

الاتحاد الدولي للاتصالات

G.957

(2006/03)

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة

والشبكات الرقمية

الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية - أنظمة خطوط إرسال رقمية

السطوح البينية البصرية للتجهيزات والأنظمة الخاصة

بالتتابع الرقمي المتزامن

التوصية ITU-T G.957



ITU-T

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

G.199-G.100	التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية
	الأنظمة التماثلية الدولية بموجات حاملة
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 بموجات حاملة على مراحل راديوية أو وصلات ساتلية، والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية
G.499-G.450	تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة على الخطوط
G.699-G.600	خصائص ووسائط الإرسال
	أنظمة الإرسال الرقمية
G.799-G.700	التجهيزات المطرفية
G.899-G.800	الشبكات الرقمية
G.999-G.900	الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية
G.909-G.900	الجوانب العامة
G.919-G.910	معلومات أنظمة الكبلات البصرية
G.929-G.920	أقسام رقمية بمعدلات بتات تراتبية متعددة بمعدل 2048 kbit/s
G.939-G.930	أنظمة خطوط إرسال رقمي بمعدلات غير تراتبية للبتات
G.949-G.940	أنظمة خطوط إرسال رقمي بموجات حاملة FDM
G.959-G.950	أنظمة خطوط إرسال رقمي
G.969-G.960	قسم رقمي وأنظمة إرسال رقمي لأغراض نفاذ المستعمل إلى الشبكة ISDN
G.979-G.970	أنظمة بحرية بكبلات بصرية
G.989-G.980	أنظمة الخطوط البصرية للشبكات المحلية وشبكات النفاذ
G.999-G.990	شبكات النفاذ
G.1999 - G.1000	نوعية الخدمة وأداء الإرسال - الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل
G.6999 - G.6000	خصائص ووسائط 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

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

السطوح البينية للتجهيزات والأنظمة الخاصة بالتراتب الرقمي المتزامن

خلاصة

تحدد هذه التوصية معلمات السطوح البينية البصرية للتجهيزات والأنظمة القائمة على التراتب الرقمي المتزامن لتمكين المواءمة العرضية.

المصادر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2008-2005) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 29 مارس 2006 على التوصية ITU-T G.957. 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. والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيئي والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيد 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 التقيد 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 2006

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	مقدمة	1
1	المراجع	2
2	المصطلحات والتعاريف	3
2	1.3 التعاريف	
2	2.3 مصطلحات معرفة في توصيات أخرى	
2	المختصرات	4
3	تصنيف السطوح البينية البصرية	5
8	تعاريف المعلامات	6
8	1.6 مدى طول موجات تشغيل النظام	
9	2.6 المرسل	
11	3.6 المسير البصري	
13	4.6 المستقبل	
14	7 قيم المعلامات البصرية لأغراض التطبيقات SDH	
14	8 منهج الهندسة البصرية	
14	1.8 فرضيات التصميم	
14	2.8 طريقة تصميم الحالة الأكثر سوءاً	
15	3.8 منهج التصميم الإحصائي	
16	4.8 اعتبارات بشأن إمكانيات التطوير	
16	5.8 الهندسة المشتركة	
17	الملحق A- اعتبارات بشأن طول موجة تشغيل النظام	
17	1.A مدى طول موجات التشغيل الذي يحدده توهين الليف	
18	2.A مدى طول موجات التشغيل الذي يحدده تشتت الليف	
20	الملحق B- قياس قناع مخطط العين لإشارة الإرسال البصرية	
20	1.B جهاز القياس	
20	2.B وظيفة النقل في المستقبل البصري المرجعي	
22	التذييل I- طرق قياس الانعكاسات	
22	1.I الانعكاس البصري في مجال الترددات	

23	.....	2.I	مقياس الانعكاس البصري في المجال الزمني
24	.....	التذييل II-	طريقة قياس انعدام الحساسية للأرقام المتتالية المتماثلة (CID)
24	.....	1.II	مقدمة
24	.....	2.II	الطريقة
26	.....	التذييل III-	طريقة ممكنة لتقويم إسهام هامش التقادم في مواصفات الحساسية في المستقبل
26	.....	1.III	حساسية المستقبل وفتحة العين
27	.....	2.III	طريقة الاختبار S/X
29	.....	التذييل IV-	أمثلة إمكانيات التطور
29	.....	1.IV	المثال 1
29	.....	2.IV	المثال 2

السطوح البينية للتجهيزات والأنظمة الخاصة بالتراتب الرقمي المتزامن

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية معلمات السطوح البينية البصرية الخاصة بالتجهيزات والأنظمة التي تعمل بالتراتب الرقمي المتزامن (SDH) المحدد في التوصية ITU-T G.707/Y.1322 والألياف البصرية وحيدة الأسلوب طبقاً للتوصيات ITU-T G.652 و G.653 و G.654.

وتهدف هذه التوصية إلى تحديد مواصفات السطوح البينية البصرية للتجهيزات SDH الموصوفة في التوصية ITU-T G.783، من أجل توفير مواءمة عرضية (بين مصنعين متعددين) في أقسام كبلية أولية أي توفير القدرة علي الجمع بين التجهيزات الصادرة عن مصنعين مختلفين في قسم بصري واحد. غير أن مواصفات هذه التوصية قد وضعت أيضاً بطريقة تتطابق فيها مع التوصية ITU-T G.955 التي تتيح إمكانية المواءمة الطويلة للتجهيزات ذات السويات التراتبية والتطبيقات المشابهة.

تستند هذه التوصية إلى استعمال ليف واحد في كل اتجاه. وقد تتطلب ترتيبات بصرية أخرى مواصفات مختلفة مما يحتاج مزيداً من الدراسة.

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 التششت المتخالف.

التوصية ITU-T G.654 (2004)، خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات القطع المرحزح.

التوصية ITU-T G.655 (2006)، خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات التششت المتخالف غير المعدوم.

التوصية ITU-T G.707/Y.1322 (2003)، السطح البيني لعقدة الشبكة للتراتب الرقمي المتزامن (SDH).

التوصية ITU-T G.783 (2006)، خصائص الفدرات الوظيفية في تجهيزات التراتب الرقمي المتزامن (SDH).

التوصية ITU-T G.826 (2002)، معلمات وأهداف أداء الأخطاء من طرف إلى طرف للمسيرات والتوصيلات الرقمية الدولية ذات معدل البتات الثابت.

التوصية ITU-T G.955 (1996)، أنظمة الخطوط الرقمية التراتبية بالمعدلين 1544 kbit/s و 2048 kbit/s في كبلات الألياف البصرية.

التوصية ITU-T I.432.2 (1999)، سطح بيني لمستعمل — شبكة رقمية متكاملة الخدمات عريضة النطاق — مواصفة الطبقة المادية: التشغيل بالمعدلين 155 520 kbit/s و 622 080 kbit/s.

الوثيقة IEC 60825-1 (2001)، سلامة منتجات الليزر – الجزء 1: تصنيف التجهيزات والمتطلبات ودليل المستعمل.
الوثيقة IEC 60825-2 (2005)، سلامة منتجات الليزر – الجزء 2: سلامة أنظمة الاتصالات بالألياف البصرية (OFCS).

3 المصطلحات والتعاريف

1.3 التعاريف

تحدد هذه التوصية التعاريف التالية:

1.1.3 مواءمة عرضية: القدرة على مزج تجهيزات صانعين مختلفة ضمن قسم بصري وحيد.

2.1.3 هندسة مشتركة: إجراء ينطوي على اتفاق الإدارات أو المشغلين على مجموعة الخصائص التي ينبغي أن يتمتع بها سطح بيبي في وصلة بصرية يستوفي معايير نوعية أداء الوصلة المتفق عليها عندما لا تكفي مواصفات السطح البيبي المتوفرة في توصيات قطاع التقييس لتأمين السوية المطلوبة لنوعية الأداء.

2.3 مصطلحات معرفة في توصيات أخرى

تستعمل هذه التوصية المصطلحات التالية المعرفة في توصيات أخرى للقطاع ITU-T على النحو التالي:

- نقاط مرجعية S/R: انظر التوصية ITU-T G.955.
- الترتاب الرقمي المتزامن (SDH): انظر التوصية ITU-T G.707/Y.1322.
- وحدة نقل متزامنة (STM): انظر التوصية ITU-T G.707/Y.1322.
- مواءمة طولية: انظر التوصية ITU-T G.955.

4 المختصرات

تستخدم المختصرات التالية لأغراض هذه التوصية:

BER	نسبة الخطأ في البتات (Bit Error Ratio)
EX	نسبة الخمود (Extinction ratio)
LED	ثنائي المساري بانبعاث ضوئي (Light-Emitting Diode)
MLM	أساليب طولية متعددة (Multi-Longitudinal Mode)
NA	غير قابل للتطبيق (Not Applicable)
NRZ	لا عودة إلى الصفر (Non-Return to Zero)
ORL	خسارة العودة البصرية (Optical Return Loss)
RMS	جذر متوسط التربيع (Root-Mean-Square)
SDH	تراتب رقمي متزامن (Synchronous Digital Hierarchy)
SLM	أسلوب طولي وحيد (Single-Longitudinal Mode)
STM	وحدة النقل المتزامن (Synchronous Transport Module)
UI	فترة الوحدة (Unit Interval)
WDM	تعدد الإرسال بطول الموجة (Wavelength-Division Multiplexing)

5 تصنيف السطوح البينية البصرية

يتوقع أن تستخدم الألياف البصرية في الأنظمة القائمة على الترتاب المتزامن لأغراض النقل بين المكاتب ما بين المحطات وفي التطبيقات البينية المكتبية لتوصيل التجهيزات ضمن المحطة الواحدة. ويمكن الحصول عن طريق الجمع الملائم بين المرسلات والمستقبلات، على ميزانيات قدرة أمثل في أنظمة الخط بالألياف البصرية من وجهة نظر التوهين/التشتت وأسعار الكلفة نسبة إلى التطبيقات المختلفة. وبالرغم من ذلك، يستحسن من أجل تبسيط تطوير الأنظمة المتلائمة عرضياً، أن يحد من عدد فئات التطبيق ومن السلسلات المقابلة لمواصفات السطوح البينية لأغراض التقييس.

تقر هذه التوصية، كما هو مبين في الجدول 1، ثلاث فئات تطبيق أساسية:

- داخل المكاتب، مما يقابل مسافات توصيل بينية أدنى من 2 km تقريباً؛
- بين المكاتب بمدى قصير، مما يقابل مسافات توصيل بينية قدرها 15 km تقريباً؛
- بين المكاتب بمدى طويل، مما يقابل مسافات توصيل بينية تبلغ 40 km تقريباً في النافذة ذات 1310 nm و 80 km تقريباً في النافذة ذات 1550 nm.

الجدول G.957/1 - تصنيف السطوح البينية البصرية حسب تطبيقاتها مع الدلالة إلى شفرات التطبيق

بين المكاتب					داخل المكاتب	التطبيق	
بعيد المدى		قصير المدى					
1550		1310	1550	1310	1310	طول الموجة الاسمية للمصدر (nm)	
G.653	G.652 G.654	G.652	G.652	G.652	G.652	نمط الليف	
80 ~		40 ~	15 ~		2 ≥	المسافة (km) ^١	
L-1.3	L-1.2	L-1.1	S-1.2	S-1.1	I-1	STM-1	STM السوية
L-4.3	L-4.2	L-4.1	S-4.2	S-4.1	I-4	STM-4	
L-16.3	L-16.2	L-16.1	S-16.2	S-16.1	I-16	STM-16	
^١ وهي المسافات المستهدفة التي تستخدم في التصنيف لا في المواصفة. وتسمية أنماط الليف في شفرة التطبيق لا يعني بالضرورة استبعاد إمكانية تطبيق مجموع العلامات البصرية المعروفة في هذه التوصية على أنظمة الألياف وحيدة القناة المطابقة للتوصية G.655.							

يمكن، ضمن كل فئة، تصور استخدام المصادر الاسمية ذات طول الموجة 1310 nm في ألياف بصرية طبقاً للتوصية ITU-T G.652 أو المصادر الاسمية ذات طول الموجة 1550 nm في ألياف بصرية طبقاً للتوصيات ITU-T G.652 أو G.653 أو G.654. وتشمل هذه التوصية هاتين الإمكانيتين بشأن التطبيقين بين المكاتب ولا تنظر إلا في المصادر الاسمية ذات طول الموجة 1310 nm في ألياف مطابقة للتوصية G.652 بشأن التطبيقات داخل المكاتب. وبما أن الخصائص العامة للنظام وكذلك القيم المحددة للمعلومات البصرية تعتمد عموماً على معدل بتات النظام، فمن العملي تصنيف السطوح البينية البصرية للتراتب الرقمي المتزامن بموجب التطبيقات المذكورة في هذه التوصية باستخدام سلسلة شفرات التطبيق التي يوضحها الجدول 1. ويتم إعداد شفرة التطبيق على النحو التالي:

تطبيق - سوية STM - رقم اللاحقة

تسميات التطبيق هي I (داخل المكاتب) أو S (قصير المدى) أو L (بعيد المدى)، أما رقم اللاحقة فيكون أحد الأرقام التالية:

- (فراغ) أو 1 للدلالة على المصادر بطول موجة اسمية قدره nm 1310 بألياف بصرية مطابقة للتوصية G.652؛
 - 2 للدلالة على المصادر بطول موجة اسمية قدره nm 1550 في ألياف بصرية مطابقة للتوصية G.652 بشأن التطبيقات قصيرة المدى أو للتوصيتين G.652 أو G.654 بشأن التطبيقات بعيدة المدى؛
 - 3 للدلالة على المصادر بطول موجة اسمية قدره nm 1550 في ألياف بصرية مطابقة للتوصية G.653.
- ملاحظة -** لا يقصد باستخدام تعبير داخل المكاتب استبعاد أي تطبيق آخر متسق مع العلامات البصرية المحددة (مثل السطح البيني المستعمل - شبكة B-ISDN مواصفة الطبقة المادية المحددة في التوصية ITU-T I.432.2).
- تستند المسافات المختارة لشفرات التطبيق المذكورة في الجدول 1 إلى قيم العلامات القابلة للتحقيق بالتقنية المتوفرة حالياً التي يفترض أنها تلي احتياجات الشبكات. وتقتصر شفرات التطبيق داخل المكاتب والتطبيق قصير المدى بين المكاتب كوسائل للتنفيذ بتكاليف مخفضة. وتقتصر شفرات التطبيق بعيد المدى من أجل الحصول على أقصى مدى لإعادة التوليد تتلاءم مع الحدود التي تفرضها التكنولوجيا الراهنة ومع هدف المواءمة العرضية. وقد تتيح المسافات المقترحة تحديث الأنظمة الحالية باستغلال المنطقة التي يبلغ طول موجاتها nm 1550. وتمثل المسافات المبينة في الجدول 1 أقصى مدى تقريبي لمسافات إعادة التوليد. ويمكن اشتقاق الحدود الخاصة بالمسافة المتلائمة مع حدود التوهين المبينة في الجداول من 2 إلى 4، ولكنها تحتوي على تخصيصات للموصلات الإضافية أو للهوامش وذلك مع مراعاة قيم التوهين والتشتت القصوى للليف بالنسبة إلى كل تطبيق في الجداول من 2 إلى 4.

الجدول G.957/2 - المعلامات المحددة للسطوح البينية البصرية STM-1

القيم										الوحدة	
ITU-T G.707/Y.1322 حسب التوصية STM-1											الإشارة الرقمية
155 520										kbit/s	معدل البتات الاسمي
L-1.3		L-1.2	L-1.1		S-1.2		S-1.1	I-1			شفرة التطبيق (الجدول 1)
1580-1480	/1566-1534 1577-1523	1580-1480	1360- ^أ 1263		1580-1430	1576-1430	1360- ^أ 1261	1360- ^أ 1260		nm	مدى أطوال موجة التشغيل
SLM	MLM	SLM	SLM	MLM	SLM	MLM	MLM	LED	MLM		مرسل في النقطة المرجعية S نمط المصدر الخصائص الطيفية:
–	3/2,5	–	–	3	–	2,5	7,7	80	40	nm	– العرض RMS الأقصى (σ)
1	–	1	1	–	1	–	–	–	–	nm	– العرض الأقصى عند –20 dB
30	–	30	30	–	30	–	–	–	–	dB	نسبة الإلغاء الدنيا في الأسلوب الجانبي متوسط القدرة المحقونة:
0		0	0		8–		8–	8–		dBm	– القصوى
5–		5–	5–		15–		15–	15–		dBm	– الدنيا
10		10	10		8,2		8,2	8,2		dB	نسبة الحمود الدنيا
28-10 NA	296/185 NA	28-10 NA 20	28-10 NA	185 NA	12-0 NA	296 NA	12-0 96 NA	7-0 25	18 NA	dB ps/nm dB	المسیر البصري بين S و R مدى التوهين التشتت الأقصى الخسارة الدنيا للتكيف البصري للكبل في النقطة S، بما فيها جميع الموصلات الانعكاسية المتقطعة القصوى بين S و R
NA		25–	NA		NA		NA	NA		dB	مستقبل في النقطة المرجعية R الحساسية القصوى زيادة الحمولة الدنيا الخطأ الأقصى الناجم عن مسير بصري الانعكاسية القصوى للمستقبل مقيسة في النقطة R
34– 10– 1 NA		34– 10– 1 25–	34– 10– 1 NA		28– 8– 1 NA		28– 8– 1 NA	23– 8– 1 NA		dBm dBm dB dB	
أ) قد تطالب بعض الإدارات بوضع الحد 1270 nm.											
ب) انظر الفقرة 6.											

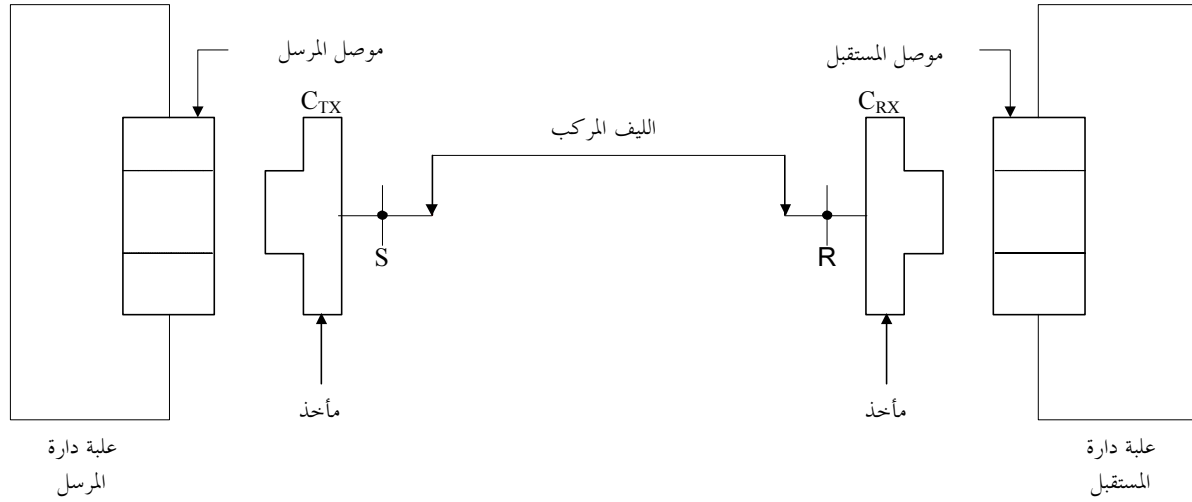
الجدول G.957/3 - المعلامات المحددة للسطوح البينية البصرية STM-4

القيم							الوحدة	
ITU-T G.707/Y.1322 حسب التوصية STM-4							kbit/s	الإشارة الرقمية معدل البتات الاسمي
622 080								
L-4.3	L-4.2	L-4.1		S-4.2	S-4.1	I-4		شفرة التطبيق (الجدول 1)
1580-1480	1580-1480	1335-1280	/1325-1300 1330-1296	1580-1430	/1334- ^(أ) 1293 1356-1274	1360- ^(أ) 1261	nm	مدى أطوال موجة التشغيل
SLM	SLM	SLM	MLM	SLM	MLM	LED	MLM	مرسل في النقطة المرجعية S نمط المصدر الخصائص الطيفية:
-	-	-	2,0/1,7	-	4/2,5	35	14,5	- العرض RMS الأقصى (σ)
1	>1 ^(ب)	1	-	1	-	-	-	- العرض الأقصى عند -20 dB
30	30	30	-	30	-	-	-	- نسبة الإلغاء الدنيا في الأسلوب الجانبي متوسط القدرة المحقونة:
2+	2+	2+	2+	8-	8-	8-	dBm	- القصوى
3-	3-	3-	3-	15-	15-	15-	dBm	- الدنيا
10	10	10	10	8,2	8,2	8,2	dB	نسبة الخمود الدنيا
24-10	24-10	24-10	12-0	12-0	7-0	14	13	المسير البصري بين S و R مدى التوهين ^(ب)
NA	(ب)	NA	NA	46/74	NA	NA	ps/nm	التشتت الأقصى
20	24	20	24	NA	NA	NA	dB	الخسارة الدنيا للتكيف البصري للكبل في النقطة S، بما فيها جميع الموصلات
25-	27-	25-	27-	NA	NA	NA	dB	الانعكاسية المتقطعة القصوى بين S و R
28-	28-	28-	28-	28-	23-	dBm		مستقبل في النقطة المرجعية R
8-	8-	8-	8-	8-	8-	dBm		الحساسية القصوى ^(ب)
1	1	1	1	1	1	dB		زيادة الحمولة الدنيا
14-	27-	14-	27-	NA	NA	dB		الخطأ الأقصى الناجم عن مسير بصري الانعكاسية القصوى للمستقبل مقيسة في النقطة R
^(أ) قد تطالب بعض الإدارات بوضع الحد 1270 nm.								
^(ب) انظر الفقرة 6.								

الجدول G.957/4 - المعلومات المحددة للسطوح البينية البصرية STM-16

القيم						الوحدة	
ITU-T G.707/Y.1322 حسب التوصية STM-16							إشارة رقمية
2 488 320						kbit/s	معدل بتات اسمي
L-16.3	L-16.2	L-16.1	S-16.2	S-16.1	I-16		شفرة التطبيق (الجدول 1)
1580 - 1500	1580 - 1500	1335 - 1280	1580 - 1430	1360 - 1260 ^(أ)	1360 - 1266 ^(أ)	nm	مدى أطوال موجة التشغيل
SLM	SLM	SLM	SLM	SLM	MLM		مرسل في النقطة المرجعية S نمط المصدر الخصائص الطيفية:
-	-	-	-	-	4	nm	- عرض RMS الأقصى (σ)
^(ب) 1 >	^(ب) 1 >	1	^(ب) 1 >	1	-	nm	- العرض الأقصى عند -20 dB
30	30	30	30	30	-	dB	- نسبة الإلغاء الدنيا للأسلوب الجانبي متوسط القدرة المحقونة:
3+	3+	3+	0	0	3-	dBm	- القصوى
2-	2-	2-	5-	5-	10-	dBm	- الدنيا
8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	dB	نسبة الخمود الدنيا
^(د) 24-12	^(د) 24-12	^(د) 24-12	12-0	12-0	7-0	dB	مسير بصري بين النقطتين S و R مدى التوهين ^(ب)
^(ج) 450	^(ج) 1600	NA	^(ج) 800	NA	^(ج) 12	Ps/nm	التشتت الأقصى عند الحد الأعلى لطول الموجة
^(ج) 450	^(ج) 1200	NA	^(ج) 420	NA	^(ج) 12	ps/nm	التشتت الأقصى عند الحد الأدنى لطول الموجة
24	24	24	24	24	24	ps/nm	الخسارة الدنيا للتكيف البصري للكابل عند النقطة S بما فيها جميع الموصلات
27-	27-	27-	27-	27-	27-	dB	الانعكاسات المستقبل القصوى بين S و R
18-	18-	27-	18-	18-	18-	dBm	مستقبل في النقطة المرجعية R الحساسية الدنيا ^(ب)
9-	9-	9-	0	0	3-	dBm	زيادة الحمولة الدنيا
1	2	1	1	1	1	dB	الخطأ الأقصى الناجم عن المسير البصري
27-	27-	27-	27-	27-	27-	dB	انعكاسية المستقبل القصوى مقيسة في النقطة R
^(أ) قد تطالب بعض الإدارات بالحد 1270 nm.							
^(ب) انظر الفقرة 6.							
^(ج) فيما يتعلق بأطوال الموجات الواقعة بين الحدين الأعلى والأدنى يتم الاستكمال الداخلي للتشتت الأقصى خطياً ضمن قيم الحدود القصوى المعطاة لطول الموجة.							
^(د) وعندما تكون قيم التشتت الأقصى واحدة، يشترط الالتزام بهذه القيمة في كامل مدى طول الموجة.							
قد تطلب بعض الإدارات توهين أدنى قدره 10 dB بدلاً من 12 dB للحصول على ذلك. ويطلب خفض قدرة الخرج القصوى للمرسل أو رفع زيادة الحمولة الدنيا للمستقبل (أو الجمع ما بين هاتين العمليتين).							

يمكن لأغراض هذه التوصية، عرض السطوح البينية في أنظمة الخط بألياف بصرية كما هو مبين في الشكل 1. والنقطة S هي نقطة مرجعية في الليف البصري تقع تماماً بعد الموصل البصري (C_{TX}) للمرسل والنقطة R هي نقطة مرجعية في الليف البصري تقع تماماً قبل الموصل البصري (C_{RX}) للمستقبل. وتعتبر الموصلات الإضافية في الموزع (في حالة وجوده) جزءاً من الوصلة بالألياف البصرية وتقع بين النقطتين S و R. وتحدد المعلومات البصرية في هذه التوصية، بالنسبة إلى المرسل في النقطة S، وبالنسبة إلى المستقبل في النقطة R، وبالنسبة إلى المسير البصري بين النقطتين S و R.



T1508970-92/d01

الشكل G.957/1- شكل السطوح البينية في أنظمة الخط بالألياف البصرية

إن سائر قيم المعلومات المذكورة هي قيم أسوأ الحالات الممكنة ضمن مجموعة ظروف التشغيل المعيارية (مثل درجات الحرارة والرطوبة) وتشمل الآثار الناجمة عن التقادم. وتتطلب هذه الظروف والآثار مزيداً من الدراسة. وتحدد المعلومات نسبةً إلى هدف تصميمي لوصلة بصرية مع نسبة خطأ في البتات (BER) لا تتجاوز 10^{-10} في أقصى حالات التوهين والتشتت في المسير البصري في كل تطبيق يرد في الجدول 1. وقد يطلب تحسين حساسية المستقبل أو مدى توهين منخفض (مثلاً 10^{-12} BER أو أفضل حسب التوصية ITU-T G.826) لتطبيقات الجدول 1، وذلك لأنظمة ذات أداء محسن.

إن تشفير الخط البصري المستخدم لسائر السطوح البينية في النظام هو تشفير ثنائي دون عودة إلى الصفر (NRZ)، مخلوط طبقاً للتوصية ITU-T G.707/Y.1322.

1.6 مدى طول موجات تشغيل النظام

يستحسن أن يتسع مدى طول موجات تشغيل النظام إلى أكبر حد ممكن لكي تتوفر بعض المرونة عند تنفيذ الأنظمة التي تسمح بالمواءمة العرضية وعند استخدام تعدد الإرسال بتوزيع طول الموجات (WDM)، في المستقبل. ويعتمد اختيار مدى طول موجة التشغيل لكل تطبيق من تطبيقات الجدول 1 على عدة عوامل منها نمط الليف وخصائص المصدر ومدى توهين النظام والتشتت في المسير البصري. وتؤثر الاعتبارات العامة الواردة لاحقاً على تحديد مدى طول موجات التشغيل في هذه التوصية. ويتضمن الملحق A وصفاً مفصلاً لجوانب النظام المستخدمة لوضع مواصفات مدى طول موجات التشغيل في هذه التوصية.

ومدى أطوال موجة التشغيل هو أقصى مدى لأطوال الموجة الذي يمكن للمصدر قبوله. وبالإمكان اختيار طول موجة المصدر في هذا المدى تبعاً للانحطاطات المختلفة المصاحبة للألياف (وتبعاً لتطبيقات المكبر المختلفة إن وجدت). وينبغي تزويد المستقبل

دائماً بأدنى مدى لأطوال موجة التشغيل وهو يعادل أقصى مدى مقبول لأطوال موجة المصدر. وفيما يخص الشبكات SDH التي تستخدم مكبرات بالألياف البصرية قد يكون من الضروري الحد من مدى أطوال موجة التشغيل.

وتحدد مناطق طول الموجات التي تسمح بتشغيل النظام تحديداً جزئياً بالرجوع إلى قيم طول موجة القطع في الليف أو الكبل الليفي. ولقد تم اختيار هذه القيم بالنسبة إلى الألياف G.652 و G.653، بطريقة تسمح بتشغيل وحيد الأسلوب لكبل الألياف بطول موجة قدره nm 1270 وما فوق؛ ولقد سمحت بعض الإدارات بقيم أدنى تصل حتى nm 1260. أما بالنسبة إلى كبلات الألياف G.654، فلقد تم اقتراح قيم طول موجة قطع للتشغيل وحيد الأسلوب بدءاً من nm 1530.

كما يحدد توهين الليف مناطق طول الموجات المسموح بها. وبالرغم من أن التوهين الداخلي الناجم عن الانتثار يتناقص عموماً عندما يزيد طول الموجة، فقد يظهر امتصاص أيونات الهيدروكسيل (OH^-) قرب طول الموجة البالغ nm 1385 وبنسبة أقل قرب الطول البالغ nm 1245. وتحدد بالتالي ذروات الامتصاص هذه مع طول موجة القطع منطقة طول موجات تتمركز حول طول الموجات البالغ nm 1310. وتمثل الألياف ذات التشتت غير المتخالف والمطابقة للتوصية ITU-T G.652 الألياف الأمثل للاستخدام في منطقة طول الموجات هذه. أما بالنسبة إلى طول موجات أكبر، فيحصل توهين من جراء التقوس قرب منطقة الموجات بطول nm 1600 وما فوق ويحصل امتصاص الأشعة تحت الحمراء فوق nm 1600. ويحدد بالتالي هذا التوهين وكذلك الذروة عند nm 1385 (ماء) منطقة ثانية لأطوال موجة التشغيل قرب nm 1550. وتقتصر التوصية ITU-T G.654 بشأن الألياف بطول موجة قطع متخلفة على هذه المنطقة فقط. غير أن الألياف G.652 والألياف ذات التشتت المتخالف G.653 يمكن استعمالها في هذه المنطقة.

وعلاوة على طول موجة القطع والتوهين اللذين يحددان المناطق الكبرى لأطوال موجة التشغيل، يحدد التفاعل البيئي بين تشتت الألياف وخصائص المرسل الطيفية مدى أطوال الموجة المسموح بها. وقد توجد أجزاء من هذا المدى داخل أو خارج مدى أطوال الموجة الذي يحدده التوهين. ويعطي تراكب المدى الأول مع المدى الثاني مدى أطوال الموجات المسموح بها لتشغيل النظام.

2.6 المرسل

1.2.6 نمط المصدر الاسمي

تحدث خصائص التوهين/التشتت وسوية تراتب كل من التطبيقات في الجدول 1، الأجهزة المستعملة للمرسلات وهي ثنائيات المساري بانبعث ضوئي (LED) أو الليزر بأساليب طولية متعددة (MLM) أو الليزر بأسلوب طولي وحيد (SLM). وتبين هذه التوصية لكل تطبيق من هذه التطبيقات نمط مصدر اسمي. ومن الواضح أن الإشارة إلى نمط مصدر اسمي في هذه التوصية، لا يشكل مواصفة وأنه يمكن استخدام أجهزة الأسلوب SLM في أي تطبيق يكون فيه نمط المصدر الاسمي الثنائي LED أو الأسلوب MLM. ويمكن استخدام الأجهزة MLM في أي تطبيق يكون فيه نمط المصدر الاسمي الثنائي LED وذلك دون ظهور أي انحرافات في أداء النظام.

2.2.6 العرض الطيفي

فيما يتعلق بالثنائيات LED والليزر بأسلوب MLM، يحدد الطول الأقصى لمتوسط تربيع الجذر (RMS) العرض الطيفي في ظروف التشغيل المعيارية. ويقصد بالعرض أو بالقيمة RMS الانحراف النمطي (σ) للتوزيع الطيفي. وينبغي أن تراعى طريقة قياس العرض RMS جميع الأساليب التي لا تقل عن أسلوب الذروة بأكثر من 20 dB.

وفيما يتعلق بالليزر SLM، يحدد أقصى عرض كلي لذرورة طول الموجات المركزية العرض الطيفي الأقصى، ويقاس 20 dB نزولاً من الطول الأقصى للموجة المركزية في ظروف تشغيل معيارية. وتحدد فضلاً عن ذلك قيمة دنيا لنسبة إلغاء الأسلوب الجانبي لليزر فيما يتعلق بالتحكم في ضوضاء توزيع الأساليب في الأنظمة ذات الأسلوب الطولي الوحيد.

لا توجد حالياً طريقة موثوقة معتمدة لتقدير أخطاء التشتت الناجمة عن تغيرات طول موجة الإرسال ("chirp") الليزرية وعن تأثير الأسلوب الجانبي لليزر SLM. ولذا فإن العرض الطيفي لليزر SLM للتطبيقات التالية L-4.2 و S-16.1 و S-16.2 و L-16.1 و L-16.2 و L-16.3 هي قيد الدراسة.

وبموجب الدلالات الحالية، فإن تعريفات العرض الطيفي المستندة إلى قياسات طيفية لمتوسط الزمن بمعايير ضرورية ملائمة عند جمعها عن طريق اختبارات إضافية كذلك المذكورة أدناه لا تتلاءم جيداً مع خسارة المسير على نحو يمكنها من إتاحة الأداء المناسب للأجهزة SLM.

وهناك إقرار حالياً بضرورة تحديد خصائص الليزر الدينامية بطريقة أكثر دقة وخاصة فيما يتعلق بالأنظمة بعيدة المدى. وأفضل طريقة متاحة هي اختبار الإرسال عبر الليف. وتتألف تشكيلة الاختبار من مرسل قيد الاختبار ومن ألياف اختبار ذات تشتت أقصى محدد لأقصى طول للنظام ومن مستقبل مرجعي. ويتم عندئذ تقويم الخصائص الدينامية للمرسل عن طريق قياس معدل أخطاء البتات.

وتستعمل الطريقة المبينة أعلاه لاختبارات قبول الليزر. وهكذا يتم تقويم الليزر بإدراج إرسال محاكى في المرسل. ويتم التعرف على الليزر ذات الخصائص الطيفية المقبولة استناداً إلى مستوى أداء النظام المحاكى من حيث نسبة الأخطاء. وتتطلب الطرق البديلة المستخدمة لتقييم الخصائص الدينامية لليزر مزيداً من الدراسة.

أما بالنسبة إلى الشبكات بالتراتب التي تستعمل مضخمات بصرية فإن مرسلًا ذا خصائص طيفية ملائمة ضروري لتحقيق المسافات الهدف التي تتجاوز تلك المعرفة للتطبيقات بعيدة المدى.

3.2.6 متوسط القدرة الحقونة

متوسط القدرة الحقونة عند النقطة المرجعية S هو متوسط قدرة تتابع معطيات شبه عشوائية مقرونة مع الليف عن طريق المرسل. ويعطى هذا المتوسط في شكل مدى لكي يتيح استمثال التكاليف إلى حد ما، ويغطي التفاوت المسموح به المقابل لمجموعة شروط التشغيل ولاخطاط في واصل المرسل، وكذلك التفاوت المسموح به للقياسات ولآثار التقادم. وتتيح هذه القيم حساب قيم الحساسية ونقطة تشبع المستقبل عند النقطة المرجعية R.

إن إمكانية الحصول على تصاميم لأنظمة مجدية التكاليف بشأن التطبيقات بعيدة المدى عن طريق استخدام أشعة ليزر غير مبردة لمتوسطات القدرات القصوى الحقونة التي تتجاوز تلك المذكورة في الجداول من 2 إلى 4، والتي تتطلب موهنات بصرية خارجية متنتلة في الأقسام ذات الخسارة الطيفية، تتطلب مزيداً من الدراسة.

وفي حالة عطل تجهيزات الإرسال، يجب الحد من القدرة الحقونة وكذلك من وقت التعرض الأقصى الممكن للعاملين وذلك لأغراض السلامة المتعلقة بالألياف البصرية/الليزرية، طبقاً للوثيقة IEC 60825.

4.2.6 نسبة الخمود

إن الاصطلاح المعتمد للسوية المنطقية البصرية هو التالي:

- إرسال الضوء لـ "1" منطقي،

- عدم إرسال لـ "0" منطقي.

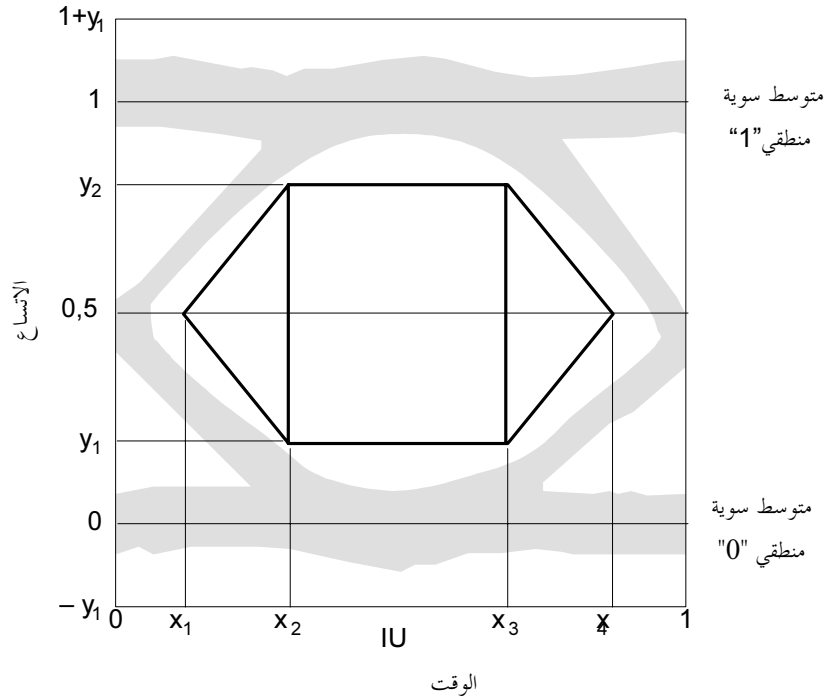
وتكون نسبة الخمود (EX) كما يلي:

$$EX = 10 \log_{10} \left(\frac{A}{B} \right)$$

حيث A هي سوية معدل القدرة البصرية في وسط "1" منطقي و B هي سوية معدل القدرة البصرية في وسط "0" منطقي. وما تزال طرق قياس نسبة الخمود قيد الدراسة.

5.2.6 قناع مخطط العين

تحدد في هذه التوصية خصائص شكل نبضة مرسل عام بما في ذلك وقت الصعود ووقت الهبوط وتذبذب مفرد للنبضة وضعف تذبذب النبضة ورنين، وينبغي التحكم بها جميعاً لتفادي التدهور المفرد في حساسية المستقبل وترد على شكل قناع مخطط عين لمرسل النقطة S. ويحدد هذا الشكل خصائص الشكل العام للنبضة المرسل التي تشمل وقت الصعود ووقت الهبوط، والتذبذب المفرد للنبضة وضعف تذبذب النبضة وتذبذب التشويش، التي ينبغي التحكم بها جميعاً للوقاية من الخطأ المفرد في حساسية المستقبل. ومن الهام بالنسبة إلى تقويم إشارة الإرسال، الأخذ بعين الاعتبار ليس فقط فتحة مخطط العين بل الحدود الناجمة عن التذبذب المفرد وضعف التذبذب أيضاً. ويوضح الشكل 2 الملعلمات التي تحدد قناع مخطط العين للمرسل. ويتناول الملحق B أجهزة القياس لتحديد مخطط العين لإشارة الإرسال البصرية.



	STM-1	STM-4
x_1/x_4	0,15/0,85	0,25/0,75
x_2/x_3	0,35/0,65	0,40/0,60
y_1/y_2	0,20/0,80	0,20/0,80

	STM-16
$x_3 - x_2$	0,2
y_1/y_2	0,25/0,75

T1508980-92/d02

ملاحظة - في الحالة STM-16 من غير الضروري أن يكون x_3 و x_2 في القناع المستطيل لمخطط العين على مسافة متساوية بالنسبة إلى المحورين العموديين في 0 و 1 UI. ويتطلب اتساع هذه المبعادة مزيداً من الدراسة. وبسبب الترددات المستعملة في الأنظمة STM-16 وصعوبة تنفيذ المرشاح الذي ينتج عنها قد تحتاج قيم ملعلمات النموذج STM-16 إلى مراجعة بسيطة في ضوء التجربة.

الشكل G.957/2 - قناع مخطط العين لإشارة الإرسال البصرية

3.6 المسير البصري

من الضروري تحديد خصائص التوهين والتشتت للمسير البصري بين النقطتين المرجعيتين S و R، من أجل تأمين جودة أداء كافية للنظام لكل من التطبيقات المبينة في الجدول 1.

1.3.6 التوهين

يحدد التوهين، في هذه التوصية، بالنسبة إلى كل من التطبيقات، كمدى يكون خاصية مسافات التطبيق الواسعة المبينة في الجدول 1. غير أنه توجهاً للمرونة في تنفيذ أنظمة المواءمة العرضية، تقرر هذه التوصية ببعض التراكم بين مدى التوهين للتطبيقات داخل المكاتب والتطبيقات قصيرة المدى بين المكاتب وكذلك بين التطبيقات قصيرة المدى والتطبيقات بين المكاتب بعيدة المدى. ويفترض أن تكون مواصفات التوهين قيم أسوأ الحالات، بما فيها فقدان الناجم عن الجدالات أو موصلات أو الموهنات البصرية (عند الاقتضاء) أو عن أجهزة بصرية منفصلة أخرى وكذلك عن أي هامش كبل إضافي مخصص لمعرفة ما يلي:

- (1) تعديلات في المستقبل تضاف إلى تشكيلة الكبلات (جدالات إضافية وزيادة أطوال إلى الكبل وغيرها)؛
- (2) تغيرات في أداء الكبلات الليفية ناجم عن عوامل تتعلق بالبيئة؛
- (3) انخراط في الموصلات أو الموهنات البصرية (حسب الاقتضاء) أو أي جهاز بصري منفصل آخر بين النقطتين S و R إن وجدتا.

2.3.6 التشتت

تحدد الجداول من 2 إلى 4 القيم القصوى للتشتت (ps/nm) بالنسبة إلى الأنظمة التي يحددها التشتت. وتنسجم هذه القيم مع الأخطاء القصوى الناجمة عن المسير البصري (أي 2 dB بالنسبة إلى L-16.2 و 1 dB بالنسبة إلى جميع التطبيقات الأخرى). وتراعي هذه القيم نمط المرسل المحدد وكذلك معامل التشتت في الألياف على مدى طول موجات التشغيل. وليس لدى الأنظمة التي تعتبر محدودة بسبب التوهين قيمة قصوى للتشتت وتظهر في الجداول من 2 إلى 4 مع الإشارة NA (دون تطبيق).

3.3.6 انعكاسات

- يسبب عدم استمرارية دليل الانكسار انعكاسات على طول المسير البصري. وإذا لم يتم التحكم بهذه الانعكاسات، فقد يتدهور أداء النظام من خلال ما تسببه من اضطراب في عمل الليزر أو من خلال انعكاسات متعددة ينتج عنها ضوضاء في قياس التداخل في المستقبل. وفي هذه التوصية، يتم التحكم بالانعكاسات من المسير البصري عن طريق تحديد ما يلي:
- خسارة العودة البصرية الدنيا (ORL) في التركيبات الكبلية عند النقطة S. بما فيها جميع الموصلات؛
 - الانعكاسات القصوى المنفصلة بين النقطتين S و R.

لا تأخذ هذه التوصية بعين الاعتبار آثار الانعكاسات الممكنة في حالة استخدام مقرنات اتجاهية في ليف واحد. وتحتاج هذه الآثار مزيداً من الدراسة.

ويشرح التذييل I طرق قياس الانعكاسات. وفيما يتعلق بقياس الانعكاسات وخسارة العودة، يفترض أن تتلاقى النقطتان S و R مع طرف كل قابس موصل (انظر الشكل 1). ومن المعروف أن هذه الطريقة لا تتضمن الأداء الفعلي لانعكاس موصلات النظام التشغيلي على التوالي. ويفترض أن يكون لهذه الانعكاسات القيمة الاسمية للانعكاس المقابل لنمط موصلات مستعملة محددة.

ينبغي أن يسمح العدد الأقصى للموصلات أو لنقاط الانعكاس المنفصل التي يمكن إدراجها في المسير البصري، مثلاً في إطارات توزيع أو مكونات (WDM)، بالحصول على خسارة إجمالية محددة للعودة البصرية. وإن تعذر ذلك بواسطة الموصلات ذات الانعكاسات المنفصلة القصوى المبينة في الجداول من 2 إلى 4، يجب استخدام موصلات ذات انعكاس أفضل. وهناك إمكانية أخرى وهي تخفيض عدد الموصلات. وقد يكون من الضروري أيضاً الحد من عدد الموصلات أو استخدام موصلات ذات

عوامل انعكاس محسنة بغية تجنب اعتلالات غير مقبول بها تنتج عن انعكاسات متعددة. وقد تكون لهذه الآثار أهمية بالغة في النظامين البعدي المدى STM-4 و STM-16.

وفي الجداول من 2 إلى 4 تهدف القيمة القصوى للانعكاس المنفصلة (-27 dB) بين النقطتين S و R إلى تخفيف آثار الانعكاسات المتعددة (كضوضاء مقياس التداخل، مثلاً) إلى أدنى حد ممكن. وفي الجدولين 3 و 4 تتيح القيمة القصوى لانعكاسية المستقبل (-27 dB) الحصول على أخطاء مقبولة للانعكاسات المتعددة بالنسبة إلى جميع تشكيلات الأنظمة الممكنة بإدخال موصلات متعددة وغيرها. وتولد الأنظمة التي تستخدم عدداً أقل من الموصلات أو موصلات ذات أداء أفضل، انعكاسات متعددة أقل وهي بالتالي قادرة على تحمل المستقبلات ذات انعكاسية أعلى. ويمكن القول جداراً أنه إذا ما وجد موصلان اثنان فقط في النظام تكون خسارة عودة المستقبل البالغة 14 dB، مقبولة.

فيما يخص الأنظمة التي لا تعتبر فيها الآثار الناجمة عن الانعكاسات عاملاً محدداً للأداء لا تذكر أي قيمة لمعاملات الانعكاس المصاحبة، وهذا مبين في الجداول من 2 إلى 4 باستخدام الإشارة NA (دون تطبيق). ومع ذلك، عندما تستخدم هذه التوصية بشأن تطبيق معين، تجدر الملاحظة إلى أنه إذا كانت هناك إمكانية التطور إلى تطبيقات أخرى ذات خصائص أكثر تقييداً، يستحسن في هذه الحالة استخدام هذه الخصائص.

وينبغي لاحقاً دراسة موضوع ما إذا كانت هنالك حاجة إلى وضع مواصفات بشأن نسبة الإشارة/الضوضاء في المرسل في ظروف الحالة الأسوأ لخسارة العودة البصرية في الجداول من 2 إلى 4.

4.6 المستقبل

يتطلب التشغيل المناسب للنظام مواصفات حساسية دنيا في المستقبل وكذلك سوية قدرة الحمولة الدنيا. وينبغي أن تنسجم هذه القيم مع مدى متوسط القدرة المحقونة ومع مدى التوهين المحدد لكل تطبيق.

إضافة إلى ذلك، يتطلب الأداء الجيد للنظام أن يتسامح المستقبل مع المناطق ذات معدل الانتقال الضعيف نسبياً في الإشارات SDH والناتج عن بنية نسق الرتل SDH (التوصية ITU-T G.707/Y.1322). ويقدم التذييل II طريقة معقولة لتقدير مناعة النظام الفرعي للاستقبال لدى وجود رقمين متتالين متماثلين.

1.4.6 حساسية المستقبل

تعرف حساسية المستقبل بأنها القيمة الدنيا المقبولة لمتوسط القدرة المستقبلية عند النقطة R للحصول على النسبة BER البالغة 10^{-10} . ويتطلب ذلك مرسلاً مع قيم الحالة الأسوأ لحجب المرسل لنسبة الخمود وخسارة العودة البصرية عند النقطة S، ولانخطاطات موصل المستقبل والتفاوت المسموح به للقياس. ولا ينبغي الالتزام بحساسية المستقبل في وجود التشتت، أو الانعكاسات الناجمة عن المسير البصري؛ وتحدد هذه الآثار على حدة في تخصيص الخطأ الأقصى الناجم عن المسير البصري.

ملاحظة- لا وجوب للالتزام بحساسية المستقبل في حال زيادة ارتعاش المرسل عند حدود الارتعاش الملائمة (أي G.783 للإشارات الراجعة البصرية SDH).

أما الآثار الناتجة عن التقادم فلا تحدد على حدة؛ إذ إنه يتوجب البحث في هذه المسألة بين مزود الشبكة ومصنّع التجهيزات. ويستحسن أن تقع الهوامش النمطية بين المستقبل البصري ببداية عمره وبدرجة حرارة اسمية وبين ذات المستقبل في آخر عمره وفي أكثر الحالات سوءاً، في المدى من 2 إلى 4 dB. ويتضمن التذييل II مثلاً عن طريقة قياس تساعد على تحديد أثر التقادم على حساسية المستقبل. إن حساسيات المستقبل المحددة في الجداول من 2 إلى 4 هي قيم نهاية العمر والحالات الأسوأ.

2.4.6 تشبع المستقبل

إن سوية تشبع المستقبل هي القيمة القصوى المقبولة لمتوسط القدرة المستقبلية عند النقطة R للنسبة BER البالغة 10^{-10} .

3.4.6 انعكاسية المستقبل

تحدد الانعكاسات الصادرة عن المستقبل والراجعة إلى الكبل عن طريق الانعكاسية القصوى المسموح بها للمستقبل مقيسة عند النقطة المرجعية R.

4.4.6 خطأ القدرة الناجم عن المسير البصري

ينبغي للمستقبل أن يسمح بخطأ ناجم عن المسير البصري لا يتجاوز 1 dB (2 dB بالنسبة إلى L-16.2) لمعرفة الانحطاطات الكلية الناتجة عن الانعكاسات وعن التداخل بين الرموز وعن ضوضاء توزيع الأساليب وعن تغييرات طول موجة بث الليزر ("chirp").

7 قيم المعلامات البصرية لأغراض التطبيقات SDH

يبين الجدول 2 قيم المعلامات البصرية لتطبيقات الجدول 1 بالنسبة إلى STM-1 والجدول 3 بالنسبة إلى STM-4 والجدول 4 بالنسبة إلى STM-16. ويظهر الشكل 2 المعلامات التي تحدد قناع مخطط العين للمرسل عند النقطة المرجعية S لكل من السويات التراتبية الثلاث. ولا تمنع هذه الجداول استخدام الأنظمة التي تستوفي مواصفات أكثر من تطبيق واحد بمعدل بتات معين.

8 منهج الهندسة البصرية

يعكس اختيار التطبيقات ومجموعات المعلامات البصرية التي تتناولها هذه التوصية، توازناً بين اعتبارات اقتصادية وتقنية تتيح تأمين المواءمة العرضية للأنظمة التي تستخدم الترتيب الرقمي المتزامن. وتصف هذه الفقرة استخدام المعلامات الواردة في الجداول من 2 إلى 4 بغية الحصول على طريقة عامة لتصميم الأنظمة المتعلقة بهندسة الوصلات البصرية في الترتيب الرقمي المتزامن.

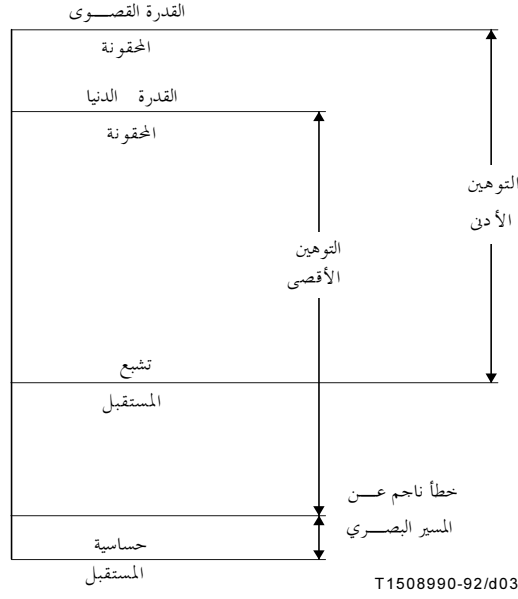
1.8 فرضيات التصميم

يهدف الحصول على أكبر عدد ممكن من إمكانيات التطبيق مع أصغر عدد من المواصفات لمكونات السطوح البينية البصرية، تفترض ثلاث فئات سطوح بينة لكل سوية من سويات الترتيب الرقمي المتزامن. وتختلف هذه الفئات فيما بينها باختلاف أنظمة التوهين/التشتت أكثر من اختلافها في التقييدات الواضحة للمسافة بغية الإفادة من مرونة أكبر في تصميم الشبكة مع مراعاة التقييدات التقنية وأسعار كلفة مختلف التطبيقات في الوقت ذاته.

تهدف قيم المعلامات المتقدمة التي تعبر عن أكثر الحالات سوءاً والتي تحددها هذه التوصية إلى إعطاء توجيهات بسيطة في التصميم إلى مخططي الشبكة ومواصفات واضحة للمكونات إلى المصنعين. ولهذا السبب لم تحدد هوامش غير مخصصة للأنظمة أو هوامش للتجهيزات، ويفترض أن الرسائل والمستقبلات والتركيبات الكلية يحتوي كل منها على مواصفات شروط تشغيل معياري. ومن المعروف أن ذلك يؤدي، في بعض الحالات، إلى تصاميم أنظمة تقليدية أكثر من تلك التي قد تؤدي إليها الهندسة المشتركة في الوصلات البصرية أو استخدام الطرق الإحصائية للتصميم أو بوضع تطبيقات وبيئات أكثر تقييداً من تلك التي تسمح بها شروط التشغيل المعيارية.

2.8 طريقة تصميم الحالة الأكثر سوءاً

فيما يتعلق بمنهج تصميم الحالة الأكثر سوءاً تتصل المعلامات البصرية المبينة في الجداول من 2 إلى 4 كما هو مبين في الشكل 3. وفي التطبيقات المحدودة بالخسارة، يمكن أن يحدد مكامل النظام شفرة التطبيق المناسبة وكذلك مجموعة المعلامات البصرية المؤاتية أولاً عن طريق تثبيت التوهين الكلي للمسير البصري الذي ينبغي له أن يشمل جميع أسباب خسارة القدرة البصرية وكذلك كل هوامش تصميم الكبل الذي يحدده مكامل النظام. وفيما يتعلق بالحالات التي يقع فيها توهين النظام في منطقة تراكم توهين التطبيقين، يمكن تطبيق إحدى مجموعتي المعلامات البصرية. وتقابل عموماً التصاميم الأكثر اقتصادية شفرة التطبيق ذات مدى التوهين الأقصى. ويستحسن بالنسبة إلى كل تركيب من تراكيب التحقق من أن الخطأ الكلي الناجم عن المسير البصري والذي يشمل الانحطاطات المجتمعة للتشتت والانعكاس، لا يتجاوز القيمة المشار إليها في الفقرة 4.4.6 وفي الجداول من 2 إلى 4 إذ إن القيمة الأعلى قد تؤدي إلى انحطاط سريع في أداء النظام.



الشكل G.957/3 - وصلة بين المعلومات البصرية

فيما يتعلق بالأنظمة التي يحددها التشتت، يمكن أن يختار مكامل النظام شفرة تطبيق ملائمة ومجموعة معلمات بصرية مقابلة بتحديد التشتت الكلي (ps/nm) المخصص للقسم الأول للكابل الذي يجري تصميمه. ويقابل التصميم الأكثر اقتصادية عموماً انتقاء تطبيق ذي أصغر قيمة قصوى للتشتت وتتجاوز قيمة التشتت المحددة لتصميم النظام. وهنا أيضاً يتوجب التحقق من خطأ القدرة الكلية الناجمة عن المسير البصري كما ورد أعلاه.

3.8 منهج التصميم الإحصائي

يستند المنهج الإحصائي إلى تصميم قسم كابل أولي معزز يتجاوز، عند الاقتضاء، طول القسم الناتج عن تصميم الحالة الأسوأ. وإذا أقر احتمال أن التوهين أو التشتت بين النقطتين S و R أكبر من القيم المحددة للنظام أو أنه يتعذر الحصول على تصميم يوفر المواءمة العرضية، يمكن تحقيق بعض الادخار في كلفة تصميم أنظمة بصرية ذات معدل بتات عالٍ وبعيدة المدى بتخفيض عدد المكررات.

عند استخدام الطريقة الإحصائية، يعبر عن معلمات الأنظمة الفرعية تبعاً لتوزيعها الإحصائي الذي يفترض الحصول عليه من المصنعين. ويعالج هذه التوزيعات إما رقمياً (مثل طرائق مونت كارلو) أو تحليلياً (مثل المتوسطات الغوسية والانحرافات النمطية).

وفيما يلي أمثلة عن معلمات يمكن اعتبارها إحصائية بطبيعتها:

- توهين الكابل؛
- طول موجة التشتت المعدوم وميل التشتت المعدوم في الكابل؛
- فقدان ناجم عن الجداولات والموصلات؛
- الخصائص الطيفية للمرسل (طول الموجة المركزية، العرض الطيفي، إلخ.)؛
- كسب النظام المتيسر بين النقطتين S و R (مثال، القدرة البصرية المتيسرة عند النقطة S وحساسية المستقبل عند النقطة R. وقد يتوجب دراسة كل من هذه المعلمات على حدة لأغراض المواءمة العرضية).

وطبقاً للممارسات في مجال التصميم، يمكن اعتبار كل من المعلومات المبينة أعلاه إما إحصائياً وإما بطريقة الحالة الأسوأ. ويمكن بطريقة نصف إحصائية إعطاء توزيع بعرض معدوم قرب قيمة الحالة الأسوأ، إلى المعلومات التي يفترض أن تكون حتمية. وتتضمن التوصية G.955 مزيداً من التفاصيل.

4.8 اعتبارات بشأن إمكانيات التطوير

هناك إمكانيتان لتطوير الأنظمة:

- (1) يرغب في الانتقال من الأنظمة متقاربة الزمن القائمة إلى أنظمة التراتب الرقمي المترامن (مثال الانتقال من نظام بمعدل kbit/s 139 246 مطابق للتوصية G.955 إلى نظام STM-1 يستند إلى هذه التوصية)؛
- (2) قد يرغب في الانتقال من سوية التراتب SDH إلى سوية أخرى (مثلاً من STM-1 إلى STM-4).

ليس من الممكن دائماً إرجاء هاتين الرغبتين معاً بالنسبة للتطبيقات بعيدة المدى، وتختلف وجهات النظر فيما يخص أفضل منهج يجب اعتماده لتطوير الأنظمة. فعلى سبيل المثال، من أجل المحافظة على المواءمة مع أنظمة المعدلين kbit/s 139 264 و $4 \times 139\,264$ kbit/s المطابقين للتوصية ITU-T G.955، تحدد القيم القصوى للتوهين في هذه التوصية بالنسبة إلى التطبيقين بعيدي المدى STM-1 و STM-4 بالقيمتين 28 dB و 24 dB على التوالي. ويعكس الاختلاف الأقصى للتوهين في السويتين التيسر العام الآني للمستقبلات STM-4 ذات الحساسية المقابلة للتوهين الأضعف فيما تكون كلفة المستقبلات STM-4 ذات الحساسية التي تسمح بقيمة التوهين الأعلى، عالية نسبياً.

ويتضمن التذييل IV مثالين عن تنفيذ التطوير.

5.8 الهندسة المشتركة

يمكن في بعض الحالات التفكير في دراسات تقنية مشتركة من أجل تعريف معلومات الأقسام البصرية عندما تكون مواصفات السطح البيني الواردة في هذه التوصية غير ملائمة. وهذه حالة تحدث غالباً عندما تفوق قيمة التوهين للقسم الواحد (بأن تكون 2 dB مثلاً) القيمة المحددة في هذه التوصية غير أنها قد تؤخذ بعين الاعتبار في حالة المعلومات الأخرى.

وفي مثل هذه الحالات تعود مسؤولية تحديد خصائص النظام على نحو أدق إلى الإدارات والمشغلين المعنيين الذين يعتبرون مواصفات هذه التوصية غير وافية. ومن الهام الإشارة هنا إلى أن كل حالة تتطلب "هندسة مشتركة" غالباً ما تكون حالة خاصة ويستحسن فيها البحث عن إمكانية تقييس قيم معلومات هذه الأنظمة. وينبغي بالأحرى التفاهم بين الإدارات والمشغلين المعنيين بشأن المعايير الواجب التقيد بها ثم إجراء مفاوضات مع المصنعين فيما يخص الإمكانيات العملية للتنفيذ. وفي مثل هذه الحالة كثيراً ما يقوم نفس المصنع بتصنيع طرفي وصلة الإرسال لأن استمثالاً متوازياً بين المرسلات والمستقبلات هو العنصر الوحيد الكفيل بالتقيد بالمعايير المحددة.

كما ينبغي الإشارة إلى أنه من غير المفيد حقيقة تحديد قيم معلومات تطبق على أنظمة يجري إعدادها ضمن إطار منهج "الهندسة المشتركة"، ويستحسن أن تتبع الإدارات/المشغلون أو المصنعون المعنيون التوجيهات العامة والمنهج التقني الوارد في هذه التوصية. كما يستحسن أيضاً استعمال نفس التعاريف للمعلومات (مثال: حساسية المستقبل في النقطة المرجعية R وشروط الحرارة وخصائص التقادم وغيرها).

الملحق A

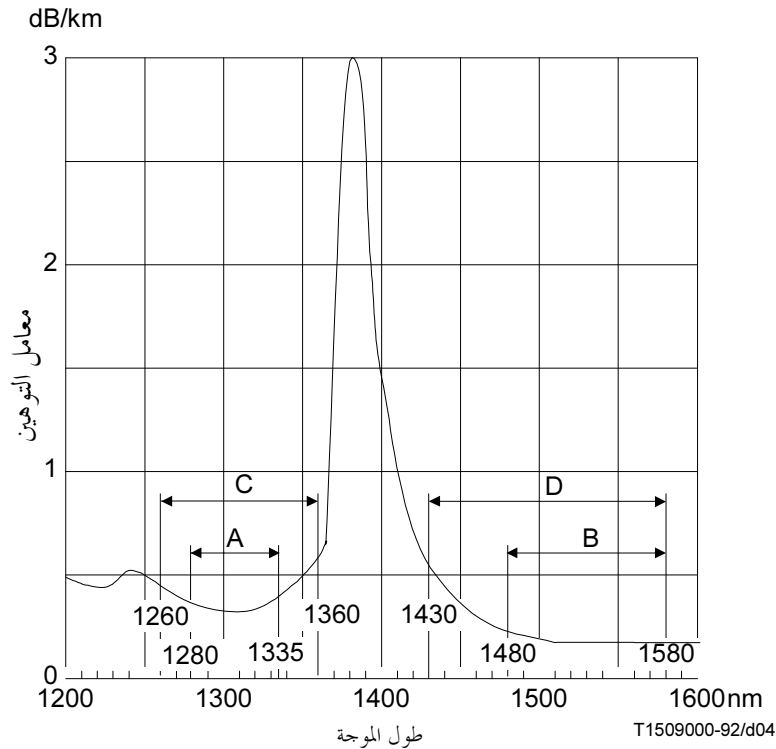
اعتبارات بشأن طول موجة تشغيل النظام

يقدم هذا الملحق معلومات عن اختيار مدى أطوال موجات التشغيل المحددة في الجداول من 2 إلى 4.

1.A مدى طول موجات التشغيل الذي يحدده توهين الليف

يوضح الشكل 1.A الشكل العام لمعامل التوهين في كبلات الألياف المركبة. وتستخدم هذه التوصية الشكل المذكور، وتدرج فيه الخسائر الناجمة عن الجدالات عند التركيب وعن جدالات التصليح وعن تأثير مدى درجة حرارة التشغيل. وتشير التوصية ITU-T G.652 إلى أن قيم التوهين في المدى 0,3-0,4 dB/km قد تم الحصول عليها في منطقة الموجات ذات الطول 1310 nm. وفي المدى 0,15-0,25 dB/km في منطقة الموجات ذات الطول 1550 nm.

إن طول الموجات المذكور في الجداول من 2 إلى 4 قد أكدته معطيات زود بها صانعو الليف وجمعت مع فرضيات الهامش الكلي التي تأخذ بالاعتبار التكميل وجدالات التركيب وجدالات التصليح ومدى درجات حرارة التشغيل. ولذا فإن القيم القصوى المرجعية لمعامل التوهين المذكورة لاحقاً، مناسبة، ولكن فيما يخص أنظمة الحسابات وحدتها؛ 3,5 dB/km في حالة التطبيق داخل المكاتب و0,8 dB/km في حالة التطبيق بين المكاتب قصيرة المدى و0,5 dB/km و0,3 dB/km في حالة التطبيق بين المكاتب بعيدة المدى في حالتي 1310 nm و1550 nm على التوالي. ويشار إلى أنه يمكن الحصول على المسافات الأهداف التقريبية المذكورة في الجدول 1، باستخدام قيم معامل التوهين هذه.



يتكيف المدى A والمدى B مع التطبيقات بعيدة المدى (L-N.x) ويتكيف المدى C والمدى D مع التطبيقات قصيرة المدى (S-N.x) والتطبيقات داخل المكاتب (I-N).

الشكل G.957/1.A - معامل التوهين الطيفي النمطي

لكبل الألياف الموضوع بين النقطتين R و S

2.A مدى طول موجات التشغيل الذي يحدده تشتت الليف

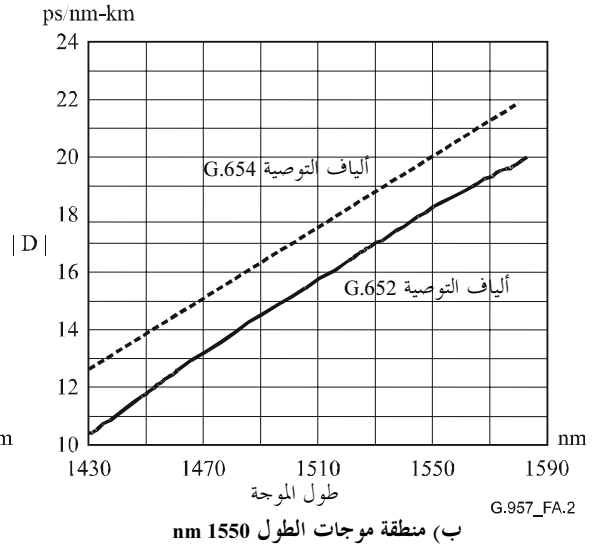
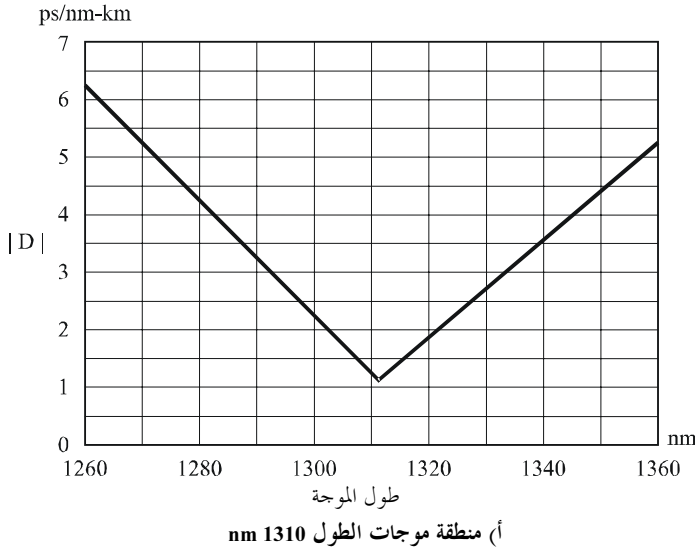
فيما يتعلق بالألياف المطابقة للتوصية G.652، يتراوح طول موجات إلغاء التشتت بين 1300 nm و 1324 nm على نحو يجعل الليف في حالته الأمثل عند منطقة 1310 nm. ويؤدي طول الموجات هذا وكذلك مواصفات الميل عند نقطة إلغاء التشتت إلى القيمة القصوى المطلقة المسموح بها لمعامل التشتت (كما تحدده الألياف ذات نقطة إلغاء التشتت عند طول أدنى للموجات أو عند طول أقصى للموجات) المبين في المخطط أ) في الشكل 2.A. غير أنه يمكن استخدام الألياف المطابقة للتوصية G.652 أيضاً في المنطقة 1550 nm التي يكون فيها معامل التشتت الأقصى مرتفعاً نسبياً كما هو مبين في المخطط ب) في الشكل 2.A.

وفيما يتعلق بالألياف المطابقة للتوصية G.653، يقع المدى المسموح به لطول موجات إلغاء التشتت بين 1500 nm و 1600 nm على نحو يجعل الليف في الحالة الأمثل بالنسبة إلى التشتت في منطقة الموجات ذات الطول 1550 nm. وتعطي التعابير التحليلية لمعامل التشتت القيم القصوى المسموح بها والمبينة في الشكل 3.A. ويمكن استخدام الألياف المطابقة للتوصية G.653 أيضاً في منطقة 1310 nm التي يكون فيها معامل التشتت الأقصى مرتفعاً نسبياً. غير أن التوصية ITU-T G.957 لا تتصور حالياً إمكانية هذا التطبيق.

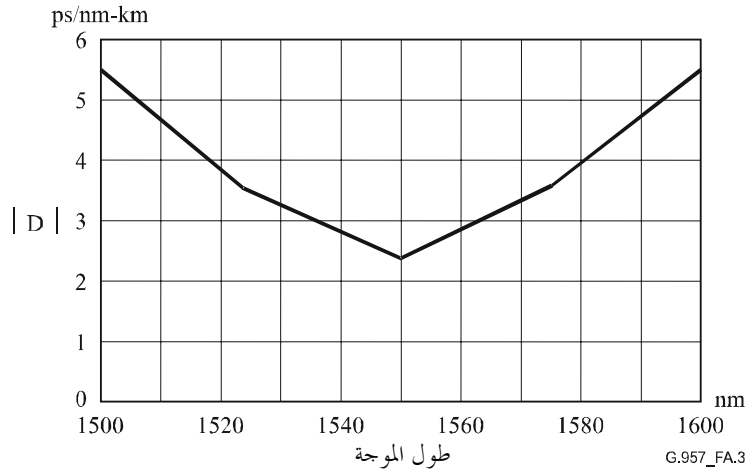
فيما يتعلق بالألياف ITU-T G.654 في منطقة الموجات ذات الطول 1550 nm، فإن معامل التشتت مماثل ولكنه أعلى قليلاً من مثيله في الألياف G.652. ولم تزل هذه النقطة قيد الدراسة ولم تذكر في الجداول من 2 إلى 4.

فيما يتعلق بالألياف G.652 في منطقة الموجات ذات الطول 1310 nm وبالألياف G.653 في منطقة الموجات ذات الطول 1550 nm، يختار مدى طول موجات الحد للتشتت على نحو تكون فيه القيم المطلقة لمعامل التشتت مساوية تقريباً لحدود طول الموجات. وكما هو مبين في منحنيات المخطط أ) في الشكلين 2.A و 3.A، فإن قيم التشتت المطلقة أصغر في مدى طول موجات التشغيل.

وفيما يتعلق بالألياف المطابقة للتوصية G.654 وكذلك الألياف المطابقة للتوصية G.652 في منطقة 1550 nm، يوضح المخطط ب) في الشكل 2.A كيف أن التشتت يحد الطول الأعلى لموجة التشغيل بينما يحد التوهين الطول الأدنى لموجة التشغيل.



الشكل 2.A G.957/2 - القيمة المطلقة القصوى، $|D|$ ، لمعامل التشتت في الألياف المطابقة للتوصية G.652 (—) وللتوصية G.654 (----



الشكل G.957/3.A – القيم المطلقة القصوى، $|D|$ ، لمعامل التشتت في الألياف المطابقة للتوصية G.653

يؤخذ التفاعل بين المرسل والليف بالاعتبار عن طريق معلمة إيسيلون. وتعرف هذه المعلمة بأنها ناتج 10-6 من معدل البتات (Mbit/s)، مضروب بقيمة التشتت في المسير (ps/nm)، مضروب في العرض الطيفي الفعلي (nm). وتبلغ إيسيلون قيمتها القصوى في خطأ القدرة الناجم عن تشتت قدره 1 dB. فيما يتعلق بالتداخل الوحيد بين الرموز، تطبق قيمة 0,306 على LED وعلى الليزر SLM. ويعتبر العرض عند 20 dB لأشعة ليزر SLM 6,07 أضعاف العرض الفعلي. (وفي حالة L-16.2 فقط، كان من الضروري أن تصبح إيسيلون 0,491، مما يعادل خطأ قدره 2 dB). بالنسبة إلى التداخل ما بين الرموز، طبقت القيمة القصوى 0,115 على الليزر MLM زائداً ضوءاً توزيع الأساليب. (بالنسبة إلى التطبيقات I-1 و I-4، لا توجد غالباً قيم عرض طيفي كبيرة، ولكن احتفظ بهذه القيم من أجل الادخار في التكاليف الذي قد تسببه). ولم تطبق على الليزر SLM أي قيمة معروفة فيما يخص الضوء التي تحدثها تغييرات طول موجات إرسال الليزر ("chirp").

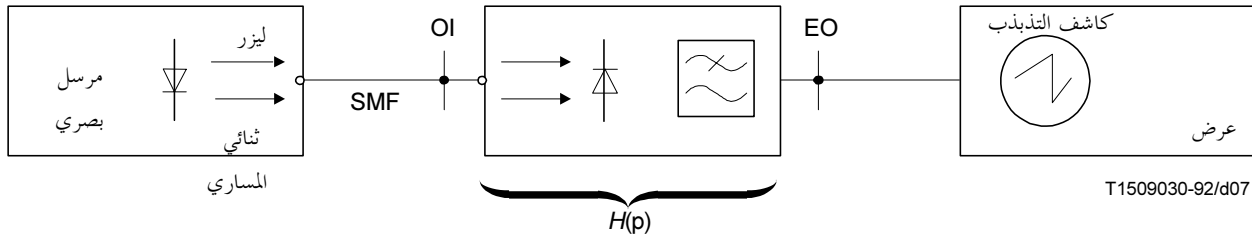
وفيما يتعلق بعرض طيفي معين يحدد التشتت الناجم عن المسير البصري من أجل شفرة تطبيق خاصة. ويمكن الحصول على معامل التشتت الأقصى المسموح به باستخدام المسافة المناسبة المبينة في الجدول 1. وتحدد التبعية الطيفية لمعامل التشتت عندئذ مدى طول الموجات التي يحددها التشتت. (إن استخدام معامل تشتت أعلى من مدى أطوال الموجة الواردة في التوصيات G.652 ITU-T و G.653 أو G.654 مسألة تتطلب مزيداً من الدراسة).

الملحق B

قياس قناع مخطط العين لإشارة الإرسال البصرية

1.B جهاز القياس

يوصى باعتماد جهاز قياس مطابق للشكل 1.B بشأن مخطط العين لإشارة الإرسال البصرية بغية ضمان التلاؤم بين إشارة الإرسال البصرية ونوعية المستقبل. ويمكن استعمال التوهين البصري لتكييف السوية عند النقطة المرجعية OI. ويمكن استعمال كذلك مضخم كهربائي لضبط السوية عند نقطة المرجع EO. وتشمل قيم قناع مخطط العين المبينة في الشكل 2 أخطاء القياس مثل أخطاء ضوضاء كاشف تذبذب الاعتيان وانحرافات تصنيع مرشاح التحرير المنخفض.



$H(p)$ وظيفة النقل في المستقبل البصري المرجعي بما فيها وظيفة نقل كاشف الصور ومرشاح التمرير المنخفض الكهربائي

SMF ليف وحيد الأسلوب. أقل من 10 m ليف بصري مطابق للتوصيات G.652 أو G.653 أو G.654.

EO، OI نقطتان مرجعيتان للدخل البصري (OI) والخرج الكهربائي (EO).

2.B وظيفة النقل في المستقبل البصري المرجعي

تقابل وظيفة النقل الاسمية في المستقبل البصري المرجعي استجابة مرشاح تومسون بيسيل من الرتبة الرابعة يعبر عنها كما يلي:

$$H(p) = \frac{1}{105} (105 + 105y + 45y^2 + 10y^3 + y^4)$$

مع

$$j \frac{\omega}{\omega_r} = p$$

$$2,1140p = y$$

$$1,5\pi f_0 = \omega_r$$

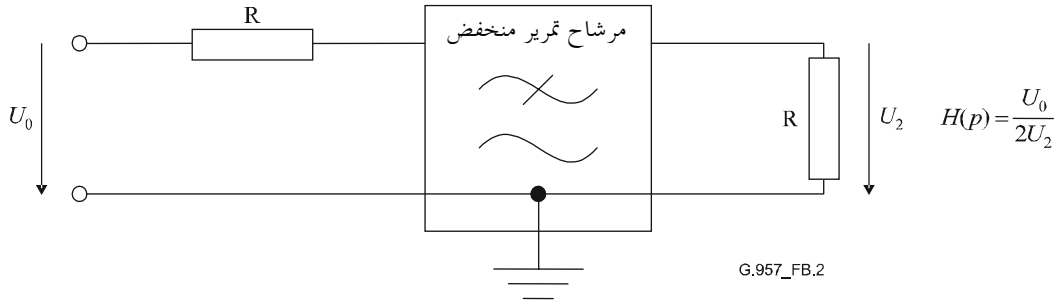
$$f_0 = \text{معدل البتات}$$

التردد المرجعي قدره $f_r = 0,75 f_0$. والتوهين الاسمي لهذا التردد هو 3 dB، حيث تتحدد القيمة 0 dB كقيمة توهين عند $0,03 f_r$. ويعطي الجدول 1.B التوهين المقابل وتشوه وقت الانتشار لمجموعات مختلفة من الترددات. ويقدم الشكل 2.B تراكيباً مبسطاً لمرشاح التمرير المنخفض المستخدم لقياس مخطط العين لإشارة الإرسال البصرية.

ملاحظة - لا يقصد بهذا المرشاح مرشاح الضوضاء المستخدم في مستقبل بصري لنظام فعلي.

الجدول G.957/1.B – القيم الاسمية للتوهين وتشوه وقت الانتشار
لمجموعة المستقبل البصري المرجعي

تشوه وقت انتشار المجموعة (UI)	التوهين (dB)	ff_r	ff_0
0	0,1	0,2	0,15
0	0,4	0,4	0,3
0	1,0	0,6	0,45
0,002	1,9	0,8	0,6
0,008	3,0	1,0	0,75
0,025	4,5	1,2	0,9
0,044	5,7	1,33	1,0
0,055	6,4	1,4	1,05
0,10	8,5	1,6	1,2
0,14	10,9	1,8	1,35
0,19	13,4	2,0	1,5
0,30	21,5	2,67	2,0



من أجل معرفة مقادير التفاوت المسموح بها في مكونات المستقبل البصري المرجعي بما فيها مرشاح التمرير المنخفض، ينبغي ألا يختلف التوهين الفعلي عن التوهين الاسمي بقيمة أكبر من القيم المحددة في الجدول 2.B. ويستحسن التحقق من أن المنحني الذي يمثل وقت الانتشار للمجموعة مستوي في نطاق الترددات الواقعة تحت التردد المرجعي. أما التفاوت المسموح به للانحراف فهو قيد الدراسة.

الجدول G.957/2.B – قيم التفاوت المسموح به لتوهين المستقبل البصري المرجعي

Δa (dB) ^{a)}			ff_r
STM-16	STM-4	STM-1	
0,5±	0,3±	0,3±	1 ... 0,001
0,3± ... 0,5±	0,2± ... 0,3±	2,0± ... 0,3±	2 ... 1
(a) قيم مؤقتة. ملاحظة – يجب الاستكمال الداخلي الخطي للقيم الوسيطة لـ Δa على سلم التردد اللوغاريتمي.			

التذييل I

طرق قياس الانعكاسات

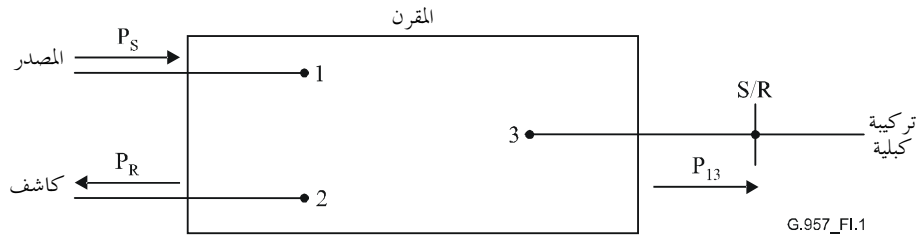
هناك، عموماً، طريقتان للاستخدام. يستخدم مقياس الانعكاس البصري في مجال الترددات (OCWR) مصدراً ضوئياً مستقراً ومستمرّاً أو معدلاً بواسطة مقياس القدرة البصرية شديد الحساسية لمعدلات الوقت. وهو يساعد على قياس خسارة العودة البصرية للتركيب في الكبل عند النقطة S أو قياس الانعكاسية في المستقبل عند النقطة R. ويستخدم مقياس الانعكاس البصري في المجال الزمني (OTDR) مصدراً نبضياً ذا دورة تشغيل منخفضة وكذلك مستقبلاً بصرياً ذا حساسية للاستبانة الزمنية. وهو يساعد على قياس مصادر الانعكاس المنفصلة بين النقطتين S و R أو انعكاسية المستقبل عند النقطة R.

تستعمل هاتان الأداتان مقرنات بصرية 1×2 وهما متيسرتان في الأسواق. ويمكن أن تحل التعليمات التي ترافق الأداة عند بيعها محل المعطيات المذكورة لاحقاً. فضلاً عن ذلك فإن إجراءات الاختبار هي قيد التطوير.

ويمكن استخدام وصلة عبور تحمل في طرفها قيمة انعكاسية معروفة وذلك لأغراض المعايرة. وقد تقارب قيمة الانعكاسية هذه الصفر (وهو ما يحصل عليه مع تكييف جيد للأدلة و/أو نصف قطر تقوس صغير في الليف) أو تقارب -14,5 dB (كما في حالة كسر) أو أي انعكاسية معروفة R_0 (كما في حالة كسر غير كامل أو وضع غشاء رقيق للكساء). وينبغي أن يكون للتوصيل بين وصلة العبور والأداء انعكاسية منخفضة.

1.I الانعكاس البصري في مجال الترددات

يعرض الشكل 1.I قائمة بتسميات المقرن وتحتاج قياسات المعايرة التالية إلى الإجراء مرة واحدة. وتقاس القدرة P_s بتوصيل المصدر البصري مباشرة مع مقياس القدرة. ثم يوصل هذا المصدر بنفاذ الخرج 3 للمقرن، وفي هذه الشروط يقيس مقياس القدرة P_{32} عند نفاذ الدخول 2، ثم يوصل المصدر إلى الدخول 1، ويقاس مقياس القدرة P_{13} عند النفاذ 3. وأخيراً توصّل وصلة العبور غير العاكسة عند النفاذ 3 عندما يجري قياس القدرة P_0 عند النفاذ 2.



الشكل G.957/1.I - تركيب المقرن في المقياس OTDR والمقياس OCWR

يوصل الموصل عند النقطة R بالنفاذ 3 لكي تقاس انعكاسية المكشاف؛ ويوصل الموصل عند النقطة S بالنفاذ 3 لكي تقاس خسارة العودة البصرية في تركيب الكبل. وفي كلا الحالتين، تقاس القدرة P_R بواسطة مقياس القدرة عند النفاذ 2. وتكون انعكاسية المكشاف كالتالي:

$$R = 10 \log_{10} \frac{P_s (P_R - P_0)}{P_{13} P_{32}}$$

والخسارة ORL في التركيبات الكبلية كالتالي:

$$ORL = -R$$

2.I مقياس الانعكاس البصري في المجال الزمني

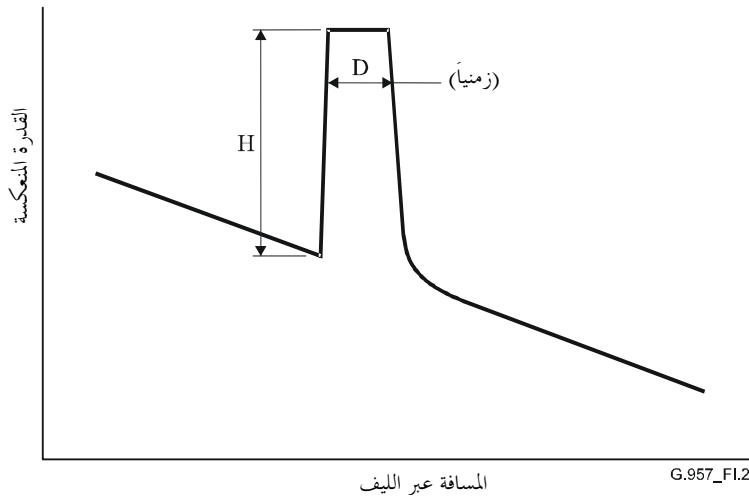
يكون المقرن هنا عادة داخل الأداة. ويوفر موهن بصري متغير وكذلك مستهل ليف طولي يمتد إلى ما بعد المنطقة الميتة في الأداة إن لم يكونا داخلها. وتحتاج قياسات المعايرة اللاحقة إلى إجرائها مرة واحدة فقط. وتوصل وصلة عبور انعكاسية R_0 معروفة، مما يعطي أثراً على المقياس OTDR المبينة في مخطط الشكل 2.I. ويعدل التوهين البصري حتى تصبح ذروة الانعكاس تماماً تحت سوية الإشباع للأداة، وتسجل عندئذ ارتفاع الذروة H_0 . ويحسب عامل المعايرة كالتالي:

$$F = R_0 - 10 \log_{10} \left(\frac{H_0}{10^{-5}} - 1 \right)$$

(إذا قيست مدة الوقت D للنبضة، يكون معامل التناثر العكسي للليف هو $B = F - 10 \log_{10}$. وإذا عبر عن D بـ ns، تقع B قرب -80 dB).

ولقياس الانعكاسية المنفصلة القصوى بين النقطتين S و R ، يوصل المقياس OTDR مع النقطة S أو R . ويسجل ارتفاع ذروة H لانعكاسية معينة. والقيمة التي تنتج عنها هي التالية:

$$R = F + 10 \log_{10} \left(\frac{H}{10^{-5}} - 1 \right)$$



الشكل G.957/2.I - رسم المقياس OTDR في عاكس منفصل

II التذييل

طريقة قياس انعدام الحساسية للأرقام المتتالية المتماثلة (CID)

1.II مقدمة

إن احتمال ظهور أخطاء في البتات داخل بنية إشارات النمط STM-N مرتفع للغاية في بعض مناطق تدفق المعطيات وذلك بسبب تنظيم هذه المعطيات في المناطق المذكورة.

وهناك ثلاث حالات رئيسية هي:

- (1) أخطاء ناجمة عن انغلاق العين مع العلم بأن متوسط سوية الإشارة يميل إلى التغيير تبعاً لكثافة التتابع وبسبب الاقترانات بالتيار المتناوب ("انزياح التيار DC")؛
- (2) أخطاء ناجمة عن عدم قدرة دارة استعادة التزامن على تأمين الاستمرارية بين زمر المعطيات التي تحتوي على معلومات تزامن قليلة جداً، وذلك على شكل انتقالات؛
- (3) أخطاء ناجمة عن نفس عدم قدرة دارة استعادة التزامن المذكورة في البند (2) أعلاه ولكنها أكثر خطورة بسبب وجود أول أثنونات رأسية للقسم STM-N السابقة لتتابع ذي محتوى تزامن منخفض (أثنونات ذات محتوى معطيات ضئيل خاصة عندما تكون قيمة N مرتفعة).

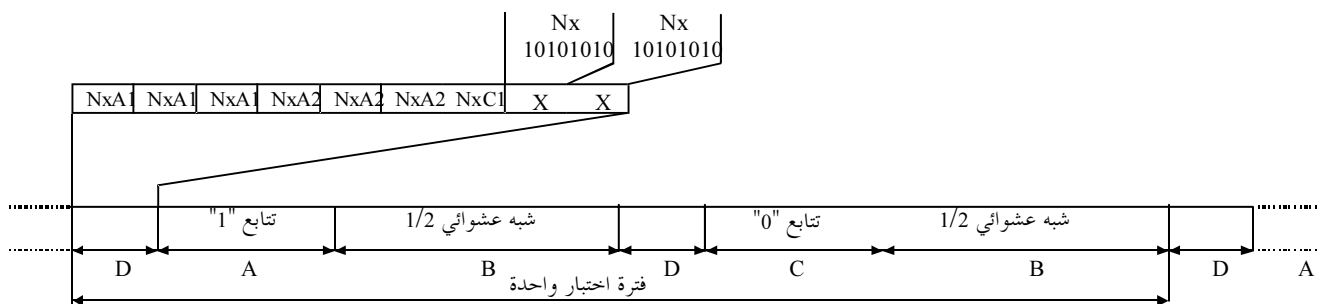
وتتيح طريقة تقويم انعدام حساسية فدره دارات ما لوجود أرقام متتالية متماثلة (CID) المقدمة فيما بعد التحقق من قدرة التجهيزات STM-N على العمل بدون أخطاء في الشروط المذكورة آنفاً.

وبالإمكان استخدام هذه الطريقة في مرحلة تصميم التجهيزات أو أثناء بعض مراحل التركيب.

ويمكن استخدام تناوبات رقمية متناوبة للتحقق من دقة استعادة التزامن ونوعية تشغيل التجهيزات بالتردد المنخفض.

وترد تعاريف تتابعات الاختبارات الملائمة فيما بعد وفي الشكل 1.II.

وليس الغرض من الاختبار محاكاة الشروط التي يمكن رصدها في حالات التشغيل غير العادية.



T1509200-92

الشكل G.957/1.II - تتابع اختبار تبعية النموذج STM-N

2.II الطريقة

تتألف تتابعات الاختبار من فدر متتالية من المعطيات في أربعة أنواع مختلفة هي:

- أ) تتابع "1" (بدون محتوى تزامن، متوسط اتساع الإشارة مرتفع)؛

(ب) تتابع معطيات شبه عشوائية مع كثافة وسوم تعادل 1/2؛

(ج) تتابع أصفار (بدون محتوى تزامن، متوسط اتساع الإشارة منخفض)؛

(د) فدرة معطيات مركبة من أول صف أئمونات لرأسية قسم النظام STM-N موضوع الاختبار.

ويتيح الشكل 1.II تمييز مناطق الأنواع A و B و C و D.

وتساوي مدة الفترتين A و C ذات محتوى التزامن المعدوم تتابعات العناصر التماثلية الأطول المتوقعة في الإشارة STM-N ويقترح مؤقتاً قيمة تسعة أئمونات (72 بة).

وينبغي أن تتيح مدة الفترات شبه العشوائية استعادة كل من تخالف الخط الأساسي المعدوم في الإشارة وفي دارة استعادة التزامن بعد الفترتين A و C. ولذا ينبغي أن تكون أكبر من أعلى ثابت زمني للنظام الفرعي للاستقبال. وفي حالة استخراج معطيات الميقاتية المتواصلة بإحكام الطور يمكن الحصول على قيمة تعادل 10 000 بة. وتعتبر قيمة 2000 بة كحد أدنى مقبول مع مراعاة احتمالات تغييرات تجهيزات الاختبار.

وينبغي توليد محتوى القسم شبه العشوائي بواسطة مخطط متعدد حدود كما يرد في التوصية ITU-T G.707/Y.1322 وفي الحالة الأمثل ينبغي أن يعمل المخطط بطريقة مستقلة أي أن لا ينبغي لبداية التتابع أن تتداخل مع قسم تراصف الرتل. وهكذا يكون من المؤكد الحصول في لحظة معينة خلال الاختبار على أسوأ إدراج ممكن لتتابع البتات شبه العشوائي (PRBS). ولكن نظراً لتقييدات تجهيزات الاختبار من الوارد أن يتعذر أحياناً استعمال مخطط يعمل بطريقة مستقلة. وبالتالي من الضروري أحياناً تحديد سيناريو الإدراج الأسوأ وهذه النقطة تتطلب مزيداً من الدراسة.

أما الفترة D فهي تحديداً أول صف رأسية لقسم الإشارة STM-N وتحتوي على الأئمونات C1 الصالحة (أعداد اثنينية متتالية) (راجع ITU-T G.707/Y.1332/2.9).

يوصى بإجراء هذا الاختبار على الأنظمة SDH في كل مرة يبدو فيها ذلك مفيداً أثناء تصميم التجهيزات أو إنتاجها وذلك بغية إظهار مقدرة الدارات على استعادة التزامن والدقة في معالجة الإشارات SDH معالجة صحيحة في الحالات الأكثر سوءاً.

وينبغي الإشارة هنا إلى احتمال رفض بعض التجهيزات لتتابع الاختبار أو حدوث خلل في عمل بعض التجهيزات وذلك على سبيل المثال بسبب أئمونات تراصف الرتل الموجودة في التتابع. وبالتالي لا يطبق الاختبار إلا على تجهيزات غير متأثرة بهذه الظاهرة مثل أنظمة استعادة التزامن ووحدات مكبرات الاستقبال وغيرها.

غير أن الاختبار يطبق في بعض الحالات عند المنافذ المتيسرة للمستعملين ولا يقترح هذا الاختبار بمثابة اختبار قبول عام قد يتطلب منافذ محددة وتوصيلات خاصة في التجهيزات.

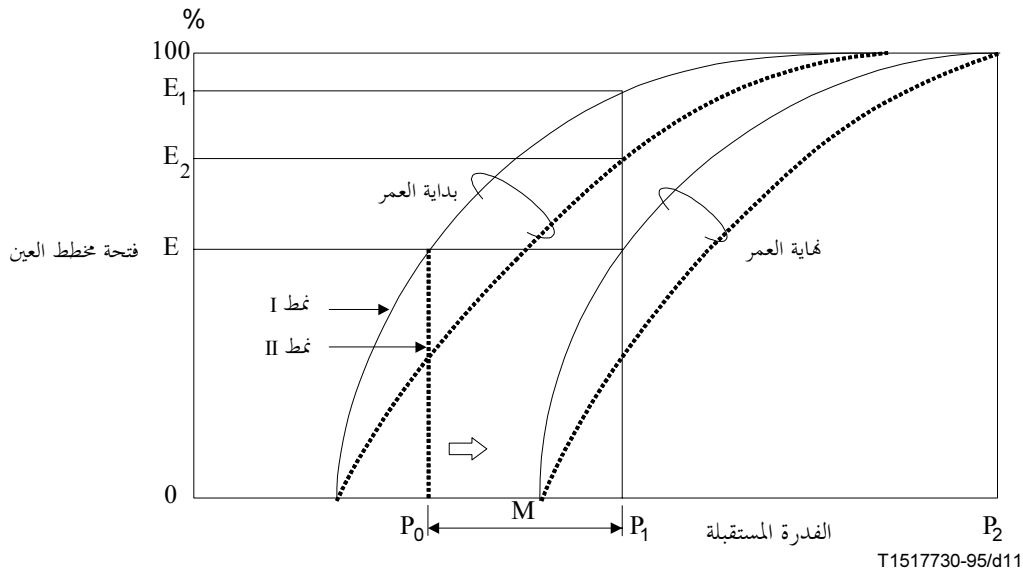
التذييل III

طريقة ممكنة لتقويم إسهام هامش التقادم في مواصفات الحساسية في المستقبل

يصف هذا التذييل طريقة ممكنة لتحديد إسهام آثار التقادم على مواصفات حساسية المستقبل المستخدمة في هذه التوصية.

1.III حساسية المستقبل وفتحة العين

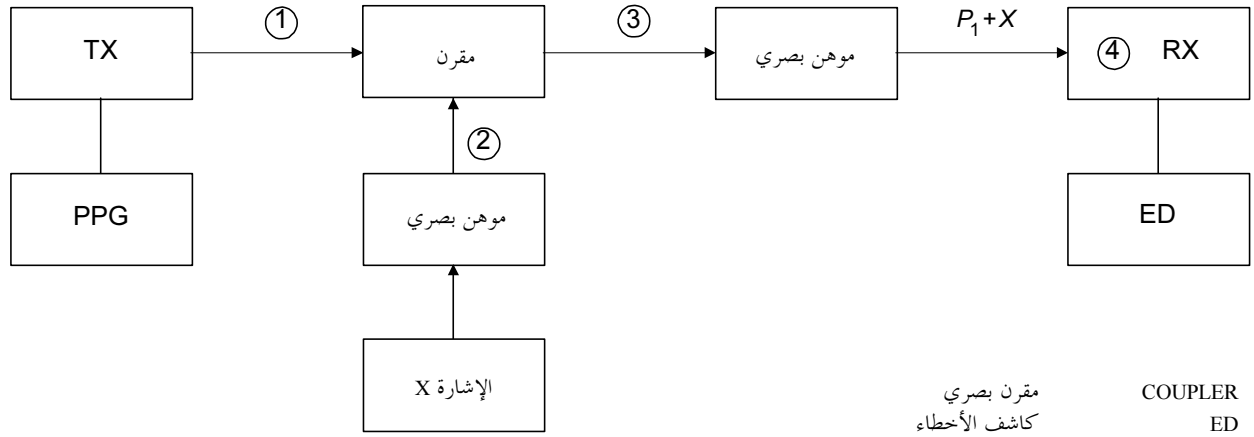
يبين الشكل 1.III فتحة عين المستقبل تبعاً للقدرة البصرية المستقبلية. وقيمة فتحة العين، E ، هي القيمة التي يحددها مصمم النظام لنسبة الخطأ 10^{-10} BER. وتقابل القدرة المستقبلية P_2 المطلوبة للفتحة القصوى لعين المستقبل. ومن أجل تشغيل مستقر للنظام، تضبط القدرة البصرية المستقبلية نمطياً في سوية أعلى من P_1 على نحو تبقى فيه فتحة العين حتى نهاية عمر النظام، مطابقة للقيمة المحددة E . وهكذا تكون P_1 حساسية المستقبل في نهاية عمر النظام و P_0 حساسية المستقبل في مستهل عمره، و M الهامش بين P_0 و P_1 الذي يتعرف آثار التقادم في المستقبل. وتتوقف قيمة هامش ارتفاع العين على خصائص المستقبل ويمكن أن تكون القيم مثلاً E_1-E و E_2-E بالنسبة إلى مستقبلات مختلفة (مثلاً النمط I والنمط II). ولا يكون الهامش الناتج كافياً إن بلغت السوية المستقبلية P_0 .



T1517730-95/d11

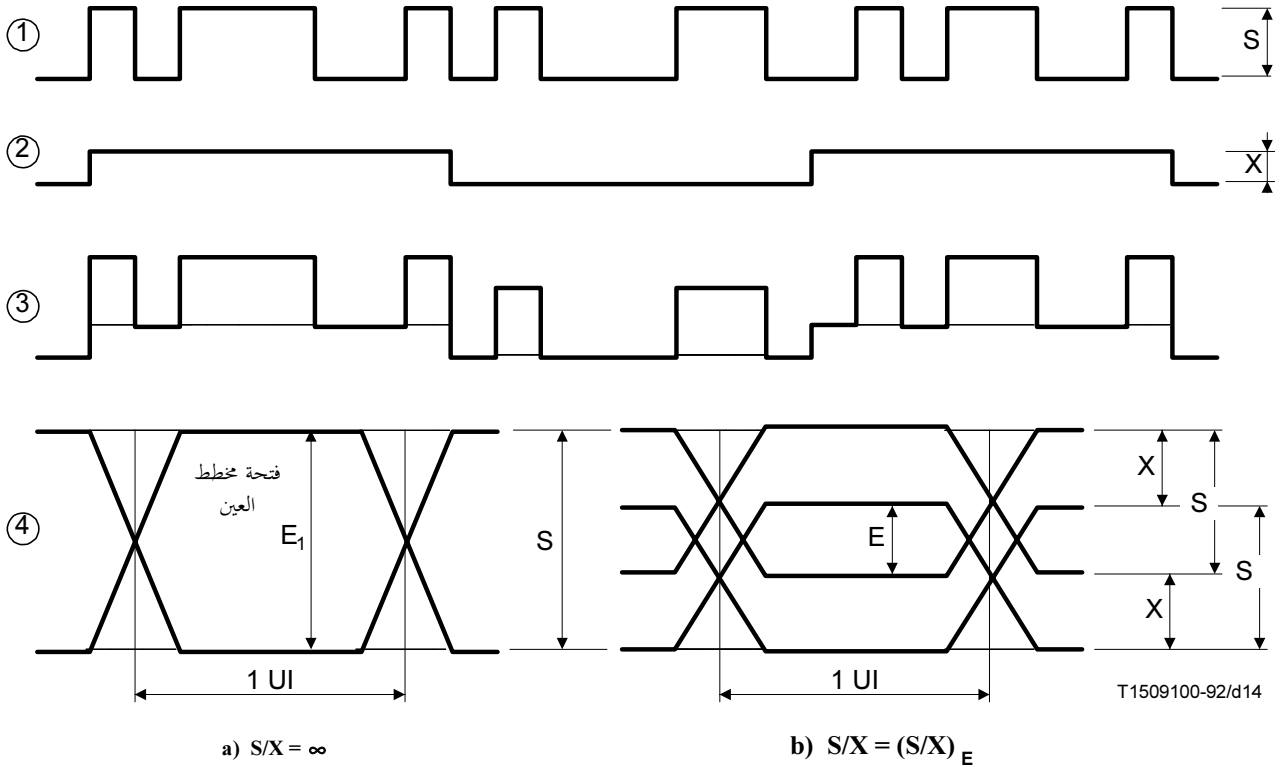
وفيما يتعلق بآثار التقادم على أداء المستقبل يمكن الافتراض أن فتحة العين دالة للقدرة البصرية المستقبلية تنقل بشكل متواز للخصائص الأولى كما هو مبين في الشكل 2.III. كما يمكن افتراض أنه عند إضافة كمية معينة من ضوضاء التداخل بين الرموز إلى الإشارة المقابلة للقيمة الأولية هامش العين، وذلك بهدف محاكاة آثار التقادم، يمكن الحصول على المنحني المتخالف. وتسمى طريقة الاختبار المقترحة بشأن تقويم فتحة العين عن طريق هذه التقنية، اختبار S/X .

ويبين الشكل 4.III تشكيلة الاختبار.



مقرن بصري
كاشف الأخطاء
موهن بصري
مولد تتابع النبضة
مرسل
مولد الإشارة البصرية المسيبة للتداخل

COUPLER
ED
OPT.ATT.
PPG
مستقبل RX
TX
X SIGNAL



الشكل G.957/4.III - تشكيلة قياس النسبة S/X

التذييل IV

أمثلة إمكانيات التطور

نجد فيما يلي وصفاً لمثالين يوضحان كيفية تطوير تركيبات بصرية معينة:

1.IV المثال 1

من أجل تحقيق تصاميم قليلة الكلفة ومثلى بالنسبة إلى سوية تراتبية معينة باستخدام مكونات بصرية متداولة وواسعة الانتشار، يمكن اعتماد القيم القصوى لمدى التوهين التالية فيما يخص التطبيقات ذات المدى البعيد:

STM-1	dB 28	-
STM-4	dB 24	-
STM-16	dB 24	-

والانتقال من سوية تراتبية ما إلى سوية أخرى أعلى منها مع المحافظة على ذات المسافات الفاصلة بين معيدات التوليد بين النظام الأولي والنظام الجديد، يمكن التفكير بالحلول التالية:

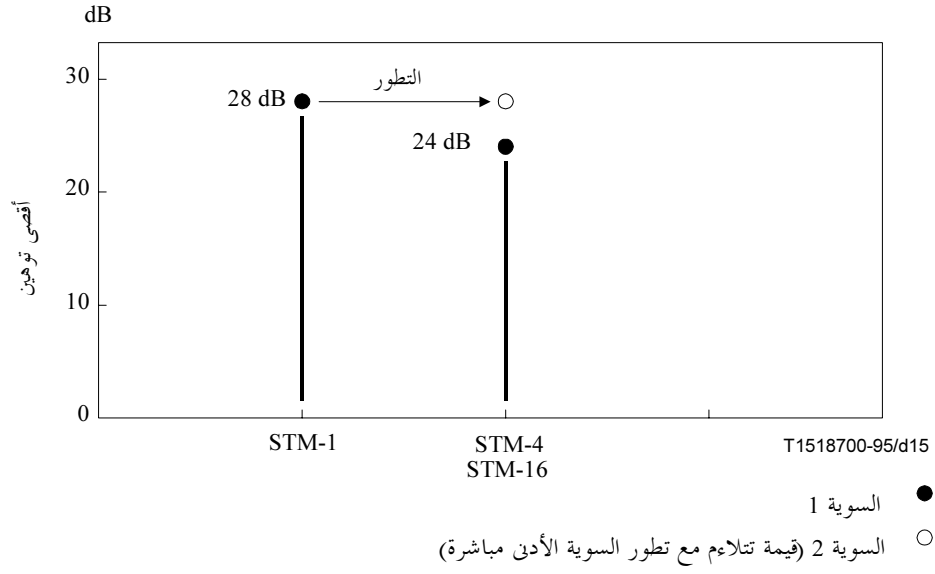
- (i) بناء التصميم الأولي للنظام استناداً إلى التوهين الأصغر (أي للسوية التراتبية الأعلى) المعد للنظام بعيد المدى الذي سيركب من أجل تطوير النظام؛
- (ii) في حال تشغيل النظام الأولي في منطقة الموجات nm 1310 على ألياف طبقاً للتوصية G.652، يمكن عندئذ تشغيل النظام في منطقة الموجات nm 1550 للحصول على توهين أقل في الكبلات ولكن على أخطاء أكثر ناجمة عن التشتت؛
- (iii) إمكانية استبدال المكونات ذات الخسارة العالية نسبياً (كالموصلات مثلاً) بمكونات ذات خسارة أقل في النظام المتطور؛
- (iv) استخدام الطرق الإحصائية للتصميم بهدف الحصول على وصلات كبلية محسنة للنظام المتطور.

2.IV المثال 2

تنطوي الطريقة الثانية للتطوير على استخدام مفهوم مجموعة سويات الجودة في الأنظمة STM-N من رتبة أعلى بالنسبة إلى السطوح البينية بعيدة المدى بين المكاتب. ويبين الجدول 1.IV والشكل 1.IV تصنيف سويات الجودة استناداً إلى ترتيب التوهين الأقصى فيها. وتتطلب قيم المعلومات المقابلة لمختلف السويات مزيداً من الدراسة. ويمكن للمستعملين أن يطبقوا هذه السويات أثناء دراسة تخطيط الشبكة ومردوديتها وغيرها. وفضلاً عن ذلك ينبغي أن يتيح تصميم النظام ذي الجودة الأعلى إدخال آخر تطورات التكنولوجيا وتطور متطلبات الخدمات.

الجدول G.957/1.IV - تصنيف التطبيقات بعيدة المدى على أساس سويات الجودة

التوهين الأقصى	STM-1	STM-4	STM-16
dB 28	السوية 1	السوية 2	السوية 2
dB 24	-	السوية 1	السوية 1



الشكل G.957/1.IV - أقصى توهين في السطوح البينية STM-N
بين المكاتب بعيدة المدى وبسويتين

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 ووسائله 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 وملاحق بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات