الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R M.1652-1 التوصيـــة

(2011/05)

اختيار دينامية التردد في أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية لأغراض حماية خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق GHz 5

السلسلة **M**

الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

تمهيـــد

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	العنـــوان
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 بعد
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، 2011

© ITU 2011

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).

التوصيـــة ITU-R M.1652-1

اختيار دينامية التردد* في أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية لأغراض حماية خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق GHz 5

(المسألة ITU-R 212/5)

(2011-2003)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية متطلبات اختيار دينامية التردد كتقنية من تقنيات التخفيف التي يمكن تطبيقها في أنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS)، بما في ذلك الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) بغرض تسهيل التقاسم مع خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق GHz 5. ويوصف الملحق 1 متطلبات الكشف والتشغيل والاستجابة. وتتناول الملحقات الأخرى المنهجيات وتقدم معلومات يمكن للإدارات استعمالها عند إجراء دراسات التقاسم بين الرادارات وأنظمة النفاذ اللاسلكي بما في ذلك الشبكات المحلية الراديوية.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الترددات المنسقة في النطاقين MHz 5 350-5 150 وMHz 5 725-5 470 من أجل الخدمة المتنقلة من شأنها أن تسهل إدخال أنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS) بما فيها الشبكات المحلية الراديوية (RLAN)؛

ب) أن ثمة ضرورة لحماية الرادارات من خدمة الاستدلال الراديوي العاملة في النطاقين MHz 5 350-5 250 وMHz 5 725-5 470؛

ج) أن الرادارات الأرضية للأرصاد الجوية منتشرة انتشاراً واسعاً في العديد من الإدارات وتتحمل الخدمة في ظروف جوية حرجة؛

د) أن إجراءات ومنهجيات تحليل الملاءمة بين الرادارات والأنظمة في الخدمات الأخرى متيسرة في التوصية ITU-R M.1461؛

هـ) أن الخصائص التمثيلية التقنية والتشغيلية لرادارات التحديد الراديوي للموقع ورادارات الملاحة الراديوية ورادارات الأرصاد الجوية متيسرة في التوصية ITU-R M.1638 بما في ذلك رادارات الملاحة الراديوية البحرية العاملة في نطاقات منها النطاق MHz 5 470-5 150؛

و) أن أنظمة النفاذ اللاسلكي، بما فيها الشبكات المحلية الراديوية كما ورد وصفها في التوصية ITU-R M.1450، قادرة على العمل داخل المباني وفي الهواء الطلق؛

ز) التقرير ITU-R M.2034 الذي يتناول تأثير بعض متطلبات الكشف عن اختيار دينامية التردد على أداء أنظمة النفاذ اللاسلكي،

* اختيار دينامية التردد (DFS) مصطلح عام يستعمل في هذه التوصية لوصف تقنيات مخففة تسمح، ضمن جملة أمور، بالكشف عن التداخل في نفس القناة وتجنبه فيما يتعلق بالأنظمة الرادارية.

إذ تُقر

أ) أن النطاق MHz 5 350-5 250 موزع على خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛ أن النطاق MHz 5 350-5 250 موزع على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) على أساس أولي؛

ب) أن النطاق MHz 5 650-5 470 موزع على خدمة الملاحة الراديوية البحرية على أساس أولي؛

ج) أن النطاق MHz 5 650-5 350 موزع على خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس ثانوي؛

د) أن الرادارات المقامة على سطح الأرض المستعملة لأغراض الأرصاد الجوية يرخص لها بأن تعمل في النطاق MHz 5 650-5 600 على أساس المساواة مع محطات خدمة الملاحة الراديوية البحرية؛

هـ) أن النطاق MHz 5 725-5 650 موزع عل خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛

و) أن الإدارات يمكن أن تأخذ في اعتبارها المعلومات التفصيلية بشأن نشر الرادار الفعلي عند وضع إرشادات من أجل استعمال اختيار دينامية التردد (DFS) في أنظمة النفاذ اللاسلكي بالتشاور مع الإدارات التي يحتمل تأثرها،

إذ تلاحظ

أ) أن ارتفاع سوية قدرة التردد الراديوي وحساسية مستقبل الرادار في خدمة الاستدلال الراديوي إلى جانب ارتفاع كثافة أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية، من شأنها، بشكل عام، ألا تُمكن التشغيل الملائم لأنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية والرادارات العاملة على ترددات في نفس القناة وذلك في غيبة تقنيات للتخفيف؛

ب) أن أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية يمكن نشرها في هذه النطاقات باعتبارها أجهزة معفاة من الترخيص، مما يجعل التحكم في كثافة نشرها أمراً أكثر صعوبة؛

ج) أن ثمة معايير متنوعة لمواصفات الشبكات المحلية الراديوية؛

د) أن الإدارات يمكن أن تنظر في وضع إجراءات للتأكد من قدرة آليات تفادي التداخل بحيث تعمل بصورة سليمة في وجود أنظمة رادارية منشورة في هذا النطاق،

توصي

1 بأن تنفذ تقنيات التخفيف كما يرد وصفها في الملحق 1 عن طريق أنظمة النفاذ اللاسلكي، بما فيها الشبكات المحلية الراديوية في النطاقات التي تستعملها الرادارات، أي GHz 5، وذلك لتسهيل تقاسمها مع الرادارات؛

2 بأن تتطابق تقنيات التخفيف مع متطلبات الكشف والتشغيل والاستجابة الواردة في الفقرة 2 من الملحق 1؛

3 بأنه يمكن للإدارات أن تستعمل المنهجيات الواردة في الملحقات 4 و5 و6 و7 عند إجراء دراسات تقاسم بين الرادارات وأنظمة النفاذ اللاسلكي، بما فيها الشبكات المحلية الراديوية.

الملاحظة 1 – يرد في التقرير ITU-R M.2115 المزيد من المعلومات عن نتائج الدراسات الخاصة بالمتطلبات المذكورة في الفقرة 2 من توصي، حيث يقدم هذا التقرير معلومات عن الإجراءات المتبعة في إدارات و/أو مجموعات إقليمية مختلفة لاختبار الامتثال لمتطلبات اختيار دينامية التردد.

الملحق 1

استعمال اختيار دينامية التردد (DFS) في أنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS) بما فيها الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) لأغراض حماية خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق 5 GHz

1 مقدمة

1.1 اختيار دينامية التردد (DFS)

فيما يتعلق بالدراسات بشأن جدوى التقاسم بين الخدمة المتنقلة من أجل أنظمة النفاذ اللاسلكي[1] وخدمة الاستدلال الراديوي في نطاقي التردد 250 5-350 5 MHz و470 5-725 5 MHz، أظهرت حسابات موازنة الوصلة ضرورة استخدام تقنيات تخفيف التداخل للتمكين من التقاسم بين أنظمة النفاذ اللاسلكي مع الخدمات الأخرى مثل الأنظمة الرادارية. ويصف هذا الملحق تقنيات التخفيف من التداخل المرتبط باختيار دينامية التردد[2] كما حددت في معايير الشبكات المحلية الراديوية في النطاق 5 GHz، مع حسابات أداء تستند إلى عمليات تنفيذ نمطية.

وسوف تتداخل أنظمة النفاذ اللاسلكي مع الرادارات العاملة في النطاق 5 GHz حينما تعمل على نفس الترددات وفي مدى كل منها.

كان الغرض من اختيار دينامية التردد هو:

- ضمان تمديد الحمل عبر الطيف الميسّر من أنظمة النفاذ اللاسلكي في إطار مجال رؤية الساتل من أجل تخفيض سويات البث المجمع على مستوى السواتل للخدمة الثابتة الساتلية (وصلة التغذية) وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) من أنظمة النفاذ اللاسلكي؛
- وتجنب التشغيل في نفس القناة مع الأنظمة الأخرى، ولا سيما مع الأنظمة الرادارية.

التوسع في استعمال اختيار دينامية التردد الذي يرد وصفه فيما يلي، يسمح لأنظمة النفاذ اللاسلكي بتجنب التداخل مع خدمة الاستدلال الراديوي. والمبدأ العام المطبق هو أن أنظمة النفاذ اللاسلكي ينبغي أن تكشف التداخل وأن تعرف مسبب التداخل الراداري ولا يجوز أن تستعمل تلك الترددات التي يستعملها الرادار.

2.1 الهدف من استعمال اختيار دينامية التردد فيما يتعلق بالرادارات

الهدف من استعمال اختيار دينامية التردد في أنظمة النفاذ اللاسلكي هو توفير حماية ملائمة للرادارات في النطاق 5 GHz. ويتحقق ذلك بتفادي استعمال، أو إخلاء، قناة تحدد باعتبارها قناة مشغولة بأجهزة رادار تستند إلى الكشف عن تشوير الرادار.

ولأغراض هذا الملحق، يمكن أن نجد في الملحق 3 مناقشة حول أنظمة الاستدلال الراديوي في النطاق 5 GHz المستعملة في تحديد خصائص اختيار دينامية التردد.

---

[1] يعني تعبير "أنظمة النفاذ اللاسلكي" في كل مكان من هذه التوصية "أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية".

[2] تم تحديد اختيار دينامية التردد في معايير الشبكات المحلية الراديوية في النطاق 5 GHz في المقام الأول لكي يتسنى تخفيف التداخل بين مجموعات الشبكات المحلية الراديوية غير المنسقة، ولتوفير كفاءة استخدام الطيف المستمثل من أجل نقل البيانات بمعدل بتات عالٍ وقدرة عالية.

ويقع تنفيذ آليات وإجراءات الكشف الراداري المستعملة في أنظمة النفاذ اللاسلكي خارج نطاق هذا الملحق. والأسباب الرئيسية لذلك هي أن:

- تصميم أنظمة النفاذ اللاسلكي يؤثر على التنفيذ؛
- تؤدي الخبرة العملية إلى وسائل ابتكارية وأكثر فعالية مما يمكن صياغته اليوم؛
- لمختلف الصانعين خيارات تنفيذ مختلفة لتحقيق أقل تكلفة ممكنة لسوية أداء معين؛ ولذلك ينبغي أن ترد في الوثائق التنظيمية معايير أداء بالأحرى بدلاً من مواصفات لآلية معينة.

2 متطلبات أداء اختيار دينامية التردد

يرد ذكر متطلبات أداء اختيار دينامية التردد من حيث الاستجابة للكشف عن إشارة التداخل.

يجب أن تستوفي أنظمة النفاذ اللاسلكي في النطاق GHz 5 متطلبات الكشف والاستجابة التالية.

يجب أن تدرج إجراءات التحقق من المطابقة في معايير الصناعة ذات الصلة من أجل الشبكات المحلية الراديوية.

1.2 متطلبات الكشف

يجب أن تكون آلية اختيار دينامية التردد قادرة على الكشف عن إشارات التداخل فوق عتبة دنيا لاختيار دينامية التردد البالغة –62 dBm للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتناحية القصوى < 200 mW و–64 dBm بالنسبة للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتناحية من 200 mW إلى 1 W^3 أي بتقدير متوسط يبلغ 1 µs.

وهذه العتبة معرّفة باعتبارها شدة الإشارة المستقبلة (RSS) (dBm)، مقيسة بالنسبة لخرج طرف هوائي استقبال يبلغ 0 dBi، المطلوب الكشف عنه في إطار عرض نطاق قناة أنظمة النفاذ اللاسلكي.

2.2 متطلبات التشغيل

يجب أن تكون أنظمة النفاذ اللاسلكي قادرة على التحقق من مدى تيسر القناة: وخلال فترة التحقق تستمع أنظمة النفاذ اللاسلكي على قناة راديوية معينة لمدة 60 s لتحديد ما إذا كان هناك رادار يعمل على القناة الراديوية.

ينبغي أن تكون أنظمة النفاذ اللاسلكي قادرة على أداء المراقبة أثناء الخدمة: مراقبة قناة التشغيل للتحقق من أن الرادار المشغل على نفس القناة لم يتحرك أو لم يبدأ تشغيله ضمن مدى أنظمة النفاذ اللاسلكي. وخلال المراقبة أثناء الخدمة، تبحث وظيفة الكشف الراداري بصورة متواصلة عن التشوير الراداري فيما بين إرسال أنظمة النفاذ اللاسلكي العادي. ويقتضي ذلك استعمال فترات صمت تفصل ما بين الإرسال المتعاقب لأنظمة النفاذ اللاسلكي (انظر الملحق 4).

إذا لم يسبق تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي أو لم تراقب بصورة متواصلة القناة عن طريق المراقبة أثناء الخدمة، فيجب ألا تبدأ الإرسال على أي قناة قبل اكتمال التحقق من تيسر القناة.

3.2 متطلبات الاستجابة

والقناة التي يكشف فيها عن تشوير راداري، إما عن طريق التحقق من تيسر القناة أو المراقبة أثناء الخدمة، تخضع لفترة 30 دقيقة (فترة عدم انشغال) لا يمكن خلالها استخدام جهاز نظام النفاذ اللاسلكي لكي يتسنى حماية رادارات المسح. وينبغي أن تبدأ فترة عدم الانشغال في الوقت الذي يكشف فيه عن تشوير راداري.

[3] من الناحية العملية، قد لا يكون من الضروري بالنسبة لكل جهاز أن ينفذ العنصر الوظيفي لاختيار دينامية التردد تنفيذاً كاملاً، شريطة أن تكون هذه الأجهزة قادرة على الإرسال فحسب تحت مراقبة جهاز يكفل استيفاء جميع متطلبات اختيار دينامية التردد.

فضلاً عن ذلك، ففي النطاق 600 5-650 5 MHz، إذا كشف عن وجود تشوير راداري في قناة ما، يقتضي الأمر انقضاء 10 دقائق من المراقبة المتواصلة قبل استعمال تلك القناة. وبخلاف ذلك، ينبغي اللجوء إلى أساليب أخرى ملائمة مثل استبعاد القناة.

فترة تغيير القناة تعرَّف بفترة 10 ثوان اللازمة لأنظمة النفاذ اللاسلكي للتوقف عن الإرسال تماماً على القناة المشغلة بمجرد الكشف عن إشارة تداخل تفوق شدتها عتبة الكشف عن اختيار دينامية التردد. وتتألف عمليات الإرسال خلال هذه الفترة من الحركة العادية لفترة نمطية تقل عن 100 ms وبحد أقصى 200 ms بعد الكشف عن تشوير الرادار. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن ترسل إشارات الإدارة والمراقبة المتقطعة خلال الوقت المتبقي لكي تسهل إخلاء قناة التشغيل. والوقت المجمع لإشارات الإدارة والمراقبة المتقطعة عادة ما يكون أقل من 20 ms.

4.2 موجز للمتطلبات

يقدم الجدول 1 موجزاً للمتطلبات الوارد وصفها أعلاه. ويرد في الملحق 2 مثالاً لإجراءات التشغيل.

الجـــدول 1

المعلمة	القيمة
عتبة الكشف عن اختيار دينامية التردد	–62 dBm للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتناحية القصوى < 200 mW –64 dBm للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتناحية القصوى من 200 mW إلى 1 W بتقدير متوسط يبلغ نيف 1 µs
وقت التحقق من تيسر القناة	60 s
فترة عدم انشغال	30 min
فترة تحريك القناة	10 s ≥

الملحق 2

الكشف الراداري ومثال للإجراءات المرتبطة باختيار دينامية التردد

يرد في هذا الملحق مثالاً لوصف آلية اختيار دينامية التردد.

1 تعاريف

ترد التعاريف التالية لاستعمالها ضمن هذا الملحق:

قناة متيسرة: قناة راديوية لم يحدد التحقق من تيسر قناة ما وجود رادار.

إشارة رادارية مستقبلة: إشارة تتسم بالخصائص التالية:

- شدة إشارة رادارية مستقبلة مساوية أو أكبر من عتبة الكشف عن اختيار دينامية التردد T_{DFS} (dBm) ضمن عرض نطاق قناة أنظمة النفاذ اللاسلكي؛
- معدلات تكرار النبضات في المدى 200-000 4 نبضة/ثانية؛
- عرض النبضات الاسمية في المدى 1-20 µs.

قناة التشغيل: بمجرد بدء تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي على قناة متيسرة حينئذ تصبح هذه القناة قناة التشغيل.

2 الإجراءات

1.2 البحث عن قناة متيسرة أولية

قبل أن تبدأ أنظمة النفاذ اللاسلكي في الإرسال، وإذا لم يتم التعرف على قناة متيسرة، تقوم أنظمة النفاذ اللاسلكي بالتحقق من وجود قناة متيسرة على قناة راديوية قبل استعمالها من أجل الإرسال. وبناء على ذلك، وعند تركيب شبكة ويبدأ تشغيلها للمرة الأولى، ينبغي التحقق من وجود قناة متيسرة، بحيث يمكن التعرف على الأقل على قناة واحدة متيسرة. وبمجرد التعرف على قناة متيسرة، يمكن بدء تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي على هذه القناة، أما التحقق من وجود قنوات راديوية للتعرف على قنوات متيسرة أخرى فهو أمر غير إلزامي.

2.2 بدء التشغيل

بمجرد بدء تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي على قناة متيسرة حينئذ تصبح هذه القناة قناة التشغيل.

3.2 مراقبة تشغيل القناة

تجري المراقبة أثناء الخدمة عن طريق أنظمة النفاذ اللاسلكي للتحقق من جديد على قناة التشغيل من عدم وجود أي إشارة رادارية عقب تداخل محتمل في المنطقة التي تغطيها أنظمة النفاذ اللاسلكي أو نتيجة إرسال إشارة رادارية على قناة التشغيل.

3 اعتبارات مرتبطة بالتنفيذ

1.3 كشف الإشارة الرادارية

قد تحدث الإشارات الرادارية في أي وقت وقد تحدث في وجود إشارات لأنظمة النفاذ اللاسلكي على ذات القناة.

ففي مرحلة البحث الأولى عن قناة متيسرة، لا تكون أنظمة النفاذ اللاسلكي قيد التشغيل مما يكفل الكشف السريع والموثوق عن أي إشارة رادارية، باستثناء ممكن وهو وجود رادارات تدور ببطء شديد، والتي سيكشف عنها عن طريق المراقبة أثناء الخدمة.

وخلال المراقبة أثناء الخدمة، تبحث وظيفة الكشف الراداري بشكل متواصل عن أنماط الإشارات الرادارية – خلال عمليات الإرسال العادي لأنظمة النفاذ اللاسلكي أو فيما بينها. ويمكن لضعف بعض الإشارات الرادارية المستقبلة أن يزيد الوقت اللازم للكشف عن الإشارات الرادارية. وتنعكس هذه الاعتبارات في المتطلبات الواردة في الملحق 1.

1.1.3 الكشف عن الرادارات العاملة بقفزات التردد

تعمل الرادارات العاملة بقفزات التردد على مجموعة عريضة من الترددات، بفضل التغير السريع في تردد التشغيل.

ويتفاوت الوقت اللازم لنظام النفاذ اللاسلكي لكي يقوم بكشف موثوق وفقاً لخصائص نبضات الرادار. وفي حالة الرادارات العاملة بقفزات التردد، فالوقت الذي يقضيه الرادار في شغل قناة نظام النفاذ اللاسلكي (زمن الإضاءة) قد يؤثر أيضاً على احتمالات الكشف.

والبديل هو واحد مما يلي:

- إذا كان زمن الإضاءة طويلاً بما يكفي، يكشف اختيار دينامية التردد إشارة الرادار (انظر الملحق 4) وسيتوقف إرسال أنظمة النفاذ اللاسلكي على القناة الحالية؛
- إذا كان زمن الإضاءة قصيراً جداً، قد يتأثر احتمال الكشف عن الرادار عن طريق أنظمة النفاذ اللاسلكي على قناة التشغيل، ويتوقف ذلك على عدد النبضات خلال زمن الإضاءة.

2.1.3 عتبة وكسب الهوائي

تعرَّف عتبة الكشف من حيث تسوية dBm بخرج 0 dBi هوائي الاستقبال. وإذا استعمل نظام النفاذ اللاسلكي كسوب هوائي أعلى، ينبغي زيادة سوية T_{DFS}، وذلك بإضافة كسب الهوائي.

3.1.3 البث الهامشي

المطلوب إجراء المزيد من الدراسات لتحديد الأثر على التفاعل بين أنظمة النفاذ اللاسلكي ورادارات البث الهامشي.

2.3 مدة تغيير القناة

بمجرد الكشف عن إشارة تتجاوز عتبة الكشف، تقضي إجراءات اختيار دينامية التردد بإذاعة أوامر لوقف جميع عمليات البث التشغيلي والتحرك نحو القناة المتيسرة أو إلى إحدى القنوات المتيسرة التي تم تحديدها عن طريق التحقق من تيسر القناة. وستتكرر هذه الإذاعة عدداً من المرات لضمان استقبال الأوامر من جانب جميع أجهزة النظام. ويمكن لبعض أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي أن تكون فيما يطلق عليه "حال سبات" وخلال هذه الفترة يعاد إيقاظها على فترات فاصلة تبلغ عادة عدد مئات من جزء من الألف من الثانية، ويمكن أن تبلغ هذه الفترات الفاصلة كحد أقصى 60 ثانية. وبغض النظر عن هذه الحالة الأخيرة، ينبغي أن تكرر هذه الإذاعة عدداً من المرات خلال مدة تغيير القناة، لضمان تحرير القناة من قبل جميع أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي.

الملحق 3

استعمال خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع ورادارات الملاحة الراديوية ورادارات الأرصاد الجوية

يمكن أن نجد الخصائص التقنية لبعض رادارات الأرصاد الجوية ورادارات التحديد الراديوي للموقع ورادارات الملاحة الراديوية العاملة في النطاقين 250 5-350 5 MHz و470 5-725 5 MHz في التوصية ITU-R M.1638. وتستعمل هذه المعلومات في تحديد المتطلبات التقنية لآلية اختيار دينامية التردد التي يتعين تنفيذها في أنظمة النفاذ اللاسلكي، التي تعرَّف بأنها ضرورية لإدخال أنظمة النفاذ اللاسلكي في الخدمة المتنقلة في نطاقات التردد التي تستعملها الرادارات. وبشكل أخص ستؤخذ في الاعتبار رادارات A-S الواردة في التوصية ITU-R M.1638 عند وضع خصائص اختيار دينامية التردد.

يعرض الجدول 1 بالتوصية ITU-R M.1638 عمليات توزيع نطاقات التردد في المدى 5 GHz على خدمة الاستدلال الراديوي.

الملحق 4

معلمات ومنهجية حساب احتمال الكشف عن أنظمة الاستدلال الراديوي عن طريق أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها أجهزة الشبكات المحلية الراديوية المستعملة لاختيار دينامية التردد في النطاق GHz 5 خلال المراقبة أثناء الخدمة

تنظر المنهجية التالية في احتمال تمكن جهاز نظام النفاذ اللاسلكي الذي يعمل في النطاق GHz 5 باستخدام اختيار دينامية التردد من أن يكتشف بنجاح خلال المراقبة أثناء الخدمة راداراً في النطاق GHz 5 يعمل في خدمة الاستدلال الراديوي.

الخطوة 1: يحدد الوقت الذي يوجد فيه جهاز فردي في مجال الحزمة الرئيسية لهوائي الرادار (أي dB 3 من فتحة الحزمة/معدل مسح الهوائي). يحدد الجدول 3 معلمات الرادار التي يتعين استعمالها كأساس للدراسة. والوقت الذي ينقضي في التحليل هو الفترة التي تتعرض خلالها أنظمة النفاذ اللاسلكي للحزمة الرئيسية للرادار خلال عملية مسح ما استناداً إلى مخطط هوائي الرادار وسرعة مسح الهوائي.

الجـــدول 2

الرادار	C	K	P	S
فتحة الحزمة عند dB 3 (بالدرجات)	0,95	2,5	2,6	2
سرعة المسح (درجة/ثانية)	36	غير منطبقة	72	20
مدة التحليل (ms)	26	100	36	100

الخطوة 2: تعتبر الرادارات C وK وP وS من أصعب الحالات ويمكن استعمالها لتحليل التقاسم مع جميع الرادارات المبينة في وثيقة خصائص الرادارات. ولا يستعمل الرادار K وظيفة المسح على 360 درجة.

الخطوة 3: استناداً إلى توزيع لأجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي باستخدام توزيعات معدل المعطيات وطول الرزم كما هو مبين في الجدول 3، تنشئ في شكل موجة لتمثيل وقت إرسال جهاز نظام النفاذ اللاسلكي وفترات استماع يبلغ طولها $(x) \cdot 9 + 50$ ms، حيث تعتبر x متغير عشوائي صحيح ما بين 2 و32 (أي 31 فترة منفصلة ممكنة موزعة توزيعاً منتظماً).

الجـــدول 3

توزين وقت إرسال الشبكات المحلية الراديوية

قد الرزمة (بايتات)	**توزين**
64	0,6
538	0,2
1 500	0,2

معدل المعطيات (Mbit/s)	**توزين**
6	0,1
12	0,1
18	0,1
24	0,3
36	0,3
54	0,1

في كل حالة إرسال عن طريق حزم لجهاز نظام النفاذ اللاسلكي ينشئ شكل من الموجات التمثيلية باختيار عشوائي لإرسال بالرزم، باستخدام التوزين المشار إليه في الجدول 3، ثم بحساب وقت الإرسال باعتباره "قد الرزمة"/(معدل المعطيات · 8). ويعقب كل رزمة فترة صمت تتطلبها شبكة نظام النفاذ اللاسلكي لتسهيل تقاسم وسيط النفاذ (أي قناة أنظمة النفاذ

اللاسلكي) فيما بين مختلف الأجهزة المستعملة للشبكة. ويمكن استعمال فترة الصمت هذه للمراقبة أثناء الخدمة. ويتم اختيار فترة الصمت كما هو مبين أعلاه. ثم تنشئ حزمة مختارة عشوائية أخرى بنفس طريقة الحزمة الأولى، ثم تعقبها فترة صمت أخرى. وتتكرر هذه العملية إلى أن يكون لهذه الموجة نفس مدة موجة جهاز نظام النفاذ اللاسلكي في الحزمة الرئيسية للهوائي، بالطريقة المحسوبة في الخطوة 1.

الخطوة 4: تم إنشاء شكل موجة تستند إلى معدل تكرار النبضات (PRR) وعرض نبض الرادار الجاري تحليله. وترد القيم التي يتعين استعمالها كمرجع في الجدول 4. وينبغي أن يكون شكل الموجة مماثلاً في المدة بالطريقة المحسوبة في الخطوة 1.

الجـــدول 4

القيم الأساسية للرادارات لتحديد احتمالات الكشف

رادار	C	K	P	S
عرض النبضة (µs)	0,95	1	20	1
معدل تكرار النبضات (pps)	200	3 000	500	200

الخطوة 5: يحدد حدوث واقعة كشف بتحديد ما إذا كانت نبضات الرادار في شكل محاكاة موجة رادارية تتوافق مع محاكاة فترات استعمال في شبكة محاكاة أنظمة النفاذ اللاسلكي.

الخطوة 6: تكرر المحاكاة مرات عديدة، وتسجل حالات الحدوث أو حالات عدم حدوث الكشف، باستعمال هذه المعطيات لحساب احتمال الكشف (أي النسبة المئوية لحالات المحاكاة التي تعتبر فيها نبضة الرادار مكتشفة).

الخطوة 7: احتمال الكشف في عدد حالات الدوران n:

p: احتمال الكشف في دورة واحدة

p_n: احتمال الكشف في عدد حالات الدوران n

$$p_n = 1 - (1 - p)_n.$$

الملحق 5

تقييم التداخل باستعمال حسابات موازنة الوصلة ليشمل جهازاً واحداً لنظام النفاذ اللاسلكي وأنظمة الاستدلال الراديوي في النطاق GHz 5

1 معلومات أساسية

يتناول هذا الملحق حالة التداخل من جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي. والقيم المستمدة من الحسابات في هذا الملحق استخدمت كقيم أولية لتجميع النماذج (انظر الملحق 6) من أجل تحديد عتبة كشف ما.

2 المنهجية

تستند الحسابات المعروضة في هذا الملحق إلى تحليل لحسابات موازنة الوصلة. وتحدد العتبة من خلال تحليل لحسابات موازنة الوصلات، بافتراض أن هذه العتبة يجب بلوغها عندما يحتمل أن يتعرض الرادار للتداخل عن طريق بث من جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي (أي عندما تتجاوز إشارة نظام النفاذ اللاسلكي في مستقبل الرادار سوية التداخل التي يحتملها الرادار). ويستند هذا الاعتبار على افتراض وجود مسار انتشار متناظر بين جهاز نظام النفاذ اللاسلكي والرادار.

وتعتبر هذه الطريقة التي تستند إلى موازنة الوصلات ملائمة لدراسة حالات سكونية يدخل فيها جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي ورادار واحد. وتستند هذه الطريقة إلى التوصيتين ITU-R SM.337 وITU-R M.1461 وتنطبق بالتحديد على حالة اختيار دينامية التردد.

3 حسابات تستند إلى موازنة الوصلات من أجل الرادارات المستهدفة في التوصية ITU-R M.1638

يستند تحديد سوية أقصى تداخل يسمح به ينتج عن بث جهاز واحد من أنظمة النفاذ اللاسلكي على مستوى مستقبل الرادار إلى التوصية ITU-R M.1461، التي تقضي بأن تكون هذه السوية أقل من (I/N) + N، على اعتبار أن N هو سوية الضوضاء الكامنة في مستقبل الرادار وI/N نسبة التداخل إلى الضوضاء (المستمدة من القيمة –6 dB، وفقاً للتوصيتين ITU-R M.1461 وITU-R M.1638).

ويرد في التذييل 1 لهذا الملحق جدول الحسابات. ويستخلص من هذا الجدول أنه، إذا تجاهلنا الرادار J، في هذه الظروف، ففي هذه الحالة تكون عتبة الكشف اللازمة لحماية الرادارات من جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي هي –52 dBm.

4 حسابات تستند إلى موازنة الوصلات من أجل بعض الرادارات الجديدة

بالإضافة إلى الرادارات المستهدفة في التوصية ITU-R M.1638، هناك نوعان جديدان من الرادارات الأرضية تم نشرهما مؤخراً من قِبل بعض إدارات الإقليم 1. ويرد في التذييل 2 من هذا الملحق المعلمات التي تم نشرها من أجل القيام بحسابات موازنة الوصلات.

ويبدو، من هذه الحسابات، أن عتبة الكشف اللازمة تساوي –62 dBm لضمان عدم التداخل مع الرادارات قيد البحث من جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي.

5 إمكانية وجود عتبة كشف متغيرة

تفترض الحسابات، في هذا الملحق، وجود جهاز واحد خارجي لنظام النفاذ اللاسلكي بقدرة مشعة مكافئة متناحية تبلغ 1 W وهو ما يمثل أسوأ حالة مفردة لتحليل التداخل، حتى وإن أشير إلى أن هذا الشكل لا يمثل أغلبية أنظمة النفاذ اللاسلكي المنشورة.

وبناء على ذلك، يمكن إدخال فكرة عتبة كشف متغيرة وفقاً لسوية القدرة المشعة المكافئة المتناحية لأنظمة النفاذ اللاسلكي. ووفقاً للمنهجية المستخدمة في هذا الملحق، تتناسب عتبة الكشف مع القدرة المشعة المكافئة المتناحية لأنظمة النفاذ اللاسلكي.

وفقاً للمنهجية المستخدمة في هذا الملحق للمخططات المرتبطة بجهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي، تتناسب عتبة الكشف مع القدرة المشعة المكافئة المتناحية لأنظمة النفاذ اللاسلكي.

وفي ظل هذه الظروف، إذا كان على نظام النفاذ اللاسلكي بقدرة مشعة مكافئة متناحية تبلغ 1 W أن يكشف عن رادار فوق –N dBm، فإنه يمكن وضع العتبة المقابلة لأنظمة النفاذ اللاسلكي عند 200 mW عند –(N – 7) dBm.

6 تأثير بنية أنظمة النفاذ اللاسلكي على عتبة الكشف

من المتوقع في حالة بنية مركزية لأنظمة النفاذ اللاسلكي أن تتم مراقبة اختيار دينامية التردد عن طريق جهاز واحد محدد في إطار شبكة أو خلية. وقد تكون هناك ظروف تحدث فيها اختلافات دلالية لخسارة مسير الانتشار ما بين رادار وأجهزة داخل شبكة أو خلية وافتراض وجود مسير انتشار متوازن بين الرادار وأجهزة الكشف غير صحيح.

ينبغي أن تنظر الإدارات، في ظل هذه الظروف، في اتخاذ تدابير بحيث تكفل عدم تداخل أي جهاز من أنظمة النفاذ اللاسلكي في شبكة مفردة مع الرادارات.

التذييـــل 1
للملحق 5

حساب عتبة الكشف على أساس موازنة الوصلات من أجل الرادارات الواردة في التوصية ITU-R M.1638

	الخصائص	A	C	E	F	G	H 1	H 2	I1	I1	J	K	L	M	N	O	P	Q
رادار	الوظيفة	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	معدات	معدات	معدات	معدات	معدات	البحث في السطح والبحث الجوي	البحث في السطح والبحث الجوي
	نوع المنصة	أرضية/محمولة على سفينة	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	محمولة على سفينة	محمولة على سفينة
	قدرة ذروة إرسال الهوائي (kW)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	2,25	250	2 800	1 200	1 000	165	360	285
	عرض النطاق IF_{3dB} للمستقبل (MHz)	0,5	20	0,91	0,6	0,5	0,7	4	0,1	3	10	1	4,8	4	8	8	1,5	10
	استقطاب الهوائي	V	H	H	H	H	H	H	H	H	H	V/ دائري مياسر	V/ دائري مياسر	V/ دائري مياسر	V/V دائري مياسر	V/ دائري مياسر	H	H
	كسب الحزمة الرئيسية للهوائي (dBi)	39	44	50	40	40	50	50	50	50	35	38,3	54	47	45,9	42	28	30
	ارتفاع الهوائي (m)	30	10	30	30	30	30	30	30	30	10							
	القدرة المشعة المكافئة المتناحية للرادار (dBm)	123,0	128,0	134,0	124,0	124,0	134,0	134,0	134,0	134,0	98,5	122,3	148,5	137,8	135,9	124,2	113,6	114,5
	عامل ضوضاء المستقبل (dB)	7	4	2,3	3	3	3,5	3,5	1,5	1,5	3	6	5	5	11	5	5	10
	$N = k\,T\,B\,F$ (dBm)	110,0–	97,0–	112,1–	113,2–	114,0–	112,0–	104,5–	122,5–	107,7–	101,0–	108,0–	102,2–	103,0–	93,9–	99,9–	107,2–	94,0–
	N – 6 dB	116,0–	103,0–	118,1–	119,2–	120,0–	118,0–	110,5–	128,5–	113,7–	107,0–	114,0–	108,2–	109,0–	99,9–	105,9–	113,2–	100,0–
أنظمة النفاذ اللاسلكي	القدرة المشعة المكافئة المتناحية الخارجية (dBm)	30																
	ضبط قوة الإرسال (dB)	0																
	عرض النطاق (MHz)	18																
	كسب الهوائي (dBi) (omni)	0																

10 log (Brad/BWAS)	15,6–	0,5	13,0–	14,8–	15,6–	14,1–	6,5–	22,6–	7,8–	2,6–	12,6–	5,7–	6,5–	3,5–	3,5–	10,8–	2,6–
	185,0	177,0	198,1	189,2	190,0	198,0	190,5	208,5	193,7	172,0	182,3	192,2	186,0	175,8	177,9	171,2	160,0
موازنة الوصلات لإشارة مُستقبلة لأنظمة النفاذ اللاسلكي في مُستقبل راداري N – 6 dB	169,4	177,0	185,1	174,4	174,4	183,9	183,9	185,9	185,9	169,4	169,7	186,4	179,4	172,3	174,4	160,4	157,4
عتبة الكشف الضرورية	46,4–	49,0–	51,1–	50,4–	50,4–	49,9–	49,9–	51,9–	51,9–	70,9–	47,4–	38,0–	41,6–	36,4–	50,2–	46,9–	42,9–

التذييـــل 2
للملحق 5

حساب عتبة الكشف على أساس موازنة الوصلات من أجل الرادارات الجديدة التي تنشرها بعض الإدارات في الإقليم 1

رادار	الوظيفة	بحث جوي
	نوع المنصة	أرضي/محمول على مركبة
	قدرة ذروة الإرسال المطبقة على الهوائي (kW)	15
	عرض النطاق $IF_{3\,dB}$ للمستقبل (MHz)	4
	استقطاب الهوائي	V
	كسب الحزمة الرئيسية للهوائي (dBi)	35
	ارتفاع الهوائي (m)	10
	القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBm)	106,8
	عامل ضوضاء المستقبل (dB)	5
	$N = k\,T\,B\,F$ (dBm)	103–
	N – 6 dB	109–
أنظمة النفاذ اللاسلكي	القدرة المشعة المكافئة المتناحية الخارجية (dBm)	30
	ضبط قوة الإرسال (dB)	0
	عرض النطاق (MHz)	18
	كسب الهوائي (omni) (dBi)	0

10 log (Brad/BWAS)	6,5–
خسارة الانتشار لإشارة أنظمة النفاذ اللاسلكي المستقبلة في مستقبل راداري N – 6 dB (dB)	175,0
	168,4
عتبة الكشف الضرورية (dBm)	61,7–

ويلاحظ أن هذا الجدول يفترض وجود جهاز واحد لأنظمة النفاذ اللاسلكي قدرته المشعة المكافئة المتناحية تبلغ 1 W وهو ما يقابل أعلى قيمة للقدرة في توزيع إحصائي للقدرة المشعة المكافئة المتناحية المرتبط بنشر أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي (انظر على سبيل المثال الجدول 6 الوارد في الملحق 6). على سبيل المثال، إذا كانت القدرة المشعة المكافئة المتناحية أصغر (< 100 mW) فإنها تؤدي إلى زيادة مقابلة بزهاء 10 dB للعتبة T_{DFS}.

الملحق 6

معلمات ومنهجية إجراء دراسات للتداخل المجمع يشمل أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية وأنظمة الاستدلال الراديوي في النطاق GHz 5

ينبغي استعمال الاعتبارات التالية لتحديد المخطط المرجعي للدراسات التي يتعين إجراؤها لتحديد معلمات اختيار دينامية التردد:

- استعملت التوصية ITU-R M.1461 في حسابات التداخل.
- استعمل نموذج هوائي الرادار الوارد في التذييل 1 بهذا الملحق.
- استعمل نموذج هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي الوارد في التذييل 2 بهذا الملحق.
- استعمل احتمال الكشف (انظر الملحق 4) في دراسات التقاسم لتحديد التداخل الكلي في الرادارات. وحدد هذا الاحتمال لكل خطوة فاصلة.
- استعملت خطوة فاصلة تبلغ درجة واحدة.
- استعملت ثلاث حلقات متمركزة لتعريف نشر أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي كما هو مبين في الجدول 5. يجب تطبيق توزيع منتظم لهذه الأجهزة في كل منطقة حجمية بما فيها الارتفاع.

الجـــدول 5

توزيع مستعملي أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي

	منطقة حضرية	منطقة الضاحية	منطقة ريفية
نصف القطر من المركز (km)	4–0	12–4	25–12
النسبة المئوية لمستخدمي أنظمة النفاذ اللاسلكي (%)	60	30	10
ارتفاع المباني (m)	30	6	6

- يعمل ما مجموعه 2 753 من أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي في وقت ما على نفس القناة التي يستعملها نظام الاستدلال الراديوي.
- استعمل توزيع القدرة لأنظمة النفاذ اللاسلكي الوارد في الجدول 6.

الجـــدول 6

توزيع القدرة لأنظمة النفاذ اللاسلكي

سوية القدرة	W 1	mW 200	mW 100	mW 50
مستخدمو أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي (%)	5	25	40	30

- وضعت مخططات رادارات التتبع في البداية باختيار وضعية وزاوية لتسديد البصر عشوائيتين، ثم بتوجيهها مباشرة صوب أفق معاكس.
- وضعت مخططات الرادارات البحرية بدءاً من أفق المنطقة الريفية، ثم تجاه مركز المنطقة الحضرية.
- وضعت مخططات الرادارات المحمولة جواً في البداية بتوجيهها صوب الأفق في المناطق الريفية، ثم بتتبعها فوق مركز المناطق الحضرية.

- ركزت الدراسات على الرادارات التالية:

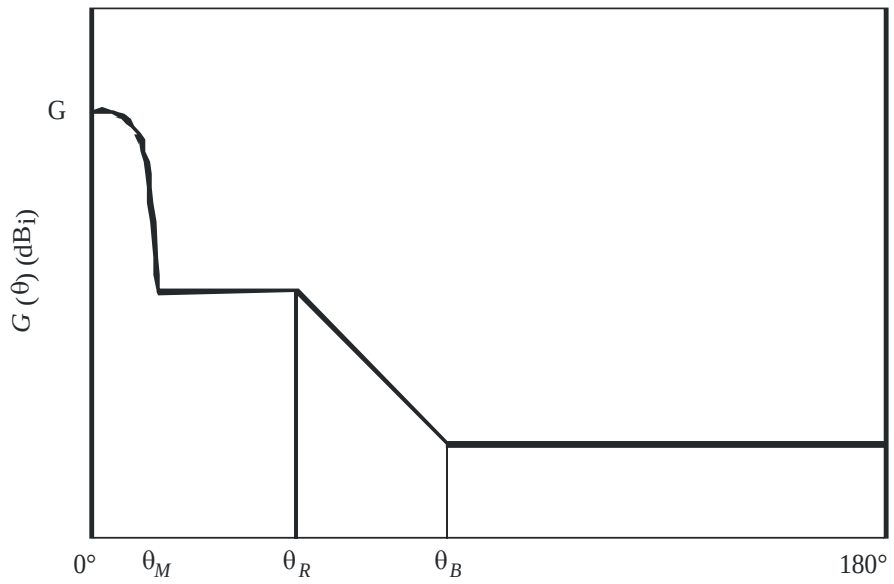
C وI وK وP وS كما تعرّفها التوصية ITU-R M.1638.

- وفي الرادارات المقامة على سطح الأرض استعمل عامل انتشار عشوائي في تحديد خسارة مسير الانتشار لكل جهاز من أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي. واستخدمت قيمة تتراوح بين 20 و35 $\log D$. بالإضافة إلى ذلك، استعمل توهين انتشار عشوائي للمبنى/الأرض. واستخدمت قيمة تبلغ ما بين 0 و20 dB. وطبق توزيع منتظم في تحديد هذه القيم.
- وبالنسبة للرادارات المحمولة جواً، استعملت خسارة في الفضاء الحر تبلغ +17 dB.
- وبالنسبة للرادارات البحرية، استعملت خسارة في الفضاء الحر تتراوح ما بين 0 و20 dB.
- واستعمل حساب الرؤية المباشرة على أرض منتظمة. واستبعدت أي أجهزة لأنظمة النفاذ اللاسلكي تقع خارج خط البصر المباشر.

التذييـــل 1
للملحق 6

لا يوجد حالياً في الاتحاد الدولي للاتصالات مخططات مرجعية لهوائيات الرادارات، ولذلك يستخدم الشكل التالي كمخطط أساسي. ويستخدم نموذج كسب الهوائي الإحصائي لتحديد كسب هوائي الرادار في توجهات السمت والارتفاع. ويعطي هذا النموذج كسب الهوائي كدالة للزاوية خارج المحور (θ) لكسب هوائي حزمة رئيسية معينة (G). ويشمل النموذج خوارزميات منفصلة لهوائيات مرتفعة الكسب للغاية، ومرتفعة الكسب ومتوسطة الكسب، وهو ما يقابل هوائيات ذات كسوب أعلى من 40 dBi، وكسوب تتراوح ما بين 22 و48 dBi، وكسوب ما بين 10 و22 dBi على التوالي. ويوضح الشكل 1 الشكل العام لتوزيع كسب الهوائي. ويرد في الجدول 7 المعادلات للزوايا θ_M (الفص الجانبي الأول)، وθ_R (منطقة الفص الجانبي القريب)، وθ_B (منطقة الفص الجانبي البعيد). ويرد في الجدول 8 كسوب الهوائي كدالة للزاوية خارج المحور من أجل الهوائيات مرتفعة الكسب للغاية، وفي الجدول 9 للهوائيات مرتفعة الكسب، وفي الجدول 10 للهوائيات متوسطة الكسب. ويعبر عن الزاوية θ بالدرجات وترد جميع قيم الكسب في شكل ديسيبل بالنسبة لهوائي متناح (dBi).

الشـــكل 1



M.1652-01

الجـــدول 7

تعاريف الزوايا

مرتفعة الكسب للغاية (dBi 48 < *G*)	مرتفعة الكسب (dBi 48 > *G* > 22)	متوسطة الكسب (dBi 22 > *G* > 10)
$\theta_M = 50\ (0.25\ G + 7)^{0.5}/10^{G/20}$ $\theta_R = 27.466\ 10^{-0.3G/10}$ $\theta_B = 48$	$\theta_M = 50\ (0.25\ G + 7)^{0.5}/10^{G/20}$ $\theta_R = 250/10^{G/20}$ $\theta_B = 48$	$\theta_M = 50\ (0.25\ G + 7)^{0.5}/10^{G/20}$ $\theta_R = 250/10^{G/20}$ $\theta_B = 131.8257\ 10^{-G/50}$

الجـــدول 8

معادلات من أجل الهوائيات مرتفعة الكسب للغاية (dBi 48 < *G*)

فاصل زاوي (درجات)	كسب (dBi)
0 إلى θ_M	$G - 4 \times 10^{-4}\ (10^{G/10})\ \theta^2$
θ_M إلى θ_R	$0.75\ G - 7$
θ_R إلى θ_B	$29 - 25 \log (\theta)$
θ_B إلى 180	13–

الجـــدول 9

معادلات من أجل الهوائيات مرتفعة الكسب (dBi 48 > *G* > 22)

فاصل زاوي (درجات)	كسب (dBi)
0 إلى θ_M	$G - 4 \times 10^{-4}\ (10^{G/10})\ \theta^2$
θ_M إلى θ_R	$0.75\ G - 7$
θ_R إلى θ_B	$53 - (G/2) - 25 \log (\theta)$
θ_B إلى 180	$11 - G/2$

الجـــدول 10

معادلات من أجل الهوائيات متوسطة الكسب (dBi 22 > *G* > 10)

فاصل زاوي (درجات)	كسب (dBi)
0 إلى θ_M	$G - 4 \times 10^{-4}\ (10^{G/10})\ \theta^2$
θ_M إلى θ_R	$0.75\ G - 7$
θ_R إلى θ_B	$53 - (G/2) - 25 \log (\theta)$
θ_B إلى 180	0

التذييـــل 2
للملحق 6

مخططات هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي

إن مخطط هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي في وضع توجه سمتي يكون شامل الاتجاهات. وحدد مخطط هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي من توجهات الارتفاع بعد دراسة مخططات هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي. ويرد وصف للمخطط المستعمل في الجدول 11. ومن الملاحظ أن استعمال هوائيات أنظمة النفاذ اللاسلكي الاتجاهية، التي تتمتع بذات القدرة المشعة المكافئة المتناحية، يمكن أن يؤدي إلى تداخل أقل في مُستقبل الاستدلال الراديوي، ولكن يمكن أن يؤدي إلى سويات أعلى بكثير في تداخل ومستقبل أنظمة النفاذ اللاسلكي إذا حدث اقتران في الحزم.

الجـــدول 11

مخطط هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي المرفوع

زاوية الارتفاع، φ (درجات)	كسب (dBi)
$45 < \varphi \le 90$	4–
$35 < \varphi \le 45$	3–
$0 < \varphi \le 35$	0
$-15 < \varphi \le 0$	1–
$-30 < \varphi \le -15$	4–
$-60 < \varphi \le -30$	6–
$-90 < \varphi \le -60$	5–

من أجل إشعاع قدرة مشعة مكافئة متناحية قدرها 1 W في معظم الأجهزة، ينبغي تيسر كسب هوائي يبلغ 6 dBi. ويرد بالنسبة لهذا المخطط الوصف التالي وفقاً للتوصية ITU-R F.1336:

$$G(\theta) = \max[G_1(\theta), G_2(\theta)]$$

$$G_1(\theta) = G_0 - 12\left(\frac{\theta}{\theta_3}\right)^2$$

$$G_2(\theta) = G_0 - 12 + 10\log\left[\left(\max\left\{\frac{|\theta|}{\theta_3}, 1\right\}\right)^{-1.5} + k\right]$$

$$\theta_3 = 107.6 \times 10^{-0.1 G_0}$$

حيث:

$G(\theta)$: كسب الهوائي (dBi)

θ: زاوية الارتفاع (درجات)

$k = 0{,}5$

$G_0 = 6$ dBi.

الملحق 7

تحليل نتائج تقييم التداخلات والتوصيات المتعلقة بقيم عتبة اختيار دينامية التردد

يعرض في الملحقين 5 و6 موجزاً لنتائج عمليات المحاكاة باستعمال منهجيات تفصيلية، لمحاكاة التداخل الساكن من جهاز واحد لأنظمة النفاذ اللاسلكي والتداخل المجمع من نشر أنظمة النفاذ اللاسلكي في مستقبل رادراي، بالنسبة للرادارات التي تعمل في نطاق 5 GHz.

ويبين الجدول 12 القيم المستمدة من الحسابات في الملحق 5 بالنسبة لحالة التداخل من جهاز واحد لأنظمة النفاذ اللاسلكي.

الجـــدول 12

القيم المستمدة من الحسابات في الملحق 5

رادار (حسبما ورد في الملحق 5)	تحليل موازنة الوصلات (حسبما ورد في الملحق 5)	–62 dBm لجهاز تبلغ قدرته 1 W
		–55 dBm لجهاز تبلغ قدرته 0,2 W
		–52 dBm لجهاز تبلغ قدرته 0,1 W

يبين الجدول 13 موجزاً لسويات عتبة الحماية المطلوبة الناتجة عن حسابات محاكاة النماذج المجمعة للتداخل.

الجـــدول 13

سويات عتبة الحماية المطلوبة

نوع الرادار	مخطط المحاكاة	عتبة اختيار دينامية التردد من أجل الحماية (T_{DFS}) (الملاحظة 1)
رادارات دوارة A وC وE وF وG وH وI وJ. الراداران P وQ	المخطط الوارد في الملحق 6	–52 dBm واعتبارات التشغيل المستخدمة في الأنظمة الرادارية
الرادار I	المخطط الوارد في الملحق 6 ولكن ارتفاع هوائي الرادار يتراوح بين 500 و1000 m	–62 dBm
الرادار S	المخطط الوارد في الملحق 6	انظر الملاحظة 2
الرادار K	المخطط الوارد في الملحق 6	–67 dBm
	المخطط الوارد في الملحق 6 ولكن مع تخفيض كثافة الأجهزة إلى النصف	–64 dBm
	المخطط الوارد في الملحق 6 ولكن تبلغ قدرة جميع الأجهزة 50 mW	–62 dBm

الملاحظة 1 – على افتراض أن يبلغ كسب هوائي الاستقبال المعاير 0 dBi من أجل أنظمة النفاذ اللاسلكي.

الملاحظة 2 – وضع التقاسم بين هذا الرادار وأجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي صعب للغاية. وتشير الحسابات الأولية التي تستند إلى النتائج الأساسية إلى أن عتبة كشف اختيار دينامية التردد ينبغي أن تكون أدنى من عتبة ضوضاء الخلفية التشغيلية. واستناداً إلى المناقشات التي جرت، وجد أن هذه الأنظمة مقصورة على الطائرات الحربية. واتفق على عدم أخذ هذا النوع من الرادارات في الاعتبار عند وضع متطلبات عتبة الحماية.

ملاحظات بشأن المعلمات والمنهجيات المستعملة

يمكن إيجاز أثر تغيير المعلمات أو المنهجية المستعملة على النحو التالي:

أ) يؤدي إجراء تخفيض بمقدار النصف في كثافة الأجهزة النشيطة إلى زيادة تبلغ 3 dB في T_{DFS}. وبالمثل، يؤدي مضاعفة كثافة الأجهزة النشيطة إلى انخفاض يبلغ 3 dB في T_{DFS}.

ب) لقوة إرسال مسبب واحد للتداخل في حسابات موازنة الوصلات أثر مباشر dB بالنسبة dB على عتبة الحماية المطلوبة. وفي حالة التحليل المجمع، يتوقف الأثر على توزيع سويات القدرة المستعملة في المحاكاة.

ج) وفي معظم الحالات لا يكون تفاعل المتغيرات في المحاكاة بالنماذج المجمعة بديهياً ولذلك لا يمكن استخلاص استنتاجات بسيطة من التعديلات في متغيرة واحدة.