

الاتحاد الدولي للاتصالات

G.693

(2006/05)

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة
والشبكات الرقمية

خصائص وسائط الإرسال – خصائص المكونات
والأنظمة الفرعية البصرية

السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية

التوصية ITU-T G.693

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات
أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

G.199 – G.100	التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية
G.299 – G.200	الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة
G.399 – G.300	الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية
G.449 – G.400	الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية الراديوية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية
G.499 – G.450	تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية
G.699 – G.600	خصائص وسائط الإرسال
G.609 – G.600	اعتبارات عامة
G.619 – G.610	أزواج كبلات متناظرة
G.629 – G.620	أزواج الكبلات البرية متحدة المحور
G.649 – G.630	الكبلات البحرية
G.659 – G.650	كبلات الألياف البصرية
G.699 – G.660	خصائص المكونات والأنظمة الفرعية البصرية
G.799 – G.700	تجهيزات مطرافية رقمية
G.899 – G.800	الشبكات الرقمية
G.999 – G.900	الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية
G.1999 – G.1000	نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل
G.6999 – G.6000	خصائص وسائط الإرسال
G.7999 – G.7000	المعطيات عبر شبكات النقل – الجوانب العامة
G.8999 – G.8000	جوانب شبكة الإنترنت عبر شبكات النقل
G.9999 – G.9000	شبكات النفاذ

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

السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية

الملخص

تقدم هذه التوصية معلمات وقيم السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية أحادية القناة والتي يبلغ المجموع الاسمي لمعدلات البتات فيها 10 Gbit/s و 40 Gbit/s. وترد في هذه التوصية أيضاً تطبيقات تتعلق بالألياف البصرية وفقاً للتوصيات G.652 و G.653 و G.655، لمسافات معينة تبلغ 0,6 km و 2 km، والمستويات توهين متنوعة.

المصادر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد بتاريخ 22 مايو 2006 على التوصية ITU-T G.693 وذلك بموجب الإجراء الوارد 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 والتعريف، 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 الكهروتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها. والتقييد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيئي والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقييد بهذه التوصية حاصلًا عندما يتم التقييد 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 التقييد 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.

جدول المحتويات

الصفحة

1	 مجال التطبيق	1
1	 المراجع	2
1	 مصطلحات وتعريف	3
1	 1.3 مصطلحات مستقاة من توصيات أخرى	
2	 المختصرات	4
2	 تصنيف السطوح البينية البصرية	5
2	 1.5 التطبيقات	
3	 2.5 التسميات	
6	 تعاريف المسميات	6
6	 1.6 مدى أطوال الموجات التشغيلية للأنظمة	
6	 2.6 المرسل	
8	 3.6 المسير البصري	
10	 4.6 المستقبل	
11	 قيم المسميات البصرية	7
20	 8 نهج الهندسة البصرية	
20	 التذييل I - تأثير اللغظ البصري	
21	 التذييل II - أمثلة لتشكيلات النظام التي تستخدم تطبيقات محددة في هذه التوصية	
22	 التذييل III - الاختلافات في قيم المسميات بين شفرات التطبيق وفقاً لهذه التوصية والشفرات المعادلة طبقاً للتوصيتين ITU-T G.691 و ITU-T G.959.1	

السطوح البينية البصرية للتوصيلات المحلية

1 مجال التطبيق

إن الغرض من هذه التوصية هو عرض مواصفات السطوح البينية البصرية التي من شأنها أن تسمح لوصلات يصل طولها إلى 2 km، بالتوائم المستعرض (متعددة المصنعين) للتوصيلات المحلية الذي يبلغ المجموع الاسمي لمعدلات البتات فيها 10 Gbit/s و 40 Gbit/s. وتعرف فيها أيضاً الألياف البصرية وفقاً للتوصيات G.652 و G.653 و G.655 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

ويمكن إضافة مواصفات سطوح بينية موازية في مراجعات لاحقة.

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطباعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، نحث جميع المستعملين لهذه التوصية على السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة في هذه التوصية لا يضيفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة 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.691 (2006)، السطوح البينية البصرية للأنظمة STM-64 وأنظمة التراتب الرقمي المتزامن الأخرى ذات المكبرات البصرية.
- التوصية ITU-T G.709/Y.1331 (2003)، السطوح البينية في شبكة النقل البصرية (OTN).
- التوصية ITU-T G.957 (2006)، السطوح البينية البصرية للمعدات والأنظمة المتعلقة بالتتابع الرقمي المتزامن.
- التوصية ITU-T G.959.1 (2006)، السطوح البينية للطبقة المادية لشبكة النقل البصرية.

3 مصطلحات وتعريف

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 أُحكمت 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.

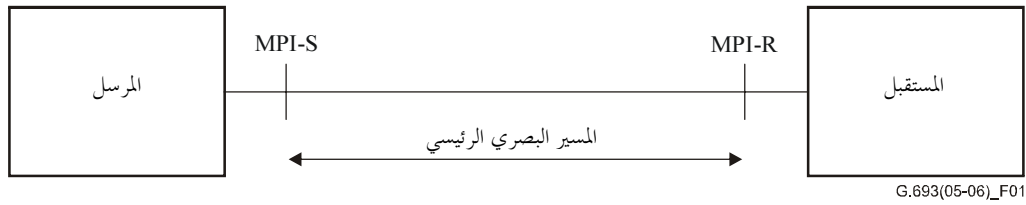
تستخدم هذه التوصية المختصرات التالية:

البث التلقائي المكبر	ASE
(Amplified Spontaneous Emission)	
نسبة الخطأ في البتات	BER
(Bit Error Ratio)	
زمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات	DGD
(Differential Group Delay)	
نسبة الخمود	EX
(Extinction ratio)	
تصحيح الخطأ الأمامي	FEC
(Forward Error Correction)	
للمزيد من الدراسة	ffs
(For Further Study)	
الأسلوب متعدد الطول	MLM
(Multi-Longitudinal Mode)	
السطح البيني للمسير الرئيسي	MPI
(Main Path Interface)	
ضوضاء تقسيم الأساليب	MPN
(Mode Partition Noise)	
لا ينطبق	NA
(Not Applicable)	
عدم العودة إلى الصفر	NRZ
(Non-Return to Zero)	
خسارة العودة البصرية	ORL
(Optical Return Loss)	
التشتت بأسلوب الاستقطاب	PMD
(Polarization Mode Dispersion)	
التتابع الاثنيي شبه العشوائي	PRBS
(Pseudo Random Binary Sequence)	
جذر متوسط التربيع	RMS
(Root Mean Square)	
التراتب الرقمي المتزامن	SDH
(Synchronous Digital Hierarchy)	
الأسلوب وحيد الطول	SLM
(Single-Longitudinal Mode)	
نسبة كبت الأساليب الجانبية	SMSR
(Side Mode Suppression Ratio)	
مدى قصير جداً	VSR
(Very Short Reach)	
تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجات	WDM
(Wavelength Division Multiplex)	

5 تصنيف السطوح البينية البصرية

1.5 التطبيقات

تعرف 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 التوافق المستعرض (متعدد المصنعين). ويوضح الشكل 1 نظاماً من النوع الذي تتناوله التوصية بالدراسة ويبين النقاط المرجعية المستخدمة لتحديد معالم السطوح البينية البصرية.



ملاحظة - يشمل المسير البصري الرئيسي الألياف والموصلات، وقد يشمل أجهزة بصرية منفصلة أخرى مثل التوصيلات المتقاطعة الفوتونية.

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

ترد المعلومات الخاصة بالمرسل عند النقطة MPI-S، وترد المعلومات المتعلقة بالمستقبل عند النقطة MPI-R، وترد معلومات 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 للمسار البصري الرئيسي الموصوف في هذه التوصية أن يشمل أجهزة بصرية منفصلة 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 موجّهة لنفس صنف الإشارات ولكن لها قيم مختلفة من حيث الحد الأقصى للتوهين. وتوجد أربع فئات للتوهين يبلغ الحد الأقصى لقيم التوهين فيها 4 dB و 6 dB و 12 dB و 16 dB على التوالي. وعُرفت أيضاً فئة خامسة (يقتضي الحد الأقصى للتوهين فيها مزيداً من الدراسة)، عندما يكون الحد الأقصى للفئة H من الضعف بحيث لا يشمل جميع التطبيقات.

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 و VSR1000 و VSR2000 تشير إلى المسافات المستهدفة التي تبلغ 0,6 km و 1 km و 2 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 اسماً إلى مصادر تبلغ 1310 nm وألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.652؛
- 2 يشير اسماً إلى مصادر تبلغ 1550 nm وألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.652؛
- 3 يشير اسماً إلى مصادر تبلغ 1550 nm وألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.653؛
- 5 يشير اسماً إلى مصادر تبلغ 1550 nm وألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.655؛

وتضاف اللاحقة F إلى نهاية الشفرة في بعض التطبيقات للدلالة على أن التطبيق يتطلب إرسال الأثونات FEC كما هو محدد في التوصية ITU-T G.709/Y.1331.

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

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

km 0,6			المسافة المستهدفة ^أ
M		R	فئة التوهين ^أ
1550	1310	1310	طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)
G.652 G.653 G.655	G.652	G.652	نوع الألياف البصرية
VSR600-2M2 VSR600-2M3 VSR600-2M5	VSR600-2M1	VSR600-2R1	شفرات التطبيق لصنف الإشارات البصرية الرافدة NRZ 10G
—	—	—	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

2 km							المسافة المستهدفة أ)
H	M		L		R		فئة التوهين أ)
1550	1550	1310	1550	1310	1550	1310	طول الموجة الاسمي للمصدر (nm)
G.652 G.653 G.655	G.652 G.653 G.655	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652	نوع الألياف البصرية
—	—	—	VSR2000-2L2 VSR2000-2L3 VSR2000-2L5	VSR2000-2L1F	—	VSR2000-2R1	شفرات التطبيق لصنف الإشارات البصرية الرافدة 10G NRZ
VSR2000-3H2 VSR2000-3H3 VSR2000-3H5	VSR2000-3M2 VSR2000-3M3 VSR2000-3M5	VSR2000-3M1	VSR2000-3L2F VSR2000-3L3F VSR2000-3L5F	VSR2000-3L1F	VSR2000-3R2 VSR2000-3R3 VSR2000-3R5 VSR2000-3R2F VSR2000-3R3F VSR2000-3R5F	VSR2000-3R1 VSR2000-3R1F	شفرات التطبيق لصنف الإشارات البصرية الرافدة 40G NRZ
أ) أعطيت المسافات المستهدفة وفئات التوهين لأغراض التصنيف وليس على سبيل التحديد.							

من المفترض أن جميع قيم المعلامات التي تعد وفقاً لأسوأ التوقعات، سيتسنى تليتها في إطار مجموعة الظروف العادية للتشغيل (أي تعاقب فترات الحرارة والرطوبة)، وستراعي أيضاً تأثير التقادم. وقد حددت المعلامات وفقاً للأهداف المرتبطة بتصميم الأقسام البصرية فيما يخص معدل الخطأ في البتات (BER) الذي لا ينبغي أن يتجاوز 10^{-12} لأي مجموعة من المعلامات في حدود القيم المبينة في الجداول لكل نظام معيّن. وباستثناء شفرات التطبيق التي تتطلب إرسال أثنونات FEC (أي الشفرات ذات اللاحقة F) فإن تحقيق هذا الهدف لن يستدعي تطبيق التصحيح الأمامي للأخطاء. وفي حالة شفرات التطبيق التي تتطلب إرسال الأثنونات FEC فإن التقيد بهذا المعدل BER ليس إلزامياً إلا بعد تطبيق التصحيح (إن استخدم).

وتشفير الخط البصري المستخدم للسطوح البينية للأنظمة في هذه التوصية هو تشفير اثيني 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 للمدى الأقصى المسموح به لطول موجة المصدر.

ويحدد أساساً مدى أطوال الموجات التشغيلية للأنظمة 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 مرشح بطول موجة ثابتة أو متألّفة لاستبعاد البث التلقائي المكبر (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 للذروة 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

تعرف 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 ذكر 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 التابع الاثنيني شبه العشوائي (PRBS) أو الإشارات المتصلة يمكن أن تقلل من قيمة ضوضاء تقسيم الأساليب. ونسبة كبت الأساليب الجانبية ليست خاصة ملائمة إلا في حالة مصادر الليزر بالأسلوب وحيد الطول.

3.2.6 الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج

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

4.2.6 الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج

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

5.2.6 نسبة الحمود

تعرف نسبة الحمود (EX) على النحو التالي:

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

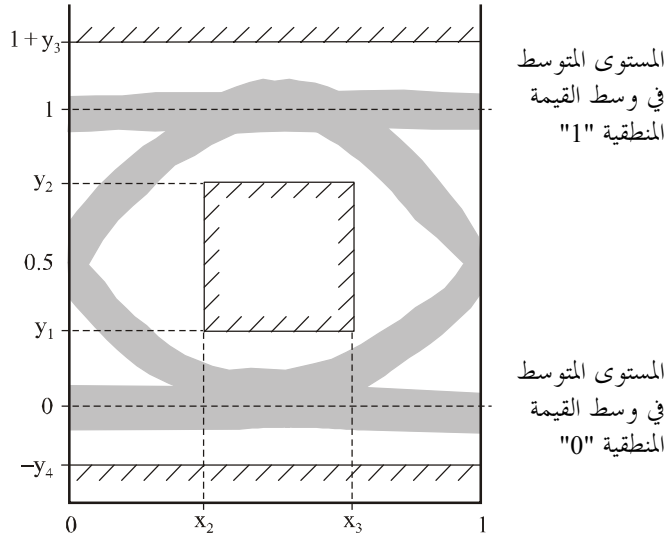
في التعريف السابق لنسبة الحمود، A هي مستوى متوسط القدرة البصرية في وسط القيمة المنطقية "1" و B هي مستوى متوسط القدرة البصرية في وسط القيمة المنطقية "0" وفيما يلي الصيغة التي تم اعتمادها للمستويات البصرية المنطقية:

- 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 ييئها 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 المرسل، فإن من الأهمية بمكان مراعاة ليس فقط فتحة العين، ولكن أيضاً الحدود المتعلقة بالتشكيل الزائد والتشكيل المنقوص للنبضات. ويوضح الشكل 2 المعلومات التي تحدد قناع مخطط عين المرسل.

وفيما يتعلق بمخططات عين المرسل التي يمكن قبولها، ينبغي تحاشي تجاوز الخطوط المظلمة. 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 فلها 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(05-06)_F02

ملاحظة - لا ينبغي أن تكون النقطتان x_2 و x_3 للقناع المستطيل للعين على مسافة مماثلة من المحورين العموديين عند UI 0 و UI 1.

الشكل G.693/2 - قناع مخطط العين للإشارة البصرية المرسل

3.6 المسير البصري

لكي يتسنى ضمان أداء النظام فيما يتعلق بكل تطبيق من التطبيقات المذكورة في الجدول 1، ينبغي تحديد خصائص التوهين والتشتت للمسار البصري بين النقطتين MPI-S و MPI-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 الجداول والوصلات والموهنات البصرية (في حال استعمالها) وغير ذلك من المعدات البصرية المنفصلة مثل التوصيلات المتقاطعة الفوتونية، والهوامش الإضافية للكبلات الرامية إلى تغطية التدهور المحتمل للوصلات، والموهنات البصرية وغيرها من المعدات البصرية المنفصلة بين النقطتين MPI-S و MPI-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 يقدر بقيمة معادلة للمسافة المستهدفة مضروبة في $20 \text{ ps/km}\cdot\text{nm}$ للألياف البصرية وفقاً للتوصية ITU-T G.652، ومضروبة في $3,3 \text{ ps/km}\cdot\text{nm}$ 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 و 1330 nm . وقد حدد التسامح الأقصى المطلوب لتشتت الأنظمة التي يتراوح طول موجاتها التشغيلية بين 1530 nm و 1565 nm للألياف البصرية وفقاً للتوصية ITU-T G.655، بقيمة معادلة للمسافة المستهدفة مضروبة في $10 \text{ ps/km}\cdot\text{nm}$. 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 المنفصلة 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 حالي الاستقطاب الرئيسيتين لإشارة بصرية. ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن هذا الموضوع في التوصية ITU-T G.691.

وفي هذه التوصية يعرف 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 الوصلات؛

– الحد الأعلى للانعكاس المتقطع بين النقطتين MPI-S و MPI-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 والانتشار الخلفي مثل انتشار رايلي.

ويرد في التذييل G.957/I وصف لطرق قياس الانعكاسات. ولأغراض قياس عامل الانعكاس وخسارة العودة، يفترض أن النقطتين MPI-S و MPI-R تقعان عند نهاية كل واصل من الوصلات. 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 و MPI-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 المستقبل

1.4.6 الحساسية

تعرف حساسية المستقبل بأنها القيمة الدنيا لبلوغ معدل خطأ في البتات قدره 10^{-12} ، لمتوسط القدرة المستقبلية 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 التشنث 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 يمكنها من مراعاة تقادم المستقبل والظروف البيئية.

2.4.6 الحمولة الزائدة

الحمولة الزائدة لمستقبل هي القيمة القصوى المقبولة لبلوغ معدل خطأ في البتات قدره 10^{-12} ، لمتوسط القدرة المستقبلية عند 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 منحنيات 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 (وبدلاً من 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} .

وفيما يتعلق بشفرات التطبيق التي تتطلب إرسال الأثونات FEC (أي الشفرات ذات اللاحقة F)، يتم قياس للاحساسيتي المستقبل (مع الانحطاط الناجم عن المسير البصري ودونه) بعد تطبيق تصحيح الأخطاء (إن استخدم).

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 و 0,2 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 الغط 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 الغط البصري.

7 قيم المعلومات البصرية

ترد في الجداول من 3 إلى 6 قيم المعلومات البصرية للتطبيقات المذكورة في الجدولين 1 و 2. وباستثناء شفرات التطبيق التي تتطلب إرسال الأثونات FEC (أي الشفرات ذات اللاحقة F) فإن الأنظمة التي تطبق هذه القيم ليست بحاجة إلى تصحيح أمامي للأخطاء من أجل الوفاء بأهداف معدل الأخطاء في البتات. وفي حال استعمال شفرات التطبيق التي تتطلب إرسال الأثونات FEC فإن التقيد بالمعدل BER غير إلزامي إلا بعد تطبيق التصحيح (إن استخدم).

وتتضمن الجداول من 3 إلى 6 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 المعلومات وفقاً للتوصية ITU-T G.693 والقيم تبعاً لشفرات التطبيق وفقاً للتوصيتين ITU-T G.691 و ITU-T G.959.1، اللتين حلت محلها التوصية ITU-T G.693.

الجدول G.693/3 - معلومات 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		PII1-2D1r		
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

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
المرسل عند النقطة المرجعية MPI-S نوع المصدر مدى أطوال الموجات التشغيلية الحد الأقصى لتوسط قدرة الخرج الحد الأدنى لتوسط قدرة الخرج خصائص الطيف: - الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التريبع (σ) - الحد الأقصى للعرض عند -20 dB - الحد الأدنى لنسبة كبت الأساليب الجانبية الحد الأدنى لنسبة الخمود	nm dBm dBm nm nm dB dB	الأسلوب متعدد الطول 1360-1268 1- 6- 3 لا ينطبق لا ينطبق لا ينطبق 6	الأسلوب متعدد الطول 1360-1268 5+ 2+ 3 لا ينطبق لا ينطبق لا ينطبق 6	الأسلوب وحيد الطول 1565-1530 2+ 1- لا ينطبق لمزيد من الدراسة 30 8,2
المسير البصري الرئيسي من MPI-S إلى MPI-R الحد الأقصى للتوهين الحد الأدنى للتوهين الحد الأقصى للتشتت اللوني ^(ب) الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية للكبل عند MPI-S، بما في ذلك الواصلات الحد الأقصى لمؤشر الانعكاس المتقطع الواقع بين MPI-S و MPI-R التوهين المرتبط بالاستقطاب	dB dB ps/nm ps dB dB dB	4 0 3,4 30 14 27- لمزيد من الدراسة	12 6 3,4 30 14 27- لمزيد من الدراسة	12 3 12 من أجل G.652 2 من أجل G.653 6 من أجل G.655 30 14 27- لمزيد من الدراسة
المستقبل عند النقطة المرجعية MPI-R الحد الأدنى للحساسية (معدل الخطأ في البتات 10^{-12}) الحد الأدنى للحمل الزائد الحد الأقصى لتدهور المسير البصري العامل الأقصى لانعكاس المستقبل، المقيس عند MPI-R	dBm dBm dB dB	11- 1- 1 14-	11- 1- 1 14-	14- 1- 1 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 المنفصلة 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 و G.655.				

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

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR2000-2R1	VSR2000-3R1 ^١	VSR2000-3R1F ^{١، ٢}	VSR2000-3R2 ^١ VSR2000-3R3 ^٢ VSR2000-3R5 ^٢	VSR2000-3R2F ^{١، ٣} VSR2000-3R3F ^{٢، ٣} VSR2000-3R5F ^{٢، ٣}
شفرة التطبيق G.691		I-64.1				
شفرة التطبيق G.959.1		P1I1-2D1				
المسافة المستهدفة	km	2	2	2	2	2
معدل البتات/تشفير الخط للإشارات البصرية	–	NRZ 10G	NRZ 40G	NRZ OTU3 FEC enabled	NRZ 40G	NRZ OTU3 FEC enabled
نوع الألياف	–	G.652	G.652	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652 G.653 G.655
المرسل عند النقطة المرجعية MPI-S نوع المصدر مدى أطوال الموجات التشغيلية الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج خصائص الطيف: – الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التربيع (σ) – الحد الأقصى للعرض عند -20 dB – الحد الأدنى لنسبة كبت الأساليب الجانبية الحد الأدنى لنسبة الخمود	nm dBm dBm nm nm dB dB	الأسلوب وحيد الطول 1330-1290 1– 6– لا ينطبق 1 30 6	الأسلوب وحيد الطول 1330-1290 3+ 0 لا ينطبق لمزيد من الدراسة 35 8,2	الأسلوب وحيد الطول 1330-1290 3+ 0 لا ينطبق لمزيد من الدراسة 35 8,2	الأسلوب وحيد الطول 1565-1530 3+ 0 لا ينطبق لمزيد من الدراسة 35 8,2	الأسلوب وحيد الطول 1565-1530 3+ 0 لا ينطبق لمزيد من الدراسة 35 8,2

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

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR2000-2R1	VSR2000-3R1 ^د	VSR2000-3R1F ^{د، و}	VSR2000-3R2 ^و VSR2000-3R3 ^د VSR2000-3R5 ^د	VSR2000-3R2F ^{هـ، و} VSR2000-3R3F ^{د، و} VSR2000-3R5F ^{د، و}
المسير البصري الرئيسي من MPI-S إلى MPI-R الحد الأقصى للتوهين الحد الأدنى للتوهين الحد الأقصى للتشتت اللوني ^ب	dB dB ps/nm	4 0 6,6	4 0 6,6	4 0 6,6	4 0 40 لـ G.652 ^ب 6,6 لـ G.653 20 لـ G.655	4 0 40 لـ G.652 ^ب 6,6 لـ G.653 20 لـ G.655
الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات	ps	30	7,5	7,5	7,5	7,5
الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية للكابل عند MPI-S، بما في ذلك الواصلات	dB	14	24	24	24	24
الحد الأقصى لمؤشر الانعكاس المتقطع الواقع بين MPI-R و MPI-S	dB	27–	27–	27–	27–	27–
التوهين المرتبط بالاستقطاب	dB	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 10 ⁻¹²)	dBm	11–	5–	5–	6– لـ G.652 5– لـ G.653 5– لـ G.655	6– لـ G.652 5– لـ G.653 5– لـ G.655
الحد الأدنى للحمل الزائد	dBm	1–	3+	3+	+3	+3
الحد الأقصى لتدهور المسير البصري	dB	1	1 لـ ج	1 لـ ج	2 لـ ج G.652 1 لـ ج G.653 1 لـ ج G.655	2 لـ ج G.652 1 لـ ج G.653 1 لـ ج G.655
العامل الأقصى لانعكاس المستقبل، المقيس عند MPI-R	dB	14–	27–	27–	27–	27–

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

وفئة التوهين R

- (أ) 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.
- (ب) يمكن استعمال هذا التطبيق أيضاً للألياف البصرية G.653 و G.655.
- (ج) تحتاج الطريقة المستخدمة للتحقق من هذا التدهور لمزيد من الدراسة.
- (د) 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 و 1530-1565 nm.
- (هـ) 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 و 1330 nm.
- (و) التقيد بهذه النسبة للمعدل BER ليس إلزاماً إلا بعد تطبيق تصحيح الخطأ (إن استخدم). لذا قد يكون المعدل BER عند دخل مفكك تشفير التصحيح FEC أعلى بكثير من 10⁻¹².

**الجدول G.693/5 – معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها 2 km
وفئة التوهين L**

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR2000-2L1F ^ج	VSR2000-2L2 VSR2000-2L3 VSR2000-2L5	VSR2000-3L1F ^{د، و}	VSR2000-3L2F ^{هـ، و} VSR2000-3L3F ^{د، و} VSR2000-3L5F ^و
شفرة التطبيق G.691			I-64.2r		
شفرة التطبيق G.959.1			PII1-2D2r		
المسافة المستهدفة	km	2	2	2	2
معدل البتات/تشفير الخط للإشارات البصرية	–	NRZ OTU2 FEC enabled	NRZ 10G	NRZ OTU3 FEC enabled	NRZ OTU3 FEC enabled
نوع الألياف	–	G.652	G.652 G.653 G.655	G.652	G.652 G.653 G.655
المرسل عند النقطة المرجعية MPI-S نوع المصدر مدى أطوال الموجات التشغيلية الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج خصائص الطيف: – الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التربيع (σ) – الحد الأقصى للعرض عند -20 dB – الحد الأدنى لنسبة كبت الأساليب الجانبية الحد الأدنى لنسبة الخمود	nm dBm dBm nm nm dB dB	الأسلوب وحيد الطول 1330-1290 1– 6– لا ينطبق 1 30 6	الأسلوب وحيد الطول 1565-1530 1– 5– لا ينطبق لزيادة من الدراسة 30 8,2	الأسلوب وحيد الطول 1330-1290 3+ 0 لا ينطبق لزيادة من الدراسة 35 8,2	الأسلوب وحيد الطول 1565-1530 3+ 0 لا ينطبق لزيادة من الدراسة 35 8,2

**الجدول G.693/5 – معلمات السطوح البصرية لمسافة مستهدفة قدرها 2 km
وفئة التوهين L**

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR2000-2L1F ^١	VSR2000-2L2 VSR2000-2L3 VSR2000-2L5	VSR2000-3L1F ^٢	VSR2000-3L2F ^٣ VSR2000-3L3F ^٤ VSR2000-3L5F ^٥
المسير البصري الرئيسي من MPI-S إلى MPI-R الحد الأقصى للتوهين الحد الأدنى للتوهين الحد الأقصى للتشتت اللوني ^٦	dB dB ps/nm	6 0 6,6	6 0 40	6 0 6,6	6 0 40 ^٧ G.652 ل 6,6 G.653 ل 20 G.655 ل 20
الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية للكابل عند MPI-S، بما في ذلك الوصلات الحد الأقصى لمؤشر الانعكاس المتقطع الواقع بين MPI-S و MPI-R التوهين المرتبط بالاستقطاب	ps dB dB dB	30 14 27- لمزيد من الدراسة	30 24 27- لمزيد من الدراسة	30 24 27- لمزيد من الدراسة	30 24 27- لمزيد من الدراسة
المستقبل عند النقطة المرجعية MPI-R الحد الأدنى للحساسية (معدل الخطأ في البتات 10 ⁻¹² ×1)	dBm	13-	13-	7-	8- ل G.652 7- ل G.653 7- ل G.655
الحد الأدنى للحمل الزائد الحد الأقصى لتدهور المسير البصري	dBm dB	1- 1	1- 2	3+ 1 ^٨	3+ 2 ^٩ ل G.652 1 ^{١٠} ل G.653 1 ^{١١} ل G.655
العامل الأقصى لانعكاس المستقبل، المقيس عند MPI-R	dB	14-	27-	27-	27-

الجدول G.693/5 - معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها 2 km

وفئة التوهين L

- ^(أ) إذا كانت الأجهزة البصرية المنفصلة 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.
- ^(ب) يمكن استعمال هذا التطبيق أيضاً للألياف البصرية G.653 و G.655.
- ^(ج) تحتاج الطريقة المستخدمة للتحقق من هذا التدهور لمزيد من الدراسة.
- ^(د) من المطلوب وجود مستقبل تتوفر فيه هذه المواصفات للتشغيل في أي من شفرات التطبيق VSR2000-3L1 أو VSR2000-3L3 أو VSR2000-3L5. وسيتراوح الحد الأدنى لطول موجة تشغيلية بين nm 1330-1290 و nm 1565-1530.
- ^(هـ) يشغل المستقبل الذي تتوفر فيه شروط التطبيق VSR2000-3L2 في أي من شفرات التطبيق VSR2000-3L3 أو VSR2000-3L5. كما يشغل في شفرة التطبيق VSR2000-3L1 إذا عمل في مدى طول موجات يتراوح بين nm 1290 و nm 1330.
- ^(و) التقيد بهذه النسبة للمعدل BER ليس إلزاماً إلا بعد تطبيق تصحيح الخطأ (إن استخدم). لذا قد يكون المعدل BER عند دخل مفكك تشفير التصحيح FEC أعلى بكثير من 10^{-12} .

**الجدول G.693/6 – معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها 2 km
وتوهين الفئتين M و H**

شفرة التطبيق	الوحدة	VSR2000-3M1	VSR2000-3M2 VSR2000-3M3 VSR2000-3M5	VSR2000-3H2 VSR2000-3H3 VSR2000-3H5
شفرة التطبيق G.691				
شفرة التطبيق G.959.1				
المسافة المستهدفة	km	2	2	2
معدل البتات/تشفير الخط للإشارات البصرية	–	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G
نوع الألياف	–	G.652 G.653 G.655	G.652 G.653 G.655	G.652 G.653 G.655
المرسى عند النقطة المرجعية MPI-S نوع المصدر مدى أطوال الموجات التشغيلية الحد الأقصى لمتوسط قدرة الخرج الحد الأدنى لمتوسط قدرة الخرج خصائص الطيف: – الحد الأقصى لعرض جذر متوسط التربيع (σ) – الحد الأقصى للعرض عند -20 dB – الحد الأدنى لنسبة كبت الأساليب الجانبية الحد الأدنى لنسبة الخمود	nm dBm dBm nm nm dB dB	الأسلوب وحيد الطول 1330-1290 10+ 8+ لا ينطبق لمزيد من الدراسة 35 8,2	الأسلوب وحيد الطول 1565-1530 3+ 0 لا ينطبق لمزيد من الدراسة 35 7	الأسلوب وحيد الطول 1565-1530 3+ 0 لا ينطبق لمزيد من الدراسة 35 7
المسار البصري الرئيسي من MPI-S إلى MPI-R الحد الأقصى للتوهين الحد الأدنى للتوهين الحد الأقصى للتشتت اللوني ^(ب) الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية للكابل عند MPI-S، بما في ذلك الوصلات الحد الأقصى لمؤشر الانعكاس المتقطع الواقع بين MPI-R و MPI-S التوهين المرتبط بالاستقطاب	dB dB ps/nm ps dB dB dB	12 8 ^(أ) 6,6 7,5 24 27– لمزيد من الدراسة	12 3 ^(أ) G.652 ل 40 ^(ج) G.653 ل 6,6 G.655 ل 20 7,5 24 27– لمزيد من الدراسة	16 3 G.652 ل 40 ^(ج) G.653 ل 6,6 G.655 ل 20 7,5 24 27– لمزيد من الدراسة
المستقبل عند النقطة المرجعية MPI-R الحد الأدنى للحساسية (معدل الخطأ في البتات 10^{-12}) الحد الأدنى للحمل الزائد الحد الأقصى لتدهور المسار البصري العامل الأقصى لانعكاس المستقبل، المقيس عند MPI-R	dBm dBm dB dB	5– 2+ 1 ^(د) 27–	G.652 ل 14– G.653 ل 13– G.655 ل 13– 0 G.652 ل 2 ^(د) G.653 ل 1 ^(د) G.655 ل 1 ^(د) 27–	G.652 ل 18– G.653 ل 17– G.655 ل 17– 0 G.652 ل 2 ^(د) G.653 ل 1 ^(د) G.655 ل 1 ^(د) 27–

الجدول G.693/6 - معلمات السطوح البينية البصرية لمسافة مستهدفة قدرها 2 km

وتوهين الفتتين M و H

- (أ) هذه القيمة للحد الأدنى للتوهين ليست مرغوبة على الإطلاق. والمطلوب هو قيمة تبلغ 0 dB، ويستحسن العمل من أجل الوصول إليها عندما تصل التكنولوجيا مرحلة النضج.
- (ب) إذا كانت الأجهزة البصرية المنفصلة 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 و G.655.
- (د) تحتاج الطريقة المستخدمة للتحقق من هذا التدهور لمزيد من الدراسة.

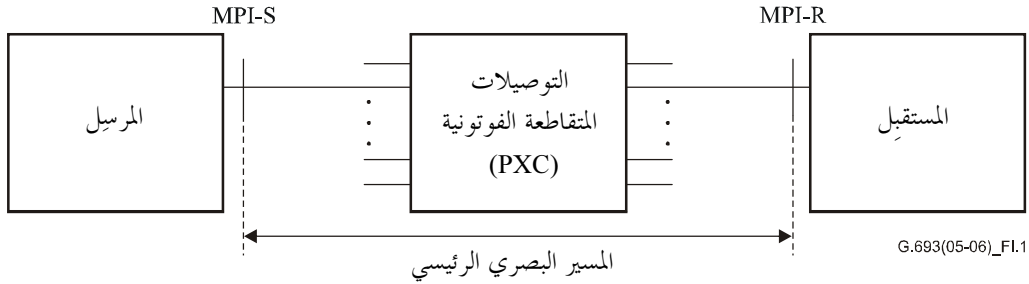
8 نهج الهندسة البصرية

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

التبديل I

تأثير اللغظ البصري

تنطوي بعض التطبيقات في هذه التوصية على توصيلات متقاطعة فوتونية منفصلة 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 منفصلة بين MPI-R و MPI-S

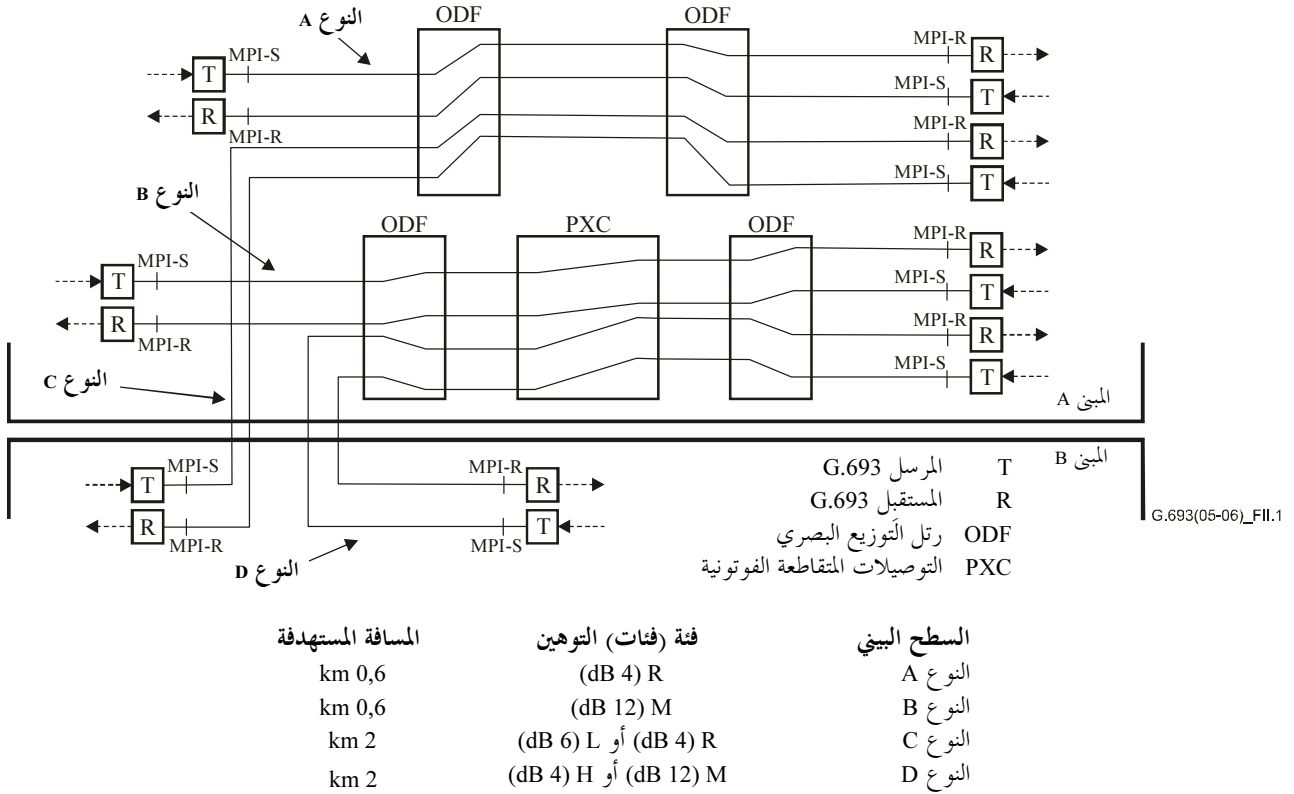
اللغظ البصري هو نسبة القدرة الإجمالية للإزعاج، مع استيفاء الشروط المحددة، إلى القدرة في الإشارة المطلوبة، عند النقطة المرجعية MPI-R في الشكل 1.I، داخل عرض النطاق البصري للمستقبل البصري المعبر عنه بالوحدات dB. وقد يتأثر أداء النظام البصري نتيجة لمستوى اللغظ البصري في الإشارة التي تصل إلى مستوى المستقبل. وسيؤدي اللغظ البصري الزائد عند مستوى المستقبل إلى تدني أداء النظام كله، بدرجة تعادل التدهور الناجم عن اللغظ. وثمة حاجة إلى إجراء دراسات إضافية لتحديد التدهور المسموح به والناجم عن اللغظ 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 الوصلات والأجهزة البصرية المنفصلة 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 وصلات متقاطعة فوتونية أم لا، بينما يلاحظ أن اختيار المسافة المستهدفة يحدد بناءً على القرب النسبي للمعدات التي يصل بينها السطح البيني G.693.



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

التذييل III

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

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

الجدول G.693/1.III – الاختلافات في قيم المعلامات بين شفرات التطبيق VSR600-2R1 (G.693) وشفرات التطبيق P1I1-2D1r (G.959.1) و I-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 المعلامات 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 المعلامات بين شفرات التطبيق VSR600-2L2 (G.693) وشفرات التطبيق P1I1-2D2r (G.959.1) و I-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	1565-1530	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 D	المبادئ العامة للتعريف
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 المطرافة للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريق الخاصة بالخدمات التلمائية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات 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