

التوصية ITU-R F.1613**

متطلبات تشغيل ونشر أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت التابعة للخدمة الثابتة داخل الإقليم 3،
 بغية تأمين حماية الأنظمة العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشطة)
 وخدمة الأبحاث الفضائية (النشطة) في النطاق 5 350-5 250 MHz
 (المسألان ITU-R 113/9 و ITU-R 218/7)

(2003)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن نطاق الترددات 5 350-5 250 MHz موزع على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشطة) وعلى خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) (النشطة) من أجل المحاسيس النشطة المحمولة على متن مركبة فضائية، وكذلك على خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛
- ب) وأن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2003 (WRC-03) سيعيد النظر بموجب البند 5.1 من جدول أعماله، في التوزيعات الجارية في نطاق الترددات 5 350-5 250 MHz، بغية احتمال توزيع هذا النطاق على الخدمة الثابتة في الإقليم 3 على أساس أولي؛
- ج) وأن بعض الإدارات في الإقليم 3 قد اقترحت أن يستعمل النطاق 5 350-5 250 MHz لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) المشغلة بموجب ترخيص في الخدمة الثابتة؛
- د) وأن هذه الأنظمة FWA العاملة خارج المباني يحتمل لها أن تتسبب بتداخلات غير مقبولة للخدمة EESS أو الخدمة SRS (النشطة) العاملتين في النطاق المذكور أعلاه؛
- هـ) وأن هناك حاجة إلى تحديد متطلبات تشغيل ونشر أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت في الإقليم 3 بغية حماية أنظمة المحاسيس النشطة المحمولة على متن مركبة فضائية،

* وضعت هذه التوصية لجننا الدراسات 7 و9 للاتصالات الراديوية مشتركين، وكل مراجعة لها في المستقبل سوف تتم بالاشتراك بين هاتين اللجنتين.

** ينبغي رفع هذه التوصية إلى علم لجنتي الدراسات 7 و8 للاتصالات الراديوية.

وإذ تلاحظ

أ) أن التداخل الذي تسببه أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشطة) أو خدمة الأبحاث الفضائية (النشطة) لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت، مع الخصائص المشروحة في الملحق 1، يعتبر تداخلاً مقبولاً،

وإذ تعترف

أ) أن من الصعب على أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت وغيرها من أنماط النفاذ اللاسلكي (بما فيها الشبكات المحلية الراديوية) أن تشتغل على التآون بتغطية مشتركة وتردد مشترك،

توصي

1 أن يكون التداخل التراكمي الذي تسببه الأنظمة FWA (مجموع القدرات المشعة المكافئة المتاحة "e.i.r.p." في اتجاه الساتل) أقل من -7,6 dB(W/20 MHz) على سطح الأرض داخل منطقة تغطية الساتل في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) أو في خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) (انظر الملاحظات 1 و 2 و 3)؛

2 أن تستخدم المنهجية المشروحة في الملحق 1 لتقدير سوية التداخل الكلي الناتج من الأنظمة FWA؛

3 أن يسمح، استناداً إلى خصائص أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) المعروضة في الجدول 4 للإقليم 3 بكثافة قصوى قدرها 23 محطة قاعدة FWA في كل 220 km² من منطقة تغطية المحساس النشط في الساتل. وكل تغيير في القدرة المشعة المكافئة المتاحة القصوى، وفي مخطط الهوائي، وفي تخطيط الترددات، يجب أن يستدعي تغييراً في الكثافة القصوى المسموح بها من المحطات القاعدة FWA؛

4 ألا تكون القدرة المشعة المكافئة المتاحة القصوى لكل محطة قاعدة FWA أكبر من 3 dB (W/20 MHz) (انظر الملاحظتين 4 و 5)؛

5 أن تراقب الإدارات هذه الأنظمة لكي تتأكد من استيفاء خصائص نشر الأنظمة FWA المحددة في بنود الفقرة توصي أعلاه.

الملاحظة 1 - تستنتج سوية هذا التداخل التراكمي من عتبة التداخل البالغة -132,35 dB(W/20 MHz) عند مستقبل الساتل المحدد للرادار SAR4 في الجدول 5.

الملاحظة 2 - إن مساحة منطقة التغطية للمحساس النشط في ساتل خدمة استكشاف الأرض الساتلية أو خدمة الأبحاث الفضائية المذكور هنا، تبلغ حوالي 220 km².

الملاحظة 3 - يتوقف التداخل التراكمي الذي تسببه أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) في اتجاه المحساس النشط المحمول على متن مركبة فضائية، على معالم، منها قدرة إرسال الأنظمة FWA، واتجاهية الهوائي، وعدد المحطات القاعدة FWA التي تستخدم نفس القناة الراديوية في منطقة تغطية المحساس النشط في الساتل.

الملاحظة 4 - إذا كانت زاوية ارتفاع اتجاه الحزمة الرئيسية أكبر من 10°، يجب تطبيق تخفيض في حد القدرة المشعة المكافئة المتاحة قدره 6 dB أي تطبيق قدرة مشعة مكافئة متاحة قصوى قدرها -3 dB(W/20 MHz).

الملاحظة 5 - يجب التحكم في اتجاهات هوائيات المحطات FWA، من أجل تفادي حدوث إضاءة مباشرة عارضة للساتل، قد تتجم عن عيب في ترافق الهوائي، كما في حالة محطة بعيدة غير مسددة في اتجاه المحطة القاعدة.

الملاحظة 6 - لا بد من توفير معلومات أخرى لتسهيل تطبيق هذه التوصية. وتحتاج هذه المسألة إلى مزيد من الدراسة.

الملحق 1

تقاسم الترددات بين أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) وبين أنظمة المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) وفي خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) (النشيطة) في نطاق التردد MHz 5 350-5 250

1 المدخل

يعتبر نطاق التردد MHz 5 350-5 250 مناسباً لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) في الخدمة الثابتة لتأمين تطبيقات شبكة الإنترنت عالية السرعة أو غيرها من تطبيقات خدمات تعدد الوسائط. ولما كان هذا النطاق موزعاً في لوائح الراديو الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) وعلى خدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة) على صعيد عالمي، فإن إمكانيات التقاسم بين الأنظمة FWA وبين أنظمة الخدمة EESS أو الخدمة SRS (النشيطة) تحتاج إلى التحديد.

ويتم في هذا النطاق الترددي تشغيل أنماط مختلفة من الرادارات المزودة بفتحة تركيبية (SAR) المحمولة على متن مركبة فضائية ومن مقاييس الارتفاع الرادارية المحمولة على متن مركبة فضائية ومن مقاييس الانتثار المحمولة على متن مركبة فضائية، في خدمة استكشاف الأرض الساتلية وفي خدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة).

ويتناول هذا الملحق اعتبارات التقاسم بين الأنظمة FWA وهذه المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية، باستخدام معلمات النظام النموذجية المتيسرة حالياً أو الموجودة قيد التطوير.

2 الخصائص التقنية للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية

الخصائص التقنية للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية والعملية في النطاق MHz 5 350-5 250 مبينة في الجداول من 1 إلى 3.

الجدول 1

الخصائص النموذجية لرادارات الفتحة التركيبية (SAR) المحمولة على متن مركبة فضائية والعملية بالتردد GHz 5,3

القيمة			المعلمة
SAR4	SAR3	SAR2	
400 (دائري)		600 (دائري)	ارتفاع المدار (km)
57			ميل المدار (بالدرجات)
5 300	5 305	5 405	التردد الراديوي المركزي (MHz)
1 700		4 800	قدرة الذروة المشعة (W)
أفقي ورأسي (HH و HV و VH و VV)			الاستقطاب
تشكيل ترددي (MF) خطي			تشكيل النبضات
40	310		عرض نطاق النبضة الواحدة (MHz)
33		31	مدة النبضة الواحدة (μs)

الجدول 1 (تتمة)

القيمة			المعلمة
SAR4	SAR3	SAR2	
1 395		4 492	تواتر تكرار النبضات (نبضة/ثانية)
5,9		13,9	دورة التشغيل (%)
1 320	10 230	9 610	نسبة انضغاط المسلك
صيف مستو متطور 0,7 × 12,0		صيف مستو متطور 1,8 × 3,8	نمط الهوائي (m)
42,7/38 (إحكام أمثل/حزمة مندرجة)		42,9	كسب الذروة للهوائي (dBi)
5-			كسب الفصوص الجانبية الوسطى في الهوائي (dBi)
55-20 بالنسبة إلى النظير		38-20 بالنسبة إلى النظير	توجيه الهوائي (بالدرجات)
4,9/18,0 (ارتفاع)، 0,25 (سمت)		1,7 (ارتفاع)، 0,78 (سمت)	فتحة حزمة الهوائي (بالدرجات)
خطي أفقي/أرسي			استقطاب الهوائي
4,62			عامل ضوضاء المستقبل (dB)
62-			نقطة الانضغاط بقدر 1 dB عند مدخل المستقبل (dBW)
7+			القدرة القصوى عند مدخل المستقبل (dBW)
30% من المدار			وقت التشغيل
15			المدة الصغرى لتكوين الصورة (ثوان)
مناطق برية وساحلية			منطقة الخدمة
16/320		20	عرض منطقة التقاط الصور (km)
220-76,5	76,5	159,03	منطقة التغطية (km ²)
46,00	356,5		عرض نطاق المستقبل (MHz)
I/N = -6			عتبة التداخل (dB)

الجدول 2

الخصائص النموذجية لمقياس الارتفاع المحمول على متن مركبة فضائية والعمل بالتردد 5,3 GHz

خصائص المهمة Jason	
العمر النافع	5 سنوات
الارتفاع (km)	15 ± 1 347
الميل (بالدرجات)	66
خصائص مقياس الارتفاع Poseidon 2	
نمط الإشارة	تشكيل ترددي خطي
تردد تكرار النبضات في النطاق C (Hz)	300
مدة النبضة الواحدة (μs)	105,6
تردد الموجة الحاملة (GHz)	5,3
عرض النطاق (MHz)	320
قدرة الذروة للإرسال بالتردد الراديوي (W)	17
القدرة المتوسطة للإرسال بالتردد الراديوي (W)	0,54
كسب الهوائي (dBi)	32,2
الفتحة عند 3 dB (بالدرجات)	3,4
سوية الفصوص الجانبية/القصى (dB)	20-
سوية الفص الخلفي/القصى (dB)	40-
منطقة تغطية الحزمة عند 3-dB (km)	77
عتبة التداخل (dBW)	118-

الجدول 3

الخصائص النموذجية لمقاييس الانتثار المحمولة على متن مركبة فضائية والعمل بالتردد 5,3 GHz

القيمة		المعلمة
مقياس الانتثار من النمط 2	مقياس الانتثار من النمط 1	اسم النظام
800	780	ارتفاع المدار (km)
81,5		ميل المدار (بالدرجات)
5,255	5,3	التردد المركزي (MHz)
8 ms (منتصف)	70 μs (منتصف)	عرض النبضة
10,1 ms (أمام/خلف)	130 μs (أمام/خلف)	
تشكيل ترددي (MF) خطي	موجة مستمرة منقطعة	التشكيل
500	15	عرض نطاق المرسل (kHz)
29,4	115 (منتصف) 98 (أمام/خلف)	تردد تكرار النبضات (Hz)
دليل موجي بشق		نمط الهوائي

الجدول 3 (تتمة)

القيمة		المعلمة		
28,5 (منتصف) 29,5 (أمام/خلف)		31 (منتصف) 32,5 (أمام/خلف)		كسب الهوائي (dBi)
زوايا الورود (السقوط): 25,0-54,5 (منتصف) 33,7-65,3 (أمام/خلف)		زوايا الورود (السقوط): 18-47 (منتصف) 24-57 (أمام/خلف)		توجيه الحزمة الرئيسية للهوائي (بالدرجات)
23,9 (أمام/خلف) 0,8	23,6 (منتصف) 1,1	26 (أمام/خلف) 0,8	24 (منتصف) 1,3	فتحة حزمة الهوائي (عند 3- dB) (بالدرجات) ارتفاع، سمت (بالدرجات)
37,6		29,3		زاوية ارتفاع الأداة (بالدرجات)
رأسي				استقطاب الهوائي
W 120		kW 4,8		قدرة الذروة المرسل
3				عامل ضوضاء المستقبل (dB)
مناطق محيطات وساحلية ومناطق برية				منطقة الخدمة
207-				عتبة التداخل (dB(W/Hz))

3 الخصائص التقنية لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA)

يجب تحديد المعلمات التقنية لأنظمة FWA بحيث تلبى في نفس الوقت، متطلبات الخدمة في شبكة الإنترنت عالية السرعة ومعايير التقاسم مع الخدمات الأخرى.

وعندما تشغل أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت في النطاق 250-350 MHz، يجب مراعاة النقاط التالية:

- تتألف أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) من محطة قاعدة ومن عدة محطات بعيدة واقعة داخل منطقة تغطية الخدمة، أي بعبارة أخرى خلية. ويفترض أن جميع المحطات البعيدة لا تتصل بالمحطة القاعدة إلا أثناء الفجوة الزمنية المخصصة (في حالة النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA) أو عندما يكون النفاذ ممكناً (في حالة النفاذ المتعدد مع كشف الحاملة (CSMA)). وهذا يعني أنه لا توجد في الخلية الواحدة في كل لحظة إلا محطة واحدة ترسل. وعليه فإن كثافة نشر (في كل كيلومتر مربع) المحطات القاعدة في الأنظمة FWA تؤثر في التداخل المسبب لمحاسن نشيط محمول على متن مركبة فضائية.
- اتجاهية الهوائي عند زاوية ارتفاع عالية تكون مهمة للغاية. فإذا كان تمييز الهوائي في الأنظمة FWA كافياً نحو الأعلى، تكون قدرة التداخل منخفضة بالقدر الكافي.
- يمكن للنسبة النشطة من مجموعة مرسلات FWA في خلية ما أن تساوي 100% في أسوأ حالة.
- يلزم اعتماد تدابير تقوم على مبدأ الحصول على رخص تشغيل، لكي يمكن التحكم في كثافة نشر الأنظمة FWA.

واستناداً إلى التدابير المذكورة آنفاً، تستخدم أمثلة المعلمات التقنية للأنظمة FWA الواردة في الجدول 4، لأغراض الدراسات التمهيديّة المطروحة في هذا الملحق.

إن الخصائص المختارة في هذا التحليل هي الخصائص التي تقود إلى أسوأ حالة تداخل، لمستقبل رادار مزود بفتحة تركيبيّة ضيقة النطاق. وفي هذا النمط من أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت، إذا كان خط تسديد الهوائي مسدداً تقريباً نحو الأفق، من أجل توصيل من نقطة إلى عدة نقاط، فإن الزاوية مع خط التسديد تصبح هي زاوية الارتفاع. وعند الزوايا المحصورة بين 20° و 55° بالنسبة إلى النظر، تكون زوايا الارتفاع للمحطات FWA بالنسبة إلى رادار مزود بفتحة تركيبيّة (SAR) محصورة بين 69° و 30° .

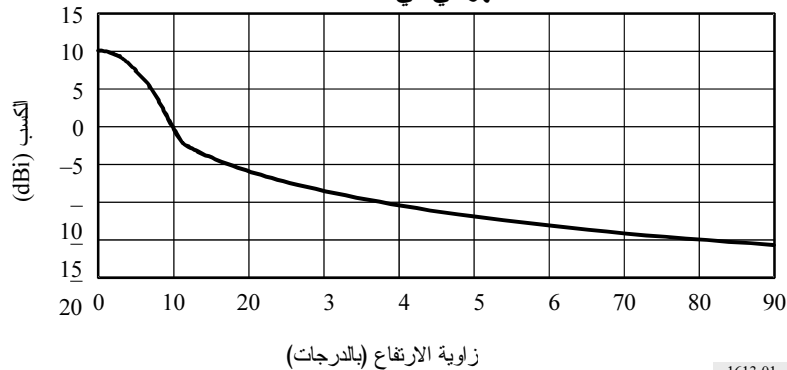
الجدول 4

الخصائص التقنية لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) عامل بالتردد 5,3 GHz

محطة بعيدة	محطة قاعدة	
5 350-5 250		نطاق التردد (MHz)
من نقطة إلى عدة نقاط		أسلوب التشغيل
2-1		نصف قطر الخلية (km)
2/0,063	2/0,2	القدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p.) القدرة (W)
/dBi 15 التوصية ITU-R F.1336 هوائي منخفض التكلفة منخفض الكسب (الشكل 2)	/dBi 10 التوصية ITU-R F.1336 هوائي شامل الاتجاهات ($k=0$) (الشكل 1)	كسب الهوائي/الخصائص
20		عرض النطاق (MHz)
8		عامل ضوضاء المستقبل (dB)
$I/N = -6 \text{ dB}$ أو $-128,8 \text{ dB(W/20 MHz)}$		عتبة التداخل
رأسي أو أفقي		الاستقطاب
10	90	النسبة النشيطة (%)

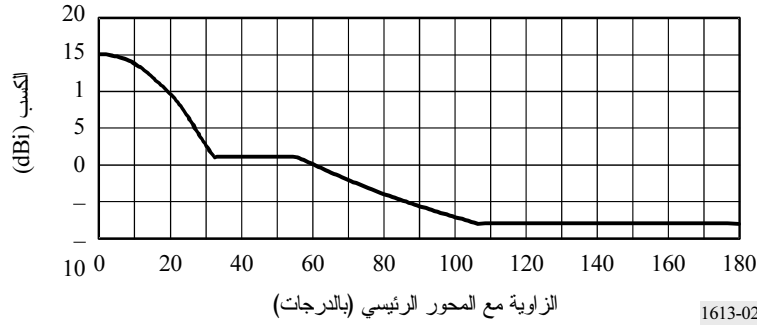
الشكل 1

مخطط الهوائي في محطة قاعدة



الشكل 2

مخطط الهوائي في محطة بعيدة



1613-02

4 تقاسم الترددات بين المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية وأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت

1.4 التقاسم بين رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR) ونظام FWA

1.1.4 التداخل الذي يسببه نظام FWA لرادار SAR

يقدم الجدول 5 نتائج حساب التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) له المعلمات الواردة في الجدول 4 في رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR4) له الخصائص الواردة في الجدول 1. وعلى الرغم من أن الرادارات SAR2 و SAR3 و SAR4 لها عتبات تداخل متكافئة لكل MHz واحد، فإن التحليل المعروض أدناه يخص الرادار SAR4 مع أكثر شرط صارم من حيث القيمة المطلقة. وقد أخذ بعين الاعتبار في حساب التداخل أثر الفصوص الجانبية للهوائي FWA، وأثر الانتثار على سطح الأرض أو بالمباني. وفيما يخص التداخل الذي تسببه الفصوص الجانبية للمحطات البعيدة، فقد أجري حساب القدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p.) المتوسطة التي ترسلها جميع المحطات البعيدة الكائنة حول المحطة القاعدة في اتجاه السائل (انظر التذييل 1 للملحق 1). ويلاحظ أن الجدول 5 يفترض أن عامل إعادة استخدام الترددات يساوي 4.

ويشكل الانتثار على سطح الأرض أو ربما الانتثار بالمباني المجاورة مصادر تداخل محتملة. وهذا يتوقف على المنطقة التي تنتشر فيها هذه الأنظمة وعلى الارتفاع الذي توضع فيه (فوق المباني أو بجوارها) إلخ. ويمكن التحسب لإقامة أنظمة FWA في مناطق حضرية شديدة الكثافة السكانية، حيث يمكن بالتعريف حدوث انتشار بفعل أشياء متنوعة كثيراً، ويجب أخذ هذا الانتثار بالحسبان إضافة إلى الانتثار على سطح الأرض. ولما كانت بعض المباني المكتتبية الحديثة مقامة على هياكل معدنية، يجب ألا تُستبعد إمكانية حصول انعكاسية كبيرة في اتجاه المحساس. ويعتبر أن عامل الانتثار يساوي -18 dB في أسوأ حالة، غير أن هذا الافتراض يمكن أن يعاد النظر فيه.

ويقوم هذا التحليل على الافتراض بأن المرسلات FWA التي لا تستخدم هوائيات قطاعية هي وحدها التي تكون متيسرة، فوجود هوائيات قطاعية يخرب سيناريو التقاسم من وجهة نظر الانتثار.

وتدل النتائج على أن 23 خلية FWA يمكن تشغيلها في منطقة تغطية الرادار SAR4 التي تبلغ مساحتها 220 km²، ويبقى مع ذلك التداخل المسبب لمستقبل الرادار SAR أصغر من السوية المقبولة. وإذا كانت معلمات أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) مختلفة عن المعلمات المعددة في الجدول 4، بما فيها حالة استعمال الهوائيات القطاعية في المحطة القاعدة، فإن عدد الخلايا المسموح به داخل منطقة تغطية السائل سيكون مختلفاً، وعندئذ يجب إعادة حساب المعلمات الواردة في الجدول 5.

الجدول 5

التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لرادار مزود بفتحة تركيبية (SAR4)

55° عن النظر		20° عن النظر		المعلمة				
dB	القيمة	dB	القيمة					
7,00–	0,2	7,00–	0,2	قدرة الذروة المرسل (W)	قادمة من محطة قاعدة	القدرة e.i.r.p. المسببة للتداخل		
8,80–		14,20–		كسب هوائي الإرسال (dBi)				
0,46–	%90	0,46–	%90	النسبة النشطة				
16,26–		21,66–		القدرة e.i.r.p. (dBW)				
12,00–	0,063	12,00–	0,063	قدرة الذروة المرسل (W)	قادمة من محطة بعيدة	الناجمة عن الفصوص الجانبية لهوائي FWA		
2,34–		4,96–		الكسب المتوسط لهوائي الإرسال (dBi)				
10,00–	%10	10,00–	%10	النسبة النشطة				
24,34–		26,96–		القدرة e.i.r.p. (dBW)				
15,63–		20,54–		القدرة e.i.r.p. الكلية الناجمة عن الفصوص الجانبية (dBW)				
7,00–	0,2	7,00–	0,2	قدرة الذروة المرسل (W)	قادمة من محطة قاعدة	القدرة المسببة للتداخل الناجمة عن الانتثار على سطح الأرض		
0,46–	%90	0,46–	%90	النسبة النشطة				
7,46–		7,46–		القدرة المرسل (dBW)				
12,00–	0,063	12,00–	0,063	قدرة الذروة المرسل (W)				
10,00–	%10	10,00–	%10	النسبة النشطة	قادمة من محطة بعيدة			
22,00–		22,00–		القدرة المرسل (dBW)				
7,31–		7,31–		القدرة الكلية المرسل (dBW)				
18,00–		18,00–		معامل الانتثار (dB)				
25,31–		25,31–		القدرة e.i.r.p. المنتثرة الكلية (dBW)				
15,19–		19,29–		القدرة e.i.r.p. الكلية المسببة للتداخل القادمة من خلية (dBW)				
42,70		42,70		كسب هوائي الاستقبال (dBi)	قدرة التداخل المستقبلية عند الرادار SAR			
3,00–		3,00–		الخسارة بالاستقطاب (dB)				
164,43–	(km 749)	159,55–	(km 427)	الخسارة في الفضاء الحر (dB)				
139,92–		139,14–		القدرة المستقبلية (dBW)				
4,62		4,62		عامل الضوضاء (dB)	حساسية مستقبل الرادار SAR			
203,98–	$21^{-10} \times 4,0$	203,98–	$21^{-10} \times 4,0$	kT				
73,01	20,0	73,01	20,0	عرض نطاق المستقبل (MHz)				
126,35–		126,35–		قدرة الضوضاء (dBW)				
132,35–		132,35–		عتبة تداخل الرادار SAR (dBW) ($I/N = -6$ dB)				
7,57		6,79		الهامش (dB)	عدد الخلايا FWA المسموح به			
	5,71		4,78	العدد الأقصى من الخلايا FWA التي تستخدم نفس القناة الراديوية في منطقة تغطية الرادار SAR				
	22,8		19,1	العدد الأقصى من الخلايا FWA بافتراض عامل إعادة استخدام الترددات هو 4				

2.1.4 التداخل الذي يسببه رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR) لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

تضمن أول مرحلة من تحليل التداخل الذي يحتمل أن تسببه رادارات الفتحة التركيبية (SAR) المحمولة على متن مركبة فضائية لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA)، في تحديد القدرة التي ترسلها الفصوص الجانبية للرادارات SAR المحمولة على متن مركبة فضائية عند سطح الأرض. وقد استعمل لهذا الغرض كسب الفصوص الجانبية المتوسط، علماً بأن هذه الفصوص الجانبية تولد منطقة تغطية أكبر بكثير من المنطقة التي يولدها كسب الذروة، وينتج عنها تداخل مدته أطول بكثير. ويوضح الجدول 6 سويات التداخل التي تسببها الفصوص الجانبية في رادار SAR4 لنظام FWA. وقد اختير الرادار SAR4 لكي يمثل أسوأ حالة. ويظهر هذا الجدول هامشاً موجباً من رتبة 20 dB، وقد ينتج عنه سيناريو تقاسم إيجابي فيما يتعلق بالفصوص الجانبية.

الجدول 6

التداخل الذي تسببه الفصوص الجانبية في رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR4) لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

55° عن النظر		20° عن النظر		المعلمة
تداخل من محطة بعيدة	تداخل من محطة قاعدة	تداخل من محطة بعيدة	تداخل من محطة قاعدة	
32,3		32,3		القدرة المرسل (dBW)
5,0-		5,0-		كسب هوائي الإرسال (dBi)
164,4- (km 749)		159,5- (km 427)		الخسارة في الفضاء الحر (dB)
2,3	8,8-	2,2-	14,2-	كسب هوائي الاستقبال (dBi)
10,0-	5,0-	10,0-	5,0-	الخسارة في خط التغذية FWA (dB)
144,8-	150,9-	144,4-	151,4-	القدرة المستقبلية (dBW)
3,0-		3,0-		تخفيض عرض النطاق (dB)
147,8-	153,9-	147,4-	154,4-	القدرة المستقبلية (dB(W/20 MHz))
128,8-		128,8-		عتبة التداخل FWA (dB(W/20 MHz))
19,0	25,1	18,6	25,6	الهامش (dB)

ومع ذلك فإن كسب الذروة للهوائي يزيد بقدر 43 إلى 47,7 dB على كسب الفصوص الجانبية المتوسط البالغ 5- dBi. وهكذا تصبح سويات التداخل على سطح الأرض أثناء مدة التحليق أعلى من سوية تداخل النظام FWA. وعلى الرغم من تجاوز العتبة فإن هذا التجاوز يقدر أنه يحدث كل 8 إلى 10 أيام ويديم ما بين 0,5 ثانية وثانية واحدة.

3.1.4 الخلاصة

لقد ثبت أن تقاسم الترددات ممكن بين نظام SAR ونظام FWA في نطاق التردد 250-5 350 MHz، عندما تتوفر للنظام FWA بعض الخصائص المتعلقة بالنشر والتشغيل. وقد تعاني أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) أثناء فترات قصيرة من تداخل شديد تسببه أنظمة رادارات الفتحة التركيبية (SAR) أثناء تحليق الأخيرة فوقها. ويمكن اعتبار هذا التداخل مقبولاً، نظراً إلى صغر احتمال حدوث التداخل من الأنظمة SAR وإلى ضعف الخسارة عند الأنظمة FWA. ومع ذلك فقد تكون هناك حاجة لمزيد من الدراسات تتناول الآثار التفصيلية للتداخل المتسبب للأنظمة FWA.

2.4 التقاسم بين مقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية ونظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

1.2.4 التداخل الذي يسببه نظام FWA لمقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية

يبين الجدول 7 حساب التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لمقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية. وتبين النتائج هامشاً كبيراً قدره 42,6 dB بالنسبة إلى العتبة البالغة -118 dBW، ويمكن الاستنتاج إذاً أن الأنظمة FWA لا تسبب تداخلاً غير مقبول لمقياس الارتفاع المحمول على متن مركبة فضائية.

الجدول 7

التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لمقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية

عن النظر		المعلمة		
dB	القيمة			
7,00– 15,84– 0,46– 23,30–	0,2 %90	قدرة الذروة المرسلة (W) كسب هوائي الإرسال (dBi) النسبة النشيطة القدرة e.i.r.p. (dBW)	قادمة من محطة قاعدة	القدرة e.i.r.p. المسببة للتداخل الناجمة عن الفصوص الجانبية لهوائي FWA
12,00– 5,71– 10,00– 27,71–	0,063 %10	قدرة الذروة المرسلة (W) الكسب المتوسط لهوائي الإرسال (dBi) النسبة النشيطة القدرة e.i.r.p. (dBW)	قادمة من محطة بعيدة	
21,96–		القدرة e.i.r.p. الكلية الناجمة عن الفصوص الجانبية (dBW)		
7,00– 0,46– 7,46–	0,2 %90	قدرة الذروة المرسلة (W) النسبة النشيطة القدرة المرسلة (dBW)	قادمة من محطة قاعدة	
12,00– 10,00– 22,00–	0,063 %10	قدرة الذروة المرسلة (W) النسبة النشيطة القدرة المرسلة (dBW)	قادمة من محطة بعيدة	القدرة المسببة للتداخل الناجمة عن الانتثار على سطح الأرض
7,31–		القدرة الكلية المرسلة (dBW)		
18,00–		معامل الانتثار (dB)		
25,31–		القدرة e.i.r.p. المنتثرة الكلية (dBW)		
20,31–		القدرة e.i.r.p. الكلية المسببة للتداخل القادمة من خلية (dBW)		
32,20 3,00– 169,53–	(km 1 347)	كسب هوائي الاستقبال (dBi) الخسارة بالاستقطاب (dB) الخسارة في الفضاء الحر (dB)		قدرة التداخل المستقبلية عند مستقبل مقياس الارتفاع
160,64–		القدرة المستقبلية (dBW)		
118,00–		عتبة تداخل مقياس الارتفاع (dBW)		
42,64		الهامش (dB)		

2.2.4 التداخل الذي يسببه مقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

يبين الجدول 8 سويات التداخل التي تسببها الحزمة الرئيسية في مقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية لمحطة قاعدة ومحطة بعيدة. ويوجد هامشان كافيان في الحالتين.

الجدول 8

التداخل الذي يسببه مقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

عن النظر		المعلمة
التداخل في محطة بعيدة	التداخل في محطة قاعدة	
12,3		القدرة المرسل (dBW)
32,2		كسب هوائي الإرسال (dBi)
169,5– (km 1 347)		الخسارة في الفضاء الحر (dB)
5,7–	15,8–	كسب هوائي الاستقبال (dBi)
10,0–	5,0–	الخسارة في خط التغذية FWA (dB)
140,7–	145,8–	القدرة المستقبلية (dBW)
12,0–		تخفيض عرض النطاق (MHz 320/MHz 20) (dB)
152,7–	157,8–	القدرة المستقبلية (dB(W/20 MHz))
128,8–		عتبة التداخل FWA (dB(W/20 MHz))
23,9	29,0	الهامش (dB)

3.2.4 الخلاصة

لقد ثبت أن تقاسم التردد ممكن بين نظام مقياس الارتفاع المحمول على متن مركبة فضائية وأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) في نطاق التردد 5 250-5 350 MHz.

3.4 التقاسم بين مقياس الانتثار ونظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

1.3.4 التداخل الذي يسببه نظام FWA لمقياس الانتثار

يبين الجدول 9 تحليلاً للتداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لمقياس الانتثار من النمط 1. وقد اختير مقياس الانتثار من النمط 1 لكي يمثل أسوأ حالة. ويبين الجدول 9 أن النظام FWA لا يسبب تداخلاً غير مقبول.

2.3.4 التداخل الذي يسببه مقياس انتشار لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

يبين الجدول 10 تحليلاً للتداخل الذي يسببه مقياس انتشار لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA). وتدل الهوامش السالبة على أن النظام FWA يعاني من تداخل شديد لفترات قصيرة أثناء تطبيق مقياس الانتثار فوقه.

الجدول 9

التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لمقياس الانتثار من النمط 1

57° عن النظر (زاوية الارتفاع: 19,7°)		18° عن النظر (زاوية الارتفاع: 69,7°)		المعتمدة		
dB	القيمة	dB	القيمة			
7,00– 5,94– 0,46– 13,40–	0,2 %90	7,00– 14,20– 0,46– 21,66–	0,2 %90	قدرة الذروة المرسل (W) كسب هوائي الإرسال (dBi) النسبة النشيطة القدرة e.i.r.p. (dBW)	قائمة من محطة قاعدة	القدرة e.i.r.p. المسببة للتداخل الناجمة عن الفصوص الجانبية لهوائي FWA
12,00– 0,64 10,00– 21,36–	0,063 %10	12,00– 4,93– 10,00– 26,96–	0,063 %10	قدرة الذروة المرسل (W) الكسب المتوسط لهوائي الإرسال (dBi) النسبة النشيطة القدرة e.i.r.p. (dBW)	قائمة من محطة بعيدة	
12,76–		20,54–		القدرة e.i.r.p. الكلية الناجمة عن الفصوص الجانبية (dBW)		
7,00– 0,46– 7,46–	0,2 %90	7,00– 0,46– 7,46–	0,2 %90	قدرة الذروة المرسل (W) النسبة النشيطة القدرة المرسل (dBW)	قائمة من محطة قاعدة	القدرة المسببة للتداخل الناجمة عن الانتثار على سطح الأرض
12,00– 10,00– 22,00–	0,063 %10	12,00– 10,00– 22,00–	0,063 %10	قدرة الذروة المرسل (W) النسبة النشيطة القدرة المرسل (dBW)	قائمة من محطة بعيدة	
7,31–		7,31–		القدرة الكلية المرسل (dBW)		
18,00–		18,00–		معامل الانتثار (dB)		
25,31–		25,31–		القدرة e.i.r.p. المنتثرة الكلية (dBW)		
12,53–		19,29–		القدرة e.i.r.p. الكلية المسببة للتداخل القادمة من خلية (dBW)		
32,50 3,00– 171,78–	(km 1 745)	31,00 3,00– 165,27–	(km 825)	كسب هوائي الاستقبال (dBi) الخسارة بالاستقطاب (dB) الخسارة في الفضاء الحر (dB)		قدرة التداخل المستقبلية عند الرادار SAR
154,81– 227,82–		156,56– 229,57–		القدرة المستقبلية (dBW) القدرة المستقبلية (dB(W/Hz))		
207,00–		207,00–		عتبة تداخل مقياس الانتثار (dB(W/Hz))		
20,82		22,57		الهامش (dB)		

الجدول 10

التداخل الذي يسببه مقياس الانتثار من النمط 1 لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

57° عن النظير (زاوية الارتفاع: 19,7°)		18° عن النظير (زاوية الارتفاع: 69,7°)		المعلمة
تداخل من محطة بعيدة	تداخل من محطة قاعدة	تداخل من محطة بعيدة	تداخل من محطة قاعدة	
36,8		36,8		القدرة المرسل (dBW)
32,5		31,0		كسب هوائي الإرسال (dBi)
171,8– (km 1 745)		165,3– (km 825)		الخسارة في الفضاء الحر (dB)
0,6	5,9–	4,9–	14,2–	كسب هوائي الاستقبال (dBi)
10,0–	5,0–	10,0–	5,0–	الخسارة في خط التغذية FWA (dB)
111,9–	113,4–	112,4–	116,7–	القدرة المستقبلية (dBW)
128,8–		128,8–		عتبة التداخل FWA (dBW)
16,9–	15,4–	16,4–	12,1–	الهامش (dB)

3.3.4 الخلاصة

لقد ثبت أن تقاسم الترددات ممكن بين أنظمة مقياس الانتثار وأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA). ويمكن أن تعاني الأنظمة FWA أثناء فترات قصيرة من تداخل شديد تسببه أنظمة مقياس الانتثار أثناء تحليق الأخيرة فوقها. ويمكن اعتبار هذا التداخل مقبولاً، نظراً إلى صغر احتمال حدوث التداخل الذي تسببه مقياس الانتثار، وإلى ضعف التوهين الذي تعانيه الأنظمة FWA. ومع ذلك فقد تكون هناك حاجة لمزيد من الدراسات تتناول الآثار التفصيلية للتداخل المتسبب للأنظمة FWA.

5 الاستنتاج

إن تقاسم الترددات بين خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS)/خدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة) (SRS) وبين أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) ممكن، شريطة أن يتم التحكم في نشر الأنظمة FWA بحيث لا تتجاوز القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) الكلية المسببة للتداخل من الأنظمة FWA للسائل في الخدمة SRS/EESS، القيمة 7,6–dB(W/20 MHz) داخل منطقة التغطية للمحساس النشط المحمول على متن السائل. وقد تعاني أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) أثناء فترات قصيرة من تداخل تسببه المحاسيس النشيطة المحمولة على متن سواتل الخدمتين SRS/EESS أثناء تحليق الأخيرة فوقها. ويعتبر هذا التداخل مقبولاً في هذا النطاق، نظراً إلى صغر احتمال حدوث التداخل الذي تسببه المحاسيس النشيطة، وضعف التوهين عند الأنظمة FWA.

ويلاحظ أن هذه الاستنتاجات لا تنطبق إلا على التقاسم بين الأنظمة FWA والخدمتين SRS/EESS (النشيطة)، ولا تعني ما قد يحدث من زيادة في التداخل التراكمي الذي تسببه آثار المحطات المتنقلة لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS)/خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) (النشيطة)، هذه المحطات التي قد تكون عاملة في منطقة التغطية لسائل الخدمة EESS/الخدمة SRS (النشيطة). ومع ذلك فقد بيّنت الدراسات أن من الصعب على أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) وغيرها من أنماط أنظمة النفاذ اللاسلكي (بما فيها الشبكات المحلية الراديوية (RLAN))، أن تشتغل على التآون بتغطية مشتركة وتردد مشترك. وما زالت هذه المسألة قيد المزيد من الدراسة ولكن من المفروض ألا يكون لها تأثير في الاستنتاجات الواردة في هذه التوصية.

التذييل 1

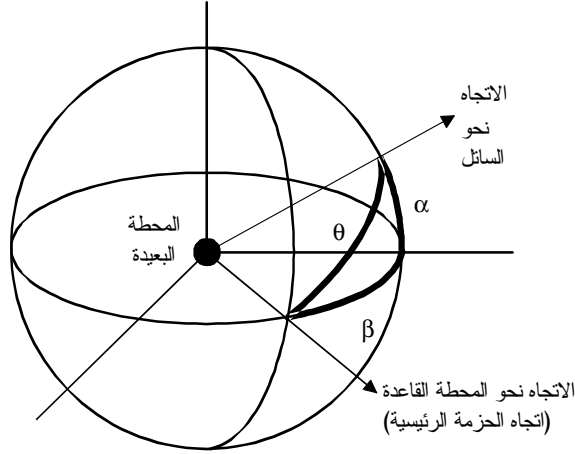
للملحق 1

التداخل الذي تسببه لمحساس نشيط محمول على متن مركبة فضائية
الفصوص الجانبية للمحطات البعيدة ذات النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA)

تكون المحطات البعيدة في خلية النفاذ اللاسلكي الثابت، منتشرة حول المحطة القاعدة. ويفترض أن تحيط هذه المحطات البعيدة بالمحطة القاعدة إحاطة منتظمة، من حيث زوايا السمات التي تلاحظ من المحطة القاعدة. ولما كانت الحزمة الرئيسية للمحطات البعيدة مسددة في اتجاه المحطة القاعدة، فإن الزاوية مع الحزمة الرئيسية لمحطة بعيدة تكون أكبر من زاوية الارتفاع في اتجاه سائل الخدمة SRS/EESS بسبب المباعدة الزاوية السماتية التي يوضحها الشكل 3.

الشكل 3

الزاوية θ بين الحزمة الرئيسية واتجاه سائل الخدمة SRS/EESS من عند المحطة البعيدة



1613-03

وتحسب الزاوية θ بين الحزمة الرئيسية واتجاه السائل من عند المحطة البعيدة باستخدام العلاقة التالية، وافترض أن زاوية ارتفاع هوائي المحطة البعيدة مساوية صفرًا من الدرجات:

$$\cos \theta = \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

حيث:

α : زاوية الارتفاع في اتجاه السائل

β : زاوية المباعدة السماتية بين اتجاه السائل واتجاه المحطة القاعدة.

وبافتراض أن الزاوية β موزعة بانتظام ما بين 0° و 360° ، فإن الكسب المتوسط في اتجاه السائل يحسب كما هو مبين في الجدول 11.

الجدول 11

الكسب المتوسط لهوائي المحطات البعيدة في اتجاه الساتل

30	70	زاوية ارتفاع الساتل (بالدرجات)
2,34-	4,96-	الكسب المتوسط (dBi)

التذييل 2

للملحق 1

قائمة المختصرات

السمت (Azimuth)	Az
عرض النطاق (Bandwidth)	BW
نفاذ متعدد مع كشف الموجة الحاملة (Carrier sense multiple access)	CSMA
موجة مستمرة (Continuous wave)	CW
خدمة استكشاف الأرض الساتلية (Earth exploration-satellite service)	EES
زاوية الارتفاع (Elevation)	El
تشكيل ترددي (Frequency modulation)	FM
نفاذ لاسلكي ثابت (Fixed wireless access)	FWA
تردد تكرار النبضات (Pulse repetition frequency)	PRF
تردد راديوي (Radio frequency)	RF
شبكة محلية راديوية (Radio local area network)	RLAN
رادار مزود بفتحة تركيبية (Synthetic aperture radar)	SAR
خدمة الأبحاث الفضائية (Space research service)	SRS
نفاذ متعدد بتقسيم زمني (Time division multiple access)	TDMA