الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R
قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.1463-3
(2015/02)

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

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

تمهيد

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	العنوان
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، 2016

© ITU 2016
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).

التوصية ITU-R M.1463-3*

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

(2015-2013-2007-2000)

مجال التطبيق

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

مصطلحات أساسية

معايير الحماية، رادار محمول جواً، رادار مقام على سطح الأرض، رادار طويل المدى.

المختصرات/مسرد المصطلحات

CW موجة مستمرة *(Continuous wave)*

ESA صفيفات موجهة إلكترونياً *(Electronically steerable arrays)*

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 420 MHz و34 GHz التي تستعملها رادارات خدمة الاستدلال الراديوي؛

هـ) 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 215 1-400 1 MHz موزع على أساس أولي لخدمة التحديد الراديوي للموقع؛

* ينبغي أن ترفع هذه التوصية إلى عناية لجنة الدراسات 7 لقطاع الاتصالات الراديوية ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO).

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

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

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

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

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

توصي

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

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 –6 dB 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 المستقبِل الراداري إن أمكن.

الملحق

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

1 مقدمة

ترد خصائص رادارات الاستدلال الراديوي العاملة في كل أرجاء العالم في نطاق التردد 215 1-400 1 MHz 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 215 1-400 1 MHz من قبل عدة أنماط مختلفة من الرادارات المثبتة على منصات ثابتة ومتنقلة (بما في ذلك المحمولة جواً) وقابلة للحركة. 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 215 1-400 1 MHz. ويشير الجدول 1 إلى الخصائص التقنية للرادارات النمطية في التحديد الراديوي للموقع والملاحة الراديوية العاملة في نطاق التردد 215 1-400 1 MHz.

وتستفيد الرادارات المحمولة جواً العاملة في هذا النطاق من خصائص الطيف المؤاتية من أجل المراقبة طويلة المدى. ويمكن التشغيل على ارتفاعات 000 10 m تقريباً) الأنظمة المحمولة جواً من الاستفادة من أفق راديوي يتجاوز 300 km.

1.2 المرسلات

تستعمل الرادارات العاملة في نطاق التردد 215 1-400 1 MHz 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 10 MHz). والاتجاه السائد حالياً أيضاً يميل نحو استعمال أنظمة رادارية بتردد خفيف الحركة يمكنه إلغاء التداخل أو تخفيفه.

وتحتاج غالبية الأنظمة وتستعمل أكثر من تردد واحد لجني فوائد تنوع الترددات و/أو لتشغيل وظائف متعددة في آن واحد. والشائع بشكل كبير استعمال ترددين، فيما لا يعرف استعمال أربعة ترددات أو أكثر. وتتطلب اعتبارات التنوع عادة ألا تكون الترددات في قنوات متجاورة وقد تتطلب مباعدة كبيرة عبر نطاق التردد العامل. وفي تشكيلات القفزات الترددية والكشف والتجنب، تستعمل الرادارات ترددات متعددة عبر مديات التوليف الخاصة بها.

وتقع عروض نطاق التردد النمطية للإرسالات RF للرادارات العاملة في نطاق التردد 215 1-400 1 MHz بين 0,5 و3,0 MHz. وتتراوح القدرة الذروة لخرج المرسلات بين 25 kW (73,9 dBm) بالنسبة إلى مرسلات أشباه الموصلات و5 MW (97 dBm) بالنسبة إلى رادارات القدرة العالية التي تستعمل الكلايسترون.

2.2 المستقبلات

تستعمل الأنظمة الرادارية من الجيل الجديد معالجة رقمية للإشارات بعد الكشف عن المدى والسمت والمعالجة الدوبلرية. 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.

وفضلاً 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.

تنزع هذه الأنظمة إلى أن يكون لها طرفان أماميان RF عريضا النطاق قادران على استقبال جميع الترددات دون الحاجة إلى التوليف RF المتبع في المستقبلات ذات التغاير الفوقي المتماسك. وللصفيفات الموجهة إلكترونياً (ESA) التي تضم مئات العناصر مع سلاسل RF مدمجة، عروض نطاقات RF وIF أكبر. وتعديل هذه العناصر لتحسين خصائص الترشيح أمر متعذر عملياً.

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 215 1-400 1 MHz. وتمتلك رادارات الجيل الجديد المزودة بهوائيات من النمط العاكس عدة أبواق. وتستعمل الأبواق المزدوجة عند الإرسال والاستقبال من أجل تحسين كشف الجلبة السطحية. وتستخدم الرادارات ثلاثية الأبعاد أيضاً 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 215 1-400 1 MHz. ولصفيفات الهوائيات المطاورة الموزعة وحدات إرسال/استقبال مثبتة على الهوائي. 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. ويرجح أن ينتشر على نطاق واسع استعمال الصفيفات ESA ليس فقط في التطبيقات الثابتة على الأرض ولكن أيضاً في التطبيقات المحمولة جواً والبحرية.

وبما أن الرادارات العاملة في نطاق التردد 215 1-400 1 MHz 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 215 1-400 1 MHz مزود بمخطط هوائي بنمط التمام تربيعي يشع معظم طاقته في اتجاه الأعلى بزاوية تتراوح بين عدة درجات فوق الأفق إلى حوالي 40°.

ولوحات الصفيفات ESA ذات المستوى السكوني الوحيدة الموجودة في الأنظمة المحمولة جواً غير قادرة على توفير تغطية كاملة بزاوية 360 درجة كما هو الحال مع الهوائيات التي تدور ميكانيكياً. وبالتالي، فإن الأنظمة الرادارية ذات الصفيفات ESA تتألف في الغالب من العديد من اللوحات. والفتحة الخاصة باللوحة الواحدة يمكن أن تصل إلى 20 متراً مربعاً.

ونظراً لإمكانية استخدام عدد من الهوائيات المختلفة مع الرادارات المتنوعة في نطاق التردد 215 1-400 1 MHz فإن هذه التوصية لا تزمع تقديم مخططات هوائيات تمثيلية للأنظمة الواردة في الجدول 1.

الجدول 1

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

المعلمة	الوحدات	نظام 1	نظام 2	نظام 3	نظام 4	نظام 5	نظام 6	نظام 7	نظام 8	نظام 9	نظام 10
القدرة الذروة في الهوائي	dBm	97	80	76,5	80	73,9	96	93	78,8	82	85-80
مدى التردد	MHz		215 1-390 1			215 1-400 1	280 1-350 1	215 1-350 1	240 1-350 1	400 1-215 1	215 1-400 1
مدة النبضة	µs	2	88,8؛ 58,8 (الملاحظة 1)	0,4؛ 102,4؛ 409,6 (الملاحظة 2)	تردد وحيد قدره 39 تردد مزدوج قدره 26 و13 (الملاحظة 3)	2 لكل 51,2 2 لكل 409,6	2	6	115,5؛ 17,5 (الملاحظة 4)	14	100 إلى 0,5
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	7 000	100 إلى 10 000
عرض نطاق التردد للنبضات بتشكيل التردد	MHz	لا يوجد	0,77 kHz لكل عرض نبضة	2,5 بالنسبة إلى 102,4 µs 0,625 بالنسبة إلى 409,6 µs	لا يوجد	1,25	لا يوجد	لا يوجد	1,2	2	2
عرض النبضات الفرعية المشفرة بالطور	µs	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	1	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
نسبة الانضغاط		لا يوجد	68,3:1 و45,2:19	256:1 لكل نبضتين		64:1 و256:1	لا يوجد	لا يوجد	150:1 و23:1		حتى 200
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	3	3
جهاز الخرج		كلايسترون	ترانزيستور	ترانزيستور	مكبر متقاطع المجالات	ترانزيستور	منغيترون/أمبليترون	كلايسترون	ترانزيستور	ترانزيستور	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) '47 × '23 قاطع تمام تربيعي	(m 5,8 × 13,7) '45 × '19 قاطع تمام تربيعي	عاكس–تغذية بوقي	صفيف مطاور	صفيف مطاور
استقطاب الهوائي		أفقي، رأسي، دائري ميامن مياسر، دائري	رأسي، دائري	أفقي	رأسي	أفقي	CP/LP	متعامدة خطية و CP	رأسي؛ RHCP	رأسي	رأسي

الجدول 1 (*تابع*)

المعلمة	الوحدات	نظام 1	نظام 2	نظام 3	نظام 4	نظام 5	نظام 6	نظام 7	نظام 8	نظام 9	نظام 10
أقصى كسب للهوائي	dBi	34,5 بالإرسال 33,5 بالاستقبال	34,2-32,4 بالإرسال 40,9-33,8 بالاستقبال	38,9 بالإرسال 38,2 بالاستقبال	32,5	38,5	34	35	34,5	30	35-40
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)	20 (Sinc)	3,75
فتحة زاوية سمت حزمة الهوائي	بالدرجات	1,2	1,4	3,2	3,0	2,2	1,2	1,3	1,2	2	2
خصائص المسح الأفقي للهوائي	rpm	مسح ميكانيكي بزاوية 360° بمقدار 5 rpm	مسح ميكانيكي بزاوية 360° بمقدار 5 rpm	مسح ميكانيكي بزاوية 360° بمقدار 6 rpm لأنظمة المدى الطويل وبمقدار 12 rpm لأنظمة المدى القصير	مسح ميكانيكي بزاوية 360° بمقدار 6,12 أو 15 rpm	5	6	5	360° ميكانيكياً عند 5 rpm	360° إلكترونياً بمعدل متغير	360° عند 15-12 rpm أو مسح قطاعي بمعدل متغير
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	لا يوجد	لا يوجد
عرض نطاق التردد IF للمستقبل	kHz	780 kHz	690 MHz	400 4-6 400	1 200	1 250 625	720 إلى 880 (log) 1 080 إلى 1 320 kHz (MTI)	330-270 (20 سلسلة log) 480-360 (20 سلسلة MTI) 660 إلى 540 (60 سلسلة log) 880 إلى 720 (60 سلسلة MTI)	1 200	حتى 10 000	2 000
عامل الضوضاء في المستقبل	dB	2	2	4,7	3,5	2,6	4,25	9	3,2	3	3

الجدول 1 *(تتمة)*

المعلمة	الوحدات	نظام 1	نظام 2	نظام 3	نظام 4	نظام 5	نظام 6	نظام 7	نظام 8	نظام 9	نظام 10
نمط المنصة		ثابتة	ثابتة	تُنقل	تُنقل	ثابت للأرض	ثابت للأرض	ثابت للأرض	ثابتة	محمولة جواً (الملاحظة 5)	مثبت على متن السفن/للأرض
النسبة المئوية للوقت الذي يعمل خلاله النظام	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

LHCP: استقطاب دائري مياسر

RHCP: استقطاب دائري ميامن

الملاحظة 1 – للرادار 44 زوج من القنوات RF إحداها منتقاة بالأسلوب العادي. ويتألف شكل الموجة المرسلة من نبضة طولها 88,8 µs بتردد f_1 تتبعها نبضة طولها 58,8 µs بتردد f_2. والفرق بين f_1 وf_2 = 82,854 MHz.

الملاحظة 2 – للرادار 20 زوج من القنوات RF متدرجة بإضافة 8,96 MHz. وتتألف مجموعة أشكال الموجات المرسلة من نبضة P0 طولها 0,4 µs (خيارية) تليها نبضة مشكّلة خطياً بالتردد طولها 102,4 µs (إذا لم ترسل النبضة P0 البالغة 0,4 µs) وإشارات بتردد 2,5 MHz. وقد تلي هذه النبضة مجموعة تتراوح بين نبضة واحدة و4 نبضات مشكّلة خطياً بالتردد الطويل المدة (409,6 µs) مع العلم أن كلاً منها مشكّلة بتردد 625 kHz ومرسلة على موجات حاملة مختلفة يفصل بينها تردد قدره 3,75 MHz. 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 215 1-400 1 MHz.

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

الملاحظة 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 منهما 0,1 MHz بمباعدة دنيا تساوي 26 MHz بين الموجة F1 (أدنى من 300 1 MHz) والموجة F2 (أعلى من 300 1 MHz). والنبضات الفرعية لهاتين الموجتين الحاملتين يفصل بينهما قيمة ثابتة تساوي 5,18 MHz. ويكون تتابع النبضات كالتالي: نبضة 115,5 µs عند F1 + 2,59 MHz ثم نبضة 115,5 µs عند F2 + 2,59 MHz، ثم نبضة 17,5 µs عند F2 – 2,59 MHz، ثم نبضة 17,5 µs عند F1 – 2,59 MHz. وتُرسل النبضات الأربع جميعها بفاصل تكرار نبضي واحد.

الملاحظة 5 – هذا الرادار نظام محمول جواً يعمل على ارتفاعات تصل إلى 10 000 متر. ويستعمل هذا الرادار لوحات متعددة لتحقيق التغطية 360 درجة.

الملاحظة 6 – يمكن استعمال هذا الرادار كنظام مثبت على متن السفن أو نظام ثابت للأرض أو نظام قابل للتنقل للأرض ويمكن استعماله في أسلوب دوار أو أسلوب التوجيه لمسح قطاع معين. وتبلغ دورة تشغيل هذا النظام الراداري عادة 10%.

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 وI_0. وتشكل زيادة قدرها 1 dB تقريباً انحطاطاً فعلياً يعادل انخفاضاً في الكشف نسبته 6%. وتقابل هذه الزيادة النسبة $(N + I)/N$ البالغة 1,26 أو النسبة I/N البالغة –6 dB 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 وبانضغاط النبضة 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 الفعّال للرادار بقدرة الإرسال وأبعاد الهوائي وتردد الرادار وكذلك بتغيرات انكسارية طبقة الجو.

وتستعمل رادارات رصد خصائص الريح حالياً عدة ترددات منها 50 MHz و400 MHz و900 MHz و1 300 MHz. ولكل من هذه الترددات فوائدها ومساوئها. وتستعمل عموماً الأنظمة ذات فتحة الهوائي الكبيرة العاملة قرب التردد 400 MHz في قياس سرعة الريح في التروبوسفير الأعلى والستراتوسفير الأدنى. أما الأنظمة العاملة في نطاقات التردد الواقعة عند 900 MHz 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 300 1-375 1 MHz. وتقدم التوصية ITU-R M.1227 معلومات إضافية عن رادارات رصد خصائص الريح العاملة في نطاقات التردد الواقعة قرب التردد 000 1 MHz.

الجدول 2

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

المعلمة	الوحدة	القيمة
قدرة الذروة في الهوائي		1 kW (dBm 60)
مدة النبضة	µs	0,5، 1، 2
معدل تكرار النبضات	kHz	1-25
عرض نطاق الإرسال FR	MHz	8
جهاز خرج المرسِل		ترانزيستور
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 للمستقبِل	MHz	2,5
عامل الضوضاء في المستقبِل	dB	1,5
نمط المنصة		موقع ثابت
النسبة المئوية للوقت الذي يعمل خلاله النظام	%	100