الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SM.2061-0

(2014/08)

إجراءات الاختبار لقياس مناعة أجهزة تحديد الاتجاه ضد الانتشار المتعدد المسارات

السلسلة SM

إدارة الطيف

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

150 ITU 1865-2015

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 الملحق 1 بالقرار 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 الاستدلال الراديوي 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، 2015

© ITU 2015

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.2061-0*

إجراءات الاختبار لقياس مناعة أجهزة تحديد الاتجاه ضد الانتشار المتعدد المسارات

(2014)

مجال التطبيق

تقدم التوصية إجراءات اختبار لقياس مناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) الثابتة والمتنقلة ضد الانتشار المتعدد المسارات.

الكلمات الرئيسية

جهاز تحديد الاتجاه (DF)، إجراءات الاختبار، المناعة، الانتشار متعدد المسيرات، الانعكاسات، موقع اختبار في الهواء الطلق (OATS).

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R SM.2060.

التقرير ITU-R SM.2354.

ملاحظة – ينبغي في كل الأحوال استعمال أحدث طبعة سارية من التوصية/التقرير.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد نشر مناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) ضد الجبهات الموجية المشوهة لمختلف طرائق تحديد الاتجاه في كتيب الاتحاد بشأن مراقبة الطيف (طبعة 2011)؛

ب) أن المناعة ضد الجبهات الموجية المشوهة مواصفة هامة لأي جهاز من أجهزة تحديد الاتجاه، نظراً إلى أن الجبهات الموجية المشوهة الصادرة عن الانتشار متعدد المسيرات تحدث عادةً في الحياة العملية؛

ج) أن مواصفة مناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) ضد الجبهات الموجية المشوهة تعتمد بشدة على إجراءات الاختبار المطبقة؛

د) أن أي إجراءات اختبار لمناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) ضد الجبهات الموجية المشوهة يجب ألا تعتمد على تصميم جهاز تحديد الاتجاه؛

هـ) أن إجراءات الاختبار المحددة بشكل جيد لمناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) ضد الجبهات الموجية المشوهة من أجل اختبار أثر الانتشار متعدد المسيرات في ظل ظروف واقعية تقريبية، إذا اعتمدتها جميع جهات تصنيع أجهزة تحديد الاتجاه المصنعة للمراقبة الراديوية المدنية، ستكون مفيدة لمستعملي هذه الأجهزة، حيث سيتسنى إجراء تقييم بصورة أسهل وأكثر موضوعية للمنتجات المصنعة في جهات مختلفة،

توصي

1 باستعمال طريقة القياس الواردة بالملحق 1 لتحديد وتسجيل المناعة ضد الجبهات الموجية المشوهة من جراء الانتشار متعدد المسيرات على أنظمة تحديد الاتجاه الثابتة والمتنقلة.

* أجرت لجنة الدراسات 1 للاتصالات الراديوية تعديلات صياغية على هذه التوصية في 2015 وفقاً للقرار ITU-R 1.

الملحق 1

المناعة ضد الجبهات الموجية المشوهة من جراء الانتشار متعدد المسيرات: إجراءات الاختبار لأجهزة تحديد الاتجاه الثابتة والمتنقلة

1 اعتبارات عامة

في ظل الظروف العادية، يتعرض انتشار الموجات بين المشع وجهاز تحديد الاتجاه للتشوه من المباني والجبال والمرتفعات وغيرها. حتى وإن كان لدينا خط بصر مباشر، ستستمر الموجات الثانوية في الظهور نتيجة للانعكاس والانكسار والانعراج وتصاحب الموجات المباشرة عند موقع الاستقبال كمجالات مسببة للتداخل. فإذا كان لمكون موجة التداخل مستوى قدرة أدنى من مكون الموجة المطلوبة، يمكن تدنية خطأ الاتجاه باختيار معلمات تصميم مناسبة في جهاز تحديد الاتجاه. وتعمل هذه التوصية على قياس مناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) ضد الجبهات الموجية المشوهة الناجمة عن موجات ثانوية (انعكاس). والمقصود أن تستعمل لقياس تمثيلي لعينة واحدة من مجموعة إنتاج مسلسلة من نظام تحديد الاتجاه قيد الاختبار.

2 مبادئ القياس

سيجري القياس في ظل شروط مبسطة بما يسمح بتبسيط كبير للاختبارات وسهولة إمكانية تكرار النتائج في أي وقت ومن أي موقع. ولمحاكاة بيئة متعددة المسيرات، يقترح ترتيب لهوائيين للإرسال (إنتاج مجال من موجتين بمرسل واحد). ويوصل الهوائيات بمرسل الاختبار عن طريق مقسم قدرة. وباستعمال وسيلة توهين، فإن اتساع الإشارة التي تمثل الانعكاس (الموجة الثانوية) يمكن ضبطه، ومن ثم تحديد علاقة اتساع بين المسير المباشر (الأساسي) ومسير الانعكاس (الثانوي). وتختلف زاوية ورود وزاوية طور الموجة الثانوية. وبالنظر إلى أن الهدف هو تبسيط القياس، يتم عن عمد إغفال تأثيرات نمط التشكيل (بما في ذلك الإشارات المتغيرة الطور والزمن)، ودورة تشغيل الإشارة، وعرض النطاق، واستقطاب الإشارة، ومدة الإشارة والضوضاء والإشارات الأخرى، ومعلمات جودة جهاز تحديد الاتجاه (مثل حساسية الجهاز)، وذلك للحد من تعقيد إجراءات الاختبار والمدة الزمنية للقياسات. وتجري القياسات كذلك في بيئة خالية من الانعكاسات مثل موقع اختبار في الهواء الطلق (OATS) أو في غرفة منعدمة الانعكاسات[1].

وإلى جانب إجراءات القياس الموصى بها هنا، يمكن قياس مناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) ضد الجبهات الموجية المشوهة بواسطة أجهزة محاكاة متعددة القنوات يمكنها أن تحاكي تأثيرات الانتشار لبيئة حقيقية، وذلك في الحالات التي لا يتوفر فيها بسهولة موقع OATS أو غرفة منعدمة الانعكاسات.

3 تشكيلة القياس

تعرض تشكيلة القياس المقترحة في الشكل 1. ومن أجل ضمان سيناريو انتشار من مسيرين معرّف بشكل جيد، ينبغي لبيئة جهاز تحديد الاتجاه وهوائيي الإرسال أن تكون خالية من العوائق العاكسة ومن التداخلات، كما هو مبين في التوصية ITU-R SM.2060-0. والمسافة بين هوائي جهاز تحديد الاتجاه وهوائيي الإرسال وكذلك ارتفاع الهوائيات ينبغي أن يكون طبقاً للتوصية ITU-R SM.2060-0.

[1] يمكن الاطلاع على تعريف الموقع OATS في عدد من وثائق المعايير مثل ANSI C63.7 أو CISPR أو EN55 022. ويعتبر الموقع OATS إشارة في خط البصر بدون تداخلات وانعكاسات ومجالات بعيدة (منطقة فرانهوفر "Fraunhofer").

4 إجراءات القياس

لمحاكاة بيئة موجات أساسية متعددة المسيرات (إنتاج مجال من موجتين بمرسل واحد)، يُوصى بتشكيلة اختبار تجريبية كالمبينة في الشكل 1:

- إشارة دخل لموجة مستمرة غير مشكلة S على ترددات قياس مختلفة ضمن مدى الترددات التشغيلي لجهاز تحديد الاتجاه، يتم إنتاجها بمولد إشارات؛
- تقسم إشارة الدخل S إلى إشارتين S1 وS2 بمقسم قدرة؛
- ترسل الإشارة S1 بهوائي الإرسال 1؛
- يضاف توهين وإزاحة في الطور للإشارة S2 قبل إرسالها بهوائي الإرسال 2 من زاوية مختلفة عن S1.

ويجب أن يكون للإشارتين S1 وS2 مستوى قدرة مرتفع بما يكفي لضمان قيمة للنسبة إشارة إلى ضوضاء (S/N) تساوي 20 dB على الأقل (لضمان عدم تأثير ضوضاء النظام على نتائج القياس).

ونظراً إلى أن مناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) ضد الجبهات الموجية المشوهة تميل إلى التغير مع التردد، يتعين تكرار القياس لترددات قياس مختلفة. ويتم اختيار ترددات القياس طبقاً للتوصية ITU-R SM.2060-0.

وبالنسبة لكل تردد من ترددات القياس، تختلف الإشارة S2 الصادرة من الهوائي A2 (الإشارة "المنعكسة") في زاوية السمت والاتساع وإزاحة الطور على النحو التالي:

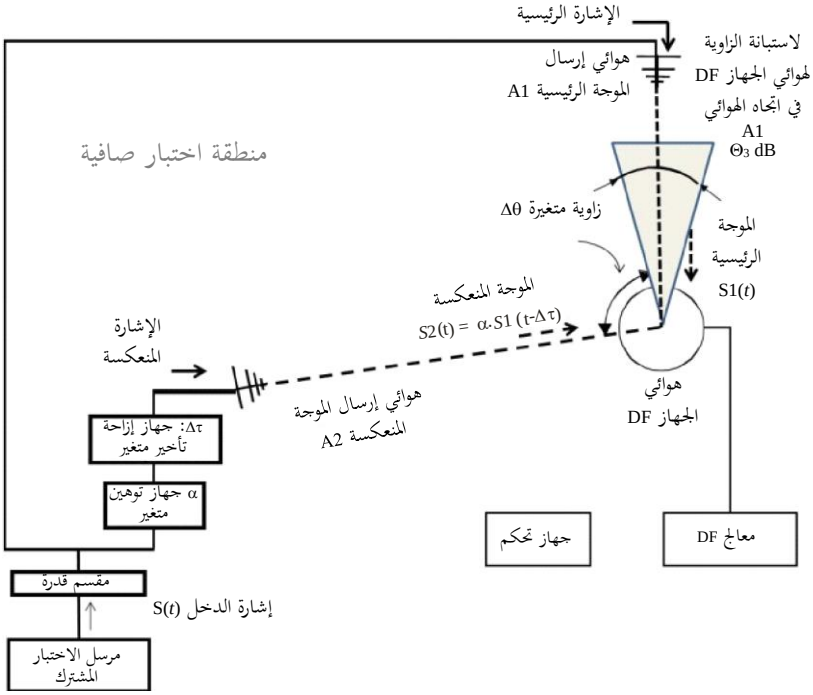
- يتم ضبط الاختلاف في زاوية الوصول، $\Delta\theta$، بين الموجة المنعكسة S2 والموجة الرئيسية S1 على 20° و60° و90°؛
- يتم ضبط نسبة الاتساع، α، للموجتين المنعكسة S2 والرئيسية S1 بحيث يكون مستوى قدرة الإشارة S2 مساوياً للنسبة 0,25 (–6 dB) بالنسبة للإشارة S1 عند هوائي جهاز تحديد الاتجاه – ويلاحظ أن النسبة α تأخذ في الاعتبار جميع الكسوب والخسارات عبر الكبلات والهوائيات والهواء؛
- يتم ضبط فارق التأخير الزمني الموجب، $\Delta\tau$ للموجة المنعكسة S2 بحيث يحدث فارق في الطور، $\Delta\varphi$، بين S1 وS2 عند هوائي جهاز تحديد الاتجاه مقداره 0°±5° و90°±5° و200°±5°. ويلاحظ أن قيمة $\Delta\tau$ تأخذ في الاعتبار جميع تأخيرات الانتشار عبر الكبلات والهوائيات والهواء. كما يلاحظ أن إزاحة الطور يمكن تحقيقها بجهاز إزاحة للطور متغير أو خط تأخير، كما أضيفت القيمة ±5° لمراعاة عدم اليقين للتشكيلة، مثل اختلافات طفيفة في مواقع الهوائيات أثناء تركيبها.

وبالنسبة إلى جميع قيم الضبط المختلفة الموضحة أعلاه، يقاس خطأ الاتجاه وتحسب القيمة RMS لخطأ الاتجاه بالمعادلة الواردة في التوصية ITU-R SM.2060-0، مما يؤدي إلى الحصول على خطأ الاتجاه بالقيمة RMS لكل تردد قياس. وتعرض النتائج النهائية في صورة جدول أو مخطط بياني يبين خطأ الاتجاه بالقيمة RMS لكل تردد قياس، كما هو مبين في الجدول 1.

وجدير بالذكر أن إجراءات القياس الموصى بها تركز على زاوية وصول واحدة للموجة الأساسية. بيد أنه قد يُحبذ في حالات محددة أن تقاس زوايا وصول مختلفة للموجة الأساسية عن طريق تدوير الهوائي. وفي حالة تطبيق شروط الاختبار المحددة هذه، ينبغي بيان ذلك في تقارير الاختبار.

الشكل 1

تشكيلة قياس لتحديد مناعة أجهزة تحديد الاتجاه (DF) ضد الجبهات الموجية المشوهة



SM.2061-01

الجدول 1

عينة لجدول بيانات الاختبار

[تشكيل الإشارة: _____ استقطاب الإشارة _____مستوى القدرة النسبية للإشارة S2 عند هوائي الجهاز DF __ (dB)

	حقيقي		Δφ	التردد 1		التردد 2		التردد 3			التردد *M*	
الدليل	السمت	Δθ		DF	Δ	DF	Δ	DF	Δ		DF	Δ
1	°0	°20	°0									
2			°90									
3			°200									
		°60	°0									
			°90									
			°200									
		°90	°0									
			°90									
			°200									
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…		…	…

يلاحظ أن Δ هي الفارق بين السمت الحقيقي (زاوية هوائي اختبار المرسل) والاتجاه المعروض في معدات الجهاز DF.

مثال لمواصفة في شكل بطاقة بيانات لمناعة جهاز DF ضد ظروف الانتشار متعدد المسيرات:

التردد	f_1	f_2	f_3	...	f_N
الخطأ في الجهاز DF بالقيمة RMS	الخطأ في الجهاز DF بالقيمة RMS عند التردد f_1	الخطأ في الجهاز DF بالقيمة RMS عند التردد f_2	الخطأ في الجهاز DF بالقيمة RMS عند التردد f_3	...	الخطأ في الجهاز DF بالقيمة RMS عند التردد f_N