

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2007
(2012/03)

الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة
في خدمة الملاحة الراديوية للطيران
في نطاق الترددات 5 250-5 150 MHz

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة



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 المدى 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 والمظمنة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات 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>)

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

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).

التوصية ITU-R M.2007

الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في نطاق الترددات 5 250-5 150 MHz

(2012)

مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في نطاق الترددات 5 250-5 150 MHz. وينبغي استخدام الخصائص التقنية والتشغيلية عند تحليل التوافق بين الرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران والأنظمة العاملة في خدمات أخرى.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

(أ) أن خصائص الهوائي وانتشار الإشارة وكشف الأهداف وعرض نطاق التردد الكبير اللازم للرادارات لكي تتمكن من القيام بوظائفها تكون أحسن ما تكون في بعض نطاقات التردد؛

(ب) أن الخصائص التقنية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية تحددها مهام النظام وتتغير تغيراً كبيراً حتى داخل نطاق التردد الواحد؛

(ج) أن الخصائص التقنية والتشغيلية النمطية للأنظمة العاملة في نطاقات التردد الموزعة لخدمة الملاحة الراديوية للطيران مطلوبة لتحديد إمكانية إدخال أنواع جديدة من الأنظمة؛

(د) أن هناك حاجة لاعتماد إجراءات ومنهجيات من أجل تحليل التوافق بين الرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران وأنظمة الخدمات الأخرى،

وإذ تدرك

(أ) أن نطاق الترددات 5 250-5 150 MHz موزع على أساس أولي لخدمات الملاحة الراديوية للطيران والخدمة الثابتة الساتلية (أرض-فضاء) والخدمة المتنقلة باستثناء المتنقلة للطيران طبقاً للرقم 446A.5 من لوائح الراديو،

توصي

1 بأن تعتبر الخصائص التقنية والتشغيلية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران الموصوفة في الملحق 1 خصائص نمطية للأنظمة العاملة في نطاق الترددات 5 250-5 150 MHz وأن تُستخدم في دراسات التوافق مع أنظمة الخدمات الأخرى؛

2 بأن تستعمل التوصية ITU-R M.1461 في تحليل التوافق بين الرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران وأنظمة الخدمات الأخرى؛

3 بأن تستعمل قيمة لمعيار نسبة قدرة الإشارة المسببة للتداخل إلى سوية قدرة ضوضاء مستقبل الرادار، I/N ، ومقدارها -6 dB، كسوية للحماية اللازمة لرادارات الملاحة الراديوية للطيران وأن تمثل هذه القيمة مستوى الحماية الكلية عند تواجد عدة مصادر مسببة للتداخل.

الملحق 1

الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في نطاق الترددات 5 250-5 150 MHz

1 مقدمة

تعمل خدمة الملاحة الراديوية للطيران في جميع أنحاء العالم على أساس أولي في نطاق الترددات 5 250-5 150 MHz. ويقدم هذا الملحق الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات دوبلر النبضية للملاحة الراديوية النمطية العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران في هذا النطاق الترددي.

2 خصائص أنظمة الاستشعار والتجنب في الملاحة الراديوية للطيران

يتطلب التشغيل الآمن لرحلات الطائرات بدون طيار تقنيات متقدمة للكشف عن الطائرات القريبة والتضاريس والعوائق التي تعترض الملاحة وتتبعها. وكما هو الحال مع الطائرات المأهولة، يجب أن تتفادى الطائرات بدون طيار هذه الأشياء. وسيحتاج القائم بالقيادة عن بُعد إلى الإلمام بالبيئة التي تعمل فيها الطائرة وأن يكون بمقدوره تحديد التهديدات المحتملة للتشغيل الآمن للطائرة واتخاذ الإجراء المناسب لتجنب الأخطار. وتتمثل الوظيفة الأولية لرادار الاستشعار والتجنب في توفير القدرة على الكشف والتتبع وإبلاغ القائد عن بعد بمعلومات عن الحركة الجوية للحفاظ على فصل كافٍ عن الطائرات/العوائق الأخرى. ويستعمل هذا النظام نهجاً يجعل "القائم بالقيادة على علم بسير الأمور" حيث يكون لقائد أنظمة الطائرات بدون طيار الموجودة على الأرض السلطة النهائية بخصوص مناورات تجنب لنظام الطائرة بدون طيار. وترد في الجدول 1 المعلومات التقنية لرادارات الملاحة الراديوية العاملة في النطاق 5 250-5 150 MHz.

الجدول 1

المعلومات التقنية لرادار الاستشعار والتجنب الموجود على متن طائرة

المعلمة	الرادار 1
المنصة	طائرة بدون طيار
ارتفاع المنصة (km)	حتى 20
نوع الرادار	نظام تفادي الاصطدام أثناء الحركة في الجو
مدى السرعة الأرضية المقاسة (km/h)	حتى 1 500
مدى توليف الترددات (MHz)	5 250-5 150
نمط الإرسال	نبضات بتشكيل التردد والخطي (LFM)
عرض نطاق الرقعة LFM (MHz)	20
عرض النبضة (μs)	11-5
أوقات ارتفاع النبضة وانخفاضها (μs)	0,2-0,1
عرض نطاق بث التردد الراديوي عند	18 22 26
	dB 3- dB 20- dB 40- (MHz)
تردد تكرار النبضة (pps)	33 500-31 500
قدرة الذروة للمرسل (W)	80,0
متوسط قدرة الإرسال (W)	16

الجدول 1 (نهاية)

المعلمة	الرادار 1
عرض نطاق المستقبل 3- dB (MHz)	30
الحساسية (dBm)	133-
عامل ضوضاء المستقبل (dB)	5
نوع الهوائي	صفييف مطاور
مكان الهوائي	مقدمة الطائرة وعلى جانبيها
كسب الهوائي (dBi)	36-33
كسب الفص الجانبي الأول للهوائي (dBi)	20-18
عرض الحزمة الأفقي (درجات)	8
عرض الحزمة الرأسي (درجات)	8
الاستقطاب	رأسي
مسح الهوائي الأفقي (درجات)	45±
مسح الهوائي الرأسي (درجات)	45±
معايير الحماية (dB)	6-

3 تشغيل الاستشعار والتجنب

ظلت الطائرات المأهولة تعتمد لوقت طويل على مدى إبطار الطيار البشري الموجود في كابينة القيادة كطريقة أساسية لاستشعار الطائرات الأخرى وتفادي الاصطدام في الجو حتى مع وجود المرسلات المستجيبات وأنظمة الرادار. ولا يتمتع نظام الطائرة بدون طيار بهذه الميزة التي توفر السلامة على المتن. وتطبيقات أنظمة الطائرات بدون طيار القائمة والمخططة تغطي مجالات مثل الزراعة وعمليات ترحيل الاتصالات والتصوير الفوتوغرافي الجوي ورسم الخرائط وإدارة حالات الطوارئ والأبحاث العلمية والإدارة البيئية وإنفاذ القانون. لذا، يجب أن تتمتع هذه الأنظمة بوظيفة الاستشعار والتجنب لكي تعمل بشكل روتيني في فضاء غير معزول. ويعد الحفاظ على حساسية نظام الاستشعار الخاص بالاستشعار والتجنب أمراً حاسماً لضمان اكتشاف أي طائرة في محيط نظام الطائرة بدون طيار في الوقت المناسب لتفادي الاصطدام.

ولضمان توفير مسافة فصل آمنة من الطائرات الأخرى، يحتاج الأمر إلى وظيفة بحث فعالة للحفاظ على مسافة واضحة من الطائرات الأخرى. وقد تشمل معلمات وظيفة البحث التوقيت والمسافة ومعدل الاقتراب وزاوية الاقتراب والقدرة على المناورة. وتعمل وظيفة الفصل الذاتي ضمن إطار زمني كافٍ لتغيير اتجاهات نظام الطائرة بدون طيار لتفادي تنشيط وظيفة تجنب الاصطدام.

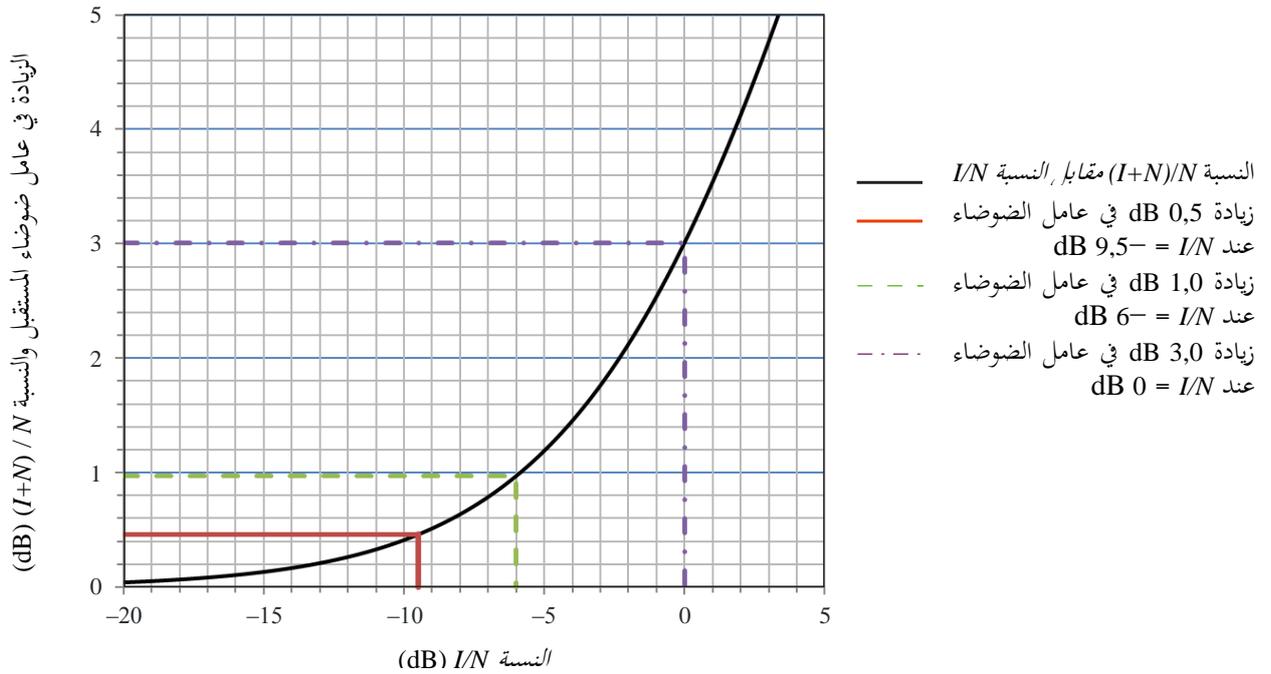
وتجنب الاصطدام هي مناورة اللحظة الأخيرة لتفادي الاصطدام. ولا تُنشط هذه الوظيفة إلا عندما تفشل جميع أساليب ضمان الفصل في الحفاظ على المسافة الآمنة. ونكرر ثانية، قد تشمل معلماتها التوقيت والمسافة ومعدل الاقتراب وزاوية الاقتراب والقدرة على المناورة. وفي هذه المرحلة لا يتسنى لنظام الطائرة بدون طيار إلى مدة قصيرة للمناورة من أجل تفادي حالات الاصطدام في الجو. ويجب أن تكون وظيفتها مزودة بالقدرة على تفسير بيانات الاستشعار وتحديد المناورات المناسبة بناءً على ذلك. وقد تشمل بيانات الاستشعار المقطع العرضي لرادار الطائرة ومداه. وفي حالة خفض النسبة إشارة إلى ضوضاء، فإن مدى الكشف سينخفض هو الآخر. وعلاوة على ذلك، قد يكون هناك اختلاف كبير في التوهين الجوي (حتى عند 5 000 MHz)، لذا يتعين مراعاة قيمة تسامح كبيرة في مدى التشغيل.

معيار الحماية 4

في حالة وقوع تداخل على مستقبل الرادار، فإن مساهمة القدرة المتوسطة من التداخل، I ، ستضاف إلى قدرة الضوضاء المتأصلة بالرادار، N ، وتميل هذه القدرة المفترضة إلى تكوين قناع إزاء الكشف عن الأهداف المرغوبة. والنسبة بين القيمة المفترضة للضوضاء مضافاً إليها التداخل والضوضاء المتأصلة $(I+N)/N$ وسلوكها إزاء النسبة I/N توضح بيانياً في الشكل 1.

الشكل 1

القيمة الفعلية لضوضاء مستقبل الرادار بدلالة النسبة I/N



M.2007-01

وكما تبين في الشكل 1، يزيد معامل ضوضاء المستقبل بمقدار 0,5 dB عندما تكون القدرة المتوسطة للتداخل أقل من المستوى الاسمي لضوضاء المستقبل بمقدار 9,5 dB، ويزيد معامل ضوضاء المستقبل بمقدار 1 dB عندما تكون القدرة المتوسطة للتداخل أقل من المستوى الاسمي لضوضاء المستقبل بمقدار 6 dB. وهاتان الزادتان في المعامل الفعلي للضوضاء ستمثلان زيادتين متساويتين في القيمة الدنيا للإشارة المكتشفة بمستقبل الرادار الخاضعة للتداخل. ولذا فإنه لحماية عمليات رادارات خدمة الملاحة الراديوية للطيران بشكل كامل في نطاق الترددات هذا، يجب أن يساوي معيار الحماية I/N القيمة -6 dB¹

وتشكل معايير الحماية هذه الأثر الكلي لمصادر تداخل متعددة، إن وجدت؛ وتعتمد النسبة I/N المسموح بها لمصدر التداخل الواحد على عدد مصادر التداخل وهندستها ويجب تقييمها في معرض تحليل أي سيناريو. وقد يكون عامل التجميع بالغ الأهمية في بعض أنظمة الاتصالات التي قد يُستعمل فيها عدد كبير من المحطات.

¹ التوصية ITU-R M.1461-1 "إجراءات تحديد احتمالات التداخل بين الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي وأنظمة الخدمات الأخرى".

أما أثر التداخل النبضي فأصعب على التكمية؛ فهو يرتبط ارتباطاً كبيراً بتصميم المعالج الذي تستخدمه المستقبلات وبأسلوب تشغيل هذه المستقبلات. وبشكل خاص، فإن الكسوب الناتجة عن المعالجة التفاضلية للإشارة المرتدة من الهدف التي تطلق بشكل تزامني ولنبضات التداخل غير المتزامنة 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 الرادارات وترد تقنيات التداخل النبضي بدورة تشغيل ضعيفة في التوصية ITU-R M.1372.
