التوصية ITU-R BT.1735

طرائق التقييم الموضوعي لنوعية التغطية لإشارات الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض للنظام B المحددة في التوصية ITU-R BT.1306

(المسألة ITU-R 100/6)

(2005)

مجال التطبيق

الغرض من هذه التوصية هو توفير طرائق لتقييم نوعية التغطية ومنطقة الخدمة للإذاعة التلفزيونية الرقمية للنظام B. وتأخذ هذه التوصية في اعتبارها توصيات قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة. وتُعرض طريقتان للتوضيح.

إن جمعية الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن التوصية ITU-R SM.1682 – طرائق قياس إشارات الإذاعة الرقمية، تحدد في البند 6.2 المعلمات التي يتعين قياسها لتقييم التغطية؛

ب) أن معلمات التخطيط مثل الشدة الدنيا للمجال، ونسبة الحماية والعلاقة بين الشدة الدنيا للمجال ودخل توتر المستقبل معرفة في التوصية ITU-R BT.1368 وتستعملها الإدارات على نطاق واسع؛

ج) أن طرائق التنبؤ بشدة المجال وارتفاع الجلبة لتقييم المجال معرّفة في التوصية ITU-R P.1546 وتستعملها الإدارات على نطاق واسع؛

د) أن هناك ضرورة لوجود منهجيات ميدانية لمساعدة الإدارات وأعضاء القطاع على تقييم نوعية تغطية الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض (DTTB)،

وإذ تضع في اعتبارها أيضاً

أ) أن هناك ضرورة لوجود منهجيات مبسطة لمساعدة القائمين على تركيب التجهيزات الإلكترونية للمستهلكين في التقييم الموضوعي لنوعية الإشارة الرقمية عند مستقبل المستعمل الطرفي،

توصي

1 باستعمال النموذج الذي يسمح بوصف التقييم الموضوعي للنوعية القائم على سلم خماسي الدرجات، والموصوف في التوصية ITU-R BT.500، وفقاً للبند 3 من الملحق 1 بهذه التوصية؛

2 باستعمال سلم النوعية الوارد في الجدول 1 من البند 3 من الملحق 1 بهذه التوصية؛

3 باستعمال طرائق القياس الموصوفة في البند 5 والبند 6 والبند 7 من الملحق 1.

وتوصي أيضاً

1 باستعمال الطريقة المبسطة المعروضة في الملحق 2 للتقييم الموضوعي لنوعية الإشارة الرقمية في مستقبل المستعمل الطرفي؛

2 باستعمال سلم النوعية المبسط المعروض في الجدول 3 من البند 2 بالملحق 2.

الملحق 1
الطريقة المعيارية للتقييم الموضوعي لنوعية التغطية لإشارات الإذاعة التلفزيونية الرقمية للنظام B

1 التقييم الموضوعي لنوعية التغطية

ينبغي التحقق من تغطية منطقة محددة عن طريق قياسات "ميدانية" لكي يتسنى تقييم نتائج التنبؤ، وذلك وفقاً لطريقة التنبؤ ومن حيث النوعية يمكن بواسطة طريق التنبؤ، تحديد مجال التغطية باستعمال "احتمالية الموقع". وبنفس الطريقة، يمكن تقييم مفهوم "النوعية الملاحظة" فيما يتعلق بالمستعمل الطرفي بواسطة طرائق القياس. ويعمل نظام استقبال التلفزيون الرقمي للأرض انطلاقاً من "عتبة" وتتوقف النوعية الملاحظة على ثلاثة عوامل: النفاذ إلى الخدمة، والتيسر الزمني وتيسر الموقع.

2 المعلمات التي يتعين تقييمها

وكما أشير في البند 6.2 من الصيغة الحالية للتوصية ITU-R H.1682، فالمعلمات التي يتعين تقييمها هي: شدة المجال ونسبة الخطأ في البتات (BER) بعد مراحل التشفير المختلفة (ويقترح هنا تحديد نسبة BER قبل تشفير فيتربي (CBER)). وتستعمل نسبة BER المطابقة بعد تشفير فيتربي (VBER) لتحديد شرط العتبة شبه الخالية من الخطأ (QEF). كما يجب تسجيل معلمة إضافية أثناء أنشطة القياس. وهي نسبة تشكيل الخطأ (MER) عند موقع الإرسال. وتمثل نسبة MER شكلاً اصطناعياً لتحليل الكوكبة. وإذا كانت نسبة MER عند موقع الإرسال أقل من قيمة معينة أي 32 dB[1]، يجب وقف أنشطة القياس بسبب فشل محتمل في الإرسال.

3 سلم النوعية الموضوعية المطبق على النظام B

من المعروف تماماً أن شدة المجال المقاسة عند مواقع الاستقبال تختلف وفقاً للموقع وارتفاع هوائي الاستقبال. ويتوقف هذا الاختلاف، عند كثافة تدفق القدرة (pfd)، على ارتباط واتساع طور عدة مسيرات تصل إلى هوائي الاستقبال. ويتزايد هذا الاختلاف في إشارات الموجة المستمرة (CW) عنه في إشارات النطاق العريض. وتستطيع المسيرات المعكوسة أن تولد إما إسهامات إيجابية أو سلبية ممكنة. وترتبط الإسهامات السلبية بالتداخلات فيما بين الرموز الملاحظة عندما يكون تأخر مسير أو أكثر أكبر من الفاصل الحارس. وتولد الإسهامات الإيجابية الممكنة عندما يكون تأخر المسير أقل من الفاصل الحارس. ويمكن أن يؤدي وجود عدة مسيرات تسقط في رتل الفاصل الحارس إلى إسهامات إضافية أو إسهامات مطروحة ويتوقف ذلك على تطبيق قرار فيتربي السهل، ونافذة البحث الثابتة أو المترلقة وعلى طور المسيرات. وتؤدي اللاخطية الملازمة المرتبطة بقرار فيتربي السهل، وسويات الحماية والانتشار الزمني والفضائي كنتيجة لذلك إلى ارتباط منخفض بين شدة المجال ونسبة BER. ووجود قانون للترابط مسألة يتعين دراستها.

ونظام تقييم النوعية في حالة الإشارة التماثلية يقوم على شدة المجال وعلى سلم تقييم الجودة الذاتية خماسي الدرجات Q. ويطابق Q5 "ممتاز" وQ1 "سيء للغاية". وتحدد عتبة القبول عند الدرجة Q3. وفي بيئة رقمية يختلف الوضع تماماً ومن المهم ملاحظة الفرق بين طرائق تقييم نوعية الانضغاط وتقييم نوعية التغطية الإذاعية. وعندما يتعلق الأمر بتقييم طريقة الانضغاط، مثل MPEG، يبقى على سلم التقييم خماسي الدرجات. وبالنسبة لهدف تقييم نوعية التغطية الإذاعية، فإنه يبدو أكثر صعوبة الإبقاء على الطريقة القائمة على السلم خماسي الدرجات بسبب الانتقال السريع من الحالة التي تسمح بضمان تقديم الخدمة إلى الحالة التي لا تسمح بذلك. وبرغم ذلك يمكن من جديد الإبقاء على السلم خماسي الدرجات إذا وزعت على كل درجة

[1] لا تزال أدنى قيمة مقبولة للنسبة MER قيد الدراسة مع إمكانية إدخال تحسينات.

دلالة المسافة من نقطة الانتقال. وتقييم المسافة من نقطة الانتقال مسألة هامة للغاية لأن جهاز القياس يوضع عادة قبل نظام استقبال المستعمل الطرفي، الذي يتألف عادة من هوائي ونظام للتوزيع وصندوق للتشفير. *ولا يجب الخلط* بين تفسير التقييم الموضوعي لنوعية التغطية الرقمية بتفسير تقييم النوعية التماثلية.

وفي حالة الاستقبال الثابت، يجب استعمال السلم خماسي الدرجات الوارد في الجدول 1.

الجدول 1

سلم تقييم نوعية تغطية DTTB

نسبة الخطأ في البتات / شدة المجال	$VBER > 2 \times 10^{-4}$	$VBER \leq 2 \times 10^{-4}$ ونسبة CBER ≥ 10	$VBER \leq 2 \times 10^{-4}$ نسبة CBER بين 10 و 100	$VBER \leq 2 \times 10^{-4}$ ونسبة CBER > 100
E < E70	Q1	Q2	Q2	Q2
E70 ≤ E < E95	Q2	Q3	Q3	Q4
≥ E95	Q2	Q3	Q4	Q5

CBER: قناة النسبة BER أو النسبة BER قبل فيتربي.

VBER: النسبة BER بعد فيتربي

نسبة CBER = $CBER_{min}/CBER$

حيث:

$\mathbf{E_{70}}$ أو $\mathbf{E_{95}}$ [2] تمثل شدة المجال الدنيا المتوسطة اللازمة لتيسير احتمالية الموقع قدرها 70 % أو 95 % (كتيب DTTB، الفصل 5 (طبعة 2002) والتوصية ITU-R BT.1368). وتعتمد قيمة $\mathbf{E_{70}}$ أو $\mathbf{E_{95}}$ على التشكيل المعتمد.

$CBER_{min}$ هي قيمة نسبة *CBER* عندما تكون نسبة VBER مساوية للقيمة 2×10^{-4} (شرط QEF) وتعتمد على معدل التشفير المعتمد. وترد قيم $CBER_{min}$ لمعظم التشكيلات المستعملة أدناه في الجدول 2. ويجدر ملاحظة أن هذه القيم لا تتغير وفقاً للتردد أو مخطط التشكيل. ويقتضي الأمر إجراء المزيد من الدراسات لتحديد قيم معدلات التشفير الأخرى.

الجدول 2

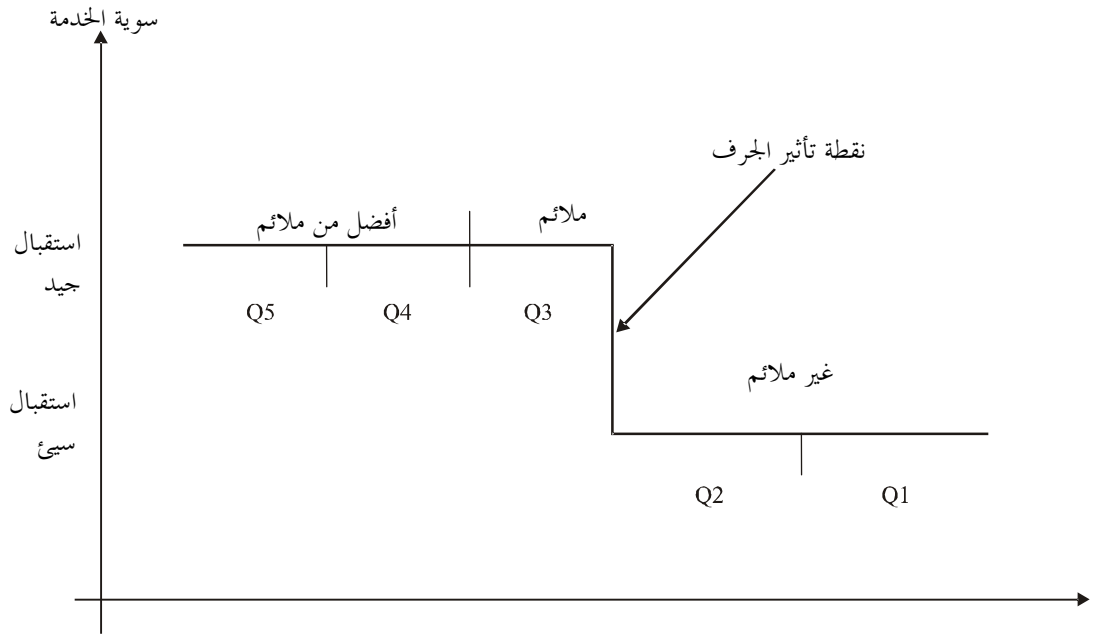
قيم $CBER_{min}$ لمعدلات تشفير مختلفة

معدل التشفير	$CBER_{min}$
2/3	4×10^{-2}
3/4	2×10^{-2}

[2] $\mathbf{E_{70}}$ و$\mathbf{E_{95}}$ يمكن أن تمثل أيضاً قيم التخطيط التي تختارها الإدارات.

4 تفسير السلم الوارد في الجدول 1

الشكل 1



ويمثل سلم النوعية المسافة من نقطة الانتقال، الذي يطلق عليه "تأثير الجرف" أيضاً. وكل قيمة Q هي دالة E والنسبة BER. وقراءة Q2 على الخط الأفقي للجدول تعني أن شدة المجال أقل من القيمة الدنيا الموزعة في إجراء التخطيط. وفي مثل هذه الحالات لا يمكن ضمان الحماية من التداخلات. وقراءة Q2 على الخط الرأسي تعني ظهور "تأثير الجرف". وفي الحالة الأولى يمكن التحرك صوب Q3 بزيادة قدرة الإرسال أو بتعديل مخطط الهوائي. وفي الحالة الثانية يمكن التحرك صوب Q3 بتخفيض التداخلات أو سوية التداخلات متعددة المسيرات.

5 القياس على ارتفاع ثابت

يوضع الهوائي في هذا النوع من القياس على الصاري ويرفع على ارتفاع 10 m تقريباً فوق سطح الأرض بحيث يقع الهوائي فوق الجلبة أو المعوقات المحلية. ويمكن استنساخ نتائج القياس في أي وقت وذلك باعتماد نظام استقبال ثابت، الذي يتواجد عادة في محطات المراقبة. والقياس على ارتفاع ثابت لا يمكن أن يكون مفيداً سوى في التقييم الرسمي، الذي يجري عادة على ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض (وهذا الارتفاع هو ذاته المستعمل في طريقة التنبؤ بالانتشار المعتمدة لأغراض التخطيط).

وفي الأوضاع الحقيقية تتوقف شدة المجال المقيس على طور تكوين الإشارات المستقبلة من عدة مسيرات انتشار. ولذلك، تعتمد النتيجة النهائية على كل من: موقع هوائي الاستقبال والتغير الرأسي في شدة المجال. وإذا استعمل هوائي استقبال بنصف طول موجة، يمكن تحديد ثلاث حالات محددة:

– يكون الفرق بين القيم القصوى للتغيير الرأسي في شدة المجال أقل من نصف طول الموجة؛ يكافئ المجال المقيس ذلك الخاص بمجال مسير مباشر؛

- يكون الفرق بين القيم القصوى للتغير الرأسي في شدة المجال أكبر من نصف طول الموجة؛ يمكن أن تكون شدة المجال المقيس أكبر من أو أقل من مجال مسير مباشر؛

- تبدو أول قيمة قصوى للمجال على ارتفاع أكبر من 10 m؛ وتتزايد شدة المجال المقيس مع الارتفاع.

ويمكن استعمال القياس على ارتفاع ثابت لتمييز مجال الخدمة فقط إذا كان يقع في فئة التقييم Q4 وQ5: وهذا يعني أن شدة المجال أكبر من E_{min} وغيبة الاضطرابات في قناة الإرسال. وفي مثل هذه الحالات، يمكن ربط القيمة المقيسة "بمنطقة صلاحية". ويجب أن يحدد مدى منطقة الصلاحية على أساس البيئة، والمسافة بالنسبة للمرسل، والتغير الرأسي في شدة المجال وارتفاع القيمة القصوى الأولى لشدة المجال. وتشير الخبرة المكتسبة في مجال تقييم الإشارات التماثلية إلى أن نصف قطر منطقة الصلاحية يمكن أن يبلغ 10 km كحد أقصى.

إذا كانت نتائج النوعية الموضوعية أقل من Q4، من الضروري تقييم التغيير الرأسي في شدة المجال ثم التغير الأفقي في شدة المجال في آخر الأمر.

وتشير نتائج النوعية الموضوعية البالغة Q4 أو Q5 إلى إنجاز تغطية "أفضل من ملائمة" للخدمة الجاري تقييمها.

6 التغيير الرأسي في شدة المجال

تتغير شدة المجال ونسبة الخطأ في البتات باستمرار خلال عملية وضع الهوائي على ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض. وتتوقف القيم على مختلف تركيبات المسير وعلى العوائق على الارتفاعات المنخفضة. وإذا كانت النوعية الموضوعية المقيمة أقل من Q4 لارتفاع هوائي يبلغ 10 m تقريباً، من الضروري التحقق مما إذا تم تجاوز درجة النوعية الموضوعية Q3 خلال عملية وضع الهوائي في موقعه. ويجب تحديد وضع الهوائي بحيث يسمح بالاستقبال. وتعتبر درجة النوعية الموضوعية المقيمة في مثل هذه الحالات ذات دلالة ويدرج التغير الرأسي (VV) المسجل في نتائج القياس. ويلاحظ أن مدى منطقة الصلاحية يمكن أن يبلغ 2 km على أقصى تقدير.

وتكون الدرجة Q3 للنوعية الموضوعية مماثلة لسوية التغطية المعتمدة في نظام التخطيط.

7 التغير الأفقي في شدة المجال

وعند استعمال طريقة التغير الأفقي في شدة المجال تكون درجة تقييم النوعية الموضوعية أقل من Q3 دائماً، ولذلك من الضروري التحقق مما إذا كانت هذه النتيجة تتوقف على اختيار سيئ لنقطة القياس أو ما إذا كانت تتوقف على المنطقة قيد الدراسة.

وفي مثل هذه الحالات من الضروري اختيار نقاط قياس أخرى قريبة من الأولى. وإذا أسفرت هذه النقاط الجديدة مرة أخرى عن درجات أقل من Q3، يجدر الإشارة إلى أن النتيجة الأكثر دلالة هي أفضل نتيجة تم الحصول عليها والمدى النسبي للصلاحية. ويجب أن يتناسب مدى الصلاحية مع المسافة بين النقاط التي جرى قياسها.

الملحق 2

الطريقة المبسطة لتقييم النوعية الموضوعية لإشارة رقمية عند مستقبل المستعمل للنظام B

1 معلومات أساسية

يتناول الملحق 1 طريقة لتقييم النوعية الموضوعية باستعمال سلم لتقدير الخدمات التلفزيونية الرقمية. وتقوم هذه الطريقة على القياس الميداني (أثناء الخدمة) لكل من شدة المجال على ارتفاع محدد ونسبة الخطأ في البتات (قبل CBER وبعد تشفير فيتربي VBER). وقد تتطلب هذه الطريقة وجود مركبات مزودة بأجهزة قياس عالية التكلفة.

وفي المراحل الأولى لنشر خدمة رقمية، من المتوقع وجود ضرورة على نطاق واسع لتقييم نوعية الإشارة وذلك باستعمال مجموعة متنوعة من تجهيزات القياس منخفضة التكلفة، وخاصة تلك التي يستعملها على الأرجح القائمون على تركيب التجهيزات الإلكترونية للمستهلكين. ولتلبية هذه الحاجة، يقترح وضع طريقة مبسطة لتقييم النوعية الرقمية مماثلة للطريقة القائمة على التلفزيون التماثلي (لقياس سوية الإشارة إلى جانب التقييم الموضوعي لنوعية الإشارة).

وتبين أعمال القياس أن إجراء قياس مشترك يتضمن قياساً لقدرة إشارة قناة غير موهنة وهامشاً *C/N* بالنسبة للعطل يعطى تقييماً لنوعية الإشارة مماثلاً من حيث الموثوقية للتقييم الذي يتم الحصول عليه باستعمال طريقة أكثر تعقيداً. وهذا يعني، أنه إذا تم الحصول على سوية للإشارة وقيمة هامش *C/N* ملائمتين، يمكن في هذه الحالة افتراض أن المشاهد سيكون في وضع يمكنه من استقبال إشارات رقمية. وتوحي المقارنة بالهوامش المقاسة *C/N* وBER أن قيمة الهامش المماثل تم الحصول عليها لكل معلمة أياً كان موقع الاختبار المعني ومن ثم تعتبر الطريقة الأبسط "لهامش السوية" كافية لتحقيق هذه الغاية.

2 السلم المبسط لنوعية الإشارة الرقمية

سمحت المعطيات التي تم جمعها خلال عملية المسح بوضع سلم لنوعية الإشارة يقوم على قياس السوية وهامش السوية. وهذا السلم يتخذ شكل السلالم المقترحة في الملحق 1 ويرد وصفه فيما يلي.

ويتطلب سلم نوعية الإشارة الرقمية هذا قياس سوية الإشارة المستقبلة وهامش سوية الإشارة بالنسبة لنقطة العطل (الخلوص). وترتبط ثلاثة نطاقات لسوية الإشارة وثلاثة نطاقات للهامش لتكوين سلم نوعية من 5 درجات حيث تمثل الدرجتان 1 و2 نوعية غير مقبولة، والدرجة 3 نوعية مقبولة والدرجتان 4 و5 نوعية جيدة.

ويرد فيما يلي سلم قياس نوعية الإشارة:

الجدول 3

سلم نوعية الإشارة

توتر دخل المستقبل (dBμV)	الهامش فوق نقطة العطب M (dB)		
	$5 \geq M$	$10 > M > 5$	$10 \geq M$
$V \leq V_{min}$	1	2	3
$V_{min} < V < V_{min} + 6$ dB	2	3	4
$V_{min} + 6$ dB $\leq V$	3	4	5

الملاحظة 1 – V_{min} أعلى من السوية المستعملة الدنيا للإشارة (نقطة العطل) لقيمة محدودة في إجراء تخطيط الإدارة المعنية (5 dB مثلاً).

الملاحظة 2 – في غيبة أية عوائق أخرى، تتلائم فئات سوية الإشارة وفئات الهامش (وهذا يعني: في بيئة ضوضاء فقط، أن اقتران الحالة $V \leq V_{min}$ مع 5 dB $< M <$ 10 dB تعطي نفس درجة النوعية كما في حالة اقتران $V_{min} < V < V_{min} + 6$ dB مع $M \leq 5$ dB وهلم جراً)

الملاحظة 3 – الدرجات 6 dB هي اختيار اعتباطي إلى حد ما ولكنها أرقام تقريبية مستمدة من ملاحظة الاختلافات بين القيم الدنيا المستعملة E50/50، E50/70، E50/95، إلخ لقيم شدة المجال.

الملاحظة 4 – توحي المعلومات الأولية بأن سوية الإشارة المطابقة لنقطة العطل تتراوح ما بين 20 dBμV و30 dBμV على مستوى مطاريف الاستقبال.

الملاحظة 5 – تعتبر الدرجة 3 (أو أعلى) بمثابة دلالة لتيسير الاستقبال المقبول.

الملاحظة 6 – يحدد "الهامش" بإدخال توهين في الوقت الذي يلاحظ فيه ظهور معوقات محتملة في الصورة المستقبلة.

الملاحظة 7 – يكفل الربط بين زيادة سوية الإشارة وزيادة الهامش حماية من تقلبات الموقع وكذلك قدر من الحماية من التقلبات الزمنية (الخبو).

وتتطلب هذه الطريقة المبسطة تيسر تجهيز لقياس الإشارة الرقمية، ومستقبل تليفزيون رقمي وموهن، مما يوفر نظاماً للاختبار يكون مألوفاً لمركب نظام تماثلي يتمتع بقدرة من الخبرة من حيث التكلفة وتعقيد التجهيزات، وطريقة الاستعمال والنتائج المتحصلة. وترمي طريقة التقييم إلى تحديد سوية الإشارة الرقمية ثم مراقبة الإشارة المستقبلة مع توهين الإشارة المطلوبة إلى حين الكشف عن العطل على الصورة المعروضة. وتشكل سوية التوهين المدرج عندئذ قيمة الهامش الذي يتعين استعماله في تقييم نوعية الإشارة.

وإن كانت نقطة العطل الحقيقي عند أي موقع استقبال تتوقف على الربط بين سوية الإشارة ومدى المعوقات الأخرى (مثل الانتشار عبر مسيرات متعددة وضوضاء النبضة الكهربائية) إلاّ أنه يفترض رغم ذلك وجود علاقة مباشرة بين مختلف قياسات نوعية الإشارة بحيث تتساوى جميع قياسات الهامش لأغراض تحديد نوعية أو استقبال الإشارة الرقمية.

تحذير: يمكن أن تؤدي هذه الطريقة المبسطة (شأنها شأن أي طريقة تنطوي على توهين الإشارة لتحديد الهامش المتيسر بالنسبة لنقطة العطل) إلى نتائج مضللة إذا كانت العلاقة بين سوية الإشارة المطلوبة وإشارة التداخل غير ثابتة. ويمكن توقع حدوث مثل هذه الحالة مثلاً، حينما تكون التغطية "بتداخل محدود" وتكون أطوال مسير الانتشار من الطول بحيث يحدث توهين ملموس في الإشارات المطلوبة أو في إشارات التداخل. وقد لا يكون من الملائم في مثل هذه الحالات استعمال الطريقة المبسطة.

3 ملاحظات

يشتمل السلم المبسط لتقييم النوعية قيم مماثلة لسوية الإشارة المطلوبة ولفئات الهامش مما يسمح باعتبار الطريقة الواردة في الملحق 1 طريقة موثوقة.

ومنذ صياغة الطريقة البسيطة، ظهرت في الأسواق مستقبلات جديدة لقياس المجال توفر قدرات تتمشى عن كثب مع الطريقة الواردة في الملحق 1. وهذه المستقبلات الجديدة تتميز بنمط يستطيع أن يستعمله القائمون على تركيب التجهيزات للجمهور عموماً ويُدعى أنها قادرة على قياس نسبة الخطأ في البتات. وإن كان الأمر كذلك، لن تكون الطريقة المبسطة لازمة وسيكون من الأسهل استعمال الطريقة الموصوفة في الملحق 1 لأغراض تغطية المسح وتسهيل التركيب السليم لأنظمة الاستقبال لدى الجمهور عموماً للنظام B.

وقد يكون من المفيد في الوقت الراهن جمع المعلومات بشأن قدرات أداء الجيل البازغ من مستقبلات الاختبار بحيث يمكن تبيان أن الطريقة الواردة في الملحق 1 هي طريقة عملية ومفيدة.