

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-T

G.657

(2006/12)

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات
الرقمية

خصائص وسائط الإرسال - كبلات الألياف البصرية

خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب
غير الحساسة لخسارة الانحناء بالنسبة إلى شبكات النفاذ

التوصية ITU-T G.657



توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

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

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

خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب غير الحساسة لخسارة الانحناء بالنسبة إلى شبكات النفاذ

ملخص

تكنولوجيا شبكات النفاذ عريض النطاق آخذة في التطور بشكل سريع على النطاق العالمي، ومن بينها تكنولوجيا تطبيق الليفة الأحادية الأسلوب التي تؤمن وسيط إرسال عالي القدرة يمكنه أن يلي الطلب المتزايد على خدمات النطاق العريض.

والخبرة المستمدة من تركيب وتشغيل الشبكات التي تستعمل الألياف والكبلات البصرية الأحادية الأسلوب خبرة كبيرة، وقد جرت موازنة التوصية G.652 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد (ITU-T) التي تصف خصائص هذه الشبكات مع هذه الخبرة. ومع ذلك، فإن الاستعمال المحدد لشبكات النفاذ البصري يفرض متطلبات مختلفة على الألياف والكبلات، مما يؤثر على خصائص أدائها المثلى. وتُعزى الاختلافات فيما يتعلق باستعمال شبكات النقل العامة، بصفة رئيسية إلى الكثافة العالية لشبكة التوزيع وكبلات التفرع في شبكة النفاذ. وتستدعي محدودية المجال المتيسر داخل الشبكة وكثرة التداولات فيها أن يكون أداء الألياف سهلاً بالفعل على المشغل وأن تكون حساسيتها متدنية إزاء الانحناء. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي بالتالي تحسين عملية التكميل في مكاتب الاتصالات المكتظة، حيث يعتبر الحيز عاملاً مقيداً في هذا الصدد.

والغرض من التوصية G.657 الصادرة عن القطاع ITU-T هو ضمان تحقيق الحد الأمثل من هذه الشروط عن طريق التشديد على التوصية بتحسين الأداء في حالة الانحناء مقارنة بألياف وكبلات G.652 الأحادية الأسلوب القائمة. ويتحقق ذلك باستقدام صنفين من الألياف الأحادية الأسلوب، أحدهما الصنف ألف، المتفق تماماً مع ألياف G.652 الأحادية الأسلوب، والذي يمكن استعماله أيضاً في أجزاء أخرى من الشبكة. أما الصنف الآخر، فهو باء، وهو صنف لا يتعين أن يكون متفقاً بالضرورة مع ألياف G.652، ولكنه قادر على تقديم قيم منخفضة لخسائر الانحناء الكلي عند أنصاف أقطار انحناء متدنية جداً، علماً أن هذا الصنف معد أساساً لاستعماله داخل البنايات.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 12 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 14 ديسمبر 2006 على التوصية ITU-T G.657 بموجب الإجراء الوارد في التوصية ITU-T A.8.

تمهيد

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

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

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

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

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها. والتقييد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيئي والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقييد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقييد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقييد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

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

وعند الموافقة على هذه التوصية، 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 2007

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

جدول المحتويات

الصفحة		
1	.....	1
1	.....	2
2	.....	3
2	.....	4
2	.....	5
2	.....	1.5
2	.....	2.5
2	.....	3.5
3	.....	4.5
3	.....	5.5
3	.....	6.5
4	.....	7.5
4	.....	8.5
4	.....	9.5
4	.....	10.5
5	.....	6
5	.....	1.6
5	.....	2.6
6	.....	7
10	.....
10	.....	1.I
10	.....	2.I
10	.....	3.I
11	.....	4.I
12	.....

ملخص

تكنولوجيا شبكات النفاذ عريض النطاق آخذة في التطور بشكل سريع على النطاق العالمي، ومن بينها تكنولوجيا تطبيق الليفة الأحادية الأسلوب التي تؤمن وسيط إرسال عالي القدرة يمكنه أن يلبي الطلب المتزايد على خدمات النطاق العريض.

والخبرة المستمدة من تركيب وتشغيل الشبكات التي تستعمل الألياف والكبلات البصرية الأحادية الأسلوب خبرة كبيرة، وقد حرت مواصفات التوصية [ITU-T G.652] التي تصف خصائص هذه الشبكات مع هذه الخبرة. ومع ذلك، فإن الاستعمال المحدد لشبكات النفاذ البصري يفرض متطلبات مختلفة على الألياف والكبلات. وبسبب كثافة شبكة التوزيع وكبلات التفرع في شبكة النفاذ ومحدودية الحيز المتيسر في هذا الجزء من الشبكة وكثرة التداولات فيه، فإن من الممكن أن يكون تحقيق الحد الأمثل من متطلبات الألياف والكبلات مختلفاً عن استعمالها في إحدى شبكات النقل العام. والغرض من هذه التوصية هو دعم هذا التحقيق للمستوى الأمثل من خلال التوصية بتحديد قيم نعوت مختلفة لألياف وكبلات G.652 الأحادية الأسلوب القائمة، والتوصية باستخدام أصناف أخرى من أنماط الألياف أحادية الأسلوب.

وفيما يتعلق ببنى الشبكة التي تُستعمل فيها كبلات بألياف بصرية أحادية الأسلوب، يُرجى من القارئ الرجوع إلى المعلومات الشاملة المتاحة في قائمة المراجع الواردة في ثبت المراجع.

خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب غير الحساسة لخسارة الانحناء بالنسبة إلى شبكات النفاذ

1 مجال التطبيق

تصف هذه التوصية فئتين من الكبلات بألياف بصرية أحادية الأسلوب ملائمتين للاستعمال في شبكات النفاذ، بما في ذلك استعمالهما داخل المباني الواقعة عند نهاية هذه الشبكات.

والألياف من الفئة A ملائمة للاستعمال في النطاقات O و E و S و C و L (أي، ضمن مدى كلي يتراوح بين 1260 و 1625 نانومتر (nm)). وتعد الألياف والمتطلبات المدرجة في هذه الفئة مجموعة فرعية من ألياف G.652.D، ولها نفس خصائص الإرسال والتوصيل البيئي. وثمة تحسينات رئيسية أدخلت عليها تتمثل في تقليل خسارات الانحناء والمواصفات الإلزامية فيما يتعلق بالأبعاد، وذلك من أجل تحسين التوصيلية.

أما الألياف من الفئة B فهي ملائمة للاستعمال للإرسال بمدى قدره 1310 و 1550 و 1625 nm عبر مسافات محدودة مصاحبة لنقل الإشارات داخل البنايات. ولهذه الألياف خصائص جدول وتوصيل تختلف عن خصائص ألياف G.652، ولكنها قادرة على تقديم قيم متدنية للغاية لنصف قطر الانحناء.

وترد في التوصيتين [ITU-T G.650.1] و [ITU-T G.650.2] معاني المصطلحات المستعملة في هذه التوصية والخطوط التوجيهية المقرر اتباعها في القياس للتحقق من مختلف خصائص الألياف. وسيتم تنقيح خصائص هاتين الفئتين من الألياف، بما فيها تعريف المعلومات ذات الصلة بها وطرائق اختبارها والقيم المتعلقة بها، عند إحراز تقدم في مجال إجراء الدراسات واستقاء الخبرات.

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 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.

[ITU-T G.650.1] التوصية ITU-T G.650.1 (2004)، تعريف وطرائق اختبار النعوت الخطية المحددة للألياف والكبلات أحادية الأسلوب.

[ITU-T G.650.2] التوصية ITU-T G.650.2 (2005)، تعريف وطرائق اختبار النعوت الإحصائية وغير الخطية للألياف والكبلات أحادية الأسلوب.

[ITU-T G.652] التوصية ITU-T G.652 (2005)، خصائص الألياف والكبلات البصرية أحادية الأسلوب.

[IEC 60793-1-47] الوثيقة IEC 60793-1-47 (2006)، الألياف البصرية - الجزء 1-47؛ طرائق قياس خسارة الانحناء الكلي وإجراءات اختبارها.

3 المصطلحات والتعاريف

لأغراض هذه التوصية، ترد في التوصيتين [ITU-T G.650.1] و [ITU-T G.650.2] التعاريف والخطوط التوجيهية المقرر اتباعها في القياس للتحقق من مختلف خصائص الألياف. وينبغي تقريب القيم إلى عدد الأرقام الواردة في جداول القيم الموصى بها، قبل تقييم التطابق.

4 المختصرات

تستعمل هذه التوصية المختصرين التاليين:

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

PMD التشتت بأسلوب الاستقطاب (*Polarization Mode Dispersion*)

5 نعوت الألياف

تنص التوصية [ITU-T G.652] على خصائص الألياف البصرية التي توفر إطار التصميم الأساسي لصناعة الألياف وتصميم الأنظمة واستعمالها خارج شبكات المحطات. وتشدد هذه الفقرة على النعوت التي تحقق الحد الأمثل من أداء الألياف والكبلات المعدة لغرض استعمالها في شبكات النفاذ البصرية العريضة النطاق، وخصوصاً تحسين سلوك الانحناء الكلي فيها الذي يكفل تركيب أنظمة إدارة الألياف بأحجام صغيرة وتركيب الألياف بأنصاف أقطار قليلة في مكاتب الاتصالات وأماكن تواجد المشتركين وفي مقرات الإقامة المستأجرة وفي أحاد المنازل السكنية.

ولاستكمال الموضوع، توصي أيضاً هذه الفقرة بخصائص الألياف التي توفر حداً أدنى من إطار التصميم الأساسي لصناعة الألياف. وتبين الجداول الواردة في الفقرة 7 المديات أو الحدود المفروضة على القيم، ومنها، صناعة الألياف أو تركيبها الذي يمكن أن يؤثر تأثيراً كبيراً على طول موجة قطع الألياف المكبلة والتشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD). وبخلاف ذلك، تنطبق الخصائص الموصى بها بالطريقة نفسها على الألياف الفردية، والألياف المدججة في كبل ملفوف على اسطوانة، والألياف الموجودة في كبل مركب.

1.5 قطر مجال الأسلوب

ينبغي تعيين قيمة اسمية أو قيمة التفاوت المسموح به بشأن هذه القيمة، عند 1310 nm. وستكون القيمة الاسمية المعينة في الحدود المذكورة في الفقرة 7. ولا تتجاوز قيمة التفاوت المسموح به القيمة الواردة في الفقرة 7. وينبغي ألا يتجاوز الانحراف عن القيمة الاسمية قيمة التفاوت المحدد المسموح به.

2.5 قطر الغمد

القيمة الاسمية الموصى بها لقطر الغمد هي 125 μm. وتحدد أيضاً قيمة التفاوت المسموح به، وينبغي ألا تتجاوز القيمة المذكورة في الفقرة 7. وينبغي ألا يتجاوز انحراف الغمد بالنسبة للقيمة الاسمية، قيمة التفاوت المحدد المسموح به.

3.5 خطأ مركزة اللب

ينبغي ألا يتجاوز خطأ مركزة اللب القيمة المحددة في الفقرة 7.

1.4.5 لا دائرية مجال الأسلوب

وجد عملياً أن لا دائرية مجال أسلوب الألياف التي لها مجالات أسلوب دائرية اسمياً منخفضة بشكل كاف بحيث لا تؤثر على الانتشار والتوصيل. ولذلك، فإن التوصية بقيمة معينة للادائرية مجال الأسلوب، يُعتبر أمراً لا داعي له. وليس من الضروري عادة قياس لا دائرية مجال الأسلوب لأغراض القبول.

2.4.5 لا دائرية الغمد

ينبغي ألا تتجاوز لا دائرية الغمد القيمة الواردة في الفقرة 7.

5.5 طول موجة القطع

يمكن تمييز ثلاثة أنماط مفيدة لطول موجة القطع:

(أ) طول موجة قطع الكبل λ_{cc} ؛

(ب) طول موجة قطع الليفة λ_c ؛

(ج) طول موجة قطع كبل العبور λ_{cj} .

ويتوقف ترابط القيم λ_c و λ_{cc} و λ_{cj} المقيسة على التصميم المعين لليفة والكبل وعلى شروط الاختبار. علماً بأنه من ليس من السهل عموماً $\lambda_c < \lambda_{cj} < \lambda_{cc}$ ، إنشاء علاقة كمية. ومن الأهمية الفائقة بمكان ضمان إرسال أحادي الأسلوب في الطول الأدنى للكبل بين الوصلات عند الطول الأدنى لطول موجة تشغيل النظام. ويمكن أداء ذلك بالتوصية بأن تكون القيمة القصوى لطول موجة القطع λ_{cc} لليفة بكبل أحادي الأسلوب هي 1260 nm، أو بالتوصية بأن تكون القيمة القصوى لقطع كبل العبور النموذجي 1250 nm أو بالتوصية في أسوأ حالات الطول والانحناء بقيمة قصوى لطول موجة قطع الليفة بمقدار 1250 nm. وسيكون طول موجة قطع الكبل، λ_{cc} ، أقل من القيمة القصوى المحددة في الفقرة 7.

6.5 خسارة الانحناء الكلي

تختلف خسارة الانحناء الكلي باختلاف طول الموجة ونصف قطر الانحناء وعدد الدورات حول شياق بنصف قطر معين. وينبغي ألا تتجاوز خسارة الانحناء الكلي القيمة القصوى المبينة في الفقرة 7 بالنسبة إلى طول (أطوال) الموجة المحددة، وأنصاف أقطار الانحناء المعين، وبالنسبة إلى عدد الدورات المحددة.

وفي الواقع، لا تبد الليفة نصف قطر متدن سوى عبر أطوال موجات قصيرة نسبياً. ونظراً لأن من الممكن أن يختلف الخيار النموذجي لنصف قطر الانحناء وطول الليفة المنحنية باختلاف تصميم نظام إدارة الليفة وطريقة التركيب، فإن تعيين إحدى المواصفات عند نصف قطر أحادي للانحناء لا يُعتبر كافياً أبداً. وحتى إذا نشرت نتائج النمذجة المتعلقة بمختلف أنماط الألياف، لا يوجد نموذج عام قابل للتطبيق لخسارات الانحناء يسمح بوصف سلوك الخسارة إزاء سلوك نصف قطر الانحناء. ولهذا السبب، تُحدد الخسارة القصوى الموصى بها للانحناء الكلي بأنصاف أقطار انحناء مختلفة في الجداول الواردة في الفقرة 7.

وبالنظر إلى أن زيادة خسارات الانحناء البصري تتناسب طردياً مع زيادة أطوال الموجات، فإن تعيين خسارة معينة عند أقصى طول موجي يمكن تصوره، أي، 1550 أو 1625 nm، يعتبر كافياً. وفي حال اقتضى الأمر، يمكن أن يتفق المشترك والمورد على تعيين قيمة أدنى أو أعلى لطول الموجة.

الملاحظة 1 - قد يكفي اختبار تأهيل لضمان استيفاء هذا الشرط.

الملاحظة 2 - في حال اتقي للتنفيذ عدد آخر من الدورات غير العدد الموصى به، فإن من المفترض أن تكون الخسارة القصوى الحاصلة في سيناريو النشر هذا متناسبة مع عدد الدورات المحدد.

الملاحظة 3 - في حال استدعى الأمر إجراء اختبارات روتينية توجيهاً للدقة وتسهيلاً للقياس، يمكن استعمال أقطار بعري منحرفة بدلاً من الاختبار الموصى به. وينبغي في هذه الحالة انتقاء قطر العروة، وعدد الدورات، وخسارة الانحناء القصوى المسموح بها للاختبار المكون من عدة دورات، بطريقة تمكنه من إقامة علاقة متبادلة مع الاختبار الموصى به والخسارة المسموح بها.

الملاحظة 4 - تتأثر خسارة الانحناء الكلي عموماً بانتقاء قيم النعوت الأخرى للألياف، كقطر مجال الأسلوب ومعامل التشتت اللوني وطول موجة قطع الليفة. وعادة ما ينطوي تحقيق الحد الأمثل فيما يتعلق بخسارات الانحناء الكلي، على إجراء مبادلة بين قيم نعوت الليفة هذه.

الملاحظة 5 - يمكن الاستفادة من إحدى طرق لف الشياق (الطريقة ألف) التي يرد وصف لها في الوثيقة [IEC 607793-1-47]، كطريقة لقياس خسارة الانحناء الكلي عن طريق استبدال نصف قطر الانحناء وعدد الدورات المحددة في الجدولين 1-7 و 2-7.

7.5 خصائص مواد الألياف

1.7.5 مواد الألياف

يتعين ذكر المواد التي تصنع منها الألياف.

ملاحظة - قد يتوجب اتخاذ الحيطة في دمج ألياف جدالات من مواد مختلفة. وتدل النتائج المؤقتة على أنه يمكن الحصول على شدة الجدالة وخسارتها الملائمتين عند تعديل مختلف الألياف الغنية بالسليكا.

2.7.5 مواد الحماية

يتعين ذكر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد المستخدمة للكساء الأولي للألياف وأفضل طريقة لإزالته (عند الاقتضاء). وفي حالة الألياف وحيدة الغلاف يتعين إعطاء معلومات مماثلة.

3.7.5 سوية إجهاد الصمود

يجب ألا يقل إجهاد الصمود σ_p المعين عن الحد الأدنى المذكور في الفقرة 7.

الملاحظة 1 - ترد تعريف العلامات الميكانيكية في الفقرتين 2.3 و 6.5 من التوصية [ITU-T G.650.1].

الملاحظة 2 - انظر أيضاً التذييل I الزاخر بالمعلومات المتعلقة بهذا الموضوع.

8.5 الملامح الرئيسية لمؤشر الانكسار

لا حاجة عموماً لمعرفة ملامح مؤشر انكسار الألياف.

9.5 الانتظام الطولي للتشتت اللوني

عادة ما يكون هذا النعت أقل صلة بتطبيقات شبكة النفاذ. وللإطلاع على المزيد من التفاصيل، انظر التوصية [ITU-T G.652].

10.5 معامل التشتت اللوني للألياف من الصنف ألف

يمكن إعطاء زمن انتشار الزمرة أو معامل التشتت اللوني المقيس تبعاً لطول الموجة عن طريقة معادلة Sellmeier ثلاثية الحدود كما ورد بيانها في الملحق A من التوصية [ITU-T G.650.1]. (انظر الفقرة 5.5 من التوصية [ITU-T G.650.1] للحصول على بيانات إرشادية عن استكمال قيم التشتت من أطوال الموجات غير المقيسة).

ويمكن استعمال معادلة Sellmeier لضبط المعطيات في كل مدى (1310 و 1550 nm) كل على حدة في عمليتي ضبط أو في عملية واحدة مشتركة تشمل معطيات مستقاة من المديين على حد سواء.

وقد يكون ضبط معادلة Sellmeier في منطقة 1310 nm غير دقيق تماماً، عندما تطبق بالاستكمال الخارجي من منطقة 1550 nm. وبالنظر إلى أن التشتت اللوني في هذه المنطقة الأخيرة مرتفع، فقد تكون قلة الدقة مقبولة؛ وإذا لم تكن هذه هي

الحالة، فيمكن زيادة الدقة عن طريق إدخال معطيات من المنطقة 1550 nm عند أداء الضبط المشترك، أو عن طريق أداء ضبط منفصل للمنطقة 1550 nm. وجدير بالملاحظة أن الضبط المشترك قد يؤدي إلى تخفيض الدقة في المنطقة 1310 nm.

ويتم تعيين معامل التشتت اللوني، D ، عن طريق فرض حدود على معلمات منحنى التشتت اللوني الذي هو دالة لطول الموجة في منطقة 1310 nm. ويحسب حد معامل التشتت اللوني لأي طول موجة، λ ، بمساعدة الحد الأدنى لطول موجة تشتت معدوم λ_{0min} ، والحد الأقصى لطول موجة تشتت معدوم، λ_{0max} ، والمعامل الأقصى لمنحنى تشتت معدوم، S_{0max} ، بحسب المعادلة التالية:

$$\frac{\lambda S_{0max}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0max}}{\lambda} \right)^4 \right] \leq D(\lambda) \leq \frac{\lambda S_{0max}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0min}}{\lambda} \right)^4 \right]$$

وتكون القيم λ_{0min} و λ_{0max} و S_{0max} داخل الحدود المبينة في الجداول الواردة في الفقرة 7.

الملاحظة 1 - ليس من الضروري قياس معامل التشتت اللوني للألياف أحادية الأسلوب على أساس روتيني.

الملاحظة 2 لا يكتسي التشتت اللوني للألياف من الصنف باء عموماً أهمية بالنسبة لتطبيق هذا الصنف من الألياف، وعليه، لا تُدرج قيمته في قائمة النعوت الواردة في الصنف باء من الجدول 2-7.

6 نعوت الكبلات

نظراً لأن الخصائص الهندسية والبصرية للألياف المذكورة في الفقرة 5، لا تكاد تتأثر بعملية التكبيل، فإن هذه الفقرة من التوصيات تتناول أساساً خصائص إرسال قطع الكبلات حسب طول الصنع.

وتكتسي الشروط البيئية وشروط القياس أهمية فائقة وقد جاء وصفها في الخطوط التوجيهية المتعلقة بطرق الاختبار.

1.6 معامل التوهين

يعين معامل التوهين بقيمة قصوى في طول موجة أو عدة أطوال موجات عند كل من منطقتي 1310 و 1550 nm. وينبغي ألا تتجاوز قيم معامل توهين الكبلات ذات الألياف البصرية القيم المبينة في الفقرة 7.

ملاحظة - يمكن حساب معامل التوهين عبر طيف من أطوال الموجات، بالاستناد إلى قياسات أجريت لبعض أطوال الموجات التنبؤية (3 إلى 4). ويرد وصف لهذا الإجراء في الفقرة 4.4.5 من التوصية [ITU-T G.650.1]، ويرد مثال على ذلك في التذييل III من التوصية المذكورة.

2.6 معامل التشتت بأسلوب الاستقطاب للألياف من الصنف ألف

عند الاقتضاء تعيين التشتت بأسلوب الاستقطاب للألياف المكبلة على أساس إحصائي وليس على أساس كل ليفة على حدة. والاشتراطات تتعلق فقط بجانب الوصلة الذي يحسب من المعلومات المتعلقة بالكبل. وترد أذناه وحدات قياس المواصفات الإحصائية. وترد طرائق الحساب في القاعدة IEC/TR 61282-3 الصادرة عن اللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC)، كما يرد عرض موجز لها في التذييل IV من التوصية [ITU-T G.650.2].

ويجب على الصانع أن يقدم قيمة لتصميم الوصلة للتشتت بأسلوب الاستقطاب، PMDQ، تكون بمثابة حد إحصائي أعلى لمعامل التشتت بأسلوب الاستقطاب للكبلات ذات الألياف البصرية المتسلسلة داخل وصلة محتملة محددة تقع بين أقسام الكبلات M. ويعرّف الحد الأعلى على أساس سوية الاحتمال الضعيف، Q، الذي يمثل احتمال تجاوز قيمة معامل التشتت بأسلوب الاستقطاب التشتت، PMDQ. وفيما يتعلق بقيم M و Q المبينة في الفقرة 7، فإن قيمة PMDQ ينبغي ألا تتجاوز الحد الأقصى لمعامل التشتت بأسلوب الاستقطاب، PMD، المبين في الفقرة المذكورة.

وتعتبر قياسات ومواصفات الألياف غير المكبلة ضرورية ولكنها غير كافية لأغراض ضمان تحديد مواصفات ليف غير مكبّل. ويتعين أن تكون القيمة القصوى لتصميم وصلة معينة للييفة غير مكبلة أقل من القيمة المناظرة المحددة للييفة مكبلة أو مساوية لها. وتتوقف النسبة بين قيم التشتت بأسلوب الاستقطاب للييفة غير مكبلة وقيم التشتت بأسلوب الاستقطاب للييفة مكبلة، على تفاصيل وخصائص تكوين الكبل ومعالجته، وعلى شروط أسلوب قرن اللييفة غير المكبلة. وتدعو التوصية

[ITU-T G.650.2] إلى تطبيق أسلوب قرن منخفض يتطلب استعمال ضغط منخفض في عملية اللف حول بكره ذات قطر كبير لأغراض أخذ قياسات التشتت بأسلوب الاستقطاب لليفة غير مكبلة.

ويمكن تفسير الحدود المفروضة على توزيع قيم معاملات التشتت بأسلوب الاستقطاب باعتبارها معادلة تقريباً للحدود المفروضة على الفارق الإحصائي لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات (DGD)، والذي يتفاوت عشوائياً تبعاً للوقت وطول الموجة. وعندما يتم توزيع معاملات التشتت بأسلوب الاستقطاب للكبلات ذات الألياف البصرية، يمكن وضع حدود معادلة على تنوع زمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات. ويرد في التذييل I من التوصية [ITU-T G.652] قياسات وقيم حدود توزيع زمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات فيما يتعلق بالوصلات.

الملاحظة 1 - ينبغي عدم تعيين قيمة PMD_Q ، إلا في حالة استعمال كبلات لأنظمة يمكن فيها تعيين الحد الأقصى لزمن الانتشار التفاضلي لمجموعة الترددات. وبعبارة أخرى، ليس هناك ما يدعو إلى تحديد المعلمة PMD_Q ، في حالة استعمال الأنظمة الموصى بها في التوصية ITU-T G.957.

الملاحظة 2 - ينبغي حساب القيمة PMD_Q لأنماط مختلفة من الكبلات، ومن حيث المبدأ بواسطة عينات من قيم PMD . وتؤخذ العينات من كبلات ذات تركيب مماثل.

الملاحظة 3 - ينبغي عدم تطبيق مواصفات PMD_Q على كبلات قصيرة، ككبلات العبور والكبلات الداخلية والكبلات المتفرعة.

الملاحظة 4 - لا يكتسى معامل التشتت PMD للألياف من الصنف باء عموماً بأهمية بالنسبة لتطبيق هذا الصنف من الألياف، وعليه، لا تُدرج قيمته في قائمة النعوت الواردة في الصنف باء من الجدول 2-7.

7 جداول القيم الموصى بها

تلخص الجداول الواردة أدناه القيم الموصى بها لفئات الألياف التي تفي بأغراض هذه التوصية.

ويتضمن الجدول 1-7 الخاص بنعوت الصنف ألف، النعوت والقيم الموصى بها اللازمة لمساندة تركيب شبكات النفاذ على نحو يحقق الحد الأمثل من أدائها فيما يخص خسارة الانحناء الكلي، في حين تبقى كذلك القيم الموصى بها لسائر النعوت ضمن المدى الموصى به في التوصية G.652.D.

أما الجدول 2-7 الخاص بنعوت الصنف باء، فيتضمن النعوت والقيم الموصى بها اللازمة لمساندة تركيب شبكات النفاذ على نحو يحقق الحد الأمثل من أدائها بالاقتران مع تطبيق أنصاف قطار انحناء قصيرة جداً في أنظمة إدارة الألياف، وخصوصاً فيما يتعلق بالتركيب الداخلي والتركيب الخارجي. وبالنسبة لقطر مجال الأسلوب ومعاملات التشتت اللوني، فقد لا يندرج مدى القيم الموصى بها ضمن نطاق مدى القيم الموصى بها في التوصية [ITU-T G.652].

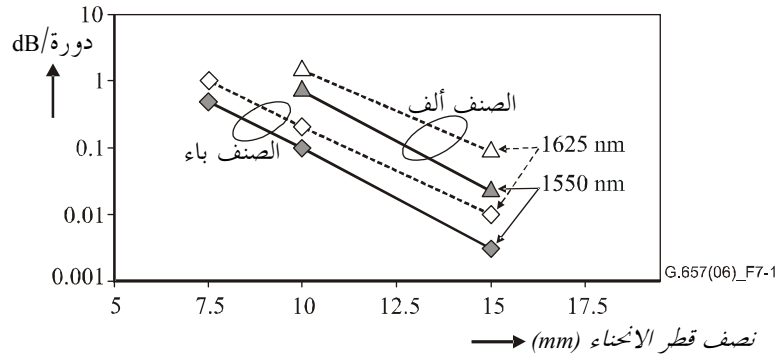
الجدول 1-7 - نعوت الصنف ألف G.657

نعوت الألياف		
القيمة	التفصيل	النعوت
nm 1310	طول الموجة	قطر مجال الأسلوب
μm 9,5-8,6	مدى القيم الاسمية	
μm 0,4 \pm	مدى التسامح	
μm 125,0	القيم الاسمية	قطر الغمد
μm 0,7 \pm	مدى التسامح	
μm 0,5	الحد الأقصى	خطاً مركزة اللب لا دائرية الغمد
% 1,0	الحد الأقصى	
nm 1260	الحد الأقصى	طول موجة قطع الكابل
10	15	خسارة الانحناء الكلي (الملاحظتان 1 و 2)
1	10	
0,75	0,25	
1,5	1,0	
GPa 0,69	الحد الأدنى	
nm 1300	$\lambda_{0\text{min}}$	معامل التشتت اللوني
nm 1324	$\lambda_{0\text{max}}$	
ps/nm ² × km 0,092	$S_{0\text{max}}$	
نعوت الكيبلات		
dB/km 0,4	الحد الأقصى يتراوح بين 1310 و 1625 nm (الملاحظة 3)	معامل التوهين
(الملاحظة 4)	الحد الأقصى عند 1383 nm \pm 3	
dB/km 0,3	الحد الأقصى عند 1550 nm	
20 كبلًا	M	معامل التشتت بأسلوب الاستقطاب
%0,01	Q	
ps/ $\sqrt{\text{km}}$ 0,20	الحد الأقصى PMD_Q	
<p>الملاحظة 1 - ألياف G.625 الموزعة على نصف قطر يبلغ 15 mm هي ألياف يمكن أن تتكبد عموماً خسارات انحناء كلي قدرها عدة وحدات dB لكل 10 دورات عند 1625 nm.</p> <p>الملاحظة 2 - يمكن تقييم خسارة الانحناء الكلي باستعمال أحد أساليب لف الشياق (بأسلوب ألف من الوثيقة [IEC 60793-1-47])، باستبدال نصف قطر الانحناء وعدد الدورات المحددين في هذا الجدول.</p> <p>الملاحظة 3 - يمكن تمديد هذه المنطقة لطول الموجة إلى ما مقداره 1260 nm عن طريق إضافة خسارة انتشار رايلي المستحثة البالغة 0,07 إلى قيمة التوهين عند 1310 nm. وينبغي في هذه الحالة ألا يتجاوز طول موجة قطع الكابل قيمة 1250 nm.</p> <p>الملاحظة 4 - يتعين أن تكون عينة متوسط التوهين عند طول الموجة هذا أقل من القيمة القصوى المحددة في المدى 1310 إلى 1625 nm، أو مساوية لها، وذلك بعد تقادم الهيدروجين وفقاً للوثيقة [IEC 60793-2-50] المتعلقة بشفة الألياف B.1.3.</p>		

الجدول 2-7 - نعوت الصنف باء G.657

نعوت الألياف			
القيمة		التفصيل	النت
nm 1310		طول الموجة	قطر مجال الأسلوب
μm 9,5-6,3		مدى القيم الاسمية	
μm 0,4±		مدى التسامح	
μm 125,0		القيم الاسمية	قطر الغمد
μm 0,7±		مدى التسامح	
μm 0,5		الحد الأقصى	خطأ مركزة اللب
% 1,0		الحد الأقصى	لا دائرية الغمد
nm 1260		الحد الأقصى	طول موجة قطع الكيل
7,5	10	15	خسارة الانحناء الكلي (الملاحظة 1)
1	1	10	
0,5	0,1	0,03	
1,0	0,2	0,1	
GPa 0,69		الحد الأدنى		إجهاد الصمود
TDB			معامل التشتت اللوني (الملاحظة 2)
نعوت الكبلات			
dB/km 0,5		الحد الأقصى عند nm 1310	معامل التوهين
dB/km 0,3		الحد الأقصى عند nm 1550	
dB/km 0,4		الحد الأقصى عند nm 1625	
TDB			معامل التشتت بأسلوب الاستقطاب (الملاحظة 3)
<p>الملاحظة 1 - يمكن تقييم خسارة الانحناء الكلي باستعمال أحد أساليب لف الشياق (الأسلوب ألف من الوثيقة [IEC 60793-1-47])، باستبدال نصف قطر الانحناء وعدد الدورات المحددين في هذا الجدول.</p> <p>الملاحظة 2 - معاملات التشتت اللوني ليست ضرورية لأن ألياف الصنف باء تدعم جزءاً من تركيب شبكة النفاذ على نحو يحقق الحد الأمثل من أدائها بأنصاف أقطار انحناء صغيرة جداً. ويمكن اعتبار الحدين الأقصى والأدنى لطول موجة التشتت المعدوم بقيمتي $\lambda_{0min} = 1300 \text{ nm}$ و $\lambda_{0max} = 1420 \text{ nm}$ على التوالي، بالتلازم مع أقصى ميل تشتت بمقدار $S_{0max} = 0,10 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$.</p> <p>الملاحظة 3 - معاملات التشتت بأسلوب الاستقطاب ليست ضرورية لأن ألياف الصنف باء تدعم جزءاً من تركيب شبكة النفاذ على نحو يحقق الحد الأمثل من أدائها بأنصاف أقطار انحناء صغيرة جداً.</p>			

وترد في الشكل 1-7 القيم الموصى بها توضيحاً لمختلف مواصفات الانحناء الكلي للعديد من الأصناف المحددة في هذه الفقرة.



الشكل 1-7 - معطيات خسارة الانحناء الكلي المستمدة من الجدولين 1-7 و 2-7 الخاصين بالصفين ألف وباء

التذييل I

تقدير عمر الألياف بأسلوب أحادي في حالة تركيبها بنصف قطر صغير

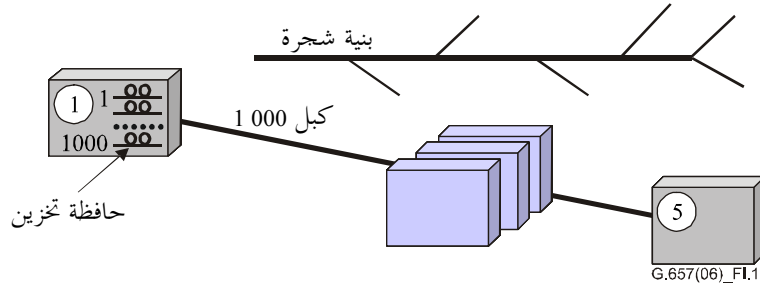
(لا يشكل هذا التذييل جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية)

1.I مقدمة

قد يدعو تركيب الألياف بنصف قطر مخفض في أنظمة إدارة الألياف وفي الغمود، إلى الانشغال بشأن تقدير عمر الألياف. وتتمثل المعلومات المهمة التي تحدد عمر الليفة المتوقع في سوية إجهاد الصمود المطبقة في لحظة إنتاج الليفة وشدة المقاومة المتأصلة فيها. وينبغي موازنة القيم اللازمة لهذه المعلومات مع نسبة العطب المقبولة في الشبكة. والمسألة الرئيسية المطروحة في إطار تقييم نتائج هذه العملية، هي ما إذ كانت الألياف الأحادية الأسلوب المحددة في هذه التوصية تستوفي المتطلبات اللازمة لتقدير عمر طويل بما فيه الكفاية للألياف. ويرد في هذا التذييل المزيد من المعلومات الأساسية عن هذه المسألة.

2.I بنية الشبكة ونسبة العطب في الشبكة

لحساب عمر ليفة معينة، يُنظر في شبكة بسيطة مؤلفة من كبل توزيع من 1 000 ليفة ذات بنية شجرة على غرار ما يبينه الشكل 1.I. ورنهناً بإجراءات التركيب والتوصيل بالمترين، التي يتبعها المشغل تُخزن فرادى الألياف أو مجموعات الألياف مرتبة في حوافظ توجد في كبل التوزيع الرئيسي أو في الفروع. وتسهيلاً للأمر، وبالنظر في أسوأ الحالات، يفترض أن تمر جميع الألياف البالغ عددها 1 000 ليفة عبر 5 نقاط توصيل متقاطع أولي أو 5 غمود بحافظة تخزين في كل وصلة ليفة فردية وفي كل كل نقطة توصيل أو غمد.



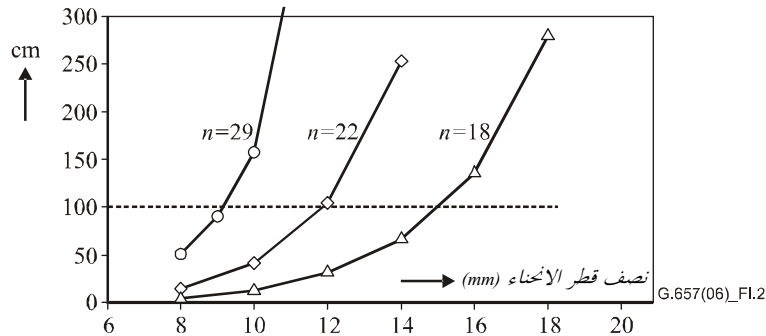
الشكل 1.I - بنية مبسطة للشبكة

ويُلاحظ في بنية الشبكة هذه تحديداً أن حدوث نسبة عطب بمقدار 0,001% خلال 20 عاماً لكل حافظة فردية من حوافظ الألياف الأحادية، يؤدي إلى أن يكون احتمال حدوث عطل تلقائي واحد في الشبكة ككل بنسبة 5% خلال الفترة المذكورة. وينبغي مقارنة هذا الاحتمال مع احتمال حدوث أعطال أخرى في شبكة التوزيع خلال عمر التشغيل البالغ 20 عاماً. وتتمثل الأسباب التي تقف وراء ذلك في حالات العطل الناجمة عن إعادة تشغيل الوصلة أو تشكيلها مجدداً أو عن أسباب أخرى تتعلق بتلف الكبل أو نقاط التوصيل المتقاطع الأولي. ويمكن أن يُفترض في معظم حالات شبكات النفاذ، أن احتمال العطل المذكور بسبب عطل الليفة التلقائي يكون أدنى بكثير من احتمال العطل الناجم عن أسباب أخرى. ويتعين على كل مشغل أن يحدد نسبة العطل المقبولة بالاستناد إلى معطيات إحصائية أدق عن معدل أعطال الشبكة الخارجية.

3.I اعتبارات بشأن عمر الألياف

بصرف النظر عن خصائص شدة المقاومة المتأصلة في الليفة والوسط الذي تُوجد فيه الليفة، فإن المعلومات الرئيسية التي تحدد معدل الأعطال في كل حافظة، هي طول الليفة المخزونة ونصف قطر الانحناء R للتخزين. ويترك قصر طول التخزين أثراً

إيجابياً، بينما يخلف نصف قطر الانحناء المخفض أثراً سلبياً. وبتطبيق نموذج العمر الوارد في المرجع [b-IEC/TR 62048] والمبين بمزيد من التفصيل في المرجع [b-OFT]، على الألياف المُستعملة حالياً بإجهاد صمود قياسي وأداء عادي لاختبار الإجهاد، فإن الحد الأقصى لطول التخزين الذي يتم الحصول عليه خلال عمر قدره 20 عاماً كدالة لنصف قطر انحناء الليفة، مبين في الشكل 2.I فيما يخص مختلف قيم معامل n حساسية تآكل شدة المقاومة الثابتة (معلمة مدى التحمل).



الشكل 2.I - أقصى طول تخزين لليفة منحنية وقيم مختلفة لمعلمة n مدى التحمل

ومن الملاحظ أن قيمة $n = 18$ هي القيمة الدنيا مثلما يرد في الوثيقة [b-IEC 60793-2-50] وفي المتطلبات العامة لمنظمة تيلكورديا (Telcordia) GR-20-CORE. وبالنسبة لطول تخزين الألياف في كل حاوية، بطول 100 سم مثلاً، أي 50×2 سم لكل ليفة أحادية، يمكن تقليل نصف قطر الانحناء عن القيمة الحالية البالغة 30 mm إلى 15 أو حتى 9 mm، وذلك رهناً بقيمة n المضمونة دون انتهاك نسبة العطب البالغة 0,001% في كل حاوية خلال مدة 20 عاماً.

وثمة مسألة ثانية تتعلق بالتخزين عند منفاذي الدخول والخروج في نظام إدارة الألياف. ولا يتوقف صغر الحجم اللازم لمكونات شبكة النفاذ البصري على مجال التخزين، بل أيضاً على الحد الأدنى لنصف قطر انحناء منفاذي الدخول والخروج. ويمكن مراعاة أثر ذلك بطرائق شتى. ولأغراض هذا التذليل، يُفترض من باب الضرورة أن يكون هناك أربعة انحناءات إضافية بمقدار 90 درجة في كل حاوية تخزين من أجل توجيه الألياف إلى داخل مجالات التخزين وخارجها. كما يُسلم بضرورة أن تكون نسبة العطب الإضافية الناجمة عن هذه الانحناءات الإضافية أدنى من 10% من نسبة العطب المقبولة البالغة 0,001% لكل حاوية. ويؤدي ذلك إلى الحصول على القيم الدنيا المبينة في العمود الأوسط من الجدول 1.I.

الجدول 1.I - القيمة الدنيا لأنصاف أقطار الانحناء خارج حوافظ التخزين

قيمة n	أربعة انحناءات بمقدار 90 درجة	انحناء أحادي بمقدار 180 درجة
18	mm 15,0 = R_{min}	mm 12,6 = R_{min}
22	mm 11,1 = R_{min}	mm 9,2 = R_{min}
29	mm 8,0 = R_{min}	mm 6,6 = R_{min}

ويرد في العمود الأيسر من الجدول أدنى نصف قطر في حالة وجود انحناء خاطئ بمقدار 180 درجة. ويُفترض أيضاً في هذه الحالة أن تكون نسبة العطب الإضافية القصوى في كل حاوية فردية بمقدار $0,1 \times 0,001\%$. وجميع الأرقام المذكورة ذات صلة بإدارة ليفة وحيدة، وهي مبنية لثلاث قيم مختلفة من قيم معلمة n مدى التحمل.

4.I الاستنتاجات

تبين الأمثلة الواردة في الفقرة 3.I أن من الضروري الإلمام بمعرفة مفصلة إلى حد ما عن النشر الفعلي للألياف في شبكة توزيع فعلية من أجل التكهن بعمر الشبكة التشغيلي على نحو موثوق. ولكن حتى في إطار الافتراضات المستعملة في الأمثلة المذكورة والتي تتسم بإطار صارم نوعاً ما، يتبين أيضاً أن خصائص العمر الحالية المحددة في التوصية [ITU-T G.653] لليفة أحادية الأسلوب هي خصائص كافية لضمان العمر التشغيلي البالغ 20 عاماً في حالة تقليل أنصاف أقطار تخزين الألياف إلى مدى أقل بكثير من المدى المُطبق حالياً والبالغ 30 mm.

ثبت المراجع

- Access Network Transport Standards Overview, Issue 14, June 2007, [b-ITI-T ANT]
<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/Com15/ant/>
- التوصية G.671 الصادرة عن القطاع ITU-T (2005)، خصائص الإرسال في المكونات والأنظمة الفرعية البصرية. [b-ITI-T G.671]
- توصيات السلسلة G الصادرة عن القطاع ITU-T - الإضافة 39 (2006)، اعتبارات بشأن تصميم الأنظمة البصرية وهندستها. [b-ITI-T G-Sup.39]
- Performance requirements for* L.13 الصادرة عن القطاع ITU-T (2003)، *passive optical nodes: Sealed closures for outdoor environments* [b-ITI-T L.13]
- ITU-T Recommendation L.42 (2003), *Extending optical fibre solutions into the access network.* [b-ITU-T L.42]
- ITU-T Recommendation L.65 (2006), *Optical fibre distribution of access networks.* [b-ITU-T L.65]
- ITU-T Recommendation L.66 (2007), *Optical fibre cable maintenance criteria for in-service fibre testing in access networks.* [b-ITU-T L.66]
- IEC 60793-2-50 (2004), *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres.* [b-IEC 60793-2-50]
- IEC 62048 (2002), *Optical fibres – Reliability – Power law theory.* [b-IEC/TR 62048]
- Matching Optical Fibre Lifetime and Bend-loss Limits for Optimized Local Loop Fibre Storage, *Optical Fibre Technology*, Vol. 11, pp. 92-99, 2005. [b-OFT]

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 البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريق الخاصة بالخدمات التلمائية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة والأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	لغات البرمجة والخصائص العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات