الاتحـــــاد الـــدولـــــي للاتصـــــــالات

ITU-T G.665

(2005/01)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه، الأنظمة والشبكات الرقمية

خصائص وسائط الإرسال – خصائص المكونات والأنظمة الفرعية البصرية

الخصائص العامة لمضخمات رامان وأنظمة رامان الفرعية المضخّمة

التوصيـــة ITU-T G.665

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه، الأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	من G.100 إلى G.199
خصائص عامة مشتركة للأنظمة التماثلية الدولية العاملة بتيارات حاملة	من G.200 إلى G.299
خصائص تنفرد بها الأنظمة الهاتفية الدولية العاملة بتيارات حاملة على خطوط معدنية	من G.300 إلى G.399
خصائص عامة للأنظمة الهاتفية الدولية العاملة بتيارات حاملة على مرحلات راديوية أو وصلات ساتلية، والتوصيل البيني مع أنظمة عاملة بخطوط معدنية	من G.400 إلى G.449
التنسيق بين المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	من G.450 إلى G.499
خصائص وسائط الإرسال	من G.600 إلى G.699
اعتبارات عامـــة	من G.600 إلى G.609
أزواج الكبلات التناظريـــة	من G.610 إلى G.619
أزواج الكبلات البرية متحدة المحور	من G.620 إلى G.629
الكبلات البحرية	من G.630 إلى G.649
كبلات الألياف البصريـــة	من G.650 إلى G.659
خصائص المكونات والأنظمة الفرعية البصريـــة	**من G.660 إلى G.699**
التجهيزات المطرافية الرقمية	من G.700 إلى G.799
الشبكات الرقمية	من G.800 إلى G.899
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	من G.900 إلى G.999
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب الخاصة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	من G.1000 إلى G.1999
خصائص وسائط الإرسال	من G.6000 إلى G.6999
الأجهزة المطرافية الرقمية	من G.7000 إلى G.7999
الشبكات الرقمية	من G.8000 إلى G.8999

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

التوصية ITU-T G.665

الخصائص العامة لمضخمات رامان وأنظمة رامان الفرعية المضخمة

ملخص

تحدد هذه التوصية تعاريف وطرائق اختبار معلمات أداء مضخمات رامان البصرية ونظم رامان الفرعية المضخمة التالية:

- مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه معاكس؛
- مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه أمامي؛
- مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه ثنائي؛
- مضخم رامان المركب، والموزع بالضخ في اتجاه معاكس؛
- مضخم رامان المركب، والموزع بالضخ في اتجاه ثنائي؛
- مضخم رامان المنفصل.

وتصف هذه التوصية تصنيف مختلف مضخمات رامان، وشفرات أنماط هذه المضخمات، ونماذجها المرجعية. وتبين أيضاً الخصائص العامة لهذه المضخمات، وتحدد معلمات أدائها واختبارها.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) التابعة لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد في 13 يناير 2005 على التوصية G.665 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 والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

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

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

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

ملاحظة

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

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

حقوق الملكية الفكرية

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

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB).

© ITU 2005

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

المحتويات

الصفحة

1 نطاق التطبيق 1

2 المراجع 1

3 المختصرات 1

4 المصطلحات والتعاريف 2

1.4 مضخّم رامان الموزع ومضخّم رامان المنفصل 2

2.4 معلمات قدرة الإشارات البصرية 3

3.4 معلمات الكسب 3

4.4 معلمات طيف الكسب 4

5.4 معلمات الضوضاء 4

6.4 معلمات قدرة المضخة 5

7.4 معلمات تسرب الضخ 6

8.4 معلمات تتوقف على الاستقطاب 6

9.4 الاستجابة الناشئة عن إضافة/إلغاء قناة 7

10.4 معلمات الانعكاسية 7

11.4 معلمات خسارة الإدراج 7

12.4 معلمات أخرى 8

5 التصنيف 8

1.5 قواعد التصنيف 8

2.5 شفرة النمط 8

3.5 النموذج المرجعي 9

6 الخصائص العامة لأجهزة رامان للتضخيم 11

7 معلمات الأداء ومعلمات الاختبار 14

8 الأمان البصري 15

التذييل I – قياسات التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI) في نظام الإرسال بالموجات الضوئية 15

1.I الطريقة [1] للقياس عن طريق خمود المجال الزمني 15

2.I القياس الكهربائي [2] 15

التذييل II – النماذج المادية والمكافئة لمضخمات رامان الموزعة 16

التذييل III – اعتبارات بشأن خسارة التراكب وخسارة الواصل 17

بيبليوغرافيا 19

التوصية ITU-T G.665

الخصائص العامة لمضخمات رامان وأنظمة رامان الفرعية المضخمة

1 نطاق التطبيق

تحدد هذه التوصية تعاريف وطرائق اختبار معلمات أداء مضخمات الألياف البصرية لرامان ونظمه الفرعية المضخمة. وفي حالة مضخمات رامان الموزعة أو المنفصلة (بالضخ في اتجاه أمامي، الضخ باتجاه معكوس، الضخ في اتجاه ثنائي) أو مضخمات رامان الموزعة والمركبة ومضخمات رامان المنفصلة، تُحدد هذه التوصية أيضاً الخصائص العامة لهذه المضخمات والنظم الفرعية.

2 المراجع

تضم التوصيات التالية وسائر المراجع الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) أحكاماً تشكل، من خلال الإشارة إليها في هذا النص، أحكاماً تتعلق بهذه التوصية. وكانت الطبعات المشار إليها في وقت نشرها سارية المفعول. وتخضع جميع التوصيات وغيرها من المراجع للتنقيح: ولذلك، يُشجع مستعملو هذه التوصية على تقصي إمكانية تطبيق أحدث طبعة من التوصيات وسائر المراجع المدرجة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة بتوصيات قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) السارية المفعول حالياً. ولا تمنح الإشارة إلى وثيقة معينة داخل هذه التوصية، بوصفها وثيقة مستقلة بحد ذاتها، صفة توصية لهذه الوثيقة.

- التوصية ITU-T G.661 (1998)، *تعريف المعلمات التنوعية المتصلة بأجهزة المكبرات البصرية وأنظمتها الفرعية وطرائق الاختبار الخاصة بها*.
- التوصية ITU-T G.662 (1998)، *الخصائص التنوعية للأجهزة والأنظمة الفرعية للمكبرات البصرية*.
- التوصية ITU-T G.663 (2000)، *النواحي المتصلة بتطبيق الأجهزة المضخمة والأنظمة الفرعية بليف بصري*.
- التوصية ITU-T G.664 (2003)، *إجراءات ومتطلبات السلامة البصرية المطبقة في أنظمة النقل البصرية*.
- السلسلة IEC 61290، *طرائق اختبار المكبرات البصرية*.
- السلسلة IEC 61291، *مكبرات الألياف البصرية (الجوانب العامة)*.
- السلسلة IEC 61292، *التقارير التقنية الخاصة بالمكبرات البصرية*.
- السلسلة IEC 60825، *أمان أجهزة الليزر*.

3 المختصرات

تستعمل هذه التوصية المختصرات التالية:

ASE بث تلقائي مضخم

C واصل بصري مقترن بمضخم رامان

DOP درجة الاستقطاب البصري

DRS انتشار رايلي المزدوج

EDFA مضخم بليف مقوى بالإربيوم

FP_i نقطة دخول إشارة مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه أمامي

FP_o نقطة خروج إشارة مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه أمامي

FRA مضخم رامان البصري

GMP نقطة قياس الكسب

MPI تداخل ناشئ عن تعدد المسارات

OA مضخم بصري

OAR مستقبل مضخم بصرياً

OAT مرسل مضخم بصرياً

ORL خسارة العودة البصرية

PDG كسب يتوقف على الاستقطاب

PMD تشتت بنمط الاستقطاب

RIN ضوضاء شديدة نسبياً

RP_i نقطة دخول إشارة مضخم رامان العامل بالضخ في اتجاه معاكس

RP_o نقطة خروج إشارة مضخم رامان العامل بالضخ في اتجاه معاكس

Rx مستقبل (بصري)

SRS انتشار رامان المحفّز

Tx مرسل (بصري)

4 المصطلحات والتعاريف

يبين هذا القسم تعاريف مضخمات رامان الموزعة ومضخمات رامان المنفصلة بمختلف أنواعها. ويحدد أيضاً معلمات أداء هذه المضخمات.

1.4 مضخّم رامان الموزع ومضخّم رامان المنفصل

يرد في هذا البند تعريفا مضخم رامان الموزع ومضخم رامان المنفصل. وبالإمكان الحصول على المزيد من المعلومات عن هذين المضخمين من النشرة 3-61292 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

1.1.4 مضخم رامان الموزع: مضخمات رامان الموزعة هي عبارة عن مضخمات يتحقق فيها أثر التضخيم عبر جزء من الليفة البصرية المستعملة في الإرسال. وتعتبر هذه المضخمات موزعة بالنظر إلى استعمال جزء من ليفة الإرسال أو كلها لأغراض التضخيم. ويمكن تصنيف هذه المضخمات أيضاً إلى ثلاث فئات فرعية، وهي:

- ***مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه أمامي:*** تنتشر فيه طاقة المضخة والإشارة معاً على امتداد ليفة الإرسال.
- ***مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه معاكس:*** تنتشر فيه طاقة المضخة والإشارة في اتجاهين معاكسين على ليفة الإرسال.
- ***مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه ثنائي:*** توزع فيه طاقة المضخة على طرفي ليفة الإرسال على حد سواء. وفي هذه الحالة ينتشر جزء من طاقة المضخة مع الإشارة، بينما ينتشر جزء آخر من طاقة المضخة في اتجاه معاكس للإشارة داخل وسائط الإرسال.

2.1.4 مضخم رامان المنفصل: هو مضخم للإشارات البصرية يتحقق فيه أثر التضخيم عبر تأثير انتشار رامان المحفز (SRS) بالألياف البصرية، حيث توجد جميع مكونات المضخم المادية داخل جهاز التضخيم.

2.4 معلمات قدرة الإشارات البصرية

	المعلمات	التعاريف	الملاحظات
1.2.4	قدرة الدخل المكافئة	القدرة في نقطة الدخل المرجعية عند إبطال فاعلية مضخة رامان.	تكون نقطة الدخل المرجعية في مضخم رامان بالضخ في اتجاه معاكس عند نقطة دخول إشارة هذا المضخم (RP_i) المبينة في الشكل 1. وفيما يتعلق بالتشكيلات الأخرى لمضخمة رامان، انظر الفقرة 3.5.
2.2.4	استقرار خرج الإشارات القوية	انظر الفقرة 9.4/ التوصية G.661	
3.2.4	قدرة خرج التشبع (قدرة انضغاط الكسب)	انظر الفقرة 11.4/ التوصية G.661	
4.2.4	القدرة الاسمية لإشارة الخرج	انظر الفقرة 12.4/ التوصية G.661	
5.2.4	القدرة القصوى الكلية للخرج	انظر الفقرة 25.4/ التوصية G.661	
6.2.4	مدى قدرة الدخل	انظر الفقرة 28.4/ التوصية G.661	
7.2.4	مدى قدرة الخرج	انظر الفقرة 29.4/ التوصية G.661	

3.4 معلمات الكسب

	المعلمات	التعاريف	الملاحظات
1.3.4	كسب رامان عند التشغيل/الإيقاف	الفقرتان 18.1.3 و 19.1.3 من النشرة 1-61291 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) الزيادة الطارئة على القدرة البصرية للإشارة عند نقطة قياس الكسب (GMP) المحددة في الفقرة 3.5 عندما يتم تفعيل مضخة رامان بالمقارنة مع القدرة البصرية للإشارة عند نقطة قياس الكسب (GMP) عند إبطال فاعلية المضخة.	قابل للانطباق على مضخمات رامان الموزعة.
2.3.4	صافي الكسب	يعرف صافي الكسب بأنه مجموع كسب رامان عند التشغيل – الإيقاف والكسب الناشئ عن المضخم البصري (OA)، في حال انطباقه، مع طرح الخسارة الحاصلة بين نقطتي دخل وخرج المضخم المرجعيتين من هذا الكسب.	
3.3.4	صافي كسب القناة	صافي كسب كل قناة بطول موجي معين في تشكيلة متعددة القنوات	
4.3.4	صافي كسب الإشارات الضعيفة	انظر الفقرة 1.4/ التوصية G.661	
5.3.4	صافي كسب عكسي للإشارات الصغيرة	انظر الفقرة 2.4/ التوصية G.661	
6.3.4	الحد الأقصى لصافي كسب الإشارات الضعيفة	انظر الفقرة 3.4/ التوصية G.661	
7.3.4	طول موجة الحد الأقصى لصافي كسب الإشارات الضعيفة	انظر الفقرة 4.4/ التوصية G.661	
8.3.4	تغير الحد الأقصى لصافي كسب الإشارات الضعيفة بتغير درجة الحراراة	انظر الفقرة 5.4/ التوصية G.661	

المعلمات	التعاريف	الملاحظات
9.3.4 عرض نطاق الطول الموجي لصافي كسب الإشارات الضعيفة	انظر الفقرة 6.4/ التوصية G.661	
10.3.4 استقرار صافي كسب الإشارات الضعيفة	انظر الفقرة 8.4/ التوصية G.661	

4.4 معلمات طيف الكسب

المعلمات	التعاريف	الملاحظات
1.4.4 متوسط ميل غلاف طيف صافي الكسب المتعدد القنوات	فيما يتعلق بالطول الموجي λ_i وما يقابله من صافي الكسب G_i، يمكن تقريب G_i بواسطة معادلة خطية، هي: $\hat{G}_i = b\lambda_i + a$ حيث تم اختيار a وb كيما يتسنى تقليل $\sum_{i=0}^{n}(\hat{G}_i - G_i)^2$ إلى أدنى حد. ومتوسط ميل غلاف طيف صافي الكسب المتعدد القنوات هو b في المعادلة الخطية المذكورة أعلاه.	يرجى الرجوع أيضاً إلى الفقرة 7.1.3 من النشرة 61291-1 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، ميل الكسب في إطار تطبيق طول موجي أحادي
2.4.4 نطاق الطول الموجي للقدرة	انظر الفقرة 1.3/التوصية G.662	
3.4.4 تغير صافي الكسب المتعدد القنوات	الفقرة 10.1.3 من النشرتين 61291-1 و61291-4 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)	
4.4.4 التشبع المتقاطع صافي الكسب	الفقرة 11.1.3 من النشرتين 61291-1 و61291-4 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)	في عملية متعددة القنوات
5.4.4 الفرق في تغير صافي الكسب المتعدد القنوات	الفقرة 13.1.3 من النشرتين 61291-1 و61291-4 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)	
6.4.4 ميل صافي الكسب المتعدد القنوات	الفقرة 14.1.3 من النشرتين 61291-1 و61291-4 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)	

5.4 معلمات الضوضاء

المعلمات	التعاريف
1.5.4 التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI)	قد تصبح الضوضاء الناشئة عن انتشار رايلي سائدة في مضخمات رامان عالية الكسب. وبالإضافة إلى الإرسال التلقائي المضخم (ASE) الذي يتعاظم بفعل انتشار رايلي الأحادي، فقد تتعرض الإشارة المنتشرة في اتجاه أمامي إلى انتشار رايلي مرتين. وقد يسبب انتشار رايلي المزدوج (DRS) هذا زيادة في التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI). ويرجى الرجوع إلى التذييل الأول للاطلاع على قياسات التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI). ويرجى أيضا الرجوع إلى الفقرة 35.1.3 من النشرة 61291-1 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، معلمات أداء التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI)، والفقرة 36.1.3 من نفس النشرة (IEC 61291-1)، معلمات أداء انتشار رايلي المزدوج.

المعلمات	التعاريف
2.5.4 الضوضاء التفاضلية الشديدة نسبياً للإشارات البصرية	النسبة بين الضوضاء الشديدة نسبياً (RIN) لدخل الإشارة البصرية والضوضاء الشديدة نسبياً لخرجها. ويسبب ذلك أساساً التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI) في مضخمات رامان.
3.5.4 عامل الضوضاء الفعال (NF)	هو عامل الضوضاء لمضخم بصري منفصل ومتعادل موضوع عند طرف الليفة البصرية، وهو مولد الكسب الفعال ومولد قدرة خرج الإرسال التلقائي المضخم (ASE) نفسها للتضخيم الموزع. ويشمل ذلك في حالة المضخم المركب الكسب وضوضاء الإرسال التلقائي المضخم (ASE) لمضخم تقليدي بألياف بصرية (OA). ويرجى الرجوع أيضاً إلى الفقرة 41.1.3 من النشرة 1-61291 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، العامل المكافئ للضوضاء الكلية.
4.5.4 عامل ضوضاء القناة الفعال	عامل الضوضاء الفعال المقيس بتردد مركزي لإحدى القنوات في العمليات المتعددة القنوات هو عامل ضوضاء القناة الفعال.
5.5.4 سوية قدرة الإرسال التلقائي المضخم (ASE) في الاتجاه الأمامي	انظر الفقرة 14.4/ التوصية G.661
6.5.4 سوية قدرة الإرسال التلقائي المضخم (ASE) في الاتجاه المعاكس	انظر الفقرة 15.4/ التوصية G.661
7.5.4 عامل الضوضاء الفعال (F)	عامل الضوضاء الفعّال المعبر عنه في صيغة خطية.
8.5.4 عامل الضوضاء التلقائية للإشارة	انظر الفقرة 34.4/ التوصية G.661
9.5.4 عرض نطاق بصري تلقائي – تلقائي (B_{sp-sp})	انظر الفقرة 35.4/ التوصية G.661
10.5.4 عرض نطاق الإرسال التلقائي المضخم (ASE)	انظر الفقرة 36.4/ التوصية G.661

6.4 معلمات قدرة المضخة

المعلمات	التعاريف
1.6.4 الحد الأدنى لقدرة المضخة	أدنى قدرة (قدرات) للمضخة عند نقطة دخول إشارة مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه معاكس *(RP_i)* (فيما يخص الضخ في اتجاه معاكس) و/أو نقطة خروج إشارة مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه أمامي *(FP_o)* (فيما يتعلق بالضخ في اتجاه أمامي)، من مصدر (مصادر) مضخة رامان التي يكون تشغيل المضخة مستقراً بالنسبة له (لها).
2.6.4 الحد الأقصى لقدرة المضخة	أقصى قدرة (قدرات) للمضخة يتيحها مصدر (مصادر) مضخة رامان عند نقطة دخول إشارة مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه معاكس *(RP_i)* (فيما يخص الضخ في اتجاه معاكس) و/أو نقطة خروج إشارة مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه أمامي *(FP_o)* (فيما يتعلق بالضخ في اتجاه أمامي).
3.6.4 الضوضاء الشديدة نسبياً (RIN) الناجمة عن ليزر المضخة	ضوضاء شديدة نسبياً (RIN) تسببها طاقة المضخة.

7.4 معلمات تسرب الضخ

	المعلمات	التعاريف	الملاحظات
1.7.4	تسرب الضخ إلى الخرج	انظر الفقرة 20.4/ التوصية G.661	يتألف تسرب الضخ في أحد المضخمات المركبة من مكونات يساهم بها مضخم رامان وأخرى يساهم بها مضخم بصري (OA).
2.7.4	تسرب الضخ إلى الدخل	انظر الفقرة 21.4/ التوصية G.661	يتألف تسرب الضخ في أحد المضخمات المركبة من مكونات يساهم بها مضخم رامان وأخرى يساهم بها مضخم بصري (OA).

8.4 معلمات تتوقف على الاستقطاب

	المعلمات	التعاريف	الملاحظات
1.8.4	درجة الاستقطاب البصري (DOP) لليزر المضخة	الفقرة 56.1.3 من النشرة 1-61291 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، درجة استقطاب ليزر المضخة.	
2.8.4	تغير الكسب بدالة الاستقطاب (PDG)	انظر الفقرة 10.4/ التوصية G.661	
3.8.4	تشتت بنمط الاستقطاب (PMD)	انظر الفقرة 31.4/ التوصية G.661	يضم التشتت بنمط الاستقطاب (PMD) لجهاز رامان للتضخيم تأثير هذا التشتت (PMD) الناجم عن ليفة الإرسال وتأثير التشتت بنمط الاستقطاب (PMD) الذي يسببه جهاز التضخيم. وتأثير التشتت بنمط الاستقطاب (PMD) عبر ليفة الإرسال محدد في توصيات السلسلة G.650 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T).

9.4 الاستجابة الناشئة عن إضافة/إلغاء قناة

المعلمات	التعاريف
1.9.4 استجابة كسب (الحالة المستقرة) ناشئة عن إضافة/إلغاء قناة	الفقرة 15.1.3 من النشرتين 1-61291 و4-61291 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) تغير الحالة المستقرة لكسب أي قناة من القنوات بسبب إضافة/إلغاء قناة واحدة أو أكثر من القنوات الأخرى، في تشكيلة معينة متعددة القنوات.
2.9.4 استجابة الكسب العابر الناشئة عن إضافة/إلغاء قناة	الفقرة 16.1.3 من النشرتين 1-61291 و4-61291 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) الحد الأقصى للتغير الحاصل في كسب أي قناة من القنوات بسبب إضافة/ إلغاء قناة واحدة أو أكثر من القنوات الأخرى أثناء الفترة الانتقالية بعد إضافة/ إلغاء القناة.
3.9.4 زمن الاستجابة العابرة الناشئة عن إضافة/ إلغاء قناة	الفقرة 17.1.3 من النشرتين 1-61291 و 4-61291 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) الفترة الزمنية اعتباراً من إضافة/إلغاء إحدى القنوات وحتى الوقت الذي تصل فيه سوية قدرة خرج هذه القناة أو قناة أخرى إلى +N dB ~ - N dB وتبقى ضمن هذا المستوى من قيمتها في حالة الاستقرار.

10.4 معلمات الانعكاسية

المعلمات	التعاريف
1.10.4 انعكاسية الدخل	انظر الفقرة 16.4/ التوصية G.661
2.10.4 انعكاسية الخرج	انظر الفقرة 17.4/ التوصية G.661
3.10.4 الانعكاسية القصوى المسموح بها عند الدخل	انظر الفقرة 18.4/ التوصية G.661
4.10.4 الانعكاسية القصوى المسموح بها عند الخرج	انظر الفقرة 19.4/ التوصية G.661
5.10.4 الانعكاسية القصوى المسموح بها عند الدخل والخرج	انظر الفقرة 38.4/ التوصية G.661

11.4 معلمات خسارة الإدراج

المعلمات	التعاريف
1.11.4 خسارة الإدراج خارج النطاق	انظر الفقرة 22.4/التوصية G.661. تساوي هذه الخسارة في حالة مضخمات رامان الموزعة صافي كسب الأطوال الموجية خارج النطاق.
2.11.4 خسارة الإدراج العكسي خارج النطاق	انظر الفقرة 23.4/التوصية G.661. تساوي هذه الخسارة في حالة مضخمات رامان الموزعة صافي الكسب في الاتجاه المعاكس للأطوال الموجية خارج النطاق.
3.11.4 خسارة الإدراج داخل النطاق	انظر الفقرة 37.4/التوصية G.661. تساوي هذه الخسارة في حالة مضخمات رامان الموزعة الخسارة بين نقطتي دخل وخرج المضخم المرجعيتين.

12.4 معلمات أخرى

المعلمات	التعاريف	الملاحظات
1.12.4 استهلاك أقصى للقدرة	انظر الفقرة 24.4/ التوصية G.661	
2.12.4 درجة حرارة التشغيل	انظر الفقرة 26.4/ التوصية G.661	
3.12.4 توصيلات بصرية	انظر الفقرة 27.4/ التوصية G.661	
4.12.4 توزيع القنوات	الفقرة 23.1.3 من النشرتين 1-61291 و4-61291 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)	

5 التصنيف

1.5 قواعد التصنيف

يمكن تصنيف أجهزة رامان للتضخيم كما يلي:

- مضخمات رامان الموزعة بالضخ في اتجاه أمامي؛
- مضخمات رامان الموزعة بالضخ في اتجاه معاكس؛
- مضخمات رامان الموزعة بالضخ في اتجاه ثنائي؛
- مضخمات رامان المنفصلة (بما فيها مضخمات رامان/المقواة بالإربيوم المنفصلة والمركبة)؛
- مضخمات رامان المركبة بالضخ في اتجاه أمامي والمضخمات المنفصلة؛
- مضخمات رامان العكسية المركبة الموزعة بالضخ والمضخمات المنفصلة؛
- مضخمات رامان المركبة بالضخ في اتجاه ثنائي والمضخمات المنفصلة.

ويشمل التصنيف المذكور أعلاه حالة القناة الأحادية وحالة القنوات المتعددة على حد سواء.

2.5 شفرة النمط

يتضمن هذا البند تنظيم شفرات نمط مضخمات رامان وأمثلة عليها. وتتألف شفرة نمط مضخم رامان المحددة في هذا البند من حرف كبير ورقم وحرفين لوضعيتين أدنى:

حرف كبير	رقم	حرف الوضعية الأدنى 1	حرف الوضعية الأدنى 2

1.2.5 الحرف الكبير

C ـــــ مضخم رامان

2.2.5 الرقـــم

1. مضخمات منفصلة (مثل المضخمات اللاحقة و/أو مضخمات التقوية)؛
2. المضخمات السابقة المنفصلة؛
3. المضخمات الخطية المنفصلة؛
4. مرسلات منفصلة مضخمة بصرياً (OAT)؛
5. مستقبلات منفصلة مضخمة بصرياً (OAR)؛
6. مضخمات رامان الموزعة؛
7. المضخمات الموزعة والمنفصلة المركبة.

3.2.5 حرفا الحالتين الأدنى

حرف الحالة الأدنى 1:

a مضخمات للإرسال بقناة تماثلية، أحادية (ذات طول موجي)؛

b مضخمات للإرسال بقناة رقمية، أحادية (ذات طول موجي)؛

c مضخمات للإرسال بعدة قنوات رقمية (ذات أطوال موجية).

حرف الحالة الأدنى 2:

f ضخ باتجاه الأمام؛

r ضخ باتجاه معاكس؛

b ضخ باتجاه ثنائي.

4.2.5 أمثلة على شفرات النمط

قد توجد توليفات كثيرة تجمع عناصر شفرات النمط المذكورة أعلاه (حرف كبير، ورقم، وحروف حالات أدنى) للخروج بشفرة نمط صحيحة. وتوجد شفرتان من شفرات النمط الصحيحة هذه تذكران على سبيل المثال:

C6cr: مضخم رامان الموزع بالضخ في اتجاه معاكس لأغراض الإرسال بعدة قنوات رقمية.

C7bb: مضخم مركب بالضخ في اتجاه ثنائي لأغراض الإرسال بقناة أحادية رقمية.

3.5 النموذج المرجعي

يحدد هذا البند النماذج المرجعية لمختلف أجهزة رامان للتضخيم.

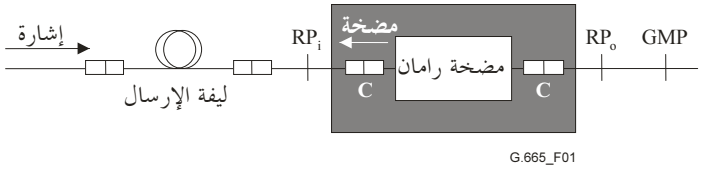
ويرد في الإيضاحات المبينة أدناه اسم النقطة المرجعية مع الرمز (i) الذي يشير إلى النقطة المرجعية لدخل الإشارة والرمز (o) الذي يدل على النقطة المرجعية لخرجها.

والنقطة المعنونة بالحروف GMP في كل حالة هي نقطة قياس الكسب، التي يؤخذ عندها قياسان لقدرة الإشارة. والقياس الأول هو لقدرة الإشارة عند تشغيل مضخات رامان (P_{ON})، أما الثاني فهو لقدرتها عند إيقاف المضخات (P_{OFF}).

ويحدد حينئذ الكسب عند تشغيل – إيقاف مضخات رامان بوصفه $10\text{Log}\left(\frac{P_{ON}}{P_{OFF}}\right)$

والواصلات المعنونة بالحرف "C" في الأشكال من 1 إلى 6 هي واصلات مقترنة مباشرة بوحدة ضخ رامان (إن وجدت) وتعتبر جزءاً من جهاز التضخيم. وتختلف هذه الرؤية المتعلقة بالواصلات عن رؤية اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC). ويرد في التذييل الثالث المزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع.

ويبين الشكل 1 مضخم رامان للضخ في اتجاه معاكس.



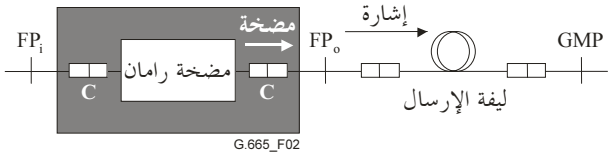
الشكل G.665/1 – مضخم رامان للضخ في اتجاه معاكس

RP_i هي النقطة المرجعية لدخل الإشارة التي تُضخ في اتجاه معاكس

RP_i هي النقطة المرجعية لخرج الإشارة التي تُضخ في اتجاه معاكس

وصافي الكسب هو الكسب عند التشغيل – الإيقاف مع الخسارة الحاصلة بين النقطتين المرجعيتين RP_i وRP_o مطروحة من هذا الكسب، على غرار ما هو محدد في الفقرة 2.3.4.

ويوضح الشكل 2 بالرسوم البيانية مضخم رامان للضخ في اتجاه أمامي.



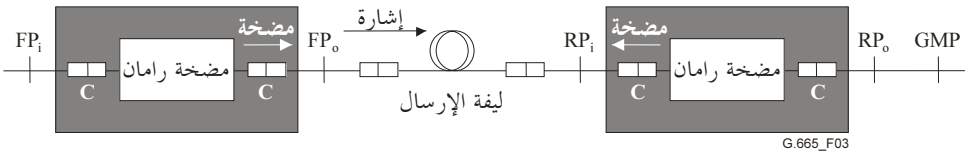
الشكل G.665/2 – مضخم رامان للضخ في اتجاه أمامي

FP_i هي النقطة المرجعية لدخل الإشارة التي تُضخ في اتجاه أمامي

FP_o هي النقطة المرجعية لخرج الإشارة التي تُضخ في اتجاه أمامي

وصافي الكسب هو الكسب عند التشغيل – الإيقاف مع الخسارة الحاصلة بين النقطتين المرجعيتين FP_i وFP_o مطروحة من هذا الكسب.

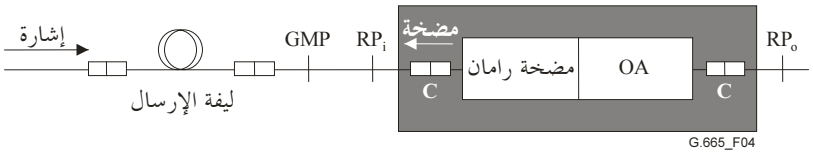
ويوضح الشكل 3 مضخم رامان للضخ في اتجاه ثنائي.



الشكل G.665/3 – مضخم رامان للضخ في اتجاه ثنائي

وصافي الكسب هو الكسب عند التشغيل – الإيقاف مع الخسارة الحاصلة بين النقطتين المرجعيتين FP_i وFP_o والنقطتين المرجعيتين RP_o وRP_i مطروحة من هذا الكسب.

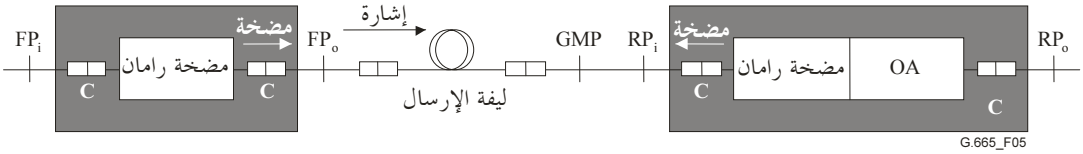
ويبين الشكل 4 مضخم رامان المركب للضخ في اتجاه معاكس.



الشكل G.665/4 – مضخم رامان المركب للضخ في اتجاه معاكس

ويمكن اعتبار مضخم رامان المركب للضخ في اتجاه أمامي مضخماً لرامان للضخ في اتجاه أمامي يتلوه مضخم بصري. ولذلك، فإن هذه التوصية لن تسهب في مناقشة هذه التشكيلة.

ويوضح الشكل 5 مضخم رامان المركب للضخ في اتجاه ثنائي.



الشكل G.665/5 – مضخم رامان المركب للضخ في اتجاه ثنائي

ومضخم رامان المنفصل موضح في الشكل 6.

الشكل G.665/6 – مضخم رامان المنفصل

والخصائص العامة لهذا الصنف من مضخمات رامان مماثلة لخصائص المضخم البصري المنفصل الذي تتناوله التوصية G.661 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T)، ولن تكرر في هذه التوصية. وتشير النقطتان المرجعيتان A_i وA_o إلى النقطتين المرجعيتين لدخل وخرج مضخم رامان المنفصل على التوالي.

6 الخصائص العامة لأجهزة رامان للتضخيم

يبين هذا البند الخصائص العامة لمختلف مضخمات رامان الموزعة والمضخمات المركبة.

وتبين البنود المدرجة في الجداول نقاط قياس مختلفة تقاس عندها المعلمات. ويشير المختصر NA (لا ينطبق) إلى أن قياس المعلمة غير قابل للانطباق في إطار تشكيلة المضخم. والمختصر GMP (نقطة قياس الكسب) والنقاط المرجعية (FP_i وFP_o وRP_i وRP_o) محددة جميعها في الفقرة 3.5. انظر الجدولان 1 و2.

الجدول G.665/1 – الخصائص العامة لمضخمات رامان الموزعة

	ضخ في اتجاه معاكس		ضخ في اتجاه أمامي		ضخ في اتجاه ثنائي	
	قناة أحادية	قنوات متعددة	قناة أحادية	قنوات متعددة	قناة أحادية	قنوات متعددة
مدى نطاق تمرير الكسب	GMP	NA	GMP	NA	GMP	NA
توزيع القنوات	NA	GMP	NA	GMP	NA	GMP
الحد الأقصى للفرق في كسوب القنوات	NA	GMP	NA	GMP	NA	GMP
متوسط ميل طيف كسب القناة	NA	GMP	NA	GMP	NA	GMP
استجابة كسب إضافة/إلغاء القناة (الحالة المستقرة)	NA	GMP	NA	GMP	NA	GMP
كسب رامان عند التشغيل – الإيقاف	GMP		GMP		GMP	
عامل الضوضاء الفعّال	GMP		GMP		GMP	
الضوضاء التفاضلية الشديدة نسبياً للإشارات البصرية	بين الإشارة عند نقطة دخل الليفة البصرية التي يتم ضخها والإشارة عند RP_o.		بين الإشارة عند FP_i والإشارة عند نقطة خرج الليفة البصرية التي يتم ضخها.		بين الإشارتين عند FP_i وRP_o.	
مدى قدرة الدخل	NA		FP_i		FP_i	
المدى المكافئ لقدرة الدخل	RP_i		FP_i		FP_i	
مدى قدرة الخرج	RP_o		NA		RP_o	
الانعكاسية عند السطح البيني لدخل الإشارة	RP_i		FP_i		FP_i	
الانعكاسية عند السطح البيني لخرج الإشارة	RP_o		FP_o		RP_o	
الانعكاسية عند السطح البيني لخرج الضخ	RP_i		FP_o		FP_o & RP_i	
الانعكاسية القصوى المسموح بها عند السطح البيني لدخل الإشارة	RP_i		FP_i		FP_i	
الانعكاسية القصوى المسموح بها عند السطح البيني لخرج الإشارة	RP_o		FP_o		RP_o	
الانعكاسية القصوى المسموح بها عند السطح البيني لخرج الضخ	RP_i		FP_o		FP_o & RP_i	
قدرة الضخ	RP_i		FP_o		FP_o & RP_i	
تسرب الضخ إلى دخل الإشارة (في اتجاه صاعد)	NA		FP_i		FP_i	
تسرب الضخ إلى خرج الإشارة	RP_o		NA		RP_o	
التوصيل البصري القابل للانطباق	RP_i, RP_o		FP_i, FP_o		FP_i, FP_o, RP_i, RP_o	
الضوضاء الشديدة نسبياً (RIN) الناجمة عن ليزر المضخة	RP_i		FP_o		FP_o & RP_i	
درجة الاستقطاب البصري (DOP) لليزر المضخة	RP_i		FP_o		FP_o & RP_i	

الجدول G.665/2 – الخصائص العامة لمضخمات رامان المركبة

	ضخ في اتجاه معاكس		ضخ في اتجاه ثنائي	
	قناة أحادية	قنوات متعددة	قناة أحادية	قنوات متعددة
مدى نطاق تمرير الكسب	GMP	NA	GMP	NA
توزيع القنوات	NA	GMP	NA	GMP
الحد الأقصى للفرق في كسوب القنوات	NA	GMP	NA	GMP
متوسط ميل طيف كسب القناة	NA	GMP	NA	GMP
استجابة كسب إضافة/إلغاء القناة (الحالة المستقرة)	NA	GMP	NA	GMP
كسب رامان عند التشغيل – الإيقاف وعند تشغيل المضخم البصري (OA)	GMP		GMP	
عامل الضوضاء الفعّال	RP_o		RP_o	
الضوضاء التفاضلية الشديدة نسبياً للإشارات البصرية	بين الإشارة عند نقطة دخل الليفة البصرية التي يتم ضخها والإشارة عند RP_o.		بين الإشارتين عند FP_i وRP_o.	
مدى قدرة الدخل	NA		FP_i	
المدى المكافئ لقدرة الدخل	RP_i		FP_i	
مدى قدرة الخرج	RP_o		RP_o	
الانعكاسية عند السطح البيني لدخل الإشارة	RP_i		FP_i	
الانعكاسية عند السطح البيني لخرج الإشارة	RP_o		RP_o	
الانعكاسية عند السطح البيني لخرج الضخ	RP_i		RP_i & FP_o	
الانعكاسية القصوى المسموح بها عند السطح البيني لدخل الإشارة	RP_i		FP_i	
الانعكاسية القصوى المسموح بها عند السطح البيني لخرج الإشارة	RP_o		RP_o	
الانعكاسية القصوى المسموح بها عند السطح البيني لخرج الضخ	RP_i		RP_i & FP_o	
قدرة الضخ	RP_i		RP_i & FP_o	
تسرب الضخ إلى دخل الإشارة	NA		FP_i	
تسرب الضخ إلى خرج الإشارة	RP_o		RP_o	
التوصيل البصري المنطبق	RP_i, RP_o		RP_i, RP_o, FP_i, FP_o	
الضوضاء الشديدة نسبياً (RIN) الناجمة عن ليزر المضخة	RP_i		RP_i & FP_o	
درجة الاستقطاب البصري (DOP) لليزر المضخة	RP_i		RP_i & FP_o	

7 معلمات الأداء ومعلمات الاختبار

يضم هذا البند قائمة بالحد الأدنى لمعلمات أداء ومعلمات اختبار مضخمات رامان وأنظمته الفرعية المضخمة. ولا بد من تعيين قيم هذه المعلمات تحديداً من خلال التطبيقات الواردة في التوصية المتعلقة بالنظام المعني عوضاً عن تحديدها في هذا المقام.

الجدول G.665/3 – معلمات الأداء ومعلمات الاختبار

	المعلمات	الوحدة	طريقة الاختبار
المعلمات الوظيفية	توزيع القنوات (الملاحظة 1)	nm	
	نطاق الطول الموجي للقدرة (الملاحظة 2)	nm	
	كسب رامان عند التشغيل– الإيقاف	dB	IEC 61290-1
	تغير كسب القنوات المتعددة (حالة منتظمة) (الملاحظة 1)	dB	IEC 61290-1
	استجابة كسب إضافة/إلغاء القناة في الحالة المستقرة (الملاحظة 1)	dB	IEC 61290-1
	استجابة كسب إضافة/إلغاء القناة في الحالة الانتقالية (الملاحظة 1)	dB	IEC 61290-1
	عامل الضوضاء الفعال	dB	IEC 61290-3
	الضوضاء التفاضلية الشديدة نسبياً للإشارات البصرية (الملاحظة 3)	dB/Hz	IEC 61292-2
	مدى قدرة الدخل	dBm	IEC 61290-2
	الحد الأقصى لإجمالي قدرة الخرج	dBm	IEC 61290-2
	الانعكاسية القصوى المسموح بها عند السطح البيني لدخل الإشارة	dB	IEC 61290-5
	الانعكاسية القصوى المسموح بها عند السطح البيني لخرج الإشارة	dB	IEC 61290-5
	الانعكاسية عند السطح البيني لدخل الإشارة	dB	IEC 61290-5
	الانعكاسية عند السطح البيني لخرج الإشارة	dB	IEC 61290-5
	قدرة الضخ	dBm	IEC 61290-2
	تسرب الضخ إلى دخل أو خرج الإشارة	dBm	IEC 61290-6
	الضوضاء الشديدة نسبياً (RIN) الناجمة عن ليزر المضخة	dB/Hz	IEC 61292-2 or IEC 61290-3
	درجة الاستقطاب البصري (DOP) لليزر المضخة	%	IEC 61290-11
	نوع الألياف		
	التوصيل البصري		
	طول الألياف	km	
	استهلاك القدرة	W	
	تشتت بنمط الاستقطاب (PMD) (الملاحظة 3)	ps	IEC 61290-11
	تغير الكسب بدالة الاستقطاب (PDG)	dB	IEC 61290-1

الجدول G.665/3 – معلمات الأداء ومعلمات الاختبار

	المعلمات		الوحدة	طريقة الاختبار
المعلمات البيئية	درجة حرارة التشغيل		°	IEC 61290-8
	الحد الأقصى للرطوبة النسبية للتشغيل		%	IEC 61290-8
	الحد الأقصى لشدة الاهتزاز أثناء التشغيل	مدى الترددات	Hz	IEC 61290-8
		الاتساع	mm p-p	IEC 61290-8
	درجة حرارة التخزين		°	IEC 61290-8
	الحد الأقصى للرطوبة النسبية للتخزين		%	IEC 61290-8
	الحد الأقصى لشدة التعرض للصدمات أثناء النقل	التسارع	G	IEC 61290-8
		المدة	ms	IEC 61290-8

الملاحظة 1 – في المضخمات المتعددة القنوات حصراً.

الملاحظة 2 – في المضخمات الأحادية القناة فقط.

الملاحظة 3 – على الرغم من إمكانية تحديد هذه المعلمات في المضخمات الموزعة، إلا أنه لا يوصى بتقييمها سوى في الحالات المنفصلة.

8 الأمان البصري

من الضروري مراعاة إجراءات الأمان المبينة في التوصية G.664 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) والنشرات 61292-4 و60825-1 و60825-2 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) فيما يتعلق بمضخمات رامان الموزعة، بالنظر إلى القدرة البصرية العالية (يحتمل أن تتجاوز +30 dBm) والتي تحقن في ليفة المضخم. وينبغي مراعاة النشرتين 60825-1 و60825-2 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC). وإضافة إلى ذلك، تتناول التوصية G.664 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) التطبيقات المتعلقة بإجراءات تقليل القدرة أوتوماتياً (APR) وإجراءات التشغيل والإيقاف، وتقدم النشرة 61292-4 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) إشارات مفيدة بشأن شواغل أخرى مثل احتمال نشوب حرائق وتكبد أضرار مادية.

التذييل I

قياسات التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI) في نظام الإرسال بالموجات الضوئية

1.I الطريقة [1] للقياس عن طريق خمود المجال الزمني

يستعمل في هذه الطريقة مفتاح سمعي بصري للتحكم في فتح وإغلاق بوابة نفاذ الإشارات إلى مضخم رامان. ومن ثم تُختبر الإشارة الخارجة من المضخم باستعمال مفتاح ثان، وذلك إما داخل طور قياس الإشارة أو خارج هذا الطور بغية قياس قدرة رايلي المنتشرة. وتستدعي هذه الطريقة وجود مفاتيح سمعية بصرية سريعة ذات قدرة عالية على الإقفال. ويمكن أيضاً إنجاز هذا العمل باستعمال محلل بصري للطيف (OSA) مزود ببوابة.

ويرجى الرجوع كذلك إلى النشرتين 61290-10-1 و61290-10-2 الصادرتين عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

2.I القياس الكهربائي [2]

بالإمكان تحديد مقدار التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI) في نظام ما باستعمال صمام ثنائي ضوئي ومحلل كهربائي للطيف عن طريق قياس مستوى الضوضاء التي تحدثها الإشارة عند تعرضها للخفقان مع نسخة مؤخرة منها بحد ذاتها. ومع ذلك، يصدر عن مضخم رامان إرسال تلقائي، يولد أيضاً حالات ضوضاء أخرى في المستقبل ناجمة عن الخفقان. ويطرح في هذا القياس سائر مصادر الضوضاء هذه كيما يتسنى تحديد مقدار التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI). وتتعلق طريقة القياس هذه بالمعايرة مقابل جهاز لمحاكاة التداخل الناشئ عن تعدد المسارات (MPI) وبطرح ضوضاء الخفقان التي يسببها الإرسال التلقائي المضخم (ASE).

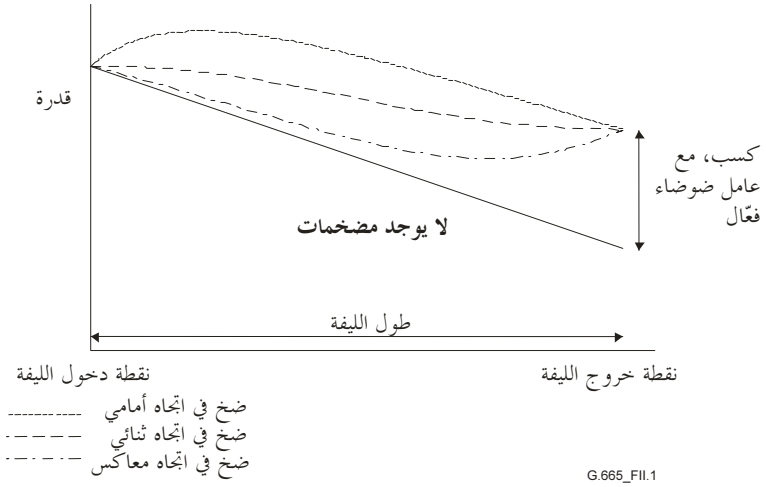
ويرجى أيضاً الرجوع إلى النشرة 61290-3-2 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

التذييل II

النماذج المادية والمكافئة لمضخمات رامان الموزعة

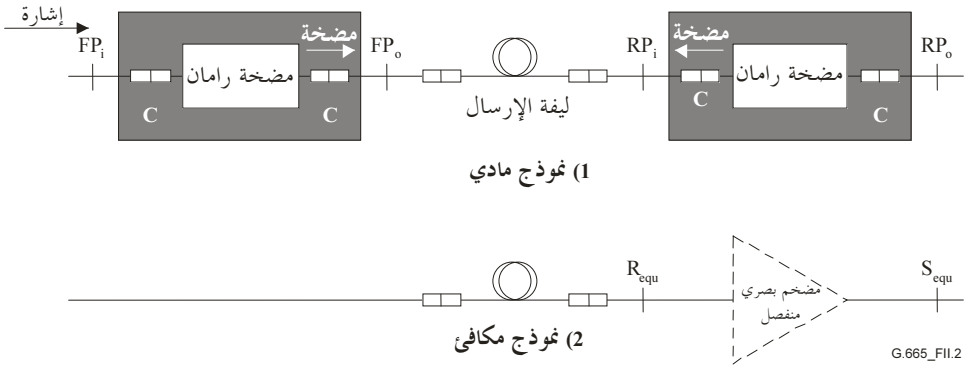
تستعمل في مضخمات رامان الموزعة أو المركبة أطوال كبيرة من ألياف الإرسال البصرية لتحقيق التضخيم. وبالإمكان إجراء تحليل الأداء بواسطة المحاكاة في حال تيسر مجموعة من المعلمات المتعلقة بليفة الإرسال، من قبيل طيف كسب انتشار رامان المحفز (SRS) والمعاملات غير الخطية ومعامل التوهين. ويمكن الحصول على هذه المعلمات المتصلة بليفة الإرسال في الأوساط البحثية ولكنها نادراً ما تتيسر في التطبيقات الفعلية.

ومن أجل تبسيط عملية تقييم أداء النظام، يمكن اعتبار التضخيم الموزع مكافئاً للتضخيم المنفصل إذا قيست معلمات التضخيم عند طرف ليفة الإرسال. وسيكون هذا الترتيب مفيداً أيضاً عند مقارنة مضخمات رامان مع الوصلات التقليدية للمضخمات بليف مقوى بالإربيوم (EDFA).



الشكل G.665/1.II – توزيع القدرة على امتداد ليفة الإرسال، مع ثلاثة أنواع من مضخمات رامان الموزعة

ومثلما هو مبين في الشكل 1.II، تزداد قدرة الإشارة في جميع أنواع مضخمات رامان الموزعة عند نقطة خروج ليفة الإرسال، بينما لا تتغير قدرة الإشارة عند نقطة الدخول. وبالنظر إلى الموضوع من زاوية الأداء، فإن ما يهم هو كمية قدرة الإشارة المتأتية من نقطة خروج الليفة ومقدار الضوضاء التي تحدثها، وليس حالات توزيع القدرة بالضبط على امتداد ليفة الإرسال. ولذلك يفضل استعمال نموذج مكافئ لمضخم منفصل عند نقطة خروج الليفة، على غرار ما هو مبين في الشكل 2.II. ويولد المضخم التقديري نفس الكسب الفعال وقدرة خرج الإرسال التلقائي المضخم (ASE) اللذين يولدهما التضخيم الموزع. وبالنظر إلى أن الإرسال التلقائي المضخم (ASE) الناتج داخل ليفة المضخم الموزع يتعرض أيضاً للانخفاض بشكل جزئي بفعل توهين هذه الليفة، فإن قدرة خرج هذا الإرسال (ASE) يمكن أن تنخفض إلى ما دون القدرة التي يمكن الحصول عليها فعلياً من مضخم منفصل من هذا النوع. ويعطى المضخم التقديري نقطة دخل مرجعية، ونقطة خرج مرجعية، R_{equ} & S_{equ}.



الشكل G.665/2.II – نموذج مادي ونموذج مكافئ لمضخمات رامان الموزعة

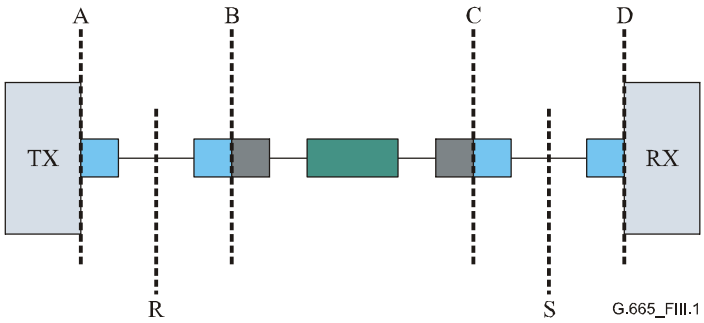
وبالإمكان تحديد معلمات الدخل المكافئة عند نقطة الدخل المرجعية المكافئة عندما يتم إيقاف قدرة ليزر المضخة التي تحقن في ليفة الإرسال. ويمكن في هذه الحالة قياس قدرة الدخل المكافئة ودخل OSNR. وبالإمكان قياس معلمات الخرج عند نقطة الخرج المرجعية المكافئة عندما يكون مصدر الضخ فعالاً. ويمكن في هذه الحالة قياس قدرة الخرج وخرج OSNR.

وباتباع النشرة 61290 الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، يمكن تحديد عامل الضوضاء الفعال والكسب عند التشغيل – الإيقاف باستعمال قدرة الدخل المكافئة، ودخل وخرج OSNR، وقدرة الخرج. ويجوز استعمال عامل الضوضاء (NF) الفعّال والنهائي هذا والكسب عند التشغيل – الإيقاف لتقييم النظام بشكل مبسط.

التذييل III

اعتبارات بشأن خسارة التراكب وخسارة الواصل

يصف هذا التذييل الاختلافات في الاتفاقيات المتعلقة بالسطوح البينية المبرمة بين قطاع تقييس الاتصالات بالاتحاد واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) فيما يخص الوصلات والمكونات البصرية. ويُنصح القارئ بأن يحيط علماً بما يترتب على ذلك من نتائج في الاختلافات المنهجية لتفسير خسارات الواصل والوصلة.

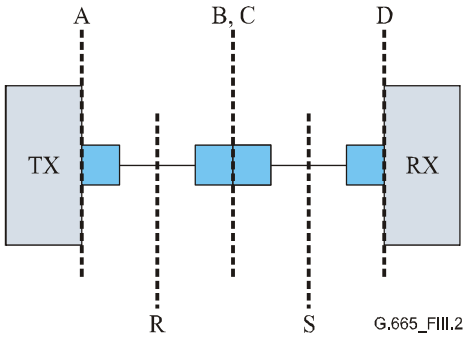


الشكل G.665/1.III – وصلة نموذجية بسطوح بينية بديلة

وعادة ما توضع التوصيات المتعلقة بالأنظمة والتطبيقات في قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T)، بينما تقوم اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) بوضع إجراءات الاختبار والقياس ومواصفات الأجهزة. ولكل منظمة منهما ضوابطها الخاصة بتحديد السطوح البينية والنقاط المرجعية وهي ضوابط متسقة إجمالاً، ولكنها تفضي إلى نتائج مختلفة اختلافاً طفيفاً.

ويحدد قطاع تقييس الاتصالات السطحين البينيين الموضحين في الشكل 1.III بوصفهما R وS. وما هو موجود إلى يسار السطح البيني R هو بمثابة المرسل/المصدر. وتعتبر النقاط الواصلة بين R وS بمثابة الوصلة أو المدى بينما تعتبر النقاط الموجودة على يمين النقطة S بمثابة المستقبل. وقد يتطابق أو لا يتطابق الموقع الفعلي للنقطة المرجعية مع أي نقطة يمكن النفاذ إليها مادياً. وغالباً ما تكون هذه النقطة داخل الليفة التي ينبغي أن تقطع للنفاذ بوضوح إلى السطح البيني.

أما اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) فإنها تحدد السطوح البينية على أنها موجودة دوماً عند نقاط مادية من قبيل الواصلات أو مواقع التراكب. وهذه المواقع مبينة في الشكل 1.III بوصفها المواقع A وB وC وD. وتعرف الخسارات بوصفها الخسارة الحاصلة بين سطحين بينيين. وتقاس قدرة الوصلة كما هو موضح، وبالإشارة إلى الوصلة من دون القطاع المبين. فمثلاً، من أجل قياس خسارة زوج الواصلات والجهاز (المبينين في الخانة الرمادية) بين B وC، تقاس القدرة عند المستقبل بإدخال الجهاز في الوصلة. ومن ثم تقاس القدرة المرجعية عند المستقبل عن طريق ربط الواصل بالنقطتين B وC على غرار ما هو مبين في الشكل 2.III. ويؤدي هذا الأمر إلى خسارة الجهاز وأحد زوجي الواصلات. ووجود الواصلات هو من أجل الإيضاح، ويجوز بدلاً من ذلك أن تكون السطوح البينية نقاط تراكب. ويفترض دوماً أن تكون الواصلات (أو التراكبات البصرية) من نفس النوع وتؤدي إلى الحصول على ذات الخسارة عند إقرانها أو مبادلتها في سياق اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).



الشكل G.665/2.III – تشكيلة مرجعية لقياس الخسارة
كما تطبقه اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)

أما في حالة قطاع تقييس الاتصالات، فتحدد الخسارة بين النقطتين R وS، والتي تؤدي إلى خسارة الجهاز وزوجي الواصلات. ولا يحدد مطلقاً السطح البيني لقطاع تقييس الاتصالات على أنه واقع في وسط الواصل. ولذلك، تختلف دوماً خسارات مدى هذا القطاع عن خسارات طرائق اختبار اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) من حيث خسارة وصلة واحدة أو واصل واحد حسب الاقتضاء. وتعرف خسارات الواصل أو الوصلة في سياق قطاع تقييس الاتصالات على أنها الخسارات الفعلية الحاصلة صراحة في الواصلات بين نقاط السطوح البينية. ولا يدل هذا الأمر ضمناً على قابلية تبديل الواصلات.

ويوصى المستعمل بأن يأخذ هذا الاختلاف في الحسبان عند مقارنة مواصفات الأجهزة وتقارير الاختبار (منشورات اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)) مقابل تصاميم الوصلات والمديات (توصيات قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T)).

بيبليوغرافيا

[1] LEWIS (S.A.E.), CHERNIKOV (S.V.), TAYLOR (J.R.): *Characterization of Double Rayleigh Scatter Noise in Raman Amplifiers*, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 12, pp. 528-530, May 2000.

[2] CHRIS (R.S.) Fludger, MEARS (Robert J.): *Electrical Measurements of Multi-Path Interference in Distributed Raman Amplifiers*, *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 19, No. 4, April 2001.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	**أنظمة الإرسال ووسائطه، الأنظمة والشبكات الرقمية**
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية وتعدد الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات 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	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة والأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	لغات البرمجة والخصائص العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبع في سويسرا
جنيف، 2005