الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SM.1838-0

(2007/12)

إجراء اختبار لقياس قيمة الضوضاء في مستقبلات الرصد الراديوي

السلسلة SM

إدارة الطيف

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/publ/R-REC/en)

السلسلة	العنوان
BO	البث الساتلي
BR	التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية
BS	الخدمة الإذاعية (الصوتية)
BT	الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)
F	الخدمة الثابتة
M	الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
S	الخدمة الثابتة الساتلية
RS	أنظمة الاستشعار عن بعد
SA	التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية
SF	تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة
SM	**إدارة الطيف**
SNG	التجميع الساتلي للأخبار
TF	إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت
V	المفردات والمواضيع ذات الصلة

ملاحظة: *تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

النشر الإلكتروني
جنيف، 2020

© ITU 2020
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R SM.1838-0*

إجراء اختبار لقياس قيمة الضوضاء في مستقبلات الرصد الراديوي

(2007)

مجال التطبيق

هذه التوصية واحدة من مجموعة توصيات تصف طرائق الاختبار لتحديد المعلمات التقنية لمستقبلات الرصد الراديوي. وهي معلمات هامة بالنسبة إلى مستعملي هذه المستقبِلات. ويسهل اتباع المصنّعين لهذه الطرائق المقارنة بين المستقبِلات المختلفة. وتصف هذه التوصية إجراء اختبار لتحديد مقدار الضوضاء في مستقبِل الرصد. ويوصى جميع المصنّعين باعتماد تعريف إجراء الاختبار هذا. كما يمكن لمستعملي هذه المستقبِلات أن يستخدموه في تقييم نوعية المنتجات بصورة أكثر سهولة وموضوعية.

كلمات أساسية

إجراء اختبار، قيمة الضوضاء، مستقبل الرصد الراديوي

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد قد نشر المواصفات النمطية الموصى بها لمستقبِلات الرصد التماثلية والرقمية في كتيّب مراقبة الطيف الراديوي (2011)، لكنه لم يتطرق إلى إجراءات الاختبار التي استندت إليها تلك المواصفات؛

ب) أن مواصفة مقدار الضوضاء (NF) ترتبط ارتباطاً وثيقاً بإجراءات الاختبار المستخدمة؛

ج) أن مقدار الضوضاء في المستقبِل معلمة تحدد قدرة المستقبِل على استقبال إشارات ضعيفة وإنتاج إشارات خرج بسوية معقولة ونوعية مقبولة؛

د) أن مقدار الضوضاء المحددة في صفحة بيانات المستقبِل تعتمد إلى حد بعيد على ترددات الاختبار المستعملة وظروف تشغيل المستقبِل والحرارة المحيطة السائدة أثناء الاختبارات؛

ه) أن لخصائص الضوضاء تأثيراً مباشراً على قدرة المستقبِل على الاضطلاع ببعض مهام الرصد؛

و) أن إجراء اختبار وحيد لقياس مقدار الضوضاء ضروري من أجل مقارنة المواصفات التي ينشرها مختلف المصنّعين؛ إذ إن تحويل مواصفات تستند إلى إجراءات اختبار متباينة صعب للغاية؛

ز) ضرورة أن يكون إجراء الاختبار المحدد للضوضاء مستقلاً عن تصميم المستقبِل؛

ح) أن إجراء اختبار محدداً بدقة لمقدار الضوضاء يعتمده جميع مصنّعي مستقبِلات الرصد الراديوي سيتيح لمستعملي هذه المستقبِلات إمكانية تقييم منتجات المصنّعين المختلفين بصورة أكثر سهولة وموضوعية؛

ط) إمكانية الاطلاع على معلومات إضافية عن عمليات قياس مقدار الضوضاء في التقرير ITU-R SM.2125 – المعلمات وإجراءات القياس الخاصة بمستقبِلات الرصد الراديوي ومحطاته العاملة بالموجات الهكتومترية والمترية والديسيمترية،

* أدخلت لجنة الدراسات 1 للاتصالات الراديوية في عامي 2010 و2019 تعديلات صياغية على هذه التوصية وفقاً للقرار ITU-R 1.

توصي

1 باستعمال طريقة القياس الواردة في الملحق 1 لتحديد مقدار الضوضاء في مستقبِلات الرصد الراديوي.

الملحق 1

إجراءات اختبار لقياس قيمة الضوضاء في مستقبلات الرصد الراديوي

1 الملامح العامة

ترتبط قيمة الضوضاء بشكل رئيسي بالمعلمات التالية:

- الترددات المستعملة في الاختبار؛
- وضعية المستقبِل (مكبر سابق، جهاز توهين)؛
- الحرارة السائدة أثناء الاختبارات.

وعلاوة على ذلك، ينبغي من أجل تقدير قيمة الضوضاء بصورة صحيحة:

- إجراء عمليات القياس على كامل مدى ترددات المستقبِل؛
- تحديد المصنّعين لقيمة الحد الأقصى للضوضاء ونشرها في صفحة البيانات في كامل مدى تشغيل المستقبل. ونظراً لأن قيم الضوضاء تعتمد على التردد، يمكن للمصنّع أن يختار تحديد قيم ضوضاء لنطاقات تردد أو أمدية تردد منتقاة أخرى؛
- يمكن أيضاً تحديد *القيمة المتوسطة* (المتوسط الحسابي لعدد عمليات القياس)؛
- التأكد من صحة قيم الضوضاء المعلنة بالنسبة إلى كامل مدى درجات الحرارة المذكورة في صفحة البيانات. وتدوين القيم الحدية في صفحة البيانات، حسب الاقتضاء.

2 معلومات أساسية عن قياس الضوضاء

مواصفة الضوضاء هي إحدى المواصفات الرئيسية لمستقبِل الرصد. وترتبط قيمة الضوضاء ارتباطاً وثيقاً بحساسية مستقبِل الرصد.

وقيمة الضوضاء في مستقبِل رصد هي العامل الذي يزيد من قدرة الضوضاء التي يبثها مستقبِل الرصد عند استخدام ضوضاء مرجعية في الدخل. وتكون قيمة الضوضاء عند مدخل مستقبِل الرصد قيمة مرجعية، وعند خرجه قيمة مقيسة.

ويمكن قياس قيمة الضوضاء في مستقبِل الرصد بطرائق عدة هي:

- طريقة "الكسب"
- طريقة "العامل-Y" (طريقة مصدر الضوضاء)
- طريقة "الحساسية".

ويجب إجراء عمليات القياس على كامل مدى التردد من خلال ضبط مستقبِل إشارات الاختبار على الترددات f_1، f_2، ...، f_n. وينبغي اختيار ترددين على الأقل لكل توافقية يتوزعان بالتساوي على كامل مدى تردد المستقبِل.

ويوضع المستقبِل في ظروف تشغيل عادية. وتضبط جميع موهّنات مستقبِل الرصد، إن وجدت، على قيمتها الدنيا.

ويغلق التحكم الأوتوماتي بالكسب (AGC) أثناء الاختبارات.

ويتعيَّن إجراء القياسات في حالة "مكبر سابق مفتوح" عند وجود مكبر تبديلي. ويمكن أيضاً إجراء القياسات في الحالة "مكبر سابق مغلق". كما يمكن التعبير عن الحالة "مكبر سابق مفتوح" بالعبارة "أسلوب حساسية مرتفعة" أو "أسلوب ضوضاء منخفضة".

3 تعريف إجراءات اختبار لقياس الضوضاء في المستقبِلات

تجرى قياسات الضوضاء وفقاً للإرشادات الواردة في الفقرتين 1 و2.

1.3 طريقة "الكسب" "Gain"

1.1.3 المبدأ

معادلة قيمة الضوضاء في درجة حرارة 25° هي التالية:

$$NF = P_{out} + 174 - Gain$$

حيث:

NF: قيمة الضوضاء في النظام موضوع القياس (dB)

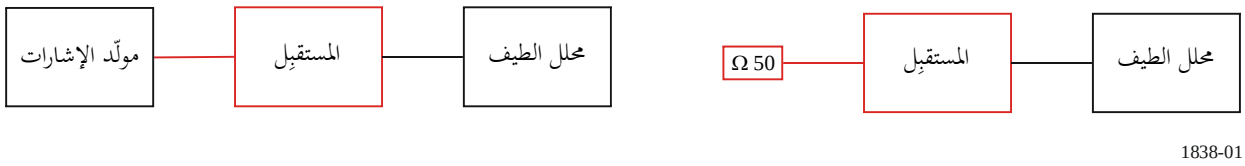
P_{out}: كثافة قدرة الضوضاء عند خرج النظام (dBm/Hz)

$Gain$: كسب النظام موضوع القياس (dB).

2.1.3 إعداد القياس

ينبغي استخدام إعداد القياس المبين في الشكل 1 في طريقة الكسب:

الشكل 1



1838-01

إجراء القياس

الخطوة 1: يوصل مولد الإشارات مع مدخل مستقبِل الرصد ويضبط المستقبِل على تردد القياس. وتستخدم نغمة الموجة المستمرة مع السوية التي تنتج نسبة SNR > 30 dB.

الخطوة 2: تقاس سوية قدرة الدخل، Ne (dBm)، باستعمال محلل الطيف، ثم سوية قدرة الخرج، N_s (dBm)، في مستقبِل الرصد. ويكون الكسب على النحو التالي، كسب $Gain = N_e - N_s$.

الخطوة 3: توصَل حمولة قدرها Ω 50 مع مدخل مستقبِل الرصد. وتقاس كثافة قدرة الضوضاء، P_{out} (dBm/Hz)، باستعمال محلل الطيف. وينبغي ضبط مستقبِل الرصد على نفس المعلمات (كسب يدوي، تردد، وضعية المكبرات أو الموهّنات) في قياس الكسب (المرحلتان 1 و2) وقياس الضوضاء (المرحلة 3) على حد سواء.

الخطوة 4: تطبق المعادلة المعطاة في الفقرة 1.1.3.

2.3 طريقة "العامل–Y"

1.2.3 المبدأ

المبدأ الذي تقوم عليه هذه الطريقة هو استخدام مصدر ضوضاء معياري عند مدخل مستقبِل الرصد.

ويتم قياس كثافة الضوضاء باستعمال محلل الطيف وثنائي المساري للضوضاء في الحالتين "ON" (مفتوح) أو "OFF" (مغلق). ثم تستعمل المعادلة التالية:

$$NF = ENR - 10\ \log\left(10^{(Y/10)} - 1\right)$$

حيث:

NF: قيمة الضوضاء في مستقبِل الرصد موضوع القياس (dB)

ENR: نسبة الضوضاء الزائدة في مصدر الضوضاء (dB)

Y: فرق كثافة الضوضاء (dB) المقيس في حالتي فتح (ON) أو إغلاق (OFF) المصدر.

2.2.3 إعداد القياس

ينبغي استخدام إعداد القياس المبين في الشكل 2 في طريقة العامل–Y.

الشكل 2

1838-02

إجراء القياس

الخطوة 1: يوصَل مصدر الضوضاء بدخل مستقبِل الرصد وتوضع التغذية بالطاقة لمصدر الضوضاء على "ON" ويولَّف مستقبِل الرصد على تردد القياس.

الخطوة 2: تقاس كثافة الضوضاء N_{ON} (dBm/Hz) عند المخرج باستعمال محلل الطيف.

الخطوة 3: تغلق (OFF) التغذية بالطاقة لمصدر الضوضاء وتقاس كثافة الضوضاء، N_{OFF}، عند مخرج مستقبِل الرصد. والمعلمة $N_{ON} - N_{OFF} = Y$.

الخطوة 4: تطبَّق المعادلة الواردة في الفقرة 1.2.3.

3.3 قياس الحساسية لتحديد قيمة الضوضاء

من الممكن استعمال هذه الطريقة غير المباشرة لكنها قد تعطي نتيجة مختلفة عن نتائج القياس بالطريقتين الأخريين. وذلك بسبب أن مزيداً من المكونات (مزيل تشكيل قسم IF، قسم سمعي ومرشاح سمعي للضوضاء) الموجودة في سلسلة المستقبِل تدخل في القياس. غير أنه بالإمكان تحديد قيمة الضوضاء في مستقبِلات التشكيل التماثلي باستعمال هذه الطريقة.

1.3.3 المبدأ

يمكن استنتاج قيمة الضوضاء من حساسية التشكيل (AM) لمستقبِل الرصد باستعمال المعادلة التالية:

$$NF = S + 174 - 10\log(Res) - 10\log\left(\frac{m^2}{1+m^2}\right)$$

حيث:

NF: قيمة ضوضاء مستقبِل الرصد (dB)

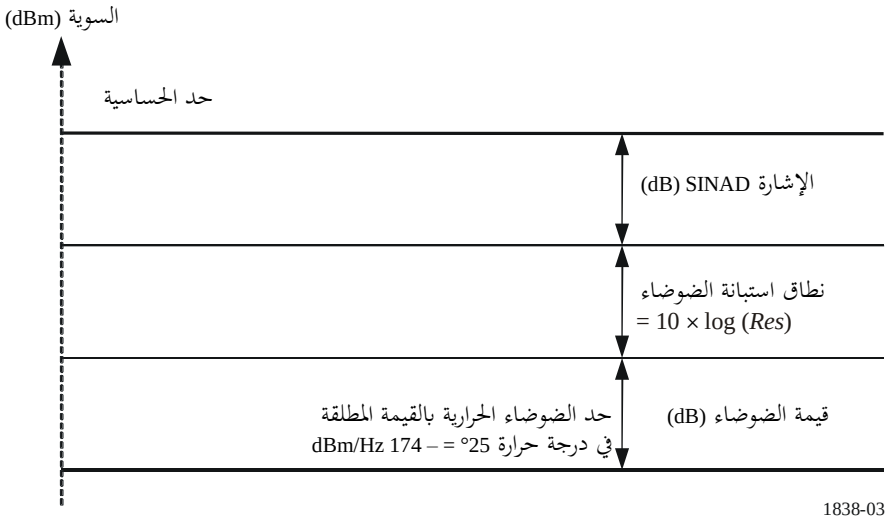
S: قيمة الحد للحساسية في مستقبِل الرصد (dBm)، ناقص نسبة التداخل إلى الإشارة، بما فيها قيمة الضوضاء والتشوه (SINAD) لقياس الحساسية (مثال: 12 dB في التشكيل AM)

Res: عرض نطاق الضوضاء الفعالة للمرشاح المستخدم في القياس (Hz)

m: دليل التشكيل AM (A3E) المستخدم في قياس الحساسية.

ويبيّن الشكل 3 العلاقة بين قيمة الضوضاء والحساسية.

الشكل 3



2.3.3 إعداد القياس

تُعرَّف حساسية الرصد بأنها أصغر إشارة دخل مطلوبة لإزالة تشكيل الإشارة المستقبَلة بصورة ملائمة.

وينبغي لأغراض هذا القياس تحديد السوية السمعية من خلال قياس الإشارة SINAD، وذلك باستعمال مرشاح ضوضاء (التوصية ITU-T P.53) يحاكي أذن الإنسان. وتقاس حساسية مستقبِل الرصد باتباع طريقة قياس الحساسية التي يرد وصفها في التوصية ITU-R SM.1840.

3.3.3 معلمات القياس

لا يجرى قياس الحساسية للتشكيل AM إلا بترددات الاختبار. ويتم اختيار ترددات الاختبار وفقاً لأحكام الفقرة 2.

وإذا ما قُدِّرت قيمة الحساسية بالوحدات µV توجّب تحويلها إلى وحدات dBm على النحو التالي:

Value (dBµV) = 20 log value (µV) e.g. for 1µV: 20 log 1(µV) = 0 dBµV

Value (dBm) = Value (dBµV) − 107 e.g. for 0 dBµV: 0 dBµV − 107 = −107 dBm

بافتراض أن معاوقة الدخل تساوي 50 Ω.