*)

OM معدد الإرسال البصري (*optical multiplexer*)

OMS القسم البصري متعدد الإرسال (*optical multiplex section*)

ONE عنصر شبكة بصرية (*optical network element*)

OSC قناة المراقبة البصرية (*optical supervisory channel*)

OTN شبكة النقل البصرية (*optical transport network*)

OTS قسم الإرسال البصري (*optical transmission section*)

OTS1 قسم الإرسال البصري – المستوى 1 (*optical transmission section of level 1*)

OTSn قسم الإرسال البصري – المستوى n (*optical transmission section of level n*)

OTUk الوحدة k للنقل على قناة بصرية مقيسة تماماً (*completely standardized optical channel transport unit – k*)

PIN النمط P – ذاتي – النمط n (*P type-intrinsic-n type*)

PMD التشتت بأسلوب الاستقطاب (*polarization mode dispersion*)

R_M النقطة المرجعية للاستقبال متعدد القنوات (لمتضخمات الخط التشغيلية) (*multichannel receive reference point (for line OAs)*)

RMS جذر متوسط التربيع (*root mean square*)

R_S النقطة المرجعية للاستقبال أحادي القناة (*single channel receive reference point*)

R_{S-M} النقطة المرجعية للاستقبال أحادي القناة (لمتعدد القنوات) (*single channel (to multichannel) receive reference point*)

RZ العودة إلى الصفر (*return to zero*)

SDH التراتب الرقمي المتزامن (*synchronous digital hierarchy*)

SLM أسلوب طولي وحيد (*single-longitudinal mode*)

S_M النقطة المرجعية للإرسال متعدد القنوات (*multichannel source reference point (for line OAs)*)

S_{M-S} النقطة المرجعية لإرسال أحادي القناة (من قنوات متعددة) (*single channel (from multichannel) source reference point*)

SONET شبكة بصرية متزامنة (*synchronous optical network*)

S_S نقطة مرجعية لإرسال أحادي القناة (*single channel source reference point*)

WDM تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (*wavelength division multiplexing*)

5 تصنيف السطوح البينية

1.5 التطبيقات

تتناول هذه التوصية الأنظمة البصرية أحادية القناة ومتعددة القنوات، وتقدم قيم معلمات السطح البيني البصري لعدد كبير من تطبيقات السطح البيني لمجالين إداريين (IrDI).

وتنطبق أغلبية شفرات التطبيق في هذه التوصية على طائفة من الإشارات البصرية الرافدة بمعدلات بتات تندرج في فئة الإشارة البصرية الرافدة ذات الصلة (وشفرات التطبيق هذه التي تطلق عليها صفة "الجماعية"، تحتوي على الحرف "P"). وعلى سبيل المثال تنطبق الشفرة P1I1-2D2 على إشارة بمعدل البتات STM-64 طبقاً للتوصية ITU-T G.707/1322، وكذلك على الإشارة OUT2 طبقاً للتوصية ITU-T G.709/Y.1331.

وكما جاء في التوصية ITU-T G.872، فإنه لا بد من أن وجود توصيل بيني مقيّس للربط بين المجالات الإدارية في تشكيل من نقطة إلى نقطة.

ويتطلب أيضاً التشغيل البيني لمجالين مواصفة المعلومات المميزة التي ترسل عبر السطح البيني المشترك بين مجالين، حسبما جاء في التوصية ITU-T G.707/Y.1322 أو التوصية ITU-T G.709/Y.1331، أو في مواصفات أخرى. أما تعريف المعلومات المميِّزة التي تشمل معدل بتات الإشارات، والنسق، وتخصيص البايتات (الثمانيات) فإنه لا يندرج في نطاق هذه التوصية.

وإذا ما نُظر إلى الموضوع من زاوية الإرسال، فإن التوصيل البصري يظهر مسلكاً تماثلياً (ومثال ذلك أن انحطاط الإرسال البصري بسبب التوهين والتشتت، والطابع اللاخطي للألياف، والبث التلقائي المضخم ... وما إلى ذلك، يتراكم بطريقة تشبه تراكم الضوضاء وغيرها من أشكال الانحطاط في الشبكات التماثلية). أما في الشبكات الرقمية، فإن التخفيف من هذا الانحطاط يتحقق من خلال نقاط إعادة التوليد 3R، الواقعة في مسير الإرسال طبقاً للخطوط التوجيهية الهندسية التي صممت

لبلوغ الأهداف المطلوبة فيما يتعلق بالأخطاء التي تحدث على الوصلات. وفي حالة شبكة النقل البصرية أيضاً، فإن من الضروري وجود 3R في مواقع معينة لتحاشي تجاوز مستوى الأخطاء المحددة في شبكة النقل البصرية. وحالياً ترتكز عملية 3R في المقام الأول على التحول الكهربائي والبصري. أما استعمال 2R كحل بديل لعملية 3R فيما يتعلق بتطبيقات خاصة في السطح البيني لمجالين، فإنه يحتاج لمزيد من الدراسة والتمحيص. ويصدق ذلك أيضاً على استخدام 3R/2R في كافة المجالات.

ويمكن استعمال السطح البيني لمجالين كسطح بيني أحادي القناة أو متعدد القنوات. وفي حالة استعماله كسطح بيني متعدد القنوات فإنه يتطلب تجهيزات إضافية لتعدد إرسال أطوال الموجات وإزالة تعدد الإرسال، وربما يحتاج أيضاً إلى مضخم بصري، ولكنه يستعمل عدداً أقل من الألياف بالمقارنة بعدة سطوح بينية أحادية القناة التي تكون لها سعة مكافئة من حيث القنوات البصرية. ويبين الشكل 5-6 سطحاً بينياً أحادي القناة. وتبين الأشكال 5-3 و5-4 و5-5 ثلاثة أنواع من السطح البيني متعدد القنوات.

وتقدم هذه التوصية قيم معلمات الطبقة المادية لشفرات تطبيق مناظر للسطح البيني أحادي القناة والسطح البيني متعدد القنوات، مع 3R على طرفي السطح البيني كما يتضح في الأشكال 5-3 و5-4 و5-5 و5-6.

والطريقة المستخدمة في هذه التوصية هي طريقة "الصندوق الأسود"، مما يعني أنه في نطاق تطبيق هذه التوصية، فإن السطوح البينية البصرية وحدها هي المحددة للسطح البيني لمجالين. وليس المقصود هو تقييد أو مواصفة العناصر الداخلية و/أو التوصيلات بين العناصر داخل الصندوق الأسود. ومع ذلك توجد اشتراكات وظيفية للصندوق الأسود أهمها هو إدخال 3R.

وقدمت مواصفات أيضاً للسطوح البينية أحادية القناة، بالخصائص التالية: معدلات بتات للقناة معادلة للقيم NRZ 2,5G أو NRZ 10G أو NRZ 40G، وأجزاء داخل المؤسسة طويلة أو قصيرة، وإرسال أحادي الاتجاه. ومن المتوقع في المستقبل أن تكون هناك مواصفات لسطوح بينية مشتركة أحادية القناة بمعدل بتات/تشفير خطي يبلغ RZ 40G. ويتضمن التذييل VI معلومات عن التطبيقات الممكنة مستقبلاً.

ويتضمن التذييل I وصفاً أكثر تفصيلاً للسطوح البينية أحادية القناة للعملاء.

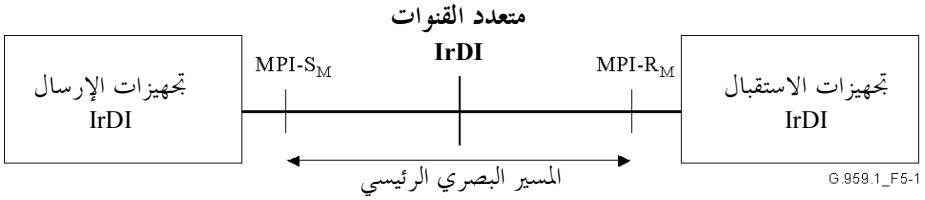
وقدمت مواصفات كذلك لسطح بيني لمجالين متعدد القنوات. وهذا السطح البيني يتسع لعدد من القنوات يصل إلى 16 قناة بترددات مركزية طبقاً للشبكة ITU-T G.694.1، بمعدل بتات للقناة يعادل NRZ 2,5G أو NRZ 10G، وقسم بصري متعدد الإرسال داخل المؤسسة أو قصير المدى (40 km) وجزء واحد، وإرسال أحادي الاتجاه وتشكيل من نقطة إلى نقطة.

ومن المتوقع مستقبلاً تقديم مواصفات لتطبيق آخر متعدد القنوات. ويتسع هذا التطبيق لعدد من القنوات يصل إلى 16 قناة، مع ترددات مركزية طبقاً للشبكة ITU-T G.694.1، ومعدلات بتات للقناة تعادل NRZ 2,5G أو NRZ 10G، وقسم بصري متعدد الإرسال بعيد المدى (80 km) بدون مضخم خط، وإرسال أحادي الاتجاه وتشكيل من نقطة إلى نقطة.

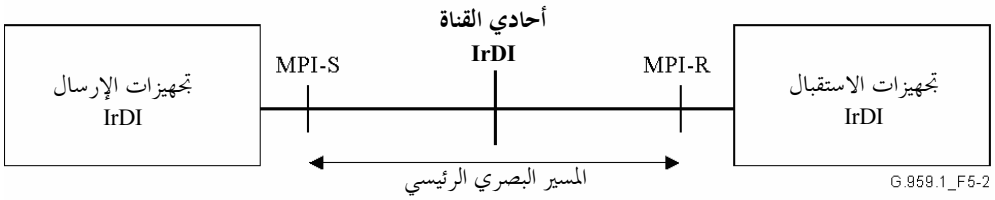
2.5 النقاط المرجعية

يحدد التذييل II مجموعة من النقاط المرجعية "العامة" لعناصر الشبكة البصرية في شبكة النقل البصرية مستقبلاً.

وفي هذه التوصية، تظهر النقاط المرجعية التي تنطبق على IrDI أحادي القناة في الشكل 5-1 والشكل 5-2 على التوالي.



الشكل G.959.1/1-5 – التشكيل المرجعي لـ IrDI متعدد القنوات



الشكل G.959.1/2-5 – التشكيل المرجعي لـ IrDI أحادي القناة

وتعرّف النقاط المرجعية للشكلين 5-1 و5-2 على النحو التالي:

- MPI-S هي نقطة مرجعية (أحادية القناة) تأتي مباشرة بعد كل وصلة من وصلات الخرج البصرية للسطح البيني الرافد لعنصر من عناصر الشبكة البصرية؛
- MPI-R هي نقطة مرجعية (أحادية القناة) على الليف البصري تقع مباشرة قبل كل وصلة من وصلات الدخل البصرية للسطح البيني الرافد لعنصر من عناصر الشبكة البصرية؛
- $MPI\text{-}S_M$ هي نقطة مرجعية (متعدد القنوات) على الليف البصري تقع مباشرة بعد وصلة الخرج البصرية للسطح البيني للنقل لعنصر من عناصر الشبكة البصرية؛
- $MPI\text{-}R_M$ هي نقطة مرجعية (متعددة القنوات) على الليف البصري تقع مباشرة قبل وصلة الدخل البصرية للسطح البيني للنقل لعنصر من عناصر الشبكة البصرية.

ويتضمن التذييل III إيضاحات بشأن استعمال جميع النقاط المرجعية العامة التي تنطبق في آن معاً على كل من IrDI وIaDI، على النحو المحدّد في التوصية ITU-T G.872.

3.5 التسميات

تحدد شفرة التطبيق الشبكة والتنفيذ والخصائص المعمارية لتطبيق من التطبيقات.

وشفرة التطبيق مركّبة على النحو التالي:

PnWx-ytz

حيث:

- **P** عندما توجد، تشير إلى شفرة تطبيق "جمعية" تنطبق على IrDI معين. وتنطبق الشفرات الجمعية على كل إشارة صوتية رافدة داخل فئة محددة.
- **n** العدد الأقصى للقنوات المقبولة
- **W** حرف يشير إلى مسافة الامتداد/التوهين على هذه المسافة، مثل:
  - **I** يشير إلى مسافة داخل المؤسسة (حتى توهين يبلغ 7 dB على هذه المسافة)؛
  - **S** يشير إلى مسافة قصيرة (توهين يبلغ 11 dB على هذه المسافة)؛
  - **L** يشير إلى مسافة طويلة (توهين يبلغ 22 dB على هذه المسافة)؛
  - **V** يشير إلى مسافة طويلة جداً (توهين يبلغ 33 dB على هذه المسافة)؛
  - **U** يشير إلى مسافة بالغة الطول (توهين يبلغ 44 dB على هذه المسافة).
- **x** هي العدد الأقصى من أجزاء المسافات المسموح بها في إطار شفرة التطبيق
- **y** يشير إلى الفئة الأعلى من الإشارات البصرية الرافدة المقبولة:

- **1** يشير إلى NRZ 2,5G؛
- **2** يشير إلى NRZ 10G؛
- **3** يشير إلى NRZ 40G؛
- **7** يشير إلى RZ 40G.

ويتضمن التذييل V شرحاً للطريقة التي أتبعت في تخصيص هذه الأرقام.

– **t** حرف يشير إلى مستويات القدرة المفترضة، مثل:

- **A** يشير إلى مستويات القدرة الملائمة لمضخم قوي في عنصر البدء في الشبكة البصرية، ومستويات القدرة الملائمة لمضخم أولي في عنصر الانتهاء في الشبكة البصرية؛
- **B** يشير إلى أن مستويات القدرة الملائمة لمضخم قوي هي وحدها التي تستعمل؛
- **C** يشير إلى أن مستويات القدرة الملائمة لمضخم أولي هي وحدها التي تستعمل؛
- **D** يشير إلى مستويات القدرة الملائمة للتشغيل بدون مضخم هي وحدها التي تستعمل.

– **z** يشير إلى مستويات القدرة الملائمة للتشغيل بدون مضخم هي وحدها التي تستعمل.

- **1** يشير إلى مصدر على طول موجة اسمي يبلغ 1310 nm على ليف G.652؛
- **2** يشير إلى مصدر على طول موجة اسمي يبلغ 1550 nm على ليف G.652؛
- **3** يشير إلى مصدر على طول موجة اسمي يبلغ 1550 nm على ليف G.653؛
- **5** يشير إلى مصدر على طول موجة اسمي يبلغ 1550 nm على ليف G.653.

في هذه الطبعة من التوصية، لم تعرّف سوى قيم المعلمات المادية لـ IrDI من جزء واحد (أي أن x = 1).

وفي حالة إدخال نظام ثنائي الاتجاه، سيضاف الحرف B في مطلع شفرة التطبيق. وستكون الشفرة على النحو التالي في حالة تطبيق يتعلق بشبكة النقل البصرية:

BnWx-ytz

وفيما يتعلق ببعض شفرات التطبيق، ستضاف لاحقة إلى نهاية الشفرة. وتعرّف ست لاحقات على النحو التالي:

– **F** لبيان أن التطبيق المعني يتطلب إرسال بيانات FEC كما هو محدّد في التوصية ITU-T G.709/Y.1331.

– **D** لبيان أن التطبيق المعني يتضمن التعويض التكيفي للتشتت.

– **E** لبيان أن التطبيق المعني يتطلب استعمال مستقبِل قادر على تعويض التشتت.

ملاحظة – يمكن أن يكون هذا التعويض تعويضاً إلكترونياً للتشتت.

– **r** لبيان انخفاض المسافة المستهدفة. وشفرات التطبيق هذه تنطوي على تشتت محدود. ويمكن أيضاً بلوغ المسافات المستهدفة ذاتها بواسطة حلول تقنية أخرى، ستجري دراستها لاحقاً (مثل تقنية السطح البيني الموازي).

– **a** لبيان أن لهذه الشفرة مستويات قدرة إرسال ملائمة للمستقبلات APD.

– **b** لبيان أن لهذه الشفرة مستويات قدرة إرسال ملائمة للمستقبلات PIN.

ويمكن زيادة مستوى التدوين هذا عندما يتم تحديد بدائل معمارية وتنفيذية أخرى. ويقدم الجدول 5-1 أمثلة لشفرات التطبيق:

الجدول G.959.1/1-5 – أمثلة لشفرات التطبيق

مثال شفرة التطبيق	شفرة جمعية؟	العدد الأقصى للقنوات	التوهين الأقصى على جزء من القناة	العدد الأقصى لأجزاء القناة	الفئة الأعلى للإشارات البصرية الرافدة	مستويات القدرة الملائمة لنوع عنصر الشبكة البصرية	نوع الليف
P1I1-1D1	نعم	1	dB 6	1	NRZ 2.5G	لا يوجد مضخم	G.652
P16S1-2C5	نعم	16	dB 11	1	NRZ 10G	مضخم أولي فقط	G.655
16S1-2B5	لا	16	dB 11	1	NRZ 10G (OTU2)	مضخم قوي فقط	G.655

4.5 السطوح البينية لمجالين (IrDI) والمتعددة القنوات

ترمي هذه السطوح البينية متعددة القنوات كما حددت في هذه التوصية إلى تحقيق المواءمة المستعرضة (متعددة المصنعين). ويمكن لهذه السطوح البينية أن تعمل على الألياف G.652 أو G.653 أو G.655، وأن تنقل عدداً من القنوات البصرية يمكن أن يصل إلى 16 قناة، تستخدم الإشارات البصرية الرافدة NRZ 2,5G أو NRZ 10G، وفقاً لشفرة التطبيق المعنية. وتنطبق نفس المعلمات البصرية على جميع شفرات التطبيق التي ترد قائمتها في كل عامود في الجدول 8-1.

وتتضمن الفقرة 6 اشتراطات أخرى فيما يتعلق بالمواءمة المستعرضة.

ويقدم الجدول 5-2 عرضاً موجزاً لشفرات التطبيق الخاصة بالسطوح البينية لمجالين والمتعددة القنوات، التي يتمشى هيكلها مع التسميات الواردة في الفقرة 3.5.

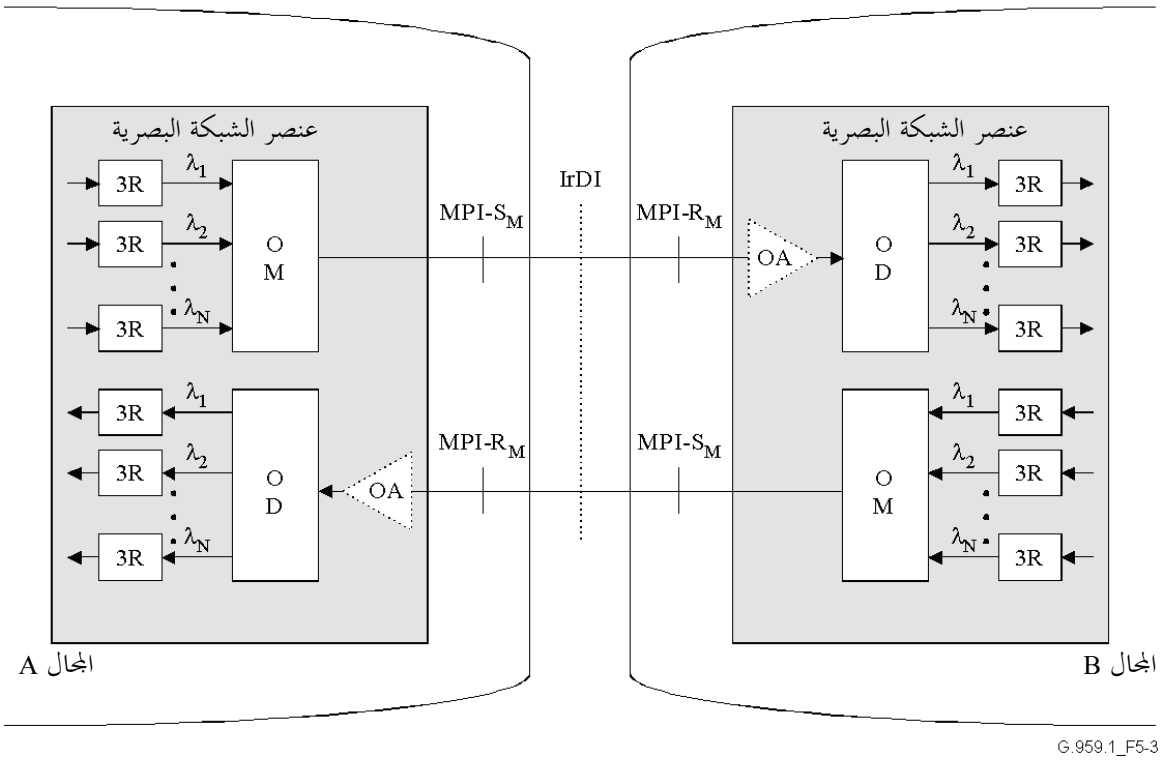
الجدول G.959.1/2-5 – تصنيف السطوح البينية المشتركة بين مجالين متعددة القنوات

التطبيق	داخل المؤسسة (I)			المدى القصير (S)		
طول موجة اسمي للمصدر (nm)	1550 (الشبكة G.694.1) (الملاحظة 2)			1550 (الشبكة G.694.1) (الملاحظة 2)		
نوع الليف	G.652	G.653	G.655	G.652	G.653	G.655
المسافة المستهدفة (km) (الملاحظة 1)	20	2	20	40	40	40
فئة الإشارة البصرية الرافدة NRZ 2.5G	–	–	–	P16S1-1D2	–	P16S1-1D5
فئة الإشارة البصرية الرافدة NRZ 10G	P16I1-2D2	P16I1-2D3	P16I1-2D5	P16S1-2B2 P16S1-2C2	P16S1-2C3	P16S1-2B5 P16S1-2C5
الملاحظة 1 – المسافات المستهدفة تستخدم في التصنيف لا في المواصفة. **الملاحظة 2** – انظر الجدول 8-1.						

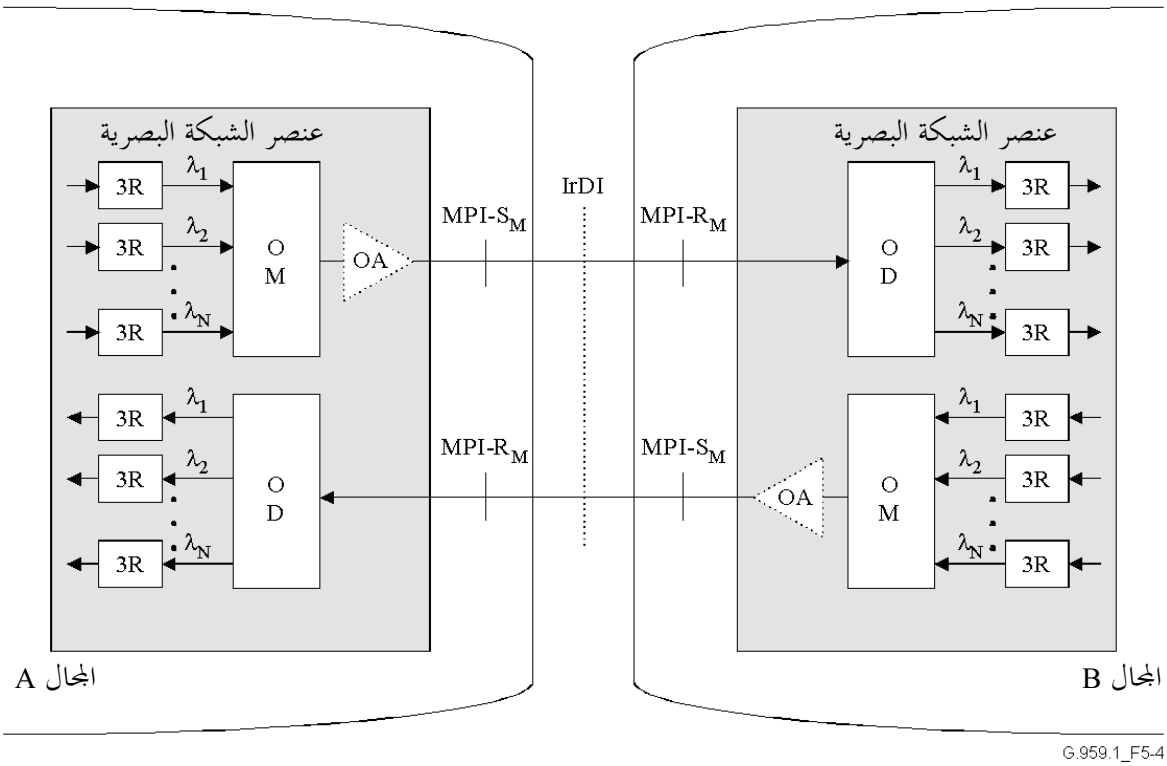
يوضح الشكل 5-3 تطبيقات بمستويات قدرة ملائمة لمضخمات أولية فقط، وتحتوي على الحرف C في شفرة التطبيق.

يوضح الشكل 5-4 تطبيقات بمستويات قدرة ملائمة لمضخمات قوية فقط، وتحتوي على الحرف B في شفرة التطبيق.

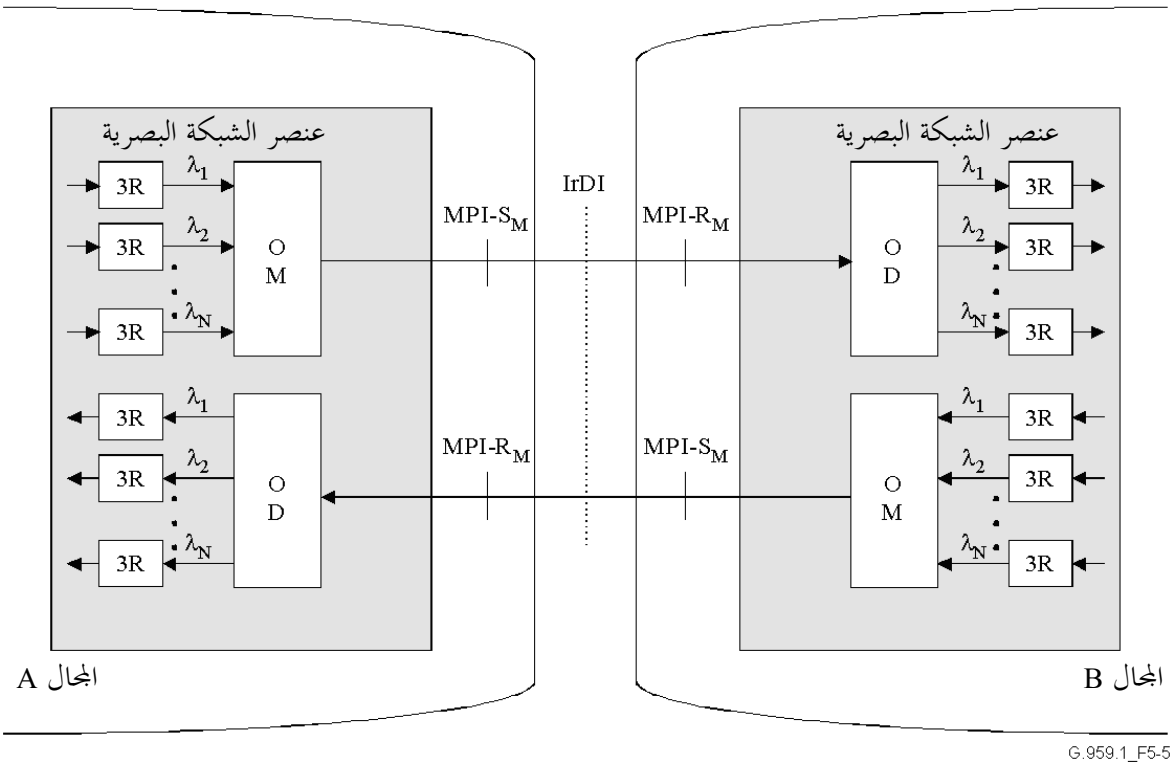
يوضح الشكل 5-5 تطبيقات بمستويات قدرة ملائمة للتشغيل دون مضخم، وتحتوي على الحرف D في شفرة التطبيق.



الشكل G.959.1/3-5 – تطبيقات السطوح البينية لمجالين متعددة القنوات باستخدام مضخات أولية



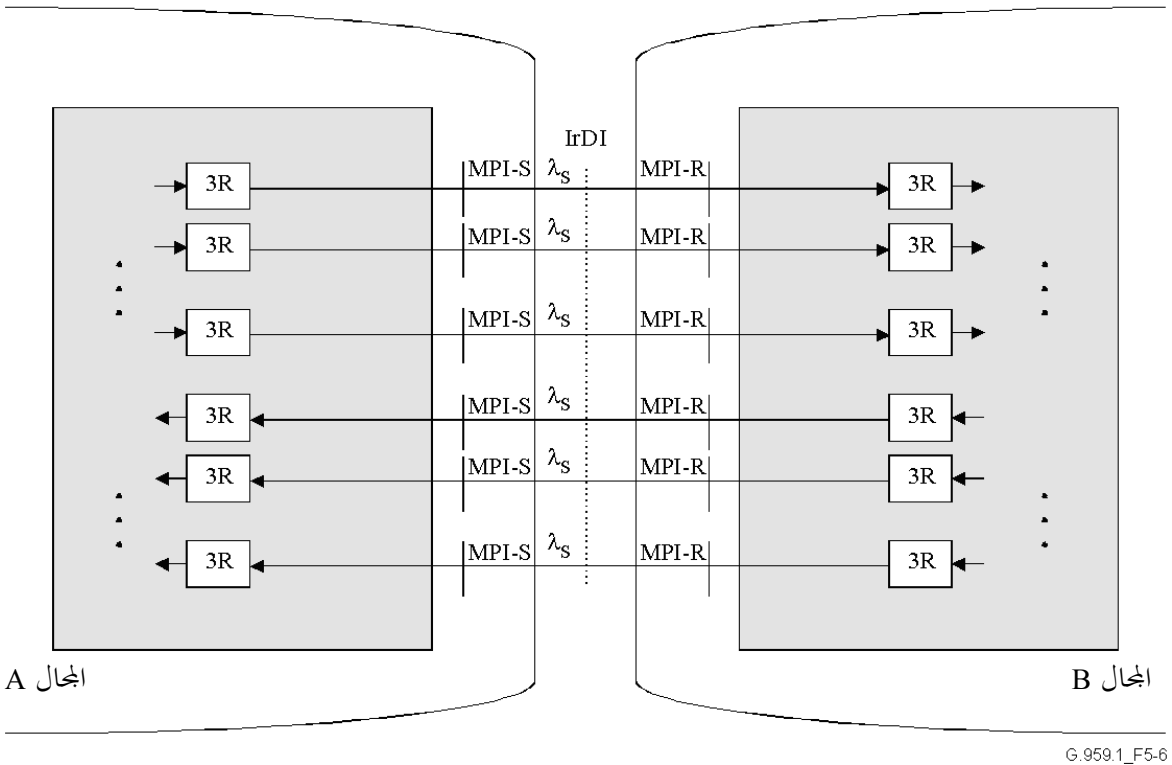
الشكل G.959.1/4-5 – تطبيقات السطوح البينية المشتركة بين المجالات متعددة القنوات باستخدام مضخات أولية



الشكل G.959.1/5-5 – تطبيقات السطوح البينية المشتركة بين المجالات متعددة القنوات دون مضخم

5.5 السطوح البينية المشتركة بين المجالات (IrDI) وأحادية القناة

يوضح الشكل G.959.1/6-5 السطوح البينية لمجالين وأحادية القناة.



الشكل G.959.1/5-5 – تطبيقات السطوح البينية المشتركة بين المجالات متعددة القنوات دون مضخم

الغرض من هذه السطوح البينية هو تحقيق المواءمة المستعرضة (تعدد المصنعين)، ويمكن أن تعمل على ألياف مطابقة للتوصية G.652 أو G.653 أو G.655، باستخدام إشارات بصرية رافدة من الفئة NRZ 2,5G أو NRZ 10G أو NRZ 40G، وفقاً لشفرة التطبيق ذات الصلة.

ولا تغطي التطبيقات جميع التآلفات الممكنة من حيث فئة المسافة ونوع الإشارة البصرية الرافدة وطول الموجة الاسمي لمصدر ونوع الألياف. والتطبيقات المدرجة ترمي إلى تلبية متطلبات طائفة كبيرة من الشبكات التي تحرص على التنفيذ بتكلفة منخفضة. وتوجز الجداول 3.5 إلى 7.5 شفرات التطبيق الخاصة بالسطوح البينية. المشتركة بين المجالات وأحادية القناة، والتي يطابق تركيبها التسميات الواردة في الفقرة 3.5.

وترد في الفقرة 2.8 قيم المعلمات للتطبيقات داخل المؤسسة سواء كانت قصيرة أو طويلة المدى أو طويلة المدى جداً أو بالغة الطول. أما فيما يتعلق بتطبيقات الفئة NRZ 2,5G للإشارة البصرية الرافدة، فإن القيم الواردة في الفقرة 2.8 مماثلة أو مطابقة في معظم الحالات لقيم التطبيقات الواردة في التوصية G.957، باستثناء أن قيم التوصية ITU-T G.957 عدّلت، عند الاقتضاء، للتوصل إلى معدّل خطأ في البتات يقل عن 10^{-12} أو يعادل هذا المستوى. وفيما يتعلق بالتطبيقات الخاصة بالفئة NRZ 10G، فإن القيم الواردة في الفقرة 2.8 تكون في معظم الحالات، مطابقة لقيم التطبيقات التي وردت في التوصية ITU-T G.691.

الجدول G.959.1/3-5 – تصنيف السطوح البينية المشتركة بين المجالات أحادية القناة للتطبيقات داخل المؤسسة

التطبيق	**داخل المؤسسة (I)**					
طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)	1310		1550			
نوع الليف	G.652		G.652		G.653	G.655
الفئة NRZ 2,5G للإشارة البصرية الرافدة	–	P1I1-1D1	–	–	–	–
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 2,5G (km) (ملاحظة)	–	2	–	–	–	–
موقع المعلمات	–	الجدول 8-2	–	–	–	–
الفئة NRZ 10G للإشارة البصرية الرافدة	P1I1-2D1r	P1I1-2D1	P1I1-2D2r	P1I1-2D2	P1I1-2D3	P1I1-2D5
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 10G (km) (ملاحظة)	0.6	2	2	25	25	25
موقع المعلمات	G.693	G.693	G.693	الجدول 8-5	الجدول 8-5	الجدول 8-5
As code	VSR600-2R1	VSR2000-2R1	VSR2000-2L2			
ملاحظة – تستخدم المسافات المستهدفة لأغراض التصنيف وليس للمواصفة.						

الجدول G.959.1/4-5 – تصنيف السطوح البينية المشتركة بين المجالات أحادية القناة للتطبيقات قصيرة المدى

التطبيق	قصير المدى (S)			
طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)	1310	1550		
نوع الليف	G.652	G.652	G.653	G.655
الفئة NRZ 2,5G للإشارة البصرية الرافدة	P1S1-1D1	P1S1-1D2	–	–
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 2,5G (km) (ملاحظة)	15	15	–	–
موقع المعلمات	الجدول 8-2	الجدول 8-2	–	–
الفئة NRZ 10G للإشارة البصرية المستهدفة	P1S1-2D1	P1S1-2D2a,b 1S1-2D2bF	P1S1-2D3a,b 1S1-2D3bF	P1S1-2D5a,b 1S1-2D5bF
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 10G (km) (ملاحظة)	20	40	40	40
موقع المعلمات	الجدول 8-6	الجدول 8-6	الجدول 8-7	الجدول 8-7
الفئة NRZ 40G للإشارة البصرية المستهدفة	–	P1S1-3C2	P1S1-3C3	P1S1-3C5
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 40G (km) (ملاحظة)	–	40	40	40
موقع المعلمات	–	الجدول 8-11	الجدول 8-11	الجدول 8-11
ملاحظة – تستخدم المسافات المستهدفة لأغراض التصنيف وليس للمواصفة.				

الجدول G.959.1/5-5 – تصنيف السطوح البينية المشتركة بين المجالات أحادية القناة للتطبيقات طويلة المدى

التطبيق	طويل المدى (S)			
طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)	1310	1550		
نوع الليف	G.652	G.652	G.653	G.655
الفئة NRZ 2,5G للإشارة البصرية الرافدة	P1L1-1D1	P1L1-1D2 1L1-1D2F	–	–
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 2,5G (km) (ملاحظة)	40	80	–	–
موقع المعلمات	الجدول 8-3	الجدول 8-3	–	–
الفئة NRZ 10G للإشارة البصرية المستهدفة	P1L1-2D1	P1L1-2D2 1L1-2D2F P1L1-2D2E 1L1-2D2FE		
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 10G (km) (ملاحظة)	40	80		
موقع المعلمات	الجدول 8-8	الجدول 8-8 الجدول 1.VII		
الفئة NRZ 40G للإشارة البصرية الرافدة	–	P1L1-3A2 1L1-3C2F 1L1-3C2FD	P1L1-3A3 1L1-3C3F 1L1-3C3FD	P1L1-3A5 1L1-3C5F 1L1-3C5FD
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 40G (km) (ملاحظة)	–	80	80	80
موقع المعلمات	–	الجدول 8-11	الجدول 8-11	الجدول 8-11
الفئة RZ 40G للإشارة البصرية المستهدفة	–	P1L1-7A2	P1L1-7A3	P1L1-7A5
المسافة المستهدفة للفئة RZ 40G (km) (ملاحظة)	–	80	80	80
موقع المعلمات	–	الجدول 1.VI	الجدول 1.VI	الجدول 1.VI
ملاحظة – تستخدم المسافات المستهدفة لأغراض التصنيف وليس للمواصفة.				

الجدول G.959.1/6-5 – تصنيف السطوح البينية المشتركة بين المجالات أحادية القناة للتطبيقات الطويلة المدى جداً

التطبيق	الطويل المدى جداً		
طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)	1550		
نوع الليف	G.652	G.653	G.655
الفئة NRZ 10G للإشارة البصرية الرافدة	P1V1-2C2 1V1-2C2F P1V1-2B2E 1V1-2B2FE	–	P1V1-2B5 1V1-2B5F
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 10G (km) (ملاحظة)	120	–	120
موقع المعلمات	الجدول 8-9 الجدول 1.VII	–	الجدول 8-9
ملاحظة – تستخدم المسافات المستهدفة لأغراض التصنيف وليس للمواصفة.			

الجدول G.959.1/7-5 – تصنيف السطوح البينية المشتركة بين المجالات أحادية القناة للتطبيقات الطويلة المدى للغاية

التطبيق	الطويلة المدى للغاية		
طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)	1550		
نوع الليف	G.652	G.653	G.655
الفئة NRZ 2,5G للإشارة البصرية الرافدة	P1U1-1A2 1U1-1B2F	P1U1-1A3 1U1-1B3F	P1U1-1A5 1U1-1B5F
المسافة المستهدفة للفئة NRZ 2,5G (km) (ملاحظة)	160	160	160
موقع المعلمات	الجدول 8-4	الجدول 8-4	الجدول 8-4
ملاحظة – تستخدم المسافات المستهدفة لأغراض التصنيف وليس للمواصفة.			

6.5 تنفيذ إشارة الإدارة

على الرغم من عدم حاجة السطوح البينية الحالية لمجالين (IrDI) إلى تنفيذ علوي، إلا أنه من المتوقع أن يحتاج تنفيذ شبكة النقص البصرية في المستقبل إلى إشارات لإدارة القناة البصرية وقسم تعدد الإرسال البصري، وقسم الإرسال البصري. ويتضمن التذييل IV الملاحظات بشأن التنفيذ المادي لهذه الإشارات.

6 التواؤم المستعرض

إن الهدف في هذه التوصية هو تحديد معلمات لـ IrDI بحيث تكون أنظمة الخط متوائمة بطريقة مستعرضة (أي تعدد الصانعين) من أجل التطبيقات من نقطة إلى نقطة وعلى المدى القصير أو الطويل.

والهدف من السطوح البينية هو التوصيل بين مجالين إداريين مختلفين. وهذه المجالات يمكن أن تتألف من تجهيزات لصانعين مختلفين. ويمكن أيضاً أن يكون هذان المجالان ملكاً لهيئتي تشغيل مختلفتين.

– تُكفل المواءمة المستعرضة (تعدد الصانعين) لجميع السطوح البينية لمجالين التي تكون لها نفس شفرة التطبيق nWx-ytz. وعلى سبيل المثال، فإن السطح البيني P16S1-2B2 من إنتاج صانع ما، المنفذ في المجال A، يمكن أن يوصّل بالسطح البيني P16S1-2B2 من صانع آخر، المقام في المجال B. ولا بد أن تبذل العناية للمواءمة بين معدلات بتات وأنساق الإشارات البصرية الرافدة.

- إن توصيل سطوح بينية ذات شفرات تطبيق مختلفة هي مسألة تتعلق بالتعاون الهندسي والتقني. ولا بد من إيلاء العناية اللازمة إلى المعلمات الحرجة التي يتعين مواءمتها، مثل قدرة خرج $MPI\text{-}S_M$، ومستويات قدرة $MPI\text{-}R_M$، والتشتت الأقصى، والتوهين الأدنى/الأعلى ... وما إلى ذلك. وعلى سبيل المثال لا ينبغي توصيل سطح بيني P16S1-2B2 (مستويات قدرة مضخم قوي) في المجال A، بسطح بيني P16S1-2C2 (مستويات قدرة مضخم أولي) في المجال B، بدون اتخاذ تدابير إضافية مثل إضافة مضخم موهن. وفي هذه الحالة قد تكون قدرة الخرج للسطح بين +15 dBm (انظر الجدول 8-1) وقد يبلغ التوهين 0 dB. وهكذا تكون قدرة الدخل لسطح بيني بمضخم أولي +15 dBm (انظر الجدول 8-1)، مما سيجعل الحمولة الزائدة للمستقبل تصل إلى 10 dB. وينبغي إيلاء العناية أيضاً لتحقيق المواءمة بين معدلات بتات وأنساق الإشارات البصرية الرافدة.

7 تعريف المعلمات

1.7 مدى أطوال موجات تشغيل النظام

إن مدى أطوال موجات التشغيل للتطبيقات متعددة القنوات، في هذه التوصية، ليس مقصور بالضرورة على المدى المحدد في التوصية G.692. وبعبارة أدق فإن بعض أطوال موجات التشغيل يمكن أن يتجاوز الأطوال المبينة في التوصية G.692 (على سبيل المثال، 1525-1625 nm).

وعلاوة على ذلك، لا ينبغي في المستقبل استبعاد استخدام مدى التضخيم 1285-1330 nm.

ويلاحظ كذلك أن مدى أطوال موجات التشغيل للتطبيقات أحادية القناة، في هذه التوصية، لا ينحصر بالضرورة في المدى المبين في التوصية G.657 أو التوصية G.691.

2.7 المعلمات

عرّفت المعلمات الواردة في الجدول 7-1 عند نقاط السطح البيني، وترد التعريفات في الفقرات الفرعية الواردة أدناه.

الجدول 7-1/G.959.1 – معلمات الطبقة المادية لسطح بيني مشترك بين مجالين، أحادي القناة

المعلمة	الوحدة	للجدول 8-1 المعرف في الفقرة	للجدول 8-2 إلى 8-10 المعرف في الفقرة	للجدول 8-11 المعرف في الفقرة	للجدول VI.1 المعرف في الفقرة
معلومات عامة					
العدد الأقصى للقنوات	–	1.1.2.7	1.1.2.7	1.1.2.7	1.1.2.7
معدل بتات/تشفير خطي للإرشادات البصرية الرافدة	–	2.1.2.7	2.1.2.7	2.1.2.7	2.1.2.7
النسبة القصوى للأخطاء في البتات	–	3.1.2.7	3.1.2.7	3.1.2.7	3.1.2.7
نوع الليف	–	4.1.2.7	4.1.2.7	4.1.2.7	4.1.2.7
السطح البيني عند النقطة $MPI\text{-}S_M$ أو MPI-S					
متوسط الحد الأقصى لقدرة خرج (القناة)	dBm	1.2.2.7	1.2.2.7	1.2.2.7	1.2.2.7
متوسط الحد الأدنى لقدرة خرج (القناة)	dBm	1.2.2.7	1.2.2.7	1.2.2.7	1.2.2.7
متوسط الحد الأقصى لقدرة الخرج الإجمالية	dBm	2.2.2.7	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق

الجدول G.959.1/1-7 – معلمات الطبقة المادية لسطح بيني مشترك بين مجالين، أحادي القناة

المعلمة	الوحدة	للجدول 8-1 المعرف في الفقرة	للجدول 8-2 إلى 8-10 المعرف في الفقرة	للجدول 8-11 المعرف في الفقرة	للجدول I.VI المعرف في الفقرة
التردد المركزي	THz	3.2.2.7	3.2.2.7	3.2.2.7	3.2.2.7
المباعدة بين القنوات	GHz	4.2.2.7	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
الانحراف الأقصى بالنسبة إلى التردد المركزي	GHz	5.2.2.7	5.2.2.7	5.2.2.7	5.2.2.7
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	لا ينطبق	6.2.2.7	لا ينطبق	6.2.2.7
نمط المصدر		لا ينطبق	7.2.2.7	7.2.2.7	7.2.2.7
النسبة المئوية للاستعمال الأقصى	%	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	8.2.2.7
النسبة المئوية للاستعمال الأدنى	%	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	8.2.2.7
الحد الأقصى لمتوسط الانحراف التربيعي (σ)	nm	لا ينطبق	9.2.2.7	لا ينطبق	لا ينطبق
العرض الأقصى عند –20 dB	nm	لا ينطبق	10.2.2.7	لا ينطبق	لا ينطبق
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/10 MHz	لا ينطبق	11.2.2.7	11.2.2.7	11.2.2.7
الحد الأدنى لكبت الأسلوب الجانبي	dB	لا ينطبق	12.2.2.7	12.2.2.7	12.2.2.7
الحد الأدنى للخمود (القناة)	dB	13.2.2.7	13.2.2.7	13.2.2.7	13.2.2.7
مخطط العين	–	14.2.2.7	14.2.2.7	14.2.2.7	15.2.2.7
المسير البصري (لجزء من القناة) من النقطة MPI-SM إلى النقطة MPI-RM، أو MPI-S إلى MPI-R					
التوهين الأقصى	dB	1.3.2.7	1.3.2.7	1.3.2.7	1.3.2.7
التوهين الأدنى	dB	2.3.2.7	2.3.2.7	2.3.2.7	2.3.2.7
التشتت اللوني الأقصى	ps/nm	3.3.2.7	3.3.2.7	3.3.2.7	3.3.2.7
الانحراف الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	لا ينطبق	لا ينطبق	4.3.2.7	4.3.2.7
الحد الأدنى للتكيف البصري عند النقطة $MPI\text{-}S_M$ أو MPI-S	dB	5.3.2.7	5.3.2.7	5.3.2.7	5.3.2.7
الحد الأقصى للانعكاس المتقطع بين النقطتين $MPI\text{-}S_M$ و$MPI\text{-}R_M$، أو بين النقطتين MPI-S و MPI-R	dB	6.3.2.7	6.3.2.7	6.3.2.7	6.3.2.7
الحد الأقصى لزمن انتشار الزمرة التفاضلية	ps	7.3.2.7	7.3.2.7	7.3.2.7	7.3.2.7
السطح البيني عند النقطة $MPI\text{-}R_M$ أو MPI-R					
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل (القناة)	dBm	1.4.2.7	1.4.2.7	1.4.2.7	1.4.2.7
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الدخل (القناة)	dBm	2.4.2.7	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
الحد الأقصى لقدرة الدخل الإجمالية	dBm	3.4.2.7	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
الحد الأقصى لفارق القدرة بين القنوات	dB	4.4.2.7	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
الخطأ الأقصى الناجم عن مسير بصري	dB	5.4.2.7	5.4.2.7	5.4.2.7	5.4.2.7
الحد الأدنى للحساسية	dBm	6.4.2.7	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
الانعكاسية القصوى لعنصر شبكة بصرية	dB	7.4.2.7	7.4.2.7	7.4.2.7	7.4.2.7
الحساسية الدنيا	dBm	لا ينطبق	8.4.2.7	8.4.2.7	8.4.2.7

1.2.7 معلومات عامة

1.1.2.7 العدد الأقصى للقنوات

العدد الأقصى للقنوات البصرية التي يمكن أن تتواجد في آن معاً على سطح بيني.

2.1.2.7 معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة

تنطبق الفئة NRZ 2,5G للإشارات البصرية الرافدة على الإشارات الرقمية المستمرة بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، ومعدل بتات اسمي يتراوح بين 622 Mbit/s و2,67 Gbit/s. وتنطبق الفئة NRZ 10G للإشارات البصرية الرافدة على الإشارات الرقمية المستمرة بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، ومعدل بتات اسمي يتراوح بين 2,4 Gbit/s و10,71 Gbit/s. وتنطبق الفئة NRZ 40G للإشارات البصرية الرافدة على الإشارات الرقمية المستمرة بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، ومعدل بتات اسمي يتراوح بين 9,9 Gbit/s و43,02 Gbit/s. وتنطبق الفئة NRZ 40G للإشارات البصرية الرافدة على الإشارات الرقمية المستمرة بتشفير خطي بعودة إلى الصفر، ومعدل بتات اسمي يتراوح بين 9,9 Gbit/s و43,02 Gbit/s. وبالنسبة للإشارات البصرية الرافدة لشبكة النقل البصرية (OTN)، تشمل الفئة NRZ 2,5G معدل البتات OTU1 وتشمل الفئة NRZ 10G معدل البتات OTU2، وتشمل الفئتين NRZ 40G وRZ40G معدل البتات OTU3، وترد تعاريف كل هذه البتات في التوصية ITU-T G.709/Y.1331.

بالنسبة لتطبيق لديه حرف "P" في بداية شفرة التطبيق (إحدى شفرات "الجمع")، تكون قيم المعلمات هي ذاتها بالنسبة لأي معدل بتات ضمن مدى فئة الإشارة البصرية الرافدة المنطبقة. ولذلك عندما يستخدم نظام بصري إحدى هذه الشفرات المجمعة، يكون من الضروري تحديد كلتا شفرة التطبيق ومعدل البتات الدقيق الخاص بالنظام. وبعبارة أخرى، لا يشترط امتثال التجهيزات لإحدى شفرات الجمع من أجل أن تعمل على كامل مدى معدلات البتات المحددة لفئة إشارتها البصرية الرافدة.

3.2.1.7 الحد الأقصى للأخطاء في البتات

تحدد المعلمات بالنسبة إلى هدف تصميم قسم بصري معادل لنسبة خطأ في البتات لا تزيد عن القيمة المحددة في شفرة التطبيق. وتنطبق هذه القيمة على كل قناة بصرية في الظروف القصوى للتهوين على المسير البصري والتشتت في حالة كل تطبيق. وفي حالة شفرات التطبيق التي تتطلب إرسال بيانات FEC (أي الشفرات التي يوجد حرف F في مؤخرتها)، يقتضي الأمر مراعاة نسبة الخطأ في البتات فقط بعد إدخال التصحيح (في حال استخدامه). أما فيما يخص شفرات التطبيق الأخرى، فإنه ينبغي مراعاة نسبة الخطأ في البتات بدون إدخال التصحيح FEC.

4.1.2.7 نمط الليف

تختار أنواع الألياف البصرية أحادية الأسلوب من بين الألياف المعرّفة في التوصيات ITU-T G.652 وITU-T G.653 وITU-T G.655.

2.2.7 السطح البيني عند النقطة $MPI\text{-}S_M$ أو MPI-S

1.2.2.7 الحد الأقصى والحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج (القناة)

متوسط القدرة المحقونة لكل قناة بصرية عند النقطة المرجعية $MPI\text{-}S_M$ أو MPI-S هو متوسط قدرة متتالية بيانات شبه عشوائية ترسل في الليف بواسطة عنصر من عناصر الشبكة البصرية. وتقدم في شكل مدى (حد أقصى وحد أدنى) للسماح بقدر معين من الاستمثال للتكاليف ومراعاة التسامح في ظروف التشغيل المعيارية، وتدهور الواصلات، والتسامح في القياس وتأثير تقاوم التجهيزات.

2.2.2.7 متوسط الحد الأقصى لقدرة الخرج الإجمالية

هي القيمة القصوى لمتوسط القدرة البصرية المحقونة في النقطة $MPI\text{-}S_M$.

3.2.2.7 الترددات المركزي

هو الترددات الاسمية التي تتشكل عليها المعلومات الرقمية المشفّرة للقنوات المناظرة لأطوال الموجات البصرية بواسطة شفرة الخد NRZ أو شفرة الخط RZ.

وترتكز الترددات المركزية على شبكة الترددات الواردة في التوصية G.694.1. أما الترددات المركزية المرخص بها للسطح البيني المشترك لمحالين فقد وردت في الجدول 8-1.

وجدير بالذكر أن القيمة "C" (سرعة الصوت في الفراغ) الواجب استعمالها للتحويل بين التردد وطول الموجة هي $2{,}99792458 \times 10^{8}$ m/s.

4.2.2.7 المباعدة بين القنوات

عرّفت المباعدة بين القنوات بأنها الفارق الاسمي في التردد بين قناتين متجاورتين. وترد في الفقرة الفرعية 5.2.2.7 جميع أوجه التسامح الممكنة فيما يتعلق بالترددات الحقيقية.

5.2.2.7 الانحراف الأقصى عن التردد المركزي

هو الفارق بين التردد المركزي الاسمي والتردد المركزي الحقيقي. وتدخل في الانحراف عن التردد المركزي جميع العمليات التي تؤثر على القيمة اللحظية على التردد المركزي للمصدر في فترة القياس الملائمة لمعدل بتات القناة. وهذه العمليات تشمل تقلبات المصدر (الزقزقة) وعرض نطاق المعلومات، والتوسيع الناجم عن التشكيل الذاتي للطور، والآثار المترتبة على درجة الحرارة والتقادم.

6.2.2.7 مدى أطوال موجات التشغيل

يتوقف مدى أطوال موجات التشغيل على خصائص المصدر وخصائص ألياف الإرسال (التوهين والتشتت اللوني) وطول موجة كسب مضخم بصري (عند الاقتضاء).

7.2.2.7 نمط المصدر

تبعاً لخصائص التوهين/التشتت والمستوى التراتبي لكل شفرة تطبيق، تشمل أجهزة الإرسال العادية أجهزة ليزر بأسلوب طولي وحيد (SLM). وتبين هذه التوصية فيما يتعلق بكل تطبيق نمطاً من أنماط المصادر الاسمية. ومن المفهوم أن ذكر نمط مصدر اسمي في هذه التوصية لا يعتبر شرطاً، وأن أجهزة SLM يمكن أن تستعمل لكل تطبيق يبين أن MLM هي نمط المصدر الاسمي بدون أن يترتب على ذلك أي تدهور في أداء النظام.

8.2.2.7 النسبة المئوية لاستعمال الحد الأقصى والحد الأدنى

سيدرس هذا الموضوع لاحقاً.

9.2.2.7 الحد الأقصى لعرض جذر متوسط

يأخذ الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التربيع أو الانحراف المعياري (بالقيمة nm) للتوزيع الطيفي لـ MLM، في الحسبان جميع أساليب الليزر التي لا تزيد عن 20 dB الذي هو أسلوب الذروة. والنظام المزوج بليزر MLM بالقدرة 1310 nm هو الذي يتطلب هذه المواصفة.

10.2.2.7 العرض الأقصى بالقيمة –20 dB

يحدد العرض الطيفي الأقصى بالقيمة –20 dB (بالقيمة nm) لليزر SLM على أنه العرض الكامل الأقصى لذروة طول الموجة المركزية، مقاساً بالقيمة –20 dB تحت الاتساع الأقصى لطول الموجة المركزية في ظل ظروف التشغيل المعيارية.

11.2.2.7 الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة

يعرّف الحدّ الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة بأنه أرفع مستوى لمتوسط القدرة لكل فترة 10 MHz في أي مكان في طيف الإشارة المشكّلة. وينبغي من ثم تنفيذ هذا الإجراء. باستبانة أفضل من 10 MHz (وبعبارة أخرى يجب أن يكون عرض نطاق الليف البصري أقل من 10 MHz).

ويستعمل هذا المعلم لتحاشي الدخول في نظام انتثار Brillouin للمصادر عالية القدرة مع احتمال وجود عروض خطية ضيقة بطبيعتها (مثل التآلفات بين الليزر المشكل والمضخم). ومع ذلك فإن المواصفة تنطبق على جميع أنماط المصادر.

12.2.2.7 الحد الأدنى لكبت الأسلوب الجانبي

الحد الأدنى لكبت الأسلوب الجانبي هو القيمة الدنيا للنسبة بين أعلى ذروة في الطيف الإجمالي للمرسل وبين الذروة التالية لها من حيث الارتفاع. وينبغي أن تكون الاستبانة الطيفية للقياس أفضل من الحد الأقصى الطيفي للذروة، حسبما جاء في الفقرة الفرعية 10.2.2.7. والذروة الثانية من حيث الارتفاع قد تكون مجاورة للذروة الرئيسية أو بعيدة جداً عنها.

ملاحظة – بموجب هذا التعريف، لا تعتبر الذرى الطيفية المفصولة عن أعلى ذروة بواسطة تردد الميقاتية بمثابة أساليب جانبية.

13.2.2.7 الحد الأدنى لنسبة الخمود (قناة)

تعرّف نسبة الخمود على النحو التالي:

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

حيث

A هي المستوى المتوسط للقدرة البصرية عند المركز "1" المنطقي؛
B هي المستوى المتوسط للقدرة البصرية عند المركز "0" المنطقي.

والاتفاقية المعتمدة للمستويات المنطقية البصرية هي:

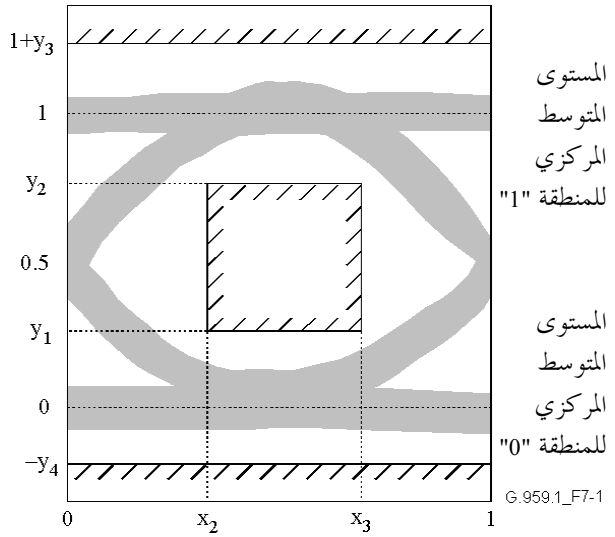
- بث الضوء يعادل "1" المنطقي؛
- عدم البث يعادل "0" المنطقي.

ويمكن تطبيق هذا التعريف مباشرة على الأنظمة وحيدة القناة. أما في حالة IrDI متعددة القنوات، فإنه يمكن استخدام إحدى الطريقتين التاليتين:

- يمكن استخدام الطريقة A عندما يمكن النفاذ إلى النقاط المرجعية متعددة القنوات للتحقق عند نهاية وصلة الإرسال. وتستخدم في هذه الحالة الإجراءات الموصوفة في التوصيتين G.957 وG.9617. ويوجد في الملحق A رسم تخطيطي لهذه الطريقة.
- تستخدم الطريقة B مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي لعزل الإشارات الفردية التي تبث. وترد خصائص هذا المرشاح في الملحق B.

14.2.2.7 مخطط العين لأغراض بث الإشارات البصرية NRZ

حددت في هذه التوصية الخصائص العامة لشكل نبضات المرسل (وقد الصعود، وقت الهبوط، التذبذب الزائد، التذبذب الناقص، التذبذب التفضيلي) والتي ينبغي التحكم فيها لتحاشي أي تدهور مفرط لحساسية المستقبل. واتخذت هذه الخصائص شكل نموذج لمخطط عين المرسل عند النقطة MPI-S. وإن من المهم لتقييم الإشارات المبثوثة، أن تراعى ليس فقط فتحة العين، وإنما أيضاً حدود التذبذب الزائد والتذبذب الناقص. وتتضح في الشكل 7-1 المعلمات المحددة لنموذج مخطط عين المرسل. ولا بد للمخططات المقبولة لعين المرسل أن تتحاشى عبور الخطوط المظللة. والتجميع التجريبي هو نفسه المحدد لـ STM-64 في الملحق G.691/A. وأوجه التسامح المقررة للمرشاح للمستقبل البصري المرجعي NRZ 10G هي نفسها المحددة لـ STM-64 في الملحق G.691/A. وستدرس لاحقاً أوجه التسامح للمرشاح لأغراض المستقبل البصري المرجعي NRZ 40G.



NRZ 40G	NRZ 10G المضخمة	NRZ 10G منطقة بالقيمة nm 1550	NRZ 10G منطقة بالقيمة nm 1310	NRZ 2.5G	
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	$x_2–x_3$ (الملاحظة 2)
0,25	0,25 + Δ (الملاحظة 1)	0,25	0,25	0,25	y_1
0,75	0,75 + Δ (الملاحظة 1)	0,75	0,75	0,75	y_2
0,25	0,25	0,25	0,4	0,25	y_3
0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	y_4
الملاحظة 1 – Δ هي متغيرة –0,25 < Δ < +0,25					
الملاحظة 2 – x_2 ,x_3، اللتان تظهران في الشكل، لا تقعان بالضرورة عند نفس المسافة بالنسبة إلى المحاور العمودية عند 0 UI و1 UI.					

الشكل G.959.1/1-7 – قناع مخطط العين لبث الإشارات البصرية NRZ

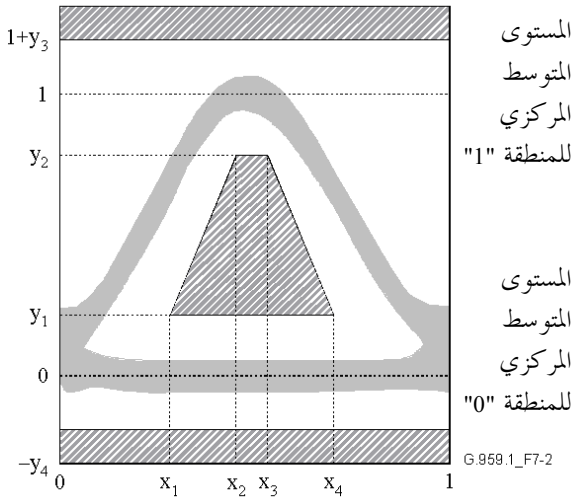
ويمكن تطبيق هذا التعريف مباشرة على الأنشطة وحيدة القناة. وفي حالة IrDI، يمكن استعمال إحدى الطريقتين التاليتين:

- يمكن استعمال الطريقة A، عندما يتسنى النفاذ إلى النقاط المرجعية أحادية القناة للتحقق عند نهاية وصلة الإرسال. وفي هذه الحالة تستخدم الإجراءات الموصوفة في التوصيتين G.957 وG.961. ويرد رسم تخطيطي لهذه الطريقة في الملحق A.
- تستعمل الطريقة B مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي لعزل الإشارات الفردية المبثوثة، ويعقب ذلك مستقبل مرجعي. وترد في الملحق B خصائص مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي والمستقبل المرجعي.

15.2.2.7 قناع العين لإرسال الإشارات البصرية RZ

بالنسبة إلى الفئة RZ 40G للإشارة البصرية الرافدة، تحدد أيضاً خصائص النبضات مثل تغير ارتفاع النبضة، بواسطة نموذج لمخطط عين المرسل.

وتظهر في الشكل 7-2 المعلمات المحددة لنموذج مخطط عين المرسل. والمخططات المقبولة لعين المرسل هي تلك التي لا بد أن تتحاشى الخطوط المظللة. والتجميع التجريبي هو نفسه المحدد في الملحق A من التوصية G.691 للسطح البيني STM.64. وستدرس لاحقاً أوجه التسامح للفلتر اللازم للمستقبل البصري المرجعي RZ 40G.



RZ 40G	
يدرس لاحقاً	x_1–x_4
يدرس لاحقاً	x_2–x_3
يدرس لاحقاً	y_1
يدرس لاحقاً	y_2
يدرس لاحقاً	y_3
يدرس لاحقاً	y_4

الشكل G.959.1/2-7 – قناع مخطط العين لإرسال الإشارات البصرية ZR 40G

يمكن تطبيق هذا التعريف مباشرة على الأنظمة أحادية القناة. أما في حالة IrDI متعدد القنوات، فإنه يمكن استعمال إحدى الطريقتين التاليتين:

- يمكن استعمال الطريقة A عندما يتسنى النفاذ إلى النقاط المرجعية أحادية القناة للتحقق عند نهاية وصلة الإرسال. وفي هذه الحالة تستخدم الإجراءات الموصوفة في التوصيتين ITU-T G.957 وITU-T G.691. ويرد رسم تخطيطي لهذه الطريقة في الملحق A؛
- تستعمل الطريقة B مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي لعزل الإشارات الفردية المبثوثة، ويعقب ذلك مستقبل مرجعي. وترد في الملحق B خصائص مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي والمستقبل المرجعي.

3.2.7 المسير البصري من النقطة $MPI\text{-}S_M$ إلى النقطة $MPI\text{-}R_M$ أو من النقطة MPI-S إلى النقطة MPI-R

1.3.2.7 التوهين الأقصى

يحدث التوهين الأقصى على المسير عندما يعمل النظام المعني في ظروف نهاية العمر الافتراضي وبمعدل خطأ في البتات ويبلغ 10^{-12} (أو وفقاً لما تحتويه شفرة التطبيق)، وفي أسوأ الحالات فيما يتعلق بالإشارة والتشتت من جانب الإرسال. ويرد في الفقرة 1.3.6 من التوصية G.691 تعريف الآثار التي ينطوي عليها التوهين الأقصى. وترتكز قيم التوهين الأقصى المطلوبة لمسافات IrDI المستهدفة، على خسارة تبلغ 0,275 km/dB على ليف مركب (بما في ذلك الهامش المرتبط بالجدالات والكبل)، في المدى 1565-1530 nm و11 dB لمسافة 20 km و22 dB للمسافة 40 km وبالقيمة 1310 nm، باستثناء التطبيقات ذات المدى القصير وداخل المؤسسة. وجدير بالملاحظة أن هذه الطريقة التي تستخدم أيضاً لتعريف سطوح بينية أخرى ذات أطوال موجات معينة، تعطي قيمة نظرية للمسافة المستهدفة. ولكن الخسائر الناجمة عن الوصلات والجدالات، والتي تحدث في التنفيذ العملي، يمكن أن تفضي إلى مسافات أخرى.

2.3.2.7 التوهين الأدنى

التوهين الأدنى على المسير الذي يسمح للنظام المعني، الذي يعمل في أسوأ الظروف على جانب الإرسال، بالوصول إلى معدل خطأ في البتات لا يقل عن 10^{-12} (أو وفقاً لما تحتويه شفرة التطبيق).

3.3.2.7 التشتت اللوني الأقصى

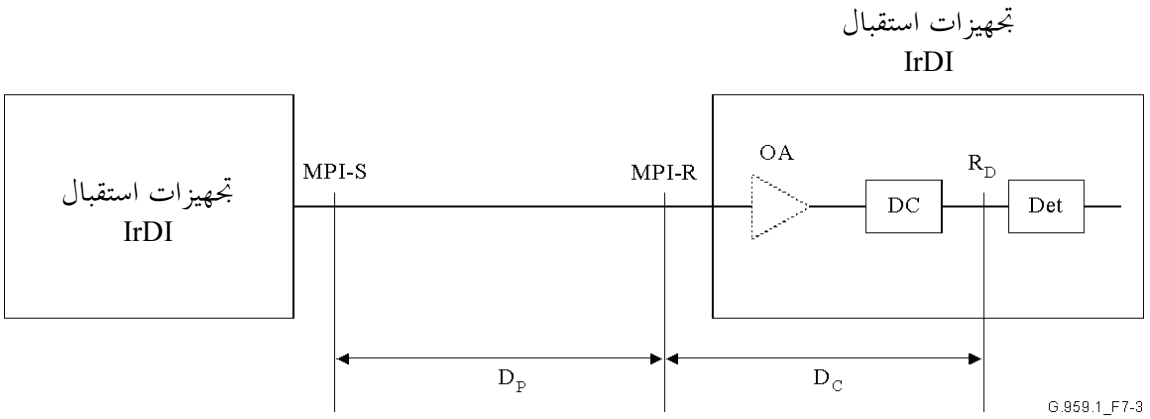
يعرّف هذا المعلم القيمة المطلقة القصوى التي لا يتسنى تعويضها على المسير الرئيسي، والتي يكون بوسع النظام تحملها. وتحدد قيمة التسامح المطلوب للتشتت الأقصى للأنظمة بما يعادل المسافة المستهدفة التي تبلغ أضعاف 20 km nm/ps لألياف G.652،

و3,3 km nm/ps لألياف G.653 في المنطقة 1310 nm. والأمر يتعلق هنا بقيمة التشتت في أسوأ الحالات وبأنواع الألياف المعنية. وأن النهج المتعلق بأسوأ الحالات والذي أتبع في هذه الحالة، إنما يرمي إلى إتاحة هامش لمعلم حساس، وتحديد مسافات الإرسال بالنسبة إلى الألياف ذات الخسارة الضعيفة.

وتأخذ الخسارة المسموح بها على المسير البصري في الحسبان جميع الآثار الحتمية الناجمة عن التشتت اللوني، وكذلك الخسارة المتأتية من الحد الأقصى لزمن انتشار زمرة الترددات التفاضلية.

4.3.2.7 الانحراف الأقصى للتشتت اللوني

هو الفارق الأقصى المسموح به بين القيمة الفعلية للتشتت اللوني على خط المسر بين النقطتين MPI-S وMPI-R، وقيمة التشتت على المسير المحدّد عند التركيب. ويؤخذ انحراف التشتت اللوني بعين الاعتبار في حالة التطبيقات التي تستخدم تعويض التشتت (DC). ويقدم الشكل 7-3 مثالاً يحتوي فيه المستقبل على النبطية DC قبل المكشاف (Det). ويمكن أن يوجد أيضاً مضخم بصري (OA) اختياري.



الشكل G.959.1/3-7 – IrDI أحادي القناة مزود بجهاز تعويض التشتت في المستقبل

عند تركيب المستقبل، تستخدم القيمة المقيسة للتشتت على المسير البصري D_I لتثبيت قيمة تعويض التشتت في المستقبل. وإذا كانت D_P تشير إلى القيمة الحقيقية للتشتت على المسير البصري وD_C تشير إلى القيمة الحقيقية لتعويض التشتت في المستقبل، ينبغي التحقق من الشرط التالي في أي وقت بعد التركيب:

$$\left|D_P + D_C\right| < D_{r\,max}$$

حيث $D_{r\,max}$ هي الحد الأقصى المسموح به للتشتت المتبقي. وعلى سبيل المثال فإن $D_{r\,max}$ = 30 nm/ps لأغراض تطبيقات NRZ 40G بدون تعويض تكييفي للتشتت. وثمة متغيرات مثل دقة القياس ودرجة الحرارة والإصلاحات والتقادم، يمكن أن تؤدي إلى إيجاد فارق δ_P بين D_P وD_I. وبالمثال فإن هناك متغيرات أخرى مثل درجة التحبب ودرجة الحرارة والتقادم يمكن أن تفضي إلى فارق δ_C بين D_C وD_I. والشرط المذكور أعلاه يعني أنه لكي يتسنى ضمان عدم تجاوز $D_{r\,max}$، فلا بد من مراعاة الاشتراط التالي:

$$\left|\delta_P\right| + \left|\delta_C\right| < D_{r\,max}$$

واستخدمت قيم معقولة لـ $D_{r\,max}$ وδ_C لتوليد مواصفة لانحراف التشتت اللوني (δ_P)، ولكن هذه التوصية تحدد فقط قيم δ_P، ولكن كما وردت في جداول الفقرة 8.

5.3.2.7 توهين الحد الأدنى للتكيف البصري عند النقطة $MPI\text{-}S_M$ أو MPI-S

تنشأ الانعكاسات عند انقطاع دليل الانكسار على المسير البصري. وإذا لم يتسن التحكّم في حالات الانقطاع تلك فإنها يمكن أن تؤثر سلباً في أداء النظام بما تحدثه من ارتباك في تشغيل المصدر أو المضخّم البصري، أو من خلال انعكاسات متعددة تؤدي

إلى ضوضاء ناشئة عن قياس التداخل الضوئي على مستوى المستقبل. ويمكن التحكم في الانعكاسات من المسير البصري، بتحديد ما يلي:

- توهين الحد الأدنى للتكيف البصري لتركيب الكبل عند النقطة المرجعية للمصدر (مثل $MPI\text{-}S_M$ وMPI-S)، بما في ذلك جميع الموصلات؛
- الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقاط المرجعية للمصدر (مثل $MPI\text{-}S_M$ وMPI-S)، والنقاط المرجعية للمستقبل (مثل $MPI\text{-}R_M$ وMPI-R).

ومعامل الانعكاس هو الانعكاس من أي نقطة انعكاس متقطع واحدة، أما توهين التكيف البصري فهو النسبة بين القدرة البصرية الساقطة والقدرة البصرية الإجمالية المنعكسة من الليف كله، بما في ذلك الانعكاسات المتقطعة والانتثار الخلفي مثل انتثار Rayleigh.

ويرد في التذييل G.957/I وصفاً لطرق قياس الانعكاسات. وفيما يتعلق بقياس معامل الانعكاس وتوهين التكيف يفترض أن النقطتين MPI-S وMPI-R تناظران نهاية قابس كل موصل. ومن المسلّم به أن هذا لا يشمل أداء الانعكاس الحقيقي للواصلات المختلفة في النظام التشغيلي. ومن المفترض أن لهذه الانعكاسات القيمة الاسمية لانعكاس كل نوع محدد من الموصلات المستعملة.

6.3.2.7 الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين $MPI\text{-}S_M$ و$MPI\text{-}R_M$ أو بين النقطتين MPI-S وMPI-R

يعرّف معامل الانعكاس البصري بأنه النسبة بين القدرة البصرية المنعكسة عند نقطة معينة والقدرة البصرية الساقطة على هذه النقطة. وتتناول التوصية G.957 باستفاضة مسألة التحكم في الانعكاسات. وينبغي أن يكون العدد الأقصى للواصلات أو غيرها من نقاط الانعكاس المتقطع التي يمكن ضمها إلى المسير البصري (مثل أرتال إعادة التوزيع أو عناصر تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة)، كافياً للسماح ببلوغ التوهين الشامل المحدد للتكيف البصري. وإذا تعذر تحقيق ذلك باستخدام الواصلات طبقاً لقيم الحد الأقصى للانعكاس المتقطع المذكورة في جداول الفقرة 8، ينبغي عندئذ استخدام واصلات ذات أداء أفضل من حيث الانعكاس. ويمكن أيضاً تخفيض عدد الواصلات كحل بديل. وقد يكون من الضروري أيضاً تقليل عدد الواصلات أو استخدام واصلات ذات أداء أفضل فيما يتعلق بمعامل الانعكاس تحاشياً لأي تدهور غير مقبول ناجم عن تعدد الانعكاسات.

وجدير بالملاحظة في جداول الفقرة 8، أن القيمة 27 dB كحد أقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقاط المرجعية عند المصدر والنقاط المرجعية عند المستقبل، إنما ترمي إلى تخفيض آثار تعدد الانعكاسات إلى أدنى حد (مثل الضوضاء الناجمة عن قياس تداخل الضوء). وتختار القيمة القصوى لمعامل الانعكاس عند المستقبل لضمان مستوى معقول من الخسارة الناشئة عن تعدد الانعكاسات بالنسبة إلى جميع التصورات المحتملة للأنظمة التي تحتوي على واصلات متعددة وما إلى ذلك. والأنظمة التي تستعمل عدداً أقل من الواصلات أو واصلات ذات أداء أفضل تنتج عدداً أقل من الانعكاسات المتعددة، وتكون قادرة، بناء على ذلك، على تحمل مستقبلات ذات نسبة انعكاس مرتفعة.

7.3.2.7 زمن الانتشار الأقصى لزمرة الترددات التفاضلية

زمن انتشار زمرة الترددات التفاضلية (DGD) هو الفارق الزمني بين أجزاء النبضة المرسلة في حالتي الاستقطاب الرئيسيتين لإشارة بصرية. وبالنسبة إلى المسافات التي تتجاوز عدة كيلومترات، وبافتراض وجود اقتران عشوائي (قوي) لأساليب الاستقطاب، فإنه يمكن نمذجة DGD إحصائياً طبقاً لتوزيع Maxwell.

وتعرّف هذه التوصية زمن الانتشار الأقصى لزمرة الترددات التفاضلية بأنه القيمة التي يتعين على النظام أن يتحملها شريطة ألاّ يتجاوز التدهور في الحساسية 1 dB تقريباً.

وبالنظر إلى الطبيعة الإحصائية للتشتت بأسلوب الاستقطاب، لا يمكن تعريف العلاقة بين الحد الأقصى والحد المتوسط لزمن انتشار زمرة الترددات التفاضلية إلاّ على سبيل الترجيح. واحتمال أن يتجاوز DGD اللحظي قيمة معينة يمكن أن يستنبط من إحصائيات Maxwell. وبناء على ذلك، إذا عُرف الحد الأقصى لـ DGD الذي يمكن أن يتحمله النظام، يمكن استنباط

المتوسط المعادل له عن طريق قسمته على نسبة الأقصى إلى المتوسط المعادلة لاحتمال مقبول. وترد في الجدول 7-2 أدناه بعض أمثلة النسب.

الجدول G.959.1/2-7 – القيم المتوسطة لزمن انتشار زمرة الترددات التفاضلية واحتمالاتها

نسبة الحد الأقصى إلى المتوسط	احتمال تجاوز الحد الأقصى
3,0	$4,2 \times 10^{-5}$
3,5	$7,7 \times 10^{-7}$
4,0	$7,4 \times 10^{-9}$

4.2.7 السطح البيني عند النقطة $MPI\text{-}R_M$ أو MPI-R

1.4.2.7 الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل (القناة)

هو القيمة القصوى المقبولة لمتوسط قدرة القناة المستقبلة عند النقطة $MPI\text{-}R_M$ أو MPI-R، للوصول إلى الحد الأقصى لمعدل الأخطاء في البتات، المبين في شفرة التطبيق.

2.4.2.7 الحد الأدنى لمتوسط قدرة دخل القناة

هو القيمة الدنيا لمتوسط قدرة القناة المستقبلة عند النقطة $MPI\text{-}R_M$. وهذه القدرة تساوي الحد الأدنى لمتوسط قدرة خرج القناة ناقصاً التوهين الأقصى من جراء التطبيق.

ملاحظة – ينبغي أن تكون القيمة الدنيا لمتوسط قدرة دخل القناة عند النقطة $MPI\text{-}R_M$ أعلى من القيمة الدنيا للحساسية المكافئة وذلك بما يساوي قيمة الحد الأقصى لخسارة المسير البصري.

3.4.2.7 الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل الإجمالي

هو الحد الأقصى المقبول لقدرة الدخل الإجمالي عند النقطة $MPI\text{-}R_M$.

4.4.2.7 الحد الأقصى للفارق بين لمتوسط قدرة القنوات

هو الفارق بين القيمة العليا والقيمة الدنيا لمتوسط قدرة دخل القناة في التطبيق عند لحظة معينة، وداخل عرض نطاق واحد ذي استبانة بصرية محددة، وبغض النظر عن عدد القنوات.

5.4.2.7 الحد الأقصى لخسارة المسير البصري

تتمثل خسارة المسير البصري في النقص الظاهر في حساسية المستقبل (أو الحساسية المعادلة في حالة التطبيقات متعددة القنوات) بسبب التشوه في شكل موجة الإشارة أثناء إرسالها عبر المسير. وتتجلى هذه الخسارة في زحزحة منحنيات معدل أخطاء البتات في النظام نحو مستويات أعلى لقدرة الدخل. وهذا يعتبر خسارة إيجابية. ويمكن أن تحدث خسارة سلبية في ظروف معينة ولكن عادة ما تكون محدودة (والخسارة السلبية تشير إلى أن عين مُرسل غير كاملة شهدت تحسناً جزئياً نتيجة للتشوهات المرتبطة بالمسير). ومن الناحية المثالية فإن منحنى الخطأ في البتات ينبغي أن يتحرك فقط، ولكن التشوهات في الشكل ليست بالأمر النادر، ويمكن أن تظهر حدوداً دنيا في معدل خطأ البتات. ونظراً لأن خسارة المسير تفضي إلى تعديل في حساسية المستقبل فإنها تقاس عند مستوى في أخطاء البتات يعادل 10^{-12}.

وبالنسبة لشفرات التطبيق التي تتطلب إرسال بايتات تصحيح أمامي للأخطاء (FEC) (أي ذات شفرة لها لاحقة F) تقاس كلتا حساسيتي المستقبِل (مع أو دون الانحطاط الناجم عن المسير البصري) بعد تطبيق تصحيح الخطأ (إذا استخدم).

وبالنسبة إلى التطبيقات بمعدلات بتات للقنوات تعادل NRZ 2,5G وNRZ 10G، يسمح بحد أقصى للخسارة الناشئة عن المسير يبلغ 1 dB للأنظمة ذات التشتت الضعيف و2 dB للأنظمة ذات التشتت القوي. وقد عُمد إلى أن يكون هذا النوع من الخسارة غير متناسب مع المسافات المستهدفة وذلك لتحاشي تشغيل أنظمة ذات خسارة مرتفعة.

أما فيما يتعلق بالتطبيقات بمعدلات بتات للقنوات تعادل NRZ 40G، فإن خسارة المسير البصري أعلى 1 dB من الخسارة المرتبطة بمعدلات البتات الأكثر انخفاضاً، وذلك بغية مراعاة الخسارة المرتبطة بالتشتت بأسلوب الاستقطاب (من الفئة الأولى والفئة الثانية).

ويمكن في المستقبل إدخال أنظمة لتقليل التشتت ترتكز على التشويه المسبق للإشارة على مستوى المرسل. وفي هذه الحالة لا يمكن تعريف الخسارة بالمعنى المذكور أعلاه إلاّ بين نقاط حيث تكون الإشارات غير مشوهة. ومع ذلك فإن هذه النقاط لا تتماكن مع السطوح البينية على المسير الرئيسي، بل قد لا يتسنى النفاذ إليها. وسيدرس لاحقاً تعريف الخسارة الناشئة عن المسير.

وتندرج القيمة المتوسطة للخسارة ذات الصلة بالتشتت العشوائي الناجم عن التشتت بأسلوب الاستقطاب، في الخسارة المرتبطة بالمسير والمسموح بها. وفي هذا الصدد فإن ثنائي المرسل/المستقبل مطلوب لتحمل DGD حقيقي يبلغ 0,3 من فترة البتة، مع حد أقصى لتدهور الحساسية قدره 1 dB (مع 50% من القدرة البصرية في كل حالة من الحالتين الرئيسيتين للاستقطاب) وبالنسبة إلى مستقبل محكم التصحيح، فإن هذا يعادل خسارة تبلغ 0,2-0,1 dB في حالة DGD يبلغ 0,1 من فترة البتة. والـ DGD الحقيقي الذي يمكن أن نشهده أثناء التشغيل هو خاصية لليف/الكبل اللذين يخضعان لتغيرات عشوائية، ولا يمكن تحديده في هذه التوصية. ويناقش هذا الموضوع على نحو أكثر تفصيلاً في التذييل G.691/I.

وجدير بالملاحظة أن انخفاض نسبة الإشارة إلى الضوضاء والناجم عن التضخيم البصري، لا يعتبر خسارة ناشئة عن المسير.

ويمكن تطبيق هذا التعريف مباشرة على الأنظمة أحادية القناة. وفي حالة IrDI متعدد القنوات، يمكن استعمال إحدى الطريقتين التاليتين:

- يمكن استعمال الطريقة A عندما يتسنى النفاذ إلى النقاط المرجعية أحادية القناة للتحقق عند الطرف الأقصى للمستقبل. وتطبق في هذه الحالة الإجراءات الموصوفة في التوصيتين G.957 وG.691. ويرد في الملحق A رسم بياني لهذه الطريقة.
- تستعل الطريقة A مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي لعزل الإشارات الفردية المرسلة، يليها مستقبل مرجعي. ويرد في الملحق B عرض لخصائص مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي والمستقبل المرجعي.

ملاحظة – قد تكون خسارة المسير البصري التي تشاهد في حالة المستقبل المرجعي غير مطابقة تماماً لما يحدث فعلاً في تجهيزات الاستقبال، إذ يتوقف ذلك على تنفيذ النموذج.

6.4.2.7 الحد الأدنى للحساسية المكافئة

هي الحساسية الدنيا التي ينبغي أن توجد في المستقبل الموضوع عند النقطة $MPI\text{-}R_M$ من تطبيقات متعددة القنوات للوصول إلى الحد الأقصى المحدد لأخطاء البتات في شفرة التطبيق، وفي حالة إلغاء جميع القنوات باستثناء قناة واحدة (بمرشاح مثالي بدون خسارة) عند النقطة $MPI\text{-}R_M$. وينبغي أن تقابل هذا مرسل مع قيم أسوأ حالة لمرسلة قناع العين فيما يتعلق بنسبة الخمود وخسارة العودة البصرية عند النقطة $MPI\text{-}S_M$، وانحطاط الموصلات، واللغط الضوئي على جانب الإرسال، وضوضاء المضخم البصري، وأوجه التسامح في القياس. وينبغي عدم تلبية هذا في وجود التشتت أو اللاخطية أو الانعكاسات من المسير البصري؛ وهذه الآثار تحدد على نحو منفصل في توزيع الخسارة القصوى الناشئة عن المسير البصري.

الملاحظة 1 – إن الحد الأدنى لمتوسط قدرة الدخل للقناة عند النقطة $MPI\text{-}R_M$ لا بد أن يكون أعلى من الحد الأدنى للحساسية المكافئة بما يساوي قيمة الحد الأقصى للخسارة الناشئة عن المسير البصري.

الملاحظة 2 – لا يتعين تحقيق حساسية المستقبل في وجود ارتعاش المرسِل الذي يتجاوز الحد الملائم لتوليد الارتعاش (مثلاً: G.8251 بالنسبة للإشارات البصرية الرافدة لشبكة النقل البصرية OTN).

و لم تحدد بصورة منفصلة الآثار المترتبة على التقادم، ولكن حددت قيم نهاية العمر الافتراضي في أسوأ الحالات.

7.4.2.7 الحد الأقصى لدليل انعكاس عنصر شبكة بصرية

تحدد الانعكاسات من عنصر شبكة بصرية والمرسلة نحو الخلف في التركيبة الكبل استناداً إلى الحد الأقصى لدليل الانعكاس المسموح به لعنصر شبكة بصرية مقيس عند النقطة المرجعية $MPI\text{-}R_M$ أو MPI-R. وقدم تعريف لدليل الانعكاس البصري في الفقرة الفرعية 6.3.2.7.

8.4.2.7 الحساسية الدنيا

هي القيمة الدنيا لمتوسط القدرة المستقبلة عند النقطة MPI-R اللازمة لبلوغ الحد الأقصى المحدد لأخطاء البتات في شفرة التطبيق. وينبغي تحقيق هذا بمرسِل مع قيم أسوأ حالة لقناع عين المرسِل فيما يتعلق بنسبة الخمود، وخسارة العودة البصرية عند النقاط MPI-S، وانحطاط الموصلات، وضوضاء المضخم البصري، وأوجه التسامح في القياس. وينبغي عدم تحقيق هذا في وجود التشتت أو الانعكاسات على المسير البصري، وحددت هذه الآثار على نحو منفصل في توزيع الخسارة القصوى المرتبطة بالمسير البصري.

الملاحظة 1 – إن الحد الأدنى لمتوسط القدرة البصرية على مستوى المستقبل ينبغي أن يكون أعلى من الحساسية الدنيا بما يساوي قيمة الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري.

الملاحظة 2 – لا يتعين تحقيق حساسية المرسِل في وجود ارتعاش المرسِل الذي يتجاوز الحد الملائم لتوليد الارتعاش (مثلاً: G.8251 بالنسبة للإشارات البصرية الرافدة لشبكة النقل البصرية OTN).

و لم تحدد على نحو منفصل الآثار المترتبة على التقادم، بينما حددت قيم نهاية العمر الافتراضي في أسوأ الحالات.

8 قيم المعلمات

1.8 السطوح البينية المشتركة بين مجالين (IrDI) المتعددة القنوات

ترد في الجدول 8-1 قيم معلمات الطبقة المادية لهذه السطوح البينية.

الجدول 8-G.959.1/1 – قيم ومعلمات الطبقة المادية لتطبيقات IrDI متعددة القنوات

المعلمة (الملاحظة 1)	الوحدة	P16S1-1D2 P16S1-1D5	P16I1-2D2 P16I1-2D3 (الملاحظة 2) P16I1-2D5	P16S1-2B2 P16S1-2B5	P16S1-2C2 P16S1-2C3 P16S1-2C5
معلومات عامة					
العدد الأقصى للقنوات	–	16	16	16	16
معدل البت/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 2,5G	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G
الحد الأقصى لمعدل الأخطاء في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}
نمط الليف	–	G.652، G.655	G.652، G.653، G.655	G.652، G.655	G.652، G.655،G.653

الجدول G.959.1/1-8 – قيم ومعلمات الطبقة المادية لتطبيقات IrDI متعددة القنوات

المعلمة (الملاحظة 1)	الوحدة	P16S1-1D2 P16S1-1D5	P16I1-2D2 P16I1-2D3 (الملاحظة 2) P16I1-2D5	P16S1-2B2 P16S1-2B5	P16S1-2C2 P16S1-2C3 P16S1-2C5
السطح البيني عند النقطة $MPI\text{-}S_M$					
الحد الأقصى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	4–	3–	3+	7–
الحد الأدنى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	10–	6–	0	11–
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج الإجمالية	dBm	8+	9+	15+	5+
التردد المركزي	THz	192,1 + 0,2 m، m = 0 إلى 15	192,1 + 0,2 m، m = 0 إلى 15	192,1 + 0,2 m، m = 0 إلى 15	192,1 + 0,2 m، m = 0 إلى 15
التباعد بين القنوات	GHz	200	200	200	200
الانحراف الأقصى بالنسبة إلى التردد المركزي	GHz	40	8,2	40	40
الحد الأدنى لنسبة خمود القناة	dB	8,2	8,2	8,2	8,2
مخطط قناع العين	–	NRZ 2,5G	NRZ 10G Amplified	NRZ 10G Amplified	NRZ 10G Amplified
المسير البصري (جزء واحد) بين النقطتين $MPI\text{-}S_M$ و$MPI\text{-}R_M$					
الحد الأقصى للتوهين	dB	11	6 (الملاحظة 2)	11	11
الحد الأدنى للتوهين	dB	2	0	0	0
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	800	400	800	800
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة $MPI\text{-}S_M$	dB	24	24	24	24
الحد الأقصى لدليل الانعكاس المتقطع بين النقطتين $MPI\text{-}S_M$ و$MPI\text{-}R_M$	dB	27–	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	120	30	30	30
السطح البيني عند النقطة $MPI\text{-}R_M$					
الحد الأقصى لمتوسط قدرة دخل القناة	dBm	6–	3–	3+	7–
الحد الأدنى لمتوسط قدرة دخل القناة	dBm	21–	12–	11–	22–
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل الإجمالية	dBm	6+	9+	15+	5+
الحد الأقصى لفارق القدرة بين القنوات	dB	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	2
الحد الأقصى للخسارة الناجمة عن المسير البصري	dB	1	2 for G.652, 1 for G.653 (الملاحظة 2)، 1 for G.655	2 for G.652, 1 for G.655	2 for G.652, 1 for G.653, 1 for G.655
الحد الأدنى للحساسية المكافئة	dBm	22–	14– for G.652, 13– for G.653, 13– for G.655	13– for G.652, 12– for G.655	24– for G.652, 23– for G.653, 23– for G.655
الحد الأقصى لدليل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–	27–

الملاحظة 1 – قيم المعلمات الواردة في هذا الجدول قد لا تنطبق على أنظمة المستقبل التي تستخدم مضخات حد أو على السطوح البينية التي تستخدم مضخات خط أو على السطوح البينية داخل المجال الواحد (IaDIs).

الملاحظة 2 – يوصى بألاّ تتجاوز مسافة الإرسال لسطوح بينية متعددة القنوات داخل المؤسسة على الألياف G.653، 2 km بسبب لا خطية الألياف، وذلك فيما يتعلق بخسارة مسير بصري تبلغ 1 dB. وإذا تجاوزت هذه المسافة 2 km، فربما تلاحظ خسارة أخرى (بالإضافة إلى الخسارة البالغة 1dB).

2.8 السطوح البينية المشتركة بين مجالين (IrDI) وأحادية القناة

ترد في الجداول 8-2 إلى 8-11 قيم معلمات الطبقة المادية للسطوح البينية لمجالين IrDI.

الجدول G.959.1/2-8 – قيم ومعلمات IrDI أحادية القناة لفئة الإشارة البصرية الرافدة NRZ 2,5G للتطبيقات داخل المؤسسة والتطبيقات قصيرة المدى

المعلمة	الوحدة	P1I1-1D1	P1S1-1D1	P1S1-1D2
معلومات عامة	–	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1
معدل البت/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G
الحد الأقصى لمعدل الأخطاء في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}
نمط الليف	–	G.652	G.652	G.652
السطح البيني عند النقطة MPI-S				
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1360–1266	1360–1260	1580–1430
نمط المصدر		MLM	SLM	SLM
الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التربيع (σ)	nm	4	لا ينطبق	لا ينطبق
العرض الأقصى عند –20 dB	nm	لا ينطبق	1	<1
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لكبت الأسلوب الجانبي	dB	لا ينطبق	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	3–	0	0
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	10–	5–	5–
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	8,2	8,2	8,2
مخطط قناع العين	–	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G
المسير البصري (جزء واحد) بين النقطتين MPI-S وMPI-R				
التوهين الأقصى	dB	6	11	11
التوهين الأدنى	dB	0	0	0
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	12	لا ينطبق	As G.957 "S-16.2"
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	14	14	14
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	120	120	120
السطح البيني عند النقطة MPI-R				
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	3–	0	0
الحساسية الدنيا	dBm	17–	17–	17–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	1	1	1
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	14–	14–	14–
ملاحظة – ترتكز قيم المعلمات لشفرات التطبيق هذه إلى حد كبير على التوصية ITU-T G.957.				

الجدول G.959.1/3-8 – قيم ومعلمات السطوح البينية المشتركة بين مجالين وأحادية القناة لتطبيقات طويلة المدى باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 2,5G

المعلمة	الوحدة	P1L1-1D1	P1L1-1D2	1L1-1D2F
معلومات عامة		(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ OTU1 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (الملاحظة 2)
نمط الليف	–	G.652	G.652	G.652
السطح البيني عند النقطة MPI-S				
مدى أطوال الموجات التشغيلية	nm	1280-1335	1500-1580	1500-1580
نمط المصدر		SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التربيع (σ)	nm	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
الحد الأقصى للعرض – 20 dB	nm	1	1	1
الحد الأقصى لكثافة القدرة الطيفية	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	30	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	3+	3+	3+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	2–	2–	2–
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	8,2	8,2	8,2
قناع مخطط العين	–	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R				
التوهين الأقصى	dB	22	22	24
التوهين الأدنى	dB	12	12	12
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	لا ينطبق	As G.957 "L-16.2"	As G.957 "L-16.2"
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	120	120	120
السطح البيني عند النقطة MPI-R				
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	9–	9–	9–
الحساسية الدنيا	dBm	25–	26–	28–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	1	2	2
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–

الملاحظة 1 – ترتكز قيم المعلمات لشفرات التطبيق هذه إلى حد كبير على التوصية ITU-T G.957.

الملاحظة 2 – لا يلزم الوفاء بمعدل الخطأ في البتات فيما يتعلق بشفرات التطبيق هذه إلا بعد أن يكون تصحيح الخطأ (إذا استُخدم) قد طُبِّق. ولذلك يمكن أن يكون معدل الخطأ في البتات عند دخل مفكك شفرة التصحيح الأمامي للأخطاء أعلى بكثير من القيمة 10^{-12}.

الجدول G.959.1/4-8 – قيم ومعلمات IrDI أحادية القناة للتطبيقات الطويلة المدى للغاية باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 2,5G

المعلمة	الوحدة	P1U1-1A2	P1U1-1A3	P1U1-1A5	1U1-1B2F 1U1-1B5F	1U1-1B3F
شفرة التطبيق G.691		U-16.2	U-16.3	–	–	–
معلومات عامة		(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)			
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G	NRZ OTU1 FEC enabled	NRZ OTU1 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (الملاحظة 2)	10^{-12} (الملاحظة 2)
نمط الليف	–	G.652	G.653	G.655	G.652، G.655	G.653
السطح البيني عند النقطة MPI-S						
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1565-1530	1565-1530	1565-1530	1565-1530	1565-1530
نمط المصدر		SLM	SLM	SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	30	30	30	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	15+	15+	15+	18+	18+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	12+	12+	12+	15+	15+
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
مخطط قناع العين	–	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G	NRZ 2,5G
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R						
التوهين الأقصى	dB	44	44	44	44	44
التوهين الأدنى	dB	33	33	33	27	27
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	3200	530	1600	3200 G.652, 1600 G.655	530 (الملاحظة 3)
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24	24	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	120	120	120	120	120
السطح البيني عند النقطة MPI-R						
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	18–	18–	18–	9–	9–
الحساسية الدنيا	dBm	34–	33–	34–	31–	30–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	2	1	2	2	1
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–	27–	27–

الملاحظة 1 – ترتكز قيم المعلمات لشفرات التطبيق هذه إلى حد كبير على التوصية ITU-T G.691.

الملاحظة 2 – لا يلزم الوفاء بمعدل الخطأ في البتات فيما يتعلق بشفرات التطبيق هذه إلا بعد أن يكون تصحيح الخطأ (إذا استُخدم) قد طُبِّق. ولذلك يمكن أن يكون معدل الخطأ في البتات عند دخل التصحيح الأمامي للأخطاء أعلى بكثير من القيمة 10^{-12}.

الملاحظة 3 – بالنسبة للألياف G.653، يمكن أن يؤدي الجمع بقدر ما بين طول موجة المرسِل وطول موجة التشتت في الألياف البالغة صفراً إلى تشتت سلبي للوصلة. ولم يتم التحقق من التشغيل الملائم في هذا النظام عند مستويات القدرة اللازمة لهذا التطبيق. وفي هذه الحالة، قد تكون تقنية الوصل ضرورية بين مورد الوصلة وبائع النظام لتفادي هذا الوضع.

الجدول G.959.1/5-8 – معلمات وقيم IrDI أحادي القناة للتطبيقات داخل المؤسسة
باستخدام فئات الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G

المعلمة	الوحدة	P1I1-2D2	P1I1-2D3	P1I1-2D5
شفرة التطبيق G.691		I-64.2	I-64.3	I-64.5
معلومات عامة				
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}
نمط الليف	–	G.652	G.653	G.655
السطح البيني عند النقطة MPI-S				
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1580-1500	1580-1500	1580-1500
نمط المصدر		SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	30	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	1–	1–	1–
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	51–	51–	51–
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	8,2	8,2	8,2
مخطط قناع العين	–	منطقة NRZ 10G nm 1550	منطقة NRZ 10G nm 1550	منطقة NRZ 10G nm 1550
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R				
التوهين الأقصى	dB	7	7	7
التوهين الأدنى	dB	0	0	0
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	500	80	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	30	30	30
السطح البيني عند النقطة MPI-R				
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	1–	1–	1–
الحساسية الدنيا	dBm	14–	13–	13–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	2	1	2
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–

الجدول G.959.1/6-8 – معلمات وقيم IrDI أحادي القناة باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G للتطبيقات قصيرة المدى لألياف G.652

المعلمة	الوحدة	P1S1-2D1	P1S1-2D2a	P1S1-2D2b	1S1-2D2bF
شفرة التطبيق G.691		S-64.1	S-64.2a	S-64.2b	
معلومات عامة					
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (الملاحظة 2)
نمط الليف	–	G.652	G.652	G.652	G.652
السطح البيني عند النقطة MPI-S					
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1290-1330	1530-1565	1530-1565	1530-1565
نمط المصدر	–		SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	30	30	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	5+	1–	2+	2+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	1+	5–	1–	2–
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	6	8,2	8,2	8,2
مخطط قناع العين	–	منطقة NRZ 10G nm 1310	منطقة NRZ 10G nm 1550	منطقة NRZ 10G nm 1550	منطقة NRZ 10G nm 1550
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R					
التوهين الأقصى	dB	11	11	11	12
التوهين الأدنى	dB	6	7	3	3
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	70	800	800	800
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	14	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	30	30	30	30
السطح البيني عند النقطة MPI-R					
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	1–	8–	1–	1–
الحساسية الدنيا	dBm	11–	18–	14–	16–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	1	2	2	2
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	14–	27–	27–	27–

الملاحظة 1 – لشفرات التطبيق ذات اللاحقة "a" مستويات قدرة للمرسِل ملائمة للمستقبِلات (APD)؛ أما شفرات التطبيق ذات اللاحقة "b" فلديها مستويات قدرة للمرسِل ملائمة للمستقبِلات (PIN).

الملاحظة 2 – لا يلزم الوفاء بمعدل الخطأ في البتات فيما يتعلق بشفرات التطبيق هذه إلا بعد أن يكون تصحيح الخطأ (إذا استُخدم) قد طُبِّق. ولذلك يمكن أن يكون معدل الخطأ في البتات عند مفكك شفرة التصحيح الأمامي للأخطاء أعلى بكثير من القيمة 10^{-12}.

الجدول G.959.1/7-8 – معلمات وقيم IrDI أحادي القناة للتطبيقات قصيرة المدى باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G بالنسبة لألياف G.653 وG.655

المعلمة	الوحدة	P1S1-2D3a P1S1-2D5a	P1S1-2D3b P1S1-2D5b	1S1-2D3bF 1S1-2D5bF
شفرة التطبيق G.691		S-64.3a S-64.5a	S-64.3b S-64.5b	
معلومات عامة				
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (الملاحظة 2)
نمط الليف	–	G.653, G.655	G.653, G.655	G.653, G.655
السطح البيني عند النقطة MPI-S				
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1530-1565	1530-1565	1530-1565
نمط المصدر	–	SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	30	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	1–	2+	2+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	5–	1–	2–
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	8,2	8,2	8,2
مخطط قناع العين	–	منقطة NRZ 10G nm 1550	منقطة NRZ 10G nm 1550	منقطة NRZ 10G nm 1550
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R				
التوهين الأقصى	dB	11	11	12
التوهين الأدنى	dB	7	3	3
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	130	130	130
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	30	30	30
السطح البيني عند النقطة MPI-R				
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	8–	1–	1–
الحساسية الدنيا	dBm	17–	13–	15–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	1	1	1
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–

الملاحظة 1 – لشفرات التطبيق ذات اللاحقة "a" مستويات قدرة للمرسِل ملائمة للمستقبِلات (APD)؛ أما شفرات التطبيق ذات اللاحقة "b" فلديها مستويات قدرة للمرسِل ملائمة للمستقبِلات (PIN).

الملاحظة 2 – لا يلزم الوفاء بمعدل الخطأ في البتات فيما يتعلق بشفرات التطبيق هذه إلا بعد أن يكون تصحيح الخطأ (إذا استُخدم) قد طُبِّق. ولذلك يمكن أن يكون معدل الخطأ في البتات عند مفكك شفرة التصحيح الأمامي للأخطاء أعلى بكثير من القيمة 10^{-12}.

الجدول G.959.1/8-8 – معلمات وقيم IrDI أحادي القناة للتطبيقات طويلة المدى
باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G

المعلمة	الوحدة	P1L1-2D1	P1L1-2D2	1L1-2D2F
شفرة التطبيق G.691		L-64.1	–	–
معلومات عامة				
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (الملاحظة)
نمط الليف	–	G.652	G.652	G.652
السطح البيني عند النقطة MPI-S				
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1290-1320	1530-1565	1530-1565
نمط المصدر	–	SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	30	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	7+	4+	4+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	3+	0	1–
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	6	9	8,2
مخطط قناع العين	–	منقطة NRZ 10G nm 1310	منقطة NRZ 10G nm 1550	منقطة NRZ 10G nm 1550
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R				
التوهين الأقصى	dB	22	22	22
التوهين الأدنى	dB	16	11	11
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	130	1600	1600
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	30	30	30
السطح البيني عند النقطة MPI-R				
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	9–	7–	7–
الحساسية الدنيا	dBm	20–	24–	25–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	1	2	2
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–

ملاحظة – لا يلزم الوفاء بمعدل الخطأ في البتات فيما يتعلق بشفرات التطبيق هذه إلا بعد أن يكون تصحيح الخطأ (إذا استُخدم) قد طُبِّق. ولذلك يمكن أن يكون معدل الخطأ في البتات عند مفكك شفرة التصحيح الأمامي للأخطاء أعلى بكثير من القيمة 10^{-12}.

الجدول G.959.1/9-8 – معلمات وقيم IrDI أحادي القناة للتطبيقات طويلة المدى جداً باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G

المعلمة	الوحدة	P1V1-2C2	1V1-2C2F	P1V1-2B5	1V1-2B5F
معلومات عامة					
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12} (ملاحظة)	10^{-12}	10^{-12} (ملاحظة)
نمط الليف	–	G.652	G.652	G.655	G.655
السطح البيني عند النقطة MPI-S					
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	–	–	1530-1565	1530-1565
التردد المركزي	THz	192,1	192,1	–	–
الانحراف الأقصى بالنسبة للتردد المركزي	GHz	40	40	–	–
نمط المصدر	–	SLM	SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	30	30	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	7+	7+	13+	13+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	4+	3+	10+	10+
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	9	9	9	8,2
مخطط قناع العين	–	NRZ 10G Amplified	NRZ 10G Amplified	منقطة NRZ 10G nm 1550	منقطة NRZ 10G nm 1550
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R					
التوهين الأقصى	dB	33	33	33	33
التوهين الأدنى	dB	21	21	20	20
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	2400	2400	800	800
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	30	30	30	30
السطح البيني عند النقطة MPI-R					
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	14–	14–	7–	7–
الحساسية الدنيا	dBm	30–	31–	24–	24–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	1	1	1	1
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–	27–

ملاحظة – لا يلزم الوفاء بمعدل الخطأ في البتات فيما يتعلق بشفرات التطبيق هذه إلا بعد أن يكون تصحيح الخطأ (إذا استُخدم) قد طُبِّق. ولذلك يمكن أن يكون معدل الخطأ في البتات عند مفكك شفرة التصحيح الأمامي للأخطاء أعلى بكثير من القيمة 10^{-12}.

الجدول G.959.1/10-8 – معلمات IrDI أحادي القناة للتطبيقات طويلة وطويلة المدى جداً باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G وتعويض التشتت إلكترونياً

المعلمة	الوحدة	P1L1-2D2E	1L1-2D2FE	P1V1-2B2E	1V1-2B2FE
معلومات عامة		(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12} (الملاحظة 2)	10^{-12}	10^{-12} (الملاحظة 2)
نمط الليف	–	G.652	G.652	G.652	G.652
السطح البيني عند النقطة MPI-S					
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
التردد المركزي	–	SLM	SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
مخطط قناع العين	–	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R					
التوهين الأقصى	dB	22	22	33	33
التوهين الأدنى	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	30	30	30	30
السطح البيني عند النقطة MPI-R					
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحساسية الدنيا	dBm	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة

الملاحظة 1 – تتطلب شفرات التطبيق هذه معلمة إضافية لضمان أن تكون الخصائص الطيفية للمرسِل ملائمة. وهذه المعلمة قيد الدراسة. ويمكن الاطلاع في التذييل السابع على مجموعة أولية من القيم الخاصة بالمعلمات الواردة أعلاه.

الملاحظة 2 – لا يلزم الوفاء بمعدل الخطأ في البتات فيما يتعلق بشفرات التطبيق هذه إلا بعد أن يكون تصحيح الخطأ (إذا استُخدم) قد طُبِّق. ولذلك يمكن أن يكون معدل الخطأ في البتات عند مفكك شفرة التصحيح الأمامي للأخطاء أعلى بكثير من القيمة 10^{-12}.

الجدول G.959.1/11-8 – معلمات IrDI أحادي القناة باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 40G

المعلمة	الوحدة	P1S1-3C2 P1S1-3C3 P1S1-3C5	P1L1-3A2 P1L1-3A3 P1L1-3A5	1L1-3C2FD 1L1-3C3FD 1L1-3C5FD	1L1-3C2F 1L1-3C3F 1L1-3C5F
معلومات عامة					
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1	1
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ OTU3 FEC enabled	NRZ OTU3 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الخطأ في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (الملاحظة 3)	10^{-12} (الملاحظة 3)
نمط الليف	–	G.652، G.653، G.655	G.652، G.653، G.655	G.652، G.653، G.655	G.652، G.653، G.655
السطح البيني عند النقطة MPI-S					
التردد المركزي	THz	192,1	192,1	192,1	192,1
الحد الأقصى للانحراف عن التردد المركزي	GHz	40	40	40	40
نمط المصدر	–	SLM	SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz				
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	35	35	35	35
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	3+	8+	5+	5+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	3–	5+	2+	2+
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	8,2	10	10	10
مخطط قناع العين	–	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R					
التوهين الأقصى	dB	11	22	22	22
التوهين الأدنى	dB	0	11	11	11
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	800 for G.652, 140 for G.653, 400 for G.655	1600 for G.652, 280 for G.653, 800 for G.655	1600 for G.652, 280 for G.653, 800 for G.655	1600 for G.652, 280 for G.653, 800 for G.655
الحد الأقصى لانحراف التشتت اللوني	ps/nm	(الملاحظة 2)	(الملاحظة 2)	±80	(الملاحظة 2)
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	7,5 (الملاحظة 1)	7,5 (الملاحظة 1)	7,5 (الملاحظة 1)	7,5 (الملاحظة 1)
السطح البيني عند النقطة MPI-R					
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	3+	3–	6–	6–
الحساسية الدنيا	dBm	17–	20–	22–	23–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	3	3	2	3
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–	27–

الملاحظة 1 – لبعض فئات ألياف G.652 وG.653 وG.655 معامل تشتت بأسلوب الاستقطاب PMD عال للغاية بحيث لا يضمن هذه القيمة لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية DGD.

الملاحظة 2 – ينبغي تحديد هذه القيمة بالاتفاق المشترك بين مورد الوصلات وبائع الأنظمة.

الملاحظة 3 – لا يلزم الوفاء بمعدل الخطأ في البتات فيما يتعلق بشفرات التطبيق هذه إلا بعد أن يكون تصحيح الخطأ (إذا استُخدم) قد طُبِّق. ولذلك يمكن أن يكون معدل الخطأ في البتات عند مفكك شفرة التصحيح الأمامي للأخطاء أعلى بكثير من القيمة 10^{-12}.

9 اعتبارات السلامة البصرية

فيما يتعلق بالسلامة البصرية، انظر التوصية ITU-T G.664.

ملاحظة – فيما يتعلق بمستويات القدرة المحددة في الطبعة الحالية من هذه التوصية، لا يعتبر التخفيض الأوتوماتي للقدرة ضرورياً وفقاً للتوصية G.664، والمعيارين 1-60825 و2-60825 الصادرين على اللجنة الكهرتقنية الدولية. ومع ذلك فقد تتضمن الطبعات المقبلة للتوصية مستويات قدرة تفوق مستويات السلامة. وفي هذه الحالة، التطبيقات غير تطبيقات شبكة النقل البصرية – لا يطبق إجراء الإغلاق الأوتوماتي لليزر إلاّ على السطوح البينية للتراتب الرقمي المتزامن للعملاء.

10 إدارة مستوى القدرة

سيدرس هذا الموضوع لاحقاً.

الملحق A

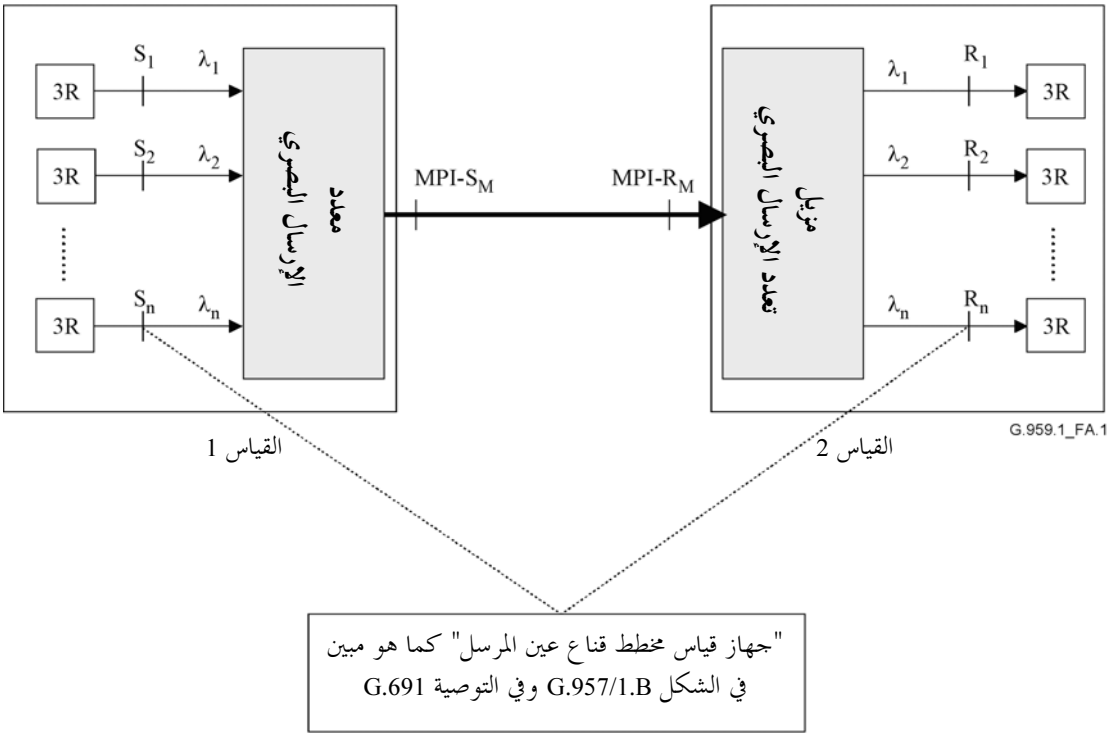
مخطط بياني للطريقة A لتقييم خصائص كل قناة في سطح بيني مشترك بين مجالين IrDI، متعدد القنوات

1.A المخطط المرجعي

في حالة سطح بيني متعدد القنوات، يمكن استخدام نقاط مرجعية أحادية القناة للنفاذ إلى كل إشارة مرسلة بغية تقييم خصائص كل قناة (نسبة الخمود، ومخطط قناع العين، والخسارة المرتبطة بالمسير البصري).

ولكي يتسنى قياس مخطط قناع العين، تنقل الإشارة أحادية القناة عند النقطة المرجعية S_X إلى "جهاز قياس مخطط قناع عين المرسل"، في الشكل G.957/1.B.

وفيما يتعلق بالخسارة المرتبطة بالمسير البصري، يجري قياسان كما يتضح في الشكل 1.A. ويتمثل الأول في قياس القدرة المطلوبة لبلوغ المعدل المرجعي للخطأ في البتات باستعمال الإشارة عند النقطة S_X؛ ثم يكرر ذلك (القياس 2) باستعمال الإشارة عند النقطة المرجعية R_X.



الشكل G.959.1/1.A – مخطط بيان للطريقة A

الملحق B

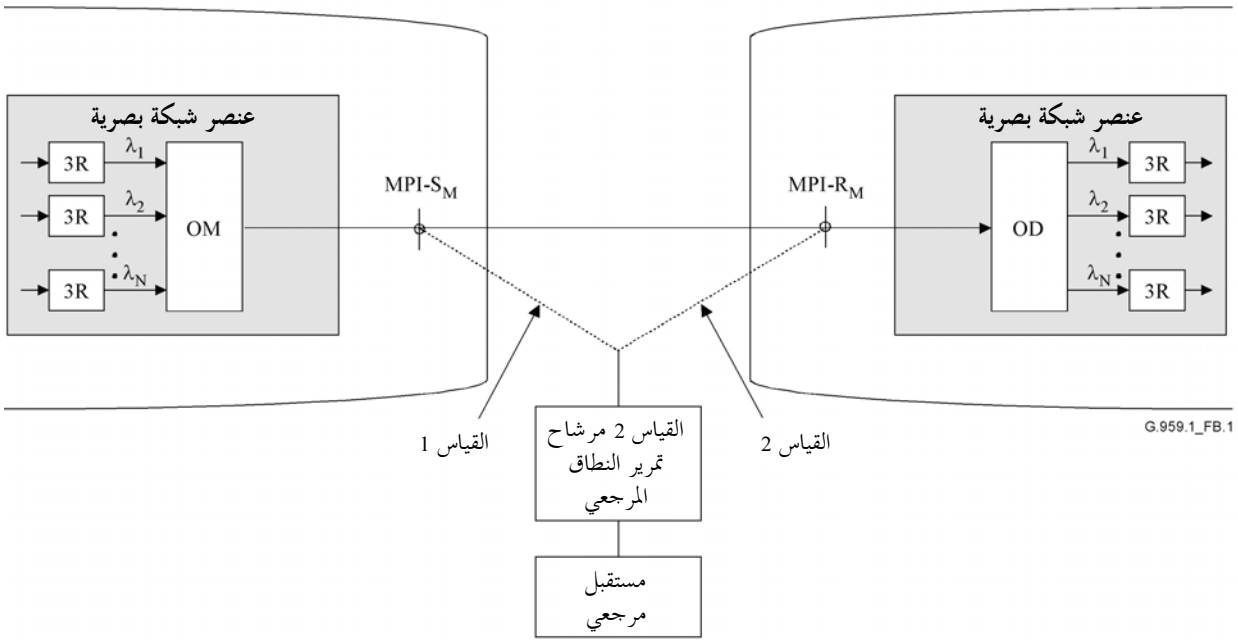
خصائص مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي والمستقبل المرجعي وفقاً للطريقة B لتقييم خصائص كل قناة في IrDI، متعدد القنوات

1.B المخطط المرجعي

يمكن في حالة IrDI متعدد القنوات، استعمال مرشاح تمرير النطاق بصري مرجعي لعزل كل إشارة مرسلة من أجل تقييم خصائص كل قناة (نسبة الخمود، ومخطط قناع العين، والخسائر المرتبطة بالمسير البصري).

ولكي يتسنى قياس مخطط قناع العين، تقدم الإشارة عند النقطة $MPI\text{-}S_M$ إلى مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي، ثم ترسل النتيجة إلى المستقبل المرجعي، طبقاً للمخطط المبين في الملحق B.957/B.

وفي حالة الخسارة المرتبطة بالمسير البصري، يجري قياسه على النحو الموضح في الشكل 1.B. ويتمثل الأول في قياس اللأزمة لتحقيق المعدل المرجعي للخطأ في البتات باستعمال الإشارة عند النقطة $MPI\text{-}S_M$؛ ثم يتكرر ذلك (القياس) باستعمال الإشارة عند النقطة $MPI\text{-}R_M$.



الشكل G.959.1/1.B – مخطط بيان للطريقة B

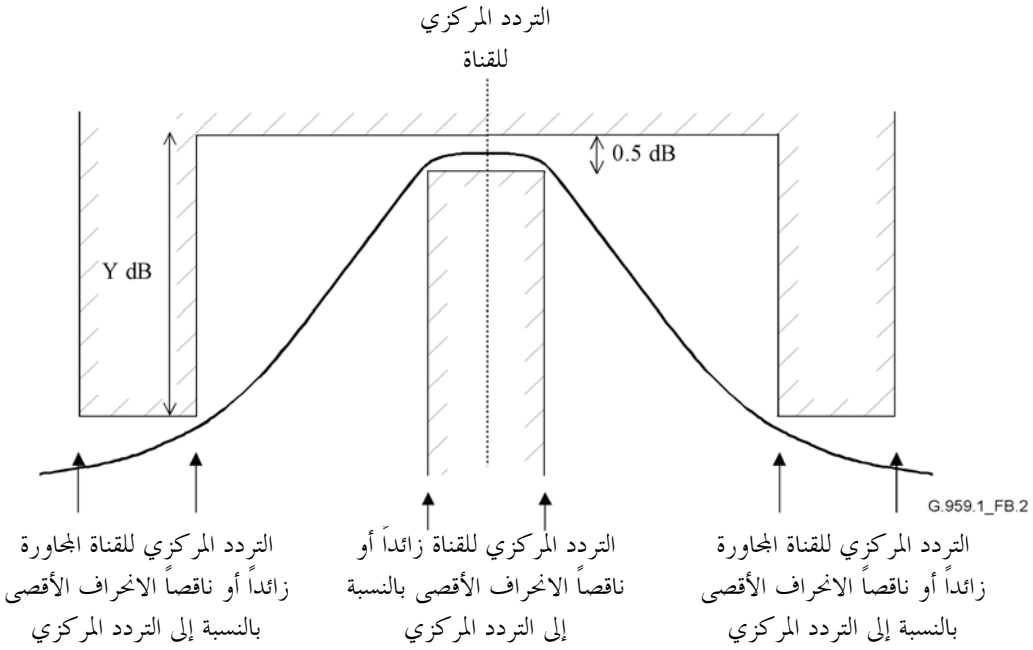
2.B مرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي

يستخدم هذا المرشاح لعزل كل قناة بصرية من الإشارة المركبة متعددة القنوات. وينبغي أن تتوافر لهذا المرشاح الخصائص الكافية لكي يكفل حداً أدنى من التداخل من القنوات المجاورة، مع أحداث أقل قدر ممكن من التشوه في القناة الخاضعة للتجريب. ويرف في الفقرة 1.2.B الحد الأدنى من الاشتراطات.

وتوجد حالياً عدة تكنولوجيات لأداء هذه الوظيفة مثل مرشاح قابل للضبط ومزيل تعدد الإرسال.

1.2.B معلمات المرشاح البصري

يوضّح الشكل 2.B الاستجابة بالتردد المطلوب لمرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي. وتختار القيمة Y بحيث تكون نسبة قدرة القناة الجاري قياسها إلى مجموع قدرات القنوات الأخرى أعلى من 20 dB.



الشكل G.959.1/2.B – الاستجابة بالتردد المطلوب لمرشاح تمرير النطاق البصري المرجعي

وينبغي اختيار تصميم المرشاح بحيث يتسنى تجنيب الإشارة ذات المعدل الأقصى أي تشويه ملحوظ بسبب تموج الاتساع وتموج الطور.

3.B المستقبل المرجعي

هو مستقبل ذو استجابة ترددية على النحو المبين في الملحق G.691/A، أي مرشاح Bessel-Thomson من الدرجة الرابعة، بتردد قطع يبلغ 0,75 من معدّل البتات المعني. وترد في الجدول G.691/1.A قيم التسامح لهذا الليف.

وعندما يستعمل المستقبل المرجعي لقياس معدل الخط في البتات بغية تقييم الخسارة المرتبطة بالمسير البصري، ينبغي تعديل عتبة القرار إلى أقل معدل خطأ في البتات للقياس 1، ثم إعادة استمثالها للقياس 2 من أجل تلبية اشتراطات شفرات التطبيق المختلفة وتغطية مختلف أشكال التنفيذ وفقاً لشفرات التطبيق.

ولكي يتسنى إجراء تجارب لكل قناة في إطار شفرات تطبيق معينة، قد يكون من الضروري إضافة مضخم أولي إلى المستقبل المرجعي. ويقتضي الأمر توافر خصائص مختلفة للمستقبل المرجعي لمختلف معدلات بتات الإشارة بحسب القناة، كما هو مبين في الملحق G.691/A.

التذييل I

السطوح البينية أحادية القناة للعملاء مع إعادة التوليد 3 (3R)

1.I المقدمة

يصف هذا التذييل استعمال 3R في السطوح البينية للعملاء مع شبكات بصرية. وسيسهل استعمال 3R التوصيل البيني لهذه الشبكات البصرية مع شبكات النقل الحالية (مثل شبكات تراتب النقل المتزامن). ومن المتوقع أن تتسارع وتيرة إقامة الشبكات البصرية كلما ازداد نضج تكنولوجيا الشبكات البصرية.

2.I وصف السطوح البينية للإشارات الخاصة بالعملاء، والمزودة بإعادة التوليد 3 (3R)

يبدو أن إشارات العملاء ذات الخصائص البصرية التي تلبي مواصفات الطبقة المادية (مثل أطوال الموجات وأوجه تسامح الترددات) للشبكات البصرية OTN، نظراً لأن هذه الشبكات تسمح بتحاشي تكلفة المعالجة البصرية/الكهربائية البصرية (OEO) في السطوح البينية للشبكة. ومع ذلك ولكي يتسنى نقل إشارات العملاء انطلاقاً من تجهيزات قديمة SONET/SDH، فربما يكون من الضروري تحويلها إلى OEO. وعلاوة على ذلك وبغية ضمان التشغيل البيني، سيتطلب استعمال إشارات العملاء المتوائمة مادياً تحقيق تعاون تقني إلى أن يتم إبرام اتفاق بشأن مواصفات السطح البيني للطبقة المادية.

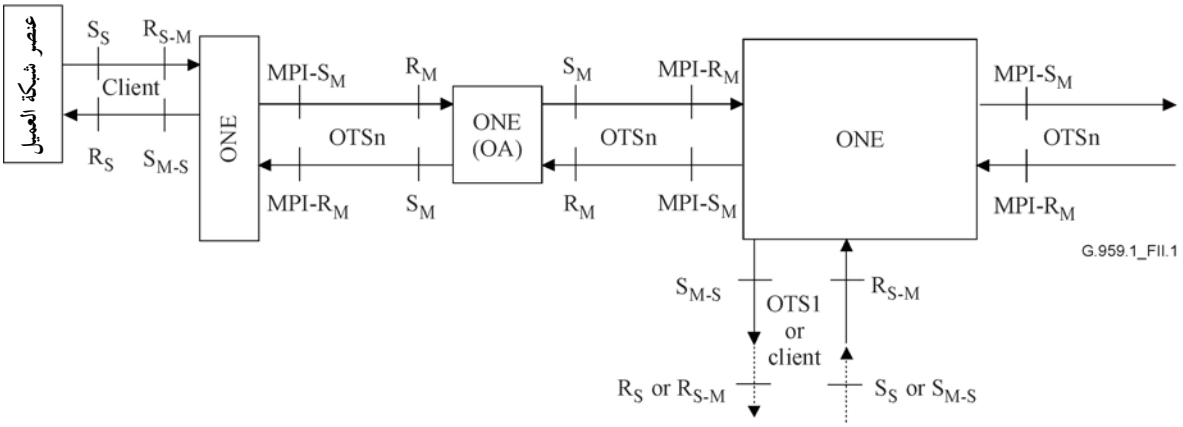
وإذا كانت المعالجة OEO الموصوفة أعلاه تتضمن 3R بالإضافة إلى كل تطويع ضروري آخر (مثل تحويل طول الموجة)، فإنه يمكن سحب مواصفة المعلمات البصرية للطبقة المادية للسطوح البينية للعملاء من التطبيقات قصيرة المدى المحددة في التوصية G.957. ويمكن استعمال هذا السطح البيني للإشارات القصيرة للعملاء والمرتكز على استعمال 3R على الجانب الشبكي للسطح البيني، لخدمة مرسلات ومستقبلات الإشارات القديمة للعملاء، وكذلك المرسلات والمستقبلات الأكثر حداثة. وهذا السطح البيني يعد مثالاً للسطح البيني لمجالين خارج نطاق الشبكة البصرية (non-OTN_IrDI) الموصوف في التوصية ITU-T G.872 *معمارية شبكات النقص البصرية*. ويظهر السطح البيني في الشكل 1.I، حيث تشير λ_S إلى طول الموجة المستخدمة لأغراض التوصيل البيني قصير المدى.

الشكل G.959.1/1.I – مثال للسطح البيني لإشارات العملاء مع إعادة التوليد 3R

التذييل II

النقاط المرجعية العامة في شبكة النقل البصرية (OTN)

يوضح الشكل 1.II مجموعة من النقاط المرجعية العامة لعناصر شبكة بصرية (ONE) في شبكة النقل البصرية مستقبلاً.



الشكل G.959.1/1.II – النقاط المرجعية العامة لعناصر شبكة بصرية

عرّفت النقاط المرجعية في الشكل 1.II على النحو التالي:

- S_S هي نقطة مرجعية (أحادية القناة) على الليف البصري تقع مباشرة بعد واصل بصري لإرسال عنصر شبكة أحادي القناة للعملاء؛
- R_S هي نقطة مرجعية (أحادية القناة) تقع مباشرة قبل واصل بصري لاستقبال عنصر شبكة أحادي القناة للعملاء؛
- R_{M-S} هي نقطة مرجعية (أحادية القناة) تقع مباشرة بعد كل واصل من واصلات الخرج البصرية للسطح البيني الرافد لعنصر شبكة بصرية (الدليل "M-S" يشير إلى خرج أحادي القناة لنظام يمكن أن يكون متعدد القنوات)؛
- R_{S-M} هي نقطة مرجعية (أحادية القناة) تقع مباشرة قبل كل واصل من واصلات الدخل البصرية للسطح البيني الرافد لعنصر شبكة بصرية (الدليل "M-S" يشير إلى دخل أحادي القناة نحو نظام يمكن أن يكون متعدد القنوات)؛
- MPI-S_M هي نقطة مرجعية (متعددة القنوات) على ليف بصري تقع مباشرة عقب واصل الخرج البصري للسطح البيني لنقل عنصر شبكة بصرية؛
- MPI-R_M هي نقطة مرجعية (متعددة القنوات) على ليف بصري تقع مباشرة قبل واصل الدخل البصري للسطح البيني لنقل عنصر شبكة بصرية؛
- S_M هي نقطة مرجعية تقع مباشرة بعد واصل الخرج البصري لمضخم خطي بصري متعدد القنوات؛
- R_M هي نقطة مرجعية على ليف بصري تقع مباشرة قبل موصل الدخل البصري لمضخم خطي بصري متعدد القنوات.

تقع السطوح البينية للعملاء عند النقطتين المرجعيتين S_S وR_S، والمضخات الخطية مع النقطتين المرجعيتين S_M وR_M، خارج نقاط تطبيق هذه التوصية.

ويوضح المصطلح "عنصر شبكة بصرية (ONE) الحالة العامة لعنصر شبكي عام داخل شبكة النقل البصرية. وبوجه عام، فإن هذا العنصر يمكن أن يتوافر له ما يلي:

1) سطوح بينية متعددة القنوات فقط؛ أو

2) سطوح بينية أحادية القناة فقط؛ أو

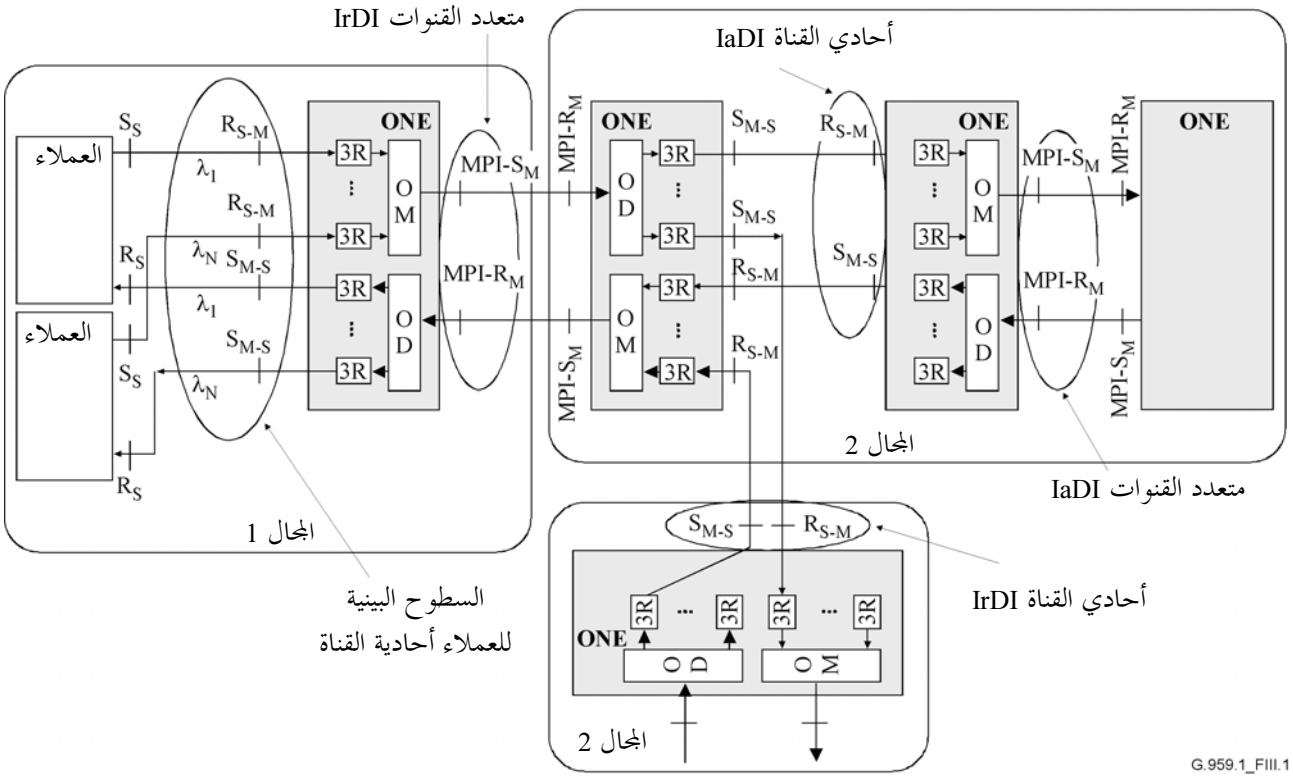
3) أي توليفة تجمع بين السطوح البينية أحادية القناة ومتعددة القنوات (أي أن العناصر الموجودة في الشكل 1.II لا تشير بأي حال من الأحوال إلى تشكيل معين).

التذييل III

إيضاحات بشأن استخدام النقاط المرجعية داخل السطح البيني لمجالين والسطح البيني داخل مجال واحد

يقدم الشكل 1.III إيضاحات إضافية بشأن تطبيق النقاط المرجعية العامة لشبكة النقل البصرية، كما حددت في التذييل II.

يمكن تشكيل الشبكات البصرية البسيطة بأجهزة تعدد الإرسال وإزالة تعدد الإرسال الخاصة بتعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة، الموصلة ظهراً لظهر، والتي تكون معدو إرسال بصري بسيط يقوم على الإدخال والإخراج (OADM) وترتبط عبر سطوح بينية أحادية القناة. ويتضح هذا الترتيب في الشكل 1.III.



الشكل G.959.1/1.III – أمثلة لسطوح بينية لمجالين وداخل مجال واحد، متعددة القنوات وأحادية القناة

التذييل IV

ملاحظات بشأن تنفيذ إشارات الإدارة

إن وجود إشارات لإدارة طبقات الشبكة البصرية وقسم تعدد الإرسال البصري وقسم الإرسال البصري سيعتبر ضرورياً لإنتاج شبكات النقل البصرية في المستقبل وترد أدناه بعض الملاحظات بشأن التنفيذ المادي لهذه الإشارات.

1.IV تنفيذ إشارات إدارة قناة بصرية

يمكن أن تكون هناك حاجة لتنفيذ إشارات الإدارة سواء كانت مصاحبة للقناة أو غير مصاحبة لها.

وفيما يتعلق بإشارات الإدارة المصاحبة للقناة جاء في التوصية G.709/Y.1331 تعرّيف نهج "الغلاف الرقمي". وتستخدم هذه الطريقة هيكل الرتل البصري، الذي يشمل بايتات علوية وبايتات الحمولة النافعة وبايتات التصحيح الأمامي للأخطاء.

ويمكن أيضاً أن يكون نقل المعلومات العلوية المصاحبة للقناة بواسطة آليات غير رقمية (بصرية) مثل تشكيل الموجة الحاملة الفرعية، ملائماً لبعض التطبيقات التي ستكون موضوع دراسة لاحقة. ويمكن لهذه التقنيات أن تُدخل نظاماً آخر فيما يتعلق بالخسائر.

وقناة المراقبة البصري هي النهج المحدد في التوصية G.709/Y.1331 لتنفيذ الإشارات غير المصاحبة للقناة. وقد نوقش هذا الموضوع أدناه في إطار تنفيذ إشارات إدارة قسم تعدد الإرسال البصري وقسم الإرسال البصري.

وتبدأ المعلومات العلوية لكل قناة بصرية وتنتهي في طبقة القناة البصرية لعناصر الشبكة البصرية.

2.IV تنفيذ إشارات إدارة قسم تعدد الإرسال البصري وقسم الإرسال البصري

إن قناة المراقبة البصرية هي قناة منفصلة تحمل المعلومات العلوية لتغطية احتياطات إدارة الشبكة. وتتقاسم رسائل الإدارة لطبقات OMS وOTS قناة المراقبة البصرية (OSC)، مع رسائل الإدارة لطبقة القناة البصرية التي تنقل من خلال التنفيذ غير المصاحب للقناة. ويمكن توفير قناة مراقبة بصرية لكلا اتجاهي الإرسال بغية التحكم في الإشارة متعددة القنوات في طبقات OTS وOMS في عناصر الشبكة البصرية.

ويرد في التوصية G.692 حالياً طول الموجة المفضل لقناة المراقبة البصرية. ولكي يتسنى في المستقبل تحديد طول موجة قناة المراقبة البصرية. ولكي يتسنى في المستقبل تحديد طول موجة قناة المراقبة البصرية، يحسن مراعاة المواءمة العرضية الكاملة وشفرات التطبيق البديلة.

التذييل V

الأرقام المخصصة لأعلى فئة من الإشارات البصرية الرافدة المقبولة في تسميات شفرة التطبيق

طبقاً للفقرة 3.5 من هذه التوصية، تصالح شفرة التطبيق على النحو التالي:

PnWx-ytz

وفي هذه التركيبة، y تشير إلى أعلى فئة في الإشارات البصرية الرافدة المقبولة:

- **1** تشير إلى NRZ 2,5G؛
- **2** تشير إلى NRZ 10G؛
- **3** تشير إلى NRZ 40G؛
- **7** تشير إلى RZ 40G.

ويعزى اختيار 7 لـ RZ 40G إلى أن الرقم 4 محجوز لفئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 160G، وأن فئات الإشارات RZ تبدأ عندئذ بـ y = 5. ويتضمن الجدول V.1 عرضاً لتوزيع الأرقام:

معدلات الإشارات البصرية الرافدة	NRZ	RZ
1,5G	0	
2,5G	1	5
10G	2	6
40G	3	7
160G	4	8

التذييل VI

تطبيقات فئة الإشارات البصرية الرافدة RZ 40G

من المتوقع أن تتضمن طبقة مقبلة لهذه التوصية مواصفات IrDI أحادية القناة مع معدل البتات/التشفير الخطي RZ 40G. ومن المتوقع أن تظهر هذه التطبيقات معدل تسامح أعلى إزاء التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) مما تظهره هذه التطبيقات في حالة معدل البتات/التشفير الخطي RZ 40G.

وتجري حالياً دراسة خصائص هذه التطبيقات في حالة نسب مئوية ثلاث مختلفة لاستخدام RZ: 33% و50% و67%.

- من المتوقع أن يكون تسامح PMD للدرجة الأولى هو الأعلى بالنسبة إلى 33% والأدنى بالنسبة إلى 67%.
- من المتوقع أن يكون تسامح PMD من الدرجة الثانية، على العكس من ذلك (التسامح الأعلى لـ 67% والأدنى لـ 33%) بالنظر إلى الطيف البصري الأوسع.
- تتوقف قيمة تسامح PMD من الدرجة الثانية لكل نسبة مئوية للاستخدام في حالة خسارة معينة على التشتت اللوني المتبقي على مستوى المكشاف (النقطة R_D على الشكل 7-3)، وهذا التشتت يتوقف بدوره على الانحراف الأقصى للتشتت اللوني على الوصلة وعلى تصميم الصندوق الأسود للمستقبل. وبالنظر إلى أن الانحراف الأقصى للتشتت

اللوني يعتبر عاملاً هاماً جداً لتصميم الوصلات بهذه المعدلات، فإن هذا المعلم يحدد بالاتفاق بين صانع الوصلات وبائع الأنظمة فيما يتعلق بالتطبيقات التي لا تتضمن عنصر تعويض التشتت التكيفي.

ومن المتوقع أن تشكل قائمة المعلمات والقيم الواردة في الجدول 1.VI أساساً لهذه التطبيقات المقبلة.

الجدول G.959.1/I.VI – القيم والمعلمات المصاحبة للسطح البين المشترك بين مجالين IrDI، أحادي القناة لفئة الإشارات البصرية الرافدة RZ 40G

المعلمة	الوحدة	P1L1-7A2 P1L1-7A3 P1L1-7A5
معلومات عامة		
العدد الأقصى للقنوات	–	1
معدل البت/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	RZ 40G
الحد الأقصى لمعدل الأخطاء في البتات	–	10^{-12}
نمط الليف	–	G.652، G.653، G.655
السطح البيني عند النقطة MPI-S		
التردد المركزي	THz	192,1
الانحراف الأقصى بالنسبة إلى التردد المركزي	GHz	40
نمط المصدر	–	SLM
أقصى دورة تشغيل	%	لمزيد من الدراسة
أدنى دورة تشغيل	%	لمزيد من الدراسة
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/10 MHz	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	35
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	+12
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	+9
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	10
مخطط قناع العين	–	RZ 40G
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R		
الحد الأقصى للتوهين	dB	22
الحد الأدنى للتوهين	dB	11
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	1600 for G.652، 280 for G.653 (الملاحظة 1)، 800 for G.655 (الملاحظة 1)
الحد الأقصى لانحراف التشتت اللوني	ps/nm	(الملاحظة 2)
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24
الحد الأقصى لمعامل الانكسار المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	–27
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	لمزيد من الدراسة
السطح البيني عند النقطة MPI-R		
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	+1
الحساسية الدنيا	dBm	–16
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	3 (الملاحظة 1)
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس لعنصر شبكة بصرية	dB	–27
الملاحظة 1 – قد تظهر الوصلات التي تستخدم الألياف G.653 أو G.655 خسارة مفرطة ناجمة عن المسير البصري تعزى إلى الآثار غير الخطية التي تتوقف على التوزيع الدقيق للتشتت في الوصلة. **الملاحظة 2** – ينبغي تحديد هذه القيمة بالاتفاق المشترك بين مورد الوصلات وبائع الأنظمة.		

التذييل VII

التطبيقات التي تستخدم تعويض التشتت الإلكتروني

من المتوقع أن يتضمن تنقيح مقبل لهذه التوصية قيم معلمات للتطبيقات P1L1-2D2E وP1L1-2D2FE وP1V1-2B2E و1V1-2B2FE في الجدول 8-10. وتتطلب شفرات التطبيق هذه وضع معلمة إضافية لضمان أن تكون الخصائص الطيفية للمرسِل ملائمة. وهذه المعلمة قيد الدراسة. ويمكن الاطلاع في الجدول 1.VII على مجموعة أولية من قيم المعلمات الأخرى بالنسبة لهذه التطبيقات.

الجدول G.959.1/1.VII – معلمات IrDI أحادي القناة للتطبيقات طويلة وطويلة المدى جداً باستخدام فئة الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G وتعويض التشتت الإلكتروني

المعلمة	الوحدة	P1L1-2D2E	1L1-2D2FE	P1V1-2B2E	1V1-2B2FE
معلومات عامة					
العدد الأقصى للقنوات	–	1	1	1	1
معدل البت/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled	NRZ 10G	NRZ OTU2 FEC enabled
الحد الأقصى لمعدل الأخطاء في البتات	–	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}
نمط الليف	–	G.652	G.652	G.652	G.652
السطح البيني عند النقطة MPI-S					
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565
نمط المصدر	–	SLM	SLM	SLM	SLM
الحد الأقصى للكثافة الطيفية للقدرة	mW/ 10 MHz	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	30	30	30	30
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	4+	4+	14+	14+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	0	1–	11+	11+
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	9	8,2	8,2	8,2
مخطط قناع العين	–	NRZ 10G 1550 nm region	NRZ 10G 1550 nm region	NRZ 10G 1550 nm region	NRZ 10G 1550 nm region
المسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R					
التوهين الأقصى	dB	22	22	33	33
التوهين الأدنى	dB	11	11	21	21
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	1600	1600	2400	2400
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S	dB	24	24	24	24
الحد الأقصى لمعامل الانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–	27–
الحد الأقصى من انتشار زمرة الترددات التفاضلية	ps	30	30	30	30
السطح البيني عند النقطة MPI-R					
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الدخل	dBm	7–	7–	7–	7–
الحساسية الدنيا	dBm	24–	25–	24–	24–
الحد الأقصى للخسارة المرتبطة بالمسير البصري	dB	2	2	2	2
الحد الأقصى لمعامل انعكاس عنصر شبكة بصرية	dB	27–	27–	27–	27–

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

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

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2006