الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.1640-1
(2018/01)

الخصائص ومعايير الحماية من أجل دراسات التقاسم فيما يتعلق بالرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد GHz 36-33,4

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، 2018

© ITU 2018
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.1640-1

الخصائص ومعايير الحماية من أجل دراسات التقاسم فيما يتعلق بالرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد GHz 36-33,4

(المسألتان ITU-R 213/7 و ITU-R 226/8)

(2018-2003)

مجال التطبيق

تقدّم هذه التوصية الخصائص التقنية ومعايير الحماية لأنظمة الاستدلال الراديوي العاملة في النطاق GHz 36-33,4. وقد أُعد هذا النص كوثيقة مرجعية يتوخى منها دعم دراسات التقاسم كلما أمكن التقاسم بين خدمة الاستدلال الراديوي وغيرها من الخدمات.

مصطلحات أساسية

الخصائص، معايير الحماية، الرادار، أجهزة التصوير بالإشعاع، رادار القياس، الرادار الباحث عن الأهداف، رادار البحث، رادار التتبع

المختصرات/الأسماء المختصرة

IF التردد المتوسط *(Intermediate frequency)*

RF التردد الراديوي *(Radio Frequency)*

RR لوائح الراديو *(Radio regulations)*

Rx يستقبل *(Receive)*

Tx يرسل *(Transmit)*

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

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

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن خصائص الهوائي وانتشار الإشارة وكشف الأهداف وعرض النطاق الكبير اللازم التي تتيح للرادارات أداء وظائفها تحقق أفضل النتائج في بعض نطاقات التردد؛

ب) أن الخصائص التقنية لرادارات الاستدلال الراديوي تحددها مهمة النظام وتختلف اختلافاً كبيراً حتى داخل نطاق التردد الواحد؛

ج) أن الخصائص التقنية والتشغيلية المميزة للرادارات مطلوبة لتحديد مدى ملاءمة إدخال أنواع جديدة من الأنظمة في نطاقات التردد؛

د) أن إجراءات ومنهجيات تحليل التوافق بين الرادارات والأنظمة في الخدمات الأخرى ترد في التوصية ITU-R M.1461؛

هـ) أن رادارات الاستدلال الراديوي تعمل في نطاق التردد GHz 36-33,4؛

و) أن نطاق التردد GHz 34,2-33,4 موزع لخدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛

ز) أن نطاق التردد GHz 34,7-34,2 موزع لخدمات التحديد الراديوي للموقع والأبحاث الفضائية (الفضاء السحيق) (أرض–فضاء) على أساس أولي؛

ح) أن نطاق التردد GHz 35,2-34,7 موزع لخدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي وخدمة الأبحاث الفضائية على أساس ثانوي؛

ط) أن نطاق التردد GHz 35,5-35,2 موزع لخدمات مساعدات الأرصاد الجوية والتحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛

ي) أن نطاق التردد GHz 36-35,5 موزع لخدمات مساعدات الأرصاد الجوية واستكشاف الأرض الساتلية (النشطة) والتحديد الراديوي للموقع والأبحاث الفضائية (النشطة) على أساس أولي،

توصي

1 بأن تعتبر الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات الاستدلال الراديوي المبينة في الملحق 1 خصائص مميزة للرادارات العاملة في نطاق التردد GHz 36-33,4؛

2 بأن تُستعمل في حالة التداخل المستمر (غير النبضي) قيمة لنسبة قدرة إشارة مسببة للتداخل إلى مستوى قدرة الضوضاء التي يسببها مستقبل الرادار (I/N) تساوي dB 6- كمستوى الحماية المطلوب في أنظمة التحديد الراديوي للموقع من أجل دراسات التقاسم بوجهٍ عام، بما في ذلك رادار البحث والتتبع (الرادار (F)) في الجدول 1 من الملحق 1 في مدى التردد GHz 36-33,4؛

3 بأن تُستعمل المعايير التالي ذكرها فيما يخص دراسات تقاسم النطاق GHz 36-33,4 بين الرادارات (A-E) الواردة في الجدول 1 من الملحق 1 والأنظمة العاملة في الخدمات الأخرى:

- فيما يتعلق بأجهزة التصوير الإشعاعي، ينبغي أن تكون معايير الحماية في الأجل القصير dB(W/2 GHz) 137,8- لمدة لا تتعدى 3 ثوان، وينبغي ألا تتجاوز معايير الحماية في الأجل الطويل dB(W/2 GHz) 144,8- لمدة لا تتعدى 60 ثانية؛
- فيما يتعلق برادارات القياس ورادارات البحث عن الأهداف، ينبغي أن تكون معايير الحماية في الأجل القصير dB(W/6 MHz) 126,2- لمدة لا تتعدى 5 ثوان، وينبغي ألا تتجاوز معايير الحماية في الأجل الطويل dB(W/6 MHz) 136,1- لمدة لا تتعدى 60 ثانية.

الملحق 1

الخصائص ومعايير الحماية من أجل دراسات التقاسم فيما يتعلق بالرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد GHz 36-33,4

1 الغرض

تقدم الخصائص ومعايير الحماية الواردة في هذه التوصية لاستخدامها في دراسات التقاسم المطلوبة طبقاً للقرارين **712 (WRC-2000)** و**730 (WRC-2000)** ولتقييم التوافق بين الرادارات والأنظمة الأخرى العاملة في نطاق التردد GHz 36-33,4.

2 الخصائص التقنية

تقابل الترددات التي تتراوح بين 35 GHz و94 GHz تقريباً أول نافذتين للانتشار في خصائص الامتصاص الجوي لطيف الموجات المليمترية، وتحتاج أنظمة خدمة الاستدلال الراديوي إلى استعمال هذه الترددات لتحقيق أعلى دقة قياس واستبانة للأهداف ممكنة في أطوال الموجات المليمترية. وتستعمل أجهزة الاستشعار المنفعلة والنشطة العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي حول تلك الترددات لأغراض رسم الخرائط وتحديد الأهداف والملاحة وتحديد نقطة التسديد واختبار أدوات قياس المدى، وغير ذلك.

ويلخص الجدول 1 الخصائص التقنية لأمثلة للأنظمة المنشورة في هذه النطاقات. وهذه المعلومات كافية عموماً لإجراء حسابات عامة لتقييم التوافق بين هذه الرادارات وأي أنظمة أخرى.

الجدول 1

الخصائص التقنية للرادارات العاملة حول 35 GHz

المعلمات	الوحدات	الرادار (A)	الرادار (B)	الرادار (C)	الرادار (D)	الرادار (E)	الرادار (F)
الاستعمال		تصويري	تصويري	متري	متري	البحث عن الهدف	البحث والتتبع
نوع جهاز الاستشعار		منفعل	نشط	نشط	نشط	نشط	نشط
التشكيل		–	نبضي	نبضي	نبضي	تشكيل خطي ترددي	نبضة مشكلة بالتردد الخطي
نسبة الانضغاط		–	–	–	–	200	50
عرض النبضة	µs	–	0,05	0,25	0,05	10	20
ذروة قدرة المرسل	kW	–	0,5	135	1	0,001	10
تردد تكرار النبضات	kHz	–	30	1	50	10	30-10
عرض نطاق التردد الراديوي	MHz	–	80	10	101	12	2000
كسب الهوائي	dBi	35	30	52	51	28.7	52
عرض الحزمة (فتحة الهوائي)	درجات	3,0 × 0,5	10 × 0,75	0,25 × 0,25	0,5 × 0,5	4,4 × 4,4	0,25 × 0,25
عرض نطاق التردد المتوسط للمستقبِل	GHz	2	0,040	0,006	0,185	0,100	0,006
درجة حرارة الضوضاء	K	850	–	–	–	–	–
عامل الضوضاء	dB	–	4.5	10	10	5	4
حساسية المستقبِل	dBm	–	81−	95−	78−	93−	–
التوليف		ثابت	ثابت	ثابت	قفزة ترددية	ثابت	قفز ترددي

3 معايير الحماية

ترد في الفقرات التالية تفاصيل عن معايير التداخل في الأجل القصير فيما يتعلق بأنظمة التحديد الراديوي للموقع للأرض المعروضة في الجدول 1.

1.3 أجهزة التصوير الإشعاعي

مع افتراض تغير مهمل في كسب النظام، تكون حساسية درجة الحرارة الدنيا (ΔT) لنظام تصوير إشعاعي كما يلي:

$$\Delta T = \frac{T_A + T_r}{\sqrt{B \cdot t_i}} \quad (1)$$

حيث:

T_A: درجة حرارة ضوضاء الهوائي

T_r: درجة حرارة ضوضاء المستقبِل

B: عرض نطاق التردد الراديوي

t_i: زمن التكامل.

تحسب عتبة مقياس الإشعاع (ΔP) بالمعادلة التالية:

$$\Delta P = k\, \Delta T\, B \quad (2)$$

حيث k هي ثابت بولتزمان = $1{,}38 \times 10^{-23}$ وΔT وB كما تردان أعلاه. وباستخدام المعادلتين (1) و(2)، نجد في مقياس إشعاعي بعرض نطاق GHz 2 ودرجة حرارة ضوضاء نظام بمقدار K 850 وزمن تكامل مدته ميلي ثانية واحد أن: ΔP = –137,8 dB(W/2 GHz).

معيار الحماية في الأجل القصير

يمكن أن يقبل المشغل صورة متردية للغاية لثوانٍ عديدة، وإن كانت هذه الحالة نادرة الوقوع. ويؤدي السماح لمستوى إشارة غير مرغوب فيها بالاقتراب من عتبة مقياس الإشعاع إلى مستوى مسموح به من الإشارة غير المرغوب فيها يبلغ –137,8 dB(W/2 GHz) لمدة لا تتجاوز 3 ثوانٍ.

معيار الحماية في الأجل الطويل

يمكن أن يستغرق تردّ بمقدار أقل لفترات زمنية تمتد إلى دقيقة واحدة. وفي هذه الحالة، لا يكون في متناول المشغل بالضرورة أن يلاحظ التردي، وإن كان يسبب قدراً من الخسارة في استبانة الصورة. ويؤدي السماح لإشارة غير مرغوب فيها ببلوغ نسبة 20 في المائة من عتبة مقياس الإشعاع إلى مستوى تداخل مسموح به بمقدار –144,8 dB(W/2 GHz) لمدة لا تزيد عن 60 ثانية.

2.3 رادارات القياس ورادارات البحث عن الأهداف

في حالة رادارات القياس (أجهزة اختبار المعدات) ورادارات البحث عن الأهداف للأرض، يمكن ملاحظة أن معلمتي الأداء الهامتين، أي الدقة الزاوية (σ_θ) ومدى الكشف عن الأهداف (R)، مرتبطتان بالنسبة إشارة إلى ضوضاء المستقبَلة، كما يلي:

$$\sigma_\theta \, \alpha \, \frac{1}{\sqrt{S/N}} \quad (3)$$

$$R \, \alpha \, \frac{1}{\sqrt[4]{S/N}} \quad (4)$$

يمكن تحقيق عرض حزمة ضيّق للهوائي ودقة زاوية عالية باستخدام أبعاد هوائيات صغيرة إلى حد معقول بأطوال موجة مليمترية. والواقع أن هذه الخاصية من الأسباب الرئيسية لتطوير رادارات البحث عن الأهداف بمحطات توجيه الصواريخ ورادارات اختبار المعدات في هذه الترددات. وانطلاقاً من المعادلتين (3) و(4)، يمكن ملاحظة أن الدقة الزاوية للرادار تتأثر بالنسبة إشارة إلى ضوضاء المستقبلة أكثر من مدى الكشف، ولذلك فإن معلمة الأداء هذه ستستعمل في تحديد مستويات التداخل المسموح بها[1].

وعلى غرار نظام التصوير المذكور في القسم السابق، يمكن وضع معايير قصيرة وطويلة الأجل للتردي المسموح به في أداء النظام بسبب الإشارات غير المرغوب فيها (التداخل).

ويسمح للتداخل القصير الأجل أن يتسبب إلى حد كبير في تردي النظام لفترة زمنية قصيرة بما يكفي لجعله مقبولاً لدى المشغل، لأنه حدث نادر الوقوع. ويُسمح للتداخل الطويل الأجل على نحو محدود بالتسبب في أداء النظام تدريجياً بدرجة لا تظهر بوضوح للمشغل بيد أنه يمكن قبوله لمدة محددة من الوقت.

معيار الحماية في الأجل القصير

يتسبب أي تردٍّ في النسبة إشارة إلى ضوضاء للرادار في خطأ في التتبع، يمكنه أن يلغي جزئياً ميزة التشغيل في الترددات العليا، وقد يؤثر تأثيراً كبيراً على وظيفة الرادار. ويؤدي السماح بوصول إشارة غير مرغوب فيها إلى مستوى ضوضاء الرادار (I/N = 0 dB) إلى زيادة بنسبة 40% في خطأ الزاوية. ويمكن مرة أخرى أن يفترض بأن هذا التردي ليس هاماً البتة – لأن هذا الأمر نادر الوقوع – للفترات الزمنية الأقل من 5 ثوانٍ. ويمكن بالتالي أن يبلغ المستوى المسموح به من الإشارة غير المرغوب فيها –126,2 dB(W/6 MHz) لفترة لا تتجاوز 5 ثوانٍ (باستعمال الرادار ذي عرض النطاق الأضيق الوارد في الجدول 1).

معيار الحماية في الأجل الطويل

قد يبدو من المعقول أن يصبح خطأ الرادار أكثر فداحة كلما ازداد طول الفترات الزمنية. فالبنسبة إلى الفترات التي قد تصل إلى دقيقة واحدة، ينبغي أن يفترض أن الزيادة في خطأ الزاوية، بسبب أي إشارة غير مرغوب فيها لن يزيد عن 5%. وبالتالي فإن معيار الأجل الطويل يتمثل في أن يساوي المستوى المسموح به من الإشارة غير المرغوب فيها –136,1 dB(W/6 MHz) لفترة لا تتجاوز 60 ثانية.

3.3 رادارات البحث والتتبع

بالنسبة لرادارات البحث والتتبع، تكون معايير الحماية للنسبة قدرة الإشارة المسببة للتداخل إلى مستوى قدرة ضوضاء مستقبل الرادار، I/N، تساوي –6 dB.

---

[1] يفترض هنا، على سبيل التبسيط، أن المستقبِل المتأثر بالتداخل سيفسر الإشارات المسببة للتداخل على أنها زيادة في قدرة الضوضاء في مراحل التردد المتوسط. وقد يتعين دراسة الاستجابة الفعلية لأنظمة الرادارات، لكن هذا الأمر يقع خارج نطاق هذه المعالجة العامة.