الاتحـــــــاد الدولـــــــي للاتصـــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.693

(2005/01)

السلسلة G: أنظمـــة الإرســـال ووســـائطه والأنظمـــة والشـــبكات الرقميـــة

خصائص وسائط الإرسال – خصائص المكونات والأنظمة الفرعية البصرية

السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية

التوصيـــة ITU-T G.693

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	من G.100 إلى G.199
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	من G.200 إلى G.299
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	من G.300 إلى G.399
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	من G.400 إلى G.449
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة على الخطوط	من G.450 إلى G.499
خصائص وسائط الإرسال	من G.600 إلى G.699
خصائص المكونات والأنظمة الفرعية البصرية	**من G.660 إلى G.699**
التجهيزات المطرافية الرقمية	من G.700 إلى G.799
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	من G.900 إلى G.999
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب الخاصة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	من G.1000 إلى G.1999
خصائص وسائط الإرسال	من G.6000 إلى G.6999
التجهيزات المطرافية الرقمية	من G.7000 إلى G.7999
الشبكات الرقمية	من G.8000 إلى G.8999

يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات للحصول على مزيد من التفاصيل.

التوصيـــة ITU-T G.693

السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية

ملخص

تقدم هذه التوصية معلمات وقيم السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية أحادية القناة والتي يبلغ المجموع الاسمي لمعدلات البتات فيها 10 Gbit/s و40 Gbit/s. وترد في هذه التوصية أيضاً تطبيقات تتعلق بالألياف البصرية وفقاً للتوصيات G.652 وG.653 وG.655، لمسافات معينة تبلغ 0,6 km و2 km، ولمستويات توهين متنوعة.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) التابعة لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد على التوصية ITU-T G.693 بتاريخ 13 يناير 2005 وذلك بموجب الإجراء المحدد في التوصية ITU-T A.8.

تمهيد

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

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

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

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

ملاحظة

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

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

حقوق الملكية الفكرية

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

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

© ITU 2005

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

جدول المحتويات

الصفحة

1 نطاق التطبيق 1

2 المراجع 1

3 مصطلحات وتعاريف 1

1.3 مصطلحات مستقاة من توصيات أخرى 1

4 المختصرات 2

5 تصنيف السطوح البينية البصرية 2

1.5 التطبيقات 2

2.5 التسميات 3

6 تعاريف المعلمات 6

1.6 مدى أطوال الموجات التشغيلية للأنظمة 6

2.6 المرسل 6

3.6 المسير البصري 8

4.6 المستقبِل 10

7 قيم المعلمات البصرية 11

8 نهج الهندسة البصرية 16

التذييل I – تأثير اللغط البصري 16

التذييل II – أمثلة لتشكيلات النظام التي تستخدم تطبيقات محددة في هذه التوصية 17

التذييل III – الاختلافات في قيم المعلمات بين شفرات التطبيق وفقاً لهذه التوصية والشفرات المعادلة طبقاً للتوصيتين ITU-T G.691 و ITU-T G.959.1 18

التوصيـــة ITU-T G.693

السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية

1 نطاق التطبيق

إن الغرض من هذه التوصية هو عرض مواصفات السطوح البينية البصرية التي من شأنها أن تسمح لوصلات يصل طولها إلى 2 km، بالتواؤم المستعرض (متعددة المصنعين) للتوصيلات المحلية الذي يبلغ المجموع الاسمي لمعدلات البتات فيها 10 Gbit/s و40 Gbit/s. وتعرّف فيها أيضاً الألياف البصرية وفقاً للتوصيات G.652 وG.653 وG.655 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

ويمكن إضافة مواصفات سطوح بينية موازية في مراجعات لاحقة.

2 المراجع

تشير هذه التوصية إلى أحكام معينة في توصيات لاحقة صادرة عن قطاع تقييس الاتصالات، ومن ثم فإن هذه الأحكام تشكل جزءاً لا يتجزأ من 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 الأخرى الواردة أدناه. وتنشر على نحو منتظم قائمة بتوصيات القطاع التي لا تزال سارية. والإشارة إلى وثيقة في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها وضع التوصية.

- التوصية ITU-T G.652 (2003)، *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 (2003)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات التشتت المتخالف غير المعدوم.*
- التوصية ITU-T G.691 (2003)، *السطوح البينية البصرية للأنظمة STM-64 وأنظمة التراتب الرقمي المتزامن الأخرى ذات المكبرات البصرية.*
- التوصية ITU-T G.957 (1999)، *السطوح البينية البصرية للمعدات والأنظمة المتعلقة بالتراتب الرقمي المتزامن.*
- التوصية ITU-T G.959.1 (2003)، *السطوح البينية للطبقة المادية لشبكة النقل البصرية.*

3 مصطلحات وتعاريف

1.3 مصطلحات مستقاة من توصيات أخرى

تستخدم هذه التوصية المصطلح التالي الذي ورد تعريفه في التوصية ITU-T G.709/Y.1331:

- الوحدة البصرية للنقل OUTk التي أُحكم تقييسها.

تستخدم هذه التوصية المصطلحين التاليين المحددين في التوصية ITU-T G.959.1:

- صنف الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G.
- صنف الإشارات البصرية الرافدة NRZ 40G.

4 المختصرات

تستخدم هذه التوصية المختصرات التالية:

ASE البث التلقائي المكبر *(Amplified Spontaneous Emission)*

BER نسبة الخطأ في البتات *(Bit Error Ratio)*

DGD زمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات *(Differential Group Delay)*

EX نسبة الخمود *(Extinction ratio)*

ffs للمزيد من الدراسة *(For Further Study)*

MLM الأسلوب متعدد الطول *(Multi-Longitudinal Mode)*

MPI السطح البيني للمسير الرئيسي *(Main Path Interface)*

MPN ضوضاء تقسيم الأساليب *(Mode Partition Noise)*

NA لا ينطبق *(Not Applicable)*

NRZ عدم العودة إلى الصفر *(Non-Return to Zero)*

ORL خسارة العودة البصرية *(Optical Return Loss)*

PMD التشتت بأسلوب الاستقطاب *(Polarization Mode Dispersion)*

PRBS التتابع الاثنيني شبه العشوائي *(Pseudo Random Binary Sequence)*

RMS جذر متوسط التربيع *(Root Mean Square)*

SDH التراتب الرقمي المتزامن *(Synchronous Digital Hierarchy)*

SLM الأسلوب وحيد الطول *(Single-Longitudinal Mode)*

SMSR نسبة كبت الأساليب الجانبية *(Side Mode Suppression Ratio)*

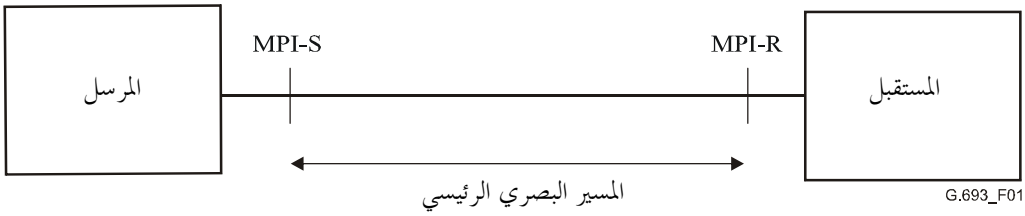
VSR مدى قصير جداً *(Very Short Reach)*

WDM تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجات *(Wavelength Division Multiplex)*

5 تصنيف السطوح البينية البصرية

1.5 التطبيقات

تعرّف هذه التوصية السطوح البينية البصرية للأنظمة المحلية أحادية القناة، وذلك فيما يتعلق بالوصلات التي يبلغ طولها 2 km على الأكثر. والغرض من وصف هذه السطوح البينية هو ضمان التواؤم المستعرض (متعدد المصنعين). ويوضح الشكل 1 نظاماً من النوع الذي تتناوله التوصية بالدراسة ويبين النقاط المرجعية المستخدمة لتحدد معلمات السطوح البينية البصرية.



ملاحظة – يشمل المسير البصري الرئيسي الألياف والموصّلات، وقد يشمل أجهزة بصرية منفعلة أخرى مثل التوصيلات المتقاطعة الفوتونية.

الشكل G.693/1 – مثال للوصلة البصرية يبين النقاط المرجعية المحددة في هذه التوصية

ترد المعلمات الخاصة بالمرسل عند النقطة MPI-S، وترد المعلمات المتعقلة بالمستقبل عند النقطة MPI-R، وترد معلمات المسير البصري الرئيسي بين هاتين النقطتين.

وتقدم هذه التوصية القيم القصوى للتشتت اللوني لأغراض تطبيقات الألياف البصرية وفقاً للتوصية ITU-T G.652، من خلال الشكل G.957/2.A، واستناداً إلى المسافة المستهدفة ومجموعة أطوال موجات التشغيل. وفيما يتعلق بتطبيقات الألياف البصرية وفقاً للتوصية ITU-T G.653، تحسب هذه القيم القصوى كحاصل ضرب المسافة المستهدفة في 3,3 ps/nm·km، باستثناء التطبيق VSR2000-2L3 حيث تكون القيمة معادلة لقيمة التطبيق VSR2000-2L2. وتستمد القيم القصوى للتشتت اللوني لتطبيقات الألياف G.655 من التوصية ITU-T G.655 مع استخدام المسافات المستهدفة للتطبيقات المعنية، باستثناء التطبيق VSR2000-2L5، حيث تكون القيمة معادلة للتطبيق VSR2000-2L2.

ويمكن للمسير البصري الرئيسي الموصوف في هذه التوصية أن يشمل أجهزة بصرية منفعلة مثل التوصيلات المتقاطعة الفوتونية التي تحدث توهيناً قوياً. وهكذا، فإن قيم التوهين الأقصى لا تعزى دائماً إلى المسافات المستهدفة في التطبيقات. وفي هذه التوصية، تستخدم فئات التوهين للتمييز بين التطبيقات التي لها نفس المصدر والألياف البصرية والمسافة المستهدفة، وتكون موجهة لنفس صنف الإشارات ولكن لها قيم مختلفة من حيث الحد الأقصى للتوهين. وتوجد أربع فئات للتوهين يبلغ الحد الأقصى لقيم التوهين فيها 4 dB و6 dB و12 dB و16 dB على التوالي. وعرِّفت أيضاً فئة خامسة (يقتضي الحد الأقصى للتوهين فيها مزيداً من الدراسة)، عندما يكون الحد الأقصى للفئة H من الضعف بحيث لا يشمل جميع التطبيقات.

وتشمل هذه التوصية تطبيقات ذات معدل إجمالي اسمي للبتات يبلغ 40 Gbit/s لفئة التوهين R. ومن المتوقع أنه عندما تبلغ تكنولوجيا 40 Gbit/s مرحلة النضج، ستحدد تطبيقات أخرى لفئة التوهين L.

ويقدم التذييل II أمثلة لتشكيلات النظام باستخدام تطبيقات حددت معالمها في هذه التوصية.

2.5 التسميات

يشار إلى التطبيقات في هذه التوصية بشفرات معينة. وتبين كل شفرة المسافة المستهدفة، والفئة الأعلى من الإشارات الفرعية البصرية المطبقة، وفئة التوهين وكذلك مصدر ونوع الألياف البصرية للتطبيق المعني.

– W-yAz

حيث:

W تشير إلى المسافة المستهدفة:

– VSR600 وVSR1000 وVSR2000 تشير إلى المسافات المستهدفة التي تبلغ 0,6 km و1 km و2 km على التوالي.

y تمثل الصنف الأعلى للإشارات البصرية الرافدة المطبقة:

– 2 تشير إلى الإشارات NRZ 10G؛

– 3 تشير إلى الإشارات NRZ 40G.

A تمثل فئات التوهين:

– R تشير إلى الحد الأقصى للتوهين البالغ 4 dB؛

– L تشير إلى الحد الأقصى للتوهين البالغ 6 dB؛

– M تشير إلى الحد الأقصى للتوهين البالغ 12 dB؛

– H تشير إلى الحد الأقصى للتوهين البالغ 16 dB؛

– V تشير إلى الحد الأقصى للتوهين وستدرس قيمته dB؛

وقد أدخلت الفئة V لحالات يكون فيها الحد الأقصى للتوهين من الفئة H من الضعف بحيث لا يشمل جميع التطبيقات.

z تمثل مصدر ونوع الألياف البصرية:

- 1 يشير اسمياً إلى مصادر تبلغ 1310 nm وألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.652؛
- 2 يشير اسمياً إلى مصادر تبلغ 1550 nm وألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.652؛
- 3 يشير اسمياً إلى مصادر تبلغ 1550 nm وألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.653؛
- 5 يشير اسمياً إلى مصادر تبلغ 1550 nm وألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.655؛

ويقدم الجدولان 1 و2 عرضاً موجزاً لشفرات التطبيقات الموصوفة في هذه التوصية.

الجدول G.693/1 – تصنيف السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها km 0,6

المسافة المستهدفة[أ]	**km 0,6**		
فئة التوهين[أ]	**R**	**M**	
طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)	1310	1310	1550
نوع الألياف البصرية	G.652	G.652	G.652 G.653 G.655
شفرات التطبيق لصنف الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G	VSR600-2R1	VSR600-2M1	VSR600-2M2 VSR600-2M3 VSR600-2M5
شفرات التطبيق لصنف الإشارات البصرية الرافدة NRZ 40G	–	–	–
[أ] أعطيت المسافات المستهدفة وفئات التوهين لأغراض التصنيف وليس على سبيل التحديد.			

الجدول G.693/2 – تصنيف السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها 2 km

المسافة المستهدفة[أ]	**2 km**					
فئة التوهين[أ]	**R**		**L**	**M**		**H**
طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)	1310	1550	1550	1310	1550	1550
نوع الألياف البصرية	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652 G.653 G.655	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652 G.653 G.655
شفرات التطبيق لصنف الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G	VSR2000-2R1	–	VSR2000-2L2 VSR2000-2L3 VSR2000-2L5	–	–	–
شفرات التطبيق لصنف الإشارات البصرية الرافدة NRZ 40G	VSR2000-3R1	VSR2000-3R2 VSR2000-3R3 VSR2000-3R5		VSR2000-3M1	VSR2000-3M2 VSR2000-3M3 VSR2000-3M5	VSR2000-3H2 VSR2000-3H3 VSR2000-3H5
[أ] أعطيت المسافات المستهدفة وفئات التوهين لأغراض التصنيف وليس على سبيل التحديد.						

6 تعاريف المعلمات

من المفترض أن جميع قيم المعلمات التي تعد وفقاً لأسوأ التوقعات، سيتسنى تلبيتها في إطار مجموعة الظروف العادية للتشغيل (أي تعاقب فترات الحرارة والرطوبة)، وستراعي أيضاً تأثير التقادم. وقد حددت المعلمات وفقاً للأهداف المرتبطة بتصميم الأقسام البصرية فيما يخص معدل الخطأ في البتات (BER) الذي لا ينبغي أن يتجاوز 10^{-12} لأي مجموعة من المعلمات في حدود القيم المبينة في الجداول لكل نظام معيّن. وإذا ما تحقق هذا الهدف، لن يكون من الضروري إجراء تصحيح أمامي للأخطاء.

وتشفير الخط البصري المستخدم للسطوح البينية للأنظمة في هذه التوصية هو تشفير اثنيني بدون عودة إلى الصفر (NRZ).

1.6 مدى أطوال الموجات التشغيلية للأنظمة

إن مدى أطوال الموجات التشغيلية للأنظمة هو الحد الأقصى للمدى المسموح به لطول موجة المصدر. وفي هذا المدى، يمكن اختيار طول موجة المصدر وفقاً لمختلف أشكال تدهور الألياف البصرية. وينبغي أن يكون مدى أطوال الموجات التشغيلية للمستقبل مماثلاً على الأقل على الأقل للمدى الأقصى المسموح به لطول موجة المصدر.

ويحدد أساساً مدى أطوال الموجات التشغيلية لأنظمة الإرسال بالألياف البصرية عن طريق خصائص التوهين والتشتت لمختلف أنواع الألياف البصرية والمصادر. وتتضمن التوصية ITU-T G.957 تحليلاً تفصيلياً لهذه الجوانب كلها.

ملاحظة – عندما يستخدم أمام المستقبل مرشاح بطول موجة ثابتة أو متآلفة لاستبعاد البث التلقائي المكّبر (ASE)، يمكن أن يصبح مدى أطوال الموجات التشغيلية محدوداً مما قد ينال من التلاؤم المستعرض.

2.6 المرسل

1.2.6 نوع المصدر

ستزود أجهزة الإرسال، تبعاً لخصائص التوهين/التشتت والمستوى التراتبي لكل شفرة تطبيق، بمعدات ليزر بالأسلوب متعدد الطول وبالأسلوب وحيد الطول. وتبين هذه التوصية، لكل تطبيق على حدة، نوعاً من المصادر الاسمية. وغني عن البيان أن هذه المعلومات تقدم على سبيل الإرشاد فحسب وأنه يمكن استبدال الأجهزة ذات الأسلوب وحيد الطول في حالة التطبيقات التي يكون فيها نوع المصدر الاسمي مناظراً للأسلوب متعدد الطول، دون أن يترتب على ذلك إلحاق أي ضرر بأداء النظام.

2.2.6 الخصائص الطيفية

1.2.2.6 العرض الأقصى لجذر متوسط التربيع

يراعي العرض الأقصى لجذر متوسط التربيع أو الانحراف المعياري σ (nm) للتوزيع الطيفي لليزر بالأسلوب متعدد الطول، جميع أساليب الليزر التي لا تزيد عن 20 dB، تحت أسلوب الذروة المناظر. ولا يحتاج إلى هذه الخاصية سوى نظام مزود بالليزر بالأسلوب متعدد الطول يبلغ 1310 nm.

2.2.2.6 الحد الأقصى للعرض البالغ –20 dB

الحد الأقصى للعرض البالغ –20 dB (nm) لليزر وفقاً للأسلوب متعدد الطول هو الحد الأقصى الكامل لذروة طول الموجة المركزي، والذي يبلغ –20 dB، تحت السعة القصوى لطول الموجة المركزي في ظل ظروف تشغيل طبيعية.

3.2.2.6 نسبة كبت الأساليب الجانبية

تعرّف نسبة كبت الأساليب الجانبية (SMSR) بأنها نسبة القمة العليا الأولى للطيف الإجمالي للمصدر إلى القمة العليا الثانية. وستكون الاستبانة الطيفية للقياس أفضل (أي أن عرض نطاق الليف البصري سيكون أقل) من العرض الطيفي الأقصى للذروة، كما ذُكر أعلاه. وقد تأتي القمة العليا الثانية بعد القمة الأولى مباشرة أو تكون بعيدة جداً عنها.

ملاحظة – إن ذروات الطيف المنفصلة عن أعلى ذروة بواسطة تردد الميقاتية لا تعتبر ضمن هذا التعريف أساليب جانبية.

ويهدف توصيف النسبة SMSR إلى التقليل قدر المستطاع من حدوث توهين نسبة الخطأ في البتات الناجم عن ضوضاء تقسيم الأساليب (MPN). ونظراً لأن ضوضاء تقسيم الأساليب ذات طابع مؤقت واحتمال ضعيف، فإن قياسات نسبة كبت الأساليب الجانبية على التتابع الاثنيني شبه العشوائي (PRBS) أو الإشارات المتصلة يمكن أن تقلل من قيمة ضوضاء تقسيم الأساليب. ونسبة كبت الأساليب الجانبية ليست خاصية ملائمة إلاّ في حالة مصادر الليزر بالأسلوب وحيد الطول.

3.2.6 الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج

القيمة القصوى لمتوسط قدرة تتابع البيانات شبه العشوائي المجمعَّة في الألياف بواسطة جهاز الإرسال.

4.2.6 الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج

القيمة الدنيا لمتوسط قدرة تتابع البيانات شبه العشوائي المجمعَّة في الألياف بواسطة جهاز الإرسال.

5.2.6 نسبة الخمود

تعرّف نسبة الخمود (EX) على النحو التالي:

$$EX = 10 \times \mathrm{Log}_{10}\,(A/B)$$

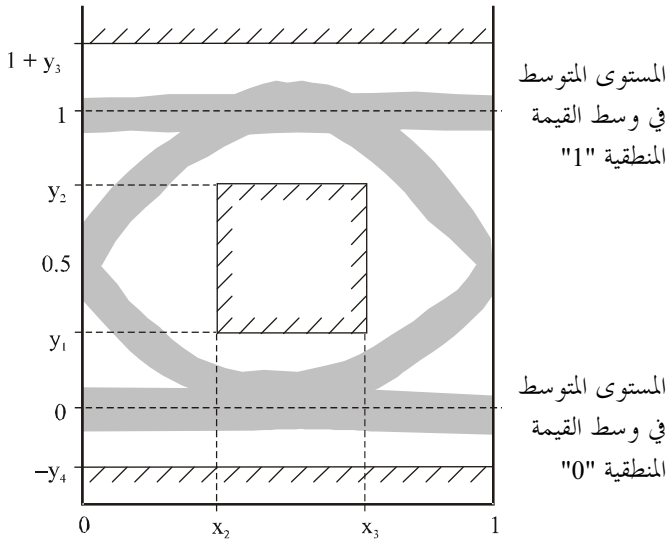
في التعريف السابق لنسبة الخمود، A هي مستوى متوسط القدرة البصرية في وسط القيمة المنطقية "1" وB هي مستوى متوسط القدرة البصرية في وسط القيمة المنطقية "0" وفيما يلي الصيغة التي تمَّ اعتمادها للمستويات البصرية المنطقية:

- إرسال الضوء للقيمة المنطقية "1"؛
- عدم الإرسال للقيمة المنطقية "0".

6.2.6 قناع مخطط العين

يلاحظ في هذه التوصية أن الخصائص العامة لأشكال النبضات التي يبثها جهاز الإرسال، ألا وهي وقت الصعود والهبوط، والتشكيل الزائد والتشكيل المنقوص، والرنين، ينبغي إحكام الرقابة عليها لتحاشي التدهور المفرط في درجة حساسية المستقبل. وقد حددت هذه الخصائص كلها في شكل قناع لمخطط عين المرسل عند النقطة MPI-S. ولأغراض تقييم الإشارة المرسلة، فإن من الأهمية بمكان مراعاة ليس فقط فتحة العين، ولكن أيضاً الحدود المتعلقة بالتشكيل الزائد والتشكيل المنقوص للنبضات. ويوضح الشكل 2 المعلمات التي تحدد قناع مخطط عين المرسل.

وفيما يتعلق بمخططات عين المرسل التي يمكن قبولها، ينبغي تحاشي تجاوز الخطوط المظللة. والترتيبات التجريبية وقيم التفاوت المسموح به لمراشيح مستقبل بصري أي إشارات NRZ 10G، هي نفسها المحددة في الملحق G.691/A للوحدة STM-64. أما أوجه التفاوت المسموح بها للمراشيح فيما يتعلق بالإشارات NRZ 40G فإنها ستدرس لاحقاً.



	NRZ 10G 1310 nm region	NRZ 10G 1550 nm region	NRZ 40G
$x_3–x_2$	0.2	0.2	0.2
y_1	0.25	0.25	0.25
y_2	0.75	0.75	0.75
y_3	0.4	0.25	0.25
y_4	0.25	0.25	0.25

G.693_F02

ملاحظة – لا ينبغي أن تكون النقطتان x_2 وx_3 للقناع المستطيل للعين على مسافة مماثلة من المحورين العموديين عند 0 UI و1 UI.

الشكل G.693/2 – قناع مخطط العين للإشارة البصرية المرسلة

3.6 المسير البصري

لكي يتسنى ضمان أداء النظام فيما يتعلق بكل تطبيق من التطبيقات المذكورة في الجدول 1، ينبغي تحديد خصائص التوهين والتشتت للمسير البصري بين النقطتين MPI-S وMPI-R.

1.3.6 الحد الأقصى للتوهين

الحد الأقصى لتوهين المسير هو الحد الذي يصل إليه النظام المعني عندما يعمل في ظروف نهاية عمره الافتراضي بمعدل خطأ في البتات يبلغ 10^{-12} (أو المعدل الذي تبينه شفرة التطبيق)، وفي ظل أسوأ الأحوال فيما يتعلق بالإشارة والتشتت على جانب الإرسال. ومن المفترض أن مواصفات التوهين تتعلق بأسوأ الحالات بما في ذلك الخسائر الناجمة عن الجدالات والواصلات والموهنات البصرية (في حال استعمالها) وغير ذلك من المعدات البصرية المنفعلة مثل التوصيلات المتقاطعة الفوتونية، والهوامش الإضافية للكبلات الرامية إلى تغطية التدهور المحتمل للواصلات، والموهنات البصرية وغيرها من المعدات البصرية المنفعلة بين النقطتين MPI-S وMPI-R في حال استعمالهما.

2.3.6 الحد الأدنى للتوهين

الحد الأدنى لتوهين المسير هو الحد الذي يسمح للنظام المعني من العمل في أسوأ الظروف على جانب الإرسال وبمعدل خطأ في البتات لا يتجاوز 10^{-12} (أو المعدل الذي تبينه شفرة التطبيق).

3.3.6 التشتت

1.3.3.6 الحد الأقصى للتشتت اللوني

تحدد هذه المعلمة القيمة المطلقة القصوى غير المعادلة للتشتت اللوني للمسير الرئيسي والتي يمكن أن يتحملها النظام. والتسامح الأقصى المطلوب لتشتت الأنظمة يقدّر بقيمة معادلة للمسافة المستهدفة مضروبة في 20 ps/km·nm للألياف البصرية وفقاً للتوصية ITU-T G.652، ومضروبة في 3,3 ps/km·nm للألياف البصرية وفقاً للتوصية ITU-T G.653، في المنطقة 1550 nm، وكذلك للألياف البصرية وفقاً للتوصية ITU-T G.652، ومجموعة من أطوال الموجات التشغيلية بين 1290 nm و1330 nm. وقد حدد التسامح الأقصى المطلوب لتشتت الأنظمة التي يتراوح طول موجاتها التشغيلية بين 1530 nm و1565 nm للألياف البصرية وفقاً للتوصية ITU-T G.655، بقيمة معادلة للمسافة المستهدفة مضروبة في 10 ps/km·nm. وهذه القيم كلها تتعلق بأسوأ الحالات بالنسبة إلى تشتت أنواع الألياف البصرية المعنية.

وتشمل القيمة القصوى للتشتت اللوني مساهمات من الألياف البصرية وغيرها من العناصر الموجودة على طول المسير البصري. وفي الحالات التي تحدث فيها المعدات البصرية المنفعلة المزيد من التشتت اللوني، قد يتعين تخفيض مسافة الوصلة التي يمكن تركيبها. ولكي يتسنى تجاوز هذه العقبة أو هذا التقييد، يحسن استعمال تطبيق تكون فيه نسبة التسامح مرتفعة فيما يتعلق بالتشتت اللوني.

ويأخذ التدهور المسموح به في الحسبان جميع الآثار الحتمية الناجمة عن التشتت اللوني وكذلك النتائج المترتبة على الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات.

2.3.3.6 الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات

زمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات هو الفارق الزمني بين أجزاء النبضة التي تبث في حالتي الاستقطاب الرئيسيتين لإشارة بصرية. ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن هذا الموضوع في التوصية ITU-T G.691.

وفي هذه التوصية يعرّف الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات على أنه قيمة زمن الانتشار التفاضلي التي ينبغي أن يتحملها النظام مع حد أقصى لانخفاض الحساسية قدره 1 dB.

4.3.6 الانعكاسات

تحدث الانعكاسات نتيجة لعدم تواصل مؤشر الانكسار على طول المسير البصري. وإذا لم يتسن التحكم في هذه الانعكاسات فإنها يمكن أن تنال من أداء النظام بما لها من تأثير سلبي على تشغيل المصدر البصري أو المضخم، أو من خلال انعكاسات متعددة تؤدي إلى ضوضاء ناتجة عن قياس التداخل على مستوى المستقبل. وفي هذه التوصية يمكن التحكم في انعكاسات المسير البصري عن طريق تحديد ما يلي:

- الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية (ORL) للكبل عند النقطة MPI-S، بما في ذلك الواصلات؛
- الحد الأعلى للانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S وMPI-R.

ويشير عامل الانعكاس إلى الانعكاس من أي نقطة انعكاس منفصلة، بينما تعني عبارة خسارة العودة البصرية إجمالي القدرة المنعكسة من الليف البصري كله، بما في ذلك الانعكاسات المتقطعة والانتثار الخلفي مثل انتثار رايلي.

ويرد في التذييل G.957/I وصف لطرق قياس الانعكاسات. ولأغراض قياس عامل الانعكاس وخسارة العودة، يفترض أن النقطتين MPI-S وMPI-R تقعان عند نهاية كل واصلة من الواصلات. ومن المسلم به أن هذا لا يشمل القدرات الفعلية لانعكاس الواصلات المختلفة للنظام التشغيلي، ومن المفترض أن يكون لهذه الانعكاسات نفس القيمة الاسمية لنوع الواصلات المستعملة.

وينبغي أن يكون العدد الأقصى للواصلات أو نقاط الانعكاس الأخرى التي يمكن إدخالها في المسير البصري (مثل أرتال التوزيع أو عناصر تقسيم طول الموجة بتعدد الإرسال) كافياً بحيث يسمح بتحقيق خسارة العودة البصرية المحددة بوجه عام. وإذا لم يتسن تحقيق ذلك باستعمال واصلات تفي بالقيم المذكورة في الجدولين 3 و4 لأغراض الحد الأقصى للانعكاسات المتقطعة، فلا بد من

استعمال واصلات ذات قدرات انعكاسية أفضل. وثمة بديل آخر يتمثل في تخفيض عدد الواصلات. وقد يصبح من الضروري أيضاً الحد من عدد الواصلات أو استخدام واصلات ذات قدرات انعكاسية معززة من أجل تحاشي الأعطال غير المقبولة الناجمة عن تعدد الانعكاسات.

ويلاحظ في الجدولين 3 و4 أن قيمة العامل الأقصى للانعكاس المتقطع وهي –27 dB بين النقطتين MPI-S وMPI-R ترمي إلى التقليل قدر الإمكان من آثار تعدد الانعكاسات (مثل ضوضاء قياس التداخل). ويجري اختيار قيمة العامل الأقصى لانعكاس جهاز الاستقبال بحيث لا يحدث تدهور غير مقبول بسبب تعدد الانعكاسات لجميع التشكيلات المحتملة للأنظمة التي تنطوي على واصلات متعددة وما إلى ذلك. ومن المعروف أن عدد الانعكاسات المتعددة في الأنظمة التي تستعمل عدداً أقل من الواصلات أو الواصلات التي لها قدرات أعلى، يعتبر محدوداً، ومن ثم فإن بوسع هذه الأنظمة أن تتحمل مستقبلات ذات معدل انعكاس أعلى.

4.6 المستقبِل

1.4.6 الحساسية

تعرّف حساسية المستقبل بأنها القيمة الدنيا لبلوغ معدل خطأ في البتات قدره 1×10^{-12}، لمتوسط القدرة المستقبلة عند النقطة MPI-R. وذلك يتطلب استيفاء شروط مرسل قيم الحالة الأسوأ لقناع عين المرسل، ونسبة الخمود، وخسارة العودة البصرية عند النقطة MPI-S، وتدهور واصلات جهاز الاستقبال وأوجه التفاوت المسموح بها في القياسات. وترد في الملحق G.691/A دراسة أكثر استفاضة لتعريف حساسية المستقبل في أسوأ الظروف.

ولا ينبغي استيفاء شرط حساسية المستقبل في وجود التشتت أو اللغط البصري أو الانعكاسات. ويمكن أخذ هذه الآثار في الحسبان كل على حدة وذلك عن طريق تعيين الحد الأقصى لتدهور المسير البصري.

ملاحظة – لا ينبغي استيفاء شرط حساسية المستقبل في حالة فرط ارتعاش المرسل نسبة إلى حدود توليد الارتعاش المناسب (مثال، الإشارات البصرية الرافدة (OTN) كما ترد في التوصية G.8251).

وحساسيات المستقبل المذكورة في الجدولين 3 و4 هي عبارة عن قيم لأسوأ الحالات ونهاية العمر الافتراضي. وينبغي أن تكون في وضع يمكّنها من مراعاة تقادم المستقبل والظروف البيئية.

2.4.6 الحمولة الزائدة

الحمولة الزائدة لمستقبل هي القيمة القصوى المقبولة لبلوغ معدّل خطأ في البتات قدره 1×10^{-12}، لمتوسط القدرة المستقبلة عن النقطة MPI-R.

3.4.6 تدهور المسير

تدهور المسير هو الانخفاض الظاهري في حساسية المستقبل والناجم عن تشوه شكل موجة الإشارة أثناء بثها على طول المسير. ويتجلى هذا التدهور في توجه منحيات معدلات الخطأ في البتات نحو مستويات أعلى لقدرة الدخل ويعتبر هذا تدهوراً إيجابياً للمسير في واقع الأمر. ويمكن أن يحدث تدهور سلبي في بعض الحالات ولكن عادة ما يكون محدوداً (ويدّل التدهور السلبي للمسير على أن عين المرسل غير الكاملة قد تحسنت جزئياً نتيجة للتشوهات المرتبطة بالمسير). ومن الناحية المثالية فإن منحنيات ومعدلات الخطأ في البتات لا ينبغي أن تشهد سوى بعض التحولات أو التنقلات، ولكن قد تحدث أيضاً بعض التغيرات في الشكل، وقد تشير إلى ظهور مستويات دنيا لمعدل الخطأ في البتات يبلغ قدره 10^{-12}.

ومن المسموح به أيضاً حدوث تدهور أقصى للمسير يبلغ 1 dB للأنظمة ذات التشتت الضعيف. ولا ينبغي لأوجه التدهور في المسير أن تكون متناسبة مع المسافات المستهدفة وذلك لكي لا تتعرض أنظمة التشغيل لتدهور شديد.

ويراعى في التدهور المسموح به للمسير متوسط قيمة التدهورات العشوائية الناجمة عن التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD). وفي هذا الصدد، ينبغي لمجموعة الإرسال/الاستقبال أن تتحمل زمن انتشار تفاضلي حقيقي لمجموعة الترددات يبلغ 0,3 من البتات، مع انخفاض أقصى في الحساسية يبلغ 1 dB (50% من القدرة البصرية في كل حالة رئيسية للاستقطاب). وفيما يتعلق بمستقبل

أحكم تصميمه، فإن هذا يعني تدهوراً يتراوح بين 0,1 و0,2 لزمن انتشار تفاضلي لمجموعة الترددات يبلغ 0,1 من البتات. وزمن الانتشار التفاضلي الفعلي لمجموعة الترددات والذي يمكن ملاحظته في التشغيل هو خاصية مرتبطة بالألياف/الكبلات وهو يختلف بطريقة عشوائية ولا يمكن تحديده في هذه التوصية. وقد درس هذا الموضوع على نحو أكثر استفاضة في التذييل G.691/I.

ومن المفترض في أوجه التدهور الأخرى في الحساسية والناجمة عن اللغط البصري (مثل تلك الناجمة عن التبديل غير المثالي) هو من الصغر بحيث لا مكن إدراجها في قيمة تدهور المسير. أما الحالات التي لا ينطبق عليها ذلك، فينبغي أن تخضع لمزيد من الدراسة. ويتضمن التذييل I دراسة أكثر تفصيلاً للتدهور الناجم عن اللغط البصري.

7 قيم المعلمات البصرية

ترد في الجدولين 3 و4 قيم المعلمات البصرية للتطبيقات المذكورة في الجدولين 1 و2. والأنظمة التي تطبق هذه القيم ليست بحاجة إلى تصحيح أمامي للأخطاء من أجل الوفاء بأهداف معدل الأخطاء في البتات. ويتضمن الجدولان 3 و4 أعمدة يوجد بها أكثر من شفرة للتطبيق في العناوين. وحيث تحتوي مداخل الصفوف في هذه الأعمدة على قيمة وحيدة، فإنها تنطبق على جميع شفرات التطبيق. وعندما يتضمن السطر عدة مداخل، فإن قيمتها تنطبق تبعاً لترتيب ظهورها في شفرات التطبيق المذكورة في خانة عنوان العمود.

وفيما يتعلق بالتطبيقات التي ذكرت من قبل على وجه التحديد في التوصية ITU-T G.691 أو ITU-T G.959.1، فقد أشير في التذييل III إلى الاختلافات بين قيم المعلمات وفقاً للتوصية ITU-T G.693 والقيم تبعاً لشفرات التطبيق وفقاً للتوصيتين ITU-T G.691 وITU-T G.959.1 ، اللتين حلت محلهما التوصية ITU-T G.693.

الجدول G.693/3 – معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها 0,6 km

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR600-2R1	VSR600-2M1	VSR600-2M2 VSR600-2M3 VSR600-2M5
شفرة التطبيق G.691		I-64.1r		
شفرة التطبيق G.959.1		P1I1-2D1r		
المسافة المستهدفة	m	600	600	600
معدل البتات/تشفير الخط للإشارات البصرية	–	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G
نوع الألياف	–	G.652	G.652	G.652 G.653 G.655
المرسل عند النقطة المرجعية S-MPI				
نوع المصدر		الأسلوب متعدد الطول	الأسلوب متعدد الطول	الأسلوب وحيد الطول
مدى أطوال الموجات التشغيلية	nm	1360–1268	1360–1268	1565–1530
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	1–	5+	2+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	6–	2+	1–
خصائص الطيف:				
– الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التربيع (σ)	nm	3	3	لا ينطبق
– الحد الأقصى للعرض عند –20 dB	nm	لا ينطبق	لا ينطبق	لمزيد من الدراسة
– الحد الأدنى لنسبة كبت الأساليب الجانبية	dB	لا ينطبق	لا ينطبق	30
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	6	6	8,2

الجدول G.693/3 – معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها km 0,6

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR600-2R1	VSR600-2M1	VSR600-2M2 VSR600-2M3 VSR600-2M5
المسير البصري الرئيسي من MPI-S إلى MPI-R				
الحد الأقصى للتوهين	dB	4	12	12
الحد الأدنى للتوهين	dB	0	6[أ]	3[أ]
الحد الأقصى للتشتت اللوني[ب]	ps/nm	3,8	3,8	12 من أجل G.652 [ج] 2 من أجل G.653 6 من أجل G.655
الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات	ps	30	30	30
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية للكبل عند MPI-S، بما في ذلك الواصلات	dB	14	14	14
الحد الأقصى لمؤشر الانعكاس المتقطع الواقع بين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–
التوهين المرتبط بالاستقطاب	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
المستقبل عند النقطة المرجعية MPI-R				
الحد الأدنى للحساسية (معدل الخطأ في البتات 1×10^{-12})	dBm	11–	11–	14–
الحد الأدنى للحمل الزائد	dBm	1–	1–	1–
الحد الأقصى لتدهور المسير البصري	dB	1	1	1
العامل الأقصى لانعكاس المستقبل، المقيس عند MPI-R	dB	14–	14–	14–

[أ] هذه القيمة للحد الأدنى للتوهين ليست مرغوبة على الإطلاق. والمطلوب هو قيمة تبلغ 0 dB، ويحسن العمل من أجل الوصول إليها عندما تصل التكنولوجيا إلى مرحلة النضج.

[ب] إذا كانت الأجهزة البصرية المنفعلة على طول المسير البصري الرئيسي هي السبب في تشتت لوني إضافي، يمكن تخفيض طول الوصلة الممكن تركيبها. وإذا لم يتسن تحقيق ذلك للتغلب على هذه العقبة، فإنه يحسن استعمال تطبيق تكون فيه القدرة على تحمل التشتت اللوني أكثر ارتفاعاً.

[ج] يمكن استعمال هذا التطبيق أيضاً للألياف البصرية G.653 وG.655.

الجدول G.693/4 – معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها 2 km

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR2000-2R1	VSR2000-2L2 VSR2000-2L3 VSR2000-2L5	VSR2000-3R1[h]	VSR2000-3R2[f] VSR2000-3R3[e] VSR2000-3R5[e]	VSR2000-3M1	VSR2000-3M2 VSR2000-3M3 VSR2000-3M5	VSR2000-3H2 VSR2000-3H3 VSR2000-3H5
شفرة التطبيق G.691		I-64.1	I-64.2r – –					
شفرة التطبيق G.959.1		P1I1-2D1	P1I1-2D2r					
المسافة المستهدفة	km	2	2	2	2	2	2	2
معدل البتات/تشفير الخط للإشارات البصرية	–	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G
نوع الألياف	–	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652 G.653 G.655
المرسل عند النقطة المرجعية MPI-S								
نوع المصدر		الأسلوب وحيد الطول	الأسلوب وحيد الطول	الأسلوب وحيد الطول	الأسلوب وحيد الطول	الأسلوب وحيد الطول	الأسلوب وحيد الطول	الأسلوب وحيد الطول
مدى أطوال الموجات التشغيلية	nm	1330–1290	1565–1530	1330–1290	1565–1530	1330–1290	1565–1530	1565–1530
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	1–	1–	3+	3+	10+	3+	3+
الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج	dBm	6–	5–	0	0	8+	0	0
خصائص الطيف:								
– الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التربيع (σ)	nm	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق
– الحد الأقصى للعرض عند –20 dB	nm	1	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
– الحد الأدنى لنسبة كبت الأساليب الجانبية	dB	30	30	35	35	35	35	35
الحد الأدنى لنسبة الخمود	dB	6	8,2	8,2	8,2	8,2	7	7

الجدول G.693/4 – معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها km 2

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR2000-2R1	VSR2000-2L2 VSR2000-2L3 VSR2000-2L5	VSR2000-3R1[هـ]	VSR2000-3R2[f] VSR2000-3R3[e] VSR2000-3R5[e]	VSR2000-3M1	VSR2000-3M2 VSR2000-3M3 VSR2000-3M5	VSR2000-3H2 VSR2000-3H3 VSR2000-3H5
المسير البصري الرئيسي من MPI-S إلى MPI-R								
الحد الأقصى للتوهين	dB	4	6	4	4	12	12	16
الحد الأدنى للتوهين	dB	0	0	0	0	8[أ]	3[أ]	3
الحد الأقصى للتشتت اللوني[ب]	ps/nm	6,6	40	6,6	40 لـ G.652[ج] 6,6 لـ G.653 20 لـ G.655	6.6	40 لـ G.652[ج] 6,6 لـ G.653 20 لـ G.655	40 لـ G.652[ج] 6,6 لـ G.653 20 لـ G.655
الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات	ps	30	30	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية للكبل عند MPI-S، بما في ذلك الواصلات	dB	14	24	24	24	24	24	24
الحد الأقصى لمؤشر الانعكاس المتقطع الواقع بين MPI-S وMPI-R	dB	27–	27–	27–	27–	27–	27–	27–
التوهين المرتبط بالاستقطاب	dB	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة	لمزيد من الدراسة
المستقبل عند النقطة المرجعية MPI-R								
الحد الأدنى للحساسية (معدل الخطأ في البتات 1×10^{-12})	dBm	11–	13–	5–	6– لـ G.652 5– لـ G.653 5– لـ G.655	5–	14– لـ G.652 13– لـ G.653 13– لـ G.655	18– لـ G.652 17– لـ G.653 17– لـ G.655
الحد الأدنى للحمل الزائد	dBm	1–	1–	3+	3+	2+	0	0
الحد الأقصى لتدهور المسير البصري	dB	1	2	1[د]	2 لـ G.652[د] 1 لـ G.653[د] 1 لـ G.655[د]	1[د]	2 لـ G.652[د] 1 لـ G.653[د] 1 لـ G.655[د]	2 لـ G.652[د] 1 لـ G.653[د] 1 لـ G.655[د]
العامل الأقصى لانعكاس المستقبل، المقيس عند MPI-R	dB	14–	27–	27–	27–	27–	27–	27–

الجدول G.693/4 – معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها km 2

[أ] هذه القيمة للحد الأدنى للتوهين ليست مرغوبة على الإطلاق. والمطلوب هو قيمة تبلغ 0 dB، ويحسن العمل من أجل الوصول إليها عندما تصل التكنولوجيا إلى مرحلة النضج.
[ب] إذا كانت الأجهزة البصرية المنفعلة على طول المسير البصري الرئيسي هي السبب في تشتت لوني إضافي، يمكن تخفيض طول الوصلة الممكن تركيبها. وإذا لم يتسن تحقيق ذلك للتغلب على هذه العقبة، فإنه يحسن استعمال تطبيق تكون فيه القدرة على تحمل التشتت اللوني أكثر ارتفاعاً.
[ج] يمكن استعمال هذا التطبيق أيضاً للألياف البصرية G.653 وG.655.
[د] تحتاج الطريقة المستخدمة للتحقق من هذا التدهور لمزيد من الدراسة.
[هـ] من المطلوب وجود مستقبل تتوفر فيه هذه المواصفات للتشغيل في أي من شفرات التطبيق VSR2000-3R1 أو VSR2000-3R3 أو VSR2000-3R5. وسيتراوح الحد الأدنى لطول موجة تشغيلية بين 1290-1330 nm و1530-1565 nm.
[و] يشغل المستقبل الذي تتوفر فيه شروط التطبيق VSR2000-3R2 في أي من شفرات التطبيق VSR2000-3R3 أو VSR2000-3R5. كما يشغل في شفرة التطبيق VSR2000-3R1 إذا عمل في مدى طول موجات يتراوح بين 1290 nm و1330 nm.

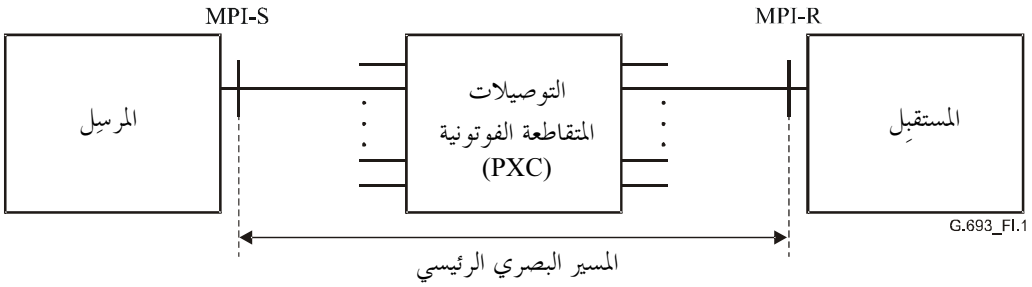
8 نهج الهندسة البصرية

فيما يتعلق بالتصميمات في أسوأ الحالات، يوضح الشكل G.957/3 العلاقات بين الحد الأقصى والحد الأدنى للقدرة المتوسطة للخرج، والحد الأقصى والحد الأدنى للتوهين، والحد الأدنى للتشبع، والحد الأدنى للحساسية، والحد الأقصى لتدهور المسير البصري.

التذييل I

تأثير اللغط البصري

تنطوي بعض التطبيقات في هذه التوصية على توصيلات متقاطعة فوتونية منفعلة في المسير البصري، كما يتضح في الشكل 1.I. وقد تُحدث التوصيلات المتقاطعة الفوتونية لغطاً بصرياً قوياً بسبب قصور في التبديل.



الشكل G.693/1.I – مثال لوصلة بصرية يوضح استخدام وصلات متقاطعة فوتونية منفعلة بين MPI-S وMPI-R

اللغط البصري هو نسبة القدرة الإجمالية للإزعاج، مع استيفاء الشروط المحددة، إلى القدرة في الإشارة المطلوبة، عند النقطة المرجعية MPI-R في الشكل 1.I، داخل عرض النطاق البصري للمستقبل البصري المعبّر عنه بالوحدات dB.

وقد يتأثر أداء النظام البصري نتيجة لمستوى اللغط البصري في الإشارة التي تصل إلى مستوى المستقبل. وسيؤدي اللغط البصري الزائد عند مستوى المستقبل إلى تدني أداء النظام كله، بدرجة تعادل التدهور الناجم عن اللغط.

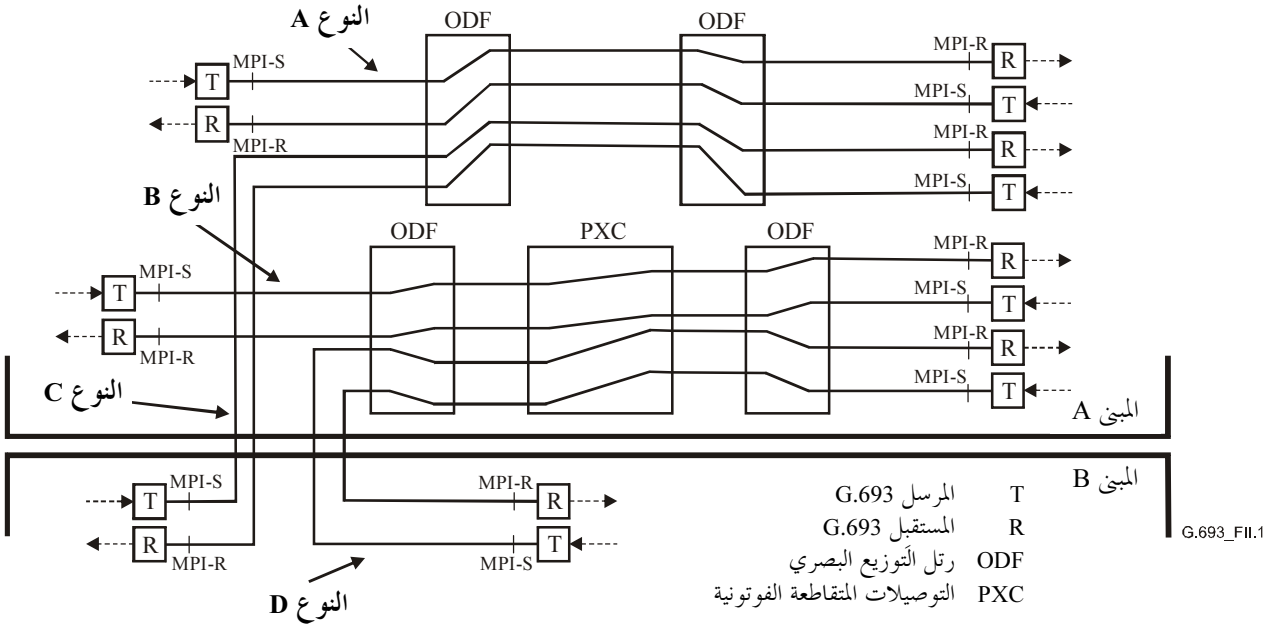
وثمة حاجة إلى إجراء دراسات إضافية لتحديد التدهور المسموح به والناجم عن اللغط البصري.

التذييل II

أمثلة لتشكيلات النظام التي تستخدم تطبيقات محددة في هذه التوصية

تتميز التطبيقات المحددة في هذه التوصية بأن المسافات المستهدفة فيها قصيرة نسبياً، إذ تقل عن 2 km أو تعادل ذلك. وهذه الميزة تعني أن التوهين الإجمالي للمسير البصري الرئيسي سيعزى أساساً إلى خسائر الواصلات والأجهزة البصرية المنفعلة أكثر مما يعزى إلى الخسائر المرتبطة بالألياف البصرية.

يوضح الشكل 1.II تشكيلات تناظر تطبيقات مختلفة محددة في هذه التوصية، ذات مجموعات مختلفة من حيث فئة التوهين والمسافة المستهدفة. ويوضح الشكل أنه باختيار تطبيق معين، فإن ما يحدد فئة التوهين هو الأجهزة الموجودة في المسير البصري الرئيسي، على سبيل المثال، وما إذا كانت هناك واصلات متقاطعة فوتونية أم لا، بينما يلاحظ أن اختيار المسافة المستهدفة يحدد بناء على القرب النسبي للمعدات التي يصل بينها السطح البيني G.693.



السطح البيني	فئة (فئات) التوهين	المسافة المستهدفة
النوع A	R (4 dB)	0,6 km
النوع B	M (12 dB)	0,6 km
النوع C	R (4 dB) أو L (6 dB)	2 km
النوع D	M (12 dB) أو H (4 dB)	2 km

الشكل G.693/1.II – أمثلة لتشكيلات النظام التي تستخدم تطبيقات محددة في هذه التوصية

التذييل III

الاختلافات في قيم المعلمات بين شفرات التطبيق وفقاً لهذه التوصية والشفرات المعادلة طبقاً للتوصيتين ITU-T G.691 وITU-T G.959.1

توجد في هذه التوصية عدة شفرات للتطبيق معادلة لشفرات التطبيق المحددة في النصين السابقين للتوصيتين ITU-T G.691 وITU-T G.959.1. ويلاحظ في بعض الحالات أن قيم المعلمات في هذه التوصية تختلف عن قيم شفرات التطبيق المعادلة وفقاً للتوصيتين ITU-T G.691 وITU-T G.959.1. وترد في الجداول III.1 وIII.2 وIII.3 جميع الاختلافات بين هذه القيم.

الجدول G.693/1.III – الاختلافات في قيم المعلمات بين شفرات التطبيق VSR600-2R1 (G.693) وشفرات التطبيق P1I1-2D1r (G.959.1) وI-64.1r (G.691)

شفرات التطبيق/التوصية	الوحدة	VSR600-2R1/ G.693	P1I1-2D1r/ G.959.1	I-64.1r/ G.691
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1360–1268	1360–1260	1360–1260

الجدول G.693/2.III – الاختلافات في قيم المعلمات بين شفرات التطبيق VSR600-2R1 (G.693) وشفرات التطبيق P1I1-2D1 (G.959.1)

شفرات التطبيق/التوصية	الوحدة	VSR2000-2R1/ G.693	P1I1-2D1/ G.959.1
الحد الأقصى للتشتت اللوني	ps/nm	6,6	لا ينطبق

الجدول G.693/3.III – الاختلافات في قيم المعلمات بين شفرات التطبيق VSR600-2L2 (G.693) وشفرات التطبيق P1I1-2D2r (G.959.1) وI-64.2r (G.691)

شفرات التطبيق/التوصية	الوحدة	VSR2000-2L2/ G.693	P1I1-2D2r/ G.959.1	I-64.2r/ G.691
مدى أطوال موجات التشغيل	nm	1530-1565	1580–1500	(كما في G.691)
الحد الأقصى للتوهين	dB	6	7	7
الحد الأدنى للحساسية	dBm	13–	14–	14–

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

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

طُبع في سويسرا
جنيف، 2005