الاتحـــــاد الدولـــــي للاتصـــــالات

ITU-T G.1050

(2005/11)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

نوعية الخدمة والأداء – جوانب تنوعية وجوانب خاصة بالمستعمل

نموذج شبكة لتقييم أداء الإرسال المتعدد الوسائط باستعمال بروتوكول الإنترنت

التوصية ITU-T G1050

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199 – G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299 – G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399 – G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية، أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449 – G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة على الخطوط	G.499 – G.450
خصائص وسائط الإرسال	G.699 – G.600
تجهيزات مطرافية رقمية	G.799 – G.700
الشبكات الرقمية	G.899 – G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999 – G.900
نوعية الخدمة والأداء – جوانب تنوعية وجوانب خاصة بالمستعمل	**G.1999 – G.1000**
خصائص وسائط الإرسال	G.6999 – G.6000
المعطيات على طبقة النقل – جوانب عامة	G.7999 – G.7000
جوانب بروتوكول الإثرنت على طبقة النقل	G.8999 – G.8000
شبكات النفاذ	G.9999 – G.9000

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

نموذج شبكة لتقييم أداء الإرسال المتعدد الوسائط باستعمال بروتوكول الإنترنت

ملخص

تصف هذه التوصية نموذج شبكة لتقييم أداء الإرسال المتعدد الوسائط باستعمال بروتوكول الإنترنت (IP). وهو نموذج إحصائي تخصِّص فيه قيم احتمالية الحدوث لكل عناصر الشبكة وانحطاطاتها. يتم التعبير عن نتائج الاختبار الذي يستخدم هذه النماذج الإحصائية على أساس تغطية نموذج الشبكة. هذه النتائج غير مشروطة ولا تتعلق بتوصيف مسبق لأي عنصر من عناصر الشبكة أو انحطاطاتها. ويشير الاختبار بواسطة نموذج إحصائي شامل إلى كيفية أداء أجهزة الاتصالات باستعمال شبكة بروتوكول الإنترنت (IP) من حيث تغطية نموذج الشبكة. وتركز هذه التوصية على أثر الانحطاطات في أداء الطبقة 3. يمكن تقييم مجاري IP من أي نمط من أجهزة الشبكة باستخدام هذا النموذج.

ويتم التأكيد على أن مصنعي أجهزة الاتصالات وموردي الخدمة يهتمون بمواصفة تنمذج بدقة خصائص شبكة IP التي تحدد الأداء. ويرغب القائمون بالتقييم في مجموعة قاطعة من الاختبارات البسيطة التي تقيس بصورة سليمة أداء تجهيزات الاتصالات من مصنعين مختلفين. لذا فإن الهدف من هذه التوصية هو تعريف نموذج، بمعزل عن التكنولوجيا، يعتبر ممثلاً لشبكة IP ويمكن محاكاته بدرجة تعقيد معقولة وييسر أوقات التقييم العملية.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات رقم 15 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 29 نوفمبر 2005 على التوصية ITU-T G.1050 بموجب الإجراء المحدد في التوصية A.8.

تمهيـــد

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 2006

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 مجال التطبيق 1
2 المراجع 2
3 المصطلحات والتعاريف 3
4 المختصرات 5
5 وصف النموذج 5
6 إقامة مستوى انحطاط شبكة IP 7
1.6 ملامح اختبار الخدمة 7
2.6 انحطاطات الشبكة 7
3.6 إقامة الاختبار 9
4.6 جداول توليفة الانحطاط 9
5.6 تغطية نموذج الشبكة 15
التذييل - I الأساس المنطقي لنموذج شبكة بروتوكول الإنترنت 18
1.I شبكات منطقة محلية (LAN) لا سلكية 18
2.I التسليك المبنين 18
3.I المحاور مقابل المبدلات 19
4.I معدلات النفاذ 19
5.I تأخيرات المسيّر 19
6.I بيانات الانحطاط من موردي خدمة شبكة بروتوكول الإنترنت غير المعروفين 19
التذييل - II خوارزميات تأخير وخسارة الرزمة 20
1.II النموذج العام لشبكة بروتوكول الإنترنت 20
2.II نموذج خسارة الرزمة 20
3.II نموذج تباين التأخير 21
4.II إعادة ترتيب الرزم الأساسية 21
5.II خرج النموذج 22
6.II معلمات دخل النموذج 22
بيبليوغرافيا 24

مقدمة

المعايير السابقة لنموذج إرسال الشبكة من أجل تقييم أداء المودم (راجع البيبليوغرافيا) كانت نماذج إحصائية تُخصّص فيها قيم احتمالية الحدوث (LOO) لكل عنصر من عناصر الشبكة وانحطاطاتها. ويتم التعبير عن نتائج الاختبار المستخدم الذي يستخدم هذه النماذج الإحصائية على أساس تغطية نموذج الشبكة (NMC). وكانت نتائج NMC هذه غير مشروطة و لم تتعلق بتوصيف مسبق لأي عنصر من عناصر الشبكة أو انحطاطاتها. وهو مثال لنموذج إحصائي. ويشير الاختبار بواسطة نموذج إحصائي شامل إلى كيفية أداء أجهزة الاتصالات باستعمال شبكة بروتوكول الإنترنت (IP) من حيث تغطية نموذج الشبكة.

وعلى العكس من النماذج السابقة التي تركزت على انحطاطات الطبقة المادية، تركز هذه التوصية على أثر الانحطاطات في أداء الطبقة 3. ويمكن تقييم مجاري IP من أي نمط من أجهزة الشبكة باستخدام هذا النموذج.

ويتم التأكيد على أن مصنعي أجهزة الاتصالات وموردي الخدمة يهتمون بمواصفة تنمذج بدقة خصائص شبكة IP التي تحدد الأداء. ويرغب القائمون على التقييم في الحصول على مجموعة قاطعة من الاختبارات البسيطة التي تقيس بصورة سليمة أداء تجهيزات الاتصالات من مصنعين مختلفين. لذا فإن الهدف من هذه التوصية هو تعريف نموذج، بمعزل عن التكنولوجيا، يعتبر ممثلاً لشبكة IP ويمكن محاكاته بدرجة تعقيد معقولة ويسر أوقات التقييم العملية. ويمثل نموذج شبكة IP المقدم في هذه التوصية لمحة خاطفة عن المعطيات الفعلية للشبكة والمقدمة من موردي خدمة IP غير المعروفين ومصنعي تجهيزات شبكة IP ضمن الإطار الزمني لعام 2005، وسيستمر النموذج بالتطور مع توافر المزيد من المعلومات الإحصائية، ومع تطور شبكة IP.

ولدى إعداد هذا النموذج، وضعت بعض الفرضيات استناداً إلى أفضل المعلومات الإحصائية المتوفرة. وترد هذه الفرضيات في التذييل I.

والنموذج الموصوف في هذه التوصية مستقل عن التكنولوجيا، ويستوعب شبكات اتصالات IP وأجهزتها المختلفة.

وفيما يلي معلمات وانحطاطات تؤثر في جودة خدمة وأداء شبكة IP:

- معمارية الشبكة؛
- أنماط وصلات النفاذ؛
- تسيير الحافة المحكومة بجودة الخدمة QoS ؛
- خوارزميات التشفير؛
- التحويل من تماثلي لرقمي ومن رقمي لتماثلي؛
- حجم وحدة الإرسال القصوى MTU؛
- عدم مواءمة بروتوكول التشوير؛
- حالات خلل الشبكة؛
- عطب الوصلة؛
- انسياق الزمن؛
- رفرفة الطريق؛
- الرزم المعاد ترتيبها؛
- خسارة الرزمة (خسارة الرتل)؛
- تأخير باتجاه واحد (الكمون)؛
- تأخيرات متغيرة (ارتعاش)؛ و
- حركة سير الخلفية (ازدحام، عرض النطاق، استعمال، حمل الشبكة، تقاسم الحمل).

نموذج شبكة لتقييم أداء الإرسال المتعدد الوسائط باستعمال بروتوكول الإنترنت

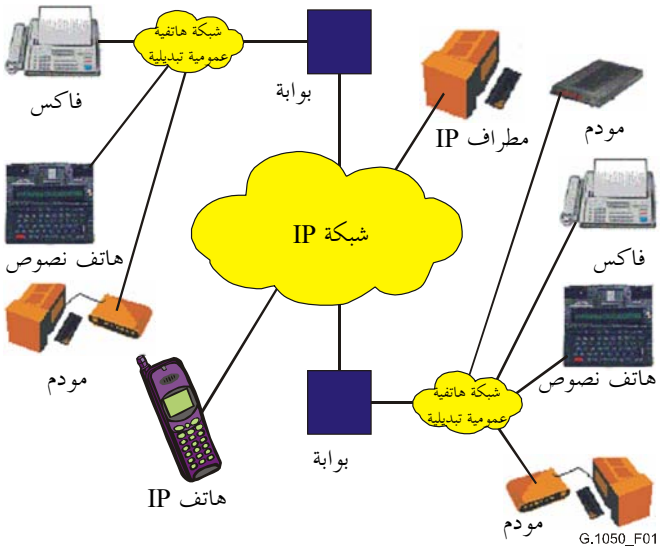
1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية نموذج شبكة بروتوكول الإنترنت (IP) وسيناريوهات لتقييم ومقارنة تجهيزات الاتصالات موصولة على شبكة منطقة شاسعة متقاربة. ويتألف نموذج الشبكة IP من العديد من توليفات الانحطاط القائمة على السيناريوهات والمتغيرة مع الوقت. ويمكن تقييم مجاري IP من أي نمط من أجهزة الشبكة باستخدام هذا النموذج. وتجمع سيناريوهات الاختبار، بين شبكة المنطقة المحلية (LAN) والنفاذ وعناصر أساسية للشبكة، بطريقة واقعية لاستحداث انحطاطات طبقة 3 لشبكة IP مما يؤدي إلى تعرض الرزم لتأخير أو خسارة متغيّرين. وتقوم هذه السيناريوهات على المعطيات الفعلية للشبكة المقدمة من مورّدي خدمة IP غير المعروفين ومصنعي تجهيزات شبكة IP.

وتشمل الأمثلة على أنماط التجهيزات الممكن تقييمها باستخدام هذا النموذج ما يلي:

- نقاط طرفية موصولة بشبكة بروتوكول الإنترنت:
  - أجهزة شبكة IP (مثل: وكلاء المستعملين، وكلاء النداء، مخدمات الوسائط، وحدات التحكم في تبادل خط الوسائط، حراس البوابات، مخدمات التطبيق، مسيّرات الحافة، وغير ذلك)؛
  - فيديو IP؛
  - هواتف IP؛
  - IAF (فاكس متصل بالإنترنت).
- أجهزة موصولة بشبكة هاتفية عمومية تبديلية (PSTN) عبر بوابات خط IP؛
  - خدمة هاتف عادية POTS من خلال بوابات نقل الصوت باستعمال (VoIP)؛
  - أجهزة طبصلة وبوابات خط T.38؛
  - مودم (معطيات نطاق صوتي، VBD) V.150.1 وV.152 باستعمال بوابات بروتوكول الإنترنت
  - هاتف نصوص V.151 عبر بوابات خط IP.

يبين الشكل 1 هذه الأجهزة وتوصيلاتها البينية عبر شبكة IP.



الشكل G.1050/1 – نموذج شبكة لتقييم أداء الإرسال المتعدد الوسائط

تتضمن النماذج معلمات يمكن استخدامها لتشكيل وإنشاء أجهزة مقلدة مناسبة.

تتضمن هذه التوصية متطلبات إلزامية وتوصيات وخيارات؛ ويستدل عليها بعبارات "سوف" و"ينبغي" و"يمكن" على الترتيب.

حدود هذا النموذج:

- لا يُتوخى من نموذج شبكة بروتوكول الإنترنت (IP) أن يمثل أي شبكة IP بعينها. إذ إنّه يقدم طائفة من سيناريوهات الاختبار التي قد تمثل سلسلة واسعة من خصائص شبكة IP، كتلك التي تقابل في شبكات حسنة الإدارة (تديرها نوعية الخدمة QoS)، وفي تلك التي تدار جزئياً (غير نوعية الخدمة) وفي تلك التي لا تخضع لإدارة (الإنترنت).
- يمكن لبعض الشبكات أن تستخدم شبكة هاتفية عمومية تبديلية (PSTN) عند أحد طرفي توصيل أو عند كليهما عبر بوابة خط الوسائط. ولا يتناول هذا النموذج سوى الجزء المتعلق ببروتوكول الإنترنت من الشبكة ولا يتناول الجزء المتعلق بالتوصيلة من طرف لطرف في الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية.
- نماذج الشبكة الممثلة في هذه التوصية لا تنمذج جميع التوصيلات المحتمل مصادفتها بين الأجهزة.
- يستند نموذج شبكة بروتوكول الإنترنت المطروح في هذه الوثيقة إلى استطلاع غير رسمي لموردي خدمة IP غير معروفين ومصنعي تجهيزات هذه الشبكة ضمن النطاق الزمني للعام 2005، وسيستمر في التطور مع توافر المزيد من المعلومات الإحصائية ومع تطور شبكة IP.

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، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

– التوصية ITU-T G.107 (2005)، *النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال.*

- التوصية ITU-T G.108 (1999)، *تطبيق النموذج E الإلكتروني: دليل التخطيط.*
- التوصية ITU-T G.114 (2003)، *زمن الإرسال باتجاه واحد.*
- التوصية ITU-T T.38 (2005)، *إجراءات اتصال بالفاكس من الزمرة 3 في الوقت الفعلي عبر شبكات بروتوكول الإنترنت IP.*
- التوصية ITU-T V.150.0 (2003)، *مودم شبكات بروتوكول الإنترنت IP: أساس.*
- التوصية ITU-T V.150.1 (2003)، *مودم بواسطة شبكات بروتوكول الإنترنت: إجراءات التوصيل من طرف إلى طرف لتجهيزات اتصالات معطيات السلسلة V.*
- التوصية ITU-T V.152 (2005)، *إجراءات دعم معطيات نطاق الصوت باستعمال شبكات بروتوكول الإنترنت.*
- التوصية ITU-T Y.1541 (2002)، *أهداف أداء الشبكة للخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت.*

3 المصطلحات والتعاريف

تعرف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.3 **خسارة الرشقة**: ارتفاع كثافة خسارة الرزمة بمرور الوقت، أو خسارة الرزم المتعاقبة، بسبب الازدحام أو حدود عرض النطاق أو إعادة التسيير (تأخير يُترجم إلى خسارة بسبب التنفيذ) على الشبكة.

2.3 **كودك**: تسمية مختصرة لمشفر/مفكك تشفير يجمع بين وظيفتي التحويل من تماثلي لرقمي ومن رقمي لتماثلي.

3.3 **تأخير**: الزمن المطلوب كي تعبر رزمة الشبكة أو قطاع من الشبكة. راجع الكمون.

4.3 **الاتجاه الهبوطي**: إرسال من مورد الخدمة باتجاه المستخدم النهائي.

5.3 **شبكة من طرف إلى طرف**: تتعلق بمسير كامل من نقطة طرفية إلى أخرى. يمكن للمصفوفات أن تشير إلى قطاع واحد (مثلاً: تأخير أساس) أو إلى مسير كامل (تأخير شبكة من طرف إلى طرف).

6.3 **النموذج E**: نموذج يستند إلى معيار (التوصيتان ITU-T G.107، وITU-T G.108). يستخدم لتخطيط نوعية إرسال شبكات الهاتف. وخرج النموذج E هو عامل تقدير الإرسال يدعى عامل–R. ويتراوح جدول عامل–R بين 0 و100 حيث 0 هي نوعية إرسال منخفضة و100 نوعية إرسال عالية.

7.3 **البوابة**: جهاز شبكة يعمل كمدخل لشبكة أخرى. وتتمثل إحدى الوظائف في تحويل الوسائط المقدمة في أحد الأنماط من الشبكة إلى النسق المطلوب في نمط آخر من الشبكة. مثل، قد تنهي البوابة القنوات الحمالة من شبكة دارة تبديلية (مثلاً إشارات رقمية 0 DS0) ومجاري الوسائط من شبكة رزمة (مثل مجاري بروتوكول النقل من الوقت الفعلي RTP في شبكة IP).

8.3 **شبكة IP**: شبكة قائمة على بروتوكول الإنترنت، وهو بروتوكول بدون توصيل.

9.3 **ارتعاش**: تباين في تأخير الرزم.

10.3 **دارئ الارتعاش**: منطقة بيانات مشتركة حيث بالإمكان جمع الرزم وخزنها وإرسالها إلى القائم على التجهيز ضمن فترات متباعدة بشكلٍ متساوٍ لتحسين ما يلقاه المستخدم النهائي.

11.3 **الكمون**: تعبير عن مدى الوقت الذي تستغرقه رزمة بيانات للانتقال من نقطة معينة إلى أخرى. راجع تأخير.

12.3 **الطبقة 3**: الطبقة الثالثة لنموذج التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة في المنظمة الدولية للتوحيد القياسي. وبرتوكول الإنترنت من بروتوكولات الطبقة 3.

13.3 عطب الوصلة: فترة تعاقب خسارة الرزم التي قد تمتد لبضع ثوانٍ، أو أحياناً لبضع دقائق. يحاكي نموذج الشبكة إثر عطب الوصلة في القطاع الأساس بإسقاط رزم متعاقبة طيلة فترة عطب الوصلة.

14.3 فترة عطب الوصلة: الفترة الزمنية الفاصلة بين عطبي وصلة.

15.3 احتمالية الحدوث: احتمال مقدر مقيّس، يعبر عنه بنسبة مئوية، لحدوث تركيبة أعطاب معينة في شبكة IP.

16.3 جودة المحادثة حسب متوسط الآراء: مقياس لمدى جودة التوصيل يميز الكيفية التي يقدر فيها المستخدمون الجودة الإجمالية للنداء استناداً لجودة الاستماع وقدرتهم على التحادث أثناء نداء. يتضمن هذا أي صعوبات تتعلق بالصدى والتأخير يمكن أن تؤثر في المحادثة. وتتراوح المعلمات بين واحدة إلى خمس.

17.3 جودة الإصغاء حسب متوسط الآراء: مقياس لمدى جودة التوصيل يميز الكيفية التي يقدّر فيها المستخدمون ما "يسمعونه" أثناء نداء. تتراوح المعلمات بين واحدة إلى خمس.

18.3 حجم وحدة الإرسال القصوى: أكبر حجم لرزمة أو رتل، محدد في أثمونات، يتسنى إرساله في شبكة قائمة على الرزم أو الأرتال كالإنترنت.

19.3 درجة تغطية نموذج الشبكة: قيمة تُستخدم في منحني NMC. وهي درجة تُحسب من ضرب LOO لتركيبات معدل شبكة منطقة محلية (LAN) بـــ LOO من أجل تحديد درجات الشدة. يبلغ المجموع الكلي للدرجة 100% لكل درجة شدة (A، B، C). الدرجة = $LOO_{Severity} \times LOO_{LAN/access}$.

20.3 انشغال: الحركة الخلفية على LAN، بما فيها الازدحام من التصادمات، والتي لا تشكل جزءاً من إشارة المستخدم الجاري تقييمها.

21.3 خسارة الرزم: تخلف الرزمة عن عبور الشبكة إلى المقصد. (لا يأخذ هذا النموذج بالحسبان عمليات الاستبعاد الناجمة عن فيض الدارئ).

22.3 حجب خسارة الرزم: طريقة لإخفاء خسارة رزم الوسائط بتوليد رزم تركيبية.

23.3 ارتعاش الذروة: التغّير الأقصى للتأخير عن متوسط التأخير.

24.3 ارتعاش من ذروة إلى ذروة: النطاق الكامل لتأخير الرزمة من الحد الأقصى إلى الحد الأدنى.

25.3 تسيير حافة جودة الخدمة: تسيير بين شبكة مباني العميل وشبكة مورد الخدمة على أساس قيم تصنيف نوعية الخدمة.

26.3 نوعية نداء عامل–R: قياس لعامل–R يميز الكيفية التي يقدّر بها المستخدمون النوعية الإجمالية للنداء استناداً لجودة الاستماع وقدرتهم على التحادث أثناء نداء. يتضمن هذا أي صعوبات تتعلق بالصدى والتأخير يمكن أن تؤثر في المحادثة.

27.3 عامل–R: مقياس موضوعي لنوعية إرسال شبكات الهاتف يستند إلى النموذج الإلكتروني E الموصوف في التوصيتين G.107 وG.108 الصادرتين عن قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد. يتراوح سلم عامل–R بين 0 و100 حيث 0 هو جودة إرسال منخفضة و100 جودة إرسال عالية.

28.3 جودة الاستماع لعامل–R: مقياس لعامل–R يميز الكيفية التي يقدر بها المستخدمون ما "يسمعونه" أثناء نداء.

29.3 الرزم المعاد ترتيبها: رزمة تبلغ المقصد بعدد من تتابع الرزم يقل عن الرزم السابقة.

30.3 رفرفة الطريق: التغييرات المتكررة في مسير بسبب تحديثات جدول التسيير. يحاكي نموذج الشبكة أثر رفرفة الطريق بإحداث تغييرات متزايدة في قيم التأخير للقطاع الأساسي.

31.3 التأخير الكلي: التأخير التراكمي لكل قطاعات التوصيل.

32.3 الإرسال الصاعد: إرسال من المستخدم النهائي باتجاه مورد الخدمة.

4 المختصرات

تستخدم هذه التوصية المختصرات التالية:

ADSL خط رقمي لا تناظري لمشترك *(Asymmetric Digital Subscriber Line)*

CSMA/CD نفاذ متعدد لتحسس، بالموجة الحاملة/كاشف الاصطدام *(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)*

IP بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*

ISDN الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات *(Integrated Services Digital Network)*

LAN شبكة منطقة محلية *(Local Area Network)*

LOO احتمالية الحدوث *(Likelihood Of Occurrence)*

MOS متوسط درجة الرأي *(Mean Opinion Score)*

MTU وحدة الإرسال الأقصى *(Maximum Transmission Unit)*

NMC تغطية نموذج الشبكة *(Network Model Coverage)*

OSI توصيل بيني للأنظمة المفتوحة *(Open Systems Interconnection)*

PESQ تقييم محسوس لجودة الكلام *(Perceptual Evaluation of Speech Quality)*

PLC حجب خسارة الرزم *(Packet Loss Concealment)*

POTS الخدمة الهاتفية العادية *(Plain Old Telephone Service)*

PSQM قياس جودة الكلام المحسوسة *(Perceptual Speech Quality Measurement)*

PSTN شبكة هاتفية عمومية تبديلية *(Public Switched Telephone Network)*

QoS نوعية الخدمة *(Quality of Service)*

RF تردد راديوي *(Radio Frequency)*

SDSL خط رقمي تناظري لمشترك *(Symmetric Digital Subscriber Line)*

SLA اتفاق مستوى الخدمة *(Service Level Agreement)*

VoIP نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت *(Voice over Internet Protocol)*

VTC مؤتمر فيديوي عن بعد *(Video Teleconferencing)*

5 وصف النموذج

يتألف نموذج شبكة بروتوكول الإنترنت من العديد من توليفات الانحطاط القائمة على سيناريوهات، والتباين الزمني لانحطاطات شبكة IP التي توفر عينة هامة عن ظروف الانحطاط. ويمكن للاختبارات المستخدمة لهذا النموذج أن تكون أحادية الاتجاه أو ثنائية الاتجاه الذي يحدث في كلا الاتجاهين. ونظراً لأن وصلات النفاذ يمكن أن تكون ذات طابع لا تناظري، وأن الرزم المرتحلة في أحد الاتجاهين ستصادف أقساماً من النموذج بترتيب مختلف عن الرزم المرتحلة بالاتجاه الآخر، فيمكن للانحطاطات أن تختلف في كل اتجاه. ويبين الشكل 2 معلمات وانحطاطات الشبكة التي تنطبق على كل قسم في النموذج:

معلمات الجانب–A:

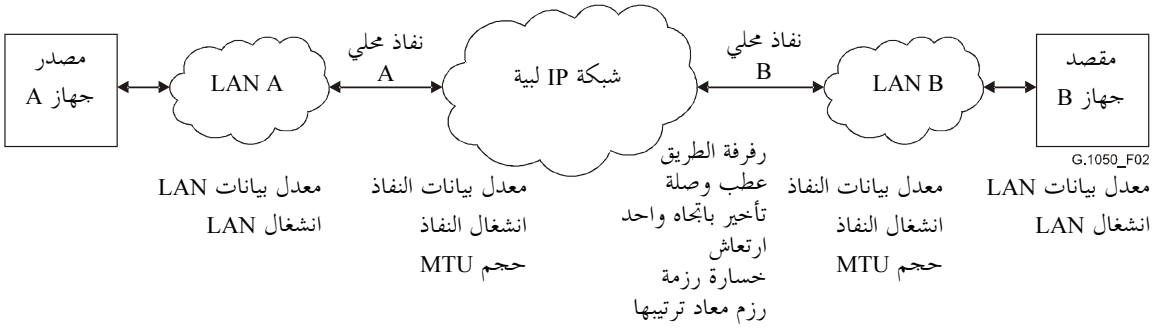
معدل ونمط LAN A، انشغال LAN A، معدلات النفاذ المحلي في A في كل اتجاه، انشغال النفاذ في A، حجم وحدة الإرسال القصوى.

المعلمات الأساسية:

فترة رفرفة المسار، تغيير تأخير رفرفة المسار، فترة عطب الوصلة، أمد عطب الوصلة، تأخير الاتجاه الواحد، الارتعاش، الرزم المعاد ترتيبها، خسارة الرزم.

معلمات الجانب–B:

معدل ونمط LAN B، انشغال LAN B، معدلات النفاذ المحلي في B في كل اتجاه، انشغال النفاذ في B، حجم وحدة الإرسال القصوى.



الشكل G.1050/2 – نموذج انحطاط شبكة بروتوكول الإنترنت

يوفر التذييل I الأساس المنطقي لمعلمات وانحطاطات الشبكة بالنسبة لنموذج شبكة بروتوكول الإنترنت.

يحدد التذييل II خوارزميات حساب التأخير وإعادة ترتيب الرزم وخسارة الرزم نتيجةً لمعلمات وانحطاطات الشبكة في كل قسم من النموذج.

ويمكن تقييم مجاري الشبكة IP من أي نمط من أنماط أجهزة الشبكة باستخدام نموذج شبكة IP وما سيفضي إلى نتائج تتوافق مع نمط الجهاز أو الاستخدامات قيد التقييم.

ومن المتوخى أن يسمح الاختبار باستكمال مجموعة كاملة من عمليات الاختبار في غضون 36 ساعة (على أن يستغرق إجراء الاختبار دقيقتين لكل حالة اختبار) أو أقل حسب نمط الاختبار قيد الإجراء. وتتناسب منهجية الاختبار بسهولة للتحويل إلى أسلوب الأتمتة. وتسيّر الوحدة قيد الاختبار (UUT) على كل توليفة انحطاط. ويمكن النظر إلى هذا النهج على أنه التشغيل عبر العديد من عقد IP الإفرادية ذات النطاق الواسع من الانحطاطات.

- وتشمل البنود خارج النموذج والتي تؤثر في التأخير من طرف إلى طرف والارتعاش ونوعية الاستخدام ما يلي:
- حجم الرزمة.
- معدل توليد رزم المصدر – بافتراض مجرى متساوي التزامن.
- خوارزميات الضغط.
- خوارزميات حجب خسارة الرزم.
- نمط وحجم دارئ الارتعاش.
- تصحيح الخطأ الأمامي.
- تسيير حافة نوعية الخدمة (QoS).
- كشف نشاط الصوت.

6 إقامة مستوى انحطاط شبكة IP

1.6 ملامح اختبار الخدمة

يصف الجدول 1 ملامح اختبار الخدمة والتطبيقات وآليات العقدة وتقنيات الشبكة المرتبطة بها. وتستخدم التوصية ITU-T Y.1541 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد نهجاً مشابهاً، لكن قد يتعذر إجراء تقابل على أساس كل بند على حدة مع ملامح الخدمة هذه.

الجدول G.1050/1 – ملامح اختبار الخدمة

ملامح اختبار الخدمة	تطبيقات (أمثلة)	آليات العقدة	تقنيات الشبكة
شبكة IP حسنة الإدارة (ملامح A)	فيديو عالي النوعية وخدمة نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت وVTC (تطبيقات الوقت الحقيقي، حساسية الفقد، حساسية الارتعاش، عالية التفاعل)	نوعية الخدمة الدقيقة، ضمان انعدام الاشتراك الزائد على الوصلات	تسيير ومسافات مقيدة
شبكة IP مدارة جزئياً (ملامح B)	خدمة نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت وVTC (تطبيقات الوقت الحقيقي، حساسية الارتعاش، عالية التفاعل)	صف انتظار منفصل مع تخديم تفاضلي، تهيئة الحركة	تسيير ومسافات أقل تقييداً
شبكة IP بدون إدارة، إنترنت (ملامح C)	فيديو بنوعية أقل وخدمة VoIP، تشوير، تفاعل بيانات (عالية التفاعلية)	صف انتظار منفصل (إسقاط الأولوية)	تسيير ومسافات مقيدة
	بيانات التفاعل، تفاعلية		تسيير ومسافات أقل تقييداً
	تفاعلات قصيرة، بيانات بمقادير كبيرة (خسارة منخفضة)	صف انتظار طويل (إسقاط الأولوية)	أي طريق/مسار
	تطبيقات إنترنت تقليدية (شبكات IP بالتغيّب)	صف انتظار منفصل (أقل أولوية)	أي طريق/مسار

2.6 انحطاطات الشبكة

1.2.6 ملامح اختبار الخدمة

تُستخدم ملامح الاختبار الثلاثة التالية في نموذج شبكة IP هذا، وبالإمكان ربطها مع اتفاقيات مستوى الخدمة (SLA):

- شبكة حسنة الإدارة (ملامح A) – شبكة بدون وصلات مفرطة الالتزام التي تستخدم لتسيير حافة نوعية الخدمة (QoS).
- شبكة مدارة جزئياً (ملامح B) – شبكة تقلص إلى أقل حد الوصلات مفرطة الالتزام ولها وصلة أو أكثر بدون تسيير حافة نوعية الخدمة.
- شبكة بدون إدارة، (ملامح C) – شبكة بدون إدارة كالإنترنت تتضمن وصلات مفرطة الالتزام ولها وصلة أو أكثر بدون تسيير حافة نوعية الخدمة (QoS).

وتمثل هذه الجداول مستويات الانحطاط من طرف إلى طرف، بما في ذلك LAN والنفاذ. ويعادل إجمالي خسارة الرزم في الجداول 2 و3 و4 مجموع خسارات الرزم التتابعية وخسارات الرزم العشوائية. ويلاحظ أن موردي الخدمة (SLA) لا يضمنون سوى خصائص القسم الأساسي من الشبكة.

الجدول G.1050/2 – مجالات الانحطاط لشبكة حسنة الإدارة (ملامح A)

نمط الانحطاط	وحدات	المجال (الأدنى إلى الأقصى)
كمون باتجاه واحد	ميليثانية	20 إلى 100 (إقليمي) 90 إلى 300 (دولي)
ارتعاش (ذروة إلى ذروة)	ميليثانية	0 إلى 50
خسارة رزمة تتابعية	ميليثانية	خسارة عشوائية فقط (إلا عند حدوث عطب في الوصلة)
معدل الخسارة التتابعية	ثانية$^{-1}$	خسارة عشوائية فقط (إلا عند حدوث عطب في الوصلة)
خسارة رزمة عشوائية	%	0 إلى 0,05
رزم معاد ترتيبها	%	0 إلى 0,001

الجدول G.1050/3 – مجالات الانحطاط لشبكة مدارة جزئياً (ملامح B)

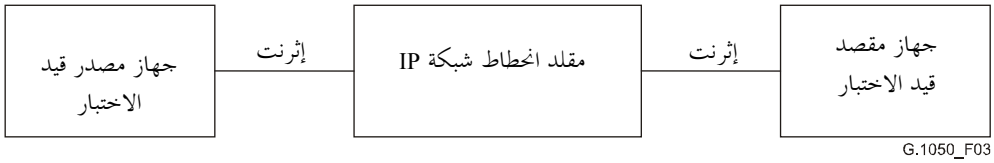
نمط الانحطاط	وحدات	المجال (الأدنى إلى الأقصى)
كمون باتجاه واحد	ميليثانية	50 إلى 100 (إقليمي) 90 إلى 400 (دولي)
ارتعاش (ذروة إلى ذروة)	ميليثانية	0 إلى 150
خسارة رزمة تتابعية	ميليثانية	40 إلى 200
معدل الخسارة التتابعية	ثانية$^{-1}$	$\geq 10^{-3}$ (ملاحظة)
خسارة رزمة عشوائية	%	0 إلى 2
رزم معاد ترتيبها	%	0 إلى 0,01
ملاحظة – تحدث خسارة الرزمة التتابعية مرة كل 1000 ثانية.		

الجدول G.1050/4 – مجالات الانحطاط لشبكة غير مدارة (ملامح C)

نمط الانحطاط	وحدات	المجال (الأدنى إلى الأقصى)
كمون باتجاه واحد	ميليثانية	50 إلى 500
ارتعاش (ذروة إلى ذروة)	ميليثانية	0 إلى 500
خسارة رزمة تتابعية	ميليثانية	40 إلى 10000
معدل الخسارة التتابعية	ثانية$^{-1}$	$\geq 10^{-1}$ (ملاحظة 2)
خسارة رزمة عشوائية	%	0 إلى 20
رزم معاد ترتيبها	%	0 إلى 0,1
الملاحظة 1 – يمثل هذا الجدول مستويات لشبكات تعمل بشكل طبيعي دون إدارة. يمكن لمستويات الانحطاط لحالة الانحطاط H أن تتجاوز المجالات الواردة في هذا الجدول لمراعاة ظروف كارثة. **الملاحظة 2** – تحدث خسارة الرزمة التتابعية مرة كل 10 ثوان.		

3.6 إقامة الاختبار

(انظر الشكل 3)



الشكل G.1050/3– مخطط فدرة إنشاء محاكي

4.6 جداول توليفة الانحطاط

تتألف كل حالة اختبار من مجموعة كاملة من المعلمات والانحطاطات. وتكوّن معدلات LAN والنفاذ عند كل طرف توصيل أول هذه المعلمات. وتشير هذه المعدلات إلى المعدلات الفعالة وهي تتغير تبعاً لعوامل عدة بما فيها طول المسافة من المكتب المركزي، وزيادة الاشتراك وعروض الخدمة وعدد المستخدمين في وقت واحد وانحطاطات المنشأة المادية وعوامل أخرى.

تدرج الجداول 5 إلى 8 المعدلات النمطية لمواقع منـــزلية وتجارية بدلاً من معدلات عرض الخدمة.

فيما يلي التوليفات المحتملة للمواقع:

- من منـــزل لمنـــزل
- من منـــزل لمنشأة عمل
- من منشأة عمل لمنـــزل
- من منشأة عمل لمنشأة عمل

الجدول G.1050/5 – معدلات شبكة منطقة محلية للمواقع المنـــزلية

معدل LAN الفعال (ميغابت/ثانية)	LOO (%)	يمثل
4	75	802.11b, 10BaseT hub
20	25	802.11g, 100BaseT hub

الجدول G.1050/6 – معدلات شبكة منطقة محلية لمواقع منشآت أعمال

معدل LAN الفعال (ميغابت/ثانية)	LOO (%)	يمثل
4	20	802.11b, 10BaseT
20	20	802.11g, 100BaseT hub
100	60	100BaseT switched, Gbit Ethernet

الجدول G.1050/7 – معدلات النفاذ للمواقع المنـــزلية

يمثل	LOO (%)	معدل النفاذ	
		من الأساس (كيلوبت/ثا)	باتجاه الأساس (كيلوبت/ثانية)
ADSL	40	768	128
كبل، ADSL	50	1536	384
كبل، ADSL	10	3000	384

الجدول G.1050/8 – معدلات النفاذ لمواقع منشآت أعمال

يمثل	LOO (%)	معدل النفاذ	
		من الأساس (كيلوبت/ثانية)	باتجاه الأساس (كيلوبت/ثانية)
دخول ADSL	40	1536	384
ممتاز ADSL	15	3000	384
T1	40	1 536	1 536
T3	5	43 000	43 000

يرجح هذا النموذج انتشار معدلات LAN والنفاذ للمنـــزل ومنشأة العمل بنفس الدرجة.

الجدول 9، جدول إجمالي توليفات المعدلات، يتألف من كل التوليفات المحتملة للمواقع ومعدلات LAN ومعدلات النفاذ. ويتم حساب عمود احتمالية الحدوث LOO لكل توليفة عن طريق ضرب LOO لمعدل LAN في LOO لمعدل النفاذ. وحيث تحدث توليفات مكررة (لتوليفة بترتيب عكسي)، فيتم دمجها وجمع قيم LOO المرتبطة بها معاً. مما يؤدي إلى 133 توليفة مختلفة للمعدلات مع قيم LOO يبلغ حاصل جمعها 100%.

الجدول G.1050/9 – توليفات معدلات شبكة منطقة محلية والنفاذ

رقم حالة الاختبار	LAN A rate (ميغابت/ثانية)	A->B access rate at A (كيلوبت/ثانية)	A->B access rate at B (كيلوبت/ثانية)	LAN B rate (ميغابت/ثانية)	B->A access rate at B (كيلوبت/ثانية)	B->A access rate at A (كيلوبت/ثانية)	LOO (%)
1	4	128	768	4	128	768	2,2500
2	4	128	768	20	128	768	1,5000
3	20	128	768	20	128	768	0,2500
4	4	128	1 536	4	384	768	3,4125
5	4	128	1 536	20	384	768	2,6750
6	20	128	1 536	20	384	768	0,5125
7	4	128	3 000	4	384	768	0,7875
8	4	128	3 000	20	384	768	0,6750
9	20	128	3 000	20	384	768	0,1375
10	4	384	768	4	128	1 536	3,4125
11	4	384	768	20	128	1 536	2,6750
12	20	384	768	20	128	1 536	0,5125
13	4	384	1 536	4	384	1 536	5,1756

الجدول G.1050/9 – توليفات معدلات شبكة منطقة محلية والنفاذ

رقم حالة الاختبار	LAN A rate (ميغابت/ثانية)	A->B access rate at A (كيلوبت/ثانية)	A->B access rate at B (كيلوبت/ثانية)	LAN B rate (ميغابت/ثانية)	B->A access rate at B (كيلوبت/ثانية)	B->A access rate at A (كيلوبت/ثانية)	LOO (%)
14	4	384	1 536	20	384	1 536	4,6638
15	20	384	1 536	20	384	1 536	1,0506
16	4	384	3 000	4	384	1 536	1,1944
17	4	384	3 000	20	384	1 536	1,1638
18	20	384	3 000	20	384	1 536	0,2819
19	4	384	768	4	128	3 000	0,7875
20	4	384	768	20	128	3 000	0,6750
21	20	384	768	20	128	3 000	0,1375
22	4	384	1 536	4	384	3 000	1,1944
23	4	384	1 536	20	384	3 000	1,1638
24	20	384	1 536	20	384	3 000	0,2819
25	4	384	3 000	4	384	3 000	0,2756
26	4	384	3 000	20	384	3 000	0,2888
27	20	384	3 000	20	384	3 000	0,0756
28	4	128	1 536	100	384	768	1,8000
29	20	128	1 536	100	384	768	0,6000
30	4	128	3 000	100	384	768	0,6750
31	20	128	3 000	100	384	768	0,2250
32	4	128	1 536	4	768	1 536	0,6000
33	4	128	1 536	20	768	1 536	0,8000
34	4	128	1 536	100	768	1 536	1,8000
35	20	128	1 536	20	768	1 536	0,2000
36	20	128	1 536	100	768	1 536	0,6000
37	4	128	43 000	4	768	43 000	0,0750
38	4	128	43 000	20	768	43 000	0,1000
39	4	128	43 000	100	768	43 000	0,2250
40	20	128	43 000	20	768	43 000	0,0250
41	20	128	43 000	100	768	43 000	0,0750
42	4	384	1 536	100	384	1 536	5,4600
43	20	384	1 536	100	384	1 536	2,4600
44	4	384	3 000	100	384	1 536	1,6538
45	20	384	3 000	100	384	1 536	0,7913
46	4	384	1 536	4	1 536	1 536	0,9100
47	4	384	1 536	20	1 536	1 536	1,3200
48	4	384	1 536	100	1 536	1 536	3,2100
49	20	384	1 536	20	1 536	1 536	0,4100
50	20	384	1 536	100	1 536	1 536	1,7100
51	4	384	43 000	4	1 536	43 000	0,1138
52	4	384	43 000	20	1 536	43 000	0,1650
53	4	384	43 000	100	1 536	43 000	0,4013
54	20	384	43 000	20	1 536	43 000	0,0513
55	20	384	43 000	100	1 536	43 000	0,2138
56	4	384	1 536	100	384	3 000	1,6538
57	20	384	1 536	100	384	3 000	0,7913

الجدول G.1050/9 – توليفات معدلات شبكة منطقة محلية والنفاذ

رقم حالة الاختبار	LAN A rate (ميغابت/ثانية)	A->B access rate at A (كيلوبت/ثانية)	A->B access rate at B (كيلوبت/ثانية)	LAN B rate (ميغابت/ثانية)	B->A access rate at B (كيلوبت/ثانية)	B->A access rate at A (كيلوبت/ثانية)	LOO (%)
58	4	384	3 000	100	384	3 000	0,4725
59	20	384	3 000	100	384	3 000	0,2475
60	4	384	1 536	4	1 536	3 000	0,2100
61	4	384	1 536	20	1 536	3 000	0,3200
62	4	384	1 536	100	1 536	3 000	0,8100
63	20	384	1 536	20	1 536	3 000	0,1100
64	20	384	1 536	100	1 536	3 000	0,5100
65	4	384	43 000	4	3 000	43 000	0,0263
66	4	384	43 000	20	3 000	43 000	0,0400
67	4	384	43 000	100	3 000	43 000	0,1013
68	20	384	43 000	20	3 000	43 000	0,0138
69	20	384	43 000	100	3 000	43 000	0,0638
70	4	384	768	100	128	1 536	1,8000
71	20	384	768	100	128	1 536	0,6000
72	4	384	768	100	128	3 000	0,6750
73	20	384	768	100	128	3 000	0,2250
74	4	768	1 536	4	128	1 536	0,6000
75	4	768	1 536	20	128	1 536	0,8000
76	20	768	1 536	20	128	1 536	0,2000
77	4	768	1 536	100	128	1 536	1,8000
78	20	768	1 536	100	128	1 536	0,6000
79	4	1 536	1 536	4	384	1 536	0,9100
80	4	1 536	1 536	20	384	1 536	1,3200
81	20	1 536	1 536	20	384	1 536	0,4100
82	4	1 536	1 536	100	384	1 536	3,2100
83	20	1 536	1 536	100	384	1 536	1,7100
84	4	1 536	3 000	4	384	1 536	0,2100
85	4	1 536	3 000	20	384	1 536	0,3200
86	20	1 536	3 000	20	384	1 536	0,1100
87	4	1 536	3 000	100	384	1 536	0,8100
88	20	1 536	3 000	100	384	1 536	0,5100
89	4	768	43 000	4	128	43 000	0,0750
90	4	768	43 000	20	128	43 000	0,1000
91	20	768	43 000	20	128	43 000	0,0250
92	4	768	43 000	100	128	43 000	0,2250
93	20	768	43 000	100	128	43 000	0,0750
94	4	1 536	43 000	4	384	43 000	0,1138
95	4	1 536	43 000	20	384	43 000	0,1650
96	20	1 536	43 000	20	384	43 000	0,0513
97	4	1 536	43 000	100	384	43 000	0,4013
98	20	1 536	43 000	100	384	43 000	0,2138
99	4	3 000	43 000	4	384	43 000	0,0263
100	4	3 000	43 000	20	384	43 000	0,0400
101	20	3 000	43 000	20	384	43 000	0,0138

الجدول G.1050/9 – توليفات معدلات شبكة منطقة محلية والنفاذ

رقم حالة الاختبار	LAN A rate (ميغابت/ثانية)	A->B access rate at A (كيلوبت/ثانية)	A->B access rate at B (كيلوبت/ثانية)	LAN B rate (ميغابت/ثانية)	B->A access rate at B (كيلوبت/ثانية)	B->A access rate at A (كيلوبت/ثانية)	LOO (%)
102	4	3 000	43 000	100	384	43 000	0,1013
103	20	3 000	43 000	100	384	43 000	0,0638
104	100	384	1 536	100	384	1 536	1,4400
105	100	384	3 000	100	384	1 536	0,5400
106	100	384	1 536	100	1 536	1 536	1,4400
107	100	384	43 000	100	1 536	43 000	0,1800
108	100	384	1 536	100	384	3 000	0,5400
109	100	384	3 000	100	384	3 000	0,2025
110	100	384	1 536	100	1 536	3 000	0,5400
111	100	384	43 000	100	3 000	43 000	0,0675
112	100	1 536	1 536	100	384	1 536	1,4400
113	100	1 536	3 000	100	384	1 536	0,5400
114	4	1 536	1 536	4	1 536	1 536	0,1600
115	4	1 536	1 536	20	1 536	1 536	0,3200
116	4	1 536	1 536	100	1 536	1 536	0,9600
117	20	1 536	1 536	20	1 536	1 536	0,1600
118	20	1 536	1 536	100	1 536	1 536	0,9600
119	100	1 536	1 536	100	1 536	1 536	1,4400
120	4	1 536	43 000	4	1 536	43 000	0,0400
121	4	1 536	43 000	20	1 536	43 000	0,0800
122	4	1 536	43 000	100	1 536	43 000	0,2400
123	20	1 536	43 000	20	1 536	43 000	0,0400
124	20	1 536	43 000	100	1 536	43 000	0,2400
125	100	1 536	43 000	100	1 536	43 000	0,3600
126	100	1 536	43 000	100	384	43 000	0,1800
127	100	3 000	43 000	100	384	43 000	0,0675
128	4	43 000	43 000	4	43 000	43 000	0,0025
129	4	43 000	43 000	20	43 000	43 000	0,0050
130	4	43 000	43 000	100	43 000	43 000	0,0150
131	20	43 000	43 000	20	43 000	43 000	0,0025
132	20	43 000	43 000	100	43 000	43 000	0,0150
133	100	43 000	43 000	100	43 000	43 000	0,0225

يدرج الجدول 10 ثمانية مستويات للشدة (A حتى H). يتألف كل مستوى للشدة من توليفة انحطاطات من موقع المصدر والشبكة الأساسية وموقع المقصد. لتقليص زمن الاختبار بالحد الأدنى، ويمكن للقائم على الاختبار أن يختار إجراء حالات اختبار مرتبطة باتفاق مستوى الخدمة SLA (الملامح A أو B أو C) على النحو الوارد في الفقرة 1.2.6. راجع التذييل II للاطلاع على الاستعمال الدقيق لهذه المعلمات في خوارزميات الانحطاط.

الجدول G.1050/10 – توليفات شدة الانحطاط

الانحطاط	وحدات الشدة=>	A	B	C	D	E	F	G	H*
ملامح LOO A	%	50	30	15	5	0	0	0	0
ملامح LOO B	%	5	25	30	25	10	5	0	0
ملامح LOO C	%	5	5	10	15	20	25	15	5
معلمات موقع المصدر (A)									
انشغال A LAN	%	1	2	3	5	8	12	16	20
انشغال نفاذ A	%	0	1	2	4	8	15	30	50
MTU A	بايتات	512	512	1508	1508	1508	1508	1508	1508
انحطاطات الشبكة الأساسية									
فترة رفرفة الطريق	ثواني	0	3600	1800	900	480	240	120	60
تأخير رفرفة الطريق	مليثانية	0	2	4	8	16	32	64	128
تأخير (إقليمي)	مليثانية	4	8	16	32	64	128	256	512
تأخير (عبر القارات)	مليثانية	16	32	64	128	196	256	512	768
ارتعاش (ذروة إلى ذروة)	مليثانية	5	10	24	40	70	100	150	500
فترة عطب الوصلة	ثواني	0	3600	1800	900	480	240	120	60
أمد عطب الوصلة	مليثانية	0	64	128	256	400	800	1600	3000
خسارة الرزمة	%	0	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,5	1
رزم معاد ترتيبها	%	0	0,00025	0,0005	0,001	0,005	0,01	0,05	0,1
معلمات موقع المقصد (B)									
انشغال نفاذ B	%	0	1	2	4	8	15	30	50
MTU B	بايتات	512	512	1508	1508	1508	1508	1508	1508
انشغال B LAN	%	1	2	3	5	8	12	16	20
* يمكن للحالة H أن تتجاوز المجالات الواردة في الجدول 4 لتراعي ظروف الكارثة.									

تتم تسمية اللائحة الكاملة لحالات الاختبار البالغ عددها 1064 كما يلي:

- 1A، 1B، 1C،... 1H تجمع توليفة المعدل 1 مع مستويات الشدة A، B، C... H.
- 2A، 2B، 2C،... 2H تجمع توليفة المعدل 1 مع نفس مستويات الشدة A، B، C... H.
- و هكذا حتى...
- تكتمل H133 حالات الاختبار الكلية البالغة 133 × 8 = 1064.

5.6 تغطية نموذج الشبكة

تبين الأشكال 4 حتى 7 أمثلة على منحنيات تغطية نموذج الشبكة NMC لنقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت (VoIP) القائم على إحصاءات نتائج الأمثلة. ففي منحنيات العينة، يبين محور Y معلمة النوعية المنشورة ويبين محور X النسبة المئوية لتغطية نموذج الشبكة. وتنشأ منحنيات NMC باتّباع الإجراء التالي:

1) تجري كل حالة اختبار (وسيكون لها درجة من التغطية NMC مرتبطة بها).

2) تُقاس المعلمة (أو المعلمات) المنشودة (مثل PESQ، PEAQ، PSQM، MOS، والصبيب، ومعدل التوصيل، وقياس نوعية الفيديو، وغير ذلك).

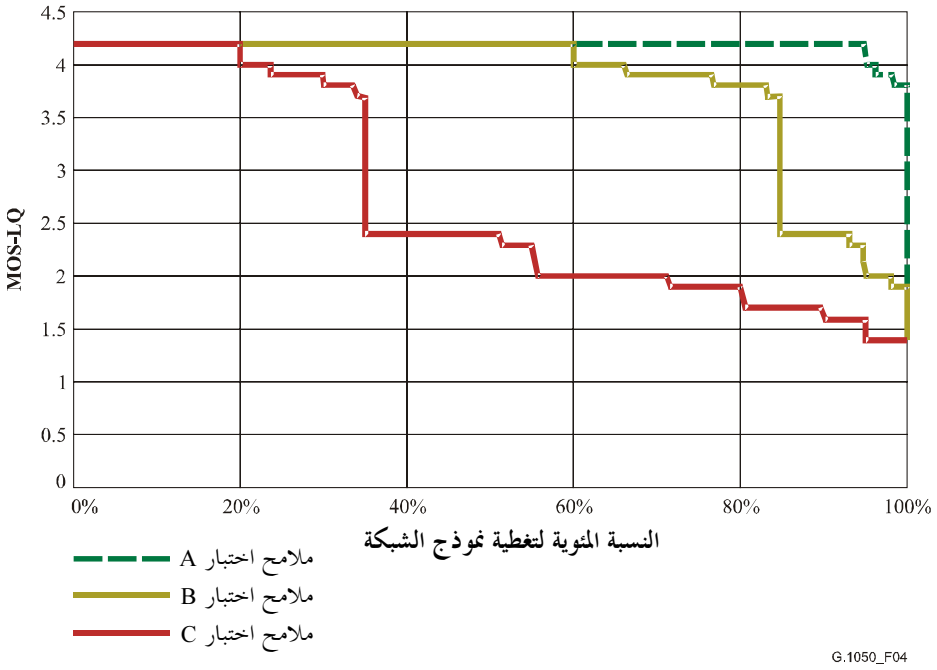
3) يجري فرز المعلمة (أو المعلمات) المقاسة بالترافق مع درجات NMC المرتبطة بها بترتيب تنازلي باستخدام لوحة جدولية أو آلية مشابهة.

4) ترسم المعلمة (أو المعلمات) المقاسة، على محور Y ودرجة التغطية NMC المرتبطة بها على محور X.

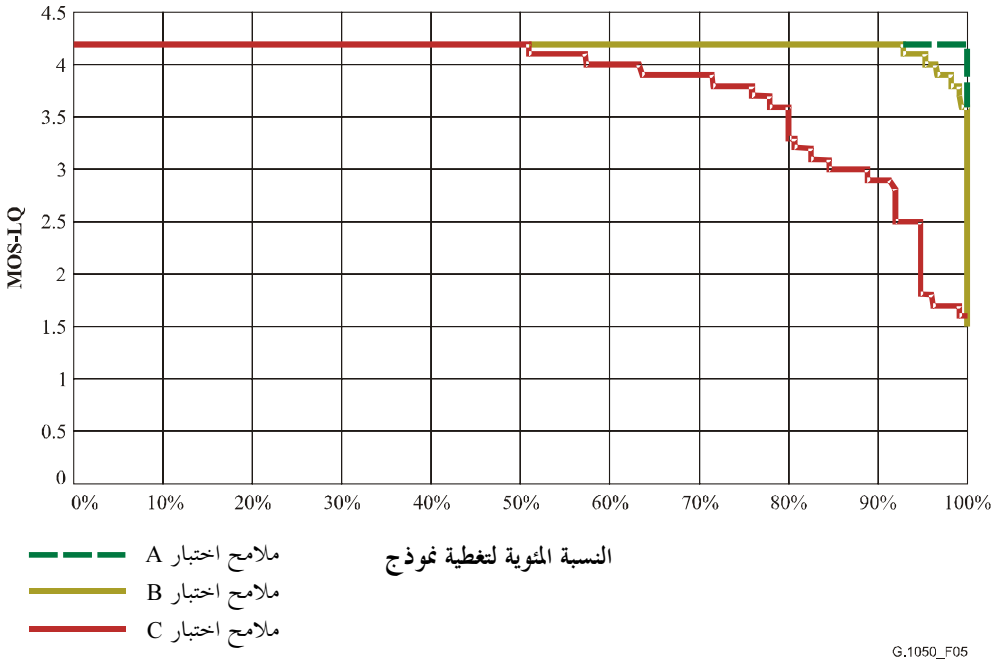
5) يبين المنحني الناتج الأداء (من حيث المعلمة المقاسة) كنسبة مئوية من نموذج الشبكة.

ويُستخدم الشكل البياني الناتج لإجراء مقارنة أداء/نوعية الخدمة بالنسبة لمختلف اتفاقات مستوى الخدمة SLA والأجهزة المختلفة. وتحدد التوصية ITU-T G.107 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات مستويات رضاء المستخدم بعامل R ودرجة متوسط الرأي (MOS) – أي قيم نوعية الاستماع. وتبين النقطة التي تعبر فيها تغطية NMC (محور X) درجة معينة (محور Y) النسبة المئوية للمستخدمين الذين سيتمتعون بذلك المستوى من رضاء المستخدم أو بمستوى أعلى من ذلك.

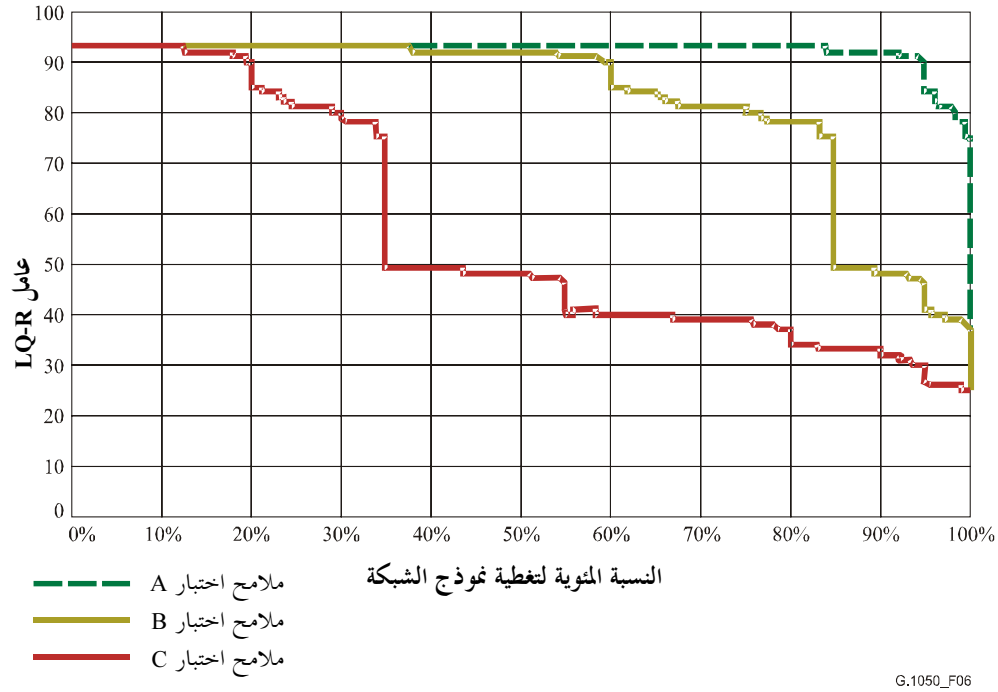
وتوضح أمثلة الأشكال البيانية مقارنة بين درجات نوعية الصوت لجهاز على امتداد ملامح SLA. لكن بالإمكان استخدام أي مقياس للأداء أو النوعية على محور Y لتقييم مدى تغطية NMC على امتداد ملامح مستوى الخدمة أو الأجهزة المتعددة.



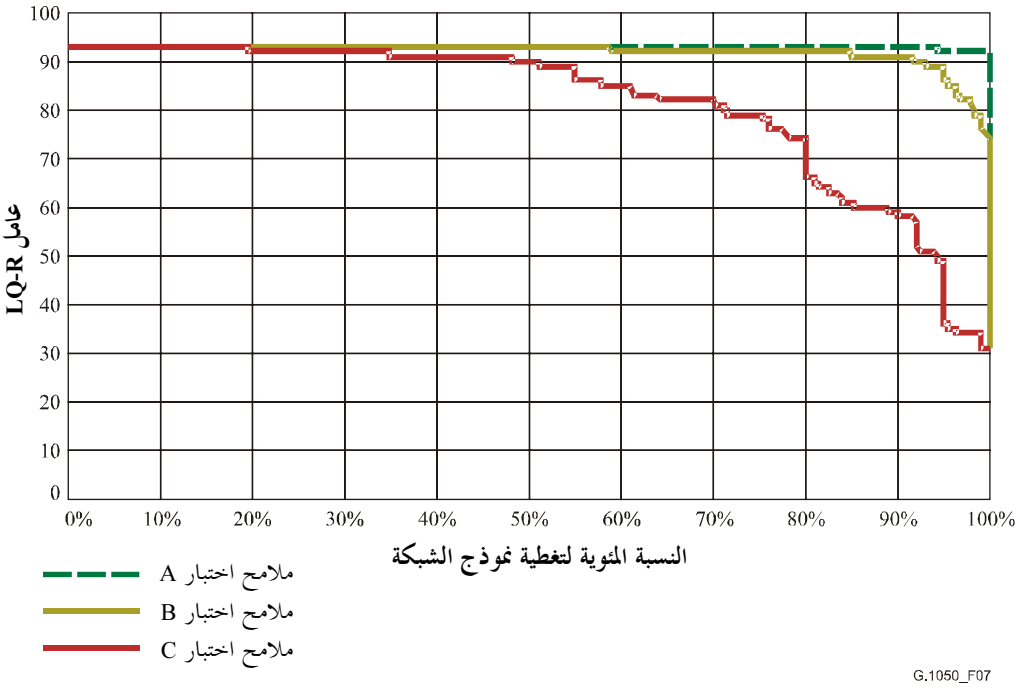
الشكل G.1050/4 – عيّنة من منحنيات تغطية الشبكة باستخدام MOS – نوعية الاستماع (دارئ ارتعاش 40 مليثانية)



الشكل G.1050/5 – عيّنة عن منحنيات تغطية الشبكة باستخدام MOS – نوعية الاستماع (دارئ ارتعاش 100 مليثانية)



الشكل G.1050/6 – عيّنة عن منحنيات تغطية الشبكة باستخدام عامل R – نوعية الاستماع (دارئ ارتعاش 40 مليثانية)



الشكل G.1050/7 – عيّنة عن منحنيات تغطية الشبكة باستخدام عامل R – نوعية الاستماع (دارئ ارتعاش 100 مليثانية)

تمثل القيم في الجدولين 11 و12 النسبة المئوية للمستخدمين الذين عند هذا المستوى من رضاء المستخدم أو أعلى. ترتبط النسب المئوية تقريباً بالقيم على الأشكال البيانية في الأشكال من 4 حتى 7. ويمكن من هذه الجداول والأشكال البيانية عقد مقارنة بسهولة لتأثير تنفيذ دارئ ارتعاش 40 مليثانية مع دارئ ارتعاش 100 مليثانية.

الجدول G.1050/11 – عينة تغطية نموذج شبكة ودرجة نوعية الاستماع MOS

G.107 رضاء المستخدم	الشكل 5 (100 مليثانية)				الشكل 4 (40 مليثانية)			MOS– نوعية الاستماع
	NMC C	NMC B	NMC A		NMC C	NMC B	NMC A	
راضٍ جداً	%51	%93	%100		%20	%60	%95	4,3
راضٍ	%64	%97	%100		%24	%66	%96	4,0
بعض المستخدمين غير راضين	%80	%100	%100		%35	%85	%100	3,6
العديد من المستخدمين غير راضين	%85	%100	%100		%35	%85	%100	3,1
تقريباً كل المستخدمين غير راضين	%92	%100	%100		%51	%92	%100	2,6
لا يوصى به	%100	%100	%100		%100	%100	%100	1,0

الجدول G.1050/12 – عينة تغطية نموذج شبكة ودرجة نوعية الاستماع لعامل–R

عامل–R – نوعية الاستماع	الشكل 6 (40 مليثانية)				الشكل 7 (100 مليثانية)			G.107 رضا المستخدم
	NMC A	NMC B	NMC C		NMC A	NMC B	NMC C	
90+	%95	%60	%20		%100	%93	%51	راضي جداً
80	%98	%77	%30		%100	%98	%72	راضي
70	%100	%85	%35		%100	%100	%80	بعض المستخدمين غير راضين
60	%100	%85	%35		%100	%100	%89	العديد من المستخدمين غير راضين
50	%100	%90	%44		%100	%100	%94	كل المستخدمين تقريباً غير راضين
<50	%100	%100	%100		%100	%100	%100	لا يوصى به

التذييل I

الأساس المنطقي لنموذج شبكة بروتوكول الإنترنت

1.I شبكات منطقة محلية (LAN) لا سلكية

تعتبر شبكات المنطقة المحلية (LAN) اللاسلكية القائمة على معايير سلسلة 802.11 الصادرة عن معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات أكثر شبكات LAN انتشاراً في المنازل. ويُعزى هذا بالدرجة الأولى إلى بساطة التشغيل البيني للحواسيب عندما توصل بنفاذ عريض النطاق مع خط مشترك رقمي (DSL) أو مع مودم كبلي.

وتتحدد معدلات LAN اللاسلكية في المقام الأول بتكنولوجيا الطبقة المادية وبالظروف التشغيلية. ويقوم LAN المنـــزلي الأوسع انتشاراً حالياً على تراث المعيار IEEE 802.11b. ويبلغ الصبيب الذي يتعرض له المستخدم عادة ما يقرب من 4 ميغابت/ثانية وذلك بمراعاة بتات الخدمة والقيود الناجمة عن ضوضاء التردد الراديوي RF من أجهزة GHz 2,4 غير المرخصة الأخرى وكذلك المسافة بين نقطة النفاذ والمودم اللاسلكي. لذا تم استخدام 4 ميغابت/ثانية في الجدول 5 (معدلات LAN للمواقع المنـــزلية). وتقوم السرعة التالية الأعلى لشبكة LAN على المعيارين 802.11g و802.11a الصادرين عن IEEE. وكانت التكاليف الأعلى لهذه الأنظمة، حتى وقت قريب، تقصر الانتشار المبكر لهذه الوحدات على المنشئين فهي لا تنتشر على نفس النطاق الواسع. ويبلغ الصبيب الذي يتعرض له المستخدم عادة 20 ميغابت/ثانية وذلك بعد مراعاة بتات خدمة التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة OSI للطبقة 1-3 والقيود الناجمة عن ضوضاء التردد الراديوي RF وكذلك المسافة بين نقطة النفاذ والمودم اللاسلكي. لذا تم استخدام 20 ميغابت/ثانية في الجدول 5 (معدلات LAN للمواقع المنـــزلية).

2.I التسليك المبنين

ويوفر توصيل الإثرنت السلكية في المباني معدلات بيانات أعلى من نظيرتها اللاسلكية على الدوام تقريباً. ويرجع ذلك بالدرجة الأولى إلى بتات الخدمة الأقل بكثير في تكنولوجيا الإثرنت وكذلك مقاومة واسطة النقل CAT5/CAT6 لإدخال ضوضاء التردد الراديوي RF. وتتضمن معدلات التسليك المبنين 10 BT (10 ميغابت/ثانية) و100 BT (100 ميغابت/ثانية) في ترتيبات محورية ومبدلة، وتتضمن كذلك إثرنت الجيغابت الأكثر حداثة. وغالباً ما تستخدم المنازل توصيلات الإثرنت 100/10 في حين تستخدم منشآت الأعمال عادة توصيلات إثرنت 100 ميغابت/ثانية أو 1 جيغابت/ثانية. لذا تم استخدام 10 ميغابت/ثانية في الجدول 5 (معدلات LAN للمواقع المنـــزلية) و100 ميغابت/ثانية في الجدول 6 (معدلات LAN للمواقع التجارية).

3.I المحاور مقابل المبدلات

تعتبر المحاور لدى مقارنتها بالمبدلات عاملاً مقيداً لسرعات شبكة. وعادة ما تكون مستويات الانشغال أعلى في ترتيبات المحور نظراً للصدامات فيما بين الحركة. فضلاً عن ذلك، تحصر العديد من المحاور نقل البيانات بالإرسال نصف المزدوج. على العكس من ذلك فإن التبديلات ليست مثقلة بالصدامات وتعمل دوماً بأسلوب الإرسال المزدوج الكامل.

و في حين يشجع انخفاض التكاليف على استخدام المبدلات بدلاً من المحاور في شبكات المباني، ما زال هناك عدد كبير من الترتيبات المحورية الموروثة قيد الاستعمال في الوقت الحاضر. بغية تقليص عدد متغيرات معدل البيانات، يستخدم صبيب يفترض أن لشبكة المنطقة المحلية السلكية ذات العشرة ميغابت/ثانية يساوي 4 ميغابت/ثانية عند استخدامه مع محور، وهو نفس معدل شبكة المنطقة المحلية اللاسلكية في التوصية IEEE 802.11b المستخدمة لمبدل.

4.I معدلات النفاذ

تتكون معظم تكنولوجيات النفاذ من ADSL أو مودم كبلي أو SDSL أو ISDN أو T1 أو E3/T3 أو الألياف. وأكثر هذه التكنولوجيات انتشاراً هي الخط الرقمي اللا تناظري لمشترك ADSL والمودم الكبلي. وهناك منافسة شديدة بين موردي خدمات الكبل والاتصالات وهم يقدمون معدلات متشابهة. صار موردو الخدمة يقدمون في الآونة الأخيرة 3 ميغابت/ثانية في الاتجاه الهبوطي و384-512 كيلوبت/ثانية في الاتجاه الصاعد. وعادة ما يكون الصبيب المقدر للمستخدم في حدود 1536 كيلوبت/ثانية في الاتجاه الهبوطي و384 كيلوبت/ثانية في الاتجاه الصاعد؛ وذلك بعد مراعاة بتات خدمة التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة OSI للطبقة 1-2 والمعدلات المنخفضة بسبب المسافات المخدّمة والانحطاطات في البنية التحتية. وبغية تقليص عدد المتغيرات في النموذج، تتراصف أرقام الصبيب أيضاً مع أرقام صبيب T1 وSDSL. علاوة على ذلك، فقد أدرجت أيضاً SDSL المكونة من 384 كيلوبت/ثانية كأحد الحالات المنتشرة الهامة. وهذا المعدل مفيد للغاية كتوسعة للنطاق العريض على العرى السلكية التي تتجاوز شبكة ADSL. وعلى العكس من تكنولوجيات ADSL، تتيح تكنولوجيات الخط الرقمي التناظري لمشترك SDSL والتكنولوجيات التناظرية الأخرى معدلات مضمونة من خلال اتفاقات مستوى خدمة، مما يزيد من شيوعها في منشآت قطاع الأعمال. ويفترض أن يتوافر T3 صبيباً فعالاً بمقدار 43 ميغابت/ثانية بعد أخذ بتات الخدمة بالاعتبار. واستخدمت هذه الفرضيات لاستخراج المعدلات الواردة في الجدولين 7 و8.

5.I تأخيرات المسيّر

انظر الجدول 1.I

الجدول G.1050/1.I – مثال عن التأخيرات النمطية في المساهمة من قبل أدوار المسيّر

الدور	متوسط إجمالي التأخير (مجموع الانتظار بالصف والمعالجة)	تغيّر التأخير
بوابة النفاذ	10 مليثانية	16 مليثانية
بوابة التشغيل البيني	3 مليثانية	3 مليثانية
التوزيع	3 مليثانية	3 مليثانية
الأساس	2 مليثانية	3 مليثانية

6.I بيانات الانحطاط من موردي خدمة شبكة بروتوكول الإنترنت غير المعروفين

استخلصت الخصائص من طرف إلى طرف الواردة في الجداول 2 حتى 4 من بيانات انحطاط الشبكة المقدمة من موردي الخدمة غير معروفين ومصنعي تجهيزات الشبكة، وهي تتضمن مساهمة شبكة المنطقة المحلية (LAN) وأقسام النفاذ.

التذييل II

خوارزميات تأخير وخسارة الرزمة

1.II النموذج العام لشبكة بروتوكول الإنترنت

تُنمذَج شبكة IP في شكل سلسلة من خمسة قطاعات هي قطاع LAN، وقطاع وصلة النفاذ المحلي، وقطاع شبكة IP أساس، وقطاع وصلة نفاذ بعيد، وقطاع LAN البعيدة. ويستخدم كل قطاع خسارة رزمة مع بعض الاحتمالات والتأخير متباين الوقت. ويتكون هذا الدخل في النموذج من مجموعة من معلمات القطاعات (LAN ومعدلات النفاذ، والانشغال ومجموعة مصفوفات أساسية للشبكة) وحجم (أو أحجام) الرزمة والعدد الكلي للرزم المراد تمريرها من طرف إلى طرف. ويتم تخصيص شرائح زمنية قدرها 1 مليثانية قيمة تأخير واحتمال خسارة باستخدام معلمات النموذج. وعند وصول رزمة يتم تخصيصها بقيمة تأخير واحتمال خسارة خاصين بالمليثانية التي تصل بها. والخرج هو قيمة التأخير الكلية لكل رزمة ومؤشر عما إذا كانت الرزمة قد فُقدت أم لا.

2.II نموذج خسارة الرزمة

1.2.II خسارة رزمة شديدة

من المعروف أن خسارة الرزمة في شبكات IP ذات طبيعة رشقية (أي متقطعة وعلى دفعات). وفي سياق هذا النموذج فإن تعريف "رشقة" إنما هو المدة الزمنية المواكبة لرزم مفقودة والتي تكون خسارة الرزم خلالها شديدة. وتختلف هذه عن "فترة الخسارة المتعاقبة" التي هي المدة الزمنية المواكبة لرزم مفقودة والتي تكون خسارة الرزم خلالها كاملة.

تُنمذَج خسارة الرزمة الشديدة بنموذج من حالتين، أي نموذج جيلبرت–إليوت (Gilbert-Elliott)، الذي يبدل بين حالة معدل خسارة عالية (حالة HIGH_LOSS) وحالة خسارة منخفضة (حالة LOW_LOSS). ولنموذج جيلبرت–إليوت أربع معلمات لكل قطاع: احتمالية الخسارة في حالة HIGH_LOSS واحتمالية الخسارة في حالة LOW_LOSS واحتمالية الانتقال من حالة HIGH_LOSS إلى حالة LOW_LOSS، واحتمالية الانتقال من حالة LOW_LOSS إلى حالة HIGH_LOSS. ومعدلات الخسارة في الشبكة الأساسية هي معلمات معينة. فيما تتعلق معدلات خسارة LAN ووصلات النفاذ بمعلمات شبكة المنطقة المحلية LAN وبمعلمات انشغال وصلة النفاذ. وترد شبه الشفرة لمثل هذا النموذج أدناه:

```
if rand() < loss_probability[LOSS_STATE]
     loss = TRUE
else
     loss = FALSE
endif
if rand() < transition_probability[LOSS_STATE]
     if LOSS_STATE == HIGH_LOSS
          LOSS_STATE = LOW_LOSS
     else
          LOSS_STATE = HIGH_LOSS
     endif
endif
```

2.2.II خسارة رزمة متعاقبة

عطل الوصلة هو مصدر آخر للخسارة في الشبكة الأساسية. ويؤدي هذا إلى خسارة رزمة متعاقبة لبعض الوقت. تتم نمذجة ذلك بمعلمتين، معدل عطل الوصلة الدوري بالترافق مع مدة انقطاع الوصلة حال حدوثه.

3.II نموذج تباين التأخير

تستخدم نماذج السلسلة الزمنية في تمثيل خصائص التتابعات التي لها بعض الخواص التي تتباين بمرور الوقت. وهي تضم عادة وظيفة واحدة أو أكثر من وظائف تسببها توليفة من ضوضاء إشارة أو عنصر دوري وإشارة أساسية.

وتشير الطبيعة "النبضية الضيقة العالية الاتساع" لآثار التأخير إلى إمكانية نمذجة الارتعاش باستخدام تتابع لضوضاء نبضية. وينبغي للتأخير الذي تصادفه الرزمة في مرحلة محددة من الشبكة أن يكون دالةً لتأخير السَلسَلة للحركة المتداخلة ولحجم هذه الحركة. لذلك ينبغي أن يكون ارتفاع النبضات دالةً لتأخير السَلسَلة وأن يكون التردد دالةً لمستوى الازدحام. ويميل ازدحام LAN للحدوث ضمن رشقات قصيرة – ولكن مع خوارزمية النفاذ المتعدد المتحسس بالموجة الحاملة/كاشف الصدام CSMA/CD الخاص بالإثرنت يمكن تأخير رزمة واحدة، إلاّ أنه يمكن للرزمة التالية أن تنفذ إلى LAN فوراً؛ مما يوحي بزمن استجابة قصير للمرشاح. ويميل ازدحام وصلة النفاذ إلى الارتباط بتغييرات تأخير قصيرة الأمد ناجمة عن صف الانتظار في ملء مسيّر الحافة؛ مما يشير إلى استجابة أطول للمرشاح. وفيما يلي توضيح شبه الشفرة لتغيير التأخير:

```
if rand() < impulse_probability
     i = impulse_height
else
     i = 0
endif
d(n) = d(n-1) * (TC) + i * (1-TC)
```

حيث d(n) هو تأخير الرزمة n، وTC تمثل الثابت الزمني للمرشاح.

1.3.II ارتعاش LAN ووصلة النفاذ

يُنمذج الارتعاش في LAN ووصلة النفاذ بقيم تأخير تستحدث بالمليثانية من خلال تمرير النبضات عبر مرشاح أحادي القطب. وضمن كل قطاع، وفي كل مليثانية، يتم إدخال نبضة أو صفر إلى المرشاح استناداً إلى احتمالية. ثم يُحسب خرج المرشاح وتصبح النتيجة قيمة التأخير في تلك المليثانية. وتُطبق قيم التأخير على الرزم بناءً على القيم الراهنة بالمليثانية التي تصل الرزم خلالها، لكن يتم الحفاظ على ترتيب وصول الرزم. ويتناسب اتساع النبضات مع تأخير السَلسَلة في ذلك القطاع. وتتناسب احتمالية حدوث النبضة مع مستوى الازدحام في زمن القطاع. ولا يستخدم مرشاح من أجل قطاع LAN؛ حيث يأتي التأخير مباشرةً من النبضات. بالنسبة لقطاعات وصلة النفاذ، يُستخدم مرشاح ذو وقت ثابت لتدريج القيم على فترات كل منها 1 مليثانية.

2.3.II ارتعاش الشبكة الأساسية

يُنمذَج ارتعاش الشبكة الأساسية بشكل مختلف. يُضاف تأخير عشوائي لكل رزمة. ويوزع هذا التأخير بشكل منتظم من 0 إلى قيمة معلمة ارتعاش الشبكة الأساسية.

3.3.II تأخير قاعدة الشبكة الأساسية ورفرفة الطريق

ترتبط معلمة تأخير القاعدة بالشبكة الأساسية. والمصدر الآخر لتغيير التأخير هو رفرفة الطريق في الشبكة الأساسية. ينمذَج ذلك بتغيير تأخير القاعدة للشبكة الأساسية. ويعطى معدل رفرفة الطريق الدورية معلمةً. وعند حدوث رفرفة طريق، يجمع النموذج أو يطرح التأخير المكتشف لرفرفة الطريق إلى أو من تأخير الشبكة الأساسية. من أجل كل رفرفة طريق، يبدل النموذج بين جمع وطرح تأخير رفرفة الطريق.

4.II إعادة ترتيب الرزم الأساسية

يُسمح في النموذج، للأساس فقط بإعادة ترتيب الرزم بناءً على التأخيرات، لكل شريحة زمنية قيمة تأخير. وعند وصول الرزمة تُطبق عليها قيمة التأخير الراهنة. والقطاع الأساسي هو القطاع الوحيد الذي يتيح إعادة الترتيب. وفي القطاعات الأخرى، تُرسل الرزم بالترتيب الذي وصلت به، بصرف النظر عن القيم المخصصة لها.

5.II خرج النموذج

إن وُسمت الرزمة بأنها مفقودة في أي قطاع، تكون مفقودة عندئذٍ.

إجمالي التأخير المضاف إلى أي رزمة هو حاصل جمع التأخير من كل قطاع. وقد تكون هناك رزم خارجة عن الترتيب بسبب تغييرات التأخير. ولا ينبغي لشبكة LAN ووصلات النفاذ أن يتسببوا بإعادة ترتيب الرزم. لذا يُجمع التأخير الناجم عن LAN ووصلات النفاذ أولاً وتضبط التأخيرات للحفاظ على ترتيب الرزم. ثم يُجمع التأخير الناجم عن الشبكة الأساسية. ويمكن أن يسفر هذا عن رزم خارجة عن الترتيب.

6.II معلمات دخل النموذج

فيما يلي قائمة بمعلمات دخل النموذج وبالكيفية التي تُستخدم فيها هذه المعلمات.

1.6.II معلمات قطاع شبكة المنطقة المحلية والبعيدة

معلمات الدخل من الجدولين 5 و6:

1) سرعة LAN. تستخدم هذه السرعة لحساب تأخير قطاع LAN.

2) النسبة المئوية لانشغال LAN.

معلمات مشتقة:

1) احتمال خسارة LAN. قيمة واحدة من أجل كل حالة خسارة. القيم الراهنة: في حالة الخسارة المنخفضة الاحتمال هو 0. في حالة الخسارة العالية الاحتمال هو 0,004 × نسبة الانشغال المئوية.

2) احتمال انتقال حالة خسارة LAN. قيمة واحدة لكل حالة خسارة. القيم الراهنة: احتمالية الانتقال من حالة خسارة منخفضة إلى حالة خسارة عالية هو 0,004 × نسبة الانشغال المئوية. احتمال الانتقال المعاكس هو 0,1.

3) ارتفاع نبضة مرشاح ارتعاش LAN. قيمة واحدة لكل حالة خسارة. القيم الراهنة: أقصى ارتفاع نبضة = (عدد بتات مكافئ لحجم وحدة الإرسال القصوى MTU) × (1 + (نسبة الانشغال المئوية)/40). قيمة حالة الخسارة المنخفضة هي متغير عشوائي موزع بانتظام من 0 حتى الارتفاع الأقصى للنبضة. قيمة حالة الخسارة العالية هي الارتفاع الأقصى للنبضة.

4) احتمال نبضة مرشاح ارتعاش LAN. القيم الراهنة: قيمة حالة الخسارة المنخفضة هي 0. قيمة حالة الخسارة العالية هي 0,5.

5) معامِلات مرشاح ارتعاش LAN. خرج المرشاح هو قيمة التأخير للرزمة الراهنة. هذا التأخير هو A × (ارتفاع النبضة) + (A −1) × (تأخير سابق). القيم الراهنة: A = 1 (أي لا يوجد ترشيح).

2.6.II معلمات قطاع وصلة محلية وبعيدة

1) سرعة الوصلة. تُستخدم هذه السرعة لحساب تأخير قطاع LAN.

2) النسبة المئوية لانشغال وصلة.

3) حجم وحدة الإرسال القصوى MTU لوصلة.

4) احتمال انتقال حالة خسارة الوصلة. قيمة واحدة لكل حالة خسارة. القيم الراهنة: احتمال الانتقال من حالة خسارة منخفضة إلى حالة خسارة عالية هو 0,0003 × (نسبة الانشغال المئوية). احتمال الانتقال المعاكس هو 0,2/(1+(نسبة الانشغال المئوية)).

5) ارتفاع نبضة مرشاح ارتعاش وصلة. قيمة واحدة لكل حالة خسارة. القيم الراهنة: أقصى ارتفاع نبضة = (عدد بتات مكافئ لحجم وحدة الإرسال القصوى MTU) × (1+ (نسبة الانشغال المئوية)/40). قيمة حالة الخسارة المنخفضة هي متغير عشوائي موزع بانتظام من 0 حتى الارتفاع الأقصى للنبضة. قيمة حالة الخسارة العالية هي الارتفاع الأقصى للنبضة.

6) احتمال نبضة مرشاح ارتعاش وصلة. القيم الراهنة: قيمة حالة الخسارة المنخفضة هي 0,001 +(نسبة الانشغال المئوية/2000. قيمة حالة الخسارة العالية هي 0,3 + 0,4 × (نسبة الانشغال المئوية)/100.

7) معامِلات مرشاح ارتعاش وصلة. خرج المرشاح هو قيمة التأخير للرزمة الراهنة. هذا التأخير هو A × (ارتفاع النبضة) + (A −1) × (تأخير سابق). القيم الراهنة: A = 0,25.

8) احتمال خسارة وصلة. قيمة واحدة لكل حالة خسارة. القيم الراهنة: في حالة الخسارة المنخفضة الاحتمال هو 0. في حالة الخسارة العالية الاحتمال هو 0,0005 × نسبة الانشغال المئوية.

9) تأخير قاعدة الوصلة. عدد البتات هنا مكافئ لحجم الرزمة. يُفترض أن حجم الرزمة ثابت استناداً للتطبيق.

3.6.II معلمات قطاع الشبكة الأساسية IP

1) تأخير.

2) خسارة رزمة. هناك حالة خسارة واحدة فقط. احتمال الخسارة هو مجرّد المعلمة المعطاة لاحتمال خسارة الشبكة الأساسية.

3) الارتعاش. ينمذَج الارتعاش في الشبكة الأساسية كتأخير مضاف موزع بانتظام بين 0 وقيمة معلمة ارتعاش الشبكة الأساسية.

4) فترة رفرفة الطريق.

5) تأخير رفرفة الطريق.

6) فترة عطل الوصلة.

7) أمد عطل الوصلة.

8) النسبة المئوية لإعادة الترتيب.

بيبليوغرافيا

– TIA/EIA 496A-1989, *Interface Between Data Circuit Terminating Equipment (DCE) and the Public Switched Telephone Network*, which includes a Network Model for Evaluating Modem Performance.

– TIA/EIA TSB 37A-1994, *Telephone Network Transmission Model for Evaluating Analog Modem Performance*, which became ITU-T Rec. V.56 *bis*-1995.

– TIA/EIA TSB 38-1994, *Test Procedures for Evaluation of 2-Wire 4 Kilohertz Voice Band Duplex Modems*, which became ITU-T Rec. V.56 *ter*-1996.

– ANSI/TIA/EIA 3700-1999, *Telephone Network Transmission Model for Evaluating Analog Modem Performance*.

– ANSI/TIA/EIA-793-2001, *North American Telephone Network Transmission Model for Evaluating Analog Client and Digitally Connected Server Modems*.

– ANSI/TIA-876-2002, *North American Network Access Transmission Model for Evaluating xDSL Modem Performance*.

– TIA/EIA-810-A-2000, *Transmission Requirements for Narrowband Voice over IP and Voice over PCM Digital Wireline Telephones*.

– TIA-1001-2004, *Transport of TIA-825-A Signals over IP Networks*.

– TIA/EIA TSB-116-2001, *Telecommunications – IP Telephony – Voice Quality Recommendations for IP Telephony*.

– TIA/EIA TSB-122A-2001, *Telecommunications – IP Telephony Equipment – Voice Router/Gateway Loss and Level Plan Guidelines*.

– ETSI TIPHON TS 101 329-2, *End-to-end quality of service in TIPHON systems; Part 2: Definition of Quality of Service (Qos) classes*.

– IEEE 802.11a-1999 (8802-11:1999/Amd.1:2000(E)), *Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications – Amendment 1: High-speed physical layer in the 5 GHz band*.

– IEEE 802.11b-1999/Cor1-2001, *Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications – Amendment 2: Higher-speed physical layer (PHY) extension in the 2.4 GHz band – Corrigendum 1*.

– IEEE 802.11g-2003, Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications – Amendment 4: Further higher-speed physical layer extension in the 2.4 GHz band.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	**أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية**
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	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 ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2006