الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.1465-4
(2022/02)

خصائص ومعايير حماية الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في مدى التردد MHz 3 700-3 100

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

الاتحاد الدولي للاتصالات

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 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 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، 2023

© ITU 2023
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذا المنشور بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R M.1465-4

خصائص ومعايير حماية الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في مدى التردد 100 3-700 3 MHz

(2022-2018-2015-2007-2000)

مجال التطبيق

تعرض هذه التوصية الخصائص التقنية والتشغيلية ومعايير الحماية للرادارات المقامة على سطح الأرض و/أو ظهر سفن و/أو المحمولة جواً والعاملة في مدى التردد 100 3-700 3 MHz[1]. كما تتضمن التوصية الخصائص الأساسية للمرسلات والمستقبلات والهوائيات إلى جانب معلومات عن نشر هذه الرادارات.

مصطلحات أساسية

خصائص، معايير الحماية، رادار سفينة، رادار مثبت على الأرض، رادار محمول جواً

المختصرات/الأسماء المختصرة

AMSL: فوق متوسط مستوى سطح البحر *(Above mean sea level)*

ATC: مراقبة الحركة الجوية *(Air traffic control)*

CPFSK: إبراق بزحزحة التردد مستمر الطور *(Continuous-phase frequency shift keying)*

RR: لوائح الراديو *(Radio Regulations)*

توصيات قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة

التوصيات

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

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

التوصية ITU-R M.1464: خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع وخصائص ومعايير الحماية لدراسات التقاسم لرادارات الملاحة الراديوية للطيران والأرصاد الجوية العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد 700 2-900 2 MHz

التوصية ITU-R M.1851: نماذج رياضية لمخططات هوائيات أنظمة الرادارات في خدمة الاستدلال الراديوي يتعين استخدامها في الدراسات التحليلية للتداخل

[1] تعمل بعض الأنظمة في نطاق التردد الذي يمتد إلى ما دون 800 2 MHz.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن خصائص هوائيات الرادار وانتشار الإشارات وكشف الأهداف وعرض النطاق الكبير اللازم التي تتيح للرادارات القيام بوظائفها هي الأمثل في بعض نطاقات التردد؛

ب) أن الخصائص التقنية للرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي تحددها مهمة النظام وتتغير تغيراً كبيراً حتى داخل النطاق الواحد؛

ج) أن خدمة الملاحة الراديوية هي خدمة من خدمات السلامة كما هو محدد في الرقم **10.4** من لوائح الراديو (RR) ويجب ضمان عدم حدوث أي تداخل ضار بها؛

د) أن الخصائص التقنية والتشغيلية المميزة للأنظمة العاملة في النطاقات الموزعة لخدمة الاستدلال الراديوي ضرورية لتحديد إمكانية إدخال أنماط جديدة من الأنظمة؛

هـ) أن هناك حاجة لاعتماد الإجراءات والمنهجيات من أجل دراسة توافق الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي مع أنظمة الخدمات الأخرى؛

و) أن نطاق التردد 100 3-400 3 MHz موزع لخدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي في الأقاليم الثلاثة؛

ز) أن نطاق التردد 400 3-600 3 MHz موزع لخدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس ثانوي في الإقليم 1؛

ح) أن نطاق التردد 400 3-600 3 MHz موزع لخدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي في الإقليمين 2 و3 بموجب الرقم **433.5** من لوائح الراديو؛ ولكن جميع الإدارات التي تشغل أنظمة التحديد الراديوي للموقع في هذا النطاق تحث على إنهاء هذا التشغيل قبل عام 1985. ويجب على الإدارات بعد ذلك أن تتخذ جميع التدابير الممكنة عملياً لحماية الخدمة الثابتة الساتلية، ويجب ألا تُفرض متطلبات تنسيق على الخدمة الثابتة الساتلية؛

ط) أن نطاق التردد 600 3-700 3 MHz موزع لخدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس ثانوي في الإقليمين 2 و3؛

ي) أن نطاق التردد 100 3-300 3 MHz موزع أيضاً لخدمة الملاحة الراديوية على أساس أولي في البلدان المدرجة أسماؤها في الرقم **428.5** من لوائح الراديو؛

ك) أن التوصية ITU-R M.1464 تتضمن خصائص بعض الأنظمة العاملة في مدى التردد 700 2-400 3 MHz،

وإذ تعترف

بأن الأرقام **433.5** و**429.5** و**429A.5** و**429B.5** و**429C.5** و**429D.5** و**429E.5** و**429F.5** من لوائح الراديو تنطبق،

توصي

1 بأن تعتبر الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة التحديد الراديوي للموقع الواردة في الملحق 1 بهذه التوصية مميزة للأنظمة العاملة في مدى التردد 100 3-700 3 MHz؛

2 بمراعاة التوصية ITU-R M.1461 في تحليل التوافق بين الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي مع أنظمة الخدمات الأخرى؛

3 بأن تُستعمل نسبة قدرة الإشارة المسببة للتداخل إلى سوية قدرة الضوضاء التي يسببها مستقبل الرادار، *I/N* البالغة −6 dB، كسوية حماية تتطلبها أنظمة التحديد الراديوي للموقع وكسوية حماية صافية عند وجود عدة مصادر مسببة للتداخل؛

4 باستخدام الخصائص الواردة في الجدول 1 لأغراض دراسات التقاسم والتوافق مع أنظمة الرادار العاملة في مدى التردد 3,7-3,1 GHz.

الملحق 1

الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات التحديد الراديوي للموقع العاملة في مدى التردد 100 3-700 3 MHz

1 مقدمة

يعرض الجدول 1 خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع العاملة في مدى التردد 100 3-700 3 MHz. وترد تفاصيل بشأنها في الفقرات التالية.

الجدول 1

خصائص أنظمة التحديد الراديوي للموقع العاملة في مدى التردد 100 3-700 3 MHz[2]، [3]

المعلمة	أنظمة مقامة على الأرض							أنظمة على ظهر سفينة				أنظمة محمولة جواً
	L-A	L-B	L-C	L-D	L-E	L-F	L-G	S-A	S-B	S-C	S-D	A-A
الاستعمال	بحث على سطح الأرض وفي الجو	بحث على سطح الأرض	بحث على سطح الأرض وفي الجو متعدد الوظائف	بحث على سطح الأرض وفي الجو متعدد الوظائف	بحث على سطح الأرض وفي الجو متعدد الوظائف	بحث على سطح الأرض وفي الجو متعدد الوظائف	بحث على سطح الأرض وفي الجو متعدد الوظائف	بحث سطح الأرض/جو				بحيث سطح الأرض/جو
التشكيل	P0N/Q3N	P0N	P0N/Q7N	P0N/Q7N	Q0N	M1N	Q3N	P0N	Q7N	P0N/Q7N	Q7N	Q7N
مدى التوليف (GHz)	3,7-3,1			3,4-2,8	3,5-2,9	3,5-3,1	3,5-3,1	3,4-3,3	3,7-2,9	3,5-3,1		3,7-3,1
قدرة الإرسال في الهوائي (الذروة) (kW)	640	1 000	200	70-60	0,33	500	100	1 000	6 400-4 000	200-60	90-4	1 000
عرض النبضة (µs)	1 000-160	15-1,0	500-50	150-3	0,65	1,0-0,1	50-0,5	0,6 ،0,25	768-6,4	1 000-0,1	100-0,1	1,25[1]
معدل التكرار (kHz)	2-0,020	0,536	50-0,2	50-0,8	160	200-50	20,0-1,0	1,125	6,0-0,152	10-0,3	10-0,5	2
نسبة الانضغاط	48 000	لا ينطبق	حتى 1 000	حتى 2 000	26	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	512-64	حتى 20 000	حتى 400	10>
نمط الانضغاط	لا يوجد	لا ينطبق	LFM and NLFM	LFM and NLFM	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	CPFSK	لا يوجد	لا يوجد	LFM and NLFM
دورة التشغيل (%)	32-2	0,8-0,005	20-0,2	12 بحد أقصى	11 بحد أقصى	5,0-2,0	5,0-1,0	0,28، 0,67	30,0-0,8	20 بحد أقصى	20 بحد أقصى	5
عرض نطاق الإرسال (MHz) (dB 3–)	300/25	2	2	40-7	20-1	5	1,5	4، 16,6	800-4	25	3,15	30 <
كسب الهوائي (dBi)	39	40	31	40	22	22	37	32	42	حتى 40	حتى 40	40
نمط الهوائي	مكافئ	صفيف مطاور	صفيف مطاور	صفيف مطاور	صفيف مطاور	صفيف هوائيات مستوية	صفيف مطاور	صفيف مطاور			صفيف دليل موجي بشقوق	

[2] تعطي التوصيتان ITU-R M.1460 وITU-R M.1464 أيضاً خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع العاملة في مدى التردد 700 2-400 3 MHz.

[3] تنطبق الخصائص التقنية لهذه الرادارات على مدى التوليف الكامل المبين.

الجدول 1 (*تابع*)

المعلمة	أنظمة مقامة على الأرض							أنظمة على ظهر سفينة				أنظمة محمولة جواً
	L-A	L-B	L-C	L-D	L-E	L-F	L-G	S-A	S-B	S-C	S-D	A-A
فتحة حزمة الهوائي (V، H) (بالدرجات)	1,72	1,05 و2,2	1,5	4,5-1	15 و15	15 و15	2,5 و2,5	1,75 و4,4 csc^2 ما يصل إلى 30	1,7 و1,7	5-1,1 و5-1,1	6-1,5 و20-4	1,2 و6,0
نمط المسح الرأسي	لا يوجد	لا ينطبق	عشوائي	عشوائي	عشوائي	قطاع المسح الإلكتروني	لا يوجد	لا ينطبق	عشوائي	لا ينطبق	لا ينطبق	لا يوجد
أقصى مسح رأسي (بالدرجات)	93,5	لا ينطبق	90	90	75	90	70	لا ينطبق	90	90	90	±60
معدل المسح الأفقي (بالدرجات/ثانية)	15	لا ينطبق	50	متغير	35	50,0-10,0	لا ينطبق	لا ينطبق		لحظي		إلكتروني
نمط المسح الأفقي	لا ينطبق	متناوب	متناوب	متناوب	عشوائي	لا ينطبق	متناوب	متناوب	عشوائي	قطاع +360° مستمر	قطاع +360° مستمر	متناوب
أقصى مسح أفقي (بالدرجات)	360							360				
معدل المسح الأفقي (بالدرجات/ثانية)	15	25,7	36	180	متغير	100-60	0	24	لا ينطبق	360-30	180-50	36
الاستقطاب	RHCP	V	خطي	V	V	خطي	خطي	H	V	لا يوجد	V	H
حساسية المرسل (dBm)	لا يوجد	112–	110–	115–	141–	114–	85–	112–	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
عامل ضوضاء المستقبل (dB)	3,1	4,0	1,5	4	3	3	5	4,8	5,0	1,5	1,5	3
عرض نطاق الاستقبال IF (MHz) (dB 3–)	لا يوجد	2,0	600	400	100	500	120	لا يوجد		400		لا يوجد
عرض نطاق الاستقبال IF (MHz) (dB 3–)	380	0,67	2	30	5,10	12	18	8	10	30-10	20-2	1
منطقة الخدمة	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع	العالم أجمع

(1) انضغاط 100 ns

2 الخصائص التقنية

يُستعمل مدى التردد 100 3-700 3 MHz من جانب الرادارات المزودة بتجهيزات مقامة على الأرض وعلى ظهر السفن وعلى متن الطائرات. وتُستعمل الرادارات المتنقلة على متن السفن والطائرات بشكل خاص بينما تُستعمل الأنظمة الثابتة على الأرض في المناطيد المقيدة المخصصة للمراقبة فوق مناطق برية أو ساحلية في ميادين الاختبار. وتشتمل وظائفها على البحث عن مواد محمولة جواً على ارتفاع منخفض أو عالٍ، والمراقبة في البحار وتتبع الأجسام المحمولة جواً وتطبيق المعدات على ميادين الاختبار متعددة الأغراض. ويُستخدم تشكيل النبضات غير المشكَّلة وتشكيل النبضات بالتشكيل الزاوي ودورات التشغيل من أجل هذه الوظائف لرادارات البحث. ويقدم الجدول 1 الخصائص المميزة لأنظمة الرادار المقامة على الأرض والأنظمة المقامة على ظهر السفن والمحمولة جواً العاملة في مدى التردد 100 3-700 3 MHz.

1.2 الرادارات المقامة على الأرض

1.1.2 عمليات الرادارات المقامة على الأرض

تستعمل عادة الرادارات المقامة على الأرض والعاملة في مدى التردد 100 3-700 3 MHz لأغراض عمليات الاختبار داخل وخارج ميادين الاختبار. وعدد من هذه الرادارات رادارات متنقلة أي أنها غالباً ما توضع في عربات لنقلها من أجل توفير وظائف بحث وتتبع لعربات محمولة جواً طوال مسارات الطيران الموسعة. أما الرادارات الأخرى التي تقوم أيضاً بوظائف البحث والتتبع فهي مركبة في نقاط ثابتة في ميادين الاختبار.

ويتيح النظام (L-B) المقام على الأرض في الجدول 1 الذي يصل منطاده المقيد إلى ارتفاع 600 4 m، توفير مراقبة موسعة لميدان اختبار يصل إلى 275 km. ويعمل النظام (L-A) المقام على الأرض الوارد في نفس الجدول في النهار بشكل أساسي وعندما تتوفر شروط طيران مؤاتية وأحياناً في الليل بينما تعمل رادارات المناطيد المقيدة على الدوام. والأنظمة المقامة على الأرض L-C وL-D وL-E وL-F وL-G وهي رادارات تستعمل في جميع الأحوال الجوية وفي جميع الأوقات وفي إطار مهام متعددة، وتقع على متن مركبة متنقلة أو على منصة مستقرة وهي مكرسة للبحث على سطح الأرض وفي الجو.

2.1.2 المرسلات

يمكن ضبط المرسلات كما يمكن تشغيلها في أي مكان في مدى التردد 100 3-700 3 MHz. وعلى وجه الخصوص، يبث النظام L-F في مدى التردد 100 3-500 3 MHz ويبث النظام L-G في مدى التردد 100 3-500 3 MHz. ويستعمل تشكيل النبضات غير المشكلة وتشكيل النبضات بتشكيل زاوي وحيد القناة، ومتعدد القنوات. وبالإضافة إلى ذلك لا تستعمل الأنظمة L-B وL-F وL-G الانضغاط النبضي.

3.1.2 المستقبلات

هناك عدد كبير من مستقبلات الرادارات الموجودة في ميادين الاختبار مجهزة بدارات بوابية خاصة تستعمل لأغراض ترابط المعطيات الفيديوية وتغذية المعطيات في الشاشات المختلفة ومطاريف المشغل أو أجهزة التسجيل. ويعاد إرسال المعطيات الفيديوية التي يستقبلها رادار المنطاد المقيد عن طريق الأنظمة الراديوية (الخدمة الثابتة) والسلكية إلى تجهيزات المشغلين على الأرض.

4.1.2 الهوائيات

يستعمل النظامان L-A وL-B هوائيات طبقية مكافئية. وتستعمل الأنظمة L-C وL-D وL-E وL-F هوائيات صفيف مطاور ويستعمل النظام L-G صفيف هوائيات مستوية. ويمكن نمذجة مخططات الهوائي للأنظمة L-C وL-D وL-E وL-F وL-G باستخدام مخطط الهوائي الموحد الوارد في التوصية ITU-R M.1851. وتُصمم الهوائيات لأغراض استعمال محدد في ميدان الاختبار ولكنها تعمل بكسب حزمة رئيسية يصل إلى 40 dBi ويتم توجيهها إلكترونياً وهي موجهة عادة نحو السماء في اتجاهات عشوائية، مما يزيد إمكانيات إضاءة الأجسام الفضائية واستقبال الطاقة الصادرة عن هذه الأجسام. وتوجه رادارات المنطاد المقيد هوائياتها باتجاه الأفق وفوقه بعدة درجات.

2.2 رادارات على ظهر السفن

1.2.2 العمليات على ظهر السفن

يصف الجدول 1 أنماطاً تمثل رادارات السفن التي تعمل في مدى التردد GHz 3,7-3,1، وهي الأنظمة من S-A إلى S-D. ويستعمل النظام S-A كنظام أولي لمراقبة الحركة الجوية لأغراض حاملات الطائرات. والنظام S-B رادار متعدد الوظائف يستعمل أساساً على ظهر سفن الحراسة. وتعمل هذه الرادارات على السواحل وفي أعالي البحار عادة على مدار 24 ساعة في اليوم. ومن غير المستغرب أن تعمل عشر سفن منها في نفس الوقت عندما تقوم بحراسة سفن أخرى. وإضافة إلى أنظمة السفن هناك أنظمة ثابتة على الأرض تستعمل لأغراض التدريب والاختبار. كما أن بعض عمليات الاختبار والصيانة العادية تتطلب استعمال هذه الرادارات أحياناً في مناطق الموانئ. وغالباً ما ترافق السفينة المجهزة بالنظام S-A دائماً سفينة واحدة على الأقل مزودة بالنظام S-B.

2.2.2 المرسلات

يبث النظام S-A في نطاق التردد 500 3-700 3 MHz. ويبث النظام S-B في مدى التردد 900 2-700 3 MHz ويستعمل تشكيل الطور مع قفزات التردد. والإرسالات ذات تردد خفيف الحركة في عشرة نطاقات تردد يبلغ عرض كل منها 40 MHz مرقمة من 1 إلى 10. وتتابع عروض النبضات المتغيرة عشوائي.

3.2.2 المستقبلات

يرد وصف مستقبلات النظام S-A في الجدول 1. ولهذه المستقبلات سمات عادية كأنظمة لمراقبة الحركة الجوية (ATC) من أجل تخفيف جلبة الرادار والأهداف غير المطلوبة والدلالة على الهدف المتحرك وانتقاء المسافة القصيرة/الطويلة وتغذية كاشف التذبذب (PPI) ذي الشاشة الرادارية البانورامية ببيانات فيديوية؛ ومدى توليف المستقبلات هو نفس مدى توليف المرسلات. وتعمل مستقبلات النظام S-B في مدى التردد 900 2-700 3 MHz. ولا تتوفر خصائص هذه المستقبلات ولكن يفترض أنها مستقبلات حديثة ذات كسب معالجة عالٍ جداً يمكنها من كشف أجسام متعددة ومتنوعة على مسافات بعيدة بالرغم من جلبة الرادار القوية والأحوال الجوية غير المؤاتية.

4.2.2 الهوائيات

يستعمل النظام S-A هوائياً بعاكس دوَّار ميكانيكي تبلغ فتحة حزمته 1,75° في السمت وتنحصر زاوية ارتفاع حزمته csc^2 بين 4,4° و30° مع كسب للحزمة الرئيسية يبلغ 32 dBi. ويبلغ ارتفاع الهوائي الاسمي 46 m فوق متوسط مستوى سطح البحر (AMSL). ويستعمل النظام S-B أربعة هوائيات في صفيف هوائيات مستوية مطاوَرة مسددة إلكترونياً موفرة بذلك تغطية تبلغ 360° مع كسب للحزمة الرئيسية يبلغ 42 dBi. ويمكن نمذجة مخططات الهوائي للنظام S-B باستخدام مخطط الهوائي الموحد الوارد في التوصية ITU-R M.1851. والارتفاع الاسمي لهوائي الرادار S-B يبلغ 20 m فوق متوسط مستوى سطح البحر.

3.2 الرادارات المحمولة جواً

تستفيد الرادارات المحمولة جواً العاملة في نطاق التردد هذا من خصائص الطيف على طول الموجة هذا من أجل القيام بعمليات المراقبة وتتبع الأهداف ومراقبة الحركة الجوية من مسافات بعيدة. ويقدم الجدول 1 وصفاً للخصائص الطيفية للرادارات النمطية المحمولة جواً العاملة في نطاق التردد هذا. وهذا النظام هو رادار متعدد الوظائف بصفيف هوائيات مطاوَرة ويُستعمل على متن طائرات المراقبة التابعة لعدد من الإدارات. وهوائي هذا النظام هو صفيف كبير بشقوق ودليل موجي، ويتم تثبيته في أعلى الطائرة. ويوفر هذا الهوائي كسباً للحزمة الرئيسية يبلغ 40 dBi وكسباً للفص الجانبي الأول يبلغ 27 dBi وكسباً للفص الجانبي البعيد يبلغ 11,5 dBi.

ومخطط الهوائي الذي يتعين النظر فيه في دراسات التقاسم والتوافق هو المخطط الوارد في التوصية ITU R M.1851 باتباع توزيع موحد. وتتمكن الطائرة الناقلة لهذه الرادارات من القيام بعمليات في جميع أنحاء العالم. وتتمتع الرادارات المحمولة جواً، إضافة إلى وظيفتي المراقبة الجوية ومراقبة الحركة الجوية، بوظيفة المراقبة البحرية. وهي تعمل عادة على ارتفاع 9 000 m خلال مدة طويلة تصل إلى 12 ساعة حسب استعداد الطاقم. وتتوفر المراقبة المتواصلة في بعض الحالات على مدار 24 ساعة في اليوم بفضل طائرة التزويد بالوقود.

3 معايير الحماية

تتأثر الرادارات بمختلف أنواع الإشارات المسببة للتداخل بطرق متباينة تماماً. ويظهر هذا التباين خصوصاً بين تأثيرات الطاقة من نمط الضوضاء المستمرة وتأثيرات النبضات.

وللأنظمة التي تستعمل الانضغاط النبضي عرض نطاق IF متسق مع هذا الانضغاط وتعمل كمرشاح مناسب ليكون تردي النسبة *S/N* عند الحد الأدنى. وقد تتواءم هذه المراشيح جزئياً مع تأثيرات التداخل شبه الضوضائي وتزيد منه. وفي هذه الحالة، قد لا تكون القيمة −6 dB للنسبة *I/N* كافية، وقد يلزم إجراء مزيد من الدراسة أو قياسات للتوافق من أجل تقييم التداخل من منظور الآثار التشغيلية على أداء الرادار.

فتداخل الموجة المستمرة من نمط الضوضاء يؤثر سلباً على حساسية رادارات الاستدلال الراديوي، ويرتبط هذا التأثير على الأرجح بشدة التداخل. وفي أي قطاع سمت يمكن أن يحدث فيه هذا النمط من التداخل، يكفي إضافة الكثافة الطيفية لقدرة هذا التداخل إلى الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء الحرارية لنظام الرادار من أجل الحصول على نتيجة موثوقة نسبياً. وإذا اعتبرنا أن قدرة ضوضاء نظام الرادار بدون تداخل هي N وأن قدرة تداخل من نمط الضوضاء هي I تكون قدرة الضوضاء الفعلية الناتجة مجموع $N + I$.

وبما أن معايير حماية الرادارات الراسخة تقليدياً في قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد تقوم على التبعات المترتبة على الحفاظ على النسبة المرجوة للإشارة إلى الضوضاء عند عودة الهدف في وجود تداخل، من الضروري أن تتزايد قدرة عودة الهدف بالتناسب مع زيادة قدرة الضوضاء وتنتقل من N لتصبح $N + I$. ولا يتم ذلك إلا من خلال القبول بأمدية قصوى أقصر للأهداف أو إهمال رصد الأهداف الصغيرة أو تعديل الرادار بحيث تزداد قدرة إرساله أو ناتج القدرة–الفتحة. (في الرادارات الحديثة تكون ضوضاء نظام الاستقبال قريبة عادةً من الحد الأدنى وأصبحت المعالجة شبه المثلى للإشارات أمراً شائعاً).

وتختلف هذه التبعات باختلاف وظيفة الرادار وطبيعة أهدافه. وفي معظم أنظمة الرادارات يقابل مستوى ضوضاء فعلية يبلغ 1 dB أعلى قدر من التردي المسموح به للأداء. وفي حالة هدف مستقل له مقطع عرضي راداري (RCS) بقيمة متوسطة أو وسطية، فإن هذه الزيادة تنقص مدى الكشف بنسبة 6% تقريباً مهما كانت خصائص تراوحات المقطع RCS لهذا الهدف. وذلك ناجم عن أن المدى الذي يمكن الحصول عليه في الفضاء الحر يتناسب مع الجذر الرابع لنسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) التي تنتج من نوع معادلات مدى الرادار الأكثر شيوعاً. وتمثل زيادة قدرها 1 dB لقدرة الضوضاء الفعلية زيادة القدرة بمقدار 1,26 ضعفاً. وإذا لم يتم التعويض عن هذه الزيادة يجب خفض مدى الهدف المستقل في الفضاء الحر بنسبة $1/((1,26)^{1/4})$ أو 1/1,06 مما يعني خفض المدى بنسبة 6% تقريباً. وفي معادلة المدى، فإن النسبة SNR تتناسب أيضاً مباشرة مع قدرة المرسل ومع ناتج القدرة–الفتحة (في رادار مراقبة) ومع المقطع العرضي لرادار الهدف. ولذا يمكن بدلاً من ذلك التعويض عن زيادة قدرها 1 dB في قدرة الضوضاء الفعلية عن طريق التخلي عن كشف الأهداف غير تلك التي يزيد مقطعها العرضي المداري المتوسط بمقدار 1,26 ضعفاً عن أصغر هدف يمكن كشفه في حالة عدم التداخل، أي بزيادة بنسبة 26% لقدرة مرسل الرادار أو لناتج القدرة–الفتحة لهذا الرادار. وجميع هذه البدائل مقبولة نوعاً ما في معظم مهام الرادارات، وتعديل الأنظمة عملية باهظة التكاليف وصعبة التحقيق إن لم تكن مستحيلة، وخاصة فيما يتعلق بالرادارات المتنقلة. وفيما يتعلق بالأهداف المستقلة، فإن هذه التبعات في نوعية الأداء ممكنة لأي احتمال معين للكشف ومعدل الإنذار الخطأ ولجميع خصائص تراوحات الأهداف.

_____