**السلسلة M**

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

**التوصيـة ITU-R  M.1463-2  
(2013/02)**

**الخصائص ومعايير حماية رادارات عاملة   
في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق   
التردد MHz 1 400-1 215**

**تمهيـد**

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** | **العنـوان** |
| **BO** البث الساتلي | |
| **BR** التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية | |
| **BS** الخدمة الإذاعية (الصوتية) | |
| **BT** الخدمة الإذاعية (التلفزيونية) | |
| **F** الخدمة الثابتة | |
| **M الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة** | |
| **P** انتشار الموجات الراديوية | |
| **RA** علم الفلك الراديوي | |
| **RS** أنظمة الاستشعار عن بعد | |
| **S** الخدمة الثابتة الساتلية | |
| **SA** التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية | |
| **SF** تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة | |
| **SM** إدارة الطيف | |
| **SNG** التجميع الساتلي للأخبار | |
| **TF** إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت | |
| **V** المفردات والمواضيع ذات الصلة | |

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

*النشر الإلكتروني*جنيف، 2014

© ITU 2014

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).

التوصيـة ITU-R  M.1463-2[[1]](#footnote-1)\*

الخصائص ومعايير حماية رادارات عاملة في خدمة الاستدلال الراديوي  
في نطاق التردد MHz 1 400-1 215

(2013-2007-2000)

مجال التطبيق

تعرض هذه التوصية الخصائص التقنية والتشغيلية ومعايير الحماية الخاصة بالرادارات المقامة على سطح الأرض والعاملة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215. وتضم التوصية الخصائص الرئيسية لمكونات مرسلات هذه الرادارات ومستقبِلاتها وهوائياتها.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

*أ )* أن خصائص الهوائي وانتشار الإشارة وكشف الأهداف وعرض نطاق التردد الكبير اللازم التي تتيح للرادارات القيام بوظائفها هي الأمثل في بعض نطاقات التردد؛

*ب)* أن الخصائص التقنية للرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي تحددها أهداف النظام وتتغير تغيراً كبيراً حتى داخل نطاق التردد الواحد؛

*ج)* أن خدمة الملاحة الراديوية هي خدمة في مجال السلامة بالمعنى الذي يرد في الرقم 10.4 من لوائح الراديو ولا يجوز التسامح بأي تداخل ضار بها؛

*د )* أن بعض لجان الدراسات في قطاع الاتصالات الراديوية تبحث إمكانية إدخال أنماط جديدة من الأنظمة (مثل أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت أو الأنظمة الثابتة أو المتنقلة عالية الكثافة) أو الخدمات في نطاقات التردد الواقعة بين MHz 420 وGHz 34 التي تستعملها رادارات خدمة الاستدلال الراديوي؛

*ﻫ )* أن الخصائص التقنية والتشغيلية المميزة للأنظمة العاملة في نطاقات التردد الموزعة على خدمة الاستدلال الراديوي ضرورية لتحديد جدوى إدخال أنماط جديدة من الأنظمة؛

*و )* أن هناك حاجة لاعتماد الإجراءات والمنهجيات من أجل دراسة مواءمة الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي مع أنظمة الخدمات الأخرى؛

*ز )* أن نطاق التردد MHz 1 400-1 215 موزع على أساس أولي لخدمة التحديد الراديوي للموقع؛

*ح)* أن نطاق التردد MHz 1 350-1 300 موزع على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية للطيران التي تقتصر على الرادارات على الأرض والمرسلات-المستجيبات المحمولة جواً المصاحبة لها؛

*ط)* أن نطاق التردد MHz 1 300-1 215 موزع توزيعاً إضافياً على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية في عدد كبير من البلدان؛

*ي)* أن نطاق التردد MHz 1 300-1 215 موزع على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض)؛

*ك)* أن نطاق التردد MHz 1 300-1 215 موزع على أساس أولي لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) وخدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة)؛

*ل)* أن نطاق التردد MHz 1 400-1 350 موزع على أساس أولي للخدمتين الثابتة والمتنقلة في الإقليم 1 وأن نطاق التردد MHz 1 300-1 215 موزع أيضاً على أساس أولي للخدمتين الثابتة والمتنقلة في البلدان المذكورة في الرقم 330.5 من لوائح الراديو،

توصـي

**1** أن تعتبر الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات الاستدلال الراديوي الواردة في الملحق خصائص مميزة للأنظمة العاملة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215؛

**2** أن تستعمل التوصية ITU-R M.1461 كخطوط توجيهية لدراسة مواءمة الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي مع أنظمة الخدمات الأخرى؛

**3** أن تستعمل في حالة التداخل المستمر الوحيد أو المتراكم (وليس التداخل النبضي)، نسبة قدرة الإشارة المسببة للتداخل/إلى سوية قدرة الضوضاء التي يسببها مستقبل الرادار *I*/*N* البالغة -dB 6 كسوية الحماية المطلوبة في رادارات الاستدلال الراديوي؛

**4** أن يستند المعيار المستعمل في حالة التداخل النبضي، إلى دراسة الحالات حالة حالة، مع مراعاة خصائص قطار النبضات غير المطلوبة ومعالجة الإشارة في المستقبل الراداري إن أمكن.

الملحق

الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات الاستدلال الراديوي  
العاملة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215

# 1 مقدمة

ترد خصائص رادارات الاستدلال الراديوي العاملة في كل أرجاء العالم في نطاق التردد MHz 1 400-1 215 في الجدول 1، وتعالج بدقة في الفقرات التالية. وتخصص الفقرة 4 من هذا الملحق لخصائص رادارات رصد خصائص الريح.

# 2 الخصائص التقنية

يستعمل نطاق التردد MHz 1 400-1 215 من قبل عدة أنماط مختلفة من رادارات على منصات تنقل ورادارات ثابتة على الأرض. وتضم وظائف الاستدلال الراديوي التي تنفذ في نطاق التردد هذا وظيفتي المراقبة والتتبع لمسافات بعيدة. ويفترض أن تتوزع ترددات التشغيل لهذه الرادارات بشكل منتظم في نطاق التردد MHz 1 400-1 215. ويشير الجدول 1 إلى الخصائص التقنية للرادارات النمطية في التحديد الراديوي للموقع والملاحة الراديوية العاملة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215.

## 1.2 المرسلات

تستعمل الرادارات العاملة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215 أنماطاً مختلفة من التشكيل تضم النبضات بالموجات المستمرة (CW) وبتشكيل التردد وبتشفير الطور. وتستعمل أجهزة خرج متقاطعة المجالات وبحزمة خطية وبأشباه الموصلات في المراحل الأخيرة من المرسلات. وتتجه الأنظمة الرادارية الجديدة الآن إلى استخدام أجهزة خرج بالحزمة الخطية وبأشباه الموصلات بسبب متطلبات معالجة الإشارة الدوبلرية.

كما أن الرادارات التي تستعمل أجهزة خرج بشبه موصل لها قدرة خرج ذروة في المرسل أضعف ودورة تشغيل نبضية أعلى تصل إلى %50 عند تشغيلها في قناة وحيدة (قد تتألف القناة الوحيدة من ثلاثة أو أربعة ترددات منفصلة في عرض نطاق قدره MHz 10). والاتجاه السائد حالياً أيضاً يميل نحو استعمال أنظمة رادارية بتردد خفيف الحركة يمكنه إلغاء التداخل أو تخفيفه.

وتقع عروض نطاق التردد النمطية للإرسالات RF للرادارات العاملة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215 بين 0,5 وMHz 2,5. وتتراوح القدرة الذروة لخرج المرسلات بين (dBm 76,5) kW 45 بالنسبة إلى مرسلات أشباه الموصلات و(dBm 97) MW 5 بالنسبة إلى رادارات القدرة العالية التي تستعمل الكلايسترون.

## 2.2 المستقبلات

تستعمل الأنظمة الرادارية من الجيل الجديد نظام معالجة إشارات رقمية بعد الكشف لمعالجة معطيات القياس عن بُعد والمعطيات السمتية والدوبلرية. وتستعمل أنظمة معالجة الإشارات عادة تقنيات تتيح تحسين كشف الأهداف المطلوبة وعرض رموز الأهداف على الشاشة. وكذلك تتيح التقنيات المستعملة لمعالجة الإشارات فيما يخص إظهار الأهداف المطلوبة وتعرفها إلغاء التداخل بواسطة إشارات ذات دورة تشغيل ضعيفة (أقل من %5) أي غير متزامنة مع الإشارة المطلوبة.

فضلاً عن ذلك، تتيح أنظمة معالجة الإشارات في رادارات الجيل الجديد التي تستعمل نبضات بتشكيل التردد وبتشكيل الطور، كسباً في معالجة الإشارة المطلوبة وإمكانية إلغاء الإشارات غير المطلوبة.

وتستعمل بعض المرسلات الحديثة بأشباه الموصلات وضعيفة القدرة نظام معالجة إشارات مع دورة تشغيل مرتفعة ومتعددة المستقبلات من أجل تحسين رجوع الإشارات المطلوبة. وباستطاعة بعض المستقبلات الرادارية أن تتعرف على هوية القنوات RF التي تحتوي على إشارات ضعيفة مسببة للتداخل وأن تلزم المرسلات بالبث على هذه القنوات RF.

## 3.2 الهوائيات

تستعمل أنماط مختلفة من الهوائيات في الرادارات العامة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215. وتمتلك رادارات الجيل الجديد المزودة بهوائي من النمط العاكس عدة أبواق. وتستعمل الأبواق المزدوجة عند الإرسال والاستقبال من أجل تحسين كشف الجلبة السطحية. وتستخدم الرادارات ثلاثية الأبعاد هوائيات ذات عاكس ومع حزم ببطارية وبأبواق متعددة. وتخفف هوائيات الأبواق المتعددة من سوية التداخل كما تستعمل صفيف هوائيات مطاورة موزعة في بعض الرادارات العاملة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215. وإضافةً إلى ذلك فإن الرادارات التي تستعمل هوائيات إلكترونية المسح عموماً لها سويات أقل في الفصوص الجانبية من سويات الهوائيات ذات العاكس وبحزمة مسح أضيق في الارتفاع.

وبما أن الرادارات العاملة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215 تؤدّي وظائف بحث وتتبع ومراقبة على مسافات بعيدة فإن الهوائيات تمسح بزاوية قدرها °360 في المستوي الأفقي. وتستعمل الاستقطابات الأفقية والرأسية والدائرية.

### 1.3.2 المخططات النمطية لتغطية الهوائي

العديد من رادارات التحكم في الحركة الجوية في نطاق التردد MHz 1 400-1 215 مزود بمخطط هوائي بنمط التمام تربيعي يشع معظم طاقته في اتجاه الأعلى بزاوية تتراوح بين عدة درجات فوق الأفق إلى حوالي º40. ونظراً لإمكانية استخدام عدد من الهوائيات المختلفة مع الرادارات المتنوعة في نطاق التردد MHz 1 400-1 215 فإن هذه التوصية تزمع تقديم مخططات هوائيات للأنظمة الواردة في الجدول 1.

الجـدول 1

خصائص أنظمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد MHz 1 400-1 215

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | نظام 1 | نظام 2 | نظام 3 | نظام 4 | نظام 5 | نظام 6 | نظام 7 | نظام 8 |
| القدرة الذروة في الهوائي | dBm | 97 | 80 | 76,5 | 80 | 73,9 | 96 | 93 | 78,8 |
| مدى التردد | MHz |  |  |  |  | 1 400-1 215 | 1 350-1 280 | 1 350-1 215 | 1 350-1 240 |
| مدة النبضة | μs | 2 | 88,8؛ 58,8 (الملاحظة 1) | 0,4؛ 102,4؛ 409,6 (الملاحظة 2) | تردد وحيد قدرة 39 تردد مزدوج قدرة 26 و13 (الملاحظة 3) | 2 لكل 51,2 2 لكل 409,6 | 2 | 6 | 115,5؛ 17,5 (الملاحظة 4) |
| معدل تكرار النبضات | pps | 380-310 مع تخالف | 291,5 أو 312,5 وسطياً | 272-200 للمدى الطويل 554-400 للمدى القصير | 774 وسطياً | 748-240 | 279,88 إلى 370,2 | 279,88 إلى 370,2 | 319 متوسط |
| عرض نطاق التردد للنبضات بتشكيل التردد |  | لا يوجد | kHz 770 لكل عرض نبضة | MHz 2,5 بالنسبة إلى 102,4 µs kHz 625 بالنسبة إلى µs 409,6 | لا يوجد | MHz 1,25 | لا يوجد | لا يوجد | 1,2 MHz |
| عرض النبضات الفرعية المشفرة بالطور | μs | لا يوجد | لا يوجد | لا يوجد | 1 | لا يوجد | لا يوجد | لا يوجد | لا يوجد |
| نسبة الانضغاط |  | لا يوجد | 1:68,3 و1:45,2 | 1:256 لكل نبضتين |  | 1:46 و1:256 | لا يوجد | لا يوجد | 150:1 و23:1 |
| عرض نطاق الإرسال RF (dB 3) | MHz | 0,5 | 1,09 | 2,2؛ 2,3؛ 0,58 | 1 | 0,625 أو 1,25 | 1,2 | 1,3 | 1,2 |
| جهاز الخرج |  | كلايسترون | ترانزيستور | ترانزيستور | مكبر متقاطع المجالات | ترانزيستور | منغيترون/أمبليترون | كلايسترون | ترانزيستور |
| نمط الهوائي |  | عاكس بمغذٍ بوقي | عاكس بحزم ببطاريات | صفيف هوائيات مطاورة دوارة | مخروطي مكافئي | صفيف مستوي مع توجيه حزمة الارتفاع | (m 7 × 14,3) '23 × '47 قاطع تمام تربيعي | (m 5,8 × 13,7) '19 × '45 قاطع تمام تربيعي | عاكس-تغذية بوقي |
| استقطاب الهوائي |  | أفقي، رأسي، دائري مياسر، دائري ميامن | رأسي، دائري | أفقي | رأسي | أفقي | CP/LP | متعامدة خطية وCP | رأسي؛ RHCP |

الجـدول 1 *(تابع)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | نظام 1 | نظام 2 | نظام 3 | نظام 4 | نظام 5 | نظام 6 | نظام 7 | نظام 8 |
| أقصى كسب للهوائي | dBi | 34,5 بالإرسال 33,5 بالاستقبال | 34,2-32,4 بالإرسال 38,9-31,7 بالاستقبال | 38,9 بالإرسال 38,2 بالاستقبال | 32,5 | 38,5 | 34 | 35 | 34,5 |
| فتحة زاوية ارتفاع حزمة الهوائي | (بالدرجات) | 3,6 بالتسديد إلى 44 | 5,61-3,63 بالإرسال 8,79-2,02 بالاستقبال | 1,3 | 4,5 بالتسديد إلى 40 | 2 | 3,75 (قاطع تمام تربيعي) | 3,75 (قاطع تمام تربيعي) | 3,7 بالتسديد 44 (قاطع تمام تربيعي) |
| فتحة زاوية سمت حزمة الهوائي | (بالدرجات) | 1,2 | 1,4 | 3,2 | 3,0 | 2,2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 |
| خصائص المسح الأفقي للهوائي | rpm | مسح ميكانيكي بزاوية °360 بمقدار rpm 5 | مسح ميكانيكي بزاوية °360 بمقدار rpm 5 | مسح ميكانيكي بزاوية °360 بمقدار rpm 6 لأنظمة المدى الطويل وبمقدار rpm 12 لأنظمة المدى القصير | مسح ميكانيكي بزاوية °360 بمقدار 6,12 أو rpm 15 | 5 | 6 | 5 | °360 ميكانيكياً عند 5 rpm |
| خصائص المسح الرأسي للهوائي | (بالدرجات) | لا يوجد | -7 إلى +30 في 12,8 أو 13,7 ms | -1 إلى +19 في 73,5 ms | لا يوجد | 6– إلى 20+ | 4– إلى 20+ | 4– إلى 20+ | لا يوجد |
| عرض نطاق التردد IF للمستقبل | kHz | kHz 780 | MHz 0,69 | 6 400-4 400 | 1 200 | 1 250 625 | 720 إلى 880 (log) 1 080 إلى kHz 1 320 (MTI) | 330-270 20) سلسلة (log  480-360 20) سلسلة (MTI  540 إلى 660 60) سلسلة (log  720 إلى 880 60) سلسلة (MTI | 1 200 |
| عامل الضوضاء في المستقبل | dB | 2 | 2 | 4,7 | 3,5 | 2,6 | 4,25 | 9 | 3,2 |

الجـدول 1 *(تتمة)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | نظام 1 | نظام 2 | نظام 3 | نظام 4 | نظام 5 | نظام 6 | نظام 7 | نظام 8 |
| نمط المنصة |  | ثابتة | ثابتة | تُنقل | تُنقل | أرضي ثابت | أرضي ثابت | أرضي ثابت | ثابتة |
| النسبة المئوية للوقت الذي يعمل خلاله النظام | % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

LHCP: استقطاب دائري مياسر

RHCP: استقطاب دائري ميامن

الملاحظـة 1 **-** للرادار 44 زوج من القنوات RF إحداها منتقاة بالأسلوب العادي. ويتألف شكل الموجة المرسلة من نبضة طولها µs 88,8 بتردد *f*1 تتبعها نبضة طولها µs 58,8 بتردد *f*2. والفرق بين *f*1 و*f*2 = MHz 82,854.

الملاحظـة 2 **-** للرادار 20 زوج من القنوات RF متدرجة بإضافة MHz 8,96. وتتألف مجموعة أشكال الموجات المرسلة من نبضة P0 طولها µs 0,4 (خيارية) تليها نبضة مشكّلة خطياً بالتردد طولها µs 102,4 (إذا لم ترسل النبضة P0 البالغة µs 0,4) وإشارات بتردد MHz 2,5. وقد تلي هذه النبضة مجموعة تتراوح بين نبضة واحدة و4 نبضات مشكّلة خطياً بالتردد الطويل المدة (µs 409,6) مع العلم أن كلاً منها مشكّلة بتردد kHz 625 ومرسلة على موجات حاملة مختلفة يفصل بينها تردد قدره MHz 3,75. ويستعمل الأسلوب العادي للتشغيل خفة حركة التردد تنتقى بواسطتها الترددات المختلفة لكل مجموعة أشكال الموجات بشكل شبه عشوائي من بين إحدى القنوات RF العشرين في نطاق التردد Mhz 1 400-1 215

الملاحظـة 3 **-** قد يستعمل الرادار تردداً وحيداً أو تردداً مزدوجاً. ويفصل بين القنوات RF المزدوجة تردد قدره MHz 60. ويستعمل أسلوب القناة الوحيدة عرض نبضة قدره µs 39. وفي أسلوب القناة المزدوجة على النبضة البالغة µs 26 المرسلة بالتردد *f*، نبضة تبلغ µs 13 مرسلة بالتردد MHz 60 + *f*.

الملاحظـة 4 **-** يستخدم هذا الرادار موجتين حاملتين أساسيتين، F1 وF2 مع نبضتين فرعيتين لكل منهما، واحدة للكشف على المدى المتوسط وواحدة للكشف على المدى الطويل. والموجتان الحاملتان مولفتان بخطوات تدريجية قيمة كل منها MHz 0,1 بمباعدة دنيا تساوي MHz 26 بين الموجة F1 (أدنى من MHz 1 300) والموجة F2 (أعلى من MHz 1 300). والنبضات الفرعية لهاتين الموجتين الحاملتين يفصل بينهما قيمة ثابتة تساوي MHz 5,18. ويكون تتابع النبضات كالتالي: نبضة µs 115,5 عند MHz 2,59 + F1 ثم نبضة µs 115,5 عند MHz 2,59 + F2، ثم نبضة µs 17,5 عند MHz 2,59 – F2، ثم نبضة µs 17,5 عند MHz 2,59 – F1. وتُرسل النبضات الأربع جميعها بفاصل تكرار نبضي واحد.

# 3 معايير الحماية

إن أثر إزالة الحساسية في رادارات الاستدلال الراديوي الذي ينجم عن التشكيل الشبيه بالموجة المستمرة أو بالضوضاء والذي تسببه الخدمات الأخرى، مرتبط على الأرجح بشدة هذا التشكيل. وفي أي قطاع سمتي يحدث فيه هذا النمط من التداخل يكفي أن تضاف الكثافة الطيفية لقدرة هذا التداخل إلى الكثافة الطيفية للضوضاء الحرارية في مستقبل الرادار. وإذا أشير إلى الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء في مستقبل الرادار، في غياب التداخل بالرمز *N*0 وإلى الكثافة الطيفية لقدرة التداخل من النمط ضوضاء بالرمز *I*0، يمكن الحصول على الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء الفعلية عن طريق جمع *N*0 و*I*0. وتشكل زيادة قدرها dB 1 تقريباً انحطاطاً فعلياً يعادل انخفاضاً في الكشف نسبته %6. وتقابل هذه الزيادة النسبة *(N + I)*/*N* البالغة 1,26 أو النسبة *I*/*N* البالغة dB 6– تقريباً، وهذا يمثل الأثر المجمَّع لعدة مصادر مسببة للتداخل في حال وجودها: وتتوقف النسبة *I*/*N* المقبولة لمصدر تداخل واحد على عدد المصادر المسببة للتداخل وشكلها الهندسي، وينبغي تقديرها أثناء دراسة السيناريو. وإذا صدر التداخل بالموجات المستمرة عن معظم زوايا السمت فمن الضروري عندئذٍ إبقاء النسبة *I*/*N* منخفضة.

وقد يكون عامل التجميع بالغ الأهمية في بعض أنظمة الاتصالات التي قد يُستعمل فيها عدد كبير من المحطات.

أما أثر التداخل النبضي فأصعب على التكمية؛ فهو يرتبط ارتباطاً كبيراً بنمط المعالج الذي تستخدمه المستقبلات وبأسلوب تشغيل هذه المستقبلات. وبشكل خاص، فإن الكسوب الناتجة عن المعالجة التفاضلية لرجوع الهدف الذي يطلق بشكل تزامني ولنبضات التداخل غير التزامنية عادة، غالباً ما يكون لها آثار هامة على سويات التداخل النبضي. وقد تسبب إزالة الحساسية هذه أنواعاً مختلفة من انحطاط الأداء. وينبغي تقديرها أثناء دراسة التفاعلية بين بعض أنماط الرادار. ويتوقع عموماً أن تساهم الوظائف العديدة لرادارات الاستدلال الراديوي في إلغاء التداخل النبضي بدورة التشغيل الضعيفة وخاصة عندما يأتي من بعض المصادر المتفرقة. وترد تقنيات إلغاء التداخل النبضي بدورة تشغيل ضعيفة في التوصية ITU-R M.1372.

# 4 رادارات رصد خصائص الريح

رادار رصد خصائص الريح هو رادار دوبلري يقيس سرعة الرياح من الأرض عن طريق الأصداء الرادارية للاضطرابات في جو صافٍ. ويسبب الاضطراب في جو صاف تراوحاً في دليل انكسار الهواء قدره نصف طول موجة الرادار (انتثار Bragg). ويستعمل رادار رصد خصائص الريح عدداً من حِزم الهوائي المسدَّدة باتجاه السماء. وتقاس سرعة الريح على مدى الحزمة الرادارية استناداً إلى تخالف دوبلر في اتجاه حزمة الهوائي. وإذا افترض أن مجال الريح متجانس أفقياً يمكن قياس المكونات الثلاثة متجه الريح عن طريق ثلاث حزم مختلفة على الأقل. ويرتبط المدى الفعال للرادار بقدرة الإرسال وأبعاد الهوائي والتردد وكذلك بتغيرات انكسارية طبقة الجو.

وتستعمل رادارات رصد خصائص الريح حالياً عدة ترددات منها MHz 50 وMHz 400 وMHz 900 وMHz 1 300. ولكل من هذه الترددات فوائدها ومساوئها. وتستعمل عموماً الأنظمة ذات فتحة الهوائي الكبيرة العاملة قرب التردد MHz 400 في قياس سرعة الريح في التروبوسفير الأعلى والستراتوسفير الأدنى. أما الأنظمة العاملة في نطاقات التردد الواقعة عند MHz 900 أو فوقه فلا يمكنها إجراء قياسات إلاّ على ارتفاع عدة كيلومترات ولكنها توفر الفائدتين التاليتين: هوائي متراص ومدى أقل من "عدم الرؤية". وهذان النظامان يناسبان بشكل أفضل قياسات سرعة الريح في طبقة محدودة وبتكاليف ضئيلة. ويشير الجدول 2 إلى خصائص رادارات رصد خصائص الريح العاملة خاصة في مدى التردد MHz 1 375-1 300. وتقدم التوصية ITU-R M.1227 معلومات إضافية عن رادارات رصد خصائص الريح العاملة في نطاقات التردد الواقعة قرب التردد MHz 1 000.

الجـدول 2

خصائص رادارات رصد خصائص الريح العاملة في نطاق التردد MHz 1 375-1 300

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدة | القيمة |
| قدرة الذروة في الهوائي |  | (dBm 60) kW 1 |
| مدة النبضة | μs | 0,5، 1، 2 |
| معدل تكرار النبضات | kHz | 25-1 |
| عرض نطاق الإرسال FR | MHz | 8 |
| جهاز خرج المرسل |  | ترانزستور |
| نمط الهوائي |  | عاكس مكافئ |
| استقطاب الهوائي |  | أفقي |
| أقصى كسب للهوائي | dBi | 33,5 |
| فتحة حزمة الهوائي في زاوية الارتفاع | (بالدرجات) | 3,9 |
| فتحة حزمة الهوائي في زاوية السمت | (بالدرجات) | 3,9 |
| المسح الأفقي للهوائي |  | لا تنطبق |
| المسح الرأسي للهوائي |  | °15– إلى °15+ (15 s تقريباً) |
| عرض نطاق التردد IF للمستقبل | MHz | 2,5 |
| عامل الضوضاء في المستقبل | dB | 1,5 |
| نمط المنصة |  | موقع ثابت |
| النسبة المئوية للوقت الذي يعمل خلاله النظام | % | 100 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. \* ينبغي أن ترفع هذه التوصية إلى عناية لجنة الدراسات 7 لقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للطيران المدني (ICAO). [↑](#footnote-ref-1)