الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيـــة ITU-R M.1452-2

(2012/05)

رادارات تفادي تصادم السيارات وأنظمة الاتصالات الراديوية العاملة بالموجات الميلليمترية من أجل تطبيقات أنظمة النقل الذكية

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

150 ITU 1865-2015

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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة**
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بُعد
S	الخدمة الثابتة الساتلية
SA	التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية
SF	تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة
SM	إدارة الطيف
SNG	التجميع الساتلي للأخبار
TF	إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت
V	المفردات والمواضيع ذات الصلة

ملاحظة: *تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

النشر الإلكتروني
جنيف، 2015

© ITU 2015
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصيـــة ITU-R M.1452-2

رادارات تفادي تصادم السيارات وأنظمة الاتصالات الراديوية العاملة بالموجات الميلليمترية من أجل تطبيقات أنظمة النقل الذكية

(المسألة ITU-R 205/5)

(2012-2009-2000)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية المتطلبات والخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة الاتصالات الراديوية العاملة بالموجات الميلليمترية في تطبيقات أنظمة النقل الذكية من أجل استعمالها لأغراض تصميم النظام. كما تشمل نظام رادار لتفادي تصادم السيارات يعمل في النطاقات GHz 77-76 وGHz 81 77، إلى جانب أنظمة الاتصالات الراديوية بالموجات الميلليمترية لأغراض تطبيقات أنظمة النقل الذكية (ITS) في مدى الترددات GHz 66-57، وذلك للاتصالات من عربة إلى عربة والاتصالات بين العربة وبين جانبي الطريق.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن أنظمة النقل الذكية (ITS) ستساهم كثيراً في تحسين النقل والسلامة العامة؛

ب) أن المعايير الدولية قد تسهل تطبيقات أنظمة النقل الذكية في العالم وتتيح تحقيق اقتصادات الحجم الكبير من خلال تقديم تجهيزات أنظمة النقل الذكية وخدماتها إلى الجمهور الواسع؛

ج) أن توحيد تطبيقات أنظمة النقل الذكية مرتبط بتوزيعات طيف راديوي مشترك؛

د) أنه لا بد من أنظمة نقل عالية القدرة للأنظمة الراديوية ITS من أجل دعم تطبيقات متعددة الوسائط باستبانة عالية؛

هـ) أنه لا بد أيضاً من أنظمة نقل منخفضة القدرة للأنظمة الراديوية ITS من أجل دعم توفير السلامة لسير العربات مثل النظام الراداري لتجنب الاصطدامات؛

و) أن نظام رادار مدمجاً في الاتصالات الراديوية مفيد لسلامة القيادة وراحة السائق؛

ز) أن أنظمة الاتصالات ITS فائقة السرعة بالموجات الميلليمترية التي تستخدم التكنولوجيا الراديوية عبر الألياف شكلت موضوع دراسات مكثفة في منتديات البحوث وفي الصناعة؛

ح) أن ترددات الموجة الميلليمترية لديها مزايا كبيرة وتوفر عرض نطاق واسعاً لهذه الأنظمة المتكاملة للاتصالات ITS والرادارات؛

ط) أن ترددات الموجة الميلليمترية تستعمل أيضاً في أنظمة وخدمات راديوية أخرى تعمل بموجب لوائح الراديو؛

ي) أن امتصاصاً شديداً في جزء من مدى ترددات الموجات الميلليمترية ناجماً عن الأوكسجين في الجو وبخار الماء قادر على الحد من التداخل بين خدمات راديوية مختلفة تعمل في مدى الترددات هذا؛

ك) أن الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة المدمجة الراديوية بالموجات الميلليمترية لأغراض التطبيقات ITS تحتاج إلى نظام تعرف لتيسير نشرها عالمياً كنظام،

وإذ تلاحظ

أ) أن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) نشرت معايير بشأن الجوانب غير الراديوية لأنظمة النقل الذكية في المعيار ISO/TC204 آخذة في الاعتبار أعمال المنظمات الخارجية المعترف بها؛

ب) أن المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) نشر معايير بشأن الجوانب غير الراديوية لأنظمة النقل الذكية في المنشور ETSI/ERM (المواءمة الكهرمغنطيسية وقضايا الطيف الراديوي) الذي قد يساهم أيضاً في الجهود المبذولة في قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد؛

ج) أن معهد المهندسين الكهربائيين والإلكترونيين (IEEE) يضطلع بوضع معايير اتصالات بالموجة الميلليمترية للشبكات اللاسلكية الشخصية في مدى الترددات 57-66 GHz؛

د) أن كتيب الخدمة المتنقلة البرية (المجلد 4 عن أنظمة النقل الذكية) يحتوي على معلومات عن الاتصالات بالموجات الميلليمترية بما في ذلك خصائص الانتشار للاتصالات من عربة إلى عربة والاتصالات داخل العربة والرادار،

وإذ تدرك

أ) أن النطاق 77,5-78 GHz موزع عالمياً على أساس أولي لخدمة الهواة وخدمة الهواة الساتلية؛

ب) أن النطاقات 76-77,5 GHz و78-81 GHz موزعين عالمياً على أساس أولي لخدمات التحديد الراديوي للموقع وعلم الفلك الراديوي،

توصي

1 بضرورة استعمال الخصائص التشغيلية والتقنية لرادارات السيارات العاملة في النطاق 76-77 GHz على النحو الوارد في الملحق 1 بوصفها مبادئ توجيهية لأغراض تصميم النظام؛

2 بضرورة استعمال الخصائص التشغيلية والتقنية لرادارات السيارات العاملة في النطاق 77-81 GHz على النحو الوارد في الملحق 2 بوصفها مبادئ توجيهية لأغراض تصميم النظام؛

3 بضرورة استعمال الخصائص التشغيلية والتقنية لأنظمة الاتصالات الراديوية العاملة بالموجات الميلليمترية من أجل تطبيقات أنظمة النقل الذكية ورسائل البيانات بين عربة وعربة وبين عربة وجانبي الطريق على النحو الوارد في الملحق 3، بوصفها مبادئ توجيهية لأغراض تصميم النظام.

الملحـــق 1
جهاز رادار تفادي تصادم السيارات
يعمل بالتردد 76-77 GHz

1 معلومات عامة

1.1 مقدمة

حددت عدة نطاقات موجات ميلليمترية لرادارات العربات: فالنطاق 76-77 GHz خصصته لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) في الولايات المتحدة الأمريكية ووزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) في اليابان لهذه الأغراض. وفي الولايات المتحدة، تخضع رادارات العربات العاملة في النطاق 76-77 GHz للجزء 253.15 من الرقم 47 من قواعد لجنة الاتصالات الفيدرالية والجزء 15 الخاص بالأجهزة، وقد لا تسبب تداخلاً ضاراً وعليها أن تقبل تداخلاً قد يسببه تشغيل نظام راديوي مسموح أو مصدر إشعاعات إرادية أو غير إرادية. أو تجهيز صناعي وعلمي وطبي (ISM)، أو إشعاعات طارئة. وعلاوة على ذلك، اعتمد المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) وفقاً لمتطلبات الطيف الراديوي الأوروبي لقياس النقل والحركة في الطرقات (RTTT)، معايير أوروبية لرادارات السيارات العاملة في النطاق 76-77 GHz (ETSI EN 301 091) واعتمدت لجنة الاتصالات الإلكترونية قراراً (ECC/DEC/(02)01) بشأن النطاقات الترددية التي ينبغي تخصيصها للإدخال المنسق لقياس النقل والحركة في الطرقات، بما في ذلك النطاق 76-77 GHz. وفي اليابان، يخصص النطاق 76-77 GHz لهذا النوع من التطبيق (ARIB STD-T48).

وفي أكتوبر 2010، حدد الاتحاد الروسي النطاق 76-77 GHz لرادارات السيارات.

وهذه الجهود دفعت برنامج تقييس الاتصالات لآسيا والمحيط الهادئ (ASTAP) إلى النظر في مقترح بشأن مشروع معيار لرادار تفادي تصادم السيارات يعمل في النطاق 76-77 GHz.

2.1 مجال التطبيق

هنالك حالياً فئتان لأنظمة رادارات العربات بالموجات الميلليمترية وفقاً لمدى القياس وعرض النطاق، وهما:

- الفئة 1: رادار التحكم التكييفي في السير (ACC) وتفادي التصادم (CA) الذي يعمل في النطاق 76-77 GHz لمديات قياس تصل إلى 300 متر.
- الفئة 2: رادار "قصير المدى" للتطبيقات مثل نظام كشف البقعة العمياء (BSD) ونظام المساعدة على تغيير الممر (LCA) ونظام التنبيه بالمرور الخلفي (RTCA)، يعمل في النطاق 77-81 GHz، ويصلح لمديات قياس تصل إلى 100 متر (انظر الملحق 2 فيما يتعلق بالفئة 2).

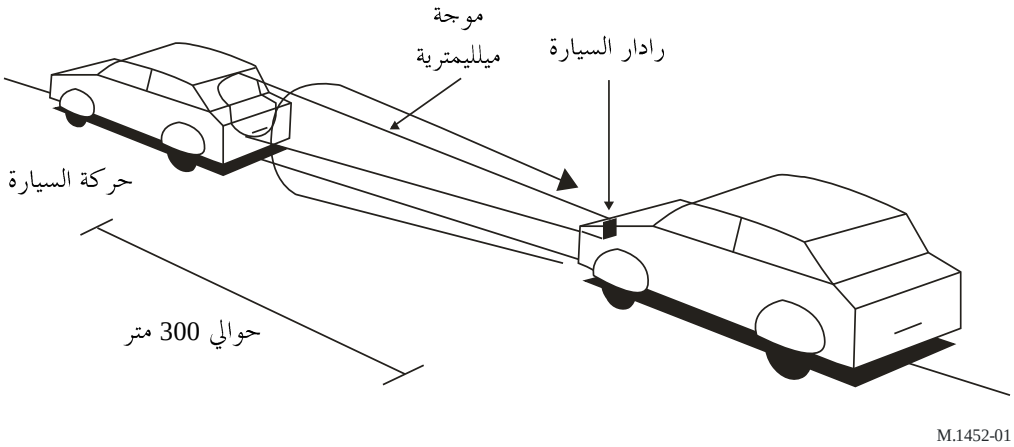
ويرد المنطق الأساسي لفصل هذه التطبيقات إلى نطاقي تردد مختلفين في تقرير لجنة الاتصالات الإلكترونية الذي يكشف أن دراسات التقاسم خلصت إلى أن التقاسم لا يمكن تحقيقه بين الفئتين 1 و2 إذا ما تم تشغيلهما في نطاق ترددي مشترك.

ونظراً لبيع السيارات في جميع أرجاء العالم فإن صناعة السيارات تولي اهتماماً بالغاً لتوحيد نطاقات الترددات هذه ومعلماتها ذات الصلة على الصعيد العالمي.

ويبيّن الشكل 1 مثالاً لتطبيق رادار سيارات.

الشـــكل 1

صورة لأنظمة رادارات السيارات



M.1452-01

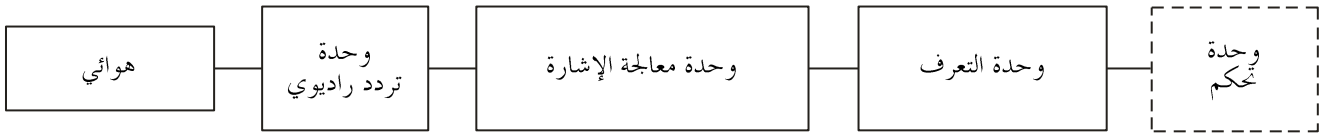
من الممكن تبعاً لعدد محاسيس الرادار ومواقعها، كشف الأغراض بالقرب من السيارة أو حتى في محيطها كاملاً. والإشارات التي ترسلها المحاسيس هي الأساس الذي لا تستند إليه الأنظمة المساعدة للسائق فحسب مثل نظام التحكم التكييفي في السير، بل عدد كبير من تطبيقات السيارات للسلامة الفعّالة والمنفعلة.

ستساهم أنظمة مراقبة جوانب السيارات مساهمة كبيرة في تعزيز سلامة القيادة. فرادارات السيارات تتماشى بما تتمتع به من مقاومة للطقس الرديء والأوحال مع قيادة السيارات في أقسى الظروف.

ويبين الشكل 2 تشكيلة رادار السيارات.

الشـــكل 2

تشكيلة رادار السيارة



M.1452-02

وفيما يلي الأنظمة الفرعية للرادار:

– *وحدة الهوائي/التردد الراديوي (RF)*

يتألف هذا الجزء من هوائي إرسال وهوائي استقبال وجهاز استقبال وجهاز إرسال. ويقوم هذا الجزء بمعالجة تشكيلات الإشارة وتحويلها إلى ترددات أعلى وإرسال الموجة الراديوية واستقبال الموجة الراديوية. ويمكن تزويده بعدة هوائيات للتمكن من إجراء مسح الحزم.

– *وحدة معالجة الإشارات*

تستنتج هذه الوحدة المسافة والسرعة من خلال حساب الإشارات المرسلة من الوحدة RF. كما يتم فيها أحياناً استنتاج متوسط المسافة والسرعة وتخفيف التداخل. وعندما يقوم الهوائي بمسح الحزمة تحسب هذه الوحدة اتجاه الأغراض التي تكشفها.

– *وحدة التعرف*

تنتقي هذه الوحدة البيانات الأكثر أهمية والضرورية وتنظمها تبعاً لاحتياجات كل نظام. وعلى سبيل المثال، تتعرف هذه الوحدة على الأغراض الخطيرة، ويمكنها أن تقدر ما إذا كانت السيارة الموجودة أمامها مندفعة بسرعة. وتحدد هذه الوحدة من وقت لآخر الأشكال المجمعة وتخفف من التداخل وتحسن دقة القياس وموثوقية البيانات من خلال تتبع أثر الأغراض وجمع البيانات مع بيانات واردة من محاسيس أخرى.

2 متطلبات النظام

1.2 طرائق الرادار والتشكيل

فيما يلي طرائق الرادار (مع طرائق التشكيل) الموصى بها:

– طريقة رادار الزقزقة (FM-CW سريع)؛

– طريقة النبضات (تشكيل النبضة)؛

– قفزات تردد النبضات؛

– طريقة الموجة المستمرة بترددين (دون تشكيل أو تشكيل ترددات)؛

– طريقة تمديد الطيف (تمديد الطيف في تتابع مباشر).

2.2 الخصائص التشغيلية والتقنية لرادار السيارة الذي يعمل في النطاق GHz 77-76

ترد في الجدول 1 خصائص رادار السيارة الذي يعمل في النطاق GHz 77-76.

الجـــدول **1**

خصائص رادار السيارة الذي يعمل في النطاق GHz 77-76

الخصائص (المعلمات)	**القيمة**
الخصائص التشغيلية	
التطبيق	التحكم التكييفي في السير (ACC) تحكم تكييفي في السير، توقف وانطلاق تفادي التصادم (CA)
تثبيت نمطي	محساس واحد (خلف مشع التبريد)
الخصائص التقنية	
مدى نمطي	300-0 متر
مدى التردد	GHz 77,00-76,00
عرض النطاق المحدد (نمطي)	حتى GHz 1
قدرة الذروة (e.i.r.p.)	حتى dBm 55+
قدرة متوسطة (e.i.r.p.)	dBm 50-23,5

الملحـــق 2

رادار تفادي تصادم السيارات العامل في النطاق GHz 81-77

1 اعتبارات عامة

1.1 مقدمة

تؤدي تكنولوجيا رادارات السيارات الحالية العاملة تحت GHz 30 سواء إلى مدى محدود (جهاز النطاق العريض جداً GHz 24) أو إلى استبانة محدودة (رادار ISM العامل في النطاق GHz 24). وبالتالي، خلص المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات إلى اعتبار النطاق GHz 81-77 بوصفه النطاق الترددي الوحيد المنسق عالمياً من أجل رادارات السيارات. وقد خصص المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) في يوليو 2004 (ECC/DEC/(04)03) هذا النطاق لرادار السيارات. واعتمدت اللجنة الأوروبية القرار 2004/545/EC بشأن تنسيق الطيف الراديوي في المدى GHz 79 لاستعمال رادار السيارات. واعتمد المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات المعيار المنسق EN 302 264 للرادار قصير المدى (SRR) الذي يعمل في النطاق GHz 81-77.

وفي مارس 2010، أنشأت وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) في اليابان لجنة دراسات في إطار مجلس المعلومات والاتصالات لتشغيل رادار عالي الاستبانة في النطاق الترددي GHz 81-77 من أجل الاستعمال الوطني.

وفي أكتوبر 2010، حدد الاتحاد الروسي النطاق GHz 81-77 لرادارات السيارات.

ولتمكين تطبيقات رادارات السيارات المستقبلية من رصد الكائنات المحيطة بسيارة، مثل المشاة والدراجات، يلزم توفر مدى موسع واستبانة عالية في آن واحد. ونتيجة لذلك، سيتم تحسين تطبيقات السيارات من أجل وظائف السلامة التنبؤية. ولهذا الغرض، من المتوخى تخصيص النطاق الترددي GHz 81-77 الموزع فعلاً في أوروبا.

2 متطلبات النظام

1.2 طرائق الرادار والتشكيل

فيما يلي طرائق الرادار (مع طرائق التشكيل) الموصى بها:

- طريقة تشكيل التردد–الموجة المستمرة (تشكيل التردد)؛
- طريقة رادار الزقزقة (FM-CW سريع)؛
- طريقة تمديد الطيف (تمديد الطيف في تتابع مباشر)؛
- طريقة النبضات (تشكيل النبضة)؛
- طريقة الموجة المستمرة بترددين (دون تشكيل أو تشكيل ترددات)؛
- طريقة شفرة التردد.

2.2 الخصائص التشغيلية والتقنية لرادار السيارة الذي يعمل في النطاق GHz 81-77

ترد في الجدول 2 خصائص رادار السيارة النمطي.

الجدول 2

خصائص رادار السيارة الذي يعمل في النطاق GHz 81-77

المعلمات	القيمة	
	النظام A	النظام B[1]
الكثافة الطيفية للقدرة المتوسطة (e.i.r.p.)	dBm/MHz 9	dBm/MHz 3– (الملاحظة 1)
قدرة الذروة (e.i.r.p.)	dBm 45+	dBm 55+ (الملاحظة 2)
قدرة الإرسال	dBm 10	
كسب الهوائي	dBi 35	
عرض النطاق المحدد	حتى GHz 4	

الملاحظـــة 1 – ينبغي ألا تتجاوز الكثافة الطيفية القصوى للقدرة المتوسطة خارج عربة الناتجة عن تشغيل رادار واحد قصير المدى dBm/MHz e.i.r.p. 9–.

الملاحظـــة 2 – تُحدد قدرة الذروة في عرض النطاق MHz 50.

[1] تُستمد معلمات النظام B من المعيار EN 302 264 للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات.

الملحـــق 3

الخصائص التقنية لأنظمة الاتصالات الراديوية للموجة الميلليمترية المتعلقة بإرسال البيانات فيما بين العربات وبين العربات وجانبي الطريق

1 الخصائص التقنية العامة

- طريقة الاتصالات: اتجاه واحد، إرسال باتجاه واحد، إرسال نصف مزدوج، إرسال مزدوج، توزيع متعدد؛
- طريقة التشكيل: وفق متطلبات التطبيق؛
- نطاق التردد: GHz 66,0-57,0 (ستحدد ترتيبات القنوات الواجب استعمالها لكل منطقة أو بلد على حدة)؛
- قدرة المرسل (القدرة المنقولة إلى الهوائي): mW 10 أو أقل/e.i.r.p.: dBm 40 أو أقل؛
- عرض النطاق المشغول المسموح: GHz 2,5 أو أقل.

2 أمثلة للخصائص التقنية للأنظمة الراديوية للموجة الميلليمترية في تطبيقات أنظمة النقل الذكية

يبين الجدول 3 الخصائص المحددة لأنظمة الاتصالات الراديوية بالموجة الميلليمترية لأغراض أنظمة النقل الذكية.

الجدول 3

الخصائص التقنية لأنظمة الاتصالات الراديوية بالموجات الميلليمترية في تطبيقات أنظمة النقل الذكية

البند	الخصائص التقنية		
	النظام A	النظام B	النظام C
طريقة الاتصال	اتجاه وحيد، إرسال باتجاه واحد، نصف مزدوج، مزدوج، توزيع متعدد		
طريقة التشكيل	لم تصغ طريقة التشكيل كيما تتوافق مع تحديث استعمالها في المستقبل		
نطاق التردد	GHz 64,0-63,0	GHz 66,0-59,0	GHz 64,0-57,0
قدرة المرسل (القدرة إلى الهوائي)		mW 10 أو أقل	mW 10 أو أقل
القدرة e.i.r.p. القصوى	dBm 40		
عرض النطاق المشغول المسموح به		GHz 2,5 أو أقل	
كسب الهوائي	dBi 23 أو أقل (توهين الفص الجانبي: dB 20)	dBi 47 أو أقل	dBi 17 (dBi 17 للتطبيقات من نقطة إلى نقطة)