الاتحـــــــــاد الـــدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.107

(2005/03)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية – تعاريف عامة

النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال

التوصيـــة ITU-T G.107

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	من G.100 إلى G.199
تعاريف عامة	**من G.100 إلى G.109**
توصيات عامة بشأن جودة الإرسال في توصيلة هاتفية دولية كاملة	من G.110 إلى G.119
الخصائص العامة للأنظمة الوطنية المشاركة في التوصيلات الدولية	من G.120 إلى G.129
الخصائص العامة لسلسلة رباعية الأسلاك مؤلفة من دارات دولية مع تمديداتها الوطنية	من G.130 إلى G.139
الخصائص العامة لسلسلة رباعية الأسلاك مؤلفة من دارات دولية؛ العبور الدولي	من G.140 إلى G.149
الخصائص العامة للدارات الهاتفية الدولية ودارات التمديد الوطنية	من G.150 إلى G.159
الأجهزة المصاحبة للدارات الهاتفية بعيدة المدى	من G.160 إلى G.169
الجوانب المتصلة بخطة الإرسال في التوصيلات والدارات الخاصة التي تستخدم شبكة اتصالات هاتفية دولية	من G.170 إلى G.179
حماية أنظمة الإرسال وإعادة تشغيلها	من G.180 إلى G.189
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	من G.200 إلى G.299
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	من G.300 إلى G.399
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	من G.400 إلى G.449
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة على الخطوط	من G.450 إلى G.499
خصائص وسائط الإرسال	من G.600 إلى G.699
تجهيزات مطرافية رقمية	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
التجهيزات 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.107

النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال

ملخص

تتناول هذه التوصية خوارزمية ما يسمى بالنموذج E باعتباره نموذج تقييم الإرسال الشائع لدى قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات. وقد يفيد هذا النموذج الحسابي مخططي الإرسال للمساعدة في ضمان الحصول على رضاء المستعملين إزاء أداء الإرسال من طرف لطرف. ويتمثل أحد المظاهر الجانبية الرئيسية لهذا النموذج في استخدام عوامل انحطاط الإرسال التي تبين تأثيرات الأجهزة الحديثة لمعالجة الإشارات.

وقدمت في مراجعة عام 2000 نسخة معززة من النموذج E من أجل زيادة مراعاة تأثيرات ضوضاء الغرفة على جانب المرسل وتشوه التكمية. وأدرج الانحطاط الناجم عن خسارة الرزمة العشوائية بطريقة تحديد المعلمات للمشفرات المختلفة وذلك ضمن التعديل الذي أجري عام 2002. وقد وفرت النسخة 2003 عند صدورها نمذجة معززة للجودة في حالة انخفاض سوية النغمة الجانبية للمتكلم. وتمكِّن النسخة الحالية من إجراء تنبؤات أكثر دقة فيما يخص أجهزة التشفير وفك التشفير في ظل خسارة الرزم التابعة (المدى القصير).

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 12 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات في 1 مارس 2005 على التوصية G.107 بموجب الإجراء المحدد في التوصية A.8.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة تابعة 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 والتي يجب أن تصدر 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 ليدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

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

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية هذه 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، يوصي المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالإطلاع 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 إلاّ بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1 عام 1
1.1 نطاق التطبيق 1
2.1 المراجع 1
2 النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال 2
1.2 مقدمة 2
2.2 شفرة المصدر 2
3 هيكل النموذج E والخوارزميات الأساسية الخاصة به 2
1.3 حساب عامل تقييم معدل الإرسال، *R* 3
2.3 النسبة الأساسية للإشارة إلى الضوضاء، *Ro* 4
3.3 عامل الانحطاط المتزامن، *Is* 4
4.3 عامل انحطاط المهلة، *Id* 5
5.3 عامل انحطاط التجهيز، *Ie* 7
6.3 عامل الميزة، *A* 7
7.3 القيم بالتغيب 8
الملحق A – ظروف استخدام النموذج E 9
1.A أمثلة على الظروف التي ينبغي فيها التزام جانب الحرص لدى استخدام النموذج E 9
2.A الشروط التي تم تحسين أداء النموذج E على أساسها من خلال التحديث من إصدار سابق 9
الملحق B – قياسات الجودة المستقاة من عامل تقييم الإرسال *R* 12
الملحق C – شفرة المصادر في التوصية G.107_5 في BASIC 14
التذييل I – حساب *R* من متوسط قيم علامة الرأي MOS_{CQE} 19
بيبليوغرافيا 20

النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال

1 عام

1.1 نطاق التطبيق

تصف هذه التوصية نموذجاً حسابياً يعرف باسم النموذج E أثبت فائدته كأداة لتخطيط الإرسال، ولتقييم التأثيرات المجتمعة للتباينات في العديد من معلمات الإرسال التي تؤثر في جودة الكلام[1] في المهاتفة عن طريق الأجهزة اليدوية عند kHz 3,1. ويمكن استخدام هذا النموذج الحسابي بواسطة مخططي الإرسال مثلاً لمساعدتهم في ضمان رضاء المستعملين عن أداء الإرسال من طرف لطرف مع تجنب المبالغة في الجوانب الهندسية المتعلقة بالشبكات في نفس الوقت. وينبغي التأكيد بأن المنتج الرئيسي من النموذج هو "عامل التقييم" R إلا أن من الممكن تحويل ذلك لتقديم تقديرات لرأي العملاء. ولا توضع هذه التقديرات إلا لأغراض تخطيط الإرسال لا للتنبؤ بآراء العملاء (الذي لا يوجد له نموذج متفق عليه لكي يوصي به قطاع تقييس الاتصالات).

ويشمل هذا التعديل الآن خسارة الرزمة باعتبارها معلمةً جديدةً وتعزيزاً لنمذجة النغمة الجانبية للمتكلم.

ولم يتم بعد التحقق من النموذج E بواسطة الاستقصاءات الميدانية أو الاختبارات المختبرية بالنسبة للعدد الكبير للغاية من التوليفات المحتملة لمعلمات الدخل. ويمكن بالنسبة للكثير من التوليفات ذات الأهمية البالغة لمخططي الإرسال، استخدام النموذج E بثقة، إلا أن تنبؤات النموذج E كانت موضع تساؤل فيما يتعلق بتوليفات المعلمات الأخرى وتخضع الآن للدراسة. وعلى ذلك، لا بد من ممارسة الحرص لدى استخدام النموذج E بالنسبة لبعض الظروف؛ فعلى سبيل المثال، قد يعطي النموذج E نتائج غير صحيحة لتوليفات بعض أنواع الانخطاط. ويقدم الملحق A المزيد من المعلومات في هذا الصدد.

2.1 المراجع

تتضمن توصيات قطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تمثل من خلال الرجوع إليها في هذه النصوص أحكام هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات سارية في وقت النشر. وتخضع جميع التوصيات والمراجع الأخرى إلى المراجعة؛ وبالتالي نحث جميع المستعملين لهذه التوصية على السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الواردة أدناه. وتنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية. ولا تضفي مجرد الإحالة إلى وثيقة ما ترد في هذه التوصية صفة التوصية على هذه الوثيقة.

[1] التوصية ITU-T G.100 (2001)، *التعاريف المستخدمة في التوصيات المتعلقة بالخصائص العامة للتوصيلات والدارات الهاتفية الدولية.*

[2] التوصية ITU-T G.108 (1999)، *تطبيق النموذج E الإلكتروني: دليل التخطيط.*

[3] التوصية ITU-T G.109 (1999)، *تعاريف فئات نوعية الإرسال الصوتي.*

[4] التوصية ITU-T G.113 (2001)، *انخطاطات الإرسال نتيجة لمعالجة الكلام.*

[5] التذييل I للتوصية ITU-T G.113 (2002)، *قيم التخطيط المؤقتة لعامل انخطاط التجهيز Ie وعامل المتانة Bpl نسبة إلى الخسارة في الرزم.*

[1] جودة الكلام في هذا السياق تشير إلى خصائص الإرسال مثل طول أوقات الإرسال وتأثيرات صدى المتكلم وغير ذلك. غير أن من غير المقصود للنموذج E الوارد وصف له في هذه التوصية أن ينمذج انخطاطات الإرسال خلال أوضاع الكلام الثنائي.

[6] التوصية ITU-T P.833 (2001)، *طريقة كشف عوامل الانحطاط في التجهيزات عن طريق اختبارات التسمع الشخصية حصراً.*

[7] التوصية ITU-T P.834 (2002)، *طريقة كشف عوامل الانحطاط في التجهيزات استناداً إلى نماذج الأجهزة.*

[8] التوصية ITU-T P.862 (2001)، *تقويم نوعية الصوت المسموع (PESQ): طريقة موضوعية لتقديم نوعية الصوت من طرف إلى طرف في أجهزة الكودك الصوتية والشبكات الهاتفية ضيقة النطاق.*

2 النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال

1.2 مقدمة

يتطلب التعقيد الذي تنطوي عليه الشبكات الحديثة أن يراعي في تخطيط الإرسال لا الكثير من معلمات الإرسال بصورة أحادية فحسب، بل والتأثيرات المجتمعة لهذه المعلمات. ويمكن أن يتم ذلك بواسطة "عمليات التخمين المستنيرة والمتخصصة" إلا أن من المستحسن أن يتم ذلك على أساس نهج أكثر انتظاماً مثلاً من خلال استخدام نموذج حسابي. والخرج من النموذج الوارد وصف له هنا قيمة تقييم الجودة R المتدرجة التي تتباين بصورة مباشرة مع جودة الكلام الشاملة. وتقدم التوصية G.113 [4] الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات توجيهاً بشأن انحطاطات معينة بما في ذلك تأثيرات التوليفات استناداً إلى تبسيط للنموذج. غير أن بوسع الخرج أن يقدم أيضاً تقديرات اسمية لردود فعل المستعملين، وذلك مثلاً في شكل نسب مئوية لبيان التوصيلات المنمذجة "حسن أو أحسن" أو "سيئ أو أسوأ" على النحو الوارد في الملحق B. وعلاوة على ذلك، فإن التوجيه المفصل بشأن التطبيق السليم للنموذج E – على النحو الوارد في هذه التوصية – يرد في التوصية G.108 [2] الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات. وعلاوة على ذلك، يمكن العثور على تعريف فئات جودة إرسال الكلام في التوصية G.109 [3] الصادرة عن هذا القطاع.

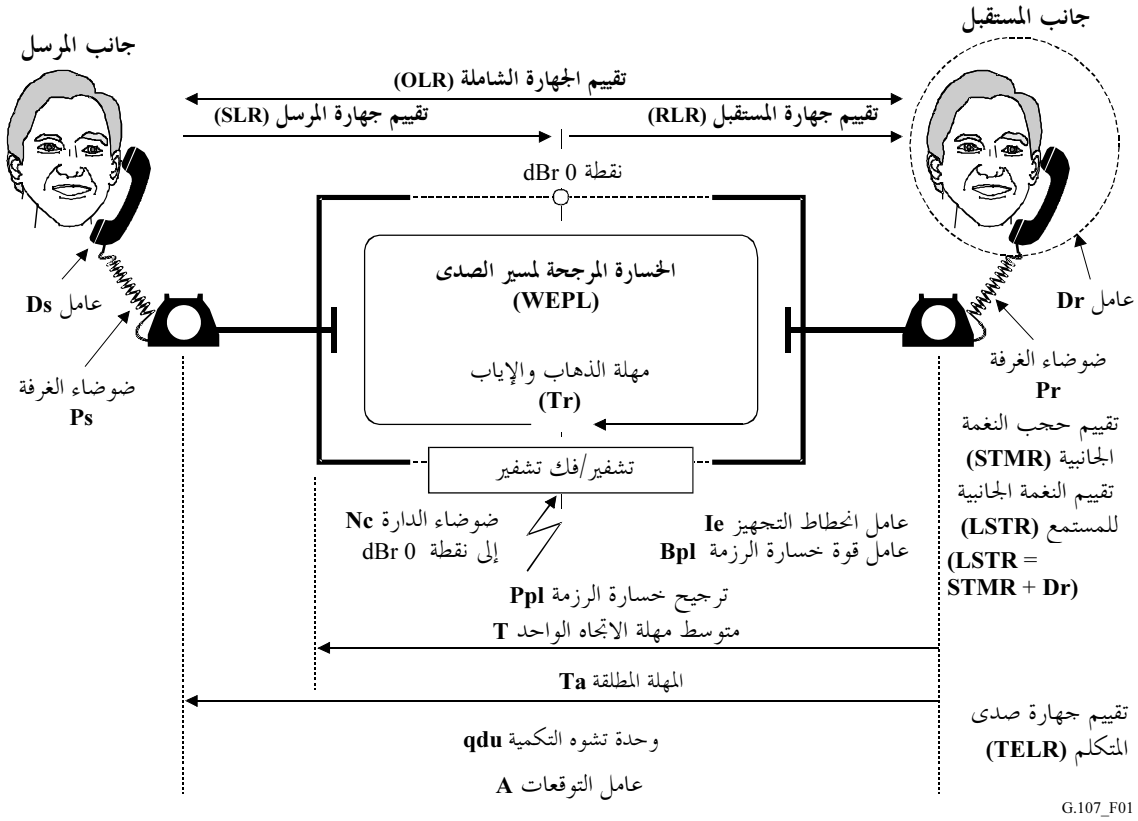
2.2 شفرة المصدر

يتضمن الملحق C شفرة المصدر في لغة BASIC للنموذج E الوارد في هذه التوصية. والغرض من هذه الشفرة هو ضمان استخدام مستعملي النموذج E عمليات تنفيذ متماسكة للمعادلات.

3 هيكل النموذج E والخوارزميات الأساسية الخاصة به

يعتمد النموذج E على طريقة عامل انحطاط التجهيز وفقاً لنماذج تقييم الإرسال السابقة. وقد وضع بمعرفة فريق مخصص تابع للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) يسمى "جودة الإرسال الصوتي من الفم إلى الأذن".

وتنقسم التوصيلة المرجعية، على النحو الوارد في الشكل 1، إلى جانب المرسل وجانب المستقبل. ويقدر النموذج جودة الكلام من الفم إلى الأذن على النحو الذي يتصوره المستعمل من جانب المستقبل باعتباره مستمعاً ومتحدثاً.



الشكل G.107/1 – التوصيلة المرجعية للنموذج E

ويتضمن الشكل 1 معلمات الإرسال المستخدمة كدخل في النموذج الحسابي. وقد حسبت قيم ضوضاء الغرفة وعوامل *D* بصورة منفصلة في الخوارزمية بالنسبة لجانب المرسل وجانب المستقبل، وقد تكون بكميات مختلفة. وتحال معلمات تقييم جهارة المرسل (SLR) وتقييم جهارة المستقبل (RLR) وضوضاء الدارة Nc إلى نقطة dBr 0 محددة. وينظر إلى جميع معلمات الدخل الأخرى إما باعتبارها قيماً للتوصيلة الشاملة مثل OLR (على أي حال مجموع SLR وRLR) وعدد وحدات تشوية التكمية وعوامل انخطاط التجهيز *Ie* وعامل الميزة *A*، أو الإشارة فقط إلى جانب المستقبل مثل تقييم حجب النغمة الجانبية (STMR) وتقييم النغمة الجانبية للمستمع (LSTR) والخسارة المرجحة لمسير الصدى (WEPL) (لحساب صدى المستمع) وتقييم جهارة صدى المتكلم (TELR).

وهناك ثلاث معلمات مختلفة ترتبط بوقت الإرسال. المهلة المطلقة *Ta* وتمثل مجموع المهلة في اتجاه واحد فيما بين جانب المرسل وجانب المستقبل وتستخدم في تقدير الانخطاط نتيجة لطول المهلة بدرجة كبيرة. ومعلمة متوسط مهلة الاتجاه الواحد *T* تمثل المهلة بين جانب المستقبل (في حالة كلام) والنقطة في توصيلة يحدث فيها ازدواج الإشارة كمصدر للصدى. ولا تمثل مهلة الذهاب والإياب *Tr* سوى المهلة في عروة من أربعة أسلاك حيث تتسبب الإشارة "المعكوسة بصورة مزدوجة" في انخطاطات نتيجة لصدى المستمع.

1.3 حساب عامل تقييم معدل الإرسال، *R*

وفقاً لطريقة عامل انخطاط التجهيز، فإن المبدأ الأساسي في النموذج E يستند إلى المفهوم الوارد وصف له في نموذج دليل الأداء الشامل لتقييم الشبكات OPINE [انظر البيبليوغرافيا، الإضافة 3 في السلسلة P]:

وتضاف عوامل سيكولوجية إلى المستوى السيكولوجي.

وتتمثل نتيجة أي حسابات بالنموذج E كخطوة أولى في عامل تقييم معدل الإرسال *R* الذي يجمع بين جميع المعلمات ذات الصلة في التوصيلة المعنية. ويتألف عامل التقييم *R* هذا من:

$$R = Ro - Is - Id - Ie\text{-}eff + A \qquad (1\text{-}3)$$

وتمثل *Ro* من حيث المبدأ النسبة الأساسية للإشارة إلى الضوضاء، بما في ذلك مصادر الضوضاء مثل ضوضاء الدارة وضوضاء الغرفة. ويمثل العامل *Is* توليفة بين جميع الانخطاطات التي تحدث في وقت واحد تقريباً مع الإشارة الصوتية. ويمثل العامل *Id* الانخطاطات الناجمة عن المهلة، ويمثل عامل انخطاط التجهيز الفعلي *Ie-eff* الانخطاطات الناجمة عن أجهزة الكودك (مشفر/مفكك تشفير) بمعدل بتات منخفض. كما أنه يتضمن الانخطاط الناجم عن خسارة الرزمة في التوزيع العشوائي. ويتيح عامل الميزة *A* تعويض عوامل الانخطاط عندما تكون هناك مزايا أخرى للوصول إلى المستعمل. ويجري تقسيم مصطلح *Ro* وقيم *Is* و*Id* إلى قيم انخطاط معينة أخرى. وتقدم الفقرات التالية المعادلات المستخدمة في النموذج E.

2.3 النسبة الأساسية للإشارة إلى الضوضاء، *Ro*

وتحدد النسبة الأساسية للإشارة إلى الضوضاء *Ro* على النحو التالي:

$$Ro = 15 - 1{,}5(SLR + No) \tag{2-3}$$

يمثل المصطلح *No* [بالنقطة dBm0p] القوة المضافة لمختلف مصادر الضوضاء:

$$No = 10 \log\left[10^{\frac{Nc}{10}} + 10^{\frac{Nos}{10}} + 10^{\frac{Nor}{10}} + 10^{\frac{Nfo}{10}} \right] \tag{3-3}$$

حيث *Nc* [بالنقطة dBm0p] تمثل مجموع جميع قوى ضوضاء الدارة والتي تحال كلها إلى النقطة 0 dBr.

حيث *Nos* [بالنقطة dBm0p] تمثل ضوضاء الدارة المكافئة عند النقطة 0 dBr الناجمة عن ضوضاء الغرفة *Ps* عند جانب المرسل:

$$Nos = Ps - SLR - Ds - 100 + 0{,}004(Ps - OLR - Ds - 14)^2 \tag{4-3}$$

حيث $OLR = SLR + RLR$. وبنفس الطريقة، تحال ضوضاء الغرفة *Pr* عند جانب المستقبل إلى ضوضاء الدارة المكافئة *Nor* [بالنقطة dBm0p] عند النقطة 0 dBr.

$$Nor = RLR - 121 + Pre + 0{,}008(Pre - 35)^2 \tag{5-3}$$

ويمثل المصطلح *Pre* [بالنقطة dBm0p] "ضوضاء الغرفة الفعلي" الناجم عن تعزيز *Pr* بواسطة مسير النغمة الجانبية للمستمع:

$$Pre = Pr + 10 \log\left[1 + 10^{\frac{(10 - LSTR)}{10}} \right] \tag{6-3}$$

وتمثل *Nfo* [بالنقطة dBm0p] "ضوضاء الخلفية" عند جانب المستقبل،

$$Nfo = Nfor + RLR \tag{7-3}$$

حيث تصل *Nfor* عادة إلى –64 dBmp.

3.3 عامل الانخطاط المتزامن، *Is*

يمثل العامل *Is* مجموع جميع الانخطاطات التي قد تحدث بصورة متزامنة تقريباً مع الإرسال الصوتي. ويقسم العامل *Is* إلى ثلاثة عوامل انخطاط أخرى محددة:

$$Is = Iolr + Ist + Iq \tag{8-3}$$

حيث تمثل *Iolr* الانخفاض في الجودة الناجم عن الانخفاض الشديد في قيم OLR وتقدم على النحو التالي:

$$Iolr = 20\left[\left\{ 1 + \left(\frac{Xolr}{8} \right)^8 \right\}^{\frac{1}{8}} - \frac{Xolr}{8} \right] \tag{9-3}$$

حيث:

$$Xolr = OLR + 0{,}2(64 + No - RLR) \tag{10-3}$$

يمثل العامل *Ist* الانحطاط الناشئ عن النغمة الجانبية غير المثالية:

$$Ist = 12\left[1+\left(\frac{STMRo-13}{6}\right)^{8}\right]^{\frac{1}{8}} - 28\left[1+\left(\frac{STMRo+1}{19{,}4}\right)^{35}\right]^{\frac{1}{35}} - 13\left[1+\left(\frac{STMRo-3}{33}\right)^{13}\right]^{\frac{1}{13}} + 29 \tag{11-3}$$

حيث:

$$STMRo = -10\log\left[10^{-\frac{STMR}{10}} + \mathrm{e}^{-\frac{T}{4}}\,10^{-\frac{TELR}{10}}\right] \tag{12-3}$$

يمثل عامل الانحطاط *Iq* الانحطاط الناجم عن تشوه التكمية:

$$Iq = 15\log\left[1 + 10^{Y} + 10^{Z}\right] \tag{13-3}$$

حيث:

$$Y = \frac{R_o - 100}{15} + \frac{46}{8{,}4} - \frac{G}{9} \tag{14-3}$$

$$Z = \frac{46}{30} - \frac{G}{40} \tag{15-3}$$

و:

$$G = 1{,}07 + 0{,}258Q + 0{,}0602Q^2 \tag{16-3}$$

$$Q = 37 - 15\log(\mathrm{qdu}) \tag{17-3}$$

وفي هذه المعادلة، فإن qdu تعني عدد وحدات تشوه التكمية بالنسبة للتوصيلة الكاملة بين جانب المرسل وجانب المستقبل.

ملاحظة – إذا استخدم عامل الانحطاط *Ie* لقطعة من التجهيز، ينبغي عدم استخدام قيمة qdu لنفس قطعة التجهيز.

4.3 عامل انحطاط المهلة، *Id*

كذلك فإن *Id* عامل الانحطاط الذي يمثل جميع الانحطاطات الناجمة عن مهلة الإشارات الصوتية مقسم مرة أخرى إلى ثلاثة عوامل فرعية هي *Idte* و*Idle* و*Idd*:

$$Id = Idte + Idle + Idd \tag{18-3}$$

ويقدم العامل *Idte* تقديراً للانحطاطات الناجمة عن صدى المتكلم:

$$Idte = \left[\frac{Roe - Re}{2} + \sqrt{\frac{(Roe-Re)^2}{4} + 100} - 1\right]\left(1 - \mathrm{e}^{-T}\right) \tag{19-3}$$

حيث:

$$Roe = -1{,}5(No - RLR) \tag{20-3}$$

$$Re = 80 + 2{,}5(TERV - 14) \tag{21-3}$$

$$TERV = TELR - 40\log\frac{1+\frac{T}{10}}{1+\frac{T}{150}} + 6e^{-0,3T^2} \quad (22\text{-}3)$$

وبالنسبة لقيم T < 1 ms، ينبغي اعتبار صدى المتكلم نغمة جانبية، أي $Idte$ = 0. لذلك فإن خوارزمية الحساب تجمع تأثير STMR مع صدى المتكلم. وبعد مراعاة أن القيم المخفضة لـــ STMR لها بعض التأثير الحاجب على صدى المتكلم، وأنه قد يصبح بالنسبة لكل قيمة عالية جداً من STMR صدى المتكلم ملحوظاً بدرجة أكبر، يجري تعديل مصطلحي $TERV$ و$Idte$ على النحو التالي:

بالنسبة لـــ STMR < 9 dB:

في المعادلة (21-3) يستعاض عن $TERV$ بـــ $TERVs$ حيث:

$$TERVs = TERV + \frac{Ist}{2} \quad (23\text{-}3)$$

بالنسبة لـــ 9 dB ≤ STMR ≤ 20 dB:

تنطبق المعادلات المشار إليها أعلاه من (3-19) إلى (3-22).

بالنسبة لـــ 20 dB < STMR:

يستعاض عن $Idte$ في المعادلة (18-3) بـــ $Idtes$ حيث:

$$Idtes = \sqrt{Idte^2 + Ist^2} \quad (24\text{-}3)$$

ويمثل العامل $Idle$ الانحطاطات الناجمة عن صدى المستمع. وتصبح المعادلات:

$$Idle = \frac{Ro - Rle}{2} + \sqrt{\frac{(Ro - Rle)^2}{4} + 169} \quad (25\text{-}3)$$

حيث:

$$Rle = 10,5(WEPL + 7)(Tr + 1)^{-0,25} \quad (26\text{-}3)$$

ويمثل العامل Idd الانحطاط الناجم عن المهلة المطلقة الطويلة للغاية Ta التي تحدث مع إلغاء الصدى بالكامل.

بالنسبة لـــ Ta ≥ 100 ms:

$$Idd = 0$$

بالنسبة لـــ Ta < 100 ms:

$$Idd = 25\left\{\left(1 + X^6\right)^{\frac{1}{6}} - 3\left(1 + \left[\frac{X}{3}\right]^6\right)^{\frac{1}{6}} + 2\right\} \quad (27\text{-}3)$$

مع:

$$X = \frac{\log\left(\frac{Ta}{100}\right)}{\log 2} \quad (28\text{-}3)$$

5.3 عامل انحطاط التجهيز، *Ie*

لا تتعلق القيم الخاصة بعامل انحطاط التجهيز *Ie* للعناصر باستخدام أجهزة الكودك بمعدل بتات منخفض بمعلمات دخل أخرى. فهي تعتمد على النتائج الذاتية لاختبار متوسط علاقة الرأي فضلاً عن الخبرات المتعلقة بالشبكة. يرجى الرجوع إلى التذييل I في التوصية [5] G.113 للحصول على قيم *Ie* الموصى بها فعلياً.

وكانت قيم عامل الانحطاط النوعي لعمليات أجهزة الكودك في إطار خسارة الرزمة العشوائية[2] تعالج في السابق باستخدام قيم *Ie* المجدولة والمعتمدة على خسارة الرزمة. أما الآن فإن عامل قوة خسارة الرزمة *Bpl* يتحدد بوصفه قيمة جودة الكودك. ويستمد عامل انحطاط التجهيز الفعلي المعتمد على خسارة الرزمة *Ie-eff* باستخدام قيمة جودة للمشفر بالنسبة لعامل انحطاط التجهيز عند انعدام خسارة الرزمة *Ie* وعامل قوة خسارة الرزمة *Bpl*، ويرد كلاهما في التذييل I في التوصية G.113 بالنسبة للعديد من أجهزة الكودك. وفيما يتعلق باحتمالية خسارة الرزمة، تحسب *Ppl*، *Ie-eff* باستخدام المعادلة:

$$Ie\text{-}eff = Ie + (95 - Ie)\cdot\frac{Ppl}{Ppl + Bpl} \tag{29-3}$$

BurstR هو ما يدعى بنسبة الرشقات ويتحدد كالتالي:

$$\textit{نسبة الرشقات} = \frac{\text{متوسط طول الرشقات المرصودة في التتابع الواصل}}{\text{متوسط طول الرشقات المتوقع في الشبكة المعرضة للخسارة "العشوائية"}}$$

عندما تكون خسارة الرزم عشوائية (أي مستقلة) فإن *نسبة الرشقات* = 1

وعندما تكون خسارة الرزم رشقية (أي تابعة) فإن *نسبة الرشقات* > 1.

على سبيل المثال، فيما يخص توزيعات خسارة الرزم المقابلة لنموذج ماركوف ذي الحالتين مع احتماليات انتقال p من حالة "موجود" إلى حالة "مفقود" وq من حالة "مفقود" إلى حالة "موجود" يمكن حسابها كالتالي:

$$BurstR = \frac{1}{p+q} = \frac{Ppl/100}{p} = \frac{1 - Ppl/100}{q} \tag{30-3}$$

وكما نرى من المعادلة (29-3)، فإن عامل انحطاط التجهيز الفعلي في حالة *Ppl* = 0 (انعدام خسارة الرزمة) يساوي قيمة *Ie* المحددة في التذييل I في التوصية G.113.

يرجى مراجعة الملحق A بالتوصية G.107 فيما يتعلق بمدى قيم المعلمات التي تأكدت صلاحية خوارزميتها.

6.3 عامل الميزة، *A*

نظراً للمعنى المحدد لعامل الميزة *A*، لا توجد علاقة، بالتالي، مع جميع معلمات الإرسال الأخرى. ويتضمن الجدول 1 بعض القيم المؤقتة.

الجدول G.107/1 – أمثلة مؤقتة على عامل الميزة A

مثال نظام الاتصال	القيمة القصوى لـــ A
التقليدي (اللاسلكي)	0
المتنقل من خلال شبكات خلوية في المبنى	5
المتنقل في منطقة جغرافية أو التحرك في سيارة	10
الوصول إلى المواقع التي يصعب الوصول إليها، مثلاً عن طريق توصيلات السواتل متعددة القفزات	20

[2] ينظر إلى احتمالية خسارة رزمة على أنها مستقلة عن حالة الاستقبال (المستقبل/الخسارة) في الرزمة السابقة.

وتجدر الملاحظة بأن القيم الواردة في الجدول 1 والمأخوذة من التوصية [4] G.113 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات ليست سوى قيم مؤقتة. ويترك للمخطط اتخاذ القرار بشأن استخدام العامل *A* وقيمته المختارة في تطبيق معين. غير أنه يتعين النظر إلى القيم في الجدول 1 أعلاه على أنها الحدود العليا المطلقة لـــ *A*.

7.3 القيم بالتغيب

يتضمن الجدول 2 قائمة بالقيم بالتغيب الخاصة بجميع معلمات الدخل المستخدمة في خوارزمة النموذج E. ويوصى بشدة باستخدام هذه القيم بالتغيب فيما يتعلق بجميع المعلمات التي لا تتباين خلال حساب التخطيط. فإذا وضعت جميع المعلمات على القيم بالتغيب، تسفر الحسابات عن جودة رفيعة للغاية مع عامل تقييم R = 93,2.

الجدول G.107/2 – القيم بالتغيب والنطاقات المسموح بها في المعلمات

المعلمة	المختصر	الوحدة	القيم بالتغيب	النطاق المسموح	ملاحظات
تقييم جهارة المرسل	SLR	dB	8+	18+ … 0	(الملاحظة 1)
تقييم جهارة المستقبل	RLR	dB	2+	14+ … 15–	(الملاحظة 1)
تقييم حجب النغمة الجانبية	STMR	dB	15	20 … 10	(الملاحظة 2)
تقييم النغمة الجانبية للمستمع	LSTR	dB	18	23 … 13	(الملاحظة 2)
القيمة D للهاتف، جانب المرسل	Ds	–	3	3+ … 3–	(الملاحظة 2)
القيمة D للهاتف، جانب المستقبل	Dr	–	3	3+ … 3–	(الملاحظة 2)
تقييم جهارة صدى المتكلم	TELR	dB	65	65 … 5	
الخسارة المرجحة لمسير الصدى	WEPL	dB	110	110 … 5	
متوسط مهلة الاتجاه الواحد في مسير الصدى	T	ms	0	500 … 0	
وقت الانتشار ذهاباً وإياباً في عروة 4 أسلاك	Tr	ms	0	1000 … 0	
الوقت المطلق في التوصيلات الخالية من الصدى	Ta	ms	0	500 … 0	
عدد وحدات تشوه التكمية	qdu	–	1	14 … 1	
عامل انحطاط التجهيز	Ie	–	0	40 … 0	
عامل قوة خسارة الرزمة	Bpl	–	1	40 … 1	(الملاحظة 3)
احتمالية خسارة الرزمة العشوائية	Ppl	%	0	20 … 0	(الملاحظة 3)
نسبة الرشقات	BurstR	–	1	2 … 1	(الملاحظة 3)
ضوضاء الدارة المحالة إلى النقطة 0 dBr	Nc	dBm0p	70–	40– … 40–	
الحد الأدنى للضوضاء عند جانب المستقبل	Nfor	dBmp	64–	–	(الملاحظة 3)
ضوضاء الغرفة عند جانب المرسل	Ps	dB(A)	35	85 … 35	
ضوضاء الغرفة عند جانب المستقبل	Pr	dB(A)	35	85 … 35	
عامل الميزة	A	–	0	20 … 0	

الملاحظة 1 – مجموع القيم بين الميكروفون أو المستقبل والنقطة 0 dBr.

الملاحظة 2 – علاقة ثابتة: LSTR = STMR + D.

الملاحظة 3 – قيد الدراسة حالياً.

ويوفر تعديل عام 2000 لهذه التوصية نسخة معززة من خوارزمية النموذج E (انظر الملحق A).

مع تعديل عام 2000، حدث تغيير طفيف في تقييم R الناتج مع جميع قيم المعلمات بالتغيب (من R = 94,2 إلى R = 93,2). غير أنه لأغراض التخطيط العملية، ينبغي النظر إلى هذا الانحراف الطفيف على أنه لا يذكر.

الملحق A

ظروف استخدام النموذج E

ملاحظة – سوف يخضع تقييم وتعزيز خوارزمية النموذج E لمزيد من الدراسة. وسوف تدرج النتائج الجديدة بمجرد أن تتوافر.

1.A أمثلة على الظروف التي ينبغي فيها التزام جانب الحرص لدى استخدام النموذج E

– *السوية الشاملة لعوامل انحطاط التجهيز*

تشير بعض الاستقصاءات التجريبية إلى أن الاتجاه العام في عوامل انحطاط التجهيز يبدو شديد التشاؤم، ولذا قد يدرج هامش أمان خفي.

– *خصائص الإضافة الشاملة في النموذج*

يفترض النموذج E أن هناك أنواعاً مختلفة من الانحطاطات مضافة إلى درجة عامل تقييم الإرسال *R*. ولم يتم التحقق من هذا الجانب بصورة مرضية. وعلى وجه الخصوص، لا يتوافر سوى عدد ضئيل من البحوث بشأن تفاعل أجهزة الكودك بمعدل بتات منخفض مع الأنواع الأخرى من الانحطاطات مثلاً مع ضوضاء الغرفة. وعلاوة على ذلك، تظل تأثيرات الترتيب لدى ترادف العديد من أجهزة الكودك بمعدل بتات منخفض، غير مؤكدة.

– *شمولية النغمة الجانبية للمتكلم*

تبين بعض التجارب أن النموذج E يستبعد بعض تأثيرات الحجب التي تحدث بالنسبة للنغمة الجانبية للمتكلم وخاصة بالترافق مع ضوضاء الدارة، وضوضاء الغرفة على جانب المستقبل وانخفاض وقت صدى المتكلم (< 10 ms).

– *عامل الميزة A*

لم توضح حتى الآن الظروف التي يمكن في ظلها تطبيق القيم المعينة المتعلقة بعامل الميزة. ومن المتوقع أن تعتمد هذه القيم مثلاً على رزمة المستخدم، وأن تتغير القيم المطلقة في المدى الطويل.

– *منهجية الاستنباط الخاصة بعوامل انحطاط التجهيز الجديدة*

اعتمدت منهجية جديدة لاستنباط عوامل انحطاط التجهيز من اختبارات جودة الاستماع الشخصية في شكل التوصية P.833 [6] الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات. واعتمدت منهجية جديدة لاستنباط عوامل انحطاط التجهيز من نماذج الأدوات مثل التوصية P.862 [8] في شكل التوصية P.834 [7] الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

– *تنبوءات بالأنواع المختلفة من ضوضاء الغرفة وأشكال التردد المختلفة في قناة الاتصالات في مسير النغمة الجانبية ومسير الصدى*

لا ينظر النموذج E إلى تأثير ضوضاء الغرفة إلا بواسطة السوية المرجحة لـــ A. وقد يعتمد الرأي الفعلي إزاء جودة اتصالات الكلام حتى على نوع واضطراب ضوضاء البيئة. ولا ينظر النموذج E بصورة صريحة إلى خصائص التردد في قناة الاتصال، ومسير النغمة الجانبية ومسير الصدى إلا أنه ينظر إليها ضمنياً بواسطة تقييمات الجهارة. غير أنها قد تؤثر في جودة الإرسال المتصورة.

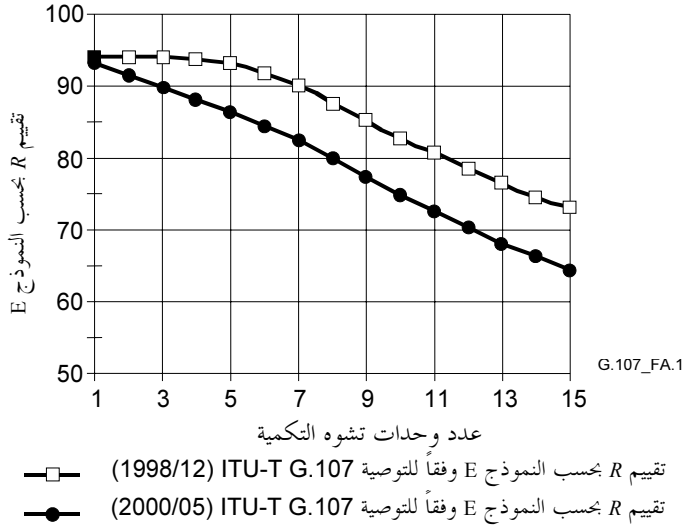
2.A الشروط التي تم تحسين أداء النموذج E على أساسها من خلال التحديث من إصدار سابق

– *تأثير ضوضاء الغرفة عند جانب المرسل*

لم يعد تأثير لومبارد (حقيقة أن المتكلم يوائم نطقه وسوية كلامه في ضوء ضوضاء البيئة) يقابل بالتجاهل في خوارزمية النموذج E المعززة الحالية (إصدار عام 2000). وقد أدى ذلك – في إصدار 1998 – إلى تنبؤات مفرطة في التشاؤم في النموذج E بالنسبة لسويات ضوضاء الغرفة العالية *Pr*.

– *التنبؤات الخاصة بتشوه التكمية*

بالنسبة لإصدار عام 1998 من النموذج E، كانت نتائج الاختبارات الشخصية الخاصة بالظروف المرجعية MNRU مفرطة دائماً في التشاؤم بصورة أكثر من تنبؤات النموذج E. وقد أخذ الرسم البياني في الشكل 1.A من إصدار عام 1998، ومراجعة عام 2000 من النموذج E مع جميع المعلمات الأخرى في قيمها بالتغيب.



الشكل G.107/1.A – العلاقة بين عدد وحدات تشوه التكمية وتقييم *R* بحسب النموذج E

فيما يتعلق بالخوارزمية المعززة بصورة طفيفة في النموذج E على النحو الوارد في هذه التوصية، تغيرت العلاقة بين معلمة وحدات تشوه التكمية وتقييم *R* في النموذج E لرصد الخوارزمية بصورة أفضل مع نتائج الاختبار الشخصي.

– *التنبؤات بالنسبة لأداء جهاز الكودك في ظل خسارة الرزمة العشوائية*

كان يتم في السابق تناول الانحطاطات الناجمة عن أجهزة الكودك بمقتضى ظروف خسارة الرزمة باستخدام عوامل انحطاط تجهيز مجدولة معتمدة على أجهزة الكودك بالنسبة لمعدلات خسارة الرزمة المختلفة (النسخ السابقة من التذييل G.113/I). ونظراً لأن الهدف هو الحد من كمية المعطيات المجدولة المستخدمة في النموذج E، جرى بحث احتمالات الاستعاضة عن *Ies* المجدولة بالنسبة لخسارة الرزمة بمعادلة مقابلة. ويؤدي النهج المختار إلى نتائج مماثلة للغاية لتلك المحددة سابقاً بأنها *Ie* بالنسبة لجميع أجهزة الكودك المشمولة بالتذييل G.113/I في إصدار عام 2001.

– *التنبؤات بالنسبة لأداء جهاز الكودك في ظل خسارة الرزم التابعة*

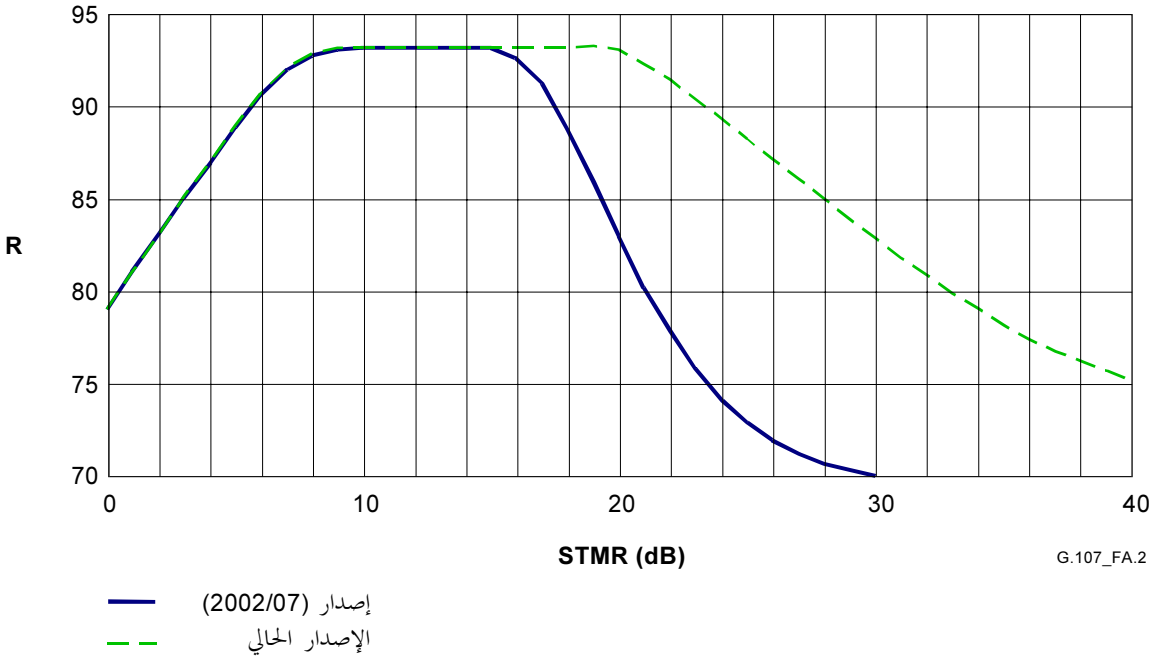
بالنسبة إلى هذه النسخة من الخوارزميات تم إدخال توزيعات الخسارة التي تتسم بتبعيات خسارة متوسطة (للمدى القصير) (مقارنة بتبعيات خسارة المدى الطويل) في النموذج E. وحتى الآن، لم تقيم الطريقة المدرجة إلاَّ لأغراض الكودك G.729(A)، ولكن يفترض تطبيقها أيضاً على الأجهزة G.723.1 وغيرها. وفي انتظار إجراء تحققات أخرى، ينبغي عدم استعمال الخوارزمية مع نسب رشقات أعلى من *BurstR* = 2,0. ويمكن تطبيق النموذج أيضاً على نسب رشقات أعلى من 2,0 إذا كانت النسب المئوية لخسارة الرزم *Ppl* أقل من 2%.

– *تأثير النغمة الجانبية للمتكلم*

كانت تقديرات جودة الصوت كدالة لـ STMR في القيم التي تزيد على 15 dB على النحو الوارد في الإصدار السابق للتوصية ITU-T G.107 (2002/07) مغرقة في التشاؤم ولا تعادل على نحو دقيق النتائج المتحصلة من اختبارات المراجعة. وقد تبين أن ذلك يكتسي أهمية خاصة للهواتف في أمريكا الشمالية التي تحدد عادة بأن لها قيمة اسمية لتقدير حجب STMR من 16 إلى 18 dB.

وتظهر هذه الملاحظة في هذا الإصدار المعدل من خوارزمية النموذج E من خلال تعديل المعادلة المقابلة الخاصة بـ *Ist* باعتبارها دالة النغمة الجانبية (*STMR*)، انظر المعادلة (3-11).

وكما أشير في الجزء الرئيسي من هذه التوصية، قد يصبح صدى المتكلم ملحوظاً بدرجة أكبر في حالة انخفاض قيم STMR. ويعالج ذلك من خلال التحول من *Idte* إلى *Idtes* (المعادلة 3-24). وللمحافظة على الاتساق، جرى توسيع عتبة صدى المتكلم من أكثر من 15 dB (التوصية G.107 في 2002/07) إلى STMR أكثر من 20 dB (النسخة المراجعة من التوصية G.107). ولا يوجد أي تأثير للتعديلات على قيم STMR الأقل من 15 dB. وعلى ذلك، فإن التنبؤ بالجودة بالنسبة لعامل تقييم الإرسال *R* في الأوضاع بالتغيب (*STMR* = 15 dB) لا تختلف عن تلك التي يتم التنبؤ بها بواسطة الإصدار السابق من النموذج (2002/07). وتبلغ قيمة *R* بالتغيب 93,2 في الإصدارين السابق والحالي. ويظهر الوضع في الشكل A.2.



الشكل G.107/2.A – مقارنة بين *R* وSTMR
في الإصدارين الحالي والسابق من خوارزمية النموذج E

الملحق B

قياسات الجودة المستقاة من عامل تقييم الإرسال *R*

يمكن أن يقع عامل تقييم الإرسال *R* في نطاق صفر إلى 100 حيث تمثل $R = 0$ جودة شديدة السوء و$R = 100$ جودة رفيعة المستوى. ويوفر النموذج E تقديراً إحصائياً لقياسات الجودة. ويتم الحصول على النسبة المئوية لتقدير حسن أو أحسن (GoB) وسيئ أو أسوأ (PoW) من العامل *R* بواسطة دالة خطأ غوسي:

$$E(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} \mathrm{e}^{-\frac{t^2}{2}} dt \tag{1-B}$$

والمعادلات هي:

$$GoB = 100E\left(\frac{R-60}{16}\right)\% \tag{2-B}$$

$$PoW = 100E\left(\frac{45-R}{16}\right)\% \tag{3-B}$$

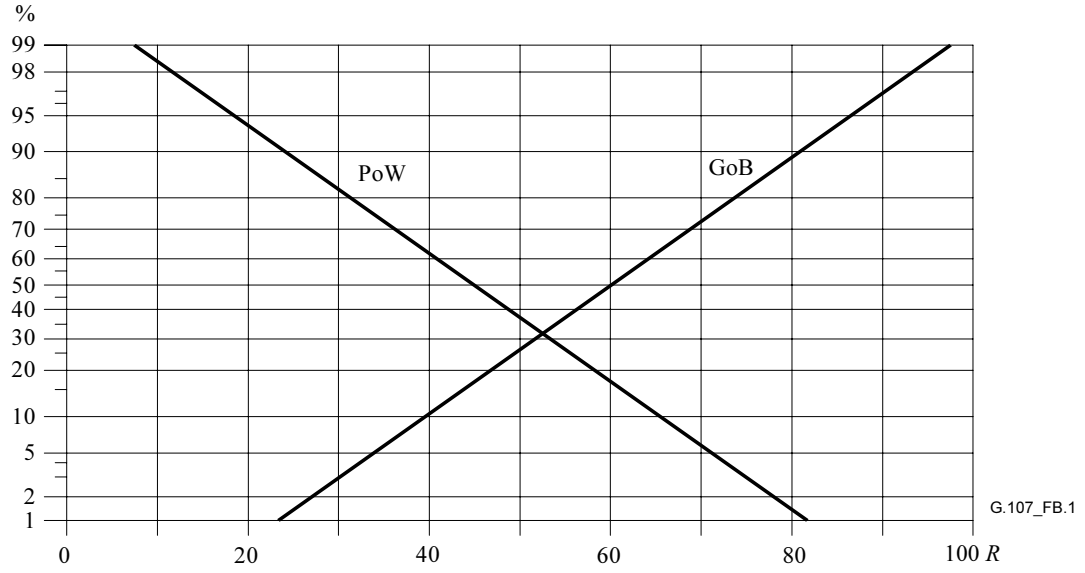
ويمكن الحصول على متوسط علامة الرأي التقديرية (MOS_{CQE}) بالنسبة للأوضاع الكلامية في نطاق 1-5 من العامل *R* باستخدام المعادلات:

بالنسبة إلى $R < 0$: $\quad MOS_{CQE} = 1$

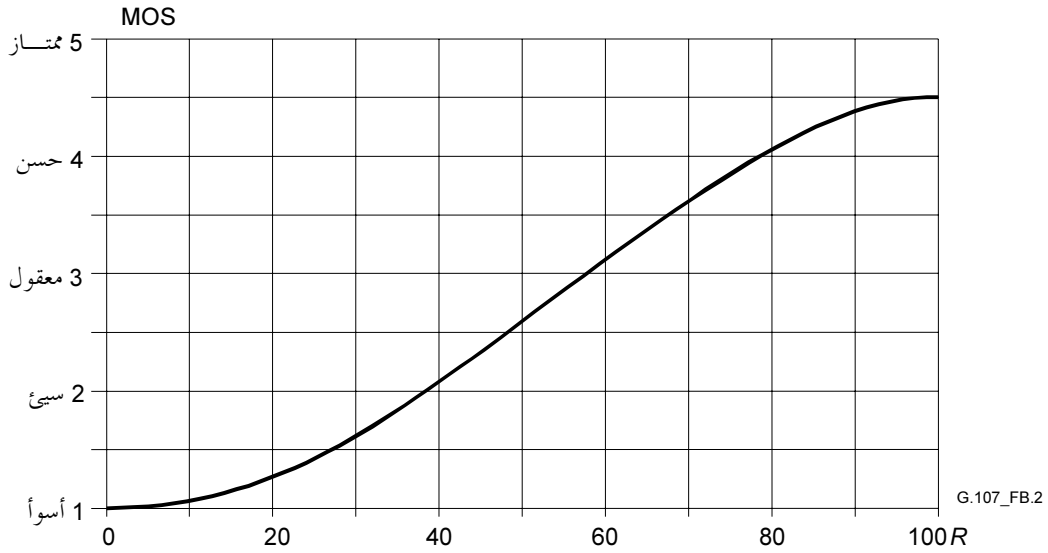
بالنسبة إلى $0 < R < 100$: $\quad MOS_{CQE} = 1 + 0{,}035R + R(R-60)(100-R)7 \cdot 10^{-6}$ (4-B)

بالنسبة إلى $R > 100$: $\quad MOS_{CQE} = 4{,}5$

ويمكن عكس هذه المعادلة في نطاق $6{,}5 \le R \le 100$ لحساب *R* من MOS_{CQE}، انظر التذييل I. GoB وPoW وMOS_{CQE} كلها دالات لـ *R* على النحو المبين في الشكلين 1.B و2.B على التوالي.



الشكل G.107/1.B – (حسن أو أحسن) GoB (وسيئ أو أسوأ) PoW
كدالات لعامل التقييم *R*



الشكل G.107/2.B – MOS_{CQE} كدالة لعامل التقييم *R*

وفي بعض الحالات، قد لا يكون مخططو الإرسال على دراية باستخدام قياسات الجودة مثل عامل التقييم *R* الذي يمكن الحصول عليه من حسابات التخطيط ومن ثم يرد في الجدول 1.B[3] التوجيه المؤقت الخاص بتفسير عوامل *R* المحسوبة لأغراض التخطيط. كما يحتوي هذا الجدول على معادل لقيم *R* المحولة إلى MOS_{CQE} وGoB وPoW الكلامية التقديرية.

الجدول G.107/1.B – دليل مؤقت للعلاقة بين قيمة *R* ورضاء المستعمل

القيمة ***R*** (الحد الأدنى)	MOS_{CQE} (الحد الأدنى)	GoB (%) (الحد الأدنى)	PoW (%) (الحد الأعلى)	رضاء المستعمل
90	4,34	97	~0	راض للغاية
80	4,03	89	~0	راض
70	3,60	73	6	بعض المستعملين غير راضين
60	3,10	50	17	كثير من المستعملين غير راضين
50	2,58	27	38	جميع المستعملين تقريباً غير راضين

[3] مصدر الجدول 1.B هو الجدول 1/[3] G.109.

الملحق C

شفرة المصادر في التوصية G.107_5 في BASIC

```
1  CLS
2  PRINT "PROGRAM g107_4"
3  REM THIS VERSION IS CONFORM WITH THE ALGORITHM
4  REM DESCRIBED IN REC. G.107
5  REM PROGRAM WRITTEN BY N.O. JOHANNESSON
6  REM MODIFIED BY S. MOELLER, 1999; A. RAAKE, 2003
7  PRINT
8  PRINT "E-model, algorithm according to ITU-T Rec. G.107 (2003) Annex C,"
9  PRINT "for voice communication between side (S) and (R)."
10 PRINT
11 PRINT "The E-model gives an estimation of voice transmission quality"
12 PRINT "mouth-to-ear as perceived at Side (R). The model output is a"
13 PRINT "transmission rating factor R which can be transformed to give"
14 PRINT "estimates of customer opinion. Such estimates are only made for"
15 PRINT "transmission planning purposes and not for actual customer"
16 PRINT "opinion prediction. See ITU-T Rec. G.107 (2003) for more details."
17 PRINT
18 PRINT "Note: To continue program:"
19 PRINT "a) INPUT appropriate value as indicated on screen,"
20 PRINT "or"
21 PRINT "b) if no value is asked for, PRESS THE RETURN KEY."
22 PRINT
23 DIM X(100), Y(5, 100), Col(5), Pxo(5)
24 REM Set parameters at default values
25 GOSUB 29
26 REM Goto main menu
27 GOTO 199


29 REM Default Parameter Values, according to Tab.3/G.107 (lines 29-60)
30 SLR = 8
31 RLR = 2
32 STMRs = 15
33 Ds = 3
34 STMR = 15
35 Dr = 3
36 LSTRr = 18
37 TELR = 65
38 T = 0
39 WEPL = 110
40 Tr = 0
41 Ta = 0
42 Ie = 0
43 Bpl = 1
44 Ppl = 0
45.BurstR = 1
46 A = 0
47 Nc = -70
48 Ps = 35
49 Pr = 35
50 qdu = 1
55 Nfor = -64
60 RETURN


198 REM Main menu (lines 198-370)
199 PRINT
200 PRINT "Print current parameter values ", "=1"
210 PRINT "Input new parameter values     ", "=2"
```

```
220 PRINT "Compute table, one parameter   ", "=3"
230 PRINT "Set parameter at default values", "=4"
240 PRINT "Exit program                   ", "=5"
250 PRINT
260 INPUT Y1
270 CLS
280 IF Y1 = 1 THEN GOSUB 500
290 IF Y1 = 2 THEN GOSUB 1000
300 IF Y1 = 3 THEN GOSUB 2000
310 IF Y1 = 4 THEN GOSUB 30
320 IF Y1 = 5 THEN GOTO 9999
330 CLS
340 IF Y1 = 4 THEN PRINT , "Parameters set at default values !"
350 GOTO 199

500 REM SUB Print current parameter values (lines 500-700)
510 PRINT , "SLR="; SLR, "RLR="; RLR, "OLR= SLR + RLR="; SLR + RLR
520 PRINT , "Side (S): Ds="; Ds
530 PRINT , "Side (R): STMR="; STMR, "Dr="; Dr, "LSTR="; STMR + Dr
540 PRINT
550 PRINT , "TELR="; TELR, "Mean One-way Delay T ms="; T
560 PRINT , "WEPL="; WEPL, "Round-trip Delay Tr ms="; Tr
570 PRINT , "One-way Absolute Delay Ta ms="; Ta
580 PRINT
590 PRINT , "Noise Floor at Side (R) Nfor dBmp="; Nfor
600 PRINT , "Circuit Noise Nc dBm0p="; Nc
610 PRINT , "Room Noise, Side (S), Ps dB(A)="; Ps
620 PRINT , "Room Noise, Side (R), Pr dB(A)="; Pr
630 PRINT
640 PRINT , "qdu="; qdu
650 PRINT
660 PRINT , "Equipment Impairment Factor Ie="; Ie
661 PRINT
662 PRINT , "Packet-loss Robustness Factor Bpl="; Bpl
663 PRINT
664 PRINT , "Packet-loss Rate Ppl % ="; Ppl
665 PRINT
666 PRINT , "Burst Ratio ="; BurstR
667 PRINT
670 PRINT , "Advantage Factor A="; A
680 PRINT
690 INPUT C$
700 RETURN

1000 REM SUB Input Parameters (lines 1000-1270)
1020 CLS
1030 PRINT "Type designation of parameter for which the value is to be changed
!"
1031 PRINT
1032 PRINT "Note 1. New value of OLR is obtained indirectly, i.e. by new"
1033 PRINT "value of SLR or RLR. (OLR=SLR+RLR.)"
1034 PRINT
1035 PRINT "Note 2. New value of LSTR is obtained indirectly, i.e. by new"
1036 PRINT "value of STMR or Dr. (LSTR=STMR+Dr.)"
1037 PRINT
1040 INPUT "Parameter:"; A$
1050 INPUT "New Value="; Px
1060 PRINT A$; "="; Px
1070 IF ((A$ = "SLR") OR (A$ = "slr") OR (A$ = "Slr")) THEN SLR = Px
1080 IF ((A$ = "RLR") OR (A$ = "rlr") OR (A$ = "Rlr")) THEN RLR = Px
1090 IF ((A$ = "STMR") OR (A$ = "stmr") OR (A$ = "Stmr")) THEN STMR = Px
1100 IF ((A$ = "Dr") OR (A$ = "DR") OR (A$ = "dr")) THEN Dr = Px
1110 IF ((A$ = "Ds") OR (A$ = "DS") OR (A$ = "ds")) THEN Ds = Px
1120 IF ((A$ = "TELR") OR (A$ = "telr") OR (A$ = "Telr")) THEN TELR = Px
```

```
1130 IF ((A$ = "T") OR (A$ = "t")) THEN T = Px
1140 IF ((A$ = "WEPL") OR (A$ = "wepl") OR (A$ = "Wepl")) THEN WEPL = Px
1150 IF ((A$ = "Tr") OR (A$ = "TR") OR (A$ = "tr")) THEN Tr = Px
1160 IF ((A$ = "Ta") OR (A$ = "TA") OR (A$ = "ta")) THEN Ta = Px
1170 IF ((A$ = "Ie") OR (A$ = "IE") OR (A$ = "ie")) THEN Ie = Px
1171 IF ((A$ = "Bpl") OR (A$ = "BPL") OR (A$ = "bpl")) THEN Bpl = Px
1172 IF ((A$ = "Ppl") OR (A$ = "PPL") OR (A$ = "ppl")) THEN Ppl = Px
1173 IF ((A$ = "BurstR") OR (A$ = "BURSTR") OR (A$ = "burstr")) THEN BurstR = Px
1180 IF ((A$ = "A") OR (A$ = "a")) THEN A = Px
1190 IF ((A$ = "Nc") OR (A$ = "NC") OR (A$ = "nc")) THEN Nc = Px
1200 IF ((A$ = "Ps") OR (A$ = "PS") OR (A$ = "ps")) THEN Ps = Px
1210 IF ((A$ = "Pr") OR (A$ = "PR") OR (A$ = "pr")) THEN Pr = Px
1220 IF ((A$ = "qdu") OR (A$ = "QDU") OR (A$ = "Qdu")) THEN qdu = Px
1230 IF ((A$ = "Nfor") OR (A$ = "NFOR") OR (A$ = "nfor")) THEN Nfor = Px
1240 PRINT
1250 IF Y1 = 2 THEN INPUT "More parameters changed, Yes(1) or No(0)"; Ypar
1260 IF Ypar = 1 THEN GOTO 1020
1270 RETURN

2000 REM SUB Tabulate (lines 2000-3000)
2020 INPUT "Variable Parameter:"; A$
2030 PRINT "(To exit tabulation, put parameter value = 1000 !)"
2040 PRINT TAB(8); A$; TAB(18); "R"; TAB(28); "GOB %"; TAB(38); "POW %";
TAB(48); "MOS"
2050 INPUT Px
2060 IF Px = 1000 THEN GOTO 3000
2070 IF ((A$ = "SLR") OR (A$ = "slr") OR (A$ = "Slr")) THEN SLR = Px
2080 IF ((A$ = "RLR") OR (A$ = "rlr") OR (A$ = "Rlr")) THEN RLR = Px
2090 IF ((A$ = "STMR") OR (A$ = "stmr") OR (A$ = "Stmr")) THEN
2100   STMR = Px
2110   LSTR = STMR + Dr
2120 END IF
2130 IF ((A$ = "Dr") OR (A$ = "DR") OR (A$ = "dr")) THEN
2140   Dr = Px
2150   LSTR = STMR + Dr
2160 END IF
2170 IF ((A$ = "TELR") OR (A$ = "telr") OR (A$ = "Telr")) THEN TELR = Px
2180 IF ((A$ = "T") OR (A$ = "t")) THEN T = Px
2190 IF ((A$ = "WEPL") OR (A$ = "wepl") OR (A$ = "Wepl")) THEN WEPL = Px
2200 IF ((A$ = "Tr") OR (A$ = "TR") OR (A$ = "tr")) THEN Tr = Px
2210 IF ((A$ = "Ta") OR (A$ = "TA") OR (A$ = "ta")) THEN Ta = Px
2220 IF ((A$ = "Ie") OR (A$ = "IE") OR (A$ = "ie")) THEN Ie = Px
2221 IF ((A$ = "Bpl") OR (A$ = "BPL") OR (A$ = "bpl")) THEN Bpl = Px
2222 IF ((A$ = "Ppl") OR (A$ = "PPL") OR (A$ = "ppl")) THEN Ppl = Px
2223 IF ((A$ = "BurstR") OR (A$ = "BURSTR") OR (A$ = "burstr")) THEN BurstR = Px
2230 IF ((A$ = "A") OR (A$ = "a")) THEN A = Px
2240 IF ((A$ = "Nc") OR (A$ = "NC") OR (A$ = "nc")) THEN Nc = Px
2245 IF ((A$ = "Nfor") OR (A$ = "NFOR") OR (A$ = "nfor")) THEN Nfor = Px
2250 IF ((A$ = "Ps") OR (A$ = "PS") OR (A$ = "ps")) THEN Ps = Px
2260 IF ((A$ = "Pr") OR (A$ = "PR") OR (A$ = "pr")) THEN Pr = Px
2270 IF ((A$ = "qdu") OR (A$ = "QDU") OR (A$ = "Qdu")) THEN qdu = Px
2280 IF ((A$ = "Ie") OR (A$ = "IE") OR (A$ = "ie")) THEN Ie = Px
2290 IF ((A$ = "Ds") OR (A$ = "DS") OR (A$ = "ds")) THEN Ds = Px
2300 GOSUB 3500
2400 GOSUB 4000
2500 GOSUB 4100
2600 GOSUB 4200
2700 R = INT(R * 10 + .5) / 10
2800 PRINT TAB(8); Px; TAB(18); R; TAB(28); GOB; TAB(38); POW; TAB(48); MOS
2900 GOTO 2050
3000 RETURN

3500 REM Compute R (lines 3500-3880)
```

```
3509 REM Noise Summation, formulas (3) to (7)
3510 Nr1 = Ps - SLR - Ds - 100
3520 Nr1 = Nr1 + .004 * (Ps - SLR - RLR - Ds - 14) ^ 2
3530 LSTR = STMR + Dr
3540 Pro = Pr + 10 * LOG(1 + 10 ^ ((10 - LSTR) / 10)) / LOG(10)
3550 Pr1 = Pro + .008 * (Pro - 35) ^ 2
3560 Nr2 = Pr1 - 121 + RLR
3570 Nfo = Nfor + RLR
3580 No = 10 * LOG(10 ^ (Nr1 / 10) + 10 ^ (Nr2 / 10) + 10 ^ (Nc / 10) + 10 ^
(Nfo / 10)) / LOG(10)
3590 Nt = No - RLR

3599 REM Ro, formula (2)
3600 Ro = 15 - 1.5 * (SLR + No)

3609 REM Iolr, formulas (9) and (10)
3610 Xolr = SLR + RLR + .2 * (64 + Nt)
3620 Iolr = 20 * ((1 + (Xolr / 8) ^ 8) ^ (1 / 8) - Xolr / 8)

3629 REM Ist, formulas (11) and (12)
3630 STMRo = -10 * LOG(10 ^ (-STMR / 10) + 10 ^ (-TELR / 10) * EXP(-T / 4)) /
LOG(10)
3640 Ist = 12 * (1 + ((STMRo - 13) / 6) ^ 8) ^ (1 / 8)
3645 Ist = Ist - 28 * (1 + ((STMRo + 1) / 19.4) ^ 35) ^ (1 / 35)
3650 Ist = Ist - 13 * (1 + ((STMRo - 3) / 33) ^ 13) ^ (1 / 13) + 29

3659 REM Iq, formulas (13) to (17)
3660 IF qdu < 1 THEN qdu = 1
3670 Q = 37 - 15 * LOG(qdu) / LOG(10)
3680 G = 1.07 + .258 * Q + .0602 * Q ^ 2
3690 Iq = 15 * LOG(1 + 10 ^ ((Ro - 100) / 15) * 10 ^ (46 / 8.4 - G / 9) + 10 ^
(46 / 30 - G / 40)) / LOG(10)

3699 REM Is, formula (8)
3700 Isyn = Iolr + Ist + Iq

3709 REM TERV, formula (22)
3710 TERV = TELR + 6 * EXP(-.3 * T ^ 2) - 40 * LOG((1 + T / 10) / (1 + T / 150))
/ LOG(10)
3719 REM Modifications to satisfy formula (23)
3720 IF STMR < 9 THEN TERV = TERV + .5 * Ist

3729 REM Idte, formulas (19) to (21)
3730 Re = 80 + 2.5 * (TERV - 14)
3740 Roe = -1.5 * (No - RLR)
3750 Xdt = (Roe - Re) / 2
3760 Idte = Xdt + SQR(Xdt ^ 2 + 100)
3770 Idte = (Idte - 1) * (1 - EXP(-T))

3779 REM Modifications to satisfy formula (24)
3780 IF STMR > 20 THEN Idte = SQR(Idte ^ 2 + Ist ^ 2)

3789 REM Idle, formulas (25) and (26)
3790 Rle = 10.5 * (WEPL + 7) * (Tr + 1) ^ (-1 / 4)
3800 Xdl = (Ro - Rle) / 2
3810 Idle = Xdl + SQR(Xdl ^ 2 + 169)

3819 REM Idd, formulas (27) and (28)
3820 IF Ta < 100 THEN Idd = 0
3830 IF Ta = 100 THEN Idd = 0
3840 IF Ta > 100 THEN
        X = (LOG(Ta / 100)) / LOG(2)
        Idd = 25 * ((1 + X ^ 6) ^ (1 / 6) - 3 * (1 + (X / 3) ^ 6) ^ (1 / 6) + 2)
3850 END IF
```

```
3859 REM Id
3860 Id = Idte + Idle + Idd

3864 REM Inclusion of packet-loss: Ieef, formula (29)
3865 Ieef = Ie + (95 - Ie) * (Ppl / ((Ppl / BurstR) + Bpl))

3869 REM R, formula (1)
3870 R = Ro - Isyn - Id - Ieef + A
3880 RETURN

4000 REM Compute GOB, formula (B.2) (lines 4000-4050)
4010 Z# = (R - 60) / 16
4020 GOSUB 5000
4030 GOB = 100 * F#
4040 GOB = INT(GOB * 10 + .5) / 10
4050 RETURN

4100 REM Compute POW, formula (B.3) (lines 4100-4150)
4110 Z# = (R - 45) / 16
4120 GOSUB 5000
4130 POW = 100 * (1 - F#)
4140 POW = INT(POW * 10 + .5) / 10
4150 RETURN

4200 REM Compute MOS, formula (B.4) (lines 4200-4260)
4210 MOS = 1 + R * .035 + R * (R - 60) * (100 - R) * 7 * 10 ^ (-6)
4220 MOS = INT(MOS * 100 + .5) / 100
4230 IF R < 0 THEN MOS = 1
4240 IF MOS < 1 THEN MOS = 1
4250 IF R > 100 THEN MOS = 4.5
4260 RETURN

5000 REM Norm Distr F(Z), formula (B.1) (lines 5000-5130)
5010 S# = 0
5020 N% = 0
5030 H# = Z#
5040 S# = S# + H#
5050 H# = H# * (-1) * (Z#) ^ 2 * (2 * N% + 1) / ((N% + 1) * 2 * (2 * N% + 3))
5060 N% = N% + 1
5070 IF ABS(H#) < 10 ^ (-6) THEN GOTO 5090
5080 GOTO 5040
5090 S# = S# / (SQR(2 * 3.14159265#))
5100 F# = .5 + S#
5110 F# = INT(F# * 10 ^ 5 + .5) / 10 ^ 5
5120 REM PRINT "Z="; Z#, "F(Z)="; F#, "N="; N%
5130 RETURN
9999 END
```

التذييل I

حساب R من متوسط قيم علامة الرأي MOS_{CQE}

يمكن في النطاق $100 \geq R \geq 6{,}5$ حساب R من قيم علاقة الرأي MOS_{CQE} باستخدام المعادلة التالية:

$$R = \frac{20}{3}\left(8 - \sqrt{226}\cos\left(h + \frac{\pi}{3}\right)\right) \tag{1-I}$$

حيث:

$$h = \tfrac{1}{3}\arctan2\left(18566 - 6750 MOS_{CQE}, 15\sqrt{-903522 + 1113960 MOS_{CQE} - 202500 MOS_{CQE}^{\,2}}\right) \tag{2-I}$$

و:

$$\arctan2\left(x,y\right) = \begin{cases} \arctan\left(\dfrac{y}{x}\right) & \text{for } x \geq 0 \\ \pi - \arctan\left(\dfrac{y}{-x}\right) & \text{for } x < 0 \end{cases} \tag{3-I}$$

وتنفذ الدالة arctan2(x, y) في ANSI C كدالة atan2(y, x). وينبغي للمستعملين أن يلاحظوا أن ترتيب المعلمتين يختلف في هذه الحالة.

بيبليوغرافيا

- التوصية ITU-T G.107 (1998)، *النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال*.
- التوصية ITU-T G.107 (2000)، *النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال*.
- التوصية ITU-T G.107 (2002)، *النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال*.
- توصيات ITU-T، السلسلة P – الإضافة 3 (1993)، *نماذج التنبؤ بنوعية الإرسال استناداً إلى قياسات موضوعية*.

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 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 وبروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

السلسلة Z لغات البرمجة والخصائص العامة للبرامجيات في أنظمة الاتصالات

طبعت في سويسرا
جنيف، 2005