الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SM.1837-1

(2013/08)

إجراء اختبار لقياس سوية نقطة الاعتراض من الرتبة الثالثة (IP_3) لمستقبلات الرصد الراديوي

السلسلة SM

إدارة الطيف

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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
RS	أنظمة الاستشعار عن بُعد
S	الخدمة الثابتة الساتلية
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.1837-1*

إجراء اختبار لقياس سوية نقطة الاعتراض من الرتبة الثالثة (IP_3) لمستقبِلات الرصد الراديوي

(2013-2007)

مجال التطبيق

هذه التوصية واحدة من مجموعة توصيات تصف طرائق الاختبار بهدف تحديد المعلمات التقنية لمستقبِلات الرصد الراديوي، وهي معلمات هامة بالنسبة لمستعملي هذه المستقبِلات. ويسهِّل اتباع المصنعين لهذه الطرائق المقارنة بين المستقبِلات المختلفة. وتصف هذه التوصية إجراء اختبار لتحديد النقطة IP_3 لمستقبِل الرصد. ويوصى جميع المصنعين باعتماد إجراء الاختبار هذا، كما يمكن لمستعملي هذه المستقبِلات أن يستخدموه في تقييم نوعية المنتجات بصورة أكثر سهولة وموضوعية.

كلمات أساسية

إجراء اختبار، نقطة اعتراض من الرتبة الثالثة، مستقبِل 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 هذه المواصفات؛

ب) أن مواصفة نقطة الاعتراض من الرتبة الثالثة (IP_3) ترتبط ارتباطاً وثيقاً بإجراءات الاختبار المستخدمة؛

ج) أن سوية النقطة IP_3 المحددة في صفحة بيانات مستقبِل ما تتوقف إلى حد بعيد على ترددات الاختبار المستعملة وعلى التباعد بين إشارات الاختبار وعلى سويات إشارات الاختبار وحرارة بيئة الاختبار؛

د) أن خصائص النقطة IP_3 تؤثر تأثيراً مباشراً على قدرة المستقبِل على الاضطلاع ببعض مهام الرصد، وخصوصاً في ظروف البيئة الفعلية (إشارات مرتفعة السوية في الطيف قرب التردد المولف)؛

هـ) أن عدم توفر إجراء اختبار محدد يستلزم أن تكون مواصفات النقطة IP_3 التي ينشرها المصنعون متماثلة باللجوء إلى نوع من التحويل قد يكون إجراؤه بالغ التعقيد إن لم يكن مستحيلاً؛

و) ضرورة أن يكون إجراء اختبار محدد للنقطة IP_3 مستقلاً عن تصميم المستقبِل؛

ز) أن إجراء اختبار محدداً بدقة للنقطة IP_3 يعتمده جميع مصنعي مستقبِلات الرصد الراديوي سيتيح لمستعملي هذه المستقبِلات إمكانية تقييم منتجات مختلف المصنعين بصورة أكثر سهولة وموضوعية وتجنب أي لبس؛

ح) إمكانية الاطلاع على معلومات إضافية عن قياسات هذه النقاط IP_3 في التقرير ITU-R SM.2125 – المعلمات وإجراءات القياس الخاصة بمستقبِلات الرصد الراديوي ومحطاته العاملة بالموجات الديكامترية والمترية والديسيمترية (H/V/UHF)؛

ط) مراعاة النقطة IP_3 ومقدار الضوضاء أو الحساسية في آن واحد عند مقارنة أداء مستقبِلين راديويين،

* 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 من أجل تحديد نقطة الاعتراض من المرتبة الثالثة (IP_3)؛

2 بأن تكون كل قيمة من قيم النقطة IP_3 مصحوبة بمقدار الضوضاء أو الحساسية في ظروف قياس قيمة هذه النقطة IP_3.

الملحق 1

إجراء اختبار لقياس سوية نقطة الاعتراض من المرتبة الثالثة (IP_3) لمستقبِلات الرصد الراديوي

1 الملامح العامة

تتوقف سوية النقطة IP_3 على:

- تباعد التردد الراديوي بين إشارتي الاختبار؛
- سوية التردد الراديوي لإشارتي الاختبار؛
- مجموعة الترددات المنتقاة للاختبار؛
- الحرارة السائدة أثناء الاختبار.

وعلاوةً على ذلك، يتعين من أجل تقدير سوية النقطة IP_3 تقديراً صحيحاً القيام بما يلي:

- قياس وتقييم ناتجي التشكيل البيني اللذين يولدهما المستقبِل في كل زوج من ترددات الاختبار، وفي حال اختلاف سويتهما تعتمد القيمة الأعلى؛
- تجنب القياسات المضاعفة (لما يسمى "ترددات الصورة") نظراً لتأثيرها على متوسط قيمة النقطة IP_3. وتؤدي القياسات المضاعفة إلى قياسات سوية IP_3 متماثلة مما لا يسهم فعلياً في تقدير نوعية المستقبِل؛
- تحديد المصنعين *لقيمة دنيا* لسوية النقطة IP_3 ونشرها في صفحة البيانات على مدى التشغيل الكامل للمستقبِل. ويتعين أيضاً نشر ظروف القياس لكل عملية قياس (التباعد وسويات إشارات الاختبار وعتبة ضوضاء الدخل المكافئة وحالة التحكم الأوتوماتي في كسب الهوائي (AGC) "مفتوح" أم "مغلق") في صفحة البيانات. وينبغي بيان القيمة الخاصة بكل تباعد فيما يتعلق بظروف اختبار المستقبِلات (المحددة في "التعاريف"). ونظراً لأن قيم النقطة IP_3 مرتبطة بالتردد، فبإمكان المصنّع أن يختار أيضاً تحديد النقطة IP_3 في النطاقات أو المجالات المستخدمة للتردد؛
- ويمكن أيضاً تحديد *قيمة متوسطة* (المتوسط الحسابي لعدد قياسات الاختبار).

التعاريف

تستخدم هذه التوصية التعاريف التالية:

- تعرَّف ظروف اختبار المستقبِل بأنها "*الحالة 1*"، إذا مرت إشارتا الاختبار عبر كامل مسير الإشارات التماثلية بما فيها المحولات من تماثلي إلى رقمي A/D والكاشفات. ويوصى بتطبيق "*الحالة 1*" في الأجهزة التي تتضمن عملية معالجة الإشارة بالكامل من إشارة تماثلية إلى إشارة رقمية وتعطي معلومات ناتجة مثل الطيف أو معلومات سمعية أو بيانات النطاق الأساسي I/Q. وقد تكون هذه الأجهزة مستقبِلات مراقبة ومحللات طيف على سبيل المثال.

- تعرَّف ظروف اختبار المستقبِل بأنها "*الحالة 2*"، إذا مرت إشارتا الاختبار عبر مسير الإشارة التماثلية إلى خرج مرشاح IF تماثلي. ويوصى بتطبيق "*الحالة 2*" مع المعدات التي لا تتضمن إلا المسير الخاص بالإشارة التماثلية وتعطي نتائج عن الأساس IF (مثل IF3). وقد تكون هذه الأجهزة مولفات تماثلية ووحدات نمطية أمامية للجهة الأصلية المصنعة للمعدات (OEM)، على سبيل المثال.
- تُعرَّف ظروف اختبار المستقبِل بأنها "*الحالة 3*"، إذا أزيلت إشارة اختبار أو أكثر في مرحلة متوسطة من مسير الإشارات التماثلية للمستقبِل. ويوصى بتطبيق "*الحالة 3*" على المعدات التي لا تتضمن إلا مسير الإشارة التماثلية وتعطي نتائج بشأن أساس IF، حيث توزع المراحل المختلفة للتردد التوسط (IF) (مثل IF2 عريضة النطاق وIF3 الأضيق نطاقاً) على مراحل معالجة مختلفة. وقد تكون هذه الأجهزة مولفات تماثلية ووحدات نمطية أمامية OEM، على سبيل المثال.

2 العناصر الأساسية لمفهوم "سوية نقطة الاعتراض من الرتبة الثالثة (IP_3)"

تُدخل إشارتا اختبار غير مشكلتين لهما نفس جذر متوسط التربيع r.m.s. للقدرة P_{in} مع ترددين f_1 وf_2 ($f_2 > f_1$) في دخل هوائي المستقبِل. وقد يظهر، بسبب اللاخطية، منتجاً تشكيل بيني بتردد $f_3 = \{(2 \times f_1) - f_2\}$ وتردد $f_4 = \{(2 \times f_2) - f_1\}$.

ثم تحسب السوية IP_3 كالتالي:

$$IP_3 = P_{in} + a/2$$

حيث:

P_{in}: الجذر r.m.s. للقدرة المقيسة لكل من إشارتي الاختبار (dBm)

a: الفرق (dB) بين سوية إشارتي الاختبار وسوية ناتجي التشكيل البيني عند نقطة القياس. وفي حال تباين سوية ناتجي التشكيل البيني، تعتمد السوية الأعلى.

تغير عتبة ضوضاء المستقبِلات

ينبغي قياس عتبة الضوضاء المكافئة في دخل المستقبِل قيد الاختبار طوال فترة قياس النقطة IP_3 في حالتي الإشارتين عند الوصل والقطع. وتضم الفقرة "*قياس السويات*" معلومات تفصيلية عن الترددين (f_5 وf_6) المستعملين في هذا الاختبار.

شروط الاختبار القياسي

من المهم عند إجراء هذا القياس أن يكون العزل كافياً بين منشأي الاختبار من أجل منع تولد نواتج التشكيل البيني في مراحل خرج المنشأين عند الترددين f_3 وf_4. وقد يكون من الضروري استعمال أجهزة مثل العازلات أو الموهّنات الثابتة أو مكبرات العزل أو مضمامات القدرة ويلكنسون شديدة العزل. وقد يتطلب هذا القياس ترشيحاً بتمرير منخفض بغية توهين التوافقيات الثانية في المنشأين.

ومن أجل التحقق من اعتمادية جميع هذه الأجهزة في إجراء الاختبار يجري قياس النقطة IP_3 للاختبار القياسي دون وصل المستقبِل موضوع الاختبار. وينبغي أن تكون سوية النقطة IP_3 للاختبار القياسي أفضل من السوية IP_3 في المستقبِل المتوقع بمقدار 10 dB على الأقل.

قياس السويات

يتم قياس السويات عند الترددات f_1 وf_2 وf_3 وf_4، وللحصول على عتبة ضوضاء دخل مكافئة ثابتة يتم القياس أيضاً عند الترددين f_5 وf_6 باستعمال مؤشر السوية المدمج في المستقبِل. ويمثل الترددان f_5 وf_6 القناتين المجاورتين لعرض نطاق (BW) المستقبِل ($f_5 = f_3 - BW$ و$f_6 = f_4 + BW$) ويتم قياس السوية عند الترددين f_5 وf_6 باستعمال إشارتي الاختبار في حالتي الوصل والقطع. ولا بد من تعيير مؤشر السوية المدمج على مدى اتساع سويات الإشارة المقيسة المتوقعة. وأقصى خطأ مطلق مسموح به هو ±1 dB، وينبغي أن تكون استبانة جمع بيانات مؤشر السوية ≤0,1 dB. وعندما يتوفر خرج المرشاح IF، يسمح أيضاً باستعمال محلل طيف

أو مستقبِل قياس موصول بآخر مرشاح IF للمستقبِل عند مؤشر السوية، علماً بأن نفس متطلبات المعايرة والدقة المفروضة على المؤشر المدمج في المستقبِل تطبق هنا، غير أنه يمكن استعمال مرشاح قياس ضيق نسبياً من أجل مواجهة الصعوبات التي تنشأ أثناء قياس النقطة IP_3 لمستقبِلات ذات عرض نطاق ضيق.

ضوضاء الطور

إذا قاربت سويات نواتج التشكيل البيني في الترددين f_3 وf_4 عتبة الضوضاء أو حواف ضوضاء الطور، فإن السويات المقيسة تمثل سوية ناتج التشكيل البيني زائد الضوضاء. ويمكن الحصول على سوية الناتج البيني الفعلية بطرح الضوضاء من الناتج.

تباعد الترددات في إشارات الاختبار

يتم اختيار التباعد بين الترددين f_1 وf_2 وفقاً لأحكام الفقرة 3 أدناه وعلى نحو تتطابق فيه إشارتا الاختبار مع الحالة 1 أو الحالة 2 أو الحالة 3.

وينبغي تحديد عرض النطاق المختار المستخدم أثناء القياس.

ويتم اختيار ما لا يقل عن زوجي ترددات لكل ثُمانية يتوزعان كإشارات اختبار بالتساوي على كامل مدى تردد المستقبِل. وينبغي أن تكون قيم السوية IP_3 المنشورة صالحة في كامل مدى الحرارة المسجلة المبينة في صفحة البيانات. وينبغي ذكر أي تقييدات، إن وجدت، في صفحة البيانات. ويضبط أي موهن دخل متغير، إن وجد، على القيمة 0 dB أثناء الاختبار. وفي أي حالة أخرى، مثل الحالة التي لا يتيح فيها تصميم المستقبِل تغيير معلمات الموهن يدوياً، يجب تحديد التوهين المستعمل أثناء الاختبارات وسبب استعمال أي قيمة غير 0 dB. ومن أجل تحديد خصائص مستقبِل ما بشكل أكمل يمكن توفير الأداء المقيس عند أكثر من معلمة توهين. ويجب تركيب المستقبِل في ظروف تشغيل عادية وأن يشار إلى ما إذا كان التحكم الأوتوماتي بكسب الهوائي موصولاً أو مقطوعاً، حسب القياس.

تشكيلة المستقبِل قيد الاختبار

في حال وجود مكبر سابق تبديلي، يجب أن تجري القياسات في حالة "قطع المكبر السابق". ولا تتيح بعض تصميمات المستقبِل قطع المكبر مادياً لكنها تستعمل موهنات بدرجات متغيرة. وينبغي أن تضبط قيمة مجموع المكبر والموهن على كسب بمقدار 0 dB.

3 تعريف إجراء اختبار لقياس سوية نقطة الاعتراض من المرتبة الثالثة في المستقبِلات لمجالي الترددات 9 kHz إلى 30 MHz و20 MHz إلى 3 000 MHz

ينبغي اختيار معلمات اختبار السوية IP_3 من خلال الاستعمال النمطي للمستقبِل موضوع الاختبار. ولكن ذلك صعب أحياناً لدى مقارنة مستقبِلات تتداخل مجالات تطبيقها. والطريقة التي تنتهجها هذه التوصية هي اختبار مستقبِلات في ظروف متماثلة ورهناً بما يلي:

- ضرورة التقيد بالاعتبارات الأساسية الواردة في الفقرة 2؛
- يتراوح مدى السوية المسموح به لإشارات الاختبار f_1 وf_2 عند دخل هوائي مستقبِلات الرصد بين –30 dBm و10 dBm؛
- يمكن للمصنّع أن يختار عرض نطاق المرشاح IF أو عرض نطاق الاستبانة (RBW) الخاصين بالقياس، لكن ينبغي أن يكون اختياره واقعياً يتوافق مع نمط المستقبِل والتطبيق المقصود. وينبغي أن يكون عرض النطاق (BW) المختار ≤5 kHz في مدى التردد 9 kHz إلى 30 MHz و≤30 kHz في مدى التردد 20 MHz إلى 3 000 MHz؛

- ينبغي اختبار المستقبِلات في مدى تباعدات التردد الخاصة بترددات الاختبار. وتستعمل قائمة ترددات متزايدة توافقياً تبدأ بقيمة 1 Hz ثم تزداد من 3 Hz ثم 10 Hz ثم 30 Hz ثم 100 Hz ثم 300 Hz ثم 1 kHz ثم 3 kHz إلى أن تصل إلى 300 MHz. وقياس كامل مدى التباعدات أمر غير عملي بالنسبة إلى الكثير من المستقبِلات والاستخدامات. ويمكن اختيار تباعد آخر بين الترددين الأول والأخير في القائمة. غير أنه لا بد من القياس باستعمال جميع تباعدات التردد بين هذين الترددين للبداية والنهاية؛
- ينبغي أن يكون التفاوت المسموح به لتباعد الترددات ≥1%؛
- ينبغي أن تدرج قيم السوية IP_3 المقيسة في جدول واحد يبين قياسات الحالة 1 والحالة 2 والحالة 3، أو في جداول منفصلة تبعاً لعدد الحالات. ويضم الجدول الخاص بكل قياس تباعد التردد المستخدم والإشارة إلى الأحوال (الحالة 1 أو 2 أو 3) التي أجريت فيها القياسات وسوية النقطة IP_3 المقيسة؛
- ينبغي أن يضم كل بند في الجدول ملاحظة عما إذا كان القياس يمثل حالة استخدام عملي فعلي للمستقبِل. كما يمكن إضافة معلومات أخرى عن أحوال القياس في أسفل الجدول.

_____