الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.698.3

(2012/02)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية –
خصائص الأنظمة البصرية

تطبيقات متعددة القنوات بإشارة بداية لتعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) مع سطوح بينية بصرية أحادية القناة

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199 – G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299 – G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399 – G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية الراديوية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449 – G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499 – G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699 – G.600
اعتبارات عامة	G.609 – G.600
أزواج كبلات متناظرة	G.619 – G.610
أزواج الكبلات البرية متحدة المحور	G.629 – G.620
الكبلات البحرية	G.639 – G.630
الأنظمة البصرية في الفضاء الطلق	G.640 – G.649
كبلات الألياف البصرية	G.659 – G.650
خصائص المكونات والأنظمة الفرعية البصرية	G.679 – G.660
خصائص الأنظمة البصرية	**G.699 – G.680**
تجهيزات مطرافية رقمية	G.799 – G.700
الشبكات الرقمية	G.899 – G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999 – G.900
نوعية خدمة وأداء الوسائط المتعددة – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999 – G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999 – G.6000
المعطيات عبر شبكات النقل – الجوانب العامة	G.7999 – G.7000
جوانب الرزم عبر شبكات النقل	G.8999 – G.8000
شبكات النفاذ	G.9999 – G.9000

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

التوصية ITU-T G.698.3

تطبيقات متعددة القنوات بإشارة بداية لتعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) مع سطوح بينية بصرية أحادية القناة

ملخص

تقدم التوصية ITU-T G.698.3 قيم المعلمات البصرية المتعلقة بالسطوح البينية للطبقة المادية لأنظمة تعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) المصممة أساساً للتطبيقات المتعلقة بالمدن الكبرى. وهذه التطبيقات محددة باستعمال معلمات وقيم السطح البيني البصري لسطوح بينية أحادية القناة ومتعددة القنوات لأنظمة بصرية متعددة القنوات بإشارة بداية لتعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة في تطبيقات من نقطة إلى نقطة. وتستخدم هذه التوصية معمارية نظام تتألف من طرف رأس يوصل معدات طرف الذيل (TEE) عبر وصلة سوداء. ويضم طرف الرأس مجموعة من المرسلات والمستقبلات ومعدّد إرسال ومزيل تعدد إرسال بصريين (OD/OM) إضافة إلى مصدر إشارة البداية. ويُستخدم ليف واحد ثنائي الاتجاه لتوصيل طرف الرأس بوحدة OD/OM المنفعلة. كما أن التوصيل بين الوحدة OD/OM ومعدات طرف الذيل هو توصيل ثنائي الاتجاه أيضاً. وفي طرف الذيل، تستخدم المرسلات كلها إشارة بداية للإطباق على طول الموجة المطلوب للإرسال. وتضم الصيغة الأولية من هذه التوصية تطبيقات بإشارة بداية لتعدد الإرسال DWDM تعمل بمعدل Gbit/s 1,25 وبمباعدة ترددية بين القنوات قدرها GHz 100.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة عليها	لجنة الدراسات
1.0	ITU-T G.698.3	2012-02-13	15

تمهيد

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

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

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

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

ملاحظة

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

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

حقوق الملكية الفكرية

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

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

© ITU 2015

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 مجال التطبيق 1

2 المراجع 1

3 المصطلحات والتعاريف 2

1.3 المصطلحات المعرَّفة في مصادر أخرى 2

2.3 المصطلحات المعرَّفة في هذه التوصية 2

4 المختصرات والأسماء المختصرة 3

5 تصنيف السطوح البينية البصرية 3

1.5 التطبيقات 3

2.5 النقاط المرجعية 4

3.5 التسميات 5

4.5 السطوح البينية عند النقاط المرجعية $MPI\text{-}S_M$ و$MPI\text{-}R_M$ وS_S وR_S 5

6 التواؤم المستعرض 5

7 تعاريف المعلمات 6

1.7 معلومات عامة 7

2.7 السطح البيني عند النقطة S_S أو $MPI\text{-}S_M$ 8

3.7 المسير البصري من النقطة $MPI\text{-}S_M$ إلى R_S أو من S_S إلى $MPI\text{-}R_M$ 8

4.7 السطح البيني عند النقطة R_S أو $MPI\text{-}R_M$ 12

8 قيم المعلمات 12

9 اعتبارات السلامة البصرية 14

التذييل I – اشتقاق ترددات القناة خارج الشبكة 15

بيبليوغرافيا 16

التوصية ITU-T G.698.3

تطبيقات تعدد الإرسال متعددة القنوات ذات المتجهات بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) مع سطوح بينية بصرية أحادية القناة

1 مجال التطبيق

غرض هذه التوصية تقديم مواصفات السطوح البينية البصرية في سبيل تنفيذ أنظمة بإشارة بداية لتعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) متوائمة تواؤماً مستعرضاً ومصممة أساساً لتطبيقات المدن الكبرى.

وتحدد التوصية معلمات السطوح البينية البصرية للتطبيقات بإشارة بداية لتعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) من نقطة إلى نقطة (مع مسافة إرسال قصوى تبلغ حوالي 40 km) عبر ألياف بصرية أحادية الأسلوب باتباع نهج "الوصلة السوداء"، وتعطي التوصية أيضاً قيماً لهذه المعلمات.

ولا تدخل في نطاق هذه التوصية التطبيقات التي تحتوي على مضخمات في الوصلة السوداء.

وتصف التوصية أنظمة بإشارة بداية لتعدد الإرسال DWDM تتسم بالخصائص التالية:

- مباعدة ترددية بين القنوات: 100 GHz؛
- معدل بتات قناة الإشارة: قد يصل إلى 1,25 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 الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع للمراجعة، فإننا نحث جميع مستعملي هذه 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 يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[ITU-T G.652] التوصية ITU-T G.652 (2005) *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب.*

[ITU-T G.664] التوصية ITU-T G.664 (2006) *إجراءات ومتطلبات السلامة البصرية من أجل أنظمة النقل البصرية.*

[ITU-T G.671] التوصية ITU-T G.671 (2009) *خصائص الإرسال في المكونات والأنظمة الفرعية البصرية.*

[ITU-T G.691] التوصية ITU-T G.691 (2006) *السطوح البينية البصرية في الأنظمة STM-64 وغيرها من أنظمة التراتب الرقمي المتزامن (SDH) أحادية القناة بمكبرات بصرية.*

[ITU-T G.694.1] التوصية ITU-T G.694.1 (2002) *الشبكات الطيفية لتطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM): شبكة ترددات تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة المكثف (DWDM).*

[ITU-T G.698.1] التوصية ITU-T G.698.1 (2009) *تطبيقات متعددة القنوات لتعدد الإرسال بتقاسم مكثف لطول الموجة (DWDM) ذات سطوح بينية بصرية أحادية القناة.*

[ITU-T G.709] التوصية ITU-T G.709/Y.1331 (2009) *السطوح البينية في شبكة النقل البصرية (OTN).*

[ITU-T G.957] التوصية ITU-T G.957 (2006) *السطوح البينية للتجهيزات والأنظمة الخاصة بالتراتب الرقمي المتزامن.*

[ITU-T G.959.1] التوصية ITU-T G.959.1 (2009) *السطوح البينة للطبقة المادية لشبكة النقل البصرية*.

[IEC 60825-1] الوثيقة 60825-1 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) (2007)، *سلامة منتجات الليزر – الجزء 1: دليل المستعمل وتصنيف التجهيزات ومتطلباتها*.

[IEC-60825-2] الوثيقة 60825-2 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) (2010)، *سلامة منتجات الليزر – الجزء 2: سلامة أنظمة الاتصالات ذات الألياف البصرية (OFCS)*.

3 المصطلحات والتعاريف

1.3 المصطلحات المعرَّفة في مصادر أخرى

تستعمل هذه التوصية المصطلحات التالية المعرَّفة في مصادر أخرى:

1.1.3 المصطلحات المعرَّفة في التوصية [ITU-T G.671]:

- خسارة إدراج القناة
- مباعدة بين القنوات
- تعدد إرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM)
- مهلة انتشار المجموعة التفاضلية
- انعكاسية
- تموج

2.1.3 المصطلح المعرف في التوصية [ITU-T G.694.1]:

- شبكة ترددات

3.1.3 المصطلح المعرف في التوصية [ITU-T G.709]:

- وحدة k كاملة التقييس لنقل القنوات البصرية (OTUk)

4.1.3 المصطلحات المعرفة في التوصية [ITU-T G.957]:

- هندسة مشتركة
- حساسية المستقبِل
- تواؤم مستعرض

5.1.3 المصطلحان المعرفان في التوصية [ITU-T G.959.1]:

- إشارة بصرية رافدة
- إشارة بصرية رافدة من صنف NRZ 1,25G

2.3 المصطلحات المعرَّفة في هذه التوصية

لا تعرِّف هذه التوصية أيّ مصطلحات.

4 المختصرات والأسماء المختصرة

تستعمل هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

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

BLS مصدر ضوء عريض النطاق *(Broadband Light Source)*

DOP درجة الاستقطاب *(Degree of Polarization)*

DWDM تعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة *(Dense Wavelength Division Multiplexing)*

$MPI\text{-}R_M$ نقطة مرجعية متعددة القنوات عند المدخل المجمّع لطرف الرأس
(Multichannel reference point at the head-end aggregate input)

$MPI\text{-}S_M$ نقطة مرجعية متعددة القنوات عند المخرج المجمّع لطرف الرأس
(Multichannel reference point at the head-end aggregate output)

MWS مصدر متعدد أطوال الموجة *(Multi-Wavelength Source)*

NA غير مطبَّق *(Not Applicable)*

NRZ لا عودة إلى الصفر *(Non-Return to Zero)*

OD مزيل تعدد إرسال بصري *(Optical Demultiplexer)*

OM معدّد إرسال بصري *(Optical Multiplexer)*

OTUk وحدة k كاملة التقييس لنقل القنوات البصرية *(Completely standardized optical channel transport unit-k)*

RIN ضوضاء شديدة نسبياً *(Relative Intensity Noise)*

R_S نقطة مرجعية أحادية القناة عند المخرج الرافد لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM)
(Single-channel reference point at the DWDM network element tributary output)

SLED ثنائي باعث لضوء شديد الإشعاع *(Super-luminescent Light Emitting Diode)*

S_S نقطة مرجعية أحادية القناة عند المدخل الرافد لعنصر شبكة تعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM)
(Single-channel reference point at the DWDM network element tributary input)

TEE معدات طرف الذيل *(Tail-End Equipment)*

WDM تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة *(Wavelength Division Multiplexing)*

5 تصنيف السطوح البينية البصرية

1.5 التطبيقات

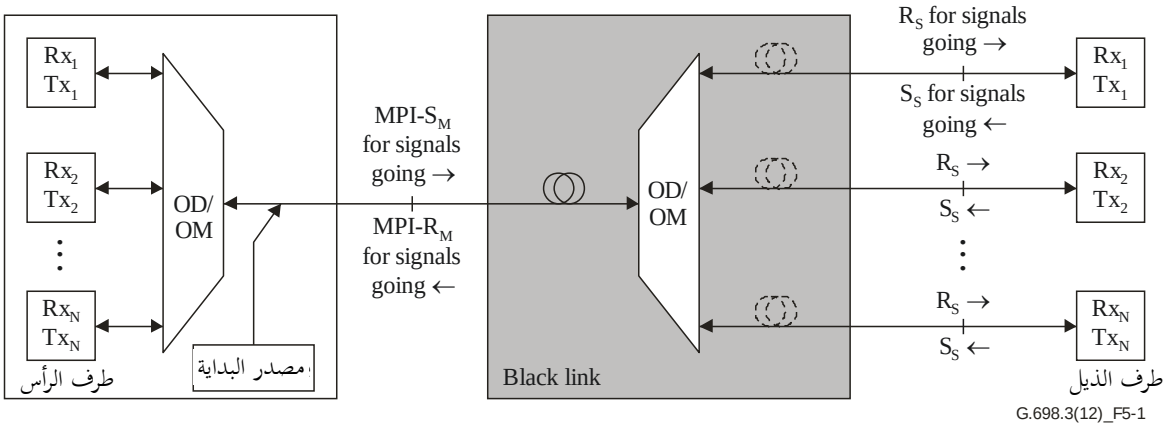
تقدم هذه التوصية معلمات وقيم الطبقة المادية المتعلقة بسطوح بينية أحادية القناة ومتعددة القنوات لأنظمة بصرية متعددة القنوات بإشارة بداية لتعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) في تطبيقات مادية من نقطة إلى نقطة. وصُممت هذه الأنظمة DWDM أساساً لكي تستخدمها طائفة متنوعة من العملاء والخدمات والبروتوكولات في شبكات المناطق الحضرية الكبرى.

وتطبق طريقة تحديد المواصفات الواردة في هذه التوصية نهج "الوصلة السوداء"، وهذا يعني أن معلمات السطوح البينية البصرية للإشارات البصرية الرافدة (أحادية القناة) وحدها هي المحددة عند معدات طرف الذيل (TEE). وتقدم التوصية مواصفات إضافية لمعلمات الوصلة السوداء من قبيل التوهين الأقصى والتشتت اللوني والتموج والتشتت بأسلوب الاستقطاب. ويمكّن هذا النهج من تحقيق تواؤم مستعرض على مستوى النقاط الأحادية القناة باستعمال تشكيلة تعدد إرسال مباشر لطول الموجة، وكذلك تحقيق هذا التواؤم على مستوى النقاط المتعددة القنوات كما هو مبين في الشكل 5-1.

وتحصر هذه التوصية النظر في تطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) التي لا تحتوي فيها الوصلة السوداء على مضخمات بصرية.

2.5 النقاط المرجعية

يوضح الشكل 5-1 مجموعة نقاط مرجعية محددة في هذه التوصية.



الشكل 5-1 – المخطط المرجعي

تتألف معمارية النظام من طرف رأس يوصل معدات طرف الذيل (TEE) عبر وصلة سوداء. ويضم طرف الرأس مجموعة من المرسلات والمستقبلات ومعدد إرسال ومزيل تعدد إرسال بصريين (OD/OM) إضافة إلى مصدر لإشارة البداية. ويمكن تنفيذ مصدر البداية بأساليب عديدة. وتشمل هذه الأساليب ليّفة مضخّة مَشوبة بالإيربيوم أو ثنائياً باعثاً لضوء شديد الإشعاع (SLED) أو مصدر ليزر متعدد أطوال الموجة. ويُستخدم ليف واحد ثنائي الاتجاه لتوصيل طرف الرأس بمعدد الإرسال/مزيل تعدد الإرسال البصريين (OD/OM) المنفعلين. كما أن التوصيل بين الوحدة OD/OM ومعدات طرف الذيل هو توصيل ثنائي الاتجاه. وتعتبر الوحدة OD/OM جزءاً من الوصلة السوداء. ولا تضم هذه الأخيرة أيّ مضخم بصري. وفي طرف الذيل، تستخدم جميع المرسِلات إشارة بداية للإطباق على طول الموجة المطلوب للإرسال.

وتحدَّد النقاط المرجعية المبينة في الشكل 5-1 كالتالي:

- $MPI\text{-}S_M$ هي نقطة مرجعية متعددة القنوات عند المخرج المجمّع لطرف الرأس؛
- $MPI\text{-}R_M$ هي نقطة مرجعية متعددة القنوات عند المدخل المجمّع لطرف الرأس؛
- S_S هي نقطة مرجعية أحادية القناة عند مخرج معدّات طرف الذيل؛
- R_S هي نقطة مرجعية أحادية القناة عند مدخل معدّات طرف الذيل.

ويرسل طرف الرأس عند السطح البيني للنقطة المرجعية $MPI\text{-}S_M$ إشارات بيانات متعددة القنوات وإشارة بداية عريضة النطاق.

ويمر عبر السطح البيني للنقطة المرجعية R_S نوعان من الإشارات الأحادية القناة المتجهة نحو معدات طرف الذيل؛ إشارة بيانات وإشارة بداية للإطباق على الإرسال من طرف الذيل في اتجاه طرف الرأس.

وعند السطح البيني للنقطة المرجعية S_S، ترسل معدات طرف الذيل التي يطبق طول موجتها على إشارة البداية الواردة إشارةً أحادية القناة.

ويستقبل طرف الرأس عند السطح البيني للنقطة المرجعية $MPI\text{-}R_M$ إشارة متعددة القنوات.

3.5 التسميات

تحدد شفرة التطبيق شبكة تطبيق معين وطريقة تنفيذه وخصائصه المعمارية.

ويتكون ترميز شفرة التطبيق من الصيغة التالية:

SDcW-ytz

حيث:

SD المؤشر الخاص بتطبيقات تعدد الإرسال DWDM بإشارة بداية.

c المباعدة بين القنوات محسوبة بالوحدة GHz.

W حرف يدل على مسافة المدى. ولا تستعمل في الصيغة الحالية من هذه التوصية سوى القيمة الآتية:

S يشير إلى مسافة قصيرة؛

y يشير إلى أعلى صنف للإشارة البصرية الرافدة المتوفرة. ولا تستعمل في الصيغة الحالية من هذه التوصية سوى القيمة الآتية:

0 إشارةً إلى الصنف NRZ 1.25G؛

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

D يشير إلى أن التطبيق لا يحتوي على أيّ مضخمات بصرية.

z يشير إلى أنواع الألياف. ولا تستعمل في الصيغة الحالية من هذه التوصية سوى القيمة الآتية:

2 إشارةً إلى الليفة ITU-T G.652؛

4.5 السطوح البينية عند النقاط المرجعية $MPI\text{-}S_M$ و$MPI\text{-}R_M$ وS_S وR_S

يُقصد من السطوح البينية التي يرد وصف لها في الجدولين 8-1 و8-2 التمكُّن من تحقيق تواؤم مستعرض في السطوح البينية أحادية القناة ومتعددة القنوات عند نقاط الدخول/الخروج لوصلة تعدد الإرسال DWDM بإشارة بداية (معدد إرسال بصري (OM)، وليفة، ومزيل تعدد إرسال بصري (OD)) كما هو مبين في الشكل 5-1.

ويمكن الاطلاع على المزيد من متطلبات التواؤم المستعرض في الفقرة 6.

ويلخص الجدول 5-1 شفرات التطبيق المحددة وفقاً للتسميات الواردة في الفقرة 3.5.

التطبيق	مسافة قصيرة (S)
نوع الليفة	ITU-T G.652
إشارة بصرية رافدة من صنف NRZ 1,25G	SD100S-0D2

يحدد الجدولان 8-1 و8-2 التطبيقات غير المضخمة الواردة في هذه التوصية.

6 التواؤم المستعرض

تحدد هذه التوصية معلمات تمكّن أنظمة الخطوط من أن تكون متوائمة بطريقة مستعرضة (أي تعدد الجهات البائعة) لأغراض التطبيقات من نقطة إلى نقطة عند النقطتين المرجعيتين أحاديتي القناة S_S وR_S والنقطتين المرجعيتين متعددتي القنوات $MPI\text{-}S_M$ و$MPI\text{-}R_M$ لأنظمة تعدد الإرسال DWDM بإشارة بداية في إطار نهج الوصلة السوداء.

والغرض من النقطتين المرجعيتين أحاديتي القناة S_S وR_S هو تحقيق تواؤم مستعرض بين العديد من السطوح البينية الرافدة لمعدات طرف الذيل لتعدد الإرسال DWDM. وفي هذه الحالة، يمكن أن يكون مصدر أزواج المرسلات ($Tx\ \lambda_i$)/المستقبلات ($Rx\ \lambda_i$) للإشارات الرافدة هو جهات بائعة مختلفة. وبالمثل، فإن الغرض من النقطتين المرجعيتين متعددتي القنوات $MPI\text{-}S_M$ و$MPI\text{-}R_M$ هو

تحقيق التواؤم المستعرض بين الوصلة السوداء ومعدات طرف الرأس. وبالتالي، ليس من الضروري أن يكون لمعدات طرف الذيل والوصلة السوداء ومعدات طرف الرأس نفس الموردين.

ويمكن تحقيق تواؤم مستعرض (لعدة جهات بائعة) بالنسبة للنقطة المرجعية $MPI\text{-}S_M$ في اتجاه R_S والنقطة المرجعية S_S في اتجاه $MPI\text{-}R_M$ لأنظمة تعدد الإرسال DWDM بإشارة بداية والمحددة في إطار نهج الوصلة السوداء والتي لديها نفس شفرة التطبيق تماماً.

وتعايش السطوح البينية الرافدة مع مختلف شفرات التطبيق عبر نفس الوصلة السوداء هو مسألة تتعلق بالهندسة المشتركة. ولا بد من توخي الحيطة والحذر، لا سيما فيما يتصل بالمعلمات الأساسية للسطوح البينية التي يجب أن تكون متسقة، مثل قدرة الخرج في النقطة S_S وقدرة الدخل عند النقطة $MPI\text{-}R_M$، ومعدل البتات لتشفير الخطوط في النقطة S_S، ومعدل البتات لتشفير الخطوط في النقطة R_S، وما إلى ذلك.

7 تعاريف المعلمات

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

الجدول 7-1 – معلمات الطبقة المادية لتطبيقات تعدد الإرسال DWDM بإشارة بداية

المعلمة	الوحدات	محددة في الجدول 8-1	محددة في الجدول 8-2
معلومات عامة			
أدنى مباعدة بين القنوات	GHz	الفقرة 1.1.7	الفقرة 1.1.7
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	الفقرة 2.1.7	الفقرة 2.1.7
الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات	–	الفقرة 3.1.7	الفقرة 3.1.7
نوع الليفة	–	الفقرة 4.1.7	الفقرة 4.1.7
السطح البيني عند النقطة S_S أو $MPI\text{-}S_M$			
الحد الأقصى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	الفقرة 1.2.7	الفقرة 1.2.7
الحد الأدنى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	الفقرة 1.2.7	الفقرة 1.2.7
أدنى تردد مركزي	THz	الفقرة 2.2.7	الفقرة 2.2.7
أقصى تردد مركزي	THz	الفقرة 2.2.7	الفقرة 2.2.7
أقصى انحراف للطيف	GHz	الفقرة 3.2.7	
الحد الأدنى لنسبة خمود القناة	dB	الفقرة 4.2.7	الفقرة 4.2.7
قناع العين	–	الفقرة 5.2.7	الفقرة 5.2.7
نوع مصدر البداية		الفقرة 6.2.7	
الحد الأقصى للكثافة الطيفية لإشارة البداية	dBm/nm	الفقرة 7.2.7	
الحد الأدنى للكثافة الطيفية لإشارة البداية	dBm/nm	الفقرة 7.2.7	
الحد الأقصى لمتوسط قدرة خرج إشارة البداية	dBm	الفقرة 7.2.7	
الحد الأدنى لمتوسط قدرة خرج إشارة البداية	dBm	الفقرة 7.2.7	
الحد الأقصى لطول موجة إشارة البداية	nm	الفقرة 8.2.7	
الحد الأدنى لطول موجة إشارة البداية	nm	الفقرة 8.2.7	
الحد الأقصى لدرجة استقطاب إشارة البداية	%	الفقرة 9.2.7	

الجدول 7-1 – معلمات الطبقة المادية لتطبيقات تعدد الإرسال DWDM بإشارة بداية

المعلمة	الوحدات	محددة في الجدول 8-1	محددة في الجدول 8-2
المسير البصري من النقطة MPI-S_M إلى R_S أو من S_S إلى MPI-R_M			
أقصى خسارة لإدراج القناة	dB	الفقرة 1.3.7	الفقرة 1.3.7
أدنى خسارة لإدراج القناة	dB	الفقرة 1.3.7	الفقرة 1.3.7
أقصى تموج	dB	الفقرة 2.3.7	الفقرة 2.3.7
الحد الأدنى لنصف عرض القناة	GHz		الفقرة 3.3.7
أقصى تشتت لوني	ps/nm	الفقرة 4.3.7	الفقرة 4.3.7
أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة MPI-S_M أو S_S	dB	الفقرة 5.3.7	الفقرة 5.3.7
أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين MPI-S_M وR_S أو بين S_S و MPI-R_M	dB	الفقرة 6.3.7	الفقرة 6.3.7
الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية	ps	الفقرة 7.3.7	الفقرة 7.3.7
أقصى لغط بين القنوات في النقطة R_S	dB	الفقرة 8.3.7	
السطح البيني عند النقطة R_S أو MPI-R_M			
الحد الأقصى لمتوسط قدرة دخل القناة	dBm	الفقرة 1.4.7	الفقرة 1.4.7
الحد الأدنى لمتوسط قدرة دخل القناة	dBm		الفقرة 1.4.7
الحد الأقصى لمتوسط قدرة دخل إشارة البداية للقناة	dBm	الفقرة 2.4.7	
الحد الأدنى لمتوسط قدرة دخل إشارة البداية للقناة	dBm	الفقرة 2.4.7	
الحد الأقصى للضوضاء الشديدة نسبياً	dBc/Hz		الفقرة 3.4.7
حساسية المستقبِل	dBm	الفقرة 4.4.7	
الحد الأدنى للحساسية المكافئة	dBm		الفقرة 5.4.7
الحد الأقصى لتدهور المسير البصري	dB	الفقرة 6.4.7	الفقرة 6.4.7
أقصى انعكاسية للمستقبِل أو لعنصر الشبكة البصرية	dB	الفقرة 7.4.7	الفقرة 7.4.7

1.7 معلومات عامة

1.1.7 أدنى مباعدة بين القنوات

هو الحد الأدنى للفرق الاسمي في التردد بين قناتين متجاورتين. وتبحث الفقرة 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 1,25G على الإشارات الرقمية المستمرة بتشفير خطي بلا عودة إلى الصفر، بمعدل بتات يتراوح من حيث القيمة الاسمية بين 622 Mbit/s إلى 1,25 Gbit/s.

3.1.7 الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات

يحدد الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

4.1.7 نوع الليفة

الليفة الوحيدة المستعملة حالياً هي الليفة البصرية الأحادية الأسلوب المحددة في التوصية [ITU-T G.652].

2.7 السطح البيني عند النقطة S_S أو MPI-S_M

1.2.7 الحدان الأقصى والأدنى لمتوسط قدرة خرج القناة

متوسط قدرة الخرج لكل قناة بصرية عند النقطة المرجعية MPI-S_M هو متوسط قدرة تتابع بيانات شبه عشوائي مجموع في الوصلة السوداء. ويُعطى في شكل مدى (أقصى وأدنى) للتمكن من تحقيق بعض الفعالية المثلى للتكاليف ولتغطية المخصصات اللازمة للتشغيل في ظل ظروف تشغيل معيارية، وحالات تدهور الموصلات، وحالات التفاوت المسموح به في القياسات، وآثار التقادم.

ومتوسط قدرة الخرج لكل قناة بصرية عند النقطة المرجعية S_S هو متوسط قدرة تتابع بيانات شبه عشوائي مجموع عبر الوصلة السوداء ومقيس عند النقطة MPI-R_M المصححة لأدنى قيمة لخسارة إدراج الوصلة السوداء الحالية في مدى التردد الخاص بالتردد المركزي الاسمي للقناة ± الحد الأدنى لنصف عرض القناة. ويعطى هذا المتوسط في شكل مدى (أقصى وأدنى) للتمكن من تحقيق بعض الفعالية المثلى للتكاليف ولتغطية المخصصات اللازمة للتشغيل في ظل ظروف تشغيل معيارية، وحالات تدهور الموصلات، وحالات التفاوت المسموح به في القياسات، وآثار التقادم.

2.2.7 الحدان الأدنى والأقصى للتردد المركزي

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

وتتوقف الترددات المركزية لجميع القنوات المتجهة من طرف الذيل إلى طرف الرأس على شبكة ترددات الحد الأدنى للمباعدة بين القنوات المبينة في التوصية [ITU-T G.694.1]. ولا تتوقف الترددات المركزية لجميع القنوات المتجهة من طرف الرأس إلى طرف الذيل على شبكة ترددات الحد الأدنى للمباعدة بين القنوات المبينة في التوصية [ITU-T G.694.1]. وفي المقابل، تحدد هذه الأخيرة بالمدى الطيفي الحر للجهاز الحلقي OD/OM.

وينبغي أن تكون الترددات المركزية الاسمية لجميع القنوات أكبر من الحد الأدنى للترددات المركزية أو مساوية لها وأصغر من الحد الأقصى لهذه الترددات أو مساوية لها.

علماً أن القيمة "c" (سرعة الضوء في الفراغ) التي ينبغي استعمالها للتحويل بين التردد وطول الموجة تساوي $2{,}99792458 \times 10^8$ m/s.

3.2.7 أقصى انحراف للطيف

يعرَّف الحد الأقصى لانحراف الطيف على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

4.2.7 الحد الأدنى لنسبة خمود القناة

يعرَّف الحد الأدنى لنسبة خمود القناة على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

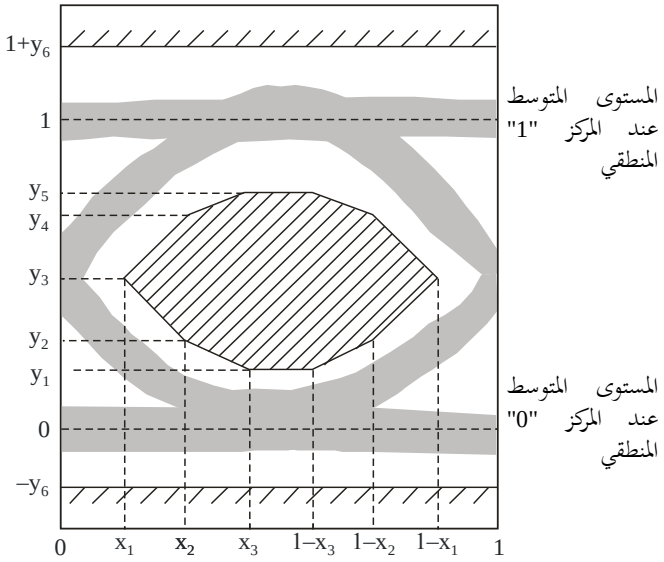
5.2.7 قناع العين

يرد في التوصية [ITU-T G.959.1] تعريف هذه المعلمة وحدودها بالنسبة للاتجاه من طرف الرأس إلى طرف الذيل.

أما في الاتجاه من طرف الذيل إلى طرف الرأس، فإن خصائص الشكل العام لنبضة المرسِل بما في ذلك وقت الصعود ووقت الهبوط والتذبذب المفرط للنبضة وضعف تذبذب النبضة والرنين، التي ينبغي التحكم فيها جميعاً لتفادي التدهور المفرط في حساسية المستقبل، تُحدَّد في شكل قناع لمخطط عين المرسل عند النقطة المرجعية S_S.

ويبين الشكل 7-2 المعلمات التي تحدد قناع مخطط عين المرسل لمعدات طرف الذيل. وفيما يخص "نسبة" القناع، يجب استيفاء النسبة المقبولة للعينات من داخل المنطقة المخططة إلى خارجها ("نسبة النجاح").

وتحدَّد الترتيبات التجريبية وقيم تفاوت المراشيح على النحو المحدد للمستوى 64 لوحدة النقل المتزامن (STM-64) في الملحق A بالتوصية [ITU-T G.691].



	نسبة NRZ 1,25G
x_1	0.25
x_2	0.4
x_3	0.45
y_1	0.2
y_2	0.23
y_3	0.45
y_4	0.67
y_5	0.70
y_6	0.4
أقصى نسبة نجاح	5×10^{-5}

G.698.3(12)_F7-1

الشكل 7-1 – قناع مخطط العين للاتجاه من طرف الذيل إلى طرف الرأس

6.2.7 نوع مصدر إشارة البداية

يضم طرف الرأس مصدراً لإشارة البداية. وتنقسم المصادر الممكنة لإشارة البداية إلى فئتين: الفئة BLS والفئة MWS. وتصنف المصادر من قبيل الليفة المُضَخة المشوبة بالإربيوم والثنائي الباعث للضوء شديد الإشعاع (SLED) ضمن مصادر الضوء العريضة النطاق (BLS). ومن اللازم أن يفي مصدر من الفئة BLS بالحدين الأقصى والأدنى للكثافة الطيفية لقدرة معلمات إشارة البداية. ومن اللازم أيضاً أن تفي المصادر متعددة أطوال الموجة (MWS) التي تنتج خطاً منفصلاً لكل قناة بالمعيارين المتمثلين في الحدين الأقصى والأدنى لمتوسط قدرة خرج إشارة البداية للقناة.

7.2.7 الحدان الأقصى والأدنى لقدرة الكثافة الطيفية وقدرة إشارة البداية

تعرَّف قدرة الكثافة الطيفية لإشارة البداية بالنسبة لمصدر ضوء عريض النطاق (BLS) على أنها متوسط قدرة إشارة البداية لكل نانومتر (nm) من عرض النطاق عند السطح البيني MPI-S_M. وتُعطى في شكل مدى (أقصى وأدنى) للتمكن من تحقيق بعض الفعالية المثلى لتكاليف المصدر ولتغطية المخصصات اللازمة للتشغيل في ظل ظروف تشغيل معيارية، وحالات تدهور الموصلات، وحالات التفاوت المسموح به في القياسات، وآثار التقادم. وينبغي أن ينحصر عرض نطاق استبانة القياس بين قيمة أدنى مباعدة بين القنوات وضعف هذه القيمة. وينبغي تصحيح القدرة المقيسة لعرض نطاق استبانة القياس لأيّ استبانة يختلف عرض نطاقها عن 1 nm.

وبالنسبة لمصدر متعدد أطوال الموجة (MWS)، يدل الحدان الأقصى والأدنى لمتوسط قدرة خرج إشارة البداية لكل قناة بصرية عند النقطة المرجعية MPI-S_M على متوسط القدرة المجموع في الوصلة السوداء. ويُعطى في شكل مدى (أقصى وأدنى) للتمكن من تحقيق بعض الفعالية المثلى للتكاليف ولتغطية المخصصات اللازمة للتشغيل في ظل ظروف تشغيل معيارية، وحالات تدهور الموصلات، وحالات التفاوت المسموح به في القياسات، وآثار التقادم.

8.2.7 الحدان الأقصى والأدنى لطول موجة إشارة البداية

يحدد الحدان الأقصى والأدنى لطول موجة إشارة البداية مدى طول الموجة اللازم لاستيفاء الشروط الأخرى المتعلقة بإشارة البداية.

9.2.7 الحد الأقصى لدرجة استقطاب إشارة البداية

درجة الاستقطاب (DOP) هي كمية تستعمل لوصف الجزء المستقطَب من إشارة بصرية. وتحدد بنسبة القدرة في الجزء المستقطَب من الإشارة إلى القدرة الإجمالية. والإشارة المستقطبة تماماً هي الإشارة التي تبلغ درجة استقطابها 100%، أما الإشارة غير المستقطبة إطلاقاً، فهي الإشارة التي تبلغ درجة استقطابها 0%. وستكون درجة الاستقطاب محصورة بين 0% و100% في حالة إشارة مستقطَبة جزئياً وبالتالي يمكن تمثيلها بتراكب المكونات المستقطَبة وغير المستقطَبة. ومن الضروري استيفاء هذه المعلمة على أساس كل قناة تستخدم المرشاح المرجعي على النحو المحدد في الملحق B بالتوصية [ITU-T G.959.1].

3.7 المسير البصري من النقطة MPI-S_M إلى R_S أو من S_S إلى MPI-R_M

1.3.7 أقصى وأدنى خسارة لإدراج القناة

تحدد أقصى وأدنى خسارة لإدراج القناة بالنسبة للاتجاه من طرف الرأس إلى طرف الذيل على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

وتحدد خسارة إدراج القناة بالنسبة للاتجاه من طرف الذيل إلى طرف الرأس في G.671. وتمثل هذه الخسارة بالنسبة لأيّ قناة بصرية الانخفاض الأدنى (أو الأقصى) في القدرة البصرية بين منفذيْ إدخال وإخراج الوصلة السوداء لهذه القناة في مدى تردد التردد المركزي للقناة ± الحد الأدنى لنصف عرض القناة.

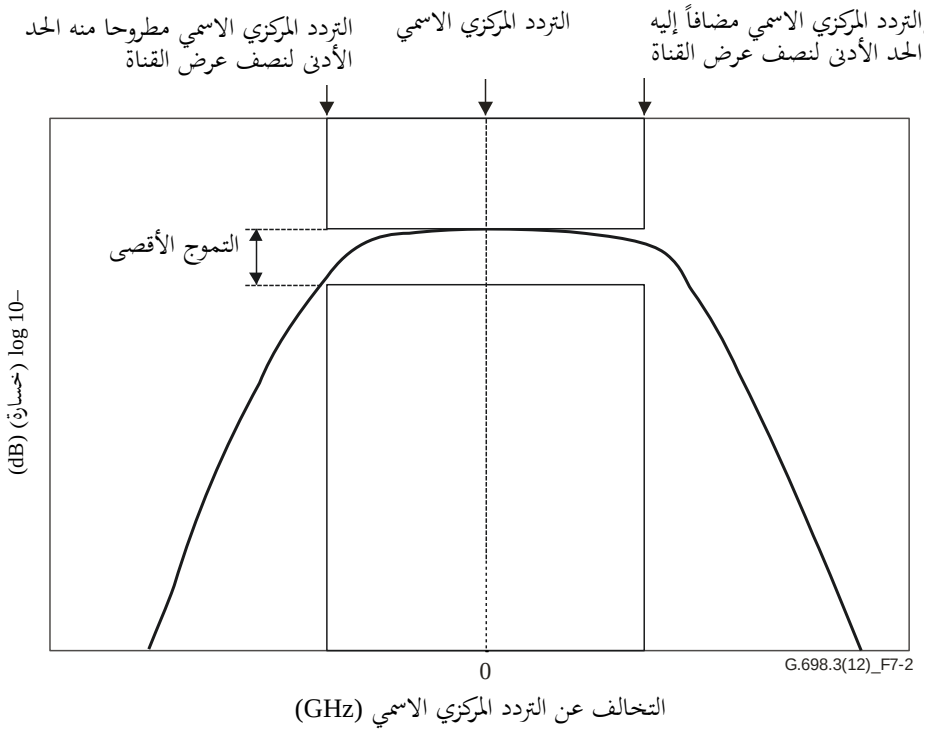
ويُفترض أن تكون مواصفات خسارة الإدماج قيم أسوأ الحالات بما في ذلك الخسارات الناجمة عن جدالات الوحدة OD/OM أو موصلاتها أو موهناتها البصرية (إذا استُخدمت) أو غير ذلك من الأجهزة البصرية المنفعلة، وأن يشمل أي هامش كبلي إضافي مخصصات لما يلي:

1) إدخال تعديلات في المستقبل على تشكيلة الكبلات (إضافة جديلات وزيادة أطوال الكبلات وغير ذلك)؛
2) التباينات في أداء الكبلات الليفية بسبب عوامل بيئية؛
3) تدهور أيٍّ من الموصلات أو الموهنات البصرية أو غيرها من الأجهزة البصرية المنفعلة بين النقطتين S_S وMPI-R_M في حال استعمالهما.

2.3.7 أقصى تموج

يحدَّد التموج الأقصى للاتجاه من طرف الرأس إلى طرف الذيل على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

ويحدد التموج (لجهاز تعدد الإرسال DWDM) بالنسبة للاتجاه من طرف الذيل إلى طرف الرأس في التوصية [ITU-T G.671]. وينطبق في هذه التوصية على كامل الوصلة السوداء من النقطة المرجعية S_S إلى النقطة المرجعية MPI-R_M. وهذا التموج بالنسبة لأي قناة بصرية هو الفرق من الذروة إلى الذروة في خسارة الإدراج بين منفذيْ الدخل والخرج في الوصلة السوداء لهذه القناة في مدى تردد التردد المركزي الاسمي للقناة ± الحد الأدنى لنصف عرض القناة. ويظهر ذلك في الشكل 7-2.



الشكل 7-2 – رسم توضيحي للتموج الأقصى للاتجاه من طرف الذيل إلى طرف الرأس

3.3.7 الحد الأدنى لنصف عرض القناة

تحدد هذه المعلمة مدى الترددات الذي يجب أن تُراعى على أساسه مواصفات خسارة إدراج القناة والتموج بالنسبة للاتجاه من طرف الذيل إلى طرف الرأس. انظر الفقرتين 1.3.7 و2.3.7.

4.3.7 أقصى تشتت لوني

يحدد أقصى تشتت لوني على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

5.3.7 أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة $MPI\text{-}S_M$ أو S_S

تحدد أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة $MPI\text{-}S_M$ أو S_S على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

6.3.7 أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين $MPI\text{-}S_M$ وR_S أو بين S_S و$MPI\text{-}R_M$

تحدد أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين $MPI\text{-}S_M$ وR_S أو بين النقطتين S_S و$MPI\text{-}R_M$ على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

7.3.7 الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية

يعرَّف الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

8.3.7 أقصى لغط بين القنوات

يحدد أقصى لغط بين القنوات على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

4.7 السطح البيني عند النقطة R_S أو MPI-R_M

1.4.7 الحدان الأقصى والأدنى لمتوسط قدرة دخل القناة

يدل هذان الحدان على القيمتين القصوى والدنيا لمتوسط قدرة تتابع بيانات شبه عشوائي وارد عند النقطة MPI-R_M أو R_S لتحقيق أقصى نسبة خطأ في البتات (BER) محدّدة لشفرة التطبيق.

ملاحظة – يجب أن يكون الحد الأدنى لمتوسط قدرة دخل القناة عند النقطة MPI-R_M أعلى من الحد الأدنى للحساسية المكافئة بما يساوي قيمة الحد الأقصى لتدهور المسير البصري.

2.4.7 الحدان الأقصى والأدنى لمتوسط قدرة دخل إشارة البداية للقناة

قدرة دخل إشارة البداية للقناة هي متوسط قدرة إشارة البداية الواردة في النقطة R_S. وتُعطى في شكل مدى (أقصى وأدنى) للتمكن من تحقيق بعض الفعالية المثلى للتكاليف ولتغطية المخصصات اللازمة للتشغيل في ظل ظروف تشغيل معيارية، وحالات تدهور الموصلات، وحالات التفاوت المسموح به في القياسات، وخسارة الألياف، وآثار التقادم.

3.4.7 الحد الأقصى للضوضاء الشديدة نسبياً

تعرَّف الضوضاء الشديدة نسبياً (RIN) على أنها نسبة اتساع ضوضاء مصدر بصري بالنسبة لمتوسط القدرة البصرية الناجمة عن هذا المصدر. ويعبر عن الضوضاء الشديدة نسبياً بالوحدة dBc/Hz. وتقاس هذه الضوضاء باستعمال المرشاح المرجعي على النحو المحدد في الملحق B بالتوصية [ITU-T G.959.1] مع الاستعاضة عن جميع المراجع المتصلة بالحد الأقصى للانحراف الطيفي بالحد الأدنى لنصف عرض القناة.

4.4.7 حساسية المستقبِل

تحدد حساسية المستقبِل على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

5.4.7 الحد الأدنى للحساسية المكافئة

يعرَّف الحد الأدنى للحساسية المكافئة على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.959.1].

6.4.7 الحد الأقصى لتدهور المسير البصري

يعرَّف الحد الأقصى لتدهور المسير البصري على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

7.4.7 أقصى انعكاسية للمستقبِل أو لعنصر الشبكة البصرية

تحدد الانعكاسية القصوى للمستقبِل على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.698.1].

وتحدد الانعكاسية القصوى لعنصر الشبكة البصرية على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.959.1].

8 قيم المعلمات

ترد في الجدولين 8–1 و8–2 معلمات وقيم الطبقة المادية.

الجدول 8-1 – معلمات وقيم الطبقة المادية للتطبيقات من صنف NRZ 1,25G بمباعدة قدرها 97.15 GHz (من طرف الرأس إلى طرف الذيل)

المعلمة	الوحدات	SD100S-0D2	
معلومات عامة			
أدنى مباعدة بين القنوات	GHz	97,15	
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 1,25G	
الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات	–	10^{-12}	
نوع الليفة	–	ITU-T G.652	
السطح البيني عند النقطة MPI-S_M			
الحد الأقصى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	7–	
الحد الأدنى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	13–	
أدنى تردد مركزي	THz	186,143	
أقصى تردد مركزي	THz	190,70905	
أقصى انحراف للطيف	GHz	20±	
الحد الأدنى لنسبة خمود القناة	dB	10	
قناع العين	–	نسبة NRZ 10G كبيرة حسب [ITU-T G.959.1]	
نوع مصدر البداية		BLS	MWS
الحد الأقصى لقدرة الكثافة الطيفية لإشارة البداية	dBm/nm	4	–
الحد الأدنى لقدرة الكثافة الطيفية لإشارة البداية	dBm/nm	0,5–	–
الحد الأقصى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	–	1
الحد الأدنى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	–	4–
الحد الأقصى لطول موجة إشارة البداية	nm	1566	
الحد الأدنى لطول موجة إشارة البداية	nm	1527	
الحد الأقصى لدرجة استقطاب إشارة البداية	%	10	
المسير البصري من النقطة MPI-S_M إلى النقطة R_S			
أقصى خسارة لإدراج القناة	dB	14	
أدنى خسارة لإدراج القناة	dB	3	
أقصى تموج	dB	2	
أقصى تشتت لوني	ps/nm	883	
أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة MPI-S_M	dB	32	
أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين MPI-S_M وR_S	dB	35–	
الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية	ps	NA	
أقصى لغط بين القنوات	dB	15–	
السطح البيني عند النقطة R_S			
الحد الأقصى لمتوسط قدرة دخل القناة	dBm	10–	
الحد الأقصى لمتوسط قدرة دخل إشارة البداية للقناة	dBm	2–	
الحد الأدنى لمتوسط قدرة دخل إشارة البداية للقناة	dBm	18–	
حساسية المستقبِل	dBm	28–	
الحد الأقصى لتدهور المسير البصري	dB	1	
أقصى انعكاسية للمستقبِل	dB	27–	

الجدول 8-1 – معلمات وقيم الطبقة المادية للتطبيقات من صنف NRZ 1,25G بمباعدة قدرها 97.15 GHz (من طرف الرأس إلى طرف الذيل)

المعلمة	الوحدات	SD100S-0D2
معلومات عامة		
أدنى مباعدة بين القنوات	GHz	100
معدل البتات/التشفير الخطي للإشارات البصرية الرافدة	–	NRZ 1,25 G
الحد الأقصى لنسبة الخطأ في البتات	–	10^{-12}
نوع الليفة	–	G.652
السطح البيني عند النقطة S_S		
الحد الأقصى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	2,5
الحد الأدنى لمتوسط قدرة خرج القناة	dBm	2,5–
أدنى تردد مركزي	THz	191,5
أقصى تردد مركزي	THz	196,2
الحد الأدنى لنسبة خمود القناة	dB	10
قناع العين	–	نسبة NRZ 1,25G
المسير البصري من النقطة S_S إلى النقطة MPI-R_M		
أقصى خسارة لإدراج القناة	dB	14
أدنى خسارة لإدراج القناة	dB	3
أقصى تموج	dB	2
الحد الأدنى لنصف عرض القناة	GHz	20
أقصى تشتت لوني	ps/nm	773
أدنى خسارة للعودة البصرية عند النقطة S_S	dB	32
أقصى انعكاسية منفصلة بين النقطتين S_S وMPI-R_M	dB	35-
الحد الأقصى لمهلة انتشار المجموعة التفاضلية	ps	NA
المسير البصري عند النقطة MPI-R_M		
الحد الأقصى لمتوسط قدرة دخل القناة	dBm	0,5–
الحد الأدنى لمتوسط قدرة دخل القناة	dBm	16,5–
الحد الأقصى للضوضاء الشديدة نسبياً	dBc/Hz	111–
الحد الأدنى للحساسية المكافئة	dBm	18,5–
الحد الأقصى لتدهور المسير البصري	dB	2,0
أقصى انعكاسية لعنصر الشبكة البصرية	dB	27–

9 اعتبارات السلامة البصرية

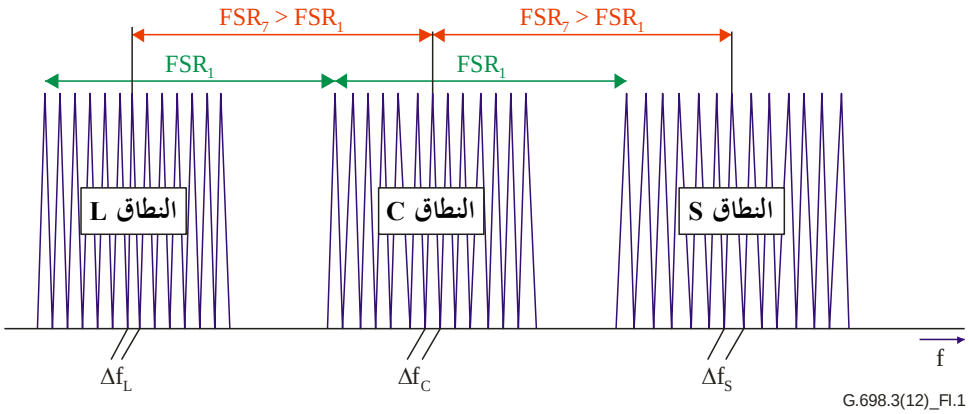
للاطلاع على هذه الاعتبارات، انظر [ITU-T G.664] و[IEC 60825-1] و[IEC 60825-2].

التذييل I

اشتقاق ترددات القناة خارج الشبكة

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

تتمثل إحدى خصائص مولد الموجة الاعتباطي (AWG) في دورية الترددات المتجهة من منفذ مشترك إلى منفذ خرج معين. وتُسمى هذه الدورية المدى الطيفي الحر (FSR). ويحدَّد هذا المدى عموماً لقناة مركزية لمولد الموجة الاعتباطي. ونظراً لتباين المباعدات بين القنوات في النطاقات المجاورة، فإن المدى الطيفي الحر يتغير على شكل دالة في عدد منافذ الخرج، كما هو موضح في الشكل I.1، حيث المباعدات بين القنوات $\Delta f_L < \Delta f_C < \Delta f_S$.



الشكل I.1 – رسم توضيحي للمدى الطيفي الحر والمباعدة بين القنوات في مولد موجة اعتباطي دوري

تحدد القناة المرجعية من الرتب M حسب المعادلة التالية: $f_{0,M} = 193{,}9\ \text{THz} + M \times \text{FSR}$. وM هو عدد صحيح يأخذ قيمة صحيحة موجبة أو سالبة بما فيها الصفر. ويحدَّد التردد المركزي للقناة 'n' برتبة الانكسار M لمباعدة اسمية بين القنوات CS، الذي يتغير (خطياً) بتغير رتبة الانكسار، حسب المعادلة التالية:

$$f_{n,M} = 193{,}9\ \text{THz} + M \times \text{FSR} + n \times \text{CS}$$

وفي هذه المعادلة، 'n' هو عدد صحيح يأخذ قيمة موجبة أو سالبة بما فيها الصفر. ونظراً لمحدودية المدى الطيفي لكل رتبة انكسار، فإن n عدد محدود. ويطبَّق في هذه التوصية $-24 \le n \le 23$ بالنسبة لشفرات التطبيق بمباعدة قدرها 100 GHz. ويقابل المدى الطيفي الحر المستعمل في هذه التوصية المدى 5425,4 GHz المقيس عند القناتين ذاتي الترددين الاسميين 193,9 THz و188,4746 THz.

وتحدد القناة المرجعية الرئيسية في مركز رتبة الانكسار $M = 0$ عند $f_{0,0} = 193{,}9\ \text{THz}$. وتستعمل هذه التوصية رتبة انكسار بقيمة الصفر بالنسبة للاتجاه من طرف الذيل إلى طرف الرأس وبقيمة –1 بالنسبة للاتجاه من طرف الرأس إلى طرف الذيل. وبالتالي تحدَّد القناة المرجعية في الرتبة –1 عند $f_{0,-1} = 188{,}4746\ \text{THz}$. وبناءً على أدنى مباعدة بين القنوات بمقدار 100 GHz، فإن أدنى تردد مركزي في الاتجاه من طرف الذيل إلى طرف الرأس يقابل $f_{-24,0} = 191{,}5\ \text{THz}$، وأقصى تردد مركزي يقابل $f_{23,0} = 196{,}2\ \text{THz}$. واستناداً إلى أدنى مباعدة بين القنوات (أي $CS(M = -1)$ قدرها 97,15 GHz، فإن أدنى تردد مركزي في الاتجاه من طرف الرأس إلى طرف الذيل يقابل $f_{-24,-1} = 186{,}143\ \text{THz}$ وأقصى تردد مركزي يقابل $f_{23,-1} = 190{,}70905\ \text{THz}$.

ويمثل FSR(n=0) دالة في مؤشر نسبة التباين للمواد المستعملة في صناعة مولد الموجة الاعتباطي. وتستند القيمة FSR(n=0) = 5425,4 GHz إلى مؤشر تباين بنسبة 1,5%.

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T G-Sup.39] سلسلة التوصيات ITU-T G – الإضافة 39 (2008)، *تصميم الأنظمة البصرية والاعتبارات الهندسية*.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

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

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2015