الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R
قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.1730-2
(2023/02)

خصائص ومعايير حماية خدمة التحديد الراديوي للموقع في نطاق التردد GHz 17,3-15,4

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع 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.

السياسة المتبعة 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 القرار 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 التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة**
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
S	الخدمة الثابتة الساتلية
RS	أنظمة الاستشعار عن بعد
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، 2023

© ITU 2023
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.1730-2

خصائص ومعايير حماية خدمة التحديد الراديوي للموقع في نطاق التردد GHz 17,3-15,4

(2023-2009-2005)

مجال التطبيق

توفر هذه التوصية الخصائص التقنية ومعايير الحماية لأنظمة التحديد الراديوي للموقع العاملة والمخطط لها أن تعمل في النطاق GHz 17,3-15,4 الموزع على أساس أولي لخدمة التحديد الراديوي للموقع. وقد تم إعداد هذه التوصية كوثيقة مرجعية هدفها دعم دراسات التقاسم بالاقتران مع التوصية ITU-R M.1461، التي تتناول إجراءات التحليل لتحديد التوافق بين الرادارات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للموقع وفي خدمات أخرى.

الكلمات الرئيسية

التحديد الراديوي للمواقع، رادار، معايير الحماية، تداخل نبضي، الخصائص التقنية

التوصيات والتقارير ذات الصلة الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية

التوصيات

ITU-R M.1313 الخصائص التقنية لرادارات الملاحة الراديوية البحرية

ITU-R M.1372 الاستعمال الفعّال للطيف الراديوي في المحطات الرادارية لخدمة الاستدلال الراديوي

ITU-R M.1460 الخصائص التقنية والتشغيلية ومعايير الحماية لرادارات الاستدلال الراديوي العاملة في نطاق التردد 900 2-100 3 MHz

ITU-R M.1461 إجراءات تحديد احتمالات التداخل بين الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي والأنظمة في الخدمات الأخرى

ITU-R M.1462 الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للموقع في مدى الترددات 420-450 MHz

ITU-R M.1463 خصائص ومعايير حماية الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد 215 1-400 1 MHz

ITU-R M.1464 خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع، والخصائص ومعايير الحماية المستعملة في دراسات التقاسم من أجل رادارات الملاحة الراديوية للطيران والأرصاد الجوية العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد 700 2-900 2 MHz

ITU-R M.1465 خصائص ومعايير حماية الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في مدى التردد 100 3-700 3 MHz

ITU-R M.1466 خصائص ومعايير حماية الرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية في مدى التردد 33,4-31,8 GHz

ITU-R M.1638 الخصائص ومعايير الحماية المستعملة في دراسات التقاسم بين رادارات التحديد الراديوي للموقع (باستثناء رادارات الأرصاد الجوية المنصوبة على الأرض) ورادارات الملاحة الراديوية للطيران العاملة في نطاقات التردد بين 250 5 و850 5 MHz

ITU-R M.1851 نماذج رياضية لمخططات هوائيات أنظمة الرادارات في خدمة الاستدلال الراديوي والأنظمة المتنقلة للطيران يتعين استخدامها في الدراسة التحليلية للتداخل

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن خصائص الهوائي وانتشار الإشارة وكشف الأهداف وعرض النطاق العريض اللازم للرادار من أجل تحقيق وظائفها هي خصائص مثلى في بعض نطاقات التردد؛

ب) أن الخصائص التقنية للرادارات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للموقع تحدَّد وفقاً لمهام النظام وتختلف اختلافاً كبيراً حتى داخل نطاق التردد الواحد؛

ج) أن قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R) يبحث إمكان إدخال أنماط جديدة من الأنظمة أو التطبيقات في نطاقات التردد بين 420 MHz و34 GHz التي تستخدمها الرادارات في خدمة التحديد الراديوي للموقع؛

د) أن الخصائص التقنية والتشغيلية التمثيلية للرادارات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للموقع ضرورية لتحديد جدوى إدخال أنماط جديدة من الأنظمة في نطاقات التردد الموزعة على خدمة التحديد الراديوي للموقع؛

هـ) أن الإجراءات والمنهجيات المتعلقة بتحليل الملاءمة بين الرادارات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للموقع والأنظمة القائمة في خدمات أخرى ترد في التوصية ITU-R M.1461،

وإذ تلاحظ

أ) أن هذه التوصية والتوصية ITU-R M.1461 تستعملان كمبادئ توجيهية في تحليل الموائمة بين رادارات خدمة التحديد الراديوي للموقع والأنظمة في الخدمات الأخرى؛

ب) أن معايير نسبة قدرة الإشارة المسببة للتداخل إلى مستوى قدرة الضوضاء في مستقبل الرادار محددة في التوصية ITU-R M.1461،

وإذ تدرك

أ) أن معايير الحماية المطلوبة تتوقف على أنماط محددة من الإشارات المسببة للتداخل؛

ب) أن تطبيق معايير الحماية قد يتطلب النظر في إدراج الطبيعة الإحصائية للمعايير والعناصر الأخرى لمنهجية إجراء دراسات الملاءمة (مثل مسح الهوائي بما في ذلك حركة المرسِل وخسارة الانتشار). ويمكن إدراج الاستدلالات الإحصائية التي يجري تطويرها في عمليات التنقيح المقبلة لهذه التوصية وللتوصيات الأخرى ذات الصلة، عند الاقتضاء،

توصي

1 باعتبار الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات خدمة التحديد الراديوي للموقع التي يرد وصفها في الملحق 1 خصائص تمثيلية للرادارات العاملة في نطاق التردد 15,4-17,3 GHz؛

2 بضرورة اعتبار نسبة *I/N* قدرها -6 dB كمستوى الحماية المطلوب للرادارات في نطاق التردد 15,4-17,3 GHz الذي يحتوي على توزيع لخدمات التحديد الراديوي للموقع، مع مراعاة الفقرتين *أ)* و*ب)* من *"وإذ تدرك"* أعلاه؛

3 بضرورة استعمال معيار يستند في حالة التداخل النبضي إلى دراسة كل حالة على حدة مع مراعاة خصائص قطار النبضات غير المرغوب بها وبأن تعالج الإشارة في مستقبل الرادار كلما أمكن ذلك.

الملاحظة 1: ينبغي مراجعة هذه التوصية متى تيسرت معلومات أكثر تفصيلاً.

الملحق 1

خصائص ومعايير حماية الرادارات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للموقع في نطاق التردد GHz 17,3-15,4

1 مقدمة

ترد خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع العاملة على الصعيد العالمي في نطاق التردد GHz 17,3-15,4 في الجدول 1 ويرد ذكرها بشيء من التفصيل في الفقرات التالية.

2 الخصائص التقنية

تستعمل أنماط عديدة من الرادارات المختلفة بما في ذلك الرادارات المقامة على الأرض والمنقولة والمحمولة على متن السفن أو المحمولة جواً نطاق التردد GHz 17,3-15,4. وتشمل وظائف التحديد الراديوي للموقع التي تؤدى في هذا النطاق إجراء البحوث بمعدات محمولة جواً أو بحوث سطحية ورسم خرائط للأرض وتتبع التضاريس الأرضية والتحديد الراديوي للموقع في البحر والتعرف على الأهداف. ويُفترض في ترددات تشغيل الرادارات أن تكون منتشرة على نحو متجانس على كامل مدى توليف كل رادار. ويحتوي الجدول 1 على الخصائص التقنية لرادارات التحديد الراديوي للموقع الممثلة المستعملة في نطاق التردد GHz 17,3-15,4.

وتستعمل الرادارات الرئيسية للتحديد الراديوي للموقع العاملة والمخطط لها أو تعمل في نطاق التردد GHz 17,3-15,4 أولاً للكشف عن الأشياء المحمولة جواً، بينما يستعمل البعض الآخر منها في رسم خرائط للأرض. وهي ضرورية لقياس ارتفاع الهدف ومداه وسطح الارتكاز، وتكوين خرائط التضاريس الأرضية. وبعض الأهداف المحمولة جواً أو المقامة على الأرض صغيرة، ويوجد البعض منها على مسافة 300 ميل بحري (556 km)، ولذلك ينبغي أن تتّسم هذه الرادارات للتحديد الراديوي للموقع بحساسية كبيرة وأن تتيح درجة عالية من القدرة على إخماد جميع أشكال عودة الجلبة، بما في ذلك المتأتية من البحر أو من الأرض أو بسبب هطول الأمطار.

الجدول 1

خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع في النطاق GHz 17,3-15,4

الخصائص	الوحدات	النظام 1	النظام 2	النظام 10	النظام 4	النظام 5	النظام 6
الوظيفة		رادار بحث وتتبع ورسم خرائط للأرض (متعدد الوظائف)	رادار بحث وتتبع ورسم خرائط للأرض (متعدد الوظائف)	مراقبة جوية، المساعدة على الهبوط، تتبع أثناء البحث	مراقبة	مراقبة الأرض والتتبع	البحث والتتبع ومراقبة الأرض (متعدد الوظائف)
نمط المنصة		محمول جواً، قدرة منخفضة	محمول جواً، قدرة عالية	محمول على متن سفينة قدرة عالية	مقام على الأرض قدرة منخفضة	مقام على الأرض قدرة عالية	محمول جواً (m 13 700-300)
مدى التوليف	GHz	17,3-16,2	17,21-16,29	17,3-15,7	16,5-16,21	16,2-15,7	17,3-15,4
التشكيل		خطي متغير FM	نبضة FM خطية	النبضات، قفزات التردد	نبضات FM خطية	النبضات، قفزات التردد	نبضات FM خطية
قدرة الذروة للإرسال	W	80	700	k 20	2	k 10	500، k 2، k 10
عرض النبضة	µs	18,2؛ 49	443-120	0,1	5,5	36	50-0,05
وقت ارتفاع النبضة وانخفاضها	ns	20	4	7/70	10	8	100-5
معدل تكرار النبضات	pps	495 5؛ 2 041	1 600-900	4 000؛ 21 600	7 102	20 000	20 000-200
أقصى دورة تشغيل		0,1	غير محدد	0,00216	0,039	0,00072	أكبر من 0,2[1]
أداة الخرج		صمام الموجة المرتحلة	صمام الموجة المرتحلة	صمام الموجة المرتحلة	ترانزستور	صمام الموجة المرتحلة	صمام الموجة المرتحلة
نمط مخطط الهوائي		مروحة/حزمة	مروحة	حزمة	حزمة	حزمة	حزمة (توزيع مربع جيب التمام، التوصية ITU-R M.1851)
نمط الهوائي		دليل موجات ذات فتحات	صفيف مطاورة	صفيف مطاورة مستوية	كفاف إهليلجي ومكافئي	عاكس مزدوج الانحناء مع بوق تغذية	صفيف مطاورة
استقطاب الهوائي		عمودي خطي	عمودي خطي	دائري ميامن	أفقي	دائري	خطي
كسب الهوائي	dBi	25,6	38,0	43,0	37,0	43	35
عرض حزمة الهوائي	درجات	9,7	2,5	1	1,1	1,6	3,2
عرض حزمة الهوائي في اتجاه السمت	درجات	6,2	2,2	1	3,5	,25	3,2
معدل المسح الأفقي للهوائي		30 درجة/ثانية	5 درجات/ثانية	1 500 مسح/دقيقة	7,8 أو 15,6 درجة/ثانية	60 rpm، 360 درجة/ثانية	30-1 درجة/ثانية

الجدول 1 (*تتمة*)

الخصائص	الوحدات	النظام 1	النظام 2	النظام 3	النظام 4	النظام 5	النظام 6
نمط المسح الأفقي للهوائي (مستمر، عشوائي، قطاعي، الخ)		±45º إلى ±135º (ميكانيكي)	±30° (إلكتروني، مخروطي)	±40° (ميكانيكي)	180° (ميكانيكي)	360° (مستمر)	±45º (إلكتروني)
معدل المسح العمودي للهوائي		30 درجة في الثانية	5 درجات في الثانية	1 500 مسح/دقيقة	لا ينطبق	لا ينطبق	1,5 درجة/ثانية
نمط المسح العمودي للهوائي		–10° إلى –50° (ميكانيكي)	0° إلى –90° (إلكتروني، مخروطي)	+30º/–10º (ميكانيكي)	+22,5°/–33,75° (ميكانيكي)	لا ينطبق	من +5º إلى –45º (إلكتروني)
سوية الفص الجانبي الأول للهوائي		10 dBi عند 31º	18 dBi عند 1,7º	20 dBi عند 1,6º	15 dBi عند 2,4º	23 dBi عند 1,6º	3,5 dBi عند 5,2º
ارتفاع الهوائي		ارتفاع الطائرة	ارتفاع الطائرة	السارية/سطح السفينة	سوية الأرض	100 m	ارتفاع الطائرة
عرض نطاقات المستقبل IF عند 3– dB الأول والثاني	MHz	215/68	26,7 (نطاق عريض)؛ 7,2 (نطاق ضيق)	70/40	500/0,750	50	25
عامل ضوضاء المستقبل	dB	4	2,7	غير محدد	4	(860/290) + 1 = 860 حرارة ضوضاء المستقبل K = 290 حرارة ضوضاء الأرض K 3,97	5
الإشارة الدنيا قابلة للتمييز	dBm	89–	97,4–	80–	100,4–	92–	100–
عرض نطاق الزقزقة (chirp)	MHz	640≥	غير محدد	30	0,750	غير محدد	< 1 900 [2]
عرض نطاق الإرسال RF للمرسل: عند 3– dB عند 20– dB	MHz	622؛ 271 725؛ 324	1 200؛ 600؛ 180 1 220؛ 620؛ 200	6,8؛ 37 20؛ 42	0,608 2,35	540 670	1 850 1 854

[1] ستجري دراسات التقاسم باستعمال دورات تشغيل متعددة من دورات التشغيل المنخفض من قبيل 0,01 إلى دورات التشغيل المرتفع الذي يصل إلى 0,2.

[2] ستركز دراسات التقاسم على عروض نطاق النبضات الأعلى من 1 600 MHz.

ويُعزى نزوع رادارات التحديد الراديوي للموقع التي تستعمل هذا النطاق أو المخطط لها أن تستعمله إلى الاتصاف بالخصائص العامة التالية إلى:

- تنحو نحو امتلاك قدرة ذروة وقدرة متوسطة عالية للمرسِل، مع بعض الاستثناءات الملحوظة؛
- تستعمل، في العادة، مرسلات مضخمي القدرة بواسطة مذبذب رئيسي بدلاً من مذبذبي القدرة. وهي عادة ما تكون قابلة للتوليف ويكون البعض الآخر منها سريع التردد، ويستخدم البعض منها تشكيل FM خطي (زقزقة) أو تشكيل بين النبضات مشفر الطور؛
- يملك بعضها حزماً رئيسية للهوائي قابلة للتوجيه في السمت والارتفاع على السواء باستعمال التوجيه الإلكتروني للحزم؛
- تستخدم عادة مقدرات على الاستقبال والمعالجة متعددة الاستعمالات مثل هوائيات استقبال طمس الفصوص الجانبية الفرعية، ومعالجة قطارات نبضات الموجات الحاملة المتسقة لمنع عودة الجلبة بواسطة تقنيات دلالة–الهدف–المتحرك وتقنيات معدل الإنذارات الخاطئة الثابتة، وفي بعض الحالات، الانتقاء التكييفي للترددات العاملة بالاستناد إلى استشعار التداخل في مختلف الترددات.

يحتوي الجدول 1 على الخصائص التقنية للأنظمة التمثيلية المنتشرة أو المتوقع نشرها في كامل نطاق التردد GHz 17,3-15,4 أو في أجزاء منه. وتكفي هذه المعلومات لإجراء حساب عام لتقييم الملاءمة بين هذه الرادارات والأنظمة الأخرى. وتمتلك بعض رادارات التحديد الراديوي للموقع أو جميعها التي يرد ذكر خصائصها في الجدول 1 الخواص أعلاه، وإن كانت لا تبين جميع الصفات التي يمكن أن تظهر في الأنظمة المستقبلية.

1.2 المرسلات

تستعمل الرادارات العاملة أو المخطط لها أن تعمل في نطاق التردد GHz 17,3-15,4 مجموعة متنوعة من التشكيلات بما فيها النبضات غير المشكلة والنبضات بتشكيل التردد (chirped) والنبضات بتشفير الطور. وتستعمل أجهزة خرج الحزمة الخطية والحالة الصلبة في المراحل النهائية للمرسلات. ويتمثل الاتجاه الشائع في أنظمة الرادارات الجديدة في أجهزة خرج الحزمة الخطية والحالة الصلبة بسبب متطلبات معالجة إشارة "دوبلر". وعلاوةً على ذلك، تمتلك الرادارات التي تستعمل أجهزة خرج الحالة الصلبة قدرة خرج منخفضة لذروة المرسل ودورات تشغيل ذات نبضات عالية.

وتُعدّ مرسلات الحالة الصلبة رادارات منخفضة القدرة، أما المرسلات التي تستعمل أجهزة المجال المتقاطع (الصمامات المفرَّغة) وأجهزة الحزمة الخطية (أنبوبة بموجات متنقلة) فهي رادارات عالية القدرة.

1.1.2 قفزات التردد

هذا النمط من الرادارات الذي يستخدم تقنيات قفزات التردد يقسم عادةً نطاق الترددات الموزع عليه إلى قنوات، ثم ينتقي الرادار بصفة عشوائية قناة من بين جميع القنوات المتيسرة للإرسال. ويمكن أن يحدث هذا الشغل العشوائي لإحدى القنوات على أساس موقع كل حزمة حيث ترسل العديد من النبضات على نفس القناة أو على أساس نبضي. وينبغي مراعاة هذا البعد الهام لأنظمة الرادار مع أخذ التأثيرات المحتملة لرادارات قفزات التردد في الاعتبار في دراسات التقاسم.

2.2 أجهزة الاستقبال

تستعمل أنظمة الرادار من الجيل الأخير معالجة الإشارة الرقمية بعد عمليات كشف المدى والسمت ومعالجة دوبلر. وبصفة عامة، تشمل معالجة الإشارة تقنيات تستعمل لتحسين كشف الأهداف المنشودة وإنتاج هذه الأهداف على الشاشة في شكل رموز. وتوفر تقنيات معالجة الإشارات المستخدمة لتعزيز الأهداف المنشودة والتعرف عليها قدراً من كبت تداخل النبض ذي دورة التشغيل المنخفضة (أقل من 5%) غير المتزامن مع الإشارة المنشودة.

وتستخدم معالجة الإشارة للرادارات من الجيل الأخير نبضات زقزقية أو مشفرة في أطوار لإنتاج كسب معالجة بالنسبة إلى الإشارة المنشودة وقد توفر أيضاً كبتاً للإشارات غير المرغوب فيها.

ويستخدم بعض رادارات الجيل الأخير ضعيفة القدرة أو رادارات الحالة الصلبة معالجة إشارات القنوات المتعددة ذات دورة تشغيل عالية لتحسين عودة الإشارات المنشودة. وتتوافر لبعض أجهزة استقبال الرادار المقدرة على التعرف على قنوات RF التي لها سويات منخفضة للإشارات غير المرغوب فيها وتأمر المرسِل بالإرسال على هذه القنوات RF.

3.2 الهوائيات

تستعمل الرادارات العاملة أو المخطط لها أن تعمل في نطاق التردد GHz 17,3-15,4 أنماطاً مختلفة من الهوائيات. وبصفة عامة، تستعمل الهوائيات في هذا النطاق مجموعة متنوعة من القدود ولذلك فهي تهم التطبيقات التي يتسم فيها التنقل والوزن الخفيف وأداء المدى الطويل بالأهمية. وتعمل عدة رادارات في نطاق التردد GHz 17,3-15,4 أو المخطط لها أن تعمل وفقاً لمجموعة متنوعة من الأساليب، بما في ذلك أساليب البحث ورسم الخرائط والملاحة (الرصد الجوي). وتقوم هذه الرادارات في العادة بعمليات مسح على مستوى 360 درجة في المستوي الأفقي. بينما تُعد بعض الرادارات الأخرى في النطاق أكثر تخصصاً وتحصر المسح عند قطاع ثابت. وتستخدم غالبية الرادارات في نطاق التردد GHz 17,3-15,4 أو يُخطط لها أن تستخدم مسحاً ميكانيكياً، إلا أن رادارات الجيل الأخير تستعمل صفيف هوائيات ممسوحة إلكترونياً (*هوائيات إلكترونية*). وتُستعمل الاستقطابات الأفقية والعمودية والدائرية. وتتراوح الارتفاعات النمطية للهوائيات المقامة على الأرض أو المحمولة على ظهر السفن بين 8 m و100 m فوق سوية السطح، على التوالي.

3 معايير الحماية

فيما يتعلق بجزء نطاق التردد GHz 17,3-15,4، حيث يوجد توزيع لخدمة التحديد الراديوي للموقع، تُعد الإشارة الصادرة عن خدمة أخرى تؤدي إلى نسبة *I/N* أقل من –6 dB مقبولة من قبل مستعملي أنظمة الرادار بالنسبة إلى الإشارات الصادرة عن خدمة أخرى ذات دورة تشغيل مرتفعة (مثل الموجة المستمرة، والإبراق بزحزحة الطور ثنائي الحالة والإبراق بزحزحة الطور رباعي الحالة وشبه الضوضاء، إلخ). وتؤدي نسبة *I/N* ذات القيمة -6 dB إلى *(I+N)/N* ذات 1,26، أو تقريباً 1 dB إلى زيادة في قدرة ضوضاء مستقبِل الرادار. وقد يكون من الضروري إعداد المزيد من الدراسات أو قياسات الملاءمة لتقييم التداخل من حيث التأثير التشغيلي على أداء أنظمة الرادار. وتجدر الإشارة إلى أنه يجري حالياً إعداد دراسات عن جدوى استعمال الجوانب الإحصائية والتشغيلية فيما يتعلق بمعايير حماية أنظمة رادار خدمة التحديد الراديوي للموقع. ويمكن أن يكون هذا النهج الإحصائي ذا أهمية خاصة في حالة الإشارات غير المستمرة. وفي حالة أنظمة الرادارات العاملة في النطاق الذي توجد بشأنه توصية الاتصالات الراديوية تتعلق بخصائص ومعايير حماية الرادارات، ينبغي الاطلاع على التوصية[1] ذات الصلة للحصول على إرشادات محددة فيما يتعلق بمعايير الحماية.

ومن الصعب جداً حساب أثر التدخلات النبضية كمياً، إذ أنه يعتمد إلى حد كبير على تصميم أجهزة الاستقبال ووحدات المعالجة وأسلوب التشغيل. وبصفة خاصة، يؤثر كسب المعالجة التفاضلية بالنسبة إلى عودة الأهداف الصحيحة ذات النبضات المتزامنة ونبضات التداخل (التي تكون غير متزامنة في العادة) تأثيراً كبيراً على سويات معينة من التداخل النبضي. ويمكن أن تصاب عدة أشكال مختلفة من انحطاط الأداء بإزالة الحساسية هذه. وسيمثل تقييم ذلك موضوعاً لتحليل التفاعلات بين أنماط محددة من الرادارات.

وبصفة عامة، من المتوقع أن تساعد عدة سمات لرادارات التحديد الراديوي للموقع على كبت التداخل النبضي ذي دورة التشغيل المنخفضة، لا سيما من مصادر معزولة عددها قليل. وترد تقنيات كبت التداخل النبضي ذي دورة التشغيل المنخفضة في التوصية ITU-R M.1372 المعنونة "استخدام محطات رادارات خدمة التحديد الراديوي للموقع للطيف الراديوي على نحو فعال".

[1] بعض الأمثلة لتوصيات الاتصالات الراديوية المحتوية على خصائص التقنية ومعايير الحماية لنطاقات معينة: ITU-R M.1313 وITU-R M.1460 وITU-R M.1462 وITU-R M.1463 وITU-R M.1464 وITU-R M.1465 وITU-R M.1466 وITU-R M.1638.

وفي حالة وجود عدة مصادر للتداخل، تظل معايير نسبة الحماية *I/N* الموصى بها على حالها (لأنها تعتمد على نمط مستقبل الرادار وخصائص معالجة للإشارات). وتعتمد السوية الكلية للتداخل التي تصل بالفعل إلى مستقبل الرادار (التي يتعين مقارنتها مع معايير حماية *I/N* الموصى بها) على عدد مصادر التداخل وتوزيعها الفضائي وبنية إشارتها، وتحتاج إلى أن تُقيم في إطار تحليل تجميعي لسيناريو معين. وفي حالة استقبال تداخل صادر عن العديد من اتجاهات السمت، ينبغي للتحليل التجميعي أن يراكم بصفة آنية المساهمات الصادرة عن جميع هذه الاتجاهات، التي يتم استقبالها عبر الحزمة الرئيسية أو الفصوص الجانبية لهوائي الرادار من أجل تقييم فرص الملاءمة.

4 أنظمة التحديد الراديوي للموقع المستقبلية

بصفة عامة، من المرجح أن تكون رادارات التحديد الراديوي للموقع التي قد تصمم في المستقبل لتعمل في نطاق التردد GHz 17,3-15,4 شبيهة بالرادارات القائمة الموصوفة هنا.

ومن المرجح أن يكون لرادارات التحديد الراديوي للموقع في المستقبل على الأقل نفس القدر من مرونة الرادارات التي سبق ذكرها، بما في ذلك إمكانية العمل على نحو مختلف في قطاعات مختلفة من السمت والارتفاع.

ومن المعقول أن نتوقع أن بعض التصاميم في المستقبل قد تسعى إلى توفير قدرة على العمل في نطاق عريض يمتد على الأقل إلى حدود النطاقات المستعملة في هذا الصدد.

ومن المرجح أن يكون لرادارات التحديد الراديوي للموقع في المستقبل هوائيات قابلة للتوجيه إلكترونياً. إلا أن التكنولوجيا الحالية تجعل من توجيه الطور بديلاً عملياً وجذاباً عن توجيه التردد، وقد استخدمت عدة رادارات للتحديد الراديوي للموقع أعدت في السنوات الأخيرة لاستعمالها في نطاقات أخرى أسلوب توجيه الطور في كل من السمت والارتفاع. وعلى خلاف الرادارات الموجهة بواسطة الترددات، يمكن لرادارات صفيف هوائيات المطَاوَرَة الجديدة أن توجه أي تردد أساسي في نطاق تشغيل الرادار إلى أي سمت وارتفاع اعتباطيين في منطقة تغطية الزاوية. ومن بين الفوائد الأخرى هو أن ذلك يمكن أن يسّهل الملاءَمَة الكهرمغنطيسية في كثير من الأحيان.

ويتوقع أن تحوز رادارات التحديد الراديوي للموقع في المستقبل على إمكانيات قدرة متوسطة تكون على الأقل في مثل ارتفاع قدرة الرادارات المذكورة في الفقرات السابقة. إلا أنه من المعقول توقع أن يسعى مصممو الرادارات في المستقبل إلى خفض إرسالات الضوضاء عريضة النطاق إلى ما دون إرسالات الرادارات الحالية التي تستخدم الصمامات المفرّغة أو مضخمات المجال المتقاطع. ويتوقع تحقيق هذا الخفض للضوضاء باستعمال أنظمة مرسلات الحالة الصلبة/الهوائيات. وفي هذه الحالة، قد تكون النبضات المرسلة أطول ويكون إرسال دورات التشغيل أعلى بصفة ملحوظة من معظم مرسلات الرادارات الأنبوبية النمط في الماضي.

_____