الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SM.2097-0
(2016/08)

قياسات الدقة في الموقع لنظام ثابت لتحديد الاتجاه

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 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، 2017

© ITU 2017
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.2097-0

قياسات الدقة في الموقع لنظام ثابت لتحديد الاتجاه

(2016)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية توجيهات بشأن طرائق قياسية لاختبار دقة الاتجاه الزاوي لجهاز ثابت لتحديد الموقع في بيئته النهائية والإبلاغ عن النتائج. وقد تُستخدم أيضاً كجزء من اختبار القبول في الموقع لخدمات المراقبة بعد التركيب في الموقع.

مصطلحات أساسية

دقة محدد الاتجاه، القياس في الموقع، بيئة واقعية

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R SM.2060

التقرير ITU-R SM.2125

ملاحظة – في كل حالة ينبغي استخدام أحدث نسخة من التوصية/التقرير في حيز النفاذ.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن قطاع الاتصالات الراديوية نشر المواصفات النمطية لدقة تحديد الاتجاه (DF)[1] في كتيب الاتحاد الدولي للاتصالات بشأن مراقبة الطيف (طبعة 2011)؛

ب) أن كتيب الاتحاد الدولي للاتصالات بشأن مراقبة الطيف (طبعة 2011) يشير إلى التقرير ITU-R SM.2125 المعنون، معلمات مستقبِلات ومحطات المراقبة في نطاقات الموجات الديكامترية والمترية والديسيمترية وخطوات قياسها، والذي يعرِّف دقة تحديد الاتجاه ويقدم بعض إجراءات الاختبار ذات الصلة؛

ج) أن توصيف دقة تحديد الاتجاه يعتمد بقوة على إجراءات الاختبار المطبقة؛

د) أن بيانات الأداء في مواصفات معدات تحديد الاتجاه عادة ما تعبِّر عن ظروف الاختبار المثالية ولا تشمل تأثيرات العوائق والانعكاسات وإشارات الترددات الراديوية المربِكة في موقع التركيب النهائي؛

هـ) أن دقة نظام تحديد الاتجاه في الموقع قد تتأثر بشدة بهذه الظروف البيئية[2] وكذلك بطبيعة الإشارة (شدة الإشارة وتشكيل الإشارة بما في ذلك الإشارات المتغيرة مع الطور والوقت، ودورة تشغيل الإشارة واستقطاب الإشارة ومدة الإشارة)، وبوقت تكامل تحديد الاتجاه؛

---

1 لأغراض المناقشة في هذه التوصية، تُعتبر "دقة تحديد الاتجاه" على أنها دقة الاتجاهات الزاوّية بنظام تحديد الاتجاه للإشارات الواردة من الأفق، دون اعتبار للإشارات التي ترد إلى زوايا ارتفاع أخرى مثل الموجة السماوية.

2 في بيئات التشغيل الفعلية، يمكن أن تكون ظروف تعدد المسيرات بسيطة أو معقدة؛ ويمكن أن تكون ساكنة أو متغيرة مع الوقت، وستختلف على اختلاف البيئات المحيطة. وستتغير هذه الظروف أيضاً على اختلاف ارتفاعات هوائي تحديد الاتجاه في الموقع نفسه.

و) أن واحداً أو أكثر من هذه الظروف المحددة قد تكون أكثر أو أقل أهمية ويمكن حذفها في بعض الحالات، حسب متطلبات المهمة؛

ز) أن موقع وتركيب نظام تحديد الاتجاه يمكن أن يؤثرا مباشرةً على دقته وملاءمته للإيفاء ببعض مهام المراقبة،

توصي

باستخدام إجراءات الاختبار الواردة في الملحق 1 لتحديد وإعداد تقارير عن، مجموعة قيم دقة تحديد الاتجاه لنظام تحديد الاتجاه المركَّب في موقعه النهائي.

الملحق 1

1 مقدمة

تقترح هذه التوصية إجراءات اختبار عامة يمكن استخدامها لتقييم دقة تحديد الاتجاه في أنظمة تحديد الاتجاه الراديوي ضمن بيئة ترددات راديوية واقعية. وفي حين أن دقة تحديد الاتجاه التي توردها جهة مصنعة في ورقة البيانات هي مقياس للأداء تحت ظروف استقبال نظيفة ومسيطر عليها (على النحو الموضح في التوصية ITU-R SM.2060)، تهدف الاختبارات الموصوفة في هذه التوصية إلى تقييم دقة تحديد الاتجاه في بيئة الترددات الراديوية التي يركَّب ضمنها ذلك النظام المعين لتحديد الاتجاه. ويُتوقع أن تشمل هذه البيئة تأثيرات من المباني المحيطة والعوائق والانعكاسات من الأجسام القريبة والمتحركة، وفي بعض الحالات، من وجود إشارات ترددات راديوية قوية.

وتعطي قياسات الأداء في البيئات النظيفة المتحكم فيها نتائج جيدة لمقارنات دقة تحديد الاتجاه. ولكن إذا لم يكن أداء النظام كافياً في بيئة تشغيلية، تراجعت فائدته. ولذلك، يوصى بتطبيق إجراءات اختبار محددة جيداً لمنشآت الموقع الثابت لتحليل دقة تحديد الاتجاه في بيئات تشغيلية فعلية، ولا سيما بوصفها عنصراً من عناصر اختبارات قبول نظام.

ومن الواضح أن دقة تحديد الاتجاه، عند قياسها في بيئة التشغيل الفعلية، قد تكون أسوأ من القيمة المذكورة في ورقة البيانات، ويرجع ذلك إلى الآثار السلبية عادة لبيئة الترددات الراديوية التشغيلية. بيد أن إمكانية التعويض (جزئياً) عن أخطاء تحديد الاتجاه المقيس في الموقع (بواسطة جداول التصحيح مثلاً) تعتمد على تصميم النظام.

وتجدر الإشارة إلى أن كل تركيب معين لتحديد الاتجاه ينفرد بنتائج دقة تحديد الاتجاه المقيسة بالطرائق الموصوفة في هذه التوصية، ولا يمكن نقلها ببساطة إلى أنظمة تحديد اتجاه أخرى، حتى من النمط نفسه، في بيئات ترددات راديوية مختلفة.

وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن هذا الإجراء لا يقصد به أن يكون اختباراً كاملاً لقبول الموقع. وعلى الرغم من أن هذا الإجراء قد يشكل أساس اختبار قبول الموقع، إلا أن هناك عادة متطلبات أكثر تفصيلاً يحددها المستخدم بناءً على أهدافه من حيث التغطية والأداء.

ويوصى بإجراء اختبارين: (1) اختبارات تستعمل مرسِل اختبار يمكن التحكم في تردده وموقعه، والذي سيرسل إشارات موجة حاملة (CW) عند مستوى يضبط لتقديم نسبة إشارة إلى الضوضاء (SNR) تبلغ 20 dB أو أكثر في النظام قيد الاختبار، و(2) اختبارات تستعمل إشارات من محطات إذاعة معروفة قائمة ومرسلات أخرى ذات مواقع ثابتة معروفة (يطلق عليها اسم "أهداف سانحة") والتي قد تكون ذات أنماط تشكيل ومستويات إشارة مختلفة، مع اشتراط استخدام الإشارات الواردة من الأهداف السانحة حصراً التي لا تقل فيها نسبة الإشارة إلى الضوضاء عن القيمة الدنيا المحددة من الجهة المصنعة للنظام قيد الاختبار.

2 إعدادات القياس

ينبغي اختبار نظام تحديد الاتجاه في ظروف تشغيل ضمن الموقع الفعلي الذي سيستخدم فيه النظام من جانب الإدارة المشترية. وتعتبر "الاختبارات التشغيلية للمصنع" بديلاً مقبولاً ولكن ينبغي إجراؤها في ظروف قريبة بقدر الإمكان من الظروف المتوقع أن يُنشر فيها النظام.

تحديد المنطقة التي سيغطيها الاختبار

وقبل إجراء اختبارات دقة تحديد الاتجاه، ينبغي إنجاز تحليل لتحديد منطقة التغطية من مرسلات الاختبار والتي ستنشر من محطات إذاعية معروفة ومرسلات أخرى ذات مواقع معروفة (تعرف "بأهداف سانحة"). ويجب أن يكون للهدف السانح المناسب قدرة خرج مستقرة وأن يكون قادراً على تقديم نسبة كافية من الإشارة إلى الضوضاء (SNR) طوال فترة الاختبار. ويمكن استخدام أدوات المحاكاة لتحليل التغطية استناداً إلى قدرة المرسِل المطلوبة وتردده وتشكيله وموقعه. وسيساعد هذا التحليل في تخطيط مواقع جهاز الاختبار واختيار أهداف سانحة.

اعتبارات اختبار قدرة خرج المرسل

في مرسلات الاختبار التي يمكن التحكم بها، ينبغي إرسال إشارة موجة حاملة بقدرة كافية لتقديم نسبة إشارة إلى ضوضاء (SNR) مستقبَلة قدرها 20 dB أو أكثر، ولكن بالاتفاق المتبادل بين الإدارة والجهة المصنِّعة، يمكن استخدام إشارات ذات حد أدنى من نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) وتتحقق فيها دقة محددة (على النحو الموثَّق من الجهة المصنِّعة). وبالنسبة إلى الأهداف السانحة، ستستخدم بالضرورة أنماط التشكيل المرسَلة ومستويات الإشارة، ولكن لن تستخدم الإشارات التي تحتوي على نسبة إشارة إلى ضوضاء (SNR) مستقبَلة تقل عن الحد الأدنى المحدد من الجهة المصنعة.

اعتبارات اختبار المرسِل والهوائي

ينبغي إعداد معدات الاختبار للتقييم/الاختبار الميداني. وتشمل هذه المعدات مرسلات لتوليد إشارات عبر مدى التردد الذي يسترعي الاهتمام وبقدرة مناسبة لتحقيق نسبة الإشارة إلى الضوضاء المطلوبة. وتنبغي معايرة معدات الاختبار (بما في ذلك المرسل وهوائيات الإرسال وما إلى ذلك) لضمان صحة البيانات.

ولمحاكاة الظروف التشغيلية على النحو الأدق، يوصى باستخدام هوائيات شاملة الاتجاهات مع المرسِلات. ولكن يمكن استعمال هوائي اتجاهي للاختبارات ذات الهدف المحدد إذا اتفق الطرفان على ذلك. وينبغي ذكر هذه الحالات في نتائج الاختبار.

مواقع المرسِل في الاختبار

وينبغي وضع معدات الاختبار في مركبة مزوَّدة بنظام عالمي لتحديد المواقع بمصدر قدرة مناسب (مركبة الاختبار)؛ وستقاد المركبة إلى مواقع على طول الطرق في منطقة التغطية المحسوبة، للحصول على ما لا يقل عن ثماني قيم سمت موزعة بشكل جيد ضمن 360 درجة (اثنتان لكل ربع دائرة).[3] وينبغي أن تكون نقاط الاختبار على خط البصر مع تحديد الاتجاه. وينبغي ألا يقل الفرق بين أي زاويتي اختبار متجاورتين عن 30 درجة. وحيثما يكون هذا التوزيع لمواقع المرسل غير عملي، يُسمح بتوزيعات أخرى، ويفضل الاحتفاظ بنقطتين لكل ربع دائرة ضمن التوزيع، طالما كانت المنطقة التي تسترعي الاهتمام مغطاة.

وينبغي استخدام ما لا يقل عن 8 نقاط اختبار. وينبغي أن تقع نقاط الاختبار الثماني على مسافات مختلفة من موقع نظام تحديد الاتجاه الذي يتراوح بين الحدود القريبة والنطاق الخارجي لنطاق التغطية. وينبغي أن تقع نقطة الاختبار ذات المسافة الأطول عند حد التغطية للمحافظة على نسبة إشارة إلى الضوضاء (SNR) قدرها 20 dB. وبالنسبة إلى نقطة اختبار المسافة القصيرة، يكفي أن تقع في المجال البعيد فقط. ويمكن للإدارات اختيار نقاط الاختبار. ويمكن أيضاً استخدام نقاط اختبار إضافية، بالاتفاق المتبادل بين الجهة المصنعة والإدارة، بحيث يمكن للإدارات الحصول على فهم أفضل لأداء النظام في بيئتها.

---

[3] سيكون ذلك هو الوضع الأمثل لنظام تحديد الاتجاه الذي يغطي 360 درجة. قد تكون هناك أسباب لتعديله في الحالات التي يُقصد فيها لتحديد الاتجاه تغطية عدد أقل من أرباع الدائرة.

اختيار تردد مرسِل الاختبار

ينبغي توزيع الترددات المختارة بشكل جيد ضمن مدى الترددات. ولكن ينبغي فصلها (ترددياً) على نحو كافٍ عن تلك الواردة في "الأهداف السانحة" المحددة أعلاه بحيث لا تتأثر نتيجة الاتجاه الزاوي لإشارة مرسل الاختبار بإشارة هدف سانح مجاور[4]. ويمكن للمنهجية المستخدمة في اختيار ترددات الاختبار أن تتبع التوصية ITU-R SM.2060 (قد يكون العدد النهائي لترددات الاختبار محدوداً بقيود الترخيص أو عوامل أخرى).

إعدادات تشكيل مرسِل الاختبار

ينبغي إجراء الاختبار بموجات حاملة (CW) غير مشكَّلة تستعمل مرسِلات الاختبار وكذلك أهداف سانحة كما ذكر آنفاً. وينبغي أن تتضمن الأهداف السانحة إشارات تماثلية ورقمية بأنماط تشكيل نمطية بالنسبة إلى الإشارات التي يستقبلها نظام تحديد الاتجاه المركَّب، ونمطية بالنسبة إلى البيئة التشغيلية.[5]

وفي حالة إجراء الاختبار بموجات حاملة غير مشكَّلة، ينبغي إسناد قيمة لعرض نطاق تحديد الاتجاه تتماشى مع التوصية ITU-R SM.2060. وإذا أجري الاختبار باستعمال إشارة ذات تشكيل تماثلي أو رقمي، ينبغي تعديل عرض نطاق تحديد الاتجاه وفقاً لعرض نطاق الإشارة.

الإبلاغ عن إعدادات الاختبار

ينبغي أن تُذكر في التقرير جميع إعدادات الاختبار (مستوى إشارة الاختبار بوحدة μV/m ونوع إشارة الاختبار وعرض نطاق تحديد الاتجاه وزاوية نقطة الاختبار ومسافة الاختبار وأنواع الهوائيات، وما إلى ذلك.).

3 إجراء القياس

ينبغي أن تقاد مركبة الاختبار إلى الموقع الأول. وينبغي استخدام النظام العالمي لتحديد المواقع لتحديد الموقع الدقيق الذي يحسب منه الاتجاه الزاوي الحقيقي من نظام تحديد الاتجاه إلى مرسل الاختبار. وينبغي ضبط زاوية السمت للمرسل بالنسبة إلى محطة تحديد الاتجاه (السمت الحقيقي) بدقة º0,1 على الأقل من قيمة جذر متوسط التربيع أو عشر الدقة المقدرة لتحديد الاتجاه، أيهما أكثر صرامة، مع مراعاة مستوى ثقة مقداره 95%.

وينبغي تعديل مستوى إشارة مرسل الاختبار للتأكد من أن شدة مجال الإشارة المرسَلة، كما يستقبلها هوائي تحديد الاتجاه، تبلغ نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) فيها dB 20 أو أكثر، ما لم يتم الاتفاق بين الإدارة والجهة المصنعة على أن تختبر عند نسبة إشارة إلى الضوضاء (SNR) تعادل الحد الأدنى لشدة الإشارة المعلن عنه من جانب الجهة المصنعة والذي تتحقق فيه الدقة الموصَّفة. وبالإضافة إلى ذلك، يجب التحقق، قبل تشغيل مرسل الاختبار، من أن التردد المختار "حر" مما يعني عدم استقبال إشارة أخرى في موقع تحديد الاتجاه.

ثم تؤخذ قراءة السمت لنظام تحديد الاتجاه وتُدخل في جداول البيانات. وينبغي أن تُجرى الاختبارات للترددات المختلفة. وبعد الانتهاء من جميع القياسات في موقع واحد، تتحرك المركبة نحو موقع آخر. ويُكرر إجراء القياس حتى تستكمل القياسات عند جميع زوايا السمت المطلوبة[6].

---

[4] من الناحية العملية، قد يصعب تحقيق ذلك بإشارات معينة أو أنواع معينة من التشكيل، حيث يمكن أن توجد إشارات متعددة تشغل مدى التردد نفسه. وينبغي توخي الحذر لتجنب هذه الحالات أو قد تدعو الحاجة إلى ذكر استثناء ما.

[5] يمكن من خلال الاتفاق المتبادل بين الإدارات والمصنعين توصيف أنماط معينة من الإشارات المشكَّلة.

[6] يمكن إجراء هذا النوع من الاختبار المتكرر بكفاءة باستخدام برمجيات للتحكم في المرسِل ونظام تحديد الاتجاه، ولجمع النتائج والإبلاغ عنها.

وبالإضافة إلى قياسات مرسِل الاختبار، تنفَّذ الاتجاهات الزاوِّية المشار إليها على "الأهداف السانحة" المختارة وتُدرج النتائج في الجدول، إلى جانب الاتجاهات الزاوِّية الحقيقية المحسوبة. وفيما يتعلق بالاختبارات السانحة، تُدرج النتائج في الجدول نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) المستقبَلة وتشكيل الإشارة.

ويورد الجدول 1 مثالاً على جدول نتائج من هذا القبيل؛ ويُستعمل جدول للإشارات غير المشكَّلة (CW) ويُستعمل لأغراض الأهداف السانحة جدول مشابه بعمودين إضافيين لنسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) وتشكيل الإشارة.

الجدول 1

جدول بيانات اختبار عينة

تشكيل الإشارة _____استقطاب الإشارة _____

	الحقيقي	التردد 1		التردد 2		التردد 3		التردد 4			التردد M	
فهرس	السمت	DF	Δ	DF	Δ	DF	Δ	DF	Δ		DF	Δ
1	°1											
2	°28											
3	°77											
8	°354											

يلاحَظ أن Δ هو خطأ الاتجاه الزاوي لكل قياس. ويُحسب على أساس الفرق بين السمت الحقيقي والاتجاه الزاوي المعروض في معدات تحديد الاتجاه.

4 تحليل بيانات الاختبار

إذا أُجريت القياسات في موقع التشغيل الفعلي كجزء من اختبار القبول، تلزم القيم الفردية المدرجة في جدول النتائج. ويمكن أن تكون بمثابة نقطة انطلاق للمستخدم كي ينشئ جداول تصحيح أكثر شمولاً تتيح بعض التعويض عن خطأ الاتجاه الزاوي في وقت لاحق.[7]

وإذا أُجريت القياسات "كاختبارات تشغيلية في المصنع"، يمكن توسيط قياسات تحديد الاتجاه الفردية لإنتاج نتيجة تحديد اتجاه مركبة لكل حالة من حالات زاوية السمت والتردد، والتشكيل، إذا كان مطبقاً، وهي نتيجة تستبعد 10% على الأكثر من قياسات تحديد الاتجاه الفردية كشواذ إحصائية ("بيانات عامة خام").

وتحسب القيمة الفعّالة أو قيمة جذر متوسط التربيع (RMS) لخطأ المحمل، Δ_{RMS} لكل مدى تردد، من القيمة المتوسطة للعينات (بعد استبعاد القيم الشاذة) باستعمال الصيغة التالية:

$$\Delta_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\Delta_i^2}$$

حيث:

N: عدد القياسات.

[7] تدعو الحاجة إلى اختبار زوايا وترددات إضافية لإنشاء جداول تصحيح معقولة لنظام مثبَّت.

ولضمان اعتمادية النتائج، ينبغي الالتزام بالمتطلبات التالية:

أ) يمكن استبعاد ما يصل إلى 10% من عينات القياس على امتداد مدى تحديد الاتجاه في منطقة التغطية (زوايا السمت) لمراعاة المشكلات التشغيلية الأخرى بشرط استنباط عملية أو إجراءات مناسبة لاستبعاد هذه البيانات.

ب) ينبغي أن تكون الدقة المعلنة لنظام تحديد الاتجاه هي قيمة جذر متوسط التربيع المحسوبة لجميع نقاط البيانات خلاف تلك التي تم استبعادها. وينبغي مع ذلك إدراج البيانات المستبعَدة في تقرير الاختبار.

5 اعتبارات إضافية لقياسات تحديد الاتجاه ضمن مدى الموجات الديكامترية (HF)

يواجه قياس دقة تحديد الاتجاه ضمن مدى الموجات الديكامترية (HF) بعض المعوقات الإضافية:

- تتطلب أطوال الموجات الديكامترية (HF) للإشارة مسافات فيزيائية كبيرة بين أجهزة الإرسال والاستقبال، ولكن المسافة بين مرسل الاختبار ونظام تحديد الاتجاه تحتاج إلى استيفاء شروط المجال البعيد؛
- يتعذر التحكم في مستوى الضوضاء في الغلاف الجوي (يعتمد ذلك على النشاط الشمسي، نهاراً أو ليلاً، ومتغيرات أخرى). وكثيراً ما تكون أعلى بكثير من ضوضاء نظام تحديد الاتجاه بحيث يصعب ضمان تلبية متطلب الحد الأدنى لنسبة الإشارة إلى الضوضاء البالغة 20 dB.

وينبغي أن تكون قياسات دقة تحديد الاتجاه في نطاق الموجات الديكامترية هي نفسها عموماً بالنسبة إلى نطاقي الموجات المترية والديسيمترية، فيما عدا:

- أن المرسل يمكن أن يكون مرسلاً إذاعياً حقيقياً له خصائص معروفة (السمت، المستوى)؛
- مرسل ضمن مدى الموجات الديكامترية (HF) في موضع معروف في المجال البعيد؛
- أن عدد زوايا السمت المختبرة قد تكون محدودة بالجغرافيا أو بعوامل أخرى؛
- أن نمط الاختبارات الموصوفة هنا تنظر حصراً في دقة تحديد الاتجاه بالموجة الأرضية لأنظمة تحديد الاتجاه ضمن مدى الموجات الديكامترية (HF) وأن الحاجة تدعو إلى أنواع أخرى من الاختبار لتقييم إشارات الموجة السماوية.

6 مثال نتائج الاختبار

ينبغي عرض نتائج الاختبار استناداً إلى مدى التردد الفعلي لهوائيات تحديد الاتجاه على التوالي، وللأهداف السانحة ونمط التشكيل لإشارة الاختبار وعرض النطاق تحديد الاتجاه والإعدادات الأخرى.

وبالنظر في نظام تحديد اتجاه يعمل بمجموعتي هوائيات يمكن تحديد نقاط الاختبار التالية باعتبارها الاختبار الأدنى المتسق مع هذا المعيار:

أ) هوائي في مدى تردد من 80 MHz إلى 1 300 MHz.

- 8 نقاط سمت موزعة جيداً ضمن نطاق 360°.
- 13 نقطة ترددية، اثنتان منها في العقد العشري الأول من المدى التشغيلي (80 MHz و90 MHz) و9 نقاط في العقد الثاني (من 100 MHz إلى 900 MHz) ونقطتان لاستكمال المدى في العقد الثالث (من 1 000 MHz إلى 1 300 MHz).
- اختبارات عددها $N_t = 8 \times 13 = 104$ لكل موجة حاملة غير مشكلة.
- N_0 = عدد الاختبارات التي أجريت فعلياً على التشكيلات التماثلية والرقمية من أهداف سانحة.
- مجموع $N = N_t + N_0$

ب) هوائي في مدى تردد من 1 300 MHz إلى 3 000 MHz.

- 8 نقاط سمت موزعة جيداً ضمن نطاق 360°.
- 5 نقاط ترددية على الأقل طالما كان المدى لا يشكل عقداً عشرياً لوغاريتمياً كاملاً (1 300 و1 640 و1 980 و2 320 و2 660 و3 000 MHz).
- اختبارات عددها $N_t = 8 \times 5 = 40$ لكل موجة حاملة غير مشكلة.
- N_0 = عدد الاختبارات التي أجريت فعلياً على التشكيلات التماثلية والرقمية من أهداف سانحة.
- مجموع $N = N_t + N_0$

ويمكن عندئذ أن يُقرأ التقرير استناداً إلى بيانات الاختبار التشغيلي كما يلي:

- دقة تحديد الاتجاه (تحديد الاتجاه): $\geq$ 2,5° RMS (من 80 MHz إلى 1 300 MHz، مقيسة وفقاً للتوصية ITU-R SM.2097-0)؛
- دقة تحديد الاتجاه (تحديد الاتجاه): $\geq$ 2,0° RMS (من 1 300 MHz إلى 3 000 MHz، مقيسة وفقاً للتوصية ITU-R SM.2097-0).