

التوصية ITU-R RS.1632

التقاسم في نطاق التردد 5 350-5 250 MHz بين خدمة استكشاف

الأرض الساتلية (النشيطه) وأنظمة النفاذ اللاسلكي (بما فيها

الشبكات المحلية الراديوية) في الخدمة المتنقلة

(المسألة 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) (النشيطه) وعلى خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛

ب) وأن بعض الإدارات قد اقترحت استخدام النطاق 5 350-5 250 MHz للشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN: wireless local area network) عالية السرعة ومنخفضة القدرة أو للشبكات المحلية الراديوية (RLAN: radio local area network)؛

ج) وأن هذه الشبكات المحلية اللاسلكية عالية السرعة يقترح نشرها في هذا النطاق بصفة أنظمة لا تحتاج إلى ترخيص، فلا تعود المراقبة النظامية لكثافة نشرها أمراً وارداً،

وإذ تعترف

أ) أن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-R) يتابع إجراء الدراسات، بغية تسهيل التقاسم بين أنظمة النفاذ اللاسلكي (بما فيها الشبكات المحلية الراديوية) وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطه)،

وإذ تلاحظ

أ) أن بعض الإدارات قد اعتمدت حدوداً تقنية تتيح تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي (بما فيها الشبكات RLAN) مع حدّ للقدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p) يبلغ 1 W، بينما اعتمدت إدارات أخرى حدوداً للقدرة e.i.r.p. أشد صرامة من ذلك،

توصي

1 أن يعتبر التقاسم بين المحاسيس النشطة المحمولة على متن مركبة فضائية في خدمة استكشاف الأرض الساتلية وهي تتمتع بالخصائص المحددة في الملحق 1، وبين الشبكات المحلية اللاسلكية عالية السرعة العاملة في النطاق 5 350-5 250 MHz، أمراً ممكناً، عندما تبقى أنظمة النفاذ اللاسلكي (بما فيها الشبكات المحلية الراديوية) تخضع لقيود التشغيل المحددة في الملحق 2؛

2 أن تعتبر سوية الحماية المطلوبة لأنظمة الخدمة EESS الواردة في الملحق 1 يمكن التقيد بها أيضاً، إذا جرى التقيد بمجموعات الحدود الأخرى التقنية والتشغيلية، التي تدرس وفق البند أ) من الفقرة وإذ تعترف.

الملحق 1

الخصائص التقنية للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية
والعاملة في النطاق 5 250-5 570 MHz

يحدد الجدولان 1 و 2 التاليان الخصائص التقنية للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية والعاملة بالتردد GHz 5,3.

الجدول 1

الخصائص النموذجية لرادارات التصوير المحمولة على متن مركبة فضائية
والعاملة بالتردد GHz 5,3

| القيمة | | | | المعلمة |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| SAR4 | SAR3 | SAR2 | SAR1 | |
| 400 (دائري) | 400 (دائري) | 600 (دائري) | 426 (دائري) | ارتفاع المدار (km) |
| 57 | 57 | 57 | 57 | ميل المدار (بالدرجات) |
| 5 300 | 5 405 | 5 405 | 5 305 | التردد الراديوي المركزي (MHz) |
| 1 700 | 1 700 | 4 800 | 4,8 | قدرة الذروة المشعة (W) |
| أفقي ورأسي (HH, HV, VH, VV) | أفقي ورأسي (HH, HV, VH, VV) | أفقي ورأسي (HH, HV, VH, VV) | أفقي (HH) | الاستقطاب |
| نبضة تشكيل ترددي خطي (FM) | نبضة تشكيل ترددي خطي (FM) | نبضة تشكيل ترددي (FM) خطي | نبضة تشكيل ترددي خطي (FM) | تشكيل النبضة |
| 40 | 310 | 310 | 8,5 | عرض نطاق النبضة (MHz) |
| 33 | 33 | 31 | 100 | مدة النبضة (μs) |
| 1 395 | 1 395 | 4 492 | 650 | تواتر تكرار النبضات (نبضة/ثانية) |
| 5,9 | 5,9 | 13,9 | 6,5 | دورة التشغيل (%) |
| 1 320 | 10 230 | 9 610 | 850 | نسبة انضغاط المسلك |
| صفيف مستوٍ متطور 12,0 × 0,7 | صفيف مستوٍ متطور 12,0 × 0,7 | صفيف مستوٍ متطور 3,8 × 1,8 | صفيف مستوٍ متطور 16,0 × 0,5 | نمط الهوائي (m) |

الجدول 1 (تتمة)

| القيمة | | | | المعلمة |
|---|---|---|---|--|
| SAR4 | SAR3 | SAR2 | SAR1 | |
| 42,7/38 (إحكام أمثل/حزمة متدرجة) | 42,7/38 (إحكام أمثل/حزمة متدرجة) | 42,9 | 42,2 | كسب الذروة للهوائي (dBi) |
| 5- | 5- | 5- | 5- | الكسب المتوسط للهوائي في الفص الجانبي (dBi) |
| 55-20 | 55-20 | 38-20 | 30 | توجيه الهوائي بالنسبة إلى النظير (بالدرجات) |
| 4,9/18,0 (زاوية الارتفاع) 0,25 (السمت) | 4,9/18,0 (زاوية الارتفاع) 0,25 (السمت) | 1,7 (زاوية الارتفاع) 0,78 (السمت) | 8,5 (زاوية الارتفاع) 0,25 (السمت) | عرض نطاق الهوائي (بالدرجات) |
| خطي أفقي/رأسي | خطي أفقي/رأسي | خطي أفقي/رأسي | خطي أفقي/رأسي | استقطاب الهوائي |
| الدخل -62 | الدخل -62 | الدخل -62 | الدخل -62 | نقطة الانضغاط بقدر 1 dB عند مدخل المستقبل (dBW) |
| الدخل -114/-54 dBW عند كسب المستقبل البالغ 71/11 dB | الدخل -114/-54 dBW عند كسب المستقبل البالغ 71/11 dB | الدخل -114/-54 dBW عند كسب المستقبل البالغ 71/11 dB | الدخل -114/-54 dBW عند كسب المستقبل البالغ 71/11 dB | عتبة إشباع القيم المسموحة من الكثافة بالنسبة إلى مدخل المستقبل |
| 7+ | 7+ | 7+ | 7+ | القدرة العظمى المقبولة عند مدخل المستقبل (dBW) |
| 30 من المدار | 30 من المدار | 30 من المدار | 30 من المدار | وقت التشغيل (%) |
| 15 | 15 | 15 | 9 | المدة الصغرى لتكوين الصورة (ثوان) |
| مناطق برية وساحلية | مناطق برية وساحلية | مناطق برية وساحلية | مناطق برية وساحلية | منطقة الخدمة |
| 16/320 | 16/320 | 20 | 50 | عرض منطقة التقاط الصور (km) |

الجدول 2

الخصائص النموذجية لمقياس ارتفاع راداري محمول على متن مركبة فضائية وعامل بالتردد 5,3 GHz

| خصائص المهمة Jason | |
|--|------------------------|
| العمر النافع | 5 سنوات |
| الارتفاع | km 15 ± km 1 347 |
| الميل | °66 |
| خصائص مقياس الارتفاع Poseidon 2 | |
| نمط الإشارة | نبضة خطية بتشكيل ترددي |
| تردد تكرار النبضات في النطاق C | Hz 300 |
| مدة النبضة | 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 | °3,4 |
| سوية الفص الجانبي/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 لمقياس انتشار محمول على متن مركبة فضائية وعامل بالتردد 5,3 GHz

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

الجدول 3 (تتمة)

| القيمة | | المعلمة |
|---|---|---|
| 28,5 (المنتصف) 29,5 (أمام/خلف) | 31 (المنتصف) 32,5 (أمام/خلف) | كسب الهوائي (dBi) |
| زوايا الورود (السقوط): 54,5-25,0 (المنتصف) 65,3-33,7 (أمام/خلف) | زوايا الورود (السقوط): 47-18 (المنتصف) 57-24 (أمام/خلف) | توجيه الحزمة الرئيسية للهوائي (بالدرجات) |
| °23,9 (المنتصف) °0,8 (أمام/خلف) | °24 (المنتصف) °1,3 (أمام/خلف) | فتحة حزمة الهوائي (-3 dB)، زاوية الارتفاع فتحة حزمة الهوائي، السم |
| 37,6 | 29,3 | زاوية ارتفاع الأداة (بالدرجات) |
| رأسي | رأسي | استقطاب الهوائي |
| W 120 | kW 4,8 | قدرة الذروة للمرسل |
| عامل الضوضاء: 3 | عامل الضوضاء: 3 | درجة حرارة ضوضاء المستقبل (dB) |
| مناطق محيطات وساحلية ومناطق برية | مناطق محيطات وساحلية ومناطق برية | منطقة الخدمة |

الملحق 2

قيود التقاسم بين المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية والشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة في النطاق 5 350-5 250 MHz

1 المدخل

يعرض هذا الملحق نتائج ثلاثة تحليلات للتقاسم في النطاق 5 350-5 250 MHz بين المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية والشبكات المحلية اللاسلكية عالية السرعة أو الشبكات المحلية الراديوية. ففي الدراسة الأولى الواردة في الفقرة 2 من هذا الملحق، تستعمل للشبكات المحلية الراديوية (RLAN) خصائص الشبكات RLAN عالية الأداء (الشبكات المحلية الراديوية عالية الأداء: HIPERLAN) من النمط 1 والصفين B و C والشبكات HIPERLAN من النمط 2، كما تستعمل للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية خصائص المحاسيس من النمط SAR4. ويلاحظ أن تقاسم النطاق 5 350-5 250 MHz ممكن بين الشبكات HIPERLAN من النمط 1 والصف B والشبكات HIPERLAN من النمط 2 (المستعملة داخل المباني فقط) وبين المحاسيس SAR4، ولكن التقاسم غير ممكن مع الشبكات HIPERLAN من النمط 1 والصف C، ولا مع الشبكات HIPERLAN المصممة للعمل خارج المباني من أي نمط كانت، نظراً إلى الخصائص التقنية المفترضة في هذه الدراسة.

وفي الدراسة الثانية الواردة في الفقرة 3 من هذا الملحق، تستعمل للشبكات المحلية الراديوية (RLAN) من الأنماط RLAN1 و RLAN2 و RLAN3، بينما تكون للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية خصائص المحاسيس SAR2 و SAR3 و SAR4. وفي هذه الدراسة عندما لا تتضمن تشكيلة النشر سوى مرسل واحد يعمل خارج المباني، كانت التداخلات التي يسببها مرسل الشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة من النمط RLAN1، تتجاوز السوية المقبولة بالنسبة إلى محاسيس النمط SAR4، وكانت التداخلات التي يسببها مرسل الشبكة WLAN عالية السرعة من النمط RLAN2 تتجاوز السوية المقبولة بالنسبة إلى محاسيس النمطين SAR3 و SAR4، وكانت التداخلات التي يسببها مرسل الشبكة WLAN عالية السرعة من النمط RLAN3 تتجاوز السوية المقبولة بالنسبة إلى محاسيس النمط SAR4. أما في تشكيلات نشر الشبكات RLAN المختلطة (داخل المباني وخارجها)، فإن الشبكة RLAN1 التي يفترض لها وجود فقط 12 مرسل نشيطاً في كل كيلومتر مربع من منطقة تغطية الرادار SAR، ولها قناة واحدة في الخدمة، يمكنها أن تتقاسم النطاق مع المحاسيس من الأنماط SAR2 و SAR3 و SAR4، ولكن الشبكة RLAN2 التي يفترض لها وجود 1 200 مرسل نشيط في كل مجمع مكثبي مع 14 قناة موزعة في نطاق تردد قدره 330 MHz، لا

يمكنها أن تتقاسم النطاق مع محاسيس من الأنماط SAR2 و SAR3 و SAR4. أما داخل المباني وبالنظر إلى التداخلات التي تسببها شبكة WLAN عالية السرعة من النمط RLAN3 لمحساس نشيط محمول على متن مركبة فضائية، فإن التحليل يبين أن كثافة سطحية تقل عن 37-305 مرسل/كيلومتر مربع/قناة تولد تداخلات يمكن اعتبارها مقبولة على صعيد المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية، حسب نسبة الإشارة إلى الضوضاء (S/N) لكل عنصر (نحت من عنصر صورة: بيكسل Pixel) في محساس التصوير المعتمد. وتعتبر الكثافة المتوسطة المقترحة تساوي 1 200 مرسل في حالة مجمع مكثبي كبير وتساوي 250 مرسل في حالة منطقة صناعية. وتعتبر الكثافة العالية المقترحة تساوي 14 قناة، تردد كل منها 23,6 MHz موزعة في نطاق عرضه 330 MHz. وفيما يخص التداخلات التي تسببها تشكيلة من الشبكات WLAN عالية السرعة من النمط RLAN3 للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية، فإن التحليل يظهر أن الكثافة السطحية يجب أن تكون أقل من 518 إلى 4 270 مرسل في كل كيلومتر مربع على 14 قناة، حتى يمكن اعتبار الشبكات المحلية (LAN) تتسبب في سويات تداخل مقبولة للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية. وهذا يعني في حالة التداخلات التي تولدها الشبكات RLAN3 للمحاسيس من النمطين SAR2 و SAR4، أن تقابل هذه القيم حوالي 3-12 مجمعاً مكثبياً أو 15-60 منطقة صناعية في منطقة تغطية المحساس، حسب النسبة S/N (الإشارة إلى الضوضاء) لكل عنصر (بيكسل) من النمط SAR.

وفي الدراسة الثالثة الواردة في الفقرة 4 من هذا الملحق، تستعمل للشبكات RLAN خصائص أنظمة الشبكات HIPERLAN من النمط 1 الأكثر إحراجاً، بينما تستعمل في حالة مقياس الارتفاع الخصائص الواردة في الجدول 2 من الملحق 1. ويكون اشتغال مقياس الارتفاع الراداري في نطاق عرضه 320 MHz حول التردد 5,3 GHz، متوائماً مع اشتغال الشبكات المحلية HIPERLAN.

وفي الدراسة الرابعة الواردة في الفقرة 5 من هذا الملحق، تستعمل للشبكات RLAN خصائص أنظمة الشبكات HIPERLAN من النمط 2، بينما تستعمل في حالة مقياس الانتثار الخصائص الواردة في الجدول 3 من الملحق 1. ويكون اشتغال مقياس الانتثار في جوار التردد 5,3 GHz، متوائماً مع اشتغال شبكة HIPERLAN عاملة داخل المباني.

2 دراسة الشبكات HIPERLAN من النمطين 1 و 2 والمحاسيس SAR

1.2 الخصائص التقنية للنظامين

إن الخصائص التقنية للشبكات WLAN المستعملة لتحليل التقاسم هي خصائص الشبكات HIPERLAN من النمطين 1 و 2 التي نشر بشأنها المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) (European Telecommunications Standards Institute) في أوروبا معياري المواصفات التاليين: EN 300 652 (لنمط 1) و TS 101 683 (لنمط 2). وأما بشأن غيرها من المعلومات (التوهين الناجم عن المباني ودورة التشغيل في النشاط التشغيلي وكثافة الشبكات HIPERLAN وغيرها) فإن قيمها المستعملة هي القيم التي وافق عليها الفريق ERM التابع للمعهد ETSI لهذه الدراسات في أوروبا.

الشبكة المحلية الراديوية عالية الأداء (HIPERLAN) من النمط 1:

هي الشبكة المحلية الراديوية (RLAN) عالية الأداء المتوائمة مع الشبكات المحلية السلكية الموافقة للمعيارين Ethernet و Token-ring الصادرين عن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) بالرقمين ISO 8802.3 و ISO 8802.5.

معلومات الشبكة HIPERLAN من النمط 1:

القدرة e.i.r.p. (معدل البتات العالي (HBR) في التردد 23,5 MHz ومعدل البتات المنخفض (LBR) في التردد 1,4 MHz):

الصف A: القدرة e.i.r.p. القصوى 10 dBm

الصف B: القدرة e.i.r.p. القصوى 20 dBm

الصف C: القدرة e.i.r.p. القصوى 30 dBm

MHz 30

مباعدة القنوات:

شامل الاتجاهات

اتجاهية الهوائي:

حساسية المستقبل المفيدة الدنيا: dBm 70-
 قدرة ضوضاء المستقبل (23,5 MHz): dBm 90-
 نسبة الموجة الحاملة/التداخل (C/I) من أجل معدل أخطاء في البتات (BER) قدره 10^{-3} عند معدل البتات العالي:
 المدى الفعلي (الصف C): 50 متراً
 ولا تهتم هذه الدراسة إلا بأنظمة الصف B (القدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p.) القصوى 100 mW) والصف C (القدرة e.i.r.p. القصوى 1 W)

الشبكة المحلية الراديوية عالية الأداء (HIPERLAN) من النمط 2:

هي الشبكة المحلية الراديوية (RLAN) عالية السرعة المتوائمة مع الشبكات المحلية السلكية الموافقة للمعايير ATM و IP.

معلومات الشبكة HIPERLAN من النمط 2:

القدرة e.i.r.p.: W 0,2 (في النطاق 5 250-5 350 MHz)
 عرض النطاق لكل قناة: MHz 16
 مبادعة القنوات: MHz 20
 اتجاهية الهوائي: شامل الاتجاهات
 حساسية المستقبل المفيدة الدنيا: dBm 68- (عند 54 Mbit/s) إلى dBm 85- (عند 6 Mbit/s)
 قدرة ضوضاء المستقبل (16 MHz): dBm 93-
 نسبة الموجة الحاملة/التداخل (C/I): dB 15-8
 المدى الفعلي: 80-30 متراً

إن القدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p.) في أوروبا، محدودة في النطاق 5 250-5 350 MHz بالقيمة 200 mW، ولا يسمح باستعمال الشبكات HIPERLAN إلا إذا كانت تلي المواصفات الإلزامية التالية:

- تحكم في قدرة المرسل (TPC) يسمح بعامل تخفيف للتوهين قدره 3 dB على الأقل؛
- انتقاء تحريكي للتردد (DFS) مصاحب لنظام انتقاء القنوات، يتيح توزيع حمولة الشبكة HIPERLAN بانتظام على نطاق تردد عرضه 330 MHz في الأقل.

ولا تتوفر هاتان الخاصيتان حالياً في الشبكات المحلية HIPERLAN من النمط 1.

إن نظام الانتقاء التحريكي للتردد (DFS) لا يوفر فقط توزيعاً منتظماً للحمولة، ولكنه يسمح أيضاً لكل نظام HIPERLAN بأن يكشف التداخل الذي قد تحدثه أنظمة أخرى، وعليه فهو يتمكن من أن يتحاشى العمل في قنوات مشتركة تشغلها أنظمة أخرى، ولا سيما أنظمة الرادار. فالشبكة المحلية تتحسس القنوات الحرة لكي تستعملها وتبدل أوتوماتياً إلى هذه القنوات، وهذا يتيح لعدد كبير من الأنظمة HIPERLAN بأن تعمل في نفس المجمع المكتبي.

وتجدر الملاحظة بأن المعلمات المحددة في سيناريوهات التشكيلة تستند إلى الافتراض القائل بتيسر نطاق يبلغ مجموع عرضه 330 MHz لتستعمله الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN). وإذا افترضنا أن عرض النطاق هذا متيسر في نطاقين فرعيين (150-5 350 MHz و 130 MHz فوق التردد 5 470 MHz)، ونظراً إلى مبادعة القنوات من جهة والحاجة إلى توفير نطاق حارس على حدود النطاقين الفرعيين من جهة أخرى، يكون عدد القنوات المفترض استعماله في الدراسة هو 8 قنوات للنمط 1 و 14 قناة للنمط 2.

والمعلومات الأخرى للشبكات HIPERLAN المستعملة في هذه الدراسة هي المعلمات التي وافق عليها المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI):

- متوسط التوهين بالمباني في اتجاه أدوات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS): 17 dB؛
- النسبة النشطة/المنفصلة: 5%؛
- سيناريوهات تشكيلة النشر: 1 200 نظام للمجمعات المكتبية الكبيرة و 250 نظاماً للمناطق الصناعية.

وتستخدم للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية خصائص المحاسيس SAR الواردة في الملحق 1 بهذه التوصية. ويؤخذ النمط SAR4 كنموذج لتحليل التداخل الذي تسببه شبكة HIPERLAN لمحساس SAR، غير أن الأنماط الأخرى تولد نتائج مشابهة. وقد استخدم النمطان SAR2 و SAR4 لتحليل التداخل الذي يسببه محساس SAR لشبكة HIPERLAN.

2.2 تحليل التقاسم (من شبكة محلية لاسلكية (WLAN) في محساس رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR)

يقدم الجدول 4 تحليل التقاسم في ثلاث حالات: شبكة HIPERLAN من النمط 1 (بالصنفين B و C)، ومن النمط 2.

ونظراً إلى كثافة الشبكات HIPERLAN المتوقعة (1 200 نظام للمباني المكتبية الكبيرة و 250 نظاماً للمناطق الصناعية) فإن التشكيلات العاملة خارج المباني فقط أو التشكيلات المختلطة داخل المباني وخارجها لا توفر أي إمكانية تقاسم فعلي في أي من الحالات الثلاث المعتمدة.

في حالة الاستعمال داخل المباني فقط لا يكون التقاسم ممكناً بالنسبة إلى أنظمة الصنف C من النمط 1 عالي القدرة، بينما تستدعي حالة الصنف B من النمط 1 وحالة النمط 2 مزيداً من الدراسة.

بالفعل فإن الحدّ البالغ 440 نظاماً المبين في الجدول 4 من أجل النمط 2 العامل داخل المباني فقط هو لكل قناة. وبالنظر إلى وظيفة الانتقاء التحريكي للتردد (DFS) المذكورة أعلاه، يمكن الافتراض بأن الأنظمة HIPERLAN من النمط 2 يمكن توزيعها على القنوات الأربع عشرة المتيسرة، مما يعطي حداً أعلى نظرياً يبلغ 160 6 نظاماً في منطقة تغطية المحساس SAR التي مساحتها 76,5 km². وفي حالة نظام من الصنف B من النمط 1 يصبح الحد الأعلى مساوياً 208 5 أنظمة.

الجدول 4

السعة النشيطة المسموحة لنظام HIPERLAN في القنوات المتقاسمة مع المحاسيس SAR4

| النمط 2 | | الصنف C من النمط 1 | | الصنف B من النمط 1 | | نمط النظام HIPERLAN |
|---------|--------|--------------------|------------|--------------------|------------|--|
| dB | القيمة | dB | القيمة | dB | القيمة | المعلمة |
| 7- | 0,2 | 0 | 1 | 10- | 0,1 | القدرة المرسله القصوى (W) متوسط أثر التحكم في قدرة المرسل |
| 3- | | | غير متيسرة | | غير متيسرة | |
| 159,5- | 425,7 | 159,5- | 425,7 | 159,5- | 425,7 | المسافة (km) والخسارة في الفضاء الحر |
| 0 | | 0 | | 0 | | الخسارة الإضافية على مسير الإرسال (dB): |
| 17- | | 17- | | 17- | | - خارج المباني فقط |
| 7,8- | | 7,8- | | 7,8- | | - داخل المباني فقط |
| | | | | | | - مختلط (15% خارج المباني) |
| 0 | | 0 | | 0 | | كسب هوائي الإرسال (dB) |

الجدول 4 (تتمة)

| النمط 2 | | الصف C من النمط 1 | | الصف B من النمط 1 | | نمط النظام HIPERLAN |
|---------|--------|-------------------|---------|-------------------|--------|--|
| dB | القيمة | dB | القيمة | dB | القيمة | المعلمة |
| 42,7 | | 42,7 | | 42,7 | | كسب هوائي الاستقبال (dB) |
| 3- | | 3- | | 3- | | الخسارة بالاستقطاب (dB) |
| 205,4- | | 205,4- | | 205,4- | | عتبة التداخل SAR (dB(W/Hz))، (I/N = 6 dB) |
| 129,8- | | 119,8- | | 129,8- | | القدرة المستقبلية ((القناة/Hz)) (dB/w) (القناة: 23,5 MHz للنمط 1 و 16 MHz للنمط 2): - خارج المباني - داخل المباني فقط - مختلط (15% خارج المباني) |
| 146,8- | | 136,8- | | 146,8- | | |
| 137,6- | | 127,6- | | 137,6- | | |
| 201,8- | | 193,5- | | 203,5- | | القدرة المستقبلية ((dB(W/Hz))): - خارج المباني فقط - داخل المباني فقط - مختلط (15% خارج المباني) |
| 218,8- | | 210,5- | | 220,5- | | |
| 209,6- | | 201,3- | | 211,3- | | |
| 3,6- | | 11,9- | | 1,9- | | الهامش ((dB/(Hz ⁻¹))): - خارج المباني فقط - داخل المباني فقط - مختلط (15% خارج المباني) |
| 13,4 | | 5,1 | | 15,1 | | |
| 4,2 | | 4,1- | | 5,9 | | |
| 18,8 | 76,5 | 18,8 | 76,5 | 18,8 | 76,5 | منطقة تغطية الهوائي SAR (km ²) |
| 22,4- | 0,0058 | 30,7- | 0,00085 | 20,7- | 0,0085 | كثافة مقبولة لأنظمة HIPERLAN نشيطة (القناة/km ²): - خارج المباني فقط - داخل المباني فقط - مختلط (15% خارج المباني) |
| 5,4- | 0,29 | 13,7- | 0,043 | 3,7- | 0,43 | |
| 14,6- | 0,034 | 22,9- | 0,0051 | 12,9- | 0,051 | |
| 13 | %5 | 13 | %5 | 13 | %5 | النسبة النشيطة/المنفصلة |
| 9,4- | 0,11 | 17,7- | 0,017 | 7,7- | 0,17 | المجموع المقبول (نشيط + منفصلة) لكثافة HIPERLAN (قناة/km ²): - خارج المباني فقط - داخل المباني فقط - مختلط (15% خارج المباني) |
| 7,6 | 5,75 | 0,7- | 0,851 | 9,3 | 8,51 | |
| 1,6- | 0,69 | 9,9- | 0,102 | 0,1 | 1,02 | |
| | 8 | | 1 | | 13 | العدد الأقصى من أنظمة HIPERLAN النشيطة + المنفصلة في كل قناة داخل منطقة تغطية SAR (76,5 km ²): - خارج المباني فقط - داخل المباني فقط - مختلط (15% خارج المباني) |
| | 440 | | 65 | | 651 | |
| | 53 | | 8 | | 78 | |

تقابل هذه القيم خمسة مجمعات مكتتبية كبيرة تقريباً في منطقة التغطية البالغة 76,5 km² للمحاسب SAR، ويمكن اعتبار هذه التشكيلة، البعيدة بلا ريب عن أن تمثل أسوأ حالة، افتراضاً معقولاً للمناطق الحضرية والضواحي.

ويمكن الاستنتاج إذاً بأن الخدمتين يمكن أن تتقاسما النطاق، عند اللزوم الشديد، عندما تكون الأنظمة HIPERLAN من النمط 2 أو من الصف B من النمط 1 منتشرة داخل المباني.

وتتيح آلية الانتقاء التحريكي للتردد (DFS) توفير توزيع منتظم للحمولة على القنوات الممتيسرة. وإذا لم يكن انتقاء القناة مبنياً على اختيار عشوائي، فإن هذا الافتراض لا يعود يكون صحيحاً ويحتاج الاستنتاج إلى إعادة نظر.

3.2 تحليل التقاسم (تداخل تسببه المحاسيس SAR للشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة)

عندما يتعلق الأمر بتحليل التداخلات المحتمل حدوثها من محاسيس نشيط محمول على متن مركبة فضائية في شبكة محلية لاسلكية (WLAN) عالية السرعة، تكون أول خطوة ينبغي اتخاذها هي تحديد قدرة الإشارة المنبعثة من الفصوص الجانبية لهوائي المحاسيس المحمول على متن مركبة فضائية والمشعة نحو سطح الأرض. وقد استخدم في هذا التحليل الكسب المتوسط للفص الجانبي لأن للفصوص الجانبية منطقة تغطية على سطح الأرض أكبر بكثير من منطقة تغطية الحزمة التي كسبها هو الأقصى، ولأن التداخلات التي تشعها تدوم زمناً أطول. ثم تحدد العتبة التي يسمح بها مستقبل الشبكة WLAN عالية السرعة. وبعد ذلك يحسب هامش التداخل بمقارنة سوية التداخل المعزوّ للكاشف بعتبة التداخل التي تسمح بها الشبكة المحلية. ويبين الجدول 5 قيم هامش التداخل في حالة التداخلات التي تسببها الفصوص الجانبية في أنظمة SAR2-4 لشبكة محلية لاسلكية عالية السرعة منتشرة خارج المباني في النطاق 5 250-5 350 MHz. ويبين هذا الجدول أن الهامش موجب بحيث يمكن اعتبار التقاسم وارداً.

الجدول 5

من الفصوص الجانبية في SAR لشبكة محلية لاسلكية (WLAN) عالية السرعة

| SAR4 | | SAR3 | | SAR2 | | المعلمة |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|--------------------------|
| dB | القيمة | dB | القيمة | dB | القيمة | |
| 32,30 | 1 700,00 | 32,30 | 1 700,00 | 36,81 | 4 800,00 | الفترة المرسلية (W) |
| 5,00- | 5,00- | 5,00- | 5,00- | 5,00- | 5,00- | كسب هوائي الإرسال (dB) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | كسب هوائي الاستقبال (dB) |
| 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | الطول الموجي (m) |
| 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | $2^{-}(4\pi)$ |
| 112,58- | 425,67 | 112,58- | 425,67 | 116,10- | 638,51 | المسافة (km) |
| 3,98- | 3,98- | 12,87- | 12,87- | 12,87- | 12,87- | تخفيض عرض النطاق (dB) |
| 136,20- | | 145,09- | | 144,11- | | القدرة المستقبلية (dBW) |
| 115,00- | | 115,00- | | 115,00- | | عتبة تداخل HIPERLAN |
| 21,20 | | 30,09 | | 29,11 | | الهامش (dB) |

فيما يخص الأنظمة SAR2-4، فإن الكسب القصوى للهوائيات تكون أعلى بقدر 43-47,7 dB من متوسط سويات الفصوص الجانبية (-5 dBi). وعليه فإن سويات التداخل SAR، أثناء مدة التحليق التي تنحصر ما بين 0,5 ثانية و1,0 ثانية فيما يخص الحزمة الرئيسية للمحساس SAR، تكون عند سطح الأرض أعلى من عتبة التداخل المسموحة لدى الشبكة WLAN في أسوأ حالة (الشبكة HIPERLAN من النمط 2: -115 dBW). ويمكن ملاحظة ذلك في الجدول 5 حين ينظر إلى الهامش الذي يمكن أن يصبح سالباً.

والأسلوب المناسب أكثر لتحديد السوية القصوى للتداخل المسموح به هو أخذ النسبة C/I (الموجة الحاملة إلى التداخل) بالحسبان والتي يجب أن تكون أكبر من 15 dB. وعندما تكون المرسلات RLAN على مسافة 50 متراً واحداً عن الآخر (سيناريو أسوأ حالة)، فإن سوية التداخل المسموح به يمكن أن تتراد بقدر 10 dB (تصبح -105 dBW بدلاً من -115 dBW). وفي

حالة محساس SAR4، يعطي هذا التحليل أن الهامش يساوي -16,5 dB في أسوأ حالة بالنسبة إلى التجهيزات الموجودة خارج المباني. أما عند استعمال الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) داخل المباني (التوهين 17 dB) فإن هذا التحليل قدم سيناريو للتقسيم موجياً قليلاً. إن دور تكرار المحساس SAR هو 8-10 أيام، على الرغم من أن المحساس لا يكون بالضرورة نشيطاً عند كل مرور. وعليه فإن منطقة معطاة من الأرض لا تستضيء بالحزمة الرئيسية من SAR واحد لأكثر من 0,5-1,0 ثانية كل 8-10 أيام.

4.2 الاستنتاجات

في حالة التداخلات التي تسببها شبكات محلية لاسلكية (WLAN) في محساس SAR، يعطي التحليل ثلاثة استنتاجات رئيسية فيما يتعلق بالنطاق الترددي 250 350-5 MHz:

- الشبكات WLAN المستعملة فقط داخل المباني تكون متوائمة مع تشغيل المحاسيس SAR، بينما تشغيل الشبكات WLAN خارج المباني لا يكون متوائماً مع تشغيل المحاسيس SAR.
- الشبكات WLAN المستعملة داخل المباني بقدرة مشعة مكافئة متناحية (e.i.r.p.) متوسطة¹ قدرها 200 mW (أو 100 mW في غياب التحكم في قدرة الإرسال)، وبحد للكثافة المتوسطة للقدرة e.i.r.p. قدره 10 mW في أي نطاق عرضه 1 MHz، تكون متوائمة مع تشغيل المحاسيس SAR.
- إضافة إلى ما سبق، تحتاج أنظمة الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) إلى الالتزام بتحقيق شرطين لتأمين الموائمة مع تشغيل المحاسيس SAR:
- التحكم في قدرة الإرسال يؤمن عامل تخفيف لا يقل عن 3 dB؛ وفي غياب التحكم في قدرة الإرسال، يجب على القدرة e.i.r.p. المتوسطة ألا تتجاوز 100 mW في أي قناة عرض نطاقها 20 MHz؛
- انتقاء تحريكي للتردد بصاحب آلية انتقاء القنوات، بغية تأمين توزيع منتظم لحمولة قنوات الشبكات WLAN على عرض لا يقل عن 330 MHz.

وتحليل التداخل الذي تسببه المحاسيس SAR للشبكات WLAN يعطي نتائج موجبة في حالة الانتشار داخل المباني.

3 دراسة الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) ومحاسيس الرادارات SAR

1.3 الخصائص التقنية للشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة النموذجية

الخصائص التقنية للشبكات WLAN عالية السرعة النموذجية العاملة بالتردد 5,3 GHz معروضة فيما يلي لثلاث تشكيلات. وتسمى هذه الشبكات WLAN أحياناً بالشبكات المحلية (LAN) الراديوية أو RLAN. والخصائص المختارة في هذا التحليل هي الخصائص التي يولدها التداخل المتسبب لمستقبل SAR في أسوأ حالة. والمعلومات الخاصة بالتشكيلة الأولى، أي بالشبكات RLAN1، مقتطفة من تقرير "لجنة الاتصالات الاتحادية" (FCC) ومن الأمر رقم FCC 97-7 بتاريخ 9 يناير 1997، بينما المعلومات الخاصة بالشبكات HIPERLAN فمقتطفة من الوثيقة رقم 7C/54 بتاريخ 18 سبتمبر 1996. وهذه الخصائص ملخصة في الجدول 6. أما المعلومات الخاصة بالتشكيلة الثانية، أي بالشبكات RLAN2، عالية السرعة فمصدرها هو "فريق تنسيق الترددات الفضائية" (SFCC) في اجتماعه 18/45 المنعقد في الفترة 8-17 سبتمبر 1998. وللشبكات المحلية في هذه التشكيلة الثانية، أي الشبكات RLAN2، قدرة إرسال أعلى بشكل محسوس للشبكات WLAN عالية السرعة، ونسبة استعمال أعلى داخل المباني وخارجها (وبالتالي توهين متوسط ناتج عن المباني أصغر)، ونسبة نشيطة/منفصلة أعلى، وتقديرات أعلى

¹ يُفهم من القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) المتوسطة أنها متوسط القدرة e.i.r.p. المحسوب أثناء رشقة إرسال محققة عند ضبط قدرة الإرسال على قيمتها القصوى.

لكثافة النشر والوضع في الخدمة. والمعلومات الخاصة بالتشكيلة الثالثة، أي بالشبكات RLAN3، من الشبكات WLAN عالية السرعة، مقتطفة من "فريق تنسيق الترددات الفضائية" (SFCG) في اجتماعه 19/39 المنعقد في الفترة 8-15 سبتمبر 1999، ومن الوثيقة 7C/110 المعنونة "تقاسم القيود بين المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية (SAR) والشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة العاملة في النطاق 5 250-5 350 MHz" والمؤرخة في 17 فبراير 1999. ولا تستعمل هذه التشكيلة الثالثة RLAN3 إلا "داخل المباني" مع قيم تقديرية لكثافة النشر المتوسطة.

الجدول 6

الخصائص التقنية للشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة العاملة بالتردد 5,3 GHz

| القيمة | | | المعلمة |
|---------------------------------------|---|------------------------------|--|
| RLAN3 | RLAN2 | RLAN1 | |
| 0,20 | 1,00 | 0,25 | قدرة الذروة المشعة (W) |
| 100 داخل المباني/ 0 خارجها | 85 داخل المباني/ 15 خارجها | 99 داخل المباني/ 1 خارجها | نسبة النشر (%) |
| 17,0 | 7,8 | 17,0 | التوهين المتوسط (dB) |
| عشوائي | عشوائي | عشوائي | الاستقطاب |
| 23,6/القناة (14 قناة) | 23,6/القناة (14 قناة) | 23,6 | عرض النطاق (MHz) |
| 100 | 100 | 100 | دورة التشغيل للتداخل في المحاسيس SAR (%) |
| 5 | 5 | 1 | النشاط التشغيلي (النسبة النشيطة/المنغلة (%)) |
| 1 200/مجمّع مكتبي 250/منطقة صناعية | 1 200/مجمّع مكتبي (89 000/km ² /القناة) | 12 | الكثافة المتوسطة (مرسل /km ²) |
| 100- | 120- (غير محددة) | 120- | عتبة التداخل (dBW) |

2.3 التداخل الذي تسببه الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة للمحاسيس SAR

عندما يتعلق الأمر بتحليل إمكانية حدوث تداخل من الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة في المستقبلات SAR المحمولة على متن مركبة فضائية، تكمن المرحلة الأولى في تحديد قدرة الإشارة التي يشعها مرسل واحد من شبكة WLAN عالية السرعة في اتجاه محساس SAR محمول على متن مركبة فضائية. ثم يمكن حساب هامش التداخل الصادر عن مصدر وحيد بمقارنة سوية التداخل بعتبة تداخل المحساس SAR. وإذا كانت منطقة تغطية المحساس SAR معلومة، يمكن عندئذ حساب الكثافة المسموحة للمرسلات النشيطة في الشبكات المحلية اللاسلكية عالية السرعة، استناداً إلى نسبة نشاط محافظة حريصة للمرسلات العاملة معاً في لحظة معينة.

1.2.3 التداخل الذي يسببه مرسل واحد من شبكة RLAN واقع خارج المباني

يبين الجدول 7 قيم التداخل المحتمل حدوثه من مرسل واحد في شبكة RLAN من شبكة WLAN عالية السرعة للتجهيزات SAR2-4 في النطاق 5 350-5 250 MHz. ولا يستعمل المحساس SAR1 لأنه مصمم للعمل في النطاق 5 250-5 150 MHz. ويفترض أن الشبكات RLAN1 و RLAN2 و RLAN3 مجهزة بهوائيات شاملة الاتجاهات. ويعطي الجدول 7 هامشاً سالباً فيما يخص المحاسيس SAR4 مع مرسلات الشبكات RLAN1 و RLAN2 و RLAN3. ويبدو أن الهامش موجب فيما يخص المحاسيس SAR3 مع مرسلات الشبكتين RLAN1 و RLAN3 وسالب مع مرسلات الشبكة RLAN2. وفيما يخص المحاسيس SAR2 مع مرسلات الشبكات RLAN1 و RLAN2 و RLAN3 فالهامش موجبة.

الجدول 7

التداخل الذي يسببه مرسل وحيد من الشبكة RLAN واقع خارج المباني لمحساس SAR

| SAR4 | | SAR3 | | SAR2 | | المعلمة |
|---------|------------------------|---------|------------------------|---------|------------------------|--|
| dB | القيمة | dB | القيمة | dB | القيمة | |
| | | | | | | القدرة المرسل (W) |
| 6,02- | 0,25 | 6,02- | 0,25 | 6,02- | 0,25 | RLAN1 |
| 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | RLAN2 |
| 6,99- | 0,20 | 6,99- | 0,20 | 6,99- | 0,20 | RLAN3 |
| 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | التوهين بالمباني (dB) |
| 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | كسب هوائي الإرسال (dB) |
| 44,52 | | 44,52 | | 43,33 | | كسب هوائي الاستقبال (dB) |
| 3,00- | | 3,00- | | 3,00- | | الخسارة بالاستقطاب (dB) |
| 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | الطول الموجي (m) |
| 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | $2^{-1}(4\pi)$ |
| 112,58- | 425,67 | 112,58- | 425,67 | 116,10- | 638,51 | المسافة (km) |
| | | | | | | القدرة المستقبل (dBW) |
| 124,03- | | 124,03- | | 128,74- | | RLAN1 |
| 118,00- | | 118,00- | | 122,72- | | RLAN2 |
| 124,99- | | 124,99- | | 129,71- | | RLAN3 |
| 4,62 | | 4,62 | | 4,62 | | خصائص الضوضاء (dB) |
| 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | $k T$ |
| 76,63 | 46,00 | 85,52 | 356,50 | 85,52 | 356,50 | عرض النطاق المستقبل (MHz) |
| 122,73- | | 113,84- | | 113,84- | | قدرة الضوضاء (dBW) |
| 128,73- | | 119,84- | | 119,84- | | عتبة تداخل المحساس SAR ($I/N = -6$ dB) |
| | | | | | | الهامش (dB) |
| 4,71- | | 4,19 | | 8,90 | | RLAN1 |
| 10,73- | | 1,83- | | 2,88 | | RLAN2 |
| 3,74- | | 5,16 | | 9,87 | | RLAN3 |

2.2.3 التداخلات التي تسببها مرسلات الشبكات RLAN المنتشرة داخل المباني

يبين الجدول 8 الكثافات التي تقبلها المحاسيس SAR2-4 من تشكيلات الشبكات WLAN عالية السرعة من النمط RLAN1 في النطاق 5 250-5 350 MHz. وفيما يخص المحاسيس SAR4، يبين الجدول 8 الكثافات المسموحة من الشبكات WLAN عالية السرعة من النمط RLAN1 التي تساوي حوالي 118 مرسل²/km²، والتي تكون سوية التداخل تحتها مقبولة للمحاسيس SAR4 عند التردد 40 MHz. واستناداً إلى المعلومات عن كثافة النشر المتوقعة للشبكات HIPERLAN الواردة في الوثيقة 7C/54 المؤرخة في 18 سبتمبر 1996، كانت الكثافة المتوسطة للشبكات HIPERLAN في أوروبا قد قُدرت في حينه بقدر 12 مرسل²/km². وكان متوقعاً للكثافة في المناطق الحضرية والمناطق الآهلة بالسكان أن تكون أعلى من المتوسط. وفيما يخص المحاسيس SAR2-4، يبين الجدول 9 الكثافات المسموحة من الشبكات WLAN عالية السرعة من النمط RLAN2 في النطاق 5 250-5 350 MHz. وفيما يخص المحاسيس SAR4، يبين الجدول 9 أن الكثافة المسموحة من الشبكات WLAN عالية السرعة من النمط RLAN2 يمكن أن تكون حوالي 0,2 مرسل²/km²، أو ما يكافئ ذلك 1 مرسل²/km²، وأن سوية التداخل تحت هذه الكثافة تكون مقبولة للمحاسيس SAR4 عند التردد 40 MHz. وهذه الكثافة المسموحة المنخفضة يجب مقارنتها بكثافة النشر المتوقعة في وثيقة الاجتماع SFCG-18/45 الذي انعقد في الفترة 8-17 سبتمبر 1998، والبالغة قيمتها 1 200 مرسل/المجمّع المكتبي، وهناك أيضاً سعة الشبكات RLAN2 الكائنة داخل المباني البالغة $10 \times 89 \text{ km}^2/\text{km}^2$ مع مسافات فاصلة قدرها 0,5 متر. والقيمة المرتفعة المتوقعة للكثافة تستند إلى تشكيلة مؤلفة من 14 قناة، عرض نطاق كل منها 23,6 MHz موزعة على نطاق عرضه 330 MHz. وفيما يخص المحاسيس SAR2-4، يبين الجدول 10 الكثافة المسموحة من تشكيلات الشبكات WLAN عالية السرعة من النمط RLAN3 في النطاق 5 250-5 350 MHz. وفيما يخص المحاسيس SAR4، يبين الجدول 10، أن قيمة الكثافة المسموحة من الشبكات WLAN عالية السرعة من النمط RLAN3 قد تكون حوالي 37 مرسل²/km² قناة، وأن قيمة التداخل تحت هذه الكثافة مقبولة للمحاسيس SAR4 عند التردد 40 MHz. والقيمة المرتفعة المتوقعة للكثافة تستند إلى تشكيلة مؤلفة من 14 قناة، عرض نطاق كل منها 23,6 MHz موزعة على نطاق عرضه 330 MHz. وبوجود 14 قناة، تكون الكثافة المقبولة تساوي إذاً 518 مرسل²/km²، وهي قيمة قليلة الارتفاع نسبياً عند مقارنتها بالكثافة التقديرية المبينة في الوثيقة 7C/110 حيث قيمتها 1 200 مرسل/مجمّع مكتبي كبير و250 مرسل/منطقة صناعية. وهكذا تكون الكثافة المسموحة، في حالة المحاسيس SAR4، تلبى حاجة مجمّع مكتبي كبير وحاجة حوالي منطقتين صناعيتين، مما قد يبدو غير واقعي. وفيما يخص المحاسيس SAR2 و SAR4، فإن الكثافة المسموحة على 14 قناة هي على التوالي 4 270 مرسل² و3 990 مرسل² وهذا يقابل حوالي ثلاثة مجمعات مكتبية كبيرة و15 منطقة صناعية، وهو افتراض تشغيل يكون أكثر معقولة للمناطق الحضرية ومناطق الضواحي.

فيما يخص المحاسيس SAR المصوّرة التي تبلغ فيها نسبة الإشارة إلى الضوضاء (S/N) 8 dB على الأقل، يمكن أن تكون نسبة التداخل إلى الضوضاء (I/N) مساوية فيها 0 dB، دون أن يحصل انحطاط يزيد على 10% في الانحراف النمطي للقدر في كل عنصر (بيسكل)، وهذه الأرقام تسمح بأن نضرب بالرقم 4 كثافة المرسلات المسموحة. وفي حالة التداخلات التي تسببها شبكة RLAN3 لمحساس SAR2 أو لمحساس SAR4، تكون هذه الأرقام تقابل حوالي 12 مجمعاً مكتبياً كبيراً أو 60 منطقة صناعية في منطقة تغطية المحساس SAR. وفي كل الأحوال، وفيما يخص المحاسيس SAR الخاصة بقياس التداخل، يجب أن تكون النسبة I/N، مهما تكن النسبة S/N، أصغر من -6 dB.

الجدول 8

التداخل الذي تسببه شبكة WLAN عالية السرعة من النمط RLAN1 للمحاسيس SAR

| SAR4 | | SAR3 | | SAR2 | | المعلمة |
|---------|------------------------|---------|------------------------|---------|------------------------|--|
| dB | القيمة | dB | القيمة | dB | القيمة | |
| 6,02- | 0,25 | 6,02- | 0,25 | 6,02- | 0,25 | القدرة المرسله (W) |
| 17,00- | 17,00 | 17,00- | 17,00 | 17,00- | | التوهين بالمباني (dB) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | كسب هوائي الإرسال (dB) |
| 44,52 | 44,52 | 44,52 | 44,52 | 43,33 | | كسب هوائي الاستقبال (dB) |
| 3,00- | 3,00 | 3,00- | 3,00 | 3,00- | | الخسارة بالاستقطاب (dB) |
| 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | الطول الموجي (m) |
| 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | $2^{-}(4\pi)$ |
| 112,58- | 425,67 | 112,58- | 425,67 | 116,10- | 638,51 | المسافة (km) |
| 141,03- | | 141,03- | | 145,74- | | القدرة المستقبلية (dBW) |
| 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | | مميز الضوضاء (dB) |
| 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | $k T$ |
| 76,63 | 46,00 | 85,52 | 356,50 | 85,52 | 356,50 | عرض نطاق المستقبل (MHz) |
| 122,73- | | 113,84- | | 113,84- | | قدرة الضوضاء (dBW) |
| 128,73- | | 119,84- | | 119,84- | | عتبة التداخل في SAR ($I/N = -6$ dB) |
| 12,29 | | 21,19 | | 25,90 | | الهامش (dB) |
| 17,60 | 57,55 | 17,60 | 57,55 | 22,01 | 159,03 | منطقة تغطية SAR (km^2) |
| 5,31- | | 3,59 | | 3,88 | | القدرة المساحية المتوسطة المميزة لشبكة HIPERLAN ($\text{dB(W/km}^2\text{)})$ |
| | 1,18 | | 9,14 | | 9,78 | مرسلات نشيطة km^2 |
| | 117,88 | | 913,56 | | 978,40 | مرسلات نشيطة km^2 مع نسبة نشاط 1% |

الجدول 9

التداخل الذي تسببه شبكة WLAN عالية السرعة من النمط RLAN2 للمحاسيس SAR

| SAR4 | | SAR3 | | SAR2 | | المعلمة |
|---------|------------------------|---------|------------------------|---------|------------------------|--|
| dB | القيمة | dB | القيمة | dB | القيمة | |
| 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | القدرة المرسل (W) |
| 7,80- | 7,80 | 7,80- | 7,80 | 7,80- | | التوهين بالمباني (dB) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | كسب هوائي الإرسال (dB) |
| 44,52 | 44,52 | 44,52 | 44,52 | 43,33 | | كسب هوائي الاستقبال (dB) |
| 3,00- | 3,00 | 3,00- | 3,00 | 3,00- | | الخسارة بالاستقطاب (dB) |
| 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | الطول الموجي (m) |
| 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | $2^{-2}(4\pi)$ |
| 112,58- | 425,67 | 112,58- | 425,67 | 116,10- | 638,51 | المسافة (km) |
| 125,80- | | 125,80- | | 130,52- | | القدرة المستقبل (dBW) |
| 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | | مميز الضوضاء (dB) |
| 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | $k T$ |
| 76,63 | 46,00 | 85,52 | 356,50 | 85,52 | 356,50 | عرض نطاق المستقبل (MHz) |
| 122,73- | | 113,84- | | 113,84- | | قدرة الضوضاء (dBW) |
| 128,73- | | 119,84- | | 119,84- | | عتبة التداخل في SAR ($I/N = -6$ dB) |
| 2,93- | | 5,97 | | 10,68 | | الهامش (dB) |
| 17,60 | 57,55 | 17,60 | 57,55 | 22,01 | 159,03 | منطقة تغطية SAR (km^2) |
| 20,53- | | 11,63- | | 11,34- | | القدرة المساحية المتوسطة المميزة لشبكة HIPERLAN ($\text{dB(W/km}^2\text{)})$ |
| | 0,01 | | 0,07 | | 0,07 | مرسلات نشيطة km^2 |
| | 0,18 | | 1,37 | | 1,47 | مرسلات نشيطة km^2 مع نسبة نشاط %5 |

فيما يتعلق بالتحديد الذاتي للكثافة بوجود تداخلات متبادلة غير مقبولة ما بين شبكات WLAN متجاورة، يفترض أن الشبكة RLAN3 تشغل 14 قناة، عرض كل منها 23,6 km، موزعة على نطاق عرضه 330 MHz، وأن المرسلات يمكن أن يكون متقارباً بعضها من بعض (حتى 0,5 m) بحيث أن قيمة الكثافة المحتملة تصبح $10 \times 89 / \text{km}^2$ قناة فوق مساحات صغيرة تقابل مساحة مجمع مكثبي كبير مثلاً. وعلى صعيد مستقبل في شبكة LAN، لا تعود هناك حاجة لكي تكون التداخلات أصغر من 100 dBW، غير أن نسبة الموجة الحاملة/التداخل (C/I) يجب أن تتجاوز 20 dB. وهكذا تستطيع المرسلات المتقارب بعضها من بعض (حتى 0,5 m) أن تعمل من دون تداخلات ذاتية متبادلة.

الجدول 10

التداخل الذي تسببه شبكة WLAN عالية السرعة من النمط RLAN3 للمحاسيس SAR

| SAR4 | | SAR3 | | SAR2 | | المعلمة |
|---------|------------------------|---------|------------------------|---------|------------------------|--|
| dB | القيمة | dB | القيمة | dB | القيمة | |
| 6,99- | 0,20 | 6,99- | 0,20 | 6,99- | 0,20 | القدرة المرسله (W) |
| 17,00- | | 17,00- | | 17,00- | | التوهين بالمباني (dB) |
| 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | كسب هوائي الإرسال (dB) |
| 44,52 | | 44,52 | | 43,33 | | كسب هوائي الاستقبال (dB) |
| 3,00- | | 3,00- | | 3,00- | | الخسارة بالاستقطاب (dB) |
| 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | 24,96- | $2^{-10} \times 5,65$ | الطول الموجي (m) |
| 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | 21,98- | $3^{-10} \times 6,33$ | $2^{-2}(4\pi)$ |
| 112,58- | 425,67 | 112,58- | 425,67 | 116,10- | 638,51 | المسافة (km) |
| 141,99- | | 141,99- | | 146,71- | | القدرة المستقبلية (dBW) |
| 4,62 | | 4,62 | | 4,62 | | مميز الضوضاء (dB) |
| 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | 203,98- | $21^{-10} \times 4,00$ | $k T$ |
| 76,63 | 46,00 | 85,52 | 356,50 | 85,52 | 356,50 | عرض نطاق المستقبل (MHz) |
| 122,73- | | 113,84- | | 113,84- | | قدرة الضوضاء (dBW) |
| 128,73- | | 119,84- | | 119,84- | | عتبة التداخل في SAR ($I/N = -6$ dB) |
| 13,26 | | 22,16 | | 26,87 | | الهامش (dB) |
| 17,60 | 57,55 | 17,60 | 57,55 | 22,01 | 159,03 | منطقة تغطية SAR (km^2) |
| 4,34- | | 4,56 | | 4,85 | | القدرة المساحية المتوسطة المميزة لشبكة HIPERLAN ($\text{dB(W/km}^2\text{)})$ |
| | 1,84 | | 14,27 | | 15,29 | مرسلات نشيطة/ km^2 قناة |
| | 36,84 | | 285,49 | | 305,75 | مرسلات نشيطة/ km^2 قناة مع نسبة نشاط 5% |

3.3 التداخل الذي تسببه المحاسيس SAR للشبكات WLAN عالية السرعة

عندما يتعلق الأمر بتحليل إمكانية حدوث تداخل من المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية (SAR) للشبكات WLAN عالية السرعة، تكمن المرحلة الأولى في تحديد قدرة الإشارة التي يرسلها محساس SAR ويتم استقبالها على سطح الأرض. ثم تحسب عتبة التداخل في مستقبل الشبكة WLAN عالية السرعة، وبعد ذلك يمكن حساب هامش التداخل بمقارنة سوية التداخل من المحساس SAR بعتبة التداخل في الشبكة LAN. وفيما يخص المحاسيس SAR1-4 يكون الكسب الأقصى للهوائي أعلى بقدر 40-50 dB من السويات المتوسطة للفصوص الجانبية البالغة -5 dB. وعليه فأنشاء فترة التحليق التي تبلغ 0,5-1,0 ثانية تقريباً بالنسبة إلى الحزمة الرئيسية في المحساس SAR، تكون سويات التداخل على سطح الأرض أعلى من عتبات التداخل المقبولة في الشبكة RLAN1. وبينما لا تعود السوية -120 dBW بالنسبة إلى الشبكة RLAN2 تشكل السوية القصوى للتداخل المقبول، يصبح القيد أن تكون النسبة C/I أكبر من 20 dB التي ترفع سوية التداخل المقبول بقدر 50-80 dB في حالة المرسلات المتباعد بعضها عن بعض بقدر 0,5 متر.

والنتائج التي يتحصل عليها مع الشبكات RLAN3 تكون مماثلة للقيم الحاصلة مع الشبكات RLAN2. وفيما يخص المحاسيس SAR2-4 العادية، تكون الكسوب القسوى للهوائيات أعلى بقدر 14 إلى 38 dB من القيمة المتوسطة لسوية الفصوص الجانبية البالغة -5 dB. وعليه فأثناء فترة التحليق التي تبلغ 0,5-1,0 ثانية بالنسبة إلى الحزمة الرئيسية للمحساس SAR، تكون سويات التداخل التي تولدها المحاسيس SAR على سطح الأرض أعلى بقدر واضح من عتبات التداخل في الشبكات RLAN3. وبينما لا تعود السوية -120 dBW بالنسبة إلى الشبكة RLAN3 تشكل السوية القسوى للتداخل المقبول، يصبح القيد أن تكون النسبة C/I أكبر من 20 dB التي ترفع سوية التداخل المقبول بقدر 50-80 dB في حالة المرسلات المتباعد بعضها عن بعض بقدر 0,5 متر. ويبلغ دور التكرار بالنسبة إلى محساس SAR من 8 إلى 10 أيام، وليس بالضرورة أن يكون المحساس SAR نشيطاً عند كل مرور تكراري. وبالتالي فإن منطقة معينة من سطح الأرض تضيئها حزمة المحساس SAR لمدة 0,5-1,0 ثانية كل 8 إلى 10 أيام.

4.3 الاستنتاج

تم في هذه التوصية تحليل إمكانية حدوث تداخل بين تشكيلة من الشبكات WLAN عالية السرعة من النمط RLAN3 وبين رادارات الفتحة التركيبية (SAR) المحمولة على متن مركبة فضائية، في النطاق 250-350 MHz (1) في حالة مرسل وحيد من الشبكات RLAN1-3 مستعمل داخل المباني (2) وفي حالة كثافة معينة من الشبكات RLAN3 المستعملة داخل المباني. وفيما يخص المرسل الوحيد المستعمل خارج المباني، كان تداخل المرسل في النمط RLAN1 من الشبكات WLAN عالية السرعة أعلى من السوية المقبولة للمحساس SAR4، كما كان تداخل المرسل في النمط RLAN2 من الشبكات WLAN عالية السرعة أعلى من السويات المقبولة لمحساسين النوعين SAR3 و SAR4، وكان تداخل المرسل في النمط RLAN3 من الشبكات WLAN عالية السرعة أعلى من السوية المقبولة للمحساس SAR4.

وفيما يتعلق بالتداخل الذي تسببه التشكيلة RLAN1 من الشبكات WLAN عالية السرعة للمحساس SAR، فإن التحليل يدل على أن أي كثافة سطحية تقل عن 32-128 مرسل²/km² تبقى تولد سويات تداخل مقبولة للمحساس SAR، حسب نسبة الإشارة إلى الضوضاء (S/N) لكل عنصر (نحت من عنصر صورة: بيكسل) من المحساس SAR المصور. لقد كانت الكثافة المتوسطة المتوقعة فوق أوروبا تساوي في الماضي فقط 12 مرسل²/km². ومن أجل كثافة قدرها 0,32 من المرسلات النشطة/km² (كثافة 32 مرسل²/km² مع نسبة نشاط قدرها 1%)، فإن شبكة WLAN عالية السرعة نموذجية (قدرة المرسلات: 0,25 W) منتشرة خارج المباني تمارس سويات تداخل ذاتي قدرها -120 dBW، وهي سوية تعتبر عتبة تداخل لشبكة من النمط RLAN1. وفيما يتعلق بالتداخل الذي تسببه التشكيلة RLAN2 من الشبكات WLAN عالية السرعة للمحساس SAR، فإن التحليل يدل على أن الكثافة السطحية التي تقل عن 0,2-1,5 من المرسلات/km² هي وحدها التي تولد سويات تداخل مقبولة في المحساس SAR، حسب نسبة الإشارة إلى الضوضاء (S/N) في كل عنصر من المحساس SAR المصور. وتبلغ الكثافة المتوسطة المتوقعة حالياً 1200 مرسل لكل مجمع مكتبي، أي حتى 89×10^3 مرسل²/km². وتفترض الكثافة العالية المتوقعة وجود 14 قناة، عرض نطاق كل منها 23,6 MHz، موزعة على نطاق عرضه 330 MHz. وفيما يخص التداخل الذي تسببه تشكيلة RLAN3 من الشبكات WLAN عالية السرعة، منتشرة داخل المباني، للمحساس SAR، فإن التحليل يبين أن أي كثافة سطحية تقل عن 37-305 من المرسلات/km² تولد سويات تداخل مقبولة للمحساس SAR، حسب النسبة S/N لكل عنصر في المحساس SAR المصور. والكثافة المتوسطة المقدرة هي 1200 مرسل/مجمع مكتبي كبير و250 مرسل²/منطقة صناعية. أما الكثافة العالية المتوقعة فتفترض وجود 14 قناة، عرض نطاق كل منها 23,6 MHz، موزعة على نطاق عرضه 330 MHz. وفيما يخص التداخل الذي تسببه تشكيلة RLAN3 من الشبكات WLAN عالية السرعة للمحساس SAR، فإن التحليل يدل على أن الكثافة السطحية التي تقل عن 518 إلى 270 مرسل²/km² على 14 قناة هي وحدها التي تولد الشبكات LAN معها سويات تداخل مقبولة في محاسيس الرادارات SAR. أما بشأن التداخل الذي تسببه الشبكة

RLAN3 لمحاسيس الرادارات SAR2 و SAR4، فإن هذا يقابل حوالي 3 إلى 12 من المجمعات المكتبية الكبيرة أو 15 إلى 60 منطقة صناعية داخل منطقة تغطية الرادار SAR، حسب النسبة S/N لكل عنصر من محساس الرادار SAR.

وفيما يخص التداخل الذي تسببه محاسيس الرادار SAR المحمولة على متن مركبة فضائية للتشكيلة RLAN1 من الشبكات WLAN عالية السرعة العاملة في النطاق 250-350 MHz، فإن سويات التداخل الذي تسببه الفصوص الجانبية لهوائيات الرادار SAR على سطح الأرض تكون أخفض بقدر 14 إلى 38 dB من عتبة التداخل المسموح في الشبكات LAN. وفيما يخص التداخلات التي تتولد عند الكسب الأقصى لهوائي المحساس SAR أثناء مدة تحليقه، التي تبلغ 0,5-1,0 ثانية بالنسبة إلى الحزمة الرئيسية، فإن سويات التداخل المتولدة من SAR على سطح الأرض تكون أعلى من عتبات التداخل المسموحة في الشبكة RLAN1 بحوالي 10 إلى 30 dB. وعلى كل حال فإن السويتين -120 dBW و -100 dBW للشبكتين RLAN2 و RLAN3 على التوالي، لم تعودا سويتي التداخل القصويين المسموح بهما، بل أصبح القيد كون النسبة C/I أكبر من 20 dB، في الرسائل المتقارب بعضها من بعض بقدر 0,5 متر، مما يرفع سوية التداخل المسموح به بقدر 50-80 dB، وبذلك يمكن للمحساس SAR، وحتى في حزمته الرئيسية، أن يقع دون عتبة التداخل المسموح بها في الشبكات المحلية (LAN). ولما كان دور التكرار لمحساس الرادار SAR هو بين 8 و 10 أيام، ولا يكون المحساس SAR بالضرورة نشيطاً عند كل مرور، فإن مساحة معينة من سطح الأرض تستضي بحزمة المحساس SAR لمدة لا تزيد عن 0,5-1,0 ثانية كل ثمانية إلى عشرة أيام.

4 دراسة الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) ومقاييس الارتفاع

1.4 التداخل الذي تسببه الشبكات RLAN لمقاييس الارتفاع

نعتبر في هذا التحليل شبكة RLAN واحدة من النمط HIPERLAN (شبكة محلية راديوية عالية الأداء) تشع في الفص الرئيسي لمقياس الارتفاع.

إن لمقياس الارتفاع عرض نطاق موسعاً قدره 320 MHz، بينما ينحصر عرض نطاق القنوات HIPERLAN بين 16 MHz (النمط 2) و 23,5 MHz (النمط 1) وهذا داخل ضمن عرض نطاق مقياس الارتفاع. وتبلغ القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) القصوى التي تشعها شبكة HIPERLAN $(P_h G_h)$ dBm 30 (النمط 1) أو 23 dBm (النمط 2). ويبلغ كسب الهوائي في مقياس الارتفاع G_0 القيمة 32,2 dB، و G_a هو كسب الهوائي خارج المحور في اتجاه الشبكة HIPERLAN، مع خسارة دخل L إضافية قدرها 1 dB. ومقياس الارتفاع المسدد نحو النظير مجهز بهوائي قطره 1,2 m. و R هي المسافة بين مقياس الارتفاع والشبكة HIPERLAN.

وتعطى القدرة التي يستقبلها مقياس الارتفاع من الشبكة HIPERLAN في اتجاه خط التسديد للمحساس SAR (أي $G_a = G_0$) بالعلاقة:

$$(1) \quad P_r = \frac{P_h G_h G_a \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2 L}$$

وباعتبار الخصائص الحرجة نسبياً لمعلمات شبكة HIPERLAN من النمط 1 (المعطاة في الفقرة 2.2)، تأخذ القدرة P_r القيمة -108,3 dBm.

وتبلغ عتبة تداخل مقياس الارتفاع القيمة -88 dBm، لذلك يمكن الاستنتاج بأن مقياس الارتفاع يمكنه تحمل اشتغال عدد من الشبكات HIPERLAN على التآون، طالما أن الهامش يبلغ 20,3 dB. وفوق ذلك فإن مقياس الارتفاع مصمم لكي يستخدم من أجل قياسات تجري فوق المحيطات بشكل أساسي، ولا يمكنه إعطاء معلومات دقيقة، عندما توجد مناطق برية كبيرة في مجال الرؤية لحزمة هوائيه. ويتضح من هذا التحليل أن مقياس الارتفاع لا يتأثر بتشغيل الشبكات HIPERLAN.

واكتمالاً للتحليل، يمكن حساب عدد الشبكات HIPERLAN التي يمكن السماح بوجودها في منطقة التغطية عند -3 dB لمقياس ارتفاع مشغل فوق المناطق البرية، باستخدام الطريقة المشروحة في الفقرة 1.1.4 من هذه التوصية.

وتعطي الحسابات عدداً كلياً محصوراً بين 586 (خارج المباني) و4 664 (داخل المباني) من الشبكات HIPERLAN كحد لا يتولد تداخلاً لمقياس الارتفاع. وتبقى هوامش إضافية أيضاً بفعل الأسباب التالية:

- لم تؤخذ بالحسبان أي خسارة بالاستقطاب أو خسارة إضافية بالانتشار (حوالي 3 dB).
- لم تؤخذ بالاعتبار أي تقنيات لتخفيف التداخل (مثل التحكم في قدرة المرسل) (والتي يمكنها أن توفر هنا 3 dB على الأقل كهامش إضافي).
- لقد اعتبر فيض في تقدير كسب مقياس الارتفاع في اتجاه الشبكة HIPERLAN، أثناء المحاكاة.

ومن المتوقع فوق ذلك أنه لن تنتشر إلا أنظمة HIPERLAN من النمط 2 للعمل في مدى الترددات الذي تستخدمه مقياس الارتفاع، مما يحسن الحالة لأن القدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p.) القصوى تكون قليلة الارتفاع (200 mW).

ويمكن الاستنتاج إذاً بأن مقياس ارتفاع مستعمل فوق المحيطات لن يتأثر بالتداخلات التي تسببها شبكات HIPERLAN. أما إذا لزم استعمال مقياس الارتفاع فوق مناطق برية، فالحالة تعتبر هامشية، حسب الاختيار النهائي لمعاملات الشبكة HIPERLAN. والهامش المتوقع يمكنه أن يسمح بالتقاسم حتى لو كانت مقياس الارتفاع مستعملة قريباً من المناطق البرية. ولكن الشبكات HIPERLAN من النمط 2 والعاملة داخل المباني هي وحدها التي تجعل التقاسم أسهل بكثير.

1.1.4 تقدير عدد الشبكات RLAN في منطقة تغطية مقياس الارتفاع عند -3 dB

نعتبر في هذا التحليل شبكة واحدة HIPERLAN من النمط 1 تشع في الفص الرئيسي لمقياس الارتفاع.

إن لمقياس الارتفاع عرض نطاق موسعاً قدره 320 MHz، وعرض نطاق الشبكة HIPERLAN المساوي 23,5 MHz هو داخل ضمن عرض نطاق مقياس الارتفاع. وتبلغ القدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p.) القصوى التي تشعها الشبكة HIPERLAN $(P_h G_h)$ 30 dBm. ويبلغ كسب الهوائي في مقياس الارتفاع G_0 القيمة 32,2 dB، و G_a هو كسب الهوائي خارج المحور في اتجاه الشبكة HIPERLAN، مع خسارة دخل L إضافية قدرها 1 dB. ومقياس الارتفاع مسدد نحو النظير، وقطر هوائيه يبلغ 1,2 m. و R هي المسافة بين مقياس الارتفاع والشبكة HIPERLAN.

وتعطي القدرة التي يستقبلها مقياس الارتفاع من الشبكة HIPERLAN في اتجاه خط التسديد للمحساس SAR (أي $G_a = G_0$) بالعلاقة:

$$(2) \quad P_r = \frac{P_h G_h G_a \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2 L}$$

ومن هذه العلاقة تكون قيمة القدرة P_r مساوية -108,3 dBm.

وتبلغ عتبة التداخل لمقياس الارتفاع -88 dBm، لذلك يمكن الاستنتاج بأن مقياس الارتفاع يمكنه تحمل اشتغال عدد من الشبكات HIPERLAN على التآون، طالما أن الهامش يبلغ 20,3 dB. وفوق ذلك فإن مقياس الارتفاع مصمم لكي يستخدم من أجل قياسات تجري فوق المحيطات بشكل أساسي، ولا يمكنه إعطاء معطيات دقيقة عندما توجد مناطق برية كبيرة في مجال الرؤية لحزمة هوائيه، ويتضح من هذا التحليل أن مقياس الارتفاع لا يتأثر بتشغيل الشبكات HIPERLAN.

واكتمالاً للتحليل، يمكن حساب عدد الشبكات HIPERLAN التي يمكن السماح بوجودها في منطقة التغطية عند -3 dB لمقياس ارتفاع مشغل فوق المناطق البرية. ولا يكون الحساب مباشراً لأن تغيرات طفيفة في الزاوية φ مع خط تسديد مقياس الارتفاع تؤدي إلى تغيرات في المسافة على سطح الأرض وفي الكسب ومنطقة التلامس على سطح الأرض.

وبافتراض أن كثافة الشبكات HIPERLAN هي D ، فإن العدد الكلي N للشبكات HIPERLAN المرئية من سائل (بافتراض أن هذه الشبكات موزعة بانتظام على سطح الأرض) يعطى بالعلاقة: $N = D \times A$ حيث A هي مساحة منطقة التغطية لمقياس الارتفاع عند -3 dB. ولما كانت الشبكات غير متساوية الأبعاد عن السائل، فإن المنطقة المرئية على سطح الأرض تقسم إلى شرائح مساحية متحدة المركز (انظر الشكل 1)، بحيث يمكن الافتراض أن جميع الشبكات HIPERLAN الموجودة في الشريحة التي رقمها i ، تكون على نفس المسافة d_i ، من السائل، وترى تحت نفس زاوية النظر φ_i ونفس زاوية الارتفاع ε_i . فيعطى عدد الشبكات HIPERLAN الموجودة في الشريحة التي رقمها i بالعلاقة:

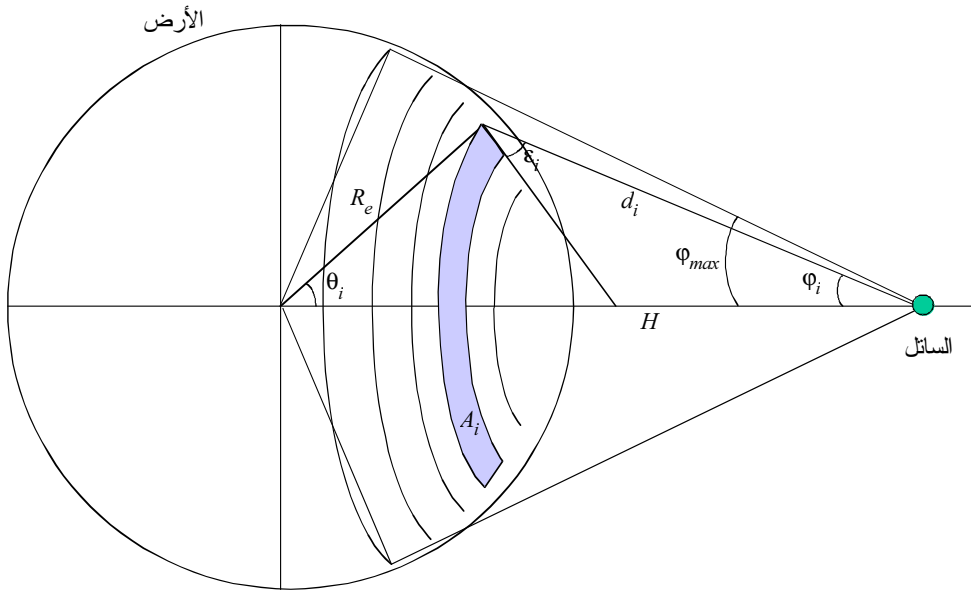
$$(3) \quad N_i = A_i \times (N/A) = A_i \times D$$

حيث:

$$(4) \quad A_i = 2\pi R_e^2 \times [\cos(\theta_{i-1}) - \cos(\theta_i)] \quad \text{for } \theta_i > \theta_{i-1}$$

الشكل 1

هندسة التداخلات التراكمية



وتكون قدرة التداخل الكلية I المتولدة من تراكم تداخلات النظام HIPERLAN عند مقياس الارتفاع تعطى بمجموع المركبات I_i (التي رتبها i) للقدرة الكلية I ، أي:

$$(5) \quad I(W) = \sum_i I_i = \sum_i N_i \cdot \frac{1e (e.i.r.p. / 10)}{(4 \pi d_i f_0 / c)^2} \cdot G(\varphi_i)$$

حيث:

- e.i.r.p. : القدرة المشعة المكافئة المتاحة (dBW)
- d_i : المسافة بين الساتل والإشارة المسببة للتداخل على سطح الأرض
- f_0 : التردد الراديوي المركزي
- $G(\varphi_i)$: كسب هوائي الاستقبال في مقياس الارتفاع الموجود على الساتل، وهو يتوقف على الزاوية عن النظر φ_i أي الزاوية بين مسقط الساتل والشريحة المساحية المعتبرة.

وقد أجري الحساب الرقمي مع الافتراضات التالية: كثافة قدرة ثابتة للشبكة HIPERLAN على سطح الأرض لكل متر مربع، كسب هوائي مقياس الارتفاع متغير حسب العلاقة $G_a = G_0 (\sin(\varphi)/\varphi)^2$ ، حيث φ هي الزاوية بين الخط الرأسي (الشاقولي) واتجاه الساتل - HIPERLAN، وهذا يقابل أسوأ حالة، لأن فص حزمة مقياس الارتفاع يكون في الواقع أدنى بكثير.

ثم حسب بعد ذلك تكامل القدرة المستقبلية عند مقياس الارتفاع في منطقة التغطية عند -3 dB: والقدرة المتوسطة التي يسمح بها مقياس الارتفاع هي -60 dBm/m² حينئذ، أو $0 \text{ dBm/km}^2 (D \times e.i.r.p.)$.

لما كانت مقاييس الارتفاع تسدد نحو النظر، فقد أخذت بالحسبان خسارة إضافية بسبب المسير قدرها 20 dB (خسارة ناجمة عن السقف والسطح) في حساب التداخلات التي تسببها الشبكات HIPERLAN الواقعة داخل المباني. وفي الحالة التي يقتصر فيها تشغيل الشبكات HIPERLAN على العمل داخل المباني، يفترض أنه في لحظة ما يكون 1% من تجهيزات HIPERLAN نشيطة خارج المباني، فيضاف إذاً عامل توهين إضافي كلي قدره 17 dB. وفيما يخص الشبكات HIPERLAN التي رخص لها بالتشغيل خارج المباني، يفترض أن 15% من التجهيزات يوجد في لحظة ما خارج المباني، مما يعطي عامل توهين إضافياً قدره 8 dB. وفي كلتا الحالتين، يفترض أن 5% من الشبكات HIPERLAN تبث على التآون.

الجدول 11

حساب عدد المطاريف الموجودة في منطقة التغطية عند -3 dB

| خارج المباني | داخل المباني | |
|--------------|--------------|---|
| 0 | 0 | كثافة القدرة $(D \times e.i.r.p.)$ (dBm/km ²) |
| 30 | 30 | القدرة e.i.r.p. (dBm) |
| 15 | 1 | الشبكات HIPERLAN العاملة خارج المباني (%) |
| 8 | 17 | هامش إضافي (dB) |
| 0,063 | 0,05 | عدد المطاريف النشيطة/km ² |
| 5 | 5 | المطاريف النشيطة (%) |
| 0,126 | 1,002 | عدد المطاريف/km ² |
| 586 | 4,664 | عدد المطاريف في منطقة التغطية عند -3 dB |

فعدد الشبكات HIPERLAN المنشأة في منطقة التغطية عند -3 dB التي لا تسبب تداخلاً لمقياس الارتفاع، محصور بين القيمتين 568 شبكة (خارج المباني) و4 664 شبكة (داخل المباني).

2.4 التداخل الذي تسببه مقاييس الارتفاع للشبكات RLAN

يراعى في هذه الحالة عامل تخفيض عرض النطاق B_h/B_a ، لأن عرض النطاق لمقياس الارتفاع B_a هو أكبر بكثير من عرض النطاق للشبكات HIPERLAN B_h ، إذ إن قيمة B_a تساوي 320 MHz وقيمة B_h تساوي 23,5 MHz (النمط 1، أسوأ حالة) أو تساوي 16 MHz (النمط 2)، وعليه يبلغ عامل تخفيض عرض النطاق القيمة 11,34 dB في حالة النمط 1 والقيمة 13 dB في حالة النمط 2. ويساوي كسب هوائي الشبكة HIPERLAN G_h في الاتجاه الرأسي القيمة 0 dB.

والقدرة التي يستقبلها نظام HIPERLAN من مقياس الارتفاع هي:

$$(6) \quad P_r = \frac{P_a G_a G_h \lambda^2 B_h}{(4\pi)^2 R^2 L B_a}$$

وتكون بالتالي القدرة التي يرسلها مقياس الارتفاع إلى شبكة HIPERLAN، في أسوأ حالة (الحزمة الرئيسية لمقياس الارتفاع، والمسافة الصغرى 1 347 km، والشبكة HIPERLAN من النمط 1 مستعملة خارج المباني) مساوية -103,64 dBm.

ويجب اعتبار هذه الحالة (حزمة رئيسية لمقياس الارتفاع في الفصوص الجانبية لنظام HIPERLAN وعلى الخط الرأسي) أسوأ حالة، لأن فصوص حزمة مقياس الارتفاع تتخضع بسرعة كبيرة مع زاوية التسديد (فهي على -20 dB عند زاوية قدرها 4° عن النظر، وهي على -40 dB عند زاوية قدرها 15° عن النظر).

ويعطي الحساب السابق هامشاً قدره 10 dB للحالات الأكثر حرجاً (النمط 1)، ومن ثم يمكن الاستنتاج بأن مقياس الارتفاع لا يسبب أي تداخل للشبكات HIPERLAN. وتكون الحالة مؤاتية أكثر في حالة شبكة HIPERLAN من النمط 2 مستعملة داخل المباني. ومن ناحية ثانية فإن مقياس الارتفاع هو رادار نبضي، وخصائصه الخاصة - دورة تشغيل منخفضة وخسارة بالاستقطاب وخسارة بالانتشار - التي تتيح الحصول على هوامش إضافية لم تؤخذ بالحسبان.

3.4 الاستنتاج

يؤدي التحليل إلى الاستنتاج بأن مقياس ارتفاع رادارياً يشغل عرض نطاق قدره 320 MHz بجوار التردد 5,3 GHz يكون متوائماً مع الشبكات المحلية الراديوية (RLAN). ويمكن الحصول على أفضل الهوامش مع الشبكات HIPERLAN من النمط 2 التي يشيع استعمالها أكثر من غيرها في نطاق خدمة مقاييس الارتفاع. والنقاسم بين الشبكات RLAN ومقاييس الارتفاع سيكون ممكناً أيضاً في النطاق الذي يزيد على 5 460 MHz.

5 دراسة الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) ومقاييس الانتثار

غالباً ما تُستخدم مقاييس الانتثار في الوقت الحاضر لتطبيقات فوق المناطق البرية، ولكن تطبيقاتها سوف تتضاعف بلا شك في مستقبل قريب، نظراً إلى أن استبانة هذه الأدوات تتزايد باستمرار. ولذلك فتحليل التداخل لا يقتصر على المناطق الساحلية، ويمكن اعتبار أن مداها عالمي.

1.5 التداخل الذي تسببه الشبكات RLAN لمقاييس الانتثار

في نظام مقياس الانتثار، يتم تقدير قدرة الإشارة المرتدة كصدى بأن تقاس في البداية قدرة المكونات "الإشارة + الضوضاء" (أي الإشارة المرتدة مع إسهام ضوضاء النظام) وبعد ذلك تسحب المكونات "الضوضاء - فقط" (أي تقدير ضوضاء النظام لوحدها، أو "ضوضاء الخلفية"). ولكي يستمثل تشغيل النظام، يتم هذان القياسان على عدة عروض نطاقات و/أو في لحظات مختلفة. وتعتمد هذه السياسة على أن الضوضاء الاسمية للنظام هي بطبيعتها ضوضاء بيضاء أثناء تتابع القياس (أي مستقرة مع توزيع منبسط للقدرة الطيفية).

وفي هذه الظروف، يمكن تصور سيناريوهين مختلفين للتداخل، في أولهما يكون التداخل حاضراً باستمرار في مراحل القياس، أي بشكل ضوضاء بيضاء في موجة مستمرة، وفي ثانيهما لا يكون التداخل حاضراً إلا في واحد من القياسين بسبب انتقال السائل (انتقال منطقة التغطية لأحد هوائيات الحزمة المنبسطة) أو بسبب انقطاع في الإشارة المسببة للتداخل. وقد تختلف التشكيلة أيضاً باختلاف تقنيات القياس المستعملة في مقاييس الانتثار المختلفة.

إن المعيار الأدنى لاشتغال مقاييس الانتثار هو سرعة رياح تساوي 3 m/s. ففي هذه السرعة تكون الإشارات المنتثرة إلى الخلف أضعف ما يمكن، ويكون النظام بالتالي أشد حساسية للضوضاء أو للتداخل. ويمكن تقدير الخطأ الناتج من هذا السيناريو الثاني باستخدام قيمة معلمية α لها قيمة نموذجية في هوائيات الحزم المنبسطة ($\alpha = 0,7$ dB) وهي معطاة في التوصية ITU-R SA.1166.

$$(7) \quad \alpha(\text{dB}) = 10 \log \left\{ \frac{[N + (I_{S+n}/B_{S+n})]}{[N + (I_n/B_n)]} \right\}$$

حيث:

N : كثافة القدرة الاسمية لضوضاء الخلفية (حوالي -201 dB(W/Hz) عند مدخل مستقبل مقياس الانتثار من أجل هوائيات الحزم المنبسطة)

B_{S+n} : عرض نطاق قياس المكونات "الإشارة + الضوضاء"

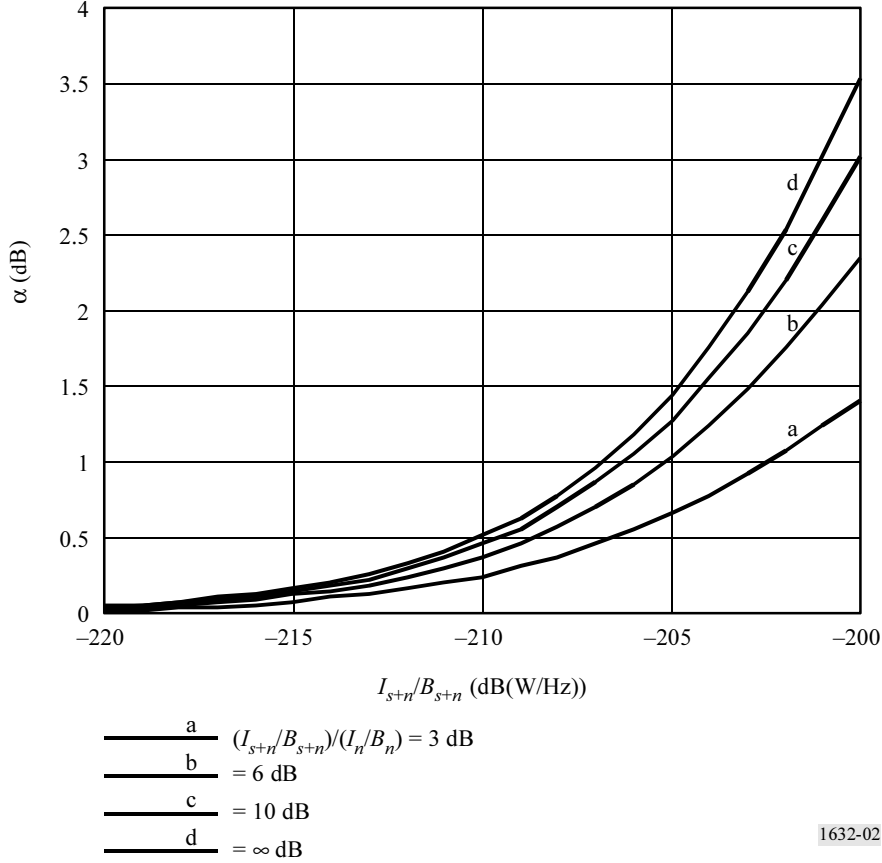
B_n : عرض نطاق قياس المكونات "الضوضاء - فقط"

I_{S+n} : القدرة المتوسطة للإشارة المسببة للتداخل في عرض النطاق B_{S+n} أثناء فترة قياس المكونات "الإشارة + الضوضاء"

I_n : القدرة المتوسطة للإشارة المسببة للتداخل في عرض النطاق B_n أثناء فترة قياس المكونات "الضوضاء - فقط".

والشكل 2 هو تمثيل بياني للمعادلة (1) في حالة مقياس انتشار تساوي ضوضاء الخلفية في مستقبله القيمة $N = -201 \text{ dB(W/Hz)}$. ويمثل الرسم البياني المعلمة α بدلالة الكثافة الطيفية لقدرة الإشارة المسببة للتداخل I_{S+n}/B_{S+n} . وبسبب ضيق عرض النطاق في الحزمة المنبسطة، ينبغي توقع حدوث تغيرات من رتبة عدة وحدات dB في سويات التداخل المستقبلية مع مرور الفصوص الجانبية لمقياس الانتثار في حزمة المرسل. وقد وجد في الواقع أن القيمة 6 dB تمثل التغير الأقصى المقدر أثناء فترة القياس للمقدار: $10 \log [(I_{S+n}/B_{S+n}) / (I_n/B_n)]$. وانطلاقاً من الشكل 2 يمكن الاستنتاج بأن الكثافة الطيفية للقدرة القصوى المسببة للتداخل والتي يمكن أن تسمح بها أي من الحزم المنبسطة لهوائي مقياس الانتثار من دون انحطاط في دقة القياس، تساوي -207 dB(W/Hz) .

الشكل 2



1632-02

وفي حالة تداخل بموجة مستمرة مشابه لضوضاء بيضاء، تكون القدرة الطيفية القصوى المسببة للتداخل المسموح بها تساوي تقريباً -195 dB(W/Hz) عند مدخل المستقبل.

وكانت الشبكة المحلية الراديوية (RLAN) التي استخدمت في تحليل هذا التقاسم مطابقة لمعيار النمط 2 من الشبكات HIPERLAN (انظر المعلمات في الفقرة 2.2). وسوية التداخل القسوى المقبولة عند مدخل مستقبل مقياس الانتثار تساوي -207 dB(W/Hz). واستعمل في مقياس الانتثار من النمط 1 كسب للهوائي قدره 31 dBi على بُعد تتبّع قدره 650 km، وهذا يقابل خسارة في الفضاء الحر قدرها $167,3$ dB.

ويمكن أن نكتب عبارة القدرة التي يستقبلها مقياس الانتثار من شبكة HIPERLAN بالشكل:

$$(P_r)_{dB} = (P_h)_{dB} - LFS + (G_s)_{dB} - 3 \quad (8)$$

وهنا نجد أن قيمة P_r تساوي $-149,3$ dB على عرض نطاق قدره 16 MHz، وهذا يقابل $-221,3$ dB(W/Hz). وهذا يعطي هامشاً قدره $14,3$ dB. وهذا يدعو إلى الاستنتاج بأن التداخل الذي تسببه شبكة HIPERLAN من النمط 2 لمستقبل في مقياس انتثار لا يمكن اعتباره تداخلاً ضاراً. ويبين الجدول 12 أن مقياس الانتثار متوائمة مع انتشار كبير الكثافة للشبكات RLAN، لا سيما إذا كانت الشبكات RLAN تستخدم داخل المباني.

الجدول 12

السعة النشيطة لشبكة HIPERLAN من النمط 2 التي يمكن تشغيلها بالتقاسم مع مقياس انتثار من النمط 1

| نمط تشكيلة النشر | خارج المباني فقط | داخل المباني فقط | مختلط (15% خارج المباني) |
|--|------------------|------------------|--------------------------|
| القدرة المرسل (dBW) | -10 | -10 | -10 |
| الخسارة في الفضاء الحر (dB) | -167,3 | -167,3 | -167,3 |
| كسب هوائي الاستقبال (dBi) | 31 | 31 | 31 |
| الخسارة بالاستقطاب (dB) | -3 | -3 | -3 |
| الخسارة الإضافية بالمسير (dB) | 0 | -17 | -7,8 |
| القدرة المستقبلية (قناة/W/Hz) (dB) | -149,3 | -166,3 | -157,1 |
| القدرة المستقبلية (dB(W/Hz)) | -221,3 | -238,3 | -229,1 |
| عتبة التداخل في مقياس الانتثار | -207 | -207 | -207 |
| الهامش (dB/Hz) | 14,3 | 31,3 | 22,1 |
| النسبة النشيطة/المنفصلة (5%) | 13 | 13 | 13 |
| المجموع المقبول من الشبكات RLAN النشيطة + المنفصلة/ km ² (dB) | 27,3 | 44,3 | 35,1 |

2.5 التداخل الذي يسببه مقياس انتثار لشبكة RLAN

يدرس في هذه الحالة التداخل الذي يسببه مقياس انتثار من النمط 1 لشبكة محلية HIPERLAN من النمط 2. ولما كان هذا النمط من الشبكات المحلية تتوفر فيه وظيفة الانتقاء التحريكي للتردد، وكان عرض النطاق في مقياس الانتثار صغيراً نسبياً، فإنه لا يدرس هنا إلا التداخل الذي يسببه أحد الفصوص الجانبية في مقياس الانتثار لشبكة محلية HIPERLAN. وتبلغ قدرة الزروة لمقياس الانتثار 4,8 kW، واستخدم من جديد لهذا التحليل قيمة 26 dBi للفص الجانبي.

تبلغ القدرة التي تستقبلها شبكة HIPERLAN من مقياس انتشار النمط 1 القيمة -106,5 dB تقريباً، وهي قيمة تزيد على عتبة التداخل في الشبكة HIPERLAN أو ما يسمى الحساسية الدنيا المفيدة في المستقبل والتي تساوي -115 dB. ولم تؤخذ بالحسبان بقية الخسارات عند المدخل أو بسبب الاستقطاب أثناء التحليل، ولكن هذه العناصر لا تغير في نتائج التحليل (من رتبة بضع وحدات dB). وأثناء تطبيق مقياس الانتثار، تبقى الشبكة RLAN على مرأى من أحد فصوصه الجانبية لمدة عدة ثوانٍ. ولما كان هذا النمط من مقاييس الانتثار مجهزاً بعدة هوائيات منبسطة الحزم، فإن مدة التداخل الكلية أثناء مرور الساتل يمكن أن تصل إلى حوالي 20 ثانية. وكما ورد في السابق، فإن الشبكات HIPERLAN من النمط 2 مجهزة بوظيفة الانتقاء التحريكي للتردد، وهي تتيح الانتقال إلى قناة أخرى قبل إصدار المعطيات بمعنى الكلمة، لذلك تعتبر هذه الوظيفة مفيدة جداً في تخفيض مشاكل التداخل.

وهناك طريقة أخرى مناسبة أكثر لتحديد السوية القصوى المقبولة من التداخل تكمن في أخذ النسبة C/I (الموجة الحاملة إلى التداخل) بالحسبان، والتي يجب أن تكون أكثر من 15 dB. ولما كانت المرسلات يتباعد بعضها عن بعض بمسافة 50 m (سيناريو أسوأ حالة)، يمكن إذاً رفع سوية التداخل المقبولة بقدر 10 dB (فتصبح -105 dBW بدلاً من -115 dBW). وفي حالة مقياس الانتثار من النمط 1، يعطي التحليل هامشاً موجباً قدره 1,5 dB للتجهيزات المستخدمة خارج المباني، بينما يكون الهامش أكثر مؤاتة (18,5 dB) في حالة الشبكات RLAN المستخدمة داخل المباني.

الجدول 13

التداخل الذي يسببه مقياس انتشار من النمط 1 لشبكة WLAN عالية السرعة

| المعلمة | القيمة | dB |
|-----------------------------------|----------------------|---------|
| القدرة المرسلة (W) | 4 800,00 | 36,81 |
| الخسارة على مسير الإرسال (dB) | 0,00 | 0,00 |
| كسب هوائي الإرسال (dB) | 26,00 | 26,00 |
| كسب هوائي الاستقبال (dB) | 0,00 | 0,00 |
| الطول الموجي (m) | $2^{-2} \times 5,65$ | 24,96- |
| $(4\pi)^{-2}$ | $3^{-3} \times 6,33$ | 21,98- |
| المسافة (km) | 1 314,03 | 122,37- |
| تخفيض عرض النطاق (dB) | 0,00 | 0,00 |
| القدرة المستقبلية (dBW) | | 106,50- |
| عتبة التداخل لشبكة محلية HIPERLAN | | 115,00- |
| الهامش (dB) (خارج المباني) | | 8,50- |
| الخسارة بالمباني (dB) | | 17 |
| الهامش (dB) (داخل المباني) | | 8,50 |

3.5 الاستنتاج

يمكن الاستنتاج بأن تشغيل مقياس انتشار بجوار التردد 5,3 GHz متوائم مع تشغيل شبكات RLAN في نفس النطاق. ويجب ألا تعاني مقاييس الانتثار تداخلات تسببها الشبكات RLAN. وفيما يخص التداخل الذي تسببه مقاييس الانتثار للشبكات RLAN، تظهر الدراسة أن التقاسم ممكن، عندما تستخدم الشبكات RLAN داخل المباني. ويلاحظ أن بعض الشبكات RLAN التي تتمتع ببعض الخصائص التي تضعها في فئة الشبكات HIPERLAN من النمط 2، تكون مزودة بوظيفة الانتقاء التحريكي للتردد، وأن ذلك يجعلها أقل عرضة لمعاونة التداخل الذي قد تسببه مقاييس الانتثار، عندما تستخدم خارج المباني.

6 استنتاجات عامة حول المواءمة

يمكن الاستنتاج عموماً من تحليل التقاسم الذي هو موضوع هذه التوصية، أن المحاسيس النشيطة النموذجية المحمولة على متن مركبة فضائية والعاملة في النطاق 5 350-5 250 MHz، والشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) عالية السرعة التي يقترح نشرها في نفس النطاق، يمكن أن تكون متوائمة إذا تحققت بعض الخصائص في الشبكات المحلية الراديوية (RLAN):

- الاستخدام داخل المباني (مما يوفر توهيناً قدره 17 dB عن حالة الأنظمة المستخدمة خارج المباني).
- حدّ القدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p.) المتوسطة² يبلغ 200 mW (أو 100 mW إذا لم يستعمل التحكم في قدرة الإرسال)، وحدّ للكثافة المتوسطة للقدرة المشعة المكافئة المتاحة قدره 10 mW في أي نطاق عرضه 1 MHz.
- توفر وظيفة التحكم في قدرة الإرسال التي تؤمن عامل تخفيض قدره 3 dB على الأقل.
- توفر وظيفة انتقاء عشوائي للقنوات، مثلاً وظيفة انتقاء تحريكي للتردد على صعيد نظام انتقاء القنوات، للحصول على توزيع منتظم لحمولة قنوات الشبكة WLAN على كامل عرض النطاق المتيسر حول التردد 5 GHz (أعطيت في الدراسة قيمة افتراضية كلية قدرها 330 MHz أي كثافة قدرها 440 مرسلًا في قناة عرضها 20 MHz داخل منطقة التغطية لمحاسيس الرادار (SAR).

² يفهم من القدرة المشعة المكافئة المتاحة (e.i.r.p.) المتوسطة أنها المتوسط المحسوب أثناء رشقة إرسال عند ضبط قدرة الإرسال القصوى.