

الاتحاد الدولي للاتصالات

G.698.1

(2005/06)

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

تطبيقات متعددة القنوات لتعدد الإرسال بتقاسم
مكثف لطول الموجات (DWDM) ذات سطوح بينية
بصرية أحادية القناة

التوصية ITU-T G.698.1



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.

تطبيقات متعددة القنوات لتعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات (DWDM) ذات سطوح بينية بصرية أحادية القناة

ملخص

تقدم هذه التوصية قيم المعلومات البصرية المتعلقة بالسطوح البينية للطبقة المادية لأنظمة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات (DWDM) المصممة أساساً للتطبيقات المتعلقة بالعواصم الحضرية. وهذه التطبيقات محددة باستعمال معلومات السطح البيني البصري في نقاط التوصيل الأحادية القناة بين المرسلات ومعدات الإرسال البصرية، وكذلك بين المستقبلات ومزيلات تعدد الإرسال البصرية في نظام تعدد الإرسال DWDM. وتستخدم هذه التوصية طريقة معينة لتعيين الحد الأقصى لتوهين معدد الإرسال/مزيل تعدد الإرسال والليفة معاً، ولذلك، فهي لا تحدد بوضوح الحد الأقصى لطول وصلة الألياف البصرية. وتضم هذه الصيغة من التوصية تطبيقات أحادية الاتجاه لتعدد الإرسال DWDM تعمل بمعدلي 2,5 و 10 Gbit/s وبمباعدة تردد بين القنوات قدرها 100 GHz.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات في 29 يونيو 2005 على التوصية ITU-T G.698.1 بموجب الإجراء المحدد في التوصية 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 حاصلاً 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).

© ITU 2005

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

المحتويات

الصفحة

1	 نطاق التطبيق	1
1	 المراجع	2
1	 1.2 المراجع المعيارية	
2	 2.2 المراجع الغنية بالمعلومات	
2	 المصطلحات والتعاريف	3
3	 المختصرات	4
4	 تصنيف السطوح البينية البصرية	5
4	 1.5 التطبيقات	
7	 4.5 السطوح البينية أحادية القناة عند النقطتين المرجعيتين R_S و S_S	
8	 التواءم المستعرض	6
8	 تعاريف المعلامات	7
10	 1.7 معلومات عامة	
10	 2.7 السطح البيني عند النقطة S_S	
12	 3.7 معلامات المسير البصري (المسافة الواحدة) من النقطة S_S إلى النقطة R_S	
14	 4.7 السطح البيني عند النقطة R_S	
16	 قيم المعلامات	8
20	 اعتبارات السلامة البصرية	9

تطبيقات متعددة القنوات لتعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات (DWDM) ذات سطوح بينية بصرية أحادية القناة

1 نطاق التطبيق

غرض هذه التوصية تقديم مواصفات السطوح البينية البصرية في سبيل تنفيذ أنظمة تعدد الإرسال DWDM المتوائمة توافراً مستعرضاً والمصممة أساساً لتطبيقات حضرية.

وبتطبيق نهج "الوصلة السوداء"، تحدد التوصية وتقدم قيم معلمات السطوح البينية البصرية الأحادية القناة التي تدخل في التطبيقات المادية لتعدد الإرسال DWDM من نقطة إلى نقطة (بمسافة إرسال ضمن مدى يتراوح بين 30 إلى 80 كم تقريباً) عبر ألياف بصرية أحادية الأسلوب.

ومع أن هذه التوصية لا تحدد حالياً التطبيقات التي تحوي مضخمات، إلا أن من المزمع تقديمها في مراجعة مقبلة للتوصية.

وتصف التوصية أنظمة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات (DWDM) التي تتسم بالخصائص التالية:

- مباعدة تردد بين القنوات: 100 GHz فما فوق (محددة في التوصية G.694.1 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات؛

- معدل بتات قناة الإشارة: يصل إلى 10 Gbit/s

والمواصفات منظمة وفقاً لشفرات التطبيق.

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.

1.2 المراجع المعيارية

- 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 (2003)، خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات التشتت المتخالف غير المعدوم.
- التوصية ITU-T G.664 (2003)، إجراءات ومتطلبات السلامة البصرية المطبقة في أنظمة النقل البصرية.
- التوصية ITU-T G.671 (2005)، خصائص الإرسال في المكونات والأنظمة الفرعية البصرية.
- التوصية ITU-T G.691 (2003)، السطوح البينية البصرية للأنظمة STM-64 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.694.1 (2002)، شبكات الطيف لتطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM): شبكة تردد تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM.

- التوصية ITU-T G.709/Y.1331 (2003)، (السطوح البينية لشبكة النقل البصرية (OTN)).
- 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.
- الوثيقة 60825-1 الصادرة عن اللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC) (2001)، سلامة منتجات الليزر - الباب 1: دليل المستعمل وتصنيف التجهيزات ومتطلباتها.
- الوثيقة 60825-2 الصادرة عن اللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC) (2005)، سلامة منتجات الليزر - الباب 2: سلامة أنظمة الاتصالات ذات الألياف البصرية (OFCS).

2.2 المراجع الغنية بالمعلومات

- توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات - الإضافة 39 (2003)، اعتبارات بشأن تصميم الأنظمة البصرية وهندستها.
- التوصية ITU-T G.8251 (2001)، التحكم في الارتعاش والجنوح في شبكة النقل البصرية (OTN).

3 المصطلحات والتعاريف

تستعمل هذه التوصية المصطلحات التالية المحددة في التوصية G.671 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات، وهي:

- تعدد إرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات (DWDM)؛
- خسارة إدراج القناة؛
- انعكاسية؛
- تموج؛
- مبادعة بين القنوات؛
- مهلة انتشار المجموعة التفاضلية؛
- انعكاسية.

وتستعمل المصطلح المحدد في التوصية G.694.1 الصادرة عن القطاع ITU-T، وهو الآتي:

- شبكة تردد.

وتستعمل المصطلح المحدد في التوصية ITU-T G.709/Y.1331، وهو التالي:

- وحدة k كاملة التقييس لنقل القنوات البصرية (OTUk).

وتستعمل التوصية المصطلحات المحددة في التوصية G.957 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات، وهي كما يلي:

- هندسة مشتركة؛
- حساسية المستقبل؛
- توافؤم مستعرض.

وتستعمل المصطلحات المحددة في التوصية G.959.1 الصادرة عن القطاع ITU-T، وهي كالتالي:

- إشارة بصرية رافدة؛
- صنف إشارة بصرية رافدة NRZ 2.5G؛
- صنف إشارة بصرية رافدة NRZ 10G.

4 المختصرات

تستعمل هذه التوصية المختصرات التالية:

BER	نسبة الخطأ في البتات
DGD	مهلة انتشار المجموعة التفاضلية
EX	نسبة الخمود
FEC	تصحيح أمامي للأخطاء
ffs	يحتاج إلى المزيد من البحث
NA	غير قابل للانطباق
NE	عنصر شبكة
NRZ	لا عودة إلى الصفر
OA	مضخم بصري
OADM	معدد إرسال بصري للإدراج - الإخراج
OD	مزيل تعدد إرسال بصري
OM	معدد إرسال بصري
ONE	عنصر شبكة بصري
OTU _k	وحدة k كاملة التقييس لنقل القنوات البصرية
PMD	تششت بأسلوب الاستقطاب
RP _R	نقطة مرجعية للوصلة عند الإدخال المجمع لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM
RP _S	نقطة مرجعية للوصلة عند الإخراج المجمع لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM
R _S	نقطة مرجعية أحادية القناة عند الإخراج الرافد لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM
S _S	نقطة مرجعية أحادية القناة عند الإدخال الرافد لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM
WDM	تعدد الإرسال بتقاسم طول الموجات

5 تصنيف السطوح البينية البصرية

1.5 التطبيقات

تقدم هذه التوصية معلومات وقيم الطبقة المادية المتعلقة بسطوح بينية أحادية القناة لأنظمة بصرية متعددة القنوات لتعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات (DWDM) في تطبيقات مادية من نقطة إلى نقطة. وأنظمة DWDM هذه ذات السطوح البينية الأحادية القناة هي أنظمة مصممة أساساً لاستعمالها في شبكات مناطق العواصم الحضرية لطائفة من الزبائن، والخدمات، والبروتوكولات.

وتطبق طريقة تحديد المواصفات الواردة في هذه التوصية نهج "الوصلة السوداء" الذي يعني أن معلومات السطوح البينية البصرية للإشارات البصرية الرافدة (أحادية القناة) وحدها هو المحدد هنا. وتقدم التوصية مواصفات إضافية لمعلومات الوصلة السوداء من قبيل الحد الأقصى للتوهين والتشتت اللوني والتموج والتشتت بأسلوب الاستقطاب. ويؤمن هذا النهج تحقيق توافر

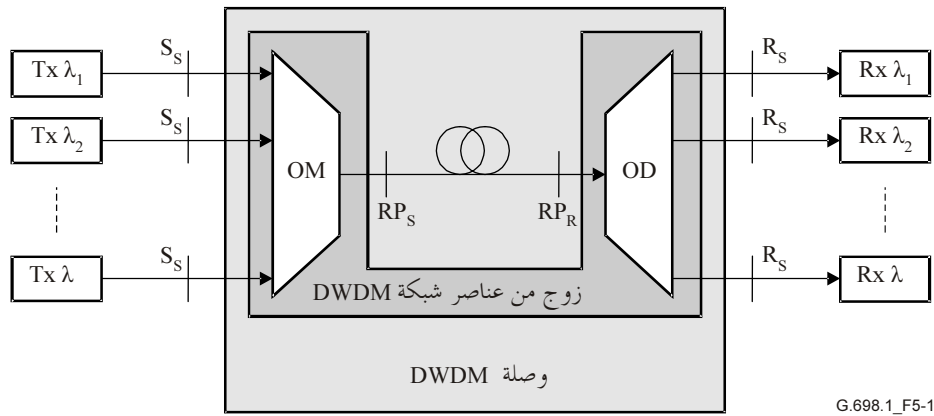
مستعرض على مستوى النقاط الأحادية القناة باستعمال تشكيلة تعدد إرسال مباشر لطول الموجة. غير أنه لا يؤمن تحقيق هذا التوافق على مستوى النقاط المتعددة القنوات. ووفق هذا النهج يُعامل معدد الإرسال البصري (OM) ومزيل تعدد الإرسال البصري (OD) معاملة مجموعة واحدة من الأجهزة البصرية.

ولا تدرس هذه التوصية في الوقت الحالي سوى تطبيقات تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات (DWDM) التي لا تضم فيها الوصلة السوداء مضخمات بصرية.

2.5 النقاط المرجعية

1.2.5 التطبيقات الأحادية الاتجاه

يوضح الشكل 1-5 مجموعة نقاط مرجعية محددة في إطار نهج "الوصلة السوداء" لتوصيل أحادي القناة (النقطتان المرجعيتان S_S و R_S بين مرسلات (Tx) ومستقبلات (Rx). ويتضمن عنصر شبكة DWDM في هذا الشكل معدد إرسال بصري (OM) أو مزيل تعدد إرسال بصري (OD)، يستعملان كزوج مع العنصر المقابل.



الشكل G.698.1/1-5 - نهج "الوصلة السوداء"

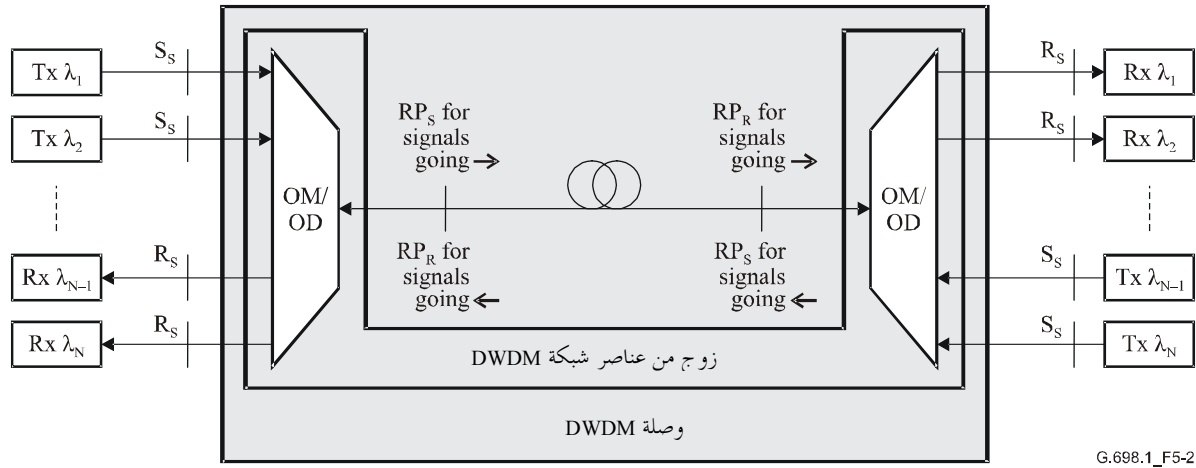
ولا يحوي هذا النموذج المرجعي أية مضخمات بصرية داخل نظام تعدد الإرسال DWDM. والنقاط المرجعية المبينة في الشكل 1-5 محددة كالتالي:

- S_S هي نقطة مرجعية أحادية القناة عند الإدخال الرافد لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM؛
- R_S هي نقطة مرجعية للوصلة أحادية القناة عند الإخراج الرافد لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM؛
- RP_S هي نقطة مرجعية للوصلة عند الإخراج المجمع لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM؛
- RP_R هي نقطة مرجعية للوصلة عند الإدخال المجمع لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM.

ومن الجدير بالذكر أن النقطتين RP_S و RP_R محددتان حصراً لتقديم معلومات عن الوصلات البصرية وليس عن خصائص الإشارات في هذه النقاط.

2.2.5 التطبيقات ثنائية الاتجاه

مع أن هذه التوصية لا تتضمن حالياً أية تطبيقات ثنائية الاتجاه، فإن من المتوقع إضافتها إليها في مراجعة مقبلة. ويوضح الشكل 2-5 مجموعة نقاط مرجعية محددة في إطار نهج "وصلة سوداء" ثنائية الاتجاه أحادية اللفة لتوصيل أحادي القناة (النقطتان المرجعيتان S_S و R_S) بين المرسلات (Tx) والمستقبلات (Rx). ويحوي عنصر شبكة DWDM في هذا الشكل معدداً إرسال بصري (OM)/(مزيل تعدد إرسال بصري (OD)، يستعملان كزوج مع العنصر المقابل.



الشكل G.698.1/2-5 - نهج "الوصلة السوداء" لتطبيقات ثنائية الاتجاه

والنقاط المرجعية الواردة في الشكل 2-5 أعلاه محددة في البند 1.2.5.

3.5 المصطلحات

تحدد شفرة التطبيق الشبكة، والتنفيذ، والخصائص المعمارية لتطبيق معين.

ويتكون ترميز شفرة التطبيق من المعادلة التالية:

$$DScWx-ytz(v)$$

حيث:

- D** مبيّن تطبيقات تعدد الإرسال DWDM.
- S** يشير إلى خيارات الحد الأقصى لانحراف الطيف من قبيل ما يأتي:
 - **N** يدل على انحراف ضيق للطيف؛
 - **W** يشير إلى انحراف واسع للطيف.
- c** المبادعة بين القنوات محسوبة بالوحدة GHz.
- W** حرف يدل على مسافة المدى مثل ما يلي:
 - **S** يشير إلى مسافة قصيرة؛
 - **L** يشير إلى مسافة بعيدة.
- x** الحد الأقصى لعدد مسافات الامتداد المسموح بها ضمن شفرة التطبيق.
- y** يشير إلى أعلى صنف للإشارة البصرية الرافدة المدعومة:
- **1** يدل على الصنف NRZ 2.5G؛

- 2 يشير إلى الصنف NRZ 10G.

t حرف رمزي يشير إلى التشكيلة المدعومة بشفرة التطبيق. ولا تستعمل في الصيغة الحالية من هذه التوصية سوى القيمة الآتية:

- **D** تدل على أن الوصلة السوداء لا تحوي أية مضخمات بصرية.

z يشير إلى أنواع الألياف كالتالي:

- 2 يشير إلى الليفة G.652؛

- 3 يشير إلى الليفة G.653؛

- 5 يشير إلى الليفة G.655.

v يدل على مدى أطوال موجة التشغيل معبراً عنها بنطاقات الطيف (انظر توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات - الإضافة 39):

v	الواصف	المدى الاسمي لطول الموجة
S	طول الموجة القصير	1460 إلى 1530
C	تقليدي	1530 إلى 1565
L	طول الموجة الطويل	1565 إلى 1625

وفي حال استعمال أكثر من نطاق طيف واحد، يقابل الحرف v حينئذ حروف النطاقات المفصولة بالعلامة "+"، فمثلاً يقابل الحرف v الحرفين "C+L" في تطبيق يتطلب استعمال النطاقين C و L معا.

ملاحظة - المقصود من تقديم المدى الاسمي لأطوال الموجات الواردة هنا هو التصنيف وليس تحديد المواصفات. وينبغي حساب الحدين الفعليين الأدنى والأقصى لطول موجة كل تطبيق من الترددات القصوى والدنيا لقنوات هذا التطبيق.

ويُشار إلى أي نظام ثنائي الاتجاه بإضافة الحرف **B** في مقدمة شفرة التطبيق. ويكون هذا الأمر بالنسبة لشفرات تطبيق تعدد الإرسال DWDM بتقاسم مكثف لطول الموجات كالتالي:

B-DScWx-ytz(v)

وتُضاف إلى بعض شفرات التطبيق لاحقة في نهاية الشفرات. واللاحقة الوحيدة المعروفة حالياً هي التالية:

- **F** للدلالة على أن هذا التطبيق يتطلب إرسال بايتات تصحيح أمامي للأخطاء (FEC) على غرار ما هو محدد في التوصية G.709/Y.1331 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

4.5 السطوح البينية أحادية القناة عند النقطتين المرجعيتين Rs و Ss

يُقصد من السطوح البينية أحادية القناة التي يرد وصف لها في البند 1.4.5 التمكن من تحقيق توافر مستعرض في السطوح البينية أحادية القناة عند طرفي وصلة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM (معدّد إرسال بصري (OM)، وليفة، ومزبل تعدد إرسال (OD)) مثلما يوضح ذلك الشكلان 1-5 و 2-5.

ويمكن الاطلاع على المزيد من متطلبات التوافر المستعرض في البند 6.

ويلخص الجدول 1-5 شفرات التطبيق أحادية القناة المحددة وفقاً للمصطلحات الواردة في البند 3.5.

الجدول 5-1/698.1 G - تصنيف التطبيقات

التطبيق	مسافة قصيرة (S)	مسافة بعيدة (L)
نوع الليفة	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
صنف NRZ 2.5G للإشارة البصرية الرافدة	DN100S1-1D2(C), DW100S1-1D2(C), DN100S1-1D3(L), DW100S1-1D3(L), DN100S1-1D5(C), DW100S1-1D5(C)	DN100L1-1D2(C), DW100L1-1D2(C), DN100L1-1D3(L), DW100L1-1D3(L), DN100L1-1D5(C), DW100L1-1D5(C)
الوحدة 1 كاملة التقييس لنقل القنوات البصرية (OTU1) منشطة ببايتات التصحيح FEC	DN100S1-1D2(C)F, DW100S1-1D2(C)F, DN100S1-1D3(L)F, DW100S1-1D3(L)F, DN100S1-1D5(C)F, DW100S1-1D5(C)F	DN100L1-1D2(C)F, DW100L1-1D2(C)F, DN100L1-1D3(L)F, DW100L1-1D3(L)F, DN100L1-1D5(C)F, DW100L1-1D5(C)F
صنف NRZ 10G للإشارة البصرية الرافدة	DN100S1-2D2(C), DW100S1-2D2(C), DN100S1-2D3(L), DW100S1-2D3(L), DN100S1-2D5(C), DW100S1-2D5(C)	DN100L1-2D2(C), DW100L1-2D2(C), DN100L1-2D3(L), DW100L1-2D3(L), DN100L1-2D5(C), DW100L1-2D5(C)
الوحدة 2 كاملة التقييس لنقل القنوات البصرية (OTU2) منشطة ببايتات التصحيح FEC	DN100S1-2D2(C)F, DW100S1-2D2(C)F, DN100S1-2D3(L)F, DW100S1-2D3(L)F, DN100S1-2D5(C)F, DW100S1-2D5(C)F	DN100L1-2D2(C)F, DW100L1-2D2(C)F, DN100L1-2D3(L)F, DW100L1-2D3(L)F, DN100L1-2D5(C)F, DW100L1-2D5(C)F

1.4.5 الأنظمة المتعددة القنوات غير المضخمة بسطوح بنية أحادية القناة

تحدد الجداول 1-8 إلى 4-8 هذه الأنظمة الواردة في هذه التوصية.

2.4.5 الأنظمة المتعددة القنوات المضخمة بسطوح بنية أحادية القناة

هذه الأنظمة غير محددة حالياً في هذه التوصية.

6 التواءم المستعرض

تحدد هذه التوصية معلمات من أجل تحقيق تواءم مستعرض (بين الأجهزة الموردة من عدة جهات بائعة) عند النقطتين المرجعيتين أحاديتي القناة S_S و R_S لعناصر شبكة تعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجات DWDM المحددة في إطار نهج "الوصلة السوداء".

والغرض من هاتين النقطتين (R_S و S_S) هو تحقيق تواؤم مستعرض بين العديد من السطوح البينية الرافدة لعناصر شبكة تعدد الإرسال DWDM. وفي هذه الحالة، يمكن أن يكون مصدر العديد من مرسلات ($T_x \lambda_i$) ومستقبلات ($R_x \lambda_i$) الإشارات الرافدة هو جهات بائعة مختلفة. وتجدر الإشارة إلى أن عناصر الشبكة DWDM (معدّد الإرسال البصري (OM) ومزيج تعدد الإرسال البصري (OD)) المحددة في إطار نهج "الوصلة السوداء" هي عناصر توردها جهة بائعة واحدة، وتعتبر مجموعة واحدة من الأجهزة البصرية.

وبالإمكان تحقيق تواؤم مستعرض (لعدة جهات بائعة) بالنسبة لجميع النقاط المرجعية R_S و S_S أحادية القناة لعناصر الشبكة DWDM المحددة في إطار نهج "الوصلة السوداء" والتي لديها نفس شفرة التطبيق تماماً.

وتواجد السطوح البينية الرافدة مع مختلف شفرات التطبيق عبر نفس الوصلة السوداء هو مسألة تتعلق بالهندسة المشتركة. ولا بد من توخي الحيلة والحذر، وخاصة فيما يتصل بالمعلومات الأساسية التي يجب أن تكون متسقة، مثل قدرة الإخراج في النقطة S_S وقدرة الإدخال عند النقطة R_S ، معدل البتات S_S /التشفير الخطي، ومعدل الثبات R_S /التشفير الخطي، وما إلى ذلك.

وفيما يخص عنصر شفرة التطبيق، الذي يشير إلى أقصى انحراف للطيف (المبين S في شفرة التطبيق؛ انظر البند 3.5)، فإن أي اختلاف في المواءمة بين مابين المرسل ومبين الوصلة يؤدي إلى عدم التواؤم عندما يحوي المرسل شفرة تضم الحرف W (انحراف طيفي واسع) وتشتمل الوصلة على الحرف N (انحراف طيفي ضيق). أما فيما يتعلق بالتوليفات الأخرى، فهي جميعاً متوائمة على نحو مستعرض.

7 تعاريف المعلومات

المعلومات المبينة في الجدول 1-7 محددة عند نقاط السطح البيني، وترد تعاريفها في البنود الواردة أدناه.

**الجدول 7-1/ G.698.1 – معلمات الطبقة المادية وقيم تطبيقات تعدد الإرسال DWDM
التي تستعمل نهج "الوصلة السوداء"**

المعلمة	الوحدات	محددة في الفقرة الفرعية
معلومات عامة		
أدنى مباعدة بين القنوات	GHz	1.1.7
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	—	2.1.7
الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات	—	3.1.7
نوع الليفة	—	4.1.7
السطح البيني عند النقطة S_S		
الحد الأقصى لمتوسط قدرة إخراج القناة	dBm	1.2.7
الحد الأدنى لمتوسط قدرة إخراج القناة	dBm	1.2.7
أدنى تردد مركزي	THz	2.2.7
أقصى تردد مركزي	THz	2.2.7
أقصى انحراف للطيف	GHz	3.2.7
الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي	dB	4.2.7
الحد الأدنى لنسبة خمود القناة	dB	5.2.7
قناع العين	—	6.2.7
المسير البصري من النقطة S_S إلى النقطة R_S		
أقصى خسارة لإدراج القناة	dB	1.3.7
أدنى خسارة لإدراج القناة	dB	1.3.7
أقصى تموج	dB	2.3.7
أقصى تشتت لوني	ps/nm	3.3.7
أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة S_S	dB	4.3.7
أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين S_S و R_S	dB	5.3.7
الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية	ps	6.3.7
أقصى لغط بصري في النقطة R_S	dB	7.3.7
السطح البيني عند النقطة R_S		
الحد الأقصى لمتوسط قدرة الإدخال	dBm	1.4.7
حساسية المستقبل	dBm	2.4.7
أقصى انحطاط للمسير البصري	dB	3.4.7
انعكاسية المستقبل القصوى	dB	4.4.7

1.7 معلومات عامة

1.1.7 أدنى مباعدة بين القنوات

هو الحد الأدنى للفرق الاسمي في التردد بين قناتين متجاورتين. ويبحث البند 3.2.7 جميع حالات التفاوت المسموح به الممكنة في الترددات الفعلية.

2.1.7 معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة

ينطبق صنف الإشارة البصرية الرافدة NRZ 2.5G على الإشارات الرقمية المستمرة بتشفير خطي بالاعودة إلى الصفر، بمعدل بتات يتراوح من حيث القيمة الاسمية بين 622 Mbit/s إلى 2,67 Gbit/s. أما صنف الإشارة البصرية الرافدة NRZ 10G فينطبق على الإشارات الرقمية المستمرة بتشفير خطي بالاعودة إلى الصفر، بمعدل بتات يتراوح من حيث القيمة الاسمية بين 2,4 إلى 10,71 Gbit/s.

3.1.7 الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات

تُحدد المعلومات في إطار هدف معين لتصميم قسم بصري لنسبة خطأ في البتات (BER) لا تقل عن القيمة التي تحددها شفرة التطبيق. وتنطبق هذه القيمة على كل قناة بصرية في ظل أسوأ حالات توهين وتشتت المسير البصري في كل تطبيق. وفي حالة شفرات التطبيق التي تستوجب نقل بايتات التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) (أي، لها شفرة باللاحقة F)، فإنه ليس من الضروري بلوغ نسبة BER إلا بعد تطبيق التصحيح الأمامي للأخطاء FEC (في حال استعماله). أما فيما يتعلق بجميع شفرات التطبيق الأخرى، فإن ينبغي بلوغ هذه النسبة (BER) من دون استعمال هذا التصحيح (FEC).

4.1.7 نوع الليفة

تُنتقى أنواع الألياف البصرية الأحادية الأسلوب من تلك المحددة في التوصيات G.652 و G.653 و G.655 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T).

2.7 السطح البيئي عند النقطة S_s

1.2.7 الحدان الأقصى والأدنى لمتوسط قدرة إخراج القناة

متوسط قدرة كل قناة بصرية على الإطلاق عند النقطة المرجعية S_s هو متوسط قدرة تتابع معطيات شبه عشوائي مُطلق في وصلة تعدد الإرسال DWDM. ويُعطى على هيئة مدى (أقصى وأدنى) لإفساح المجال أمام تحقيق بعض الفعالية المثلى للتكاليف وتغطية المخصصات اللازمة للتشغيل في ظل ظروف تشغيل قياسية، وحالات التفاوت المسموح به في القياسات، وآثار التقادم.

2.2.7 الحدان الأدنى والأقصى للتردد المركزي

التردد المركزي هو تردد اسمي أحادي القناة تُشكّل عليه المعلومات المشفرة الرقمية لقناة بصرية معينة باستعمال الشفرة الخطية NRZ.

وتتوقف الترددات المركزية لجميع القنوات في تطبيق معين على شبكة ترددات الحد الأدنى للمباعدة بين قنوات التطبيق المبينة في التوصية G.694.1 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

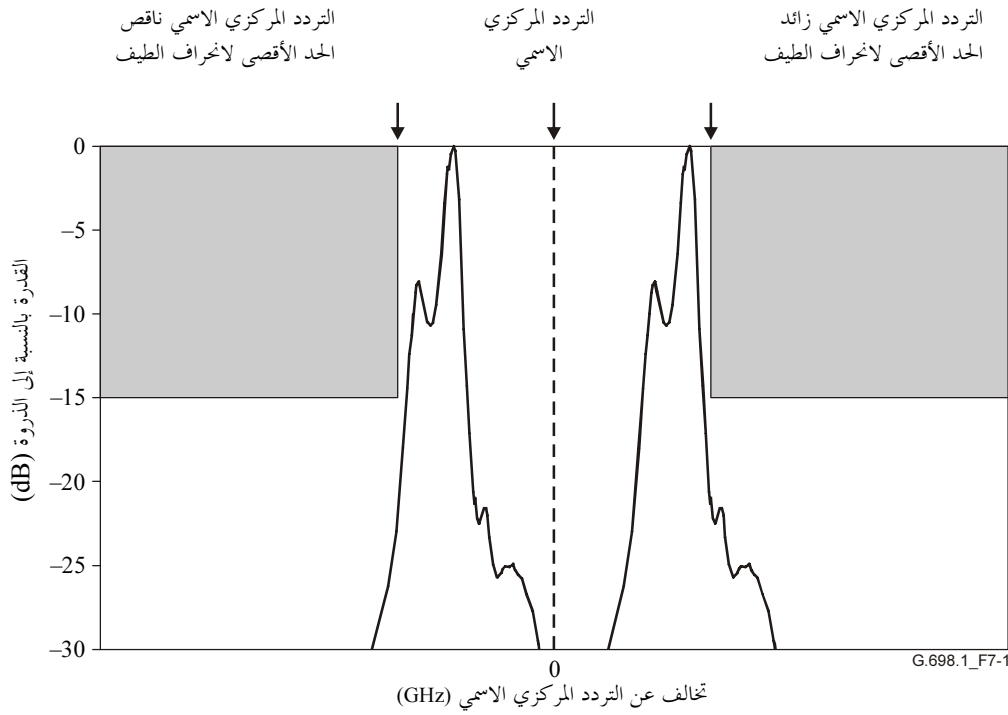
ومع أن هذه التوصية لا تحدد الترددات المركزية التي تُستعمل تحديداً في كل تطبيق، فإنه ينبغي أن تكون الترددات المركزية الاسمية لجميع قنوات التطبيق أكبر من الحد الأدنى للترددات المركزية أو مساوية لها وأقل من الحد الأقصى لهذه الترددات أو مساوية لها.

ويُلاحظ أن قيمة "c" (سرعة الضوء في الفراغ) التي ينبغي أن تُستعمل لتحويل التردد وطول الموجة هي قيمة بمقدار $2,99792458 \times 10^8$ m/s.

3.2.7 أقصى انحراف للطيف

هو أقصى فرق مقبول بين تردد القناة المركزي الاسمي ونقاط طيف المرسل عند -15 dB الأبعد عن التردد المركزي الاسمي المقيس في النقطة S_s. ويوضح ذلك الشكل 1-7.

ملاحظة - ينبغي قياس نقاط طيف المرسل عند -15 dB بعرض نطاق استبانة اسمية قدره 0,01 nm.



الشكل 1-7 G.698.1/1-7 - مثال توضيحي للحد الأقصى لانحراف الطيف

وتحدد أيضاً هذه المعلمة مدى الترددات التي يجب أن تُراعى على أساسها مواصفات خسارة إدراج القناة والتموج.

4.2.7 الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي

هو الحد الأدنى لقيمة النسبة بين الذروة العليا لإجمالي طيف المرسل والذروة العليا الثانية. ويتعين أن تكون الاستبانة الطيفية للقياس أفضل من الحد الأقصى للعرض الطيفي البالغ الذروة، مثلما هو محدد في التوصية G.691 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات. وقد تجاور الذروة العليا الثانية الذروة الرئيسية، أو تكون بعيدة للغاية عنها.

ملاحظة - بموجب هذا التعريف، لا تُعتبر الذرى الطيفية المفصولة عن الذروة العليا بتردد الميقاتية بمثابة أساليب جانبية.

5.2.7 الحد الأدنى لنسبة خمود القناة

تُحدد نسبة الخمود (EX) كالتالي:

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

والحرف A الوارد في تعريف النسبة EX أعلاه هو متوسط مستوى القدرة البصرية في المركز المنطقي "1" وتمثل B متوسط مستوى القدرة البصرية في المركز المنطقي "0". والاصطلاحان المعتمدان بالنسبة للمستويين البصريين المنطقيين هما كالتالي:

- انبعاث ضوء بالنسبة للمنطقي "1"؛
- لا انبعاث ضوء بالنسبة للمنطقي "0".

6.2.7 قناة العين

يمكن الاطلاع على تعريف هذه المعلمة وحدودها في التوصية G.959.1 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

3.7 معلومات المسير البصري (المسافة الواحدة) من النقطة S_S إلى النقطة R_S

1.3.7 الحدان الأدنى والأقصى لخسارة إدراج القناة

خسارة إدراج القناة محددة في التوصية G.671 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات. وهذه الخسارة بالنسبة لأي قناة بصرية هي الحد الأدنى أو الأقصى لخفض القدرة البصرية بين منفذي الإدخال والإخراج في الوصلة السوداء لهذه القناة في مدى تردد الترددات المركزية للقناة $\pm$ الحد الأقصى للانحراف الطيفي.

ويفترض أن تكون مواصفات خسارة الإدراج من الناحية النظرية هي قيم أسوأ الحالات بما في ذلك حالات الخسارة الناجمة عن زوج معدد الإرسال (OM)/مزيل تعدد الإرسال (OD) البصريين أو عن الجداول أو الواصلات أو الموهنات البصرية (في حال استعمالها) أو غيرها من الأجهزة البصرية المنفصلة، وجميع هوامش الكبل الإضافية لتغطية مخصصات ما يلي:

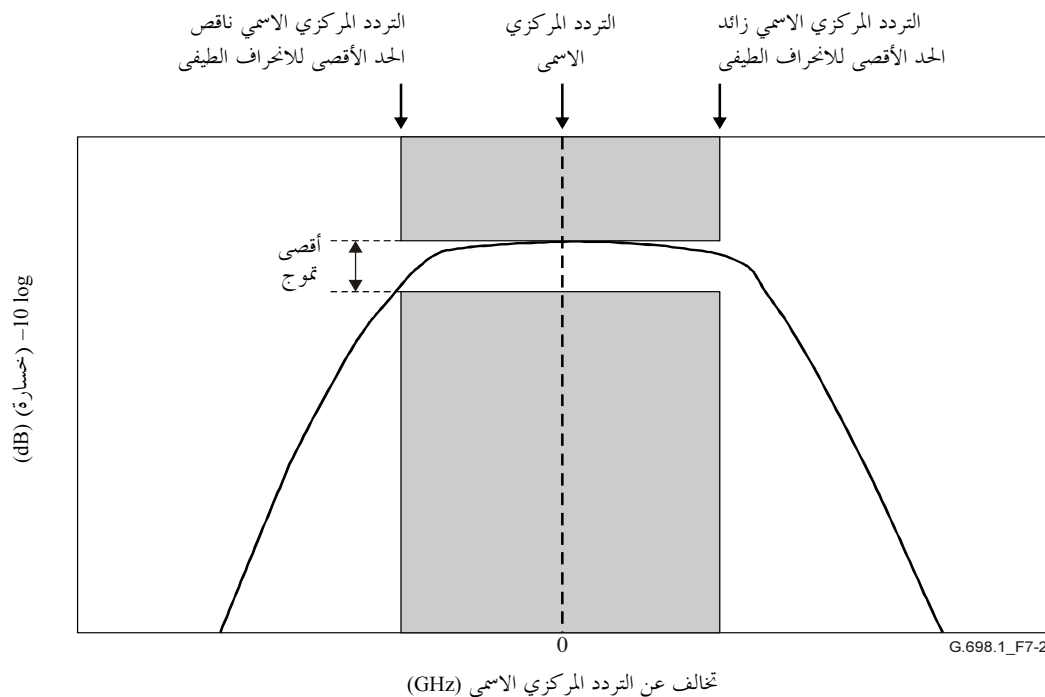
(1) التعديلات المقبلة على تشكيلة الكبل (الجداول الإضافية، الزيادات في أطوال الكبل، وما إلى ذلك)؛

(2) وحالات تفاوت أداء كبلات الألياف الناجمة عن عوامل بيئية؛

(3) وانحطاط الواصلات أو الموهنات البصرية أو غيرها من الأجهزة البصرية المنفصلة، في حال استعمالها، بين النقطتين R_S و S_S .

2.3.7 الحد الأقصى للتموج

تحدد التوصية G.671 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات تموج (جهاز تعدد الإرسال DWDM). وينطبق في هذه التوصية على كامل الوصلة السوداء من النقطة المرجعية S_S إلى النقطة R_S المقابلة لها. وهذا التموج بالنسبة لأي قناة بصرية هو الفرق من الذروة إلى الذروة في خسارة الإدراج بين منفذي إدخال وإخراج الوصلة السوداء لهذه القناة في مدى تردد الترددات المركزية للقناة $\pm$ الحد الأقصى للانحراف الطيفي. ويوضح ذلك الشكل 2-7.



الشكل 2-7/ G.698.1 - مثال توضيحي للحد الأقصى للتموج

3.3.7 الحد الأقصى للتشتت اللوني

تحدد هذه المعلمة الحد الأقصى لقيمة التشتت اللوني عبر المسير البصري التي يستطيع النظام أن يتسامح معها. وتُعتبر هذه قيمة التشتت في أسوأ الحالات. والغرض من نهج أسوأ الحالات المطبق بشأن هذه المعلمة هو منح هوامش معينة لمعلمة حساسة، فضلاً عن توفير إمكانية لتطويل مسافات إرسال وصلات الألياف البصرية القليلة الخسارة.

وقيم الحد الأقصى للتشتت اللوني، الواردة في الجداول 1-8 إلى 4-8، هي قيم مستنبطة من تقدير الحد الأقصى لطول الوصلة المدعومة بكل شفرة تطبيق، وهذا التقدير محسوب من الحد الأقصى لخسارة إدراج القناة (مطروح منه حد التسامح المسموح به لخسارة زوج معدل الإرسال (OM)/مزيل تعدد الإرسال (OD) البصريين) ومقسوم على المقدار $0,21 \text{ dB/km}$. وفي الحالات التي تُعتبر فيها قيم التشتت التي يُحصل عليها بهذه الطريقة أعلى من تلك التي يمكن بلوغها من الناحية العملية بواسطة ما هو متوفر حالياً من مرسلات بصرية فعالة من حيث التكلفة، تُخفض قيم التشتت وفقاً للقدرة التكنولوجية المتوفرة حالياً، ويمكن بالتالي أن تكون هذه التطبيقات محدودة التشتت بينما تكون الأخرى محدودة الخسارة.

ويراعي الانحطاط المسموح به عبر المسير البصري جميع الآثار الحتمية الناجمة عن التشتت اللوني إلى جانب الانحطاط الذي يسببه الحد الأقصى لمهله انتشار المجموعة التفاضلية.

4.3.7 الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية عند النقطة S_s

تنجم الانعكاسات عن حالات انقطاع دليل الانكسار على امتداد المسير البصري. وإن لم يُتحكم فيها، فبمقدورها أن تعرض أداء النظام للانحطاط بفعل ما تخلفه من آثار تؤدي إلى اضطراب تشغيل المصدر، أو من خلال انعكاسات متعددة تتسبب في حدوث ضوضاء لقياس التداخل عند المستقبل. ويتم التحكم في الانعكاسات الحاصلة عبر المسير البصري عن طريق تعيين ما يلي:

- الحد الأدنى لخسارة العودة البصرية للكبل في نقطة الإرسال المرجعية (S_s)، بما في ذلك جميع الوصلات؛
- والحد الأقصى للانعكاس المنفصل بين نقطة الإرسال المرجعية (S_s) ونقطة الاستقبال المرجعية (R_s).

وتشير الانعكاسية إلى الانعكاس الصادر عن أي نقطة انعكاس منفصل وحيدة، بينما تتمثل خسارة العودة البصرية في نسبة القدرة البصرية الساقطة إلى إجمالي القدرة البصرية العائدة من الليفة بأكملها، بما في ذلك الانعكاسات المنفصلة والانتشار الخلفي الموزع على حد سواء مثل انتشار رايلي.

ويصف التذييل الأول/التوصية G.957 طرائق قياس الانعكاسات. ولغرض قياس الانعكاسية وخسارة العودة، يُفترض أن تكون النقطتان S_s و R_s متطابقتين مع طرف كل مقبس من مقابس الوصلات. ومن المسلم به أن ذلك لا يشمل الأداء الفعلي لانعكاس الوصلات المعنية في نظام التشغيل. ويُفترض أن يكون لهذه الانعكاسات القيمة الاسمية لانعكاس النوع الخاص من الوصلات المستعملة.

5.3.7 الحد الأقصى للانعكاسية المنفصلة بين النقطتين S_s و R_s

تُعرف الانعكاسية البصرية بأنها نسبة القدرة البصرية المنعكسة عند نقطة ما، إلى القدرة البصرية الساقطة على هذه النقطة. وتناقش التوصية G.957 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات موضوع التحكم في الانعكاسات مناقشة مستفيضة. ويجب أن يكون الحد الأقصى لعدد الوصلات أو نقاط الانعكاس المنفصل الأخرى التي يمكن أن يضمها المسير البصري (من قبيل أرتال التوزيع، أو مكونات تعدد الإرسال بتقاسم طول الموجات (WDM))، حداً يسمح ببلوغ كامل الخسارة المحددة للعودة البصرية. وإذا تعذر تحقيق ذلك باستعمال وصلات تستوفي القيم القصوى للانعكاس المنفصل المبينة في جداول البند 8، ينبغي حينئذ استعمال الوصلات ذات أداء الانعكاس الأفضل. وكبديل عن ذلك، يجب تقليل عدد الوصلات. وقد تقتضي الضرورة أيضاً تحديد عدد الوصلات أو استعمال وصلات بأداء انعكاسية محسّن من أجل تلافي حالات الانحطاط غير المقبولة الناجمة عن تعدد الانعكاسات.

والقصد من القيم الواردة في جداول البند 8 والمعبرة عن أقصى انعكاسية منفصلة بين نقطتي الإرسال والاستقبال المرجعيتين هو تقليل آثار الانعكاسات المتعددة إلى أدنى حد (مثل ضوضاء قياس التداخل). ويتم اختيار قيمة الحد الأقصى لانعكاسية المستقبل لضمان تحقيق مستوى مقبول من حالات الانحطاط الناجمة عن الانعكاسات المتعددة في جميع تشكيلات النظام المحتملة التي تشمل وصلات متعددة، وما إلى ذلك. وتسبب الأنظمة التي تستعمل وصلات ذات أداء أقل أو أكثر انعكاسات متعددة أقل وتكون بالتالي قادرة على التسامح مع المستقبلات التي تبدي انعكاسية أكبر.

6.3.7 الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية

مهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD) هي الفارق الزمني بين ما يُرسل من أجزاء نبضة معينة طبقاً للحالتين الأساسيتين لاستقطاب إحدى الإشارات البصرية. وبالنسبة للمسافات التي تزيد على عدة كيلومترات، وعلى فرض وجود اقتران أسلوب استقطاب (قوي) عشوائي، يمكن نمذجة المهلة DGD في ليفة بصرية نمذجة إحصائية بوصفها إحدى توزيعات ماكسويل.

وتعرف هذه التوصية المهلة القصوى لانتشار المجموعة التفاضلية على أنها قيمة المهلة DGD التي يجب أن يتسامح معها النظام بالتزامن مع تعيين حد أقصى لانحطاط الحساسية قدره 1 dB.

وبالنظر إلى الطابع الإحصائي للتشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD)، فإن تحديد العلاقة القائمة بين المهلة DGD القصوى ومتوسطها (DGD) هو تحديد قائم على الاحتمالات حصراً. واحتمال تجاوز قيمة DGD الآنية لقيمة معينة هو احتمال يمكن استنباطه من إحصاءات ماكسويل المتعلقة بهذه المهلة. وعليه، إذا علمنا المهلة القصوى DGD التي يمكن أن يتسامح معها النظام، فبمقدورنا أن نستنبط المتوسط المكافئ لها (DGD)، وذلك بقسمة نسبة المهلة القصوى على متوسطها المقابل لاحتمال مقبول. ويرد في الجدول 2-7 بعض الأمثلة على هذه النسب.

الجدول 2-7 G.698.1/2 - متوسطات المهلة DGD واحتمالاتها

النسبة بين الحد الأقصى والمتوسط	احتمال تجاوز الحد الأقصى
3,0	$4,2 \times 10^{-5}$
3,5	$7,7 \times 10^{-7}$
4,0	$7,4 \times 10^{-9}$

7.3.7 أقصى لغط بصري

تفرض هذه المعلمة قيوداً على عزل وصلة وفقاً لنهج "الوصلة السوداء" مؤداها أن يكون اللغط البصري في أسوأ حالات التشغيل عند أي نقطة مرجعية R_s أقل من قيمة اللغط البصري القصوى.

ويتعين تحديداً أن يكون عزل الوصلة أكبر من المقدار اللازم لضمان أنه في الحالات التي تعمل فيها إحدى القنوات بالحد الأدنى لمتوسط قدرة الإخراج عند النقطة S_s وتعمل فيها جميع القنوات الأخرى بالحد الأقصى لمتوسط هذه القدرة، يكون اللغط البصري عند النقطة المقابلة R_s أقل من القيمة القصوى للغط البصري.

4.7 السطح البيني عند النقطة R_s

1.4.7 الحد الأقصى لمتوسط قدرة الإدخال

القيمة القصوى المقبولة لمتوسط القدرة المستقبلية عند النقطة R_s لبلوغ الحد الأقصى المعين لنسبة الخطأ في البتات (BER) في شفرة التطبيق.

تُعرف حساسية المستقبل بوصفها الحد الأدنى لقيمة متوسط القدرة المستقبلية عند النقطة R_s لبلوغ نسبة خطأ في البتات (BER) قدرها 10^{-12} . ولابد من بلوغ هذه القيمة بواسطة مرسل بقيم أسوأ حالات قناع عين المرسل ونسبة خمود وخسارة عودة بصرية عند النقطة S_s وحالات انحطاط على مستوى واصل المستقبل وحالات تسامح فيما يتعلق بالقياس. وليس من الضروري استيفاء حساسية المستقبل بوجود التشتت أو الانعكاسات الساقطة من المسير البصري أو اللغط البصري؛ وهذه الآثار محددة على حدة في تخصيص الحد الأقصى لانحطاط المسير البصري.

ملاحظة - ليس من الضروري استيفاء حساسية المستقبل عندما يفوق ارتعاش المرسل الحد الملائم لتوليد الارتعاش (على غرار ما هو مبين مثلاً في التوصية G.8251 المتعلقة بالإشارات البصرية الرافدة OTN).

ولا تُعين آثار التقادم على حدة لأنها في العادة مسألة يتم تحديدها بين مشغل الشبكة والجهة المصنعة للأجهزة.

3.4.7 الحد الأقصى لانحطاط المسير البصري

انحطاط المسير هو الانخفاض الواضح في حساسية المستقبل بسبب تشوه شكل موجة الإشارة أثناء إرسالها عبر المسير. ويتجلى هذا في صورة تحول لمنحنيات نسبة BER في النظام إلى مستويات أعلى لقدرة الإدخال. ويمثل هذا انحطاطاً لمسير إيجابي. وقد تكون هناك حالات انحطاط سلبية للمسير في ظل ظروف معينة، ولكنها ينبغي أن تكون محدودة. (يدل أي انحطاط سلبي للمسير على تحسين عين المرسل التي هي دون المستوى الأمثل تحسناً جزئياً بواسطة التشوهات المعتمدة على المسير) ومن الناحية المثالية، ينبغي حصر التعبير عن منحنيات نسبة الخطأ في البتات (BER)، غير أن حالات اختلاف الشكل ليست نادرة، وقد تدل على نشوء أوضاع النسبة BER. ونظراً لأن انحطاط المسير هو تغير في حساسية المستقبل، فإنه يُقاس بمستوى نسبة BER قدرها 10^{-12} .

وفيما يتعلق بالتطبيقات المحددة في هذه التوصية، فإن حالات انحطاط المسير محددة بحد أقصى قدره 1,5 dB لأنظمة المسافات القصيرة NRZ 2.5G وبحد 2,5 dB لجميع الأنظمة الأخرى. وهذا الحدان أعلى من الحدود المبينة في توصيات أخرى بسبب الانحطاط الإضافي الناجم عن اللغط البصري.

ويمكن في المستقبل استحداث أنظمة تستعمل تقنيات مواءمة التشتت على أساس تشوه الإشارة مسبقاً في المرسل. وفي هذه الحالة، لا يمكن تحديد انحطاط المسير، الوارد بالمعنى المذكور أعلاه، إلا بين نقاط تكون فيها الإشارات غير مشوهة. غير أن هذه النقاط لا تتفق مع السطوح البينية للمسير الرئيسي، وقد يتعذر بالتالي أيضاً النفاذ إليها. وتعريف انحطاط المسير في هذه الحالة يتطلب المزيد من البحث.

ومتوسط قيمة حالات انحطاط التشتت العشوائي الناجمة عن التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) هو متوسط مدرج في الانحطاط المسموح به للمسير. وفي هذا الخصوص، تعد توليفة المرسل/المستقبل ضرورية للتسامح مع مهلة DGD فعلية بفترة بتات قدرها 0,3 بته مع حد أقصى لانحطاط الحساسية بمقدار 1 dB (بالتلزام مع ما نسبته 50% من القدرة البصرية في كل حالة استقطاب أساسية). ويقابل ذلك، في مستقبل جيد التصميم، انحطاطاً مقداره 0,1-0,2 dB لمهلة DGD بفترة بتات قدرها 0,1 بته. والمهلة الفعلية لانتشار المجموعة التفاضلية (DGD) التي يمكن ملاحظتها أثناء التشغيل هي خاصية الليفة/الكبل المتباينة تبايناً عشوائياً، ومن المتعذر تحديدها في هذه التوصية. ويناقش التذييل الأول/التوصية G.691 هذا الموضوع مناقشة إضافية.

ويُلاحظ أن تخفيض نسبة الإشارة إلى الضوضاء الناجم عن التضخيم البصري (في حال طرح هذه التقنية في مراجعة مقبلة لهذه التوصية) لا يُعتبر انحطاطاً للمسير.

وبالنسبة للتطبيقات التي تتبع نهج "الوصلة السوداء"، يشمل انحطاط المسير انحطاط اللغط.

4.4.7 انعكاسية المستقبل القصوى

الانعكاسات الساقطة من المستقبل والمرتدة إلى وصلة تعدد الإرسال DWDM هي انعكاسات تحددها انعكاسية المستقبل القصوى المسموح بها المقيسة في النقطة المرجعية R_s . وتحدد التوصية G.671 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات الانعكاسية البصرية.

8 قيم العلامات

يرد في الجداول 1-8 إلى 4-8 معلمات وقيم الطبقة المادية.

الجدول G.698.1/1-8 - معلمات وقيم الطبقة المادية للتطبيقات القصيرة المسافة من الصنف NRZ 2.5G
بمعاودة تردد بين القنوات قدرها 100-GHz

المعلمة	الوحدات	DN100S1-1D2(C) DN100S1-1D3(L) DN100S1-1D5(C)	DW100S1-1D2(C) DW100S1-1D3(L) DW100S1-1D5(C)	DN100S1-1D2(C) DN100S1-1D3(L) DN100S1-1D5(C)	DW100S1-1D2(C) DW100S1-1D3(L) DW100S1-1D5(C)
معلومات عامة أدنى بمعاودة بين القنوات معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الراجعة الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات نوع الليفة	GHz — — —	100 NRZ OTU1 ¹²⁻¹⁰ (ملاحظة) G.655، G.653، G.652	100 NRZ 2.5G ¹²⁻¹⁰ G.655، G.653، G.652		
السطح البيني عند النقطة S_s الحد الأقصى لمتوسط قدرة إخراج القناة الحد الأدنى لمتوسط قدرة إخراج القناة أدنى تردد مركزي أقصى تردد مركزي أقصى انحراف للطيف الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي الحد الأدنى لنسبة خمود القناة قناع العين	dBm dBm THz THz GHz dB dB —	4+ 0 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 8,2 NRZ 2,5G per G.959,1	4+ 0 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 8,2 NRZ 2,5G per G.959,1		
المسار البصري من النقطة S_s إلى النقطة R_s أقصى خسارة لإدراج القناة أدنى خسارة لإدراج القناة أقصى تموج أقصى تشتت لوني أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة S _s أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين S _s و R _s الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية أقصى لغط بصري	dB dB dB ps/nm dB dB ps dB	19,5 4 2 1200 24 27— 120 15—	16,5 4 2 950 24 27— 120 15—		
السطح البيني عند النقطة R_s الحد الأقصى لمتوسط قدرة إدخال القناة الحد الأدنى لحساسية المستقبل أقصى انحطاط للمسار البصري انعكاسية المستقبل القصوى	dBm dBm dB dB	0 21— 1,5 27—	0 18— 1,5 27—		
ملاحظة - ليس من الضروري بلوغ نسبة BER لشفرات التطبيق هذه إلا بعد تطبيق تصحيح الأخطاء (في حال استعماله). ولذلك، يمكن أن تكون نسبة BER عند إدخال مزيل تشفير التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) أكبر بكثير من ¹²⁻¹⁰ .					

الجدول 8-2/698.1 G - معلمات وقيم الطبقة المادية للتطبيقات الطويلة المسافة من الصنف NRZ 2.5G

بمعاودة تردد بين القنوات قدرها 100-GHz

المعلمة	الوحدات	DN100L1-1D2(C) DN100L1-1D3(L) DN100L1-1D5(C)	DW100L1-1D2(C) DW100L1-1D3(L) DW100L1-1D5(C)	DN100L1-1D2(C) DN100L1-1D3(L) DN100L1-1D5(C)	DW100L1-1D2(C) DWN100L1-1D3(L) DWN100L1-1D5(C)
معلومات عامة أدنى مفاوعة بين القنوات معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات نوع الليفة	GHz — — —	100 NRZ 2,5G ¹²⁻¹⁰ G.655 ،G.653 ،G.652	100 NRZ 2,5G ¹²⁻¹⁰ G.655 ،G.653 ،G.652	100 NRZ OTU1 ¹²⁻¹⁰ (الملاحظة 1) G.655 ،G.653 ،G.652	100 NRZ OTU1 ¹²⁻¹⁰ (الملاحظة 1) G.655 ،G.653 ،G.652
السطح البيني عند النقطة S _S الحد الأقصى لمتوسط قدرة إخراج القناة الحد الأدنى لمتوسط قدرة إخراج القناة أدنى تردد مركزي أقصى تردد مركزي أقصى انحراف للطيف الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجاني الحد الأدنى لنسبة خمود القناة قناع العين	dBm dBm THz THz GHz dB dB —	4+ 0 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12.5± 30 8,2 NRZ 2.5G per G.959.1	4+ 0 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12.5± 30 8,2 NRZ 2.5G per G.959.1	4+ 0 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12.5± 30 8,2 NRZ 2.5G per G.959.1	4+ 0 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12.5± 30 8,2 NRZ 2.5G per G.959.1
المسير البصري من النقطة S _S إلى النقطة R _S أقصى خسارة لإدراج القناة أدنى خسارة لإدراج القناة أقصى تموج أقصى تشتت لوني أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة S _S أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين S _S و R _S الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية أقصى لغط بصري	dB dB dB ps/nm dB dB ps dB	28,5 13 2 1600 24 27— 120 16—	25,5 13 2 1400 (الملاحظة 2) 24 27— 120 16—	28,5 13 2 1600 24 27— 120 16—	28,5 13 2 1600 24 27— 120 16—
السطح البيني عند النقطة R _S الحد الأقصى لمتوسط قدرة إدخال القناة الحد الأدنى لحساسية المستقبل أقصى انخفاط للمسير البصري انعكاسية المستقبل القصوى	dBm dBm dB dB	9— 31— 2,5 27—	9— 28— 2,5 27—	9— 31— 2,5 27—	9— 31— 2,5 27—
ملاحظة 1- ليس من الضروري بلوغ نسبة BER لشفرات التطبيق هذه إلا بعد تطبيق تصحيح الأخطاء (في حال استعماله). ولذلك، يمكن أن تكون نسبة BER عند إدخال مزيل تشفير التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) أكبر بكثير من ¹²⁻¹⁰. ملاحظة 2- ينطبق حد أقصى للتشتت اللوني بمقدار 1600 ps/nm في الحالات التي يكون فيها الحد الأقصى لمعدل البتات مقيداً بقيمة 2,488 Gbit/s (STM-16).					

الجدول 8-3/G.698.1 – معلمات وقيم الطبقة المادية للتطبيقات القصيرة المسافة من الصنف NRZ 10G
بمباعدة تردد بين القنوات قدرها 100-GHz

المعلمة	الوحدات	DN100S1-2D2(C) DN100S1-2D3(L) DN100S1-2D5(C)	DW100S1-2D2(C) DW100S1-2D3(L) DW100S1-2D5(C)	100 NRZ OTU2 ¹²⁻¹⁰ (ملاحظة) G.655 ، G.653 ، G.652
معلومات عامة أدنى مباعدة بين القنوات معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات نوع الليفة	GHz – – –	100 NRZ 10G ¹²⁻¹⁰ G.655 ، G.653 ، G.652	100 NRZ OTU2 ¹²⁻¹⁰ (ملاحظة) G.655 ، G.653 ، G.652	100 NRZ OTU2 ¹²⁻¹⁰ (ملاحظة) G.655 ، G.653 ، G.652
السطح البيني عند النقطة S _S الحد الأقصى لمتوسط قدرة إخراج القناة الحد الأدنى لمتوسط قدرة إخراج القناة أدنى تردد مركزي أقصى تردد مركزي أقصى انحراف للطيف الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي الحد الأدنى لنسبة خمود القناة قناع العين	dBm dBm THz THz GHz dB dB –	3+ 1– 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 8,2 NRZ 10G 1550 nm region per G.959.1	3+ 1– 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 8,2 NRZ 10G 1550 nm region per G.959.1	3+ 1– 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 8,2 NRZ 10G 1550 nm region per G.959.1
المسار البصري من النقطة S _S إلى النقطة R _S أقصى خسارة لإدراج القناة أدنى خسارة لإدراج القناة أقصى تموج أقصى تشتت لوني أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة S _S أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين S _S و R _S الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية أقصى لغط بصري	dB dB dB ps/nm dB dB ps dB	21,5 10 2 1400 24 27– 30 16–	18,5 10 2 1100 24 27– 30 16–	21,5 10 2 1400 24 27– 30 16–
السطح البيني عند النقطة R _S الحد الأقصى لمتوسط قدرة إدخال القناة الحد الأدنى لحساسية المستقبل أقصى انحطاط للمسار البصري انعكاسية المستقبل القصوى	dBm dBm dB dB	7– 22– 2,5 27–	7– 22– 2,5 27–	7– 22– 2,5 27–
ملاحظة – ليس من الضروري بلوغ نسبة BER لشفرات التطبيق هذه إلا بعد تطبيق تصحيح الأخطاء (في حال استعماله). ولذلك، يمكن أن تكون نسبة BER عند إدخال مزيل تشفير التصحيح الأمامي (FEC) أكبر بكثير من ¹²⁻¹⁰ .				

الجدول G.698.1/4-8 - معلمات وقيم الطبقة المادية للتطبيقات البعيدة المدى من الصنف NRZ 10G بمباعدة تردد بين القنوات قدرها 100-GHz

المعلمة	الوحدات	DN100L1-2D2(C) DN100L1-2D3(L) DN100L1-2D5(C)	DW100L1-2D2(C) DW100L1-2D3(L) DW100L1-2D5(C)	DN100L1-2D2(C) DN100L1-2D3(L) DN100L1-2D5(C)	DW100L1-2D2(C) DW100L1-2D3(L) DW100L1-2D5(C)
معلومات عامة أدنى مباعدة بين القنوات معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات نوع الليفة	GHz — — —	100 NRZ 10G ¹²⁻¹⁰ G.655, G.653, G.652	100 NRZ OTU2 ¹²⁻¹⁰ G.655, G.653, G.652	100 NRZ OTU2 ¹²⁻¹⁰ G.655, G.653, G.652	100 NRZ OTU2 ¹²⁻¹⁰ G.655, G.653, G.652
السطح البيني عند النقطة S_s الحد الأقصى لمتوسط قدرة إخراج القناة الحد الأدنى لمتوسط قدرة إخراج القناة أدنى تردد مركزي أقصى تردد مركزي أقصى انحراف للطيف الحد الأدنى لنسبة كبت الأسلوب الجانبي الحد الأدنى لنسبة خمود القناة قناع العين	dBm dBm THz THz GHz dB dB —	6+ 3+ 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 9 NRZ 10G 1550 nm region per G.959.1	6+ 3+ 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 9 NRZ 10G 1550 nm region per G.959.1	6+ 3+ 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 9 NRZ 10G 1550 nm region per G.959.1	6+ 3+ 191,5 for (C) 186,0 for (L) 196,2 for (C) 191,5 for (L) 20± 12,5± 30 9 NRZ 10G 1550 nm region per G.959.1
المسار البصري من النقطة S_s إلى النقطة R_s أقصى خسارة لإدراج القناة أدنى خسارة لإدراج القناة أقصى تموج أقصى تشتت لوني أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة S _s أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين S _s و R _s الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية أقصى لغط بصري	dB dB dB ps/nm dB dB ps dB	27,5 13 2 1700 24 27— 30 16—	24,5 13 2 1600 24 27— 30 16—	27,5 13 2 1700 24 27— 30 16—	24,5 13 2 1600 24 27— 30 16—
السطح البيني عند النقطة R_s الحد الأقصى لمتوسط قدرة إدخال القناة الحد الأدنى لحساسية المستقبل أقصى انحطاط للمسار البصري انعكاسية المستقبل القصوى	dBm dBm dB dB	7— 27— 2,5 27—	7— 24— 2,5 27—	7— 27— 2,5 27—	7— 24— 2,5 27—
ملاحظة - ليس من الضروري بلوغ نسبة BER لشفرات التطبيق هذه إلا بعد تطبيق تصحيح الأخطاء (في حال استعماله). ولذلك، يمكن أن تكون نسبة BER عند إدخال مزيل تشفير التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) أكبر بكثير من ¹²⁻¹⁰ .					

9 اعتبارات السلامة البصرية

انظر التوصية G.644 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات والوثيقتين 60825-1 و 60825-2 الصادرتين عن اللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC) للاطلاع على هذه الاعتبارات.

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 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 أجهزة القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطراية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطارييف الخاصة بالخدمات التلمائية
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