الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2008-1
(2014/02)

الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران في نطاق الترددات GHz 13,40-13,25

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

150 ITU 1865-2015

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 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، 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.2008-1

الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في نطاق الترددات GHz 13,40-13,25

(2014-2012)

مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في نطاق الترددات GHz 13,4-13,25. وينبغي استخدام الخصائص التقنية والتشغيلية عند تحليل التوافق بين الرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران والأنظمة العاملة في خدمات أخرى.

كلمات رئيسية

النطاق GHz 13,4-13,25، الرادار، الخصائص، الحماية.

مختصرات/مسرد مصطلحات

ARNS خدمة الملاحة الراديوية للطيران *(Aeronautical radionavigation service)*

PSD الكثافة الطيفية للقدرة *(Power spectral density)*

UA طائرة بدون طيار *(Unmanned aircraft)*

UAS نظام طائرة بدون طيار *(Unmanned aircraft system)*

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 للطيران (ARNS) تحددها مهام النظام وتتغير تغيراً كبيراً حتى داخل نطاق التردد الواحد،

وإذ تدرك

أ) أن نطاق الترددات GHz 13,4-13,25 موزع على أساس أولي لخدمات الملاحة الراديوية للطيران واستكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) والأبحاث الفضائية (النشيطة)؛

ب) أن خدمتي استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) والأبحاث الفضائية (النشيطة) العاملتين في نطاق الترددات GHz 13,4-13,25 يجب ألا تسببا تداخلات ضارة لخدمة الملاحة الراديوية للطيران وألا تعوقا استعمالها وتطورها؛

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،

توصي

1 بأن تعتبر الخصائص التقنية والتشغيلية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران الموصوفة في الملحق خصائص نمطية للأنظمة العاملة في نطاق الترددات GHz 13,4-13,25 وأن تُستخدم في دراسات التوافق مع أنظمة الخدمات الأخرى؛

2 بأن تستعمل التوصية ITU-R M.1461 في تحليل التوافق بين الرادارات العاملة في نطاق الترددات GHz 13,4-13,25 وأنظمة الخدمات الأخرى؛

3 بأن تستعمل قيمة لمعيار نسبة قدرة الإشارة المسببة للتداخل إلى سوية قدرة ضوضاء مستقبل الرادار، *(I/N)*، ومقدارها –10 dB، كسوية للحماية اللازمة لرادارات الملاحة الراديوية للطيران وأن تمثل هذه القيمة مستوى الحماية الكلية عند تواجد عدة مصادر مسببة للتداخل.

الملحق

الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في نطاق الترددات GHz 13,40-13,25

1 مقدمة

يعمل نظام خدمة الملاحة الراديوية للطيران في جميع أنحاء العالم على أساس أولي في نطاق الترددات GHz 13,4-13,25. ويقدم هذا الملحق الخصائص التقنية والتشغيلية للرادارات ARNS النمطية العاملة في هذا النطاق الترددي.

تُثبّت أنظمة الملاحة القائمة على نظرية دوبلر المحمولة جواً في الطائرات (طائرات الهليكوبتر وبعض الطائرات العادية أيضاً) وتُستعمل من أجل تطبيقات متخصصة مثل تحديد معلومات السرعة الأرضية وزاوية الانسياق بالنسبة إلى الأرض للطائرة بصورة مستمرة. وقد وضعت اللجنة الراديوية التقنية للطيران معيار الأداء التشغيلي الأدنى لهذه المعدات "*DO-158 – Airborne Doppler Radar Navigation Equipment*". وإضافةً إلى ذلك، من المخطط أيضاً أن تدعم الرادارات المستخدمة على متن الطائرات بدون طيار (UA) لتجنب الاصطدام دمج نظام الطائرة بدون طيار (UAS) في الفضاء الجوي غير المنعزل.

2 المعلمات التقنية

يقدم الجدول 1 المعلمات التقنية لرادارات الملاحة الراديوية العاملة في نطاق الترددات GHz 13,4-13,25. وتعمل جميع الأنظمة على متن الطائرات في جميع أرجاء العالم. وتُستخدم الرادارات لأنظمة الملاحة المحمولة على متن الطائرات من أجل الملاحة الدقيقة في جميع الأحوال الجوية.

الجدول 1

المعلمة		الوحدات	الرادار 1	الرادار 2	الرادار 3	الرادار 4	الرادار 5	الرادار 6	الرادار 7	الرادار 8
المنصة			طائرة (هليكوبتر)	طائرة (هليكوبتر)	طائرة (عادية)	طائرة (عادية)	طائرة (هليكوبتر)	طائرة (عادية)	طائرة (عادية)	طائرة (هليكوبتر)
الارتفاع التشغيلي الأقصى للمنصة		m	3 600	3 660	10 400	15 000	4 500-0	15 000	15 000	3 500
نوع الرادار			رادار الملاحة دوبلر	رادار الملاحة دوبلر	رادار الملاحة دوبلر	رادار الملاحة دوبلر	جهاز قياس السرعة لرادار دوبلر	جهاز قياس السرعة لرادار دوبلر	رادار الملاحة دوبلر	رادار الملاحة دوبلر
مدى السرعة الأرضية المقيسة		km/h	333	553	750	1 047	250	1 100	1 300-180	399-50
التردد		GHz	قناة ثابتة وحيدة	قناة ثابتة وحيدة	قناة ثابتة وحيدة	قناة ثابتة وحيدة	قناة ثابتة وحيدة	قناة ثابتة وحيدة	13,25 إلى 13,40	13,295 إلى 13,355
نمط الإرسال			موجة مستمرة	موجة مستمرة متقطعة	موجة مستمرة بتشكيل التردد	موجة مستمرة	موجة مستمرة بتشكيل التردد	نبضة غير مشكلة	موجة مستمرة غير مشكلة	موجة مستمرة غير مشكلة
عرض النبضة		µs	لا ينطبق	4-1	لا ينطبق	غير متاح	لا ينطبق (FM)	7-4	لا ينطبق	لا ينطبق
أوقات ارتفاع النبضة وانخفاضها		ns	لا ينطبق	20	لا ينطبق	غير متاح	لا ينطبق (FM)	0,2 ،0,2	لا ينطبق	لا ينطبق
عرض نطاق بث الترددِ الراديوي	dB 3– dB 20– dB 40–	kHz	لا ينطبق	2 800 20 000	100 250 350	لا ينطبق	غير متاح غير متاح 150	1 000 5 600 95 000	غير متاح	غير متاح
تردد تكرار النبضة		pps	لا ينطبق	غير متاح	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	80 000	لا ينطبق	لا ينطبق
ذروة قدرة المرسِل		W	0,85	0,132	0,18	1,0	0,050	40 20 في المتوسط	10...0,125	10...0,15
عرض نطاق المستقبِل IF –3 dB		kHz	1,4 مقدّر	1,6 مقدّر	55 000	2,9 مقدّر	14	2 500	15 000	100 000
الحساسية		dBm	135– من أجل *S/N* dB 0	135–	134– من أجل *S/N* dB 0	138– من أجل *S/N* dB 0	130– من أجل 3 dB *S/N* (m/s 100 =V) 160– من أجل *S/N* dB 3 (تحليق = V)	96– من أجل 3 dB *S/N* (m/s 100 =V)	110– (أسلوب الحيازة) 120– (أسلوب التتبع)	144–

الجدول 1 (*تابع*)

المعلمة	الوحدات	الرادار 1	الرادار 2	الرادار 3	الرادار 4	الرادار 5	الرادار 6	الرادار 7	الرادار 8
عامل ضوضاء المستقبِل	dB	22 (مستقبل متجانس التقارن)	22 (مستقبل متجانس التقارن بتحول مزدوج)	12 (مستقبل مغاير فوقي بتحول مزدوج)	22 (مستقبل متجانس التقارن)	22 (مستقبل متجانس التقارن)	7,5	غير متاح	غير متاح
نوع الهوائي		عاكس مكافئ	صفيف متطاور	صفيف متطاور	صفيف متطاور	صفيف دارات مطبوعة	صفيف دارات مطبوعة	صفيف متطاور	عاكس بوقي
اتجاه الهوائي		موجه نحو الأرض	موجه نحو الأرض	موجه نحو الأرض	موجه نحو الأرض	موجه نحو الأرض	موجه نحو الأرض	موجه نحو الأرض (انحراف الزاوية بالنسبة للنظير 9 … 11 درجة)	موجه نحو الأرض (انحراف الزاوية بالنسبة للنظير 18 درجة)
كسب الهوائي	dBi	27	27	26	29,5	26,5	18	20	27,8
كسب الفص الجانبي الأول للهوائي	dBi	5,5	غير متاح	9	14,2 4 درجات	10–	10–	7	7,2–
عرض الحزمة الأفقية	درجات	7	3.3	9	4,7	4,0	20	غير متاح	غير متاح
عرض الحزمة الرأسية	درجات	4,5	5	3	2,5	3,4	4,2	غير متاح	غير متاح
الاستقطاب		خطي	غير متاح	غير متاح	خطي	خطي	خطي	غير متاح	غير متاح
عدد الحزم		4	4	4	4	4	2	3 أو 4	3
تشكيلة حزمة الهوائي		يستخدم نظام Janus بتقريب أربع زوايا لهرم مع انحراف كل منها عن النظير بمقدار 18 درجة	غير متاح	يستخدم نظام Janus بتقريب أربع زوايا لهرم مع انحراف كل منها عن النظير بمقدار 16 درجة و10,5 درجات جانبياً	يستخدم نظام Janus	يستخدم نظام Janus بتقريب أربع زوايا لهرم مع انحراف كل منها عن النظير بمقدار 20 درجة	حزمتان	غير متاح	غير متاح
مسح الهوائي		مسح على أساس حزمة في المرة الواحدة لكل زاوية من زوايا الهرم	مسح على أساس حزمة في المرة الواحدة لكل زاوية من الهرم	مسح على أساس حزمة في المرة الواحدة لكل زاوية من زوايا الهرم	غير متاح	مسح على أساس حزمة في المرة الواحدة لكل زاوية زوايا من الهرم	غير متاح	غير متاح	غير متاح
معايير الحماية	dB	10–	10–	10–	10–	10–	10–	10–	10–

ملاحظات على الجدول:

الملاحظة 1 – يكون سقف الخدمة لطائرات الهليكوبتر عموماً أقل من 000 7 متر فوق متوسط مستوى سطح البحر (MSL)، بينما يبلغ سقف الخدمة لطائرات الدوريات البحرية ثابتة الجناحين 000 15 متر تقريباً فوق متوسط مستوى سطح البحر.

الملاحظة 2 – يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند حساب الحساسية (مع افتراض حد أدنى مطلوب للنسبة *S/N* مقداره 3 dB من أجل التتبع) في نظام دوبلر عرض نطاق جهاز تتبع المستقبِل. وستسفر الحساسية المحسوبة فيما يتعلق بعرض نطاق المستقبِل الواسع عن رقم منخفض نسبياً بالمقارنة مع الحساسية استناداً إلى عرض النطاق الدينامي لجهاز التتبع. وفي جهاز التتبع من الجيل الحالي، يكون عرض النطاق هذا مماثلاً لعرض نطاق طيف إشارة الرادار المتناثرة خلفياً، الذي يتغير بحد ذاته مع سرعة الطائرة.

الملاحظة 3 – يتوقف اتجاه التسديد الآني الفعلي لحزم الهوائي الفردية على اتجاه تثبيت رادار دوبلر المحمول جواً بالنسبة للمحور المرجعي للطائرة (ليس أفقياً دائماً)، وكذلك على حالة التمايل والتمور للطائرة. وغالباً ما سيكون لنماذج البحث الطائر للهليكوبتر أو مناورات التسارع/التباطؤ المفاجئة التي تقوم بها قيم تمايل وتمور تتجاوز 30 درجة لفترات قصيرة من الوقت. وتكون هذه القيمة أعلى بالنسبة لمناورات تغيير الاتجاه لطائرات الهليكوبتر العسكرية عالية الأداء.

الملاحظة 4 – بالنسبة للأنظمة التي لا يوجد عامل ضوضاء بخصوصها، تُفترض قيمة 12 dB للأنظمة التي تستخدم المستقبلات IF وقيمة 22 dB للمستقبلات المتجانسة التقارن (تردد متوسط: صفر). المرجع: Fried, W. R.: مبادئ وتحليل أداء أنظمة الملاحة دوبلر، .IRE Trans، المجلد ANE-4 الصفحات 176-196، ديسمبر 1957.

3 خصائص أنظمة الملاحة الراديوية للطيران

تعمل رادارات الملاحة الراديوية المحمولة على متن الطائرات في النطاق GHz 13,4-13,25 بصورة مستمرة أثناء الطيران لتحديد السرعة والاتجاه. ويشمل ذلك مدى للارتفاع يبدأ عند الإقلاع حتى 4 500 متر تقريباً لطائرات الهليكوبتر و15 000 متر للطائرات العادية. ويمكن أن تختلف فترات الطيران لساعات عديدة، ومعظم فترة الطيران تُستغرق عادة *في الطريق*، ولكن من المتوقع أيضاً أن تكون هناك بعض فترات التأخير سواء عند نقطة المغادرة أو المقصد. ويستخدم رادار نظام الملاحة جانيس دوبلر أربع حزم للهوائي على النحو المبين في الشكل 1؛ حزمتان أماميتان وحزمتان خلفيتان في كلا الجانبين من المسار الأرضي، لحساب متجه سرعة الطائرة بالنسبة إلى التضاريس من خلال قياس زحزحة دوبلر لموجات الحزمة المنعكسة من الأرض. ويمكن للحزم أن تُرسل في شكل أزواج أو على أساس تسلسلي تبعاً لتصميم النظام. ويعرض الشكل 2 مخطط حزمة الهوائي على خطوط دوبلر المتساوية. ويسمح جهاز أو برمجية استقرار الهوائي بإبقاء الهوائي مسدداً نحو الأرض. ودائماً في حال عدم توفر عرض النطاق IF، IF_BW بوحدة الهرتز، يمكن استخدام التقريب التالي:

$$IF_BW = 2 * v * f_c * B_w * \sin(a) / s$$

حيث:

IF_BW: عرض النطاق IF (Hz)

v: سرعة الطائرة (m/s)

f_c: التردد المركزي (Hz)

B_w: عرض حزمة الهوائي عند 3 dB بالتقويم الدائري

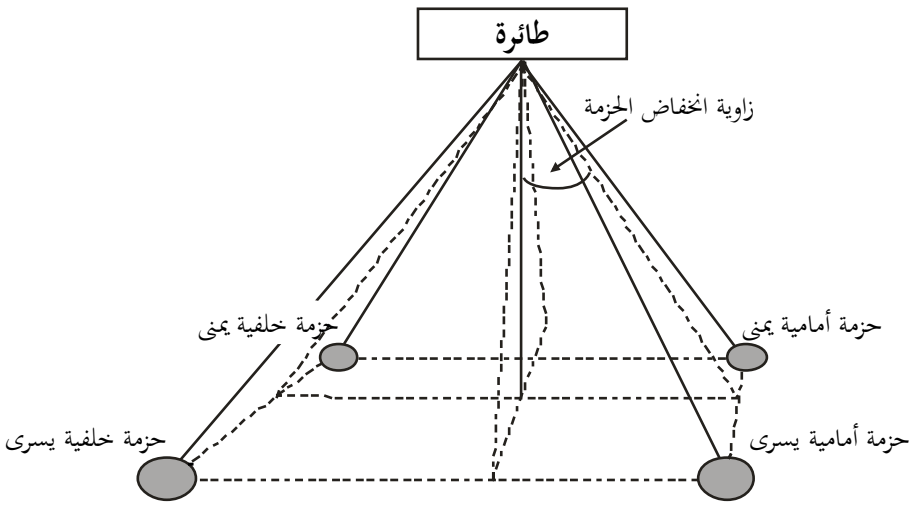
a: زاوية انخفاض الحزمة

s: سرعة الضوء (m/s).

بالنسبة لأنظمة رادار جانيس، يُدرج عامل إضافي قدره 1,414. المرجع: Fried, W.R.: تحليل مبادئ وأداء أنظمة الملاحة دوبلر، IRE Trans.، المجلد ANE-4، الصفحات 176-196، ديسمبر 1957.

الشكل 1

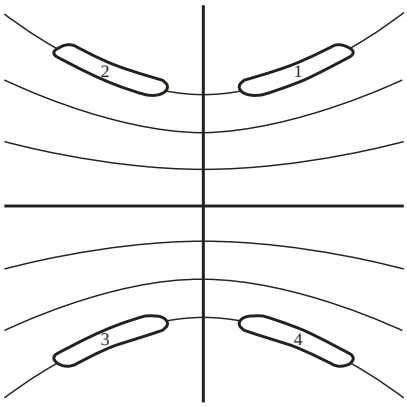
مثال لتشكيلة مخطط حزمة الهوائي المشعة من الطائرة



M.2008-01

الشكل 2

مثال لمخطط حزمة الهوائي على خطوط دوبلر المتساوية



M.2008-02

4 خصائص رادار 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. ويجب أن تتفادى الطائرات بدون طيار هذه الأشياء كما هو الحال في الطائرات بطيار. وسيحتاج القائم بالقيادة عن بُعد إلى الإلمام بالبيئة التي تعمل فيها الطائرة وأن يكون بمقدوره تحديد التهديدات المحتملة للتشغيل الآمن المستمر للطائرة واتخاذ الإجراء المناسب. ورادار الاستشعار والتجنب هو نظام لتفادي اصطدام الطائرة بدون طيار تتمثل وظيفته الأولية في توفير القدرة على الكشف والتتبع وإبلاغ المستعمل بمعلومات عن الحركة الجوية للحفاظ على فصل كافٍ بعيداً عن الأشياء الدخيلة. ويستعمل هذا النظام نهجاً يجعل "القائم بالقيادة على علم بسير الأمور" حيث يكون لقائد الطائرة بدون طيار الموجودة على الأرض السلطة النهائية بخصوص مناورات التجنب لنظام الطائرة بدون طيار. ويرد في الجدول 2 المعلمات التقنية لهذا النظام.

الجدول 2

الخصائص التقنية لرادار الاستشعار والتجنب

المعلمة	الوحدات	الرادار 1	الرادار 2
المنصة		المنصة	المنصة
ارتفاع المنصة	km	حتى 20	حتى 15,5
نوع الرادار		نظام تفادي الاصطدام أثناء الحركة في الجو (رادارات المساعدات الملاحية الدوبلرية)	نظام تفادي الاصطدام أثناء الحركة في الجو (رادارات المساعدات الملاحية الدوبلرية)
السرعة الأرضية	km/h	حتى 1 500	حتى 1 500
مدى توليف الترددات	GHz	13,4-13,25	13,4-13,25
نمط الإرسال		نبضات مشفرة الطور	نبضات مشفرة الطور
عرض النبضة	µs	2-1	2,5
أوقات ارتفاع النبضة وانخفاضها	ns	0,1 إلى 0,2 لأوقات ارتفاع النبضة وانخفاضها	0,1 إلى 0,2 لأوقات ارتفاع النبضة وانخفاضها
عرض نطاق بث التردد الراديوي عند –40 dB	MHz	30	28,5
تردد تكرار النبضة	pps	8 000-6 000	30 000
متوسط قدرة الإرسال	W	25 إلى 35 (حتى 50)	25 إلى 35 (حتى 50)

الجدول 2 (*نهاية*)

المعلمة	الوحدات	الرادار 1	الرادار 2
عرض نطاق المستقبِل IF –3 dB	MHz	1,1-0,7	14
الحساسية	dBm	–122 من أجل 10 dB *S/N*	–98,6 من أجل 13,1 dB *S/N*
عامل ضوضاء المستقبل	dB	3	2,7
قدرة ضوضاء المستقبل المحسوبة	dBW	140,6–	128,5–
نوع الهوائي		صفيف مطاور	صفيف مطاور
اتجاه الهوائي		مقدمة الطائرة	مقدمة الطائرة
كسب الهوائي	dBi	32-28	32-28
كسب الفص الجانبي الأول للهوائي	dBi	19-15	19
عرض الحزمة الأفقي	درجات	5	5
عرض الحزمة الرأسي	درجات	5	5
الاستقطاب		خطي رأسي	خطي رأسي وأفقي
مسح الهوائي	درجات	رأسي ±30 أفقي ±110	رأسي ±37 أفقي ±110
معايير الحماية	dB	10–	10–

5 معايير الحماية

إن أثر إزالة الحساسية في الرادارات 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 لمستقبِل الرادار، مع إجراء تقريب معقول. وإذا أشير إلى الكثافة الطيفية لقدرة ضوضاء مستقبِل الرادار، في غياب التداخل بالرمز N_0 وإلى الكثافة الطيفية لقدرة التداخل الشبيه بالضوضاء بالرمز I_0، يمكن الحصول على الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء الفعلية عن طريق جمع N_0 وI_0.

وبالنسبة لخدمة الملاحة الراديوية التي وظيفتها سلامة الأرواح البشرية، تشكل الزيادة التي قدرها 0,5 dB انحطاطاً ملحوظاً. وتقابل مثل هذه الزيادة نسبة *(I/N)* قدرها نحو –10 dB. وتشكل معايير الحماية هذه الأثر الكلي لمجموعة مصادر التداخل وهندستها، ويجب تقييمها في مجرى تحليل سيناريو معين. وقد يكون عامل التجميع بالغ الأهمية في بعض أنظمة الاتصالات التي قد يُستعمل فيها عدد كبير من المحطات.

_____