This PDF is provided by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an officially produced electronic file.

Ce PDF a été élaboré par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'une publication officielle sous forme électronique.

Este documento PDF lo facilita el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un archivo electrónico producido oficialmente.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) مقدمة من قسم المكتبة والمحفوظات في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) نقلاً من ملف إلكتروني صادر رسمياً.

本 PDF 版本由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案服务室提供。来源为正式出版的电子文件。

Настоящий файл в формате PDF предоставлен библиотечно-архивной службой Международного союза электросвязи (МСЭ) на основе официально созданного электронного файла.

© International Telecommunication Union

4

لوائح الراديو

توصيات قطاع الاتصالات الراديوية المضمّنة بالإحالة إليها

طبعة 2024

4

لوائح الراديو

توصيات قطاع الاتصالات الراديوية المضمّنة بالإحالة إليها

طبعة 2024

إخلاء مسؤولية

التسميات المستعملة في هذا المنشور وطريقة عرض المواد فيه لا تعني بأي حال من الأحوال التعبير عن أي رأي من جانب الاتحاد الدولي للاتصالات أو من جانب أمانة الاتحاد فيما يتعلق بالوضع القانوني لأيٍّ من البلدان أو الأقاليم أو المدن أو المناطق أو لسلطاتها، أو فيما يتعلق بتعيين حدودها أو تخومها.

© ITU 2024

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات.

ملاحظة من الأمانة

إن هذه المراجعة للوائح الراديو التي تكمّل أحكام دستور الاتحاد الدولي للاتصالات واتفاقيته، تتضمن قرارات المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية للأعوام 1995 (WRC-95) و1997 (WRC-97) و2000 (WRC-2000) و2003 (WRC-03) و2007 (WRC-07) و2012 (WRC-12) و2015 (WRC-15) و2019 (WRC-19) و2023 (WRC-23). وتدخل غالبية أحكام هذه اللوائح حيّز التنفيذ في 1 يناير 2025، أما الأحكام الأخرى فتدخل حيّز التنفيذ في تواريخ تطبيقها المبينة في المادة **59** من لوائح الراديو المراجعة.

قامت الأمانة لدى إعدادها طبعة 2024 للوائح الراديو بتصحيح الأخطاء الطباعية التي أقرها المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2023 (WRC-23)، بعد أن استرعي انتباهه إليها.

وتستخدم هذه الطبعة نظام الترقيم نفسه المستخدم في طبعة 2001 للوائح الراديو، على النحو المبين فيما يلي:

فيما يخص *أرقام المواد*، اتّبعت هذه الطبعة الترقيم التتابعي المألوف. فلا يتبع أرقام المواد أي مختصر (مثل "(WRC-97)" أو "(WRC-2000)" أو "(WRC-03)" أو "(WRC-07)" أو "(WRC-12)" أو "(WRC-15)" أو "(WRC-19)" أو"(WRC-23)"). وعليه فإن أي إحالة إلى إحدى المواد، في أي حكم من أحكام لوائح الراديو هذه (مثل الرقم **1.13** من المادة **13**)، وفي نصوص التذييلات الواردة في المجلد 2 من هذه الطبعة (مثل الفقرة 1 من التذييل **2**)، وفي نصوص القرارات الواردة في المجلد 3 من هذه الطبعة (مثل القرار **(Rev.WRC-97) 1**)، وفي نصوص التوصيات الواردة في المجلد 3 من هذه الطبعة (مثل التوصية **8**)، تعتبر إحالة إلى نص المادة المعنية كما يظهر في هذه الطبعة، ما لم يحدد غير ذلك.

وفيما يخص *أرقام الأحكام في المواد*، استمرت هذه الطبعة في استخدام الأرقام المركبة التي تبين رقم المادة يليه رقم الحكم داخل المادة (مثل الرقم 2B.9 الذي يعني الحكم 2B في المادة **9**). وعندما يرد المختصر "(WRC-23)" أو "(WRC-19)" أو "(WRC-15)" أو "(WRC-12)" أو "(WRC-07)" أو "(WRC-03)" أو "(WRC-2000)" أو "(WRC-97)" في نهاية مثل هذا الحكم فهذا يعني أن هذا الحكم قد عدله أو أضافه المؤتمر WRC-23 أو WRC-19 أو WRC-15 أو WRC-12 أو WRC-07 أو WRC-03 أو WRC-2000 أو WRC-97، حسب الحالة. وغياب المختصر من نهاية الحكم يعني أن الحكم مطابق للحكم الوارد في لوائح الراديو المبسّطة التي وافق عليها المؤتمر WRC-95 والوارد نصها الكامل في الوثيقة 2 من وثائق المؤتمر WRC-97.

وفيما يخص *أرقام التذييلات*، اتّبعت هذه الطبعة الترقيم التتابعي المألوف، مع إضافة المختصر المناسب عند الاقتضاء بعد رقم التذييل (مثل "(WRC-97)" أو "(WRC-2000)" أو "(WRC-03)" أو "(WRC-07)" أو "(WRC-12)" أو "(WRC-15)" أو "(WRC-19)" أو "(WRC-23)"). وبصورة عامة فإن أي إحالة إلى تذييل، في أي حكم من أحكام لوائح الراديو هذه، وفي نصوص التذييلات الواردة في المجلد 2 من هذه الطبعة، وفي نصوص القرارات والتوصيات الواردة في المجلد 3 من هذه الطبعة، هي معروضة بالطريقة المألوفة (مثل "التذييل **30 (Rev.WRC-23)**")، إن لم تكن مشروحة بالتفصيل في النص (مثل التذييل **4** المعدل في المؤتمر WRC-23). أما في نصوص التذييلات التي عدلها المؤتمر WRC-23 جزئياً، فيشار إلى الأحكام المعدلة بالمختصر "(WRC-23)" في نهاية النص المعني. وإذا وردت إحالة إلى تذييل بدون إضافة أي مختصر بعد رقم التذييل في نصوص هذه الطبعة (مثل الرقم **1.13**)، أو بدون أي شرح توضيحي آخر، تعتبر هذه الإحالة متعلقة بنص التذييل المعني الذي يرد في هذه الطبعة.

واستعمل الرمز ↑ في نص لوائح الراديو للإشارة إلى قيم متعلقة بوصلة صاعدة، وبالمثل استعمل الرمز ↓ للإشارة إلى قيم متعلقة بوصلة هابطة.

واستعملت مختصرات بصورة عامة لتشير إلى أسماء المؤتمرات الإدارية العالمية للراديو والمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية. وترد هذه المختصرات فيما يلي.

المختصر	المؤتمر
WARC Mar	المؤتمر الإداري العالمي للراديو المعني بمعالجة مسائل تتعلق بالخدمة المتنقلة البحرية (جنيف، 1967)
WARC-71	المؤتمر الإداري العالمي للراديو المعني بالاتصالات الفضائية (جنيف، 1971)
WMARC-74	المؤتمر الإداري العالمي للراديو المعني بالاتصالات الراديوية البحرية (جنيف، 1974)
WARC SAT-77	المؤتمر الإداري العالمي للراديو المعني بالإذاعة الساتلية (جنيف، 1977)
WARC-Aer2	المؤتمر الإداري العالمي للراديو المعني بالخدمة المتنقلة للطيران (R) (جنيف، 1978)
WARC-79	المؤتمر الإداري العالمي للراديو (جنيف، 1979)
WARC Mob-83	المؤتمر الإداري العالمي للراديو حول الخدمات المتنقلة (جنيف، 1983)
WARC HFBC-84	المؤتمر الإداري العالمي للراديو حول التخطيط لنطاقات الموجات الديكامترية (HF) الموزعة للخدمة الإذاعية (جنيف، 1984)
WARC Orb-85	المؤتمر الإداري العالمي للراديو حول استخدام مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض وتخطيط الخدمات الفضائية التي تستعمل هذا المدار (الدورة الأولى - جنيف، 1985)
WARC HFBC-87	المؤتمر الإداري العالمي للراديو حول التخطيط لنطاقات الموجات الديكامترية (HF) الموزعة للخدمة الإذاعية (جنيف، 1987)
WARC Mob-87	المؤتمر الإداري العالمي للراديو حول الخدمات المتنقلة (جنيف، 1987)
WARC Orb-88	المؤتمر الإداري العالمي للراديو حول استخدام مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض وتخطيط الخدمات الفضائية التي تستعمل هذا المدار (الدورة الثانية - جنيف، 1988)
WARC-92	المؤتمر الإداري العالمي للراديو المعني بدراسة توزيعات التردد في بعض أجزاء الطيف (مالقة - طورمولينوس، 1992)
WRC-95	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (جنيف، 1995)
WRC-97	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (جنيف، 1997)
WRC-2000	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (اسطنبول، 2000)
WRC-03	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (جنيف، 2003)
WRC-07	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (جنيف، 2007)
WRC-12	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (جنيف، 2012)
WRC-15	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (جنيف، 2015)
WRC-19	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (شرم الشيخ، 2019)
WRC-23	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (دبي، 2023)
WRC-27	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2027[1]

[1] لم يحدد بعد تاريخ انعقاد هذا المؤتمر.

المجلد 4

توصيات قطاع الاتصالات الراديوية المضمّنة بالإحالة إليها*

جدول المحتويات

الصفحة

التوصية ITU-R TF.460-6 بث الترددات المعيارية وإشارات التوقيت 1

التوصية ITU-R M.489-2 الخصائص التقنية لتجهيزات المهاتفة الراديوية التي تشغلها الخدمة المتنقلة البحرية على الموجات المترية (VHF) مع مباعدة تبلغ 25 kHz فيما بين القنوات 7

التوصية ITU-R M.492-6 إجراءات تشغيل تجهيزات الإبراق بطباعة مباشرة في الخدمة المتنقلة البحرية 9

التوصية ITU-R P.525-4 حساب التوهين في الفضاء الحر 19

التوصية ITU-R P.526-15 الانتشار بالانعراج 23

التوصية ITU-R M.541-11 إجراءات التشغيل الخاصة باستعمال تجهيزات النداء الانتقائي الرقمي (DSC) في الخدمة المتنقلة البحرية 69

التوصية ITU-R M.585-9 تخصيص الهويات واستعمالها في الخدمة المتنقلة البحرية *(الملحق 1)* 119

التوصية ITU-R M.633-5 خصائص الإرسال لمنار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ بالساتل (منار EPIRB ساتلي) يعمل بواسطة نظام ساتلي في النطاق 406,0-406,1 MHz 131

التوصية ITU-R S.672-4 مخطط الإشعاع المطلوب استعماله كهدف تصميمي لهوائيات السواتل في الخدمة الثابتة الساتلية التي تستعمل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض 133

التوصية ITU-R M.690-3 الخصائص التقنية للمنارات الراديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ (EPIRB) التي تعمل على الترددين الحاملين 121,5 MHz و243 MHz 159

التوصية ITU-R RA.769-2 معايير الحماية المستخدمة في قياسات الفلك الراديوي *(الأجزاء المتعلقة بتطبيق الرقم **372.5**)* 161

التوصية ITU-R P.838-3 نموذج التوهين الخاص الناتج عن المطر لاستعماله في طرائق التنبؤ 171

التوصية ITU-R M.1084-5 حلول مؤقتة لتحسين فعالية استخدام محطات الخدمة المتنقلة البحرية للنطاق 156-174 MHz. 181

التوصية ITU-R SM.1138-3 تحديد عروض النطاق اللازمة وأمثلة عن كيفية حسابها وأمثلة مصاحبة عن تسمية الإرسالات ... 193

* يظهر في التوصيات المعتمدة قبل 1 يناير 2001 الحرف "S" الذي يسبق أرقام الإحالات إلى نصوص لوائح الراديو، ولسوف يبقى هذا الحرف حتى وقت تعديل التوصية المعنية وفقاً للإجراءات المعمول بها.

التوصية ITU-R SA.1154-0 أحكام خاصة بحماية خدمات الأبحاث الفضائية (SR) والعمليات الفضائية (SO) واستكشاف الأرض الساتلية (EES) وبتسهيل التقاسم مع الخدمة المتنقلة في النطاقين 025 2-110 2 MHz و200 2-290 2 MHz 203

التوصية ITU-R M.1171-1 إجراءات المهاتفة الراديوية للنداءات الروتينية في الخدمة المتنقلة البحرية 233

التوصية ITU-R M.1172-0 مختصرات وإشارات متنوعة لاستعمالها في الاتصالات الراديوية للخدمة المتنقلة البحرية 243

التوصية ITU-R M.1173-1 الخصائص التقنية للمرسلات ذات النطاق الجانبي الوحيد المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية للمهاتفة الراديوية في النطاقات الموجودة بين 1 606,5 kHz (605 1 kHz في الإقليم 2) و000 4 kHz وبين 000 4 kHz و500 27 kHz 277

التوصية ITU-R M.1174-4 الخصائص التقنية للتجهيزات المستعملة للاتصالات على متن السفن في النطاقات المحصورة بين 450 و470 MHz 279

التوصية ITU-R M.1187-1 طريقة لحساب المنطقة التي يحتمل أن تتأثر في حالة شبكة للخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) تستعمل مدارات دائرية في المدى 1-3 GHz 283

التوصية ITU-R S.1256-0 منهجية تحديد السوية الإجمالية القصوى لكثافة تدفق القدرة عند مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاق 700 6-075 7 MHz من وصلات تغذية الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية في الاتجاه فضاء-أرض 289

التوصية ITU-R RS.1260-2 جدوى تقاسم الترددات بين المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء والخدمات الأخرى العاملة في النطاق 420-470 MHz 297

التوصية ITU-R BO.1293-2 أقنعة الحماية وطرائق الحساب المصاحبة من أجل التداخلات التي تحدث لأنظمة الإذاعة الساتلية في حالة الإرسالات الرقمية 311

التوصية ITU-R S.1340-0 التقاسم بين وصلات التغذية للخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الملاحة الراديوية للطيران في الاتجاه أرض-فضاء في النطاق 15,4-15,7 GHz 323

التوصية ITU-R S.1428-1 مخططات الإشعاع المرجعية للمحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية لاستعمالها في تقييم التداخل من خلال سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في نطاقات الترددات بين 10,7 GHz و30 GHz 339

التوصية ITU-R BO.1443-3 مخططات مرجعية لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية من أجل استخدامها لتقييم التداخل من خلال سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات التردد المذكورة في التذييل 30 من لوائح الراديو 343

التوصية ITU-R RA.1513-2 مستويات فقدان البيانات في عمليات الرصد للفلك الراديوي ومعايير النسبة المئوية الزمنية الناجمة عن التردي الناتج عن التداخل بالنسبة للنطاقات الترددية الموزعة لخدمة الفلك الراديوي على أساس أولي 351

التوصية ITU-R M.1583-1 حساب التداخل بين أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية أو خدمة الملاحة الراديوية الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومواقع مراقبة علم الفلك الراديوي 365

التوصية ITU-R S.1586-1 حساب سويات الإرسال غير المطلوب التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي 373

التوصية ITU-R F.1613-0 متطلبات تشغيل ونشر أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت التابعة للخدمة الثابتة داخل الإقليم 3، بغية تأمين حماية الأنظمة العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) وخدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة) في النطاق 250 5-350 5 MHz 381

التوصية ITU-R RA.1631-0 مخطط الإشعاع المرجعي لهوائي محطة الفلك الراديوي ينبغي استعماله في تحليل الملاءمة بين أنظمة سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحطات خدمة الفلك الراديوي على أساس مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) 397

الصفحة

التوصية ITU-R M.1642-2 منهجية تقييم كثافة تدفق القدرة المكافئة المجمعة القصوى عند محطة لخدمة الملاحة الراديوية للطيران تنتجها جميع أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz 401

التوصية ITU-R M.1643-0 المتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة من الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران بما فيها تلك التي تستعمل المرسلات المستجيبات في شبكات الخدمة الثابتة الساتلية العاملة في نطاق الترددات 14-14,5 GHz (أرض-فضاء)..... 417

التوصية ITU-R M.1652-1 اختيار دينامية التردد (DFS) في أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية لأغراض حماية خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق 5 GHz *(الملحقين 1، 5)*..... 423

التوصية ITU-R M.1827-1 مبادئ توجيهية بشأن المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الخدمة المتنقلة للطيران (R) المقتصرة على التطبيقات المستعملة على أرض المطارات في نطاق التردد 091 5-150 5 MHz..... 441

التوصية ITU-R M.2013-0 الخصائص التقنية لأنظمة الملاحة الراديوية للطيران غير الخاضعة لمعايير منظمة الطيران الدولي والعاملة قرابة التردد 1 GHz..... 445

التوصية ITU-R RS.2065-0 حماية وصلات خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) في الاتجاه فضاء- أرض في النطاقين 400 8-450 8 MHz و450 8-500 8 MHz من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول 600 9 MHz..... 455

التوصية ITU-R RS.2066-0 حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاق التردد 10,6-10,7 GHz من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول 600 9 MHz 463

التوصية ITU-R S.2157-0 إجراءات تقييم التداخل من أي نظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في مجموعة عالمية من الوصلات المرجعية الساتلية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات التردد 37-39,5 GHz (فضاء-أرض) و39,5-42,5 GHz (فضاء-أرض) و47-50,2 GHz (أرض-فضاء) و50,4-51,4 GHz (أرض-فضاء). 471

تجميع قائمة بالإحالات المرجعية للأحكام التنظيمية، بما في ذلك الحواشي والقرارات، متضمنة توصيات قطاع الاتصالات الراديوية بالإحالة 487

التوصيـــة ITU-R TF.460-6 *

بث الترددات المعيارية وإشارات التوقيت

(المسألة ITU-R 102/7)

(2002-1997-1986-1982-1978-1974-1970)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن المؤتمر الإداري العالمي للراديو (جنيف، 1979) قد خصص الترددات التالية لخدمات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت: 20 kHz ± 0,05 kHz و2,5 MHz ± 5 kHz (2,5 MHz ± 2 kHz في المنطقة 1) و5 MHz ± 5 kHz و10 MHz ± 5 kHz و15 MHz ± 10 kHz و20 MHz ± 10 kHz و25 MHz ± 10 kHz؛

ب) أن الترددات المعيارية وإشارات التوقيت الإضافية تبث في نطاقات ترددات أخرى؛

ج) أن الأمر يدعو إلى مراعاة أحكام المادة 26 من لوائح الراديو؛

د) أن من الضروري الاستمرار في التعاون الوثيق بين لجنة الدراسات 7 للاتصالات الراديوية وبين المنظمة البحرية الدولية (IMO) ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والمؤتمر العام للأوزان والمقاييس والمكتب الدولي للأوزان والمقاييس (CGPM) والمكتب الدولي للأوزان والمكاييل (BIPM) والخدمة الدولية المعنية بدوران الأرض (IERS) وكذلك الأعضاء المعنيين في المجلس الدولي للاتحادات العلمية (ICSU)؛

هـ) أن من المستحسن الحفاظ على تنسيق عالمي لبث الترددات المعيارية وإشارات التوقيت؛

و) أن من الضروري إذاعة ترددات معيارية وإشارات توقيت طبقاً لتعريف الثانية الذي أعطاه المؤتمر العام الثالث عشر للأوزان والمكاييل (1967)؛

ز) أن ثمة حاجة مستمرة لتيسر توقيت عالمي (UT) فوراً بارتياب لا يتجاوز عُشر الثانية،

توصـــي

1 أن تكون جميع إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت متطابقة إلى أكبر حد ممكن مع التوقيت العالمي المنسق (UTC) (انظر الملحق 1)؛ وألا تبتعد إشارات التوقيت عن التوقيت العالمي المنسق بأكثر من جزء من الألف من الثانية، وألا تنحرف الترددات المعيارية بأكثر من 1×10^{-10}؛ وأن تتضمن إشارات التوقيت التي تبثها كل محطة علاقة معروفة مع طور الموجة الحاملة؛

2 أن تضم جميع إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت، بما فيها إرسالات إشارات التوقيت الأخرى المخصصة للتطبيقات العلمية (باستثناء الإرسالات التي ربما تكرّس لأنظمة خاصة) معلومات عن الفرق UT1-UTC والفرق TAI-UTC (انظر الملحق 1)؛

* يجب أن ترفع هذه التوصية إلى علم المنظمة البحرية الدولية (IMO) ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والمؤتمر العام للأوزان والمكاييل (CGPM) والمكتب الدولي للأوزان والمكاييل (BIPM) والخدمة الدولية المعنية بدوران الأرض (IERS) والاتحاد الدولي للجيوديسياء والجيوفيزياء (IUGG) والاتحاد الدولي لعلوم الراديو (URSI) والاتحاد الدولي لعلم الفلك (IAU).

الملحـــق 1

سلالم التوقيت

A التوقيت العالمي (UT)

التوقيت العالمي (UT) هو التسمية العامة التي تطلق على سلالم التوقيت القائمة على دوران الأرض.

وفي التطبيقات التي لا يمكن السماح فيها بأخطاء تعادل بعض أجزاء مئوية من الثانية، يتطلب الأمر تحديد شكل التوقيت UT الذي ينبغي استعماله:

UT0 وهو الوقت الشمسي المتوسط لمستوى الزوال الأصل الناتج عن الرصد الفلكي المباشر؛

UT1 وهو الوقت UT0 بعد تصحيحه من آثار الحركات الصغيرة للأرض بالنسبة إلى محور دورانها (تغير قطبي)؛

UT2 وهو الوقت UT1 بعد تصحيحه من آثار التراوح الفصلي الطفيف في سرعة دوران الأرض؛

UT1 وهو الوقت المستخدم في هذه التوصية لأنه يقابل مباشرة الموضع الزاوي للأرض حول محور دورانها اليومي.

تتوفر التعاريف الدقيقة للمصطلحات الآنفة الذكر والمفاهيم المقابلة في منشورات الخدمة IERS (باريس، فرنسا).

B التوقيت الذري العالمي (TAI)

أعد المكتب BIPM السلم المرجعي الدولي للتوقيت الذري (TAI) المستند إلى الثانية المحددة في النظام الدولي (SI) على هيئة الأرض المائية في الدوران، استناداً إلى معطيات ميقاتية توفرها هيئات متعاونة في هذا المجال. ويتمثل هذا السلم في شكل سلم مستمر يعبر عنه بالأيام والساعات والدقائق والثواني، بدءاً من تاريخ إنشائه في أول يناير 1958 (ولقد اعتمده المؤتمر CGPM عام 1971).

C التوقيت العالمي المنسق (UTC)

وهو سلم التوقيت الذي يعتمده المكتب BIPM بالاشتراك مع الخدمة IERS والذي يشكل قاعدة البث المنسق للترددات المعيارية وإشارات التوقيت. وله نفس معدل TAI ولكنه يختلف عنه بعدد صحيح من الثواني.

ويضبط السلم UTC بإضافة أو طرح ثوانٍ (الثواني الكبيسة الموجبة أو السالبة) بالقدر اللازم لتأمين التوافق التقريبي مع السلم UT1.

D الفارق DUT1

يمثل الفارق DUT1 قيمة الفارق المتوقع بين السلمين UT1 وUTC كما تم إرسالهما مع إشارات التوقيت. ولدينا إذاً: $DUT1 \approx UT1 - UTC$. ويمكن اعتبار DUT1 تصحيحاً يستحسن إضافته إلى السلم UTC للحصول على أفضل قيمة تقريبية للسلم UT1.

وترد قيم الفارق DUT1 في منشورات الخدمة IERS بشكل مضاعفات صحيحة للمقدار 0,1 s.

وتطبق قواعد التشغيل التالية:

1 التفاوتات المسموح بها

1.1 ينبغي ألا تتجاوز القيمة DUT1 القَدْر 0,8 s.

2.1 ينبغي ألا يتجاوز ابتعاد UTC عن UT1 القَدْر ± 0,9 s (انظر الملاحظة 1).

3.1 ينبغي ألا يتجاوز ابتعاد المجموع (DUT1 + UTC) عن UT1 القَدْر ± 0,1 s.

ملاحظة 1 – يمثل الفارق بين قيمة DUT1 القصوى وبين الابتعاد الأقصى للسلم UTC عن UT1 التباعد المقبول به بين المجموع (DUT1 + UTC) و UT1؛ ويشكل بالنسبة إلى الخدمة IERS حماية من التغيرات الطارئة على سرعة دوران الأرض.

2 الثواني الكبيسة

1.2 الثانية الكبيسة الموجبة أو السالبة ينبغي أن تكون آخر ثانية من شهر التوقيت UTC؛ ويفضل بالدرجة الأولى أن تكون في نهاية شهري ديسمبر ويونيو وبالدرجة الثانية في نهاية شهري مارس وسبتمبر.

2.2 وتبدأ الثانية الكبيسة الموجبة عند الساعة 23h 59m 60s وتنتهي عند الساعة 0h 0m 0s من اليوم الأول للشهر التالي. وفي حالة الثانية الكبيسة السالبة فبعد الساعة 23h 59m 58s بثانية واحدة تأتي الساعة 0h 0m 0s من اليوم الأول للشهر التالي (انظر الملحق 3).

3.2 وينبغي للخدمة IERS اتخاذ تقرر لإدخال ثانية كبيسة وإعلان تاريخها؛ وينبغي أن يأتي مثل هذا الإعلان قبل 8 أسابيع على الأقل من موعد الإدخال.

3 قيمة الفارق DTAI

1.3 يرجى من الخدمة IERS تحديد قيمة الفارق DUT1 وكذلك تاريخ إدخاله وإذاعة هذه المعلومات قبل شهر من موعدها. وفي بعض الحالات الاستثنائية للتغيرات المفاجئة في سرعة دوران الأرض، تصدر الخدمة IERS إعلان التصحيح قبل تاريخ إدخاله بأسبوعين على الأقل.

2.3 يرجى من الإدارات والمنظمات استخدام قيمة DUT1 الصادرة عن IERS في بث الترددات المعيارية وإشارات التوقيت وأن تعرف بها على أوسع نطاق ممكن عن طريق المنشورات الدورية أو النشرات أو غيرها.

3.3 عند بث الفارق DUT1 بالشفرة، ينبغي أن تكون الشفرة (مع تحفظ الفقرة 4.3) مطابقة للمبدأين التاليين:

- تتحدد القيمة المطلقة للفارق DUT1 عن طريق عدد واسمات الثانية المشددة، وتتحدد علامتها بموضع هذه الواسمات نسبة إلى واسم الدقيقة. ويعني غياب واسم الثانية أن DUT1 = 0؛
- ينبغي أن ترسل المعلومة المشفرة بعد كل دقيقة معرّفة هويتها، إذا تلاءم ذلك مع نسق البث. وفي الحالة المعاكسة، ينبغي أن ترسل المعلومة المشفرة (الحد الأدنى المطلق) بعد كل أول خمس دقائق معرّفة من كل ساعة.

وترد التفاصيل المتعلقة بالشفرة في الملحق 2.

4.3 يمكن إعطاء إعلان الفارق DUT1 في شفرة مختلفة، إذا كان موجهاً بشكل أساسي إلى مزيل تشفير أوتوماتي ومستعملاً في مثل هذا الجهاز أيضاً. ولكن ينبغي في كل الأحوال بثه بعد كل دقيقة معرفة هويتها إذا تلاءم ذلك مع نسق البث. وفي الحالة المعاكسة، ينبغي أن تبث المعلومة المشفرة (الحد الأدنى المطلق) بعد كل أول خمس دقائق معرّفة من كل ساعة.

5.3 ينبغي أن يكون لكل معلومة أخرى قد تُبَث في جزء إشارات التوقيت المذكورة في الفقرتين 3.3 و4.3 والمتعلقة بالمعلومات المشفرة عن الفارق DUT1، نسق مختلف بشكل كافٍ على نحو لا يقع فيه التباس مع DUT1.

6.3 إضافة إلى ذلك، يمكن توفير الفارق بين UT1 وUTC بنفس درجة الدقة أو بدقة أعلى بطرق أخرى، عن طريق رسائل مصاحبة للنشرات البحرية أو التنبؤات الجوية وغيرها؛ كما يمكن أن تنفذ إعلانات الثواني الكبيسة الواردة فيما بعد بهذه الطرق.

7.3 يرجى من الخدمة IERS متابعة نشر القيم النهائية لقيم الفارق UTC – UT1 وUTC – UT2 بعد الحصول عليها.

E الفارق DTAI

يرمز إلى قيمة الفارق TAI – UTC الذي يذاع مع إشارات التوقيت بالرمز DTAI. ويمكن اعتبار قيمة الفارق DTAI = TAI – UTC تصحيحاً يجب إدخاله على التوقيت UTC للحصول على التوقيت TAI.

وتنشر قيم الفارق TAI – UTC في النشرة T التي تصدرها الخدمة IERS. وينبغي للخدمة IERS أن تعلن عن قيمة الفارق DTAI بشكل مضاعفات صحيحة للثانية في نفس الإعلان المقابل لإدخال الثواني الكبيسة (انظر الفقرة 2.D).

الملحـــق 2

شفرة إرسال الفارق DUT1

يشار إلى القيمة الموجبة للفارق DUT1 عن طريق وسم مشدد لعدد n من واسمات الثانية المتتالية، بعد واسم الدقيقة بدءاً من واسم الثانية 1 إلى واسم الثانية n مع العلم أن n عدد صحيح لا يتجاوز 8.

$$DUT1 = (n \times 0{,}1)\ s$$

ويشار إلى القيمة السالبة للفارق DUT1 عن طريق وسم مشدد لعدد m من واسمات الثانية المتتالية، بعد واسم الدقيقة بدءاً من واسم الثانية 9 إلى واسم الثانية $(m + 8)$ ضمناً، مع العلم أن m عدد صحيح لا يتجاوز 8.

$$DUT1 = -(m \times 0{,}1)\ s$$

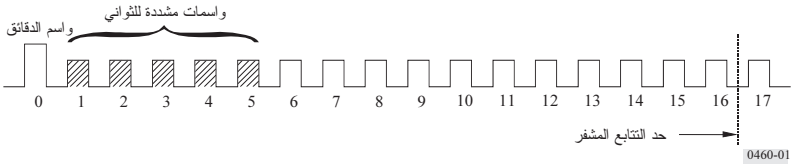
ويشار إلى القيمة المعدومة للفارق DUT1 عن طريق غياب الواسم المشدد للثانية.

ويتم تشديد واسمات الثانية المناسبة عن طريق الإطالة أو المضاعفة أو التقسيم إلى جزأين أو تشكيل الواسمات العادية للثانية.

أمثلة:

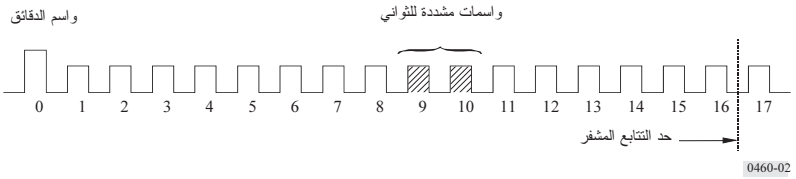
الشكل 1

DUT1 = + 0,5 s



الشكل 2

DUT1 = + 0,2 s



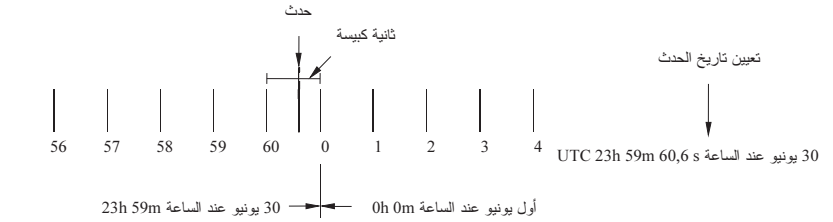
الملحـــق 3

تأريخ الأحداث في جوار الثانية الكبيسة

يتم تأريخ الأحداث التي تقع بجوار ثانية كبيسة كما هو مبين في المثالين التاليين:

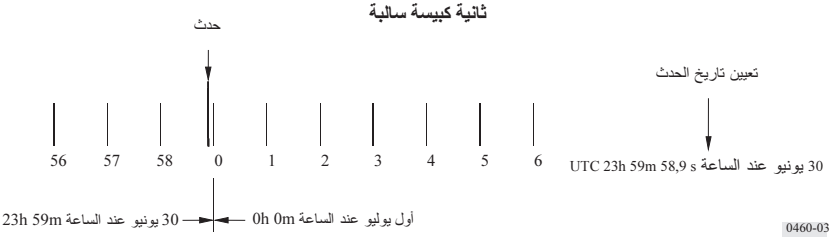
الشكل 3

ثانية كبيسة موجبة



الشكل 4

ثانية كبيسة سالبة



التوصيـــة ITU-R M.489-2*

الخصائص التقنية لتجهيزات المهاتفة الراديوية التي تشغلها الخدمة المتنقلة البحرية على الموجات المترية (VHF) مع مباعدة تبلغ 25 kHz فيما بين القنوات

(1995-1978-1974)

ملخص

تصف هذه التوصية الخصائص التقنية لمرسلات ومستقبلات (أو مرسلات–مستقبلات) المهاتفة الراديوية على الموجات المترية (VHF) المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية بمباعدة 25 kHz فيما بين القنوات (التذييل S18 [التذييل 18] من لوائح الراديو (RR)). وتصف كذلك الخصائص الإضافية للمرسلات–المستقبلات اللازمة لتشغيل المناداة الرقمية الانتقائية (DSC).

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن القرار رقم 308 للمؤتمر الإداري العالمي للراديو، جنيف، 1979، ينص على:

– أن تراعي كل تجهيزات الهاتف الراديوي على الموجات المترية (VHF) المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية مبدأ المباعدة بين القنوات بقدر 25 kHz بحلول 1 يناير 1983؛

ب) أن التذييل S18 [التذييل 18] من لوائح الراديو يعطي جدولاً لترددات الإرسال في الخدمة المتنقلة البحرية يقوم على مبدأ المباعدة بين القنوات بقدر 25 kHz؛

ج) أن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)، قد دعيت في الرأي 42، إلى إبلاغ قطاع الاتصالات الراديوية التابع للاتحاد الدولي للاتصالات بأي اقتراح تقدمه حول طرائق القياس المطبقة على التجهيزات الراديوية التي تستعمل في الخدمة المتنقلة البرية، وأن هذه الطرائق قد تكون مناسبة كذلك للتجهيزات الراديوية المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية؛

د) أن هناك حاجة إلى تحديد الخصائص التقنية لتجهيزات المهاتفة الراديوية المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية العاملة على الموجات المترية (VHF) بمباعدة 25 kHz فيما بين القنوات،

توصـــي

1 أن على تجهيزات الهاتف الراديوي بتشكيل التردد على الموجات المترية (VHF) المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية والعاملة عند الترددات المحددة في التذييل S18 [التذييل 18] من لوائح الراديو، أن تستجيب للخصائص التالية:

1.1 خصائص عامة

1.1.1 ينبغي أن تكون الإرسالات من الصنف F3E/G3E.

2.1.1 ينبغي أن يكون عرض النطاق اللازم 16 kHz.

3.1.1 ينبغي أن يستعمل فقط تشكيل الطور (تشكيل التردد مع تشديد مسبق قدره 6 dB لكل ثُمانية).

---

* يجب أن ترفع هذه التوصية إلى علم المنظمة البحرية الدولية (IMO) وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T).

ملاحظة من الأمانة: إن الإحالات في هذه التوصية إلى لوائح الراديو (RR) ترجع إلى لوائح الراديو التي راجعها المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 1995. وستدخل هذه الأحكام من لوائح الراديو حيز التنفيذ في 1 يونيو 1998. وعند الحاجة وضعت بين معقوفين الإحالات المقابلة لأحكام لوائح الراديو السارية حالياً.

4.1.1 يجب أن يكون انحراف التردد الذي يقابل تشكيلاً نسبته 100% أن يكون قريباً قدر الإمكان من ±5 kHz. ويجب ألا يتجاوز انحراف التردد بأي حال من الأحوال ±5 kHz. ويحسن استخدام دارات تحديد الانحراف حتى يكون أقصى انحراف للتردد يمكن الحصول عليه مستقلاً عن التردد السمعي للدخل.

5.1.1 في الحالات التي تستعمل فيها الأنظمة مزدوجة التشغيل أو شبه المزدوجة، يجب أن يستمر أداء التجهيزات الراديوية في استيفاء كل متطلبات هذه التوصية.

6.1.1 ينبغي أن تصمم التجهيزات تصميماً يسمح بأن يتم التغيير من إحدى القنوات المخصصة إلى أخرى خلال فترة أقصاها خمس ثوان.

7.1.1 ينبغي أن تستقطب الإرسالات رأسياً عند المصدر.

8.1.1 يجب أن تكون للمحطات التي تستعمل المناداة الرقمية الانتقائية المقدرات التالية:

أ) كشف وجود إشارة على التردد 156,525 MHz (القناة 70)،

ب) منع إرسال أي نداء أوتوماتياً، ما عدا نداءات الاستغاثة والسلامة، عندما تكون القناة مشغولة بالنداءات.

2.1 المرسلات

1.2.1 ينبغي ألا يتجاوز التفاوت المسموح به لتردد مرسلات المحطات الساحلية 5×10^{-6} وألا يتجاوز التفاوت المسموح به لتردد مرسلات المحطات على السفن 10×10^{-6}.

2.2.1 ينبغي لسوية الإرسال الهامشي على تردد منفصل معين، حين تقاس في حمولة بدون ردية تساوي معاوقة الخرج الاسمية للمرسل، أن تكون مطابقة لأحكام التذييل S3 [التذييل 8] من لوائح الراديو.

3.2.1 ينبغي ألا تتجاوز، قدرة الموجة الحاملة عادة في مرسل محطة ساحلية قيمة 50 W.

4.2.1 ينبغي لقدرة الموجة الحاملة في مرسل محطة سفينة ألا تتجاوز قيمة 25 W. وينبغي أن تتوفر وسائل كفيلة بتخفيض هذه القدرة بسهولة إلى 1 W أو أقل في حالة وصلات المدى القصير، ما عدا فيما يخص تجهيزات المناداة الرقمية الانتقائية العاملة على التردد 156,525 MHz (القناة 70) التي تكون فيها إمكانية تخفيض القدرة اختيارية (انظر الفقرة 7.3 من *"توصي"* في التوصية ITU-R M.541).

5.2.1 ينبغي ألا يتجاوز الحد الأعلى لنطاق الترددات السمعية 3 kHz.

6.2.1 ينبغي ألا تتجاوز قدرة إشعاع الخزانة 25 µW. وقد تفرض قيم أدنى في بعض البيئات الراديوية.

3.1 المستقبلات

1.3.1 ينبغي للحساسية المرجعية أن تكون مساوية للقيمة 2,0 µV (e.m.f) أو أقل منها، من أجل قيمة مرجعية معينة لنسبة الإشارة إلى الضوضاء عند خرج المستقبل.

2.3.1 ينبغي أن تساوي انتقائية القنوات المتجاورة 70 dB على الأقل.

3.3.1 ينبغي لنسبة رفض الاستجابة الهامشية أن تساوي 70 dB على الأقل.

4.3.1 ينبغي أن تساوي نسبة نبذ التشكيل البيني للتردد الراديوي 65 dB على الأقل.

5.3.1 ينبغي لقدرة أي إرسال هامشي، تقاس عند طرفي الهوائي، ألا تتجاوز 2,0 nW لأي تردد منفصل. وقد تفرض قيم أدنى، في بعض البيئات الراديوية.

6.3.1 ينبغي للقدرة المشعة الفعالة الصادرة من أي إشعاع هامشي من الخزانة على أي تردد قد يصل إلى 70 MHz، ألا تتجاوز 10 nW. وينبغي ألا تتجاوز الإرسالات الهامشية التي تزيد على 70 MHz، قيمة 10 nW، بأكثر من 6 dB لكل ثمانية في أي تردد قد يصل إلى 1000 MHz. وقد تفرض قيم أدنى في بعض البيئات الراديوية.

2 أن يتم الرجوع أيضاً إلى التوصيتين ITU-R SM.331 وITU-R SM.332 وإلى منشورات اللجنة IEC المتعلقة بطرائق القياس.

التوصيـــة ITU-R M.492-6*

إجراءات تشغيل تجهيزات الإبراق بطباعة مباشرة في الخدمة المتنقلة البحرية

(المسألة ITU-R 5/8)

(1995-1992-1990-1986-1982-1978-1974)

ملخص

تقدم هذه التوصية في الملحق 1 إجراءات التشغيل اللازمة لاستعمال تجهيزات الإبراق بطباعة مباشرة في الاتصال بين سفينة ومحطة ساحلية في أسلوب ARQ الانتقائي بوسائل أوتوماتية بالكامل أو شبه أوتوماتية، أو باتجاه عدد من محطات السفن أو سفينة واحدة بأسلوب الإذاعة FEC. وهي تحدد كذلك التشغيل البيني بين تجهيزات خصائصها التقنية مطابقة للتوصيتين ITU-R M.476 وITU-R M.625. ويصف التذييل 1 إجراءات إنشاء الاتصالات.

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن خدمات إبراق ضيق النطاق بطباعة مباشرة تشغل حالياً باستعمال التجهيز الموصوف في التوصيات ITU-R M.476 وITU-R M.625 وITU-R M.692؛

ب) أن التوصية ITU-R M.625 تصف نظاماً إبراقياً محسناً ضيق النطاق بطباعة مباشرة يؤمن التعرف الأوتوماتي وهو قادر على استعمال أرقام هويات محطات السفن تساعية الأرقام؛

ج) أن من الضروري أن يتم الاتفاق حول إجراءات التشغيل اللازمة لهذه الخدمات؛

د) أن من الضروري أن تكون إجراءات التشغيل، متشابهة قدر الإمكان لكل الخدمات وكل نطاقات الترددات (وقد يلزم تطبيق إجراءات تشغيل مختلفة في نطاقات الترددات غير النطاقات الديكامترية (HF) والهكتومترية (MF))؛

هـ) أن ثمة عدداً كبيراً من التجهيزات الموجودة مطابقة للتوصية ITU-R M.476؛

و) أن التشغيل البيني بين التجهيزات المطابقة للتوصيتين ITU-R M.476 وITU-R M.625 ضروري على الأقل خلال فترة انتقالية،

توصـــي

1 أن من الضروري أن يتم التقيد بإجراءات التشغيل الواردة في الملحق 1 في نطاقات الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) لاستعمال تجهيزات إبراق ضيق النطاق بطباعة مباشرة في الخدمة المتنقلة البحرية، طبقاً لأحكام التوصية ITU-R M.476 أو التوصية ITU-R M.625؛

2 أنه، عند استعمال نظام الإبراق بطباعة مباشرة أو أنظمة مشابهة في أي من نطاقات الترددات الموزعة على الخدمة المتنقلة البحرية، يمكن، بموجب اتفاق مسبق، القيام بنداء على تردد عمل متيسر لهذه الأنظمة.

* يجب أن ترفع هذه التوصية إلى علم المنظمة البحرية الدولية (IMO) وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T).

الملحـــق 1

إجراءات التشغيل

1 الأسلوب A (ARQ)

1.1 ينبغي أن تُنشأ اتصالات الإبراق ضيق النطاق بطباعة مباشرة بين محطة سفينة ومحطة ساحلية وفقاً للأسلوب ARQ، بوساطة وسائل أوتوماتية بالكامل، أو شبه أوتوماتية، طالما يتوفر النفاذ المباشر لمحطة سفينة إلى محطة ساحلية على تردد استقبال المحطة الساحلية، ويتوفر لمحطة ساحلية النفاذ المباشر إلى محطة سفينة، على تردد إرسال المحطة الساحلية؛

2.1 بيد أنه لا يستبعد، عند الضرورة، أن يقام اتصال تمهيدي بوساطة إبراق مورس، أو بوساطة المهاتفة الراديوية، أو أية وسيلة أخرى؛

3.1 يمكن أن يحقق التوصيل مع طابعة بعدية لمحطة بعيدة بوساطة دارة مكرسة، أو مشترك في شبكة التلكس الدولية، عبر وسائل يدوية أو شبه أوتوماتية أو أوتوماتية؛

الملاحظة 1 – قبل وضع خدمة أوتوماتية دولية قيد العمل ينبغي أن يُتفق على خطط للترقيم وتسيير الحركة وحول الترسيم كذلك. وينبغي أن يدرس هذه المسائل كلا القطاعين ITU-T وITU-R؛

الملاحظة 2 – تنص التوصيتان ITU-R M.476 (الفقرة 5.1.3) وITU-R M.625 (الفقرة 8.3) على إعادة الإنشاء الأوتوماتي للدارات الراديوية من خلال إعادة المطاورة في حالة الانقطاع. ولكن تبين أن هذا الإجراء قد أدى، في بعض البلدان، إلى صعوبات تقنية وصعوبات تشغيلية حين تكون الدارات الراديوية ممددة في الشبكة العمومية المبدلة أو أنها تفضي إلى بعض الأنماط من التجهيزات الأوتوماتية المبدلة أو تجهيزات التخزين وإعادة الإرسال. ولهذا السبب، لا تقبل بعض المحطات الساحلية الرسائل حين يستعمل إجراء إعادة المطاورة.

الملاحظة 3 – عندما يُنشأ توصيل مع شبكة التلكس الدولية بالأسلوب ARQ عبر محطة ساحلية، ينبغي التقيد قدر الإمكان عملياً بالمتطلبات العامة المحددة في التوصية ITU-T U.63، بالنسبة إلى السطح البيني.

4.1 عندما يتطلب الاتصال من محطة ساحلية إلى محطة سفينة، أو بين محطتي سفن أن يكون التشغيل بدون مشغّل، وفقاً لترتيبات مسبقة، ينبغي لمستقبل محطة السفينة أن يوالف على تردد إرسال المحطة الأخرى وأن يكون مرسلها موالفاً، أو قابلاً للتوليف أوتوماتياً، على تردد استقبال الطرف المطلوب وجاهزاً للإرسال على هذا التردد.

5.1 عندما يكون التشغيل بدون مشغّل، ينبغي للمحطة الساحلية أو لمحطة السفينة التي تبادر إلى الاتصال بمحطة السفينة أن تناديها مناداة انتقائية كما تشير التوصيتان ITU-R M.476 وITU-R M.625 إلى ذلك. وقد يكون لمحطة السفينة المعنية حركة متيسرة مخزنة في الذاكرة وجاهزة لأن تُرسل أوتوماتياً استجابة للمحطة الطالبة.

6.1 يمكن أن ترسل أية حركة متيسرة مخزنة في تجهيزات السفينة، فور استقبال إشارة "الإرسال" التي تطلقها المحطة الطالبة؛

7.1 يستحسن أن ترسل إشارة "انتهاء الاتصال" في نهاية هذا الاتصال، حتى يعود تجهيز السفينة أوتوماتياً بعدها إلى حالة "الانتظار".

8.1 يمكن أن ترسل محطة ساحلية إشارة "القناة الحرة" عندما يلزم الإعلان عن أي دارة مفتوحة للحركة. ويفضل أن يحصر استعمال إشارات "القناة الحرة" في قناة واحدة لكل نطاق بالموجات الديكامترية (HF)، وأن تكون مدة هذه الإشارات أقصر ما يمكن. وينبغي طبقاً لأحكام المادة 18 من لوائح الراديو ونظراً إلى الازدحام الشديد على الترددات المتيسرة للإبراق ضيق النطاق بطباعة مباشرة في نطاقات الموجات الديكامترية (HF) ألا تستعمل إشارات "القناة الحرة" في الأنظمة المستقبلية المخطط لها؛

9.1 ينبغي أن يتكون نسق إشارة "القناة الحرة" التي ترسلها المحطة الساحلية، من إشارات في شفرة كشف الأخطاء سباعية الوحدات المذكورة في الفقرة 2 من الملحق بالتوصية ITU-R M.476، وفي الفقرة 2 من الملحق 1 بالتوصية ITU-R M.625. ولا بد من أن تجمع ثلاث من هذه الإشارات داخل فدرة واحدة، على أن تكون إشارة الوسط "إشارة تكرار" (RQ)، وأن وتكون أول إشارة في الفدرة إحدى الإشارتين VXKMCF أو TBOZA، وأن تكون الإشارة الثالثة في الفدرة إحدى الإشارتين VMPCYFS أو OIRZDA (راجع التوصية ITU-R M.491). وينبغي أن تذكر هذه الإشارات في قائمة تسميات المحطات الساحلية للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

ويفضل أن تختار الإشارات الجديدة اختياراً يقابل أول رقمين في رقم التعرف رباعي الأرقام الخاص بهذه المحطة الساحلية. وإذا استحال ذلك لأن السمات اللازمة ليست واردة في القائمة المذكورة أعلاه أو ليس مرغوباً فيها لأن محطة ساحلية أخرى سبق لها أن استعملت هذه التركيبة، فيفضل أن تنتقى تركيبة من بين سمات القائمة المذكورة أعلاه، في القسم الثاني من كل صف، أي TBOZA للإشارة الأولى و OIRZDA للإشارة الثالثة من فدرة القناة الحرة. وترسل إشارات الفدرة بمعدل تشكيل يبلغ 100 Bd، مع فترات توقف تبلغ 240 ms تفصل الفدر. أما بالنسبة إلى الأنظمة اليدوية، فينبغي لهذه الإشارة "قناة حرة" أن تُقطع إما بفترة دون إشارة وإما بإشارة أو إشارات تسمح للمشغل بأن يتعرف إلى حالة "القناة الحرة" من خلال السمع. ويمكن أن تستعمل إشارة تُسمع، مثل إشارة مورس، دون غيرها، كإشارة "للقناة الحرة" في الأنظمة اليديوية. وينبغي أن ترسل قبل الانقطاع، ثماني فدر على الأقل من الإشارة سباعية الوحدات.

10.1 ينبغي في حالة التشغيل بتردد وحيد، أن تقطع إشارة "القناة الحرة"، بفترات استماع تبلغ 3 ثوان على الأقل كما هو مبين في التوصية ITU-R M.692.

11.1 يقدم فيما يلي موضوع الإجراءات العامة الخاصة بإنشاء اتصال فيما بين محطات السفن وبين محطات السفن والمحطات الساحلية، وتقدم الإجراءات الخاصة في التذييل 1.

12.1 الإجراءات المنطبقة على التشغيل اليدوي

1.12.1 من السفينة إلى المحطة الساحلية

1.1.12.1 ينشئ مشغّل محطة السفينة اتصالاً مع المحطة الساحلية بواسطة إبراق مورس من الصنف A1A أو المهاتفة أو وسيلة أخرى باستعمال إجراءات النداء العادية. بعدئذ يطلب المشغل الاتصال بطباعة مباشرة ويتبادل المعلومات معها بشأن الترددات التي يجب استعمالها، وعند الحاجة يعطي رقم محطة السفينة للنداء الانتقائي بطباعة مباشرة المخصص وفقاً للتوصية ITU-R M.476 أو ITU-R M.625 حسب الحالة، أو هوية محطة السفينة المخصصة وفقاً لمقدمة القائمة A VII.

2.1.12.1 عند ذلك ينشئ مشغل المحطة الساحلية الاتصال بطباعة مباشرة على التردد المتفق عليه، باستعمال تعرف الهوية المناسب للسفينة.

3.1.12.1 يمكن لمشغل محطة السفينة كذلك أن يلجأ إلى استعمال تجهيزات الطباعة المباشرة لطلب المحطة الساحلية على تردد استقبال محدد لها مسبقاً؛ ويستعمل عندئذ إشارة تعرف هوية المحطة الساحلية المخصصة وفقاً للتوصية ITU-R M.476 أو ITU-R M.625 حسب الحالة، أو هوية المحطة الساحلية المخصصة وفقاً لمقدمة القائمة A VII.

4.1.12.1 عندئذ ينشئ مشغل المحطة الساحلية الاتصال بطباعة مباشرة على تردد إرسال محطته المقابل.

2.12.2 من المحطة الساحلية إلى السفينة

1.2.12.1 ينادي مشغل المحطة الساحلية محطة السفينة بواسطة إبراق مورس من الصنف A1A أو المهاتفة أو وسيلة أخرى، باستعمال إجراءات النداء العادية.

2.2.12.1 عندئذ يطبق مشغل محطة السفينة إجراءات الفقرة 1.1.12.1 أو 3.1.12.1.

3.12.1 الاتصال بين السفن

1.3.12.1 ينشئ مشغل محطة السفينة الطالبة الاتصال مع محطة السفينة المطلوبة بواسطة إبراق مورس من الصنف A1A أو المهاتفة أو وسيلة أخرى، باستعمال إجراءات النداء العادية. بعد ذلك يطلب منها الاتصال بطباعة مباشرة ويتبادل المعلومات معها بشأن الترددات التي يجب استعمالها، وعند الحاجة يعطي رقم محطته للنداء الانتقائي بطباعة مباشرة المخصص وفقاً للتوصية ITU-R M.476 أو ITU-R M.625 حسب الحالة، أو هوية محطة السفينة المخصصة وفقاً لمقدمة القائمة A VII.

2.3.12.1 عند ذلك ينشئ مشغل محطة السفينة المطلوبة الاتصال بطباعة مباشرة على التردد المتفق عليه، باستعمال تعرف الهوية المناسب للسفينة الطالبة.

13.1 الإجراءات المنطبقة على التشغيل الأوتوماتي

1.13.1 من السفينة إلى المحطة الساحلية

1.1.13.1 تطلب محطة السفينة المحطة الساحلية على تردد الاستقبال المحدد مسبقاً للمحطة الساحلية، باستعمال تجهيزات الطباعة المباشرة؛ وإشارة تعرف الهوية المخصص للمحطة الساحلية وفقاً للتوصية ITU-R M.476 أو ITU-R M.625 حسب الحالة، أو هوية المحطة الساحلية المخصصة وفقاً لمقدمة القائمة VII A.

2.1.13.1 تكشف تجهيزات الطباعة المباشرة للمحطة الساحلية النداء فتجيب المحطة الساحلية مباشرة على تردد إرسالها المقابل إما أوتوماتياً أو بطريقة تحكم يدوي.

2.13.1 من المحطة الساحلية إلى السفينة

1.2.13.1 تطلب المحطة الساحلية محطة السفينة على تردد الإرسال المحدد مسبقاً للمحطة الساحلية، باستعمال تجهيزات الطباعة المباشرة ورقم النداء الانتقائي بطباعة مباشرة المخصص لمحطة السفينة وفقاً للتوصية ITU-R M.476 أو ITU-R M.625 حسب الحالة، أو هوية محطة السفينة المخصصة وفقاً لمقدمة القائمة VII A.

2.2.13.1 تقوم تجهيزات الطباعة المباشرة لمحطة السفينة الموالفة لاستقبال تردد إرسال المحطة الساحلية المحدد مسبقاً بكشف النداء، ثم تجيب محطة السفينة حسب إحدى الطريقتين التاليتين:

أ) تجيب محطة السفينة إما فوراً على تردد استقبال للمحطة الساحلية المقابل، أو بعد مهلة ما، باستعمال إجراء الفقرة 3.1.12.1؛ أو

ب) ينطلق مرسل محطة السفينة أوتوماتياً على تردد استقبال المحطة الساحلية المقابل، وتجيب تجهيزات الطباعة المباشرة بإرسال إشارات مناسبة للدلالة على الاستعداد لاستقبال الحركة أوتوماتياً.

14.1 نسق الرسالة

1.14.1 عندما يتوفر للمحطة الساحلية المنشآت المناسبة، يمكن أن يتم تبادل الحركة مع شبكة التلكس:

أ) إما بأسلوب المحادثة حيث توصل المحطات المعنية مباشرة، إما أوتوماتياً أو بالتحكم اليدوي؛ أو

ب) بأسلوب التخزين وإعادة الإرسال حيث تخزن الحركة في المحطة الساحلية إلى أن يمكن إنشاء دارة مع المحطة المطلوبة، إما أوتوماتياً أو بالتحكم اليدوي.

2.14.1 في الاتجاه محطة ساحلية–سفينة، يجب أن يكون نسق الرسالة مطابقاً للنسق المستعمل عادة في شبكة التلكس (انظر كذلك التذييل 1، الفقرة 2).

3.14.1 في الاتجاه سفينة–محطة ساحلية، يجب أن يكون نسق الرسالة مطابقاً لإجراءات التشغيل المحددة في التذييل 1، الفقرة 1.

2 الأسلوب B (التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC))

1.2 يمكن بموجب ترتيب مسبق أن ترسل الرسائل من محطة ساحلية أو من محطة سفينة إلى عدد من محطات السفن أو إلى محطة سفينة واحدة، بالأسلوب B وقد تسبقها وفقاً للرغبة شفرة النداء الانتقائي للمحطة (أو المحطات) المعنية وذلك في الحالات التالية:

1.1.2 عندما لا يحق لمحطة الاستقبال في السفينة، أو لا تستطيع أن تستعمل مرسلها، أو

2.1.2 عندما تتوجه الاتصالات لأكثر من سفينة واحدة، أو

3.1.2 عندما يُفرض الاستقبال، دون مشغل، بالأسلوب B، ويكون الإشعار الأوتوماتي بالاستلام غير ضروري.

وينبغي، في هذه الحالات، أن توالف مستقبلات محطات السفن على تردد الإرسال المناسب للمحطة الساحلية أو لمحطة السفينة.

2.2 ينبغي أن تبدأ كل رسائل الأسلوب B بإشارتي "رجوع العربة" و"تغيير السطر".

3.2 عندما تستقبل محطة السفينة إشارات مطاورة بالأسلوب B، ينبغي أن تبدأ طابعتها البعدية بالعمل أوتوماتياً، وأن تتوقف أوتوماتياً عندما ينتهي استقبال هذه الإشارات.

4.2 يمكن لمحطات السفن أن تشعر باستلام رسائل الأسلوب B بواسطة إيراق مورس من الصنف A1A أو المهاتفة أو وسيلة أخرى.

3 التشغيل البيني بين تجهيزات مطابقة للتوصيتين ITU-R M.476 وITU-R M.625

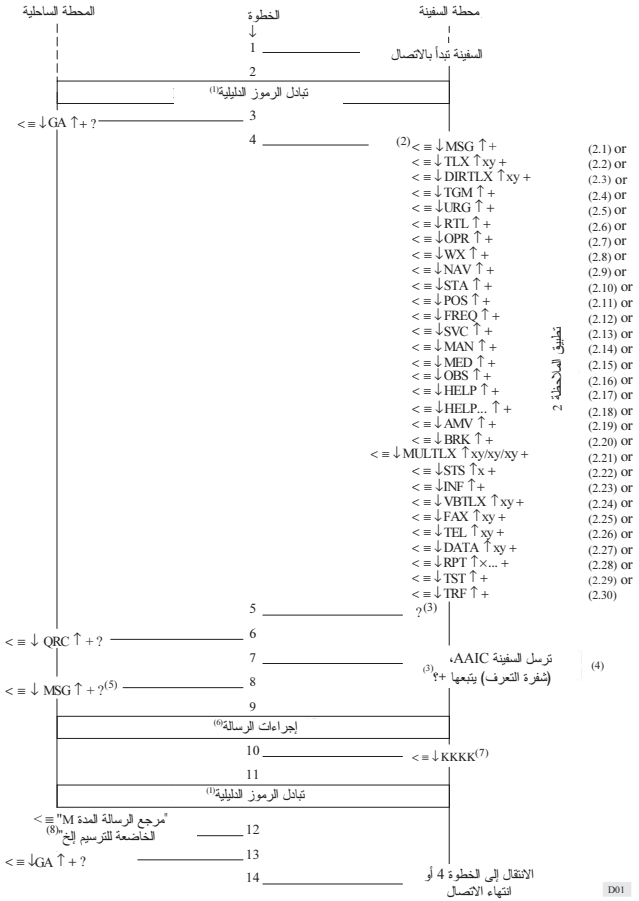
1.3 تتعلق التوصية ITU-R M.625 بالتشغيل البيني الأوتوماتي مع تجهيز مطابق للتوصية ITU-R M.476. وإن المعيار الذي يحدد ما إذا كانت إحدى المحطتين أو كلتا المحطتين من النمط المحدد في التوصية ITU-R M.476، هو طول إشارة النداء وتركيب فدر النداء.

2.3 إذا كانت للمحطتين تجهيزات مطابقة للتوصية ITU-R M.625، يكون التعرف الأوتوماتي بالمحطة جزءاً من إجراءات إقامة النداء أوتوماتياً. وأما إذا كانت لإحدى المحطتين، أو للمحطتين معاً، تجهيزات مطابقة للتوصية ITU-R M.476، فلا يتم أي تعرف أوتوماتي بالمحطة. ولهذا السبب، ولأن التوصية ITU-R M.625 ترتب استعمال هوية محطة سفينة تساعية الأرقام في إشارة النداء بوساطة التجهيزات بطباعة مباشرة، يستحسن أن تكون كل التجهيزات الجديدة مطابقة للتوصية ITU-R M.625 وذلك في أقرب وقت ممكن.

3.3 وينبغي لتأمين الملاءمة الكاملة مع العدد الكبير من التجهيزات الموجودة حالياً أن تخصص لهذه المحطات الجديدة هوية تساعية الأرقام وأخرى خماسية الأرقام (أو رباعيتها) (أي إشارات نداء بسبع إشارات وبأربع إشارات). وينبغي أن تُذكر إشارات هاتين الهويتين في قوائم تسمية محطات السفن والمحطات الساحلية.

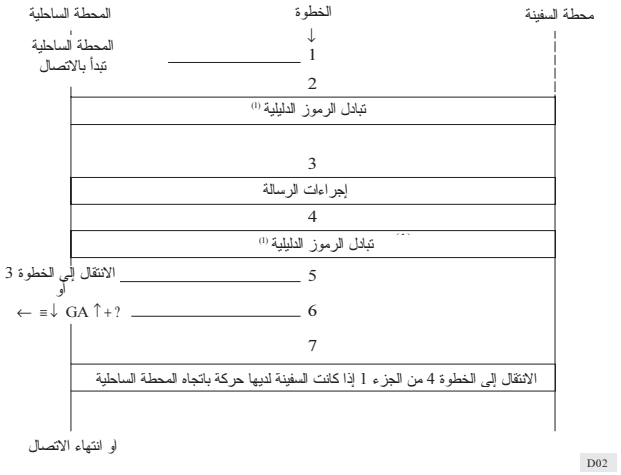
التذييـــل 1

1 إجراءات إقامة النداء في الاتجاه محطة سفينة – محطة ساحلية



2 إجراءات إقامة النداء في الاتجاه محطة ساحلية–محطة سفينة

قد يحتاج التشغيل في الاتجاه من محطة ساحلية إلى محطة سفينة إلى استعمال أسلوب التخزين وإعادة الإرسال لأن ظروف الانتشار الراديوي قد لا تسمح بإقامة نداء في الوقت المرغوب فيه.



ملاحظات تتعلق بالفقرتين 1 و 2:

(1) أ) تبادر المحطة الساحلية في التشغيل الأوتوماتي إلى تبادل الرموز الدليلية وتتحكم فيه. أما بالنسبة إلى النداءات التي تقيمها محطة سفينة فيمكن لهذه الأخيرة أن تبادر في التشغيل اليدوي إلى تبادل الرموز الدليلية.

وتبادر المحطة الساحلية في التشغيل اليدوي إلى تبادل الرموز الدليلية للنداءات التي تقيمها هذه المحطة الساحلية وبذلك يتحدد الترتيب الذي يجري تبادل الرموز الدليلية وفقه.

ب) الرمز الدليلي تعرفه التوصية ITU-T F.130، لمحطات السفن، وتعرفه التوصية ITU-T F.60 للمحطات الساحلية.

(2) لا تحتاج محطة ساحلية بالضرورة إلى تقديم كل المرافق المشار إليها. وأما حين تتوفر بعض المرافق المتميزة فينبغي أن تستعمل الشفرات المقابلة المشار إليها. وينبغي الإشارة إلى أن على المرفق "HELP" أن يكون دائماً متيسراً.

(2.1) يشير التتابع MSG إلى أن محطة السفينة تحتاج إلى أن تستقبل فوراً كل الرسائل المحفوظة لها في المحطة الساحلية.

(2.2) يشير التتابع TLX ↑ xy إلى أن الرسالة التالية هي للتوصيل الفوري بنظام التخزين وإعادة الإرسال ويكون موقعه في المحطة الساحلية.

وتدل فيه الإشارة y إلى رقم التلكس الوطني للمشترك.

وتستعمل الإشارة x حيثما أمكن للإشارة إلى شفرة البلد (راجع التوصية ITU-T F.69) ويسبقها صفر (عند الحاجة). وعندما يكون نظام التخزين وإعادة الإرسال بعيداً عن المحطة الساحلية، يمكن أن يستعمل التتابع TLX وحده.

ويمكن أن يستعمل التتابع TLXA بصورة خيارية، عوضاً عن التتابع TLX الذي يشير إلى أن السفينة ترغب في أن تعلم (من خلال الإجراءات العادية من ساحل إلى سفينة) بأن الرسالة قد سلمت إلى رقم التلكس المشار إليه.

(2.3) يدل التتابع DIRTLX ↑ xy إلى أن توصيلاً مباشراً بالتلكس مطلوب.

وتدل y إلى رقم التلكس الوطني للمشترك.

بينما تستعمل الإشارة x حيثما أمكن للإشارة إلى شفرة البلد (راجع التوصية ITU-T F.69) ويسبقها صفر (عند الضرورة).

ويمكن أن يستعمل التتابع + RDL بصورة خيارية للإشارة إلى أن آخر رقم تلكس من التتابع DIRTLX ↑ xy ينبغي أن يراقم من جديد.

(2.4) يدل التتابع TGM على أن الرسالة التالية هي برقية راديوية.

(2.5) يدل التتابع URG على أن محطة السفينة تحتاج إلى أن توصل فوراً بمشغل للمعاونة اليدوية ويمكن أن يطلق إنذار سمعي. وينبغي ألا تستعمل هذه الشفرة إلا في حالات الطوارئ.

(2.6) يدل التتابع RTL على أن الرسالة التالية هي رسالة تلكس راديوية.

(2.7) يشير التتابع OPR إلى أن توصيلاً مع مشغل للمعاونة اليدوية مطلوب.

(2.8) يشير التتابع WX إلى أن محطة السفينة بحاجة إلى أن تستقبل فوراً معلومات حول الأرصاد الجوية.

(2.9) يشير التتابع NVA إلى أن محطة السفينة بحاجة إلى أن تستقبل إنذارات ملاحية فوراً.

(2.10) يشير التتابع STA إلى أن محطة السفينة تحتاج إلى أن تستقبل فوراً تقريراً حول حالة كل رسائل التخزين وإعادة الإرسال التي أرسلتها هذه المحطة والتي لم تستقبل بشأنها بعد أية معلومات حول إعادة الإرسال أو عدم التسليم (راجع الملاحظة (6) كذلك). ويمكن أن يستعمل أيضاً التتابع STA ↑ x حين تحتاج محطة السفينة إلى أن تستقبل فورا تقريراً حول حالة تلك الرسالة وتدل x على مرجع الرسالة التي تقدمها المحطة الساحلية.

(2.11) يشير التتابع POS إلى أن الرسالة التالية تحتوي على موقع السفينة. وتستعمل بعض الإدارات هذه المعلومة لتسهيل الإرسال أو الاستقبال الأوتوماتي اللاحق للرسائل (لحساب التردد الأمثل للحركة، مثلاً و/أو تحديد الهوائيات الاتجاهية الأنسب).

(2.12) يشير التتابع FREQ إلى أن الرسالة التالية تبين التردد الذي تؤمن السفينة المراقبة عنده.

(2.13) يشير التتابع SVC إلى أن الرسالة التالية هي رسالة خدمة (لمراقبة يدوية لاحقة).

(2.14) يشير التتابع MAN إلى أن من الضروري أن تسجل الرسالة التالية وأن يعاد إرسالها يدوياً إلى البلد الذي لا يمكن النفاذ إليه أوتوماتياً.

(2.15) يشير التتابع MED إلى أن رسالة طبية عاجلة تتبع.

(2.16) يشير التتابع OBS إلى أن الرسالة التالية ينبغي أن ترسل إلى منظمة الأرصاد الجوية.

(2.17) يشير التتابع HELP إلى أن محطة السفينة تحتاج إلى أن تستقبل فوراً قائمة بالمرافق المتيسرة داخل النظام.

(2.18) إذا تبين أن معلومات حول تطبيق الإجراءات الخاصة ببعض مرافق المحطة الساحلية ضرورية، فيمكن الحصول على تفاصيل إضافية حول الإجراء المحدد بوساطة شفرة المرافق HELP تتبعها شفرة المرافق المناسبة التي تطلب حولها المعلومات. فعلى سبيل المثال: HELP DIRTLX ↑ + ≡ ↓ < تدل على أن محطة السفينة تحتاج إلى معلومات حول الإجراءات (العمليات التي يقوم بها مشغل السفينة) من أجل الأمر بتوصيلها وفقاً لأسلوب الحوار مع مشترك في شبكة التلكس عبر المحطة الساحلية.

(2.19) يشير التتابع AMV إلى أن الرسالة التالية ينبغي أن ترسل إلى المنظمة AMVER.

(2.20) يشير التتابع BRK إلى أن استعمال المسير الراديوي ينبغي أن ينقطع فوراً (يستعمل هذا التتابع حين لا يستطيع مشغل السفينة إلا استخدام الطابعة البعدية فقط، للتحكم في التجهيزات ARQ).

(2.21) يشير MULTLX ↑ xy/xy/xy + إلى أن الرسالة التالية هي رسالة عناوين متعددة مخصصة لإرسالها فوراً إلى نظام التخزين وإعادة الإرسال الواقع في المحطة الساحلية.

وتدل الإشارة y على رقم التلكس الوطني للمشترك.

وتستعمل الإشارة x، حيثما أمكن للإشارة إلى شفرة البلد (راجع التوصية ITU-T F.69) ويسبقها صفر (عند الحاجة).

ويدل كل تتابع لإشارات xy مميز على رقم تلكس مختلف ينبغي أن ترسل إليه الرسالة نفسها. وينبغي أن يدرج فيه رقما تلكس مميزان على الأقل.

ويمكن أن يستعمل التتابع MULTLXA بصفة خيارية عوضاً عن التتابع MULTLX الذي يشير إلى أن السفينة ترغب في أن تعلم (بوساطة الإجراءات العادية من ساحل إلى سفينة) بتسليم الرسائل إلى أرقام التلكس المبينة.

(2.22) يشير STS ↑ x + إلى أن الرسالة التالية ينبغي أن ترسل إلى سفينة بوساطة نظام للتخزين وإعادة الإرسال يكون موقعه في المحطة الساحلية. ويشير x إلى رقم هوية السفينة المطلوبة المؤلف من 5 أو 9 أرقام.

(2.23) يشير INF إلى أن محطة السفينة بحاجة إلى أن تستقبل فوراً معلومات صادرة عن قاعدة المعطيات للمحطة الساحلية. وتقدم بعض الإدارات معلومات مختلفة تصدر عن قواعد معطيات مختلفة. ويعيد التتابع INF في هذه الحالة قائمة الأدلة وتستعمل شفرة مرافق مقابلة لانتقاء المعلومة المرغوب فيها.

(2.24) يشير VBTLX ↑ xy إلى أن على المحطة الساحلية أن تملي الرسالة التالية إلى رقم هاتفي من مركز للرسائل الصوتية (مصرف صوتي)، فيتمكن المرسل إليه من استردادها لاحقا، وينبغي إرسال نسخة من الرسالة إلى رقم التلكس xy. وينبغي أن يدرج الرقم الهاتفي للمصرف الصوتي في السطر الأول من نص الرسالة.

(2.25) يشير FAX ↑ xy إلى أن الرسالة التالية ينبغي أن ترسل عبر الشبكة PSTN بوساطة الطبصلة إلى رقم الهاتف xy.

(2.26) يشير TEL ↑ xy إلى أن على المحطة الساحلية أن ترسل هاتفياً إلى رقم الهاتف xy الرسالة التالية.

(2.27) يشير DATA ↑ xy إلى أن على المحطة الساحلية أن ترسل الرسالة التالية على شكل معطيات بوساطة مرافق المعطيات إلى رقم المشترك الهاتفي xy (عبر الشبكة PSTN).

(2.28) يشير RPT ↑ xy... إلى أن السفينة تحتاج أن تستقبل، بالأسلوب ARQ، رسالة معرفة الهوية معينة (مثلاً، رسالة أرسلت مسبقاً بالأسلوب FEC)، إن كانت ما تزال متيسرة للإرسال الأوتوماتي. يستعمل ...x كمعرف هوية الرسالة.

(2.29) يشير TST إلى أن السفينة بحاجة إلى أن تستقبل نص اختبار يُرسل أوتوماتياً (مثلاً، "التقلب البني السريع ...").

(2.30) يشير TRF إلى أن السفينة بحاجة إلى أن تستقبل معلومات مرسلة أوتوماتياً حول التسعيرات المطبقة حالياً على المحطة الساحلية.

(3) إن الرمز "?" غير ضروري لمحطة ساحلية أوتوماتية. وهو ضروري عموماً للأنظمة اليدوية فقط.

(4) عندما تحتاج المحطة الساحلية إلى معلومات حول شفرة تعرف هوية السلطة المكلفة بالمحاسبة (AAIC)، ينبغي لمشغل السفينة أن يقدم هذه المعلومات فور استقبال التركيبة: + ↑ QRC ↓ ≡ < من المحطة الساحلية.

وقد تطلب بعض المحطات الساحلية معلومات إضافية مثل اسم السفينة والرمز الدليلي للنداء، إلخ ..

(5) يمكن أن تسبق هذا التتابع، عند الضرورة، استفهامات مناسبة أو معلومات حول انتقاء المرفق، وأية إجابة لاحقة من محطة السفينة إن كان ذلك مناسباً أو يمكن أن يلغي التتابع حين لا يكون تطبيقه مجدياً (عندما تدخل على سبيل المثال، في الخطوة 4، شفرات المرافق WX أو NAV أو STA أو MSG أو HELP). وإذا أدخلت في الخطوة 4، شفرة المرفق xy ↑ DIRTLX، فيمكن أن يأخذ مكان هذا التتابع الرمز الدليلي للطرف البعيد أو أية إشارة خدمة (مثل NC أو OCC، إلخ ..) يتم استقبالها من شبكة التلكس.

(6) تتعلق إجراءات الرسالة بنمط المرفق المستعمل:

فبالنسبة إلى التتابع TLX يمكن أن تطبق التوصية ITU-T F.72 إن كان نظام التخزين وإعادة الإرسال بعيداً عن المحطة الساحلية. أما إذا كان موقع نظام التخزين وإعادة الإرسال في المحطة الساحلية فيرسل كامل محتوى معلومات الرسالة المرسلة في هذه الخطوة إلى المشترك الذي يعطي xy رقم التلكس الخاص به.

راجع التوصية ITU-T F.60 بالنسبة إلى التتابع DIRTLX.

راجع التوصيتين ITU-T F.1 و ITU-T F.31 بالنسبة إلى التتابع TGM.

تكون الرسالة في العادة نصاً بلغة واضحة ولا يتطلب أية إجراءات خاصة بالنسبة إلى التتابعين SVC وMED.

وتكون الرسالة نصاً بلغة واضحة ولكن ينبغي أن يتضمن العنوان البريدي للمرسل إليه بالنسبة إلى التتابع RTL.

أما بالنسبة إلى التتابع المؤلف STA فترسل إلى السفينة المعلومات المناسبة حول الحالة طبقاً للتوصية ITU-T F.72، الفقرة 3.11 والفقرة 4.11.

ويمكن أن تطبق بالنسبة إلى التتابعين POS وFREQ إجراءات وطنية خاصة.

(7) يشير هذا التتابع المؤلف من 4 K "KKKK" (4 إشارات من التركيبة رقم 11 في صندوق الحروف) إلى أن كل توصيل للشبكة ينبغي أن يحرر إلا أن من الضروري أن يحافظ على المسير الراديوي وأن ينتقل الإجراء إلى الخطوة 11 فوراً. ويمكن أن يستعمل هذا التتابع في أي وقت آخر من الإجراء ويعود هذا الأخير في هذه الحالة إلى الخطوة 3.

(8) هذه الخطوة اختيارية ويمكن ألا تطبق في كل المرافق.

التوصية ITU-R P.525-4

حساب التوهين في الفضاء الحر

(2019-2016-1994-1982-1978)

مجال التطبيق

توفر التوصية ITU-R P.525 طرائق لحساب التوهين في الفضاء الحر.

مصطلحات أساسية

الفضاء الحر، التوهين، وصلات الاتصالات

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أن الانتشار في الفضاء الحر هو مرجع أساسي في هندسة الاتصالات الراديوية،

توصي

بضرورة استخدام الطرائق المذكورة في الملحق لحساب التوهين في الفضاء الحر.

الملحق

1 مقدمة

لأغراض الاتصالات الراديوية، يُعرَّف الفضاء الحر بأنه فضاء تام ذو امتداد يمكن اعتباره لانهائياً في جميع الاتجاهات، بحيث يُعرَّف الانتشار في الفضاء الحر بانتشار موجة راديوية تُشع في الفضاء الحر[1].

وحيث إن الانتشار في الفضاء الحر يستخدم في كثير من الأحوال كمرجع في نصوص أخرى، فقد أعد هذا الملحق لتقديم الصيغ ذات الصلة.

2 الصيغ الأساسية لوصلات الاتصالات

من الممكن حساب الانتشار في الفضاء الحر بطرق مختلفة، تلائم كل منها نمطاً من الخدمات.

[1] تعتمد المنظمة الدولية للمعايير في مفرداتها الكهرتقنية (الموسوعة الكهربائية) تعريفاً أعم:

الانتشار في الفضاء الحر: انتشار موجة كهرمغنطيسية في وسط عازل متجانس مثالي ذي امتداد يمكن أن يعتبر لانهائياً في جميع الاتجاهات.

ملاحظة – في حالة الانتشار في الفضاء الحر يكون حجم كل متجه في المجال الكهرمغنطيسي في أي اتجاه معين من المصدر متناسباً مع عكس المسافة من المصدر إلى أبعد من مسافة معينة يحددها حجم المصدر وطول الموجة.

1.2 الوصلات من نقطة إلى منطقة

إذا استُخدم مرسل لخدمة عدد من أجهزة الاستقبال الموزعة عشوائياً (إذاعة وخدمة متنقلة) فإنه من الممكن حساب المجال الكهربائي عند نقطة على مسافة مناسبة من المرسل باستخدام التعبير التالي:

$$e = \frac{\sqrt{30p}}{d} \quad (1)$$

حيث:

e: جذر متوسط التربيع لشدة المجال (V/m) (انظر الملاحظة 1)

p: القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) للمرسل في اتجاه النقطة المذكورة (W) (انظر الملاحظة 2)

d: المسافة من المرسل إلى النقطة المذكورة (m).

وغالباً ما يستعاض عن المعادلة (1) بالمعادلة (2) التي تستخدم وحدات عملية:

$$e_{\mathrm{mV/m}} = 173 \frac{\sqrt{p_{\mathrm{kW}}}}{d_{\mathrm{km}}} \quad (2)$$

حيث:

$e_{\mathrm{mV/m}}$: جذر متوسط التربيع لشدة المجال (mV/m)

p_{kW}: القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) للمرسل في اتجاه النقطة المذكورة (kW)

d_{km}: المسافة من المرسل إلى النقطة المذكورة (km).

ويمكن الحصول على القوة المحركة الموجية للهوائيات التي تعمل في ظروف الانتشار في الفضاء الحر بضرب e في d في المعادلة (1)، وتكون وحداتها بالفولط.

الملاحظة 1 – إذا كان استقطاب الموجة إهليلجياً، وليس خطياً، وإذا كانت مركِّبتا المجال الكهربائي على المحورين المتعامدين هما e_x وe_y فإنه ينبغي الاستعاضة عن الطرف الأيسر من المعادلة (1) بالمقدار $\sqrt{e_x^2+e_y^2}$. ويمكن استنتاج قيمتي e_x وe_y فقط إذا عرفت النسبة المحورية. وفي حالة الاستقطاب الدائري ينبغي أن تحل $e\sqrt{2}$ محل e.

الملاحظة 2 – في حالة الهوائيات المثبتة عند مستوى سطح الأرض (عادةً عند ترددات منخفضة نسبياً) باستقطاب رأسي، فإن الإشعاع يؤخذ في الاعتبار بصورة عامة في النصف العلوي فقط. وعندما يُفترض أن يكون سطح الأرض مستوياً ويتمتع بإيصالية كاملة، فإن كثافة تدفق القدرة بالنسبة إلى قدرة مشعة معينة تتضاعف بالمقارنة مع هوائي في الفضاء الحر. (وفي الحالات البديلة التي تحسب فيها قيم شدة المجال، تزيد شدة المجال على نحو مماثل بمقدار 3 dB). وينبغي أخذ ذلك في الحسبان عند تحديد قيمة القدرة المشعة (وهو مدرج بالفعل في التوصية ITU-R P.368 والتوصية ITU R P.341، الملحق 3).

2.2 الوصلات من نقطة إلى نقطة

في الوصلات من نقطة إلى نقطة يفضل حساب التوهين في الفضاء الحر بين هوائيين متناحيين ويسمى هذا التوهين كذلك بالخسارة الأساسية للإرسال في الفضاء الحر (الرمزان: L_{bf} أو A_{bf}) كما يلي (انظر التوصية ITU R P.341):

$$L_{bf} = 20 \log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) \quad \mathrm{dB} \quad (3)$$

حيث:

L_{bf}: الخسارة الأساسية للإرسال في الفضاء الحر (dB)

d: المسافة

λ: طول الموجة

ويعبر عن d وλ بنفس الوحدة.

ويمكن كتابة المعادلة (3) كذلك باستخدام التردد بدلاً من طول الموجة.

$$L_{bf} = 32{,}4 + 20 \log f + 20 \log d \quad \text{dB} \tag{4}$$

حيث:

f: التردد (MHz)

d: المسافة (km).

3.2 العلاقات بين خصائص موجة مستوية

توجد بعض العلاقات بين خصائص الموجة المستوية (أو الموجة التي يمكن معالجتها على أنها موجة مستوية) عند نقطة ما:

$$s = \frac{e^2}{120\pi} = \frac{4\pi p_r}{\lambda^2} \tag{5}$$

حيث:

s: كثافة تدفق القدرة (W/m^2)

e: جذر متوسط تربيع شدة المجال (V/m)

p_r: القدرة (W) التي يمكن التقاطها باستخدام هوائي متناحٍ في تلك النقطة

λ: طول الموجة (m).

3 الخسارة الأساسية للإرسال في الفضاء الحر لنظام راداري (الرمزان L_{br} أو A_{br})

تمثل أنظمة الرادار حالة خاصة، حيث إن الإشارة تتعرض للخسارة أولاً أثناء انتشارها من المرسل نحو الهدف وثانياً من الهدف نحو المستقبل. وبالنسبة للرادارات التي تستخدم هوائياً مشتركاً للمرسل والمستقبل، يمكن تحديد الخسارة الأساسية للإرسال في الفضاء الحر لنظام راداري L_{br}، على النحو التالي:

$$L_{br} = 103{,}4 + 20 \log f + 40 \log d - 10 \log \sigma \quad \text{dB} \tag{6}$$

حيث:

σ: المقطع القائم لهدف الرادار (m^2)

d: المسافة من الرادار إلى الهدف (km)

f: تردد النظام (MHz).

ويعرف المقطع المستعرض لهدف الرادار لجسم ما بأنه نسبة القدرة المتناثرة المكافئة المتناحية إلى كثافة القدرة الواردة.

4 صيغ التحويل

يمكن استعمال صيغ التحويل التالية على أساس الانتشار في الفضاء الحر.

شدة المجال لقدرة متناحية مرسلة معينة:

$$E = P_t - 20 \log d + 74{,}8 \tag{7}$$

القدرة المتاحة المستقبَلة عبر هوائي استقبال متناحٍ متوائم ترافقياً لشدة مجال معينة:

$$P_r = E - 20 \log f - 167{,}2 \quad (8)$$

الخسارة الأساسية للإرسال في الفضاء الحر لقدرة متناحية ولشدة مجال معينة:

$$L_{bf} = P_t - E + 20 \log f + 167{,}2 \quad (9)$$

كثافة تدفق القدرة لشدة مجال معينة:

$$S = E - 145{,}8 \quad (10)$$

حيث:

P_t: القدرة المتناحية المرسلة ((dB(W))

P_r: القدرة المتاحة المستقبَلة عبر هوائي متوائم ترافقياً ((dB(W))

E: شدة المجال الكهربائي ((dB(μV/m))

f: التردد (GHz)

d: طول المسير الراديوي (km)

L_{bf}: خسارة أساسية للإرسال في الفضاء الحر (dB)

S: كثافة تدفق القدرة ((dB(W/m^2)).

تجدر الملاحظة بأنه يمكن استعمال المعادلتين (7) و(9) لاستخلاص المعادلة (4).

التوصية ITU-R P.526-15

الانتشار بالانعراج

(المسألة ITU-R 202/3)

(2019-2018-2013-2012-2009-2007-2005-2003-2001-1999-1997-1995-1994-1992-1982-1978)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية العديد من النماذج التي تمكّن القارئ من تقييم أثر الانعراج عل شدة المجال المستقبل. ويمكن تطبيق هذه النماذج على الأنماط المختلفة للعوائق وعلى مسيرات ذات هندسة مختلفة.

مصطلحات أساسية

انعراج، تضاريس أرضية غير منتظمة، عوائق، حد السكين، فتحة، شاشة

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أن ثمة حاجة لتوفير معلومات هندسية من أجل حساب قيم شدة المجال على مسيرات الانعراج،

توصي

بأن تُستعمل الطرائق الموضحة في الملحق 1 من أجل حساب قيم شدة المجال على مسيرات الانعراج التي قد تشمل مساحة أرضية كروية، أو تضاريس أرضية غير منتظمة تنطوي على أنواع مختلفة من العوائق.

جدول المحتويات

الملحق 1 2

1 المقدمة 2

2 مفاهيم أساسية 2

1.2 المجسمات الإهليلجية لفرينل ومناطق فرينل (Fresnel) 3

2.2 عرض الظليل (شبه الظل) 3

3.2 منطقة الانعراج 4

4.2 معيار سلاسة سطح العائق 4

5.2 العائق المعزول 4

6.2 أنماط التضاريس الأرضية 4

7.2 تكامليات فرينل 5

3 الانعراج فوق أرض كروية 6

1.3 خسارة الانعراج بالنسبة إلى المسيرات عبر الأفق 6

2.3 خسارة الانعراج بالنسبة لأي مسافة عند تردد 10 MHz فما فوق 16

4 الانعراج فوق عوائق معزولة أو مسير أرضي عام 17
1.4 عائق وحيد كحد السكين 18
2.4 عائق مدوَّر وحيد 21
3.4 حافتان معزولتان 22
4.4 أسطوانات معزولة متعددة 24
5.4 نموذج للمسير الأرضي العام 28
5 الانعراج بواسطة حواجز رفيعة 32
1.5 حواجز ذات عرض محدود 32
2.5 الانعراج بواسطة فتحات مستطيلة أو فتحات أو حواجز مركبة 33
6 الانعراج على إسفين ذي إيصالية محدودة 37
7 دليل الانتشار بالانعراج 41
المرفق 1 للملحق 1 – حساب معلمات الأسطوانات 43
1 زاوية الانعراج وموقع القمة 43
2 معلمات الأسطوانات 44
المرفق 2 للملحق 1 – خسائر انعراج المسير الفرعي 45
1 المقدمة 45
2 الطريقة 45

الملحق 1

1 المقدمة

على الرغم من أن الانعراج لا ينتج إلا عن سطح الأرض أو عن عوائق أخرى، يجب أن يؤخذ في الاعتبار متوسط الانكسار الجوي على مسير الإرسال لتقدير المعلمات الهندسية التي تقع في المستوي الرأسي للمسير (زاوية الانعراج، ونصف قطر الانحناء، وارتفاع العائق). ويجب، لتحقيق هذا الغرض، أن يرسم المظهر الجانبي للمسير مع نصف قطر الأرض المكافئ المناسب (التوصية ITU-R P.834). وإذا لم تتيسّر معلومات أخرى، يمكن الاستناد إلى نصف قطر أرض مكافئ قدره 8 500 km.

2 مفاهيم أساسية

يتأثر انعراج الموجات الراديوية على سطح الأرض بعدم انتظام التضاريس الأرضية. وفي هذا الصدد، وقبل التعمق في تناول طرق التنبؤ الخاصة بآلية الانتشار، نورد في هذا القسم بعض المفاهيم الأساسية.

1.2 المجسمات الإهليلجية لفرينل ومناطق فرينل (Fresnel)

عند دراسة انتشار الموجات الراديوية بين نقطتين A وB، يمكن تقسيم الفضاء المعني إلى عائلة من المجسمات الإهليلجية تُعرف باسم إهليلجيات فرينل، تحمل جميعها نقاطاً بؤرية عند A وB وعلى نحو تستجيب فيه أية نقطة M على المجسم الإهليلجي للعلاقة التالية:

$$AM + MB = AB + n\frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

حيث تمثل n رقماً صحيحاً يميز الإهليلج المعني وحيث تتطابق $n = 1$ مع الإهليلجي الأول لفرينل، إلخ، وتمثل λ طول الموجة.

وكقاعدة عملية، نفترض أن الانتشار يحدث في خط البصر (LoS) أي مصحوباً بظواهر انعراج يمكن إهمالها، إذا لم يوجد أي عائق داخل المجسم الإهليلجي الأول لفرينل.

ويمكن تقريب نصف قطر إحدى المجسمات الإهليلجية عند نقطة بين المرسل والمستقبل في وحدات متسقة ذاتياً بواسطة:

$$R_n = \left[\frac{n \lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}\right]^{1/2} \quad (2)$$

أو في شكل وحدات عملية:

$$R_n = 550 \left[\frac{n d_1 d_2}{(d_1 + d_2) f}\right]^{1/2} \quad (3)$$

حيث تمثل f التردد (MHz) وd_1 وd_2 المسافتان (km) بين المرسل والمستقبل عند النقطة التي يُحسب فيها نصف قطر المجسم الإهليلجي (m).

وتتطلب بعض المشكلات مراعاة مناطق فرينل وهي المناطق التي يُحصل عليها من خلال تقاطع عائلة من المجسمات الإهليلجية مع سطح مستوٍ. وتكون المنطقة ذات الرتبة n هي الجزء الواقع بين المنحنيات التي يُحصل عليها بواسطة المجسمين الإهليلجين n و$n - 1$، على التوالي.

2.2 عرض الظليل (شبه الظل)

يحدد الانتقال من الضوء إلى الظل منطقة الظليل. ويحدث هذا الانتقال على طول شريط ضيق (عرض الظليل) داخل حدود الظل الهندسي. ويبين الشكل 1 عرض الظليل (W) في حالة وجود مرسل عند ارتفاع، h، فوق أرض دائرية سلسة، التي تُعطى بواسطة:

$$\mathrm{m}\, w = \left[\frac{\lambda a_e^2}{\pi}\right]^{1/3} \quad (4)$$

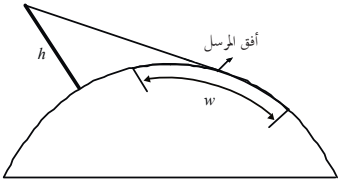
حيث:

λ: طول الموجة (m)

a_e: نصف قطر الأرض الفعال (m)

الشكل 1

تعريف عرض الظليل



P.0526-01

3.2 منطقة الانعراج

تمتد منطقة انعراج المرسل من مسافة خط البصر (LoS) حيث يساوي خلوص المسير 60% من نصف قطر منطقة فرينل الأولى (R_1)، إلى مسافة أبعد بكثير من أفق المرسل حيث تهيمن آلية الانتشار التروبوسفيري.

4.2 معيار سلاسة سطح العائق

إذا كانت لسطح العائق أشكال غير منتظمة لا تتجاوز Δh،

حيث:

$$\Delta h = 0{,}04\left[R\lambda^2\right]^{1/3} \quad \text{m} \tag{5}$$

وحيث:

R: نصف قطر انحناء العائق (m)

λ: طول الموجة (m)؛

يمكن عندئذ اعتبار العائق سلساً ويمكن استعمال الطرق الموضحة في الفقرتين 3 و2.4 لحساب التوهين.

5.2 العائق المعزول

يمكن اعتبار عائق ما معزولاً إذا لم يكن أي تفاعل بين العائق في حد ذاته والتضاريس الأرضية المحيطة به. وبعبارة أخرى، لا ينتج توهين المسير إلا بسبب العائق وحده دون أي إسهام من باقي التضاريس الأرضية. ويجب أن تُستوفى الشروط التالية:

- انعدام التراكب بين عروض الظُلّيل المرتبطة بكل مطراف وبأعلى العائق؛
- يتعين أن يبلغ خلوص المسير على كلا الجانبين 0,6 من نصف قطر منطقة فرينل الأولى؛
- انعدام انعكاس مرآوي على جانبي العائق معاً.

6.2 أنماط التضاريس الأرضية

يمكن تصنيف أنماط التضاريس الأرضية، تبعاً للقيمة الرقمية للمعلمة Δh (انظر التوصية ITU-R P.310) المستعملة لتحديد درجة عدم انتظام التضاريس الأرضية، ضمن ثلاثة أنواع:

أ) تضاريس أرضية سلسة

يمكن أن نعتبر أن سطحاً أرضياً سلساً إذا كان مقدار عدم انتظام التضاريس الأرضية يبلغ $0{,}1R$ أو أقل، حيث R القيمة القصوى لنصف قطر منطقة فرينل الأولى في مسير الانتشار. وفي هذه الحالة، يستند نموذج التنبؤ إلى الانعراج على أرض كروية (انظر الفقرة 3).

ب) عوائق معزولة

يتكون المظهر الجانبي للتضاريس الأرضية المتعلقة بمسير الانتشار من عائق واحد أو أكثر. وينبغي في هذه الحالة، وتبعاً للمخططات المبسطة للمثالية المستعملة بهدف تمييز العوائق التي تعترض مسير الانتشار، استعمال نماذج التنبؤ الموضحة في الفقرة 4.

ج) تضاريس أرضية متعرجة

يتكون المظهر الجانبي من عدة تلال صغيرة لا يُمثل أي منها عائقاً مهيمناً. وتتلاءم التوصية ITU-R P.1546 داخل مدى ترددها مع التنبؤ بشدة المجال ولكنها ليست طريقة انعراج.

7.2 تكامليات فرينل

تُعطى تكاملية فرينل المركبة بواسطة:

$$F_c(\nu) = \int_0^{\nu} \exp\left(j\frac{\pi s^2}{2}\right) ds = C(\nu) + jS(\nu) \tag{6}$$

حيث j العامل المركب المساوي للقيمة $\sqrt{-1}$، و$C(\nu)$ و$S(\nu)$ تكامُليتا فرينل لجيب التمام وجيب الزاوية اللذان يعرفان بواسطة:

$$C(\nu) = \int_0^{\nu} \cos\left(\frac{\pi s^2}{2}\right) ds \tag{7a}$$

$$S(\nu) = \int_0^{\nu} \sin\left(\frac{\pi s^2}{2}\right) ds \tag{7b}$$

ويمكن تقييم تكاملية فرينل المركبة $F_c(\nu)$ بواسطة تكامل رقمي، أو بدقة كافية لمعظم الأغراض بالنسبة إلى قيمة ν موجبة باستعمال:

$$F_c(\nu) = \exp(jx)\sqrt{\frac{x}{4}}\sum_{n=0}^{11}\left[(a_n - jb_n)\left(\frac{x}{4}\right)^n\right] \quad \text{for} \quad 0 \le x < 4 \tag{8a}$$

$$F_c(\nu) = \left(\frac{1+j}{2}\right) + \exp(jx)\sqrt{\frac{4}{x}}\sum_{n=0}^{11}\left[(c_n - jd_n)\left(\frac{4}{x}\right)^n\right] \quad \text{for} \quad x \ge 4 \tag{8b}$$

حيث:

$$x = 0{,}5\pi\,\nu^2 \tag{9}$$

وتمثل a_n وb_n وc_n وd_n معاملات بورسما (Boersma) الواردة أدناه:

a_0	= +1.595769140	b_0	= -0.000000033	c_0	= +0.000000000	d_0	= +0.199471140
a_1	= -0.000001702	b_1	= +4.255387524	c_1	= -0.024933975	d_1	= +0.000000023
a_2	= -6.808568854	b_2	= -0.000092810	c_2	= +0.000003936	d_2	= -0.009351341
a_3	= -0.000576361	b_3	= -7.780020400	c_3	= +0.005770956	d_3	= +0.000023006
a_4	= +6.920691902	b_4	= -0.009520895	c_4	= +0.000689892	d_4	= +0.004851466
a_5	= -0.016898657	b_5	= +5.075161298	c_5	= -0.009497136	d_5	= +0.001903218
a_6	= -3.050485660	b_6	= -0.138341947	c_6	= +0.011948809	d_6	= -0.017122914
a_7	= -0.075752419	b_7	= -1.363729124	c_7	= -0.006748873	d_7	= +0.029064067
a_8	= +0.850663781	b_8	= -0.403349276	c_8	= +0.000246420	d_8	= -0.027928955
a_9	= -0.025639041	b_9	= +0.702222016	c_9	= +0.002102967	d_9	= +0.016497308
a_{10}	= -0.150230960	b_{10}	= -0.216195929	c_{10}	= -0.001217930	d_{10}	= -0.005598515
a_{11}	= +0.034404779	b_{11}	= +0.019547031	c_{11}	= +0.000233939	d_{11}	= +0.000838386

ويمكن تقييم $C(\nu)$ و$S(\nu)$ بالنسبة إلى قيم سالبة تخص ν من خلال الإشارة إلى أن:

$$C(-\nu) = -C(\nu) \tag{10a}$$

$$S(-\nu) = -S(\nu) \tag{10b}$$

3 الانعراج فوق أرض كروية

يمكن أن تُحسب خسارة الإرسال الإضافية العائدة إلى الانعراج فوق أرض كروية بواسطة الصيغة الكلاسيكية لسلسلة البقايا. ويقدم البرنامج الحاسوبي GRWAVE، الذي يوجد لدى الاتحاد الدولي للاتصالات، الطريقة بأكملها. وتحتوي التوصية ITU-R P.368 على مجموعة فرعية من نواتج هذا البرنامج (بالنسبة إلى هوائيات قريبة من الأرض وعند ترددات أدنى).

وتصف الأقسام الفرعية التالية طرائق عددية وبيانية يمكن استعمالها مع الترددات 10 MHz وما علاها. وبالنسبة للترددات أدنى من 10 MHz، ينبغي استخدام البرنامج GRWAVE دائماً. ويقدم القسم 1.3 طرائق من أجل المسيرات فوق خط الأفق. والقسم 1.1.3 عبارة عن طريقة عددية، بينما يعطي القسم 2.1.3 طريقة بيانية. والقسم 2.3 عبارة عن طريقة تطبق في حالة الأرض المستوية لأي مسافة وعند أي ترددات تساوي 10 MHz وما علاها. وتستعمل هذه الطريقة العددية الواردة في الفقرة 1.1.3.

1.3 خسارة الانعراج بالنسبة إلى المسيرات عبر الأفق

بالنسبة إلى مسافات طويلة عبر الأفق، يكتسي الحد الأول من سلسلة البقايا دون سواه أهمية كبيرة، وحتى على مقربة من الأفق أو عند الأفق، يمكن استعمال هذا التقريب مع خطأ أقصى يبلغ حوالي 2 dB في معظم الأحوال.

ويمكن كتابة الحد الأول كناتج حد المسافة، F، وحدي كسب الارتفاع G_T وG_R. ويوضح الجزءان 1.1.3 و2.1.3 كيفية الحصول على هذه الحدود انطلاقاً من صيغ بسيطة أو من خلال مخططات بيانية (مونوغرامات).

1.1.3 حسابات رقمية

1.1.1.3 تأثير الخصائص الكهربائية لسطح الأرض

يمكن تحديد مدى تأثير الخصائص الكهربائية لسطح الأرض على خسارة الانعراج، بحساب عامل مقيَّس لسماحية السطح K، (السماح بمرور التيار) يُعطى بواسطة الصيغ التالية:

في وحدات متسقة:

$$K_H = \left(\frac{2\pi a_e}{\lambda}\right)^{-1/3} \left[(\varepsilon - 1)^2 + (60\lambda\sigma)^2\right]^{-1/4} \quad \text{for horizontal polarization} \tag{11}$$

و

$$K_V = K_H \left[\varepsilon^2 + (60\,\lambda\,\sigma)^2\right]^{1/2} \quad \text{for vertical polarization} \tag{12}$$

أو في وحدات عملية:

$$K_H = 0{,}36\,(a_e\,f)^{-1/3}\left[(\varepsilon - 1)^2 + (18\,000\,\sigma/f)^2\right]^{-1/4} \tag{11a}$$

$$K_V = K_H \left[\varepsilon^2 + (18\,000\,\sigma/f)^2\right]^{1/2} \tag{12a}$$

حيث:

a_e: نصف قطر الأرض الفعال (km)

ε: السماحية النسبية الفعالة

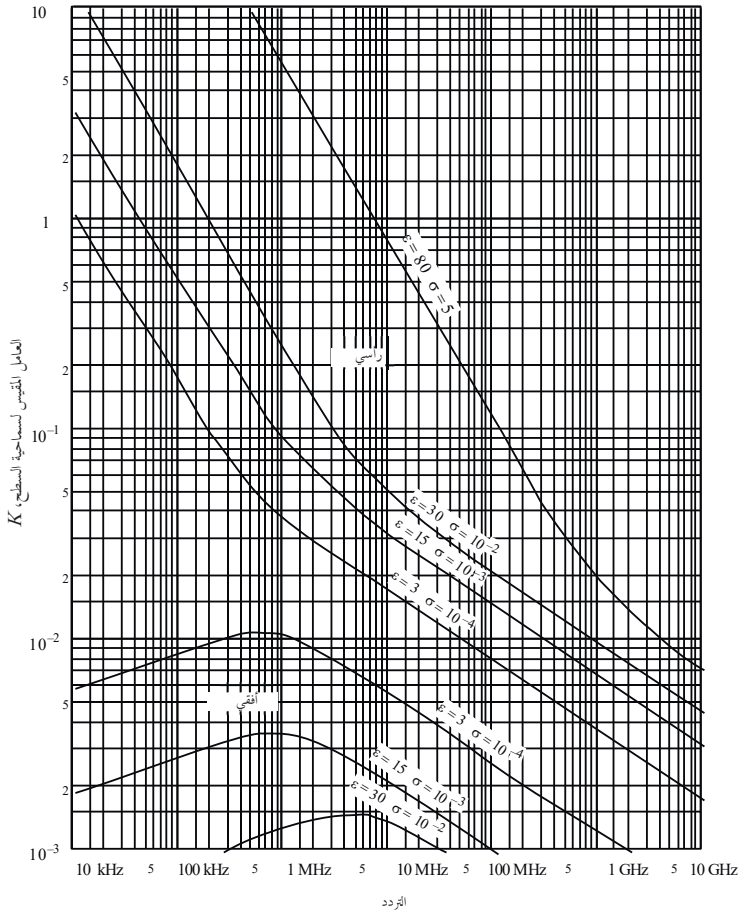
σ: الإيصالية الفعالة (S/m)

f: التردد (MHz).

ويحتوي الشكل 2 على قيم العامل K النمطية.

الشكل 2

حساب *K*



إذا كانت قيمة K أقل من 0,001، تكون الخصائص الكهربائية للأرض عديمة الأهمية. أما في الحالة التي تكون فيها قيم K أكبر من 0,001 وأقل من 1، فيجب أن تستعمل الصيغ المناسبة الواردة في الفقرة 2.1.1.3. وعندما تكون قيمة K أكبر من 1 تقريباً، تختلف شدة مجال الانعراج المحسوبة باستعمال الطريقة الواردة في الفقرة 2.1.1.3 عن النتائج المتحصلة من البرنامج الحاسوبي GRWAVE، ويزيد الاختلاف مع زيادة قيمة K. وينبغي استعمال البرنامج GRWAVE لقيم K التي تزيد عن 1. ولا تحدث هذه الحالة إلاّ في الاستقطاب الرأسي عند ترددات أدنى من 10 MHz فوق سطح البحر أو أقل من 200 kHz فوق اليابسة. وتسري الطريقة الواردة في الفقرة 2.1.1.3 في كل الحالات الأخرى.

2.1.1.3 صيغ شدة مجال الانعراج

تُعطى شدة مجال الانعراج، E، بالنسبة إلى شدة المجال في الفضاء الحر E_0 بواسطة الصيغة التالية:

$$20 \log \frac{E}{E_0} = F(X) + G(Y_1) + G(Y_2) \quad \text{dB} \tag{13}$$

حيث X هي الطول المقيَّس للمسير بين الهوائيات عند ارتفاعين Y_1 وY_2 مقيسين (وحيث قيمة $20 \log \frac{E}{E_0}$ سالبة في العادة).

في وحدات متسقة:

$$X = \beta \left(\frac{\pi}{\lambda a_e^2} \right)^{1/3} d \tag{14}$$

$$Y = 2\beta \left(\frac{\pi^2}{\lambda^2 a_e} \right)^{1/3} h \tag{15}$$

أو في وحدات عملية:

$$X = 2{,}188 \beta f^{1/3} a_e^{-2/3} d \tag{14a}$$

$$Y = 9{,}575 \times 10^{-3} \beta f^{2/3} a_e^{-1/3} h \tag{15a}$$

حيث:

d: طول المسير (km)

a_e: نصف قطر الأرض المكافئ (km)

h: ارتفاع الهوائي (m)

f: التردد (MHz).

β معلمة تأخذ في الاعتبار نمط الأرض والاستقطاب. وترتبط بالعامل K بواسطة الصيغة شبه التجريبية التالية:

$$\beta = \frac{1 + 1{,}6 K^2 + 0{,}67 K^4}{1 + 4{,}5 K^2 + 1{,}53 K^4} \tag{16}$$

ويمكن أن تؤخذ β على أنها مساوية للقيمة 1 بالنسبة إلى الاستقطاب الأفقي عند جميع الترددات، وبالنسبة إلى الاستقطاب الرأسي فوق 20 MHz على الأرض أو 300 MHz فوق البحر.

أما بالنسبة إلى الاستقطاب الرأسي تحت 20 MHz فوق الأرض أو 300 MHz فوق البحر، فيجب أن تُحسب β باعتبارها دالة لقيم K. غير أنه من الممكن عندئذٍ إهمال ε وكتابة:

$$K^2 \approx 6{,}89 \frac{\sigma}{k^{2/3} f^{5/3}} \tag{16a}$$

حيث يُعبر عن σ بواسطة S/m، وf (MHz) وk العامل المضاعف لنصف قطر الأرض.

ويُعطى حد المسافة بواسطة الصيغة التالية:

$$F(X) = 11 + 10 \log (X) - 17{,}6\, X \qquad \text{for } X \geq 1{,}6 \tag{17a}$$

$$F(X) = -20 \log (X) - 5{,}6488 X^{1{,}425} \qquad \text{for } X < 1{,}6 \tag{17b}$$

ويُعطى حد كسب الارتفاع $G(Y)$ بواسطة الصيغة التالية:

$$G(Y) \cong 17{,}6 (B - 1{,}1)^{1/2} - 5 \log (B - 1{,}1) - 8 \qquad \text{for } B > 2 \tag{18}$$

$$G(Y) \cong 20 \log (B + 0{,}1 B^3) \qquad \text{for } B > 2 \tag{18a}$$

If $G(Y) < 2 + 20 \log K$, set $G(Y)$ to the value $2 + 20 \log K$

حيث:

$$B = \beta Y \tag{18b}$$

ودقة شدة المجال المنعرج المعطاة بالمعادلة (13) محدودة بالتقريب المتأصل في استعمال الحد الأول فقط من سلسلة أنصاف الأقطار. والمعادلة (13) تعتبر أكثر دقة لأكثر من dB 2 لقيم X وY_1 وY_2 التي تقيدها المعادلة التالية:

$$X - (\beta Y_1)^{1/2} \Delta(Y_1, K) - (\beta Y_2)^{1/2} \Delta(Y_2, K) > X_{lim} \tag{19}$$

حيث:

$$X_{lim} = 1{,}096 - 1{,}280 \ (1 - \beta) \tag{19a}$$

$$\Delta(Y,K) = \Delta(Y,0) + 1{,}779 (1 - \beta)[\Delta(Y,\infty) - \Delta(Y,0)] \tag{19b}$$

وتعطى قيم $\Delta(Y,0)$ و$\Delta(Y,\infty)$ كما يلي:

$$\Delta(Y,0) = 0{,}5 \left[1 + \tanh \left(\frac{0{,}5 \log(\beta Y) - 0{,}255}{0{,}3} \right) \right] \tag{19c}$$

$$\Delta(Y,\infty) = 0{,}5 \left[1 + \tanh \left(\frac{0{,}5 \log(\beta Y) + 0{,}255}{0{,}25} \right) \right] \tag{19d}$$

وعلى ذلك، فإن المسافة الدنيا d_{min} التي تسري عليها المعادلة (13) تعطى بالمعادلة:

$$X_{min} = X_{lim} + (\beta Y_1)^{1/2} \Delta(Y_1, K) + (\beta Y_2)^{1/2} \Delta(Y_2, K) \tag{19e}$$

ويتحصل على d_{min} من X_{min} باستعمال المعادلة (14a).

2.1.3 الحساب بواسطة المخططات البيانية

يمكن أن نجري الحساب أيضاً في ظل نفس شروط التقريب (هيمنة الحد الأول من سلسلة البقايا) باستعمال الصيغة التالية:

$$20 \log \frac{E}{E_0} = F(d) + H(h_1) + H(h_2) \quad \text{dB} \qquad (20)$$

حيث:

E: شدة المجال المستقبَل

E_0: شدة المجال في الفضاء الحر عند نفس المسافة

d: المسافة بين طرفي المسير

h_1 وh_2: ارتفاعا الهوائيين فوق أرض كروية.

وتُعطى الدالة F (تأثير المسافة) والدالة H (كسب الارتفاع) بواسطة المخططات البيانية التي تحتوي عليها الأشكال 3 و4 و5 و6.

وتُعطي هذه المخططات البيانية (الأشكال من 3 إلى 6) مباشرة سوية الإشارة المستقبلة بالنسبة إلى الفضاء الحر، بالنسبة إلى $k = 1$ و$k = 4/3$، وبالنسبة إلى ترددات أعلى من 30 MHz تقريباً. وk عامل نصف قطر الأرض الفعال الذي يرد تعريفه في التوصية ITU-R P.310. غير أنه يمكن حساب سوية الإشارة المستقبلة بالنسبة إلى قيم أخرى تخص k باستعمال سلالم الترددات بالنسبة إلى $k = 1$، مع الاستعاضة عن التردد المعني بتردد افتراضي يساوي f / k^2 بالنسبة إلى الشكلين 3 و5، و $f/\sqrt{k}$ بالنسبة إلى الشكلين 4 و6.

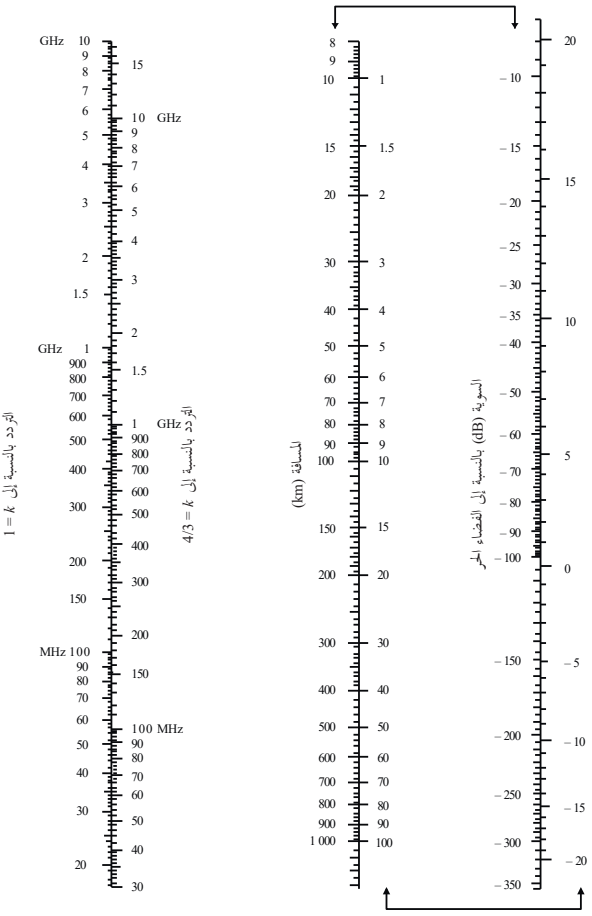
وبالقرب من الأرض، تكون شدة المجال مستقلة عملياً عن الارتفاع. وتكتسي هذه الظاهرة أهمية كبيرة بالنسبة إلى الاستقطاب الرأسي فوق البحر. ولهذا السبب، يتضمن الشكل 6، خطاً رأسياً AB غليظاً. فإذا تقاطع الخط المستقيم مع هذا الخط الغليظ AB، يجب أن يُستعاض عن الارتفاع الحقيقي بقيمة أكبر بحيث يمس الخط المستقيم بالكاد أعلى خط الحد عند A.

الملاحظة 1 – يُعطى التوهين بالنسبة إلى الفضاء الحر بقلب قيم المعادلة (20) إلى قيم سالبة. ولا تصح هذه الطريقة إذا أعطت المعادلة (20) قيمة فوق شدة المجال في الفضاء الحر.

الملاحظة 2 – تأثير الخط AB مدرج في الطريقة العددية الواردة في الفقرة 1.1.3.

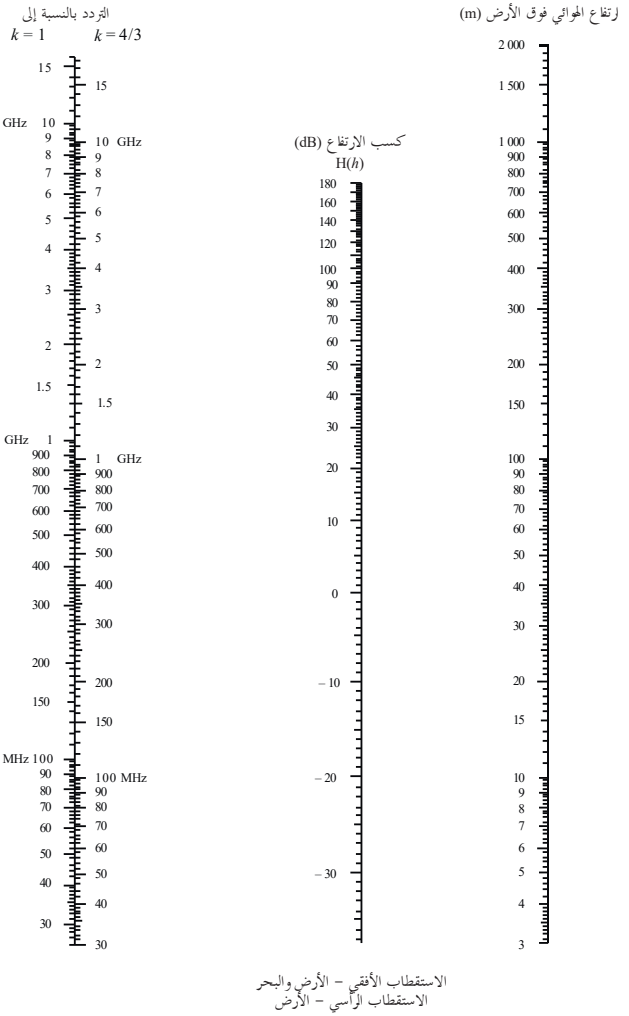
الشكل 3

الانعراج فوق أرض كروية – تأثير المسافة



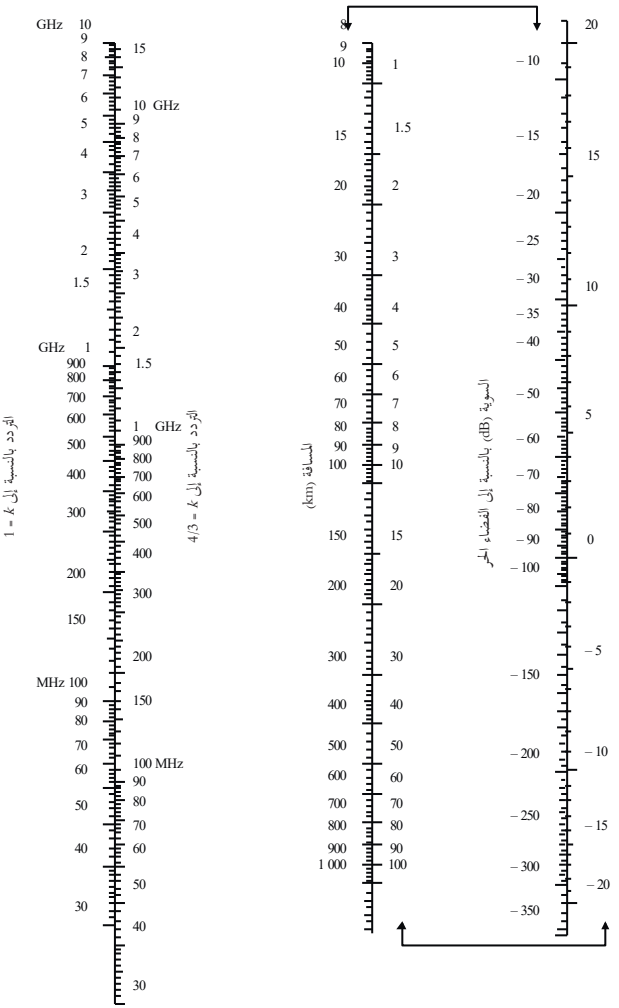
الشكل 4

الانعراج فوق أرض كروية – كسب الارتفاع



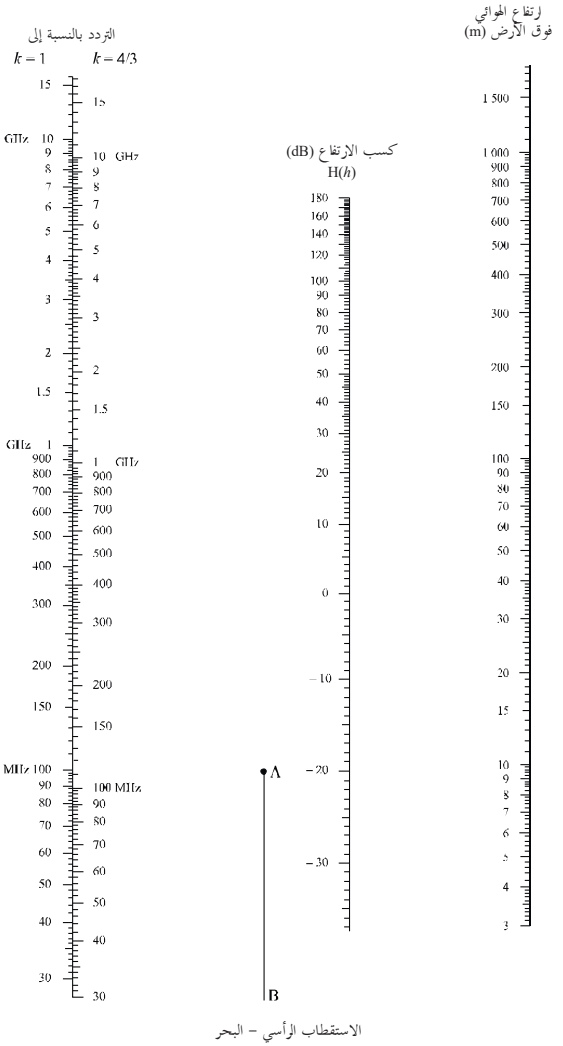
الشكل 5

الانعراج فوق أرض كروية – تأثير المسافة



الشكل 6

الانعراج فوق أرض كروية – كسب الارتفاع



2.3 خسارة الانعراج بالنسبة لأي مسافة عند تردد 10 MHz فما فوق

ينبغي استخدام إجراء الخطوة-خطوة التالي لمسير أرضي كروي بأي طول عند ترددات تساوي أو تزيد عن 10 MHz، بالنسبة لنصف قطري فعلي للأرض يزيد عن الصفر ($a_e > 0$). وتستعمل هذه الطريقة الحساب الوارد في الفقرة 1.1.3 لحالات فوق خط الأفق، وخلاف ذلك، يستعمل إجراء استكمال داخلي يقوم على نصف قطر وطني فعّال للأرض.

ويستعمل الإجراء وحدات متسقة ذاتياً ويتم على النحو التالي:

تُحسب المسافة الهامشية على خط البصر من المعادلة:

$$d_{los} = \sqrt{2a_e}\ \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right) \tag{21}$$

وإذا كانت $d \geq d_{los}$، تُحسب خسارة الانعراج باستعمال الطريقة الواردة في الفقرة 1.1.3. لا توجد ضرورة لإجراء حسابات أخرى.

وخلاف ذلك:

تُحسب أقل قيمة في فرق الارتفاع بين المسير الأرضي المنحني والشعاع بين الهوائيين، h (انظر الشكل 7)، ويتحصل على هذه القيمة من المعادلة:

$$h = \frac{\left(h_1 - \frac{d_1^2}{2a_e}\right)d_2 + \left(h_2 - \frac{d_2^2}{2a_e}\right)d_1}{d} \tag{22}$$

$$d_1 = \frac{d}{2}\,(1 + b) \tag{22a}$$

$$d_2 = d - d_1 \tag{22b}$$

$$b = 2\sqrt{\frac{m+1}{3m}}\cos\left\{\frac{\pi}{3} + \frac{1}{3}\arccos\left(\frac{3c}{2}\sqrt{\frac{3m}{(m+1)^3}}\right)\right\} \tag{22c}$$

$$c = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \tag{22d}$$

$$m = \frac{d^2}{4a_e(h_1 + h_2)} \tag{22e}$$

يُحسب فرق الارتفاع المطلوب لخسارة انعراج مقدارها صفر، h_{req}، من المعادلة:

$$h_{req} = 0{,}552\sqrt{\frac{d_1\, d_2\, \lambda}{d}} \tag{23}$$

فإذا كانت $h_{req} < h$، فإن خسارة الانعراج للمسير تساوي صفراً. ولا يحتاج الأمر إلى إجراء حسابات أخرى.

وخلاف ذلك:

يُحسب نصف قطر الأرض الفعّال المعدل، a_{em}، والذي يعطي خط بصر هامشي عند المسافة d من المعادلة:

$$a_{em} = 0{,}5\left(\frac{d}{\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2}}\right)^2 \tag{24}$$

وتستعمل الطريقة الواردة في الفقرة 1.1.3 لحساب خسارة الانعراج للمسار باستعمال نصف قطر الأرض الفعّال المعدل a_{em} بدلاً من نصف قطر الأرض الفعّال، a_e، ويرمز إلى هذه الخسارة بالرمز A_h.

فإذا كانت A_h سالبة، فإن خسارة الانعراج للمسير تساوي صفراً، ولا توجد ضرورة لإجراء مزيد من الحسابات.

أما خلاف ذلك، تُحسب خسارة الانعراج المستكملة داخلياً، A (dB) بالمعادلة:

$$A = \left[1 - h / h_{req}\right] A_h \tag{25}$$

4 الانعراج فوق عوائق معزولة أو مسير أرضي عام

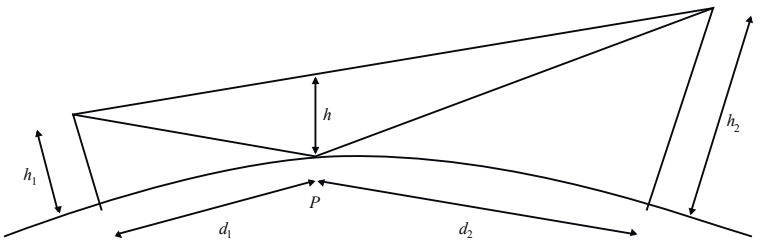
يواجه العديد من مسيرات الانتشار عائقاً واحداً أو عدة عوائق منفصلة، ومن المفيد أن تقدر الخسائر التي تسببها هذه العوائق. وإن من الضروري لأداء هذه الحسابات، معالجة أشكال العوائق بناءً على نسق تخطيطي، سواء بافتراض عائق كحد السكين ذي ثخانة لا يعتد بها أو عائق مدوَّر وأملس مع نصف قطر انحناء في الجزء الأعلى يحدد بدقة. وبالنظر إلى أن العوائق الحقيقية تتخذ أشكالاً أكثر تعقيداً، يجب أن ينظر إلى البيانات التي ترد في هذه التوصية على أنها بيانات تقريبية فقط. ولا تراعي هذه النماذج اعتراض المظاهر الجانبية لاتجاه وصلة الراديو، التي قد يكون لها أثر كبير على خسارة الانعراج.

إن من الضروري في الحالات التي يكون فيها المسير المباشر بين مطرافين أقصر بكثير من مسير الانعراج، أن تحسب خسارة الإرسال الإضافية العائدة إلى المسير الأطول.

وتنطبق المعطيات الواردة أدناه عندما يكون طول الموجة صغيراً جداً بالنسبة إلى حجم العوائق أي بصفة أساسية، بالنسبة إلى الموجات المترية (VHF) والموجات الأقصر (f > 30 MHz).

الشكل 7

خلوص المسير



P: نقطة الانعكاس

P.0526-07

1.4 عائق وحيد كحد السكين

في هذه الحالة المثالية القصوى (الشكلان 8أ و8ب)، تتحد جميع المعلمات الهندسية في معلمة واحدة بلا أبعاد يُرمز إليها عادة بواسطة ν التي قد تتخذ مجموعة متنوعة من الأشكال المكافئة وفقاً للمعلمات الهندسية المختارة:

$$\nu = h\sqrt{\frac{2}{\lambda}\left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}\right)} \tag{26}$$

$$\nu = \theta\sqrt{\frac{2}{\lambda\left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}\right)}} \tag{27}$$

$$\nu = \sqrt{\frac{2\,h\,\theta}{\lambda}} \quad (\nu \text{ has the sign of } h \text{ and } \theta) \tag{28}$$

$$\nu = \sqrt{\frac{2\,d}{\lambda}\cdot\alpha_1\alpha_2} \quad (\nu \text{ has the sign of } \alpha_1 \text{ and } \alpha_2) \tag{29}$$

حيث:

h: ارتفاع قمة العائق فوق خط مستقيم يربط بين طرفي المسير. فإذا كان الارتفاع تحت هذا الخط، تكون h سالبة؛

d_1 وd_2: مسافتا طرفي المسير عند قمة العائق؛

d: طول المسير؛

θ: زاوية الانعراج (rad)؛ علامتها هي نفس علامة h. ويفترض في الزاوية θ أن تكون أقل من 0,2 rad أو 12° تقريباً؛

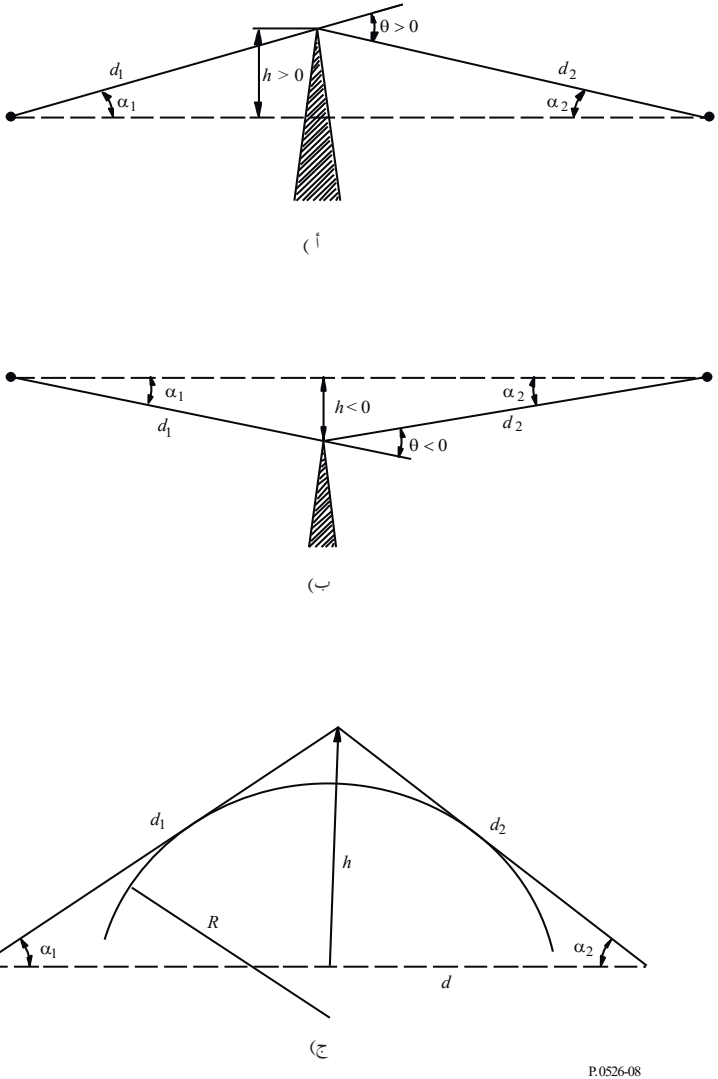
α_1 وα_2: الزاويتان بوحدة راديان بين قمة العائق وأحد الطرفين كما ينظر إليه من الطرف الآخر. α_1 وα_2 لهما نفس علامة h في المعادلات أعلاه.

الملاحظة 1 – يجب أن يعبر بوحدات متسقة عن h وd وd_1 وd_2 وλ في المعادلات من (26) إلى (29).

الشكل 8

عناصر هندسية

(بالنسبة إلى تعاريف θ، α_1، α_2، d، d_1، d_2 وR، راجع الفقرتين 1.4 و2.4)



يعطي الشكل 9 بوصفه دالة لقيمة ν الخسارة $J(\nu)$ (dB).

وتعطى $J(\nu)$ بواسطة:

$$J(\nu) = -20 \log \left(\frac{\sqrt{\left[1 - C(\nu) - S(\nu)\right]^2 + \left[C(\nu) - S(\nu)\right]^2}}{2} \right) \quad (30)$$

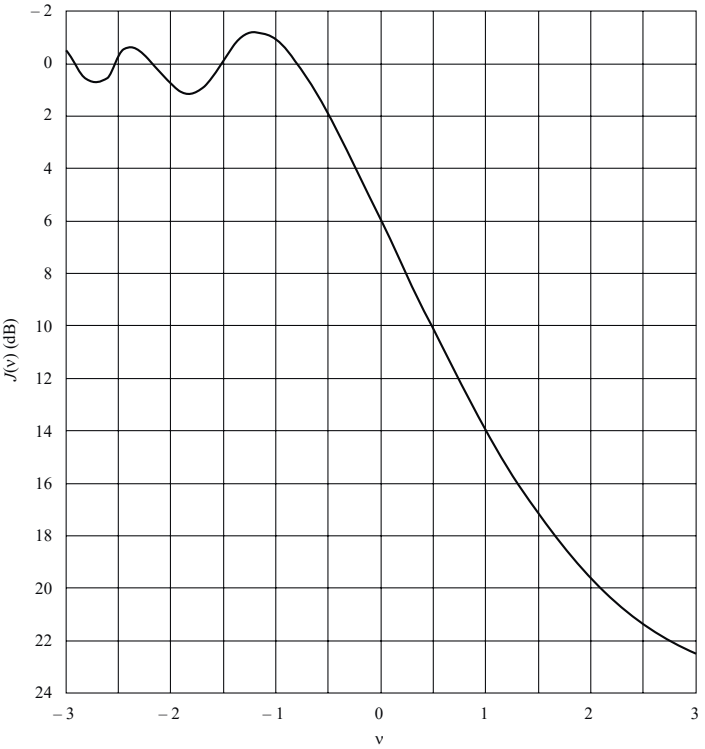
حيث $C(\nu)$ الجزء الحقيقي و$S(\nu)$ الجزء الخيالي من تكاملية فرينل المركبة $F(\nu)$ التي ورد تعريفها في الفقرة 7.2.

وبالنسبة إلى ν أكبر من –0,78، يمكن الحصول على قيمة تقريبية انطلاقاً من الصيغة التالية:

$$J(\nu) = 6{,}9 + 20 \log\left(\sqrt{(\nu - 0{,}1)^2 + 1} + \nu - 0{,}1\right) \quad \text{dB} \quad (31)$$

الشكل 9

خسارة انعراج على حافة كحد السكين



P.0526-09

2.4 عائق مدوَّر وحيد

يوضح الشكل 8ج) هندسة عائق مدوَّر لنصف القطر R. وجدير بالملاحظة أن المسافتين d_1 وd_2 والارتفاع h فوق الخط الأساسي تُقاس جميعاً بالنسبة إلى القمة حيث تتقاطع الأشعة المستقطة فوق العائق. ويمكن حساب خسارة الانعراج بالنسبة إلى هذه الهندسة على النحو التالي:

$$A = J(v) + T(m,n) \quad \text{dB} \tag{32}$$

حيث:

أ) $J(v)$ خسارة Fresnel-Kirchff العائدة إلى حافة كحد السكين مكافئة توضع على نحو تكون فيه ذروتها عند نقطة القمة. ويمكن تقييم المعلمة v بلا أبعاد انطلاقاً من أي معادلة من المعادلات (26) إلى (29). ويمكن أن تكتب المعادلة (26)، على سبيل المثال، في وحدات عملية على النحو التالي:

$$\nu = 0{,}0316\, h \left[\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda\, d_1\, d_2} \right]^{1/2} \tag{33}$$

حيث تُقاس h وλ بالأمتار وd_1 وd_2 بالكيلومترات.

ويمكن الحصول على $J(v)$ من الشكل 9 أو من المعادلة (31). مع الإشارة إلى أنه في حالة وجود عائق يحجب الانتشار في خط البصر، تكون v موجبة، والمعادلة (31) صحيحة.

ب) $T(m,n)$ التوهين الإضافي العائد إلى انحناء العائق:

$$T(m,n) = 7{,}2m^{1/2} - (2 - 12{,}5n)m + 3{,}6m^{3/2} - 0{,}8m^2 \quad \text{dB} \quad \text{for } mn \le 4 \tag{34a}$$

$$T(m,n) = -6 - 20 \log (mn) + 7{,}2m^{1/2} - (2 - 17n)m + 3{,}6m^{3/2} - 0{,}8m^2 \quad \text{dB} \quad \text{for } mn > 4 \tag{34b}$$

و

$$m = R\left[\frac{d_1 + d_2}{d_1 d_2} \right] \Big/ \left[\frac{\pi R}{\lambda} \right]^{1/3} \tag{35}$$

$$n = h\left[\frac{\pi R}{\lambda} \right]^{2/3} \Big/ R \tag{36}$$

وR وd_1 وd_2 وh وλ في وحدات متسقة.

مع الإشارة إلى أنه عندما تنحو R نحو الصفر، وكذلك $T(m,n)$، تصبح المعادلة (32) انعراج حافة كحد السكين بالنسبة إلى أسطوانة يبلغ نصف قطرها صفراً.

ويتطابق نصف قطر عائق الانحناء مع نصف قطر الانحناء عند قمة القطع المكافئ الذي يتلاءم مع المظهر الجانبي للعائق قرب القمة. وفي حالة ملاءمة القطع المكافئ، يجب أن تكون المسافة العمودية القصوى من القمة التي يتعين استعمالها في هذا الإجراء من رتبة نصف قطر منطقة فرينل الأولى حيث يوجد مكان العائق. ويحتوي الشكل 10 على مثال على هذا الإجراء، حيث:

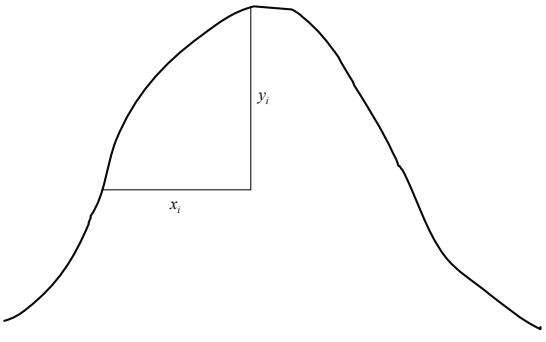
$$y_i = \frac{x_i^2}{2r_i} \tag{37}$$

وr_i نصف قطر الانحناء الذي يتطابق مع العينة i للمظهر الجانبي الرأسي لقمة التل. ويُعطى متوسط نصف قطر انحناء العائق، في حالة العينات N، بواسطة:

$$r = \frac{1}{N} \sum_{1}^{N} \frac{x_i^2}{2y_i} \tag{38}$$

الشكل 10

المظهر الجانبي الرأسي للعائق



P.0526-10

3.4 حافتان معزولتان

تتمثل هذه الطريقة في تطبيق نظرية انعراج حافة وحيدة كحد السكين على العائقين على التوالي، وتعمل قمة العائق الأول كمصدر للانعراج على العائق الثاني (انظر الشكل 11). ويعطي مسير الانعراج الأول الذي تحدده المسافتان a وb والارتفاع h'_1، الخسارة L_1 (dB). ويُعطي مسير الانعراج الثاني الذي تحدده المسافتان b وc والارتفاع h'_2، الخسارة L_2 (dB). وتحسب L_1 وL_2 بواسطة الصيغ التي ترد في الفقرة 1.4. ويجب أن تضاف عبارة تصحيح L_c (dB) لكي يؤخذ في الحسبان الفصل b بين الحافتين. ويمكن تقدير L_c بواسطة الصيغة التالية:

$$L_c = 10 \log \left[\frac{(a + b)\ (b + c)}{b\,(a + b + c)} \right] \tag{39}$$

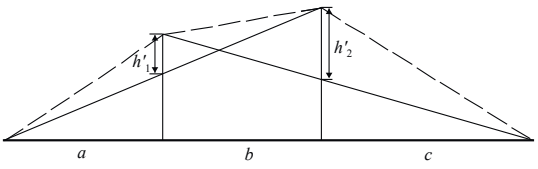
التي تصح عندما يتجاوز كل من L_1 وL_2، القيمة 15 dB تقريباً. وتُعطى بالتالي خسارة الانعراج الكلية بواسطة:

$$L = L_1 + L_2 + L_c \quad (40)$$

وتعتبر الطريقة الواردة أعلاه مفيدة بصفة خاصة في الحالة التي تعطي فيها الحافتان خسائر مماثلة.

الشكل 11

طريقة الحافتين المعزولتين

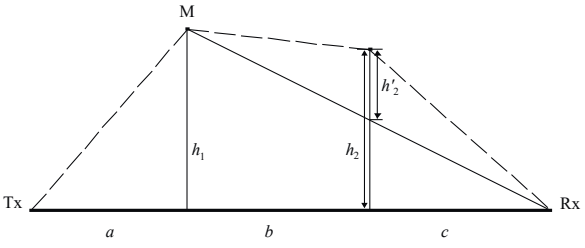


P.0526-11

وإذا كانت إحدى الحافتين أعلى من الأخرى (انظر الشكل 12)، يحدد مسير الانعراج الأول بواسطة المسافتين a و$c + b$، والارتفاع h_1. ويحدد مسير الانعراج الثاني بواسطة المسافتين b وc والارتفاع h'_2.

الشكل 12

العائق الرئيسي والعائق الثانوي



P.0526-12

تتمثل هذه الطريقة في تطبيق نظرية انعراج حافة وحيدة كحد السكين على العائقين على التوالي. أولاً، تحدد النسبة h/r العائق الرئيسي، M، حيث h ارتفاع الحافة انطلاقاً من المسير المباشر TxRx مثلما يتضح في الشكل 12، وr نصف قطر المجسم الإهليلجي الأول لفرينل الذي تعطيه المعادلة (2). ثم تُستعمل h'_2، ارتفاع العائق الثانوي انطلاقاً من المسير الفرعي MR لحساب الخسارة التي يسببها هذا العائق الثانوي. ويجب حذف عبارة تصحيح T_c (dB)، حتى يؤخذ في الحسبان المسافة بين الحافتين وكذلك ارتفاعهما. ويمكن تقدير T_c (dB) بواسطة الصيغة التالية:

$$T_c = \left[12 - 20 \log_{10} \left(\frac{2}{1 - \frac{\alpha}{\pi}} \right) \right] \left(\frac{q}{p} \right)^{2p} \quad (41)$$

وكذلك:

$$p = \left[\frac{2}{\lambda} \frac{(a+b+c)}{(b+c)a} \right]^{1/2} h_1 \tag{42a}$$

$$q = \left[\frac{2}{\lambda} \frac{(a+b+c)}{(a+b)c} \right]^{1/2} h_2 \tag{42b}$$

$$\tan \alpha = \left[\frac{b(a+b+c)}{ac} \right]^{1/2} \tag{42c}$$

h_1 وh_2 ارتفاعا الحافتين من المسير المباشر مرسل–مستقبل.

وتُعطى خسارة الانعراج الكلي بواسطة:

$$L = L_1 + L_2 - T_c \tag{43}$$

ويمكن تطبيق الطريقة نفسها في حالة العوائق المدورة باستعمال الطريقة الواردة في الفقرة 3.4.

وفي الحالات التي يمكن فيها التعرف بوضوح على عائق الانعراج كمبنى ذي سقف مسطح، لا يكون التقريب بواسطة حافة وحيدة كحد السكين كافياً. ومن الضروري حساب مجموع المطاورة للمكونتين: إحداها تتعرض إلى انعراج مزدوج بحافتين كحد السكين، والأخرى إلى انعكاس إضافي من سطح السقف. وقد تبين في الحالة التي لا تعرف فيها انعكاسية سطح السقف وأي فرق في الارتفاع بين سطح السقف والجدران الجانبية معرفة دقيقة، أن نموذج الحافتين كحد السكين يؤدي إلى التنبؤ بشدة المجال المنعرجة تنبؤاً حسناً، مع تجاهل المكونة المنعكسة.

4.4 أسطوانات معزولة متعددة

يُوصى بهذه الطريقة فيما يتعلق بتقدير خسارة الانعراج على تضاريس أرضية غير منتظمة تكوّن عائقاً واحداً أو أكثر للانتشار في خط البصر حيث يمكن تمثيل كل عائق بواسطة أسطوانة يساوي نصف قطرها نصف قطر الانحناء عند قمة العائق، يُوصى بها في حالة تيسّر المظهر الجانبي الرأسي التفصيلي عبر قمة التل.

ويجب أن يتيسّر المظهر الجانبي لارتفاع التضاريس الأرضية في شكل مجموعة من عينات ارتفاع الأرض فوق مستوى سطح البحر، حيث تمثل العينة الأولى والأخيرة ارتفاع كل من المرسل والمستقبل فوق مستوى سطح البحر. وينبغي أن يؤخذ تدرج الانكسارية للغلاف الجوي بالحسبان عبر مفهوم نصف قطر الأرض الفعال. وتوصف قيم المسافة والارتفاع في شكل صفيفة تحمل رموزاً من 1 إلى N، حيث تساوي N عدد عينات المظهر الجانبي.

وفيما يلي، تُستخدم "المبادئ التالية" بصفة منتظمة:

hi: ارتفاع فوق مستوى سطح البحر للنقطة i-th؛

di: المسافة بين المرسل والنقطة i-th؛

dij: المسافة من النقطة i-th إلى النقطة j-th.

تتمثل المرحلة الأولى في أداء تحليل "السلسلة الممددة" للمظهر الجانبي. وهو ما يسمح بالتعرف على نقاط العينة التي يمكن أن تتماس مع سلسلة ممتدة فوق المظهر الجانبي من المرسل إلى المستقبل. ويمكن القيام بهذا الأمر بواسطة الإجراء الآتي، الذي تكون فيه جميع قيم الارتفاع والمسافة في وحدات متسقة، وتقاس جميع الزوايا بواسطة وحدة الراديان. وتشمل الطريقة تقريبات تصح

بالنسبة إلى مسيرات راديوية مكوَّنة زوايا صغيرة بالنسبة إلى الخط الأفقي. وإذا كان للمسير تدرجات شعاعية تتجاوز حوالي 5°، فقد يقتضي الأمر هندسة أكثر دقة.

ويتم التعرف على كل نقطة من نقاط السلسة بوصفها نقطة المظهر الجانبي ذات الارتفاع الزاوي الأعلى فوق الأفق المحلي منظوراً إليها من نقطة السلسلة السابقة، ابتداءً من أحد طرفي المظهر الجانبي وانتهاءً بالطرف الآخر. ويُعطى ارتفاع عينة المظهر الجانبي i (i-th $(s > s)$، منظوراً إليها من النقطة s، بواسطة:

$$e = \left[(h_i - h_s) / d_{si}\right] - \left[d_{si} / 2a_e\right] \quad (44)$$

حيث:

ae: نصف قطر الأرض الفعال، يُعطى بواسطة:

$= k \times 6\,371$ (km)

و

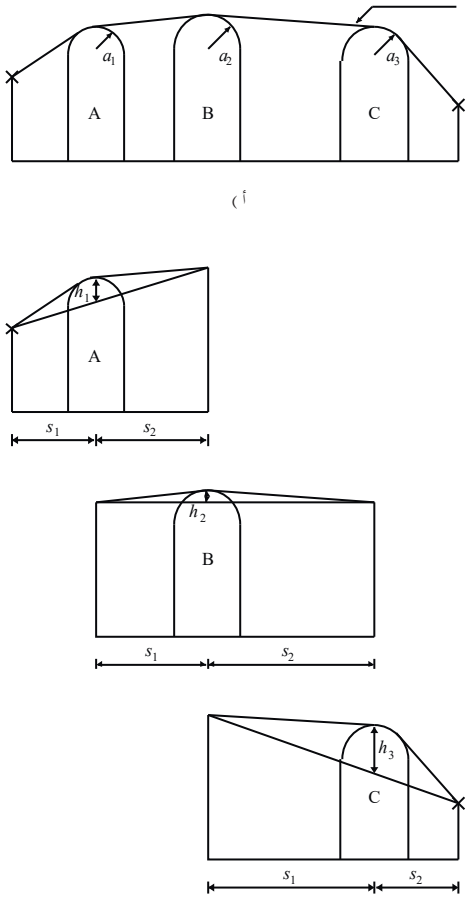
k: عامل نصف قطر الأرض الفعال.

ويُطبق الآن اختبار لتحديد ما إذا كان يجب أن تمثل أية مجموعة تتكون من نقطتي سلسلة أو أكثر نفس العائق الأرضي. وبالنسبة إلى العينات التي تبلغ المباعدة بينها 250 m أو أقل، يجب أن تعامل أية مجموعة من نقاط السلسلة التي تمثل عينات متعاقبة للمظهر الجانبي، بخلاف المرسل أو المستقبل، كعائق واحد.

وقد تمت الآن نمذجة كل عائق في شكل أسطوانة (انظر الشكل 13). وتتطابق هندسة كل واحد من الأسطوانات مع الشكل 8ج). مع الإشارة إلى أن المسافتين s_1 وs_2، في الشكل 13 بالنسبة إلى كل واحدة من الأسطوانات تظهران مقاستين أفقياً بين نقاط القمة، وأن هذه المسافات تقارب، بالنسبة إلى الأشعة الأفقية القريبة، مسافتا الميل d_1 وd_2 في الشكل 8ج). وقد يكون من الضروري بالنسبة إلى زوايا الأشعة بالنسبة إلى أفق أكبر من حوالي 5° تقريباً، أن تحدد s_1 وs_1 عند مسافتا ميل ما بين القمة، d_1 وd_2.

الشكل 13

نموذج الأسطوانات المتسلسلة أ) المشكلة الإجمالية، ب) التفاصيل



مثلما هو الحال في الشكل 13، يظهر ارتفاع h لكل واحدة من الأسطوانات مقاساً عمودياً انطلاقاً من القمة نزولاً إلى الخط المستقيم الذي يربط بين القمة المجاورة أو النقاط المطرافية. وتتطابق قيمة h بالنسبة إلى كل أسطوانة مع h في الشكل 8ج). ويمكن مرة أخرى بالنسبة إلى الأشعة الأفقية القريبة، أن تحسب ارتفاعات الأسطوانة على نحو عمودي، ولكن بالنسبة إلى زوايا أشعة شديدة الانحدار، من الضروري حساب h عند الزوايا الصحيحة بالنسبة إلى الخط الأساسي للأسطوانة.

ويوضح الشكل 14 هندسة عائق يتكون من أكثر من نقطة سلسة. ويشار إلى النقاط التالية بواسطة:

w: نقطة السلسلة الأقرب أو المطراف على جانب مرسل العائق الذي لا يمثل جزءاً من العائق؛

x: نقطة السلسلة التي تكوّن جزء العائق الأقرب إلى المرسل؛

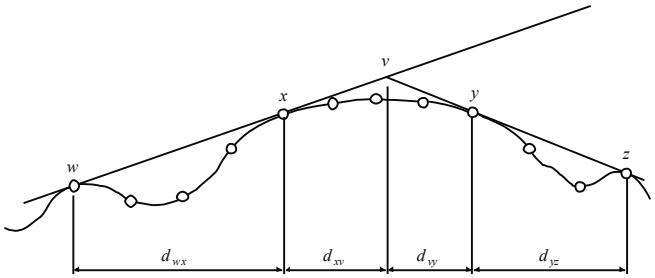
y: نقطة السلسلة التي تكوّن جزء العائق الأقرب إلى المستقبل؛

z: نقطة السلسلة الأقرب أو المطراف على جانب مستقبل العائق الذي لا يمثل جزءاً من العائق؛

v: نقطة القمة التي يتم الحصول عليها بواسطة التقاطع بين الأشعة الساقطة فوق العائق.

الشكل 14

هندسة عائق متعدد النقاط



وستكون الأحرف w وx وy وz أيضاً رموزاً لصفائف مسافة المظهر الجانبي وعينات الارتفاع. وبالنسبة إلى عائق يتكون من نقطة سلسلة معزولة، سيكون لكل من x وy نفس القيمة وسيشيران إلى نقطة مظهر جانبي تتطابق مع القمة. ويلاحظ في حالة الأسطوانات المتسلسلة، أن النقطتين y وz بالنسبة إلى أسطوانة واحدة هما نقطتا w وx بالنسبة إلى الأسطوانة التي تليها، إلخ.

ويرد في المرفق 1 للملحق 1 وصف طريقة التدرج لتواؤم الأسطوانات مع المظهر الجانبي العام للتضاريس الأرضية. ويتميز كل عائق بواسطة w وx وy وz. وتستعمل بالتالي الطريقة الواردة في المرفق 1 للملحق 1 للحصول على معلمات الأسطوانات s_1 وs_2 وh وR. ونظراً إلى أن نمذجة المظهر الجانبي أُعدت على هذا النحو، تُحسب خسارة الانعراج بالنسبة إلى المسير كمجموع لثلاثة حدود:

- مجموع خسائر الانعراج على الأسطوانات؛
- مجموع انعراج المسير الفرعي بين الأسطوانات (وبين الأسطوانات والمطاريف المجاورة)؛
- عبارة التصحيح.

ويمكن كتابة خسارة الانعراج الكلية، dB، بالنسبة إلى خسارة الفضاء الحر، كما يلي:

$$L_d = \sum_{i=1}^{N} L'_i + L''(w\,x)_1 + \sum_{i=1}^{N} L''(y\,z)_i - 20 \log C_N \quad \text{dB} \tag{45}$$

حيث:

$L'i$: خسارة الانعراج على الأسطوانة i-th المحسوبة بواسطة الطريقة الواردة في الفقرة 2.4؛

$L''(w\,x)1$: خسارة انعراج المسير الفرعي بالنسبة إلى جزء المسير بين النقطتين w وx بالنسبة إلى الأسطوانة الأولى؛

$L''(y\,z)i$: خسارة انعراج المسير الفرعي بالنسبة إلى جزء المسير بين النقطتين y وz بالنسبة إلى جميع الأسطوانات؛

C_N: عامل التصحيح الذي يستخدم في حالة خسارة الانتشار التي تعزى إلى الانعراج على الأسطوانات المتتالية.

ويحتوي المرفق 2 للملحق 1 على طريقة لحساب L'' بالنسبة إلى كل أجزاء خط البصر للمسير بين العوائق.

ويُحسب عامل التصحيح، C_N، بواسطة:

$$C_N = (P_a / P_b)^{0,5} \tag{46}$$

حيث:

$$P_a = s_1 \prod_{i=1}^{N} \left[(s_2)_i\right] \left(s_1 + \sum_{j=1}^{N} \left[(s_2)_j\right] \right) \tag{47}$$

$$P_b = (s_1)_1\,(s_2)_N \prod_{i=1}^{N} \left[(s_1)_i + (s_2)_i\right] \tag{48}$$

وتشير الأقواس الدائرية إلى أسطوانات فردية.

5.4 نموذج للمسير الأرضي العام

يوصى بهذه الطريقة من أجل الحالات التي تتطلب عملية تلقائية لتوقع خسارة الانعراج في أي نوع من المسيرات على النحو المحدد في مظهر جانبي سواء كانت على خط البصر أو عابرة للأفق وسواء كانت التضاريس وعرة أو ملساء. ويستند هذا النموذج إلى بناء بولينغتن (Bullington)، ولكنه يستفيد أيضاً من نموذج الانعراج فوق أرض كروية على النحو الموضح في الفقرة 2.3. وتُدمج هذه النماذج بحيث تكون النتيجة لمسير أملس تماماً هي نفسها لنموذج الأرض الكروية.

ويجب وصف المسير بمظهر جانبي يتكون من عينات من ارتفاع التضاريس بالأمتار فوق مستوى سطح البحر لسلسلة من المسافات بين مطراف وآخر. وبخلاف المظهر الجانبي المطلوب في الفقرة 4.4 يجب على النقطتين الأولى والأخيرة في هذا المظهر الجانبي، (d_1, h_1) و(d_n, h_n)، أن تعطيان ارتفاع التضاريس تحت الهوائيين، ويجب تقديم علو الهوائيين فوق سطح الأرض بشكل منفصل.

وفي هذا النموذج، لا يُتطلب تساوي تباعد نقاط المظهر الجانبي. ومع ذلك، فمن المهم ألا يكون التباعد الأقصى بين النقاط كبيراً مقارنة مع تباعد عينة البيانات الطبوغرافية التي تستخرج منها. ومن غير المستحسن بوجه خاص تمثيل مقطع ذي ارتفاع ثابت من المظهر الجانبي كمسطح مائي بنقطتين أولى وأخيرة يفصلهما طول مقطع مستو من المسير. ولا يؤدي هذا النموذج استكمالاً داخلياً بين نقاط المظهر الجانبي، ونظراً لانحناء الأرض عبر مسافة كبيرة بين نقاط المظهر الجانبي، فإن استواء المظهر الجانبي البيني يمكن أن يتسبب بأخطاء كبيرة.

وحيثما يصادف وجود منشآت حضرية أو غطاء نباتي على طول المظهر الجانبي، تُحسَّن الدقة عادة بإضافة ارتفاعات متناثرة تمثل الوضع إلى مرتفعات تضاريس الأرض الجرداء. وينبغي عدم القيام بذلك في المواقع الطرفية (النقطتان الأولى والأخيرة في المظهر الجانبي) وينبغي توخي الحرص على مقربة من المطاريف للتأكد من أن إضافة مرتفعات غطائية لا تسبب زيادة غير واقعية في زوايا الارتفاع عن الأفق كما يراها كل هوائي. وإذا كان المطراف في منطقة ذات غطاء أرض تحت ارتفاع الغطاء الممثل، قد يكون من الأفضل رفع المطراف إلى ارتفاع الغطاء لتطبيق هذا النموذج، واستخدام تصحيح منفصل لكسب الارتفاع يحتسب الخسارة الإضافية التي يتكبدها المطراف في الواقع في موضعه الفعلي (الأدنى).

وينبغي أن تستخدم هذه الطريقة عند عدم توفر معلومات *مسبقة* عن طبيعة مسير الانتشار أو عوائق التضاريس المحتملة. وهذا ما درجت عليه العادة عند استخدام برنامج حاسوبي للمظاهر الجانبية المختارة من قاعدة بيانات ارتفاع التضاريس على أساس تلقائي بالكامل دون تفقد فردي لخصائص المسير. وتعطي هذه الطريقة نتائج يمكن الاعتماد عليها لجميع أنواع المسيرات على خط البصر أو العابرة للأفق، وسواء كانت التضاريس وعرة أو ملساء، أو فوق البحر أو مسطحات مائية واسعة.

وتحتوي الطريقة على اثنين من النماذج الفرعية:

أ) طريقة انعراج بولينغتن المستخدمة مع تصحيح مدبب لتوفير انتقال سلس بين خط البصر و خط عبر الأفق؛

ب) طريقة الأرض الكروية الواردة في الفقرة 2.3.

ويُستخدم جزء بولينغتن من هذه الطريقة مرتين. ويرد في الفقرة الفرعية التالية وصف عام لحساب بولينغتن.

1.5.4 نموذج بولينغتن

في المعادلات التالية، تُحسب المنحدرات بوحدة m/km نسبة إلى خط الأساس الواصل لمستوى سطح البحر عند المرسل بمستوى سطح البحر عند المستقبل. وتكون المسافة والارتفاع للنقطة ذات الترتيب i-th في المظهر الجانبي d_i km وh_i m فوق مستوى سطح البحر على التوالي، ويتخذ المتحول i قيماً تتراوح بين 1 وn حيث n هو عدد نقاط المظهر الجانبي والطول الكامل للمسير هو d km. وتسهيلاً للعمل، يشار إلى المطرافين في بداية ونهاية المظهر الجانبي كمرسل ومستقبل بارتفاعين بالأمتار فوق مستوى سطح البحر h_{ts} وh_{rs} على التوالي. ويعطى انحناء الأرض الفعال، C_e km^{-1}، بالكسر $1/r_e$ حيث r_e هو نصف قطر الأرض الفعال بالكيلومترات. ويمثل طول الموجة بالأمتار بالرمز λ.

إيجاد النقطة الوسيطة في المظهر الجانبي ذات أعلى ميل للخط من المرسل إلى النقطة.

$$S_{tim} = \max\left[\frac{h_i + 500 C_e d_i (d - d_i) - h_{ts}}{d_i}\right] \quad \text{m/km} \tag{49}$$

حيث يتخذ مؤشر المظهر الجانبي i قيماً تتراوح بين 2 و(n – 1).

ويُحسب ميل الخط من المرسل إلى المستقبل بافتراض مسير على خط البصر:

$$S_{tr} = \frac{h_{rs} - h_{ts}}{d} \quad \text{m/km} \tag{50}$$

ويجب الآن أن تؤخذ حالتان بعين الاعتبار.

الحالة 1. المسير هو على خط البصر

في حال $S_{tim} < S_{tr}$، يكون المسير على خط البصر.

إيجاد النقطة الوسيطة في المظهر الجانبي ذات أعلى معلمة انعراج ν:

$$\nu_{max} = \max\left\{\left[h_i + 500 C_e d_i (d - d_i) - \frac{h_{ts}(d - d_i) + h_{rs} d_i}{d}\right]\sqrt{\frac{0.002 d}{\lambda d_i (d - d_i)}}\right\} \tag{51}$$

حيث يتخذ مؤشر المظهر الجانبي i قيماً تتراوح بين 2 و(n – 1).

وفي هذه الحالة، تُعطى خسارة حد السكين لنقطة بولينغتن كما يلي:

$$L_{uc} = J(\nu_{max}) \quad \text{dB} \tag{52}$$

حيث تُعطى الدالة J بالمعادلة (31) من أجل ν_b أكبر من –0,78، وتكون صفراً خلاف ذلك.

الحالة 2. المسير عبر الأفق

في حال $S_{tim} \geq S_{tr}$، يكون المسير عبر الأفق.

إيجاد النقطة الوسيطة في المظهر الجانبي ذات أعلى ميل للخط من المستقبل إلى النقطة.

$$S_{rim} = \max\left[\frac{h_i + 500 C_e d_i (d - d_i) - h_{rs}}{d - d_i}\right] \quad \text{m/km} \tag{53}$$

حيث يتخذ مؤشر المظهر الجانبي i قيماً تتراوح بين 2 و(n – 1).

تُحسب مسافة نقطة بولينغتن من المرسل:

$$d_b = \frac{h_{rs} - h_{ts} + S_{rim} d}{S_{tim} + S_{rim}} \quad \text{km} \tag{54}$$

تُحسب معلمة الانعراج، ν_b، لنقطة بولينغتن:

$$\nu_b = \left[h_{ts} + S_{tim} d_b - \frac{h_{ts}(d - d_b) + h_{rs} d_b}{d}\right] \sqrt{\frac{0{,}002 d}{\lambda d_b (d - d_b)}} \tag{55}$$

وفي هذه الحالة، تُعطى خسارة حد السكين لنقطة بولينغتن كما يلي:

$$L_{uc} = J(\nu_b) \quad \text{dB} \tag{56}$$

ومن أجل الخسارة L_{uc} المحسوبة باستخدام إحدى المعادلتين (52) أو (56)، تُعطى خسارة انعراج بولينغتن في المسير كما يلي:

$$L_b = L_{uc} + [1 - \exp(-L_{uc}/6)](10 + 0{,}02\, d) \tag{57}$$

2.5.4 الطريقة الكاملة

تُستخدم الطريقة المذكورة في الفقرة 1.5.4 للمظهر الجانبي الفعلي للتضاريس وارتفاعات الهوائي. وتُضبط خسارة انعراج بولينغتن الناتجة في المسير الفعلي L_{ba} dB عند L_b على النحو المعطى في المعادلة (57).

ويتحصل على ارتفاعَي المرسل والمستقبل الفعليَين نسبة إلى سطح أملس موائم مع المظهر الجانبي.

وتُحسب القيم المؤقتة الأولية لارتفاعات السطح الأملس في طرفي الإرسال والاستقبال للمسير كالتالي:

$$v_1 = \sum_{i=2}^{n} (d_i - d_{i-1})(h_i + h_{i-1}) \tag{58}$$

$$v_2 = \sum_{i=2}^{n} (d_i - d_{i-1})\left[h_i (2d_i + d_{i-1}) + h_{i-1}(d_i + 2d_{i-1})\right] \tag{59}$$

$$h_{stip} = \left(\frac{2 v_1 d - v_2}{d^2}\right) \tag{60a}$$

$$h_{srip} = \left(\frac{v_2 - v_1 d}{d^2} \right) \quad (60b)$$

إيجاد أعلى ارتفاع لعائق فوق مسير خط مستقيم من المرسل إلى المستقبل، h_{obs}، وزاويتي الارتفاع عن الأفق α_{obt} وα_{obr}، وكل ذلك على أساس هندسة الأرض المستوية، وفقاً لما يلي:

$$h_{obs} = \max\{h_{obi}\} \quad \text{m} \quad (61a)$$

$$\alpha_{obt} = \max\{h_{obi} / d_i\} \quad \text{mrad} \quad (61b)$$

$$\alpha_{obr} = \max\{h_{obi} / (d - d_i)\} \quad \text{mrad} \quad (61c)$$

حيث:

$$h_{obi} = h_i - [h_{ts}(d - d_i) + h_{rs} d_i] / d \quad \text{m} \quad (61d)$$

ويتخذ مؤشر المظهر الجانبي i قيماً تتراوح بين 2 و$(n - 1)$.

وتُحسب القيم المؤقتة لارتفاعات السطح الأملس في طرفي الإرسال والاستقبال للمسير:

إذا كان h_{obs} أقل من الصفر أو يساويه، عندئذ:

$$h_{stp} = h_{stip} \quad \text{masl} \quad (62a)$$

$$h_{srp} = h_{srip} \quad \text{masl} \quad (62b)$$

وإلا:

$$h_{stp} = h_{stip} - h_{obs} g_t \quad \text{masl} \quad (62c)$$

$$h_{srp} = h_{srip} - h_{obs} g_r \quad \text{masl} \quad (62d)$$

حيث:

$$g_t = \alpha_{obt} / (\alpha_{obt} + \alpha_{obr}) \quad (62e)$$

$$g_r = \alpha_{obr} / (\alpha_{obt} + \alpha_{obr}) \quad (62f)$$

وتُحسب القيم النهائية لارتفاعات السطح الأملس في طرفي الإرسال والاستقبال للمسير:

إذا كان h_{stp} أكبر من h_1، عندئذ:

$$h_{st} = h_1 \quad \text{masl} \quad (63a)$$

وإلا:

(63b) $$h_{st} = h_{stp} \quad \text{masl}$$

إذا كان h_{srp} أكبر من h_n، عندئذ:

(63c) $$h_{sr} = h_n \quad \text{masl}$$

وإلا:

(63d) $$h_{sr} = h_{srp} \quad \text{masl}$$

تُستخدم الطريقة المذكورة في الفقرة 1.5.4 للمظهر الجانبي الأملس بتصغير جميع ارتفاعات المظهر الجانبي، h_i، مع تعديل ارتفاعات الهوائي:

(64a) $$h'_{ts} = h_{ts} - h_{st} \quad \text{masl}$$

(64b) $$h'_{rs} = h_{rs} - h_{sr} \quad \text{masl}$$

وتُضبط خسارة انعراج بولينغتن الناتجة في المسير الأملس L_{bs} dB عند L_b على النحو المعطى في المعادلة (57).

وتُستخدم طريقة الانعراج فوق أرض كروية على النحو الموضح في الفقرة 2.3 للطول الفعلي للمسير، d km، وبما يلي:

(65a) $$h_1 = h'_{ts} \quad \text{m}$$

(65b) $$h_2 = h'_{rs} \quad \text{m}$$

وتُضبط خسارة الانعراج الناتجة للأرض الكروية L_{sph} dB عند A على النحو المعطى في المعادلة (25).

وتعطى خسارة الانعراج للمسير العام الآن كما يلي:

(66) $$L = L_{ba} + \max\{L_{sph} - L_{bs}, 0\} \quad \text{dB} \qquad (66)$$

5 الانعراج بواسطة حواجز رفيعة

تفترض الطرق التالية أن العائق يتخذ شكل حواجز رفيعة. ويمكن أن تُطبق هذه الطرق على الانتشار حول عائق أو عبر فتحة.

1.5 حواجز ذات عرض محدود

يمكن كبت التداخل الذي يتعرض له موقع استقبال (محطة أرضية صغيرة مثلاً) بواسطة حاجز اصطناعي محدود العرض يعترض اتجاه الانتشار. ويمكن في هذه الحالة، حساب المجال في ظل الحاجز من خلال الأخذ بحواف ثلاث كحد السكين في الاعتبار، أي أعلى الحاجز وجانباه. وتؤدي التداخلات البناءة وغير البناءة للإسهامات الثلاثة المستقلة إلى تقلبات سريعة في شدة المجال عبر مسافات تعادل طول الموجة. ويقدم النموذج المبسط التالي تقديرات لقيم خسارة الانعراج الأدنى والمتوسطة حسب الموقع. ويتمثل هذا النموذج في جمع اتساع الإسهامات الفردية لتقدير خسارة الانعراج الأدنى، وجمع أسي للحصول على تقدير يخص متوسط خسارة الانعراج. وقد اختُبر هذا النموذج في ظروف من الحسابات الدقيقة بواسطة نظرية الانعراج الموحدة (UTD) وقياسات عالية الدقة.

المرحلة 1: حساب المعلمة الهندسية ν بالنسبة إلى حواف ثلاث كحد السكين (الذروة والجانب الأيسر والجانب الأيمن) باستعمال أي من المعادلات من (26) إلى (29).

المرحلة 2: حساب عامل الخسارة $j(\nu) = 10^{J(\nu)/20}$ الذي يرتبط بكل حافة بالاستناد إلى المعادلة (31).

المرحلة 3: حساب أدنى خسارة الانعراج J_{min} انطلاقاً من:

$$J_{min}(\nu) = -20 \log \left[\frac{1}{j_1(\nu)} + \frac{1}{j_2(\nu)} + \frac{1}{j_3(\nu)} \right] \quad \text{dB} \tag{67}$$

أو بطريقة أخرى،

المرحلة 4: حساب خسارة الانعراج المتوسطة J_{av} انطلاقاً من:

$$J_{av}(\nu) = -10 \log \left[\frac{1}{j_1^2(\nu)} + \frac{1}{j_2^2(\nu)} + \frac{1}{j_3^2(\nu)} \right] \quad \text{dB} \tag{68}$$

2.5 الانعراج بواسطة فتحات مستطيلة أو فتحات أو حواجز مركبة

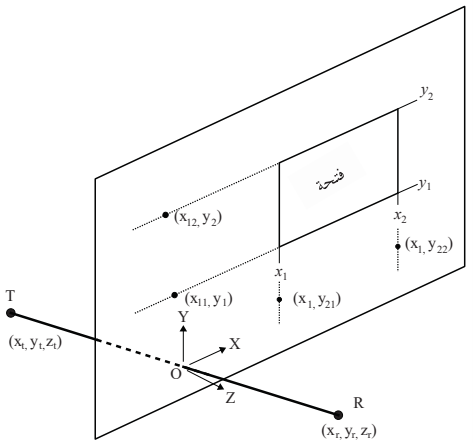
يمكن استعمال الطريقة الموصوفة أدناه للتنبؤ بخسارة الانعراج الناتجة عن فتحة مستطيلة "تمتص بالكامل" حاجزاً رفيعاً. ويمكن استعمال هذه الطريقة لتغطية العديد من الفتحات المستطيلة أو الحواجز الرفيعة، وهي تُعَدّ بالتالي طريقة بديلة بالنسبة إلى حاجز ذي عرض محدود. وقد نوقشت هذه الطريقة في الفقرة 1.5.

1.2.5 الانعراج بواسطة فتحة مستطيلة وحيدة

يبين الشكل 15 الهندسة المستعملة لتمثيل فتحة مستطيلة "تمتص بالكامل" حاجزاً رفيعاً.

الشكل 15

هندسة فتحة مستطيلة وحيدة



P.0526-15

تُعطى مواقع حواف الفتحات، x_1 وx_2 وy_1 وy_2 داخل نظام إحداثيات ديكارتي حيث يقع المصدر عند النقطة التي يمر عندها الخط المستقيم من المرسل T عند الإحداثيات x_t وy_t وz_t إلى المستقبل R عند الإحداثيات x_t وy_t وz_t عبر الحاجز في المستوي X-Y، مع انتشار لا يوازي بالضرورة المحور Z. والأصل هو على مستوي الحاجز.

والزاوية θ_p بين اتجاه الانتشار والمحور Z هي

$$\theta_p = \arctan\left(\frac{\sqrt{(x_r - x_t)^2 + (y_r - y_t)^2}}{z_r - z_t}\right) \quad \text{rad} \tag{69}$$

وإن شدة المجال، e_a، عند المستقبل في وحدات خطية مقيسة بالنسبة إلى الفضاء الحر وبصيغة مركبة يمكن تقديره لزاوية θ_p صغيرة عن طريق أسلوب تكامليات فرينل للفقرة 1.1.2.5، أو بدقة معقولة لأي زاوية θ_p باستعمال الطريقة شبه تجريبية للفقرة 2.1.2.5.

وتُعطى خسارة الانعراج المقابل L_a بواسطة:

$$L_a = -20 \log (|e_a|) \quad \text{dB} \tag{70}$$

1.1.2.5 طريقة تكامليات فرينل

$$e_a(x_1, x_2, y_1, y_2) = 0{,}5(C_x S_y + S_x C_y) + j\ 0.5(S_x S_y - C_x C_y) \tag{71}$$

حيث:

$$C_x = C(\nu_{x2}) - C(\nu_{x1}) \tag{72a}$$

$$C_y = C(\nu_{y2}) - C(\nu_{y1}) \tag{72b}$$

$$S_x = S(\nu_{x2}) - S(\nu_{x1}) \tag{72c}$$

$$S_y = S(\nu_{y2}) - S(\nu_{y1}) \tag{72d}$$

ويمكن تقييم قيمتي $C(\nu)$ و$S(\nu)$ كما يردان في المعادلتين (7a) و(7b)، ويمكن تقييمها انطلاقاً من معامل فرينل المركب باستعمال المعادلتين (8a) و(8b).

ومعلمات الانعراج الأربع ν_{x1} وν_{x2} وν_{y1} وν_{y2} هي:

$$\nu_{x1} = \mathrm{sgn}(x_1)\sqrt{\frac{2}{\lambda}|x_1|^{1.18}\left(\frac{1}{z_r} - \frac{1}{z_t}\right)^{0.18}|\phi_{21}|^{0.82}} \tag{73a}$$

$$\nu_{x2} = \mathrm{sgn}(x_2)\sqrt{\frac{2}{\lambda}|x_2|^{1.18}\left(\frac{1}{z_r} - \frac{1}{z_t}\right)^{0.18}|\phi_{22}|^{0.82}} \tag{73b}$$

$$\nu_{y1} = \mathrm{sgn}(y_1)\sqrt{\frac{2}{\lambda}|y_1|^{1.18}\left(\frac{1}{z_r} - \frac{1}{z_t}\right)^{0.18}|\phi_{11}|^{0.82}} \tag{73c}$$

(73d) $$\nu_{y2} = \mathrm{sgn}(y_2)\sqrt{\frac{2}{\lambda}|y_2|^{1.18}\left(\frac{1}{z_r}-\frac{1}{z_t}\right)^{0.18}|\phi_{12}|^{0.82}}$$

مع:

(73e) $$\phi_{21} = \arctan\left(\frac{x_1-x_r}{z_r}\right)-\arctan\left(\frac{x_1-x_t}{z_t}\right) \quad \text{rad}$$

(73f) $$\phi_{22} = \arctan\left(\frac{x_2-x_r}{z_r}\right)-\arctan\left(\frac{x_2-x_t}{z_t}\right) \quad \text{rad}$$

(73g) $$\phi_{11} = \arctan\left(\frac{y_1-y_r}{z_r}\right)-\arctan\left(\frac{y_1-y_t}{z_t}\right) \quad \text{rad}$$

(73h) $$\emptyset_{12} = \arctan\left(\frac{y_2-y_r}{z_r}\right)-\arctan\left(\frac{y_2-y_t}{z_t}\right) \quad \text{rad}$$

2.1.2.5 الطريقة شبه التجريبية

ولدقة معقولة لأي زاوية θ_p، لا تتطلب الطريقة التالية تكاملیات فرينل $C(\nu)$ و$S(\nu)$:

(74) $$e_a = \prod_{i=1}^{2}\left[\mathrm{sgn}(\phi_{i1})\left(\frac{1}{2}-\frac{ph_{i1}}{Ph}G_{i1}\right)-\mathrm{sgn}(\phi_{i2})\left(\frac{1}{2}-\frac{ph_{i2}}{Ph}G_{i2}\right)\right]$$

حيث:

(75) $$G_{ij} = \cos\left(\frac{\phi_{ij}}{2}\right)\left[\frac{1}{2}-\frac{1}{\pi}\arctan\left(1.4\nu_{ij}\right)\right]$$

مع φ_{ij} من المعادلتين (73e) إلى (73h)، و

(76) $$\nu_{ij} = 2\sqrt{\frac{1}{\lambda}\left(D_{t-proj-ij}+D_{r-proj-ij}-r_{proj-i}\right)}$$

(77a) $$r_{proj-1} = \sqrt{(z_r-z_t)^2+(y_r-y_t)^2}$$

(77b) $$r_{proj-2} = \sqrt{(z_r-z_t)^2+(x_r-x_t)^2}$$

(78a) $$D_{t-proj-11} = \sqrt{z_t^2 + \left(y_1 - y_t\right)^2}$$

(78b) $$D_{t-proj-12} = \sqrt{z_t^2 + \left(y_2 - y_t\right)^2}$$

(78c) $$D_{t-proj-21} = \sqrt{z_t^2 + \left(x_1 - x_t\right)^2}$$

(78d) $$D_{t-proj-22} = \sqrt{z_t^2 + \left(x_2 - x_t\right)^2}$$

(78e) $$D_{r-proj-11} = \sqrt{z_r^2 + \left(y_1 - y_r\right)^2}$$

(78f) $$D_{r-proj-12} = \sqrt{z_r^2 + \left(y_2 - y_r\right)^2}$$

(78g) $$D_{r-proj-21} = \sqrt{z_r^2 + \left(x_1 - x_r\right)^2}$$

(78h) $$D_{r-proj-22} = \sqrt{z_r^2 + \left(x_2 - x_r\right)^2}$$

تقييم D_{11} وD_{12} وD_{21} وD_{22}:

(79) $$D_{ij} = \sqrt{\left(z_r\right)^2 + \left(y_r - y_{ij}\right)^2 + \left(x_r - x_{ij}\right)^2} + \sqrt{\left(z_t\right)^2 + \left(y_t - y_{ij}\right)^2 + \left(x_t - x_{ij}\right)^2}$$

حيث، إذا $D_{\text{r-proj}-1j} \neq D_{\text{t-proj}-1j}$

(80a) $$x_{1j} = \frac{x_t \left(D_{\text{r-proj}-1j}\right)^2 - x_r \left(D_{\text{t-proj}-1j}\right)^2 - D_{\text{t-proj}-1j} D_{\text{r-proj}-1j} \left(x_t - x_r\right)}{\left(D_{\text{r-proj}-1j}\right)^2 - \left(D_{\text{t-proj}-1j}\right)^2},$$

أو إذا $D_{\text{r-proj}-1j} = D_{\text{t-proj}-1j}$

(80b) $$x_{1j} = \frac{x_t + x_r}{2}, \tag{80b}$$

وإذا $D_{\text{r-proj}-2j} \neq D_{\text{t-proj}-2j}$

(81a) $$y_{2j} = \frac{y_t \left(D_{\text{r-proj}-2j}\right)^2 - y_r \left(D_{\text{t-proj}-2j}\right)^2 - D_{\text{t-proj}-2j} D_{\text{r-proj}-2j} \left(y_t - y_r\right)}{\left(D_{\text{r-proj}-2j}\right)^2 - \left(D_{\text{t-proj}-2j}\right)^2},$$

أو إذا $D_{\text{r-proj}-2j} = D_{\text{t-proj}-2j}$

$$y_{2j} = \frac{y_t + y_r}{2} \tag{81b}$$

و

$$y_{1j} = y_j \,,\, x_{2j} = x_j \tag{82}$$

باستعمال ph_{11} وph_{12} وph_{21} وph_{22}، من

$$ph_{ij} = \exp\left(\frac{-j2\pi D_{ij}}{\lambda}\right) \tag{83}$$

وPh:

$$Ph = \exp\left(\frac{-j2\pi r}{\lambda}\right) \tag{84}$$

2.2.5 الانعراج بواسطة فتحات أو حواجز مركبة

يمكن توسيع نطاق الطريقة الخاصة بفتحة مستطيلة وحيدة على النحو التالي:

بما أنه في حالة الوحدات الخطية المقيسة بالنسبة إلى الفضاء الحر للمعادلتين (71) أو (74)، يُعطى مجال الفضاء الحر بواسطة 1,0 + 0,0 j، ويُعطى المجال المركب المقيس e_s الناتج عن حاجز مستطيل وحيد (معزولة عن الأرض) بواسطة:

$$e_s = 1{,}0 - e_a \tag{85}$$

حيث تُحسب e_a باستعمال المعادلتين (71) أو (74) بالنسبة إلى فتحة لها نفس الحجم والموقع مثلما هو الحال بالنسبة إلى الحاجز.

- يمكن حساب المجال المقيس الناتج عن تركيبات مكونة من العديد من الفتحات المستطيلة أو الحواجز المعزولة بإضافة نتائج المعادلة المعادلتين (71) أو (74).
- يمكن تقريب الفتحات أو الحواجز ذات الأشكال العشوائية بواسطة تركيبات ملائمة تتكون من فتحات أو حواجز مستطيلة.
- بما أن تكامليتا $C(v)$ و$S(v)$ تميلان إلى الالتقاء عند 0,5 + 0,5 j مع اقتراب v من اللاتناهي، يمكن تطبيق المعادلة (71) على المستطيلات ذات المدى غير المحدود في اتجاه واحد أو أكثر.

6 الانعراج على إسفين ذي إيصالية محدودة

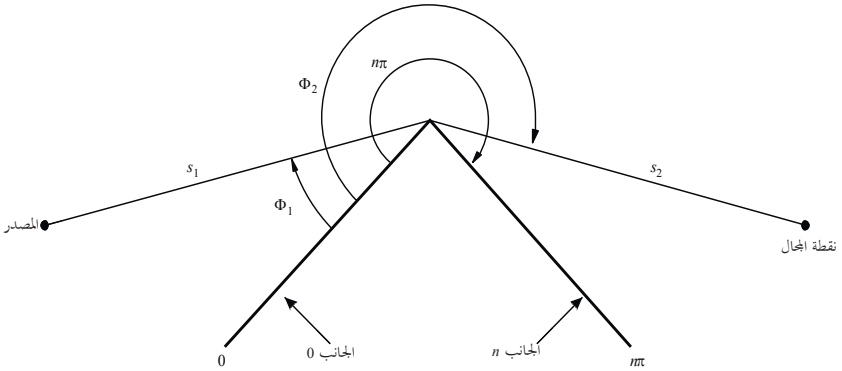
ويمكن استعمال الطريقة الموصوفة أدناه للتنبؤ بخسارة الانعراج الناتجة عن إسفين ذي إيصالية محدودة. ونجد من بين التطبيقات التي تتناسب مع هذه الطريقة دراسة الانعراج حول زاوية مبنى معين، أو على قمة السقف، أو عندما تختص التضاريس الأرضية بربوة ذات شكل إسفيني. وتتطلب هذه الطريقة معرفة الإيصالية والسماحية للإسفين المعيق، وتفترض عدم وجود أي إرسال عبر هذا العائق.

وتستند هذه الطريقة إلى النظرية المنتظمة للانعراج. ويؤخذ في الاعتبار الانعراج في كلٍّ من منطقتي الظل وخط البصر، وتتاح طريقة للانتقال السلس بين المناطق.

ويوضح الشكل 16 الرسم الهندسي لعائق إسفيني الشكل له إيصالية محدودة.

الشكل 16

هندسة انعراج الإسفين وفقاً للنظرية المنتظمة للانعراج



P.0526-16

الصيغة التي تعطيها النظرية المنتظمة للانعراج (UTD) بالنسبة إلى المجال الكهربائي عند نقطة المجال، مع الاقتصار على مجال ذي بعدين، هي:

$$e_{UTD} = e_0 \frac{\exp(-\mathrm{j}ks_1)}{s_1} D^{\perp} \cdot \sqrt{\frac{s_1}{s_2(s_1 + s_2)}} \cdot \exp(-\mathrm{j}ks_2) \quad (86)$$

حيث

e_{UTD}: المجال الكهربائي عند نقطة المجال؛

e_0: الاتساع النسبي للمصدر؛

s_1: المسافة بين نقطة المصدر وحافة الانعراج؛

s_2: المسافة بين حافة الانعراج ونقطة المجال؛

k: عدد الموجات $2\pi/\lambda$؛

$D^{\perp}$: معامل الانعراج تبعاً لاستقطاب (مواز أو متعامد مع مستوى السقوط) مجال السقوط على الحافة؛

وs_1 وs_2 وλ في وحدات متسقة.

ويُعطى معامل الانعراج بالنسبة إلى إسفين الإيصالية المنتهية بواسطة:

$$D^{\perp\!\!\!|\,|} = \frac{-\exp(-\mathrm{j}\pi/4)}{2n\sqrt{2\pi k}} \left\{ \begin{array}{l} \cot\left(\dfrac{\pi + (\Phi_2 - \Phi_1)}{2n}\right) \cdot F(kLa^+(\Phi_2 - \Phi_1)) \\ + \cot\left(\dfrac{\pi - (\Phi_2 - \Phi_1)}{2n}\right) \cdot F(kLa^-(\Phi_2 - \Phi_1)) \\ + R_0^{\perp\!\!\!|\,|} \cdot \cot\left(\dfrac{\pi - (\Phi_2 + \Phi_1)}{2n}\right) \cdot F(kLa^-(\Phi_2 + \Phi_1)) \\ + R_n^{\perp\!\!\!|\,|} \cdot \cot\left(\dfrac{\pi + (\Phi_2 + \Phi_1)}{2n}\right) \cdot F(kLa^+(\Phi_2 + \Phi_1)) \end{array} \right\} \tag{87}$$

حيث:

Φ_1: زاوية السقوط، مقيسة من جهة السقوط (الجهة 0)

Φ_2: زاوية الانعراج، مقيسة من جهة السقوط (الجهة 0)

n: الزاوية الخارجية للإسفين كمضاعف π راديان (الزاوية الحقيقية = $n\pi$ (rad))

$\mathrm{j} = \sqrt{-1}$

وحيث $F(x)$ هي تكاملية فرينل:

$$F(x) = 2\mathrm{j}\sqrt{x} \cdot \exp(\mathrm{j}x) \cdot \int_{\sqrt{x}}^{\infty} \exp(-\mathrm{j}t^2)\, \mathrm{d}t \tag{88}$$

$$\int_{\sqrt{x}}^{\infty} \exp(-\mathrm{j}t^2)\, \mathrm{d}t = \sqrt{\frac{\pi}{8}}(1 - \mathrm{j}) - \int_0^{\sqrt{x}} \exp(-\mathrm{j}t^2)\, \mathrm{d}t \tag{89}$$

ويمكن حساب التكاملية بواسطة التكامل الرقمي.

ويمكن أيضاً الاستعانة بالتقريب المفيد التالي:

$$\int_{\sqrt{x}}^{\infty} \exp(-\mathrm{j}t^2)\, \mathrm{d}t = \sqrt{\frac{\pi}{2}} A(x) \tag{90}$$

حيث:

$$A(x) = \left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{1 - \mathrm{j}}{2} - \exp(-\mathrm{j}x) \sqrt{\dfrac{x}{4}} \sum_{n=0}^{11} \left[(a_n + \mathrm{j}b_n) \left(\dfrac{x}{4}\right)^n \right] & \text{if } x < 4 \\ -\exp(-\mathrm{j}x) \sqrt{\dfrac{4}{x}} \sum_{n=0}^{11} \left[(c_n + \mathrm{j}d_n) \left(\dfrac{4}{x}\right)^n \right] & \text{otherwise} \end{array} \right\} \tag{91}$$

وتعطى المعاملات a وb وc وd في الجزء 7.2.

$$L = \frac{s_2 \cdot s_1}{s_2 + s_1} \tag{92}$$

$$a^{\pm}(\beta) = 2\cos^2\left(\frac{2n\pi N^{\pm} - \beta}{2}\right) \tag{93}$$

حيث:

$$\beta = \Phi_2 \pm \Phi_1 \tag{94}$$

في المعادلة (45)، $N^{\pm}$ هي الأعداد الصحيحة التي تستجيب على الوجه الأفضل إلى المعادلة التالية:

$$N^{\pm} = \frac{\beta \pm \pi}{2n\pi} \tag{95}$$

$R_0^{\perp\!\!\!|\,|}$ و $R_n^{\perp\!\!\!|\,|}$ معاملا الانعكاس بالنسبة إلى الاستقطاب التعامدي والاستقطاب الموازي، يعطيان بواسطة:

$$R^{\perp} = \frac{\sin(\Phi) - \sqrt{\eta - \cos(\Phi)^2}}{\sin(\Phi) + \sqrt{\eta - \cos(\Phi)^2}} \tag{96}$$

$$R^{\parallel} = \frac{\eta \cdot \sin(\Phi) - \sqrt{\eta - \cos(\Phi)^2}}{\eta \cdot \sin(\Phi) + \sqrt{\eta - \cos(\Phi)^2}} \tag{97}$$

حيث:

$\Phi = \Phi_1$ بالنسبة إلى R_0 و $\Phi = (n\pi - \Phi_2)$ بالنسبة إلى R_n

$$\eta = \varepsilon_r - j \times 18 \times 10^9 \sigma / f$$

ε_r: خاصية العزل النسبية الثابتة لمادة الإسفين

σ: إيصالية مادة الإسفين (S/m)

f: التردد (Hz).

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن لجانبي الإسفين، عند الضرورة، أن يكونا ذا خاصيات كهربائية مختلفة.

وعند حدود منطقتي الظل والانعكاس، تصبح إحدى دوال ظل التمام في المعادلة (87) مفردة.

غير أن $D^{\perp\!\!\!|\,|}$ تظل مع ذلك محدودة ويمكن تقييمها بسهولة. ويعطى الحد الذي يحتوي على دالة ظل التمام المفردة بالنسبة إلى ε الصغير، على النحو التالي:

$$\cot\left(\frac{\pi \pm \beta}{2n}\right) \cdot F(kLa^{\pm}(\beta)) \cong n \cdot \left[\sqrt{2\pi kL} \cdot \text{sign}(\varepsilon) - 2kL\varepsilon \cdot \exp(j\pi/4)\right] \cdot \exp(j\pi/4) \tag{98}$$

حيث تعرّف ε بواسطة:

$$\varepsilon = \pi + \beta - 2\pi nN^{+} \quad \text{for} \quad \beta = \Phi_2 + \Phi_1 \tag{99}$$

$$\varepsilon = \pi - \beta + 2\pi nN^{-} \quad \text{for} \quad \beta = \Phi_2 - \Phi_1 \tag{100}$$

وستكون قيمة معامل الانعراج الناتج متواصلة عند حدود منطقتي الظل والانعكاس، بشرط أن يستعمل نفس معامل الانعكاس عند حساب الأشعة المنعكسة.

ويعطى المجال e_{LD} الناتج عن شعاع الانعراج، زائد شعاع خط البصر بالنسبة إلى $(\Phi_2 - \Phi_1) < \pi$ بواسطة:

$$e_{LD} = \begin{cases} e_{UTD} + \dfrac{\exp(-jks)}{s} & \text{for} \quad \Phi_2 < \Phi_1 + \pi \\ e_{UTD} & \text{for} \quad \Phi_2 \geq \Phi_1 + \pi \end{cases} \tag{101}$$

حيث:

s : مسافة الخط المستقيم بين المصدر ونقاط المجال.

وجدير بالذكر أنه في الحالة $(\Phi_2 - \Phi_1) = \pi$، يصبح الحد الثاني لظل التمام في المعادلة (87) مفرداً، ويتعين استعمال التقريب الذي تعطيه المعادلة (98).

وتعطى شدة المجال عند نقطة المجال (dB) بالنسبة إلى المجال الذي قد يوجد عند نقطة المجال في غياب عائق إسفيني الشكل (أي dB بالنسبة إلى الفضاء الحر) بتثبيت e_0 عند وحدة المعادلة (86) وبحساب:

$$E_{UTD} = 20 \log\left(\left|\frac{s \cdot e_{UTD}}{\exp(-jks)}\right|\right) \tag{102}$$

حيث:

s : مسافة الخط المستقيم بين المصدر ونقاط المجال.

مع الملاحظة إلى أنه بالنسبة إلى $n = 2$ ومعاملات انعكاس عديمة القيمة، يجب أن تُعطي هذه العبارة نفس النتائج التي يعطيها منحنى خسارة الانعراج على حافة كحد السكين (انظر الشكل 9).

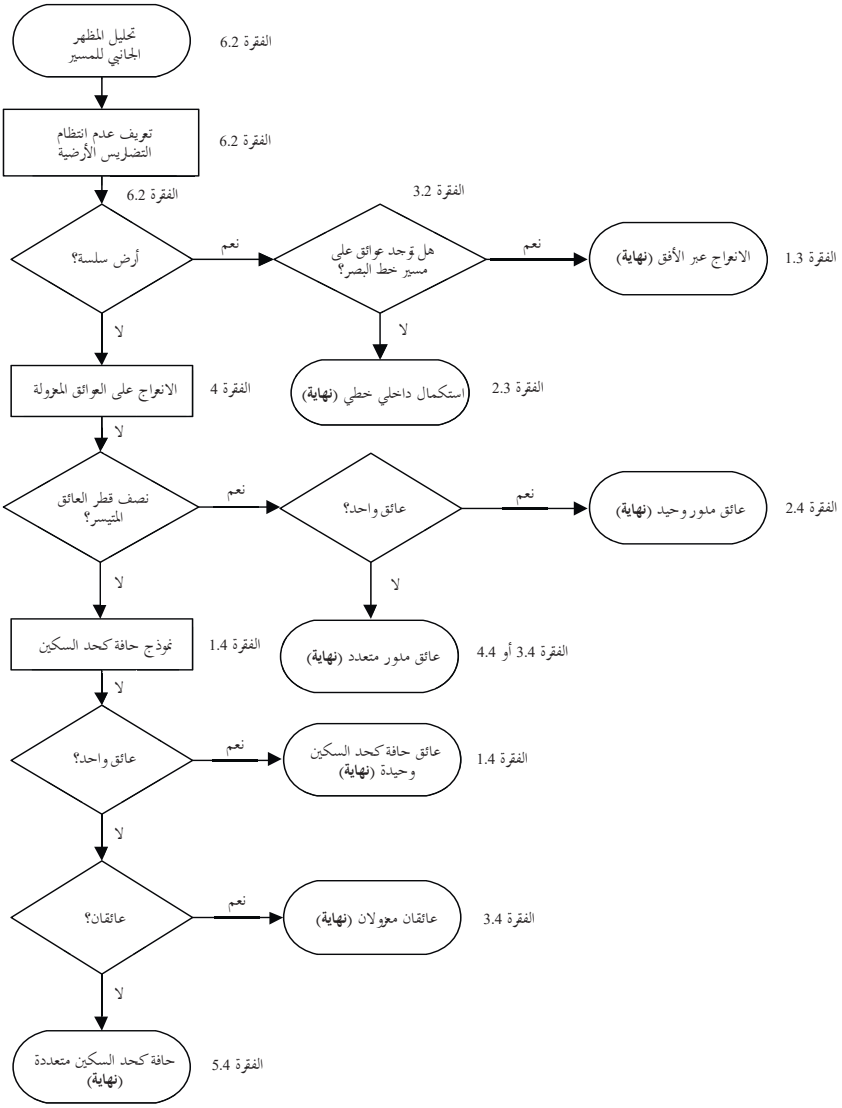
ويوجد لدى مكتب الاتصالات الراديوية صيغة نظرية الانعراج الموحدة (UTD) أعدت بواسطة برنامج MathCAD.

7 دليل الانتشار بالانعراج

يحتوي الشكل 17 على دليل عام لتقييم خسارة الانعراج التي ورد توضيحها في الفقرتين 3 و4. ويلخص هذا الشكل الإجراء الواجب اعتماده في كل حالة.

الشكل 17

دليل الانتشار بالانعراج



المرفق 1
للملحق 1

حساب معلمات الأسطوانات

يمكن استعمال الإجراء التالي لحساب معلمات الأسطوانات التي يوضحها الشكلان 8ج) و14 بالنسبة إلى كل عائق من عوائق التضاريس الأرضية. وتُستعمل الوحدات المتسقة، وتستخدم جميع الزوايا وحدة الراديان. وتصح كل التقريبات المستعملة بالنسبة إلى المسيرات الراديوية التي توجد بين حوالي 5° من الأفق.

1 زاوية الانعراج وموقع القمة

مع أن زاوية الانعراج على الأسطوانة وموقع القمة لا يُستعملان مباشرة كمعلمات أسطوانية، إلا أنهما ضروريان.

وتُعطى زاوية الانعراج على العائق بواسطة:

$$\theta = \alpha_w + \alpha_z + \alpha_e \tag{103}$$

حيث تُعطى α_w وα_z الارتفاع الزاوي للنقطتين x وy فوق الأفق المحلي منظوراً إليهما من النقطتين w وz على التوالي بواسطة:

$$\alpha_w = \frac{(h_x - h_w)}{d_{wx}} - \frac{d_{wx}}{2a_e} \tag{104}$$

$$\alpha_z = \frac{(h_y - h_z)}{d_{yz}} - \frac{d_{yz}}{2a_e} \tag{105}$$

وتُعطى α_e، الزاوية التي تقع قبالة مسافة الدائرة العظمى بين النقطتين w وz بواسطة:

$$\alpha_e = \frac{d_{wz}}{a_e} \tag{106}$$

وتحسب مسافة القمة من النقطة w وفقاً لما إذا كان العائق ممثلاً بعينة مظهر جانبي وحيدة أو بعينات أكثر:

بالنسبة إلى عائق نقطة وحيدة:

$$d_{wv} = d_{wx} \tag{107}$$

بالنسبة إلى عائق متعدد النقاط، من الضروري الاحتماء ضد قيم صغيرة جداً من الانعراج:

$$d_{wv} = \frac{\left[\left(\alpha_z + \frac{\alpha_e}{2}\right) d_{wz} + h_z - h_w\right]}{\theta} \qquad \text{for } \theta \cdot a_e \geq d_{xy} \tag{108a}$$

$$d_{wv} = \frac{(d_{wx} + d_{wy})}{2} \qquad \text{for } \theta \cdot a_e < d_{xy} \tag{108b}$$

وتُعطى مسافة النقطة z من نقطة القمة بواسطة:

$$d_{vz} = d_{wz} - d_{wv} \tag{109}$$

ويُحسب ارتفاع نقطة القمة فوق مستوى سطح البحر وفقاً لما إذا كان العائق ممثلاً بعينة مظهر جانبي وحيدة أو بعينات أكثر.

بالنسبة إلى عائق نقطة وحيدة:

$$h_v = h_x \tag{110}$$

بالنسبة إلى عائق متعدد النقاط:

$$h_v = d_{wv}\alpha_w + h_w + \frac{d_{wv}^2}{2a_e} \tag{111}$$

2 معلمات الأسطوانات

يمكن الآن حساب معلمات الأسطوانات التي يرد توضيحها في الشكل 8ج) لكل واحد من عوائق التضاريس الأرضية التي يحددها تحليل السلسلة:

d_1 وd_2 مسافتا ما بين القمة الموجبة بالنسبة إلى العوائق (أو المطاريف) على المرسل وعلى جانبي مستقبل العائق على التوالي،

و:

$$h = h_v + \frac{d_{wv}d_{vz}}{2a_e} - \frac{(h_w d_{vz} + h_z d_{wv})}{d_{wz}} \tag{112}$$

ولحساب نصف قطر الأسطوانة، تُستعمل عينتان إضافيتان من عينات المظهر الجانبي:

p: النقطة المجاورة لـ x على جانب المرسل،

و:

q: النقطة المجاورة لـ y على جانب المستقبل.

وهكذا تُعطى دلائل المظهر الجانبي p وq بواسطة:

$$p = x - 1 \tag{113}$$

و:

$$q = y + 1 \tag{114}$$

وإذا كانت نقطة معطاة بواسطة p أو q تمثل مطرافاً، يجب أن تكون قيمة h المقابلة ارتفاع التضاريس الأرضية عند تلك النقطة، وليس ارتفاع الهوائي فوق مستوى سطح البحر.

ويُحسب نصف قطر الأسطوانة بوصفه الفارق في الانحدار بين جزء المظهر الجانبي p-x وy-q، مع الأخذ في الاعتبار انحناء الأرض، مقسوماً على المسافة بين p وq.

وتتمثل المسافات بين عينات المظهر الجانبي التي يتطلبها هذا الحساب فيما يلي:

$$d_{px} = d_x - d_p \tag{115}$$

$$d_{yq} = d_q - d_y \tag{116}$$

$$d_{pq} = d_q - d_p \tag{117}$$

ويعطى فارق الانحدار بين جزئي p-x وy-q بالراديان (وحدة قياس الزوايا):

$$t = \frac{(h_x - h_p)}{d_{px}} + \frac{(h_y - h_q)}{d_{yq}} - \frac{d_{pq}}{a_e} \tag{118}$$

حيث a_e نصف قطر الأرض الفعال.

ويُعطى نصف قطر الأسطوانة الآن بواسطة:

$$R = \left[d_{pq} / t\right] \left[1 - \exp\left(-4\,\nu\right)\right]^3 \tag{119}$$

حيث ν معلمة حافة كحد السكين بلا أبعاد في المعادلة (32).

ويمثل العامل الثاني، في المعادلة (119)، دالة سلسلة تجريبية تطبق على نصف قطر الأسطوانة لتفادي حدوث تقطُّع في عوائق خط البصر الهامشية (LoS).

المرفق 2
للملحق 1

خسائر انعراج المسير الفرعي

1 المقدمة

يعرض هذا المرفق طريقة لحساب خسارة انعراج المسير الفرعي بالنسبة إلى جزء فرعي لخط البصر يتعلق بمسير انعراج. وقد تمت نمذجة المسير بواسطة أسطوانات متسلسلة تختص كل واحدة منها بنقاط مظهر جانبي w وx وy وz مثلما يرد توضيح ذلك في الشكلين 13 و14. ويجب حساب انعراج المسير الفرعي لكل جزء فرعي للمسير الإجمالي بين النقاط الممثلة بواسطة w وx أو y وz. وتمثل هذه أجزاء خط البصر للمسير بين العوائق، أو بين مطراف وعائق.

ويمكن استعمال هذه الطريقة أيضاً بالنسبة إلى خط البصر مع انعراج مسير فرعي، وفي هذه الحالة تُطبق هذه الطريقة على المسير بأكمله.

2 الطريقة

تتمثل المهمة الأولى، بالنسبة إلى جزء خط البصر للمظهر الجانبي بين عينات المظهر الجانبي التي يرمز إليها بواسطة u وv، في التعرف على عينة المظهر الجانبي البينية ولكن استبعاد u وv اللذان يعيقان الجزء الأكبر من منطقة فرينل الأولى بالنسبة إلى شعاع يتحرك من u إلى v.

ولتفادي اختيار نقطة تمثل جزءاً جوهرياً من عوائق التضاريس الأرضية التي سبقت نمذجتها كأسطوانة، ينحصر المظهر الجانبي بين u وv في جزء بين اثنين من الرموز الإضافية p وq، يُحدَّدان على النحو التالي:

- $p = u + 1$.
- إذا كان كل من $v > p$ و$h_{p+1} < h_p$، نزيد 1 إلى p ونكرر.
- $q = v - 1$.
- إذا كان كل من $u < q$ و$h_{q-1} < h_q$، ننقص 1 من q ونكرر.

وإذا كانت $q = p$، تحدد خسارة عائق المسير الفرعي بالتالي عند القيمة 0. ويجري الحساب في الحالات الأخرى كالآتي.

ومن الضروري الآن إيجاد القيمة الدنيا للخلوص المعياري، C_F، المعطاة بواسطة h_z/F_1، بالوحدات المتسقة:

h_z: ارتفاع الشعاع فوق نقطة المظهر الجانبي

F_1: نصف قطر منطقة فرينل الأولى

ويمكن كتابة الخلوص المعياري الأدنى على نحو ما يلي:

$$C_F = \min_{i=p}^{q} \left[(h_z)_i / (F_1)_i \right] \tag{120}$$

حيث:

$$(h_z)_i = (h_r)_i - (h_t)_i \tag{121}$$

$$(F_1)_i = \sqrt{\lambda \cdot d_{ui} \cdot d_{iv} / d_{uv}} \tag{122}$$

وتُعطى $(hr)i$، ارتفاع الشعاع فوق خط مستقيم يربط بين مستوى سطح البحر عند u وv عند نقطة المظهر الجانبي i-th بواسطة:

$$(h_r)_i = (h_u \cdot d_{iv} + h_v \cdot d_{ui}) / d_{uv} \tag{123}$$

وتُعطى $(ht)i$، ارتفاع التضاريس الأرضية فوق خط مستقيم يربط بين مستوى سطح البحر عند u وv عند نقطة المظهر الجانبي i-th بواسطة:

$$(h_t)_i = h_t + d_{ui} \cdot d_{iv} / 2a_e \tag{124}$$

وتُستعمل القيمة الدنيا للخلوص المعياري لحساب المعلمة الهندسية لانعراج حد السكين لعائق المسير الفرعي الأكثر دلالة:

$$\nu = -C_F \cdot \sqrt{2} \tag{125}$$

ويتم الحصول في هذه الحالة على خسارة انعراج المسير الفرعي L'' من المعادلة (31) أو الشكل 9.

وقد لا يكون مرغوباً بالنسبة لبعض التطبيقات إدخال تحسينات على انعراج المسير الفرعي. وفي هذه الحالة تضبط قيمة الخسارة L'' على الصفر بدلاً من أن تكون سالبة.

التوصية ITU-R M.541-11*

إجراءات التشغيل الخاصة باستعمال تجهيزات النداء الانتقائي الرقمي (DSC) في الخدمة المتنقلة البحرية

(2023-2015-2004-1997-1996-1995-1994-1992-1990-1986-1982-1978)

مجال التطبيق

تحتوي التوصية على إجراءات تشغيل تجهيزات النداء الانتقائي الرقمي (DSC) التي ترد خصائصها التقنية في التوصية ITU-R M.493. وتتضمن هذه التوصية ستة ملحقات. ففي الملحقين 1 و2 توصَف الأحكام والإجراءات المتعلقة بنداءات الاستغاثة والطوارئ ونداءات السلامة والنداءات الروتينية، على التوالي. وتوصَف في الملحقات 3 و4 و5 و6 إجراءات تشغيل محطات السفن والمحطات الساحلية والأجهزة المتصلة بسقوط شخص في البحر (MOB)، وتدرج في الملحق 7 الترددات التي يجب استعمالها للنداء الانتقائي الرقمي.

كلمات رئيسية

النداء الانتقائي الرقمي، تجهيزات، إجراءات التشغيل، النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر، نداء استغاثة

مسرد المختصرات

ACS	نظام التوصيل الأوتوماتي (*Automatic connection system*)
AIS	نظام تعرف الهوية الأوتوماتي (*Automatic identification system*)
AMRD	جهاز راديو بحري مستقل (*Autonomous maritime radio device*)
BQ	نهاية تتابع رسالة الإشعار بالاستلام (*End of sequence for an acknowledge message*)
DSC	النداء الانتقائي الرقمي (*Digital selective calling*)
FEC	تصحيح أمامي للأخطاء (*Forward error correction*)
kHz	كيلوهرتز (*Kilohertz*)
GMDSS	النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر (*Global maritime distress and safety system*)
HF	تردد عالٍ (*High frequency*)
MF	تردد متوسط (*Medium frequency*)
MHz	ميغاهرتز (*Megahertz*)
MMSI	هوية الخدمة المتنقلة البحرية (*Maritime mobile service identity*)
MOB	سقوط شخص في البحر (*Man overboard*)
MSI	معلومات السلامة البحرية (*Maritime safety information*)
NBDP	طباعة مباشرة ضيقة النطاق (*Narrow band direct-printing*)
RCC	مركز تنسيق الإنقاذ (*Rescue coordination centre*)

* يجب أن تُرفع هذه التوصية إلى علم المنظمة البحرية الدولية (IMO) وقطاع تقييس الاتصالات للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-T).

RQ مطلوب إشعار بنهاية التتابع (*End of sequence acknowledge required*)

RR لوائح الراديو (*Radio Regulations*)

SOLAS الاتفاقية الدولية لحماية الأرواح في البحر (*International convention for the safety of life at sea*)

UTC التوقيت العالمي المنسق (*Coordinated universal time*)

VHF تردد عالٍ جداً (*Very high frequency*)

توصيات الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R M.493 نظام النداء الانتقائي الرقمي (DSC) المستعمل في الخدمة المتنقلة البحرية

التوصية ITU-R M.585 تخصيص الهويات واستعمالها في الخدمة المتنقلة البحرية

التوصية ITU-R M.689 النظام الدولي للمهاتفة الراديوية البحرية على الموجات المترية (VHF) باستعمال مرافق أوتوماتية تعتمد على نسق التشوير DSC

Recommendation ITU-R M.1082 International maritime MF/HF radiotelephone system with automatic facilities based on digital selective calling signalling format

التوصية ITU-R M.1171 إجراءات المهاتفة الراديوية في الخدمة المتنقلة البحرية

التوصية ITU-R M.1371 الخصائص التقنية لنظام تعرف هوية أوتوماتي باستخدام النفاذ المتعدد بتقسيم زمني في نطاق تردد الخدمة المتنقلة البحرية في نطاق الموجات المترية (VHF)

التوصية ITU-R M.2135 الخصائص التقنية والتشغيلية للأجهزة الراديوية البحرية المستقلة العاملة في نطاق التردد 156-162,05 MHz

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن النداء الانتقائي الرقمي (DSC) سوف يستعمل وفقاً للتوصية ITU-R M.493؛

ب) أن متطلبات الفصل IV من الاتفاقية الدولية لحماية الأرواح في البحر (SOLAS) 1974، في صيغتها المعدلة، فيما يتعلق بالنظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر (GMDSS)، ترتكز إلى استعمال النداء الانتقائي الرقمي في إنذارات ونداءات الاستغاثة، ومن الضروري وضع إجراءات تشغيل تؤمن استعمال هذا النظام؛

ج) أن من الضروري أن تكون إجراءات التشغيل متشابهةً، قدر الإمكان، في كل نطاقات التردد ولكل أنماط الاتصالات؛

د) أن النداء الانتقائي الرقمي يوفر وسيلةً أوليةً لإرسال نداء الاستغاثة. ويرد شرح الأحكام المتعلقة بإرسال نداء الاستغاثة بواسطة الطرائق والإجراءات الأخرى في لوائح الراديو؛

هـ) أن من الواجب أن تحدد شروط إطلاق الإنذار،

توصي

1 بأن تكون الخصائص التقنية للتجهيزات المستعملة للنداء الانتقائي الرقمي في الخدمة المتنقلة البحرية مطابقةً لتوصيات القطاع ITU-R ذات الصلة؛

2 بأن تكون إجراءات التشغيل الواجب مراعاتها في نطاقات الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) والمترية (VHF) للنداء الانتقائي الرقمي مطابقةً لأحكام الملحق 1 بالنسبة لنداءات الاستغاثة والطوارئ والسلامة، والملحق 2 بالنسبة للنداءات الأخرى؛

3 بأن تُتخذ في المحطات المجهزة للنداء الانتقائي الرقمي الترتيبات اللازمة بحيث يمكن:

1.3 أن يسجل يدوياً العنوان وطبيعة النداء والفئة ومختلف الرسائل في شكل تتابع للنداء الانتقائي الرقمي؛

2.3 عرض المعلومات بنسق يسهل على المستعمل قراءته؛

3.3 التدقيق في هذا التتابع المركب يدوياً، وتصحيحه إذا لزم الأمر؛

4.3 ترتيب المعلومات آلياً، إن أمكن؛

5.3 تجهيز المحطات بمعدات إنذار مسموع تنذر باستقبال نداء للاستغاثة أو للطوارئ أو نداء ينتمي إلى فئة الاستغاثة. وينبغي أن يكون مستحيلاً تعطيل هذا الإنذار. وينبغي ألا يكون في الإمكان إعادة ضبطها إلا يدوياً؛

6.3 إشارة مسموعة: المصطلح المستخدم لوصف صوت قصير ينتهي ذاتياً ويتكرر مرةً واحدةً كل 30 ثانية حتى التأكيد أو ينتهي ذاتياً بعد 5 دقائق مما يشير إلى استقبال نداء DSC من فئة غير الاستغاثة أو الاستعجال أو تكرار نداء من فئات الاستغاثة أو الاستعجال يكون قد تم تلقيه بالفعل؛

7.3 أن توفر الدلالات البصرية المعلومات التالية:

1.7.3 طبيعة عنوان النداء المستقبل (نداء لجميع المحطات، أو لزمرة من المحطات، أو لمحطات تقع في منطقة جغرافية واحدة، أو لمحطة فردية)؛

2.7.3 فئة النداء؛

3.7.3 هوية المحطة الطالبة؛

4.7.3 نمط المعلومات، أي رقمية أو هجائية رقمية (معلومات عن التردد أو عن التحكم عن بُعد، مثلاً)؛

5.7.3 نمط سمة "نهاية التتابع"؛

6.7.3 كشف الأخطاء، إن وجدت؛

4 أن يكون تشغيل التجهيزات بسيطاً؛

5 أن تُستعمل إجراءات التشغيل الواردة في الملحقات 3 و4 و5، والتي تستند إلى الإجراءات ذات الصلة الواردة في المواد **30 و31 و32 و33** من الفصل VII من لوائح الراديو، كتوجيهات لإرشاد السفن والمحطات الساحلية؛

6 أن خصائص تشغيل نظام التوصيل الأوتوماتي (ACS) ينبغي أن تكون متوافقةً مع الملحق 5؛

7 أن خصائص تشغيل أجهزة الراديو البحرية المستقلة (AMRD) من المجموعة A MOB ينبغي أن تكون متوافقةً مع الملحق 6؛

8 أن تكون الترددات المستعملة لأغراض الاستغاثة والسلامة باستعمال النداء الانتقائي الرقمي هي الترددات الواردة في الملحق 7 بهذه التوصية.

الملاحظة 1 – تستعمل في هذه التوصية التعاريف التالية:

تردد وحيد: يستعمل التردد نفسه للإرسال والاستقبال.

ترددات مزاوجة: ترددات مجمعة في أزواج، يتكون كل زوج من تردد للإرسال وتردد للاستقبال.

ترددات دولية للنداء الانتقائي الرقمي (DSC): الترددات المحددة في لوائح الراديو لاستعمالها حصراً للنداء الانتقائي الرقمي على صعيد دولي.

ترددات وطنية للنداء الانتقائي الرقمي (DSC): الترددات المخصصة للمحطات الساحلية الفردية أو لزمر من المحطات يُسمح عبرها بإرسال نداء انتقائي رقمي (وقد تتضمن ترددات للعمل وترددات للنداء كذلك). وينبغي أن يكون استعمال هذه الترددات مطابقاً لأحكام لوائح الراديو.

النداء الانتقائي الرقمي الأوتوماتي في محطة سفينة: يستعمل هذا الأسلوب من التشغيل مرسلات ومستقبلات ذات توليف أوتوماتي ويكون مناسباً للتشغيل دون مراقبة ويوفر إشعارات أوتوماتية باستلام النداءات عند استقبال نداء انتقائي رقمي، كما يؤمن التحويل الأوتوماتي إلى ترددات العمل المناسبة.

محاولة نداء: تتابع نداء واحد أو عدد محدود من تتابعات النداء الموجهة إلى المحطات نفسها على تردد واحد أو أكثر وفي غضون فترة زمنية قصيرة نسبياً (بضع دقائق مثلاً). وتعتبر محاولة النداء فاشلةً إذا تضمن تتابع النداء "إشعار بالاستلام RQ" (الرمز رقم 117) في نهاية التتابع ولم يستقبل أي إشعار بالاستلام في أثناء هذه الفترة الزمنية.

جدول المحتويات

الصفحة

الملحق 1 – إجراءات التشغيل المنطبقة على نداءات الاستغاثة والطوارئ والسلامة 8

1-A1 مقدمة 8

1.1-A1 طريقة النداء 8

2-A1 نداء الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي 8

3-A1 الإجراءات المنطبقة على نداءات الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي 8

1.3-A1 إرسال من وحدة متنقلة مستغيثة 8

2.3-A1 الاستقبال 10

3.3-A1 إشعار باستلام نداءات الاستغاثة 10

4.3-A1 ترحيل نداء الاستغاثة 10

4-A1 الإجراءات المطبقة على نداءات الطوارئ والسلامة بالنداء الانتقائي الرقمي 11

5-A1 اختبار التجهيزات المستعملة لنداءات الاستغاثة والسلامة 11

الملحق 2 – إجراءات تشغيل النداءات الروتينية 11

1-A2 الترددات/القنوات 11

2.1-A2 النداءات الدولية 11

3.1-A2 النداءات الوطنية 12

4.1-A2 طريقة النداء 12

2-A2 إجراءات التشغيل 12

1.2-A2 محطة ساحلية توجه نداء إلى محطة سفينة (انظر الملاحظة 1) 13

2.2-A2 تطبق في محطات السفن الإجراءات التالية: 14

3.2-A2 محطة سفينة توجه نداء إلى محطة ساحلية (انظر الملاحظة 1) 15

4.2-A2 محطة سفينة توجه نداء إلى محطة سفينة 17

الملحق 3 – إجراءات التشغيل الخاصة باتصالات السفن بواسطة النداء الانتقائي الرقمي على الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) والمترية (VHF) 17

1-A3 الاستغاثة 18

1.1-A3 إرسال نداء الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي 18

2.1-A3 التدابير المتبعة عند استلام نداء استغاثة 18

3.1-A3 حركة الاستغاثة 19

4.1-A3 إرسال نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي 19

5.1-A3 الإشعار باستلام نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي مستقبل من محطة ساحلية 20

6.1-A3 الإشعار باستلام نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي مستقبل من سفينة أخرى 20

7.1-A3 إلغاء نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي يرسل سهواً 20
2-A3 الاستعجال 21
1.2-A3 إرسال رسائل الاستعجال 21
2.2-A3 استقبال رسالة استعجال 22
3-A3 السلامة 22
1.3-A3 إرسال رسائل السلامة 22
2.3-A3 استقبال رسالة السلامة 23
4-A3 المراسلات العمومية 23
1.4-A3 قنوات النداء الانتقائي الرقمي للمراسلات العمومية 23
2.4-A3 إرسال نداء بالنداء الانتقائي الرقمي مخصص للمراسلات العمومية إلى محطة ساحلية أو إلى سفينة أخرى 23
3.4-A3 تكرار النداء 23
4.4-A3 الإشعار باستلام نداء والتحضير لاستقبال الحركة 24
5.4-A3 استقبال الإشعار بالاستلام والإجراءات الأخرى 24
5-A3 اختبار التجهيزات المستعملة للاستغاثة والسلامة 24
6-A3 الشروط والإجراءات الخاصة لاتصالات النداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF) 25
1.6-A3 الاستغاثة 25
2.6-A3 الاستعجال 27
3.6-A3 السلامة 28
الملحق 4 – إجراءات التشغيل الخاصة بالمحطات الساحلية لاتصالات النداء الانتقائي الرقمي على الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) والمترية (VHF) 29
1-A4 الاستغاثة (انظر الملاحظة 1) 29
1.1-A4 استقبال نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي 29
2.1-A4 الإشعار باستلام نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي 29
3.1-A4 إرسال نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي 30
4.1-A4 استقبال نداء ترحيل استغاثة 30
2-A4 الاستعجال 31
1.2-A4 إرسال إعلان بالنداء الانتقائي الرقمي 31
3-A4 السلامة 31
1.3-A4 إرسال إعلان بالنداء الانتقائي الرقمي 31
4-A4 المراسلات العمومية 32
1.4-A4 ترددات/قنوات النداء الانتقائي الرقمي للمراسلات العمومية 32
2.4-A4 إرسال نداء بالنداء الانتقائي الرقمي من محطة ساحلية إلى سفينة 32

3.4-A4 تكرار النداء 32
4.4-A4 التحضير لتبادل الحركة 32
5.4-A4 الإشعار باستلام نداء بالنداء الانتقائي الرقمي مستقبل 33
5-A4 نداءات الاختبار باستخدام النداء الانتقائي الرقمي 33
6-A4 الشروط والإجراءات الخاصة للاتصال بالنداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF) 33
1.6-A4 الاستغاثة 34
2.6-A4 السلامة 34
الملحق 5 – إجراءات تشغيل محطات السفن والمحطات الساحلية في نظام التوصيل الأوتوماتي باستخدام اتصالات النداء الانتقائي الرقمي على الموجات MF وHF 35
1-A5 الترددات وطريقة النداء في نظام التوصيل الأوتوماتي 37
1.1-A5 الترددات في نظام التوصيل الأوتوماتي 37
2.1-A5 طريقة النداء 37
2-A5 إجراءات التشغيل 37
1.2-A5 المسح 37
2.2-A5 المحطة الطالبة 37
3.2-A5 المحطة المطلوبة 38
4.2-A5 تحديد هوية التردد والرد التالي على المحطة الطالبة 39
5.2-A5 اختيار تردد العمل 47
الملحق 6 – المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر التي تستخدم النداء الانتقائي الرقمي للإنذار وتكنولوجيا نظام التعرّف الأوتوماتي (AIS) للتتبع 47
1-A6 الإنذار بالنداء الانتقائي الرقمي 47
2-A6 تعرف الهوية 48
3-A6 تحديث الموقع 48
4-A6 الإشعار بالاستلام 48
5-A6 إلغاء نداء استغاثة أرسل بالسّهو 48
الملحق 7 – الترددات المستعملة في النداء الانتقائي الرقمي 49

الملحق 1

إجراءات التشغيل المنطبقة على نداءات الاستغاثة والطوارئ والسلامة

1-A1 مقدمة

ترتكز عناصر الأرض التابعة للنظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر (GMDSS)، والتي اعتُمدت في تعديلات عام 1988 للاتفاقية الدولية لحماية الأرواح في البحر (SOLAS)، 1974، على استعمال النداء الانتقائي الرقمي (DSC) في اتصالات الاستغاثة والاستعجال والسلامة.

1.1-A1 طريقة النداء

تنطبق أحكام الفصل VII من لوائح الراديو على استعمال النداء DSC في حالات الاستغاثة أو الطوارئ أو السلامة.

2-A1 نداء الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

يوفر نداء الاستغاثة بالنداء DSC الإنذار وهوية الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI) وموقع السفينة وساعة الاستغاثة وطبيعتها في حال بيانها، كما هي محددة في لوائح الراديو (انظر الفصل VII من لوائح الراديو).

3-A1 الإجراءات المنطبقة على نداءات الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

1.3-A1 إرسال من وحدة متنقلة مستغيثة

1.1.3-A1 ينبغي أن تُضبط التجهيزات DSC مسبقاً بحيث تكون قادرةً على إرسال نداء الاستغاثة على تردد واحد على الأقل من الترددات المستعملة لنداءات الاستغاثة.

2.1.3-A1 ينبغي أن يتكون نداء الاستغاثة طبقاً للتوصية ITU-R M.493. وعلى الرغم من أن التجهيزات قد تكون قادرةً على إدراج معلومات موقع السفينة أوتوماتياً وتوقيت وجود السفينة في هذا الموقع، فإنه في حالة عدم توفر هذه المعلومات بالتجهيزات، يقوم المشغل بإدخالها يدوياً. ويُدخل أيضاً طبيعة الاستغاثة، حسب الاقتضاء.

3.1.3-A1 محاولة النداء للاستغاثة

ينبغي لمحاولة النداء للاستغاثة على الموجات الهكتومترية (MF)/الديكامترية (HF) أن تستخدم محاولة نداء على ترددات متعددة (انظر الفقرة A3-6)، بيد أنه يمكن استخدام محاولة نداء على تردد وحيد إذا رغب المشغل في ذلك. ويمكن لمحاولة النداء للاستغاثة على الموجات المترية (VHF) أن تستخدم محاولة النداء على تردد وحيد فقط.

1.3.1.3-A1 محاولة النداء على تردد وحيد

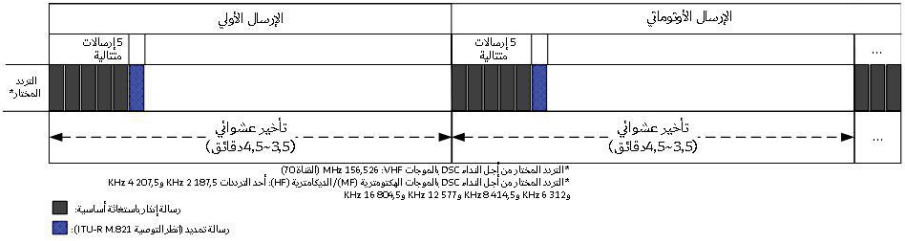
ينبغي أن ترسل محاولة نداء الاستغاثة في شكل 5 نداءات متتالية على التردد نفسه. ويمكن، تفادياً لتصادم النداءات وفقدان الإشعارات بالاستلام، إرسال محاولة النداء هذه على التردد نفسه من جديد بعد تأخر عشوائي يتراوح بين ½ 3 و½ 4 دقائق من بداية النداء الأول. وهكذا يمكن أن تُستقبَل إشعارات بالاستلام تصل عشوائياً دون أن تعطلها إعادة الإرسال. وينبغي توليد التأخر العشوائي أوتوماتياً في كل إرسال مكرر، بيد أنه ينبغي توفير إمكانية لإلغاء التكرار الأوتوماتي يدوياً.

بالنسبة للموجات الهكتومترية (MF)/الديكامترية (HF)، فيمكن أن تُكرر محاولات النداء بتردد وحيد على ترددات مختلفة بعد تأخر عشوائي يتراوح بين ½ 3 و½ 4 دقائق من بداية النداء الأول. لكن إذا كانت المحطة قادرةً على استقبال إشعارات بالاستلام

دون انقطاع على كل ترددات الاستغاثة باستثناء التردد المستعمل للإرسال، فيمكن لمحاولات النداء بتردد وحيد أن تتكرر على ترددات مختلفة دون هذا التأخر.

الشكل A1-1

محاولات النداء على تردد وحيد



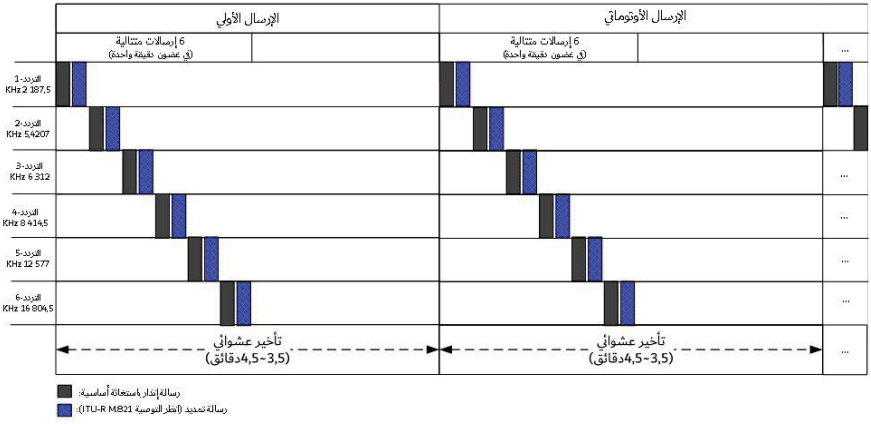
A1-2.3.1.3 محاولة النداء على عدة ترددات

يمكن أن تُرسَل محاولة النداء للاستغاثة في شكل ستة نداءات متتالية موزعة على ستة ترددات استغاثة كحد أقصى (تردد واحد في نطاق الموجات الهكتومترية (MF) وخمسة ترددات في نطاق الموجات الديكامترية (HF)). ويمكن إرسال نداء بالموجات VHF آنياً مع نداء بالموجات HF/MF. وينبغي للمحطات التي ترسل محاولات نداء الاستغاثة على عدة ترددات أن تكون قادرةً على استقبال الإشعارات بالاستلام دون انقطاع على كل الترددات باستثناء التردد المستعمل للإرسال، أو تكون قادرةً على إنهاء محاولة النداء خلال دقيقة واحدة.

ويمكن أن تُكرر محاولات النداء على عدة ترددات بعد تأخر عشوائي يتراوح بين ½ 3 و½ 4 دقائق من بداية محاولة النداء السابقة.

الشكل A1-2

محاولات النداء على عدة ترددات



A1-4.1.3 الاستغاثة

ينبغي للمشغل في حالة الاستغاثة أن يرسل نداء استغاثة بالشكل الموضح في الملحق 3.

2.3-A1 الاستقبال

ينبغي أن تكون تجهيزات DSC، باستثناء الأجهزة AMRD من المجموعة A MOB، قادرةً لمدة 24 ساعة يومياً على مراقبة ترددات DSC الخاصة بنداء الاستغاثة.

3.3-A1 إشعار باستلام نداءات الاستغاثة

ينبغي إطلاق الإشعارات باستلام نداءات الاستغاثة يدوياً.

ينبغي إرسال الإشعارات بالاستلام بالنداء DSC على التردد نفسه الذي استُقبِل عليه نداء الاستغاثة.

1.3.3-A1 ينبغي عادةً أن تتولى المحطات الساحلية المختصة دون غيرها بالإشعار باستلام نداءات الاستغاثة بواسطة النداء DSC. وينبغي لها إضافةً إلى ذلك أن تؤمن مراقبة الترددات المصاحبة للتردد الذي استُقبِل عليه نداء الاستغاثة.

2.3.3-A1 ينبغي أن تطلق المحطات الساحلية الإشعارات باستلام نداءات الاستغاثة DSC المرسلة على الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) بتأخر قدره دقيقة واحدة على الأقل بعد استقبال نداء الاستغاثة وينبغي ألا يتجاوز هذا التأخر ⅓ 2 دقيقة. وهذا كفيل بأن تنفَّذ كل نداءات الاستغاثة على تردد وحيد أو على عدة ترددات وبأن يتوفر للمحطات الساحلية وقت كافٍ للاستجابة لنداء الاستغاثة. أما إشعارات المحطات الساحلية بالاستلام على الموجات المترية (VHF) فينبغي أن ترسل حالما يمكن ذلك.

3.3.3-A1 يتكون الإشعار باستلام نداء الاستغاثة من نداء استغاثة وحيد DSC للإشعار بالاستلام ويتضمن أوتوماتياً هوية الخدمة المتنقلة البحرية للسفينة التي يتم الإشعار باستلام نداء استغاثتها.

4.3.3-A1 ينبغي للسفن عند استقبالها نداء الاستغاثة DSC من سفينة أخرى أن تؤمن المراقبة على تردد مصاحب يستعمل لحركة الاستغاثة والسلامة في المهاتفة الراديوية من أجل استلام نداءات ورسائل الاستغاثة التالية. وينبغي الإشعار باستلام إنذار استغاثة DSC من سفينة أخرى بالمهاتفة الراديوية بعد فاصل زمني قصير بحيث يتسنى لمحطة الساحل الإشعار بالاستلام من أول وهلة (انظر الأرقام من **28.32** إلى **35.32** من لوائح الراديو).

5.3.3-A1 ينبغي أن تنتهي أوتوماتياً إعادة الإرسال الأوتوماتي لمحاولة نداء الاستغاثة وذلك عند استقبال الإشعار باستلام إنذار الاستغاثة DSC.

4.3-A1 ترحيل نداء الاستغاثة

ينبغي ترحيل نداءات الاستغاثة يدوياً.

1.4.3-A1 ينبغي أن يُستعمل في ترحيل نداء الاستغاثة نسق النداء الخاص بترحيل نداءات الاستغاثة الوارد في التوصية ITU-R M.493 وينبغي أن تتبع محاولة النداء الإجراءات الموصوفة أعلاه في الفقرات 3.1.3-A1 إلى 2.3.1.3-A1 لنداءات الاستغاثة، سوى أن ترحيل نداء الاستغاثة يُرسل يدوياً كنداء وحيد على تردد وحيد. وينبغي لمحطات السفن غير المزودة بوظيفة ترحيل نداءات الاستغاثة DSC أن تقوم بترحيل النداءات باستعمال المهاتفة الراديوية.

2.4.3-A1 ينبغي لكل سفينة تستقبل نداء استغاثة على قناة بالموجات الديكامترية (HF)، لم ترسل أي محطة ساحلية إشعاراً باستلامه في غضون فترة 5 دقائق، أن ترسل نداء ترحيل استغاثة فردي يوجه إلى المحطة الساحلية المختصة أو مركز تنسيق الإنقاذ.

3.4.3-A1 ينبغي أن ترسل محطات السفن بواسطة المهاتفة الراديوية الإشعار باستلام نداءات ترحيل الاستغاثة التي ترسلها محطة ساحلية أو محطة سفينة موجهة إلى أكثر من سفينة. وينبغي للإشعار باستلام نداءات ترحيل الاستغاثة التي ترسلها محطات السفن أن تصدر عن محطة ساحلية ترسل نداء "إشعار باستلام ترحيل الاستغاثة" طبقاً لإجراءات إشعارات استلام نداء الاستغاثة الواردة في الفقرات 3.3-A1 إلى 3.3.3-A1.

4-A1 الإجراءات المطبقة على نداءات الطوارئ والسلامة بالنداء الانتقائي الرقمي

1.4-A1 ينبغي أن تستعمل المحطات الساحلية النداء DSC، على ترددات نداءات الاستغاثة والسلامة، لتنبيه السفن وأن تستعمله السفن لتنبيه المحطات الساحلية و/أو محطات السفن إلى إرسال وشيك لرسائل طوارئ ومعلومات حيوية عن الملاحة والسلامة، إلا إذا جرى هذا الإرسال في الأوقات الروتينية. وينبغي أن يشير النداء إلى تردد العمل الذي سوف يستعمل في أي إرسال لاحق لرسالة طوارئ أو معلومات حيوية عن الملاحة أو رسالة سلامة.

2.4-A1 ينبغي أن يتم الإعلان عن حالات النقل الطبي وتعرفها بواسطة إرسال النداء DSC باستعمال الترددات الخاصة بنداءات الاستغاثة والسلامة. وينبغي أن تستعمل هذه النداءات نسق النداء الخاص بنداءات الطوارئ الخاص بالنقل الطبي وأن توجه إلى جميع السفن على الموجات المترية (VHF) وإلى المناطق الجغرافية على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF).

3.4-A1 ويتعين أن تتطابق إجراءات تشغيل نداءات الطوارئ والسلامة مع الأقسام ذات الصلة من الفقرات 2-A3 و3-A3 و6-A3 و2-A4 و3-A4 و6-A4.

5-A1 اختبار التجهيزات المستعملة لنداءات الاستغاثة والسلامة

ينبغي قدر الإمكان أن يكون اختبار الترددات المقتصرة على نداءات الاستغاثة والسلامة DSC محدوداً. وينبغي أن تكون نداءات الاختبار بالنداء DSC طبقاً للتوصية ITU-R M.493 وينبغي للمحطة المطلوبة أن ترسل الإشعار باستلام النداء. ولا يتم بعد ذلك عادةً أي اتصال لاحق بين المحطتين المعنيتين.

الملحق 2

إجراءات تشغيل النداءات الروتينية

1-A2 الترددات/القنوات

1.1-A2 ينبغي، كقاعدة عامة، أن تُستعمل ترددات مزاوجة على الموجات الديكامترية (HF) والهكتومترية (MF)، وفي هذه الحالة يُرسل إشعار بالاستلام على التردد المتزاوج مع تردد النداء المستقبَل. ولكن من الممكن أن يُستعمل تردد وحيد في حالات استثنائية لأغراض وطنية. وإذا استقبِل النداء نفسه على عدة قنوات نداء، يتم اختيار الأنسب منها لإرسال الإشعار بالاستلام. أما على الموجات المترية (VHF) فينبغي أن تُستعمل قناة بتردد وحيد.

2.1-A2 النداءات الدولية

ينبغي للترددات المزاوجة المذكورة في التذييل **17** من لوائح الراديو وفي الملحق 6 من هذه التوصية أن تُستعمل للنداءات DSC الدولية على النطاق HF.

1.2.1-A2 وينبغي في الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) أن يقتصر استعمال الترددات DSC الدولية على النداءات المتجهة من المحطة الساحلية إلى سفينة وعلى نداءات الإشعار بالاستلام المصاحبة لها والتي تصدر عن سفن مجهزة لعمليات النداء DSC الأوتوماتية، وذلك حين يكون معلوماً أن السفن المعنية لا تستمع إلى الترددات الوطنية للمحطة الساحلية.

2.2.1-A2 يفضل أن تُرسل كل النداءات DSC من السفينة إلى الساحل على الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) على الترددات الوطنية للمحطة الساحلية.

3.1-A2 النداءات الوطنية

ينبغي للمحطات الساحلية أن تتجنب استعمال الترددات الدولية للنداءات DSC التي تستطيع إرسالها على الترددات الوطنية.

1.3.1-A2 ينبغي أن تؤمن محطات السفن المراقبة على القنوات الوطنية والدولية المناسبة. (ينبغي اتخاذ التدابير المناسبة لتوزيع حمولة القنوات الوطنية والدولية توزيعاً منتظماً).

2.3.1-A2 تُشجع الإدارات على البحث عن طرائق تهدف إلى تحسين استعمال القنوات DSC المتيسرة وأن تتفاوض على الشروط اللازمة لذلك، مثل:

- الاستعمال المنسق و/أو المشترك لمرسلات المحطات الساحلية؛
- تحسين احتمال نجاح النداءات من خلال تزويد محطات السفن بمعلومات عن الترددات (القنوات) المناسبة التي ينبغي مراقبتها ومن خلال إرسال معلومات من محطات السفن نحو عدد مختار من المحطات الساحلية عن القنوات المراقبة على متن السفينة.

4.1-A2 طريقة النداء

1.4.1-A2 تنطبق الإجراءات المذكورة في هذا القسم على استعمال تقنيات النداء الانتقائي الرقمي (DSC)، باستثناء حالات الاستغاثة أو الطوارئ أو السلامة التي تنطبق عليها أحكام الفصل VII من لوائح الراديو.

2.4.1-A2 يجب أن يتضمن النداء معلومات تدل على المحطة أو المحطات التي يوجه إليها النداء وكذلك على تعرف هوية المحطة الطالبة.

3.4.1-A2 ينبغي أن يتضمن النداء كذلك معلومات تدل على نمط الاتصال الذي يجب إنشاؤه والذي قد يتضمن معلومات إضافية مثل تردد عمل مقترح أو قناة عمل مقترحة؛ وينبغي أن تدرج هذه المعلومات دائماً في النداءات الصادرة عن المحطات الساحلية التي تكون لها الأولوية لهذه الأغراض.

4.4.1-A2 يجب أن تُستعمل للنداء قناة نداء انتقائي رقمي مناسبة يتم اختيارها وفقاً لأحكام الأرقام **128.52** إلى **137.52** أو الأرقام **145.52** إلى **153.52** من لوائح الراديو، حسب الحالة.

2-A2 إجراءات التشغيل

يجب أن يكون النسق التقني لتتابع النداء مطابقاً للتوصية ITU-R M.493.

يكون الرد على نداء انتقائي رقمي يطلب إشعاراً بالاستلام بإرسال إشعار استلام مناسب باستعمال النداء الانتقائي الرقمي.

يمكن إرسال الإشعارات بالاستلام يدوياً أو أوتوماتياً. وعندما يمكن إرسال إشعار الاستلام أوتوماتياً، يجب أن يكون مطابقاً للتوصية ITU-R M.493.

يجب أن يكون النسق التقني لتتابع الإشعار بالاستلام مطابقاً للتوصية ITU-R M.493.

عند إجراء اتصال بين محطة ساحلية ومحطة سفينة، تقرر المحطة الساحلية في نهاية الأمر تردد العمل أو قناة العمل الواجب استعماله أو استعمالها.

يجب أن يتم تصريف الحركة والتحكم في التشغيل بالمهاتفة الراديوية وفقاً للتوصية ITU-R M.1171.

1.2-A2 محطة ساحلية توجه نداءً إلى محطة سفينة (انظر الملاحظة 1)

إذا كان يتعين توجيه نداء لمحطة سفينة، تختار المحطة الساحلية رمز الخدمة البحرية المتنقلة (MMSI)، ونطاق التردد وموقع المرسل، إن وُجدا.

الملاحظة 1 – للاطلاع على المزيد من التفاصيل المتعلقة بالإجراءات المنطبقة حصراً على الخدمات الأوتوماتية انظر التوصيتين ITU-R M.689 و ITU-R M.1082.

1.1.2-A2 تقوم المحطة الساحلية بتركيب النداء كما يلي:

- معين النسق،
- عنوان السفينة (هوية الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI))،
- فئة النداء،
- تعرف الهوية الذاتي (هوية الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI)) للمحطة الساحلية، والذي يُدرج أوتوماتياً،
- معلومة التحكم عن بُعد،
- المعلومات عن تردد العمل، عند الاقتضاء، في جزء التتابع الخاص بالرسالة،
- إشارة انتهاء التتابع "الإشعار بالاستلام RQ" (الرمز رقم 117) دائماً. أما إذا عرفت المحطة الساحلية أن محطة السفينة لا تستطيع الإجابة أو أن النداء موجه إلى مجموعة من السفن، ينبغي أن تكون إشارة انتهاء التتابع الإشارة 127. ولا تنطبق في هذه الحالة الإجراءات التالية (انظر الفقرة 2.2-A2) الذي يتعلق بالإشعار بالاستلام.

2.1.2-A2 تتحقق المحطة الساحلية من تتابع النداء.

يُرسل النداء مرةً واحدةً على قناة نداء مناسبة أو تردد واحد فقط. ولا يجوز إرسال نداء ما في آن واحد على أكثر من تردد واحد إلا في ظروف استثنائية.

3.1.2-A2 يختار مشغل المحطة الساحلية أنسب ترددات النداء لموقع السفينة.

1.3.1.2-A2 تبدأ المحطة الساحلية بإرسال التتابع على أحد الترددات المختارة. وينبغي أن يقتصر الإرسال على أي تردد معين بتتابعين للنداء لا أكثر، تفصل بينهما فترات قدرها 45 ثانية على الأقل لإفساح المجال أمام استقبال إشعار بالاستلام صادر عن السفينة.

2.3.1.2-A2 يمكن أن تُرسل، عند الاقتضاء، "محاولة نداء" تتضمن إرسال تتابع النداء نفسه على ترددات أخرى (مع تغيير المعلومة عن تردد العمل، إذا دعت الحاجة، لكي تقابل نفس نطاق تردد النداء)، ويتم هذا الإرسال، تباعاً على فترات لا تقل عن 5 دقائق باتباع نفس المخطط المبين في الفقرة 1.3.1.2-A2.

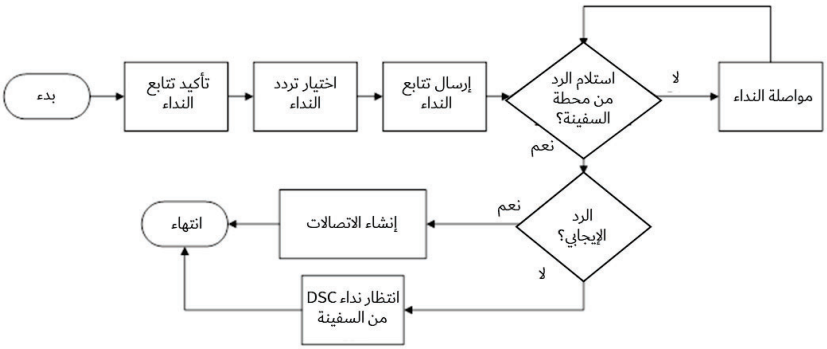
4.1.2-A2 ينبغي أن يتوقف إرسال تتابع النداء بعد وصول إشعار بالاستلام.

إذا كان الإشعار بالاستلام إيجابياً، يجب عندئذ أن تستعد المحطة الساحلية لإرسال الحركة على قناة العمل التي اقترحتها أو تردد العمل الذي اقترحته. إذا كان الإشعار بالاستلام سلبياً، ينبغي للمحطة الساحلية أن تنتظر النداء من محطة السفينة.

5.1.2-A2 عندما لا تجيب المحطة المطلوبة ينبغي ألا تكرر محاولة النداء عادةً قبل فترة 10 دقائق على الأقل. وينبغي عادةً ألا تتجاوز المدة الكلية التي تُشغل فيها الترددات بمحاولة النداء ذاتها مدة دقيقة واحدة.

الشكل A2-1

إجراء من أجل محطة ساحلية توجه نداءً إلى محطة سفينة



2.2-A2 تطبق في محطات السفن الإجراءات التالية:

1.2.2-A2 ينبغي لدى استلام تتابع نداء ما في محطة السفينة عرض الرسالة المستقبلة.

2.2.2-A2 عندما يتضمن تتابع النداء المستقبل إشارة انتهاء التتابع "الإشعار بالاستلام RQ" (الرمز رقم 117)، ينبغي تركيب وإرسال تتابع للإشعار بالاستلام.

وينبغي أن يكون معيّن النسق ومعلومات الفئة مماثلة لما يقابلها في تتابع النداء المستقبل.

3.2.2-A2 إذا لم تكن محطة السفينة مجهزةً للنداء DSC الأوتوماتي فعلى المشغل على متن السفينة أن يوجه إشعاراً بالاستلام إلى المحطة الساحلية بعد فترة 5 ثوانٍ على الأقل و½ 4 دقائق على الأكثر من استقبال تتابع النداء. بيد أن من الضروري للتتابع المرسل أن يتضمن إشارة انتهاء التتابع "الإشعار بالاستلام BQ" (الرمز رقم 122) بدلاً من إشارة "الإشعار بالاستلام RQ" (الرمز رقم 117).

وإذا تعذر إرسال هذا الإشعار بالاستلام في غضون 5 دقائق من استقبال تتابع النداء ينبغي بدلاً من ذلك أن ترسل محطة السفينة إلى المحطة الساحلية تتابعاً لنداء مستعملةً إجراءات النداء من السفينة إلى المحطة الساحلية المبينة بالتفصيل في الفقرة A2-2.2.

4.2.2-A2 إذا كانت السفينة مجهزةً للنداء DSC الأوتوماتي، ترسل محطة السفينة أوتوماتياً إشعاراً بالاستلام مع إشارة انتهاء التتابع "الإشعار بالاستلام BQ" (الرمز رقم 122). وينبغي أن يبدأ إرسال هذا الإشعار خلال فترة 30 ثانية على الموجات الديكامترية (HF) والهكتومترية (MF) أو في غضون 3 ثوانٍ على الموجات المترية (VHF) بعد استقبال تتابع النداء الكامل.

5.2.2-A2 إذا كانت السفينة قادرةً على الاستجابة للطلب فوراً ينبغي أن يتضمن تتابع الإشعار بالاستلام إشارةً للتحكم عن بُعد تطابق الإشارة المستقبَلة في تتابع النداء وتشير إلى أن السفينة قادرة على الاستجابة للطلب.

وإذا لم يُقترح أي تردد عمل في النداء، ينبغي أن تدرج محطة السفينة اقتراحاً لهذا الغرض في إشعارها باستلام النداء.

6.2.2-A2 إذا لم تكن السفينة قادرةً على الاستجابة فوراً للطلب ينبغي أن يتضمن تتابع الإشعار بالاستلام أول إشارة للتحكم عن بُعد "غير قادرة على الاستجابة" (الرمز رقم 104) مع إشارة ثانية للتحكم عن بُعد تتضمن معلومات إضافية (انظر التوصية ITU-R M.493).

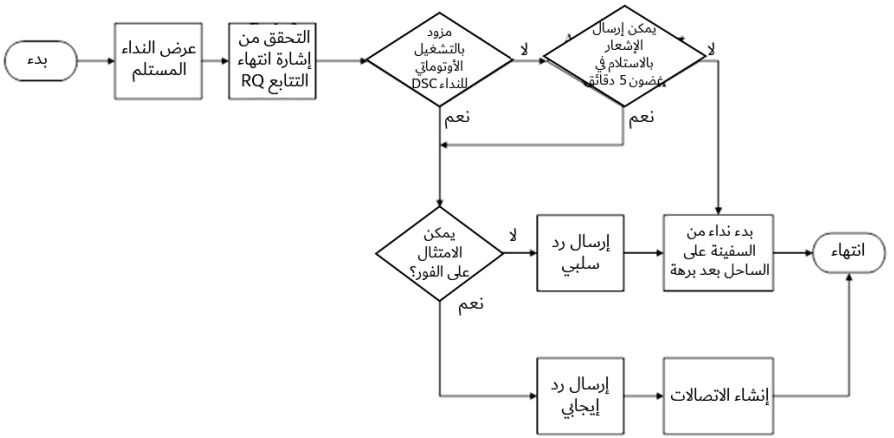
وعندما تصبح السفينة قادرةً في وقت لاحق على قبول الحركة المقدمة، تطلق محطة السفينة نداءً باتجاه المحطة الساحلية مستعملةً إجراءات النداء من السفينة إلى المحطة الساحلية، المبينة بالتفصيل في الفقرة A2-3.2.

7.2.2-A2 إذا تم الإشعار باستلام نداء يشير إلى أن السفينة قادرة على الاستجابة للطلب فوراً، وأنشئ الاتصال بين المحطة الساحلية ومحطة السفينة على قناة العمل المتفق عليها، تعتبر إجراءات النداء DSC مكتملةً.

8.2.2-A2 وإذا أرسلت محطة السفينة إشعاراً بالاستلام ولم تستقبل المحطة الساحلية هذا الإشعار، فعلى المحطة الأخيرة أن تكرر النداء (طبقاً للفقرة A2-5.1.2). وينبغي في هذه الحالة أن ترسل محطة السفينة إشعاراً جديداً بالاستلام.

الشكل A2-2

إجراء من أجل محطة سفينة تستقبل نداءً من محطة ساحلية



3.2-A2 محطة سفينة توجه نداءً إلى محطة ساحلية (انظر الملاحظة 1)

وينبغي أيضاً اتباع الإجراءات التالية سواءً لإرسال إجابة مؤجلة عن نداء استُقبل من المحطة الساحلية (انظر الفقرة A2-2.2.2) أو للبدء بإرسال الحركة انطلاقاً من محطة السفينة.

الملاحظة 1 – للاطلاع على المزيد من التفاصيل المتعلقة بالإجراءات المنطبقة فقط على الخدمات الأوتوماتية انظر التوصيتين ITU-R M.689 وITU-R M.1082.

1.3.2-A2 تقوم محطة السفينة بتركيب النداء على النحو التالي:

- معين النسق،
- عنوان المحطة الساحلية (الهوية MMSI)،
- فئة النداء (روتيني، بالتغيب)،
- تعرف الهوية الذاتي (الهوية MMSI) لمحطة السفينة، والمدرج أوتوماتياً،
- معلومة التحكم عن بُعد،
- عند الاقتضاء معلومات عن تردد العمل، أو معلومات عن الموقع (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية MF/HF فقط) في جزء التتابع الخاص بالرسالة،

- رقم الهاتف المطلوب (فقط في التوصيلات الأوتوماتية)،
- إشارة "انتهاء التتابع" عادةً "الإشعار بالاستلام RQ" (الرمز رقم 117).

2.3.2-A2 تتحقق محطة السفينة من تتابع النداء.

3.3.2-A2 تختار محطة السفينة تردد النداء الوحيد الأنسب، ويفضل أن يكون ذلك باستعمال قنوات النداء المخصصة للمحطة الساحلية على الصعيد الوطني، ولهذا الغرض ترسل السفينة تتابعَ نداءٍ وحيداً على التردد المختار.

4.3.2-A2 عندما لا تجيب المحطة الساحلية المطلوبة، ينبغي ألا يكرر عادةً تتابع النداء الصادر عن محطة السفينة قبل مرور فترة 5 دقائق على الأقل في حالة الاتصالات اليدوية أو فترة 5 ثوانٍ أو 35 ثانية في حالة الاتصالات الأوتوماتية على الموجات المترية (VHF) أو الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) على التوالي. ويمكن، عند الاقتضاء، أن يتم هذا التكرار على ترددات بديلة. بيد أن من الضروري ألا يتم أي تكرار لاحق باتجاه المحطة الساحلية نفسها قبل مرور فترة 15 دقيقة على الأقل.

5.3.2-A2 ينبغي أن ترسل المحطة الساحلية إشعاراً بالاستلام بعد فترة قدرها 5 ثوانٍ على الأقل ولكن لا تزيد على ½ 4 دقائق للاتصالات اليدوية، أو في أثناء فترة 3 ثوانٍ للاتصالات الأوتوماتية. ويتضمن التتابع معين النسق وعنوان السفينة (الهوية MMSI) وفئة النداء والتعريف الذاتي بهوية المحطة الساحلية، وكذلك:

- إذا كانت المحطة قادرةً على الاستجابة فوراً للطلب على تردد العمل المقترح، نفس معلومات التحكم عن بُعد ومعلومات التردد الواردة في طلب النداء؛
- إذا لم تقترح محطة السفينة أي تردد للعمل، ينبغي عندئذ أن يُدرج في تتابع الإشعار بالاستلام اقتراح بشأن القناة/التردد؛
- إذا كانت المحطة غير قادرة على الاستجابة فوراً للطلب على تردد العمل المقترح، ولكنها قادرة على الاستجابة فوراً على تردد آخر، نفس معلومات التحكم عن بُعد الواردة في طلب النداء، ولكن على تردد عمل بديل؛
- إذا كانت المحطة غير قادرة على الاستجابة فوراً لطلب إشارة التحكم عن بُعد الأولى "غير قادرة على الاستجابة" (الرمز رقم 104) مع إشارة ثانية للتحكم عن بُعد تتضمن معلومات إضافية. وقد تتضمن هذه الإشارة الثانية للتحكم عن بُعد معلومات بشأن صف الانتظار في حالة الاتصالات اليدوية فقط.

وينبغي أن تدرج كذلك إشارة انتهاء التتابع "الإشعار بالاستلام BQ" (الرمز رقم 122).

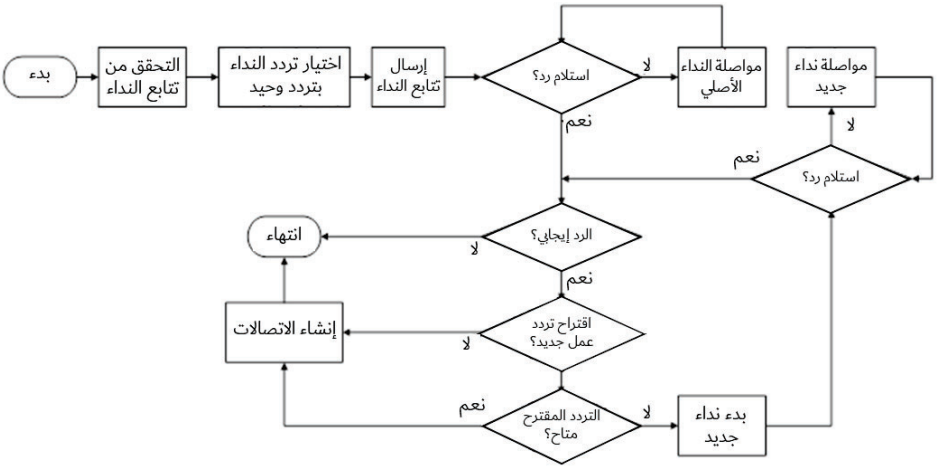
6.3.2-A2 إذا اقتُرح، للاتصالات اليدوية، تردد للعمل وفقاً للفقرة 5.3.2-A2 ولكنه غير مقبول لدى محطة السفينة، يتعين حينئذ على هذه المحطة أن ترسل فوراً نداءً جديداً تطلب فيه تردداً بديلاً.

7.3.2-A2 إذا تم وصول إشعار بالاستلام، لا ضرورة لمواصلة إرسال تتابع النداء. وتكتمل الإجراءات DSC فور وصول إشعار بالاستلام يشير إلى أن السفينة قادرة على الاستجابة للطلب، وينبغي أن تجري كل من المحطة الساحلية ومحطة السفينة اتصالاتهما على ترددات العمل المتفق عليها دون تبادل المزيد من نداءات DSC.

8.3.2-A2 إذا أرسلت المحطة الساحلية إشعاراً بالاستلام ولم تتلقاه محطة السفينة، ينبغي لهذه الأخيرة أن تكرر النداء طبقاً للفقرة 4.3.2-A2.

الشكل 3-A2

إجراء من أجل محطة سفينة توجه نداءً إلى محطة ساحلية



4.2-A2 محطة سفينة توجه نداءً إلى محطة سفينة

ينبغي أن تكون إجراءات النداء من سفينة إلى سفينة مشابهةً للإجراءات الواردة في الفقرة 3.2-A2، حيث تراعي محطة السفينة المستقبلة، حسبما يكون مناسباً، الإجراءات المقدمة من أجل المحطات الساحلية، ما عدا أنه، فيما يتعلق بالفقرة 1.3.2-A2، ينبغي للسفينة الطالبة أن تدرج دائماً معلومة تردد العمل في الرسالة التي هي جزء من تتابع النداء.

الملحق 3

إجراءات التشغيل الخاصة باتصالات السفن بواسطة النداء الانتقائي الرقمي على الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) والمترية (VHF)

مقدمة

يرد في الفقرات من 1-A3 إلى 5-A3 أدناه وصف إجراءات الاتصالات بالنداء DSC على الموجات الهكتومترية (MF) والموجات المترية (VHF).

وتكون إجراءات الاتصال بالنداء DSC على الموجات الديكامترية (HF) بصفة عامة هي نفس إجراءات الاتصال على الموجات الهكتومترية (MF) والموجات المترية (VHF). وتصف الفقرة 6-A3 أدناه الشروط الخاصة التي يتعين مراعاتها عند إجراء الاتصالات بالنداء DSC على الموجات الديكامترية (HF).

1-A3 الاستغاثة

1.1-A3 إرسال نداء الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

يتعين إرسال نداء استغاثة عندما يرى الربان أن السفينة أو شخصاً في حالة استغاثة وأن الأمر يستدعي تقديم مساعدة فورية.

كما يتعين أن يتضمن نداء الاستغاثة DSC قدر المستطاع آخر موقع معروف للسفينة وساعة تحديده (بالتوقيت العالمي المنسق (UTC)). وينبغي إدراج الموقع والوقت أوتوماتياً بواسطة التجهيزات الملاحية للسفينة أو إدراجهما يدوياً إذا لم تتوفر هذه المعلومات.

وترسَل محاولة نداء الاستغاثة DSC على النحو التالي:

- يولّف المرسل على قناة الاستغاثة بالنداء DSC (2187,5 kHz على الموجات الهكتومترية (MF) والقناة 70 على الموجات المترية (VHF))، إذا لم تقم محطة السفينة بذلك أوتوماتياً.
- إذا كان هناك متسع من الوقت، يتم إدخال المعلومات التالية أو انتقاؤها بواسطة التجهيزات DSC:
  - طبيعة الاستغاثة،
  - آخر موقع معروف للسفينة (خطا الطول والعرض) ما لم يقدم أوتوماتياً،
  - ساعة تحديد الموقع (بالتوقيت العالمي المنسق (UTC)) ما لم يقدم أوتوماتياً،
  - نمط اتصال الاستغاثة اللاحق (مهاتفة)،

ووفقاً لتعليمات مصنّع تجهيزات النداء DSC؛

- إرسال نداء الاستغاثة DSC؛
- إعداد حركة الاستغاثة اللاحقة وذلك بتوليف المرسل ومستقبل المهاتفة الراديوية على قناة حركة الاستغاثة في النطاق نفسه، أي 2 182 kHz على الموجات الهكتومترية (MF)، القناة 16 على الموجات المترية (VHF)، بانتظار الإشعار باستلام نداء الاستغاثة DSC.

2.1-A3 التدابير المتبعة عند استلام نداء استغاثة

يجب على السفن التي تستقبل نداء استغاثة DSC من سفينة أخرى ألا تُشعر عموماً باستلام نداء الاستغاثة عن طريق النداء الانتقائي الرقمي (DSC) لأن الإشعار باستلام نداء الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي يقتصر عادةً على المحطات الساحلية أو مركز تنسيق الإنقاذ (انظر الفقرة 4.3.3-A1 والفقرة 4.1.6-A3).

وإذا استمرت محطة سفينة في استقبال نداء استغاثة DSC على قناة بالموجات الهكتومترية (MF) أو المترية (VHF)، فينبغي لها ألاّ ترسل إشعاراً باستلام النداء DSC لإنهاء النداء إلا بعد التشاور مع مركز لتنسيق عمليات الإنقاذ (RCC) أو محطة ساحلية (CS) وعندما يُطلب منها القيام بذلك.

وينبغي أيضاً للسفن التي تستلم نداء الاستغاثة DSC من سفينة أخرى أن تؤجل الإشعار باستلام نداء الاستغاثة بالمهاتفة الراديوية لمهلة قصيرة إذا كانت السفينة في منطقة تغطيها محطة ساحلية أو أكثر، وذلك لإتاحة الوقت أمام المحطة الساحلية لكي ترسل إشعارها باستلام إنذار الاستغاثة DSC أولاً.

وينبغي للسفن التي تستلم نداء استغاثة DSC من سفينة أخرى القيام بما يلي:

- مراقبة استقبال إشعار باستلام نداء استغاثة عبر قناة الاستغاثة (2 187,5 kHz على الموجات الهكتومترية (MF) والقناة 70 على الموجات المترية (VHF))؛

– الإعداد لاستقبال اتصال الاستغاثة اللاحق وذلك بتوليف مستقبل المهاتفة الراديوية على تردد حركة الاستغاثة في النطاق نفسه الذي استُقبل فيه إنذار الاستغاثة DSC، أي 182 2 kHz على الموجات الهكتومترية (MF)، والقناة 16 على الموجات المترية (VHF)؛

– طبقاً لأحكام الرقم **23.32** من لوائح الراديو، الإشعار باستلام إنذار الاستغاثة بإرسال رسالة بالمهاتفة الراديوية على تردد حركة الاستغاثة في النطاق نفسه الذي استقبل فيه نداء الاستغاثة DSC، أي 182 2 kHz على الموجات الهكتومترية (MF)، والقناة 16 على الموجات المترية (VHF).

3.1-A3 حركة الاستغاثة

ينبغي للسفينة المستغيثة، عندما تستلم إشعاراً باستلام نداء الاستغاثة DSC، أن تبدأ حركة الاستغاثة بالمهاتفة الراديوية على تردد حركة الاستغاثة (182 2 kHz على الموجات الهكتومترية (MF) والقناة 16 على الموجات المترية (VHF)) طبقاً لأحكام الرقمين **13C.32** و**13D.32** من لوائح الراديو.

4.1-A3 إرسال نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

1.4.1-A3 إرسال نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي عند استقبال نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

لا يُسمح بأي حال من الأحوال لأي سفينة تستقبل نداء استغاثة DSC على قنوات الموجات المترية (VHF) أو الهكتومترية (MF) بإرسال نداء ترحيل استغاثة DSC إلى جميع السفن. وإذا لم تكن هناك مراقبة سمعية على القناة المعنية (182 2 kHz على الموجات الهكتومترية (MF) والقناة 16 على الموجات المترية (VHF))، ينبغي الاتصال بالمحطة الساحلية أو مركز تنسيق الإنقاذ عن طريق إرسال نداء ترحيل استغاثة DSC فردي.

ويُرسل نداء ترحيل الاستغاثة بالنداء DSC على النحو التالي:

– يُنتقى نسق نداء ترحيل الاستغاثة على تجهيزات النداء DSC؛

– يتم إدخال المعلومات التالية أو انتقاؤها بواسطة تجهيزات النداء DSC:

- عنوان (الهوية MMSI) المحطة الساحلية المناسبة أو مركز تنسيق الإنقاذ؛
- محتوى نداء الاستغاثة DSC المستلم من السفينة المستغيثة (يُدرج أوتوماتياً)، أي الهوية MMSI للسفينة المستغيثة، وطبيعة الاستغاثة، ومعلومات الموقع والتوقيت، ونوع الاتصالات اللاحقة؛

– إرسال نداء ترحيل الاستغاثة DSC؛

– التأهب لحركة استغاثة لاحقة بتوليف مرسل ومستقبل المهاتفة الراديوية على قناة حركة الاستغاثة في النطاق نفسه، أي على التردد 182 2 kHz على الموجات الهكتومترية (MF) والقناة 16 على الموجات المترية (VHF) بانتظار الإشعار باستلام نداء الاستغاثة DSC.

2.4.1-A3 إرسال نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي بالنيابة عن جهة أخرى

يتعين على أي سفينة تعلم أن سفينة أخرى في حالة استغاثة أن ترسل نداء ترحيل استغاثة DSC في الحالات التالية:

– عندما تكون السفينة المستغيثة نفسها غير قادرة على إرسال نداء الاستغاثة،

– عندما يرى ربان السفينة أن الأمر يتطلب مساعدةً إضافيةً.

وطبقاً لأحكام الرقم **19B.32** من لوائح الراديو، يفضل أن يوجه نداء ترحيل الاستغاثة DSC المرسل نيابةً عن طرف آخر إلى سفينة ساحلية فردية أو إلى مركز تنسيق الإنقاذ (RCC).

ويُرسل نداء ترحيل الاستغاثة على النحو التالي:

- يُنتقى نسق نداء ترحيل الاستغاثة على التجهيزات DSC،
- يتم إدخال المعلومات التالية أو انتقاؤها بواسطة التجهيزات DSC:
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للمحطة الساحلية المناسبة، أو في ظل ظروف خاصة، نداء لجميع السفن على الموجات المترية (VHF). نداء إلى المنطقة الجغرافية (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF))،
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للسفينة المستغيثة، إذا كانت معروفةً،
  - طبيعة الاستغاثة، إذا كانت معروفةً،
  - آخر موقع للسفينة المستغيثة، إذا كان معروفاً،
  - ساعة تحديد الموقع (بالتوقيت العالمي المنسق (UTC)) (إذا كان معروفاً)،
  - نمط اتصال الاستغاثة اللاحق (مهاتفة)؛
- إرسال نداء ترحيل الاستغاثة DSC؛
- التأهب لحركة استغاثة لاحقة بتوليف مرسل ومستقبل المهاتفة الراديوية على قناة حركة الاستغاثة في النطاق نفسه، أي على التردد 2 182 kHz على الموجات الهكتومترية (MF) والقناة 16 على الموجات المترية (VHF) بانتظار الإشعار باستلام نداء الاستغاثة DSC.

في حال عدم تنفيذ وظيفة نداء ترحيل الاستغاثة بواسطة النداء DSC، كحالة النداء DSC من الصنف D أو الصنف E، ينبغي إرسال نداء ترحيل إنذار الاستغاثة إلى المحطة الساحلية المناسبة أو مركز تنسيق الإنقاذ باستخدام المهاتفة الراديوية وفقاً لأحكام الرقم **19E.32** من لوائح الراديو عندما لا يتم استلام إشعار باستلام إنذار الاستغاثة بالنداء DSC من محطة ساحلية أو محطة سفينة أخرى خلال 5 دقائق.

5.1-A3 الإشعار باستلام نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي مستقبل من محطة ساحلية

بإمكان المحطات الساحلية أو مركز تنسيق الإنقاذ، إذا استدعى الأمر، بعد استلامها نداء الاستغاثة DSC والإشعار باستلامه، إعادة إرسال المعلومات المستقبلة كنداء ترحيل استغاثة DSC، موجه إلى كل السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط) أو إلى كل السفن في منطقة جغرافية معينة (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط) أو إلى سفينة معينة.

ويجب على السفن التي تستقبل نداء ترحيل استغاثة مرسلاً من محطة ساحلية ألا تستخدم النداء DSC للإشعار باستلام النداء بل يتعين أن تُشعر باستلامه بالمهاتفة الراديوية على قناة حركة الاستغاثة في النطاق نفسه الذي استُقبل فيه نداء الترحيل، أي 2 182 kHz على الموجات الهكتومترية (MF)، والقناة 16 على الموجات المترية (VHF).

ويتم الإشعار باستلام نداء ترحيل الاستغاثة بإرسال رسالة طبقاً للرقم **23.32** من لوائح الراديو بالمهاتفة الراديوية على تردد حركة الاستغاثة في النطاق نفسه الذي استُقبل فيه نداء ترحيل الاستغاثة DSC.

6.1-A3 الإشعار باستلام نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي مستقبَل من سفينة أخرى

يجب على السفن التي تستلم نداء ترحيل استغاثة من سفينة أخرى اتباع نفس إجراءات الإشعار باستلام نداء الاستغاثة، أي الإجراءات المبينة في الفقرة 2.1-A3 أعلاه.

7.1-A3 إلغاء نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي يرسَل سهواً

على المحطة التي ترسل نداء استغاثة DSC سهواً أن تلغي نداء الاستغاثة هذا باتباع الإجراءات التالية:

1.7.1-A3 المسارعة بإلغاء نداء الاستغاثة بإرسال رسالة إلغاء ذاتي DSC على جميع الترددات التي أُرسَل عليها هذا النداء بالسهو، إذا كانت محطة السفينة مجهزةً بذلك. ورسالة الإلغاء الذاتي DSC عبارة عن إشعار باستلام الاستغاثة يكون فيه معرف الهوية الذاتي ومعرف هوية الاستغاثة متماثلين كما هو معرف في التوصية ITU-R M.493.

2.7.1-A3 ويتم بعد ذلك إلغاء نداء الاستغاثة شفهياً بالمهاتفة عبر قناة حركة الاستغاثة المرتبطة بكل قناة DSC يُرسَل عليها "نداء الاستغاثة"، بإرسال رسالة طبقاً لأحكام الرقم **53E.32** من لوائح الراديو.

3.7.1-A3 الإنصات إلى قناة حركة الاستغاثة بالمهاتفة والمرتبطة بالقناة DSC التي أُرسَل إنذار الاستغاثة عليها، والاستجابة لأي اتصالات متعلقة بنداء الاستغاثة هذا حسبما يكون ملائماً.

2-A3 الاستعجال

1.2-A3 إرسال رسائل الاستعجال

يتم إرسال رسائل الاستعجال على ثلاث مراحل:

- الإعلان عن رسالة الاستعجال باستخدام النداء DSC؛
- إرسال نداء الاستعجال؛
- إرسال الرسالة باستخدام المهاتفة الراديوية.

يتم الإعلان بإرسال نداء استعجال DSC على قناة نداء الاستغاثة DSC (2 187,5 kHz على الموجات الهكتومترية (MF)، والقناة 70 على الموجات المترية (VHF)).

ترسَل رسالة ونداء الاستعجال على قناة حركة الاستغاثة (2 182 kHz على الموجات الهكتومترية (MF)، والقناة 16 على الموجات المترية (VHF)).

يمكن توجيه نداء استعجال DSC إلى جميع المحطات على الموجات المترية (VHF)، أو إلى منطقة جغرافية معينة على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF)، أو إلى محطة معينة. ويجب أن يتضمن نداء الاستعجال DSC التردد الذي ستُرسَل عليه رسالة الاستعجال.

لذا يتم إرسال رسالة الاستعجال على النحو التالي:

الإعلان:

- يُنتقى نسق النداء المناسب على التجهيزات DSC (جميع السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط) أو إلى منطقة جغرافية معينة (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط) أو نداء فردي)؛
- يتم إدخال المعلومات التالية أو انتقاؤها بواسطة التجهيزات DSC:
  - منطقة معينة أو الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للمحطة المعينة، عند الاقتضاء،
  - فئة النداء (استعجال)،
  - التردد أو القناة التي ترسَل رسالة الاستعجال عليها،
  - نمط الاتصال الذي سيتم بواسطته إرسال رسالة الاستعجال (المهاتفة الراديوية)، وفقاً لتعليمات مصنّع تجهيزات DSC؛
- إرسال إعلان الاستعجال DSC.

إرسال نداء ورسالة الاستعجال:

- يولّف المرسل على التردد أو على القناة المشار إلى أي منهما في إعلان الاستعجال DSC؛

– ترسَل رسالة وإعلان الاستعجال باستخدام المهاتفة الراديوية طبقاً لأحكام الرقم **12.33** من لوائح الراديو.

2.2-A3 استقبال رسالة استعجال

يجب على السفن التي تستقبل نداء استعجال بالنداء DSC يعلن عن رسالة استعجال موجهة إلى أكثر من سفينة **ألا** تُشعر باستلام النداء DSC، بل أن تولّف مستقبل المهاتفة الراديوية الخاص بها على التردد المشار إليه في النداء وأن تستمع إلى رسالة الاستعجال.

3-A3 السلامة

1.3-A3 إرسال رسائل السلامة

يتم إرسال رسائل السلامة على ثلاث مراحل:

– الإعلان عن رسالة السلامة باستخدام النداء DSC؛

– إرسال نداء السلامة؛

– إرسال الرسالة باستخدام المهاتفة الراديوية.

يتم الإعلان بإرسال نداء سلامة DSC على قناة نداء الاستغاثة DSC (2 187,5 kHz على الموجات الهكتومترية (MF)، القناة 70 على الموجات المترية (VHF)).

طبقاً لأحكام الرقم **32.33** من لوائح الراديو، يفضل أن ترسل رسائل السلامة على تردد عامل في نفس النطاق (النطاقات) المستعمل (المستعملة) لنداءات أو إعلانات السلامة.

يمكن توجيه نداء السلامة DSC إلى جميع السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط)، أو إلى السفن الموجودة في منطقة جغرافية معينة (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط)، أو إلى محطة معينة.

يتعين إدراج التردد الذي سترسل عليه رسالة السلامة في النداء DSC.

وعليه، ترسَل رسالة السلامة على النحو التالي:

الإعلان:

– يُنتقى نسق الاتصال المناسب على تجهيزات DSC (نداء موجه لجميع السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط) أو إلى منطقة جغرافية معينة (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط) أو نداء فردي)؛

– يتم إدخال المعلومات التالية أو انتقاؤها بواسطة التجهيزات DSC:

  – المنطقة المحددة أو الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للمحطة المعنية، عند الاقتضاء،

  – فئة النداء (سلامة)،

  – تردد أو قناة إرسال رسالة السلامة،

  – نمط اتصال رسالة السلامة (مهاتفة راديوية)، وفقاً لتعليمات مُصنّع التجهيزات DSC؛

– إرسال إعلان السلامة DSC.

إرسال إعلان ورسالة السلامة:

– يولّف المرسل على التردد أو القناة المشار إلى أي منهما في نداء السلامة DSC؛

– ترسَل رسالة وإعلان السلامة طبقاً لأحكام الرقم **35.33** من لوائح الراديو.

2.3-A3 استقبال رسالة السلامة

يجب على السفن التي تستقبل نداء سلامة DSC يعلن عن رسالة سلامة موجهة إلى أكثر من محطة، **ألا** تُشعر باستلام نداء السلامة DSC، بل أن تولّف مستقبل المهاتفة الراديوية على التردد المشار إليه في النداء وأن تستمع إلى رسالة السلامة.

4-A3 المراسلات العمومية

1.4-A3 قنوات النداء الانتقائي الرقمي للمراسلات العمومية

1.1.4-A3 الموجات المترية (VHF)

تُستعمل القناة 70 للنداء DSC على الموجات المترية (VHF) لأغراض النداء DSC للاستغاثة أو للسلامة بالإضافة إلى المراسلات العمومية للنداء DSC.

2.1.4-A3 الموجات الهكتومترية (MF)

تُستخدم للنداء الانتقائي الرقمي على الموجات الهكتومترية (MF) للمراسلات العمومية قنوات نداء DSC دولية ووطنية منفصلة عن قناة نداء الاستغاثة والسلامة DSC على التردد 2 187,5 kHz.

ينبغي للسفن التي تتصل بمحطة ساحلية بالنداء DSC على الموجات الهكتومترية (MF) للمراسلات العمومية أن تستخدم تفضيلاً قناة النداء DSC الوطنية للمحطة الساحلية.

يمكن لقناة النداء DSC الدولية المخصصة للمراسلات العمومية أن تُستعمل كقاعدة عامة بين السفن والمحطات الساحلية من جنسيات مختلفة. ويكون تردد إرسال السفن 2 189,5 kHz، أما تردد استقبالها فيكون 2 177 kHz.

يُستعمل التردد 2 177 kHz كذلك في النداء الانتقائي الرقمي بين السفن للاتصالات العامة.

2.4-A3 إرسال نداء بالنداء الانتقائي الرقمي مخصص للمراسلات العمومية إلى محطة ساحلية أو إلى سفينة أخرى

يُرسل نداء DSC مخصص للمراسلات العمومية إلى محطة ساحلية أو إلى سفينة أخرى على النحو التالي:

- يُنتقى نسق النداء لمحطة معينة على تجهيزات DSC؛
- يتم إدخال ما يلي أو انتقاؤه على تجهيزات DSC:
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للمحطة المطلوب مناداتها،
  - فئة النداء (روتيني)،
  - نمط الاتصال اللاحق (مهاتفة راديوية عادةً)،
  - قناة العمل المقترحة عند نداء سفينة أخرى. ويجب **ألا** يدرج اقتراح قناة عمل في النداءات الموجهة إلى محطة ساحلية، لأن المحطة الساحلية تشير في إشعارها بالاستلام DSC إلى إحدى قنوات العمل المناسبة،

  وفقاً لتعليمات مصنّع التجهيزات DSC؛
- يرسَل نداء DSC.

3.4-A3 تكرار النداء

يمكن تكرار نداء DSC للمراسلات العمومية على نفس القناة DSC أو على قناة DSC أخرى إذا لم يتم استقبال الإشعار بالاستلام في غضون 5 دقائق.

وينبغي تأخير محاولات النداءات التالية لمدة 15 دقيقة على الأقل، إذا لم يكن الإشعار بالاستلام قد استُقبِل بعد.

4.4-A3 الإشعار باستلام نداء والتحضير لاستقبال الحركة

عند استقبال نداء DSC من محطة ساحلية أو من سفينة أخرى، يرسَل الإشعار بالاستلام DSC على النحو التالي:

- يُنتقى نسق الإشعار بالاستلام على التجهيزات DSC؛
- يرسَل إشعار بالاستلام يشير إلى ما إذا كانت السفينة تستطيع الاتصال وفقاً لما اقتُرح في النداء (نمط الاتصال وتردد العمل)؛
- إذا كان الاتصال ممكناً وفقاً لما أشير إليه، يولّف كل من المرسل ومستقبل المهاتفة الراديوية على قناة العمل المشار إليها ويستعد لاستقبال الحركة.

5.4-A3 استقبال الإشعار بالاستلام والإجراءات الأخرى

عند استقبال إشعار بالاستلام يشير إلى أن المحطة المطلوبة تستطيع استقبال الحركة، يتم الاستعداد لإرسال الحركة كما يلي:

- يولّف المرسل والمستقبل على قناة العمل المشار إليها؛
- يبدأ الاتصال على قناة العمل كما يلي:
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) أو الرمز الدليلي للنداء أو أي تعرف هوية آخر للمحطة المطلوبة؛
  - "this is"؛
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) أو الرمز الدليلي للنداء أو أي تعرف هوية آخر للسفينة نفسها.

ويتعين عادةً على السفينة أن تتصل بعد ذلك بقليل إذا أشارت المحطة الساحلية في إشعارها بالاستلام إلى عدم استطاعتها استقبال الحركة فوراً.

وإذا استقبلت السفينة إشعاراً بالاستلام، استجابةً لنداء سفينة أخرى، يفيد بأن هذه السفينة الأخرى غير قادرة على استقبال الحركة فوراً، يتعين على السفينة المطلوبة عادةً إرسال نداء إلى السفينة الطالبة حينما تكون قادرةً على استقبال الحركة.

5-A3 اختبار التجهيزات المستعملة للاستغاثة والسلامة

يتعين أن يكون الاختبار على تردد النداء DSC المخصص حصراً للاستغاثة والسلامة (kHz 2 187,5) محدوداً بقدر المستطاع. وينبغي لنداءات الاختبار DSC التي ترسلها محطات السفن أن ترسَل باستخدام محدد نسق النداء DSC باعتباره "فردياً" والفئة باعتبارها "السلامة". وينبغي إجراء اختبار زر الاستغاثة نفسه دون أي إشعاع لموجات راديوية.

ينبغي أن ترسل محطة السفينة نداءات الاختبار وأن تُشعر المحطة المطلوبة باستلامها. وليس هنالك عادةً أي اتصال لاحق بين المحطتين المعنيتين.

يرسَل نداء اختبار على الموجات المترية (VHF) والموجات الهكتومترية (MF) إلى محطة معينة على النحو التالي:

- يتم إدخال أو اختيار نسق نداء الاختبار على النداء DSC؛
- يتم إدخال الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للمحطة الساحلية المطلوبة؛
- يرسَل النداء DSC الخاص بالاختبار؛
- يُنتظر الإشعار بالاستلام.

6-A3 الشروط والإجراءات الخاصة لاتصالات النداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF)

اعتبارات عامة

إجراءات الاتصالات DSC على الموجات الديكامترية (HF) هي نفس إجراءات الاتصالات DSC على الموجات الهكتومترية (MF)/الموجات المترية (VHF)، مع بعض الإضافات المبينة في الفقرات من 1.6-A3 إلى 3.6-A3 الواردة أدناه.

ويتعين إيلاء المراعاة الواجبة للشروط الخاصة الواردة في الفقرات من 1.6-A3 إلى 3.6-A3 عند إجراء اتصالات DSC على الموجات الديكامترية (HF).

1.6-A3 الاستغاثة

1.1.6-A3 إرسال نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي واختيار النطاقات HF

في المنطقتين البحريتين A3 وA4، يقصد بنداءات الاستغاثة DSC المرسلة على النطاق HF أن تستقبَل بواسطة محطات ساحلية وأن تستقبَل نداءات الاستغاثة المرسلة على النطاقين MF وVHF بواسطة السفن الأخرى الموجودة في الجوار.

وينبغي أن يتضمن نداء الاستغاثة DSC بقدر المستطاع آخر موقع معروف للسفينة وساعة تحديد الموقع (بالتوقيت العالمي المنسق (UTC)). وإذا لم تدرج الساعة والموقع أوتوماتياً بواسطة التجهيزات الملاحية للسفينة فيجب إدراجهما يدوياً.

وتتأثر خصائص انتشار الموجات الراديوية الديكامترية (HF) بالفصول، والساعة من اليوم وظروف البحر والطقس. وينبغي مراعاة كل هذه الظروف عند اختيار نطاقات الموجات الديكامترية (HF) لإرسال نداء استغاثة DSC. ولتعظيم احتمال نجاح استقبال المحطات الساحلية للإنذار، ينبغي إرسال إنذار الاستغاثة كمحاولة نداء بعدة ترددات (انظر الفقرة 2.3.1.3-A1).

يمكن كقاعدة عامة أن تكون قناة الاستغاثة DSC في النطاق البحري 8 MHz (8 414,5 kHz) الاختيار الأول المناسب في كثير من الأحوال.

يمكن إرسال نداء الاستغاثة DSC على عدد من نطاقات الموجات الديكامترية (HF) باتباع طريقتين مختلفتين:

أ) إما بإرسال نداء الاستغاثة DSC على أحد نطاقات الموجات الديكامترية (HF) ثم الانتظار بضع دقائق لاستقبال إشعار استلام من محطة ساحلية؛

وإذا لم يتم استلام أي إشعار خلال 3 دقائق، يكرَّر الإجراء بإرسال نداء الاستغاثة DSC على نطاق موجات ديكامترية (HF) مناسب آخر؛

ب) أو بإرسال نداء الاستغاثة DSC على عدد من نطاقات الموجات الديكامترية (HF) دون فاصل زمني أو بفواصل زمنية قصيرة جداً بين النداءات، ودون انتظار الإشعار بالاستلام بين النداءات.

يُوصى باتباع الإجراء أ) في جميع الحالات حينما يتيح الوقت ذلك؛ لأن ذلك يسهل اختيار نطاق الموجات الديكامترية (HF) المناسب لبدء الاتصال اللاحق مع المحطة الساحلية على قناة حركة الاستغاثة المقابلة.

إرسال نداء الاستغاثة DSC على النطاق HF:

- يولّف المرسل على قناة الاستغاثة المختارة DSC على الموجات الديكامترية (HF) (4 207,5، 6 312، 8 414,5، 12 577، 16 804,5 kHz)؛
- تُتّبع التعليمات لإدخال المعلومات المناسبة أو لانتقائها على التجهيزات DSC وفقاً للوصف الوارد في الفقرة 1.1-A3؛
- يرسَل نداء الاستغاثة DSC.

ويمكن في بعض الحالات الخاصة، في المناطق الاستوائية على سبيل المثال، أن يكون إرسال نداء الاستغاثة DSC على الموجات الديكامترية (HF) مفيداً لنداء من سفينة إلى سفينة بالإضافة إلى استعماله للنداء من السفينة إلى الشاطئ.

2.1.6-A3 الإعداد لحركة الاستغاثة اللاحقة

يتم الإعداد لحركة الاستغاثة اللاحقة، بعد إرسال نداء الاستغاثة DSC على قنوات الاستغاثة DSC المناسبة (الديكامترية (HF) و/أو الهكتومترية (MF) و/أو المترية (VHF))، بتوليف جهاز (أجهزة) الاتصال الراديوي (الموجات الديكامترية (HF) و/أو الهكتومترية (MF) و/أو المترية (VHF) حسب الحالة) على قناة (قنوات) حركة الاستغاثة المقابلة.

ينبغي استعمال تردد حركة استغاثة مقابل بمقدار 291 8 kHz عند إرسال محاولات نداء بعدة ترددات.

إذا كانت الطريقة ب) الموصوفة في الفقرة 1.1.6-A3 أعلاه قد استُعمِلَت لإرسال نداء الاستغاثة DSC على عدد من نطاقات الموجات الديكامترية (HF)، يتعين:

- أن يؤخذ في الاعتبار في أي نطاق (نطاقات) للموجات الديكامترية (HF) استُقبِل عليه (عليها) الإشعار بالاستلام من محطة ساحلية؛
- إذا كانت إشعارات الاستلام قد استُقبِلت على أكثر من نطاق للموجات الديكامترية (HF)، يبدأ إرسال حركة الاستغاثة على أحد هذه النطاقات أما إذا لم تُستقبَل أي إجابة من محطة ساحلية فينبغي عندئذٍ استعمال النطاقات الأخرى تباعاً.

وفيما يلي ترددات حركة الاستغاثة (انظر الجدول 15-1 من التذييل **15** للوائح الراديو):

الموجات الديكامترية (HF) (kHz):
المهاتفة 4 125 6 215 8 291 12 290 16 420

الموجات الهكتومترية (MF) (kHz):
المهاتفة 2 182

الموجات المترية (VHF): القناة 16 (MHz 156,800).

3.1.6-A3 حركة الاستغاثة

تُستخدَم الإجراءات الموصوفة في الفقرة 3.1-A3 حينما تتم حركة الاستغاثة على الموجات الهكتومترية (MF)/الديكامترية (HF) *بالمهاتفة الراديوية*.

4.1.6-A3 الإجراءات المتبعة عند استقبال نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF) من سفينة أخرى

يجب على السفن التي تستقبل نداء استغاثة DSC على الموجات الديكامترية (HF) من سفينة أخرى **ألا** تُشعر باستلام النداء، بل ينبغي أن تقوم بما يلي:

- الانتظار لاستقبال إشعار باستلام استغاثة DSC من محطة ساحلية؛
- القيام بما يلي أثناء انتظار استقبال إشعار باستلام استغاثة DSC من محطة ساحلية:

الاستعداد لاستقبال اتصال الاستغاثة اللاحق وذلك بتوليف جهاز الاتصال الراديوي (المرسل والمستقبل) على الموجات الديكامترية (HF) على قناة حركة الاستغاثة المعنية في نفس نطاق الموجات الديكامترية (HF) الذي استُقبِلت عليه نداء الاستغاثة DSC، مع مراعاة الشروط التالية:

- توليف جهاز الاتصال الراديوي بالموجات الديكامترية (HF) على قناة حركة الاستغاثة بالمهاتفة الراديوية في نطاق الموجات الديكامترية (HF) المعنية إذا كان قد أُشير إلى أسلوب المهاتفة الراديوية في الإنذار DSC؛

- أما إذا كان قد أُشير إلى أسلوب التلكس في الإنذار DSC، فينبغي توليف جهاز الاتصال الراديوي بالموجات الديكامترية (HF) على قناة حركة الاستغاثة بالتلكس الراديوي في نطاق الموجات الديكامترية (HF) المعني. وعلى السفن التي يكون باستطاعتها ذلك أن تقوم أيضاً بمراقبة قناة الاستغاثة بالمهاتفة الراديوية المقابلة؛
- وإذا استُقبِل نداء الاستغاثة DSC على أكثر من نطاق بالموجات الديكامترية (HF)، ينبغي توليف جهاز الاتصال الراديوي على قناة حركة الاستغاثة المناسبة في نطاق الموجات الديكامترية (HF) الأفضل في ظروف هذه الحالة. وإذا أمكن استقبال نداء الاستغاثة DSC على نطاق 8 MHz، فإن هذا النطاق قد يكون في كثير من الحالات الاختيار الأول المناسب؛
- وإذا لم تُستقبَل أي حركة استغاثة على قناة الموجات الديكامترية (HF) خلال فترة تتراوح بين دقيقة واحدة إلى دقيقتين، يولَّف جهاز الاتصال الراديوي بالموجات الديكامترية (HF) على قناة حركة الاستغاثة المناسبة في نطاق موجات ديكامترية (HF) آخر يُرتأى أنه مناسب في هذه الحالة؛
- وإذا لم يصل أي إشعار باستلام الاستغاثة DSC من محطة ساحلية في غضون 5 دقائق، ولم يُلاحَظ أي اتصال استغاثة يجري بين أي محطة ساحلية والسفينة المستغيثة، يتعين القيام بما يلي:
  - يُبلَّغ مركز تنسيق عمليات الإنقاذ بواسطة وسائل الاتصالات الراديوية المناسبة؛
  - ويرسَل نداء ترحيل استغاثة DSC إذا طلب المركز RCC أو أي محطة ساحلية القيام بذلك.

5.1.6-A3 إرسال نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

إذا رُئي أن من المناسب إرسال نداء ترحيل استغاثة DSC، فيتعين القيام بما يلي:

- ينبغي استهلال نداءات ترحيل الاستغاثة DSC يدوياً على الموجات الديكامترية (HF)؛
- تُتبَع الإجراءات الموصوفة في الفقرة 1.1.6-A3 أعلاه (سوى أن النداء يُرسَل يدوياً كنداء وحيد على تردد وحيد) ويفضل أن توجه إلى محطة ساحلية فردية أو إلى مركز تنسيق الاستغاثة؛
- تُتبَع تعليمات إدخال أو انتقاء نسق النداء والمعلومات ذات الصلة باستعمال تجهيزات النداء DSC حسبما جاء في الفقرة 4.1-A3؛
- يرسَل نداء ترحيل الاستغاثة DSC.

6.1.6-A3 الإشعار باستلام نداء ترحيل الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF) المستقبَل من محطة ساحلية

ينبغي للسفن التي تستقبل نداء ترحيل استغاثة DSC من محطة ساحلية على الموجات الديكامترية (HF)، موجهاً إلى جميع السفن في منطقة معينة، **ألا** تُشعر باستلام نداء ترحيل الاستغاثة DSC، بل *بالمهاتفة الراديوية* على قناة حركة الاستغاثة بالمهاتفة في ذات النطاق (النطاقات) التي يستقبَل فيها نداء ترحيل الاستغاثة DSC.

2.6-A3 الاستعجال

ينبغي عادةً إرسال رسائل الاستعجال على الموجات الديكامترية (HF) كالتالي:

- إما إلى كل السفن في منطقة جغرافية معينة،
- أو إلى محطة ساحلية معينة.

ويعلَن عن رسالة الاستعجال بإرسال نداء DSC من فئة استعجال على قناة الاستغاثة DSC المناسبة.

ويتم إرسال رسالة الاستعجال بالذات على الموجات الديكامترية (HF) بالمهاتفة الراديوية على قناة حركة الاستغاثة المناسبة في النطاق نفسه الذي أُرسِل فيه إعلان DSC.

1.2.6-A3 إرسال إعلان عن رسالة استعجال بالنداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF)

- يتم اختيار نطاق الموجات الديكامترية (HF) الذي يُرى أنه الأنسب، ويُراعى أن خصائص انتشار الموجات الراديوية الديكامترية (HF) تتأثر بالفصول والساعة من اليوم وظروف البحر والطقس؛ ويمكن أن يكون النطاق 8 MHz في كثير من الحالات هو الاختيار الأول المناسب؛
- يتم إدخال نسق النداء أو انتقاؤه إما للنداء في منطقة جغرافية معينة أو للنداء الفردي على تجهيزات DSC حسب الاقتضاء؛
- يتم إدخال أو انتقاء المعلومات المناسبة بلوحة المفاتيح على تجهيزات DSC وفقاً للوصف الوارد في الفقرة 1.2-A3؛
- يرسَل النداء DSC؛
- إذا كان النداء DSC موجهاً إلى محطة ساحلية معينة، يُنتظَر إشعار من المحطة الساحلية باستلام النداء DSC. وإذا لم يُستلَم الإشعار خلال بضع دقائق، يُكرَّر النداء DSC على تردد موجات ديكامترية (HF) آخر يُعتبر مناسباً.

2.2.6-A3 إرسال رسالة الاستعجال والإجراءات اللاحقة

- يولَّف مرسل الموجات الديكامترية (HF) على قناة حركة الاستغاثة (مهاتفة راديوية) المشار إليها في الإعلان DSC؛
- إذا كانت رسالة الاستعجال سترسَل *بالمهاتفة الراديوية* يُتبَع الإجراء الموصوف في الفقرة 1.2-A3.

يمكن تكرار إعلان وإرسال رسائل الاستعجال الموجهة إلى جميع السفن المجهزة بتجهيزات عاملة بالموجات الديكامترية (HF) ضمن منطقة معينة على عدد من نطاقات الموجات الديكامترية (HF) وفقاً لما يُعتبر مناسباً للحالة الراهنة.

3.6-A3 السلامة

1.3.6-A3 إرسال رسائل الإعلان والسلامة بالنداء الانتقائي الرقمي على الموجات HF

تكون إجراءات إرسال إعلان السلامة DSC وإرسال رسالة السلامة نفس إجراءات رسائل الطوارئ الموصوفة في الفقرة 2.6-A3، *باستثناء* ما يلي:

- في الإعلان DSC تُستخدَم الفئة SAFETY،
- في رسالة السلامة تُستخدَم إشارة السلامة "SECURITE" بدلاً من إشارة الطوارئ "PAN PAN".

2.3.6-A3 استقبال رسائل السلامة

عند استقبال إعلان السلامة DSC بشأن معلومات سلامة بحرية غير مجدولة على الموجات HF موجه إلى منطقة جغرافية على أحد ترددات نداءات الاستغاثة والسلامة، يجب توليف جهاز استقبال المعلومات HF MSI على التردد المحدَّد في الإعلان DSC.

ويُستلَم إعلان السلامة DSC على النحو التالي:

- محدد النسق (المنطقة الجغرافية)،
- العنوان (المنطقة الجغرافية)،
- التردد أو القناة التي سيتم إرسال المعلومات HF MSI عليها،
- فئة المكالمة (السلامة)،
- نمط الاتصالات التي سيتم من خلالها إرسال المعلومات HF MSI (التصحيح الأمامي للأخطاء – FEC).

الملحق 4

إجراءات التشغيل الخاصة بالمحطات الساحلية لاتصالات النداء الانتقائي الرقمي على الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) والمترية (VHF)

مقدمة

تصف الفقرات من 1-A4 إلى 5-4A أدناه إجراءات الاتصالات DSC على الموجات الهكتومترية (MF) والمترية (VHF).

أما إجراءات الاتصالات DSC على الموجات الديكامترية (HF) فهي بصفة عامة نفس إجراءات الموجات الهكتومترية (MF) والمترية (VHF). وتصف الفقرة 6-A4 أدناه بعض الشروط الخاصة التي يتعين مراعاتها عند إجراء اتصالات DSC على الموجات الديكامترية (HF).

1-A4 الاستغاثة (انظر الملاحظة 1)

1.1-A4 استقبال نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

يشير إرسال نداء استغاثة إلى أن وحدةً متنقلةً (سفينة أو طائرة أو مركبة أخرى) أو شخصاً في حالة استغاثة وبحاجة إلى مساعدة فورية. ونداء الاستغاثة نداء انتقائي رقمي يستخدم نسق نداء استغاثة.

يجب على المحطات الساحلية التي تستلم نداء استغاثة أن تكفل تسييره بأسرع ما يمكن إلى أحد مراكز تنسيق عمليات الإنقاذ (RCC). ويجب أن تُشعر المحطة الساحلية المعنية باستلام نداء الاستغاثة بأسرع ما يمكن.

الملاحظة 1 – تفترض هذه الإجراءات أن المركز RCC يقع بعيداً عن المحطة الساحلية DSC، وحينما لا يكون الأمر كذلك، ينبغي إدخال التعديلات الملائمة محلياً.

2.1-A4 الإشعار باستلام نداء استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

ترسل المحطة الساحلية إشعار الاستلام الخاص بنداء الاستغاثة على نفس التردد DSC الذي استُقبِل عليه إنذار الاستغاثة.

يُرسَل الإشعار باستلام نداء الاستغاثة DSC على النحو التالي:

- يتم إدخال أو انتقاء على التجهيزات DSC:
  - الإشعار باستلام نداء الاستغاثة؛
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للسفينة المستغيثة (ستُدرج أوتوماتياً، في حال توفرها)؛
  - طبيعة الاستغاثة (ستُدرج أوتوماتياً، في حال توفرها)؛
  - إحداثيات الاستغاثة (ستُدرج أوتوماتياً، في حال توفرها)؛
  - ساعة تحديد الموقع (بالتوقيت العالمي المنسق (UTC)) (ستُدرج أوتوماتياً، في حال توفرها)؛
- يرسَل الإشعار بالاستلام؛
- الاستعداد لمناولة حركة الاستغاثة اللاحقة بمراقبة المهاتفة الراديوية، وتكون ترددات المهاتفة الراديوية هي الترددات المرتبطة بالتردد الذي استُقبِل عليه نداء الاستغاثة (على الموجات الهكتومترية (MF) 2 182 kHz، أو على الموجات المترية (VHF) 156,8 MHz/القناة 16).

3.1-A4 إرسال نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي

تقوم المحطات الساحلية باستهلال نداء ترحيل الاستغاثة وإرساله في أي من الحالات التالية:

- عندما تكون المحطة الساحلية قد أُخطِرت باستغاثة الوحدة المتنقلة بوسائل أخرى ويَطلب مركز تنسيق عمليات الإنقاذ (RCC) إذاعة الإنذار إلى السفن؛
- عندما يرى الشخص المسؤول عن المحطة الساحلية أن من الضروري تقديم مساعدة إضافية (يوصى في هذه الحالات بتعاون وثيق مع المركز RCC المناسب).

ترسل المحطة الساحلية في الحالتين المذكورتين أعلاه نداء ترحيل استغاثة من الشاطئ إلى السفينة يوجه، حسب الاقتضاء، إلى جميع السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط) أو إلى السفن الموجودة في منطقة جغرافية (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط) أو إلى سفينة معينة.

يتضمن نداء ترحيل الاستغاثة تعرف هوية الوحدة المتنقلة المستغيثة وموقعها وأي معلومات أخرى قد تيسر عملية الإنقاذ.

يرسَل نداء ترحيل الاستغاثة على النحو التالي:

- يُدخَل ما يرد أدناه أو يُنتقى على التجهيزات DSC:
  - نداء ترحيل الاستغاثة،
  - معيّن النسق (جميع السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط)، أو السفن في منطقة جغرافية (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط)، أو محطة فردية)،
  - عنوان السفينة (الهوية MMSI) أو المنطقة الجغرافية، حسب الاقتضاء،
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للسفينة المستغيثة إذا كانت معروفةً،
  - طبيعة الاستغاثة، إذا كانت معروفةً،
  - إحداثيات الاستغاثة، إذا كانت معروفةً،
  - ساعة تحديد الموقع (بالتوقيت العالمي المنسق (UTC)) إذا كانت معروفةً؛
- يرسَل نداء ترحيل الاستغاثة؛
- الاستعداد لاستقبال إشعارات بالاستلام من محطات السفن ولمناولة حركة الاستغاثة اللاحقة بالتحول إلى قناة حركة الاستغاثة للمهاتفة الراديوية في النطاق نفسه، أي 2 182 kHz على الموجات الهكتومترية (MF)، 156,8 MHz/القناة 16 على الموجات المترية (VHF).

4.1-A4 استقبال نداء ترحيل استغاثة

يجب على المحطات الساحلية عند استلامها نداء ترحيل استغاثة من محطة سفينة أن تكفل تسيير النداء بأسرع ما يمكن إلى أحد مراكز تنسيق عمليات الإنقاذ (RCC). ويتعين أن تُشعر المحطة الساحلية المناسبة باستلام نداء ترحيل الاستغاثة بأسرع وقت ممكن بإرسال إشعار باستلام نداء ترحيل الاستغاثة DSC إلى محطة السفينة. وإذا تلقت إحدى المحطات الساحلية نداء ترحيل الاستغاثة، لا يتعين على المحطات الأخرى عادةً القيام بأي إجراء آخر.

2-A4 الاستعجال

1.2-A4 إرسال إعلان بالنداء الانتقائي الرقمي

يتم الإعلان عن رسالة الاستعجال على تردد أو أكثر من ترددات اتصالات الاستغاثة والسلامة باستعمال النداء DSC ونسق نداء الاستعجال.

يمكن توجيه نداء الاستعجال DSC إلى جميع السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط)، أو إلى منطقة جغرافية (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط)، أو إلى سفينة معينة. ويُذكر في نداء الاستعجال DSC التردد الذي ستُرسَل عليه رسالة الاستعجال بعد الإعلان.

يرسَل نداء الاستعجال DSC على النحو التالي:

– يُدخل ما يرد أدناه أو يُنتقى على التجهيزات DSC:

– معيّن النسق (نداء إلى جميع السفن (على الموجات المترية (VHF))، أو إلى منطقة جغرافية (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط)، أو إلى محطة معينة)،

– عنوان السفينة (الهوية MMSI)، أو المنطقة الجغرافية، عند الاقتضاء،

– فئة النداء (استعجال)،

– التردد أو القناة التي تُرسَل عليها رسالة الاستعجال،

– نمط الاتصال الذي ستُرسَل فيه رسالة الاستعجال (مهاتفة راديوية)؛

– يُرسَل نداء الاستعجال DSC.

تُرسَل رسالة الاستعجال بعد إعلان DSC على التردد المشار إليه في النداء DSC.

3-A4 السلامة

1.3-A4 إرسال إعلان بالنداء الانتقائي الرقمي

يتم إعلان رسالة السلامة على تردد أو أكثر من ترددات اتصالات الاستغاثة والسلامة باستعمال النداء DSC ونسق نداء السلامة.

يمكن توجيه نداء السلامة DSC إلى جميع السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط)، أو إلى منطقة جغرافية (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط)، أو إلى سفينة معينة. وينبغي أن يتضمن نداء السلامة DSC التردد الذي ستُرسَل عليه رسالة السلامة بعد الإعلان.

يُرسَل نداء السلامة DSC على النحو التالي:

– يُدخل ما يلي أو يُنتقى على التجهيزات DSC:

– معيّن النسق (نداء إلى جميع السفن (على الموجات المترية (VHF) فقط)، أو إلى منطقة جغرافية (على الموجات الهكتومترية/الديكامترية (MF/HF) فقط)، أو إلى محطة معينة)،

– عنوان السفينة (الهوية MMSI) أو المنطقة الجغرافية، عند الاقتضاء،

– فئة النداء (سلامة)،

– التردد أو القناة التي تُرسَل عليها رسالة السلامة،

– نمط الاتصال الذي ستُرسَل فيه رسالة السلامة (المهاتفة الراديوية)؛

– يُرسَل نداء السلامة DSC.

تُرسَل رسالة السلامة بعد الإعلان DSC على التردد المشار إليه في النداء DSC.

4-A4 المراسلات العمومية

1.4-A4 ترددات/قنوات النداء الانتقائي الرقمي للمراسلات العمومية

1.1.4-A4 الموجات المترية (VHF)

يُستعمَل التردد 156,525 MHz/القناة 70 للنداء DSC لأغراض الاستغاثة والسلامة. ويمكن استعماله أيضاً لأغراض اتصالات أخرى غير الاستغاثة والسلامة، كالمراسلات العمومية.

2.1.4-A4 الموجات الهكتومترية (MF)

تُستعمَل ترددات وطنية ودولية بالنداء DSC للمراسلات العمومية تختلف عن الترددات المستعملة لأغراض الاستغاثة والسلامة.

ينبغي أن تستعمل المحطات الساحلية، عند نداء محطات السفن بأسلوب DSC، القنوات التالية بالترتيب التفضيلي:

- قناة DSC وطنية تداوم المحطة الساحلية المراقبة عليها؛
- قناة النداء DSC الدولية عندما ترسل المحطة الساحلية على التردد 2 177 kHz وتستقبل على التردد 2 189,5 kHz. وبغية خفض التداخل على هذه القناة، يمكن كقاعدة عامة أن تستعمل المحطات الساحلية هذه القناة للاتصال بالسفن من جنسيات أخرى أو في الحالات التي لا يُعرَف فيها على أي ترددات DSC تداوم محطة السفينة المراقبة.

2.4-A4 إرسال نداء بالنداء الانتقائي الرقمي من محطة ساحلية إلى سفينة

يُرسَل النداء DSC على النحو التالي:

- يُدخَل ما يلي أو يُنتقى على التجهيزات DSC:
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) للسفينة المطلوبة،
  - فئة النداء الروتيني،
  - نمط الاتصال اللاحق (مهاتفة راديوية)،
  - معلومات عن تردد العمل.
- يرسَل النداء DSC.

3.4-A4 تكرار النداء

يمكن أن ترسل المحطات الساحلية النداء مرتين على نفس تردد النداء بفاصل زمني قدره 45 ثانية على الأقل بين النداءين، طالما لم تستلم أي إشعار بالاستلام خلال هذا الفاصل.

إذا لم تُشعر المحطة المطلوبة باستلام النداء بعد الإرسال الثاني، يمكن إعادة إرسال النداء على نفس التردد أو تردد نداء آخر بعد مدة 10 دقائق عل الأقل.

4.4-A4 التحضير لتبادل الحركة

عند استقبال الإشعار بالاستلام DSC الذي يفيد بأن محطة السفينة المطلوبة يمكنها استعمال تردد العمل المقترح، تتحول المحطة الساحلية إلى تردد أو قناة العمل وتستعد لاستلام الحركة.

5.4-A4 الإشعار باستلام نداء بالنداء الانتقائي الرقمي مستقبَل

ترسَل عادةً الإشعارات بالاستلام على التردد المزاوج لتردد النداء المستلم. إذا استُلِم نفس النداء على عدة قنوات نداء، تُنتقى أنسب قناة لإرسال الإشعار بالاستلام.

يرسَل الإشعار باستلام نداء DSC على النحو التالي:

- يُدخَل ما يلي أو يُنتقى على التجهيزات DSC:
  - معيّن النسق (محطة فردية)؛
  - الهوية MMSI (المكونة من 9 أرقام) لمحطة السفينة الطالبة؛
  - فئة النداء الروتيني؛
  - نفس معلومات التردد الواردة في النداء المستلم، إذا كان بالمستطاع الاستجابة فوراً على تردد العمل الذي اقترحته محطة السفينة؛
  - إذا لم تقترح محطة السفينة الطالبة أي تردد عمل، فيجب اقتراح تردد/قناة في الإشعار بالاستلام؛
  - تردد العمل البديل عند عدم التمكن من الرد على تردد العمل المقترح بينما تتيسر الاستجابة فوراً على تردد بديل؛
  - المعلومات المناسبة بهذا الشأن، إذا لم يكن في المستطاع الاستجابة فوراً؛
- يرسَل الإشعار بالاستلام بعد مهلة قدرها 5 ثوانٍ على الأقل، على ألا تتجاوز 4½ دقائق.

تتحول المحطة الساحلية بعد إرسال الإشعار بالاستلام إلى تردد العمل أو قناة العمل وتستعد لاستلام الحركة.

5-A4 نداءات الاختبار باستخدام النداء الانتقائي الرقمي

تُجرى نداءات الاختبار بالنداء DSC على ترددات الموجات المترية (VHF) والهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) وفقاً للتوصية ITU-R M.493. وينبغي لنداءات الاختبار DSC التي ترسلها محطات ساحلية إلى محطات السفن أن ترسَل باستخدام محدد نسق النداء DSC باعتباره "فردياً" والفئة باعتبارها "السلامة". وينبغي لمحطة السفينة الموجه إليها النداء أن ترسل الإشعار باستلام نداءات الاختبار المرسَلة من المحطة الساحلية. وعادةً لا تكون هناك اتصالات أخرى بين المحطتين المعنيتين.

الإشعار باستلام نداء الاختبار بالنداء الانتقائي الرقمي من سفينة

ينبغي أن تُشعر المحطة الساحلية باستلام نداءات الاختبار المرسلة من محطات السفن.

6-A4 الشروط والإجراءات الخاصة للاتصال بالنداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF)

اعتبارات عامة

إجراءات الاتصال DSC على الموجات الديكامترية (HF) هي نفس الإجراءات المقابلة للاتصال DSC على الموجات الهكتومترية (MF)/المترية (VHF) مع بعض الإضافات المبينة في الفقرات من 1.6-A4 إلى 3.6-A4 الواردة أدناه.

ويتعين إيلاء المراعاة الواجبة للشروط الخاصة الواردة في الفقرات من 1.6-A4 إلى 3.6-A4 عند إجراء اتصالات DSC على الموجات الديكامترية (HF).

1.6-A4 الاستغاثة

1.1.6-A4 استقبال نداء الاستغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF) والإشعار باستلامه

يمكن للسفن المستغيثة في بعض الحالات إرسال نداء الاستغاثة DSC على عدد من نطاقات الموجات الديكامترية (HF) بفواصل زمنية قصيرة فقط بين النداءات الفردية.

ترسل المحطة الساحلية الإشعار بالاستلام DSC على كل قنوات الاستغاثة DSC بالموجات الديكامترية (HF) التي استُلِم النداء DSC عليها من أجل التأكد قدر الإمكان من أن السفينة المستغيثة وكل السفن التي تلقت النداء DSC قد استلمت هذا الإشعار بالاستلام.

2.1.6-A4 حركة الاستغاثة

ينبغي كقاعدة عامة أن تُنشَأ حركة الاستغاثة على قناة حركة الاستغاثة المناسبة (المهاتفة الراديوية) في النطاق نفسه الذي استُلِم فيه النداء DSC.

3.1.6-A4 إرسال نداء ترحيل استغاثة بالنداء الانتقائي الرقمي على الموجات الديكامترية (HF)

ينبغي أخذ خصائص انتشار الموجات الديكامترية (HF) في الاعتبار عند اختيار نطاق (نطاقات) الموجات الديكامترية (HF) لإرسال نداء ترحيل الاستغاثة DSC.

ويتعين على السفن الخاضعة لاتفاقية المنظمة البحرية الدولية (IMO) والمجهزة بتجهيزات النداء DSC على الموجات الديكامترية (HF) لأغراض الاستغاثة والسلامة، أن تداوم المراقبة الأوتوماتية DSC على قناة الاستغاثة والسلامة DSC في النطاق 8 MHz وعلى قناة أخرى واحدة على الأقل من قنوات الاستغاثة DSC على الموجات الديكامترية (HF).

ينبغي إرسال نداء ترحيل الاستغاثة DSC على الموجات الديكامترية (HF) في نطاق واحد من هذه الموجات في أي وقت، ويُنشَأ الاتصال اللاحق مع السفن المستجيبة قبل تكرار نداء ترحيل الاستغاثة DSC في نطاق آخر من نطاقات الموجات الديكامترية (HF)، وذلك تجنباً للبس الذي قد ينشأ على متن السفن بشأن النطاق الذي يتعين أن يُقام عليه الاتصال وحركة الاستغاثة لاحقاً.

2.6-A4 السلامة

1.2.6-A4 إرسال إعلانات ورسائل السلامة على الموجات HF

يجب أن يتم الإعلان عن المعلومات HF MSI غير المجدولة على جميع ترددات نداءات الاستغاثة والسلامة على الموجات MF/HF (الفقرة A7-1) باستخدام النداء DSC ونسق نداء السلامة. ويجب توجيه نداء السلامة DSC إلى منطقة جغرافية. ويجب أن يُدرج التردد الذي سيتم إرسال المعلومات HF MSI عليه بعد الإعلان في نداء السلامة DSC.

وبعد إعلان النداء DSC، يجب إرسال رسالة معلومات HF MSI على التردد المشار إليه في النداء DSC.

ويُرسَل الإعلان DSC للمعلومات HF MSI غير المجدولة على النحو التالي:

- معين النسق (المنطقة الجغرافية)،
- العنوان (المنطقة الجغرافية)،
- فئة النداء (السلامة)،
- التردد أو القناة التي سيتم إرسال المعلومات HF MSI عليها،
- نوع الاتصالات التي سيتم من خلالها إرسال المعلومات HF MSI.

ملاحظة – بالنسبة للإعلانات على جميع ترددات نداءات الاستغاثة والسلامة بالنداء DSC على الموجات MF/HF، ينبغي أن يكون التردد في الرسالة 2 هو نفس تردد MSI-HF للطباعة المباشرة ضيقة النطاق (NBDP) الوارد في التذييل **15** من لوائح الراديو والذي يُعتقد أنه مناسب لنشر معلومات HF NBDP MSI غير مجدولة.

الملحق 5

إجراءات تشغيل محطات السفن والمحطات الساحلية في نظام التوصيل الأوتوماتي باستخدام اتصالات النداء الانتقائي الرقمي على الموجات MF وHF

مقدمة

يعني نظام التوصيل الأوتوماتي (ACS) وظيفة توصيل أوتوماتي باستخدام النداء DSC للاتصالات من الساحل إلى السفينة أو من السفينة إلى الساحل أو من سفينة إلى سفينة بتردد العمل (أو القناة) الأكثر ملاءمةً في نطاقي الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF) للخدمة المتنقلة البحرية.

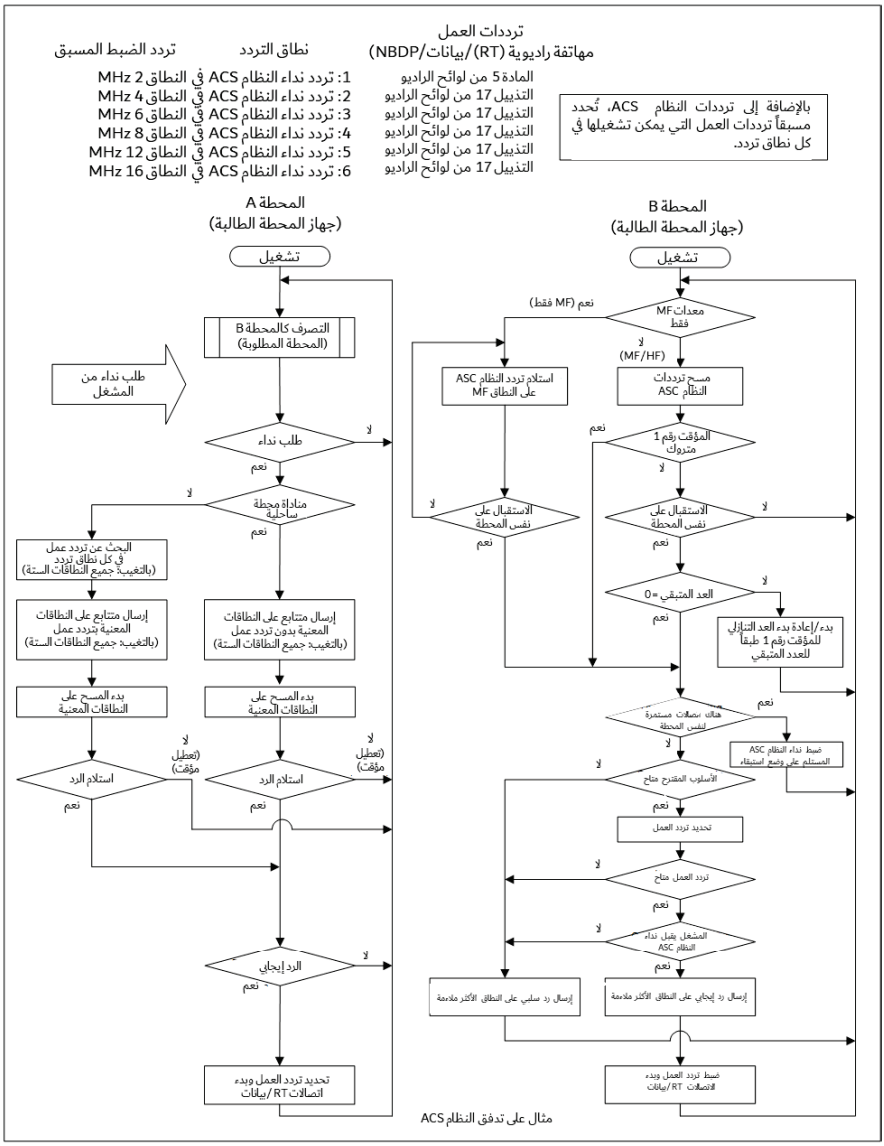
ويرد في هذا الملحق وصف إجراءات النظام ACS باستخدام اتصالات النداء DSC على الموجات الهكتومترية (MF) والديكامترية (HF).

ويجب ألا يؤدي الإجراء الخاص بالنظام ACS إلى قطع مراقبة موثوقة على مدار 24 ساعة على ترددات إنذارات الاستغاثة DSC المناسبة إلا عندما تكون المعدات في وضع إرسال.

ويظهر في الشكل A5-1 مثال على مخطط انسيابي لإجراءات تشغيل النظام ACS.

الشكل 1-A5

مثال على إجراءات تشغيل نظام التوصيل الأوتوماتي



1-A5 الترددات وطريقة النداء في نظام التوصيل الأوتوماتي

1.1-A5 الترددات في نظام التوصيل الأوتوماتي

ينبغي استخدام الترددات الموصوفة في الفقرة 3.2-A7 من هذه التوصية للنظام ASC.

2.1-A5 طريقة النداء

1.2.1-A5 تنطبق الإجراءات المنصوص عليها في هذا القسم على استخدام تقنيات النداء DSC، باستثناء حالات الاستغاثة أو الاستعجال أو السلامة، التي تنطبق عليها أحكام الفصل VII من لوائح الراديو.

2.2.1-A5 ينبغي أن يحتوي نداء النظام ACS على معلومات تشير إلى المحطة أو المحطات التي يتم توجيه النداء إليها، وتعريف هوية للمحطة الطالبة.

3.2.1-A5 ينبغي أن يحتوي نداء النظام ACS أيضاً على معلومات تشير إلى نوع الاتصالات اللاحقة التي سيتم إعدادها ويجب أن يتضمن معلومات تكميلية مثل تردد العمل المقترح أو القناة التي تم تحديدها على أنها الأكثر ملاءمةً مع مستوى ضوضاء منخفض. وينبغي تكرار هذه العملية لكل نطاق من نطاقات تردد النظام ACS.

2-A5 إجراءات التشغيل

1.2-A5 المسح

ينبغي للمستقبِل المعين للنظام ACS (مستقبِل النظام ACS) أن يقوم بما يلي، عندما تكون المعدات على وضع استعداد:

- بالنسبة لأجهزة النطاق MF فقط، مراقبة تردد النظام ACS في النطاق MF فقط (النطاق 2 MHz) بدون مسح؛
- بالنسبة لمعدات النطاقين MF/HF، مسح ما يصل إلى ستة ترددات للنظام ACS في النطاقين MF وHF المحددين في الفقرة 1.1-A5؛
- مسح جميع ترددات النظام ACS الستة خلال ثانيتين لكل دورة؛
- عند اكتشاف نمط نقطي للنداء DSC، إيقاف المسح مؤقتاً على هذا التردد وفك تشفير إشارة الاستقبال؛
- استئناف المسح العادي عندما لا يتم توجيه تعرف هوية الإشارة المستقبلة إلى نفس المحطة أو عندما لا يكتمل الإرسال المتتابع المتبقي للنظام ACS؛
- إيقاف المسح عند تلقي إشعار بالاستلام؛
- أعد تشغيل مسح ترددات النظام ACS بعد إكمال إعداد النداء.

2.2-A5 المحطة الطالبة

ينبغي تطبيق الإجراءات التالية على المحطة الطالبة للنظام ACS:

1.2.2-A5 يقوم المشغل بإدخال تعرف الهوية (MMSI) للمحطة المطلوبة ويختار نوع الاتصالات اللاحقة ثم يبدأ نداء النظام ACS.

2.2.2-A5 يتوقف جهاز استقبال النظام ACS عن المسح أثناء إرسال رسالة النظام ACS.

3.2.2-A5 عندما تكون المحطة المطلوبة محطة سفينة، يقوم جهاز الاستقبال بالبحث عن تردد العمل المناسب الذي يكون غير مشغول وله ضوضاء منخفضة في كل نطاق تردد. ويكمل النظام ACS القنوات أو الترددات المحددة في الرسالة 2 للإرسال المتتابع للنظام ACS في كل نطاق تردد.

ويتألف الإرسال المتتابع للنظام ACS الموجه لمحطة سفينة كالتالي:

- فئة النداء: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: نوع الاتصالات (مثلاً، J3E أو F1B أو بيانات)؛
- ثاني أمر تحكم بالرسالة 1: عدد الإرسالات المتتابعة المتبقية للنظام ACS؛
- الرسالة 2: تردد العمل المقترح والواقع في نفس نطاق تردد إرسال النظام ACS؛

ويتألف الإرسال المتتابع للنظام ACS الموجه لمحطة ساحلية كالتالي:

- فئة النداء: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: نوع الاتصالات (مثلاً، J3E أو F1B أو بيانات)؛
- ثاني أمر تحكم بالرسالة 1: عدد الإرسالات المتتابعة المتبقية للنظام ACS؛
- الرسالة 2: معلومات موقع السفينة الخاصة.

4.2.2-A5 يرسل النظام ACS ما يصل إلى ستة إرسالات متتابعة للنظام ACS باستخدام الترددات المحددة في الفقرة A5-1.1. وإذا كان هناك نطاق لم يتم العثور فيه على تردد عمل مناسب، فسيتم حذف الإرسال لهذا النطاق.

5.2.2-A5 يقوم مستقبل النظام ACS بإعادة تشغيل المسح بعد ما يصل إلى ستة إرسالات متتابعة للنظام ACS ثم ينتظر الرد من المحطة المطلوبة.

6.2.2-A5 عندما تستقبل المحطة الطالبة رداً من المحطة المطلوبة خلال الوقت المناسب، يتوقف مستقبل النظام ACS عن المسح.

1.6.2.2-A5 إذا كان الرد إيجابياً، يقوم النظام ACS بضبط المرسل باستخدام قناة أو تردد العمل ونوع الاتصالات وفقاً للرد الإيجابي المستقبَل. ويقوم مستقبِل النظام ACS بإعادة تشغيل المسح بعد إعداد الاتصالات، حيث يبدأ المشغل الاتصالات.

2.6.2.2-A5 إذا كان الرد سلبياً، يقوم مستقبل النظام ACS بإعادة تشغيل المسح، ويقوم المشغل بإنهاء إجراء النظام ACS.

7.2.2-A5 عندما لا تستقبل المحطة الطالبة رداً من المحطة المطلوبة خلال الوقت المناسب أو عندما يختار المشغل إنهاء اتصالات النظام ACS، يتم إنهاء إجراء النظام ACS.

3.2-A5 المحطة المطلوبة

ينبغي تطبيق الإجراءات التالية على المحطة المطلوبة عندما يستقبل النظام ACS نداءً بتعرف الهوية الخاص به:

1.3.2-A5 يتحقق النظام ACS من عدد الإرسالات المتتابعة ACS المتبقية عن طريق حساب وتحديث الوقت المتبقي (مؤقت العد التنازلي) وفقاً لعدد الإرسالات المتتابعة ACS المتبقية، ويسجل ظروف الإشارة المستقبلة (مثل مستوى الإشارة المستقبلة ومعدل الخطأ في الرموز ومستوى الضوضاء) للتردد ACS المستقبل. وإذا كان مؤقت العد التنازلي أو العدد المتبقي صفراً، ينتقل الإجراء بعد ذلك إلى الفقرة A5-3.3.2. وخلاف ذلك، ينتقل الإجراء إلى الفقرة A5-2.3.2.

2.3.2-A5 يواصل مستقبِل النظام ACS مسح الترددات ACS. وأثناء المسح، إذا تم استقبال نداء على المحطة الخاصة على تردد ACS مختلف من نفس المحطة الطالبة قبل أن يشير مؤقت العد التنازلي إلى الصفر، ينتقل الإجراء إلى الفقرة A5-1.3.2. إذا لم يتم استقبال أي نداء على المحطة الخاصة على تردد ACS مختلف من نفس المحطة الطالبة قبل أن يشير مؤقت العد التنازلي إلى الصفر، ينتقل الإجراء إلى الفقرة A5-3.3.2.

3.3.2-A5 يقوم النظام ACS بعد ذلك بإصدار إشارة مسموعة ويبين أنه قد تم استقبال طلب نداء ACS. ويتحقق النظام مما إذا كانت هناك اتصالات مستمرة للمحطة الخاصة. وإذا تم توفير جميع أنواع الإجراءات المؤتمتة للاتصالات الراديوية بالموجات الهكتومترية/الموجية الهكتومترية (الهاتف الراديوي والبيانات وما إلى ذلك) في معدات النداء DSC، يمكن إجراء التحقق أوتوماتياً

وفقاً للحالة (نشطة أو في وضع استبقاء) لكل إجراء مؤتمت. وبخلاف ذلك، يمكن للمشغل إجراء التحقق يدوياً. وعندما تكون هناك اتصالات مستمرة للمحطة الخاصة، يجب ضبط النداء ACS المستقبل على وضع الاستبقاء ثم ينتقل الإجراء إلى إعادة تشغيل المسح. وعندما لا تكون هناك اتصالات مستمرة للمحطة الخاصة، ينتقل الإجراء إلى الفقرة 4.3.2-A5.

4.3.2-A5 يجب التحقق من الأسلوب المقترح. فإذا كان الأسلوب المقترح غير متاح للمحطة الخاصة، ينبغي إرسال رد سلبي على التردد الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5، ثم ينتقل الإجراء إلى إعادة تشغيل المسح.

ويتألف الرد السلبي كالتالي:

- الفئة: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على الاستجابة؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على استخدام الأسلوب المقترح؛
- الرسالة 2: لا توجد معلومات.

إذا كان الأسلوب المقترح متاحاً للمحطة الخاصة، ينبغي إجراء تحديد هوية التردد والرد التالي وفقاً للفقرة 4.2-A5.

5.3.2-A5 عندما يتم تحديد هوية تردد مناسب ويقبل المشغل النداء ACS، يبدأ النظام ACS الاتصالات باستخدام تردد العمل المعين ونوع الاتصالات وفقاً للرد الإيجابي المرسَل.

6.3.2-A5 يقوم المستقبِل المعيَّن للنظام ACS بإعادة تشغيل المسح بعد إعداد الاتصالات.

7.3.2-A5 يبدأ المشغل الاتصالات باستخدام تردد العمل ونوع الاتصالات وفقاً لإعداد الاتصالات.

4.2-A5 تحديد هوية التردد والرد التالي على المحطة الطالبة

1.4.2-A5 الرد على المحطة الطالبة

عندما تكون المحطة الطالبة محطةً ساحليةً، يقوم النظام ACS الخاص بالمحطة المطلوبة (محطة سفينة) بالتحقق مما إذا كان تردد العمل (تردد الاستقبال لمحطة السفينة) الذي تقترحه المحطة الساحلية مناسباً لنوع الاتصالات اللاحقة باستخدام المستقبِل الذي يتداول الاتصالات (على سبيل المثال، التردد غير مشغول، أو مستوى النسبة إشارة إلى ضوضاء كافٍ، وما إلى ذلك). وعندما لا يكون مناسباً في نطاق التردد الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5، يقوم النظام ACS الخاص بالمحطة المطلوبة (محطة سفينة) بالتحقق مرةً أخرى من تردد العمل المقترح لنوع الاتصالات المحدد في نطاق التردد الثاني الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5.

عندما يكون تردد العمل المقترح في تردد العمل الأكثر ملاءمةً أو الذي يليه مناسباً للاستخدام للاتصالات اللاحقة، يقوم النظام ACS بإخطار المشغل بتردد العمل المحدد مع الأسلوب المقترح ويمكن للمشغل أن يقرر ما إذا كان سيقبل النداء ACS أم لا.

إذا قرر المشغل قبول النداء ACS، يرد النظام ACS على المحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5 بما في ذلك تردد العمل أو القناة بشكل إيجابي. ثم ينتقل الإجراء إلى الفقرة 5.3.2-A5.

ويتألف الرد الإيجابي على المحطة الساحلية بقبول الاتصالات على النحو التالي:

- الفئة: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: نوع الاتصالات (مثلاً، J3E أو F1B أو بيانات)؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: لا توجد معلومات؛
- الرسالة 2: تردد العمل.

إذا قرر المشغل رفض النداء ACS، يرد النظام ACS على المحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل الفقرة 1.3.2-A5 بشكل سلبي وينتقل الإجراء إلى إعادة تشغيل المسح.

يتألف الرد السلبي على المحطة الساحلية على النحو التالي، إذا ما قرر المشغل رفض النداء:

- الفئة: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على الاستجابة؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: لا يوجد مشغل متاح أو المشغل غير متاح مؤقتاً؛
- الرسالة 2: الموقع إذا كان متاحاً أو لا توجد معلومات.

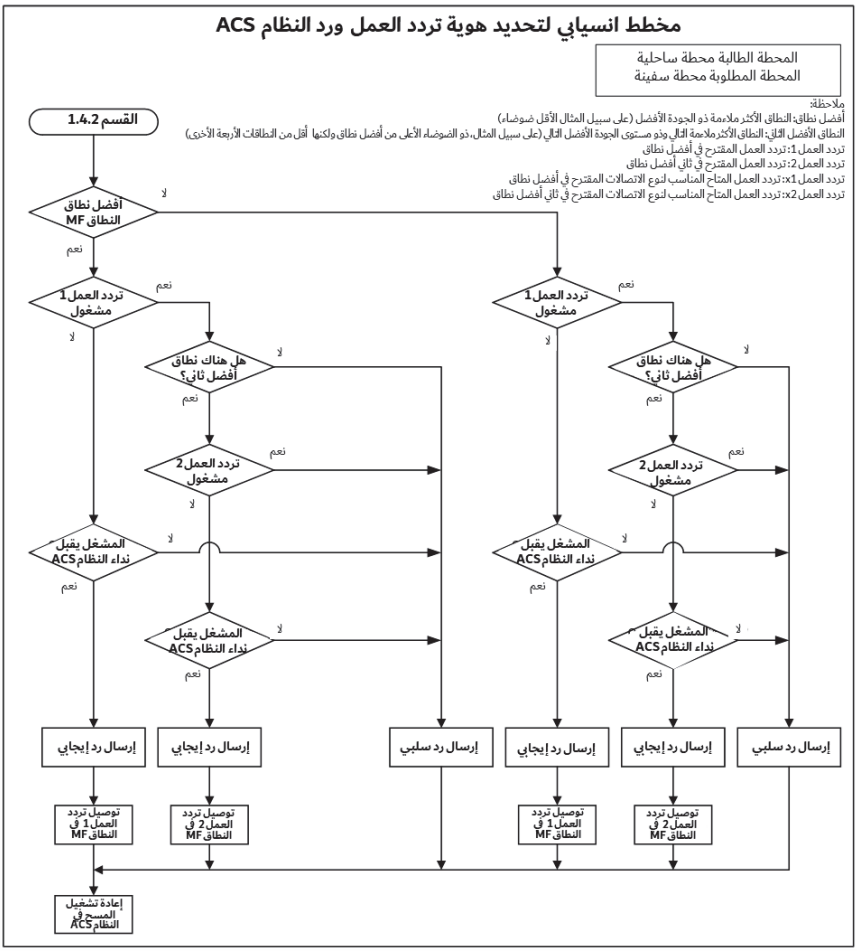
عندما لا يكون الأمر مناسباً في نطاق التردد الأكثر ملاءمةً أو الذي يليه، يرد النظام ACS برفض التوصيل بالمحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل وفقاً للفقرة 1.3.2-A5، ثم يقوم مستقبِل النظام ACS بإعادة تشغيل المسح.

يتألف الرد السلبي على المحطة الساحلية في حالة عدم وجود تردد عمل محدد على النحو التالي:

- الفئة: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على الاستجابة؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على استخدام القناة المقترحة؛
- الرسالة 2: الموقع إذا كان متاحاً أو لا توجد معلومات.

الشكل 2-A5

مخطط انسيابي لتحديد هوية تردد العمل ورد النظام ACS التالي للمحطة المطلوبة عندما تكوم المحطة الطالبة محطة سفينة والمحطة المطلوبة محطة سفينة أيضاً



2.4.2-A5 الرد على محطة سفينة

1.2.4.2-A5 الرد من محطة سفينة إلى محطة سفينة

عندما تكون المحطة الطالبة محطة سفينة والمحطة المطلوبة محطة سفينة، يتحقق النظام ACS الخاص بالمحطة المطلوبة مما إذا كان تردد العمل المقترح مناسباً للاتصالات اللاحقة (على سبيل المثال، أن يكون التردد غير مشغول) في نطاق التردد الأكثر ملاءمةً المسجل في الفقرة 1.3.2-A5.

عندما يكون النطاق الأكثر ملاءمةً هو النطاق MF وتردد العمل المقترح الواقع في النطاق MF غير مناسب، يتحقق النظام ACS مما إذا كان تردد العمل المقترح مناسباً لنوع الاتصالات في نطاق التردد الأكثر ملاءمةً التالي (أي النطاق HF) المسجل في الفقرة 1.3.2-A5. وإذا كان تردد العمل المقترح الواقع في النطاق HF غير مناسب، يبحث النظام ACS في النطاق HF عن تردد عمل آخر مناسب لنوع الاتصالات.

ملاحظة – في النطاق MF، يتحقق النظام ACS فقط من تردد العمل المقترح لأن الترددات محدودة في النطاق MF، وبالتالي لا يبحث النظام ACS عن تردد عمل بديل في النطاق MF.

عندما يكون النطاق الأكثر ملاءمةً هو نطاق HF وتردد العمل المقترح الواقع في النطاق HF غير مناسب، يبحث النظام ACS عن تردد عمل آخر مناسب لنوع الاتصالات في نفس نطاق التردد. وينبغي أن يستخدم المستقبِل الذي يتعامل مع الاتصالات.

عندما يكون هناك تردد عمل مناسب في النطاق الأكثر ملاءمةً الأول أو الثاني للاتصالات اللاحقة، يقوم النظام ACS بإخطار مشغل تردد العمل المحدد بالأسلوب المقترح ويمكن للمشغل أن يقرر ما إذا كان سيقبل النداء ACS أم لا.

فإذا قرر المشغل قبول النداء ACS، يرد النظام ACS على المحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل الفقرة 1.3.2-A5، بما في ذلك تردد العمل أو القناة بشكل إيجابي. ثم ينتقل الإجراء إلى الفقرة 5.3.2-A5.

يتألف الرد الإيجابي المرسل من محطة سفينة إلى محطة سفينة بقبول التوصيل على النحو التالي:

- فئة النداء: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: نوع الاتصالات (مثلاً، J3E أو F1B أو بيانات)؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: لا توجد معلومات؛
- الرسالة 2: تردد العمل.

إذا قرر المشغل رفض النداء ACS، يرد النظام على المحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً على النحو المسجل في الفقرة 1.3.2-A5 بشكل سلبي وينتقل الإجراء إلى إعادة تشغيل المسح.

يتألف الرد السلبي المرسل من محطة سفينة إلى محطة سفينة عندما يقرر المشغل رفض النداء على النحو التالي:

- الفئة: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على الاستجابة؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: لا يوجد مشغل متاح أو المشغل غير متاح مؤقتاً؛
- الرسالة 2: الموقع إذا كان متاحاً، أو لا توجد معلومات.

عندما لا يكون هناك تردد عمل مناسب في نطاقات التردد الأكثر ملاءمةً والتالية من حيث الأكثر ملاءمةً، يرد النظام ACS برفض التوصيل بالمحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5.

يتألف الرد السلبي المرسل من محطة سفينة إلى محطة سفينة عندما لا يكون هناك تردد عمل محدد على النحو التالي:

- فئة النداء: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على الاستجابة؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على استخدام القناة المقترحة؛
- الرسالة 2: الموقع إذا كان متاحاً، أو لا توجد معلومات؛

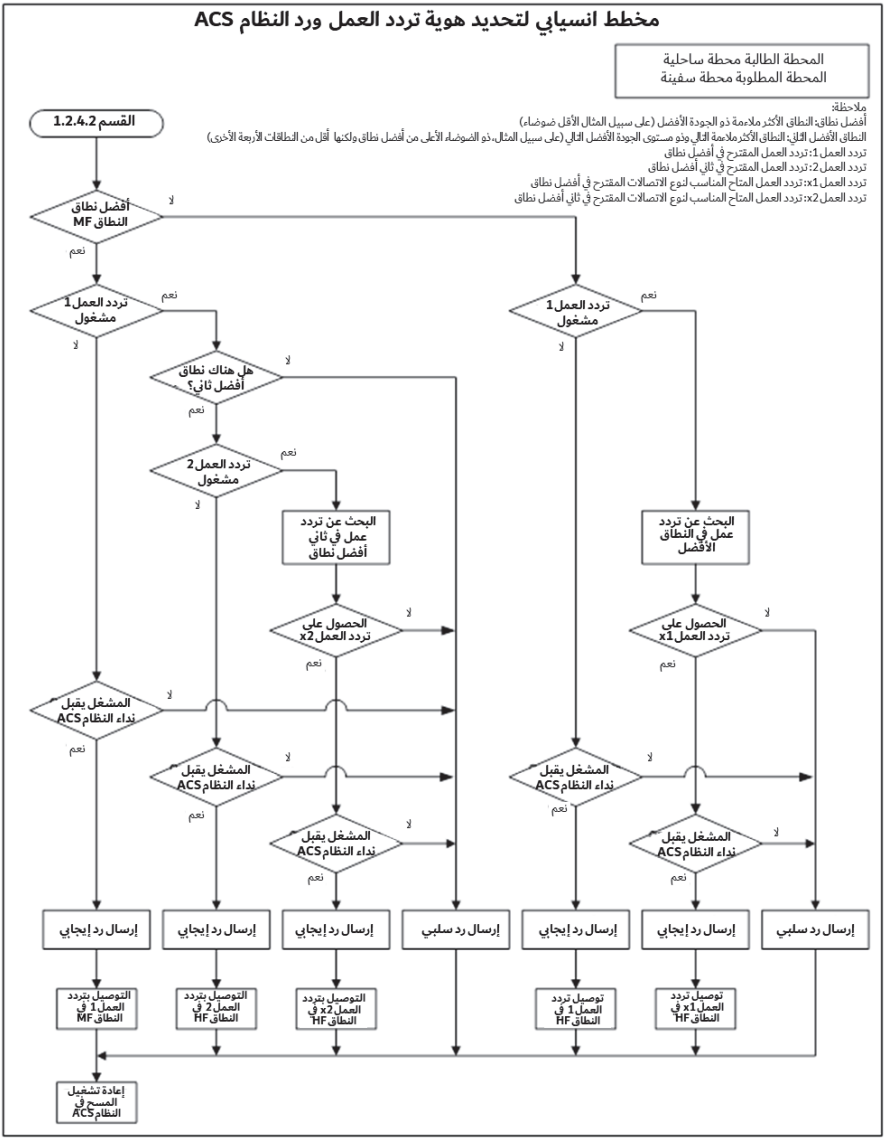
عندما لا يكون هناك تردد عمل محدد، يرد النظام ACS من أجل رفض النداء على المحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5 بالشروط التالية:

- عندما يكون نطاق التردد الأكثر ملاءمةً هو النطاق MF ويكون تردد العمل المقترح غير مناسب، ولا يوجد أيضاً تردد عمل بديل مناسب في نطاق التردد التالي من حيث الأكثر ملاءمةً من النطاق HF؛
- أو عندما يكون نطاق التردد الأكثر ملاءمةً هو النطاق HF ويكون تردد العمل المقترح غير مناسب، ولا يوجد أيضاً تردد عمل بديل مناسب؛
- أو في حالة النظام ACS في النطاق MF فقط، ويكون تردد العمل المقترح غير مناسب؛

هنا يُعين المستقبِل لكي يقوم النظام ACS بإعادة تشغيل المسح.

الشكل A5-3

مخطط انسيابي لتحديد هوية تردد العمل والرد التالي للنظام ACS بالنسبة للمحطة المطلوبة عندما تكون كل من المحطة الطالبة والمحطة المطلوبة محطات سفن



2.2.4.2-A5 رد محطة ساحلية على محطة سفينة

عندما تكون المحطة الطالبة محطة سفينة والمحطة المطلوبة محطة ساحلية، ينطبق الإجراء التالي المبين في الشكل 4-A5 على عملية تحديد هوية التردد والرد التالي للنظام ACS.

وعندما يكون النطاق الأكثر ملاءمةً هو النطاق MF، يبحث النظام ACS في النطاق MF عن تردد عمل متاح (على سبيل المثال، تردد غير مشغول) لنوع الاتصالات المقترح. وإذا لم يتم تحديد هوية تردد مناسب في النطاق MF، يبحث النظام ACS في النطاق الثاني من حيث الأكثر ملاءمةً عن تردد عمل متاح.

عندما يكون النطاق الأكثر ملاءمةً هو النطاق HF، يبحث النظام ACS في النطاق HF عن تردد عمل متاح (على سبيل المثال، تردد غير مشغول) لنوع الاتصالات المقترح.

وعندما لا يتم تحديد هوية تردد مناسب وفقاً للشكل 4-A5، يرد النظام ACS برفض التوصيل على المحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5 ويعيد المستقبل المعين للنظام ACS تشغيل المسح.

يتألف الرد السلبي المرسَل من محطة ساحلية إلى محطة سفينة عندما لا يكون هناك تردد عمل محدد على النحو التالي:

- فئة النداء: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على الاستجابة؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: مشغولة؛
- الرسالة 2: الموقع إذا كان متاحاً، أو لا توجد معلومات.

عندما تُحدَّد هوية تردد مناسب وفقاً للشكل 4-A5، يُخطر النظام ACS مشغل تردد العمل المحدد بالأسلوب المقترح ويمكن للمشغل أن يقرر ما إذا كان سيقبل النداء ACS أم لا.

إذا قرر المشغل قبول النداء ACS، يرد النظام ACS على المحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5 بما في ذلك تردد العمل أو القناة بشكل إيجابي. ثم ينتقل الإجراء إلى الفقرة 5.3.2-A5.

يتألف الرد الإيجابي المرسَل من محطة ساحلية إلى محطة سفينة بقبول التوصيل على النحو التالي:

- فئة النداء: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: نوع الاتصالات (مثلاً، J3E أو F1B أو بيانات)؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: لا توجد معلومات؛
- الرسالة 2: تردد العمل.

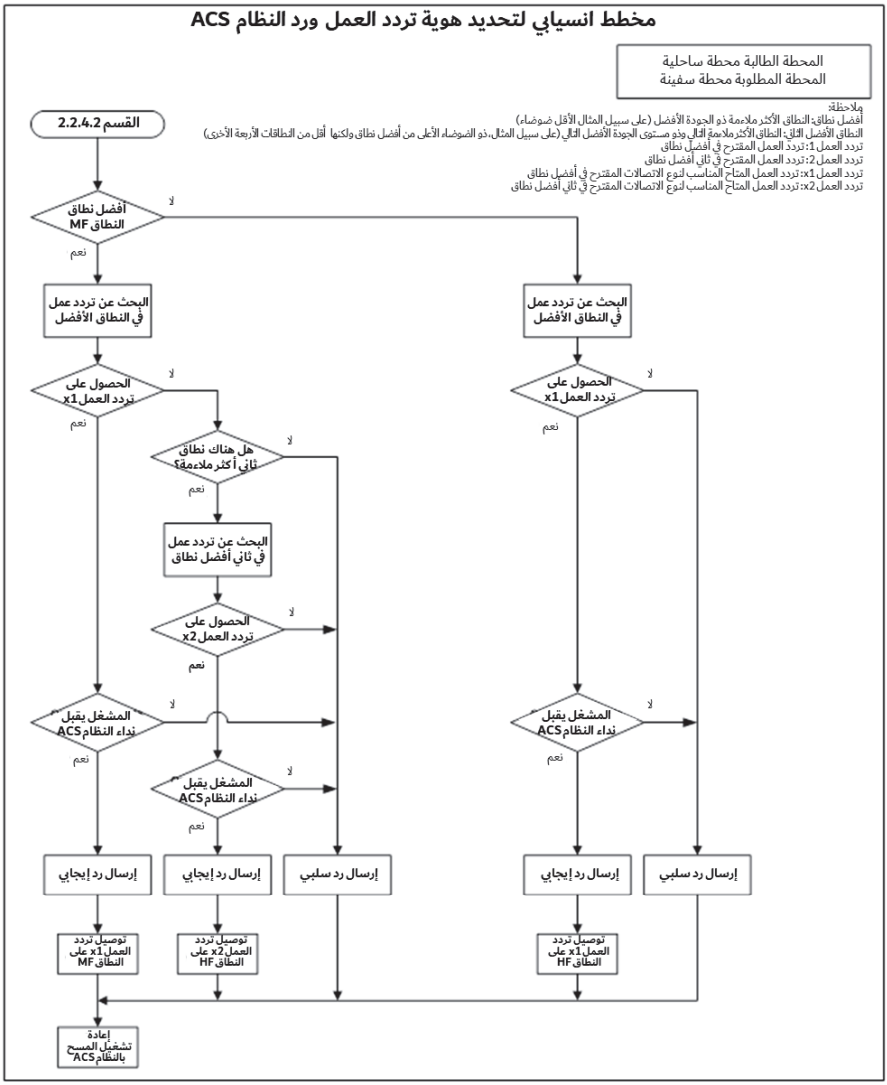
إذا قرر المشغل رفض النداء ACS، يرد النظام ACS على المحطة الطالبة على التردد ACS الأكثر ملاءمةً كما هو مسجل في الفقرة 1.3.2-A5 بشكل سلبي وينتقل الإجراء إلى إعادة تشغيل المسح.

يتألف الرد السلبي من محطة ساحلية إلى محطة سفينة عندما يقرر المشغل رفض النداء على النحو التالي:

- الفئة: ACS؛
- أول أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: غير قادرة على الاستجابة؛
- ثاني أمر تحكم عن بُعد بالرسالة 1: لا يوجد مشغل متاح أو المشغل غير متاح مؤقتاً؛
- الرسالة 2: الموقع إذا كان متاحاً، أو لا توجد معلومات.

الشكل A5-4

مخطط انسيابي لتحديد هوية تردد العمل والرد التالي للنظام ACS بالنسبة للمحطة المطلوبة عندما تكون المحطة الطالبة محطة سفينة والمحطة المطلوبة محطة ساحلية



5.2-A5 اختيار تردد العمل

1.5.2-A5 يُعد التحديد المسبق لترددات العمل في كل من النطاقين MF/HF هو أساس البحث عن تردد العمل المتاح في الفقرتين 3.2.2-A5 و4.2-A5. وينبغي اختيار تردد العمل للاتصالات اللاحقة من التذييل **17** للوائح الراديو وفقاً لنوع الاتصالات اللاحقة. وفي المهاتفة الراديوية، يوصى بالتشغيل المفرد باستخدام تردد واحد للاتصالات الراديوية من سفينة إلى سفينة، ومع ذلك، يوصى بالتشغيل المزدوج أو شبه المزدوج باستخدام الترددات المتزاوجة للمراسلات العمومية بين المحطة الساحلية ومحطة السفينة.

2.5.2-A5 إذا كان نوع الاتصالات اللاحقة هو المهاتفة الراديوية بالموجات الديكامترية (HF)، ينبغي اختيار تردد العمل من ترددات القسم 1 من الجزء B من التذييل **17** للوائح الراديو. ومع ذلك، ينبغي تجنب ترددات حركة الاستغاثة والسلامة أو ترددا‌تهما في النداء.

3.5.2-A5 في المهاتفة الراديوية بين محطة ساحلية ومحطة سفينة، ينبغي دائماً أن تقترح المحطة الساحلية تردد العمل. إذا لم يكن تردد العمل المقترح متاحاً لمحطة السفينة المطلوبة، ترد محطة السفينة بمعلومات موقعها وتنتظر مقترحاً آخر بتردد العمل من المحطة الساحلية.

4.5.2-A5 لتدنية تداخل ترددات العمل في لاتصالات (الاتصالات) المزدوجة، إذا كان الرقم الأخير من الهوية MMSI لمحطة السفينة المطلوبة رقماً زوجياً، فمن المستحسن استخدام تردد العمل لرقم قناة زوجي في كل نطاق تردد من النطاقات الواردة في التذييل **17** للوائح الراديو. وإذا كان الرقم الأخير للهوية MMSI لمحطة السفينة المطلوبة رقم فردي، فمن المستحسن استخدام تردد العمل لرقم قناة فردي في كل نطاق تردد.

الملحق 6

المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر التي تستخدم النداء الانتقائي الرقمي للإنذار وتكنولوجيا نظام التعرّف الأوتوماتي (AIS) للتتبع

مقدمة

تعمل المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر على القناة 70 بالنطاق VHF من أجل الإنذار باستخدام النداء الانتقائي الرقمي في النطاق VHF وعلى ترددات نظام التعرّف الأوتوماتي (AIS) لأغراض التتبع. والأجهزة مزوّدة بتكنولوجيا النداء الرقمي الانتقائي على النطاق VHF وبمرسل لنظام تعرّف الهوية الأوتوماتي (AIS). ويرد شرح الخصائص التقنية في التوصية ITU-R M.2135.

1-A6 الإنذار بالنداء الانتقائي الرقمي

يمكن تفعيل الأجهزة MOB يدوياً أو أوتوماتياً إذا سقط شخص من على سطح السفينة في البحر. ويقوم الجهاز بإرسال نداء استغاثة DSC بعد تفعيله. ورسالة الإنذار عبارة عن نداء استغاثة يُضبَط فيه حقل الاستغاثة على "*سقوط شخص في البحر*" ويُضبَط حقل الاتصالات التالي على "*لا توجد معلومات*".

لا توجد اتصالات صوتية من المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر.

ويمكن للمجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر أن تعمل إما:

– بأسلوب العروة المفتوحة، حيث يوجَّه نداء الاستغاثة DSC إلى جميع المحطات – أي نداء استغاثة عادي؛

– أو بأسلوب العروة المغلقة، حيث يوجَّه نداء ترحيل الاستغاثة DSC إلى محطة أو مجموعة محطات بعينها – السفينة الأم عادةً.

وفي كلتا الحالتين، يتم تفعيل مرسل النظام AIS ويرسل رسائل سقوط شخص في البحر الخاصة بالنظام AIS.

2-A6 تعرف الهوية

تبرمَج المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر بمعرف هوية بحري مميّز وتُشفَّر طبقاً للتوصية ITU-R M.585.

3-A6 تحديث الموقع

المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر مزوّدة بجهاز إلكتروني مُدمَج لضبط الموقع. بيد أنه من الجدير القول إن نداء الاستغاثة الأولي الصادر عن جهاز من أجهزة المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر لا يتضمن معلومات الموقع والتوقيت، حيث لم يكن جهاز تثبيت الموقع الإلكتروني المدمَج قد رُبِط مع كوكبة السواتل بعد.

وبمجرد أن يكون جهاز ضبط الموقع الإلكتروني الداخلي قادراً على تقديم الموقع والتوقيت بدقة، يقوم الجهاز MOB بإرسال نداء استغاثة DSC آخر مع رسالة AIS مع إدخال الموقع والتوقيت أوتوماتياً من جهاز تثبيت الموقع.

4-A6 الإشعار بالاستلام

المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر مزوّدة بمستقبل DSC لاستقبال رسائل الإشعار بالاستلام.

وتتسبّب رسالة الإشعار بالاستلام في أن يوقف جهاز المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر إرسال النداءات DSC. لذا، ينبغي ألا تُرسَل رسائل الإشعار بالاستلام إلا إذا رأى قائد سفينة الإنقاذ أو الشخص المسؤول أن من الصواب إرسالها.

ويستمر جهاز المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر في إرسال معلومات الموقع باستخدام الوظيفة AIS إلى أن يتم إغلاقه يدوياً أو إلى أن تنفذ البطارية.

وكما هو الحال مع نداءات الاستغاثة DSC في النطاق VHF الأخرى، لا يتم عادةً إرسال الإشعارات بالاستلام إلى نداءات المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر مفتوحة العروة إلا بواسطة المحطات الساحلية أو طبقاً لتوجّه من محطة ساحلية. ومع ذلك، يجوز أن ترسل سفينة الإنقاذ رسالة إشعار بالاستلام DSC إذا تم إنقاذ الشخص الذي سقط في الماء.

وبمجرد إنقاذ الشخص الذي سقط في الماء، يجب إغلاق جهاز المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر بأسرع وقت ممكن مع تقديم إعلان بإلغاء نداء الاستغاثة عبر القناة 16 في النطاق VHF.

5-A6 إلغاء نداء استغاثة أُرسِل بالسّهو

تقوم المحطة التي ترسل نداء استغاثة بالسّهو من جهاز المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة الخاصة بسقوط شخص في البحر بإلغاء نداء الاستغاثة باستعمال الإجراءات التالية:

– إغلاق الجهاز MOB سريعاً وهو ما يؤدي إلى إرسال رسالة إلغاء ذاتي DSC أوتوماتياً؛

– إلغاء نداء الاستغاثة شفوياً من على القناة 16 بالنطاق VHF (انظر الرقم **53E.32** من لوائح الراديو) من جانب المحطة المصاحبة؛

– متابعة القناة 16 على النطاق VHF والرد على اتصالات تتعلق بنداء الاستغاثة هذا، حسب الاقتضاء.

الملحق 7

الترددات المستعملة في النداء الانتقائي الرقمي

1-A7 فيما يلي الترددات المستعملة لأغراض النداء الانتقائي الرقمي للاستغاثة والطوارئ والسلامة (التذييل **15** من لوائح الراديو):

2 187,5	kHz
4 207,5	kHz
6 312	kHz
8 414,5	kHz
12 577	kHz
16 804,5	kHz
156,525	MHz (الملاحظة 1)

الملاحظة 1 – يمكن أيضاً استعمال التردد 156,525 MHz لأغراض النداء الانتقائي الرقمي (DSC) الأخرى غير الاستغاثة والطوارئ والسلامة.

2-A7 فيما يلي الترددات التي يمكن تخصيصها على أساس دولي لمحطات السفن والمحطات الساحلية لأغراض النداء الانتقائي الرقمي (DSC) الأخرى غير الاستغاثة والطوارئ والسلامة والنظام ACS (انظر الملاحظة 2):

1.2-A7 محطات السفن (انظر الملاحظة 2)

kHz		2 189,5	2 177 (الملاحظة 3)
kHz	4 209	4 208,5	4 208
kHz	6 313,5	6 313	6 312,5
kHz	8 416	8 415,5	8 415
kHz	12 578,5	12 578	12 577,5
kHz	16 806	16 805,5	16 805
kHz	18 899,5	18 899	18 898,5
kHz	22 375,5	22 375	22 374,5
kHz	25 209,5	25 209	25 208,5
MHz	156,525		

2.2-A7 المحطات الساحلية (انظر الملاحظة 2)

kHz			2 177
kHz	4 220,5	4 220	4 219,5
kHz	6 332	6 331,5	6 331
kHz	8 437,5	8 437	8 436,5
kHz	12 658	12 657,5	12 657
kHz	16 904	16 903,5	16 903
kHz	19 704,5	19 704	19 703,5
kHz	22 445	22 444,5	22 444
kHz	26 122	26 121,5	26 121
MHz	156,525		

الملاحظة 2 – تمثل الترددات المزاوجة التالية (kHz) (لمحطات السفن/المحطات الساحلية) 208 219,5/4 kHz 4 و312,5 331/6 kHz 6 و415 436,5/8 kHz 8 و577,5 657/12 kHz 12 و805 903/16 kHz 16 و898,5 703,5/18 kHz 19 و374,5 444/22 kHz 22 و208,5 121/25 kHz 26، الخيار الأول للترددات الدولية للنداء DSC (انظر التذييل **17** للوائح الراديو).

الملاحظة 3 – يُتاح التردد 177 2 kHz لمحطات السفن من أجل استعماله فقط في النداءات بين السفن.

3.2-A7 ترددات نظام التوصيل الأوتوماتي (ACS) الذي يستخدم النداء الانتقائي الرقمي لمحطات السفن والمحطات الساحلية

نداء النظام ACS في نطاق التردد 2 MHz

نداء النظام ACS في نطاق التردد 4 MHz

نداء النظام ACS في نطاق التردد 6 MHz

نداء النظام ACS في نطاق التردد 8 MHz

نداء النظام ACS في نطاق التردد 12 MHz

نداء النظام ACS في نطاق التردد 16 MHz.

التوصية ITU-R M.585-9*

تخصيص الهويات واستعمالها في الخدمة المتنقلة البحرية

(2022-2019-2015-2012-2009-2007-2003-1990-1986-1982)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية إرشادات إلى الإدارات من أجل تخصيص موارد هويات للخدمة المتنقلة البحرية والمحافظة عليها. كما تصف هذه التوصية التقييدات التي تعيق التخصيصات للسفن التي تستعمل خدمات ساتلية للنظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر (GMDSS).

يصف الملحق 1 أنساق هويات الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI) لمحطات السفن والمحطات الساحلية والطائرات التي تشارك في عمليات البحث والإنقاذ والاتصالات الأخرى المتعلقة بالسلامة ومعينات الملاحة المجهزة بنظام تعرف أوتوماتي (AIS) والمراكب الصغيرة المصاحبة للسفينة الأم.

ويصف الملحق 2 أنساق تعرف هوية أجهزة بحرية أخرى، مثل مرسلات–مستقبِلات الموجة المترية المحمولة يدوياً المجهزة بالمناداة الانتقائية الرقمية (DSC) ومستقبل النظام العالمي المتكامل للملاحة الساتلية (GNSS)، ومرسل البحث والإنقاذ بنظام تعرف أوتوماتي (AIS-SART) وسقوط شخص في البحر (MOB) والمنارات الراديوية لتحديد مواقع النكبات بنظام تعرف أوتوماتي (EPIRB)-AIS)) والأجهزة الراديوية البحرية المستقلة (AMRD).

ويقدم الملحق 3 إرشادات محددة للإدارات بشأن تخصيص موارد الهوية للخدمة المتنقلة البحرية وإدارتها والمحافظة عليها. وتبين هذه الإرشادات للإدارات أيضاً أساليب إعادة استعمال تخصيصات هويات الخدمة المتنقلة البحرية،و الأجهزة التي تستعمل هوية برقم حر.

الكلمات الرئيسية

هوية خدمة متنقلة بحرية (MMSI)، هويات، خدمة متنقلة بحرية

قائمة الاختصارات/المسرد

AIS نظام تعرف الهوية الأوتوماتي *(Automatic identification system)*

AIS-SART مرسل البحث والإنقاذ بنظام تعرف أوتوماتي *(AIS search and rescue transmitter)*

AMRD االأجهزة الراديوية البحرية المستقلة *(Autonomous maritime radio devices)*

AtoN المساعدات الملاحية *(Aids to Navigation)*

DSC نداء انتقائي رقمي *(Digital selective calling)*

EPIRB منار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ *(Emergency position indicating radio beacon)*

GMDSS النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر *(Global maritime distress and safety system)*

GNSS النظام العالمي للملاحة الساتلية *(Global Navigation Satellite System)*

IALA الرابطة الدولية لهيئات المساعدات البحرية للملاحة والمنارات
(International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities)

MARS نظام النفاذ إلى قاعدة بيانات الخدمات البحرية المتنقلة والبحث فيها
(Maritime mobile access and Retrieval System)

* ينبغي رفع هذه التوصية إلى الهيئة الدولية للمساعدات البحرية وسلطات الفنارات الملاحية (IALA) ومنظمة الطيران المدني الدولي والمنظمة الهيدروغرافية الدولية والمنظمة البحرية الدولية واللجنة الدولية الراديوية البحرية.

MID أرقام تعرف الهوية البحرية *(Maritime indentification digit)*

MMS الخدمة المتنقلة البحرية *(Maritime mobile service)*

MMSI هوية خدمة متنقلة بحرية *(Maritime mobile service identity)*

MOB سقوط شخص في البحر *(Man overboard)*

RCC مركز تنسيق الإنقاذ *(Rescue coordination centre)*

SAR البحث والإنقاذ *(Search and rescue)*

VDL وصلة بيانات بالموجات المترية *(VHF data link)*

توصيات وقرارات الاتحاد الدولي للاتصالات وتقاريره ذات الصلة

القرارات

القرار **344 (Rev.WRC-19)**: إدارة موارد الترقيم للهويات البحرية

التوصيات

ITU-R M.493 – نظام النداء الانتقائي الرقمي (DSC) المستعمل في الخدمة المتنقلة البحرية

ITU-R M.1080 – تحسين نظام النداء الانتقائي الرقمي (DSC) من أجل تركيب تجهيزات متعددة

ITU-R M.1371 – الخصائص التقنية لنظام تعرف هوية أوتوماتي باستخدام النفاذ المتعدد بتقسيم زمني في نطاق تردد الموجات المترية (VHF) للخدمة المتنقلة البحرية.

ITU-R M.2135 – الخصائص التقنية للأجهزة الراديوية البحرية المستقلة العاملة في نطاق التردد 156-162,05 MHz

التقارير

التقرير ITU-R M.2285 – الأنظمة والأجهزة البحرية لتحديد مواقع الناجين (أنظمة الإبلاغ عن سقوط شخص من على متن السفينة) – لمحة عامة عن الأنظمة وأساليب عملها.

توصيات قطاع تقييس الاتصالات

ITU-T E.217 (02/19): الاتصالات البحرية – هوية محطات السفن

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) الحاجة إلى هويات مهيكلة لأغراض السلامة والاتصالات في الخدمة المتنقلة البحرية (MMS)؛

ب) أن معرف الهوية البحرية في الخدمة المتنقلة البحرية قائم على هيكلية تساعية الأرقام؛

ج) أن هويات الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI) تمثل نوعاً واحداً من معرفات الهوية تساعية الأرقام؛

د) أن الهويات المسندة إلى أجهزة أغراض خاصة تتألف من نوعٍ ثانٍ من معرفات الهوية تساعية الأرقام؛

هـ) أن الهوية الوحيدة المخصصة للمحطات المبينة في الملحق 1 بهذه الوثيقة ينبغي أن تكون هوية الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI)؛

و) أن الهويات المستعملة للأجهزة البحرية الأخرى للأغراض الخاصة المبينة في الملحق 2 بهذه التوصية ليست بالضرورة وحيدة وليست تخصيصات هوية الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI)؛

ز) الحاجة إلى كون جميع الهويات البحرية قابلة للاستخدام مع أنظمة الاتصالات الراديوية الأوتوماتية؛

ح) أن من الضروري للهويات المخصصة لمحطات السفن والمحطات الساحلية وللطائرات التي تشارك في عمليات البحث والإنقاذ والاتصالات الأخرى المتعلقة بالسلامة ولمعينات الملاحة والمراكب الصغيرة المصاحبة للسفينة الأم والتي تستعمل لتوجيه نداءات جماعية، أن تكون ذات طبيعة مماثلة؛

ط) أن بالإمكان استخدام هويات الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI) في توجيه نداء هاتفي إلى سفينة بعد التسيير عبر الشبكات العمومية المبدلة إلى محطة ساحلية مناسبة؛

ي) أن الأنظمة المتنقلة الساتلية تمكّن المجتمعات البحرية من أن تشارك في أنظمة اتصالات المراسلات العمومية الدولية أو أن تعمل معها على أساس أوتوماتي بصورة كاملة من خلال استعمال نظام الهويات والتسمية والعنونة؛

ك) أن مخطط الترقيم المحدد للأجيال القائمة من الأنظمة المتنقلة الساتلية التي تشارك في النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر (GMDSS) متوافق مع خدمة المراسلات العمومية الدولية،

توصي

1 بأن تخصَّص هويات خدمة متنقلة بحرية طبقاً للأحكام الواردة في الملحق 1 بهذه التوصية، للسفن التي تمتثل للاتفاقية الدولية لحماية الحياة البشرية في البحر، 1974، بصيغتها المعدلة، وللسفن الأخرى المجهزة بأنظمة اتصالات راديوية أوتوماتية، بما في ذلك نظام تحديد الهوية الأوتوماتي (AIS) أو المناداة الرقمية الانتقائية (DSC) أو تلك الحاملة أجهزة إنذار النظام للاستغاثة والسلامة في البحر (GMDSS)، أو كل هذه الأنظمة مجتمعة؛

2 بأن تخصص الهويات البحرية المستعملة لأجهزة بحرية أخرى لأغراض خاصة على النحو المحدد في الملحق 2؛

3 بأن تستعمل محطات السفن، بما في ذلك مرسِلات–مستقبِلات الموجة المترية المحمولة يدوياً المجهزة بالمناداة الرقمية الانتقائية (DSC) ومستقبل النظام العالمي المتكامل للملاحة الساتلية (GNSS) والمحطات الساحلية والطائرات التي تشارك في عمليات البحث والإنقاذ التي تستخدم تجهيزات المناداة الانتقائية الرقمية وفقاً لأحكام التوصية ITU-R M.493، هوياتها الرقمية تساعية الأرقام المرسلة على شكل عنوان/تعرف هوية ذاتي مؤلف من 10 أرقام في العادة مع إضافة الرقم 0 إلى نهاية الهوية (انظر أيضاً التوصية ITU-R M.1080)؛

4 بأن تستعمل محطات السفن والمحطات الساحلية والمحطات غير المحمولة على متن السفن والتي تستخدم تجهيزات النظام الأوتوماتي لتعرف الهوية (AIS) هوياتها العددية المكونة من 9 أرقام وفقاً لأحكام التوصية ITU-R M.1371؛

5 بأنه لأغراض ضمان التوافق مع النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر، ينبغي أن تتوفر بسرعة أعداد وأسماء وعناوين المحطات الأرضية للسفن المشاركة في خدمات الاتصالات الدولية لدى جميع الكيانات المخوَّلة من قِبل مقدمي خدمات الاتصالات المعنية؛

6 بأن يُرجع إلى الإرشادات المقدمة في الملحق 3 بهذه التوصية لتخصيص الهويات في الخدمة المتنقلة البحرية وإدارتها والمحافظة عليها.

الملحق 1

هويات الخدمة المتنقلة البحرية

القسم 1

تخصيص هويات محطات السفن

1 تخصص للسفن المشاركة في خدمات الاتصالات الراديوية البحرية المذكورة في الفقرة 1 من *توصي* هوية وحيدة لمحطة السفينة المكونة من 9 الأرقام وفقاً للنسق $M_1I_2D_3X_4X_5X_6X_7X_8X_9$ حيث تمثل الأرقام الثلاثة الأولى أرقام التعرف البحري (MID)، أما X فهي أي رقم بين 0 و9. ويدل الرقم MID على الإدارة ذات الولاية القضائية على محطة السفينة المعنية.

2 قد تطبق قيود تتعلق بأقصى عدد من الأرقام، مما يمكن إرسالها على شبكات التلكس أو الشبكات الهاتفية الوطنية، أو كلتيهما، بهدف تعريف هوية محطة السفينة.

3 إن أقصى عدد من الأرقام يمكن إرساله على الشبكات الوطنية للعديد من البلدان للإشارة إلى هوية محطة السفينة هو ستة أرقام. وتسمى الأرقام المرسلة على الشبكة لتمثيل هوية محطة السفينة "رقم محطة السفينة" في هذه التوصية وفي التوصيات ذات الصلة الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية.

4 وتتشكل هويات نداء مجموعة محطات السفن التي تتصل بأكثر من سفينة في آن واحد مكونة حسب النسق التالي:

$$0_1M_2I_3D_4X_5X_6X_7X_8X_9$$

حيث العدد الأول هو صفر وX هو أي عدد بين 0 و9. ولا يمثل الرقم MID إلا الأراضي أو المنطقة الجغرافية للإدارة التي تخصص هوية نداء مجموعة السفن، ولا تمنع بالتالي نداءات المجموعة لأسطول يتضمن أكثر من جنسية واحدة من جنسيات السفن.

5 وبفضل تطور الأنظمة المتنقلة الساتلية العالمية أصبحت المحطات الأرضية للسفن قادرة على المشاركة في خدمات اتصالات المراسلات العمومية الدولية. ويمكن أن تخصص للمحطات الأرضية للسفن التي تضطلع بهذه الوظيفة أرقام اتصالات دولية لا تطابق بشكل مباشر هوية الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI) لمحطة السفينة. وينبغي للسلطات المخولة تخصيص الأرقام والأسماء والعناوين المرتبطة بهذه المحطات الأرضية للسفن أن تحتفظ بسجل للعلاقات القائمة على إحالات مرجعية مع هوية الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI)، وذلك في قاعدة بيانات ملائمة مثلاً. ويستحسن لأغراض النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر (GMDSS) ينبغي تيسير تفاصيل هذه العلاقات للكيانات المخوَّلة مثل مراكز تنسيق عمليات الإنقاذ[1] (RCC) على سبيل المثال لا الحصر. ويتعين أن يتم ذلك على أساس أوتوماتي طوال 24 ساعة في اليوم و365 يوماً في السنة.

[1] يقتضي القرار A.1001(25) الصادر عن المنظمة البحرية الدولية (IMO) أن تسيَّر هذه الأنظمة أوتوماتياً اتصالات الاستغاثة ذات الأولوية، قدر الإمكان، إلى مركز تنسيق عمليات الإنقاذ (RCC).

القسم 2

تخصيص هوية محطة ساحلية

1 ينبغي تخصيص هوية محطة ساحلية وحيدة مكونة من 9 أرقام للمحطات الساحلية والمحطات الأخرى البرية التي تشارك في خدمات الاتصالات الراديوية البحرية المذكورة في الفقرة 3 من *توصي*، وذلك في النسق $0_1 0_2 M_3 I_4 D_5 X_6 X_7 X_8 X_9$ حيث الأرقام 3 و4 و5 تمثل أرقام التعرف البحري MID وX تمثل أي رقم بين 0 و9. وتدل أرقام التعرف البحري MID على الإدارة التي لها الولاية القضائية على المحطة الساحلية أو المحطة الأرضية الساحلية.

2 ونظراً إلى أن عدد المحطات الساحلية يتناقص في بلدان كثيرة، فقد ترغب إدارة ما في تخصيص هوية MMSI من النسق المذكور آنفاً للمحطات الراديوية في الموانئ ومحطات التوجيه والمحطات الأخرى التي تشارك في الخدمات الراديوية البحرية. وينبغي تحديد موقع المحطات المعنية في البر أو في جزيرة من أجل استعمال النسق 00MIDXXXX.

3 ويجوز للإدارة أن تستعمل الرقم السادس لمزيد من التمييز بين بعض الاستعمالات المحددة لهذا الصنف من الهوية MMSI على النحو المبين في مثال التطبيقات الوارد أدناه:

أ) 00MID1XXX محطات ساحلية

ب) 00MID2XXX محطات الموانئ (محطات راديوية للموانئ)

ج) 00MID3XXX محطات توجيه

د) 00MID4XXX محطات مكررات النظام AIS.

هـ) 00MID5XXX المحطات القاعدة في النظام AIS (محطات تحكم بوصلة بيانات بالموجات المترية (VDL))

4 ويُحدث نظام هذا النسق مجموعات من 999 عدداً لكل فئة من المحطات. غير أن هذا الأسلوب خياري ولا ينبغي استعماله إلا باعتباره إرشادات. وهناك إمكانيات أخرى كثيرة لتوسيع نطاق هذا النسق، إذا كانت الإدارة المعنية ترغب في ذلك.

5 وتتشكل هويات نداء مجموعة محطات ساحلية تستخدم في مناداة أكثر من محطة ساحلية واحدة في آن واحد كمجموعة فرعية من هويات المحطات الساحلية على النحو التالي:

$$0_1 0_2 M_3 I_4 D_5 X_6 X_7 X_8 X_9$$

حيث الرقمان الأولان هما صفران، وX هو أي رقم بين 0 و9. ولا يمثل الرقم MID إلا الأراضي أو المناطق الجغرافية للإدارة التي تخصص هوية النداء لمجموعة المحطات الساحلية. ويجوز تخصيص الهوية لمحطات إدارة واحدة تقع جميعها في منطقة جغرافية واحدة كما تشير توصيات قطاع تقييس الاتصالات ذات الصلة.

6 وينبغي حجز المركَّب $0_1 0_2 M_3 I_4 D_5 0_6 0_7 0_8 0_9$ لهوية مجموعة محطات ساحلية وينبغي تناول جميع محطات 00MIDXXXX داخل الإدارة. ويجوز للإدارة زيادة توسيع هذا الاستخدام باستعمال هويات نداء جماعي إضافية مثل 00MID1111 وغيرها.

7 وينبغي لأغراض النظام العالمي GMDSS إتاحة تفاصيل هذه التخصيصات MMSI لكيانات مخوَّلة كمراكز تنسيق عمليات الإنقاذ على سبيل المثال لا الحصر، وذلك على أساس أوتوماتي طوال 24 ساعة في اليوم و365 يوماً في السنة.

8 ويحجز مركَّب النسق $0_1 0_2 9_3 9_4 9_5 0_6 0_7 0_8 0_9$ لهوية جميع المحطات الساحلية وينبغي أن يتناول جميع المحطات VHF 00XXXXXXX. ولا يطبَّق ذلك على المحطات الساحلية العاملة بالموجات الهكتومترية (MF) أو الديكامترية (HF).

القسم 3

تخصيص هويات الطائرات

1 عندما يطلب من الطائرات أن تستعمل هويات خدمة متنقلة بحرية لأغراض عمليات البحث والإنقاذ وغيرها من الاتصالات المتعلقة بالسلامة مع محطات في الخدمة المتنقلة البحرية، ينبغي للإدارة المسؤولة أن تخصص هوية وحيدة للطائرة مكونة من 9 أرقام تتخذ النسق $1_1 1_2 1_3 M_4 I_5 D_6 X_7 X_8 X_9$، حيث تمثل الأرقام 4 و5 و6 أرقام التعرف البحري (MID) وتمثل X أي رقم من 0 إلى 9. وتمثل أرقام MID الإدارة التي لها الولاية القضائية على هوية نداء الطائرة.

2 ويتيح النسق المبيَّن أعلاه تخصيص هوية لعدد 999 طائرة من خلال كل أرقام MID. وإذا كان لإدارة ما أكثر من 999 طائرة بحث وإنقاذ (SAR) فبإمكانها استعمال أرقام MID إضافية لبلد آخر إذا كان الاتحاد الدولي للاتصالات قد خصصه بالفعل.

3 ويجوز للإدارة أن تستعمل الرقم السابع للتمييز بين بعض الاستعمالات المحددة لهذا الصنف من الهويات MMSI، على النحو المبيَّن في مثال التطبيقين الواردين أدناه:

أ) 111MID1XX طائرات ثابتة الأجنحة

ب) 111MID5XX طائرات مروحية

4 يُحدث هذا النسق مجموعات من 99 عدداً لكل فئة من المحطات. بيد أن الأسلوب المبين هنا هو أسلوب خياري.

5 وينبغي حجز مركَّب النسق $1_1 1_2 1_3 M_4 I_5 D_6 0_7 0_8 0_9$ لهوية مجموعة الطائرات، وينبغي أن تتناول جميع محطات 111MIDXXX داخل الإدارة. ويجوز للإدارة أن تزيد توسيع هذا النسق بإضافة هويات مجموعة نداءات، مثل 111MID111 إلخ.

6 وينبغي لأغراض البحث والإنقاذ تيسير تفاصيل لتخصيصات هوية MMSI هذه للكيانات المخوَّلة كالمراكز RCC على سبيل المثال لا الحصر. على أن يكون ذلك أوتوماتياً ومتواصلاً طوال 24 ساعة في اليوم و365 يوماً في السنة.

7 وينبغي أيضاً تيسير الهوية MMSI المخصصة للطائرات من قاعدة البيانات الخاصة بنظام النفاذ إلى قاعدة بيانات الخدمات البحرية المتنقلة والبحث فيها (ITU MARS) (انظر الرقم **16.20** من لوائح الراديو).

القسم 4

تخصيص هوية لمحطات مُعينات الملاحة المجهزة بنظام تعرف أوتوماتي

1 عندما تلزم وسيلة للتعرف الأوتوماتي لمحطة تُعين الملاحة في البحر، ينبغي أن تخصص الإدارة المسؤولة عدداً وحيداً مكوناً من 9 أرقام في النسق $9_1 9_2 M_3 I_4 D_5 X_6 X_7 X_8 X_9$، حيث الأرقام 3 و4 و5 تمثل أرقام التعرف البحري MID وتمثل X هو أي رقم يقع بين 0 و9. وتمثل أرقام التعرف البحري MID الإدارة التي لها الولاية القضائية على هوية النداء لمعينات الملاحة.

2 وينطبق النسق المذكور أعلاه على جميع أنماط معينات الملاحة (AtoN) الواردة في أحدث نسخة من التوصية ITU-R M.1371، انظر المعلمة 21 للرسالة AIS "نمط معينات الملاحة" والجدول ذا الصلة لهذه المعلمة. ويستعمل هذا النسق في جميع المحطات AIS لنقل الرسائل المتصلة بالنظام AtoN. وفي حال تخصيص محطة قاعدة AIS مع محطة AIS AtoN ينبغي أن يتعين رقم تعرف لرسائل تشغيل المحطة القاعدة بالنسق المذكور في الملحق 2.

3 ويتيح نظام النسق المذكور أعلاه تخصيص هوية لعدد 10 000 محطة AtoN لكل رقم MID. وإذا كان للإدارة المعنية أكثر من 10 000 محطة، يجوز لها أن تستعمل أرقام تعرف بحري إضافية (MID) إذا كان الاتحاد الدولي للاتصالات قد خصصها بالفعل مما يمنح 10 000 هوية إضافية.

4 يجوز للإدارة أن تستعمل الرقم السادس للتمييز بين بعض الاستعمالات المحددة للهويات MMSI كما يرد في المثال التالي:

أ) 99MID1XXX محطة AIS AtoN مادية

ب) 99MID6XXX محطة AIS AtoN افتراضية

ج) 99MID8XXX المساعدات الملاحية المتنقلة

5 ويخلق هذا النسق مجموعات من 999 عدداً لكل فئة محطة، إلا أن الأسلوب المبين خياري وينبغي استخدامه للاسترشاد فقط.

6 وإضافةً إلى استخدام الرقم السادس للتمييز بين معينات ملاحة محددة كما ورد أعلاه، يجوز استخدام الرقم السابع لأغراض وطنية من أجل تحديد المناطق التي تقع فيها المحطات AIS AtoN أو أنماط هذه المحطات حسب تقدير الإدارة المعنية.

7 وينبغي إتاحة تفاصيل تخصيصات MMSI هذه للرابطة الدولية للمعينات البحرية وهيئات المنارات (IALA) والسلطات الوطنية المعنية.

8 وينبغي أيضاً إتاحة الهويات MMSI لمعينات الملاحة من قاعدة البيانات ITU MARS (انظر الرقم **16.20** من لوائح الراديو).

القسم 5

تخصيص هويات للمراكب الصغيرة المصاحبة للسفينة الأم

1 تحتاج الأجهزة المستخدمة في مركب صغير مصاحب لسفينة أُم إلى هوية وحيدة. وينبغي أن يخصص لهذه الأجهزة التي تشارك في الخدمة المتنقلة البحرية رقم وحيد مكون من 9 أرقام في النسق $9_1 8_2 M_3 I_4 D_5 X_6 X_7 X_8 X_9$ حيث تمثل الأرقام 3 و4 و5 أرقام التعرف البحري (MID) ويكون X هو أي رقم يقع بين 0 و9. وتمثل أرقام التعرف البحري الإدارة التي لها الولاية القضائية على هوية المركب الصغير المصاحب للسفينة الأم.

2 ولا يصلح نسق الترقيم هذا إلا للأجهزة المحمولة على متن مراكب صغيرة مصاحبة لسفينة أُم. ويجوز للمركبة الصغيرة أن تحمل عدة أجهزة يمكن التعرف عليها بواسطة الهوية MMSI المخصصة للمركبة. وقد توضع هذه الأجهزة في زوارق النجاة أو طوافات النجاة أو زوارق الإنقاذ أو أي مركبة صغيرة أخرى تنتمي إلى سفينة أُم ولكن منفصلة عن مرسلات البحث والإنقاذ بنظام تعرف أوتوماتي (AIS-SART).

3 وينبغي أن تخصص هوية MMSI وحيدة لكل جهاز محمول في مركبة صغيرة مصاحبة لسفينة أُم وينبغي أن يتم تسجيلها على نحو منفصل وربطها بهوية MMSI الخاصة بالسفينة الأم.

4 ويتيح نظام النسق المذكور أعلاه تخصيص هوية لعدد 10 000 جهاز تابع لسفينة أُم بواسطة رقم تعرف بحري (MID). وإذا كان للإدارة أكثر من 10 000 جهاز يجوز لها استخدام رقم تعرف بحري إضافي لبلد آخر (MID) إذا كان الاتحاد الدولي للاتصالات قد خصص بالفعل 10 000 هوية إضافية.

5 ينبغي أيضاً إتاحة الهويات MMSI المخصصة للأجهزة التابعة لسفينة أُم من قاعدة البيانات ITU MARS (انظر الرقم **16.20** من لوائح الراديو).

الملحق 2

الهويات البحرية المستعملة لأجهزة بحرية أخرى لأغراض خاصة

تستعمل هذه الهويات موارد الترقيم الخاصة بأرقام التعرف البحري MID إلا أن لها استعمالات خاصة معرفة في كلٍ من القسمين التاليين.

القسم 1

تخصيص الهويات لمرسِلات–مستقبِلات الموجة المترية المحمولة يدوياً المجهزة بالمناداة الرقمية الانتقائية ومستقبل النظام العالمي المتكامل للملاحة الساتلية

1 قد يتطلب مرسِل–مستقبِل الموجة المترية المحمول يدوياً المجهز بالمناداة الرقمية الانتقائية ومستقبل النظام العالمي المتكامل للملاحة الساتلية تعريفاً وحيداً يبين أن لهذا الجهاز سعة بطارية مقيدة ومنطقة تغطية مقيدة. ومن الممكن أن يوفر ذلك معلومات إضافية في حالات الطوارئ.

2 ينبغي الاقتصار في استعمال مرسِل–مستقبِل الموجة المترية المحمول يدوياً المجهز بالمناداة الرقمية الانتقائية ومستقبل النظام العالمي المتكامل للملاحة الساتلية على الخدمة المتنقلة البحرية.

3 ينبغي تخصيص هوية وحيدة من تسعة أرقام لأي مرسِل–مستقبِل موجة مترية محمول يدوياً مجهز بالمناداة الرقمية الانتقائية ومستقبل النظام العالمي المتكامل للملاحة الساتلية مشارك في الخدمة المتنقلة البحرية، على أن يكون نسق تلك الهوية $8_1M_2I_3D_4X_5X_6X_7X_8X_9$، حيث تمثل الخانات 2 و3 و4 رقم التعرف البحري (MID) ويمثل X أي رقم بين 0 و9. ويمثل رقم التعرف البحري الإدارة التي تخصص الهوية للمرسِل–المستقبِل المحمول يدويًا.

$$8_1M_2I_3D_4X_5X_6X_7X_8X_9$$

4 ينبغي ترك تحديد إجراء ومعايير تخصيص هذه الهويات وتسجيلها للإدارة المعنية.

5 ينبغي الالتزام بحد أدنى من إجراءات تسجيل هذه الهوية:

أ) ينبغي أن تتولى السلطة الوطنية المعنية تسجيل كل الهويات في هذه الفئة، كما ينبغي تمكين مركز تنسيق عمليات الإنقاذ (RCC) أو مركز تنسيق عمليات الإنقاذ البحرية (MRCC) المحلي من النفاذ إلى البيانات على مدار الساعة في جميع أيام الأسبوع. وينبغي في حالة الأنظمة ذات أولوية الاستغاثة الأوتوماتية توجيه هذه المعلومات أوتوماتياً إلى مركز لتنسيق عمليات الإنقاذ.

ب) ينبغي في إعادة استعمال هذه الهوية اتباع الإرشادات الواردة في الملحق 3 من هذه التوصية.

6 للإدارة أن تستخدم الخانة الخامسة للتمييز بين استعمالات معينة/مستعملين معينين للهوية البحرية. ومع ذلك فهذا الأسلوب اختياري ولا يستعمل إلا على الصعيد الوطني فقط.

القسم 2

الأجهزة التي تستعمل هوية برقم حر

تُستعمل هذه الهويات ذات السابقة ثلاثية الأرقام (توزع من جدول أرقام التعرف البحري) لتعريف التجهيزات الراديوية البحرية مثل المرسل المستجيب للبحث والإنقاذ بنظام التعرف الأوتوماتي، وأجهزة الإبلاغ عن سقوط شخص في البحر (MOB)، والمنار الراديوي لتحديد مواقع الطوارئ – نظام التعرف الأوتوماتي (EPIRB-AIS) وما شابه ذلك من التجهيزات التي تتطلب التعريف.

1 مرسِل البحث والإنقاذ بنظام تعرف أوتوماتي[2] (AIS-SART)

ينبغي أن يستعمل AIS-SART هوية:

$$9_1 7_2 0_3 X_4 X_5 Y_6 Y_7 Y_8 Y_9$$

(حيث X_4X_5 = معرف الصانع من 01 إلى 99؛ $Y_6Y_7Y_8Y_9$ = رقم التتابع من 0000 إلى 9999. وينبغي للصانع إذا وصل إلى 9999 إعادة بدء ترقيم التتابع من 0000. ويُستخدم معرّف الصانع "00" لأغراض الاختبار.)

2 سقوط شخص في البحر (MOB)

ينبغي أن يستعمل جهاز MOB المصنف ضمن المجموعة A من الأجهزة AMRD هوية وفقا لأحدث نسخة من التوصية ITU-R M.2135:

$$9_1 7_2 2_3 X_4 X_5 Y_6 Y_7 Y_8 Y_9$$

(حيث X_4X_5 = معرف الصانع من 01 إلى 99؛ $Y_6Y_7Y_8Y_9$ = رقم التتابع من 0000 إلى 9999. وينبغي للصانع إذا وصل إلى 9999 إعادة بدء ترقيم التتابع من 0000.)

3 المنارات الراديوية لتحديد مواقع النكبات بنظام تعرف أوتوماتي (EPIRB-AIS)

ينبغي أن يستعمل نظام التعرف الأوتوماتي للمنارات الراديوية لتحديد مواقع الطوارئ (EPIRB- AIS) هوية:

$$9_1 7_2 4_3 X_4 X_5 Y_6 Y_7 Y_8 Y_9$$

(حيث X_4X_5 = معرف الصانع من 01 إلى 99؛ $Y_6Y_7Y_8Y_9$ = رقم التتابع من 0000 إلى 9999. وينبغي للصانع إذا وصل إلى 9999 إعادة بدء ترقيم التتابع من 0000. ويُستخدم معرّف الصانع "00" لأغراض الاختبار.)

ويبين معرف مستعمل EPIRB-AIS هوية جهاز التوجيه في EPIRB-AIS، لا هوية الخدمة المتنقلة البحرية (MMSI) الخاصة بالسفينة.

[2] ينبغي أن يُفصل نسق الترقيم لنظام التعرف الأوتوماتي (AIS-SART) عن الأجهزة المتعددة الأخرى المحمولة على متن السفينة والتي يمكن التعرف عليها بواسطة الهوية MMSI المخصصة للمركبة. وقد توضع هذه الأجهزة في زوارق النجاة أو طوافات النجاة أو زوارق الإنقاذ أو أي مركبة صغيرة أخرى تنتمي إلى سفينة أُم.

4 الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة[3]

1.4 المجموعة A من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة (AMRD)

ينبغي أن تستخدم المجموعة A من الأجهزة AMRD وفقاً لأحدث نسخة من التوصية ITU-R M.2135 التي تم تحديدها على أنها أجهزة للإبلاغ عن سقوط شخص في البحر (MOB) من الصنف M، مخطط الترقيم على النحو الموصوف في الفقرة 2 من الملحق 2.

ينبغي أن تستخدم المجموعة A من الأجهزة AMRD، وفقاً لأحدث نسخة من التوصية ITU-R M.2135 التي تم تحديدها على أنها أجهزة المساعدة الملاحية المتنقلة (AtoN)، مخطط الترقيم على النحو الموصوف في الفقرة 4 من الملحق 1.

2.4 المجموعة B من الأجهزة الراديوية البحرية المستقلة (AMRD)

ينبغي أن تستخدم المجموعة B من الأجهزة AMRD القائمة على تكنولوجيا AIS الهوية وفقًا لأحدث نسخة من التوصية ITU-R M.2135:

$$9_1 7_2 9_3 Y_4 Y_5 Y_6 Y_7 Y_8 Y_9$$

ينبغي أن تقتصر هويات المجموعة B من الأجهزة AMRD على المعرف MID 979. وينبغي التعرف أكثر على هويات المعدات كلها من خلال المعلومات الإضافية المرسلة، على النحو المحدد في أحدث نسخة من التوصية ITU-R M.2135. ويُسمح بتكرار الأرقام مع المجموعة B من الأجهزة AMRD.

($Y_4Y_5Y_6Y_7Y_8Y_9$ = رقم شبه عشوائي، يحدده الصانع باستخدام تبديل عشوائي للأعداد الصحيحة من 0-999999 دون إعادة استخدام أي رقم حتى تُستخدم جميع الأرقام. وقد تم تطوير العديد من حزم البرمجيات الرقمية طرق للتبديل العشوائي. وبدلاً من ذلك هناك خوارزمية بسيطة ومناسبة تُعرف باسم Fisher-Yates-Shuffle. وينبغي أن تُزرع الخوارزمية برقم عشوائي مثل خاتم التوقيت أو رقم تسلسلي أو مزيج منهما لتقليص احتمال قيام مصنعين أو أكثر بإنشاء نفس الرقم التسلسلي.)

[3] ينبغي أن تعمل المجموعة A من الأجهزة AMRD على القناة 70 (DSC) و1 AIS و2 AIS.
ينبغي أن تعمل المجموعة B من الأجهزة AMRD على القناة 2006.

الملحق 3

تخصيص الهويات البحرية وإدارتها والمحافظة عليها

القسم 1

هويات الخدمة المتنقلة البحرية

ينبغي أن توظف الإدارات التدابير التالية لإدارة الموارد المحدودة للهويات، وذلك من أجل تجنب استنفاد أرقام التعرف البحري MID وسلاسل الهويات MMSI المناظرة:

أ) تطبيق إجراءات وطنية فعّالة لتخصيص الهويات وتسجيلها؛

ب) تزويد مكتب الاتصالات الراديوية بتحديثات منتظمة لأرقام MMSI المخصصة وفقاً للرقم **16.20** من لوائح الراديو؛

ج) ضمان أنه عندما تغير السفن علم تسجيلها من إدارة ما إلى علم تسجيل إدارة أخرى يعاد حسب الاقتضاء تخصيص جميع وسائل تعرف هوية محطات السفن المخصصة، بما فيها هوية MMSI، ويبلَّغ مكتب الاتصالات الراديوية بهذه التغييرات في أقرب وقت ممكن (انظر الرقم **16.20** من لوائح الراديو)؛

د) يمكن النظر في إعادة استعمال تخصيص هوية MMSI بعد أن تخلو منها طبعتان متتاليتان من القائمة V في منشورات الخدمة الصادرة عن الاتحاد أو بعد فترة سنتين، أيهما أبعد.

القسم 2

الهويات البحرية لمرسِلات–مستقبِلات الموجات المترية المحمولة يدوياً المجهزة بالمناداة الرقمية الانتقائية ومستقبلات النظام العالمي المتكاملة للملاحة الساتلية

ينبغي للإدارات عندما تخصص هويات بحرية لمرسِلات–مستقبِلات الموجة المترية المحمولة يدوياً المجهزة بالمناداة الرقمية الانتقائية ومستقبل النظام العالمي المتكامل للملاحة الساتلية توظيف كل التدابير المتاحة لإدارة مورد الهويات المحدود بفعالية.

أ) يستوعب نظام الأنساق الوارد في القسم 1 من الملحق 2، والمستعمل لتخصيص هويات لمرسِلات–مستقبِلات الموجة المترية، مائة ألف مرسِل–مستقبِل موجة مترية محمول يدوياً مجهز بالمناداة الرقمية الانتقائية ومستقبل النظام العالمي المتكامل للملاحة الساتلية، ولأي إدارة تبلغ هذا الحد أن تستعمل رمز بلد إضافي (MID)، في حالة تخصيص ذلك بالفعل من الاتحاد، مما يتيح مائة ألف هوية أخرى.

ب) إذا تبينت إدارةٌ ما حاجتها إلى توزيع إضافي من هويات MID نظراً لاستنفادها أكثر من 80% من مورد MID الموزع لها، فينبغي لها التقدم كتابياً بطلب رسمي إلى مدير مكتب الاتصالات الراديوية تطلب فيه توزيع هويات MID إضافية.

القسم 3

الأجهزة التي تستعمل هوية برقم حر

ينبغي للكيان المسؤول عن تخصيص معرفات الصانع المكونة من رقمين (X_4X_5=01 إلى 99)، والتي تُستخدم لتشكيل هويات برقم حر للأجهزة المدرجة في القسم 2 من الملحق 2، أن يستخدم التدابير التالية لإدارة مورد الهويات المحدود هذا بفعالية:

أ) عدم تخصيص أكثر من معرّف لكل صانع؛

ب) اتخاذ جميع التدابير الممكنة لضمان إعادة معرفات الصانع غير المستخدمة إلى الكيان المسؤول وإعادة تخصيصها حسب الاقتضاء؛

ج) تزويد فرقة العمل المعنية التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية بتحديثات منتظمة، على أساس سنوي، فيما يتعلق باستخدام معرفات الصانع والأعداد المتبقية من معرفات الصانع غير المستخدمة؛

د) إخطار مكتب الاتصالات الراديوية على الفور بأي تغيير في تخصيصات معرفات الصانع لنشرها على الصفحة الإلكترونية لنظام النفاذ إلى قاعدة بيانات الخدمة المتنقلة البحرية للاتحاد والبحث فيها.

التوصية ITU-R M.633-5*

خصائص الإرسال لمنار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ بالساتل (منار EPIRB ساتلي) يعمل بواسطة نظام ساتلي في النطاق MHz 406,1-406,0

(2023-2010-2004-2000-1990-1986)

مجال التطبيق

توفر هذه التوصية خصائص الإرسال لنظام منارات راديوية للاستدلال على موقع الطوارئ بالساتل (منارات EPIRB الساتلية) العاملة في النطاق MHz 406,1-406,0.

كلمات رئيسية

ساتل، منار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ (EPIRB)، منار

مسرد المختصرات

SOLAS	سلامة الأرواح في البحر *(Safety of Life at Sea)*
EPIRB	منار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ *(Emergency position-indicating radio beacon)*
ELT	مرسِل تحديد الموقع في حالات الطوارئ *(Emergency locator transmitter)*
PLB	منار تحديد الموقع الشخصي *(Personal locator beacon)*

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R M.1478 – معايير الحماية المطبقة على معدات البحث والإنقاذ للنظام Cospas-Sarsat في النطاق MHz 406,1-406

التقرير ITU-R M.2359 – حماية النطاق MHz 406,1-406

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن من الممكن أن تستعمل المنارات EPIRB الساتلية لإنذار الاستغاثة في إطار الخدمات البحرية والأرضية وخدمات الطيران؛

ب) أن من الممكن أن تستعمل المنارات EPIRB الساتلية التي لها خصائص إرسال مماثلة (ولكن لديها اختلافات أخرى في التصميم) في بيئات تشغيل مختلفة (حيث قد تُعرف بالمنارات EPIRB في الخدمات البحرية، ومرسِلات تحديد الموقع في حالات الطوارئ (ELT) في خدمات الطيران، ومنارات تحديد الموقع الشخصي (PLB) إذا كانت مصممة لكي يحملها الأشخاص)؛

ج) أن المنارات EPIRB الساتلية تشكل إحدى أهم وسائل إنذار الاستغاثة في النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر (GMDSS) للمنظمة البحرية الدولية (IMO)؛

* ينبغي أن ترفع هذه التوصية إلى عناية المنظمة الدولية البحرية ومنظمة الطيران المدني الدولي والمنظمة الدولية للاتصالات الساتلية المتنقلة وأمانة Cospas-Sarsat.

د) أنه سيفرض على كل السفن التي ينطبق عليها الفصل IV من الاتفاقية الدولية لحماية الحياة البشرية في البحر (SOLAS)، 1974، بصيغتها المعدَّلة، أن تحمل على متنها منارا EPIRB ساتلياً يعمل في النطاق 406,0-406,1 MHz؛

هـ) أن جميع الطائرات وطائرات الهليكوبتر التي تنطبق عليها الأجزاء I وII وIII من الملحق 6 من اتفاقية الطيران المدني الدولي، يجب أن تحمل على متنها منارا EPIRB ساتلياً واحداً على الأقل يعمل في النطاق 406,0-406,1 MHz (يعرف بمرسل تحديد الموقع في حالات الطوارئ (ELT) في وثائق منظمة الطيران المدني الدولي)،

وإذ تلاحظ

أ) أن من المؤكد وجود سواتل من النمط Cospas-Sarsat تعمل في المدار حتى عام 2008 وأنه يخطط لسواتل أخرى فيما بعد؛

ب) التيسر الحالي والمتوقع للنظام الأرضي Cospas-Sarsat،

توصي

بأن تكون خصائص الإرسال وأنساق البيانات لمنار EPIRB ساتلي يعمل بواسطة نظام ساتلي في النطاق 406,0-406,1 MHz مطابقة إما لمواصفات منارات الاستغاثة Cospas-Sarsat في النطاق 406 MHz، الواردة في الوثيقة C/S T.001، بصيغتها المعدَّلة، أو لمواصفات الجيل الثاني من منارات الاستغاثة Cospas-Sarsat في النطاق 406 MHz، الواردة في الوثيقة C/S T.018، بصيغتها المعدَّلة.

الملاحظة 1 – يمكن الحصول على نسخة مجانية من أحدث صيغة للوثيقتين المعدَّلتين C/S T.001 و/أو C/S T.018 من أمانة Cospas-Sarsat (البريد الإلكتروني: mail@cospas-sarsat.int) أو من موقع Cospas-sarsat على الإنترنت (http://www.cospas-sarsat.int).

التوصيـــة ITU-R S.672-4*

مخطط الإشعاع المطلوب استعماله كهدف تصميمي لهوائيات السواتل في الخدمة الثابتة الساتلية التي تستعمل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض

(1997-1995-1993-1992-1990)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن استعمال هوائيات في المحطات الفضائية تتميز بأفضل مخططات إشعاع متيسرة سيؤدي إلى استخدام طيف الترددات الراديوية ومدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض بفعالية قصوى؛

ب) أن المحطات الفضائية المشغلة حالياً تستخدم هوائيات حزمها إهليلجية (أو دائرية) بتغذية وحيدة وهوائيات حزمها مقولبة بتغذية متعددة على حدٍ سواء؛

ج) أن المزيد من المعلومات ما زال مطلوباً، على الرغم مما أدخل من تحسينات حالياً في تصميم هوائيات المحطات الفضائية، قبل التوصل إلى اعتماد مخطط إشعاع مرجعي لأغراض التنسيق؛

د) أن اعتماد مخطط إشعاع كهدف تصميمي لهوائيات المحطات الفضائية سيؤدي إلى تشجيع تصنيع واستعمال هوائيات تسمح باستعمال المدار استعمالاً أكثر فعالية؛

هـ) أن أغراض التنسيق يكفيها تحديد خصائص الإشعاع لهوائيات المحطات الفضائية في اتجاهات التداخل المحتمل فقط؛

و) أن التعبيرات الرياضية ينبغي أن تكون بسيطة قدر الإمكان، ومتوائمة مع توقعات واقعية، حتى يمكن التوسع في تطبيقها؛

ز) أن هذه التعبيرات ينبغي لها، مع ذلك، أن تراعي خصائص أنظمة الهوائيات العملية وأن تكون قابلة للتكيف مع التكنولوجيات الجديدة؛

ح) أن صعوبات القياس تؤدي إلى عدم الدقة في نمذجة هوائيات المركبات الفضائية عند الزوايا الكبيرة خارج المحور؛

ط) أن تقييدات القدّ في مركبات الإطلاق تؤدي إلى تقييدات في قيم النسبة D/λ المتعلقة بهوائيات المركبة الفضائية وعلى الأخص في الترددات المنخفضة كما في النطاق GHz 6/4؛

ي) أن المعلمات الخاصة بمخططات إشعاع هوائيات المحطات الفضائية، مثل النقطة المرجعية ومنطقة التغطية وكسب الذروة المكافئ، والتي يمكن استعمالها لتعريف مخطط الإشعاع المرجعي لهوائي المحطة الفضائية، واردة في الملحق 1؛

ك) أن برنامجين حاسوبيين قد تم إعدادهما لتحديد أكفة التغطية (انظر الملحق 2)،

* أدخلت لجنة الدراسات 4 للاتصالات الراديوية تعديلات صياغية على هذه التوصية عام 2001 طبقاً لأحكام القرار ITU-R 44 (RA-2000).

توصـــي

1 باستعمال مخطط الإشعاع التالي كهدف تصميمي خارج منطقة التغطية فيما يتعلق بهوائيات المركبات الفضائية ذات الحزم الدائرية أو الإهليلجية بتغذية وحيدة في الخدمة الثابتة الساتلية (FSS):

(1)	$G(\psi) = G_m - 3\,(\psi/\psi_b)^{\alpha}$	dBi	for $\psi_b \le \psi \le a\,\psi_b$
(2a)	$G(\psi) = G_m + L_N + 20\log z$	dBi	for $a\,\psi_b < \psi \le 0{,}5\,b\,\psi_b$
(2b)	$G(\psi) = G_m + L_N$	dBi	for $0{,}5b\,\psi_b < \psi \le b\,\psi_b$
(3)	$G(\psi) = X - 25\log\psi$	dBi	for $b\,\psi_b < \psi \le Y$
(4a)	$G(\psi) = L_F$	dBi	for $Y < \psi \le 90°$
(4b)	$G(\psi) = L_B$	dBi	for $90° < \psi \le 180°$

حيث:

$$X = G_m + L_N + 25\log(b\,\psi_b) \quad \text{و} \quad Y = b\psi_b\,10^{0{,}04\,(G_m + L_N - L_F)}$$

$G(\psi)$: الكسب عند الزاوية ψ مع اتجاه الحزمة الرئيسية (dBi)

G_m : الكسب الأقصى في الفص الرئيسي (dBi)

ψ_b : نصف فتحة الحزمة عند 3 dB في المستوي المعتبر (أقل من G_m بمقدار 3 dB) (بالدرجات)

L_N : سوية الفص الجانبي القريب (dB) بالنسبة إلى كسب الذروة الذي يتطلبه تصميم النظام.

L_F : سوية الفص الجانبي البعيد (dBi)

z : (نسبة المحور الكبير إلى المحور الصغير) للحزمة المشعة

L_B : $(15 + L_N + 0.25\,G_m + 5\log z$ dBi) أو 0 dBi أي القيمتين أعلى.

الملاحظة 1 – إن المخططات المنطبقة على الحزم الإهليلجية تتطلب تحققاً تجريبياً وتكون قيم a في الجدول 1 مؤقتة.

الجدول 1

L_N (dB)	a	b	α
20–	$2{,}58\ \sqrt{(1-\log z)}$	6,32	2
25–	$2{,}58\ \sqrt{(1-0{,}8\log z)}$	6,32	2
30–	–	6,32	–

يبين الجدول 1 القيم العددية للمقادير a وb وα من أجل سويتي الفص الجانبي القريب L_N: $L_N = -20$ dB و$L_N = -25$ dB. أما قيمتا a وα من أجل $L_N = -30$ dB فتتطلبان المزيد من الدراسة. والإدارات مدعوة إلى توفير المعطيات اللازمة لكي يتاح تحديد قيمتي a وα من أجل $L_N = -30$ dB.

2 بانتقاء مخطط الإشعاع المعتبر هدفاً تصميمياً وفق الصيغ التالية، تبعاً لصنف الهوائي ولمدى قيم نسبة المسح، وذلك فيما يتعلق بهوائيات المركبات الفضائية في الخدمة FSS ذات الحزم المقولبة بتغذية متعددة.

تعريف أصناف الهوائيات

– تعريف هوائيات الصنف A:

إن هوائيات الصنف A هي الهوائيات التي يقع محور تسديدها داخل منطقة التغطية.

– تعريف هوائيات الصنف B:

إن هوائيات الصنف B هي الهوائيات التي يقع محور تسديدها خارج منطقة التغطية، لحزمة واحدة أو لأكثر من حزمة.

تعريف نسبة المسح

يوجد تعريفان لنسبة المسح:

تعرّف نسبة المسح δ الواردة في الفقرة 1.2 على أنها حاصل قسمة المسافة الزاوية بين مركز التغطية (والمعرف على أنه مركز القطع الناقص ذي المساحة الصغرى) ونقطةٍ ما على حافة التغطية، المقسومة على الفتحة الزاوية للحزمة العنصرية المكونة.

وتعرّف نسبة المسح S الواردة في الفقرتين 2.2 و3.2 على أنها حاصل قسمة المسافة الزاوية بين محور تسديد الهوائي ونقطة ما على حافة التغطية، المقسومة على الفتحة الزاوية للحزمة العنصرية المكونة.

ويوصى في البدء باستعمال تعريف نسبة المسح δ لتحديد الجزء من جزءي الفقرة "توصي" الذي ينطبق على هوائي معين من هوائيات الصنف A؛

1.2 فيما يتعلق بهوائيات الصنف A مع قيم لنسبة المسح $\delta \le 3{,}5$:

$$G_{\mathrm{dBi}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_{ep} \pm 0.256 - 13.065\left(\dfrac{\Delta\psi}{Q\psi_0} + 0.5\right)^2 & \text{for} \quad 0 \le \dfrac{\Delta\psi}{\psi_0} \le 0.8904Q \\ G_{ep} - 25 & \text{for} \quad 0.8904Q < \dfrac{\Delta\psi}{\psi_0} \le 1.9244Q \\ G_{ep} - 25 + 20\log\left(\dfrac{1.9244Q\psi_0}{\Delta\psi}\right) & \text{for} \quad 1.9244Q < \dfrac{\Delta\psi}{\psi_0} \le 18/\psi_0 \end{cases}$$

حيث:

$\Delta\psi$: الزاوية (بالدرجات) انطلاقاً من كفاف التغطية المحدب إلى نقطة تقع خارج منطقة التغطية في اتجاه عمودي على أضلاع الكفاف

G_{ep} : كسب الذروة المكافئ (dBi)

$= 3{,}0 + G_e$

ψ_0 : فتحة الحزمة العنصرية المكونة عند نصف القدرة (بالدرجات)

$= 72\ (\lambda/D)$

λ: طول الموجة (بالأمتار)

D: القطر المادي للعاكس (بالأمتار)

$$Q = 10^{\left(\frac{0.000075(\delta - 1/2)^2}{[(F/D_p)^2 + 0.02)]^2}\right)}$$

δ: نسبة المسح كما تم تعريفها في الفقرة 2

F/D_p: نسبة البعد البؤري للعاكس F إلى قطر الهوائي المكافئي الرئيسي D_p

$D_p = 2\ (d + h)$

d: قطر الفتحة المتوقع للمجسم المكافئي المتخالف،

h: الارتفاع المتخالف بالنسبة إلى حافة العاكس.

2.2 فيما يتعلق بهوائيات الصنف A مع قيم لنسبة المسح $S \geq 5$:

$$G_{\text{dBi}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_e - B\left[\left(1+\dfrac{\Delta\psi}{\psi_b}\right)^2 - 1\right] & \text{for} \quad 0^\circ \leq \Delta\psi \leq C\psi_b \\ G_e - 22 & \text{for} \quad C\psi_b < \Delta\psi \leq (C+4.5)\psi_b \\ G_e - 22 + 20\log_{10}\left[\dfrac{(C+4.5)\psi_b}{\Delta\psi}\right] & \text{for} \quad (C+4.5)\psi_b < \Delta\psi \leq 18^\circ \end{cases}$$

حيث:

$\Delta\psi$: الزاوية (بالدرجات) انطلاقاً من كفاف التغطية المحدب في اتجاه عمودي على أضلاع الكفاف

G_e : الكسب عند حافة التغطية (dBi)

$B = B_0 - (S - 1{,}25)\,\Delta B$ مع $S \geq 5$

$B_0 = 2{,}05 + 0{,}5\,(F/D - 1) + 0{,}0025\,D/\lambda$

$\Delta B = 1{,}65\,(D/\lambda)^{-0{,}55}$

ψ_b : نصف قطر الحزمة الصغيرة

$= 36\,\lambda/D$

λ : طول الموجة (بالأمتار)

D : القطر المادي للعاكس (بالأمتار)

$$C = \sqrt{1 + \frac{22}{B}} - 1$$

S : نسبة المسح كما تم تعريفها في الفقرة 2

F/D : نسبة البعد البؤري إلى القطر المادي للهوائي؛

3.2 فيما يتعلق بهوائيات الصنف B التي لا تستعمل إلا نسبة المسح S (من أجل $S \geq 0$):

$$G_{\text{dBi}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_e - B\left[\left(1+\dfrac{\Delta\psi}{\psi_b}\right)^2 - 1\right] & \text{for} \quad 0^\circ \leq \Delta\psi \leq C\psi_b \\ G_e - 17 + 18.7012\log_{10}\left(\cos\left[\dfrac{\Delta\psi - C\,\psi_b}{\psi_b}\right]\right) & \text{for} \quad C\psi_b < \Delta\psi \leq (C+1)\psi_b \\ G_e - 22 & \text{for} \quad (C+1)\psi_b < \Delta\psi \leq (C+4.5)\psi_b \\ G_e - 22 + 20\log_{10}\left[\dfrac{(C+4.5)\psi_b}{\Delta\psi}\right] & \text{for} \quad (C+4.5)\psi_b < \Delta\psi \leq 18^\circ \end{cases}$$

حيث:

$\Delta\psi$: الزاوية (بالدرجات) انطلاقاً من كفاف التغطية المحدب في اتجاه عمودي على أضلاع الكفاف

G_e : الكسب عند حافة التغطية (dBi)

$B = B_0 - (S - 1{,}25)\,\Delta B$ من أجل $S \geq 0$

$B_0 = 2{,}05 + 0{,}5\,(F/D - 1) + 0{,}0025\,D/\lambda$

$\Delta B = 1{,}65\,(D/\lambda)^{-0{,}55}$

ψ_b : نصف قطر الحزمة الصغيرة

$$36\ \lambda/D =$$

λ : طول الموجة (بالأمتار)

D : القطر المادي للعاكس (بالأمتار)

$$C = \sqrt{1 + \frac{17}{B}} - 1$$

S : نسبة المسح كما تم تعريفها في الفقرة 2

F/D :نسبة البعد البؤري إلى القطر المادي للهوائي؛

4.2 فيما يتعلق بهوائيات الصنف A حيث تكون قيم نسبة المسح $3{,}5 < \delta$ و$S < 5$، ما زال الهدف التصميمي قيد الدراسة. ويتطلب الأمر على وجه الخصوص إجراء دراسات بشأن التوسع في تطبيق المعادلات الواردة في الفقرتين 1.2 و2.2 ليشمل هذا المجال. ويرد في الملحق 1 طريقة يمكن استعمالها لمد الهدف التصميمي المعني إلى هذا المجال. أما فيما يتعلق بتعريف نسبة المسح δ ونسبة المسح S وتطبيقهما فيرجى الرجوع إلى الفقرة 2.

5.2 باعتبار الملاحظات التالية جزءاً من الفقرتين 1.2 و2.2:

الملاحظة 1 – تعرّف منطقة التغطية على أنها الكفاف المرسوم انطلاقاً من نقاط المضلع الذي يحيط بمنطقة الخدمة، باستعمال الطريقة الواردة في الملحق 2.

الملاحظة 2 – عندما يتعلق الأمر بالمقاطع، وحيث يقع كفاف الكسب –3 dB خارج كفاف التغطية المرسوم، فإن المخطط الذي يُستعمل كهدف تصميمي يجب أن ينطلق من الكفاف –3 dB.

الملاحظة 3 – يجب ألا تطبق هذه التوصية إلا في اتجاه نظام حساس بالتداخلات. أي لا يحتاج الأمر إلى تطبيقها في الاتجاهات التي لا يوجد فيها احتمال حدوث تداخل لشبكات أخرى (مثل خارج حافة الأرض ومناطق المحيطات غير المأهولة). وقد يحدث أن تتجاوز 10% من المقاطع المخطط الموصى به كهدف تصميمي.

الملاحظة 4 – لا تنطبق هذه التوصية على هوائيات النطاق مزدوج التردد. وتنتمي إلى هذه الفئة الهوائيات التي تستعمل تشوه الطور المحثوث من العاكس من أجل توسيع الحزمة وتتطلب هذه الهوائيات مزيداً من الدراسة.

الملحـــق 1

مخططات الإشعاع لهوائيات السواتل في الخدمة الثابتة الساتلية

1 مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات السواتل

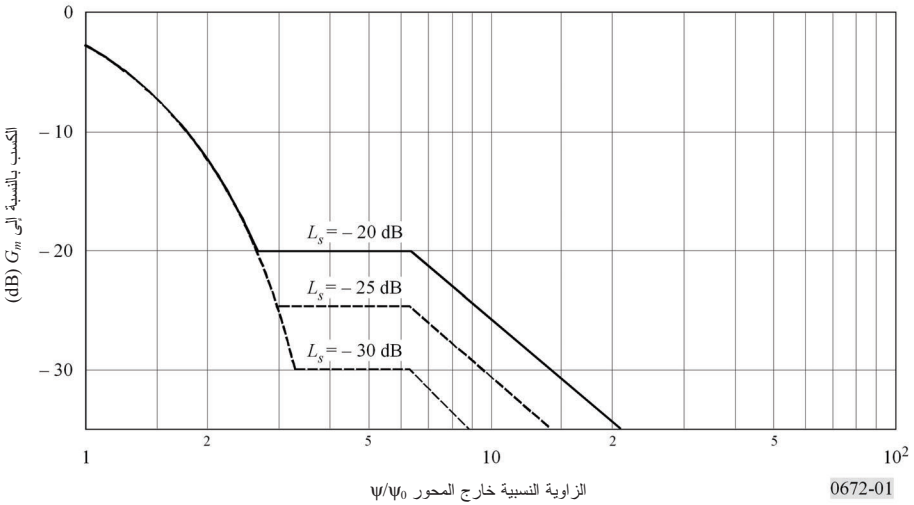
1.1 الحزم الدائرية ذات التغذية الوحيدة

يعد مخطط إشعاع هوائي الساتل هاماً في منطقة الفص الرئيسي كما هو هام أيضاً في منطقة الفصوص الجانبية الأكثر بعداً. وتبدأ المخططات المحتملة انطلاقاً من الكفاف –3 dB عن الفص الرئيسي، وتنقسم إلى أربع مناطق ممثلة في الشكل 1.

غير أن بعض الصعوبات تبرز عند محاولة تطبيق هذا المخطط على حزمة غير دائرية. ولهذا يرجى من الإدارات أن تقدم مخططات إشعاع مقيسة بواسطة حزم أكثر تعقيداً من الحزم الدائرية البسيطة.

الشكل 1

دوالّ غلاف مخطط الإشعاع



$$G(\psi) = G_m - 3\,(\psi/\psi_0)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad \psi_0 \le \psi \le a\,\psi_0 \qquad \text{(I)}$$

$$G(\psi) = G_m + L_s \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad a\,\psi_0 < \psi \le b\,\psi_0 \qquad \text{(II)}$$

$$G(\psi) = G_m + L_s + 20 - 25 \log (\psi/\psi_0) \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad b\,\psi_0 < \psi \le \psi_1 \qquad \text{(III)}$$

$$G(\psi) = 0 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad \psi_1 < \psi \qquad \text{(IV)}$$

حيث:

$G(\psi)$: الكسب المقابل للزاوية (ψ) مع محور الحزمة (dBi)

G_m : الكسب الأقصى في النص الرئيسي (dBi)

ψ_0 : نصف فتحة الحزمة عند 3 dB في المستوي المعتبر (أقل من G_m بمقدار 3 dB) (بالدرجات)

ψ_1 : القيمة (ψ) عندما يكون $G(\psi)$ في المعادلة III مساوياً 0 dBi

L_s : سوية الفص الجانبي القريب (dB) المطلوب بالنسبة إلى الكسب الأقصى

a, b : تعطي قيمها العددية فيما يلي:

L_s	a	b
20–	2,58	6,32
25–	2,88	6,32
30–	3,16	6,32

2.1 الحزم الإهليلجية ذات التغذية الوحيدة

تعرف الدوّال السابقة الواردة في الشكل 1 غلافاً أقصى للفصوص الجانبية الأولى عند سوية تبلغ –20 dB بالنسبة إلى كسب الذروة وينطبق هذا المخطط على هوائيات تصميمها بسيط نسبياً. غير أنه من المستحسن، بغية استعمال سعة المدار استعمالاً أفضل، تخفيض هذه السوية إلى –30 dB واستعمال هوائيات ذات تصميم أكثر تطوراً. ويفي بهذا المطلب المخطط الخاص

بهوائيات الإذاعة الساتلية والذي اعتمده المؤتمر الإداري العالمي للراديو المعني بتخطيط الخدمة الإذاعية الساتلية الذي انعقد في جنيف عام 1977 (WARC BS-77)، وهذا المخطط يجري تحقيقه حالياً ولهذا يجب تطبيقه في هذه الحالة. وقد يتطلب الأمر دراسات أخرى لتقدير الإمكانية العملية لتحقيق مثل هذه التخفيضات في سويات الفصوص الجانبية خاصة ضمن النطاقين GHz 6/4.

3.1 الحزم المقولبة ذات التغذية المتعددة

يجب أن يستند مخطط مماثل، ينطبق على الحزم المقولبة، إلى تحليل عدة حزم مقولبة، وإلى اعتبارات نظرية كذلك. ويجب أن تحدد معلمات إضافية كقطر الحزمة الصغيرة العنصرية، وسوية الفص الجانبي الأول. وفوق ذلك، تعتبر المقاطع العرضية وطريقة قياس الزوايا، جزءاً من تعريف المخطط.

عندما يحقق هذا المخطط المرجعي، تبقى المسألة الأهم هي الحصول على التمييز ابتداء من حدود التغطية لكل أنماط الهوائيات بما فيها الهوائيات ذات الحزمة المقولبة الأكثر تعقيداً، وذلك بدلالة الفصل الزاوي لمناطق التغطية، كما تُرى من المدار. إن مخطط إشعاع الهوائي ذي الحزمة المقولبة هو مخطط وحيد ويتحدد تحديداً رئيسياً بالعوامل التشغيلية والتقنية التالية:

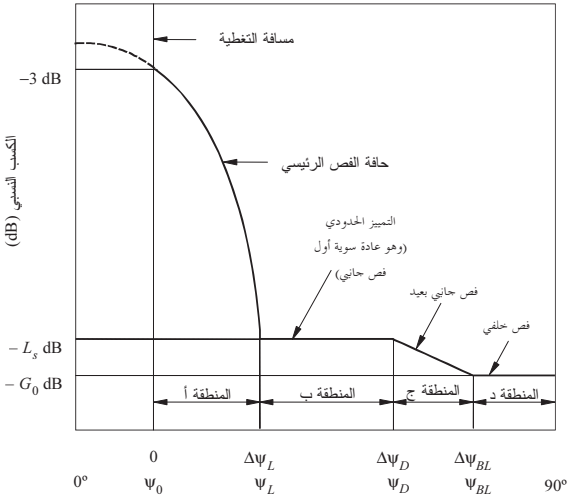
- شكل منطقة التغطية؛
- خط طول الساتل؛
- فتحة الهوائي القصوى؛
- تحقيق التغذية وتناقص الإضاءة التدريجي؛
- قطر فتحة العاكس المقيس (D/λ)؛
- نسبة البعد البؤري إلى قطر الفتحة (F/D)؛
- عدد مرات إعادة استعمال الترددات ومنافذ الحزم المستقلة؛
- عدد عناصر التغذية المستعملة؛
- عروض النطاق؛
- الحاجة إلى الاستقطاب المتعامد؛
- منطقة التغطية الزاوية الكاملة المؤمنة؛
- استقرار إثارات عنصر التغذية في الطور وفي الاتساع؛
- متطلبات إعادة التشكيل؛
- عدد المواقع المدارية التي ينبغي انطلاقاً منها تأمين كل تغطية للحزمة؛
- التفاوت المسموح به المحقق في مساحة سطح العاكس؛
- تسديد الحزمة (على سبيل المثال: تحديد موقع الحزمة المتوقف على الساتل، أو تحديد موقع الحزمة المستقل عنه بواسطة منارات التتبع المقامة على سطح الأرض)؛
- الانحطاط في عناصر الحزمة العائد إلى أنواع زيغ في المسح تتوقف على العاكس أو على شكل الهوائي حسب الحالة (مثل: العاكس الوحيد والعاكس المزدوج ونظام العاكس المقولب دون محور بؤري وصفيف هوائيات تشع مباشرة، إلخ.).

وقد تبرز بسبب كل العوامل المذكورة صعوبات في إحكام مخطط مرجعي وحيد للهوائيات ذات الحزم المقولبة.

لا يعتبر المخطط المرجعي الموجود في الشكل 1 لهوائيات بحزم مقولبة مرضياً، وذلك أن معلمة أساسية من المخطط المرجعي هي ψ_0، نصف فتحة الحزمة عند –3 dB، بينما مركز الحزمة المقولبة غير معرف تعريفاً جيداً، ولا يقابل أبداً الاستجابة خارج الحزمة. وقد يشكل مخطط مرجعي بسيط يحتوي على 4 قطع، كما يظهر في الشكل 2، نموذجاً للمخطط المرجعي أكثر إرضاء. وقد يصبح ميل حافة هذا المخطط دالة للمسافة الزاوية خارج كفاف التغطية.

الشكل 2

شكل محتمل لمخطط إشعاع مرجعي



يشكل الاتجاه الخاص الذي تقاس فيه هذه المسافة الزاوية معلمة لا بد من تعريفها كذلك. وتتمثل إحدى الطرائق إلى ذلك بقياس هذه الزاوية عمودياً على كفاف الكسب الثابت الأقرب من منطقة التغطية. وتنشأ بعض الصعوبات في هذه الطريقة حين تكون أجزاء من أكفة الكسب مقعرة كما هو الحال مع مخططات تأخذ شكل هلال. وقد يحدث للاتجاه العمودي على الكفاف، في هذا النمط من المخططات، أن يتقاطع مع منطقة التغطية مجدداً. أما من وجهة نظر تصميم الهوائي فتزداد الصعوبة في الحصول على تمييز مرضٍ في الجزء المقعر من المخطط كلما ازدادت درجة التقعر. وتوجد طريقة أخرى قد تسمح بالتغلب على هذه المشاكل، تتمثل بتحديد منطقة التغطية بواسطة كفاف لا يتضمن أي تقعر، ثم قياس الزوايا عمودياً انطلاقاً من هذا الكفاف باعتبار هذا الأخير وكأنه حدود التغطية. وثمة طرائق أخرى ممكنة تسمح بتعريف الاتجاه الذي تتم فيه القياسات، وذلك من خلال استعمال مركز إهليلج محدد على سبيل المثال كنقطة مرجعية (راجع الفقرتين 1.2 و2.2). ولكن الوصول إلى تعريف واضح لكل مخطط إشعاع يشكل مسألة ضرورية.

وعندما يتم تعريف الاتجاه، نستطيع تقسيم مخطط الإشعاع إلى أربع مناطق هامة:

المنطقة أ: حافة الفص الرئيسي (حافة التغطية بالنسبة إلى زاوية التمييز الحدودي)

يفترض أن هذه المنطقة تقابل ما نعتبره مناطق التغطية المتجاورة. وقد نستطيع الحصول على التمييز الضروري فيما بين الشبكات الساتلية، انطلاقاً من دمج تمييز هوائي الساتل والفصل المداري.

ثمة دالة بسيطة يمكن تطبيقها على هذه المنطقة قد تكون مشابهة للدالة المشار إليها في المعادلة (I) في الشكل 1.

المنطقة ب: منطقة تغطية غير مجاورة

تبدأ هذه المنطقة من النقطة التي يقدم مخطط الإشعاع فيها تمييزاً كافياً لكي يتيح للسواتل التي تشغل تقريباً الموقع نفسه أن تخدم مناطق غير متجاورة ($\Delta\psi_L$ في الشكل 2). وقد يتراوح التمييز الحدودي (L_s) بين –20 dB و–30 dB

المنطقة ج: منطقة الفصوص الجانبية البعيدة

المنطقة د: منطقة الفص الخلفي

تغطي كل واحدة من هذه المناطق الفصوص الجانبية ذات الرتبة الأعلى وتؤخذ بعين الاعتبار في الحالة التي تبتعد فيها مناطق الخدمة بعضها عن بعض ابتعاداً كبيراً، وفي حالة بعض أجزاء المدار في نطاقات الترددات المستعملة في الاتجاهين. ويجب في هذه الحالة الأخيرة، أن تؤخذ احتياطات عند تناول زوايا خارج المحور كبيرة جداً، لأن ثمة تأثيرات مهمة قد تنتجها انعكاسات غير متوقعة على منصة المركبة الفضائية، والفيض على العاكس الرئيسي. ويقترح إلى حين الحصول على معلومات أوفر أن يحضر لغلاف أدنى من الكسب بمقدار 0 dBi (المنطقة د في الشكل 2).

2 نماذج لمخطط إشعاع هوائي ذي حزمة مقولبة

يمكن استعمال مخطط مرجعي مبسط من أجل وضع نموذج يستعمل حزمة مقولبة، وذلك قبل التصميم الفعلي للهوائي ونجد أدناه نموذجين يمكنهما توليد مثل هذه المخططات والمعلمات المرتبطة بهما. ويناسب هذان النموذجان ما قدم حول التداخل من دراسات تستخدم الحاسوب، كما يناسب التطبيقات اليدوية التي تستخدم خرائط مركزة على الساتل. كما يشكل هذان النموذجان أساساً لأي مخطط يوصى به إلا أنه ينصح مع ذلك بعدم تطبيق "مقاطع" المخططات الناتجة إلا في اتجاه أنظمة تتميز بحساسيتها للتداخل. وهذا يعني عدم تطبيقها في اتجاهات تفتقر إلى احتمال حدوث تداخل للشبكات الأخرى (خارج حافة الأرض مثلاً أو في مناطق المحيطات غير المأهولة، الخ.).

1.2 تمثيل منطقة التغطية

تم اقتراح طرائق عديدة في الماضي بغية تمثيل منطقة الخدمة التابعة لهوائيات الخدمة الثابتة الساتلية (FSS). وتنص إحدى هذه الطرائق على أن المسافة الزاوية خارج منطقة التغطية يجب أن تقاس في اتجاه ناظمي على طوبولوجيا منطقة الخدمة (كفاف كسب ثابت) كما تُرى من الساتل. ويصمم كفاف الكسب في الواقع كي يلائم منطقة الخدمة أكثر ملاءمة ممكنة، وبالتالي من المتوقع للفرق بين استعمال منطقة الخدمة وكفاف الكسب الثابت أن يكون صغيراً جداً. إلا أنه ستبرز بعض الصعوبات عند استعمال هذه الطريقة في بعض الحالات التي تكون فيها أجزاء من أكفة الكسب مقعرة كما هو الحال بالنسبة إلى المخططات التي تأخذ شكل هلال. فقد يحدث للاتجاه العمودي على الكفاف، في هذا النمط من المخططات، أن يتقاطع مع منطقة الخدمة مجدداً مما يسبب شيئاً من الالتباس (انظر الشكل 3أ)). كما توجد صعوبة أخرى في هذا التمثيل هي أنه بالنسبة إلى موقع معين خارج منطقة التغطية يمكن أن توجد أكثر من نقطة واحدة من منطقة الخدمة يكون فيها الخط الذي يصل موقع الرصد بالنقطة المعينة على منطقة الخدمة عمودياً على كفاف منطقة الخدمة عند هذه النقطة (انظر الشكل 3أ)).

إلا أنه توجد طريقة للتغلب على المصاعب المذكورة أعلاه وهي ترتكز على القياسات الزاوية الناظمية على منطقة التغطية وعلى المخططات التي تتضمن أجزاء مقعرة. وتتضمن هذه الطريقة عدداً من الرسومات البيانية وهي توصف في الملحق 2 بواسطة مجموعة إجراءات تتضمن كل خطوة من خطوات هذه الطريقة.

فضلاً عن ذلك، يمكن تبسيط هذه الإجراءات باستعمال أكفة تغطية لا تكون إلا محدبة. وللتوصل إلى أكفة التغطية المحدبة المشار إليها يجري استعمال الإجراءات الموصوفة في الملحق 2، على ألا تؤخذ في الاعتبار إلا الزوايا المحدبة، أي الزوايا حيث تكون الدائرة داخل كفاف التغطية. ويظهر في الشكل 3ب) كفاف التغطية المترتب على ذلك.

وتوجد طريقة أخرى لعرض مخططات الحزم المقولبة تتمثل برسم إهليلج بأصغر مساحة تمكنه من أن يحيط بمنطقة التغطية الفعلية. وتقاس المسافة الزاوية من حافة الإهليلج في اتجاه ناظمي على محيط هذا الإهليلج. وميزة هذه الطريقة هي السهولة النسبية التي تتيحها لكتابة برمجيات عالية الكفاءة لتعريف الإجراء الذي يتبع في قياس الزوايا. ومع ذلك يميل هذا العرض إلى أن يغالي في تقدير المنطقة التي تُعرف بمنطقة الخدمة الفعلية.

كما توجد طريقة تعتبر طريقة هجينة تعطي تعريفاً لا لبس فيه لتمثيل منطقة التغطية التابعة لهوائي ذي حزمة مقولبة. ويستعمل في هذه الطريقة إهليلج ذو مساحة دنيا يحيط بالتغطية الجغرافية وبواسطة هذا الإهليلج يتم تعريف مركز منطقة التغطية. ولا يمثل مركز منطقة التغطية بالضرورة مركز الحزمة وهو يستعمل فقط لتعريف محور مقاطع المخطط. وبعد تحديد مركز منطقة التغطية، لا يكون لهذا الإهليلج أهمية أخرى.

ويستعمل بعد ذلك مضلع محدَّب لتعريف حدود منطقة التغطية. أما عدد أضلاع المضلع فيتم تحديده على أساس أن المضلع يجب أن يحيط منطقة التغطية على أن يكون ملاصقاً لها قدر الإمكان وأنه يجب أن يكون محدَّباً. ويظهر في الشكل 3ج) مثال نمطي لتمثيل منطقة الخدمة. وتبدو الاتجاهات الزاوية نصف قطرية تنطلق من مركز منطقة التغطية.

وعندما يتعلق الأمر بموقع للرصد يقع خارج منطقة التغطية، يتم بوضوح تعريف اتجاه تطبيق القناع والمسافات الزاوية بالنسبة إلى مركز منطقة التغطية. إلا أن هذه الطريقة تميل إلى بخس تقدير المباعدة الزاوية بين أكفة الكسب خارج منطقة التغطية عندما تكون الزاوية نصف القطرية بعيدة كثيراً عن أن تكون ناظمية على كفاف التغطية.

وإيجازاً، يبدو أن الطريقة الأكثر قبولاً من ناحيتي الدقة والسهولة في الرسم هي الطريقة التي تستعمل أكفة التغطية المحدبة فقط مع مسافات زاوية تقاس في الاتجاهات العمودية على أضلاع الكفاف، كما يظهر في الشكل 3ب).

2.2 كسب الذروة المكافئ

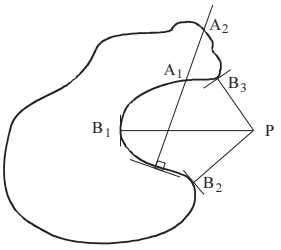
يعتبر الكسب الأدنى على منطقة التغطية المحقق على كفاف هذه المنطقة أقل من كسب الذروة المكافئ (G_{ep}) بمقدار 3 dB، وذلك في الحالات التي لا ضرورة فيها لتكييف الحزمة من أجل تعويض تغيرات شروط الانتشار على امتداد منطقة الخدمة. بيد أن كسب الذروة الفعال قد يكون في التطبيق العملي أعلى أو أدنى من كسب الذروة المكافئ، ولا يحدث بالضرورة على المحور.

قد تتغير شروط الانتشار تغيراً كبيراً على منطقة الخدمة في بعض الحالات، أو قد تسوغ متطلبات الخدمة ضبطاً خاصاً للحزمة في هذه المنطقة. ويحسب أدنى كسب نسبي ضروري في تلك الحالات (بالنسبة إلى الكسب المتوسط على كفاف منطقة التغطية) عند كل رأس من المضلع، ونستطيع أن نطبق فيما بعد استكمالاً داخلياً خطياً (بالسمت انطلاقاً من محور الحزمة) لتحديد الكسب النسبي في السموت الوسيطة . والكسب على كفاف منطقة التغطية هنا يتوقف على الاتجاه.

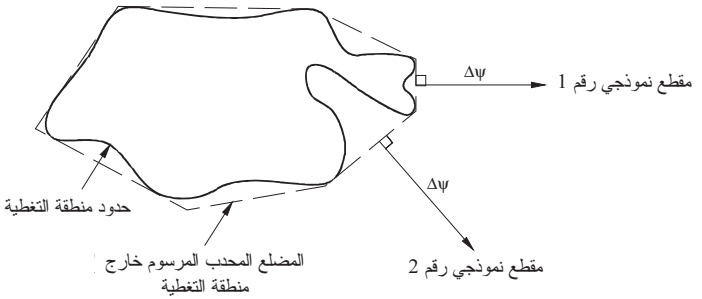
وتجدر الإشارة إلى أن تغير الكسب لحزمة مقولبة، في منطقة التغطية لا يرتبط بتناقصه التدريجي فيما وراء حدود التغطية. ولا يرتبط أداء الهوائي في منطقة التغطية، من ناحية الكسب أيضاً، بالتداخل المسبب للأنظمة المجاورة. ومن ثم ينبغي لتغير الكسب في منطقة التغطية ألا يحدد في المخططات المرجعية للحزمة المقولبة.

الشكل 3

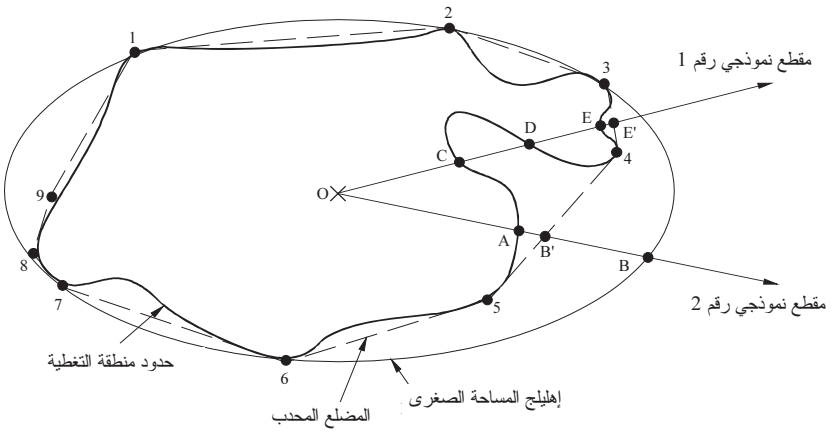
تمثيلات مختلفة لمنطقة التغطية



أ)



ب) قياس الزاوية Δψ، انطلاقاً من كفاف التغطية (المحدب)



ج)

0672-03

3.2 قدود الحزم الصغيرة العنصرية

تتحدد السويات في الفصوص الجانبية من خلال دالة إضاءة الفتحة. فلنأخذ قانوناً للإضاءة على الشكل التالي:

$$f(x) = \cos^N\left(\frac{\pi}{2} \cdot x\right) \qquad |x| \le 1 \tag{5}$$

تساوي هذه الدالة صفراً على حافة الفتحة من أجل $N > 0$. يعطى نصف قطر الحزمة الصغيرة العنصرية، بدلالة السوية في الفصوص الجانبية (dB) والنسبة D/λ في المجال المعتبر، بتقريب أولي، بالتعبير التالي:

$$\psi_b = (16{,}56 - 0{,}775\, L_s)\, \lambda/D \quad \text{(درجات)} \tag{6}$$

حيث L_s يشير إلى السوية النسبية في الفص الجانبي الأول .(dB)

ويمثل هذا التعبير التوفيق بين قطر الهوائي والسوية في الفصوص الجانبية وميل غلاف الفص الرئيسي. وتم تحقيقه انطلاقاً من نتائج القياسات بالنسبة إلى سويات مختلفة للفصوص الجانبية. وقد استعملت هذه العلاقة كنقطة بداية في النماذج الموصوفة فيما يلي.

4.2 إعداد نماذج لمخطط مرجعي متحد الاستقطاب

وتتضمن هذه الفقرة وصفاً لمخططات معممة متحدة الاستقطاب للهوائيات المستقبلية ذات الحزمة المقولبة. وقد وضع استناداً إلى قياسات أجريت على عدة هوائيات من هذا النمط (Brazilsat وAnik-C وAnik-E وTDRSS وIntelsat-V وG-Star وIntelsat-VI وIntelsat-VII وCobra) ووفقاً لاعتبارات نظرية.

ويبدو أن النماذج السابقة لم تحدد مدى التأثيرات المترتبة على توسيع الحزمة. أما النموذجان التاليان فيتضمنان طريقتين متمايزتين تتناولان هذه التأثيرات، مما يشكل أمراً أساسياً لتوقع أداء الهوائي ذي الحزمة المقبولة توقعاً دقيقاً.

1.4.2 النموذج الأول

إن مخطط الهوائي ذي الحزم المقولبة والوارد في هذه الفقرة يتم تحديده بواسطة المعلمات الأولية والمعلمات الثانوية كذلك. وتتمثل المعلمات الأولية في قدّ الحزمة الصغيرة وعرض منطقة التغطية في الاتجاه المعني وسوية الذروة في الفصوص الجانبية. أما المعلمات الثانوية فتتمثل في معلمة الحجب والانحراف عند السطح وعدد الحزم التي شملها المسح. ولهذه المعلمات الثانوية تأثير على إشعاع الهوائي يتمثل في توسيع الحزمة الرئيسية وزيادة سوية الفصوص الجانبية. وعلى الرغم من أن المعلمة المهيمنة في توسيع الحزمة هي عدد الحزم التي يشملها المسح، تعطى هنا المعلمتان الأخريان لاستكمال المعلومات. وينبغي مع ذلك عدم إغفال تأثير الحجب على سوية الفصوص الجانبية. وإنما بسبب تقييدات عملية نجد في الواقع أن هناك عادةً قدراً ضئيلاً من الحجب عند الحافة، وذلك يحدث حتى فيما يتعلق بتصميم لهوائي الساتل يطالب بتطبيق معايير لا تشمل أي حجب. ومن المرجح أن يحدث حجب عند الحافة في حالة الهوائيات ذات الاستقطاب الخطي المزدوج التي تستعمل فتحة مشتركة كما هو الحال بالنسبة إلى العاكسات الشبكية المزدوجة المستعملة في Anik-E وG.Star وAnik-C وBrazilsat، إلخ. وهذا يحدث بسبب الفصل المطلوب بين مركزي العاكسين اللذين يحدث بينهما تراكب، بغية الإيفاء بمتطلبات العزل والحجم اللازم لمراعاة مجموعتين من الأبواق.

ولا يتوفر في مناطق الفصوص الجانبية البعيدة إلا القليل من المعلومات المقيسة اللازمة لإعداد أي نموذج. وتؤدي الانعكاسات على بنية المركبة الفضائية والفيض على صفيف التغذية والإشعاع المباشر لزمر التغذية، إلى شكوك بالنسبة إلى الزوايا الكبيرة خارج المحور، وقد تؤدي إلى إثبات عدم صحة التقديرات النظرية. ويصعب جداً إجراء قياسات في هذه المنطقة. ولذلك يتطلب الأمر إجراء مزيد من الدراسة بغية اكتساب الثقة اللازمة بشأن تطبيق درجة من الكسب الأدنى قدرها 0 dBi.

وتجدر الإشارة إلى أن المخطط المقترح لا ينطبق إلا على الاتجاهات التي يجب فيها الاهتمام بسوية الفصوص الجانبية. أما في الاتجاهات غير الحرجة، مثل الاتجاهات نحو مناطق المحيطات أو إلى ما وراء حافة الأرض أو أي اتجاه لا يحتوي على مشاكل في التداخل، لا يشكل هذا المخطط بالضرورة نموذجاً تمثيلياً.

النموذج العام متحد الاستقطاب رقم 1

يقترح استعمال النموذج التالي المكون من ثلاثة أقسام والذي يمثل غلاف مخطط الإشعاع لهوائي ساتل ذي حزمة مقولبة خارج منطقة التغطية:

منطقة حافة الفص الرئيسي:

$$G_{\mathrm{dBi}}(\Delta\psi)=G_{ep}+U-4V\left(\frac{\Delta\psi}{Q\psi_0}+0{,}5\right)^2 \qquad \text{for} \qquad 0 \le \Delta\psi \le W\cdot Q\cdot\psi_0$$

منطقة الفصوص الجانبية الأولى:

$$G_{\mathrm{dBi}}(\Delta\psi) = G_{ep} + \mathrm{SL} \qquad \text{for} \qquad W\cdot Q\cdot\psi_0 \le \Delta\psi \le Z\cdot Q\cdot\psi_0$$

منطقة الفصوص الجانبية البعيدة:

$$G_{\mathrm{dBi}}(\Delta\psi) = G_{ep} + SL + 20\log(Z\cdot Q\cdot\psi_0/\Delta\psi) \quad \text{for} \qquad Z \le \Delta\psi \le 18$$

حيث:

$\Delta\psi$: الزاوية بالنسبة إلى حافة منطقة التغطية (بالدرجات)

$G_{\mathrm{dBi}}(\Delta\psi)$: الكسب عند $\Delta\psi$ (dBi)

G_{ep} : كسب الذروة المكافئ

$G_{ep} = G_e + 3{,}0$ (dBi)

ψ_0 : قطر فتحة نصف القدرة للحزمة العنصرية (بالدرجات)

$\psi_0 \approx (33{,}12 - 1{,}55\ SL)\,\lambda/D$

λ : طول الموجة (بالأمتار)

D : قطر العاكس (بالأمتار)

SL : سوية الفصوص الجانبية بالنسبة إلى سوية الذروة (dB)

$U = \log 10\,A,\ V = 4{,}3429\,B$ وهي تمثل المعلمات الرئيسية للحزمة

$$B = \left[\ln\left(0{,}5/10^{0{,}1\mathrm{SL}}\right)\right]/\left[(16{,}30-3{,}345\mathrm{SL})/(16{,}56-0{,}775\mathrm{SL})\right]^2-1\Big]$$

$$A = 0{,}5\exp(B)$$

$$W = (-0{,}26 - 2{,}57\ SL)\ /\ (33{,}12 - 1{,}55\ SL)$$

$$Z = (77{,}18 - 2{,}445\ SL)\ /\ (33{,}12 - 1{,}55\ SL)$$

Q: عامل توسيع الحزمة الناجم عن التأثيرات الثانوية:

$$Q = \exp\left[(8\pi^2(\varepsilon/\lambda)^2\right]\cdot[\eta_i(\Delta)]^{-0.5}\cdot 10^{\left(\frac{0.000075(\delta-1/2)^2}{[(F/D_p)^2+0.02]^2}\right)} \qquad (7)$$

ويتم تعريف المتغيرات في المعادلة (7) كما يلي:

ε : جذر متوسط التربيع لخطأ المساحة

Δ : معلمة الحجب (الجذر التربيعي لنسبة المساحة التي تخضع للحجب إلى مساحة الفتحة)

δ : عدد الحزم التي يشملها المسح، خارج اتجاه المحور

$= \theta_0/\psi_0$

θ_0 : الفصل الزاوي بين مركز منطقة التغطية (مركز الإهليلج ذي المساحة الصغرى) وحافة منطقة التغطية هذه

$$\eta_i(\Delta) = 1 - \Delta^2 \quad \text{من أجل الحجب المركزي}$$

$$= \left[1-[1-A(1-\Delta)^2]\Delta^2\right]^2 \quad \text{من أجل الحجب عند الحافة} \qquad (8)$$

تمثل المعلمة A في المعادلة (8) ارتفاع الركيزة (سوية السواد) في دالة الإضاءة الأولية ($1 - Ar^2$) على العاكس وr هي المسافة المقيّسة انطلاقاً من المركز في مستوي فتحة العاكس ($r = 1$ عند الحافة). أما F/D_p في المعادلة (7) فهي نسبة البعد البؤري إلى قطر القطع المكافئ الرئيسي. وتستعمل نسبة F/D_p تتراوح قيمتها بين 0,35 و0,45 في التصميم العملي لهوائي ساتل.

ويتوقف كسب الفصوص الجانبية البعيدة على تأثير فيض صفيف التغذية وتأثير كل من الانعكاس والانعراج على بنية المركبة الفضائية. كما تتوقف هذه التأثيرات على التصميمات المختلفة ولذلك يصعب استخلاص استنتاجات معممة بشأنها.

وكما يتضح من المعادلة (7) يعتمد عامل توسيع الحزمة Q على جذر متوسط التربيع لخطأ المساحة ε، وعلى معلمة الحجب Δ وعدد الحزم التي يشملها المسح δ، وكذلك على النسبة F/D_p. ومع ذلك نجد أن تأثير ε وΔ على توسيع الحزمة يكون صغيراً في التطبيق العملي في العادة ويمكن إهماله. وبالتالي يمكن تبسيط المعادلة (7) لتصبح كما يلي:

$$Q = 10^{\left(\frac{0.000075(\delta - 1/2)^2}{[(F/D_p)^2 + 0.02]^2}\right)} \qquad (9)$$

حيث:

$$D_p = 2(d + h)$$

d : القطر المتوقع لفتحة المجسم المكافئي المتخالف

h : الارتفاع المتخالف بالنسبة إلى حافة العاكس

ويظهر بوضوح من المعادلة (9) أن توسيع الحزمة يتوقف على عدد الحزم التي يشملها المسح وعلى النسبة F/D_p لهوائي الساتل. وتصح هذه العبارة لعدد δ من الحزم قد يصل إلى تسع حزم أي لعدد يكفي ويزيد فيما يتعلق بمتطلبات تأمين تغطية عالمية في النطاق 14/11 GHz؛ فنجد في مناطق الخدمة الكبيرة مثل كندا أو الولايات المتحدة الأمريكية أو الصين أن القيمة δ يقابلها بصورة عامة حزمة أو حزمتان في النطاق 6/4 GHz وحوالي أربع حزم في النطاق 14/11 GHz وذلك لدى تطبيق هذا النموذج. ومن ثم تكون قيمة Q عادة في معظم الأنظمة أقل من 1,1، وهذا يعني أن تأثير توسيع الحزمة يمثل بصورة عامة حوالي 10% من عرض الحزمة الصغيرة العنصرية للهوائي ذي الحزمة المقولبة.

يمكن تبسيط العامل Q ليصبح كما يلي، وذلك بإهمال توسيع الحزمة الرئيسية الناجم عن الحجب وعن أخطاء مساحة العاكس وبافتراض أن قيمة النسبة F/D_p للعاكس هي 0,35 وهي قيمة الحالة الأسوأ:

$$Q = 10^{0,0037(\delta - 1/2)^2}$$

ويمكن الحصول في الفصوص الجانبية على سوية في تساوي –25 dB في النطاق 6/4 GHz، وذلك دون صعوبة كبيرة، باستعمال هوائي متعدد الأبواق بعاكس مصمت يبلغ قطره حوالي مترين وملائم لمطلق من النمط PAM-D. ولتحقيق تمييز يبلغ 30 dB، قد يستدعي الأمر توفير هوائي بقطر أكبر إذا أردنا تأمين الحماية أو الانضباط في مدى زاوي كبير. ويمكن عموماً في

النطاقات الموزعة للخدمة الثابتة الساتلية في إطار GHz 14/11 أن نحقق تمييزاً يبلغ dB 30 باستعمال هوائي قطره مترين واستعمال تصميم تغذية أكثر تطوراً.

وتعتمد المعادلات الواردة أعلاه والتي تعرف المخطط المرجعي على زاوية المسح للحزمة العنصرية على حافة التغطية في اتجاه المقطع الذي يطبق عليه المخطط. وإذا أردنا أن يستخدم مخطط مرجعي كهدف تصميمي، يستحسن أن يتميز هذا المخطط بالبساطة وأن يحتوي على أقل قدر ممكن من العناصر المعلمية التي يعتمد عليها. ومن ثم ينبغي اختيار قيمة أو قيم للعامل Q لتقابل كل تغطية نمطية للسواتل، وإدخال هذه القيم في المعادلات المذكورة أعلاه.

ويمكن الحصول على معدل تناقص للحزمة الرئيسية يكون أكثر انحداراً في مناطق الخدمة الوطنية النمطية عما يكون في مناطق التغطية الإقليمية الشاسعة جداً. وعلى العكس من ذلك، فإن المخطط المرجعي المناسب للتغطية الإقليمية سيكون أقل تقييداً مما يجب في مناطق التغطية الوطنية.

ونظراً إلى ما تقدم، يُقترح تبسيط النموذج 1 للتوصل إلى الحالتين التاليتين فيما يتعلق بهوائيات الخدمة FSS. ويُفترض في هاتين الحالتين استواء في سوية الفصوص الجانبية قدره –25 dB.

أ) مناطق التغطية المخفضة ($\delta < 3,5$)

يقع ضمن هذه الفئة معظم مناطق التغطية الساتلية الوطنية. وتؤخذ قيمة لعامل توسيع الحزمة Q تعادل 1,10 لمراعاة الانحطاط البسيط العائد إلى المسح في مناطق التغطية المخفضة. ويمكن تعريف المخططات المرجعية لهذه المناطق كما يلي:

$$G_{\mathrm{dBi}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_{ep} + 0.256 - \dfrac{10.797}{\psi_0^2}(\Delta\psi + 0.55\psi_0)^2 & \text{for} \quad 0 \le \Delta\psi \le 0.9794\Delta\psi_0 \\ G_{ep} - 25 & \text{for} \quad 0.9794\Delta\psi < \Delta\psi \le 2.1168\Delta\psi_0 \\ G_{ep} - 25 + 20\log(2.1168\psi_0 / \Delta\psi) & \text{for} \quad 2.1168\Delta\psi < \Delta\psi \le 18 \end{cases}$$

ب) مناطق التغطية الواسعة ($\delta > 3,5$)

يقع ضمن هذه الفئة التغطية نصف الكروية والتغطية العالمية لسواتل إنتلسات وإنمارسات. وتؤخذ قيمة للعامل Q تعادل 1,3 لمراعاة الانحطاط العائد إلى المسح الواسع. ويمكن تعريف المخططات المرجعية المطبقة على هذا النمط من التغطية ($\delta > 3,5$) كما يلي:

$$G_{\mathrm{dBi}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_{ep} + 0.256 - \dfrac{7.73}{\psi_0^2}(\Delta\psi + 0.65\psi_0)^2 & \text{for} \quad 0 \le \Delta\psi \le 1.1575\Delta\psi_0 \\ G_{ep} - 25 & \text{for} \quad 1.1575\Delta\psi < \Delta\psi \le 2.5017\Delta\psi_0 \\ G_{ep} - 25 + 20\log(2.5017\psi_0 / \Delta\psi) & \text{for} \quad 2.5017\Delta\psi < \Delta\psi \le 18 \end{cases}$$

2.4.2 النموذج الثاني

ستبرز صعوبات كثيرة إذا أردنا إحكام مخطط بسيط نسبياً يمكن تطبيقه على هوائيات ساتلية مختلفة دون الإضرار بتصميم أو بنظام معين. وبناءً على ذلك، فإن المخطط الذي يقدمه هنا النموذج 2 ليس الغرض منه وصف غلاف واحد، بل وصف تشكيلة عامة. ويمكن اعتبار أن هذا المخطط صالح ليس فقط في تطبيق خاص بهوائي واحد، بل يعتبر صالحاً كتمثيل إجمالي يتضمن عائلة من المخططات التي تصف هوائيات تصلح في تطبيقات كثيرة مختلفة.

وكانت هناك محاولة عند إعداد النموذج لأن يؤخذ في الاعتبارالواجب، توسيع الحزمة الناجمة عن الحزم المكونة التي يشملها المسح خارج محور التسديد للهوائيات ذات الحزم المقولبة. كما كانت هناك محاولة تحرص على مراعاة تأثيرات التداخل

والاقتران المتبادل بين الحزم الصغيرة العنصرية المجاورة التي تحيط بالحزمة العنصرية المعتبرة. كما أخذت في الاعتبار حزمتان عنصريتان مجاورتان إضافيتان في اتجاه مسح الحزم الصغيرة العنصرية، وذلك لتجنب التعقيد في الإعداد. كما دخل في الاعتبار التغير في توسيع الحزمة مع النسبة F/D، وتم اختبار النتائج في المدى $0{,}70 \le F/D \le 1{,}3$ ووضع نموذج لمستوي مسح متوسط بين مستوي زاوية الارتفاع ومستوي السمت. وكان من الممكن الحصول على خصائص أكثر حدة من الخصائص المتوقعة لو كان أُعِد النموذج لمستوي السمت فقط. وتوجد افتراضات أخرى شملها النموذج هي التالية:

- يُفترض لحدود الحزم المكونة والمقابلة لعناصر الصفيف الفردية أن تقابل الكفاف المثالي –3 dB لحزمة التغطية المقولبة؛
- يُعطى نصف قطر الحزمة المكونة الصغيرة ψ_b في المعادلة (6) وهو يقابل تناقصاً تدريجياً على حافة الفتحة قدره –4 dB؛
- إن القيمة B المتحكمة في منطقة الحزمة الرئيسية تمت نمذجتها مباشرةً كدالة لزاوية المسح للحزمة العنصرية المكونة ولقطر الهوائي D وللنسبة F/D لعاكس الهوائي.

قيمة النسبة F/D المستعملة في هذا النموذج هي نسبة البعد البؤري إلى القطر المادي للعاكس. ويعد النموذج صالحاً للعواكس التي قد يصل قطر الواحد منها إلى 120 λ، مع مسح لعروض حزم يصل عددها إلى 13 حزمة، كما أن هذا النموذج قد ثبت ارتباطه الجيد بحوالي 34 مقطعاً من مقاطع المخططات المأخوذة من أربعة هوائيات مختلفة.

ونظراً إلى أنه قد يستحسن في المستقبل فرض قيود أشد على التحكم في أداء الهوائي، فقد تضمن هذا النموذج عاملي تحسين بسيطين هما K_1 وK_2 يسمحان بتعديل المخطط الحاصل حتى الآن.

النموذج العام متحد الاستقطاب رقم 2

يأتي فيما يلي شرح المعادلات الخاصة بالمناطق المختلفة والقيم المقابلة لكسب الهوائي خارج المحور الرئيسي. وتقاس قيم الكسب المشار إليها عمودياً على منطقة التغطية عند كل نقطة وترتبط هذه التقنية بتعريف منطقة التغطية الوارد في الملحق 2.

تعطى الآن لكل من K_1 وK_2 قيمة تساوي 1، أي $K_1 = K_2 = 1$.

وتستعمل في هذا النموذج معادلات مقيسة على أساس سوية تعادل –20 dB للفص الجانبي الأول (L_s). ثم يستعاض عن هذه القيمة فيما بعد بقيمة أخرى يتم اختيارها لسوية الفص الجانبي الأول تتعلق بالتطبيق المعتبر.

أ) **منطقة حافة الفص الرئيسي:** $(0° \le \Delta\psi < C\psi_b)$

يعبر عن دالة الكسب في هذه المنطقة بما يلي:

$$G(\Delta\psi) = G_e - K_1 B \left[\left(1 + \frac{\Delta\psi}{\psi_b} \right)^2 - 1 \right] \text{ dBi} \qquad (10)$$

حيث:

$G(\Delta\psi)$: الكسب في المخطط المرجعي (dBi)

G_e : الكسب عند حافة التغطية (dBi)

$\Delta\psi$: الزاوية (بالدرجات) من كفاف التغطية (المحدَّب) في اتجاه عمودي على أضلاع الكفاف

ψ_b = نصف قطر الحزمة العنصرية (بالدرجات) ويساوي $32\ \lambda/D$ (يقابل $L_s = -20$ dB في المعادلة (6))

$$B = B_0 - (S - 1.25)\,\Delta B \qquad \text{for} \qquad S \ge 1{,}25$$

$$B_0 = B \quad \text{for} \quad S < 1{,}25$$

$$B_0 = 2{,}05 + 0{,}5\,(F/D - 1) + 0{,}0025\,D/\lambda$$

$$\Delta B = 1{,}65\,(D/\lambda)^{-0{,}55}$$

وترد هنا المعادلات الخاصة بمستوي زاوية الارتفاع ومستوي السمت، تلبية للحالة العامة.

مستوي السمت: $B_0 = 2{,}15 + \mathrm{T}$

مستوي زاوية الارتفاع: $B_0 = 1{,}95 + \mathrm{T}$

حيث: $T = 0{,}5\,(F/D - 1) + 0{,}0025\,D/\lambda$

مستوي السمت: $\Delta B = 1{,}3\,(D/\lambda)^{-0{,}55}$

مستوي زاوية الارتفاع: $\Delta B = 2{,}0\,(D/\lambda)^{-0{,}55}$

D : القطر المادي للهوائي (بالأمتار)

λ : طول الموجة (بالأمتار)

S : الإزاحة الزاوية A بين محور تسديد الهوائي ونقطة واقعة على حافة التغطية في فتحة نصف القدرة للحزمة العنصرية، كما يظهر في الشكل 4، وهذا يعني: $S_1 = A_1 / 2\psi_b$ و $S_2 = A_2 / 2\psi_b$.

$$\mathrm{C} = \sqrt{1 + \frac{(20\mathrm{K}_2 - 3)}{\mathrm{K}_1 \mathrm{B}}} - 1$$

وهذا يقابل الحد الذي يكون فيه $G(\Delta\psi)$ مقابلاً للسوية $20\,k_2$ (dB) – 20 بالنسبة إلى كسب الذروة المكافئ G_{ep}، أي: $G(\Delta\psi) = G_e + 3 - 20\,K_2$.

ب) منطقة الفصوص الجانبية القريبة (المنطقة المجاورة للفص الرئيسي): $C\psi_b \le \Delta\psi < (C + 0{,}5)\,\psi_b$

جعلت هذه المنطقة عمداً ضيقة جداً للأسباب التالية. فالفصوص الجانبية الأولى المرتفعة من الرتبة –20 dB لا تظهر إلا في بضع مستويات فقط، وتتبعها فصوص جانبية تتناقص بصورة رتيبة. وفي المناطق التي يحدث فيها توسيع للحزمة، يمتزج الفص الجانبي الأول بالفص الرئيسي الذي تمت قولبته بالنموذج B فيما يتعلق بحافة الحزمة. ومن ثم يلزم إبقاء هذه المنطقة ضيقة جداً كي لا نغالي في تقدير سوية الإشعاع. (تم توسيع هذه المنطقة قليلاً كما تم تعديل دالة الكسب فيما يتعلق بهوائيات الصنف B). ودالة الكسب في هذه المنطقة ثابتة ويعبر عنها بما يلي:

$$G(\Delta\psi) = G_e + 3 - 20\,K_2 \tag{11}$$

ج) منطقة الفصوص الجانبية الوسيطة: $(C + 0{,}5)\,\psi_b \le \Delta\psi < (C + 4{,}5)\,\psi_b$

تتميز هذه المنطقة بالتناقص الرتيب للفصوص الجانبية. ويتناقص الغلاف بصورة عامة بحوالي 10 dB على عرض يبلغ $4\,\psi_b$. ومن ثم يعبر عن هذه المنطقة بما يلي:

$$G(\Delta\psi) = G_e + 3 - 20\,K_2 + 2{,}5\left[(\mathrm{C}+0{,}5) - \frac{\Delta\psi}{\psi_\mathrm{b}}\right] \quad \text{dBi} \tag{12}$$

وتتناقص هذه العبارة من القيمة $G_e + 3 - 20\,K_2$ عند $(C + 0{,}5)\,\psi_b$ إلى القيمة $G_e + 3 - 10 - 20\,K_2$ عند $(C + 4{,}5)\,\psi_b$.

د) منطقة الفصوص الجانبية كبيرة الزاوية: $(C + 4{,}5)\,\psi_b\,D \le \Delta\psi$،

حيث: $D = 10^{[(Ge\,-\,27)/20]}$

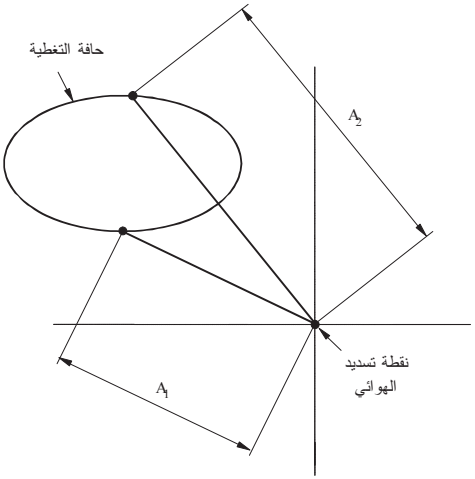
إن هذه المنطقة تقابل المنطقة التي يسيطر عليها الانعراج على حافة العاكس، وتتناقص بحوالي dB 6 لكل ثمانية. وتوصف هذه المنطقة بما يلي:

$$G(\Delta\psi) = G_e + 3 - 10 - 20\,K_2 + 20\log\left[\frac{(C+4{,}5)\psi_b}{\Delta\psi}\right] \quad \text{dBi} \tag{13}$$

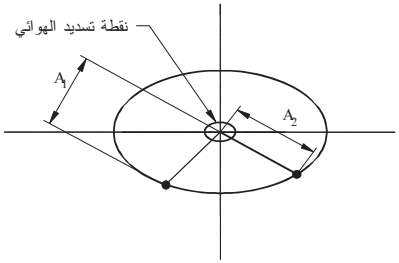
وتتناقص $G(\Delta\psi)$ في هذه المنطقة من القيمة $G_e + 3 - 10 - 20\,K_2$ عند $(C + 4{,}5)\,\psi_b$ إلى القيمة $G_e + 3 - 16 - 20\,K_2$ عند $2\,(C + 4{,}5)\,\psi_b$. والحد العلوي يقابل النقطة التي يكون فيها $G(\Delta\psi) = 3$ dBi.

الشكل 4

مخطط منطقة التغطية



أ) نقطة التسديد خارج منطقة التغطية



ب) نقطة التسديد داخل منطقة التغطية

A_1 وA_2: الانحراف الزاوي (بالدرجات) للنقطتين على حافة التغطية انطلاقاً من نقطة تسديد الهوائي

0672-04

هـ) **منطقة الفصوص الجانبية البعيدة:** $(C + 4{,}5)\ \psi_b \, D \le \Delta\psi \le 90$،

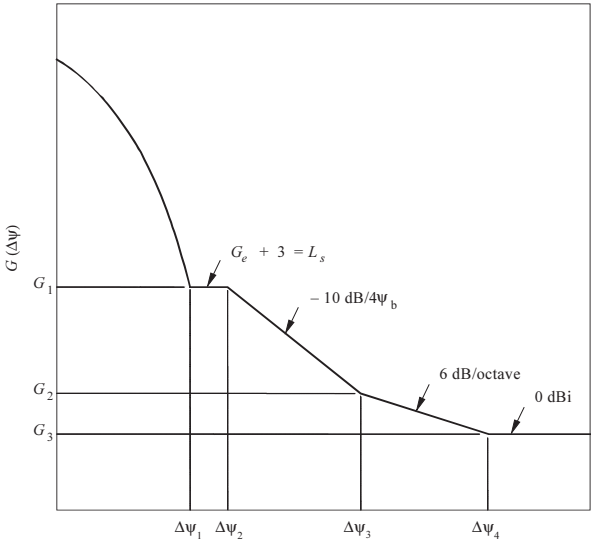
حيث: $D = 10[(G_e - 27)/20]$

$$G(\Delta\psi) = 3 \quad \text{dBi} \tag{14}$$

ويأتي وصف هذه المناطق في الشكل 5.

الشكل 5

المناطق المختلفة في النموذج المقترح رقم 2



L_s: سوية الفص الجانبي الأول

0672-05

ويمكن أيضاً أن يمتد تطبيق النموذج ليشمل حالة الحزم الدائرية البسيطة والحزم الإهليلجية والهوائيات ذات العواكس المقولبة. وتغطى هذه الحالات بتكييف قيمة B الواردة في النموذج العام الموصوف أعلاه:

- تعطي B القيمة 3,25 فيما يخص الحزم الدائرية البسيطة والحزم الإهليلجية.
- أما فيما يخص العواكس المقولبة، فتعدل المعلمات التالية كما يلي:

$$B = \begin{cases} 1.3 & \text{for} \quad 0.5 \le S \le 0.75 \\ 1.56 - 0.34\,S & \text{for} \quad 0.75 < S \le 2.75 \\ 0.62 & \text{for} \quad S > 2.75 \end{cases}$$

حيث:

S: نسبة (الإزاحة الزاوية عن مركز التغطية) إلى $2\psi_b$

$$40\,\lambda/D = \psi_b$$
$$1{,}25 = K_2$$

وتجدر الملاحظة أن القيم المقترحة للهوائيات ذات العواكس المقولبة تقابل المعلومات المتيسرة بشأن تشكيلات هوائيات بسيطة. كما أن هذه التكنولوجيا الجديدة سريعة التطور ولذلك ينبغي اعتبار هذه القيم مؤقتة، وقد يتطلب الأمر المزيد من الدراسة للتحقق من السويات الممكن بلوغها في الفصوص الجانبية.

استعمال عاملي التحسين K_1 وK_2

ليس الغرض من عاملي التحسين K_1 وK_2 التعبير عن أي عملية فيزيائية في النموذج، بل يعتبر هذان العاملان ثابتين بسيطين يسمحان بإجراء عمليات ضبط في الشكل الإجمالي لمخطط إشعاع الهوائي دون تغيير في مضمونه.

إن زيادة قيمة K_1 عن القيمة الحالية التي تساوي 1، ستؤدي إلى زيادة في حدة التناقص في الحزمة الرئيسية.

ويمكن استعمال المعلمة K_2 لعمليات ضبط في سويات منطقة طبقة الفصوص الجانبية، وذلك بزيادة قيمة K_2 عن قيمتها الحالية التي تساوي 1.

5.2 خصائص التناقص في مخططات إشعاع الحزم المقولبة

إن خصائص تناقص الحزمة الرئيسية في الهوائيات ذات الحزم المقولبة تعتمد في المقام الأول على قد الهوائي. وتعتبر المسافة الزاوية $\Delta\psi_L$ من حافة منطقة التغطية إلى النقطة التي انخفض فيها الكسب بمقدار 22 dB (بالنسبة إلى الكسب عند الحافة) معلمة نافعة لأغراض التخطيط بشأن المدار وهي ترتبط بقد الهوائي بالعلاقة التالية:

$$\Delta\psi_L = C\,(\lambda/D)$$

أما فيما يتعلق بالحزم المركزية غير المقولبة أو المقولبة بقدر بسيط، فقيمة C تساوي 64 من أجل سوية الذروة للفصوص الجانبية البالغة –25 dB. إلا أن قيمة C تقع عادةً بين 64 و80 في حالة الحزم التي يشملها المسح، وذلك تبعاً لمدى توسيع الحزم الرئيسية.

6.2 المخطط المرجعي لنسب مسح وسيطة

إن الفقرتين 1.2 و2.2 من الفقرة *"توصـــي"* تنطويان على مخططين مرجعيين لهوائيات السواتل في الخدمة FSS، ويخص أحد المخططين مناطق التغطية المخفضة التي تكون فيها نسبة المسح أقل من 3,5، أما المخطط الآخر فيخص مناطق التغطية الواسعة التي تكون فيها نسبة المسح أكبر من 5,0. ولم يرد تعريف لمخططات الإشعاع من أجل نسب مسح وسيطة ($3{,}5 < \delta < 5{,}0$) لهوائيات السواتل.

وبغية الاستفادة الكاملة من التوصية، ينبغي تعريف مخططات إشعاع الهوائيات ذات نسب المسح الوسيطة التي تكون بين 3,5 و5,0. وتتمثل إحدى الطرائق بإعادة تعريف أحد النموذجين بحيث يغطي المنطقة الأخرى. ومع ذلك، يقترح كحل مؤقت توصيل النموذجين أحدهما بالآخر بواسطة مخطط مرجعي يتم تعريفه عن طريق معلمات مماثلة للمعلمات المستعملة في الفقرتين 1.2 و2.2 من الفقرة "توصي".

وقد تم إعداد مخطط مرجعي جديد استناداً إلى هذه الطريقة، ولا ينطبق هذا المخطط إلا على هوائيات الصنف A كما أنه يفي بشروط مخططات الهوائيات المعمول بها حالياً بشأن مناطق التغطية المخفضة والتغطية الواسعة عندما تكون $\delta = 3{,}5$ أو 5,0 = δ على التوالي. ويتم تعريف هذا المخطط بدلالة عامل توسيع الحزمة Q_i وهو نسبة الحدود العليا لمناطق تناقص الحزمة الرئيسية للحزمة المقولبة ($1/2 < \delta$) إلى الحزمة الضيقة ($1/2 = \delta$) وتكون قيمة Q_i من أجل نسب المسح الوسيطة الواقعة في المدى $5{,}0 > \delta > 3{,}5$ كما يلي:

$$Q_i = Q + \left(\frac{C}{1{,}7808} - Q\right)\left(\frac{\delta - 3{,}5}{1{,}5}\right)$$

حيث:

$$Q = 10^{\left[\frac{0{,}000075\left(\delta - \frac{1}{2}\right)^2}{[(F/D_p)^2 + 0{,}02]^2}\right]}$$

$$C = \sqrt{1 + \frac{22}{B}} - 1$$

$$B = 2{,}05 + 0{,}5\,(F/D - 1) + 0{,}0025\,D/\lambda - (\delta - 1{,}25)\,1{,}65\,(D/\lambda)^{-0{,}55}$$

ويكون تعريف المخطط المرجعي كما يلي فيما يتعلق بنسب المسح الوسيطة ($3{,}5 < \delta < 5{,}0$):

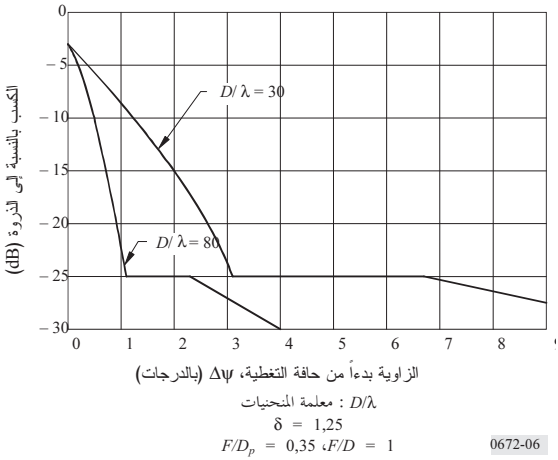
$$G_{\mathrm{dBi}}(\Delta\psi) = \begin{cases} G_{ep} + 0.256 - 13.065\left(\dfrac{\Delta\psi}{Q_i\,\psi_0} + 0.5\right)^2 & \text{for} \quad 0 \le \dfrac{\Delta\psi}{\psi_0} \le 0.8904\,Q_i \\ G_{ep} - 25 & \text{for} \quad 0.8904\,Q_i < \dfrac{\Delta\psi}{\psi_0} \le 1.9244\,Q_i \\ G_{ep} - 25 + 20\log\left(\dfrac{1.9244\,Q_i}{\Delta\psi}\right) & \text{for} \quad 1.9244\,Q_i < \dfrac{\Delta\psi}{\psi_0} \le \dfrac{18}{\psi_0} \end{cases}$$

وقد جاء تعريف المتغيرات في المعادلات الواردة أعلاه في الفقرتين 1.2 و2.2 من الفقرة "توصـــي".

ويبين الشكل 6 مثالاً للمخطط المرجعي الجديد من أجل قيمة $\delta = 4{,}25$ وقيمتين مختلفتين للنسبة D/λ.

الشكل 6

المخطط المرجعي المقترح لنسب المسح الوسيطة
($3{,}5 < \delta < 5{,}0$)



ويلزم إجراء المزيد من الدراسة لإقرار صلاحية هذا النموذج فيما يتعلق بمنطقة نسب المسح الوسيطة.

الملحـــق 2

1 تعريف أكفة منطقة التغطية وأكفة الكسب حول منطقة التغطية

1.1 تعريف أكفة منطقة التغطية

يمكن تعريف منطقة التغطية بواسطة سلسلة من النقاط الجغرافية التي تمكن رؤيتها من الساتل. أما عدد النقاط اللازمة لتعريف منطقة التغطية تعريفاً صالحاً فهو يتوقف على مدى تعقيد هذه المنطقة. ويمكن إزاحة هذه النقاط لمراعاة التفاوت المسموح به في تسديد الهوائي والتغيرات الناجمة عن اعتبارات تخص قوس الخدمة. ويتم تشكيل مضلع يوصل النقاط المتجاورة. ثم يرسم كفاف منطقة التغطية حول هذا المضلع بمراعاة المبدأين التاليين:

- ينبغي لنصف قطر منحني كفاف منطقة التغطية أن يساوي أو يفوق ψ_b؛
- ينبغي للفصل بين القطع المستقيمة من كفاف منطقة التغطية أن يفوق $2\psi_b$ (انظر الشكل 7).

وإذا أمكن رسم مضلع التغطية داخل دائرة نصف قطرها ψ_b، تكون هذه الدائرة هي كفاف منطقة التغطية. ويكون مركز الدائرة هو مركز دائرة نصف قطرها أصغري تحيط تماماً بكفاف منطقة التغطية. أما إذا لم يمكن رسم مضلع التغطية داخل دائرة نصف قطرها ψ_b، فيتّبع الإجراء التالي:

الخطوة 1: ترسم دائرة نصف قطرها ψ_b لكل زاوية من زوايا مضلع التغطية الداخلية التي تقل عن 180°، على أن يكون مركز الدائرة واقعاً على منصّف الزاوية الداخلي وعلى مسافة (ψ_b) من رأسها. وإذا كانت جميع الزوايا تقل عن 180° (بدون تقعر) تُلغى الخطوتان 2 و4.

الخطوة 2: أ) ترسم دائرة نصف قطرها ψ_b لكل زاوية من الزوايا الداخلية التي تزيد على 180°، على أن تكون الدائرة مماسة للمستقيمات الواصلة إلى نقطة التغطية وأن يكون مركزها على منصف الزاوية الخارجي.

ب) إذ لم تقع هذه الدائرة بكاملها خارج مضلع التغطية، ترسم دائرة نصف قطرها ψ_b، تكون مماسة لمضلع التغطية عند أقرب نقطتين إليه، وتقع بكاملها خارج مضلع التغطية.

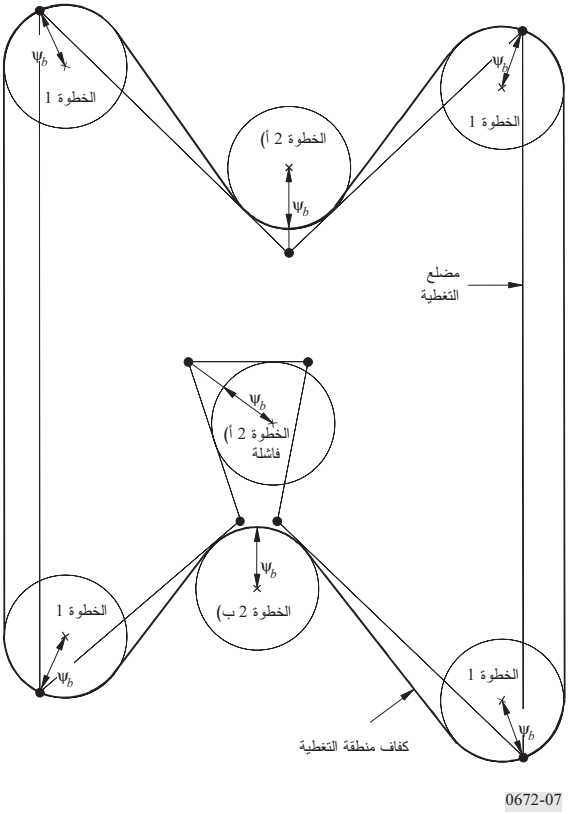
الخطوة 3: ترسم قطع مستقيمة مماسة لأجزاء الدوائر الموصوفة في الخطوتين 1 و2، والتي تكون أقرب ما يكون إلى مضلع التغطية ولكنها تقع خارج هذا المضلع.

الخطوة 4: إذا كانت المسافة الداخلية بين قطعتين مستقيمتين من القطع التي تم الحصول عليها في الخطوة 3، أقل من $2\psi_b$، ينبغي ضبط نقاط التحديد الرئيسية على مضلع التغطية بحيث ينتج عن إعادة تطبيق الخطوات من 1 إلى 3 مسافة داخلية بين القطعتين الداخليتين المشار إليهما تساوي $2\psi_b$.

ويظهر في الشكل 7 مثال لتقنية الرسم المذكورة.

الشكل 7

رسم كفاف منطقة التغطية



2.1 أكفة الكسب حول أكفة منطقة التغطية

تبرز صعوبات عندما يظهر في كفاف منطقة التغطية أجزاء مقعرة، كما ذكر في الملحق 1. وإذا استعملت $\Delta\psi$ مقيسة عمودياً على كفاف منطقة التغطية، تنتج تقاطعات بين الأعمدة، وقد تنتج تقاطعات مع كفاف منطقة التغطية.

وللتغلب على هذه المشكلة وعلى غيرها من المشاكل، يقترح إجراء عملية مكونة من خطوتين. وإذا لم تكن توجد تقعرات في أكفة التغطية، تلغى الخطوة 2 التالية.

الخطوة 1: يرسم كفاف لكل $\Delta\psi$ بحيث لا تكون أبداً المسافة الزاويّة بين هذا الكفاف وكفاف منطقة التغطية أقل من $\Delta\psi$.

ويمكن تحقيق ذلك برسم أقواس طولها $\Delta\psi$ انطلاقاً من نقاط واقعة على كفاف منطقة التغطية. ويكون الغلاف الخارجي لهذه الأقواس هو كفاف الكسب الناتج.

وحيثما يكون كفاف منطقة التغطية مستقيماً أو محدباً، يستوفى هذا الشرط بإجراء القياس عمودياً على كفاف منطقة التغطية. ولن يحدث في هذه الحالة تقاطعات بين الأعمدة.

إن استعمال العملية المشروحة في الخطوة 1 يسمح بالتغلب على مشاكل الرسم في المناطق التي توجد فيها تقعرات. وإنما تبقى هناك بعض المشاكل في مناطق أخرى، من وجهة النظر العملية. فكما أشير في الملحق 1، قد يصبح التحكم في الفصوص الجانبية في مناطق التقعرات أكثر صعوبة مع ازدياد درجة التقعر، ويميل المقطع العرضي للمخطط إلى الاتساع، ويمكن أن يؤدي تطبيق الخطوة 1 إلى انقطاعات في ميل كفاف الكسب.

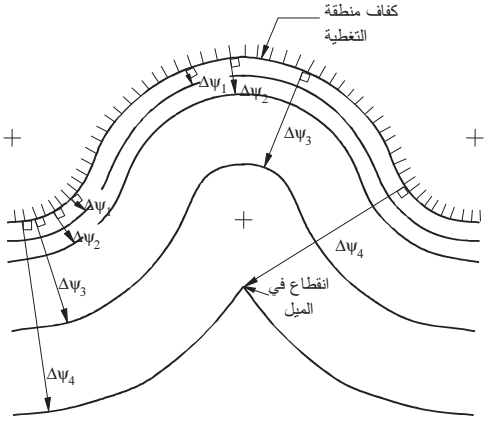
ويبدو معقولاً أن يفترض أن يكون لأكفة الكسب أنصاف أقطار انحناء لا تقل أبداً عن $(\psi_b + \Delta\psi)$ سواء نظر إليها من داخل كفاف الكسب أم من خارجه. ويتحقق هذا الشرط بالعملية الواردة في الخطوة 1 حيث يكون كفاف منطقة التغطية مستقيماً أو محدباً، وإنما لا يتحقق في المناطق المقعرة من كفاف منطقة التغطية. وتقع البؤر المقابلة لأنصاف أقطار الانحناءات داخل كفاف الكسب عندما يكون كفاف منطقة التغطية مستقيماً أو محدباً. أما في مناطق التقعر، فقد يؤدي استعمال الخطوة 1 إلى أنصاف أقطار انحناء تقل عن $(\psi_b + \Delta\psi)$ عندما ينظر إليها من خارج كفاف الكسب.

يظهر في الشكل 8 مثال للعملية الواردة في الخطوة 1 في منطقة يوجد بها تقعرات. وتستعمل قطع نصف دائرية لكفاف منطقة التغطية لغرض تسهيل الرسم. ويُلاحظ هنا الانقطاع في الميل.

ويقترح اتباع الخطوة 2 للأجزاء المقعرة، وذلك لمراعاة المشاكل المدرجة أعلاه وللتخلص من انقطاع الميل.

الشكل 8

أكفة الكسب التي يتم الحصول عليها من الخطوة 1 في حالة كفاف مقعر لمنطقة التغطية



الخطوة 2: عندما يتعلق الأمر بمناطق يتحدد فيها كفاف الكسب بواسطة الخطوة 1، وحيث يكون نصف قطر الانحناء عندما ينظر إليه من خارج هذا الكفاف أقل من $(\psi_b + \Delta\psi)$، يتعين الاستعاضة عن هذا الجزء من كفاف الكسب بكفاف يبلغ نصف قطر انحنائه $(\psi_b + \Delta\psi)$.

يظهر في الشكل 9 مثال للعملية الواردة في الخطوة 2 والمطبقة على التقعر الظاهر في الشكل 8. كما تعطى قيم أكفة الكسوب النسبية للتوضيح بافتراض أن ψ_b هي كما تظهر في الشكل وأن قيمة B تساوي 3 dB.

وهذه الطريقة المتبعة في الرسم لا تتضمن أي غموض، وتؤدي إلى نتائج يمكن توقعها بصورة عادية فيما يتعلق بأكفة المناطق التي فيها تقعرات. غير أن إعداد البرمجيات التي تسمح بتنفيذ هذه الطريقة أمر صعب، كما أن هذه الطريقة لا تناسب تماماً مناطق التغطية الصغيرة. ولا بد من مواصلة العمل في سبيل تحسين هذه الطريقة.

وتستعمل الطريقة التالية من أجل الحصول على قيم الكسب عند نقاط معينة دون رسم الأكفة.

يمكن الحصول على قيم الكسب عند نقاط بعيدة عن منطقة تقعر، بأن تحدد الزاوية $\Delta\psi$ التي تقاس عمودياً على كفاف منطقة التغطية ثم يُحسب الكسب باستعمال المعادلة المناسبة: (10) أو (11) أو (12) أو (13) أو (14). أما الكسب عند نقطة توجد في منطقة تقعر فيمكن تحديده كما يلي.

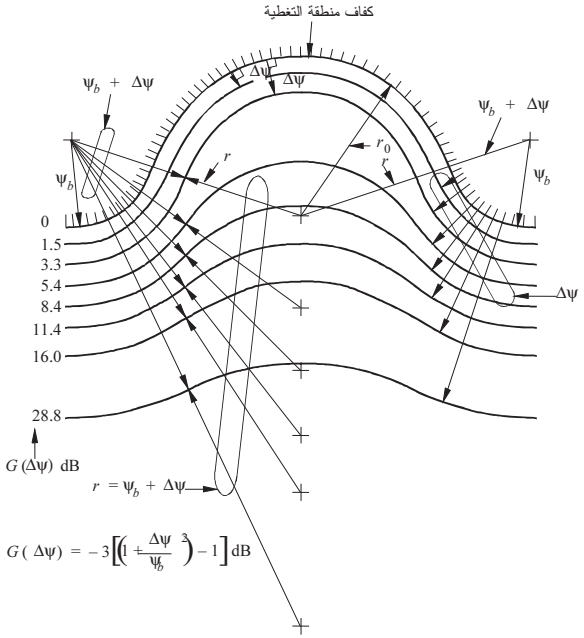
يتم أولاً إجراء اختبار بسيط. يرسم خط مستقيم يجتاز التقعر، بحيث يمس حافة التغطية في نقطتين، دون أن يقطعها. ثم يرسم عمودان على كفاف التغطية عند نقاط التماس. فإذا وقعت النقطة المعتبرة خارج منطقة التغطية بين العمودين، يحتمل أن يعاني تمييز الهوائي عند هذه النقطة من تأثير التقعر في منطقة التغطية. ويتعين عندئذ اتباع ما يلي:

يتم تحديد أصغر زاوية $\Delta\psi$ بين النقطة المعتبرة وكفاف منطقة التغطية. ثم ترسم دائرة نصف قطرها $(\psi_b + \Delta\psi)$ على أن تقع على محيطها النقطة المشار إليها، بحيث تصل مسافتها الزاوية من أي نقطة على كفاف منطقة التغطية إلى قيمتها القصوى عندما تكون الدائرة بكاملها خارج منطقة التغطية؛ وتدعى هذه المسافة الزاوية القصوى $\Delta\psi'$. ويمكنها أن تأخذ أي قيمة محصورة بين 0 و$\Delta\psi$، على أن تبقى أصغر من $\Delta\psi$ أو مساوية لها. ويمكن الحصول عندئذ على تمييز الهوائي عند النقطة المعتبرة بواسطة المعادلات (10) أو (11) أو (12) أو (13) أو (14) أو حسب الحالة بالاستعاضة عن المسافة $\Delta\psi$ بالمسافة $\Delta\psi'$.

وقد تم إحكام برنامجين حاسوبيين لإعداد أكفة منطقة التغطية استناداً إلى الطريقة الواردة أعلاه، ويتيسر هذان البرنامجان حالياً لدى مكتب الاتصالات الراديوية.

الشكل 9

رسم أكفة الكسب في حالة كفاف مقعر لمنطقة التغطية – الخطوة 1 ثم الخطوة 2



التوصية ITU-R M.690-3

الخصائص التقنية للمنارات الراديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ (EPIRB) التي تعمل على الترددين الحاملين 121,5 MHz و243 MHz

(2015-2012-1995-1990)

مجال التطبيق

تتضمن هذه التوصية خصائص تقنية ينبغي أن تمتثل لها المنارات الراديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ (EPIRB) المهيأة للعمل على الترددين الحاملين 121,5 MHz و243 MHz.

إن الخصائص الإضافية للمنارات الراديوية EPIRB المهيأة للنقل في الطائرة محددة في الملحقات الخاصة باتفاقية الطيران المدني الدولي.

الكلمات الرئيسية

بحرية، منار راديوي لتحديد مواقع الطوارئ، 121,5 MHz، 243 MHz

المختصرات/مسرد المصطلحات

EPIRB منار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ

ICAO منظمة الطيران المدني الدولي

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن لوائح الراديو تحدد الغرض من إشارات المنارات الراديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ (EPIRB)؛

ب) أنه ينبغي للإدارات التي تسمح باستعمال المنارات EPIRB العاملة على الترددين الحاملين 121,5 MHz و243 MHz أن تسهر لتكون هذه المنارات مطابقة لتوصيات القطاع ITU-R الخاصة بهذا الموضوع وللمعايير والممارسات التي توصي بها منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)،

توصي

1 أن تكون الخصائص التقنية للمنارات، EPIRB العاملة على الترددين الحاملين 121,5 MHz و243 MHz مطابقة للملحق 1.

الملحق 1

الخصائص التقنية للمنارات الراديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ التي تعمل على الترددين الحاملين 121,5 MHz و243 MHz

ينبغي للمنارات الراديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ (EPIRB) التي تعمل على الترددين الحاملين 121,5 MHz و243 MHz أن تفي بالشروط التالية (انظر الملاحظة 1):

أ) ينبغي أن يكون البث في ظروف ومواقع الهوائيات العادية مستقطباً رأسياً وأن يكون شامل الاتجاهات في المستوى الأفقي بشكل أساسي؛

ب) ينبغي أن تكون الترددات الحاملة مشكلة بالاتساع (تبلغ نسبة دورة التشغيل الدنيا 33%) مع أدنى عمق للتشكيل يبلغ 0,85؛

ج) ينبغي أن يتألف البث من إشارة تردد سمعي مميزة يتم الحصول عليها من تشكيل اتساع الترددات الحاملة مع كنس تردد سمعي نحو الأعلى أو نحو الأسفل لا يقل عن 700 Hz في المدى المحصور بين 300 Hz و1 600 Hz ومع معدل تكرار كنس يتراوح بين مرتين وأربع مرات في الثانية الواحدة؛

د) ينبغي أن يتضمن البث تردداً حاملاً معرفاً بوضوح يتميز عن مركبات التشكيل بنطاق جانبي؛ وينبغي لنسبة 30% على الأقل من القدرة أن تكون محتواة في كل لحظة ضمن:

± 30 Hz من التردد الحامل على 121,5 MHz؛

± 60 Hz من التردد الحامل على 243 MHz؛

هـ) ينبغي أن يكون صنف الإرسال A3X؛ غير أنه يمكن استعمال أي نمط من التشكيل تتوفر فيه المتطلبات المنصوص عليها في الفقرات ب) و ج) و د) أعلاه شرط ألاّ يسيء ذلك إلى تحديد موقع المنار الراديوي بدقة.

ملاحظة 1 – تحدد الملحقات الخاصة باتفاقية الطيران المدني الدولي الخصائص الإضافية اللازمة للمنارات EPIRB المحمولة على متن طائرة.

التوصية ITU-R RA.769-2

معايير الحماية المستخدمة في قياسات الفلك الراديوي

(المسألة ITU-R 145/7)

(2003-1995-1992)

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن العديد من أهم التطورات الفلكية الأساسية التي تحققت في العقود الخمسة الماضية، (من قبيل اكتشاف مجرات راديوية، ونجوم زائفة، ونجوم نابضة، والقياس المباشر للهيدروجين المحايد، والقياس المباشر لمسافات بعض المجرات الخارجية، وإنشاء إطار مرجعي موضعي بدقة ~20 قوس µs) من خلال علم الفلك الراديوي، ويُتوقع أن تستمر الرصدات الفلكية الراديوية في تقديم مساهمات أساسية لفهمنا للكون، وهي تقدم الطريقة الوحيدة للتحقق من بعض الظواهر الكونية؛

ب) أن تطور علم الفلك الراديوي أدى إلى تقدم تكنولوجي، لا سيما في تقنيات الاستقبال والتصوير، وإلى تحسين المعرفة بالقيود الأساسية للضوضاء الراديوية ذات الأهمية الكبرى للاتصالات الراديوية، وهو يبشر بنتائج هامة أخرى؛

ج) أن علماء الفلك الراديوي قد قاموا برصدات فلكية مفيدة من سطح الأرض في جميع نوافذ الغلاف الجوي المتاحة التي تتراوح بين 2 MHz و1 000 GHz وما فوق؛

د) أن تقنية علم الفلك الراديوي الفضائي، والتي تنطوي على استعمال تلسكوبات راديوية من منصات فضائية تتيح النفاذ إلى كامل الطيف الراديوي فوق ما يقرب من 10 kHz، بما في ذلك أجزاء من الطيف الترددي لا يمكن الوصول إليها من الأرض جراء الامتصاص في الغلاف الجوي؛

هـ) أن الحماية من التداخل ضرورية للنهوض بعلم الفلك الراديوي والقياسات المرتبطة به؛

و) أن الرصدات الفلكية الراديوية تُجرى في الغالب باستخدام هوائيات أو صفائف عالية الكسب، لتقديم أعلى استبانة زاوية ممكنة، وبالتالي لا يلزم النظر في تداخل الحزمة الرئيسية في معظم الحالات، باستثناء الحالات التي يمكن فيها تضرر المستقبِل؛

ز) أن معظم التداخل الذي يؤدي إلى تردي البيانات الفلكية يُستقبل من خلال الفصوص الجانبية البعيدة للتلسكوب؛

ح) أن حساسية معدات الاستقبال الفلكي الراديوي، ما زالت تتحسن باطراد، لا سيما عند أطوال الموجات المليمترية، وأنها تفوق إلى حد كبير حساسية معدات الاتصالات ومعدات الرادار؛

ط) أن الرصدات الفلكية الراديوية النمطية تتطلب أوقات تكامل تتراوح بين بضع دقائق وساعات، لكن الرصدات الحساسة، لا سيما للخطوط الطيفية، يمكن أن تتطلب فترات تسجيل أطول، تصل أحياناً إلى عدة أيام؛

ي) أن بعض الإرسالات من المركبات الفضائية يمكن أن تسبب مشاكل تداخل على علم الفلك الراديوي وأن تجنبها متعذر عن طريق اختيار موقع لمرصد أو عن طريق الحماية المحلية؛

ك) أن التداخل على علم الفلك الراديوي يمكن أن ينجم عن إرسالات للأرض تنعكس عن القمر وطائرات وربما عن سواتل؛

ل) أن بعض أنواع رصدات القياس بالتداخل ذات الاستبانة المكانية العالية تتطلب استقبالاً متزامناً، على نفس التردد الراديوي، عن طريق أنظمة استقبال ذات تباعد واسع قد تقع في بلدان مختلفة أو في قارات مختلفة أو على منصات فضائية؛

م) أن ظروف الانتشار على ترددات أدنى من 40 MHz تقريباً تجعل المرسل الذي يعمل في أي مكان على الأرض مصدراً محتملاً لتداخل ضار بعلم الفلك الراديوي؛

ن) أن قدراً ما من الحماية يمكن تحقيقه بتخصيصات ترددية مناسبة على أساس وطني بدلاً من دولي؛

س) أن المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية حسنت توزيعات لعلم الفلك الراديوي، لا سيما فوق 71 GHz، لكن الحماية في كثير من النطاقات، ولا سيما تلك المشتركة مع الخدمات الراديوية الأخرى، ربما لا تزال بحاجة إلى تخطيط دقيق؛

ع) أن المعايير التقنية المتعلقة بالتداخلات الضارة على خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) قد وُضعت وهي ترد في الجداول 1 و2 و3،

توصي

1 بتشجيع علماء الفلك الراديوي على اختيار مواقع تخلو قدر الإمكان من التداخل؛

2 بأن تقدم الإدارات كل الحماية العملية للترددات والمواقع التي يستخدمها علماء الفلك الراديويون في بلدانهم والبلدان المجاورة وعند التخطيط للأنظمة العاملية، مع مراعاة مستويات التداخل الواردة في الملحق 1 على النحو الواجب؛

3 أن تتخذ الإدارات، في سعيها لتقديم الحماية لرصدات فلكية راديوية معينة، جميع الخطوات العملية لخفض جميع الإرسالات غير المطلوبة التي تقع ضمن نطاق الترددات المطلوب حمايتها لعلم الفلك الراديوي إلى أدنى حد ممكن؛ ولا سيما الإرسالات الصادرة من الطائرات ومحطات المنصات عالية الارتفاع والمركبات الفضائية والمناطيد؛

4 أن تأخذ الإدارات في الاعتبار، عند اقتراح توزيعات ترددية، الصعوبة البالغة التي يواجهها علم الفلك الراديوي في التشارك في الترددات مع أي خدمة أخرى تتعلق بمسيرات خط البصر المباشرة من المرسلات إلى المراصد. وأن التشارك في الترددات التي تعلو فوق حوالي 40 MHz قد يتسنى عملياً مع الخدمات التي لا تقع فيها المرسلات في خط البصر المباشر للمراصد، ولكن التنسيق قد يكون ضرورياً، خاصة إذا كانت المرسلات ذات قدرة عالية.

الملحق 1

حساسية أنظمة الفلك الراديوية

1 الاعتبارات والافتراضات العامة المستخدمة في حساب مستويات التداخل

1.1 معيار المستوى الضار من التداخل

يمكن تحديد حساسية رصدة في علم الفلك الراديوي بدلالة أصغر تغيير ΔP في مستوى القدرة P عند دخل المقياس الراديوي يمكن كشفه وقياسه. ويعبّر عن معادلة الحساسية بالعلاقة:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{1}{\sqrt{\Delta f_0 t}} \tag{1}$$

حيث:

P وΔP: الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء

Δf_0: عرض النطاق

t: زمن التكامل. ويمكن التعبير عن P وΔP في المعادلة (1) بوحدات الحرارة من خلال ثابت بولتزمان (Boltzmann)، k:

$$\Delta P = k\,\Delta T; \quad \text{also} \quad P = k\,T \tag{2}$$

وبالتالي يمكن التعبير عن معادلة الحساسية على النحو التالي:

$$\Delta T = \frac{T}{\sqrt{\Delta f_0 t}} \tag{3}$$

حيث:

$$T = T_A + T_R$$

وتنطبق هذه النتيجة على استقطاب واحد للتلسكوب الراديوي. وT هي مجموع T_A، (مساهمة حرارة ضوضاء الهوائي الناجمة عن الانبعاثات الكونية والغلاف الجوي للأرض والإشعاع من الأرض)، وT_R، وحرارة ضوضاء المستقبل. ويمكن استخدام المعادلة (1) أو المعادلة (3) لتقدير مستويات الحساسية والتداخل في الرصدات الفلكية الراديوية. والنتائج مدرجة في الجدولين 1 و2، ويفترض زمن الرصد (أو زمن التكامل) t بمقدار 2 000 ثانية، ويعبَّر عن مستويات عتبة التداخل، ΔP_H، الواردة في الجدولين 1 و2 كقدرة التداخل ضمن عرض النطاق Δf الذي يؤدي إلى خطأ بنسبة 10% في قياس ΔP (أو ΔT)، أي:

$$\Delta P_H = 0.1\,\Delta P\,\Delta f \tag{4}$$

وباختصار، يمكن حساب الأعمدة المناسبة في الجدولين 1 و2 باستخدام الطرائق التالية:

– ΔT، باستخدام المعادلة (3)،

– ΔP، باستخدام المعادلة (2)،

– ΔP_H، باستخدام المعادلة (4).

ويمكن أيضاً التعبير عن التداخل بدلالة كثافة تدفق القدرة (pfd) الواردة إلى الهوائي، إما في كامل عرض النطاق أو في شكل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd)، S_H، في كل 1 Hz من عرض النطاق. وتعطى القيم لهوائي له كسب، في اتجاه وصول التداخل، مساوٍ لكسب هوائي متناح (يغطي مساحة فعالة قدرها $c^2/4\pi f^2$، حيث c هي سرعة الضوء وf هو التردد). ويُستخدم كسب مشع متناحٍ، بقيمة 0 dBi، كقيمة عامة ذات صفة تمثيلية لمستوى الفص الجانبي، على النحو الذي ورد بحثه في الفقرة 3.1.

وتستخرج قيم $S_H\ \Delta f\ (\mathrm{dB(W/m^2)})$ من $\Delta P_H\ (\mathrm{dBW})$ بإضافة:

$$20 \log f - 158{,}5 \quad \mathrm{dB} \tag{5}$$

حيث يقدر f (Hz). عندئذ تستخرج S_H بطرح $10 \log \Delta f$ (Hz) لمراعاة عرض النطاق.

2.1 وقت التكامل

تستند الحساسيات المحسوبة ومستويات التداخل الواردة في الجدولين 1 و2 إلى أوقات تكامل مفترضة تبلغ 2 000 ثانية (s). وتغطي أوقات التكامل المستخدمة فعلياً في الرصدات الفلكية مجموعة واسعة من القيم. وتمثّل الرصدات المستمرة التي تجرى باستخدام التلسكوبات أحادية الهوائي (على نحو يختلف عن مصفوفات القياس بالتداخل) تمثيلاً جيداً بوقت التكامل البالغ 2 000 s، وهو نمطي للرصدات عالية الجودة. من ناحية أخرى فإن 2 000 s أقل تمثيلاً لرصدات الخطوط الطيفية. وقد سمحت التحسينات في استقرار جهاز الاستقبال والاستخدام المتزايد لمقاييس طيف التلازم بزيادة وتيرة استخدام أوقات التكامل الأطول المطلوبة لمراقبة الخطوط الطيفية الضعيفة، وتشيع تماماً رصدات الخطوط الطيفية التي تستمر لعدة ساعات. ووقت التكامل الأكثر تمثيلا لهذه الرصدات سيمتد إلى 10 ساعات. وبالنسبة للتكامل لمدة 10 ساعات، تزيد صرامة مستوى التداخل عند العتبة بنسبة 6 dB عن القيم الواردة في الجدول 2. وهناك أيضاً رصدات معينة للظواهر المتغيرة بتغير الزمن، من قبيل رصدات الرشقات النجمية أو الشمسية، والتلألؤات بين الكواكب التي قد يكون من الأنسب لها استخدام فترات زمنية أقصر بكثير.

3.1 مخطط استجابة الهوائي

يكاد يُستقبل التداخل على علم الفلك الراديوي دائماً عبر الفصوص الجانبية للهوائي، لذلك لا حاجة للنظر في استجابة الحزمة الرئيسية للتداخل.

ويُعتبر نموذج الفصوص الجانبية لهوائيات مكافئية كبيرة في المدى الترددي من 2 إلى 30 GHz، الوارد في التوصية ITU-R SA.509 تقريباً جيداً لاستجابة العديد من هوائيات علم الفلك الراديوي ويُعتمد في جميع فقرات هذه التوصية كهوائي مرجعي لعلم الفلك الراديوي. وفي هذا النموذج، ينخفض مستوى الفص الجانبي بمسافة زاوية (بالدرجات) من محور الحزمة الرئيسية وهو يساوي $32 - 25 \log \varphi$ (dBi) من أجل $48° > \varphi > 1°$. ومن الواضح أن تأثير إشارة تداخل ما يتوقف على زاوية الورود نسبة إلى محور الحزمة الرئيسية في الهوائي، ذلك لأن كسب الفص الجانبي، ممثلاً بالنموذج، يتراوح من +32 إلى –10 dB كدالة لهذه الزاوية. ولكن يستفاد من حساب مستويات عتبة شدة التداخل لقيمة معينة لكسب الفص الجانبي، التي نختارها بنسبة 0 dBi، ونستخدمها في الجداول من 1 إلى 3. ومن النموذج، يحدث مستوى الفص الجانبي هذا بزاوية 19,05 درجة من محور الحزمة الرئيسية. ثم ستتجاوز الإشارة عند مستوى العتبة الضار، المعرَّف لكسب الفصوص الجانبية بنسبة 0 dBi، معيار المستوى الضار عند دخل المستقبِل إذا وردت إلى الهوائي بزاوية أصغر من 19,05 درجة. والزاوية الصلبة ضمن مخروط نصف قطر زاوي بواقع 19,05 درجة هو 0,344 sr، وهو ما يساوي 5,5% من 2π sr في السماء فوق الأفق التي يستطيع التلسكوب الراديوي رصدها في أي وقت. وبالتالي، إذا توزع احتمال زاوية ورود التداخل بانتظام فوق السماء، فإن حوالي 5,5% من الإشارات المسببة للتداخل ستَرد ضمن 19,05 درجة من محور الحزمة الرئيسية لهوائي موجه نحو السماء. ويجدر بالذكر أيضاً أن الرقم 5,5% يتماشى مع المستويات الموصى بها لفقدان البيانات في رصدات علم الفلك الراديوي في النسبة المئوية من الوقت المحددة في التوصية ITU R RA.1513.

والحالة الخاصة للسواتل في مدارات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض عبارة عن حالة دينامية، أي أن مواقع السواتل نسبة إلى حزمة هوائي الفلك الراديوي تتعرض لتغييرات كبيرة داخل نطاق التكامل الزمني البالغ 2 000 ثانية. ويتطلب تحليل التداخل في هذه الحالة دمج الاستجابة عبر المستويات المتفاوتة للفصوص الجانبية، وذلك مثلاً باستخدام مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المعرّف في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو. وبالإضافة إلى ذلك، من الضروري عادةً الجمع بين الاستجابات في تليسكوب راديوي لعدد من السواتل ضمن نظام معين. ويُقترح في هذه الحسابات، إلى أن يتوفر نموذجٌ موضوعٌ خصيصاً لهوائيات الفلك الراديوي، استخدام مخطط استجابة الهوائي لهوائيات قطرها أكبر من 100 λ في التوصية ITU-R S.1428 لتمثيل هوائي الفلك الراديوي؛ انظر الفقرة 2.2 للاطلاع على بحث أوفى في هذا الصدد.

4.1 عرض النطاق

تُظهر المعادلة (1) الحصول على الرصدات ذات الحساسية العالية عندما يستفيد علماء الفلك الراديوي من أكبر عرض نطاق ممكن. وبالتالي، يُفترض في الجدول 1 (بشأن الرصدات المتواصلة) أن Δf هو عرض نطاقات الفلك الراديوي الموزَّعة للترددات تصل إلى 71 GHz. وما فوق 71 GHz، تُستخدم قيمة 8 GHz، وهو عرض نطاق ذو صفة تمثيلية يستخدم عموماً في مستقبلات علم الفلك الراديوي في هذا المدى. وفي الجدول 2 (رصدات الخط الطيفي)، يُستعمل عرض نطاق قناة، Δf، الذي يساوي انزياح دوبلر بواقع 3 km/s في السرعة للإدخالات التي تقل عن 71 GHz. وتمثل هذه القيمة حلاً وسطاً بين الاستبانة الطيفية العالية المرغوبة والحساسية. ويوجد عدد كبير جداً من الخطوط المهمة من الناحية الفيزيائية الفلكية ما فوق 71 GHz، على النحو الموضح في التوصية ITU-R RA.314 ولا يوجد سوى عدد قليل من القيم ذات الصفة التمثيلية للمستويات الضارة في الجدول 2 بشأن المدى 71-275 GHz. وعرض نطاق القناة المستخدم لحساب المستويات الضارة فوق 71 GHz هو 1 000 kHz (1 MHz) في جميع الحالات.

واختيرت هذه القيمة لأسباب عملية. وفي حين أنه أوسع قليلاً من عرض القناة الطيفي المعتاد في مستقبلات علم الفلك الراديوي عند هذه الترددات، فإنه يُستخدم كعرض النطاق المرجعي المعياري للخدمات الفضائية فوق 15 GHz.

5.1 حرارة ضوضاء المستقبِل وحرارة الهوائي

تمثل حرارة ضوضاء المستقبل في الجدولين 1 و2 الأنظمة المستخدمة في علم الفلك الراديوي. وبالنسبة للترددات ما فوق 1 GHz، فهي مضخمات أو خلاطات مبردة تبريداً عالياً. ويضع التأثير الكمي حداً نظرياً أدنى بواقع hf/k لحرارة ضوضاء هذه الأجهزة، حيث h وk هما ثابتا Planck وBoltzmann، على التوالي. ويصبح هذا الحد مهماً في الترددات التي تزيد عن 100 GHz، حيث يساوي 4,8 K. وتسجل الخلاطات والمضخمات العملية، في النطاقات عند 100 GHz فأعلى، حرارة ضوضاء أكبر من hf/k بعامل يقارب أربعة أمثال. وبالتالي، بالنسبة للترددات ما فوق 100 GHz، تُستخدم حرارة ضوضاء تساوي $4\ hf/k$ في الجدولين 1 و2.

تمثل حرارة الهوائي في الجداول أيضاً الأنظمة العملية المستخدمة في علم الفلك الراديوي. وهي تشمل تأثيرات الأيونوسفير أو الجو المحايد، والتقاط الأرض في الفصوص الجانبية الناتجة عن الطفح أو الانتشار، والخسائر الأومية، والخلفية الكونية الميكروية. وعند الترددات ما فوق 100 GHz، تصبح الخسائر الجوية بسبب بخار الماء في الجو المحايد مهمة للغاية. وبالنسبة إلى هذه الترددات، تراعي القيم المعطاة خصوصية مواقع الأرض المستخدمة في مرافق علم الفلك الراديوي العاملة على الموجات المليمترية، مثل ماونا كيا أو هاواي أو لانو دي تشانانتور على ارتفاع 000 5 متر في شيلي، وهو الموقع الذي اختير لصفيف دولي كبير من هوائيات علم الفلك الراديوي نعمل على ترددات في المدى من 30 GHz إلى 1 THz.

2 حالات خاصة

تنطبق المستويات الواردة في الجدولين 1 و2 على المصادر الأرضية للإشارات المسببة للتداخل. وتفترض كثافة تدفق القدرة (pfd) الضارة وكثافة تدفق القدرة الطيفية الموضحة في الجدولين 1 و2 أن التداخل يُستقبل عبر فص جانبي كسبه 0 dBi وينبغي اعتباره معيار التداخل العام لرصدات علم الفلك الراديوي عالية الحساسية، عندما لا يدخل التداخل عبر الفصوص الجانبية القريبة.

1.2 التداخل من السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض

يعد التداخل من السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض حالة ذات أهمية خاصة. ونظراً لأن مستويات القدرة في الجدولين 1 و2 حُسبت بناءً على كسب هوائي قدره 0 dBi، سيظهر تداخل ضار بعلم الفلك الراديوي عند توجيه هوائي مرجعي، على النحو الموضح في التوصية ITU-R SA.509، ضمن زاوية 19,05 درجة من ساتل يشع بمستويات وفقاً لتلك المدرجة في الجدولين. وهكذا من شأن سلسلة من هذه السواتل الواقعة حول المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض أن تستبعد رصدات الفلك الراديوي ذات الحساسية العالية من نطاق سماوي باتساع 38,1° متمركزة على المدار. وفقدان هذه المساحة الكبيرة من السماء يفرض قيوداً شديدة على رصدات الفلك الراديوي.

وبشكل عام، ما من سبيل عملي لكبح الإرسالات غير المطلوبة من السواتل إلى ما دون المستوى الضار عند توجيه الحزمة الرئيسية للتلسكوب الراديوي نحو الساتل مباشرة. ويُقترح حل عملي من خلال رصد مسقط إشعاع الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض في الإحداثيات السماوية كما يُنظر إليها من خطوط العرض لعدد من رصدات علم الفلك الراديوي الرئيسية (انظر التوصية ITU-R RA.517). وإذا أمكن تسديد تليسكوب راديوي ضمن 5° من المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض دون مواجهة تداخل ضار، عندئذ يكون لهذا التليسكوب فسحة من السماء باتساع 10° غير متاحة للرصدات عالية الحساسية. ويمثل ذلك لأي مرصد معين خسارة كبيرة. ومع ذلك، يمكن مجموعة من التليسكوبات الراديوية الموجودة في خطوط العرض الشمالية والجنوبية، تعمل في نفس الترددات، أن تنفذ إلى السماء بأكملها. ولذلك ينبغي أن تُعتبر قيمة 5° مطلوبة من أجل الحد الأدنى من التباعد الزاوي بين الحزمة الرئيسية لهوائي فلك راديوي والمدار المستقر بالنسبة إلى الأرض.

وفي استجابة الهوائي النمطي في التوصية ITU-R SA.509، يكون مستوى الفص الجانبي عند زاوية 5° من الحزمة الرئيسية 15 dBi. وهكذا، ولتجنب أي تداخل ضار في تليسكوب راديوي يستوفي أداء الفص الجانبي لهوائي التوصية ITU-R SA.509 والمسدد بزاوية 5° من المرسل، ينبغي خفض انبعاثات السواتل ضمن نطاقات الفلك الراديوي بمقدار 15 dB دون مستوى كثافة تدفق القدرة الوارد في الجدولين 1 و2. وعند مباعدة السواتل على مسافات بضع درجات فقط على طول المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض، يجب أن تكون مستويات القدرة المشعة المكافئة المتاحية (e.i.r.p.) لفرادى الإرسالات أدنى من ذلك أيضاً لتلبية اشتراط أن يكون مجموع القدرات من كل إشارات التداخل الواردة بمقدار 15 dB دون ΔP_H في الجدولين 1 و2.

ومن المسلم به أن قيود البث التي نوقشت أعلاه لا يمكن، عملياً، أن تتحقق لتمكين التشارك في نفس النطاق الترددي بين علم الفلك الراديوي والإرسالات على الوصلة الهابطة من السواتل. ولكن القيود تنطبق على البث غير المطلوب من المرسلات الساتلية، التي تقع ضمن نطاقات علم الفلك الراديوي المدرجة في الجدولين 1 و2. ولقيود البث هذه آثار على الخدمات الفضائية المسؤولة عن التداخل، وهي تتطلب تقييماً دقيقاً. علاوةً على

ذلك، ينبغي أن يسعى تصميم هوائيات علم الفلك الراديوي الجديدة إلى التقليل إلى أدنى حد من مستوى كسب الفص الجانبي بالقرب من الحزمة الرئيسية كوسيلة مهمة للحد من التداخل من أجهزة الإرسال في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض.

2.2 التداخل من السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

في حالة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، وخاصة بالنسبة للسواتل ذات المدار الأرضي المنخفض، تتضمن الأنظمة عادةً كوكبات تضم العديد من السواتل الفردية. وبالتالي يتطلب تحديد مستويات التداخل تحليل التأثير المشترك للعديد من الإشارات، والتي يُستقبل معظمها عبر الفصوص الجانبية البعيدة لهوائي علم الفلك الراديوي. وبالتالي، يُستحسن وضع نموذج فص جانبي أكثر تفصيلاً من نموذج التوصية ITU-R SA.509، ويُقترح استخدام النموذج الوارد في التوصية ITU-R S.1428 ريثما يتوفر نموذج أكثر تمثيلاً لهوائيات الفلك الراديوي. وعند استخدام هذا النموذج المقترح، تكون حالة الهوائيات التي يزيد قطرها عن 100 λ مناسبة بشكل عام لتطبيقات علم الفلك الراديوي. ويجدر بالذكر تعذر تطبيق الملاحظة 1 في التوصية ITU-R S.1428، التي تسمح بتجاهل المكونات المتقاطعة الاستقطاب، لأن هوائيات علم الفلك الراديوي تستقبل بشكل عام إشارات في استقطابين متعامدين في آن واحد. وتتطلب حركة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض عبر السماء خلال فترة تكامل قدرها 2 000 ثانية (s) حساب متوسط مستوى التداخل خلال هذه الفترة، أي أنه يجب دمج الاستجابة لكل ساتل أثناء تحرك الساتل عبر مخطط الفص الجانبي. ومن أنظمة التحليل التي تتضمن هذه المتطلبات طريقة كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) الموصوفة في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو. وتمثل قيم كثافة تدفق القدرة المكافئة كثافة تدفق القدرة لإشارة تدخل الهوائي من خلال مركز الحزمة الرئيسية مما يُنتج مستوى مكافئ من قدرة التداخل. وبما أن مستويات عتبة التداخل الضار في الجدولين 1 و2 تتوافق مع كثافة تدفق القدرة المستقبَلة بكسب هوائي قدره 0 dBi، فمن الضروري مقارنتها مع قيم ($epfd + G_{mb}$)، حيث G_{mb} هو كسب الحزمة الرئيسية، لتحديد ما إذا كان التدخل يتجاوز المستوى الضار. وبالاستفادة من طريقة كثافة تدفق القدرة المكافئة، وُضعت التوصية ITU-R S.1586 مؤخراً لحساب التداخل بين تلسكوبات علم الفلك الراديوي وبين الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية. ووُضعت توصية مماثلة، هي التوصية ITU-R M.1583، لحساب التداخل بين تلسكوبات علم الفلك الراديوي وأنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الملاحة الراديوية الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ويرد في التوصية ITU-R RA.1513 وصف تطبيق معايير الحماية الواردة في الجدولين 1 و2.

3.2 استجابة مقاييس التداخل والصفائف للتداخل الراديوي

ثمة تأثيران يخفضان من الاستجابة للتداخل. وهما يرتبطان بتردد ذبذبات الحافة الملحوظة لدى الجمع بين خرجي هوائيين، ولأن مكونات إشارة التداخل التي تستقبلها هوائيات مختلفة ومتباعدة جداً تتعرض لتأخرات زمنية نسبية مختلفة قبل إعادة جمعها. ومعالجة هذه الآثار أكثر تعقيداً من معالجة آثار هوائيات وحيدة، كما في الفقرة 1. وبصفة عامة، إذا بقيت شدة إشارة التداخل المستقبَلة ثابتة، ينخفض التأثير بعامل يكاد يساوي متوسط زمن تذبذب طبيعي واحد مقسوماً على متوسط وقت البيانات. وهذا يتراوح عادةً من بضع ثوانٍ لصفيف متراص بتباعد $L \sim 10^3 \lambda$، حيث λ هو الطول الموجي، إلى أقل من ملليثانية للصفائف عابرة للقارات بتباعد $L \sim 10^7 \lambda$. وهكذا، ومقارنةً بهوائي فلك راديوي وحيد، يكون لمقياس التداخل درجة من الحصانة إزاء التداخل تزداد بتزايد حجم الصفيفة معبراً عنه بأطوال الموجة.

وتتحقق أكبر حصانة من التداخل لمقاييس التداخل والصفائف التي يكون فيها فصل الهوائيات بعيداً بما يكفي بحيث تتضاءل كثيراً فرصة حدوث تداخل متلازم (ومثال ذلك في قياس التداخل ذي خط الأساس الطويل جداً (VLBI)). وفي هذه الحالة، لا تنطبق الاعتبارات المذكورة أعلاه. ويتحدد مستوى التداخل المسموح به من خلال اشتراط ألا يتجاوز مستوى قدرة الإشارة المسببة للتداخل 1% من قدرة ضوضاء المستقبِل لمنع الأخطاء الجسيمة في قياس اتساع الإشارات الكونية. وترد مستويات التداخل لرصدات VLBI النمطية في الجدول 3، استناداً إلى قيم T_A وT_R الواردة في الجدول 1.

ويجب التأكيد على أن استخدام مقاييس التداخل والصفائف يقتصر عموماً على دراسات مصادر لَمَعان عالية منفصلة لها أبعاد زاويّة لا تزيد عن بضعة أعشار من الثواني القوسية لنظم قياس التداخل ذي خط الأساس الطويل جداً (VLBI). وهكذا تظل نتائج القدرة الكلية في الجدولين 1 و2 صالحة لحماية خدمة الفلك الراديوي عموماً.

الجدول 1

المستويات العتبية للتداخل الضار برصدات الفلك الراديوي المتواصلة

التردد المركزي[1] f_c (MHz)	عرض النطاق المفترض Δf (MHz)	درجة حرارة ضوضاء الهوائي الدنيا T_A (K)	درجة حرارة ضوضاء المستقبل T_R (K)	حساسية النظام[2] (تقلبات الضوضاء)		مستويات التداخل العتبية[2] [3]		
				درجة الحرارة ΔT (mK)	كثافة القدرة الطيفية ΔP (dB(W/Hz))	قدرة الدخل ΔP_H (dBW)	pfd $S_H \Delta f$ (dB(W/m²))	spfd S_H (dB(W/(m² · Hz)))
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
13,385	0,05	50 000	60	5 000	–222	–185	–201	–248
25,610	0,12	15 000	60	972	–229	–188	–199	–249
73,8	1,6	750	60	14,3	–247	–195	–196	–258
151,525	2,95	150	60	2,73	–254	–199	–194	–259
325,3	6,6	40	60	0,87	–259	–201	–189	–258
408,05	3,9	25	60	0,96	–259	–203	–189	–255
611	6,0	20	60	0,73	–260	–202	–185	–253
1 413,5	27	12	10	0,095	–269	–205	–180	–255
1 665	10	12	10	0,16	–267	–207	–181	–251
2 695	10	12	10	0,16	–267	–207	–177	–247
4 995	10	12	10	0,16	–267	–207	–171	–241
10 650	100	12	10	0,049	–272	–202	–160	–240
15 375	50	15	15	0,095	–269	–202	–156	–233
22 355	290	35	30	0,085	–269	–195	–146	–231
23 800	400	15	30	0,050	–271	–195	–147	–233
31 550	500	18	65	0,083	–269	–192	–141	–228
43 000	1 000	25	65	0,064	–271	–191	–137	–227
89 000	8 000	12	30	0,011	–274	–189	–129	–228
150 000	8 000	14	30	0,011	–278	–189	–124	–223
224 000	8 000	20	43	0,016	–277	–188	–119	–218
270 000	8 000	25	50	0,019	–276	–187	–117	–216

(1) يستند حساب مستويات التداخل إلى التردد المركزي المبين في هذا العمود (1) وإن لم يكن لجميع الأقاليم نفس التوزيعات.

(2) افترض زمن تكامل قدره 2 000 ثانية؛ وإذا استخدمت أزمنة تكامل من 15 دقيقة أو ساعة أو ساعتين أو 5 ساعات أو 10 ساعات، ينبغي تعديل القيم ذات الصلة في الجدول بمقدار +1,7 أو –1,3 أو –2,8 أو–4,8 أو–6,3 dB على التوالي.

(3) ومستويات التداخل المدرجة هي تلك التي تنطبق على قياسات إجمالي القدرة التي يستقبلها هوائي واحد. وقد تكون مستويات أقل صرامة أنسب لأنواع أخرى من القياسات، كما جاء في الفقرة 2.2. وبالنسبة للمرسلات في المدارات المستقرة بالنسبة إلى الأرض، فمن المستحسن تعديل المستويات بمقدار –15 dB، كما هو موضح في الفقرة 1.2.

الجدول 2*

المستويات العتبية للتداخل الضار برصدات الفلك الراديوي في الخطوط الطيفية

التردد المركزي f (MHz)	عرض نطاق قناة الخطوط الطيفية المفترض Δf (MHz)	درجة حرارة ضوضاء الهوائي الدنيا T_A (K)	درجة حرارة ضوضاء المستقبل T_R (K)	حساسية النظام[2] (تقلبات الضوضاء)		مستويات التداخل العتبية[1] [2]		
				درجة الحرارة ΔT (mK)	كثافة القدرة الطيفية ΔP (dB(W/Hz))	قدرة الدخل ΔP_H (dBW)	pfd $S_H \Delta f$ (dB(W/m^2))	spfd S_H (dB(W/(m^2 · Hz)))
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
327	10	40	60	22,3	–245	–215	–204	–244
1 420	20	12	10	3,48	–253	–220	–196	–239
1 612	20	12	10	3,48	–253	–220	–194	–238
1 665	20	12	10	3,48	–253	–220	–194	–237
4 830	50	12	10	2,20	–255	–218	–183	–230
14 500	150	15	15	1,73	–256	–214	–169	–221
22 200	250	35	30	2,91	–254	–210	–162	–216
23 700	250	35	30	2,91	–254	–210	–161	–215
43 000	500	25	65	2,84	–254	–207	–153	–210
48 000	500	30	65	3,00	–254	–207	–152	–209
88 600	1 000	12	30	0,94	–259	–209	–148	–208
150 000	1 000	14	30	0,98	–259	–209	–144	–204
220 000	1 000	20	43	1,41	–257	–207	–139	–199
265 000	1 000	25	50	1,68	–256	–206	–137	–197

* ليس القصد من هذا الجدول إعطاء قائمة كاملة بنطاقات الفلك الراديوي وإنما مجرد أمثلة نمطية عبر الطيف.

(1) افترض زمن تكامل قدره 2 000 ثانية؛ وإذا استخدمت أزمنة تكامل من 15 دقيقة أو ساعة أو ساعتين أو 5 ساعات أو 10 ساعات، ينبغي تعديل القيم ذات الصلة في الجدول بمقدار +1,7 أو –1,3 أو –2,8 أو–4,8 أو–6,3 dB على التوالي.

(2) ومستويات التداخل المدرجة هي تلك التي تنطبق على قياسات إجمالي القدرة التي يتلقاها هوائي واحد. وقد تكون مستويات أقل صرامة أنسب لأنواع أخرى من القياسات، كما جاء في الفقرة 2.2. وبالنسبة للمرسلات في المدارات المستقرة بالنسبة إلى الأرض، فمن المستحسن تعديل المستويات بمقدار –15 dB، كما هو موضح في الفقرة 1.2.

شرح الأعمدة في الجدولين 1 و2:

العمود

(1) تردد مركزي للنطاق الموزع لخدمة الفلك الراديوي (الجدول 1) أو تردد خط طيفي اسمي (الجدول 2).

(2) عرض نطاق مفترض أو موزع (الجدول 1) أو عرض قناة نمطية مفترضة مستخدمة في رصدات الخطوط الطيفية (الجدول 2).

(3) درجة حرارة ضوضاء الهوائي الدنيا، وهي تتضمن مساهمات من الأيونوسفير والغلاف الجوي للأرض والإشعاع من الأرض.

(4) درجة حرارة ضوضاء المستقبِل الممثلة لنظام قياس راديوي يراد استخدامها لرصدات علم الفلك الراديوي عالية الحساسية.

(5) مجموع حساسية النظام بوحدة milli-Kelvin (mK) كما يحسب من المعادلة (1) باستخدام مجموع درجتي حرارة ضوضاء الهوائي والمستقبل، وعرض النطاق المدرج، وزمن تكامل بمقدار 2 000 ثانية.

(6) على غرار (5) أعلاه، ولكن في شكل كثافة طيفية لقدرة الضوضاء باستخدام المعادلة $\Delta P_s \square k \Delta T$، حيث $\Delta P = k \Delta T$، $k = 1{,}38 \times 10^{-23}$ (J/K) (ثابت Boltzmann). والأرقام الفعلية في الجدول هي التعبير اللوغاريتمي عن ΔP.

(7) تعتبر سوية القدرة عند دخل المستقبل ضارة بالرصدات عالية الحساسية، ΔP_H. ويعبر عنه في مستوى التداخل المؤدي إلى خطأ لا يزيد عن 10% في قياس ΔP؛ $\Delta P_H = 0{,}1\ \Delta P\ \Delta f$: والأرقام في الجدول هي التعبير اللوغاريتمي عن ΔP_H.

(8) كثافة تدفق القدرة اللازمة في قناة خط طيفي لإنتاج سوية قدرة ΔP_H في نظام استقبال له هوائي استقبال متناحٍ. والأرقام في الجدول هي التعبير اللوغاريتمي عن $S_H\ \Delta f$.

(9) كثافة تدفق القدرة الطيفية اللازمة لإنتاج سوية قدرة ΔP_H في نظام المستقبل ذي هوائي استقبال متناحٍ. والأرقام في الجدول هي التعبير اللوغاريتمي عن S_H. للحصول على مستويات القدرة المقابلة في عرض نطاق مرجعي بمقدار 4 kHz أو 1 MHz، يضاف 36 dB أو 60 dB، على التوالي.

الجدول 3

مستويات التداخل العتبية لرصدات VLBI

التردد المركزي (MHz)	المستوى العتبي (dB(W/(m² · Hz)))
325,3	217–
611	212–
1 413,5	211–
2 695	205–
4 995	200–
10 650	193–
15 375	189–
23 800	183–
43 000	175–
86 000	172–

التوصية ITU-R P.838-3

نموذج التوهين الخاص الناتج عن المطر المعد للاستعمال في طرائق التنبؤ

(المسألة ITU-R 201/3)

(2005-2003-1999-1992)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن هناك حاجة إلى حساب التوهين الناتج عن المطر يقوم على معرفة معدلات المطر،

توصي

1 باستعمال الإجراء التالي.

يمكن الحصول على التوهين الخاص γ_R (dB/km) من معدل المطر R (mm/h) باستعمال علاقة القانون الأسي:

$$\gamma_R = kR^{\alpha} \tag{1}$$

يحدد المعاملان k وα بدلالة التردد f (GHz) في المدى 1 إلى 1 000 GHz من خلال المعادلات التالية التي تستخرج عن طريق مواءمة المنحنيات مع معامِلات القانون الأسي المشتقة من حسابات التناثر:

$$\log_{10} k = \sum_{j=1}^{4} a_j \exp\left[-\left(\frac{\log_{10} f - b_j}{c_j}\right)^2\right] + m_k \log_{10} f + c_k \tag{2}$$

$$\alpha = \sum_{j=1}^{5} a_j \exp\left[-\left(\frac{\log_{10} f - b_j}{c_j}\right)^2\right] + m_\alpha \log_{10} f + c_\alpha \tag{3}$$

حيث:

f: التردد (GHz)

k: سواء k_H أو k_V

α: سواء α_H أو α_V.

يعطي الجدول 1 القيم الثابتة للمعامل k_H للاستقطاب الأفقي، ويعطي الجدول 2 القيم الثابتة للمعامل k_V للاستقطاب العمودي. ويعطي الجدول 3 القيم الثابتة للمعامل α_H للاستقطاب الأفقي، ويعطي الجدول 4 القيم الثابتة للمعامل α_V للاستقطاب العمودي.

الجدول 1

معامِلات من أجل k_H

c_k	m_k	c_j	b_j	a_j	j
0,71147	0,18961–	1,13098	10008–	5,33980–	1
		0,45400	1,26970	0,35351–	2
		0,15354	0,86036	0,23789–	3
		0,16817	0,64552	0,94158–	4

الجدول 2

معامِلات من أجل k_V

c_k	m_k	c_j	b_j	a_j	j
0,63297	0,16398–	0,81061	0,56934	3,80595–	1
		0,51059	0,22911–	3,44965–	2
		0,11899	0,73042	0,39902–	3
		0,27195	1,07319	0,50167	4

الجدول 3

معامِلات من أجل α_H

c_α	m_α	c_j	b_j	a_j	j
1,95537–	0,67849	0,55187–	1,82442	0,14318–	1
		0,19822	0,77564	0,29591	2
		0,13164	0,63773	0,32177	3
		1,47828	0,96230–	5,37610–	4
		3,43990	3,29980–	16,1721	5

الجدول 4

معامِلات من أجل α_V

c_α	m_α	c_j	b_j	a_j	j
0,83433	0,053739–	0,76284–	2,33840	0,07771–	1
		0,54039	0,95545	0,56727	2
		0,26809	1,14520	0,20238–	3
		0,116226	0,791669	48,2991–	4
		0,116479	0,791459	48,5833	5

بالنسبة لاستقطاب خطي واستقطاب دائري، ولأي هندسة مسير، يمكن حساب معامِلات المعادلة (1) انطلاقاً من قيم المعادلتين (2) و(3) بتطبيق المعادلتين التاليتين:

$$k = [k_H + k_V + (k_H - k_V)\cos^2\theta\cos 2\tau]/2 \quad (4)$$

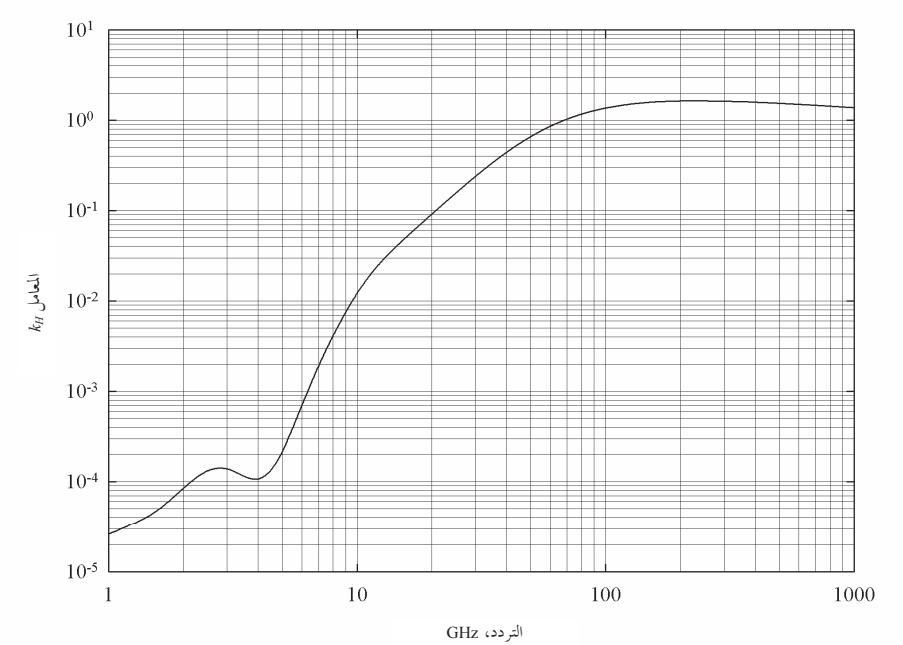
$$\alpha = [k_H\alpha_H + k_V\alpha_V + (k_H\alpha_H - k_V\alpha_V)\cos^2\theta\cos 2\tau]/2k \quad (5)$$

حيث θ زاوية ارتفاع المسير وτ زاوية ميل الاستقطاب على المستوى الأفقي (للاستقطاب الدائري، $\tau = 45°$).

تيسيراً للاطلاع، يرد المعاملان k وα في شكل بياني في الأشكال 1 إلى 4، ويدرج الجدول 5 القيم العددية للمعاملات عند ترددات معينة.

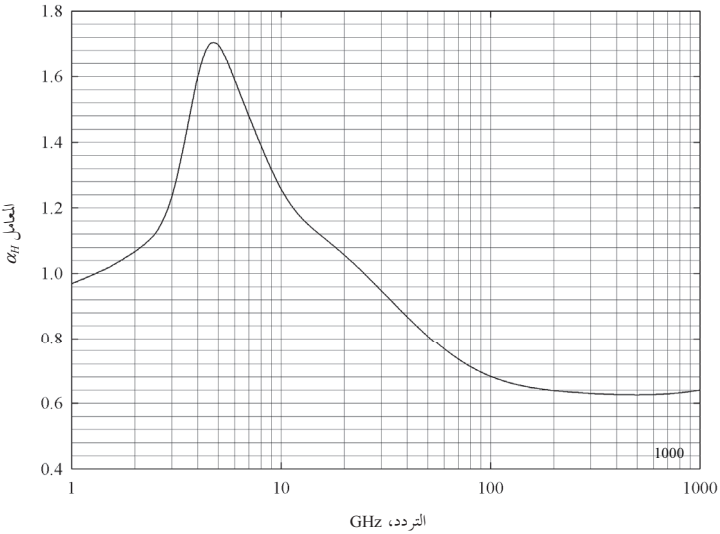
الشكل 1

المعامل k للاستقطاب الأفقي



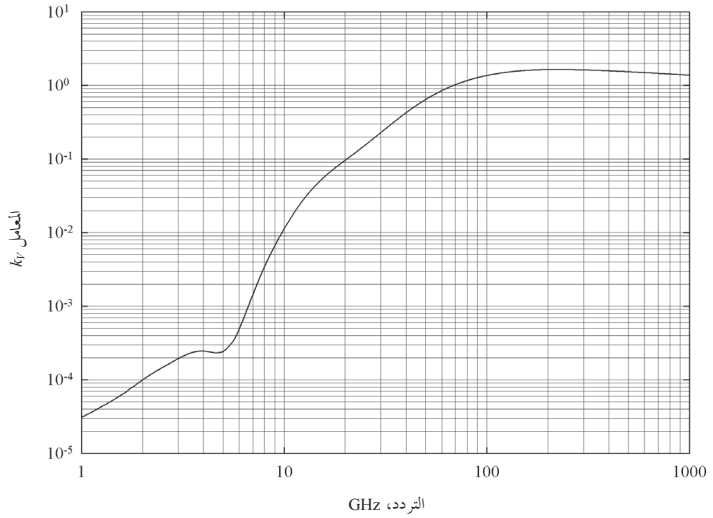
الشكل 2

المعامل α للاستقطاب الأفقي



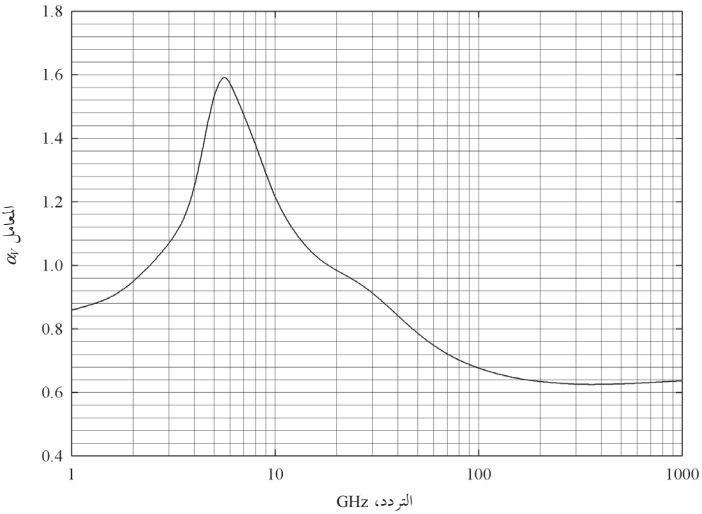
الشكل 3

المعامل k للاستقطاب العمودي



الشكل 4

المعامل α للاستقطاب الأفقي



الجدول 5

معامِلات مرتبطة بالتردد لتقييم التوهين بالمطر الخاص
باستعمال المعادلات (4) و(5) و(1)

α_V	k_V	α_H	k_H	التردد GHz
0,8592	0,0000308	0,9691	0,0000259	1
0,8957	0,0000574	1,0185	0,0000443	1,5
0,9490	0,0000998	1,0664	0,0000847	2
1,0085	0,0001464	1,1209	0,0001321	2,5
1,0688	0,0001942	1,2322	0,0001390	3
1,1387	0,0002346	1,4189	0,0001155	3,5
1,2476	0,0002461	1,6009	0,0001071	4
1,3987	0,0002347	1,6948	0,0001340	4,5
1,5317	0,0002428	1,6969	0,0002162	5
1,5882	0,0003115	1,6499	0,0003909	5,5
1,5728	0,0004878	1,5900	0,0007056	6
1,4745	0,001425	1,4810	0,001915	7
1,3797	0,003450	1,3905	0,004115	8
1,2895	0,006691	1,3155	0,007535	9
1,2156	0,01129	1,2571	0,01217	10
1,1617	0,01731	1,2140	0,01772	11
1,1216	0,02455	1,1825	0,02386	12
1,0901	0,03266	1,1586	0,03041	13
1,0646	0,04126	1,1396	0,03738	14
1,0440	0,05008	1,1233	0,04481	15
1,0273	0,05899	1,1086	0,05282	16
1,0137	0,06797	1,0949	0,06146	17
1,0025	0,07708	1,0818	0,07078	18
0,9930	0,08642	1,0691	0,08084	19
0,9847	0,09611	1,0568	0,09164	20
0,9771	0,1063	1,0447	0,1032	21
0,9700	0,1170	1,0329	0,1155	22
0,9630	0,1284	1,0214	0,1286	23
0,9561	0,1404	1,0101	0,1425	24
0,9491	0,1533	0,9991	0,1571	25
0,9421	0,1669	0,9884	0,1724	26
0,9349	0,1813	0,9780	0,1884	27
0,9277	0,1964	0,9679	0,2051	28
0,9203	0,2124	0,9580	0,2224	29
0,9129	0,2291	0,9485	0,2403	30

الجدول 5

معامِلات مرتبطة بالتردد لتقييم التوهين بالمطر الخاص
باستعمال المعادلات (4) و(5) و(1)

التردد GHz	k_H	α_H	k_V	α_V
31	0,2588	0,9392	0,2465	0,9055
32	0,2778	0,9302	0,2646	0,8981
33	0,2972	0,9214	0,2833	0,8907
34	0,3171	0,9129	0,3026	0,8834
35	0,3374	0,9047	0,3224	0,8761
36	0,3580	0,8967	0,3427	0,8690
37	0,3789	0,8890	0,3633	0,8621
38	0,4001	0,8816	0,3844	0,8552
39	0,4215	0,8743	0,4058	0,8486
40	0,4431	0,8673	0,4274	0,8421
41	0,4647	0,8605	0,4492	0,8357
42	0,4865	0,8539	0,4712	0,8296
43	0,5084	0,8476	0,4932	0,8236
44	0,5302	0,8414	0,5153	0,8179
45	0,5521	0,8355	0,5375	0,8123
46	0,5738	0,8297	0,5596	0,8069
47	0,5956	0,8241	0,5817	0,8017
48	0,6172	0,8187	0,6037	0,7967
49	0,6386	0,8134	0,6255	0,7918
50	0,6600	0,8084	0,6472	0,7871
51	0,6811	0,8034	0,6687	0,7826
52	0,7020	0,7987	0,6901	0,7783
53	0,7228	0,7941	0,7112	0,7741
54	0,7433	0,7896	0,7321	0,7700
55	0,7635	0,7853	0,7527	0,7661
56	0,7835	0,7811	0,7730	0,7623
57	0,8032	0,7771	0,7931	0,7587
58	0,8226	0,7731	0,8129	0,7552
59	0,8418	0,7693	0,8324	0,7518
60	0,8606	0,7656	0,8515	0,7486
61	0,8791	0,7621	0,8704	0,7454
62	0,8974	0,7586	0,8889	0,7424
63	0,9153	0,7552	0,9071	0,7395
64	0,9328	0,7520	0,9250	0,7366
65	0,9501	0,7488	0,9425	0,7339

الجدول 5

معامِلات مرتبطة بالتردد لتقييم التوهين بالمطر الخاص
باستعمال المعادلات (4) و(5) و(1)

α_V	k_V	α_H	k_H	التردد GHz
0,7313	0,9598	0,7458	0,9670	66
0,7287	0,9767	0,7428	0,9836	67
0,7262	0,9932	0,7400	0,9999	68
0,7238	1,0094	0,7372	1,0159	69
0,7215	1,0253	0,7345	1,0315	70
0,7193	1,0409	0,7318	1,0468	71
0,7171	1,0561	0,7293	1,0618	72
0,7150	1,0711	0,7268	1,0764	73
0,7130	1,0857	0,7244	1,0908	74
0,7110	1,1000	0,7221	1,1048	75
0,7091	1,1139	0,7199	1,1185	76
0,7073	1,1276	0,7177	1,1320	77
0,7055	1,1410	0,7156	1,1451	78
0,7038	1,1541	0,7135	1,1579	79
0,7021	1,1668	0,7115	1,1704	80
0,7004	1,1793	0,7096	1,1827	81
0,6988	1,1915	0,7077	1,1946	82
0,6973	1,2034	0,7058	1,2063	83
0,6958	1,2151	0,7040	1,2177	84
0,6943	1,2265	0,7023	1,2289	85
0,6929	1,2376	0,7006	1,2398	86
0,6915	1,2484	0,6990	1,2504	87
0,6902	1,2590	0,6974	1,2607	88
0,6889	1,2694	0,6959	1,2708	89
0,6876	1,2795	0,6944	1,2807	90
0,6864	1,2893	0,6929	1,2903	91
0,6852	1,2989	0,6915	1,2997	92
0,6840	1,3083	0,6901	1,3089	93
0,6828	1,3175	0,6888	1,3179	94
0,6817	1,3265	0,6875	1,3266	95
0,6806	1,3352	0,6862	1,3351	96
0,6796	1,3437	0,6850	1,3434	97
0,6785	1,3520	0,6838	1,3515	98
0,6775	1,3601	0,6826	1,3594	99
0,6765	1,3680	0,6815	1,3671	100

الجدول 5

معامِلات مرتبطة بالتردد لتقييم التوهين بالمطر الخاص باستعمال المعادلات (4) و(5) و(1)

α_V	k_V	α_H	k_H	التردد GHz
0,6609	1,4911	0,6640	1,4866	120
0,6466	1,5896	0,6494	1,5823	150
0,6343	1,6443	0,6382	1,6378	200
0,6262	1,6286	0,6296	1,6286	300
0,6256	1,5820	0,6262	1,5860	400
0,6272	1,5366	0,6253	1,5418	500
0,6293	1,4967	0,6262	1,5013	600
0,6315	1,4622	0,6284	1,4654	700
0,6334	1,4321	0,6315	1,4335	800
0,6351	1,4056	0,6353	1,4050	900
0,6365	1,3822	0,6396	1,3795	1 000

التوصية ITU-R M.1084-5*,**

حلول مؤقتة لتحسين فعالية استخدام محطات الخدمة المتنقلة البحرية للنطاق MHz 174-156

(2012-2001-1998-1997-1995-1994)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية أساليب لتحسين كفاءة استخدام النطاق MHz 174-156 بواسطة محطات في الخدمة المتنقلة البحرية؛ وتصف على وجه التحديد الخصائص التقنية عند استعمال قنوات بمباعدة kHz 12,5 والانتقال إلى قنوات ضيقة النطاق، ومثال على طريقة لتنفيذ قنوات ضيقة النطاق مشذرة بمباعدة kHz 12,5 وتخصيص أرقام لهذه القنوات المشذرة والتشغيل المفرد للقنوات المزدوجة.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن وجود نظام دولي مشترك أمر ضروري لكي تتمكن الاتصالات البحرية من ضمان سلامة الحياة البشرية في البحر؛

ب) أن أكثر المنافع طويلة الأجل لفعالية الطيف تتحقق باستعمال أحدث التقنيات الرقمية أو تقنيات الإرسال ضيق النطاق؛

ج) أن إدخال التقنيات الجديدة أو إعادة تخطيط توزيع نطاقات التردد مهمة كبيرة تتطلب فترة انتقالية طويلة؛

د) أن جميع التجهيزات الجديدة يجب أن تكون متوائمة مع التجهيزات الموجودة حالياً وفقاً للتوصية ITU-R M.489 أو تكون قادرة على التعايش معها؛

هـ) أن إدخال التقنيات الجديدة يجب ألا يؤثر على استمرار تيسر اتصالات الاستغاثة والسلامة في الخدمة المتنقلة البحرية على نطاقات الموجات المترية (VHF) لكل المستعملين حسب التذييل 18 من لوائح الراديو؛

و) أن ازدحام نطاق الموجات المترية (VHF) الموزع للخدمة المتنقلة البحرية أصبح مشكلة هامة في بعض أنحاء العالم تتزايد تفاقماً؛

ز) أن الإدارات التي هي بحاجة إلى هذا النطاق قد تتخذ إجراءات لحل مشكلة الازدحام هذه محلياً عندها؛

ح) أن التذييل 18 من لوائح الراديو يتيح للإدارات أن تطبق مباعدة بين القنوات تبلغ kHz 12,5 شريطة التنسيق مع الإدارات المتأثرة؛

ط) أن تطبيق المباعدة بين القنوات kHz 12,5 يتطلب وضع خطة مقيسة لترقيم القنوات؛

ي) أن بعض الإدارات قامت بتنفيذ تشغيل القنوات ذات الترددين على تردد واحد فقط لتخفيف حدة الازدحام الحالي؛

ك) أن هذه الحلول المؤقتة تستخدم في نظام تعرف هوية أوتوماتي معياري يجري تطويره طبقاً للتوصية ITU-R M.1371 للوفاء بمتطلبات المنظمة البحرية بشأن التجهيزات المحمولة على متن السفن،

---

* يجب أن ترفع هذه التوصية إلى عناية المنظمة البحرية الدولية (IMO).

** أدخلت لجنة الدراسات 5 لقطاع الاتصالات الراديوية تعديلات صياغية على هذه التوصية في نوفمبر 2010.

توصي

1 أن تقوم الإدارات التي تحتاج إلى حل عاجل لمشكلة الازدحام، بتشغيل القنوات ذات الترددين على تردد واحد كإجراء عملي مؤقت.

2 أن تتحول الإدارات ذات الحاجات العاجلة لحل مشكلة الازدحام، إلى التشكيل الترددي (FM) التماثلي على القنوات المتباعدة بقدر 12,5 kHz كإجراء انتقالي يمكن استعماله لتحسين فعالية استخدام الطيف ولكن ينبغي مراعاة أثر ذلك على العمليات الجارية خاصة حينما تتعلق هذه العمليات بالملاحة البحرية الدولية التي تستخدم مباعدة للقنوات قدرها 25 kHz؛

3 أن تستعمل الإدارات حين تستعمل قنوات التشكيل الترددي (FM) التماثلية بمباعدة 12,5 kHz كإجراء مؤقت، الوسائل المناسبة لتفادي التسبب في تداخلات على قنوات الاستغاثة والسلامة والقنوات التي تؤثر على سلامة الملاحة الدولية؛

4 ألا تضر الترتيبات المؤقتة المشار إليها في الفقرتين 2 و3 من الفقرة *توصي* بتنفيذ الحل البعيد الأمد الناتج عن الدراسات المستمرة والذي قد يؤدي إلى استخدام تكنولوجيات متطورة ومباعدة بين القنوات مختلفة عن 12,5 kHz؛

5 ألا تضر الترتيبات المؤقتة المشار إليها في الفقرتين 2 و3 من الفقرة *توصي* بتنفيذ المجتمع الدولي على الأمد البعيد لنظام دولي وحيد لاتصالات الاستغاثة والسلامة؛

6 الإدارات التي تنوي اللجوء إلى استخدام القنوات ضيقة النطاق لحل مشكلة الازدحام الحالي، أن تعتبر الملحق 2 مرشداً للانتقال من المباعدة 25 kHz إلى مباعدات بين القنوات أضيق نطاقاً.

7 الإدارات التي تنوي اللجوء إلى استخدام القنوات ضيقة النطاق لحل مشكلة الازدحام الحالي، أن تستعمل تجهيزات مطابقة للخصائص التقنية الواردة في الملحق 1 مع مراعاة أحكام التذييل 18 من لوائح الراديو (RR)؛

8 الإدارات التي تطبق المباعدة بالتخالف 12,5 kHz بين القنوات ضيقة النطاق المشذرة، على أساس مؤقت، أن تعتبر الملحق 3 مثالاً لمنهج قابل للتطبيق (هناك عدة أمثلة لمناهج تختلف خصائصها عن تلك الوارد وصفها في الملحق 3)؛

9 الإدارات التي تطبق قنوات ضيقة النطاق بمباعدة 12,5 kHz أن تأخذ بالاعتبار الملحق 4 عند ترقيم القنوات الجديدة؛

10 الإدارات التي تطبق تشغيل القنوات ذات الترددين على تردد واحد أن تأخذ الفقرة 3 من الملحق 4 بالاعتبار عند ترقيم القنوات؛

11 الإدارات إلى السعي بأقصى قدر ممكن إلى تطبيق أحدث التقنيات الرقمية أو تقنيات النطاقات الضيقة لكي تتمكن من الوفاء باحتياجات التشغيل المستقبلية ومن تحقيق الاستعمال الفعّال للنطاق 156-174 MHz.

الملحق 1

الخصائص التقنية للتجهيزات المصممة لتشتغل مع قنوات بمباعدة 12,5 kHz

ينبغي للتجهيزات التي تطبق المعلمات التالية (انظر الملاحظة 1) ألا تستعمل إلا طبقاً لأحكام التذييل 18 من لوائح الراديو (RR):

– ألا يتجاوز تسامح التردد لمرسلات المحطات الساحلية ومحطات السفينة 5×10^{-6}؛

– ألا يتجاوز انحراف التردد القيمة ± 2,5 kHz.

الملاحظة 1 – للمعلومية، تستند الخصائص الأخرى إلى المعيار الأوروبي للاتصالات (ETS) رقم 925 301 المنشور من قبل المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI).

الملحق 2

الانتقال إلى قنوات ضيقة النطاق في الخدمة المتنقلة البحرية

1 مقدمة

يعالج هذا الملحق الطريقة التي يمكن بها للخدمة المتنقلة البحرية أن تنتقل في المستقبل إلى قنوات ضيقة النطاق بمباعد 5 kHz أو 6,25 kHz، باستعمال تشكيل خطي أو رقمي. ويتم النظر في أمر التخلي عن المباعدة 25 kHz المستعملة حالياً وكذلك عن المباعدة 12,5 kHz التي قد تطبقها بعض الإدارات بصورة مؤقتة.

2 آثار الانتقال إلى قنوات ضيقة النطاق

1.2 الانتقال

إن أكثر الطرق عملية وأقلها ضرراً للانتقال من المباعدة 25 kHz أو 12,5 kHz إلى المباعدة 5 kHz أو 6,25 kHz هي تشذير القنوات ضيقة النطاق بين القنوات الأكثر اتساعاً؛ ويمكن استعمال تقنية مماثلة في كل الحالات. لكن، بما أن تقنيات التشكيل الخطي والرقمي التي تستعمل المباعدة 5 kHz و/أو 6,25 kHz ليست متوائمة مع تجهيزات التشكيل الترددي (FM) الحالية، فإن هناك حاجة إلى أسلوب مزدوج أو إلى أجهزة إضافية خلال الفترة الانتقالية.

2.2 التشذير

1.2.2 التشذير مع قنوات المباعدة 25 kHz

يوضح الشكلان 1 و2 كيف يمكن تشذير قنوات المباعدة 5 kHz أو 6,25 kHz بين قنوات المباعدة الحالية 25 kHz. وخلال الفترة الانتقالية، يطلب من المحطات الساحلية والسفن أن تقتني تجهيزات ضيقة النطاق وتنتقل إلى القنوات ضيقة النطاق الجديدة كلما

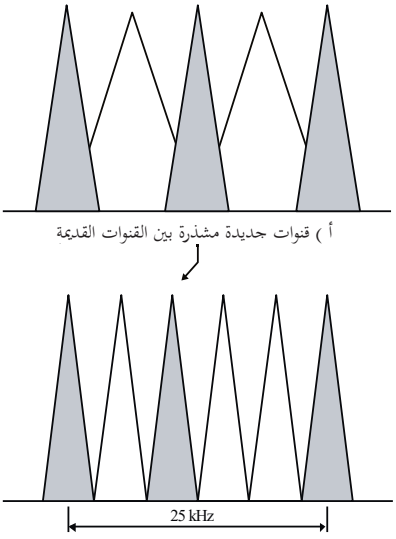
أصبحت متيسرة. وسيزداد عدد القنوات ضيقة النطاق تدريجياً أثناء الفترة الانتقالية، بينما يأخذ عدد قنوات المباعدة 25 kHz المتيسرة بالانخفاض بنسب مقابلة.

وفي تاريخ معين، تسحب جميع قنوات المباعدة 25 kHz المتبقية ويستعاض عنها بقنوات جديدة.

إن الانتقال من قنوات المباعدة 25 kHz سيكون بسيطاً نسبياً، لكن من المرجح أن تظهر حاجة إلى إعادة ضبط القنوات أو حواف النطاقات.

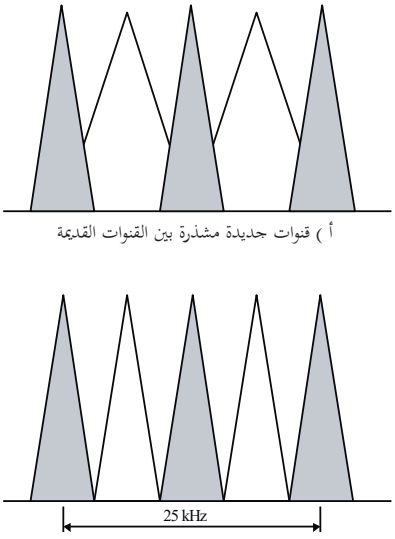
الشكل 1

الانتقال من المباعدة 25 kHz إلى المباعدة 5 kHz



الشكل 2

الانتقال من المباعدة 25 kHz إلى المباعدة 6,25 kHz



M.1084-01

2.2.2 التشذير مع قنوات المباعدة 12,5 kHz

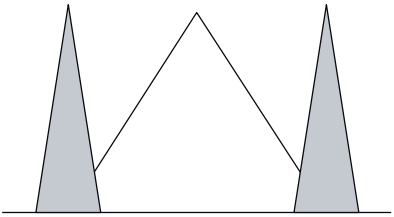
يبين الشكلان 3 و4 أن مبدأ تشذير قنوات المباعدة 5 kHz أو 6,25 kHz بين أي قنوات المباعدة 12,5 kHz المؤقتة هو نفسه كما في حالة تشذير قنوات المباعدة 25 kHz. غير أن الانتقال النهائي يكون أكثر تعقيداً في حالة المباعدة 5 kHz لأن القناة الواقعة في البداية في وسط النطاق 25 kHz يجب أن تنقل بقدر 2,5 kHz عند التشذير.

3.2.2 التشذير مع قنوات المباعدتين 25 kHz و12,5 kHz

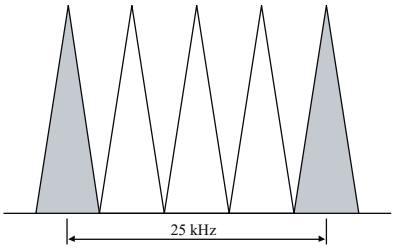
إذا انتقلت بعض الإدارات إلى مباعدة 12,5 kHz كإجراء مؤقت، وإذا تم تشذير قنوات المباعدة 12,5 kHz بين قنوات المباعدة 25 kHz، فإن الانتقال في المستقبل إلى قنوات المباعدة 5 kHz أو 6,25 kHz سيكون أكثر تعقيداً. وكما يبين ذلك الشكل 5، فإن القناة ذات المباعدة 5 kHz أو 6,25 kHz ستتراكب مع واحدة أو غيرها من القنوات التي عرض نطاقها أكبر.

الشكل 4

الانتقال من المباعدة 12,5 kHz إلى المباعدة 6,25 kHz



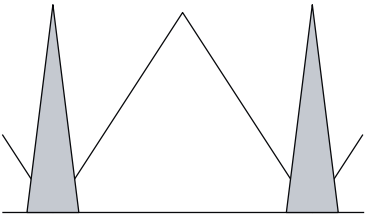
أ) قنوات جديدة مشذرة بين القنوات القديمة



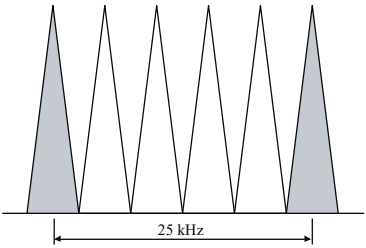
ب) كل القنوات الجديدة بعد الانتقال

الشكل 3

الانتقال من المباعدة 12,5 kHz إلى المباعدة 5 kHz



أ) قنوات جديدة مشذرة بين القنوات القديمة

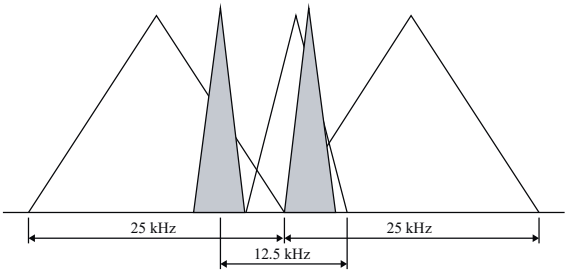


ب) كل القنوات الجديدة بعد الانتقال

M.1084-03

الشكل 5

إدخال قناة جديدة مباعدتها 5 أو 6,25 kHz، على رأس قنوات المباعدة 12,5 kHz التي سبق تشذيرها بين قنوات المباعدة 25 kHz، يزيد من تراكب الإرسالات
يبين الشكل حالتين بديلتين



M.1084-05

3 التداخل

يجب أن تتم عملية التشذير بطريقة تقلل من التداخل المتبادل. وقد أجريت قياسات للتداخل وللأداء في قناة مشتركة بين القنوات ذات التشكيل الخطي المشذرة والقنوات ذات تشكيل التردد (FM) والمباعدة 12,5 kHz. ويبدو أنه ليست هناك أي معلومات منشورة مماثلة عن حالة إشارات الكلام الرقمية ضيقة النطاق. غير أن من المعقول افتراض أن تشذير قنوات المباعدتين 5 kHz و6,25 kHz مع قنوات المباعدة 25 kHz سوف يؤدي إلى تداخل أقل وإلى أداء أفضل في القناة المشتركة منها بين قنوات المباعدة 12,5 kHz.

4 استنتاجات

مسار الانتقال إلى قنوات ذات مباعدة 5 kHz أو 6,25 kHz يكون مماثلاً. غير أن الانتقال المباشر من المباعدة 25 kHz، بدلاً من الانتقال عبر خطوة مؤقتة بالمباعدة 12,5 kHz، يكون أبسط، وذلك للأسباب التالية:

- يكون تخطيط القنوات أسهل، وتكون حالات إعادة ضبط الترددات المركزية أقل عدداً؛
- إن تشذير قنوات المباعدة 12,5 kHz بين قنوات المباعدة 25 kHz كإجراء مؤقت، يسمح بتفادي مشكلة تراكب القنوات؛
- يرجح أن تكون احتمالات التداخل أقل.

من الواضح أن تشذير القنوات سوف يحتاج إلى تخطيط محكم وسيكون استعمال أدوات تخطيط الترددات مهماً. وسيحتاج الأمر إلى قياسات ميدانية ودراسات إضافية لتوفير المعلومات اللازمة.

الملحق 3

مثال على طريقة تطبيق مباعدة بالتخالف 12,5 kHz بين القنوات ضيقة النطاق المشذرة

يمكن استخدام هذه الطريقة عندما يدرج التشغيل بالمباعدة 12,5 kHz في نفس التجهيز مع التشغيل بالمناداة الانتقائية الرقمية (DSC) (انظر الملاحظة 1) ومع التشغيل بالمباعدة 25 kHz.

الملاحظة 1 – إن التشغيل بالمناداة الانتقائية الرقمية (DSC) الوارد في هذا التطبيق مطابق تماماً للتوصيات ITU-R M.493 وITU-R M.541 وITU-R M.821 وITU-R M.825.

1 أداء المُستقبِل

1.1 يتعين أن تكون الحساسية مساوية أو أقل من 0,3 µV حين تكون النسبة: الإشارة + الضوضاء + التشوه إلى الضوضاء + التشوه (SINAD) مساوية 12 dB عند خرج المستقبل ومع نغمة تشكيل بتشكيل ترددي ضيق النطاق (NBFM) عند التردد 1 kHz ولها انحراف ذروة قدره 2 kHz.

2.1 يجب أن يكون نبذ القناة المجاورة 70 dB على الأقل من أجل قناة مجاورة مباعدتها 12,5 kHz.

3.1 يجب أن تكون نسبة الاستجابة الهامشية ونسبة النبذ خارج النطاق 75 dB على الأقل.

4.1 يجب أن تكون نسبة نبذ التشكيل البيني عند التردد الراديوي 75 dB على الأقل.

5.1 يجب ألا تتعدى قدرة أي بث هامشي مقاسة عند طرفي الهوائي، 2,0 nW على أي تردد منفصل.

6.1 يجب على القدرة المشعة الفعّالة (e.r.p.) لأي بث هامشي يشع من أي وحدة على أي تردد يبعد بمقدار ±70 MHz من تردد الموجة الحاملة ألا تتجاوز 10 nW. وعند أي تردد يبعد عن تردد الموجة الحاملة بأكثر من 70 MHz، يجب ألا يزيد البث الهامشي عن 10 nW مضافاً إليه –6 dB/octave للترددات التي تصل إلى 1 000 MHz.

7.1 للمستقبلات ذات المقدرة على المناداة DSC والتشكيل C4FM. (C4FM (تشكيل FM من أربع سويات بغلاف ثابت) يكون التشكيل الرقمي في هذا التطبيق متلائماً مع التشكيل CQPSK (تشكيل بالإبراق التربيعي بزحزحة الطور المتوائم) للإرسال والاستقبال معاً).

1.7.1 للتشغيل DSC على قنوات المباعدة 25 kHz، يجب أن يكون المستقبل قادراً على استقبال أي رزمة معطيات DSC عند 0,3 µV بدون أخطاء.

2.7.1 للتشغيل DSC على القنوات المشذرة (بتخالف يبلغ 12,5 kHz)، يجب أن يكون المستقبل قادراً على استقبال رزمة معطيات DSC عند 0,3 µV مع أقصى انحراف مخفض قدره ± 2,5 kHz بدون أخطاء.

3.7.1 لتشغيل التشكيل C4FM بالمعدل 9 600 bit/s، يجب أن يكون المستقبل قادراً على استقبال رزمة معطيات مؤلفة من 512 سمة عند 0,5 µV بدون أخطاء. ويمكن استعمال تصحيح الخطأ الأمامي (FEC) لإنجاز هذا الاستقبال الخالي من الأخطاء.

2 أداء المرسل

1.2 يجب ألا تتجاوز تفاوت التردد المسموح به لمرسلات المحطات الساحلية القيمة 1×10^{-6} والمسموح به لمرسلات محطات السفن 5×10^{-6}.

2.2 يجب أن يكون البث الهامشي على ترددات منفصلة، عندما يقاس من حمل غير تفاعلي يساوي معاوقة الخرج الاسمية للمرسل، موافقاً لأحكام التذييل 3 من لوائح الراديو (RR).

3.2 يجب ألا تتجاوز قدرة الموجة الحاملة لمرسلات المحطة الساحلية عادة 50 W (e.r.p.).

4.2 يجب ألا تتجاوز قدرة الموجة الحاملة لمرسلات محطات السفن 25 W كما يجب أن تتوفر الوسائل التي تسمح بخفضها بسهولة إلى 1 W أو أقل لاستخدامات المدى القصير.

5.2 يجب ألا يتجاوز انحراف التردد ± 2,5 kHz عند الإرسال على القنوات ذات التشكيل NBFM والمباعدة 12,5 kHz. ويجب ألا يتعدى عرض النطاق الذي تشغله هذه القنوات 11 kHz. ويتعين استخدام الدارات التي تحد من الانحراف بحيث يكون أقصى انحراف تردد ممكن مستقلاً عن التردد السمعي للدخل. وإذا استخدم مبدل تشكيل، يجب السماح بانحراف قدره ± 5 kHz للتشغيل على القنوات ترددية التشكيل عريضة النطاق (WBFM) ومباعدتها 25 kHz.

6.2 يجب ألا يتجاوز الحد العلوي لنطاق التردد السمعي 3 kHz.

7.2 يجب ألا تتجاوز القدرة التي تشعها الوحدة 25 µW.

8.2 يجب أن يتم الإرسال الصوتي عن طريق التشكيل الترددي على الموجات المترية (VHF) في النطاق البحري القياسي مع تشديد مسبق قدره 6 dB/octave. وهذا ضروري لضمان توفر اتصالات موثوق بها وآمنة وقابلة للتشغيل البيني في أعالي البحار وفي الطرق المائية.

9.2 للمرسلات ذات المقدرة على المناداة DSC والتشكيل C4FM

1.9.2 يجب أن تتوافق المرسلات ذات المقدرة على المناداة DSC مع متطلبات التوصيتين ITU-R M.493 و ITU-R M.541 ومعايير الأداء الواردة في القرار IMO A.803 (19) المعدلة بالقرار MSC.68(68)، كحد أدنى. ويجب أن توفر المحطات إمكانية مراقبة قنوات الموجات المترية VHF المستخدمة لأغراض المناداة DSC من أجل اكتشاف وجود إشارة وأن توفر أجهزة تمكن من الحؤول أوتوماتياً دون إرسال نداء DSC طالما لم تحرر القناة، باستثناء نداءات الاستغاثة والسلامة.

2.9.2 يجب استخدام التشغيل DSC (bit/s 1 200) في كل مرة تشغل فيها القناة 70. ويتعين ألا تستخدم القناة 70 كقناة عاملة لأي غرض بل يجب أن يحتفظ بها كقناة للمناداة الدولية للاستغاثة والسلامة. ويتعين استخدام أي قناة عاملة أخرى لإرسال معطيات الأغراض الأخرى مثل نقل رسائل المعطيات والمراقبة الأمنية وتتبع السفن والمراقبة التابعة الأوتوماتية (ADS).

3.9.2 يجب أن يتم إرسال المعطيات لأغراض الاستخدامات العامة على كل من قنوات المباعدة 25 kHz عريضة النطاق والقنوات ضيقة النطاق المشذرة (بتخالف قدره 12,5 kHz)، كما يجب استخدام البروتوكول DSC إلى أقصى حد ممكن. ويجب السعي إلى إدخال تحسينات على البروتوكول DSC كلما تستدعي الحاجة وتنسيقها بشكل يضمن الحفاظ على التحكم التنظيمي وبالتالي ضمان التشغيل البيني لأجهزة مختلف المصنعين.

4.9.2 يجب أن يكون للتشغيل DSC (bit/s 1 200) على القنوات ضيقة النطاق المشذرة (بتخالف قدره 12,5 kHz) أقصى انحراف مخفض قدره ± 2,5 kHz.

5.9.2 يجب أن تتم إرسالات المعطيات عالية السرعة (bit/s 9 600) باستخدام التشكيل C4FM مع قولبة مرشاح النطاق الأساسي.

1.5.9.2 التشكيل **C4FM** على القنوات التي تخالف ترددها يساوي **12,5 kHz**

يتكون المشكل C4FM من مرشاح نيكويست بجيب تمام مرفوع متشلشل مع مرشاح قولبة متشلشل بدوره مع مشكل للتردد.

2.5.9.2 المرشاح نيكويست للمشكل C4FM

ترشح أزواج بتات المعلومات (أي 800 4 رمز/ثانية) باستخدام مرشاح جيب التمام المرفوع الذي يستوفي معيار نيكويست لخفض التداخل بين الرموز إلى أدنى حد. ويكون تأخر الزمرة للمرشاح منتظماً في نطاق التمرير عند $|f| < 2\,880$ Hz. ويساوي مقدار استجابة المرشاح:

تقريباً 1	عند	$|f| < 1\,920$ Hz
$0{,}5 + 0{,}5 \cos(2\pi f/1\,920)$	عند	$1\,920 < |f| < 2\,880$ Hz
0	عند	$|f| \geq 2\,880$ Hz

3.5.9.2 مرشاح قولبة المشكّل C4FM

لمرشاح القولبة تأخر زمرة منتظم في نطاق التمرير عند $|f| < 2\,880$ Hz. ويساوي مقدار استجابة المرشاح عند $|f| < 2\,880$ Hz هو $(\pi f/4\,800)/\sin(\pi f/4\,800)$.

4.5.9.2 المشكّل C4FM

يكون الانحراف +1,8 kHz لزوج البتات 01 و+0,6 kHz لزوج البتات 00 و–0,6 kHz لزوج البتات 10 و–1,8 kHz لزوج البتات 11.

الملحق 4

تخصيص الأرقام للقنوات المشذرة وتشغيل القنوات مزدوجة التشغيل بأسلوب التشغيل المفرد في نطاق الموجات المترية (VHF) البحرية

1 تخصيص أرقام للقنوات ضيقة النطاق المشذرة بتخالف قدره 12,5 kHz:

رقم القناة		محطات السفينة	محطات السفينة والمحطات الساحلية	المحطات الساحلية
أول قناة kHz 25	قنوات مشذرة بمباعدة kHz 12,5	ثاني قناة kHz 25		
		60	156,025	160,625
	260		156,0375	160,6375
01			156,050	160,650
	201		156,0625	160,6625
		61	156,075	160,675
	261		156,0875	160,6875
02			156,100	160,700
	202		156,1125	160,7125
		62	156,125	160,725
	262		156,1375	160,7375
03			156,150	160,750
	203		156,1625	160,7625
		63	156,175	160,775
	263		156,1875	160,7875
04			156,200	160,800
	204		156,2125	160,8125
		64	156,225	160,825
	264		156,2375	160,8375
05			156,250	160,850
	205		156,2625	160,8625
		65	156,275	160,875
	265		156,2875	160,8875
06				156,300
	206		156,3125	160,9125
		66	156,325	160,925
	266		156,3375	160,9375
07			156,350	160,950
	207		156,3625	160,9625
		67		156,375
	267			156,3875
08				156,400
	208			156,4125
		68		156,425
	268			156,4375

المحطات الساحلية	محطات السفينة والمحطات الساحلية	محطات السفينة	رقم القناة		
			ثاني قناة kHz 25	قنوات مشذرة بمباعدة kHz 12,5	أول قناة kHz 25
	156,450				09
	156,4625			209	
	156,475		69		
	156,4875			269	
	156,500				10
نطاق حارس DSC	156,5125			210	
المناداة DSC وللاستغاثة والسلامة	156,525		70		
نطاق حارس DSC	156,5375			270	
	156,550				11
	156,5625			211	
	156,575		71		
	156,5875			271	
	156,600				12
	156,6125			212	
	156,625		72		
	156,6375			272	
	156,650				13
	156,6625			213	
	156,675		73		
	156,6875			273	
	156,700				14
	156,7125			214	
	156,725		74		
	156,7375			274	
	156,750				15
	156,7625			215	
نطاق حارس	156,775		75		
نطاق حارس	156,7875			275	
المناداة، وللاستغاثة والسلامة	**156,800**				16
نطاق حارس	156,8125			216	
نطاق حارس	156,825		76		
	156,8375			276	
	156,850				17
	156,8625			217	
	156,875		77		
	156,8875			277	
161,500		156,900			18
161,5125		156,9125		218	
161,525		156,925	78		
161,5375		156,9375		278	
161,550		156,950			19
161,5625		156,9625		219	

رقم القناة		محطات السفينة	محطات السفينة والمحطات الساحلية	المحطات الساحلية
أول قناة 25 kHz	قنوات مشذرة بمباعدة 12,5 kHz	ثاني قناة 25 kHz		
		79	156,975	161,575
	279		156,9875	161,5875
20			157,000	161,600
	220		157,0125	161,6125
		80	157,025	161,625
	280		157,0375	161,6375
21			157,050	161,650
	221		157,0625	161,6625
		81	157,075	161,675
	281		157,0875	161,6875
22			157,100	161,700
	222		157,1125	161,7125
		82	157,125	161,725
	282		157,1375	161,7375
23			157,150	161,750
	223		157,1625	161,7625
		83	157,175	161,775
	283		157,1875	161,7875
24			157,200	161,800
	224		157,2125	161,8125
		84	157,225	161,825
	284		157,2375	161,8375
25			157,250	161,850
	225		157,2625	161,8625
		85	157,275	161,875
	285		157,2875	161,8875
26			157,300	161,900
	226		157,3125	161,9125
		86	157,325	161,925
	286		157,3375	161,9375
27			157,350	161,950
	227		157,3625	161,9625
		87	157,375	161,975
	287		158,3875	161,9875
28			157,400	162,000
	228		157,4125	162,0125
		88	157,425	162,025

2 التوسع في تخصيص أرقام القنوات من أجل الانتقال من المباعدة الحالية البالغة 25 kHz إلى المباعدة 6,25 kHz مع تشذير القنوات بتخالف قدره 12,5 kHz. (يعطى هذا التتابع لترقيم القنوات على سبيل المثال):

رقم القناة (مباعدة 6,25 kHz)	محطات السفينة	محطات السفينة والمحطات الساحلية	المحطات الساحلية
60	156,025		160,625
160	156,03125		160,63125
260	156,0375		160,6375
360	156,04375		160,64375
01	156,050		160,650
101	156,05625		160,65625
201	156,0625		160,6625
301	156,06875		160,66875
61	156,075		160,675

3 تخصيص أرقام القنوات لتشغيل القنوات مزدوجة التشغيل بأسلوب التشغيل المفرد. (يعطى هذا التتابع لترقيم القنوات على سبيل المثال):

رقم القناة	محطات السفينة	محطات السفينة والمحطات الساحلية	المحطات الساحلية
للتشغيل المزدوج العادي:			
60	156,025	–	160,625
للتشغيل المفرد لتردد محطة سفينة:			
1 060 (راجع الملاحظة 1)	–	156,025	–
التشغيل المفرد لتردد محطة ساحلية:			
2 060 (راجع الملاحظة 1)	–	160,625	–

الملاحظة 1 – إن هذه الطريقة لترقيم قناة مزدوجة مستخدمة للتشغيل المفرد وضعت وفقاً للتوصية ITU-R M.493.

4 تخصيص أرقام القنوات للتشغيل ضيق النطاق (12,5 kHz) على قنوات بتباعد 25 kHz: (يعطى هذا التتابع لترقيم القنوات على سبيل المثال.)

رقم القناة	محطات السفينة	محطات السفينة والمحطات الساحلية	المحطات الساحلية
للتشغيل العادي للقنوات:			
60	156,025	–	160,625
للتشغيل بمباعدة 12,5 kHz على قناة بمباعدة 25 kHz			
460	156,025	–	160,625

التوصية ITU-R SM.1138-3

تحديد عروض النطاق اللازمة وأمثلة عن كيفية حسابها وأمثلة مصاحبة عن تسمية الإرسالات

(2019-2008-2007-1995)

مجال التطبيق

تستخدم هذه التوصية كأساس لتحديد عروض النطاق اللازمة للإرسالات عند تشكيل الاتساع والتردد والنبض بأنواع مختلفة من الإشارات. وهي تتضمن أيضاً نماذج لكيفية حساب الإرسالات وتسميتها.

مصطلحات أساسية

عرض النطاق اللازم، نظام إدارة الطيف الأوتوماتي، الحساب.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن تخصيص الترددات يتطلب تحديد عروض النطاق اللازمة للإرسالات؛

ب) أن عرض النطاق اللازم عنصر بيانات جوهري لجميع أنظمة إدارة الطيف الأوتوماتية،

توصي

باستعمال المعادلات الواردة في الملحق 1 لحساب عرض النطاق اللازم عندما تقتضي لوائح الراديو ذلك.

الملحق 1

تحديد عروض النطاق اللازمة وأمثلة لكيفية حسابها وأمثلة مصاحبة عن تسمية البث

1 ليس عرض النطاق اللازم الخاصية الوحيدة للبث التي يجب أخذها في الاعتبار لدى تقييم التداخل الذي قد يسببه ذلك البث.

2 استعمل إعداد الجدول، المصطلحات التالية:

B_n: عرض النطاق اللازم (Hz)

B: معدل التشكيل (Bd)

N: أقصى عدد ممكن من العناصر "السوداء زائداً البيضاء" التي يجب إرسالها في الثانية، في الفاكس

M: أقصى تردد للتشكيل (Hz)

C: تردد الموجة الحاملة الفرعية (Hz)

D: انحراف الذروة، أي نصف الفرق بين القيمتين القصوى والدنيا للتردد الآني. والتردد الآني (Hz) هو معدل تغير الطور بالنسبة للزمن (rad) مقسوماً على 2π

t: مدة النبض (s) عند نصف الاتساع

t_r: زمن ارتفاع النبض بين 10% 90% من الاتساع (s)

K: عامل رقمي عام يتغير حسب البث ويتوقف على التشوه المسموح به للإشارة. وفي حالة الإشارة متعددة الموجات الحاملة لتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد، تشير K إلى عدد الموجات الحاملة الفرعية الفعالة كما تعددها المعادلة (52) في التوصية ITU-R SM.328

N_c: عدد القنوات في النطاق الأساسي في الأنظمة الراديوية التي تستعمل تعدد الإرسال متعدد القنوات

f_p: تردد الموجة الحاملة الفرعية الدليلة (Hz) للاستمرارية (إشارة مستمرة مستعملة للتحقق من أداء أنظمة تعدد الإرسال لتقسيم التردد)

N_s: فصل التردد بين موجتين حاملتين (kHz).

وصف البث	عرض النطاق اللازم		تسمية البث
	المعادلة	عينة من الحساب	
I. انعدام إشارة التشكيل			
بث موجة مستمرة	–	–	غير موجود
II. تشكيل الاتساع			
1. إشارة تتضمن معلومات مكماة أو رقمية			
إبراق بموجة مستمرة، شفرة مورس	$BK = B_n$ $K = 5$ من أجل الدارات المتأثرة من الخبو $K = 3$ من أجل الدارات غير المتأثرة بالخبو	25 كلمة في الدقيقة $B = 20$ و $K = 5$ عرض النطاق: 100 Hz	100HA1AAN
إبراق بمفتاح للتنشيط والإخماد لموجة حاملة مشكلة بالنغمة، إبراق مورس	$2M + BK = B_n$ $K = 5$ من أجل الدارات المتأثرة بالخبو $K = 3$ من أجل الدارات غير المتأثرة بالخبو	25 كلمة في الدقيقة $B = 20$ و $M = 1000$ و $K = 5$ عرض النطاق: 100 Hz 2 = 2,1 kHz	2K10A2AAN
إشارة نداء انتقائي تستعمل شفرة تتابعية وحيدة التردد، تردد جانبي وحيد وموجة حاملة تامة	$M = B_n$	أقصى تردد للشفرة = 110 Hz 2 $M = 110$ 2 عرض النطاق: 110 Hz 2 = 2,11 kHz	2K11H2BFN
إبراق بطباعة مباشرة تستعمل حاملة فرعية مشكلة بزحزحة التردد وتصحيح الأخطاء ونطاق جانبي وحيد وموجة حاملة مكبوتة (قناة وحيدة)	$2DK + 2M = B_n$ $\frac{B}{2} = M$	$B = 50$ $D = 35$ Hz (زحزحة 70 Hz) $K = 1,2$ عرض النطاق : 134 Hz	134HJ2BCN
إبراق متعدد القنوات بتردد الصوت وتصحيح الأخطاء وبعض القنوات معددة الإرسال بتقسيم الزمن ونطاق جانبي وحيد وحاملة مخفضة	$B_n = DK + M +$ أعلى تردد مركزي $\frac{B}{2} = M$	15 قناة أعلى تردد مركزي = 805 Hz 2 $B = 100$ $D = 42,5$ Hz (زحزحة 85 Hz) $K = 0,7$ عرض النطاق: 885 Hz 2 = 2,885 kHz	2K89R7BCW

وصف البث	عرض النطاق اللازم		تسمية البث
	المعادلة	عينة من الحساب	
2. المهاتفة (نوعية تجارية)			
مهاتفة، نطاق جانبي مزدوج (قناة وحيدة)	$2M = B_n$	M = 3 000 عرض النطاق: 6 000 Hz = 6 kHz	6K00A3EJN
مهاتفة، نطاق جانبي وحيد، موجة حاملة تامة (قناة وحيدة)	$M = B_n$	M = 3 000 عرض النطاق: 3 000 Hz = 3 kHz	3K00H3EJN
مهاتفة، نطاق جانبي وحيد، موجة حاملة مكبوتة (قناة وحيدة)	$M = B_n$ – أدنى تردد للتشكيل	M = 3 000 أدنى تردد للتشكيل = 300 Hz عرض النطاق: 2 700 Hz = 2,7 kHz	2K70J3EJN
مهاتفة بإشارات منفصلة مشكلة بالتردد للتحكم في سوية الإشارة الصوتية المشكلة نطاق جانبي وحيد، موجة حاملة مخفضة (Lincompex) (قناة وحيدة)	$M = B_n$	أقصى تردد للتحكم = 2 990 Hz M = 2 990 عرض النطاق: 2 990 Hz = 2,99 kHz	2K99R3ELN
مهاتفة بجهاز السرية، نطاق جانبي وحيد، موجة حاملة مكبوتة (قناتان أو أكثر)	$M = B_n$ – N_c أدنى تردد للتشكيل في القناة الأدنى	N_c = 2 M = 3 000 أدنى تردد للتشكيل = 250 Hz عرض النطاق: 5 750 Hz = 5,75 kHz	5K75J8EKF
المهاتفة، نطاق جانبي مستقل (قناتان أو أكثر)	B_n = مجموع M لكل نطاق جانبي	قناتان M = 3 000 عرض النطاق: 6 000 Hz = 6 kHz	6K00B8EJN
3. الإذاعة الصوتية			
الإذاعة الصوتية، نطاق جانبي مزدوج	$2M = B_n$ يمكن أن تتراوح M بين 4 000 و10 000 حسب النوعية المنشودة	الكلام والموسيقى M = 4 000 عرض النطاق: 8 000 Hz = 8 kHz	8K00A3EGN
الإذاعة الصوتية، نطاق جانبي وحيد، موجة حاملة مخفضة (قناة وحيدة)	$M = B_n$ يمكن أن تتراوح M بين 4 000 و10 000 حسب النوعية المنشودة	الكلام والموسيقى M = 4 000 عرض النطاق: 4 000 Hz = 4 kHz	4K00R3EGN
الإذاعة الصوتية، نطاق جانبي وحيد، حاملة مكبوتة	$M = B_n$ – أدنى تردد للتشكيل	الكلام والموسيقى M = 4 500 أدنى تردد للتشكيل = 50 Hz عرض النطاق: 4 450 Hz = 4,45 kHz	4K45J3EGN
4. التلفزيون			
التلفزيون والصورة والصوت	انظر وثائق توصيات قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة من أجل عروض نطاق أنظمة التلفزيون شائعة الاستعمال	عدد الخطوط: 625 عرض النطاق الفيديوي الاسمي = 5 MHz حاملة الصوت بالنسبة إلى حاملة الصورة: 5,5 MHz عرض النطاق الإجمالي للصورة: 6,25 MHz عرض النطاق الصوتي FM بما فيه النطاقات الحارسة: 750 kHz عرض نطاق القناة RF: 7 MHz	6M25C3F-- 750KF3EGN

وصف البث	عرض النطاق اللازم		تسمية البث
	المعادلة	عينة من الحساب	
5. الفاكس			
الفاكس التماثلي بتشكيل تردد الحاملة الفرعية لبث بنطاق جانبي وحيد، الموجة الحاملة مخفضة، غير ملون	$B_n = DK + \frac{N}{2} + C$ $K = 1{,}1$ (قيمة نمطية)	$N = 1\,100$ مما يقابل دليلاً للتعاون يبلغ 352 وسرعة لدوران الأسطوانة يبلغ 60 دورة في الدقيقة. ودليل التعاون هو ناتج قطر الإسطوانة وعدد خطوط طول كل وحدة. $C = 1\,900$ $D = 400$ Hz عرض النطاق: $2\,890$ Hz = 2,89 kHz	2K89R3CMN
الفاكس التماثلي؛ تشكيل تردد حاملة فرعية للتردد السمعي تشكل الموجة الحاملة الرئيسية، نطاق جانبي وحيد، موجة حاملة مكبوتة	$B_n = 2DK + 2M$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1{,}1$ (قيمة نمطية)	$N = 1\,100$ $D = 400$ Hz عرض النطاق: $1\,980$ Hz = 1,98 kHz	1K98J3C --
6. بث مركب			
نطاق جانبي مزدوج، وصلة راديوية للتلفزيون	$B_n = 2D + 2M + 2C$	ترددات فيديوية لا تتعدى 5 MHz، الصوت على موجة حاملة فرعية ذات 6,5 MHz مشكلة بالتردد، انحراف الحاملة الفرعية = 50 kHz $C = 6{,}5 \times 10^6$ $D = 50 \times 10^3$ Hz $M = 15\,000$ عرض النطاق: $(13{,}3 \times 10^6$ Hz (13,13 MHz =	13M1A8W --
نطاق جانبي مزدوج، نظام ترحيل راديوي، تعدد إرسال بتقسيم التردد	$B_n = 2M$	10 قنوات صوتية تشغل النطاق الأساسي بين 1 kHz و164 kHz $M = 164\,000$ عرض النطاق: $328\,000$ Hz = 328 kHz	328KA8E --
نطاق جانبي مزدوج للمنار VOR بالمهاتفة (VOR: منار راديوي بموجات مترية في جميع الاتجاهات)	$B_n = 2DK + 2M + 2C_{max}$ $K = 1$ (قيمة نمطية)	تشكل الحاملة الرئيسية بواسطة: – موجة حاملة فرعية ذات 30 Hz – موجة حاملة ناتجة عن تردد نغمة ذي 9 960 Hz – قناة هاتفية – نغمة ذات 1 020 Hz مسخرة لتعرف الهوية المستمر بالمورس $C_{max} = 9\,960$ $M = 30$ $D = 480$ Hz عرض النطاق: $20\,940$ Hz = 20,94 kHz	20K9A9WWF

وصف البث	عرض النطاق اللازم		تسمية البث
	المعادلة	عينة من الحساب	
عروض نطاق مستقلة؛ عدة قنوات برقية مع تصحيح للأخطاء وعدة قنوات هاتفية بجهاز السرية؛ تعدد إرسال بتقسيم التردد	B_n = مجموع M لكل نطاق جانبي	في العادة، تشغل الأنظمة المركبة وفقاً للترتيبات المقيسة للقنوات (مثلاً التوصية ITU-R F.348) فيما يخص 3 قنوات هاتفية و15 قناة برقية، يكون عرض النطاق اللازم: kHz 12 = Hz 12 000	12K0B9WWF
7. بث إشارات التردد المعياري والتوقيت			
1.7 الترددات العالية (الصوتية)			
إعلانات صوتية، نطاق جانبي مزدوج	$2M = B_n$	كلام M = 4 000 عرض النطاق: kHz 8 = Hz 8 000	8K00A3XGN
2.7 الترددات العالية (الشفرة الزمنية)			
شفرة زمنية مماثلة للإبراق	$2M + BK = B_n$	B = 1/s M = 1 K = 5 عروض النطاق: Hz 7	7H00A2XAN
3.7 الترددات المنخفضة (الشفرة الزمنية)			
شفرة زمنية مماثلة للإبراق	$2M + BK = B_n$	B = 1/s M = 1 K = 3 عروض النطاق: Hz 5	5H00A2XAN
III-A. تشكيل التردد			
1. إشارة تتضمن معلومات مكماة أو رقمية			
إبراق دون تصحيح الأخطاء (قناة وحيدة)	$2DK + 2M = B_n$ $M = \frac{B}{2}$ K = 1,2 (قيمة نمطية)	B = 100 D = 85 Hz (الزحزحة 170 Hz) عرض النطاق: Hz 304	304HF1BBN
إبراق بطباعة مباشرة ذات نطاق ضيق، مع تصحيح الأخطاء (قناة وحيدة)	$2DK + 2M = B_n$ $M = \frac{B}{2}$ K = 1,2 (قيمة نمطية)	B = 100 D = 85 Hz (الزحزحة 170 Hz) عرض النطاق: Hz 304	304HF1BCN
إشارة نداء انتقائي	$2DK + 2M = B_n$ $M = \frac{B}{2}$ K = 1,2 (قيمة نمطية)	B = 100 D = 85 Hz (الزحزحة 170 Hz) عرض النطاق: Hz 304	304HF1BCN
إبراق مزدوج رباعي الترددات	$2DK + 2M = B_n$ B: معدل تشكيل (Bd) أسرع قناة. إذا كانت القنوات متزامنة: $M = \frac{B}{2}$ (وإلا فإن $M = 2B$) K = 1,1 (قيمة نمطية)	التباعد بين الترددات المتجاورة = 400 Hz قنوات متزامنة B = 100 M = 50 D = 600 Hz عرض النطاق: kHz 1,42 = Hz 1 420	1K42F7BDX

وصف البث	عرض النطاق اللازم		تسمية البث
	المعادلة	عينة من الحساب	
2. المهاتفة (نوعية تجارية)			
المهاتفة التجارية	$2DK + 2M = B_n$ $1 = K$ (قيمة نمطية لكن، في بعض الحالات، قد تكون هناك حاجة إلى قيم K أعلى)	لحالة متوسطة للمهاتفة التجارية Hz 5 000 = D 3 000 = M عرض النطاق: kHz 16 = Hz 16 000	16K0F3EJN
3. الإذاعة الصوتية			
الإذاعة الصوتية	$2DK + 2M = B_n$ $1 = K$ (قيمة نمطية)	غير مجسم Hz 75 000 = D 15 000 = M عرض النطاق: kHz 180 = Hz 180 000	180KF3EGN
4. الفاكس			
فاكس بتشكيل مباشر لتردد الموجة الحاملة؛ غير ملون	$2DK + 2M = B_n$ $\frac{N}{2} = M$ $1{,}1 = K$ (قيمة نمطية)	1 100 = N عنصر في الثانية Hz 400 = D عرض النطاق: kHz 1,98 = Hz 1 980	1K98F1C --
الفاكس التماثلية	$2DK + 2M = B_n$ $\frac{N}{2} = M$ $1{,}1 = K$ (قيمة نمطية)	1 100 = N عنصر في الثانية 400 Hz = D عرض النطاق: kHz 1,98 = Hz 1 980	1K98F3C --
5. البث المركب (انظر الجدول III-B)			
نظام مرحل راديوي، تعدد إرسال بتقسيم التردد	$2DK + 2f_p = B_n$ $1 = K$ (قيمة نمطية)	60 قناة هاتفية تشغل النطاق الأساسي بين 60 kHz و300 kHz؛ القيمة الفعالة (rms) لانحراف كل موجة: 200 kHz؛ موجة الاستمرار الدليلة عند 331 kHz تؤدي إلى انحراف فعال للموجة الحاملة الرئيسية يبلغ 100 kHz. $D = 200 \times 10^3 \times 3{,}76 \times 2{,}02$ $= 1{,}52 \times 10^6$ Hz $f_p = 0{,}331 \times 10^6$ Hz عرض النطاق: $3{,}702 \times 10^6$ Hz = 3,702 MHz	3M70F8EJF

وصف البث	عرض النطاق اللازم		تسمية البث
	المعادلة	عينة من الحساب	
نظام مرحل راديوي، تعدد إرسال بتقسيم التردد	$2DK + 2M = B_n$ $1 = K$ (قيمة نمطية)	960 قناة هاتفية تشغل النطاق الأساسي بين 60 kHz و4 028 kHz؛ القيمة الفعالة (rms) لانحراف كل موجة: 200 kHz؛ موجة الاستمرار الموجة الدليلة عند 4 715 kHz تؤدي إلى انحراف فعال للموجة الحاملة الرئيسية يبلغ 140 kHz. $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 5,5$ $= 4,13 \times 10^6$ Hz $M = 4,028 \times 10^6$ $f_p = 4,715 \times 10^6$ $2 f_p < (2DK + 2M)$ عرض النطاق: $16,32 \times 10^6$ Hz = 16,32 MHz	16M3F8EJF
نظام مرحل راديوي، تعدد إرسال بتقسيم التردد	$2f_p = B_n$	600 قناة هاتفية تشغل النطاق الأساسي بين 60 kHz و2 540 kHz؛ القيمة الفعالة (rms) لانحراف كل موجة: 200 kHz؛ موجة الاستمرار الدليلة عند 8 500 kHz تؤدي إلى انحراف فعال للحاملة الرئيسية يبلغ 140 kHz. $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 4,36$ $= 3,28 \times 10^6$ Hz $M = 2,54 \times 10^6$ $K = 1$ $f_p = 8,5 \times 10^6$ $2f_p > (2DK + 2M)$ عرض النطاق: 17×10^6 Hz = 17 MHz	17M0F8EJF
الإذاعة الراديوية الصوتية المجسمة مع حاملة فرعية هاتفية مساعدة معددة الإرسال	$2DK + 2M = B_n$ $1 = K$ (قيمة نمطية)	نظام بتردد دليلي؛ $M = 75\,000$ $D = 75\,000$ Hz عرض النطاق: 300 000 Hz = 300 kHz	300KF8EHF

III-B. عامل الضرب الواجب استعماله لحساب D، انحراف تردد الذروة، في البث متعدد القنوات بتشكيل التردد وتعدد الإرسال بتقسيم التردد (FM-FDM)

بالنسبة للأنظمة FM-FDM يكون عرض النطاق:

$$B_n = 2M + 2DK$$

تحسب قيمة D، أو انحراف تردد الذروة في المعادلات من أجل B_n بضرب القيمة الفعالة لانحراف كل موجة في "عامل الضرب" الوارد أدناه.

في حالة وجود موجة استمرار دليلة بتردد f_p فوق أقصى تردد للتشكيل M، تتخذ المعادلة العامة الشكل التالي:

$$B_n = 2f_p + 2DK$$

إذا كان دليل تشكيل الموجة الحاملة الرئيسية الناتج عن الموجة الدليلة يقل عن 0,25 وكانت القيمة الفعالة لانحراف تردد الحاملة الرئيسية الناتجة عن الموجة الدليلة أقل من 70% من القيمة الفعلية لانحراف كل قناة أو مساوية لها، تتخذ المعادلة العامة شكل المعادلة التي تعطي أكبر قيمة من بين المعادلتين التاليتين:

$$B_n = 2M + 2DK \quad \text{أو} \quad B_n = 2f_p$$

أيهما أكبر.

عدد القنوات الهاتفية N_c	عامل الضرب[1]
	(عامل الذروة) × antilog $\left[\frac{\text{القيمة بالوحدة dB فوق السوية مرجعية التشكيل}}{20}\right]$
$12 > N_c > 3$	antilog × 4,47 $\left[\frac{\text{قيمة بالوحدة dB يحددها صانع التجهيزات أو حامل رخصة المحطة، شرط موافقة الإدارة}}{20}\right]$
$60 > N_c \geq 12$	$3.76 \times \text{antilog}\left[\frac{2.6 + 2\log N_c}{20}\right]$
عامل الضرب[2]	
عدد القنوات الهاتفية N_c	(عامل الذروة) × مقابل اللوغاريتم $\left[\frac{\text{القيمة بالوحدة dB فوق السوية مرجعية التشكيل}}{20}\right]$
$240 > N_c \geq 60$	$3.76 \times \text{antilog}\left[\frac{-1 + 4\log N_c}{20}\right]$
$240 \geq N_c$	$3.76 \times \text{antilog}\left[\frac{-15 + 10\log N_c}{20}\right]$

(1) في هذا الجدول يقابل عاملا الضرب 3,76 و4,47 عوامل ذروة ذوي 11,5 و13,0 dB، على التوالي.

(2) في هذا الجدول يقابل عامل الضرب 3,76 عوامل ذروة ذوي 11,5 dB.

وصف البث	عرض النطاق اللازم		مقصد البث
	المعادلة	عينة من الحساب	
IV. التشكيل النبضي			
1. الرادار			
بث نبضي غير مشكل	$B_n = \frac{2K}{t}$ تتوقف K على نسبة مدة النبضة إلى وقت صعود النبضة. وتقع قيمتها على العموم بين 1 و10 وفي كثير من الحالات ليست بحاجة إلى تجاوز 6	رادار أولي درجة استبانة المسافة = 150 m K = 1,5 (نبضة مثلثة حيث $t \simeq t_r$، لا يؤخذ في الاعتبار سوى أقوى المكونات حتى 27 dB) ومن ثم" $t = \left[\frac{2 \times (\text{مدى الاستدلالة})}{\text{سرعة الضوء}}\right]$ $= \frac{2 \times 150}{3 \times 10^8}$ $= 1 \text{ s} \times 10^{-6}$ عرض النطاق: $3 \times 10^6 \text{ Hz} = 3 \text{ MHz}$	3M00P0NAN
2. البث المركب			
نظام مرحل راديوي	$B_n = \frac{2K}{t}$ K = 1,6	نبضات بتشكيل الموضع بنطاق أساسي ذي 36 قناة صوتية؛ مدة نبضة الاتساع النصفي = 0,4 µs عرض النطاق: $8 \times 10^6 \text{ Hz} = 8 \text{ MHz}$ (عرض النطاق المستقل عن عدد القنوات الهاتفية)	8M00M7EJT
3. الإشارات المعيارية للتردد والزمن			
1.3 الترددات العالية (رشقة النغمة)			
العلامات المستخدمة لقياس الحقب الزمنية	$B_n = 2/t_R$	t_r = 1 ms عرض النطاق: 2 000 Hz = 2 kHz	2K00K2XAN
2.3 الترددات المنخفضة			
الحافة الأمامية للشفرة الزمنية المستخدمة في قياس الحقب الزمنية	$B_n = 2/t_R$	t_r = 1 ms عرض النطاق: 2 000 Hz = 2 kHz	2K00K2XAN
V. متفرقات			
تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) أو تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد المشفر (COFDM)	$B_n = N_s \cdot K$	تستعمل 53 موجة حاملة فرعية فعالة، يفصل بينها 312,5 kHz باستثناء (K = 53 و N_s = 312,5 kHz). ويمكن أن تكون الموجات الحاملة الفرعية للبيانات عبارة عن تشكيل إبراق بزحزحة الطور ثنائي الحالة (BPSK) أو تشكيل تربيعي بزحزحة الطور (QPSK) أو تشغيل الاتساع التربيعي (QAM) B_n = 53 × 312,5 kHz = 16,6 MHz	16M6W7D

التوصية ITU-R SA.1154-0*، **

أحكام خاصة بحماية خدمات الأبحاث الفضائية (SRS) والعمليات الفضائية (SOS) واستكشاف الأرض الساتلية (EESS) وبتسهيل التقاسم مع الخدمة المتنقلة في النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz

(1995)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz موزعان على أساس أولي على ثلاث خدمات علمية فضائية (SRS وSOS وEESS) وعلى الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة علماً بأن هذه الأخيرة خاضعة لأحكام الرقمين 391.5 و392.5 من لوائح الراديو؛

ب) أن المؤتمر الإداري العالمي للراديو المكلف بدراسة توزيع الترددات في بعض أجزاء الطيف (مالقة – طورمولينوس، 1992) (WARC-92) يدعو في قراره رقم 211 اللجنة الاستشارية الدولية للراديو (CCIR) السابقة لمتابعة دراسة الأحكام الخاصة بحماية الخدمات العلمية الفضائية العاملة في النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz من التداخلات الضارة الصادرة عن إرسالات محطات الخدمة المتنقلة وتقديم نتائج أعمالها إلى المؤتمر المختص القادم؛

ج) أن الخدمات SRS وSOS وEESS تغدو أكثر فأكثر استعمالاً في نطاقات الترددات هذه عن طريق المحطات الفضائية الدائرة في مدار أرضي منخفض (LEO)؛

د) أن إدخال أنظمة متنقلة برية مستقبلية بكثافة عالية من المحطات المتنقلة أو إدخال أنظمة متنقلة برية تقليدية في النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz قد يسبب تداخلات غير مقبولة في الخدمات SRS وSOS وEESS؛ ولمزيد من المعلومات انظر الملحق 1؛

هـ) أن بعض الدراسات تفيد بأن الأنظمة المتنقلة الخاصة بكثافة ضعيفة من المحطات المتنقلة كتلك الواردة في الملحق 2، يمكنها استخدام النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz بالتقاسم مع الخدمات SRS وSOS وEESS؛

و) أن بعض البلدان يتم فيها تشغيل الخدمات العلمية الفضائية بنجاح منذ سنوات عديدة بالتقاسم مع الأنظمة المتنقلة لتجميع الأخبار إلكترونياً (ENG) بكثافة ضعيفة من المحطات المتنقلة (انظر الملحق 3) والأنظمة المتنقلة للقياس عن بعد للطيران (انظر الملحق 4) دون تقييد، وأن بعض التقييدات قد تفرض لاحقاً نظراً للسرعة المتوقعة التي ستتطور فيها هذه الأنظمة؛

ز) أن الخدمات العلمية الفضائية العاملة في النطاق 2200-2290 MHz أكثر حساسية للتداخلات من نفس الخدمات العلمية الفضائية العاملة في النطاق 2025-2110 MHz لأن هوائيات الكسب المرتفع للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض المرحلة للمعطيات، تكون موجهة باتجاه الأرض عند قيامها بتتبع مركبة فضائية في مدار منخفض؛

ح) أن معايير الحماية المفروضة على الخدمة SRS، من أصل مجمل المعايير المفروضة على الخدمات العلمية الفضائية الثلاث، تكون هي الأكثر صرامة وتقدم حماية كافية للخدمات SRS وSOS وEESS؛

* ينبغي أن ترفع هذه التوصية إلى علم لجان الدراسات 4 و8 و9 للاتصالات الراديوية.

** أدخلت لجنة الدراسات 7 للاتصالات الراديوية عام 2003 تعديلات صياغية في هذه التوصية طبقاً للقرار ITU-R 44.

ط) أن التوصية ITU-R SA.609 (الفقرات 1 و1.1 و2.1 و2) تحدد معايير الحماية المنطبقة على الخدمة SRS؛

ي) أن معايير الحماية الواردة في التوصية ITU-R SA.609 استخدمت مراراً في دراسات التقاسم وهي مقبولة على نطاق واسع؛

ك) أن الخدمات SRS وSOS وEESS تستخدم النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz للاتصالات الراديوية في الاتجاهات أرض–فضاء وفضاء–أرض وفضاء–فضاء. وتفترض الوصلات فضاء–فضاء عموماً استخدام ساتل مرحل للمعطيات من النمط الموصوف في النظام المرجعي الافتراضي في التوصيتين ITU-R SA.1020 وITU-R SA.1018. وينبغي أن تراعي معايير التقاسم متطلبات حماية الوصلات الراديوية المنشأة عن طريق الساتل المرحل للمعطيات في النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz.

ل) أن ما يخص حماية الخدمات SRS وSOS وEESS بشأن الوصلات أرض–فضاء وفضاء–أرض تعتبر فيه نسبة الضوضاء إلى التداخل البالغة 6 dB والتي تترجم بانحطاط قدره 1 dB، كافية في أغلب الأحيان؛

م) أن ما يخص الهوامش الضعيفة عموماً (2 dB، أو أقل) المفروضة على الوصلات فضاء–فضاء تعتبر فيه نسبة الضوضاء إلى التداخل البالغة 10 dB والتي تترجم بانحطاط قدره 0,4 dB، ضرورية بالنسبة إلى الوصلات فضاء–فضاء للسواتل المرحلة للمعطيات؛

ن) أن النطاقات المعتبرة هنا تستخدم بالتقاسم مع الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة. ويفترض في كل خدمة منهما أن تساهم بنصف التداخل الإجمالي الذي تسببه المركبة الفضائية. ويسبب التنسيق المتوقع يقبل افتراضاً بأن واحدة فقط من الخدمتين تسبب التداخلات للمحطة الأرضية؛

س) أن السواتل المرحلة للمعطيات توضع عادة في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO)؛

ع) أن النطاق 2025-2110 MHz يستخدم للوصلات أرض–فضاء في الخدمة SRS والخدمة SOS والخدمة EESS القاصدة إلى المركبة الفضائية في مدار منخفض أو في المدار GSO. ويستخدم هذا النطاق أيضاً للوصلات فضاء–فضاء في الخدمات SRS وSOS وEESS، وعادة لوصلات الإرسالات الراديوية من مركبة فضائية في مدار منخفض إلى ساتل ترحيل للمعطيات.

ف) أن النطاق 2200-2290 MHz يستخدم للوصلات فضاء–أرض في الخدمات SRS وSOS وEESS، والمنطلقة من مركبات فضائية في مدار منخفض أو في المدار GSO. ويستخدم هذا النطاق كذلك للوصلات فضاء–فضاء في الخدمات SRS وSOS وEESS وعادة لوصلات الاتصالات الراديوية من مركبة فضائية في مدار LEO إلى ساتل مرحل للمعطيات.

ص) أن عبارات الكثافة المطبقة على الأنظمة المتنقلة تحيل إلى عدد الأنظمة وإلى توزيع مطاريف هذه الأنظمة،

وإذ تقر

1 بأن مواصفة أقصى عدد من المحطات المتنقلة في العالم أجمع والتي تعمل في النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz على نحو لا تتجاوز فيه سوية التداخل الإجمالي معايير التقاسم، قد تكوّن حلاً تقنياً صالحاً، ولو كان أحياناً صعب التنفيذ عملياً،

وإذ تقر كذلك

1 بأن تجميعة وحيدة من الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة المتنقلة الخاصة تسهل التقاسم، وأن التقاسم بين هذه الأنظمة المتنقلة والخدمات SRS وSOS وEESS يمكن أن يوصف بعبارات نوعية وكمية،

توصي

1 بأن تطبق الأحكام التالية من أجل حماية الخدمات SRS وSOS وEESS من مجموعة التداخلات التي تسببها إرسالات الأنظمة المتنقلة في النطاق 2025-2110 MHz:

1.1 بألا يتجاوز التداخل التراكمي عند مدخل المستقبل في المركبة الفضائية باستثناء حالة الوصلة فضاء–فضاء، القيمة –180 dB(W/kHz) خلال أكثر من 0,1% من الزمن؛

2.1 بألا يتجاوز التداخل التراكمي عند مربطي مدخل مستقبل المركبة الفضائية القيمة –184 dB(W/kHz) خلال أكثر من 0,1% من الزمن، وذلك في حالة الوصلات فضاء–فضاء.

2 بأن تطبق الأحكام التالية من أجل حماية الخدمات SRS وSOS وEESS من مجموعة التداخلات التي تسببها إرسالات الأنظمة المتنقلة في النطاق 2200-2290 MHz:

1.2 بألا يتجاوز التداخل التراكمي عند مدخل المستقبل في المحطة الأرضية القيمة –216 dB(W/Hz) خلال أكثر من 0,1% من الزمن؛

2.2 بألا يتجاوز التداخل التراكمي عند مدخل مستقبل السائل المرحل للمعطيات القيمة –184 dB(W/kHz) خلال أكثر من 0,1% من الزمن؛

3 بأن يجتنب إدخال الأنظمة المتنقلة بكثافة عالية من المحطات المتنقلة أو الأنظمة المتنقلة التقليدية، في النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz بسبب التداخلات غير المقبولة التي قد تسببها هذه الأنظمة للخدمات SRS وSOS وEESS كما يؤكد ذلك الملحق 1؛

4 بأن تدخل الأنظمة المتنقلة الجديدة على نحو لا يسبب فيه وضعها على الأمد الطويل سويات تداخل تراكمي أعلى من القيم المشار إليها في الفقرتين 1 و2 أعلاه؛

5 بأن يفضل اختيار الخصائص التقنية والتشغيلية التالية لإدخال أنظمة متنقلة جديدة: كثافات طيفية منخفضة للقدرة وكثافات منخفضة للمطاريف على الصعيد العالمي وإرسالات متقطعة (انظر الملحق 2)؛

6 بأن تستعمل خصائص تقنية وتشغيلية مماثلة للخصائص الواردة في الملحق 3 للاسترشاد بها عند دراسة الأنظمة المتنقلة الجديدة بكثافة ضعيفة من المحطات المتنقلة التي يمكن تشغيلها في النطاق 2025-2110 MHz؛

7 بأن تستعمل خصائص تقنية وتشغيلية مماثلة للخصائص الواردة في الملحق 4 للاسترشاد بها عند دراسة الأنظمة الجديدة المتنقلة بكثافة ضعيفة من المحطات المتنقلة التي يمكن تشغيلها في النطاق 2200-2290 MHz.

الملحق 1

دراسة ملاءمة خدمتي الأبحاث الفضائية/العمليات الفضائية والأنظمة المتنقلة البرية بكثافة عالية من المحطات المتنقلة

1 مقدمة

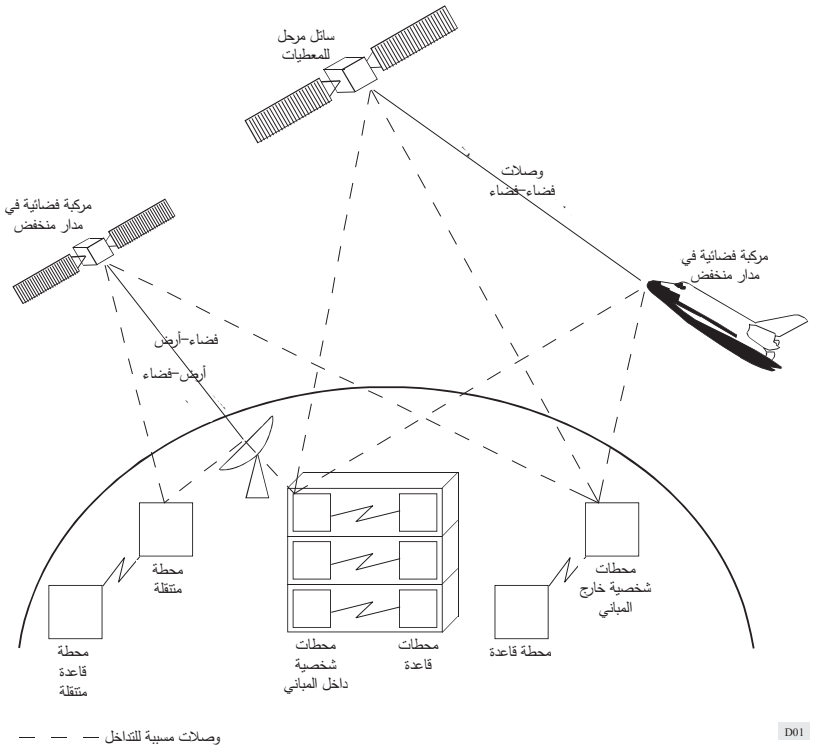
لا يمكن التقاسم بين الأنظمة المتنقلة البرية بكثافة عالية من المحطات المتنقلة والأنظمة المتنقلة البرية التقليدية من جهة، وبين الخدمات الفضائية من جهة أخرى. ومعظم المعلومات الواردة هنا مستمدة من المساهمات التي قدمت خلال المؤتمر وأدت إلى هذه النتيجة ووفرت هذه الدراسة. والنظام المتنقل المعني في هذه الدراسة هو نظام الاتصالات المتنقل البري العمومي المستقبلي (FPLMTS). كما أن النموذج المستعمل قابل للتطبيق على الأنظمة المتنقلة من النمط التقليدي.

وتَستخدم النطاقين MHz 2110-2025 وMHz 2290-2200 استخداماً كثيفاً في العالم أجمع خدمات العمليات الفضائية واستكشاف الأرض الساتلية والأبحاث الفضائية وذلك بفضل عقد كثير من اتفاقات المساعدات الدولية المتبادلة بين الوكالات الفضائية. وبسبب المسافات الشاسعة الواقعة بين المرسلات والمستقبلات، تكون سويات الإشارات المستقبلة عن طريق المستقبلات ضعيفة جداً. وتكون بالتالي هذه الخدمات حساسة جداً للتداخلات لذلك فهي تتطلب سويات الحماية المرتفعة التي تحددها لوائح الراديو والتوصيات الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية.

يبين الشكل 1 الوصلات المختلفة المعتبرة وتشكيلات التداخل التي نتجم عنها. ولم تؤخذ في الاعتبار سوى الخدمات الصوتية بالنسبة إلى المحطات الشخصية والمتنقلة. ولم تعدّ بعد دراسات بصدد التداخلات الأخرى التي تسببها المحطات القاعدة.

الشكل 1

تشكيلات التداخل بين المحطات FPLMTS والخدمات الفضائية



ويواجه المسؤولون عن إدارة الترددات مصاعب جمة حالياً في تلبية الطلبات الجديدة على تخصيصات الخدمات الفضائية التي لها توزيعات بالفعل، تلبية تتيح الحد من حدوث التداخلات إلى أقصى درجة على التخصيصات القائمة، وبالتالي يغدو توفير التقاسم داخل الخدمة الواحدة مع مستعملين جدد أمراً تزداد صعوبته.

وفي حالة الخدمات المتنقلة تصبح مخططات إشعاع الهوائيات شاملة الاتجاهات تقريباً ويصبح لعشرات الملايين من المستقبلات المتنقلة سوية تداخل تراكمي عالية جداً. وباعتبار أن المحطات FPLMTS "متنقلة" تحديداً فإن التنسيق غير ممكن بالطبع. ويمكن البرهان على أن التقاسم مع هذه الأنظمة المتنقلة غير قابل للتحقيق عملياً في كل تشكيلة معتبرة.

2 الجوانب المتعلقة بلوائح الراديو وشغل النطاق

تم توزيع النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz على أساس أولي مشترك على الخدمات SRS وSOS وEESS وكذلك على الخدمة المتنقلة في جميع أقاليم الاتحاد الدولي للاتصالات.

سويات التداخل القصوى المقبولة بالنسبة إلى كل من المحطات محددة في الجدول 8 ب الوارد في التذييل 7 للوائح الراديو وفي التوصيتين ITU-R SA.363 وITU-R SA.609. وتستند مخططات إشعاع الهوائيات في المحطات الأرضية على مخططات الإشعاع المحددة في الملحق III بالتذييل 8 للوائح الراديو، وتطابق زوايا الارتفاع الدنيا لهوائيات المحطات الأرضية الرقمين 15.21 و14.21 من لوائح الراديو. وسويات التداخل لمستقبلات المركبات الفضائية محددة في التوصيتين ITU-R SA.609 وITU-R SA.363.

ويضم النطاق 2025-2110 MHz حالياً أكثر من 300 تخصيص، والنطاق 2200-2290 MHz أكثر من 350 تخصيصاً. وفيما يتعلق بالوصلات فضاء–فضاء، هنالك ستة توزيعات بالنسبة إلى نظام ترحيل المعطيات وعدد من التوزيعات الجديدة الجارية حالياً وفق البرنامج الدولي للمحطات الفضائية وكذلك وفق البرامج الأوروبية واليابانية للسواتل مرحّلة المعطيات.

من الواضح أن الخدمات الفضائية تستخدم النطاقات المعنية كثيراً وأن عدداً كبيراً من السواتل والمحطات الأرضية سيتأثر من تشغيل الخدمات المتنقلة البرية في نطاقات الترددات هذه.

3 الفرضيات المتعلقة بأنظمة الخدمات المتنقلة البرية (FPLMTS)

هنالك عدد كبير من الخدمات المعدة لأنظمة الاتصالات المتنقلة المستقبلية. وإحدى هذه الخدمات المزمع تشغيلها في النطاقات المجاورة للنطاق 2 GHz هي نظام الاتصالات المتنقل البري العمومي المستقبلي (FPLMTS). ويبلغ عرض النطاق المعين لهذه الخدمات 230 MHz.

وبما أن نظام الاتصالات FPLMTS لا يزال في طور التخطيط، فإن الأرقام المتعلقة بمعدلات المشتركين وكثافة الحركة وسويات القدرة، ما تزال ذات صفة أولية. ولقد أعدت لجنة الدراسات 8 للاتصالات الراديوية فرضيات مفصلة نسبياً بخصوص سويات القدرة وعرض النطاق المطلوبة وكثافة الحركة وغيرها. وهنالك في الجدول 1 ملخص للفرضيات المعدة لهذه الأنظمة.

الجدول 1

ملخص للفرضيات المعدة للأنظمة

	محطة متنقلة خارج المباني	محطة شخصية خارج المباني	محطة شخصية داخل المباني
ارتفاع هوائي المحطة القاعدة (m)	50	10 >	3 >
كثافة الحركة في المدن (E/km^2)	500 (0,25)	1 500 (1,2)	20 000 (1,2)
مساحة الخلية (km^2)	0,94	0,016	0,0006
عرض النطاق المزدوج في كل قناة (kHz)	25	50	50
الحركة في الخلية الواحدة (E)	470	24	12
عدد القنوات في الخلية الواحدة	493	34	23
عرض نطاق الخدمات الصوتية (MHz)	111	27	24
مدى قدرة المحطة (W)	5-1	0,05-0,02	0,01-0,003
معدل تشفير الإشارات الصوتية (kbit/s)	8	(16)	(16)
نسبة قيمة الذروة/متوسط قيمة الحركة	(3)	3	(3)
كثافة حركة الذروة للمحطة الواحدة (E)	0,1 (0,04)	0,04 (0,1)	0,2 (0,1)
معدل المشتركين (التغلغل) (%)	50 (10)	80 (20)	(20)

لوحظ في بعض الحالات أن الفرضيات الموضوعة للنظام FPLMTS بخصوص تقييم متوسط التداخل كثيرة التفاؤل وخاصة فيما يتعلق بكثافة الحركة ومعدل المشتركين، وهما المعلمتان اللتان استبدلتا بالقيم الموجودة بين قوسين. وبالنسبة إلى معطيات النظام FPLMTS الأولية، قد تكون قيم زيادة التداخل أعلى. وفي غياب المعطيات، استعيض عنها بالقيم المشار إليها بين قوسين للحسابات.

ولم تؤخذ في الاعتبار إلا الخدمات الصوتية ولكن ينبغي توقع الحصول على قيم قريبة جداً بالنسبة إلى الخدمات غير الصوتية.

ولقد أعدت فرضيات كثافة الحركة في الدراسات استناداً إلى الأرقام المتيسرة لأوروبا. ويقارب عدد سكان بلدان السوق المشتركة حالياً 323 مليون نسمة لمساحة تعادل 2,3 مليون km^2. وهذا يمثل متوسط كثافة قدره 140 نسمة/km^2 وهو العدد الذي استندت إليه حسابات التداخلات المسببة للمحطات الأرضية.

ويمكن الحصول بطريقة مماثلة على الفرضيات المتعلقة بكثافة الحركة بالنسبة إلى سيناريو التداخل المطبق على مستقبلات المركبات الفضائية. و"ترى" المركبة الفضائية المستقرة بالنسبة إلى الأرض منطقة مشابهة للمنطقة المبينة في الشكل 3 والتي سيبلغ عدد سكانها حوالي 4 مليارات نسمة في عام 2000. ويبلغ أدنى ارتفاع لمدار مركبة فضائية 250 km. ويظهر الشكل 4 المناطق "المرئية" عن مركبتين فضائيتين تدوران على ارتفاعين مداريين قدرهما 250 km و750 km على التوالي. وتبلغ مساحة استقبال التداخلات من مدار واقع على ارتفاع 250 km القيمة 9,6 مليون km^2. ويقدر عدد السكان القاطنين في هذه المنطقة بأكثر من 600 مليون نسمة. ويظهر الشكل 5 مناطق استقبال التداخلات في حالة مدارات زاوية ميلها ضعيفة (29° تقريباً)، كما في المناطق التي تستخدم عادة المكوك الفضائي.

ولقد تمت مراعاة التوهين البيئي الناجم عن مرور مسيرات الإرسال عبر النوافذ والجدران والسقوف والمباني والأشجار بالنسبة إلى جميع الخدمات FPLMTS. واعتمدت قيم توهين نمطية قدرها 6,6 dB بالنسبة إلى النوافذ و27 dB بالنسبة إلى الجدران والسقوف باعتبار أن معظم المحطات الشخصية داخل المباني، وليس جميعها، تخضع لتوهين إشارتها. وتبقى نسبة ضئيلة بينها تبث عبر النوافذ المفتوحة على الشرفات الصغيرة أو الممتدة أو في أمكنة أخرى في الهواء الطلق. وافترض في هذه الدراسة أن 5% من

المحطات لا تتعرض لأي توهين تقريباً ناتج من إشارتها، وأن 25% منها يتعرض للتوهين عن طريق الزجاج واعتبر التداخل المعزوّ إلى 70% من المحطات المتبقية مهملاً. وأخذ بالحسبان بالتالي توهين متوسط قدره 10 dB بالنسبة إلى المحطات الشخصية داخل المباني. ولا تخضع الإشارات التي ترسلها المحطات الشخصية خارج المباني والمحطات المتنقلة لتوهين إلا إذا مرت بين المباني أو الأشجار وذلك أمر كثير الحدوث في حالة زوايا الارتفاع الصغيرة ولكنه أقل حدوثاً في حالة الزوايا الأكبر. ونظراً إلى أن التداخل ينجم أساساً عن محطات واقعة قرب نقطة مسقط السائل، الأمر الذي يفترض حصول زوايا ارتفاع كبيرة، فإن من المتوقع ألا يتجاوز التوهين الوسطي 3 dB.

ولم تجر هنا دراسة التداخلات التي تسببها المحطات القاعدة نظراً لنقص المعلومات التقنية الضرورية. ولكن من الطبيعي توقع قيم مشابهة أيضاً.

4 معايير حماية الخدمات الفضائية

1.4 معايير حماية المحطات الأرضية

تتوقف سويات التداخل القصوى في مستقبلات المحطات الأرضية على الخدمة المشغلة وتأتي مطابقة لقيم الجدول 8 ب الوارد في التذييل 7 للوائح الراديو والتوصية ITU-R SA.363. وفيما يلي القيم وزوايا الارتفاع الدنيا المقابلة لها Θ_r:

1. العمليات الفضائية: $\Theta_r = 3°$، –184,0 dB(W/kHz)
2. الأبحاث الفضائية: $\Theta_r = 5°$، –216,0 dB(W/Hz)

وفيما يخص الدعم النمطي لمهمات الخدمتين SOS وSRS تستخدم هوائيات قطرها يتراوح بين 5,5 و15 m بشكل عام بالنسبة إلى مدارات ارتفاعاتها أصغر أو تساوي أو أكبر من ارتفاع المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض. ويبين الشكل 2 خصائص كسب هوائي المحطات المعنية. وتستند مخططات الإشعاع إلى القيم الواردة في الملحق III بالتذييل 8 للوائح الراديو.

2.4 معايير حماية مستقبلات المركبات الفضائية

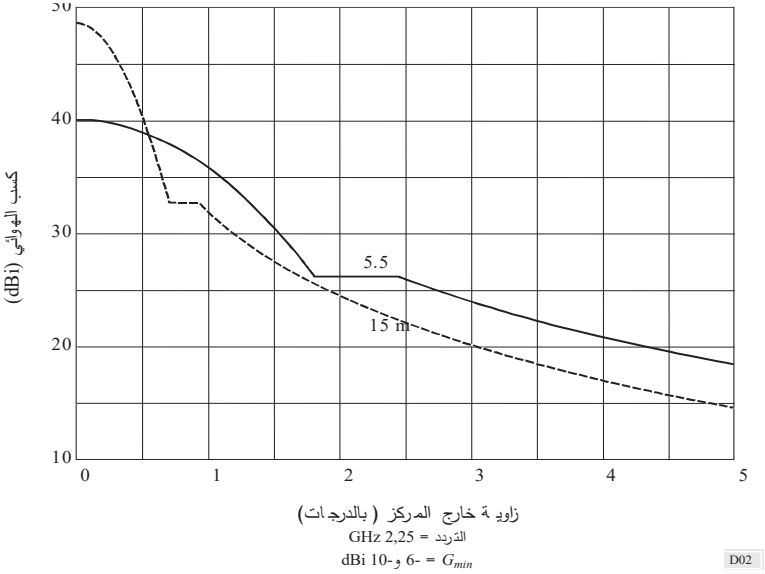
تقدر درجات حرارة الضوضاء النمطية في مستقبلات المركبات الفضائية بحوالي 800 K، تظهر على شكل كثافة طيفية للضوضاء من رتبة –200 dB (W/Hz). وتحتاج بعض مهمات الأبحاث الفضائية الحساسة إلى درجات حرارة ضوضاء أقل من 600 K.

وتحدد التوصية ITU-R SA.609 أن التداخل ينبغي ألا يتعدى القيمة –177 dB (W/kHz) عند حدود مدخل المستقبل خلال أكثر من 0,1% من الزمن. ويفترض أن تساهم كل من الخدمات الثابتة والمتنقلة والفضائية التي تستخدم هذا النطاق بثلث التداخل الإجمالي أي بقيمة –182 dB (W/kHz) وتعادل –212 dB (W/Hz) بالنسبة إلى جزء التداخل المسموح به والذي تساهم به الخدمات المتنقلة. وتقابل هذه القيم تماماً معايير الحماية الواردة في الفقرات 1.1 و2.1 و2.2 من *توصي*".

ويبلغ متوسط قيمة كسب الهوائي شبه شامل الاتجاهات حوالي 0 dBi مع قيم دنيا تصل أحياناً إلى أقل من –6 dBi. ومثل هذا الهوائي ضروري لإقامة وصلة مع المركبة الفضائية في حالات الطوارئ أو عندما يتعذر استخدام هوائيات أخرى لأسباب تقنية أو تشغيلية، مثلاً خلال طور الإطلاق والمراحل الأولى من الوضع في المدار. وذلك صحيح أيضاً بالنسبة إلى سوائل الاتصالات. فإن قيمة كسب هوائي قدرها 0 dBi تقابل إذاً قيمة قدرها –212 dB (W/Hz) بالنسبة إلى التداخل المسموح به الذي تسببه المحطات المتنقلة عند مدخل الهوائي.

الشكل 2

خصائص الهوائي النموذجي للمحطات الأرضية الساتلية



وتغدو الحالة أكثر حرجاً عندما تكون الوصلة فضاء – فضاء التي تستخدم على سبيل المثال، ساتلاً لترحيل المعطيات بكسب مرتفع، موجهة باتجاه ساتل في مدار منخفض. ومع نفس الفرضيات المعروفة سابقاً ولكن مع كسب هوائي نمطي قدره 35 dBi، يمكن الحصول على سوية تداخل مسموح بها قدرها –247 dB(W/Hz) عند مدخل الهوائي.

وتحدد التوصية ITU-R SA.363 نسبة الحماية: الموجة الحاملة/التداخل مساوية 20 dB بالنسبة إلى العمليات الفضائية. وفي السنوات الأخيرة، أدخلت وكالات فضائية عديدة تقنيات تشفير قنوات تهدف إلى إنقاص قدرة المرسلات وبالتالي إلى إنقاص التداخلات المسببة للأنظمة الأخرى أيضاً. وهنالك حالتان هما الإرسالات غير المشفرة والإرسالات المشفرة:

– تتطلب الإرسالات غير المشفرة نسبة Es/N_0 قدرها 9,6 dB من أجل معدل خطأ في البتات قدره 1×10^{-5}. وتتيح إضافة هامش نمطي قدره 3 dB الحصول على القيمة المطلوبة البالغة 12,6 dB من أجل نسبة الموجة الحاملة/الضوضاء (C/N). ونسبة التداخل إلى الضوضاء (I/N) الإجمالية هي إذاً –7,4 dB. ويعطي إسناد ثلث التداخل الإجمالي إلى الخدمات المتنقلة نسبة I_m/N قدرها –12,4 dB. وبالنسبة إلى كثافة قدرة الضوضاء النمطية البالغة –200 dB(W/Hz)، يكون التداخل المسموح به –212,4 dB(W/Hz).

– وتتطلب الإرسالات المشفرة نسبة Es/N_0 قدرها 1,5 dB من أجل معدل خطأ في البتات قدره 1×10^{-5} بالتشفير التلافيفي التقليدي للقنوات. وتتيح إضافة هامش نمطي قدره 3 dB الحصول على القيمة المطلوبة للنسبة C/N وهي 4,5 dB. وتكون النسبة I/N إذاً –15,5 dB. ويعطي إسناد ثلث التداخل الإجمالي إلى الخدمات المتنقلة نسبة I_m/N قدرها 20,5 dB. وفيما يتعلق بكثافة قدرة ضوضاء قدرها –200 dB(W/Hz)، يكون التداخل المسموح به –217,5 dB(W/Hz) أي أقل بـ 5 dB من قيمة الحماية المطلوبة في التوصية ITU-R SA.609.

وعلى الرغم من أن الإرسالات المشفرة تتطلب سويات حماية أعلى اعتمد، لاحتياجات هذه الدراسة، معيار حماية قدره –212 dB(W/Hz)، مطابق للقيم المحددة في التوصيتين ITU-R SA.609 و ITU-R SA.363.

5 دراسة التداخلات

1.5 الوصلة أرض–فضاء (2025-2110 MHz)

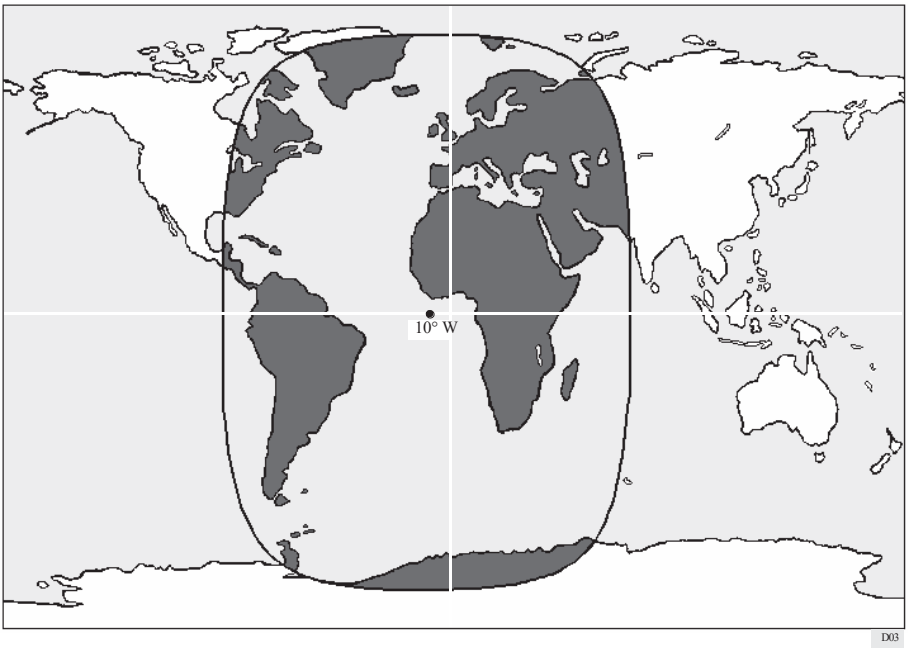
1.1.5 التداخلات التي تعانيها المركبة الفضائية

تخص الوصلات أرض–فضاء المعنية في هذه الدراسة بشكل خاص ارتفاعات مدارية تقع بين 250 و000 36 km، باعتبار أن أكثر من 90% من المركبات الفضائية الموجودة في الخدمة تدور على ارتفاع المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض أو على ارتفاعات أقل.

ويبين الشكل 3 المنطقة التي تصدر عنها إشارات تستقبلها المركبة الفضائية المستقرة بالنسبة إلى الأرض عن طريق هوائي شبه شامل الاتجاهات. وموقع المركبة الفضائية المختار اعتباطاً هو 10° غرباً. ويقدر أن المركبة الفضائية "ترى" في أسوأ الحالات منطقة تحوي أكثر من 70% من المطاريف المتنقلة على سطح الأرض.

الشكل 3

منطقة استقبال التداخلات بالنسبة إلى السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض

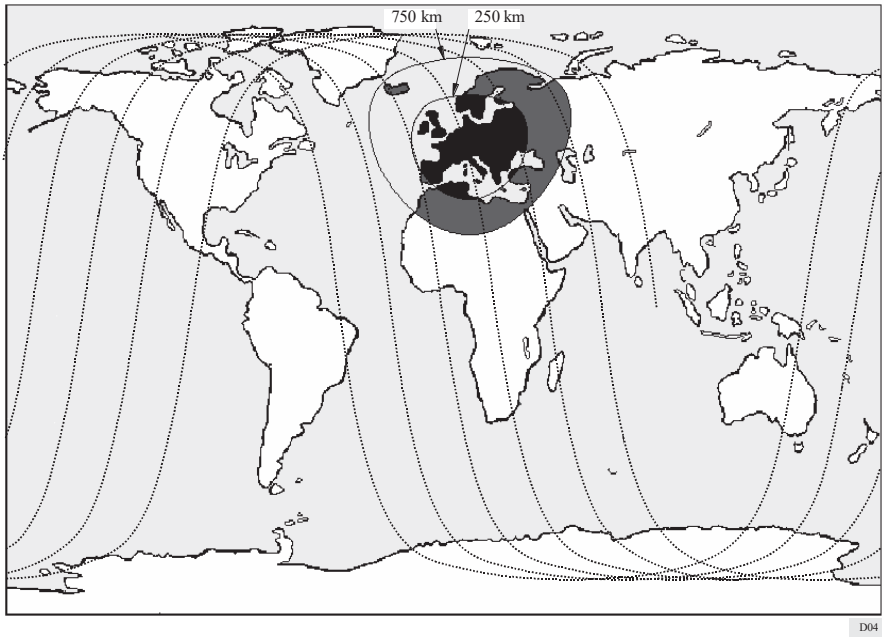


ويبين الشكل 4 المنطقة التي صدر عنها إشارات يستقبلها ساتل في مدار منخفض على ارتفاع يتراوح بين 250 و750 km. ولقد سمح في هذه الحالة بأن توضع المركبة الفضائية فوق مركز أوروبا. وستتحرك "النافذة" الناتجة عن ذلك على سطح الأرض وفقاً للخطوط المنقطة. ويلاحظ أن المركبة الفضائية "ترى" منطقة ممتدة جداً تقدم إمكانية عدة ملايين من محطات الإرسال المتنقلة.

ويبين الشكل 5 منطقة استقبال التداخلات في المركبة الفضائية من النمط المكوكي بزاوية ميل نمطية قدرها 29°.

الشكل 4

منطقة استقبال التداخلات بالنسبة إلى المركبات الفضائية الموجودة في مدار منخفض (*i* = 98°)



تتحدد منطقة التداخل A_i عن طريق العلاقة التالية:

$$A_i = \frac{2\pi R^2 h}{R + h}$$

حيث:

R: نصف قطر الأرض (6 378 km)

h: ارتفاع المدار (من 250 إلى 36 000 km).

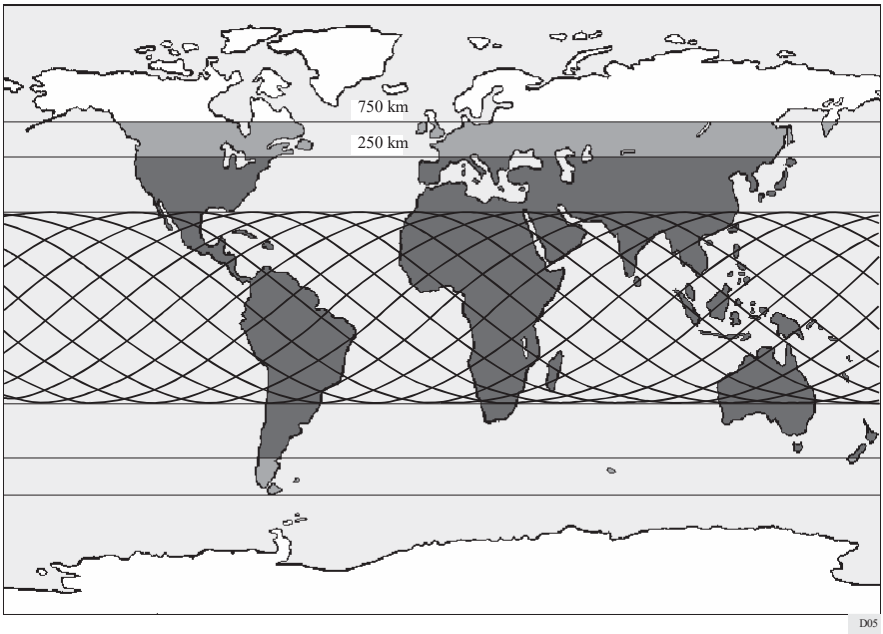
وتستقبل المركبة الفضائية على ارتفاع 250 km تداخلات صادرة عن منطقة مساحتها 9,6 مليون km^2. ويصبح هذا الرقم 27 مليون km^2 بالنسبة إلى ارتفاع مداري قدره 750 km. وأقصى مساحة "مرئية" عن طريق سائل مستقر بالنسبة إلى الأرض هي 217 مليون km^2.

وتحسب سوية الكثافة الطيفية للتداخل P_i التي يستقبلها هوائي المركبة الفضائية والصادرة عن مرسل واحد متنقل كالتالي:

$$P_i = \frac{4\pi (B_i f)^2}{c^2 E_i}$$

الشكل 5

منطقة استقبال التداخلات بالنسبة إلى المركبات الفضائية الموجودة في مدار منخفض (i = 29°)



يمكن الحصول على التداخل التراكمي $P_{\Sigma i}$ الصادر عن جميع المحطات المتنقلة في منطقة التداخل عن طريق العلاقة التالية:

$$\int_{h=x}^{d_m} \frac{G_a(\theta)\, P_i\, E_i\, c^2}{4\pi f^2 B_m A_i} \mathrm{d}x = \int_{h=x}^{d_m} \frac{G_a(\theta)\, P_i\, B_i\, h^2\, \mathrm{d}A}{B_m A_i\, x^2} \mathrm{d}x = P_{\Sigma i}$$

$$\theta^2 = A(\theta) = \frac{\pi R^2 - (h + R)^2}{h + R}$$

$$\frac{\mathrm{d}A(\theta)}{\mathrm{d}x} = \frac{2\pi R}{h + R}$$

$$d_m = \sqrt{(h + R)^2 - R^2}$$

$$P_{\Sigma i} = \frac{E_i\, P_i\, c^2}{4\pi f^2 B_m R\, h} [\ln(d_m) - \ln(h)]$$

حيث:

P_i: كثافة قدرة العنصر المسبب للتداخل

E_i: القدرة e.i.r.p. للعنصر المسبب للتداخل

x: المسافة نسبة إلى العنصر المسبب للتداخل

f: تردد الإرسال

n_a: عدد المحطات المتنقلة النشيطة

c: سرعة الضوء

B_i: عرض نطاق المحطة المتنقلة

B_m: عرض نطاق الخدمة المتنقلة

d_m: أقصى مسافة بالنسبة إلى العنصر المسبب للتداخل.

وبهدف التسهيل، افترض التوزيع المتساوي للمطاريف النشيطة على عرض النطاق المتيسر وفي منطقة التداخل. ويعرض الجدول 2 قائمة مفصلة بالفرضيات الموضوعة وبسويات التداخل الناتجة عنها. وينبغي الاستنتاج باستحالة استعمال هذه الوصلات بالتقاسم نظراً لسويات تداخلها المرتفعة أكثر بكثير من السويات المسموح بها.

2.1.5 التداخلات التي تعانيها المحطات المتنقلة

تتعرض المحطات المتنقلة التي تدور في محيط معين من محطة إرسال أرضية إلى تداخل ضار تسببه هذه المحطة. وتتراوح السويات القصوى للقدرة e.i.r.p. بالنسبة إلى الوصلات مع السواتل القريبة من الأرض عموماً بين 66 و78 dBW.

ومع مراعاة قيم كسب الهوائي في الاتجاه الأفقي (انظر الشكل 2) ونظراً إلى أن الهوائي يبث مبدئياً في جميع الاتجاهات، وأن قيمة الكسب الدنيا المحددة للجزء الخلفي من الهوائي تبلغ –10 dBi (–6 dBi لهوائي قطره 5,5 m) فإنه ينبغي توقع سويات القدرة e.i.r.p. الواردة أدناه حول الهوائي في الاتجاه الأفقي. وتعتمد سويات كثافة القدرة e.i.r.p. كثيراً على معدل المعطيات عند الإرسال. وفي خدمة العمليات الفضائية لا يتعدى معدل المعطيات الأقصى عادة بضع وحدات kbit/s بينما تتراوح القيمة المقابلة بالنسبة لخدمة الأبحاث الفضائية على الأقل بين 1 و100 kbit/s.

قطر الهوائي (m)	مدى سويات القدرة e.i.r.p. (dBW)	مدى سويات كثافة القدرة e.i.r.p. (dB(W/4 kHz))
5,5 (°3)	50-20	47-14
15 (°3)	50-19	47-13

وبما أن سويات الحماية لمحطات النظام FPLMTS غير معروفة، يجب أن يزوّد النظام بمحدد للتداخل الذاتي ولكن دون محدد للضوضاء. وفي الفرضية المزدوجة لسوية التداخل المقبولة البالغة حوالي –150 dB (W/4 kHz) والتوهين الإضافي الناجم عن انعراج الإشارات، يلزم توفير منطقة حماية طولها 100 km كحد أقصى لضمان الأداء المرضي للمحطات المتنقلة.

2.5 الوصلة فضاء–أرض (200 2 290-2 MHz)

ينبغي التمييز بين مختلف الخدمات الفضائية لأغراض هذه الوصلات. وأصعب خدمة بينها هي خدمة الأبحاث الفضائية وتبقى النتائج التي حصل عليها بشأن العمليات الفضائية واستكشاف الأرض متقاربة جداً.

ومن الصعب وضع فرضيات بشأن توزيع المرسلات المتنقلة حول المحطة الأرضية لأن توزيع هذه المرسلات يتوقف بشكل أساسي على موقع المحطة. ولقد سمح بمتوسط توزيع محسوب استناداً إلى عدد السكان في بلدان السوق الأوروبية المشتركة. ويبلغ متوسط الكثافة السكانية المحسوبة بالنسبة إلى 323 مليون نسمة على مساحة قدرها 2,3 مليون km^2 القيمة 140 نسمة/km^2. ويبلغ متوسط كثافة الحركة المقابل 2,8 E/km^2 بالنسبة إلى المحطات الشخصية و0,56 E/km^2 بالنسبة إلى المحطات المتنقلة.

الجدول 2

الوصلات أرض–فضاء (MHz 2110-2025)

	محطة شخصية داخل المباني		محطة شخصية خارج المباني		محطة متنقلة	
ارتفاع مدار المركبة الفضائية (km)	250	36 000	250	36 000	250	36 000
القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS (W)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,00	1,00
عرض نطاق قناة الاتصالات الصوتية (kHz)	50,0	50,0	50,0	50,0	25,0	25,0
كثافة القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS ((dB(W/Hz))	–72,2	–72,2	–64,0	–64,0	–44,0	–44,0
الخسارة (التشتت) في الفضاء (dB)	146,7	189,8	146,7	189,8	146,7	189,8
التداخل في محطة ((dB(W/Hz)	–218,9	–262,1	–210,7	–253.8	–190,7	–233,8
كثافة التداخل المقبول ((dB(W/Hz)	–212,0	–212,0	–212,0	–212,0	–212,0	–212,0
زيادة التداخل في المحطة (dB)	–6,9	–50,1	1,3	–41,8	21,3	–21,8
منطقة التداخل "مرئية" من المركبة الفضائية (مليون/km^2)	9,64	217,13	9,64	217,13	9,64	217,13
مجموع عدد السكان في المنطقة (مليون)	600	4 000	600	4 000	600	4 000
النسبة المئوية للمشتركين في المحطة (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0
متوسط عدد المحطات في كل km^2	12,4	3,7	12,4	3,7	6,2	1,8
النسبة المئوية للمحطات النشيطة في المنطقة (%)	10,0	10,0	10,0	10,0	4,0	4,0
عدد المحطات النشيطة في نفس الوقت في المنطقة (مليون)	12,0	80,0	12,0	80,0	2,4	16,0
متوسط عدد المحطات النشيطة في كل km^2 (E/km^2)	1,24	0,37	1,24	0,37	0,25	0,07
عرض نطاق الخدمة المتوقع (قنوات صوتية) (MHz)	24	24	27	27	111	111
عدد المحطات النشيطة في القناة الواحدة	25 000	166 667	22 222	148 148	541	3 604
توهين البيئة (المباني، الأشجار) (dB)	10,0	10,0	3,0	3,0	3,0	3,0
التداخل التراكمي الذي تسببه جميع المحطات النشيطة ((dB(W/Hz)	–196	–221	–181	–206	–177	–202
متوسط قيمة زيادة التداخل (dB)	16,0	–8,5	30,7	6,2	34,6	10,1
قيمة زيادة التداخل خلال فترات النشاط الأقصى (dB)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
قيمة زيادة التداخل بالنسبة إلى سويات قدرة أعلى (dB)	5,2	5,2	4,0	4,0	7,0	7,0
قيمة زيادة التداخل فوق مناطق الكثافة السكانية العالية (dB)	5,3	0,0	5,3	0,0	5,3	0,0
قيمة الزيادة عن التداخل المقبول في أسوأ حالة (dB)	31,5	1,7	45,0	15,2	51,8	22,1

ويجري تكامل التداخل في منطقة يتراوح نصف قطرها بين 1 و10 km حول المحطة، يمكن فيها قبول توصيل على خط البصر. وفيما يخص معظم المواقع التي تنشأ عليها المحطات، لا يمكن استبعاد مرور المحطات المتنقلة في منطقة نصف قطرها 1 km على الأقل من هذه المحطات. وتسبب المطاريف المتنقلة الأكثر بعداً بالطبع تداخلات جديدة لم يحسب حسابها هنا للتبسيط. ولقد أجري تكامل قيمة كسب الهوائي التي تتغير تبعاً لزاوية السمت، على 360° بغية الحصول على متوسط القيمة.

ويتحدد التداخل التراكمي باستخدام العلاقة التالية:

$$\int_{d=x_1}^{d_2} \frac{A(\mathrm{d}x)}{2x} \mathrm{d}x = \int_{d=x_1}^{d_2} \frac{A(\mathrm{d}x)}{B_m} \mathrm{d}x = \Sigma P_i$$

$$A(x) = 2x\pi$$

$$\frac{A(\mathrm{d}x)}{\mathrm{d}x} = 2\pi x$$

$$\Sigma P_i = \frac{8\pi f^2 B_m^2 E_i c_i md_a}{2} \ln([d_2(\mathrm{nl}) - d_1(\mathrm{nl})])$$

حيث:

md_a: متوسط كثافة المحطات المتنقلة

d_1: أصغر نصف قطر حول المحطة

d_2: أكبر نصف قطر حول المحطة

ويقدم الجدولان 3أ و3ب تفصيلاً للنتائج بالنسبة إلى الخدمات الفضائية المعنية. وتنتج الحالة الأكثر سوءاً عن محطة متنقلة ترسل في اتجاه الحزمة الرئيسية. ويقبل فرضاً أن محطة واحدة مرسلة على مسافة 10 km هي نموذجية، على الرغم من إمكانية وجود مسافة أصغر بكثير. والاستنتاج الرئيسي الذي يخلص إليه هو أنه حتى بالنسبة إلى قيمة متوسطة لكسب هوائي تبلغ عدة وحدات dBi حول الهوائي وإلى الطريقة المبسطة (أسوأ حالة في حالة الخدمات الفضائية) لحساب التداخل، فإن سويات التداخل الناتجة تتجاوز السويات المقبولة بعدة درجات؛ ولذلك يستحيل التقاسم.

3.5 الوصلة فضاء–فضاء (2025-2110 MHz)

إن الحالة الأكثر حرجاً في هذه الفئة هي الوصلة بين السائل المستقر بالنسبة إلى الأرض – كسائل مرحل للمعطيات مثلاً – وسائل في مدار منخفض يدور عادة على ارتفاع يتراوح بين 250 و000 1 km.

وهذه هي الوصلة النمطية لمكوك فضائي مأهول مثلاً يدور في مدار على ارتفاع يقارب 400 km. ويتحتم تزويد هذه المركبة الفضائية بهوائي شامل الاتجاهات يتيح تأمين تنفيذ أوامر التحكم بأمان تام وإقامة الاتصالات خلال كل طور من أطوار الطيران وخاصة في حالات الطوارئ.

ونظراً إلى تحديد كثافة تدفق القدرة على الأرض، يفرض أيضاً حد معين بالنسبة إلى القدرة e.i.r.p. التي يمكن للسائل المرحل للمعطيات بثها في اتجاه الأرض أي في اتجاه السائل الذي يدور في مدار منخفض، الأمر الذي يؤدي إلى هوامش ضيقة للغاية في الوصلات. وتكون التداخلات، حتى بالنسبة إلى سويات ضعيفة الشدة، حرجة جداً.

وسويات التداخل المحسوبة هي مرتفعة إلى درجة تحجب فيها وصلات المعطيات أو الاتصالات القاصدة إلى مركبة فضائية في مدار منخفض. وتمنع التقييدات الموضوعة بخصوص كثافة تدفق القدرة أيَّ زيادة في القدرة e.i.r.p. لسائل الإرسال المستقر بالنسبة إلى الأرض. وبالتالي يستحيل التقاسم مع محطات متنقلة برية.

ويقدم الجدول 4 تفاصيل النتائج.

الجدول 3

الوصلات فضاء–أرض (MHz 2290-2200)

الجدول 3أ :خدمة العمليات الفضائية	محطة شخصية داخل المباني		محطة شخصية خارج المباني		محطة متنقلة	
متوسط قيمة الكسب الأفقي للمحطة الأرضية (dBi) (m 5,5)	7,5		7,5		7,5	
قيمة الكسب الأقصى الأفقي للمحطة الأرضية (°3) (dBi)	24,0		24,0			24,0
عدد المحطات النشيطة في كل km^2 (E/km^2)	2,800		2,800		0,560	
كثافة المحطات النشيطة في القناة الواحدة في كل km^2	0,0058		0,0052		0,0001	
القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS (W)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,000	1,000
كثافة القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS (dB(W/Hz))	72,2–	72,2–	64,0–	64,0–	44,0–	44,0–
كثافة التداخل المقبول عند مدخل المستقبل (dB(W/kHz))	184,0–	184,0–	184,0–	184,0–	184,0–	184,0–
كثافة التداخل المقبول عند مدخل الهوائي (dB(W/kHz))	208,0–	191,5–	208,0–	191,5–	208,0–	191,5–
قيمة التداخل في المحطات الواقعة على مسافة تتراوح بين 1 و10 km (dB(W/kHz))		152,4–		144,7–		140,9–
قيمة التداخل في محطة تبعد 10 km (سائل في مدار منخفض) (dB(W/kHz))	161,5–		153,3–		133,3–	
القيمة الزائدة عن التداخل المقبول (dB)	46,5	39,1	54,7	46,8	74,7	50,6

الجدول 3ب :الأبحاث الفضائية	محطة شخصية داخل المباني		محطة شخصية خارج المباني		محطة متنقلة	
متوسط قيمة الكسب الأفقي في المحطة الأرضية (dBi) (m 15)	2,4		2,4		2,4	
قيمة الكسب الأقصى الأفقي للمحطة الأرضية (°5) (dBi)	14,5		14,5			14,5
عدد المحطات النشيطة في كل km^2 (E/km^2)	2,800		2,800		0,560	
كثافة المحطات النشيطة في القناة الواحدة في كل km^2	0,0058		0,0052		0,0001	
القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS (W)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,000	1,000
كثافة القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS (dB(W/Hz))	72,2–	72,2–	64,0–	64,0–	44,0–	44,0–
كثافة التداخل المقبول عند مدخل المستقبل (dB(W/Hz))	220,0–	220,0–	220,0–	220,0–	220,0–	220,0–
كثافة التداخل المقبول عند مدخل الهوائي (dB(W/Hz))	234,5–	222,4–	234,5–	222,4–	234,5–	222,4–
قيمة التداخل للمحطات الواقعة على مسافة تتراوح بين 1 و10 km (dB(W/Hz))		182,4–		174,7–		170,9–
القيمة القصوى للتداخل في محطة تبعد 10 km (dB(W/Hz))	191,5–		183,3–		163,3–	
القيمة الزائدة عن التداخل المقبول (dB)	43,0	40,0	51,2	47,7	71,2	51,5

الجدول 4

الوصلات فضاء – فضاء (MHz 2110-2025)

	محطة شخصية داخل المباني		محطة شخصية خارج المباني		محطة متنقلة	
ارتفاع مدار المركبة الفضائية (km)	250	750	250	750	250	750
القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS (W)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,00	1,00
عرض نطاق قناة الاتصالات الصوتية (kHz)	50,0	50,0	50,0	50,0	25,0	25,0
كثافة القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS ((dB(W/Hz))	–72,2	–72,2	–64,0	–64,0	–44,0	–44,0
الخسارة (التشتت) في الفضاء (dB)	146,7	156,2	146,7	156,2	146,7	156,2
التداخل في محطة ((dB(W/Hz)	–218,9	–228,4	–210,7	–220,2	–190,7	–200,2
كثافة التداخل المقبول ((dB(W/Hz)	–212,0	–212,0	–212,0	–212,0	–212,0	–212,0
الزيادة عن التداخل المقبول في المحطة (dB)	–6,9	–16,4	1,3	–8,2	21,3	11,8
منطقة تداخل "مرئية" من المركبة الفضائية (مليون/km^2)	9,64	26,89	9,64	26,89	9,64	26,89
مجموع عدد السكان في المنطقة (مليون)	600	800	600	800	600	800
النسبة المئوية للمشتركين في الخدمة (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0
متوسط عدد المحطات الإجمالي في كل km^2	12,4	5,9	12,4	5,9	6,2	3,0
النسبة المئوية للمحطات النشيطة في المنطقة (%)	10,0	10,0	10,0	10,0	4,0	4,0
عدد المحطات النشيطة في نفس الوقت في المنطقة (مليون)	12,0	16,0	12,0	16,0	2,4	3,2
متوسط عدد المحطات النشيطة في كل km^2 (E/km^2)	1,24	0,59	1,24	0,59	0,25	0,12
عرض نطاق الخدمة المتوقع (قنوات صوتية) (MHz)	24	24	27	27	111	111
عدد المحطات النشيطة في القناة الواحدة	25 000	33 333	22 222	29 630	541	721
توهين البيئة (المباني، الأشجار) (dB)	10,0	10,0	3,0	3,0	3,0	3,0
تداخل تراكمي تسببه جميع المحطات النشيطة ((dB(W/Hz)	–196,0	–200,9	–181,3	–186,2	–177,4	–182,3
متوسط قيمة زيادة التداخل (dB)	16,0	11,1	30,7	25,8	34,6	29,7
قيمة زيادة التداخل خلال فترات النشاط الأقصى (dB)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
قيمة زيادة التداخل بالنسبة إلى سويات قدرة أعلى (dB)	5,2	5,2	4,0	4,0	7,0	7,0
قيمة زيادة التداخل فوق مناطق الكثافة السكانية العالية (dB)	5,3	3,0	5,3	3,0	5,3	3,0
قيمة الزيادة عن التداخل المقبول في أسوأ حالة (dB)	31,5	24,3	45,0	37,8	51,8	44,6

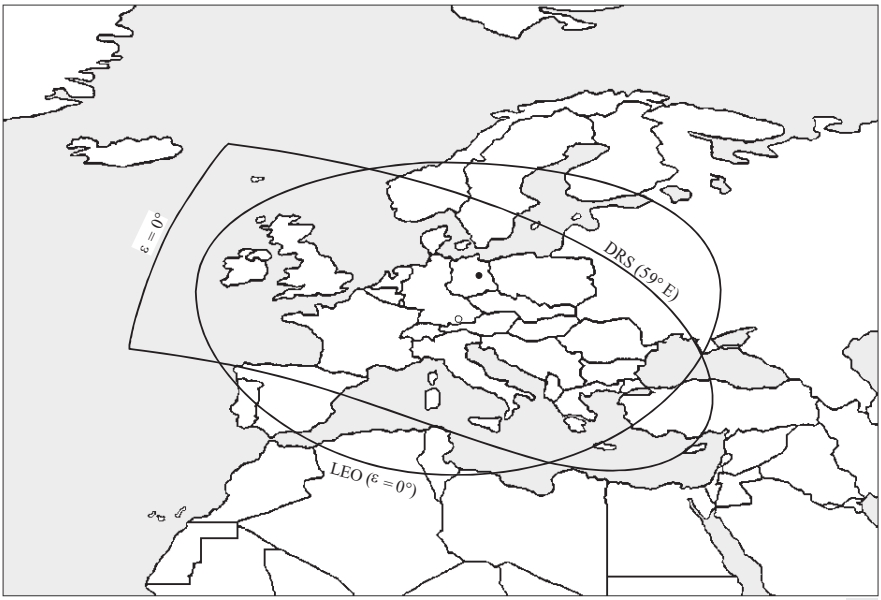
4.5 الوصلة فضاء–فضاء (2290-2200 MHz)

يستخدم نطاق الترددات هذا لوصلات المعطيات الواردة من سواتل المدارات المنخفضة والقاصدة إلى سواتل ترحيل معطيات مستقرة بالنسبة إلى الأرض وللاتصالات قصيرة المدى بين سواتل المدارات المنخفضة وربما كذلك بين روّاد الفضاء. وعليه فالارتفاعات المدارية التي ينبغي أخذها بالاعتبار تتراوح بين 250 و000 36 km.

والفرضيات المنطبقة هنا هي مبدئياً نفس الفرضيات السابقة باستثناء أن الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض يستخدم هوائيات كسبها مرتفع بالنسبة إلى الوصلات الذاهبة إلى المركبات الفضائية في المدارات المنخفضة. وينجم عن ذلك سويات منخفضة جداً من التداخل المقبول عند مدخل الهوائي. وبما أن فتحة حزمة هذا الهوائي تبلغ عادة بضع درجات، يمكن إذاً استقبال التداخلات الواردة من منطقة أصغر بقليل من منطقة المدار الواقع على ارتفاع 250 km. ويقدم الشكل 6 مثالاً واضحاً عن المنطقة التي تصدر عنها التداخلات التي يستقبلها الساتل المرحل للمعطيات التابع لمركبة فضائية تدور في مدار منخفض.

الشكل 6

تغطية هوائي الساتل المرحل للمعطيات (DRS) والمركبة الفضائية الدائرة في مدار منخفض (LEO) على ارتفاع 250 km



ويقدم الجدول 5 تفاصيل النتائج. وفي هذه الحالة أيضاً يكون التقاسم مع الأسف غير ممكن.

5.5 سيناريوهات أسوأ حالة بالنسبة إلى جميع الوصلات

الفرضيات الموضوعة بشأن دراسات التداخل الواردة أعلاه هي التالية: متوسط توزيع المحطات المتنقلة في منطقة التداخل، ومتوسط النشاط وسويات القدرة الدنيا للمحطات FPLMTS وشغل جميع القنوات المتوفرة بصورة متساوية. وبذلك تقع قيم زيادة التداخل الناتجة وسطياً في الجزء السفلي من المدى.

الجدول 5

الوصلات فضاء – فضاء (MHz 2290-2200)

	محطة شخصية داخل المباني		محطة شخصية خارج المباني		محطة متنقلة	
ارتفاع مدار المركبة الفضائية (km)	250	36 000	250	36 000	250	36 000
القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS (W)	0,003	0,003	0,020	0,020	1,000	1,000
عرض نطاق قناة الاتصالات الصوتية (kHz)	50,0	50,0	50,0	50,0	25,0	25,0
كثافة القدرة e.i.r.p. لمحطة FPLMTS ((dB(W/Hz))	72,2–	72,2–	64,0–	64,0–	44,0–	44,0–
الخسارة (التشتت) في الفضاء (dB)	146,7	189,8	146,7	189,8	146,7	189,8
التداخل في المحطة ((dB(W/Hz))	218,9–	262,1–	210,7–	253,8–	190,7–	233,8–
كثافة التداخل المقبول ((dB(W/Hz))	212,0–	247,0–	212,0–	247,0–	212,0–	247,0–
الزيادة عن التداخل المقبول في المحطة (dB)	6,9–	15,1–	1,3	6,8–	21,3	13,2
منطقة تداخل "مرئية" عن طريق المركبة الفضائية (مليون/km^2)	9,64	8,00	9,64	8,00	9,64	8,00
مجموع عدد السكان في المنطقة (مليون)	600	500	600	500	600	500
النسبة المئوية للمشتركين في الخدمة (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0
متوسط عدد المحطات الإجمالي في كل km^2	62,2	26,5	62,2	62,5	6,2	62,5
النسبة المئوية للمحطات النشيطة في المنطقة (%)	10,0	10,0	10,0	10,0	4,0	4,0
عدد المحطات النشيطة في نفس الوقت في المنطقة (مليون)	12,0	10,0	12,0	10,0	2,4	2,0
متوسط عدد المحطات النشيطة في كل km^2 (E/km^2)	1,24	1,25	1,24	1,25	0,25	0,25
عرض نطاق الخدمة المتوقع (قنوات صوتية) (MHz)	24	24	27	27	111	111
عدد المحطات النشيطة في القناة الواحدة	25 000	20 833	22 222	18 519	541	450
توهين البيئة (المباني، الأشجار) (dB)	10,0	10,0	3,0	3,0	3,0	3,0
التداخل التراكمي الذي تسببه جميع المحطات النشيطة ((dB(W/Hz))	196,0–	218,9–	181,3–	211,1–	177,4–	207,3–
متوسط قيمة زيادة التداخل (dB)	16,0	27,2	30,7	34,9	34,6	38,8
قيمة زيادة التداخل خلال فترات النشاط الأقصى (dB)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
قيمة زيادة التداخل بالنسبة إلى سويات قدرة أعلى (dB)	5,2	5,2	4,0	4,0	7,0	7,0
قيمة زيادة التداخل فوق مناطق الكثافة السكانية العالية (dB)	5,3	0,0	5,3	0,0	5,3	0,0
قيمة الزيادة عن التداخل المقبول في أسوأ حالة (dB)	31,5	37,4	45,0	34,9	51,8	50,8

عند مرور المركبة الفضائية فوق المدن الكبيرة أو فوق مناطق أوروبا المزدحمة بالسكان، تلاحظ زيادة ملموسة في التداخل التراكمي بسبب المسافة القصيرة الموجودة بين عدد كبير من المحطات المتنقلة بالنسبة إلى المركبة الفضائية. ومن أجل معرفة المناطق الواسعة الحضرية وشبه الحضرية يقبل فرضاً بأن نسبة 20% من جميع المحطات المتنقلة "المرئية" من المركبة الفضائية تقع قرب مسقط السائل على سطح الأرض. ويمكن بلوغ مثل هذه النسبة المئوية بسهولة فوق المدن الكبيرة كباريس ولندن حيث يمكن أن تبلغ كثافة الحركة 20 000 E/km^2 عند مستوى المباني. ويؤدي ذلك إلى زيادة في التداخل قدرها 3 dB لمدار ارتفاعه 750 km وقدرها 5 dB لمدار ارتفاعه 250 km. وفيما يتعلق بالسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، افترضت الزيادة معدومة، نظراً لضعف احتمال حدوث تركيز كبير جداً للمحطات المتنقلة قرب خط الاستواء.

كما تلاحظ أيضاً زيادة التداخل في فترات النشاط الأقصى. وفيما يتعلق بكثافة الحركة يمكن افتراض حدوث زيادة قصوى تصل إلى 3 أمثال. وينتج عن ذلك احتمال زيادة التداخل بقدر 4 إلى 7 dB. كما يمكن أن يحدث تداخل أعلى بسبب شغل القنوات غير المتساوي؛ ونظراً لصعوبة تقدير هذا العامل، لم يؤخذ بعين الاعتبار في هذه الدراسة.

وفيما يتعلق بالوصلات أرض–فضاء وبنمطي الوصلات فضاء–فضاء، يمكن الاستنتاج بأن تداخل أسوأ حالة يمكن أن يزيد بقدر يتراوح بين 9 dB و16 dB عن قيمة التداخل المتوسطة.

وفيما يتعلق بالوصلات فضاء–أرض، تختلف الحالة قليلاً. فالحالة الأكثر سوءاً تقابل محطة إرسال متنقلة ترسل بجوار محطة قريبة من اتجاه الحزمة الرئيسية. وعندما يفترض أن المسافة بين المحطة المتنقلة والمحطة الأرضية تبلغ 10 km، تتجاوز سوية التداخل المقابل سويات الحماية المقررة بمقدار يتراوح بين 43 و75 dB.

6 الاستنتاجات

يتضمن الجدول 6 ملخصاً موجزاً لقيم زيادة التداخل بالنسبة لجميع الوصلات المدروسة. وتحسب القيمة الأكثر انخفاضاً استناداً إلى متوسط قيم زيادة التداخل، وتراعي القيمة الأكثر ارتفاعاً الحالات الأكثر سوءاً: كازدياد كثافات المحطات المتنقلة في المناطق المزدحمة بالسكان والحدود العليا لقدرة الأداء المعينة وفترات النشاط الكثيف في الاتصالات. ولم يؤخذ بعين الاعتبار عامل عدم المساواة في شغل القنوات الذي يكون مع ذلك مصدراً آخر لزيادة التداخلات.

الجدول 6

ملخص التداخلات بالنسبة إلى جميع الوصلات وجميع المحطات المتنقلة المعنية

زيادة التداخل (dB)	محطة شخصية داخل المباني	محطة شخصية خارج المباني	محطة متنقلة
وصلة أرض–فضاء (025 2-110 2 MHz)	32-16	45-31	52-35
وصلة فضاء–أرض (200 2-290 2 MHz)	47-39	55-47	75-51
وصلة فضاء–فضاء (025 2-110 2 MHz)	32-16	45-31	52-35
وصلة فضاء–فضاء (200 2-290 2 MHz)	37-27	45-35	52-39

لقد قدمنا دراسة للتداخلات بين الأنظمة المتنقلة البرية من النمط FPLMTS وخدمات العمليات الفضائية والأبحاث الفضائية واستكشاف الأرض. وفيما يخص جميع أنماط الوصلات المدروسة في هذه التوصية تبين أن التقاسم مع هذه الأنماط أو الأنماط المماثلة من الأنظمة المتنقلة ذات الكثافة العالية بالمحطات المتنقلة غير ممكن، نظراً لأن سويات التداخل الناجمة أعلى بكثير من السويات المقبولة المحددة في لوائح الراديو وفي توصيات القطاع ITU-R.

الملحق 2

ملخص لدراسات خصائص الأنظمة المتنقلة التي تيسر تلاؤمها الراديوي مع الخدمات العلمية الفضائية

1 مقدمة

يلخص هذا الملحق نتائج الدراسات المتعلقة بالخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة المتنقلة التي تسهل ملاءمتها مع الأنظمة SRS وSOS وEESS العاملة في النطاقين 2025-2110 و2200-2290 MHz.

وخصائص الأنظمة المتنقلة التي تسهل التقاسم هي التالية:

- الإرسال بكثافة طيفية ضعيفة للقدرة،
- الإرسال ذو الطابع المتقطع،
- استخدام هوائيات إرسال اتجاهية،
- الحد الأوتوماتي من عدد المحطات المتنقلة بطبيعة التطبيق ذاتها.

وتعرض الفقرات التالية الدراسات الخاصة بمختلف سلاسل الفرضيات ومديات القيم بالنسبة إلى هذه الخصائص العامة. ولا بد من دراسات جديدة تتعلق بالملاءمة بين الأنظمة المتنقلة والأنظمة العلمية الفضائية في النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz حتى يتحدد الوسط المحيط المعرض للتداخل تحديداً أفضل.

2 ملخص الدراسات الخاصة بالقدرة e.i.r.p. وكسب الهوائي

أدى إدخال مواصفات تقنية تخص الخدمة المتنقلة في النطاقين 2025-2110 MHz و2200-2290 MHz، من أجل تسهيل التقاسم مع الخدمات العلمية الفضائية، إلى اقتراح حدٍ للقدرة e.i.r.p. قدره 28 dBW وكسب أدنى للهوائي قدره 24 dBi. ولقد شرع بدراسات تتعلق بتأثير التداخل الذي تسببه هذه الأنظمة على خدمة الأبحاث الفضائية.

ويستند النموذج المستخدم في هذه الدراسة إلى الفرضية القائمة على توزيع شامل ومنتظم للمحطات المتنقلة ذات الهوائيات الاتجاهية مع قيم كسب تقع بين 22 و26,5 dBi وقيم للقدرة e.i.r.p. تتراوح بين 28 و37 dBW. وتتراوح الارتفاعات التي أخذت بالاعتبار بالنسبة إلى مدار المركبات الفضائية بين 250 و36 000 km.

وتبين نتائج هذه الدراسة أن عمليات الخدمات العلمية الفضائية في النطاق 2200-2290 MHz حساسة للتداخل أكثر منها في النطاق 2025-2110 MHz. ولقد أجريت دراسة لحساسية كسب الهوائي. وفي حالة السويات الثابتة للقدرة e.i.r.p.، ينقص احتمال التداخل كلما ازداد كسب الهوائي كما هو مبين في الشكل 7، حيث يظهر أيضاً أن احتمال التداخل يزداد بشكل لا خطي في حالة الازدياد الخطي للقدرة e.i.r.p.

وفي النهاية خلصت الدراسة إلى أن حدّ القدرة e.i.r.p. المقترح والبالغ 28 dBW، وكذلك كسب الهوائي الأعلى من 24 dBi، يشكلان شروطاً ملائمة لإتاحة التقاسم مع حوالي 1 000 نظام متنقل من هذا النمط في العالم أجمع.

3 ملخص دراسة التداخلات التي تسببها بعض الأنظمة المتنقلة

لقد أجريت دراسة اقترح فيها أربعة سيناريوهات ممكنة في مجال التداخل الذي تعانيه أنظمة الخدمات العلمية الفضائية كما هو مبين في الجدول 7.

وتتضمن الفقرات التالية عرض خصائص الأنظمة المستخدمة في هذه الدراسة.

1.3 خصائص الأنظمة

1.1.3 خصائص الاستقبال

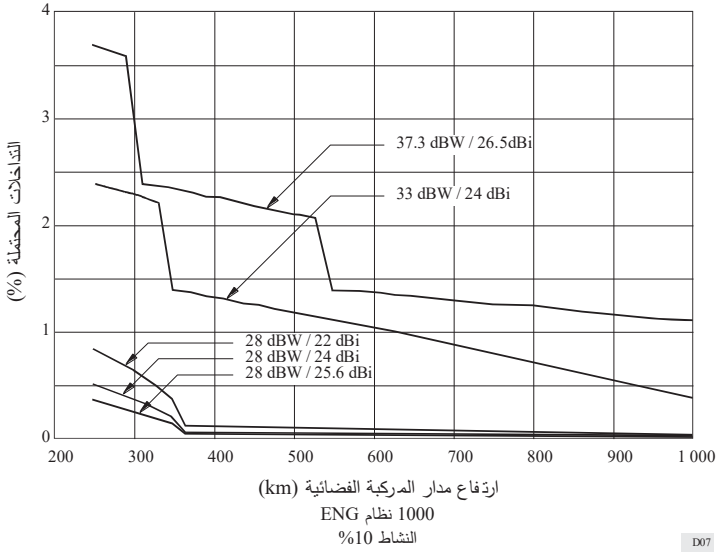
1.1.1.3 السواتل المرحلة للمعطيات

هوائي الاستقبال (يفترض فيه تتبع المركبة الفضائية في مدار منخفض عند رؤيتها):

- الكسب في محور التسديد = 34 dBi؛
- الخصائص خارج الحزمة مطابقة لمخطط الإشعاع المرجعي للحزم الدائرية وحيدة التغذية (سوية الفص الجانبي = –20 dB تقريباً) كما هي محددة في التوصية ITU-R S.672.

الشكل 7

احتمال التداخل بالنسبة إلى خصائص مختلف أنظمة جمع الأخبار إلكترونياً (ENG)



الجدول 7

	MHz 2 110-2 025	MHz 2 290-2 200
خدمات فضائية مرحلات معطيات	فضاء–فضاء (ذهاب) (1)	فضاء–فضاء (إياب) (3)
خدمات فضائية وصلة مباشرة مع الأرض	أرض–فضاء (2)	فضاء–أرض (4)
متنقل	اتجاهي (ENG)	شامل الاتجاهات

2.1.1.3 المركبة الفضائية في مدار منخفض (التسديد باتجاه ساتل ترحيل المعطيات)

هوائي الاستقبال (يفترض فيه تتبع الساتل المرحل المستقر بالنسبة إلى الأرض عند رؤيته):

- الكسب في محور التسديد = 25 dBi؛
- الخصائص خارج الحزمة مطابقة لمخطط الإرسال المرجعي المحدد بالنسبة إلى الحزم الدائرية وحيدة التغذية (سوية الفص الجانبي = –20 dB تقريباً) كما هي محددة في التوصية ITU-R S.672؛
- ارتفاع المدار = 300 km؛
- زاوية الميل = 29°.

3.1.1.3 المركبة الفضائية في المدار المنخفض (التسديد باتجاه الأرض)

هوائي استقبال شامل الاتجاهات (الكسب = 0 dBi):

- ارتفاع المدار = 300 km؛
- زاوية الميل = 29°

4.1.1.3 المحطة الأرضية

هوائي استقبال (يفترض فيه تتبع المركبة الفضائية في مدار منخفض عند رؤيتها):

- الكسب في محور التسديد = 45 dBi؛
- خصائص خارج الحزمة مطابقة لتلك المحددة في التذييلين 28 و29 من لوائح الراديو.

2.1.3 خصائص الإرسال

1.2.1.3 المحطة المتنقلة (الاتجاهية) – النظام ENG

- الكسب في محور التسديد = 25 dBi؛
- الكثافة الطيفية للقدرة داخل الهوائي = –38 dB (W/kHz)؛
- الخصائص خارج الحزمة مطابقة للخصائص المحددة في التذييلين 28 و29 من لوائح الراديو.

2.2.1.3 المحطة المتنقلة (شاملة الاتجاهات)

- كسب الهوائي = 0 dBi؛
- كثافة طيفية للقدرة داخل الهوائي = –42 (W/kHz) dB.

2.3 ملخص واستنتاجات

تم تقييم أربع تشكيلات هندسية (من A إلى D) للسيناريوهات المبينة في الجدول 7، استناداً إلى الخصائص التقنية المشار إليها أعلاه. وتلخص نتائج التحليل الاحتمالي في الجدول 8.

الجدول 8

المرجع	مصدر التداخل	أقصى سوية تداخل نسبة للمعيار (dB)	النسبة المئوية لاحتمال تجاوز المعيار (%)
1 A	النظام ENG باتجاه مدار منخفض (تسديد باتجاه الساتل المرحل للمعطيات)	+31,0	0,65
1 B		+7,5	0,20
1 C		+6,5	0,15
1 D		+6,5	0,15
2 A	النظام ENG باتجاه مدار منخفض (تسديد باتجاه الأرض)	+2,5	0,20
2 B		+2,5	0,04
2 C		+2,5	0,045
2 D		+2,5	0,035
3 A	محطة شاملة الاتجاهات باتجاه الساتل المرحل للمعطيات	–16,5	2,50 [1]
3 B		–16,5	1,50 [1]
3 C		–15,0	0,15 [1]
3 D		–15,0	0,50 [1]
4 A	محطة شاملة الاتجاهات باتجاه المحطة الأرضية	+48,5	1,00
4 B		+48,0	0,55

[1] احتمال أقصى سوية للتداخل.

1.2.3 التداخلات التي تسببها محطات متنقلة اتجاهية لمركبة فضائية في مدار منخفض (التسديد باتجاه الساتل المرحل للمعطيات) في النطاق 2110-2025 MHz

تشير القيم الواردة في الجدول 8 إلى أن المحطة ENG الوحيدة في عدة تشكيلات هندسية قد تتجاوز معايير الحماية المطبقة. إلا أنه بالنسبة إلى معظم التشكيلات يتيح تخفيض قدره 1 dB من قدرة إرسال المحطة ENG أن ينقص احتمال تجاوز معيار الحماية إلى 0,1%. وهذا ليس صحيحاً بالنسبة إلى التشكيلات الهندسية الأكثر صعوبة حيث هنالك ضرورة أحياناً لفرض بعض التقييدات فيما يتعلق باختيار مواقع المطاريف ENG الأرضية.

2.2.3 التداخلات التي تسببها محطات متنقلة اتجاهية لمركبة فضائية في مدار منخفض (التسديد باتجاه الأرض) في النطاق 2110-2025 MHz

تشير النتائج إلى أن محطتين أو ثلاث محطات منفصلة في الفضاء لنفس القناة قد تكون مقبولة، مما يسمح بقبول مجموعة من 100 و150 محطة ENG دون اعتبار هندسة الحالة الأكثر سوءاً.

3.2.3 التداخلات التي تسببها محطات متنقلة شاملة الاتجاهات لساتل ترحيل معطيات مستقر بالنسبة إلى الأرض (لتتبع مركبة فضائية في مدار منخفض) في النطاق 2200-2290 MHz

يستنتج من القيم المقدمة في الجدول 8 أن سويات قدرة التداخل لمحطة شاملة الاتجاهات هي في حدود المعايير المسموح بها. ولكن نظراً لأن احتمالات حدوث مثل هذه السويات مرتفعة جداً، يمكن لعدة محطات أن تسمح بسويات إجمالية من التداخل تستطيع، على الرغم من تجاوزها سويات القدرة المسموح بها فقط بقدر صغير، أن تمثل السويات المقبولة من حيث احتمال الانشغال بعدة أمثال.

4.2.3 التداخلات التي تسببها محطات متنقلة شاملة الاتجاهات لمحطة أرضية (تتتبع مركبة فضائية في مدار منخفض) في النطاق 2290-2200 MHz

وبافتراض غياب مسيرات خط البصر كأن تتبع خسارة الإرسال المرجعي قانون التكعيب العكسي، قد يعمل المطراف الشامل الاتجاهات ضمن نصف قطر قدره 0,5 km لمحطة أرضية (مع زاوية ارتفاع أكبر من 5°).

الملحق 3

وصف بعض أنظمة جمع الأخبار الإلكترونياً (ENG) العاملة في النطاق 2025-2110 MHz

1 المقدمة

يعالج هذا الملحق الخصائص التقنية والتشغيلية الخاصة بالأنظمة ENG المحددة المستخدمة في بعض الإدارات، وهذه الخصائص كفيلة بتسهيل التقاسم مع الخدمات SRS وSOS وEESS.

2 خصائص/وصف الأنظمة ENG

تضم الأنظمة ENG أنظمة "العين المتنقلة" وأنظمة ENG المحمولة لالتقاط الصور معاً في أماكن مختلفة ولنشاطات متفرقة. وتستخدم الأنظمة ENG لأغراض التقارير الإخبارية أو المقابلات الميدانية وللتسجيل والإرسال الفيديوي المباشر للقاءات الرياضية أو العروض المسلية. وبسبب أهمية الفيديو الميداني، تستخدم غالبية محطات التلفزيون المحلية في المناطق الحضرية في الولايات المتحدة الأمريكية الأنظمة ENG. وتركب عادة الأنظمة ENG المحمولة المستخدمة للتقارير الميدانية على متن شاحنات صغيرة، وتعمل بأسلوب ثابت وتبث إشارات فيديوية باتجاه موقع استقبال ثابت. وتقدم هذه الأنظمة إمكانية الحركة المنشودة لأغراض تقارير الأخبار في نقاط مختلفة من منطقة جغرافية ما.

3 الأنظمة ENG والبيئة

يصف هذا القسم أسلوبي تشغيل متداولين:

1.3 الأنظمة المحمولة

تستخدم الأنظمة المحمولة الموصوفة في الفقرة 2 في تسجيلات الفيديو المخصصة للإرسال المباشر أو المؤجل والمتعلقة بالتقارير الإخبارية وإذاعة اللقاءات الرياضية والعروض المسلية. وتستعمل الأنظمة ENG المحمولة المركبة عادة على متن شاحنات صغيرة، مرسلات تعمل بقدرة تبلغ 10,8 dBW تقريباً. كما تستعمل هذه الأنظمة هوائيات اتجاهية كسبها يتراوح بين 20 و22 dBi، مركبة في أعلى سارية متداخلة يصل ارتفاعها إلى 15 m. وقد تستخدم الأنظمة ENG الاستقطاب الخطي أو الدائري من أجل تأمين حماية أفضل من التداخلات التي يسببها بعضها لبعض. والأنظمة ENG التي ترسل مع توهين إرسال في الخط قد يبلغ 5 dB هي عديدة (من 30 إلى 50% منها على الأرجح).

2.3 أنظمة "العين المتنقلة"

وهي مرسلات صغيرة خفيفة الوزن تعمل بموجات صغرية وتستعمل في تسجيلات الفيديو المتنقل والمصوّر من قرب في أمكنة يرغب التصوير فيها مباشرة ولكن استعمال المسجلات الفيديوية فيها ليس سهلاً ولا عملياً، نظراً لحجمها ولصعوبة الظروف الميدانية. وتتميز هذه المرسلات عادة بقدرة عمل قصوى تبلغ 5 dBW. وهذه الأنظمة التي تستعمل أساساً هوائيات شاملة الاتجاهات بكسب يتراوح بين 0 و 3 dBi، تستخدم الاستقطاب الخطي أو الدائري.

ويستخدم نظام "العين المتنقلة" عادة بدلاً من نظام ENG محمول يعمل في نفس القناة وليس إضافة إليه. ومن غير الممكن عموماً تشغيل أنظمة "العين المتنقلة" والأنظمة المحمولة على التآون، لأن الأنظمة المحمولة تسبب تداخلات مفرطة لمستقبلات "العين المتنقلة".

ويعطي الجدول 9 خصائص الأنظمة ENG النمطية العاملة في النطاق 2025-2110 MHz.

الجدول 9

الأنظمة ENG النمطية العاملة بالتردد 2 GHz والمستعملة في الولايات المتحدة الأمريكية

نمط الاستعمال	موقع المرسل	قدرة الإرسال	كسب الهوائي (dBi)	موقع المستقبل
نظام ENG محمول (شاحنة صغيرة)	سارية الشاحنة	12 W	22	برج
وصلة ثابتة مؤقتة	سطح	12 W	25	سطح
مؤتمر	منصة قاعة المؤتمر	100 mW	0-5	مدرج
نظام "العين المتنقلة" (مثال، متزلج)	إنسان/خوذة	100 mW	0	على مرتفع أو على متن طائرة مروحية
لقاءات رياضية				
ملعب رياضي	في الملعب الرياضي	1 W	12	منصة الصحافة
ملعب غولف (نظام 1)	في ملعب الغولف	3 W	16	كرة
ملعب غولف (نظام 2)	في ملعب الغولف	12 W	12	رافعة (ذراع متداخلة)
حلبة سباق	في سيارة	3 W	7	طائرة مروحية
طائرة مروحية	مروحية ترحيل	12 W	7	نقطة استقبال على الأرض
سباق العدو الطويل				
دراجة نارية متتبعة	دراجة نارية	3 W	7	طائرة مروحية
عربة ترحيل	بيك أب (شاحنة)	12 W	12	طائرة مروحية
طائرة مروحية	مروحية ترحيل	12 W	7	سطح

4 الخصائص التشغيلية

لا تستطيع جميع الأنظمة ENG العمل في آن واحد. ونظراً إلى حساسيتها للتداخل فلا يسمح عادة إلا بإرسال واحد في نفس الوقت في كل قناة وكل موقع استقبال. وتمتلك غالبية الشبكات التلفزيونية التجارية في الولايات المتحدة عدداً كبيراً من مواقع الاستقبال تسمح بإرسالات متعددة في نفس الوقت على نفس القناة. إذ إن عدد الإرسالات المتآونة على القناة الأكثر انشغالاً محدد بستة إرسالات في معظم الشبكات التجارية وباثنين عموماً في الشبكات الأخرى. ومن النادر أن يحسب أكثر من إرسالين على نفس القناة في نفس الوقت. وفي الواقع فإن أكبر الشبكات التجارية التلفزيونية وحدها هي التي تمتلك عدداً كبيراً من مواقع الاستقبال ومن الأنظمة ENG مع العلم أن الإرسالات المتآونة في الأنظمة ENG على نفس القناة هي قليلة جداً أو غير موجودة في غالبية المناطق.

وعلى الرغم من استعمال الأنظمة ENG المحمولة لمدة 24 ساعة في اليوم إلا أنها تعمل أساساً لإذاعة معلومات محلية خلال أيام الأسبوع، وعموماً في الساعات 1200-1230 و1700-1900 و2300-2330 بالتوقيت المحلي. وتجدر الإشارة إلى وجود استعمال مهم للأنظمة ENG في معظم الشبكات التجارية قبل أخبار بعد الظهر في الفترة الواقعة بين الساعة 1500 والساعة 1700، كما أن البرامج المحلية الصباحية بين الساعتين 0600 و0900 التي تستعيد شعبيتها، تستخدم هي أيضاً الأنظمة ENG. وتستعمل المرسلات ENG المحمولة حوالي مرتين يومياً. ويقدر مهندسو الإذاعة مدة الإرسالات ENG وسطياً بحوالي 15 دقيقة تبلغ أقصرها 5 دقائق وتصل أطولها إلى 5 ساعات أحياناً.

5 استخدام الطيف وخصائصه

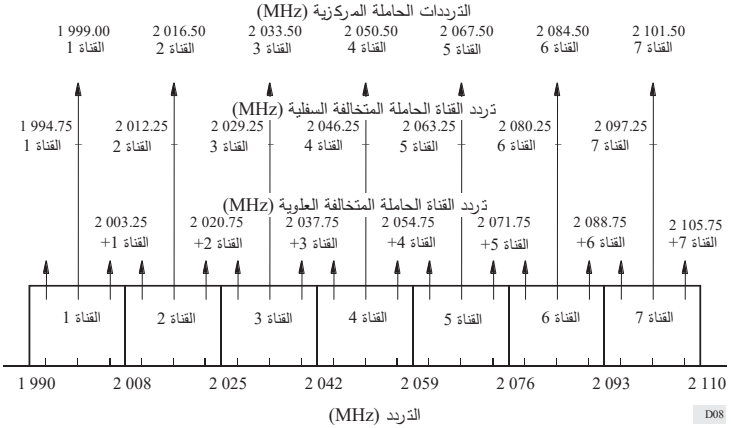
إن النطاق 1990-2110 MHz هو نطاق النظام ENG الأمثل نظراً إلى خصائص انتشاره الجيدة التي منها ضعف سويات التوهين الناجم عن الأوراق النباتية عند الترددات العالية، وقدرة الإشارة على "القفز فوق المباني" متيحة بذلك إقامة وصلة مؤقتة قاصدة إلى موقع استقبال ثابت رغم وجود عنصر حاجب لا يمكن تجنبه على المسير.

وفي الولايات المتحدة الأمريكية، يقسم نطاق الترددات ENG إلى 7 قنوات تردد كل منها 17 MHz، باستثناء أول قناة يكون ترددها 18 MHz (انظر الشكل 8). وتعمل الأنظمة ENG عادة في مركز كل قناة وإن كانت تستعمل أيضاً قسمي القناة المنزاحين السفلي والعلوي. مما يتيح الحصول على 21 تردداً حاملاً لا يمكن استعمالها جميعاً في نفس الوقت. وقد تعمل الأنظمة ENG في القناة المركزية أو في القناتين المنزاحتين السفلية أو العلوية أو في كليهما معاً حسب احتياجات واستعمالات القناة المجاورة. ولما كانت الأنظمة ENG حساسة للتداخلات، فهي لا تسمح عادة إلا بإرسال واحد في كل قناة وكل موقع استقبال.

وتستخدم الأنظمة ENG تشكيل التردد (FM) لإرسال إشارات الفيديو. ولا ترسل الموجة الحاملة عملياً مطلقاً عندما لا تكون مشكلة بإشارة الفيديو.

الشكل 8

مخطط قدوات الأنظمة ENG المستعملة في الولايات المتحدة الأمريكية



الملحق 4

وصف بعض أنظمة القياس من بعد المتنقلة للطيران العاملة داخل النطاق MHz 2290-2200

1 المقدمة

تتكون أنظمة القياس من بعد المتنقلة للطيران التابعة لإدارة ما من عدد صغير من المرسلات قصيرة المدة والمتحكم فيها من بعد والعاملة في بعض المناطق المحددة.

ومن النادر أن يعمل أكثر من 15 نظام إرسال في نفس الوقت في منطقة يبلغ نصف قطرها 000 1 km. ونادراً ما تتجاوز القدرة e.i.r.p. القصوى 10 W في اتجاه الساتل بالنسبة إلى عرض نطاق قدره 3 MHz في منطقة يبلغ نصف قطرها 000 1 km.

2 الخصائص التقنية لأنظمة القياس من بعد المتنقلة للطيران

يستخدم القياس من بعد للطيران النطاق MHz 2290-2200 لأغراض التجارب الصاروخية ومركبات الإطلاق الفضائية والطائرات والأنظمة الفرعية منذ أواخر الستينات. وإن كان معظم هذه التجارب يدوم أقل من 10 دقائق فإن بعضها يدوم عدة ساعات. ويمكن إجراء عمليات القياس من بعد في أي ساعة من ساعات النهار مع العلم أن أقصى فترة للاستخدام تقع خلال ساعات النهار. وفي الولايات المتحدة الأمريكية تجري معظم تجارب الطيران في ميدان واحد أو أكثر من ميادين الاختبار الفيدرالية.

ولقد استمثلت خصائص أنظمة الإرسال للقياس من بعد فيما يخص المركبة الخاضعة للتجارب. وتتباين بالتالي كثيراً من مركبة إلى أخرى. وليس هنالك نظام إرسال "نمطي". وتتراوح عموماً القدرة المشعة الفعالة لأنظمة القياس من بعد بين 1 و5 W. وتتوقف سوية القدرة الضرورية على كمية المعلومات الواجب إرسالها وعلى المدى الأقصى بين أنظمة الإرسال وأنظمة الاستقبال وعلى النوعية المطلوبة من أجل المعطيات وعلى حساسية نظام الاستقبال. وتصمم عادة هوائيات الإرسال للقياس من بعد ذات الاستقطاب الخطي عموماً، من أجل تأمين تغطية متناحية تقريباً نظراً لخطر التغيير السريع جداً لتوجه مركبة الاختبار بالنسبة إلى هوائي استقبال القياس عن بعد. وباعتبار أن هوائي الاستقبال يتتبع مركبة أثناء طيرانها، فإن الإشارات داخل المستقبل تخضع لتغييرات كبيرة في السوية. وينجم هذا "الخبو" عن أصفار مخطط إشعاع هوائي المركبة وعن الحالات الشاذة للانتشار كتعدد المسيرات والمجاري. وقد يبلغ انخفاض سوية الإشارة أثناء الخبو أكثر من 30 dB. ولذا تفرض الشروط المثلى للطيران إشارة مستقبلة من سوية أعلى بكثير من سوية العتبة لتفادي أي خسارة في المعطيات في حالات الخبو.

تتباين إذاً أنساق معطيات القياس عن بعد ومعدلاتها تبايناً كثيراً من مركبة إلى أخرى. وتستخدم غالبية أنظمة الإرسال للقياس عن بعد تشكيل التردد أو الطور. وقد تكون إشارات الدخل في المرسل تماثلية أو رقمية أو مختلطة. وفيما يخص أنظمة الإرسال للقياس من بعد فإن 99% من القدرة يتمركز في عرض نطاق يتراوح بين أقل من 1 MHz إلى أكثر من 10 MHz.

وتتراوح القيمة المطلوبة لنسبة الإشارة/الضوضاء قبل الكشف بين 9 و15 dB لكي تكون نوعية المعطيات مقبولة. وتتراوح عادة أقصى مسافة بين مركبة الاختبار ومحطة استقبال القياس عن بعد بين 20 و400 km (ويتجاوز أقصى مدى بالنسبة إلى بعض الاختبارات 3 000 km). ويتراوح عادة عرض نطاق المستقبلات بين 0,5 و10 MHz (وهذه القيم في ازدياد مستمر). وتتراوح درجة حرارة ضوضاء أنظمة الاستقبال بين 200 K و500 K. وتتراوح قيم الكسب في الفص الرئيسي لهوائيات الاستقبال بين 6 dBi بالنسبة إلى بعض الأنظمة المتنقلة قصيرة المدى و50 dBi بالنسبة إلى الهوائيات الكبيرة. وتتتبع أكبر هذه الهوائيات أوتوماتياً مركبة الاختبار بينما يسدد عادة أصغرها (ذات الكسب الأقل من 20 dBi) في اتجاه المرسل. وتعتمد الفصوص الجانبية لهوائي الاستقبال على حجمها ونمط الهوائي. وفي معظم الأحيان يتراوح قطر هوائيات الاستقبال للقياس عن بعد بين 2,44 متراً (8 أقدام) و10 أمتار (32,8 قدماً).

3 اعتبارات تتعلق بالطيف

قسَّم مصنعو أنظمة القياس من بعد المتنقلة للطيران في الولايات المتحدة الأمريكية هذا النطاق إلى 90 قناة عرض نطاق كل منها 1 MHz. وتخصص عدة قنوات معاً عند الحاجة إلى نطاق أعرض.

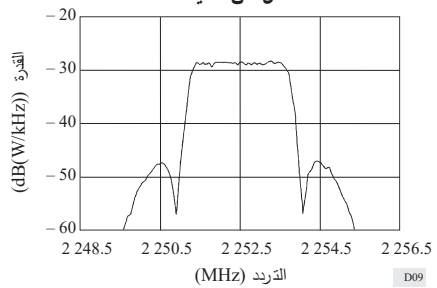
ويوفر التنسيق بين مختلف المستعملين حالياً الحماية لعمليات الطيران للقياس عن بعد. وتقسم أراضي الولايات المتحدة الأمريكية إلى مناطق تنسيق يعمل فيها منسقو الترددات على تخصيص هذه الترددات وبرمجة استخدامها.

وهنالك خطر تداخل كبير بين المحطات الأرضية المركبة في مواقع إرسال القياس من بعد للطيران في النطاق 2200-2290 MHz. ويمكن التخفيف من هذا الخطر عن طريق التحكم بموعد كل خدمة في هذا النطاق وترددها وموقع إرسالها. وتتيح مراكز إدارة الترددات المسببة للتداخل إجراء تغييرات في الوقت الفعلي وللإرسالات غير المسموح بها وتحديد مواقعها وتعرف هويتها.

ويقدم الشكل 9 مثالاً عن الكثافة الطيفية للقدرة المشعة. ويدل هذا الشكل على الكثافة الطيفية للقدرة الاسمية لنظام القياس عن بعد. والمعطيات المقدمة فيه ليست نموذجية ولا تمثل أفضل الحالات ولا أسوأها؛ بل تقدم فقط على سبيل المثال للخصائص الطيفية من نمط النظام الأكثر استعمالاً اليوم بين أنظمة القياس من بعد المتنقلة للطيران. وبسبب المكونات الطيفية المنفصلة التي تضمها بعض أنظمة القياس من بعد المتنقلة للطيران في بعض لحظات طيران اختباري، يمكن لقيم الكثافة الطيفية القصوى ((dB (W/kHz) أن تتجاوز بكثير القيم المشار إليها في الشكل 9.

الشكل 9

مثال عن الطيف



وتكون القدرة الإجمالية القصوى التي تشعها أنظمة القياس عن بعد المتنقلة للطيران في أي اتجاه في مساحة يبلغ نصف قطرها 1 000 km أقل من 100 W في النطاق 2200-2290 MHz. ونادراً ما تتجاوز القدرة الإجمالية القصوى المشعة في أي اتجاه في مساحة يبلغ نصف قطرها 1 000 km القيمة 10 W بالنسبة إلى عرض نطاق قدره 3 MHz.

التوصية ITU-R M.1171-1*

إجراءات المهاتفة الراديوية للنداءات الروتينية في الخدمة المتنقلة البحرية

(2023-1995)

مجال التطبيق

تصف هذه التوصية إجراءات المهاتفة الراديوية للنداءات الروتينية في الخدمة المتنقلة البحرية.

الكلمات الرئيسية

روتيني، مناداة، النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحر، المهاتفة الراديوية، الخدمة المتنقلة البحرية

المختصرات/مسرد المصطلحات

RR لوائح الراديو (*Radio Regulations*)

VHF الموجات المترية (*Very high frequency*)

توصيات الاتحاد ذات الصلة

ITU-R M.493 – *نظام النداء الانتقائي الرقمي (DSC) المستعمل في الخدمة المتنقلة البحرية*

ITU-R M.541 – *إجراءات التشغيل الخاصة باستعمال تجهيزات النداء الانتقائي الرقمي (DSC) في الخدمة المتنقلة البحرية*

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن هناك حاجة إلى وصف الإجراءات المعيارية لاتصالات المهاتفة الراديوية في الخدمة المتنقلة البحرية،

توصي

بأن تستعمل إجراءات المهاتفة الراديوية للنداءات الروتينية في الخدمة المتنقلة البحرية وفقاً للملحق.

* يجب أن ترفع هذه التوصية إلى علم المنظمة البحرية الدولية (IMO) وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T).

ملاحظة من الأمانة العامة: إن الإحالات في هذه التوصية إلى لوائح الراديو (RR) ترجع إلى لوائح الراديو التي راجعها المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 1995. وستدخل هذه الأحكام من لوائح الراديو حيز التنفيذ في 1 يونيو 1998. وعند الحاجة وضعت بين معقوفين الإحالات التي ترجع إلى أحكام لوائح الراديو السارية حالياً.

الملحق

القسم I النداءات بالمهاتفة الراديوية

1 إن أحكام هذا القسم المتعلقة بالفواصل الزمنية بين النداءات لا تنطبق على محطة تعمل في ظروف الاستغاثة أو الطوارئ أو السلامة.

2 (1) كقاعدة عامة، تعود إلى محطة السفينة مسؤولية إنشاء الاتصال مع المحطة الساحلية. ولهذا الغرض، لا يمكن لمحطة السفينة أن تنادي المحطة الساحلية إلا عندما تدخل منطقة خدمتها، أي المنطقة التي يمكن فيها للمحطة الساحلية أن تسمع محطة السفينة باستعمال تردد مناسب.

(2) غير أن محطة ساحلية لديها حركة لمحطة سفينة يمكنها أن تنادي محطة السفينة هذه إذا كانت لها أسباب تدعو إلى الاعتقاد بأنها داخل منطقة خدمتها وأنها تتسمع.

3 (1) إضافة إلى ذلك فإن ينبغي لكل محطة ساحلية أن تقوم، قدر الإمكان، بإرسال نداءاتها في شكل "قوائم نداءات حركة" مرتبة هجائياً تتكون من الرموز الدليلية للنداء أو وسائل أخرى لتعرف هوية محطات السفن التي بين يديها حركة من أجلها. وينبغي إجراء هذه النداءات في أوقات معينة تحدد في الجداول الزمنية لإرسال المحطات الساحلية المبينة في قائمة المحطات الساحلية ومحطات الخدمات الخاصة، وبفواصل زمنية لا تقل عن ساعتين ولا تزيد عن أربع ساعات خلال ساعات عمل المحطة الساحلية.

(2) ينبغي أن ترسل المحطات الساحلية قوائم نداءات حركتها على ترددات عملها العادية في النطاقات المناسبة. وينبغي أن يكون الإرسال مسبوقاً بنداء عام إلى جميع المحطات.

(3) يمكن أن يرسل النداء العام إلى جميع المحطات المعلن عن قوائم نداءات الحركة على ترددات النداء في الشكل التالي:

– ثلاث مرات على الأكثر "ALL STATIONS" (إلى جميع المحطات)؛

– الكلمتان "THIS IS" (هنا)؛

– ثلاث مرات على الأكثر "RADIO . . ." (راديو)؛

– "LISTEN TO MY TRAFFIC LIST ON . . . kHz"(استمع إلى قائمة نداءات حركتي على. . . kHz).

ولا يمكن تكرار هذا المستهل في أي حال من الأحوال.

(4) إلا أنه، في النطاقات المحصورة بين 156 MHz و174 MHz عندما تكون ظروف إنشاء الاتصال جيدة، يمكن الاستعاضة عن النداء الموصوف في الفقرة 3.(3) أعلاه بما يلي:

– مرة واحدة "ALL SHIPS" (إلى جميع السفن)؛

– الكلمة "THIS IS" (هنا)؛

– مرتان بالرمز الدليلي للنداء أو بالاسم الجغرافي للموقع كما يرد في قائمة المحطات الساحلية ومحطات الخدمات الخاصة، ويفضل أن تليه كلمة RADIO أو أي إشارة أخرى ملائمة (انظر الرقمين **73.19** و**74.19** من لوائح الراديو)؛

– "LISTEN TO MY TRAFFIC LIST ON . . . kHz" (استمع إلى قائمة نداءات حركتي على التردد . . . kHz).

ولا يمكن تكرار هذا المستهل في أي حال من الأحوال.

(5) إن أحكام الفقرة 3.(3) إلزامية عندما يستعمل التردد 2 182 kHz أو 156,8 MHz.

(6) إن الساعات التي ترسل فيها المحطات الساحلية قوائم نداءات حركتها وترددات وأصناف الخدمة التي تستعملها لهذا الغرض ينبغي أن تذكر في قائمة المحطات الساحلية ومحطات الخدمات الخاصة، طبقاً لتبليغ إلى الاتحاد من الإدارة التي لديها ولاية قضائية على المحطة الساحلية.

(7) يجب على محطات السفن أن تستمع قدر الإمكان إلى قوائم نداءات الحركة التي ترسلها المحطات الساحلية. وعند سماع رمزها الدليلي للنداء أو إشارة تعرف هويتها في أي من قوائم محطات السفن هذه، يجب أن تنشئ اتصالاً مع المحطات الساحلية المناسبة بمجرد أن تستطيع ذلك.

(8) عندما يتعذر إرسال الحركة فوراً، ينبغي للمحطة الساحلية أن تخبر كل محطة سفينة معنية بالوقت المحتمل الذي يمكن أن يبدأ فيه العمل، وكذلك، عند الحاجة، بالتردد وصنف الإرسال الذي سيستعمل.

4 عندما تستقبل محطة ساحلية نداءات من محطات سفن متعددة في نفس الوقت تقريباً، فإنها تقرر في أي ترتيب يمكن لهذه السفن أن ترسل حركتها. وينبغي أن يقوم قرارها على أولوية (انظر الرقم **1.53** من لوائح الراديو) الاتصالات التي توجد قيد الانتظار لدى محطات السفن وعلى الحاجة إلى السماح لكل محطة طالبة بتسيير أكبر عدد ممكن من الاتصالات.

5 (1) عندما لا تجيب محطة مطلوبة عن نداء أرسل ثلاث مرات بفاصل دقيقتين فإنه ينبغي للنداء أن يتوقف.

(2) غير أنه، إذا لم تجب محطة مطلوبة، يمكن للنداء أن يكرر بفواصل ثلاث دقائق.

(3) في المناطق التي يمكن فيها إنشاء اتصالات موثوقة بالموجات المترية (VHF) مع محطة ساحلية مطلوبة، يمكن لمحطة السفينة الطالبة أن تكرر النداء بمجرد التأكد من انتهاء الحركة عند المحطة الساحلية.

(4) في حالة اتصال بين محطة من الخدمة المتنقلة البحرية ومحطة طائرة، يمكن تجديد النداء بعد فاصل خمس دقائق.

(5) قبل تجديد النداء، ينبغي للمحطة الطالبة أن تتأكد من أن المحطة المطلوبة ليست على اتصال بمحطة أخرى.

(6) إذا لم يكن هناك ما يدعو إلى الاعتقاد بأن تداخلات ضارة ستسبب لاتصالات أخرى جارية فإن أحكام الفقرة 5.(4) أعلاه لا تنطبق. وفي هذه الحالات فإن النداء المرسل ثلاث مرات بفواصل دقيقتين يمكن أن يكرر بعد فاصل لا يقل عن ثلاث دقائق.

(7) لكن قبل تجديد النداء، ينبغي للمحطة الطالبة أن تتأكد من أنه من غير المرجح أن يتسبب تجديد النداء في تداخل ضار باتصالات أخرى جارية ومن أن المحطة المطلوبة ليست على اتصال مع محطة أخرى.

(8) ينبغي ألا تبث محطات السفن موجاتها الحاملة بين النداءات.

6 عندما لا يعطى اسم وكالة التشغيل التي تتبع لها محطة السفينة في قائمة تسميات محطات السفن وتخصيص هويات الخدمة المتنقلة البحرية أو عندما لا يبقى هذا الاسم مطابقاً لدلالات هذه القائمة، يكون من واجب محطة السفينة أن تقدم حكماً كل المعلومات الضرورية بهذا الشأن إلى المحطة الساحلية التي ترسل إليها الحركة.

7 (1) يمكن للمحطة الساحلية، أن تطلب من محطة السفينة أن تقدم لها المعلومات التالية:

أ) الموقع، وكلما أمكن ذلك، المسار والسرعة؛

ب) ميناء التوقف القادم.

(2) ينبغي أن تقدم محطات السفن المعلومات المشار إليها في الفقرة 7.(1) أعلاه، كلما بدا ذلك مناسباً، دون طلب مسبق من المحطة الساحلية. ولا تقدم هذه المعلومات إلا بترخيص من الربان أو الشخص المسؤول عن السفينة.

القسم II طريقة المناداة والإجابة عن النداءات والإشارات التحضيرية للحركة عند استعمال طرائق مناداة غير المناداة الرقمية الانتقائية

A. طريقة المناداة

8 (1) يتكون النداء من:

– الرمز الدليلي للنداء أو أي إشارة لتعرف هوية المحطة المطلوبة، ثلاث مرات على الأكثر؛

– الكلمتان "THIS IS"؛

– الرمز الدليلي للنداء أو أي إشارة لتعرف هوية المحطة الطالبة، ثلاث مرات على الأكثر (انظر الرقمين **73.19** و**74.19** من لوائح الراديو)؛

(2) إلا أنه، في النطاقات المحصورة بين 156 MHz و174 MHz عندما تكون ظروف إنشاء الاتصالات جيدة، يمكن الاستعاضة عن النداء الموصوف في الفقرة 8.(1) بما يلي:

– الرمز الدليلي لنداء المحطة المطلوبة، مرة واحدة؛

– الكلمتان "THIS IS"؛

– الرمز الدليلي للنداء أو أي إشارة لتعرف هوية المحطة الطالبة، مرتين؛

(3) عندما تنادي محطة سفينة، على تردد عمل، محطة ساحلية تعمل على قنوات متعددة بالموجات المترية (VHF)، يتعين أن تدرج رقم القناة المستعملة في ندائها.

(4) بعد إنشاء الاتصالات، لا يمكن إرسال الرمز الدليلي للنداء أو أي إشارة أخرى لتعرف الهوية إلا مرة واحدة.

(5) إذا كانت المحطة الساحلية ومحطة السفينة مجهزتين بجهاز للمناداة الانتقائية الرقمية، ينبغي لهما اتباع إجراءات النداءات الروتينية. وينبغي لمحطة السفينة أن تنادي المحطة الساحلية بالصوت، حسب الإجراء الوارد في الفقرة 8.(1).

9 ينبغي للنداءات من أجل الاتصالات الداخلية على متن السفن أن تتكون من:

أ) النداءات الصادرة عن المحطة الرئيسية:

– اسم السفينة متبوعاً بحرف واحد (ALFA، BRAVO، CHARLIE، إلخ.) يدل على المحطة الفرعية ثلاث مرات على الأكثر؛

– الكلمتان "THIS IS"؛

– اسم السفينة متبوعاً بالكلمة "CONTROL"؛

ب) النداءات الصادرة عن المحطة الفرعية:

– اسم السفينة متبوعاً بالكلمة "CONTROL" ثلاث مرات على الأكثر؛

– الكلمتان "THIS IS"؛

– اسم السفينة متبوعاً بحرف واحد (ALFA، BRAVO، CHARLIE، إلخ.) يدل على المحطة الفرعية؛

B. التردد الواجب استعماله من أجل المناداة والإشارات التحضيرية

B1. النطاقات المحصورة بين 1 605 kHz و4 000 kHz

10 (1) عندما تنادي محطة هاتف راديوي في سفينة محطة ساحلية، يتعين أن تستعمل من أجل المناداة، بالترتيب التفاضلي:

أ) تردد عمل تراقبه المحطة الساحلية؛

ب) تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz؛

ج) في الإقليمين 1 و3 وفي غرينلاند، تردد الموجة الحاملة 2 191 kHz (التردد المخصص 2 192,4 kHz) عندما يكون تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz مستعملاً للاستغاثة؛

د) في الإقليم 2 باستثناء غرينلاند، تردد الموجة الحاملة 2 191 kHz كتردد نداء إضافي في المناطق التي يستعمل فيها التردد 2 182 kHz بكثرة.

(2) عندما تنادي محطة سفينة محطة سفينة أخرى، يتعين أن تستعمل من أجل المناداة:

أ) تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz؛

ب) تردداً بين السفن كلما وحيثما كانت كثافة الحركة عالية وأمكن اتخاذ الترتيبات مسبقاً.

(3) ينبغي للمحطات الساحلية بشرط مراعاة أحكام الفقرة 10.(6) ووفقاً لتنظيمات بلدانها، بمناداة محطات السفن التي تحمل نفس جنسيتها إما على تردد عمل أو، عندما يتعلق الأمر بنداءات فردية لسفن معينة، على تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz.

(4) غير أن محطة سفينة تراقب في آن واحد تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz وتردد عمل يجب مناداتها على تردد العمل.

(5) كقاعدة عامة، يجب على المحطات الساحلية أن تنادي محطات الهاتف الراديوي في السفن من جنسية أخرى على تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz.

(6) يمكن للمحطات الساحلية أن تنادي محطات السفن بالنداء الانتقائي الرقمي وفقاً للتوصية ITU-R M.541.

B2. النطاقات المحصورة بين 4 000 kHz
و27 500 kHz

11 (1) عندما تنادي محطة سفينة محطة ساحلية بالمهاتفة الراديوية، ينبغي لها أن تستعمل إما أحد الترددات المذكورة في الرقم **221.52** من لوائح الراديو أو تردد العمل المتصاحب مع تردد المحطة الساحلية، وفقاً للتذييل **17**، الجزء B، القسم I من لوائح الراديو.

(2) عندما تنادي محطة ساحلية محطة سفينة بالمهاتفة الراديوية، ينبغي لها أن تستعمل أحد الترددات المذكورة في الرقم **222.52** من لوائح الراديو، أو أحد ترددات عملها الواردة في قائمة المحطات الساحلية ومحطات الخدمات الخاصة، أو تردد الموجة الحاملة 4 125 kHz أو 6 215 kHz، وفقاً لأحكام الرقمين **2.221.52** و**3.221.52** من لوائح الراديو.

(3) لا تنطبق أحكام الفقرتين 11.(1) و11.(2) على الاتصالات بين محطات السفن والمحطات الساحلية باستعمال ترددات الإرسال المفرد المنصوص عليها في التذييل **17**، الجزء B، القسم I من لوائح الراديو.

B3. النطاقات المحصورة بين 156 MHz و174 MHz

12 (1) في النطاقات المحصورة بين 156 MHz و174 MHz، يتعين كقاعدة عامة أن يجرى النداء بين محطات السفن والنداء في الاتجاه من المحطة الساحلية إلى محطة سفينة على التردد 156,8 MHz. غير أن النداء الموجه من المحطة الساحلية إلى محطة السفينة يمكن أن يجرى على قناة عمل أو على قناة ذات ترددين معدة للنداء وأدخلت في الخدمة وفقاً للرقم **236.52** من لوائح الراديو. وما عدا في حالة اتصالات الاستغاثة أو الطوارئ أو السلامة، التي يتعين أن يستعمل من أجلها التردد 156,8 MHz، فإن النداء الموجه من محطة سفينة إلى المحطة الساحلية يجب قدر الإمكان أن يجرى على قناة عمل أو على قناة ذات ترددين معدة للنداء ووضعت في الخدمة وفقاً للرقم **236.52** من لوائح الراديو. ويتعين على السفن التي ترغب في المشاركة في خدمة عمليات الميناء أو في خدمة حركة السفن أن تنادي على تردد العمل المعد لخدمة عمليات الميناء أو لخدمة حركة السفن، المبين في قائمة المحطات الساحلية ومحطات الخدمات الخاصة.

(2) إذا استعمل التردد 156,8 MHz من أجل اتصالات الاستغاثة أو الطوارئ أو السلامة، فإنه يمكن لمحطة سفينة ترغب في المشاركة في خدمة عمليات الميناء أن تنشئ الاتصال على 156,6 MHz أو بواسطة تردد آخر لخدمة عمليات الميناء المبين في قائمة المحطات الساحلية ومحطات الخدمات الخاصة.

B4. الإجراء الذي يجب تطبيقه من أجل مناداة
محطة تؤمن خدمة دليلة

13 إن محطة هاتف راديوي في سفينة تنادي محطة دليلة تؤمن خدمة دليلة يجب أن تستعمل الترددات أو القنوات المخصصة للمحطة الدليلة، بالترتيب التفضيلي:

أ) قناة مناسبة في النطاقات المحصورة بين 156 MHz و174 MHz؛

ب) تردد عمل في النطاقات المحصورة بين 1 605 kHz و4 000 kHz؛

ج) تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz، ولكن فقط لتحديد تردد العمل الواجب استعماله.

C. شكل الإجابة على النداءات

14 تتكون الإجابة على النداءات من:

– الرمز الدليلي للنداء أو أي إشارة لتعرف هوية المحطة الطالبة، ثلاث مرات على الأكثر؛

– الكلمتان "THIS IS"؛

– الرمز الدليلي للنداء أو أي إشارة أخرى لتعرف هوية المحطة المطلوبة، ثلاث مرات على الأكثر (انظر الرقمين **73.19** و**74.19** من لوائح الراديو)؛

D. تردد الإجابة

D1. النطاقات المحصورة بين 1 605 kHz و4 000 kHz

15 (1) عندما ينادي على محطة سفينة على تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz، ينبغي لها أن تجيب على نفس تردد الموجة الحاملة ما لم تدل المحطة الطالبة على تردد آخر.

(2) عندما ينادي على محطة سفينة بواسطة النداء الانتقائي الرقمي، ينبغي لها أن تجيب على تردد تراقبه المحطة الساحلية.

(3) عندما تنادي محطة ساحلية على محطة سفينة من نفس الجنسية على تردد عمل، ينبغي لمحطة السفينة أن تجيب على تردد العمل المتصاحب عادة مع التردد الذي تستعمله المحطة الساحلية من أجل النداء.

(4) عندما تنادي محطة سفينة على محطة ساحلية أو محطة سفينة أخرى، ينبغي لها أن تعين التردد الذي يجب أن ترسل عليه الإجابة، إلا إذا كان هذا التردد هو التردد المتصاحب عادة مع التردد المستعمل من أجل النداء.

(5) إن محطة سفينة تتبادل الحركة بكثرة مع محطة ساحلية من جنسية أخرى يمكنها أن تستعمل للإجابة نفس الإجراء الذي تستعمله السفن التي تحمل جنسية المحطة الساحلية.

(6) كقاعدة عامة، ينبغي للمحطة الساحلية أن تجيب:

أ) على تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz، على النداءات المرسلة على تردد الموجة الحاملة نفسه، إلا إذا عينت المحطة الطالبة تردداً آخر لهذا الغرض؛

ب) على تردد عمل، على النداءات المرسلة على تردد عمل؛

ج) في الإقليمين 1 و3 وفي غرينلاند، على تردد عمل، على النداءات المرسلة على تردد الموجة الحاملة 2 191 kHz (التردد المخصص 2 192,4 kHz).

D2. النطاقات المحصورة بين 4 000 kHz و27 500 kHz

16 (1) ينبغي لمحطة سفينة نادتها محطة ساحلية أن تجيب إما على أحد ترددات المناداة المذكورة في الرقم **221.52** من لوائح الراديو، أو على تردد العمل المتصاحب مع تردد المحطة الساحلية، وفقاً للتذييل **17**، الجزء B، القسم I من لوائح الراديو.

(2) ينبغي لمحطة ساحلية نادتها محطة سفينة أن تجيب باستعمال أحد ترددات المناداة المذكورة في الرقم **222.52** من لوائح الراديو، أو على أحد ترددات العمل المذكورة في قائمة المحطات الساحلية ومحطات الخدمات الخاصة.

(3) عندما ينادي على محطة ما على تردد الموجة الحاملة 4 125 kHz، عليها أن تجيب على هذا التردد نفسه، إلا إذا عينت المحطة الطالبة تردداً آخر لهذا الغرض.

(4) عندما ينادي على محطة على تردد الموجة الحاملة 6 215 kHz، عليها أن تجيب على التردد نفسه، إلا إذا عينت المحطة الطالبة تردداً آخر لهذا الغرض.

(5) لا تنطبق أحكام الفقرتين 16.(1) و16.(2) على الاتصالات بين محطات السفن والمحطات الساحلية التي تستعمل ترددات الإرسال المفرد المحددة في التذييل **17**، الجزء B، القسم I من لوائح الراديو.

D3. النطاقات المحصورة بين 156 MHz و174 MHz

17 (1) عندما ينادي على محطة ما على التردد 156,8 MHz، عليها أن تجيب على نفس هذا التردد ما لم تعين المحطة الطالبة تردداً آخر لهذا الغرض.

E. تعيين التردد الواجب استعماله للحركة

E1. النطاقات المحصورة بين 1 605 kHz و4 000 kHz

18 إذا أنشئت الاتصالات على تردد الموجة الحاملة 2 182 kHz، ينبغي للمحطة الساحلية ومحطة السفينة أن تنتقلا إلى ترددات العمل من أجل تبادل الحركة.

E2. النطاقات المحصورة بين 4 000 kHz
و27 500 kHz

19 بعد أن تنشئ محطة سفينة الاتصالات مع محطة ساحلية، أو مع محطة سفينة أخرى، على تردد المناداة في النطاق المختار، ينبغي تبادل الحركة على ترددات عمل كل من المحطتين.

E3. النطاقات المحصورة بين 156 MHz و174 MHz

20 (1) كلما تم إنشاء الاتصالات بين محطة ساحلية في خدمة المراسلة العمومية ومحطة سفينة على التردد 156,8 MHz أو على قناة نداء ذات ترددين (انظر الرقم **237.52** من لوائح الراديو)، ينبغي للمحطتين أن تنتقلا إلى أحد الأزواج العادية من ترددات عملهما من أجل تبادل الحركة. وعلى المحطة الطالبة أن تدل على القناة التي تقترح الانتقال إليها بالإشارة إلى التردد مقدراً بالوحدة MHz أو، وهو المفضل، إلى رقم القناة.

(2) عند إنشاء الاتصالات على التردد 156,8 MHz بين محطة ميناء ومحطة سفينة، ينبغي لمحطة السفينة أن تدل على طبيعة الخدمة التي ترغب فيها (مثل المعلومات المتعلقة بالملاحة والتعليمات الخاصة بالحركة في الأحواض، إلخ.)؛ ينبغي لمحطة الميناء أن تشير إلى القناة الواجب استعمالها لتبادل الحركة بتعيين هذه القناة إما بالتردد المقدر بالوحدة MHz أو، وهو المفضل، برقم القناة.

(3) عند إنشاء الاتصالات على التردد 156,8 MHz بين محطة ساحلية في خدمة حركة السفن ومحطة سفينة، ينبغي للمحطة الساحلية أن تعرف عن القناة الواجب استعمالها لتبادل الحركة بتعيين هذه القناة إما بالتردد المقدر بالوحدة MHz أو، وهو المفضل، برقم القناة.

(4) عندما تنشئ محطة سفينة الاتصالات مع محطة سفينة أخرى على التردد 156,8 MHz، يكون عليها أن تعرف على قناة الاتصال بين السفن التي تقترح الانتقال إليها من أجل تبادل الحركة بتعيين هذه القناة إما بالتردد المقدر بالوحدة MHz أو، وهو المفضل، برقم القناة.

(5) غير أن تبادلاً وجيزاً للحركة لا يتجاوز دقيقة بخصوص سلامة الملاحة لا يحتاج إلى أن يرسل على تردد عمل عندما يكون من المهم أن تستقبل الإرسال كل السفن الموجودة في منطقة الخدمة.

(6) ينبغي للسفن التي تسمع إرسالاً يتعلق بسلامة الملاحة أن تستمع إليه حتى تقتنع بأن الرسالة لا تعنيها في شيء. وينبغي ألا تقوم بأي إرسال يرجح أن يسبب تداخلاً للرسالة.

F. الاتفاق بشأن التردد الواجب استعماله للحركة

21 (1) إذا كانت المحطة المطلوبة على اتفاق مع المحطة الطالبة، ينبغي لها أن ترسل:

أ) دلالة على أنه ابتداءً من ذلك الحين سوف تستمع على تردد أو قناة العمل التي أعلنت عنها المحطة الطالبة؛

ب) دلالة على أنها مستعدة لاستقبال حركة المحطة الطالبة.

(2) إذا لم تكن المحطة المطلوبة على اتفاق مع المحطة الطالبة بشأن تردد أو قناة العمل الواجب استعمالها، ينبغي لها أن ترسل دلالة عما تقترحه بشأن تردد العمل أو القناة.

(3) للاتصالات بين محطة ساحلية ومحطة سفينة، ينبغي أن تقرر المحطة الساحلية في النهاية التردد أو القناة الواجب استعمالهما.

(4) عند التوصل إلى اتفاق بشأن تردد أو قناة العمل التي ينبغي للمحطة الطالبة أن تستعملها لحركتها، ينبغي للمحطة المطلوبة أن تشير إلى أنها مستعدة لاستقبال الحركة.

G. صعوبات الاستقبال

22 (1) إذا كانت المحطة المطلوبة غير قادرة على استقبال الحركة فوراً، يكون عليها أن تجيب على النداء كما هو مبين في الفقرة 14، ثم ترفد إجابتها بالعبارة "انتظر . . . دقائق"، مع الدلالة على المدة المحتملة لوقت الانتظار بالدقائق. وإذا تجاوزت المدة المحتملة عشر دقائق، ينبغي إعطاء التبرير. وبدلاً من هذا الإجراء، يمكن للمحطة المطلوبة أن تعرف، بأي وسيلة مناسبة، أنها غير مستعدة لاستقبال الحركة فوراً.

(2) عندما تستقبل محطة ما نداء دون أن تكون على يقين من أن هذا النداء موجه إليها، ينبغي ألا تجيب حتى يكرر النداء ويتم فهمه.

(3) عندما تستقبل محطة ما نداءً موجهاً إليها، لكنها ليست على يقين من تعرف هوية المحطة الطالبة، ينبغي لها أن تجيب فوراً طالبة من هذه المحطة أن تكرر رمزها الدليلي للنداء أو أي إشارة أخرى تستعملها لتعرف الهوية.

القسم III سريان (تسيير) الحركة

A. تردد الحركة

23 (1) ينبغي لكل محطة أن ترسل اتصالات الهاتف الراديوي أو البرقيات الراديوية على أحد ترددات عملها في النطاق الذي جرى فيه النداء.

(2) علاوةً على تردد العمل العادي، المطبوع بسمات سوداء في قائمة المحطات الساحلية ومحطات الخدمات الخاصة، يمكن لكل محطة ساحلية أن تستعمل تردداً إضافياً واحداً أو أكثر في نفس النطاق، وفقاً لأحكام المادة **52** من لوائح الراديو.

(3) ينبغي لأي محطة، قبل الإرسال لأغراض غير أغراض الاستغاثة على أي من الترددات المعرفة في التذييل **15** من لوائح الراديو لأغراض الاستغاثة والسلامة وأينما أمكن ذلك عملياً، الاستماع على التردد المعني للتأكد من عدم بث أي إرسال استغاثة عليه. ينبغي أن يمنع أن تستعمل للحركة الترددات المحجوزة للنداء، ما عدا حركة الاستغاثة (انظر الرقم **4.31** من لوائح الراديو).

(4) بعد إنشاء الاتصالات على التردد الواجب استعماله للحركة، ينبغي لأي إرسال اتصال هاتفي راديوي أو برقية راديوية أن يسبقه:

– الرمز الدليلي للنداء أو أي إشارة أخرى لتعرف هوية المحطة المطلوبة؛

– الكلمتان "THIS IS"؛

– الرمز الدليلي للنداء أو أي إشارة لتعرف هوية المحطة الطالبة مرة (انظر الرقمين **73.19** و**74.19 من** لوائح الراديو.

القسم IV مدة العمل وإدارته

24 (1) في الاتصالات بين المحطات الساحلية ومحطات السفن، ينبغي لمحطة السفينة أن تذعن للتعليمات التي تعطيها المحطة الساحلية في كل المسائل المتعلقة بترتيب الإرسال ووقته، واختيار التردد، ومدة العمل وتعليقه.

(2) في الاتصالات فيما بين محطات السفن، تدير المحطة المطلوبة العمل بالطريقة الواردة في الفقرة 24.(1) أعلاه. لكن، إن رأت محطة ساحلية ما ضرورة التدخل، فينبغي لمحطات السفن أن تذعن لتعليماتها.

التوصية ITU-R M.1172-0*

مختصرات وإشارات متنوعة لاستعمالها في الاتصالات الراديوية للخدمة المتنقلة البحرية

(1995)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن هناك حاجة إلى وصف مختصرات وإشارات متنوعة لاستعمالها في الخدمة المتنقلة البحرية،

توصي

1 بأن يكون استعمال المختصرات والإشارات المختلفة في الاتصالات الراديوية للخدمة المتنقلة البحرية مطابقاً للملحق 1.

الملحق 1

مختصرات وإشارات متنوعة لاستعمالها في الاتصالات الراديوية للخدمة المتنقلة البحرية

القسم I. الشفرة Q

مدخل

1 تمتد سلاسل الزمر المذكورة في الملحق الحالي من QOA إلى QUZ.

2 إن السلاسل من QOA إلى QQZ محجوزة للخدمة المتنقلة البحرية.

3 يمكن أن نعطي لبعض مختصرات الشفرة Q معنى إيجابياً أو سلبياً بإرسال الحرف C أو الحرفين NO مباشرة بعد المختصر (في المهاتفة الراديوية، تلفظ كلمة الشفرة CHARLIE أو NO).

4 يمكن تمديد معنى مختصرات الشفرة Q أو تكميله بإضافة ما يناسب من مختصرات أو رموز دليلية للنداء أو أسماء أماكن أو أرقام أو أرقام ترتيبية، إلخ. والفراغات البيضاء بين قوسين تقابل دلالات خيارية. وترسل أي من هذه الدلالات بالترتيب الذي ترد فيه في نص الجداول الواردة أدناه.

5 تتخذ مختصرات الشفرة Q شكل أسئلة عندما تكون متبوعة بنقطة استفهام في الإبراق الراديوي وRQ (ROMEO QUEBEC) في المهاتفة الراديوية. وعندما يستعمل مختصر كسؤال تتبعه معلومات إضافية أو تكميلية، يجب أن تتبع علامة استفهام أو المختصر RQ هذه المعلومات.

6 إن مختصرات الشفرة Q التي تحتوي على عدد من المعاني المرقمة يجب أن يتبعها الرقم الترتيبي الذي يدل على المعنى الذي تم اختياره. ويرسل هذا الرقم مباشرة بعد المختصر.

7 تعطى كل الأوقات بالتوقيت العالمي المنسق (UTC) ما لم تكن هناك دلالات مخالفة في السؤال أو في الإجابة.

8 إن وجود نجمة * تتبع مختصر شفرة Q تعني أن للإشارة معنى مشابهاً لإشارة تظهر في الشفرة الدولية للإشارات.

* يجب أن ترفع هذه التوصية إلى علم المنظمة البحرية الدولية (IMO).

المختصرات المتيسرة لاستعمالها في الخدمة المتنقلة البحرية

A. قائمة المختصرات بالترتيب الهجائي

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QOA	هل يمكنكم الاتصال بالإبراق الراديوي (500 kHz)؟	يمكنني الاتصال بالإبراق الراديوي (500 kHz).
QOB	هل يمكنكم الاتصال بالمهاتفة الراديوية (2 182 kHz)؟	يمكنني الاتصال بالمهاتفة الراديوية (2 182 kHz).
QOC	هل يمكنكم الاتصال بالمهاتفة الراديوية (القناة 16 – التردد 156,80 MHz)؟	يمكنني الاتصال بالمهاتفة الراديوية (القناة 16– التردد 156,80 MHz).
QOD	هل يمكنكم الاتصال معي باللغة ...	استطيع الاتصال معكم باللغة ...
	0. الهولندية 5. الإيطالية	0. الهولندية 5. الإيطالية
	1. الإنجليزية 6. اليابانية	1. الإنجليزية 6. اليابانية
	2. الفرنسية 7. النرويجية	2. الفرنسية 7. النرويجية
	3. الألمانية 8. الروسية	3. الألمانية 8. الروسية
	4. اليونانية 9. الإسبانية	4. اليونانية 9. الإسبانية
QOE	هل استقبلتم إشارة السلامة التي أرسلها ... *(الاسم أو الرمز الدليلي للنداء، أو كلاهما)*.	استقبلت إشارة السلامة التي أرسلها ... *(الاسم أو الرمز الدليلي للنداء، أو كلاهما)*.
QOF	ما هي النوعية التجارية لإشاراتي؟	النوعية التجارية لإشارتكم هي ... 1. غير تجارية 2. تكاد تكون تجارية 3. تجارية.
QOG	كم شريط لديكم للإرسال؟	لدي ... شريط للإرسال.
QOH	هل يجب أن أرسل إشارة مطاورة لمدة ... ثانية (ثوانٍ)؟	أرسلوا إشارة مطاورة لمدة ... ثانية (ثوانٍ)
QOI	هل يجب أن أرسل شريطي؟	أرسلوا شريطكم.
QOJ	هل تريدون الاستماع على التردد ... kHz (أو MHz) لإشارات المنارات الراديوية لتحديد مواقع الطوارئ؟	إنني أستمع على التردد ... kHz (أو MHz) لإشارات المنارات الراديوية لتحديد مواقع الطوارئ.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QOK	هل استقبلتم على التردد ... kHz (*أو* MHz) إشارات منار راديوي لتحديد مواقع الطوارئ؟	استقبلت على التردد ... kHz (*أو* MHz) إشارات منار راديوي لتحديد مواقع الطوارئ.
QOL	هل يمكن لسفينتكم أن تستقبل نداءات انتقائية؟ إن كان الأمر كذلك، ما هو رقم أو إشارة ندائها الانتقائي؟	يمكن لسفينتي أن تستقبل نداءات انتقائية؛ ورقم أو إشارة ندائها الانتقائي هو ...
QOM	ما هي الترددات التي يجب استعمالها لكي يصل نداء انتقائي إلى سفينتكم؟	يمكن أن يصل نداء انتقائي إلى سفينتي على الترددات التالية ... (عند الحاجة، تذكر الفترات المناسبة من الوقت).
QOO	هل يمكنكم الإرسال على أي من ترددات العمل؟	يمكنني الإرسال على أي من ترددات العمل.
QOT	هل تسمعون ندائي؟ ما هي المهلة التقريبية للانتظار بالدقائق قبل أن نتمكن من تبادل الحركة؟	أسمع نداءكم؛ والمهلة التقريبية هي ... دقيقة.
QRA	ما هو اسم سفينتكم (*أو* محطتكم)؟	اسم سفينتي (*أو* محطتي) هو ...
QRB	كم تبعدون بالتقريب عن محطتي؟	المسافة التقريبية بين محطتينا هي ... ميل بحري (*أو* كيلومتر).
QRC	أي وكالة خاصة (*أو* إدارة حكومية) تقوم بتسوية حسابات الرسوم الخاصة بمحطتكم؟	تقوم بتسوية حسابات الرسوم الخاصة بمحطتي الوكالة الخاصة ... (*أو* الإدارة الحكومية ...).
QRD	إلى أين أنتم ذاهبون ومن أين أنتم قادمون؟	أنا ذاهب إلى ... وقادم من ...
QRE	في أي وقت تتوقعون الوصول إلى ... (*أو* فوق ...) *(المكان)*؟	أتوقع الوصول إلى ... (*أو* فوق ...) *(المكان)* عند الساعة ...
QRF	هل أنتم عائدون إلى ... *(المكان)*؟	أنا عائد إلى ... *(المكان)*. *أو* عودوا إلى ... *(المكان)*.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QRG	هل يمكنكم إعطائي ترددي المضبوط (*أو* التردد المضبوط لـ ...)؟	ترددكم المضبوط (*أو* التردد المضبوط لـ ...) هو ... kHz (*أو* MHz).
QRH	هل يتغير ترددي؟	ترددكم يتغير.
QRI	كيف هي نغمة إرسالي؟	نغمة إرسالكم ... 1. جيدة 2. متغيرة 3. سيئة.
QRJ	كم من طلبات بين يديكم على نداءات الهاتف الراديوي؟	بين يدي ... (طلباً) طلبات على نداءات الهاتف الراديوي.
QRK	كيف هي مفهومية إشاراتي (*أو* إشارات ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	مفهومية إشاراتكم (*أو* إشارات ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* ... 1. سيئة 2. رديئة 3. مقبولة 4. جيدة 5. ممتازة
QRL	هل أنتم مشغولون؟	أنا مشغول (*أو* أنا مشغول مع ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*. الرجاء عدم التسبب في تداخل.
QRM	هل هناك تداخل مع إرسالي؟	هناك تداخل مع إرسالكم ... 1. معدوم 2. قليل 3. معتدل 4. شديد 5. شديد جداً
QRN	هل أنتم منزعجون من طفيليات؟	انزعاجي من طفيليات ... 1. معدوم 2. قليل 3. معتدل 4. شديد 5. شديد جداً

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QRO	هل يجب أن أزيد من قدرة الإرسال؟	زيدوا من قدرة الإرسال.
QRP	هل يجب أن أخفض من قدرة الإرسال؟	خفضوا من قدرة الإرسال.
QRQ	هل يجب أن أسرع في الإرسال؟	أسرعوا في الإرسال (... كلمة في الدقيقة).
QRR	هل أنتم مستعدون للتشغيل الأوتوماتي؟	أنا مستعد للتشغيل الأوتوماتي. أرسلوا بسرعة ... كلمة في الدقيقة.
QRS	هل يجب أن أبطئ في الإرسال؟	أبطئوا في الإرسال (... كلمة في الدقيقة).
QRT	هل يجب أن أكف عن الإرسال؟	كفوا عن الإرسال.
QRU	هل لديكم أي شيء لي؟	ليس لدي شيء لكم.
QRV	هل أنتم مستعدون؟	أنا مستعد.
QRW	هل يجب أن أخبر ... بأنكم تطلبونه على ... kHz (*أو* MHz)؟	من فضلكم أخبروا ... بأنني أطلبه على ... kHz (*أو* MHz).
QRX	متى ستعاودون مناداتي؟	سوف أعاود مناداتكم في الساعة ... على ... kHz (*أو* MHz).
QRY	متى يأتي دوري؟ *(يتعلق بالاتصال).*	دوركم رقمه ... *(أو حسب أي دلالة أخرى). (يتعلق بالاتصال).*
QRZ	من يطلبني؟	يطلبكم ... (على ... kHz (*أو* MHz))
QSA	ما هي قوة إشاراتي *(أو إشارات ... (الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء))*؟	قوة إشاراتكم *(أو إشارات ... (الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء))* ... 1. تكاد تدرك 2. ضعيفة 3. مقبولة 4. جيدة 5. جيدة جداً

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QSB	هل تعاني في إشاراتي من الخبو؟	هناك خبو في إشاراتكم.
QSC	هل أنتم محطة سفينة ضعيفة الحركة؟	أنا محطة سفينة ضعيفة الحركة.
QSD	هل إشاراتي مشوهة؟	إشاراتكم مشوهة.
QSE*	ما هو الانسياق المقدر لمركبة الإنقاذ؟	الانسياق المقدر لمركبة الإنقاذ هو ... *(الأرقام والوحدات)*.
QSF*	هل قمتم بالإنقاذ؟	قمت بالإنقاذ وأتجه نحو قاعدة ... (مع ... من الجرحى يحتاجون إلى سيارة إسعاف).
QSG	هل يجب أن أرسل ... برقية في نفس الوقت؟	أرسل ... برقية في نفس الوقت.
QSH	هل يمكنكم التوجه بمحدد زوايا الاتجاه راديوياً؟	يمكنني التوجه بمحدد زوايا الاتجاه راديوياً (إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*).
QSI		لم أتمكن من مقاطعة إرسالكم. *أو* المرجو إعلام ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* بأنني لم أتمكن من مقاطعة إرساله (على ... kHz (أو MHz))
QSJ	ما هو الرسم الذي يجب تحصيله على ... بما في ذلك رسمكم الداخلي؟	الرسم الذي يجب تحصيله على ... بما في ذلك رسمي الداخلي هو ... فرنك.
QSK	هل يمكنكم سماعي بين إشاراتكم وإن كان الأمر كذلك فهل يمكنني أن أقاطع إرسالكم؟	يمكنني سماعكم بين إشاراتي؛ ويمكنكم مقاطعة إرسالي.
QSL	هل يمكنكم الإشعار بالاستلام؟	يمكنني الإشعار بالاستلام.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QSM	هل يجب أن أكرر البرقية الأخيرة التي أرسلتها إليكم (أو برقية سابقة)؟	كرروا البرقية الأخيرة التي أرسلتموها إلي (أو البرقية (البرقيات) رقم ...).
QSN	هل سمعتموني (أو هل سمعتم ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* على ... kHz (أو MHz)؟	سمعتكم (أو سمعت ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* على ... kHz (أو MHz).
QSO	هل يمكنكم الاتصال بـ ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* مباشرة (أو بالترحيل)؟	يمكنني الاتصال بـ ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* مباشرة (أو بالترحيل عن طريق ...).
QSP	هل تريدون أن ترحلوا إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* مجاناً؟	سوف أرحّل إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* مجاناً.
QSQ	هل لديكم طبيب على المتن (أو هل ... *(اسم الشخص)* على المتن؟	لدي طبيب على المتن (أو ... *(اسم الشخص)* على المتن).
QSR	هل يجب أن أكرر النداء على تردد النداء؟	كرروا نداءكم على تردد النداء؛ لم أسمعكم (أو هناك تداخل).
QSS	أي تردد عمل سوف تستعملون؟	سوف أستعمل تردد العمل ... kHz (أو MHz) *(في الموجات الديكامترية (HF)، يكفي عادة الدلالة على الأرقام الثلاثة الأخيرة من التردد)*.
QSU	هل يجب أن أرسل أو أجيب على التردد الحالي (أو على ... kHz (أو MHz)) (مع إرسال الصنف ...)؟	أرسل أو أجب على هذا التردد (أو على ... kHz (أو MHz) (مع إرسال الصنف ...).
QSV	هل يجب أن أرسل سلسلة من V (أو الإشارات) للضبط على هذا التردد (أو على ... kHz (أو MHz))؟	أرسلوا سلسلة من V (أو الإشارات) للضبط على هذا التردد (أو على ... kHz (أو MHz)).

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QSW	هل يمكنكم الإرسال على هذا التردد (*أو* على ... kHz (*أو* MHz)) (مع إرسال الصنف ...)؟	سوف أرسل على هذا التردد (*أو* على ... kHz (*أو* MHz)) (مع إرسال الصنف ...).
QSX	هل يمكنكم الاستماع إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* على ... kHz (*أو* MHz))، أو في النطاقات .../القنوات ...؟	إنني أستمع إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* على ... kHz (*أو* MHz))، أو في النطاقات .../القنوات ...
QSY	هل يجب أن أتحول إلى الإرسال على تردد آخر؟	تحولوا إلى الإرسال على تردد آخر (*أو* على ... kHz (*أو* MHz)).
QSZ	هل يجب أن أرسل كل كلمة أو زمرة أكثر من مرة واحدة؟	أرسلوا كل كلمة أو زمرة مرتين (*أو* ... مرات).
QTA	هل يجب أن ألغي البرقية (*أو* الرسالة) رقم ...؟	الغ البرقية (*أو* الرسالة) رقم ...
QTB	هل تتفق مع حسابي للكلمات؟	لا أتفق مع حسابكم للكلمات؛ سوف أكرر الحرف الأول أو الرقم الأول لكل كلمة أو زمرة.
QTC	كم برقية لديكم للإرسال؟	لدي ... برقية لكم (*أو* لغيركم ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*.
QTD*	ماذا انتشلت سفينة أو طائرة الإنقاذ؟	... *(تعرف الهوية)* انتشلت ... 1. ... *(عدد)* من الناجين 2. الحطام 3. ... *(عدد)* من الجثث.
QTE	ما هو تقويمي الزاوي الحقيقي بالنسبة إليكم؟	تقويمكم الزاوي الحقيقي بالنسبة إلي هو ... درجة في الساعة ...
	أو	*أو*
	ما هو تقويمي الزاوي الحقيقي بالنسبة إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	تقويمكم الزاوي الحقيقي بالنسبة إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* كان ... درجة في الساعة ...

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QTE (تابع)	ما هو التقويم الزاوي الحقيقي لـ ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* بالنسبة إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	التقويم الزاوي الحقيقي لـ ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* بالنسبة إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* كان ... درجة في الساعة ...
QTF	هل يمكنكم إعطائي موقعي الناتج عن التقويمات الزاوية التي قامت بها المحطات المحددة لزوايا الاتجاه راديوياً التي تراقبونها؟	موقعكم الناتج عن التقويمات الزاوية التي قامت بها المحطات المحددة لزوايا الاتجاه راديوياً التي أراقبها هو خط العرض ... وخط الطول ... *(أو دلالة أخرى على الموقع)*، الصنف ... في الساعة ...
QTG	هل يمكنكم إرسال شرطتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ *(أو* الموجة الحاملة لفترتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ*)* متبوعتين برمزكم الدليلي للنداء *(أو اسمكم)* (مكررين ... مرة) على ... kHz *(أو* MHz)؟	سوف أرسل إليكم شرطتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ *(أو* الموجة الحاملة لفترتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ*)* متبوعتين برمزكم الدليلي للنداء *(أو اسمكم)* (مكررين ... مرة) على ... kHz *(أو* MHz).
	أو	*أو*
	هل يمكنكم أن تطلبوا من ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* إرسال شرطتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ *(أو* الموجة الحاملة لفترتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ*)* متبوعتين برمزكم الدليلي للنداء *(أو اسمكم)* (مكررين ... مرة) على ... kHz *(أو* MHz)؟	لقد طلبت من ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* إرسال شرطتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ *(أو* الموجة الحاملة لفترتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ*)* متبوعتين برمزكم الدليلي للنداء *(أو اسمكم)* (مكررين ... مرة) على ... kHz *(أو* MHz).
QTH	ما هو موقعكم مقدراً بخطوط العرض وخطوط الطول *(أو حسب أي دلالة أخرى)*؟	موقعي هو خط العرض ... و خط الطول ... *(أو حسب أي دلالة أخرى)*.
QTI*	ما هو مساركم الحقيقي؟	مساري الحقيقي هو ... درجة.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
*QTJ	ما هي سرعتكم؟	سرعتي هي ... عقدة (*أو* ... كيلومتر في الساعة *أو* ... ميل أرضي في الساعة).
	(تطلب سرعة السفينة أو الطائرة بالنسبة إلى الماء أو الهواء على التوالي.)	*(يدل على سرعة السفينة أو الطائرة بالنسبة إلى الماء أو الهواء على التوالي.)*
*QTK	ما هي سرعة طائرتكم بالنسبة إلى سطح الأرض؟	سرعة طائرتي بالنسبة إلى سطح الأرض هي ... عقدة (*أو* ... كيلومتر في الساعة *أو* ... ميل أرضي في الساعة).
*QTL	ما هي وجهتكم الحقيقية؟	وجهتي الحقيقية هي ... درجة.
*QTM	ما هي وجهتكم المغنطيسية؟	وجهتي المغنطيسية هي ... درجة.
QTN	في أي وقت غادرتم ... *(المكان)*؟	غادرت ... *(المكان)* في الساعة ...
QTO	هل غادرتم الحوض (*أو* الميناء)؟	غادرت الحوض (*أو* الميناء).
	أو	*أو*
	هل أقلعتم؟	أقلعت.
QTP	هل ستدخلون الحوض (*أو* الميناء)؟	سوف أدخل الحوض (*أو* الميناء).
	أو	*أو*
	هل ستحط في البحر (*أو* على الأرض)؟	سوف أحط في البحر (*أو* على الأرض).
QTQ	هل يمكنكم الاتصال بمحطتي بواسطة الشفرة الدولية للإشارات (INTERCO)؟	سوف أتصل بمحطتكم بواسطة الشفرة الدولية للإشارات (INTERCO).
QTR	ما الساعة بالضبط؟	الساعة بالضبط هي ...
QTS	هل يمكنكم إرسال رمزكم الدليلي للنداء (*و/أو* الاسم) لمدة ... ثانية؟	سوف أرسل رمزي الدليلي للنداء (*و/أو* الاسم) لمدة ... ثانية.
QTT		إن إشارة تعرف الهوية التالية متراكبة مع إرسال آخر.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QTU	ما هي الساعات التي تكون فيها محطتكم مفتوحة؟	محطتي مفتوحة من الساعة ... إلى الساعة ...
QTV	هل يجب أن أسهر بدلاً منكم على التردد kHz (أو MHz) (من الساعة ... إلى الساعة ...)؟	اسهروا بدلاً مني على التردد ... kHz (أو MHz) (من الساعة ... إلى الساعة ...).
*QTW	ما هي حالة الناجين؟	الناجون في حالة ... وهم بحاجة عاجلة إلى ...
QTX	هل يمكنكم ترك محطتكم مفتوحة للاتصال بي حتى إشعار لاحق مني (أو حتى الساعة ...)؟	سوف أترك محطتي مفتوحة للاتصال بكم حتى إشعار لاحق منكم (أو حتى الساعة ...).
*QTY	هل أنتم متجهون نحو مكان الحادثة، وإن كان الأمر كذلك، متى تتوقعون الوصول؟	أنا متوجه نحو مكان الحادثة وأتوقع الوصول عند الساعة ... (يوم ... *(التاريخ)*).
*QTZ	هل تواصلون البحث؟	أواصل البحث عن ... (طائرة أو سفينة أو مركبة نجاة أو ناجين أو حطام).
QUA	هل لديكم أخبار عن ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	ها هي الأخبار عن ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*.
*QUB	هل يمكنكم إعطائي بالترتيب التالي معلومات بشأن: الاتجاه الحقيقي وسرعة الريح على سطح الأرض؛ وحالة الرؤية؛ والطقس الحالي؛ وكمية ونمط وعلو قاعدة السحاب فوق ... *(موقع الرصد)*؟	ها هي المعلومات المطلوبة: ... *(يتعين تحديد الوحدات المستعملة للسرعة والمسافات.)*

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
QUC	ما هو رقم *(أو دلالة أخرى)* آخر رسالة استقبلتموها مني *(أو من ... (الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء))*؟	رقم *(أو دلالة أخرى)* آخر رسالة استقبلتها منكم (أو من ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*) هو ...؟
QUD	هل استقبلتم إشارة الطوارئ التي أرسلها ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	استقبلت إشارة الطوارئ التي أرسلها ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* في الساعة ...
QUE	هل تتكلمون ... *(اللغة)*، وهل يلزمكم مترجم فوري؛ إن كان الأمر كذلك، على أي ترددات؟	أتكلم ... *(اللغة)* على ...kHz *(أو* MHz).
QUF	هل استقبلتم إشارة الاستغاثة التي أرسلها ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	استقبلت إشارة الاستغاثة التي أرسلها ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* في الساعة ...
*QUH	هل يمكنكم إعطائي الضغط الجوي الحالي على مستوى سطح البحر؟	الضغط الجوي الحالي على مستوى سطح البحر هو ... *(وحدة)*.
QUM	هل يمكنني أن أستأنف العمل العادي؟	يمكنكم استئناف العمل العادي.
QUN	1. *عندما توجه إلى جميع المحطات:* هل يمكن للسفن في جواري المباشر ... *أو* (في جوار خط العرض ... وخط الطول ... من خطوط الطول) *أو* (في جوار ...) أن تدلني على موقعها ووجهتها الحقيقية وسرعتها؟ 2. *عندما توجه إلى محطة واحدة:* المرجو أن تدلوني على موقعكم ووجهتكم الحقيقية وسرعتكم.	موقعي ووجهتي الحقيقية وسرعتي هم ...

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
*QUO	هل يجب أن أبحث عن ...	ابحثوا عن ...
	1. طائرة	1. طائرة
	2. سفينة	2. سفينة
	3. مركبة إنقاذ في جوار خط العرض ... وخط الطول ... *(أو حسب أي دلالة أخرى)*؟	3. مركبة إنقاذ في جوار خط العرض ... وخط الطول ... *(أو حسب أي دلالة أخرى)*.
*QUP	هل يمكنكم أن تدلوا على موقعكم بواسطة ...	موقعي مبين بواسطة ...
	1. نوارة	1. نوارة
	2. دخان أسود	2. دخان أسود
	3. صواريخ نارية؟	3. صواريخ نارية؟
*QUR	هل الناجون ...	الناجون ...
	1. استلموا تجهيزات الإنقاذ	1.استلموا تجهيزات الإنقاذ التي ألقت بها إليهم...
	2. التقطتهم سفينة إنقاذ	2.التقطتهم سفينة إنقاذ
	3. وصلهم فريق إنقاذ أرضي؟	3.وصلهم فريق إنقاذ أرضي
*QUS	هل رأيتم ناجين أو حطاماً؟ إن كان الأمر كذلك، في أي مكان؟	رأيت ...
		1. ناجين في الماء
		2. ناجين على أطواف
		3. حطاماً في موقع خط العرض ... وخط الطول ... *(أو حسب أي دلالة أخرى)*.
*QUT	هل هناك دلالة على مكان الحادثة؟	الدلالة على مكان الحادثة هي ...
		1. لهب أو عوامة دخانية
		2. علامة بحرية
		3. صبغة تلوينية
		4. ... *(تحديد الدلالات الأخرى)*.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
*QUU	هل يجب أن أوجه السفينة أو الطائرة إلى موقعي؟	وجهوا السفينة أو الطائرة ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* ... 1. إلى موقعكم بإرسال رمزكم الدليلي للنداء وشرطات طويلة على ...kHz (أو MHz) 2. بإرسال المسلك الحقيقي للوصول إليكم على ...kHz (أو MHz).
*QUW	هل توجدون في منطقة البحث ... *(الرمز أو خط الطول وخط العرض)*؟	أنا موجود في منطقة البحث ... *(التسمية)*.
*QUX	هل بين يديكم إنذارات تتعلق بالملاحة أو العواصف؟	بين يدي الإنذارات التالية المتعلقة بالملاحة أو العواصف: ...
*QUY	هل تم تعليم موقع مركبة الإنقاذ؟	تم تعليم موقع مركبة الإنقاذ في الساعة ... بواسطة ... 1. لهب أو عوامة دخانية 2. علامة بحرية 3. صبغة تلوينية 4. ... *(تحديد الدلالات الأخرى)*.
QUZ	هل يمكنني أن أستأنف عملاً محدوداً؟	ما زال إجراء الاستغاثة قائماً؛ يمكنكم استئناف عمل محدود.

B. قائمة المختصرات حسب طبيعة السؤال أو الإجابة أو المشورة

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	الاسم	
QRA	ما هو اسم سفينتكم (*أو* محطتكم)؟	اسم سفينتي (*أو* محطتي) هو ...
	المسار	
QRD	إلى أين أنتم ذاهبون ومن أين أنتم قادمون؟	أنا ذاهب إلى ... وقادم من ...
	الموقع	
QRB	كم تبعدون بالتقريب عن محطتي؟	المسافة بين محطتينا هي تقريباً ... ميل بحري (*أو* كيلومتر).
QTH	ما موقعكم مقدراً بخطوط العرض وخطوط الطول (*أو* حسب *أي دلالة أخرى*)؟	موقعي هو خط العرض ... وخط الطول ... (*أو* حسب *أي دلالة أخرى*).
QTN	في أي وقت غادرتم ... (*المكان*)؟	غادرت ... (*المكان*) في الساعة ...
	نوعية الإشارات	
QOF	ما هي النوعية التجارية لإشاراتي؟	نوعية إشاراتكم ... 1. غير تجارية 2. تكاد تكون تجارية 3. تجارية.
QRI	كيف هي نغمة إرسالي؟	نغمة إرسالكم ... 1. جيدة 2. متغيرة 3. سيئة.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	نوعية الإشارات (تابع)	
QRK	كيف هي مفهومية إشاراتي (*أو* إشارات ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*)؟	مفهومية إشاراتكم (*أو* إشارات ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*) ... 1. سيئة 2. رديئة 3. مقبولة 4. جيدة 5. ممتازة
	قوة الإشارات	
QRO	هل يجب أن أزيد من قدرة الإرسال؟	زيدوا من قدرة الإرسال.
QRP	هل يجب أن أخفض من قدرة الإرسال؟	خفضوا من قدرة الإرسال.
QSA	ما هي قوة إشاراتي (*أو* إشارات ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	قوة إشاراتكم (*أو* إشارات ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* ... 1. تكاد تدرك 2. ضعيفة 3. مقبولة 4. جيدة 5. جيدة جداً
QSB	هل تعاني إشاراتي من الخبو؟	هناك خبو في إشاراتكم.
	الإبراق	
QRQ	هل يجب أن أسرع في الإرسال؟	أسرعوا في الإرسال (... كلمة في الدقيقة).
QRR	هل أنتم مستعدون للتشغيل الأوتوماتي؟	أنا مستعد للتشغيل الأوتوماتي. أرسلوا بسرعة ... كلمة في الدقيقة.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	الإبراق (تابع)	
QRS	هل يجب أن أبطىء في الإرسال؟	أبطئوا في الإرسال (... كلمة في الدقيقة).
QSD	هل إشاراتي مشوهة؟	إشاراتكم مشوهة.
	التداخل	
QRM	هل هناك تداخل مع إرسالي؟	هناك تداخل مع إرسالكم ... 1. معدوم 2. قليل 3. معتدل 4. شديد 5. شديد جداً
QRN	هل أنتم منزعجون من طفيليات؟	انزعاجي من طفيليات ... 1. معدوم 2. قليل 3. معتدل 4. شديد 5. شديد جداً
	ضبط التردد	
QRG	هل يمكنكم إعطائي ترددي المضبوط (*أو* التردد المضبوط لـ ...)؟	ترددكم المضبوط (*أو* التردد المضبوط لـ ...) هو ... kHz (*أو* MHz).
QRH	هل يتغير ترددي؟	ترددكم يتغير.
QTS	هل يمكنكم إرسال رمزكم الدليلي للنداء (*و/أو* الاسم) لمدة ... ثانية؟	سوف أرسل رمزي الدليلي للنداء (*و/أو* الاسم) لمدة ... ثانية.
	اختيار التردد و/أو صنف الإرسال	
QOO	هل يمكنكم الإرسال على أي من ترددات العمل؟	يمكنني الإرسال على أي من ترددات العمل.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	اختيار التردد **و/أو صنف الإرسال** (تابع)	
QSN	هل سمعتموني (*أو هل سمعتم ... (الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*) على ... kHz (أو MHz).	سمعتكم (*أو سمعت ... (الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*) على ... kHz (أو MHz).
QSS	أي تردد عمل سوف تستعملون؟	سوف أستعمل تردد العمل ... kHz (أو MHz) (*في الموجات الديكامترية (HF)، يكفي على العموم إعطاء الأرقام الثلاثة الأخيرة من التردد*).
QSU	هل يجب أن أرسل أو أجيب على التردد الحالي (أو على ... kHz (أو MHz)) (مع إرسال الصنف ...)؟	أرسل أو أجب على هذا التردد (أو على ... kHz (أو MHz)) (مع إرسال الصنف ...).
QSV	هل يجب أن أرسل سلسلة من V (أو الإشارات) للضبط على هذا التردد (أو على ... kHz (أو MHz)).	أرسل سلسلة من V (أو الإشارات) للضبط على هذا التردد (أو على ... kHz (أو MHz)).
QSW	هل يمكنكم الإرسال على هذا التردد (أو على ... kHz (أو MHz)) (مع إرسال الصنف ...)؟	سوف أرسل على هذا التردد (أو على ... kHz (أو MHz)) (مع إرسال الصنف ...).
QSX	هل يمكنكم الاستماع إلى ... (*الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء*)، على ... kHz (أو MHz) أو في النطاقات .../القنوات ...؟	إني أستمع إلى ... (*الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء*)، على ... kHz (أو MHz) أو في النطاقات .../القنوات ...
	تغيير التردد	
QSY	هل يجب أن أتحول إلى الإرسال على تردد آخر؟	تحولوا إلى الإرسال على تردد آخر (أو على ... kHz (أو MHz)).
	إنشاء **الاتصال**	
QOA	هل يمكنكم الاتصال بالإبراق الراديوي (500 kHz)؟	يمكنني الاتصال بالإبراق الراديوي (500 kHz).

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	إنشاء **الاتصال** (تابع)	
QOB	هل يمكنكم الاتصال بالمهاتفة الراديوية (182 2 kHz)؟	يمكنني الاتصال بالمهاتفة الراديوية (182 2 kHz).
QOC	هل يمكنكم الاتصال بالمهاتفة الراديوية (القناة 16 – التردد 156,80 MHz)؟	يمكنني الاتصال بالمهاتفة الراديوية (القناة 16 – التردد 156,80 MHz).
QOD	هل يمكنكم الاتصال معي باللغة ... 0. الهولندية 5. الإيطالية 1. الإنجليزية 6. اليابانية 2. الفرنسية 7. النرويجية 3. الألمانية 8. الروسية 4. اليونانية 9. الإسبانية	أستطيع الاتصال معكم باللغة ... 0. الهولندية 5. الإيطالية 1. الإنجليزية 6. اليابانية 2. الفرنسية 7. النرويجية 3. الألمانية 8. الروسية 4. اليونانية 9. الإسبانية
QOT	هل تسمعون ندائي؟ ما هي المهلة التقريبية بالدقائق للانتظار قبل أن نتمكن من تبادل الحركة؟	أسمع نداءكم؛ والمهلة التقريبية هي ... دقيقة.
QRL	هل أنتم مشغولون؟	أنا مشغول (*أو* أنا مشغول مع ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*). الرجاء عدم التسبب في تداخل.
QRV	هل أنتم مستعدون؟	أنا مستعد.
QRX	متى ستعاودون مناداتي؟	سوف أعاود مناداتكم في الساعة ... على ... kHz (*أو* MHz).
QRY	متى يأتي دوري؟ *(يتعلق بالاتصال)*	دوركم رقمه ... *(أو حسب أي دلالة أخرى.(يتعلق بالاتصال).*
QRZ	من يطلبني؟	يطلبكم ... (على ... kHz (*أو* MHz)).
QSC	هل أنتم محطة سفينة منخفضة الحركة؟	أنا محطة سفينة منخفضة الحركة.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	إنشاء الاتصال (تابع)	
QSR	هل يجب أن أكرر النداء على تردد النداء؟	كرروا نداءكم على تردد النداء؛ لم أسمعكم (*أو* هناك تداخل).
QTQ	هل يمكنكم الاتصال بمحطتي بواسطة الشفرة الدولية للإشارات (INTERCO)؟	سوف أتصل بمحطتكم بواسطة الشفرة الدولية للإشارات (INTERCO).
QUE	هل تتكلمون ... *(اللغة)*، وهل يلزمكم مترجم فوري؛ إن كان الأمر كذلك، على أي ترددات؟	أتكلم ... *(اللغة)* على ...kHz (*أو* MHz).
	النداءات الانتقائية	
QOL	هل يمكن لسفينتكم أن تستقبل نداءات انتقائية؟ إن كان الأمر كذلك، ما هو رقم أو إشارة ندائها الانتقائي؟	يمكن لسفينتي أن تستقبل نداءات انتقائية؛ ورقم أو إشارة ندائها الانتقائي هو ...
QOM	ما هي الترددات التي يجب استعمالها لكي يصل نداء انتقائي إلى سفينتكم؟	يمكن أن يصل نداء انتقائي إلى سفينتي على الترددات التالية ... (عند الحاجة، تذكر الفترات المناسبة من الوقت).
	الوقت	
QTR	ما الساعة بالضبط؟	الساعة بالضبط هي ...
QTU	ما الساعات التي تكون فيها محطتكم مفتوحة؟	محطتي مفتوحة من الساعة ... إلى الساعة ...
	الرسوم	
QRC	أي وكالة خاصة (*أو* إدارة حكومية) تقوم بتسوية حسابات الرسوم الخاصة بمحطتكم؟	تقوم بتسوية حسابات الرسوم الخاصة بمحطتي الوكالة الخاصة ... (*أو* الإدارة الحكومية ...).

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	الرسوم (تابع)	
QSJ	ما هو الرسم الذي يجب تحصيله على ... بما في ذلك رسمكم الداخلي؟	الرسم الذي يجب تحصيله على ... بما في ذلك رسمي الداخلي هو ... فرنك.
	العبور	
QRW	هل يجب أن أخبر ... بأنكم تطلبونه على ... kHz (أو MHz)؟	من فضلكم أخبروا ... بأنني أطلبه على ... kHz (أو MHz).
QSO	هل يمكنكم الاتصال بـ ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* مباشرة (أو بالترحيل)؟	يمكنني الاتصال بـ ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* مباشرة (أو بالترحيل عن طريق ...).
QSP	هل تريدون أن ترحّلوا إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* مجاناً؟	سوف أرحّل إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* مجاناً.
QSQ	هل لديكم طبيب على المتن (أو هل ... *(اسم الشخص)* على المتن؟	لدي طبيب على المتن (أو ... *(اسم الشخص)* على المتن).
QUA	هل لديكم أخبار عن ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	ها هي الأخبار عن ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*.
QUC	ما هو رقم *(أو دلالة أخرى)* آخر رسالة استقبلتموها مني (أو من ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*)؟	رقم (أو *دلالة أخرى*) آخر رسالة استقبلتها منكم (أو من ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*) هو ...؟
	تبادل المراسلات	
QOG	كم شريط لديكم للإرسال؟	لدي ... شريط للإرسال.
QOH	هل يجب أن أرسل إشارة مطاورة لمدة ... ثانية (ثوانٍ)؟	أرسلوا إشارة مطاورة لمدة ... ثانية (ثوانٍ).

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	تبادل المراسلات (تابع)	
QOI	هل يجب أن أرسل شريطي؟	أرسلوا شريطكم.
QRJ	كم من طلبات بين يديكم على نداءات الهاتف الراديوي؟	بين يدي ... طلبات (طلباً) على نداءات الهاتف الراديوي.
QRU	هل لديكم أي شيء لي؟	ليس لدي شيء لكم.
QSG	هل يجب أن أرسل ... برقية في نفس الوقت؟	أرسل ... برقية في نفس الوقت.
QSI		لم أتمكن من مقاطعة إرسالكم. *أو* المرجو إعلام ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* بأنني لم أتمكن من مقاطعة إرساله (على ... kHz (أو MHz))
QSK	هل يمكنكم سماعي بين إشاراتكم؟ وإن كان الأمر كذلك فهل يمكنني أن أقاطع إرسالكم؟	يمكنني سماعكم بين إشاراتي؛ ويمكنكم مقاطعة إرسالي.
QSL	هل يمكنكم الإشعار بالاستلام؟	يمكنني الإشعار بالاستلام.
QSM	هل يجب أن أكرر البرقية الأخيرة التي أرسلتها إليكم (أو برقية سابقة)؟	كرروا البرقية الأخيرة التي أرسلتموها إلي (أو البرقية (البرقيات) رقم ...).
QSZ	هل يجب أن أرسل كل كلمة أو زمرة أكثر من مرة واحدة؟	أرسلوا كل كلمة أو زمرة أكثر من مرة واحدة (أو ... مرات).
QTA	هل يجب أن ألغي البرقية (أو الرسالة) رقم ...؟	الغ البرقية (أو الرسالة) رقم ...
QTB	هل تتفق مع حسابي للكلمات؟	لا أتفق مع حسابكم للكلمات؛ سوف أكرر الحرف الأول أو الرقم الأول لكل كلمة أو زمرة.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	تبادل المراسلات (تابع)	
QTC	كم برقية لديكم للإرسال؟	لدي ... برقية لكم (*أو* لغيركم ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*.
QTV	هل يجب أن أسهر بدلاً منكم على التردد kHz (*أو* MHz) (من الساعة ... إلى الساعة ...)؟	اسهروا بدلاً مني على التردد ... kHz (*أو* MHz)؟ (من الساعة ... إلى الساعة ...).
QTX	هل يمكنكم ترك محطتكم مفتوحة للاتصال بي حتى إشعار لاحق مني (*أو* حتى الساعة ...)؟	سوف أترك محطتي مفتوحة للاتصال بكم حتى إشعار لاحق منكم (*أو* حتى الساعة ...).
	التحرك	
QRE	في أي وقت تتوقعون الوصول إلى ... (*أو* فوق ...) *(المكان)*؟	أتوقع الوصول إلى ... (*أو* فوق ...) *(المكان)* عند الساعة ...
QRF	هل أنتم عائدون إلى ... *(المكان)*؟	أنا عائد إلى ... *(المكان)*. *أو* عودوا إلى ... *(المكان)*.
QSH	هل يمكنكم التوجه بمحدد زوايا الاتجاه راديوياً؟	يمكنني التوجه بمحدد زوايا الاتجاه راديوياً (إلى *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*).
*QTI	ما هو مساركم الحقيقي؟	مساري الحقيقي هو ... درجة.
*QTJ	ما هي سرعتكم؟	سرعتي هي ... عقدة (*أو* ... كيلومتر في الساعة *أو* ... ميل أرضي في الساعة).
	(تطلب سرعة السفينة أو الطائرة بالنسبة إلى الماء أو الهواء على التوالي.)	*(تدل على سرعة السفينة أو الطائرة بالنسبة إلى الماء أو الهواء على التوالي.)*

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	الحركة (تابع)	
QTK*	ما هي سرعة طائرتكم بالنسبة إلى سطح الأرض؟	سرعة طائرتي بالنسبة إلى سطح الأرض هي ... عقدة (*أو* ... كيلومتر في الساعة *أو* ... ميل أرضي في الساعة).
QTL*	ما هي وجهتكم الحقيقية؟	وجهتي الحقيقية هي ... درجة.
QTM*	ما هي وجهتكم المغنطيسية؟	وجهتي المغنطيسية هي ... درجة.
QTN	في أي وقت غادرتم ... *(المكان)*؟	غادرت ... *(المكان)* في الساعة ...
QTO	هل غادرتم الحوض (*أو* الميناء)؟	غادرت الحوض (*أو* الميناء).
	أو	*أو*
	هل أقلعتم؟	أقلعت.
QTP	هل ستدخلون الحوض (*أو* الميناء)؟	سوف أدخل الحوض (*أو* الميناء).
	أو	*أو*
	هل ستحط في البحر (*أو* على الأرض)؟	سوف أحط في البحر (*أو* على الأرض).
QUN	1. *عندما توجه إلى جميع المحطات:* هل يمكن للسفن في جواري المباشر ...	موقعي ومساري الحقيقي وسرعتي هي ...
	أو	
	(في جوار خط العرض ... وخط الطول...)	
	أو	
	(في جوار ...) أن تدلني على موقعها ووجهتها الحقيقية وسرعتها؟	
	2. *عندما توجه إلى محطة واحدة:* هل يمكنكم أن تدلوني على موقعكم ووجهتكم الحقيقية وسرعتكم.	

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	الأرصاد الجوية	
*QUB	هل يمكنكم إعطائي بالترتيب التالي معلومات بشأن: الاتجاه الحقيقي وسرعة الريح على سطح الأرض؛ وحالة الرؤية؛ والطقس الحالي؛ وكمية ونمط وعلو قاعدة السحاب فوق ... *(موقع الرصد)*؟	ها هي المعلومات المطلوبة: ... *(يتعين تحديد الوحدات المستعملة للسرعة والمسافات.)*
*QUH	هل يمكنكم إعطائي الضغط الجوي الحالي على مستوى سطح البحر؟	الضغط الجوي الحالي على مستوى سطح البحر هو ... *(وحدة)*.
QUX	هل بين يديكم إنذارات تتعلق بالملاحة أو العواصف؟	بين يدي الإنذارات التالية المتعلقة بالملاحة أو العواصف: ...
	تحديد زوايا الاتجاه راديوياً	
QTE	ما هو تقويمي الزاوي الحقيقي بالنسبة إليكم؟	تقويمكم الزاوي بالنسبة إلي هو ... درجة في الساعة ...
	أو	*أو*
	ما هو تقويمي الزاوي الحقيقي بالنسبة إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	تقويمكم الزاوي بالنسبة إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* كان ...درجة في الساعة ...
		أو
	أو	
	ما هو التقويم الزاوي الحقيقي لـ ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* بالنسبة إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	التقويم الزاوي الحقيقي لـ ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* بالنسبة إلى ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* كان ... درجة في الساعة ...

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	تحديد زوايا الاتجاه راديوياً (تابع)	
QTF	هل يمكنكم إعطائي موقعي الناتج عن التقويمات الزاوية التي قامت بها المحطات المحددة لزوايا الاتجاه راديوياً التي تراقبونها؟	موقعكم الناتج عن التقويمات الزاوية التي قامت بها المحطات المحددة لزوايا الاتجاه راديوياً التي أراقبها هو خط العرض ... وخط الطول ... *(أو دلالة أخرى على الموقع)*، الصنف ... في الساعة ...
QTG	هل يمكنكم إرسال شرطتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ *(أو* الموجة الحاملة لفترتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ) متبوعتين برمزكم الدليلي للنداء *(أو اسمكم)* (مكررين ... مرات) على ... kHz *(أو* MHz)؟	سوف أرسل إليكم شرطتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ *(أو* الموجة الحاملة لفترتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ) متبوعتين برمزكم الدليلي للنداء *(أو اسمكم)* (مكررين ... مرات) على ... kHz *(أو* MHz).
	أو	*أو*
	هل يمكنكم أن تطلبوا من ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* إرسال شرطتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ *(أو* الموجة الحاملة لفترتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ) متبوعتين برمزه الدليلي للنداء *(أو اسمكم)* (مكررين ... مرات) على ... kHz *(أو* MHz)؟	لقد طلبت من ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* إرسال شرطتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ *(أو* الموجة الحاملة لفترتين مدة كل منهما عشر ثوانٍ) متبوعتين برمزكم الدليلي للنداء *(أو اسمكم)* (مكرر ... مرات) على ... kHz *(أو* MHz).
	تعليق العمل	
QRT	هل يجب أن أكف عن الإرسال؟	كفوا عن الإرسال.
QUM	هل يمكنني أن أستأنف العمل العادي؟	يمكنكم استئناف العمل العادي.
QUZ	هل يمكنني أن أستأنف عملاً محدوداً؟	ما زال إجراء الاستغاثة قائماً؛ يمكنكم استئناف عمل محدود.
	السلامة	
QOE	هل استقبلتم إشارة السلامة التي أرسلها... *(الاسم أو الرمز الدليلي للنداء، أو كلاهما)*.	استقبلت إشارة السلامة التي أرسلها ... *(الاسم أو الرمز الدليلي للنداء، أو كلاهما)*.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	السلامة (تابع)	
QUX	هل بين يديكم إنذارات تتعلق بالملاحة أو العواصف؟	بين يدي الإنذارات التالية المتعلقة بالملاحة أو العواصف: ...
	الطوارئ	
QUD	هل استقبلتم إشارة الطوارئ التي أرسلها ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	استقبلت إشارة الطوارئ التي أرسلها ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)* في الساعة ...
	الاستغاثة	
QOJ	هل تريدون الاستماع على التردد ... kHz (أو MHz) لإشارات المنارات الراديوية لتحديد مواقع الطوارئ؟	إنني أستمع على التردد ... kHz (أو MHz) لإشارات المنارات الراديوية لتحديد مواقع الطوارئ.
QOK	هل استقبلتم على التردد ... kHz (أو MHz) إشارات منار راديوي لتحديد مواقع الطوارئ؟	استقبلت على التردد ... kHz (أو MHz) إشارات منار راديوي لتحديد مواقع الطوارئ؟
QUF	هل استقبلتم إشارة الاستغاثة التي أرسلها ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*؟	استقبلت إشارة الاستغاثة التي أرسلها ... *(الاسم و/أو الرمز الدليلي للنداء)*.
QUM	هل يمكنني أن أستأنف العمل العادي؟	يمكنكم استئناف العمل العادي.
QUZ	هل يمكنني أن أستأنف عملاً محدوداً؟	ما زال إجراء الاستغاثة قائماً؛ يمكنكم استئناف عمل محدود.
	البحث والإنقاذ	
*QSE	ما هو الانسياق المقدر لمركبة الإنقاذ؟	الانسياق المقدر لمركبة الإنقاذ هو ... *(الأرقام والوحدات)*.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	البحث والإنقاذ (تابع)	
*QSF	هل قمتم بالإنقاذ؟	قمت بالإنقاذ وأتجه نحو قاعدة ... (مع ... من الجرحى يحتاجون إلى سيارة إسعاف).
*QTD	ماذا انتشلت سفينة أو طائرة الإنقاذ؟	... *(تعرف الهوية)* انتشلت ... 1. ... *(عدد)* من الناجين 2. الحطام 3. ... *(عدد)* من الجثث.
*QTW	ما هي حالة الناجين؟	الناجون في حالة ... وهم بحاجة عاجلة إلى ...
*QTY	هل أنتم متجهون نحو مكان الحادثة، وإن كان الأمر كذلك، متى تتوقعون الوصول؟	أنا متوجه نحو مكان الحادثة وأتوقع الوصول عند الساعة ... (يوم ... *(التاريخ)*).
*QTZ	هل تواصلون البحث؟	أواصل البحث عن ... (طائرة أو سفينة أو مركبة نجاة أو ناجين أو حطام).
QUN	1. *عندما توجه إلى جميع المحطات:* هل يمكن للسفن في جواري المباشر ... *أو* (في جوار خط العرض ... وخط الطول...) *أو* (في جوار ...) أن تدلني على موقعها ووجهتها الحقيقية وسرعتها؟ 2. *عندما توجه إلى محطة واحدة:* المرجو أن تدلوني على موقعكم ووجهتكم الحقيقية وسرعتكم.	موقعي ووجهتي الحقيقية وسرعتي هم ...

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	البحث والإنقاذ (تابع)	
*QUO	هل يجب أن أبحث عن ...	ابحثوا عن ...
	1. طائرة	1. طائرة
	2. سفينة	2. سفينة
	3. مركبة إنقاذ	3. مركبة إنقاذ
	في جوار خط العرض ... وخط الطول ... *(أو حسب أي دلالة أخرى)*؟	في جوار خط العرض ... وخط الطول ... *(أو حسب أي دلالة أخرى)*.
*QUP	هل يمكنكم أن تدلوا على موقعكم بواسطة ...	موقعي مبين بواسطة ...
	1. نوارة	1. نوارة
	2. دخان أسود	2. دخان أسود
	3. صواريخ نارية؟	3. صواريخ نارية؟
*QUR	هل الناجون ...	الناجون ...
	1. استلموا تجهيزات الإنقاذ	1. استلموا تجهيزات الإنقاذ التي ألقت بها إليهم ...
	2. التقطتهم سفينة إنقاذ	2. التقطتهم سفينة إنقاذ
	3. وصلهم فريق إنقاذ أرضي؟	3. وصلهم فريق إنقاذ أرضي
*QUS	هل رأيتم ناجين أو حطاماً؟ إن كان الأمر كذلك، في أي مكان؟	رأيت ...
		1. ناجين في الماء
		2. ناجين على أطواف
		3. حطاماً في موقع خط العرض ... وخط الطول ... *(أو حسب أي دلالة أخرى)*.
*QUT	هل هناك دلالة على مكان الحادثة؟	الدلالة على مكان الحادثة هي ...
		1. لهب أو عوامة دخانية
		2. علامة بحرية
		3. صبغة تلوينية
		4. ... *(تحديد الدلالات الأخرى)*.

المختصر	السؤال	الإجابة أو المشورة
	البحث والإنقاذ (تابع)	
*QUU	هل يجب أن أوجه السفينة والطائرة إلى موقعي؟	وجهوا السفينة أو الطائرة ... *(الاسم والرمز الدليلي للنداء)* ...
		1. إلى موقعكم بإرسال رمزكم الدليلي للنداء وشرطات طويلة على ...kHz *(أو* MHz)
		2. بإرسال المسلك الحقيقي للوصول إليكم على ...kHz *(أو* MHz).
*QUW	هل توجدون في منطقة البحث ... *(الرمز أو خط الطول وخط العرض)*؟	أنا موجود في منطقة البحث ... *(تعيين)*.
*QUY	هل تم تعليم موقع مركبة الإنقاذ؟	تم تعليم موقع مركبة الإنقاذ في الساعة ... بواسطة ...
		1. لهب أو عوامة دخانية
		2. علامة بحرية
		3. صبغة تلوينية
		4. ... *(تحديد الدلالات الأخرى)*.
QUZ	هل يمكنني أن أستأنف عملاً محدوداً؟	ما زال إجراء الاستغاثة قائماً؛ يمكنكم استئناف عمل محدود.
	تعرف الهوية	
QTT		إن إشارة تعرف الهوية التالية متراكبة مع إرسال آخر.

القسم II. مختصرات وإشارات متنوعة

المختصر أو الإشارة	التعريف
AA	الكل بعد ... *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
AB	الكل قبل ... *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
ADS	عنوان *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
$\overline{AR}$	نهاية الإرسال
$\overline{AS}$	فترة الانتظار.
BK	الإشارة المستعملة لقطع إرسال جارٍ.
BN	الكل بين ... و ... *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
BQ	إجابة على RQ.
$\overline{BT}$	إشارة للفصل بين مختلف أجزاء إرسال واحد.
C	نعم *أو* "يجب فهم الزمرة السابقة بالإيجاب".
CFM	أكدوا *(أو* أؤكد).
CL	إنني أغلق محطتي.
COL	تناولوا طعامكم (أو أتناول طعامي).
CORREC-TION	ألغوا كلمتي *أو* زمرتي الأخيرة، التصحيح سوف يلي *(يستعمل في المهاتفة الراديوية، ويلفظ KOR-REK-SHUN).*
CP	نداء عام إلى محطتين محددتين أو أكثر *(انظر التوصية ITU-R M.1170).*
CQ	نداء عام إلى جميع المحطات.
CS	الرمز الدليلي للنداء *(يستعمل لطلب الرمز الدليلي للنداء).*

ملاحظة: عندما يستعمل الخط الأفقي فوق الحروف المكونة لإشارة ما فإنه يعني أن هذه الحروف يجب أن ترسل كإشارة واحدة.

المختصر أو الإشارة	التعريف
DE	"من ..." *(يستعمل قبل الاسم أو أي تعرف هوية آخر للمحطة الطالبة).*
DF	تقويمكم الزاوي في الساعة ... كان ... درجة، في القطاع المشكوك فيه من هذه المحطة، مع احتمال للخطأ يبلغ ... درجة.
DO	التقويم الزاوي مشكوك فيه. اسألوا عن تقويم زاوي آخر فيما بعد *(أو* في الساعة ...).
DSC	المناداة الرقمية الانتقائية.
E	الشرق (جهة أصلية).
ETA	ساعة الوصول المقدرة.
INTERCO	زمر من الشفرة الدولية للإشارات تلي *(يستعمل في المهاتفة الراديوية ويلفظ IN-TER-CO).*
K	دعوة إلى الإرسال.
$\overline{KA}$	إشارة بدء الإرسال.
KTS	أميال بحرية في الساعة *(عقد).*
MIN	دقيقة *(أو* دقائق).
MSG	سابقة تدل على رسالة موجهة إلى ربان السفينة أو قادمة منه تتعلق بتشغيل السفينة أو ملاحتها.
MSI	معلومات تتعلق بالسلامة البحرية.
N	الشمال (جهة أصلية).
NBDP	إبراق ضيق النطاق بطباعة مباشرة.
NIL	ليس لدي ما أرسله إليكم.
NO	لا *(نفي).*
NW	الآن.
NX	إنذار إلى الملاحين البحريين *(أو* إنذار إلى الملاحين البحريين يلي).
OK	نحن موافقون *(أو* هذا صحيح).
OL	رسالة عبر المحيط.
P	سابقة تدل على برقية راديوية خاصة.
PBL	مستهل *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
PSE	من فضلكم.
R	استُلِم.

المختصر أو الإشارة	التعريف
RCC	مركز تنسيق الإنقاذ.
REF	إحالة إلى ... (*أو* ارجعوا إلى ...).
RPT	كرروا (*أو* أكرر) (*أو* كرروا ...).
RQ	دلالة على طلب.
S	الجنوب (جهة أصلية).
SAR	البحث والإنقاذ.
SIG	التوقيع *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
SLT	رسالة بحرية راديوية.
SVC	سابقة تدل على برقية خدمة.
SYS	ارجعوا إلى برقية خدمتكم.
TFC	الحركة.
TR	تستعمله محطة برية لطلب موقع محطة متنقلة وميناء توقفها القادم؛ ويستعمل كذلك كسابقة للإجابة.
TU	أشكركم.
TXT	نص *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
$\overline{VA}$	انتهاء العمل.
W	الغرب (جهة أصلية).
WA	الكلمة بعد ... *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
WB	الكلمة قبل ... *(للاستعمال بعد علامة استفهام في الإبراق الراديوي أو بعد RQ في المهاتفة الراديوية (في حالة صعوبات لغوية) أو بعد RPT، لطلب التكرار).*
WD	الكلمة (الكلمات) *أو* الزمرة (الزمر).
WX	نشرة الأرصاد الجوية (*أو* نشرة الأرصاد الجوية تلي).
XQ	سابقة تستعمل للدلالة على إرسال مذكرة خدمة.
YZ	الكلمات التالية هي بلغة واضحة.

التوصية ITU-R M.1173-1*

الخصائص التقنية للمرسلات ذات النطاق الجانبي الوحيد المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية للمهاتفة الراديوية في النطاقات الموجودة بين 1 606,5 kHz (1 605 kHz في الإقليم 2) و4 000 kHz وبين 4 000 kHz و27 500 kHz

(2012-1995)

مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية الخصائص التقنية للمرسلات ذات النطاق الجانبي الوحيد المستعملة في نطاقات الخدمة المتنقلة البحرية MF/HF.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن من الضروري وصف الخصائص التقنية للمرسلات ذات النطاق الجانبي الوحيد المستعملة في النطاقات الموجودة بين 1 606,5 kHz (1 605 kHz في الإقليم 2) و4 000 kHz وبين 4 000 kHz و27 500 kHz،

توصي

1 بأن المرسلات ذات النطاق الجانبي الوحيد المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية للمهاتفة الراديوية في نطاقات الترددات الموجودة بين 1 606,5 kHz (1 605 kHz في الإقليم 2) و4 000 kHz وبين 4 000 kHz و27 500 kHz يجب أن تصمم لاستيفاء الخصائص التقنية المبينة في الملحق 1.

* يجب أن ترفع هذه التوصية إلى علم المنظمة البحرية الدولية (IMO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) واللجنة الدولية للاتصالات الراديوية البحرية (CIRM).

الملحق 1

الخصائص التقنية للمرسلات ذات النطاق الجانبي الوحيد المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية من أجل المهاتفة الراديوية في النطاقات الموجودة بين 1 606,5 kHz و1 605 kHz (في الإقليم 2) و4 000 kHz وبين 4 000 kHz و27 500 kHz

1 قدرة الموجة الحاملة:

فيما يخص إرسالات الصنف J3E، تكون قدرة الموجة الحاملة أدنى من قدرة غلاف الذروة بما لا يقل عن 40 dB.

2 يجب على المحطات الساحلية ومحطات السفن أن ترسل في النطاق الجانبي العلوي فقط.

3 يجب أن يمتد نطاق الترددات السمعية للمرسل من 350 Hz إلى 2 700 Hz، مع تغير في الاتساع بدلالة التردد لا يتجاوز 6 dB.

4 يجب أن يحتفظ بتردد الموجة الحاملة للمرسلات في حدود التفاوتات المسموح بها المحددة في التذييل 2 من لوائح الراديو.

5 يجب أن يكون تشكيل التردد غير المرغوب فيه للموجة الحاملة ضعيفاً بما يكفي لتجنب التشوهات الضارة.

6 عندما تستعمل إرسالات الصنف H3E أو J3E، فإن قدرة أي إرسال غير مرغوب فيه يزود لخط تغذية الهوائي على تردد منفصل يجب، عندما يشغل المرسل بقدرة ذروته الغلافية، أن يكون مطابقاً للجدول التالي:

الفاصل Δ بين تردد البث غير المرغوب والتردد المخصص (kHz)	التوهين الأدنى تحت قدرة غلاف الذروة
$1,5 < \Delta \leq 4,5$	31 dB
$4,5 < \Delta \leq 7,5$	38 dB
$7,5 < \Delta$	43 dB دون أن تتجاوز قدرة الإرسال غير المرغوب فيه قدرة 50 mW

فيما يخص الإرسالات خارج النطاق والبث الهامشي التي تنتج عن عملية التشكيل لكنها لا تقع في طيف الإرسالات خارج النطاق، يمكن التحقق من أن المرسلات التي تستعمل إرسالات الموجات الحاملة المكبوتة تستوفي الشروط الواردة أعلاه بأن توضع في دخل المرسل إشارة مكونة من ترددين سمعيين متباعدين بما فيه الكفاية لكي يقع كل ما ينتج عن التشكيل البيني عند ترددات تبعد عن التردد المخصص بما لا يقل عن 1,5 kHz.

التوصية ITU-R M.1174-4*

الخصائص التقنية للتجهيزات المستعملة للاتصالات على متن السفن في النطاقات المحصورة بين 450 و470 MHz

(2019-2015-2004-1998-1995)

مجال التطبيق

تصف هذه التوصية الخصائص التقنية للتجهيزات العاملة في الخدمات المتنقلة البحرية طبقاً لأحكام الرقم **287.5** من لوائح الراديو (RR) الخاص بالاتصالات على متن السفن. وهي تعالج مباعدتي القناة 25 kHz أو 12,5 kHz للتكنولوجيات التماثلية والرقمية. وبالإضافة إلى ذلك يجوز أيضاً استخدام مباعدة القناة 6,25 kHz للتكنولوجيا الرقمية.

الكلمات الرئيسية

البحرية، الاتصالات على متن السفن، المياه الإقليمية، مباعدة القنوات، ترتيب التردد، الموجات الديسيمترية (UHF)

المختصرات/مسرد المصطلحات

Ch. رقم القناة *(Channel number)*

DCS الإسكات بتشفير رقمي *(Digital coded squelch)*

FSK تشكيل الإبراق بزحزحة التردد *(Frequency-shift keying modulation)*

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن هناك حاجة لوصف خصائص معدات الاتصالات على متن السفن في النطاقات المحصورة بين 450 و470 MHz؛

ب) أنه تم مؤخراً إدخال تعديلات على تيسر التردد،

توصي

1 بأن تمتثل المرسلات والمستقبلات المستخدمة في الخدمة المتنقلة البحرية للاتصالات على متن السفن في النطاقات المحصورة بين 450 و470 MHz للخصائص التقنية المعروضة في الملحق 1؛

2 بالنسبة إلى التكنولوجيا التماثلية بأن يشكل استخدام نظم الإسكات بتشفير نغمي مستمر ونظام الإسكات بتشفير رقمي (DCS) وسيلة فعّالة للتخفيف من انطباع المستعمل باكتظاظ حركة الاتصالات؛

3 بالنسبة إلى التكنولوجيا الرقمية، باستخدام نظام DCS أو نظام تشغيلي مكافئ كوسيلة للتخفيف من انطباع المستعمل باكتظاظ حركة الاتصالات؛

4 بأنه خلال التشغيل، وبغية الكشف عما إذا كانت هناك قناة متوافرة للتشغيل، من المستصوب استخدام طريقة "الاستماع قبل الكلام" كتقنية ممكنة للتخفيف؛

* ينبغي أن تحاط المنظمة البحرية الدولية واللجنة الدولية الراديوية البحرية علماً بهذه التوصية.

5 بحث أصحاب السفن عند استبدال أو تركيب معدات الاتصالات على متن السفن على تجهيز المعدات باستخدام مباعدة القناة kHz 12,5 أو kHz 6,25.

الملحق 1

الخصائص التقنية للتجهيزات المستعملة للاتصالات على متن السفن في النطاقات المحصورة بين 450 و470 MHz

1 ينبغي تجهيز المعدات بقنوات كافية ذات تشغيل مرض في منطقة الاستخدام المزمع.

2 ينبغي أن تقتصر القدرة المشعة الفعّالة على الحد الأقصى المطلوب للعمليات المرضية، على ألا تتجاوز بأي حال من الأحوال 2 W. وحينما أمكن ذلك يتعين تجهيز المعدات بجهاز مناسب لخفض قدرة الخرج على الأقل بمقدار 10 dB.

3 وفي حال المعدات المركبة في نقطة ثابتة على السفينة فإن ارتفاع الهوائي الخاص بها ينبغي ألا يزيد على 3,5 أمتار فوق المستوى الأعلى للسطح.

	قنوات kHz 25 التكنولوجيا التماثلية	قنوات kHz 12,5 التكنولوجيا التماثلية
4	ينبغي فحسب استخدام تشكيل تردد ذي تشديد مسبق قدره 6 dB/أوكتاف (تشكيل الطور).	ينبغي فحسب استخدام تشكيل تردد ذي تشديد مسبق قدره 6 dB/أوكتاف (تشكيل الطور).
5	إن الانحراف الترددي المقابل لتشكيل بنسبة 100% ينبغي أن يقارب ±5 kHz قدر المستطاع. ولا يجوز بأي حال من الأحوال أن يزيد الانحراف الترددي عن ±5 kHz.	إن الانحراف الترددي المقابل لتشكيل بنسبة 100% ينبغي أن يقارب ±2,5 kHz قدر المستطاع. ولا يجوز بأي حال من الأحوال أن يزيد الانحراف الترددي عن ±2,5 kHz.
6	ينبغي أن يكون تفاوت التردد المسموح به 5 أجزاء من 10[6].	ينبغي أن يكون تفاوت التردد المسموح به 2,5 جزء من 10[6].
7	ينبغي أن يقتصر نطاق التردد السمعي على 3 000 Hz.	ينبغي أن يقتصر نطاق التردد السمعي على 2 550 Hz.

	قنوات kHz 12,5 التكنولوجيا الرقمية	قنوات kHz 6,25 التكنولوجيا الرقمية
8	ينبغي استخدام تشكيل ثابت الغلاف فحسب، يطلق عليه اسم 4FSK (تشكيل الإبراق بزحزحة التردد رباعي المستويات).	ينبغي استخدام تشكيل ثابت الغلاف فحسب، يطلق عليه اسم 4FSK (تشكيل الإبراق بزحزحة التردد رباعي المستويات).
9	ينبغي أن يقتصر تفاوت التردد على ±3 024 Hz.	ينبغي أن يقتصر تفاوت التردد على ±1 471 Hz.
10	خطأ تردد الإرسال الأقصى: ±2 جزء في المليون (ppm). خطأ الانسياق الأقصى لميقاتية قاعدة التوقيت: ±2 جزء في المليون (ppm).	خطأ تردد الإرسال الأقصى: ±1,5 جزء في المليون (ppm). خطأ الانسياق الأقصى لميقاتية قاعدة التوقيت: ±2 جزء في المليون (ppm).

11 وينبغي أن تشفر إشارات التحكم والقياس عن بُعد والإشارات الأخرى غير الهاتفية مثل الاستدعاء الراديوي بطريقة تسمح قدر المستطاع بتجنب إمكانية الاستجابة الخاطئة تحت أثر الإشارات المسببة للتداخل. ويمكن استعمال الترددات المحددة في الفقرة 15 أدناه للاتصالات على متن السفن لعمليات الإرسال المفرد بتردد واحد أو ترددين.

12 وفي استعمالات الإرسال المزدوج، يجب اختيار التردد الأساسي للمرسل في الجزء السفلي من المدى لتحسين قابلية التشغيل.

13 وبصفة عامة فإنه إذا كان استعمال محطة مكررات مطلوباً على متن سفينة، ينبغي أن تُستعمل نطاقات التردد الموصوفة في الرقمين **287.5** و**288.5** من لوائح الراديو. ويرد وصف الترتيب المفصل للتردد المزدوج في الفقرة 15 أدناه.

14 وضمن المياه الإقليمية ينبغي استخدام هذه الترددات رهناً باللوائح الوطنية.

15 الترددات

ينبغي أن تُستخدم نطاقات التردد المحددة في الرقم **287.5** من لوائح الراديو (رهناً باللوائح الوطنية) مع الترتيب التالي:

القناة الدنيا					
قناة 25 kHz		قناة 12,5 kHz		قناة 6,25 kHz	
Ch.	MHz	Ch.	MHz	Ch.	MHz
1	457,525	11	457,5250	102	457,515625
				111	457,521875
				112	457,528125
		12	457,5375	121	457,534375
				122	457,540625
2	457,550	13	457,5500	131	457,546875
				132	457,553125
		14	457,5625	141	457,559375
				142	457,565625
3	457,575	15	457,5750	151	457,571875
				152	457,578125
				161	457,584375

القناة العليا					
قناة 25 kHz		قناة 12,5 kHz		قناة 6,25 kHz	
Ch.	MHz	Ch.	MHz	Ch.	MHz
4	467,525	21	467,5250	202	467,515625
				211	467,521875
				212	467,528125
		22	467,5375	221	467,534375
				222	467,540625
5	467,550	23	467,5500	231	467,546875
				232	467,553125
		24	467,5625	241	467,559375
				242	467,565625
6	467,575	25	467,5750	251	467,571875
				252	467,578125
				261	467,584375

ملاحظة – ينبغي أن تُستخدم المحطة المكررة كأزواج من القناة الدنيا والقناة العليا مع مباعدة تردد تبلغ بالضبط 10 MHz (مثل القناة 2 والقناة 5، والقناة 11 والقناة 21).

وثمة علاقة للتداخل من النظام الرقمي إلى النظام التماثلي القائم. والإدارات مدعوة إلى النظر في تأثير الاتصالات التماثلية ولا سيما العاملة منها على القناة الدنيا.

التوصية ITU-R M.1187-1

طريقة لحساب المنطقة التي يحتمل أن تتأثر في حالة شبكة للخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) تستعمل مدارات دائرية في المدى 1-3 GHz

(المسألتان ITU-R 83/8 وITU-R 201/8)

(2006-1995)

نطاق التطبيق

تعرف هذه التوصية عبارة "قوس الخدمة النشيط" وتعرض طريقة لحساب "المنطقة المتأثرة" عندما تخصص ترددات للمحطات الفضائية في أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية التي تعمل بين 1 و3 GHz، ومن أجل المساعدة في تعرف هوية الإدارات التي يمكن أن تدرج تخصيصاتها داخل هذه "المنطقة المتأثرة".

إن جمعية الاتصالات الراديوية في للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن ثمة ضرورة لوضع توصيات عن طرائق التنسيق، والمعطيات المدارية اللازمة بالنسبة إلى الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، ومعايير التقاسم؛

ب) أن أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي تنفذ هذه التوزيعات للخدمة المتنقلة الساتلية قد تتضمن كوكبات مختلفة مع ارتفاعات مختلفة وزوايا ميل مختلفة؛

ج) أن ثمة ضرورة لتعريف "قوس الخدمة النشيط"؛

د) أن ثمة ضرورة لتعريف المنطقة التي يمكن أن تتأثر فيها خدمات أخرى، بما في ذلك الخدمة MSS، وحيث يمكن القيام بتنسيق لم تعرف معاييره المهمة وطرائقه في هذه التوصية؛

هـ) أن ثمة ضرورة لتعريف لاحق لمفهوم "المنطقة المتأثرة" (يجب عدم الخلط بين هذا المفهوم ومفهوم "منطقة التنسيق") بالنسبة إلى الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) المشغلة بين 1 و 3 GHz؛

وإذ تعترف

1 بأن الفصل الثالث من لوائح الراديو (RR) يتضمن الإجراء الخاص بالتأثير على تنسيق أنظمة HSS لبعض النطاقات الواردة في جدول توزيع الترددات في لوائح الراديو ضمن نطاقات التردد 1-3 GHz،

توصـــي

1 أن يعرف "قوس الخدمة النشيط" على النحو التالي: المحل الهندسي للنقاط المدارية في كوكبة MSS الذي يصف المواقع التي تقوم فيها السواتل بالإرسال والاستقبال؛ ويحسب مشغل الشبكة MSS القوس مستخدماً الخصائص المحددة لهذا النظام مثل مدارات الكوكبات، وخصائص هوائي المركبة الفضائية، والقدرة المشعة المكافئة المتناحية، التي تحقق أهداف خدمته بالنسبة لمنطقة خدمة معينة؛

2 أن تستعمل المنهجية الموضحة في الملحق 1 على النحو المحدد في الملحق عندما ينشر قوس خدمة نشيط محدد، من أجل المساعدة في تعرف هوية الإدارات التي يمكن أن تدرج تخصيصاتها ضمن "المنطقة المتأثرة" على النحو الوارد في الملحق 1 (راجع الملاحظة 1).

الملاحظة 1 – يمكن أن تحسن هذه المنهجية لاحقاً من خلال مراعاة خصائص تقنية أكثر دقة لنظام الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS).

الملحق 1

طريقة لحساب المنطقة التي يمكن أن تتأثر في حالة شبكة MSS تستعمل مدارات دائرية في النطاق GHz 3-1

1 مقدمة

يعرف هذا الملحق منهجية لحساب "المنطقة المتأثرة". وتستعمل هذه المنطقة المتأثرة من أجل تعرف هوية الخدمات MSS التي تستعمل ترددات مشتركة، وخدمات أخرى ذات مواقع مساوية، أو أعلى، في إدارات أخرى والتي يمكن أن تتأثر من جراء تشغيل الشبكة MSS. يرسم أولاً المحل الهندسي لنقاط قوس المدار الساتلي على نحو يقابل فيه النقاط التي يجب أن يكون الساتل نشيطاً عندها من أجل أن يغطي منطقة خدمته. ثم ترسم مواقع مسقط الساتل المقابلة على سطح الأرض. وتعرف عندها المنطقة المتأثرة على أنها مقابلة لتلك المناطق من الأرض التي تكون داخل رؤية المركبة الفضائية وتحدد بالنسبة إلى محيط المحل الهندسي لنقاط مسقط الساتل على سطح الأرض.

تعرف هذه المنهجية الخاصة بحساب المنطقة المتأثرة هوية الإدارات التي يمكن أن تتأثر تخصيصاتها للترددات نفسها.

من المعترف به أنه يمكن استعمال منهجية أخرى لتحديد تخصيصات التردد المتأثرة في إدارات أخرى فيما تتعلق بمحطة فضائية من الخدمة المتنقلة الساتلية ومنطقة الخدمة المصاحبة لها، وإن إدخال هذه المنهجية في توصية قطاع الاتصالات الراديوية قد لا يجعل استعمالها إلزامياً.

لا يؤدي استعمال هذه المنهجية لحساب منطقة متأثرة إلى تغيير الوضعية (الأولية أو الثانوية) لخدمات الاتصالات الراديوية داخل هذه المنطقة.

2 حساب المنطقة المتأثرة

لنفترض أن رباعي الأضلاع A المرسوم في الشكل 1 يمثل منطقة مسقط الساتل النشيطة اللازمة لخدمة إدارة في حالة نظام MSS تمثيلي. تجدر الإشارة إلى أن منطقة مسقط الساتل على سطح الأرض لا تتطابق، بالضرورة، مع حدود الإدارة. إن المسافة D، المرسومة في الشكل 1 هي المسافة الممتدة من المحيط الخارجي للرباعي A إلى نقطة مجال الرؤية (FOV) من الساتل. ويعرف مجال الرؤية (FOV) على أنه يمتد إلى حدود الأفق المرئي من الساتل. وتكون عندها المنطقة المتأثرة الكلية في المنطقة الكلية التي تحسب انطلاقاً من حواف منطقة مسقط الساتل حتى طرف المسافة D. وتبقى المسافة D، فيما يتعلق بالكوكبات الدائرية، مسافة ثابتة للدائرة العظمى تتزايد وفقاً لتزايد ارتفاع السواتل.

1.2 حساب عرض غلاف منطقة متأثرة

تقدم هذه الفقرة منهجية لحساب المسافة التي يجب استعمالها لرسم المحيط الخارجي حول مناطق مسقط الساتل النشيطة من أجل تحديد المنطقة المتأثرة.

يوضح الشكل 2 حساب المسافة D من المحيط الخارجي، وهي المسافة الممتدة من حافة منطقة مسقط الساتل A إلى مجال رؤية الساتل (FOV)، عند الحافة الخارجية للمنطقة النشيطة. وتعرف المنطقة المتأثرة على النحو التالي:

المنطقة المتأثرة: هي منطقة على سطح الأرض تحسب بواسطة تعريف مسافة انطلاقاً من محيط مسقط الساتل النشيطة A، أي مسافة D انطلاقاً من محيط المنطقة الفرعية النشيطة لمسقط الساتل على سطح الأرض، تقابل أقصى مجال رؤية من السواتل عند محيط قوس الخدمة النشيط. وتتضمن أيضاً المنطقة الإدارات التي تقع داخل منطقة مسقط الساتل النشيطة.

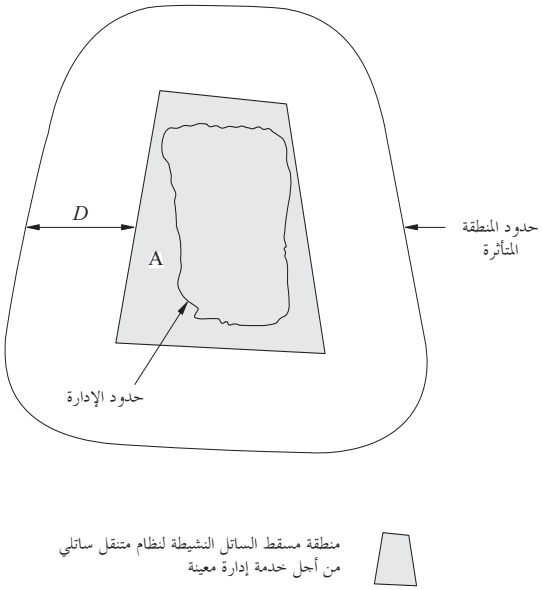
ويعرف قوس الخدمة النشيط والمنطقة الفرعية النشيطة لمسقط الساتل على النحو التالي:

قوس الخدمة النشيط: انظر التعريف الوارد في الفقرة يوصي 1.

منطقة مسقط الساتل النشيطة: هي الإسقاط باتجاه النظير من قوس الخدمة النشيط إلى نقاط على سطح الأرض. يعرف محيط هذه المنطقة في إحداثيات مركزها الأرض (خط العرض/خط الطول).

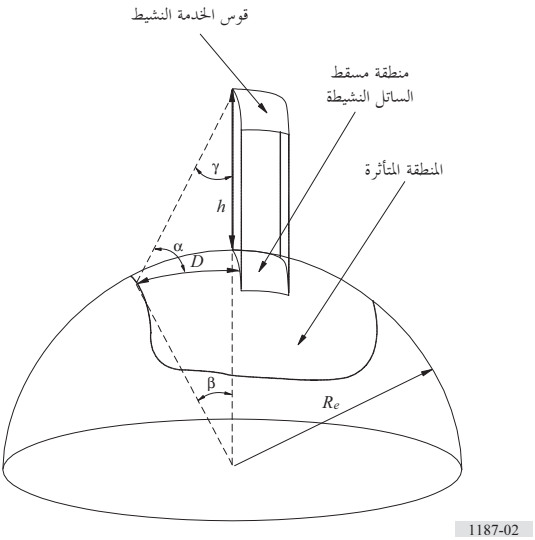
الشكل 1

تمثيل منطقة مسقط الساتل النشيطة لخدمة إدارة والمنطقة المتأثرة المقابلة لها



الشكل 2

البنية الهندسية اللازمة لحساب *D*، مسافة الغلاف حول منطقة مسقط الساتل



تعريف المتغيرات:

R_e: نصف قطر الأرض

h: ارتفاع الساتل

γ: زاوية النظير بالنسبة إلى الساتل عند حافة محيط مسقط الساتل إلى مسافة مجال الرؤية فيه

β: زاوية رأسها مركز الأرض من حافة منطقة مسقط الساتل إلى مسافة مجال الرؤية

α: زاوية الارتفاع

D: المسافة على الأرض من محيط منطقة مسقط الساتل النشيطة إلى نقطة زاوية الارتفاع (حدود أقصى مجال للرؤية).

تكون الصيغة اللازمة لحساب المسافة D هي التالية:

$$\beta = \cos^{-1}\left[R_e/(R_e + th)\right] \quad (1)$$

$$D = R_e \beta \quad \text{rad} \quad (2)$$

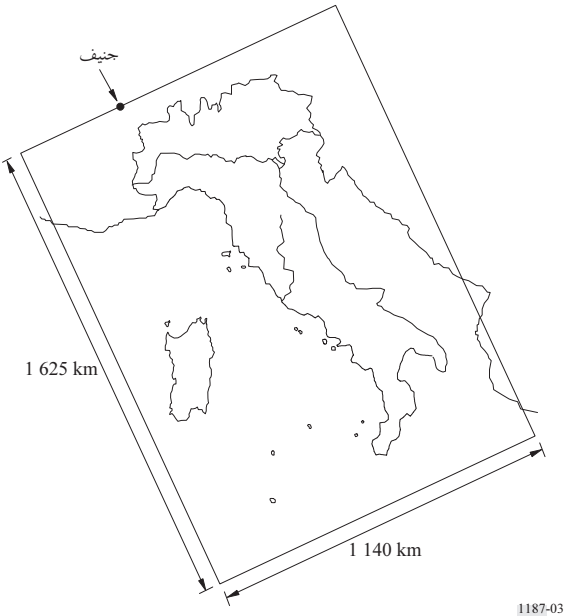
ويمكن بعد حساب المسافة D، أن تستعمل لتحديد المنطقة المتأثرة سوية مقترنة بمنطقة مسقط الساتل.

2.2 مثال لحساب منطقة متأثرة

تقدم هذه الفقرة مثالاً لكيفية حساب المنطقة المتأثرة من أجل نظام ساتلي متنقل مخصص لتوفير الخدمة داخل أراضي إدارة معينة. الإدارة المستعملة في المثال هي إيطاليا، ويوضح الشكل 3 منطقة مسقط الساتل الخاصة بخدمة إيطاليا للنظام الساتلي المتنقل LEO A (راجع التوصية ITU-R M.1184).

الشكل 3

منطقة مسقط الساتل النشيطة الافتراضية لإيطاليا



المعلمات اللازمة لحساب المنطقة المتأثرة هي التالية:

ارتفاع الساتل: 780 km

نصف قطر الأرض: 6 367 km

عرض منطقة مسقط الساتل: 1 140 km

طول منطقة مسقط الساتل: 1 625 km

تجدر الإشارة إلى أن منطقة مسقط الساتل النشيطة قد تم اختيارها مع افتراض أن منطقة الخدمة هي الإدارة الإيطالية وعلى سبيل المثال فقط. يمكن أن تكون منطقة مسقط الساتل الفعلية لإيطاليا في أي نظام ساتلي متنقل، مختلفة تماماً، وفقاً للخصائص المحددة لنظام الشبكات الساتلية.

إذا استعملت لهذه الحالة المعادلتان (1) و (2) يكون $\beta = 27°$ و $D = 3\,000$ km، بحيث تساوي المسافة D التي تجب إضافتها حول منطقة مسقط الساتل 3 000 km. وبهذا تمتد المنطقة المتأثرة في مثال منطقة مسقط الساتل الممثل في الشكل 3 إلى شمال–غرب السودان، وغربي روسيا (بما في ذلك موسكو)، وشمالي النرويج، وموريتانيا.

التوصية ITU-R S.1256-0

منهجية تحديد السوية الإجمالية القصوى لكثافة تدفق القدرة عند مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاق 700 6-075 7 MHz من وصلات تغذية الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية في الاتجاه فضاء–أرض

(المسألة ITU-R 206/4)

(1997)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن النطاق 700 6-075 7 MHz موزع على أساس أولي على الخدمة الثابتة الساتلية (FSS)، في الاتجاه فضاء–أرض، لكي تستعمله وصلات تغذية الشبكات الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS)؛

ب) أن النطاق 700 6-075 7 MHz موزع كذلك على أساس أولي على الخدمة FSS في الاتجاه أرض–فضاء، وأن النطاق 725 6-025 7 MHz يخضع لأحكام خطة تعيين التذييل 30B للوائح الراديو الخاصة بالشبكات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض؛

ج) أن السوية الإجمالية القصوى لكثافة تدفق القدرة الناتجة داخل زاوية ±5° على جانبي المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) من نظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في الخدمة FSS يجب بموجب الرقم S22.5A من لوائح الراديو ألا تتجاوز -168 ($dB\ (W/m^2)$) في أي نطاق عرضه 4 kHz؛

د) أن القرار 115 الصادر عن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (جنيف، 1995) (WRC-95) يدعو القطاع ITU-R إلى إعداد منهجية تتيح حساب السوية الإجمالية القصوى لكثافة تدفق القدرة التي تنتجها شبكة ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض عند مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض؛

هـ) أن الشبكات الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية لها معلمات مدارية ومعلمات إرسال متيسرة مثلما هو محدد في الفقرة vii 3.A) من الملحق 1 بالقرار (Rev. WRC-95) 46،

توصي

1 باتباع المنهجية الواردة في الملحق 1 لتحديد السوية الإجمالية القصوى لكثافة تدفق القدرة ($dB(W/m^2)$) في أي نطاق عرضه 4 kHz، وعند أي موقع داخل زاوية ميل ±5° على جانبي المدار GSO، تولدها وصلات التغذية لشبكة ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض عاملة في النطاق 700 6-075 7 MHz، في الاتجاه فضاء–أرض.

الملحق 1

المنهجية

1 وصف المنهجية

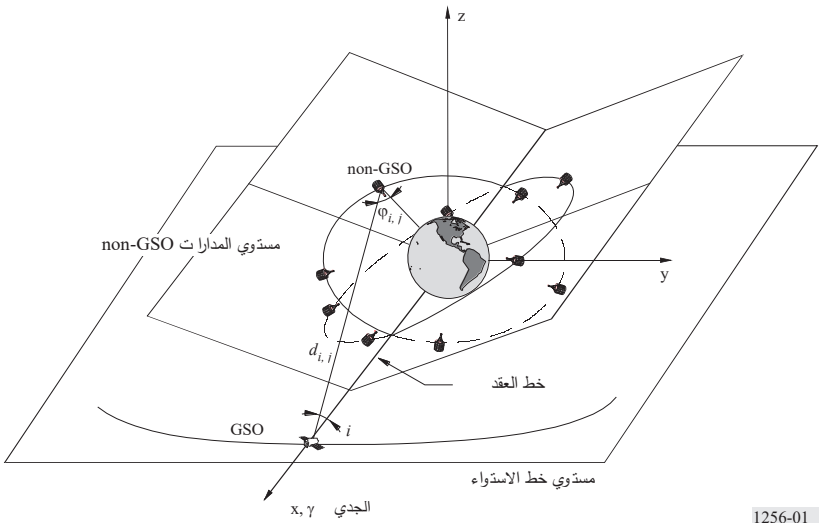
لحساب السوية الإجمالية لكثافة تدفق القدرة من شبكة ساتلية في مدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) إلى موقع اختبار معين في المدار GSO، يجب اللجوء إلى نمذجة حاسوبية لكل الكوكبة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ولموقع الاختبار في المدار GSO.

إذا انطلقنا من كون الساتل GSO، في حالة عادية، يجوب المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض في دور يبلغ حوالي 24 ساعة (T_{GSO} = 24 h) وأن الدور المداري لساتل non-GSO ($T_{non\text{-}GSO}$) ليس بالضرورة من قواسم الدور T_{GSO}، فقد تكون هناك حاجة إلى إجراء محاكيات إحصائية مفصلة وطويلة لتقييم سيناريو أسوأ حالة، الذي يؤدي إلى السوية الإجمالية القصوى لكثافة تدفق القدرة عند نقطة ما من المدار GSO.

يمكن القيام بمحاكاة بسيطة وأقصر بكثير لتقييم كثافة تدفق القدرة القصوى عند أي نقطة من المدار GSO. وبدلاً من سائل يتنقل فعلاً على المدار GSO، ينظر إلى موقع اختبار ثابت على المدار GSO، يكون موقعه المداري ثابتاً بالنسبة إلى جملة إحداثيات ديكارتية Oxyz (انظر الشكل 1) وليس بالنسبة إلى جملة إحداثيات أرضية وهي تدور. مع أخذ هذا الأمر في الاعتبار، فإن كون السواتل non-GSO لها دور $T_{non\text{-}GSO}$ يعني أن موقع السواتل non-GSO، مرئياً من نقطة الاختبار الثابتة على المدار GSO (انظر الشكل 1)، يتكرر على الأقل مرة واحدة في كل دور $T_{non\text{-}GSO}$. علاوة على ذلك، إذا كانت السواتل non-GSO موزعة بانتظام على كل مستوٍ مداري، فإن نفس الترتيب الهندسي للسواتل non-GSO سوف يتكرر حسب دور يساوي $T_{non\text{-}GSO}/N_S$ (حيث N_S هو عدد السواتل non-GSO الموزعة بانتظام في مستوٍ واحد). استناداً إلى هذه الاعتبارات الأساسية، سيكون للسوية الإجمالية لكثافة تدفق القدرة (المجمعة على أساس السواتل non-GSO المرئية) عند موقع الاختبار في المدار GSO قيم تتكرر حسب هذا الدور.

الشكل 1

هندسة الكوكبة non-GSO/GSO لحساب pfd: $\Delta\Omega = 0°$



يمكن حساب السوية الإجمالية لكثافة تدفق القدرة لكل مرحلة زمنية. يمكن كذلك حساب كثافة تدفق قدرة قصوى مركبة لموقع الاختبار المنتقى على المدار GSO، أثناء دور المحاكاة الذي يمتد من T_0 إلى $T_0 + T_{non\text{-}GSO/N}$.

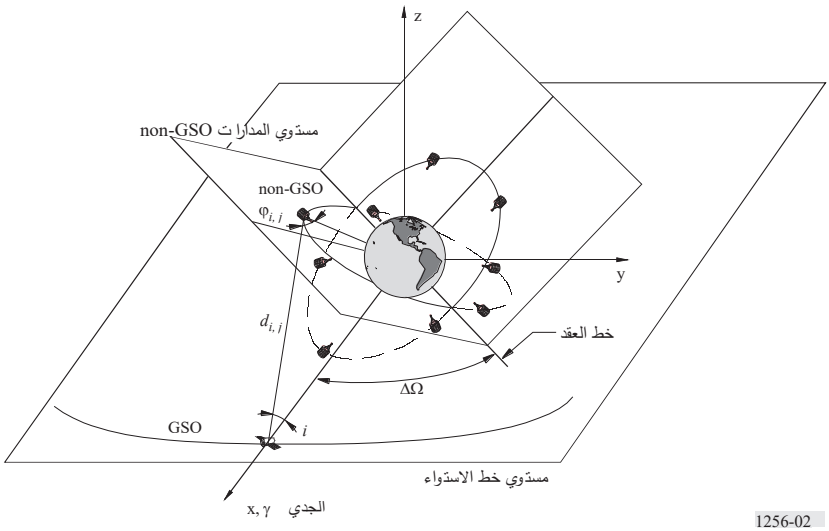
ليست القيمة المتحصل عليها لموقع الاختبار GSO المعين في الشكل 1 بالضرورة أقصى سوية لكثافة تدفق القدرة. وللحصول على السوية القصوى الحقيقية لكثافة تدفق القدرة المركبة، يجب تكرار نفس الإجراء على مواقع الاختبار GSO الأخرى، بزيادة الزاوية $\Delta\Omega$ (انظر الشكل 2) بين موقع الاختبار على المدار GSO وخط العقد non-GSO. ويجري هذا التكرار الثاني مع زوايا $\Delta\Omega$ تتراوح بين 0° و $(\Delta\Omega_{max} = 360°/N_p)$، حيث N_p هو عدد مستويات المدارات للسواتل non-GSO. في الحالات التي يكون فيها N_p زوجياً (كما هو الحال في الكوكبتين LEO-F وLEO-D)، تكون $\Delta\Omega_{max} = 180°/N_p$.

يمكن تطبيق هذه الطريقة كذلك على أي كوكبة non-GSO لا تستوفي الشروط المدارية المذكورة أعلاه (مثلاً التوزيع الساتلي غير منتظم، المدارات إهليلجية). في هذه الحالات، تتم المحاكاة الزمنية لمدة من الوقت تساوي الدور الأصغر لقابلية التكرار لتشكيلة الكوكبة، التي تكون غالباً تساوي دور الكوكبة $T_{non\text{-}GSO}$.

تقدم الفقرة 2 كل المعادلات الأساسية اللازمة لحساب السوية الإجمالية لكثافة تدفق القدرة المستقبلة من شبكة non-GSO معينة في موقع اختبار معين على المدار GSO. يبين الشكل 3 المخطط الانسيابي لبرمجية تنفيذ المنهجية الموصوفة هنا.

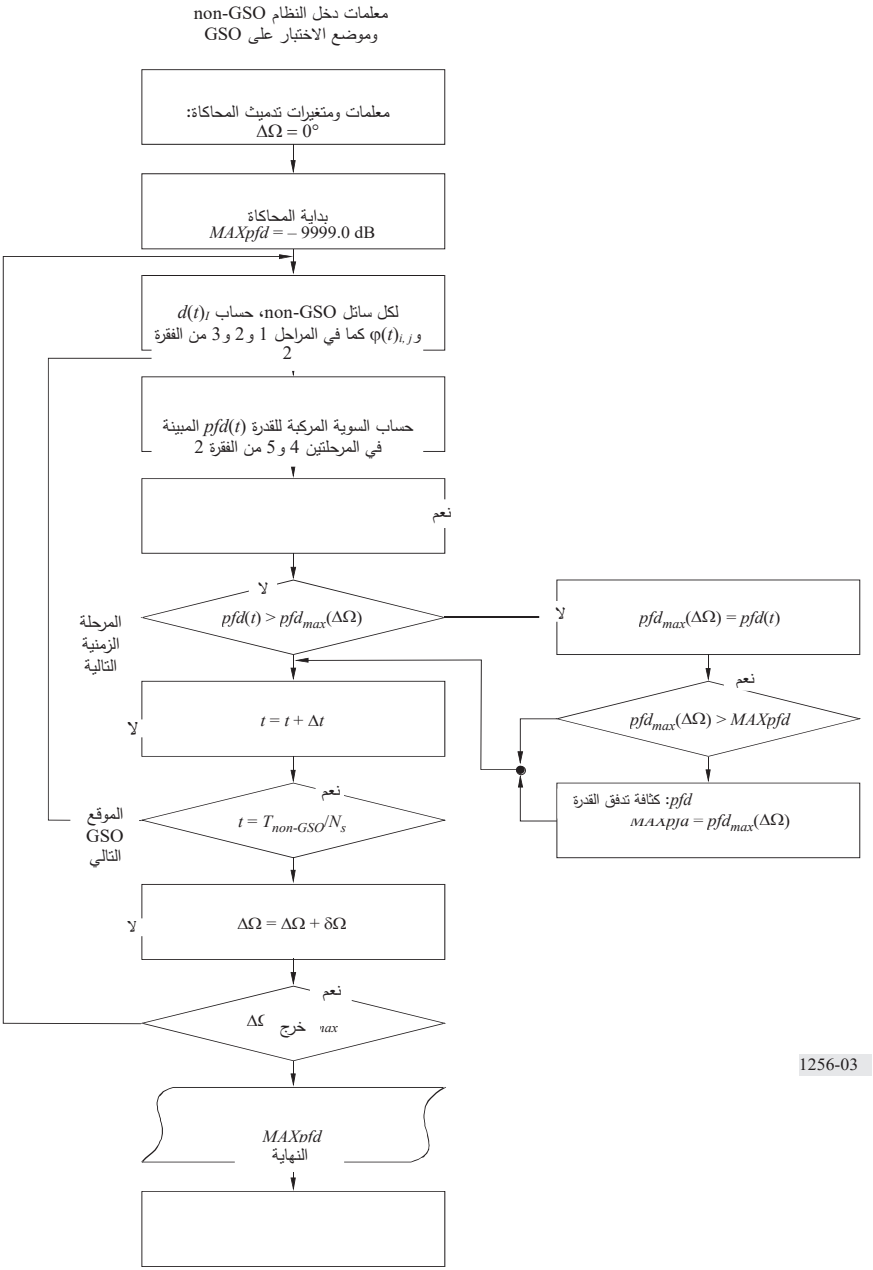
الشكل 2

هندسة الكوكبة GSO/non-GSO لحساب كثافة تدفق القدرة: $\Delta\Omega \neq 0°$



الشكل 3

مخطط انسيابي منهجي

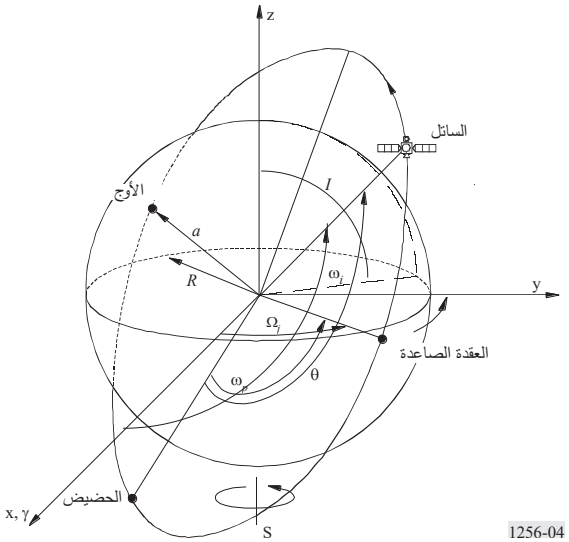


2 مراحل المحاكاة الأساسية

المرحلة 1: الموقع المداري للسواتل non-GSO

الشكل 4

المدار non-GSO والأنظمة المرجعية



يبين الشكل 4 مختلف المعلمات الضرورية للقيام بتقييم كامل في أي لحظة لموقع أي ساتل non-GSO في مداره. هذه المعلمات معددة على النحو التالي في الفقرة 3.A vii) من الملحق 1 بالقرار (Rev.WRC-95) 46:

a: نصف المحور الكبير؛ وفي حالة مدار دائري يكون نصف المحور الكبير ثابتاً ومساوياً لنصف قطر المدار؛

I: زاوية ميل المدار بالنسبة إلى مستوي خط الاستواء

Ω_j: الطالع المستقيم للعقدة الصاعدة للمستوي المداري من الرتبة j، مقيساً في عكس اتجاه عقارب الساعة في مستوي خط الاستواء اعتباراً من اتجاه الاعتدال الربيعي إلى النقطة التي يقوم فيها الساتل بقطع المستوي الاستوائي في الاتجاه جنوب–شمال ($0° \le \Omega_j < 360°$).

ω_p: زاوية الحضيض؛ وفي حالة مدار دائري، الحضيض يساوي الأوج؛ يمكن إذاً كتابة $\omega_p = 0°$

ω_i: زاوية الطور الأولية للساتل الذي رتبته i في مستويه المداري عند اللحظة المرجعية $t = 0$، مقيسة من نقطة العقدة الصاعدة ($0° \le \omega_i < 360°$)

θ: الزاوية الحضيضية الحقيقية للساتل.

بالنسبة لكوكبة سواتل non-GSO تستعمل مدارات دائرية، سوف تكون المعلمتان a وI ثابتتين وتكون ω_p تساوي صفراً. في هذه الحالة، يتحدد تغير موقع كل ساتل بواسطة Ω وθ.

وفي حالة مدار دائري، تكون السرعة الزاوية لساتل ما ثابتة. إذاً فالموقع الزاوي لساتل ما يساوي زاويته الحضيضية الحقيقية وتعطيها المعادلة التالية:

$$\theta(t)_{i,j} = \frac{360°}{T}\ t + \omega_{i,j} \tag{1}$$

من أجل $i = 1$ إلى N_s و$j = 1$ إلى N_p حيث N_s هو عدد السواتل في كل مستوٍ مداري، وN_p هو عدد المستويات المدارية وT هو الدور المداري بالثواني معبراً عنه بالمعادلة التالية:

$$T = 2\,\pi\,\sqrt{a^3/\mu} \tag{2}$$

حيث μ هي ثابتة التثاقل المتجه نحو مركز الأرض وهي تساوي $3.986\ \text{E14}(\text{m}^3\text{s}^{-2})$.

تتوقف مختلف قيم Ω_j على هندسة الكوكبة وتُعطى في قائمة مجموعة العناصر الموجودة في الفقرة vii 3.A) من الملحق 1 بالقرار (Rev.WRC-95) 46. وينطبق نفس المبدأ على قيم $\omega_{i,j}$.

إذا كنا نعرف لكل ساتل زاويته الحضيضية الحقيقية $\theta_{i,j}(t)$ والطالع المستقيم لعقدته الصاعدة Ω_j، فإن إحداثياته التي رأسها مركز الأرض تُعطى بالعبارات:

$$x(t)_{i,j} = a\left[\cos\Omega_j\ \cos\theta(t)_{i,j} - \cos I\ \sin\Omega_j\ \sin\theta(t)_{i,j}\right] \tag{3}$$

$$y(t)_{i,j} = a\left[\sin\Omega_j\ \cos\theta(t)_{i,j} + \cos I\ \cos\Omega_j\ \sin\theta(t)_{i,j}\right] \tag{4}$$

$$z(t)_{i,j} = a\left[\sin I\ \sin\theta(t)_{i,j}\right] \tag{5}$$

يتحدد موضع موقع الاختبار على المدار GSO بالنسبة لخط عقد الكوكبة non-GSO بواسطة $\Delta\Omega$ (انظر الفقرة 1). ومن ثم فإنه في المعادلات (3) و(4) و(5) ($\Omega_j = \Omega_{j,0} + \Delta\Omega$)، حيث $\Delta\Omega$ يتراوح بين 0 و$\Delta\Omega_{max}$ (انظر الفقرة 1) و($\Omega_{j,0} = \Omega_j$) من أجل ($\Delta\Omega = 0$).

المرحلة 2: المسافة بين الساتل non-GSO وموقع الاختبار على المدار GSO

تمثل x_{GSO} وy_{GSO} وz_{GSO} الإحداثيات التي رأسها مركز الأرض لموضع الاختبار على المدار GSO التي تعطيها العلاقات التالية:

$$x_{GSO} = a_{GSO} \cdot \cos I_{GSO} \tag{6}$$

$$y_{GSO} = 0 \tag{7}$$

$$z_{GSO} = a_{GSO} \cdot \sin I_{GSO} \tag{8}$$

حيث:

a_{GSO}: نصف المحور الكبير للمدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (42 164 km)

I_{GSO}: زاوية ميل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض ($-5° \le I_{GSO} \le 5°$).

تبقى هذه المعادلات ثابتة أثناء المحاكاة إذ إنه من الأسهل تغيير Ω_j في المعادلات (3) و(4) و(5) بزيادة التخالف $\Delta\Omega$.

يمكن عندئذ حساب المسافة بين ساتل non-GSO وموضع الاختبار على المدار GSO بتطبيق نظرية فيثاغورس:

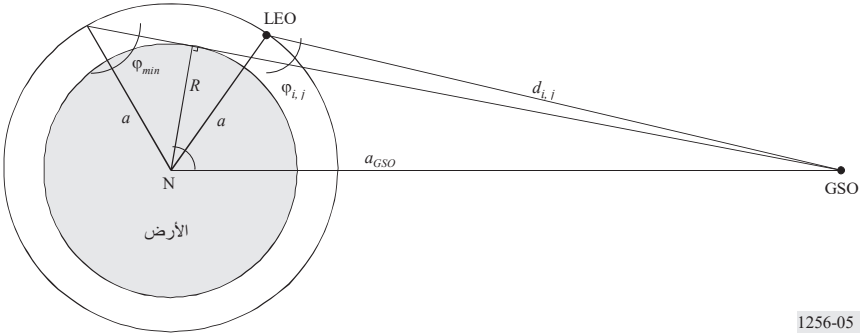
$$d(t)_{i,j} = \sqrt{\left(x_{GSO} - x(t)_{i,j}\right)^2 + y(t)_{i,j}^2 + \left(z_{GSO} - z(t)_{i,j}\right)^2} \tag{9}$$

المرحلة 3: حساب الزاوية خارج المحور لهوائي الساتل non-GSO في اتجاه موضع الاختبار على المدار GSO

يبين الشكل 5، بمخطط ثنائي الأبعاد، هندسة الزاوية خارج المحور لهوائي الساتل non-GSO بالنسبة إلى موضع الاختبار على المدار GSO.

الشكل 5

حساب الزاوية $\varphi_{i,j}$



يمكن تحديد الزاوية خارج المحور لهوائي الساتل non-GSO بتطبيق نظرية كارنو (المسماة كذلك "نظرية جيب التمام"):

$$\varphi(t)_{i,j} = \text{arc cos}\left(\frac{a^2 + d(t)_{i,j}^2 - a_{GSO}^2}{2ad(t)_{i,j}}\right) \quad (10)$$

المرحلة 4: حساب الكسب خارج المحور لهوائي ساتل non-GSO في اتجاه موضع الاختبار على المدار GSO

انطلاقاً من الزاوية خارج المحور المحسوبة في المعادلة (10)، يمكن حساب كسب الهوائي خارج المحور $G(\varphi(t)_{i,j})$ لكل ساتل مرئي. ولكن ذلك، كما يدل عليه الشكل 5، ليس ضرورياً إلا إذا كانت الزاوية $\varphi(t)_{i,j}$ أعلى من قيمة دنيا φ_{min} تُحسب على النحو التالي:

$$\varphi_{min} = \text{arc sin}\left(R/a\right) \quad (11)$$

المرحلة 5: حساب السوية المركبة لكثافة تدفق القدرة باتجاه موضع الاختبار على المدار GSO

يمكن التعبير عن السوية المركبة لكثافة تدفق القدرة على النحو التالي:

$$pfd(t) = \frac{P_{peak,4kHz}}{4\pi} \sum_{i \cdot j = 1 \text{to} N(t)_v} \frac{G\left(\varphi(t)_{i,j}\right)}{d(t)_{i,j}^2} \quad \text{for} \quad \varphi(t)_{i,j} \geq \varphi_{min} \quad (12)$$

حيث:

$P_{peak,\,4\,kHz}$: قدرة الذروة في النطاق 4 kHz الأسوأ، عند مدخل هوائي الساتل non-GSO؛ يُفترض أن هذه القيمة ثابتة ومتساوية لكل السواتل non-GSO

$N(t)_v$: عدد السواتل non-GSO المرئية من موضع الاختبار على المدار GSO في اللحظة t.

3 العدد الإجمالي لمراحل المحاكاة وزيادة مراحل المحاكاة قفزياً

هناك حاجة إلى مرحلتي محاكاة للقيام بحساب السوية المركبة القصوى لكثافة تدفق القدرة التي تصدر عن شبكة non-GSO باتجاه المدار GSO: المرحلة الزمنية Δt ومرحلة الطالع المستقيم $\delta\Omega$.

بما أنه ليس هناك أي تداخل بتراصف مباشر من السواتل non-GSO (التي تستعمل هوائياً ذا كسب متناح ضعيف أو هوائياً يرسل تداخلاً بفصوصه الثانوية)، فإن حالات متنوعة من المحاكاة (لكوكبتي LEO-D وLEO-F) بينت أن درجة زاوية لا تزيد عن 0,5° كافية للحصول على نتائج صالحة. عندئذ تكون درجات الحساب هي:

$$\Delta t = \frac{T(\text{s}) \times 0{,}5^\circ}{360^\circ}$$

$$\delta\,\Omega = 0{,}5^\circ$$

تعطي الفقرة 1 المدة الإجمالية للمحاكاة لكل موضع اختبار على المدار GSO وللعدد الإجمالي لمواضع الاختبار على المدار GSO.

التوصية ITU-R RS.1260-2

جدوى تقاسم الترددات بين المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء والخدمات الأخرى العاملة في النطاق 420-470 MHz

(المسألة ITU-R 218/7)

(2017-2003-1997)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية الخصائص التقنية والتشغيلية التي يجب أن تلتزم بها المحاسيس (النشيطة) لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) والمشغلة في النطاق 432-438 MHz لضمان حماية الخدمات الأولية الأخرى العاملة في نفس النطاق.

مصطلحات أساسية

خدمة استكشاف الأرض الساتلية، محاسيس نشيطة، رادار ذو فتحة تركيبية (SAR)، رادار تتبع الأجسام الموجودة في الفضاء، مناطق مستبعدة

التوصيات والتقارير ذات الصلة

التوصيات ITU-R F.758 وITU-R F.1108 وITU-R M.1462 وITU-R M.1462.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن بإمكان الرادارات المزودة بفتحة تركيبية (SAR) أن تقيس رطوبة التربة والكتلة الأحيائية الحرجية، وبإمكانها كشف التركيبات الجيولوجية المطمورة مثل التصدعات والشقوق والقعيرات والحنيرات، وبإمكانها رسم الخرائط وقياس عمق طبقة جليد القطب الجنوبي والخصائص الهيدروجيولوجية للمناطق القاحلة وشبه القاحلة؛

ب) أن الرادارات التجريبية المزودة بفتحة تركيبية المركبة على متن طائرة أثبتت إمكانية إجراء هذه القياسات؛

ج) أن هذه الرادارات المزودة بفتحة تركيبية المحمولة في الفضاء يجب تشغيلها على ترددات تقل عن 500 MHz لكي يتسنى لها اختراق مناطق النباتات الكثيفة وسطح الأرض على أساس متكرر على النطاق العالمي؛

د) أن نطاقات التردد بين 420 و470 MHz توزع حالياً على خدمات التحديد الراديوي للموقع والهواة والعمليات الفضائية وعلى الخدمتين الثابتة والمتنقلة؛

هـ) أن الاتصالات في خدمة الهواة، التي تستعمل إشارات ضعيفة (بما فيها إشارات الأرض–القمر–الأرض) تتركز حول 432 MHz وأن الاتصالات في خدمة الهواة (الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على السواء) تتم في النطاق 435-438 MHz؛

و) أن أجزاء أخرى من هذه النطاقات تستعمل لأغراض أخرى بما فيها:

– رادارات ترصّد الرياح في النطاق 440-450 MHz، وعند عدم التلاؤم بين رادارات ترصّد الرياح والتطبيقات الأخرى، في النطاقين 420-435 MHz و438-440 MHz (القرار **(WRC-97) 217**)؛

– مستقبلات أوامر التدمير الذاتي في مركبة الإطلاق في النطاق MHz 450,25-449,75 (الرقم **286.5** من لوائح الراديو)، وكذلك بالقرب من 421,0 و425,0 و427,0 و440,0 و445,0 MHz في الولايات المتحدة الأمريكية وفي البرازيل، أما في المقاطعات الفرنسية فيما وراء البحار في الإقليم 2 وفي الهند في النطاق MHz 434,25-433,75 (الرقم **281.5** من لوائح الراديو)؛

ز) أن بعض الرادارات المزودة بفتحة تركيبية المحمولة في الفضاء يمكن أن تنتج كثافة تدفق قدرة على سطح الأرض أعلى من كثافة تدفق القدرة المطلوبة لحماية الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة البرية في نطاق التردد هذا؛

ح) أن تقاسم نفس الترددات مع رادارات ترصّد الرياح لا يرجح أن يكون ملائماً بسبب التداخلات في المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية؛

ط) أن الرادارات المزودة بفتحة تركيبية يمكن أن تتعايش مع خدمة الهواة (الأولية في الإقليم 1 والثانوية في الإقليمين 2 و3، باستثناء ما ورد في الرقم **278.5** من لوائح الراديو) في النطاق MHz 440-430، وذلك بواسطة اتخاذ التدابير التقنية والتشغيلية الملائمة المحددة في الملحق 1 بهذه التوصية؛

ي) بالإضافة إلى ذلك، إن أحكام الأرقام **274.5** و**275.5** و**276.5** و**277.5** و**278.5** و**281.5** و**283.5** من لوائح الراديو تعدد البلدان التي حددت أجزاء من النطاقات الواقعة بين 430 و440 MHz باعتبارها وزعت على أساس أولي في الخدمات الثابتة والمتنقلة والعمليات الفضائية و/أو خدمة الهواة؛

ك) أن بعض دراسات التقاسم أشارت إلى أن تقاسم نفس الترددات بين خدمات الهواة وبعض الرادارات المزودة بفتحة تركيبية في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) ممكن بالنسبة لبعض أساليب إرسال الهواة مثل تشكيل التردد (FM) والنفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA)، ولكن قد يكون صعباً في حالة الموجة المستمرة وحالة النطاق الجانبي الوحيد؛

ل) أن التوصية ITU-R M.1462 تتضمن الخصائص التقنية والتشغيلية ومعايير حماية الرادارات (المحمولة جواً، والمحمولة على متن السفن وتتبع الأجسام الموجودة في الفضاء) العاملة في خدمة التحديد الراديوي للموقع المشغلة في النطاق MHz 420-450؛

م) أن ثمة احتمالاً في أن تتسبب بعض الرادارات المزودة بفتحة تركيبية المحمولة في الفضاء في تداخلات غير مقبولة للرادارات المقامة على سطح الأرض لتتبع الأجسام الموجودة في الفضاء المشغلة في النطاق MHz 420-450 إذا تواجدت الرادارات المزودة بفتحة تركيبية المحمولة في الفضاء في مجال رؤية الرادارات المقامة على سطح الأرض (أي فوق خط الأفق المرئي من الرادار)؛

ن) أن ثمة احتمالاً في أن تقوم رادارات مقامة على سطح الأرض لتتبع الأجسام الموجودة في الفضاء بتتبع بعض الرادارات المزودة بفتحة تركيبية والمحمولة في الفضاء، وأن تقترب السوية الناتجة عن قدرة التداخل المستقبلة في الرادارات المزودة بفتحة تركيبية والمحمولة في الفضاء من الحد الأقصى لمقدرتها على معالجة القدرة؛

س) أن ثمة احتمالاً في أن تتسبب بعض الرادارات المزودة بفتحة تركيبية المحمولة في الفضاء في تداخلات غير مقبولة للرادارات المحمولة جواً أو على متن السفن وتعمل في النطاق MHz 420-450. وتتوقف احتمالات وخطورة هذه التداخلات كثيراً على خصائص الرادارات المزودة بفتحة تركيبية؛

ع) أن أي تداخلات ضارة يمكن أن تسببها الرادارات المزودة بفتحة تركيبية لمستقبلات التدمير الذاتي في مركبات الإطلاق، حتى ولو لفترة وجيزة جداً، يمكن أن تلحق أضراراً بسلامة الأفراد وممتلكاتهم؛

ف) أنه نظراً للتعقيد الذي يتطلبه إحكام تنفيذ الأدوات في خدمات استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) في هذه الترددات المنخفضة، يتوقع ألا يتواجد سوى عدد قليل جداً من المنصات في المدار في ذات الوقت،

توصي

1 بأن تقوم المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء العاملة في النطاقات التي تستعملها خدمة الهواة وخدمة الهواة الساتلية والخدمة الثابتة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة العمليات الفضائية والخدمة المتنقلة والخدمة المتنقلة الساتلية في النطاق MHz 470-420، باحترام القيود التقنية والتشغيلية المبينة في الملحق 1 بهذه التوصية؛

2 بألا تشغل المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية في النطاق MHz 450-420 في خط بصر الرادارات المقامة على سطح الأرض لتتبع الأجسام الموجودة في الفضاء التي يعددها الجدول 2، ما لم يسبق ذلك تحليل تفصيلي، لكل حالة على حدة، من أجل مراعاة تأثير المعالجة على متن المستقبل الراداري في الإشارات غير المطلوبة للرادارات المزودة بفتحة تركيبية، وعند الاقتضاء إجراء اختبارات ميدانية لتأكيد الملاءمة باتفاق مشترك مع الإدارات المتأثرة؛

3 أن يصمم الرادار المزود بفتحة تركيبية المحمول في الفضاء للعمل في النطاق MHz 450-420 بحيث يجيز سويات قدرة الإشارات غير المطلوبة التي تنتج عن تتبع الرادارات الأرضية الأجسام الموجودة في الفضاء؛

4 بأنه قد يكون من الضروري توفير مباعدة كافية في الترددات وفي البعد الجغرافي بين الرادارات المزودة بفتحة تركيبية المحمولة في الفضاء ورادارات ترصّد الرياح العاملة في النطاقين MHz 432-420 وMHz 450-438؛

5 بأن يتم اختيار نطاقات تردد المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء بحيث لا يحدث تراكب مع نطاقات تردد مستقبل التدمير الذاتي في مركبة الإطلاق الوارد ذكرها في الفقرة *و) من إذ تضع في اعتبارها*؛

6 بأنه في الحالات التي يصعب فيها تنفيذ الرقم 5 من "*توصي*"، يجب عدم تشغيل المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء والعاملة في نطاقات الترددات الموزعة على مستقبل أوامر التدمير الذاتي في مركبة الإطلاق، ما لم تستخدم مسافة معينة عن مواقع استعمال أجهزة التحكم في مركبة الإطلاق بحيث يمكن تفادي التداخلات بين المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء ومستقبلات مركبة الإطلاق.

الملحق 1

القيود التقنية والتشغيلية المطبقة على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) العاملة في النطاق MHz 470-420

لأغراض حماية المحطات المشغلة في الخدمات القائمة يجب على الإرسال الصادر عن الرادارات المزودة بفتحة تركيبية في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) المشغلة في نطاق الترددات MHz 470-420 أن يخضع للقيود التقنية والتشغيلية المحددة في هذا الملحق.

وتستند القيود التالية إلى دراسات قطاع الاتصالات الراديوية. يوفر الملحق 2 المعلومات بشأن إمكانية التقاسم بين المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء والخدمات الأخرى في نطاق الترددات MHz 470-420.

1 القيود التقنية

الجدول 1

القيود التقنية المطبقة على أجهزة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) المشغلة في النطاق MHz 470-420

المعلمة	القيمة
ذروة كثافة تدفق القدرة على سطح الأرض الناتجة عن الفص الرئيسي للهوائي	-140 dB(W/m^2 · Hz))
كثافة تدفق القدرة المتوسطة القصوى على سطح الأرض الناتجة عن الفص الرئيسي للهوائي	-150 dB(W/m^2 · Hz))
كثافة تدفق القدرة المتوسطة القصوى على سطح الأرض الناتجة عن الفص الجانبي الأول للهوائي	-170 dB(W/m^2 · Hz))

2 القيود التشغيلية

لا يجوز أن ترسل أجهزة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) المشغلة في النطاق MHz 450-420 في مجال رؤية الرادارات المقامة على سطح الأرض لتتبع الأجسام الموجودة في الفضاء الواردة في الجدول 2، ما لم يجر تحليل تفصيلي، يشمل دراسة تأثير المعالجة على متن مستقبل الرادار في الإشارات غير المطلوبة التي يرسلها الرادار المزود بفتحة تركيبية، وعند الاقتضاء تجري اختبارات ميدانية لتأكيد الملاءمة.

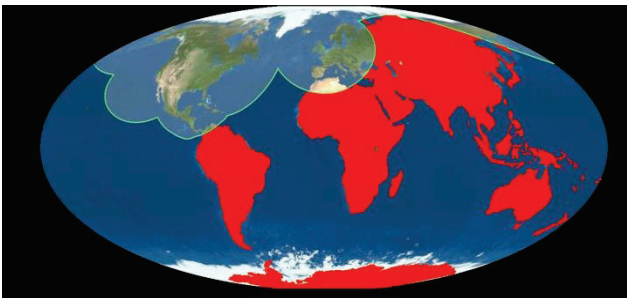
ونتيجة للقيود سالفة الذكر، تصمم أجهزة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) بحيث يمكن برمجة وقف كل عمليات الإرسال الراديوي فوق مناطق جغرافية معينة أو في البلدان التي لا تسمح فيها لوائح الاتحاد الدولي للاتصالات أو اللوائح الوطنية بتشغيلها.

ويكون نموذج تشغيل أجهزة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) مركّزاً على حملات الرصد، وموجهاً إلى مناطق جغرافية محددة وتكون فترة نشاط هذه الأجهزة محددة بأدنى حد مطلوب لتحقيق أهداف الحملة. وبالتالي، وللقيام بهذه القياسات يجب ألا تشغل هذه الأجهزة بشكل متواصل ويمكن أن تنقضي عدة أشهر فيما بين حملات القياس المتعاقبة في المنطقة ذاتها.

وتكون دورة تشغيل العمليات في حملات الرصد 15% كحد أقصى (10% بشكل عام). وعندما لا تكون الأجهزة في وضع حملات الرصد يقطع عنها التيار.

الشكل 1

أمثلة للمناطق المستبعدة حول رادارات تتبع الأجسام الموجودة في الفضاء في حالة الرادار المزود بفتحة تركيبية الموجود في مدار يبلغ ارتفاعه 665 km
(الكتل الأرضية التي تقع خارج المناطق المستبعدة مبيّنة "بالأحمر")



RS.1260-01

الجدول 2

رادارات تتبع الأجسام الموجودة في الفضاء المشغلة في نطاق الترددات MHz 440-430

موقع الرادار	خط العرض	خط الطول
ماساشوستس (الولايات المتحدة الأمريكية)	41,8° شمالاً	70,5° غرباً
تكساس (الولايات المتحدة الأمريكية)	31,0° شمالاً	100,6° غرباً
كاليفورنيا (الولايات المتحدة الأمريكية)	39,1° شمالاً	121,5° غرباً
جورجيا (الولايات المتحدة الأمريكية)	32,6° شمالاً	83,6° غرباً
فلوريدا (الولايات المتحدة الأمريكية)	30,6° شمالاً	86,2° غرباً
داكوتا الشمالية (الولايات المتحدة الأمريكية)	48,7° شمالاً	97,9° غرباً
ألاسكا (الولايات المتحدة الأمريكية)	64,3° شمالاً	149,2° غرباً
توليه (غرينلاند)	76,6° شمالاً	68,3° غرباً
فيلينغدال مور (المملكة المتحدة)	54,5° شمالاً	0,4° غرباً

3 معايير الحماية المطبقة على الخدمات المشغلة في نطاق الترددات 420-470 MHz

ليست جميع معايير الحماية المذكورة في هذه الفقرة واردة في توصيات قطاع الاتصالات الراديوية. لذلك استمدت بعض معايير الحماية من المعلومات المتوفرة في دراسات قطاع الاتصالات الراديوية. ويعكس الجدول 3 المعلومات المتاحة وقت صياغة هذه التوصية.

وتجدر الملاحظة أن أي توصية مقبلة تصف معايير الحماية لأي خدمة معينة، سيكون لها الأفضلية على القيمة الواردة في الجدول، التي استخلصت من دراسات قطاع الاتصالات الراديوية.

الجدول 3

معايير الحماية المطبقة على الخدمات المشغلة

في نطاق الترددات 420-470 MHz

نطاق الترددات (MHz)	خدمات قطاع الاتصالات الراديوية	يتعين تطبيق النسب المئوية للوقت والمعايير الواردة في العمودين 4 و5 على المناطق الجغرافية التالية فقط	أقصى نسبة مئوية للوقت الذي يمكن خلاله تجاوز المعيار[1]	معيار التداخل عند محطات الاستقبال	المصادر
430-440	هواة	ضمن مجال رؤية محطات الهواة المقامة على سطح الأرض الواقعة في المناطق المحددة في *الفقرة ط) من إذ تضع في اعتبارها*	%1	كثافة تدفق القدرة = −204 dB(W/(m² · Hz))[2]	دراسات قطاع الاتصالات الراديوية
435-438	هواة ساتلية	ضمن مجال رؤية المحطات المقامة على سطح الأرض لخدمة الهواة الساتلية الواقعة في المناطق المحددة في *الفقرة ط) من إذ تضع في اعتبارها*	%1	كثافة تدفق القدرة = −197 dB(W/(m² · Hz))	دراسات قطاع الاتصالات الراديوية
435-438	هواة ساتلية	ضمن مجال رؤية مستقبلات محطات الهواة الفضائية	%1	كثافة تدفق القدرة = −187 dB(W/(m² · Hz))	دراسات قطاع الاتصالات الراديوية
420-470[3]	ثابتة	ضمن مجال رؤية محطات الخدمة الثابتة بما فيها المحطات الواقعة في المناطق المحددة في *الفقرة ي) من إذ تضع في اعتبارها*	غير منطبقة	$(I/N)_{MEAN}$ = −20 dB (تعادل انحطاطاً نسبياً في الأداء قدره 1%)	التوصيتان ITU-R F.758 وITU-R F.1108
420-432 و438-450	التحديد الراديوي للموقع	ضمن مجال رؤية رادارات ترصّد الرياح	[4]	$(I/N)_{PEAK}$ = −6 dB	التوصية ITU-R M.1462
420-450	عمليات فضائية	ضمن مجال رؤية مستقبلات التدمير الذاتي في مركبة الإطلاق الواقعة في المناطق المحددة في *الفقرة ي) من إذ تضع في اعتبارها*	مباعدة في الترددات أو مباعدة جغرافية مطلوبة		دراسات قطاع الاتصالات الراديوية
420-450	التحديد الراديوي للموقع	ضمن مجال رؤية الرادارات المقامة على سطح الأرض لتتبع الأجسام الموجودة في الفضاء[5]	[4]	$(I/N)_{PEAK}$ = −6 dB	التوصية ITU-R M.1462
420-450	التحديد الراديوي للموقع	ضمن مجال رؤية الرادارات المحمولة على متن سفن	[4]	$(I/N)_{PEAK}$ = −6 dB	التوصية ITU-R M.1462

الجدول 3 (تتمة)

نطاق الترددات (MHz)	خدمات قطاع الاتصالات الراديوية	يتعين تطبيق النسب المئوية للوقت والمعايير الواردة في العمودين 4 و5 على المناطق الجغرافية التالية فقط	أقصى نسبة مئوية للوقت الذي يمكن خلاله تجاوز المعيار[1]	معيار التداخل عند محطات الاستقبال	المصادر
450-420	التحديد الراديوي للموقع	ضمن مجال رؤية الرادارات المحمولة جواً	[4]	$(I/N)_{PEAK} = -6$ dB	التوصية ITU-R M.1462
470-420[3]	متنقلة	ضمن مجال رؤية المحطات المتنقلة بما فيها المحطات الواقعة في المناطق المحددة في *الفقرة ي)* من *إذ تضع في اعتبارها*	%0,1	كثافة تدفق القدرة = -204 dB(W/(m^2 · Hz))[2]	دراسات قطاع الاتصالات الراديوية

ملاحظات الجدول 3:

[1] مع مراعاة جميع الرادارات المزودة بفتحة تركيبية النشيطة المحمولة في الفضاء في نطاق الترددات هذا.

[2] تستند كثافة تدفق القدرة الكلية القصوى المحددة في النطاق 430-440 MHz إلى أقصى سوية للتداخل المقبول المستقبلة من قبل الفص الجانبي المتوسط لهوائي استقبال خدمة الهواة.

[3] في نطاق الترددات 430-440 MHz، توزع الخدمتان الثابتة والمتنقلة في بعض البلدان فقط، في إطار حاشية سفلية.

[4] يستند المعيار المحدد في التوصية ITU-R M.1462 إلى حماية أنظمة التحديد الراديوي للموقع من التداخلات الشبيهة بالضوضاء. وقد يكون التقاسم ممكناً بين أنظمة التحديد الراديوي للموقع والمحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء، على سويات تداخل أعلى من تلك الواردة في التوصية ITU-R M.1462، عن طريق استعمال تقنيات معالجة الإشارات لترشيح إشعاعات البث النبضية غير المطلوبة. وتقدم التوصية ITU-R M.1372 وصفاً لبعض تقنيات كبت التداخل.

[5] يجب ألا تقوم خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) العاملة في النطاق 420-450 MHz بالإرسال في مجال رؤية الرادارات المقامة على سطح الأرض لتتبع الأجسام الموجودة في الفضاء الواردة في الجدول 2، ما لم يجر تحليل تفصيلي، على أساس كل حالة على حدة، لمراعاة تأثير المعالجة على متن مستقبل الرادار للإشارات غير المطلوبة التي ترسلها الرادارات المزودة بفتحة تركيبية وعند الاقتضاء إجراء اختبارات ميدانية لتأكيد الملاءمة باتفاق متبادل مع الإدارات المتأثرة.

الملحق 2

منهجية تقييم وتخفيف التداخلات

1 مقدمة

تعرض هنا منهجية تسمح بإجراء تقدير لمعرفة ما إذا كانت الإشارات غير المطلوبة التي تستقبلها الخدمات الأخرى في النطاق 420-470 MHz من محساس نشيط محمول في الفضاء قد تتسبب في صعوبات إذا شغلت في نطاقات ترددات مشتركة. استمد جانب كبير من مضمون هذا الملحق من الملحق 1 بالتوصية ITU-R RS.1280 – اختيار خصائص إرسال المحساس النشيط المحمول في الفضاء بهدف تخفيف مخاطر التداخلات التي تسببها الرادارات المقامة على سطح الأرض العاملة في نطاقات الترددات من 1 إلى 10 GHz. وتبرز الحسابات عدداً من معلمات المحساس التي يمكن اختيارها بحيث تحسن حالة التقاسم.

2 حساب التداخلات المتسببة للخدمات الأخرى

يحسب متوسط كثافة تدفق قدرة الإشارة المسببة للتداخل، I_{pfd} (dB(W/(m^2 · Hz))) وسوية القدرة المتوسطة للإشارة المسببة للتداخل، I (dBW) المستقبلة في الخدمات الأخرى والآتية من محاسيس نشيطة محمولة في الفضاء بالمعادلتين:

$$I_{pfd} = 10 \log P_t + 10 \log (\tau\, PRF) + G_t - (130{,}99 + 20 \log R + 10 \log B) + OTR - PG \quad (1a)$$

و

$$I = 10 \log P_t + 10 \log (\tau\, PRF) + G_t + G_r - (32{,}44 + 20 \log (f R)) + OTR - PG \quad (1b)$$

حيث:

P_t: ذروة قدرة إرسال المحساس المحمول في الفضاء (W)

τ: عرض نبضات المحساس المحمول في الفضاء (s)

PRF: معدل تكرار نبضات المحساس المحمول في الفضاء (Hz)

G_t: كسب هوائي المحساس المحمول في الفضاء في اتجاه الخدمة الأخرى (dBi)

R: البعد المائل بين المحساس والرادار (km)

B: عرض نطاق المحساس (MHz)

OTR: نبذ عند تردد توليف المستقبِل (dB)

PG: كسب المعالجة (dB)، نبذ الإشارات غير المطلوبة الناجمة عن نظام معالجة الإشارات في المستقبِل (على افتراض أنه صفر إن لم يكن معروفاً)

f: التردد (MHz).

وتعطي المعادلة (1a) سوية متوسط كثافة تدفق قدرة الإشارة المسببة للتداخل وتعطي المعادلة (1b) سوية القدرة المتوسطة للإشارة المسببة للتداخل. وتستخدم سوية القدرة المتوسطة للإشارة المسببة للتداخل حينما يمكن تحديد أن هذا الاستخدام ملائم. على سبيل المثال عندما يقوم رادار ما بتحويل فوريه السريع لإشارة مستقبلة فإنه "ينشر" إشارات النبضات المتغايرة عبر عدد من القطاعات، وبذلك يتم الحصول على متوسط سوية الإشارة المسببة للتداخل، ويعطى مصطلح نبذ عند تردد التوليف بالمعادلة التالية:

$$OTR = 10 \log (B_r / B_t) \quad \text{for } B_r \le B_t \quad (2a)$$

$$= 0 \quad \text{for } B_r > B_t \quad (2b)$$

حيث:

B_r: عرض نطاق المستقبل

B_t: عرض نطاق الإشارة المرسلة المسببة للتداخل.

وإذا كانت ذروة الإشارة المسببة للتداخل هي الإشارة قيد البحث، يجب تجاهل المصطلح الثاني في المعادلة (1) ويحسب نبذ التوليف انطلاقاً من المعادلتين التاليتين:

نبضة الدخل دون تشكيل التردد:

$$OTR = 20 \log (B_r \tau) \quad \text{for } B_r \tau < 1 \quad (3a)$$

$$= 0 \quad \text{for } B_r \tau > 1 \quad (3b)$$

نبضة الدخل بتشكيل التردد:

$$OTR = 10 \log \left(\frac{B_r^2 \tau}{B_c} \right) \quad \text{for } \frac{B_r^2 \tau}{B_c} < 1 \quad (4a)$$

(4b) $= 0 \qquad \text{for } \frac{B_r^2 \tau}{B_c} > 1$

حيث:

B_r: عرض نطاق التردد المتوسط لمستقبل الخدمة الأخرى

B_c: عرض نطاق تشكيل المحساس المحمول في الفضاء

τ: عرض نبضات المحساس.

3 معايير التداخل المطبقة على الخدمات الأخرى

ترد المعايير المطبقة على أنظمة محددة في الخدمات الأخرى في الجدول 1 من حيث الحدود القصوى لكثافة تدفق القدرة التراكمية المسجلة في المحطات المستقبلة (dB(W/(m^2 · Hz))) وكذلك من حيث الحدود القصوى لكثافة تدفق القدرة التي يمكن تجاوزها في محطات الاستقبال. وثمة حالات عديدة يستعمل فيها معيار مختلف على النحو التالي.

1.3 رادارات المراقبة الموجودة في خدمة التحديد الراديوي للموقع

يفترض عدم انحطاط النسبة *S/N* لرادارات المراقبة بأكثر من 0,5 dB خلال وقت مساو لتفحص اعتباطي يبلغ 10 s. وهذا يساوي معدل قدرة *I/N* يبلغ −9 dB في مرحلة التردد المتوسط للمستقبل. تعتبر السوية المتوسطة لقدرة الإشارة المسببة للتداخل معلمة هامة في حالة رادارات المراقبة.

2.3 رادارات التتبع الموجودة في خدمة التحديد الراديوي للموقع

كثيراً ما تستخدم رادارات التتبع "بوابات البعد" لاستبعاد جميع الأصداء التي لا تقابل مسافات محددة الأهمية. ومن الاعتبارات الهامة في تحديد حساسية أحد رادارات التتبع لقطار النبضات المسببة للتداخل، ذلك الجزء من النبضات المسببة للتداخل التي تتطابق مع "بوابة البعد". ويتوقف تطابق النبضات المسببة للتداخل مع بوابة البعد على ما إذا كان تردد تكرار النبضات المطلوبة وغير المطلوبة يرتبط بمضاعفات صحيحة (الحالة I) أم لا (الحالة II). ونحصل على جزء النبضات المطابقة f_c من المعادلتين:

(5a) $f_c = \frac{GCF(PRF_i, PRF_g)}{PRF_g}$ من أجل الحالة I

(5b) $f_c = PRF_i(\tau_g + \tau_i)$ من أجل الحالة II

حيث:

PRF_i: تردد تكرار النبضات المسببة للتداخل

PRF_g: بوابة تكرار النبضات المسببة للتداخل

$GCF\,(PRF_i, PRF)_g$: أكبر معامل مشترك لتردد تكرار النبضات المسببة للتداخل وبوابة تكرار النبضات المسببة للتداخل

τ_i: عرض النبضة المسببة للتداخل

τ_g: عرض البوّابة.

من الملاحظ أنه حينما يكون $\tau_i > \tau_g$ ولا ترتبط ترددات تكرار النبضات المرغوبة وغير المرغوبة بمضاعفات صحيحة (الحالة II)، يقابل f_c على وجه التقريب دورة تشغيل النبضات المسببة للتداخل. وتعتبر هذه الحالة حالة نموذجية، وتستخدم في التحديد التالي لعتبة انحطاط رادار التتبع.

للحصول على معطيات بالغة الدقة لوضع الأهداف الهامة، تستخدم رادارات التتبع هوائيات عالية الكسب مزودة بحزم رئيسية ضيقة ومحددة تحديداً جيداً. وهناك آلية مؤازرة تحاول الإبقاء على خط تسديد الحزمة الرئيسية للهوائي على الهدف؛ وتوجه آلية المؤازرة بواسطة إشارة خطأ يولدها الخطأ الزاوي الواقع بين الهدف وخط تسديد الهوائي. ويمكن للإشارات غير المرغوبة التي يلتقطها الرادار أن تزيد هذا الخطأ.

وعتبة الانحطاط لرادار تتبع، باعتبارها الكسر المسموح به من النبضات المسببة للتداخل المطابقة، f_c، على اعتبار أن f_c هي دالة النسبة S/I عند مخرج التردد المتوسط من المستقبل، تعطى بالمعادلتين التاليتين:

$$f_c = \frac{a^2 - 1}{\dfrac{90 B_r \tau}{(S/I - 1)} - 1} \qquad \text{حيث } S/I > 1 \qquad \text{(6a)}$$

$$f_c = \frac{a^2 - 1}{\dfrac{90 B_r \tau}{(S/I - 1)} - 1} \qquad \text{حيث } S/I < 1 \qquad \text{(6b)}$$

حيث:

a: العامل المرتبط بخطأ التتبع الكلي، مع مراعاة الانحطاط الناجم عن التداخل (أي إن القيمة $a = 1{,}1$ تولد زيادة تبلغ 0,1% أو 10% ناجمة عن التداخل)

B_r: عرض النطاق عند 3 dB لمرشاح التردد المتوسط للرادار

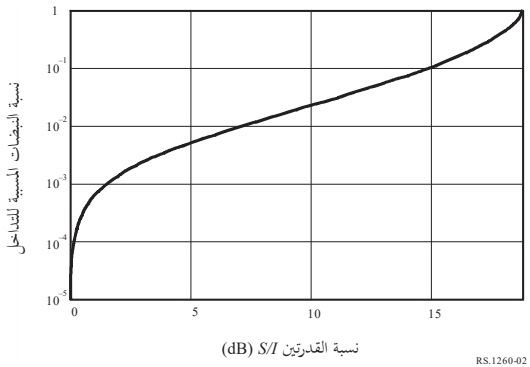
τ: مدة النبضات المعاد إرسالها من الهدف (من الملاحظ أن $B_r \tau \cong 1$ بالنسبة إلى تردد التتبع)

S/I: نسبة قدرة الإشارة/التداخل عند مخرج التردد المتوسط للرادار (لا يعبر عنها بالوحدات dB).

ويمثل المنحنى الوارد في الشكل 2 نسبة النبضات المطابقة بدلالة النسبة S/I عند مخرج التردد المتوسط للرادار، بما يسمح بزيادة قدرها 10% في خطأ رادار التتبع الناجم عن التداخل. وتساوي هذه النسبة على وجه التقريب دورة تشغيل استخدام المحساس (6%)، بحيث تقابل النسبة S/I البالغة 13 dB خطأ في التتبع قدره 10%. ويفترض أنه يجب أن تكون $S/I \geq 13$ dB لفترات زمنية أطول من 3 ثوان. (حيث إن معيار التداخل قد وضع على أساس نبضة مسببة للتداخل تطابق بوابة بعد الرادار، يجب استخدام قدرة الذروة للإشارة المسببة للتداخل.)

الشكل 2

النسبة S/I للرادار كدالة لنسبة النبضات المسببة للتداخل المطابقة (10% زيادة في خطأ التتبع)



4 مثال لتحليل إشارة غير مطلوبة من محساس محمول في الفضاء تسبب التداخل لخدمات أخرى

1.4 الخصائص التقنية

1.1.4 محساس محمول في الفضاء

يعطي الجدول 4 الخصائص التقنية لمحساس تمثيلي محمول في الفضاء يستعمل في التحليل التالي.

الجدول 4

خصائص الرادارات المزودة بفتحة تركيبية 1 المحمولة في الفضاء

المعلمة	القيمة
ارتفاع المدار (km)	750
ميل المدار (بالدرجات)	98,4
قدرة الذروة المشعة في التردد الراديوي (W)	400
متوسط القدرة المشعة في التردد الراديوي (W)	4,4
عرض النبضات (µs)	50
تردد تكرار النبضات (Hz)	2 200
تشكيل النبضات	FM خطي
عرض نطاق النبضات (MHz)	4,8
كسب الذروة للهوائي (dB)	27,9
توجيه الهوائي (بالدرجات)	37 بالنسبة للنظير
الفص الجانبي الأول للهوائي (dB)	–17,6 بالنسبة للذروة
الفص الجانبي الخامس للهوائي (dB)	–34 بالنسبة للذروة

2.1.4 الرادارات المحمولة جواً

توفر التوصية ITU-R M.1462 الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في نطاق الترددات 420-450 MHz. وخلصت التحليلات السابقة إلى أن المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء لا تتلاءم تقنياً مع الرادارات المقامة على البر عالية الحساسية لتتبع الأجسام الموجودة في الفضاء.

وفي تحليل لمحاكيات حاسوبية تمت دراسة الملاءمة بين الرادارات المزودة بفتحة تركيبية المحمولة في الفضاء والرادارات المحمولة جواً العاملة في نطاق التردد هذا. وكانت النتائج التي حُصل عليها من الرادارات المحمولة على متن السفن مماثلة لنتائج الرادارات المحمولة جواً. ويشير مشروع التوصية الجديدة إلى أن عرض نطاق المستقبل المحمول جواً هو 1 MHz، وأن هوائي الرادار هو صفيف مستوٍ كَسْبُه 22 dBi. ولأغراض التحليل، افترض أن الهوائي يقوم بمسح سمتي عند زاوية ارتفاع قدرها 0º. ويتمثل معيار الحماية للرادارات في نسبة التداخل إلى الضوضاء قدرها –6 dB.

2.4 نهج التحليل ونتائجه

1.2.4 المحاكيات الحاسوبية

1.1.2.4 كسب المعالجة

عند تحليل التداخلات التي يمكن أن تسببها الرادارات المزودة بفتحة تركيبية والمحمولة في الفضاء في مستقبلات خدمة التحديد الراديوي للموقع، يفترض عدم وجود أي كسب في المعالجة (أو بعبارة أخرى إمكانية نبذ التداخلات الناجمة عن معالجة الإشارات في المستقبل). وبالنسبة لأنظمة التحديد الراديوي للموقع، قد يكون من المناسب أن تدرس استجابة المستقبل المحتملة للإشارات النبضية المسببة للتداخل على غرار تلك التي تصدرها الرادارات المزودة بفتحة تركيبية.

وعادة لا تنشر تفاصيل مقاومة أحد الرادارات للإشارات النبضية المسببة للتداخل. غير أن العديد من مستقبلات الرادارات الحديثة، خاصة الرادارات التي تؤدي وظيفة مراقبة في وجود جلبة قوية، تقوم بمعالجة دوبلرية رقمية لتحديد موقع الأهداف داخل خلفية الجلبة. وسيكون أثر تحويل فورييه السريع على التداخل النبضي الوارد هو "نشر" ذروة القدرة النبضية على المسافات الفاصلة/الدوبلرية المجاورة، والناتج هو متوسط القدرة المسببة للتداخل.

2.1.2.4 معيار التداخل في الرادارات

تعتبر قيمة النسبة *I/N* المساوية –6 dB معيار الحماية للرادارات المحمولة جواً في التوصية ITU-R M.1462. ولم تعط أي نسبة مئوية من الوقت أو مدة من الزمن مقبولة يمكن خلالها أن يتجاوز التداخل هذه القيمة. وليس من المناسب أن يطبق مفهوم النسبة المئوية من الوقت التي تسمح خلالها أن يتجاوز التداخل هذه القيمة على الرادارات، وخاصة رادارات المراقبة مثل الرادارات المحمولة جواً التي تدرس في هذا التحليل. ويمكن تطبيق مفهوم خسارة المعطيات أو "الانقطاع" المسموح به على وصلة للاتصالات أو على محساس، لكن كشف الهدف – وهي وظيفة أساسية وحرجة لأنظمة الرادار – يحدث في لحظة معينة من الزمن، وبالتالي تكون الانقطاعات الطويلة غير ملائمة.

ومن النهج المستخدمة في عدد من التحليلات المماثلة في قطاع الاتصالات الراديوية، دراسة نتائج المحاكاة انطلاقاً من افتراض أن أي عطل في تشغيل رادار مراقبة لا يمكنه أن يستغرق فترة من الوقت تزيد عما يستغرقه مسح وحيد من الهوائي. وهذا يعني أن الهدف قد يبقى دون اكتشاف خلال فترة المسح الأولى التي قد يكون الرادار قد أكملها بنجاح. وفترة دوران هوائيات الرادارات المحمولة جواً والمدروسة في هذا التحليل هي 10 ثوان. ولذلك ينبغي للتداخل ألا يتجاوز النسبة $I/N = -6$ dB فترة أطول من 10 ثوان. (وبموجب هذا الافتراض، فالهدف الذي يتحرك بسرعة 800 km/h يقترب من هدف آخر بنحو 2 km بعد الاكتشاف، في غياب التداخل، وهو ما قد يكون مقبولاً أو غير مقبول حسب الحالة.) وبعد فحص نتائج المحاكاة (باستخدام ذروة قدرة التداخل وكذلك متوسط قدرة التداخل في الرادارات)، من الواضح أن تقاسم الترددات قد يكون صعباً بين الرادارات المزودة بفتحة تركيبية والمحمولة في الفضاء والرادارات.

3.1.2.4 نتائج المحاكيات الحاسوبية

تم إجراء عمليات محاكاة باستخدام رادار من الطراز SAR1 (انظر الجدول 5). يقدم الجدول 6 نتائج المحاكيات الحاسوبية للتداخلات التي يمكن أن يسببها رادار من الطراز SAR1 محمول في الفضاء لأنظمة خدمة التحديد الراديوي للموقع. وأجريت جميع المحاكيات بفواصل زمنية قيمة كل منها 2 ثانية على مدى 60 يوماً. ومن الملاحظ في الجدول 6 وجود نتيجتين اثنتين فيما يتعلق بالنسبة المئوية من الوقت الذي يحدث فيه التداخل.

والنتيجة الأولى هي النسبة المئوية من الوقت التي يتم خلالها تجاوز معيار التداخل حين يكون رادار واحد مزود بفتحة تركيبية (أو أكثر) مرئياً (أي فوق الأفق) من محطة أو محطات أرضية، والنتيجة الثانية هي النسبة المئوية من الوقت التي يتم فيها تجاوز معيار التداخل طوال فترة المحاكاة (بما في ذلك الفترات الزمنية التي لا يكون خلالها أي رادار مزود بفتحة تركيبية مرئياً من بعض أجزاء الأرض).

الجدول 5

ذروة/متوسط كثافة تدفق القدرة المسببة للتداخل الصادرة من الفصوص الرئيسية والفصوص الجانبية لرادار SAR1 يعمل في النطاق P على سطح الأرض

المعلمة	القيمة	dB
قدرة الإرسال (W)	400,00	26,02
ذروة كسب الهوائي في الفص الرئيسي (dBi)	27,90	27,90
سوية الفصوص الجانبية للهوائي (dBi)	6,10–	6,10–
$1/(4\pi)$	$7{,}96 \times 10^{-2}$	10,99–
(المسافة)^{2}/1 (km)	972,80	119,76–
عرض النطاق/1 (MHz)	1/4,80	66,81–
عرض النبضات (µs)	50	
تردد تكرار النبضات (Hz)	2,200	
ذروة كثافة القدرة في الفص الرئيسي (dBW)		75,86–
ذروة كثافة القدرة في الفص الجانبي (dBW)		109,86–
ذروة كثافة تدفق القدرة في الفص الرئيسي ($dB(W/(m^2 \cdot Hz))$)		143,6–
متوسط كثافة تدفق القدرة في الفص الرئيسي ($dB(W/(m^2 \cdot Hz))$)		153,2–
ذروة كثافة تدفق القدرة في الفصوص الجانبية ($dB(W/(m^2 \cdot Hz))$)		177,6–
متوسط كثافة تدفق القدرة في الفصوص الجانبية ($dB(W/(m^2 \cdot Hz))$)		187,2–

الجدول 6

نتائج المحاكيات الحاسوبية

المستقبل	المعيار	SAR1
رادار محمول جواً	*I*/*N*، أسوأ حالة (dB)	36,2
	I/*N*، المتوسطة (dB)	4,4–
	النسبة المئوية من الوقت التي يكون فيها *I*/*N* > –6 dB (رادار مزود بفتحة تركيبية مرئي) (%)	12,0
	النسبة المئوية من الوقت التي يكون فيها *I*/*N* > –6 dB (كل الوقت) (%)	0,6
	أقصى وقت يكون فيه *I*/*N* > –6 dB (دقائق)	4,8
	متوسط الوقت الذي يكون فيه *I*/*N* > –6 dB (ثوان)	7,3
	عدد المرات التي يكون فيها *I*/*N* > –6 dB (أحداث)	3 823

5 الإجراء الواجب اتباعه في استعمال المنهجية

ينبغي دراسة متوسط كثافة تدفق قدرة المحساس النشيط المحمول في الفضاء أثناء مراحل التصميم. ويمكن دراسة المعادلات من (1) إلى (4) لتحديد المعلمات التي يحتمل إمكان ضبطها أثناء تصميم المحاسيس المحمولة في الفضاء لكي يتسنى تحسين التقاسم مع الخدمات الأخرى. وقدرة المرسل وكسب الهوائي (وبوجه خاص سويات الفص الجانبي) وعرض النبضات ومعدل التكرار وعرض نطاق التشكيل هي كلها على الأرجح مرشحة للضبط.

وحينما يجري تحليل الملاءمة بين المحساس المحمول في الفضاء ونظام خدمة معينة، ينبغي النظر في كسب المعالجة، إن وجد، لنظام الاستقبال نظراً لأن التحليل افترض عدم وجوده. وهذا الافتراض صحيح في الحالة العامة لأنه ليس لكل محطات الاستقبال كسب للمعالجة.

وعلى سبيل المثال، لننظر في راداريين يعملان في نطاق التردد 420-450 MHz:

- رادار تتبع عرض نطاقه للترددات المتوسطة يبلغ 0,1 MHz (الرادار 1)
- رادار اعتراضي محمول جواً عرض نطاقه للترددات المتوسطة يبلغ 1 MHz (الرادار 2).

إذا أمكن تشغيل المحساس المحمول في الفضاء الوارد في الجدول 4 بعرض نبضات مختلف وبعرض نطاق تشكيل مماثل لذلك المشار إليه في الجدول 7، يمكن تحقيق تخفيض محسوس في سوية قدرة الإشارة غير المطلوبة.

الجدول 7

مثال لتخفيض القدرة المسببة للتداخل المستقبلة في المحساس عن طريق تغيير عرض نبضات المحساس وعرض نطاق التشكيل

	قيم جديدة لمعلمات الرادار SAR1		OTR Δ (dB)	P_{avg} Δ (dB)	I Δ (dB)
	τ (μs)	B_c (MHz)			
الرادار 1	25	6	4,0–	غير متاحة[1]	4,0–
الرادار 2	25	6	0,0–	3,0–	3,0–

[1] اعتبر من المناسب استعمال متوسط قدرة الإشارة المسببة للتداخل في الرادارات المحمولة جواً، وذروة قدرة الإشارة المسببة للتداخل في رادارات التتبع.

6 الخلاصة

ثبت أن من الممكن تخفيض كثافة تدفق القدرة لتحسين خصائص إرسال المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء وذلك لتحسين الملاءمة مع الخدمات الأخرى. إن قدرة مرسل المحساس، ونمط كسب الهوائي، وعرض النبضات، وتردد تكرار النبضات وعرض نطاق التشكيل (إذا استعمل تشكيل التردد)، هي كلها خصائص يحتمل إمكان ضبطها لتحسين الملاءمة.

التوصيـــة ITU-R BO.1293-2

أقنعة الحماية وطرائق الحساب المصاحبة من أجل التداخلات التي تحدث لأنظمة الإذاعة الساتلية في حالة الإرسالات الرقمية

(المسألة ITU-R 223/11)

(2002-2000-1997)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن نسب الحماية وأقنعة الحماية المصاحبة هي خصائص أساسية تميز الإشارات التلفزيونية في الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) ووصلات التغذية المصاحبة؛

ب) أن الخطط المحددة في التذييلين 30 و30A من لوائح الراديو قد أعدت على أساس استعمال قيم نسبة الحماية وطرائق حساب التداخلات المحددة استناداً إلى زحزحات تردد ثابتة ومن أجل أنماط معينة من الإشارات؛

ج) أن الأنظمة الجديدة المقدمة إلى مكتب الاتصالات الراديوية للتنفيذ في إطار هذه الخطط تقترح استعمال أنماط جديدة من الإشارات لا تتوفر بشأنها أقنعة حماية وتعتبر طرائق حساب التداخلات الخاصة بها محدودة؛

د) أن مكتب الاتصالات الراديوية قد طلب إلى لجنة الدراسات 6 للاتصالات الراديوية تقديم منهجيات ومعايير حماية إضافية لتقييم التداخلات التي تحدثها أو تعانيها هذه الأنماط الجديدة من الإشارات؛

هـ) أن تعاريف أقنعة الحماية وطرائق الحساب المصاحبة تشكل معلومة تقنية مفيدة جداً عند مراجعة خطط التذييلين 30 و30A من لوائح الراديو الخاصة بالإقليمين 1 و3؛

و) أن إدارات ومنظمات مختلفة قد أجرت دراسات متنوعة تثبت صلاحية الطريقة المقترحة لحساب التداخلات،

وإذ تدرك

أ) أن أقنعة الحماية توسع فائدة نسب الحماية والتي تعدّ هي بالذات مصاحبة لزحزحات التردد الثابتة؛

ب) أن المنهجية الموصوفة في الملحق 3 تسمح بتحديد أقنعة الحماية المناسبة لحساب التداخلات بين الإرسالات الرقمية؛

ج) أن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2000 (إسطنبول، 2000) (WRC-2000) وضع خططاً جديدة للخدمة الإذاعية الساتلية ولوصلات التغذية المصاحبة الخاصة بالإقليمين 1 و3، استناداً إلى تشكيل رقمي وكذلك وضع قائمتين جديدتين للإقليمين 1 و3 وبذلك حيّن التذييلين 30 و30A؛

د) أن الإدارات يحق لها تنفيذ التخصيصات الواردة في خططها في أي وقت دون مزيد من القيود فيما يتعلق بالخصائص التي تستند إليها هذه الخطط،

توصـــي

1 بتطبيق الملحق 1 في أي تحليل لملائمة EPM/OEPM يجري بموجب المادتين 4 و5 من التذييلين 30 و30A؛

2 باستعمال الطرائق المصاحبة لحساب التداخلات في EPM/OEPM الموصوفة في الملحق 2 لتحليل الملاءمة المشار إليها في الفقرة "*توصـــي* 1".

الملاحظة 1 – يجوز تطبيق طريقة الحساب التي تسمح بالحصول على أقنعة الحماية الواردة في الملحق 3 من أجل شبكات الخدمة الإذاعية الساتلية المستخدمة في كل أنواع الإرسال الرقمي المشكل بإزاحة الطور، في تحليل الملاءمة للتنسيق الثنائي بين الإدارات.

الملاحظة 2 – يلزم إجراء دراسات إضافية لوضع أقنعة للتداخل فيما بين أشكال أخرى من الإرسال (أي من التداخلات التماثلية – التماثلية والتداخلات الرقمية – التماثلية والتداخلات التماثلية – الرقمية). وينبغي أن تستعمل إلى أن يحين وقت إعداد هذه الأقنعة، الطريقة الموصوفة في الملحق 1 عند حساب التداخلات بين الإرسالات عندما تكون الإرسالات رقمية.

الملحـــق 1

حساب التداخلات الرقمية في غياب أقنعة حماية ملائمة

عند تطبيق طريقة الحساب الواردة في الملحق 2 يستحسن استعمال قناع الحماية الأكثر مناسبة لحالة التداخل الرقمي المعني (أي القيمة الأنسب من D_i (fo_i) في الملحق 2). ففي حالة تداخل رقمي في إرسال رقمي مثلاً، يمكن الحصول على هذا القناع بتطبيق طريقة الحساب الموصوفة في الملحق 3.

ويلزم المزيد من الدراسات لتحديد أقنعة الحماية التنوعية المناسبة في حالة تداخل رقمي يحدث في إرسال تماثلي.

وإلى أن تتوفر هذه الأقنعة تستعمل الطريقة الموصوفة أدناه لحساب التداخل بين إرسالين حين يكون سبب التداخل إرسالاً رقمياً.

وتحسب قيمة D (fo) كما يلي:

$$D(fo) = 10 \log10\left(B/b(fo)\right) + K$$

حيث:

$b(fo)$: تراكب عرض النطاق بين الموجة الحاملة المسببة للتداخل والموجة الحاملة المطلوبة (MHz)

B: عرض النطاق اللازم للموجة الحاملة المسببة للتداخل بتشكيل رقمي (MHz)

K: معامل الترجيح الإيجابي.

وبصورة عامة، تحدد طريقة حساب قناع الحماية على غرار الطريقة الواردة في الملحق 3 مقدار القيمة K، الذي يمكن أن يتغير تبعاً لمعلمات الإشارات المطلوبة والمسببة للتداخل وتبعاً لتخالف التردد بين إشارتين (وفي الواقع، لا تحسب طريقة الملحق 3 صراحة المعامل K ولكنها تحسب مباشرة قيمة $-D(fo)$).

وفي غياب أقنعة حماية مناسبة لتحديد مقدار المعامل K، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة يفترض أن القيمة $K = 0$ هي ما يقابل أسوأ حالة.

الملحـــق 2

طرائق حساب أنواع التداخل المصاحبة للملحقين 1 و3*

1 مقدمة

يرد في هذا الملحق وصف لطريقة عامة لحساب التداخلات في خطط الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) مع مراعاة الفئات المختلفة من التداخل (مثلاً في نفس القناة أو في القناة المجاورة، إلخ).

وينبغي لهذه الطريقة العامة المذكورة أدناه والمصاحبة للطرائق المناسبة لحساب أقنعة الحماية أن تطبق في تحديد القيم اللازمة لتقييم حالات التداخل بين الإرسالات المختلفة في خطط الخدمة الإذاعية الساتلية.

2 المصطلحات والرموز والمؤثرات

بغية تبسيط هذا الملحق وتيسير فهمه، تحدد فيما يلي المصطلحات والرموز والمؤثرات:

مصدر وحيد، se:	تؤخذ موجة حاملة وحيدة مسببة للتداخل في الحسبان
تراكبي أو تراكمي، ag:	تؤخذ جميع الموجات الحاملة المسببة للتداخل في الحسبان
مكافئ، eq:	اجتماع بين تداخل على نفس التردد وتداخل على تردد متخالف
الإجمالي، ov:	اجتماع بين تداخل على وصلة تغذية (صاعدة) وتداخل على وصلة هابطة (dn)
fo:	تخالف التردد = الفرق بين الترددين المركزيين لموجتين حاملتين
C/I:	نسبة موجة حاملة/تداخل (dB)
PR:	نسبة الحماية (dB)
EPM:	هامش الحماية المكافئة (dB)
OEPM:	هامش الحماية المكافئة الشاملة (dB)

* أعدت هذه الطريقة من أجل تحليل ملاءمة التخصيصات المقدمة إلى مكتب الاتصالات الراديوية بموجب التذييلين 30 و30A من لوائح الراديو، مع معلمات مختلفة عن المعلمات المستعملة في وضع الخطط (عرض نطاق القنوات والتردد المركزي ونمط الإرسال، إلخ.).

X: انخفاض النسبة C/I الشاملة بفعل التداخل على وصلة التغذية (dB)

المؤثر $\oplus$: $$A \oplus B = -10 \log\left(10^{-A/10} + 10^{-B/10}\right)$$

المؤثر $\copyright$: $$A \copyright B = -10 \log\left(10^{-A/10} - 10^{-B/10}\right)$$

المؤثر $\sum\oplus$: $$\sum_{n=1}^{N} \oplus A_n = -10 \log\left(10^{-A_1/10} + 10^{-A_2/10} + \ldots + 10^{-A_n/10}\right)$$

3 طرائق حساب أنواع التداخلات

بغية حساب حالة التداخل في تخصيص ما، يلزم عنصران رئيسيان:

- نسبة الموجة الحاملة/التداخل التراكمية المكافئة، $C/I_{eq,\ ag}$، على الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على التوالي، $C/I_{eq,\ ag,\ dn}$ و $C/I_{eq,\ ag,\ up}$؛
- نسب الحماية الإجمالية في نفس القناة (أو على نفس التردد) من أجل الموجة الحاملة المطلوبة، PR_{ov}.

يضاف إلى ذلك، أنه يلزم وضع تعاريف لهامشي الحماية المكافئة (EPM) (انظر الملاحظة 1) وهامش الحماية المكافئة الشاملة (OEPM).

الملاحظة 1 – لا يلزم هامش الحماية المكافئة (EPM) حين تطبق هذه الطريقة على خطة الخدمة الإذاعية الساتلية للإقليم 2.

1.3 تحسب العناصر الأولى (أي نسب الموجة الحاملة/التداخل التراكمية المكافئة) كما يلي للوصلتين الصاعدة والهابطة على حد سواء:

$$C/I_{eq,ag,up} = \sum_{i=1}^{m} \oplus \left(C/I_{i,se,up} + D_i(fo_i)\right)$$

$$C/I_{eq,ag,dn} = \sum_{i=1}^{m} \oplus \left(C/I_{i,se,dn} + D_i(fo_i)\right)$$

حيث:

m: عدد الموجات الحاملة المسببة للتداخل على وصلة التغذية

n: عدد الموجات الحاملة المسببة للتداخل على الوصلة الهابطة

fo: تخالف التردد بين الترددين المركزيين للموجة الحاملة المطلوبة ولموجة حاملة واحدة مسببة للتداخل، قيمة موجبة أو سالبة (MHz)

$D(fo)$: الفرق (dB) بين القيمة المناسبة لقناع الحماية في غياب تخالف التردد (أي قيمة مركزية عند 0 MHz) وقيمة القناع مع تخالف التردد fo MHz.

ففي حالة الموجة الحاملة المطلوبة الرقمية والموجة الحاملة المسببة للتداخل الرقمية، تحدد القيمة $D(fo) = -I(fo)$ عندما $(I(fo) \equiv I(\Delta f))$ كما في الملحق 3 بافتراض حالة قناة خطية أو غير خطية.

وينبغي لذلك تحديد أقنعة مناسبة لتركيبات أخرى من الموجة الحاملة المطلوبة والموجة الحاملة المسببة للتداخل (تداخل موجة حاملة بتشكيل تماثلي أحدثته موجة حاملة بتشكيل رقمي). وبانتظار توفر هذه الأقنعة يستعمل النموذج الوارد في الملحق 1 لتقييم $D(fo)$.

ويمكن على أساس هذه العناصر الأولى حساب نسبة الموجة الحاملة/التداخل التراكبية المكافئة الإجمالية، $C/I_{ov,\ eq,\ ag}$، باستخدام المعادلة التالية:

$$C/Iov,\ eq,\ ag\ =\ C/Ieq,\ ag,\ up\ \oplus\ C/Ieq,\ ag,\ dn$$

2.3 العنصر الثاني الرئيسي الهام (أي نسبة الحماية الإجمالية، PR_{ov}) مصاحب لنمط الموجات الحاملة المطلوبة.

يمكن إضافة إلى هذا العنصر الثاني، تحديد نسبة الحماية على وصلة التغذية ونسبة الحماية على الوصلة الهابطة على التوالي PR_{up} وPR_{dn}، وبافتراض زيادة X معينة في نسبة الحماية على الوصلة الهابطة لمراعاة التداخل في وصلة التغذية تحدد النسبتان PR_{up} وPR_{dn}، كالآتي:

$$PR_{dn} = PR_{ov} + X$$

$$PR_{up} = PR_{ov} \copyright PR_{dn}$$

3.3 **تعريف EPM_{up} وEPM_{dn} وOEPM**

$$OEPM = C/I_{ov,\ eq,\ ag} - PR_{ov}$$

$$EPM_{up} = C/I_{eq,\ ag,\ up} - PR_{up}$$

$$EPM_{dn} = C/I_{eq,\ ag,\ dn} - PR_{dn}$$

الملحـــق 3

حساب أقنعة الحماية للتداخلات التي تحدث بين أنماط مختلفة من الموجات الحاملة الرقمية

1 وصف الطريقة

يفترض أن الموجة الحاملة الرقمية المسببة للتداخل من أجل حساب التداخلات، يمكن نمذجتها عن طريق مصدر ضوضاء بيضاء يتبعها مرشاح لتشكيل النبضة بجذر تربيعي وجيب التمام المرتفع. ويمكن اختيار عامل الجبر α_i لهذا المرشاح بطريقة عشوائية في المجال $0 \le \alpha_i \le 1$ (الجبر من 0% إلى 100%). ويحدد معدل الرموز المرسلة (سرعة التشكيل)، R_i، عرض نطاق المرشاح عند 3 dB، من أجل الإشارة الرقمية المسببة للتداخل.

وتتوقف سوية التداخل الرقمي المؤثرة في الإشارة الرقمية المطلوبة على:

- تخالف التردد Δf بين الإشارة المطلوبة والإشارة المسببة للتداخل ؛
- خصائص مرشاح المستقبل؛
- خصائص قناة الإرسال التي تحمل الإشارة المسببة للتداخل.

ويفترض أيضاً أن المرشاح ينمذج بجذر تربيعي وجيب تمام مرتفع مع عامل جبر، α_w حيث $(0 \le \alpha_w \le 1)$ وعرض نطاق عند 3 dB يحدده معدل الرموز، R_w، للإشارة المطلوبة.

التكبير العالي للإشارة المسببة للتداخل يترتب عليه زيادة جديدة في الفص الطيفي الجانبي. والتداخل الذي تسببه الفصوص الجانبية مهمل عند القيم المنخفضة Δf، ولكنه يصبح ذا أهمية مع تزايد تخالف الترددات.

ولا ينظر إلى الفصين الجانبيين الأولين. ويهمل إسهام الفصوص الجانبية عالية الترتيب في التداخل في كل السيناريوهات العملية للإرسال.

تعدل سوية الفص الجانبي وفقاً للفص الطيفي الرئيسي بحيث تعكس خصائص القناة اللاخطية. تتكون السوية النسبية لكل فص جانبي من مركّبتين L_s وX:

- القيمة L_s التي تتوقف على خصائص اللاخطية في المكبر عالي القدرة (HPA) وعلى سوية إثارة (خفض قدرة) المكبر. وتختلف قيمة L_s لكل فص جانبي.
- تمثل القيمة X أثر الترشيح عند مخرج المكبر عالي القدرة. ويفترض أن تكون قيمة التوهين هي ذاتها لجميع الفصوص الطيفية الجانبية. وهذا النهج متحفظ، حيث إن كسب المرشاح الموجود بعد المكبر عالي القدرة ليس ثابتاً، وإنه يتناقص مع تزايد تخالف الترددات بالنسبة للتردد المركزي للقناة.

يعبر عن المعلمتين L_s وX بالديسيبل.

يعبر عن المعلمتين R_i وR_w بما يلي: Msymbol/s. وتعطى عروض الطيف الكلية للإشارة المطلوبة وللإشارة المسببة للتداخل بما يلي $R_w(1 + \alpha_w)$ MHz و$R_i(1 + \alpha_i)$ MHz على التوالي. ويعبّر عن معلمة اختلاف التردد، Δf، بالوحدة MHz. ويفترض أن التداخل عند خرج مرشاح المستقبل يتميز بخصائص الضوضاء.

تستعمل خوارزمية مشتركة لحساب قدرة الإشارة المطلوبة عند مدخل المستقبل وإسهامات قدرة التداخل تأتي من الفص الطيفي الرئيسي ومن كل فص طيفي جانبي. ويجري الآتي لحساب القدرة المسببة للتداخل (انظر الفقرة 3 من أجل التعاريف المستخدمة أدناه):

أ) اختيار القيم المناسبة لمعلمات الدخل (R_i وR_w وα_i وα_w وδf وL_s وX) التي تسمح بحساب إسهامات القدرة المسببة للتداخل (الإشارة المطلوبة أو الإشارة المسببة للتداخل في الفص الطيفي الرئيسي أو الإشارة المسببة للتداخل في الفص الطيفي الجانبي)؛

ب) حساب الأزواج التسعة للحدود (U_n وL_n و$n = 1$، ... ، 9)؛

ج) حساب الإسهامات الخمسة للقدرة (C_m و$m = 1$ ،...، 5)؛

د) حساب القدرة الكلية المستقبلة، P:

$$P = 10^{\frac{L_s - X}{10}} \sum_{m=1}^{5} C_m$$

وحساب سوية القدرة المسببة للتداخل $I(\Delta f)$، المقيسة عند مخرج مرشاح المستقبل والمعبر عنها بالنسبة إلى قدرة الموجة الحاملة المطلوبة من أجل قيمة للنسبة C/I تساوي 0 dB على وصلة مرجعية (أي تساوي قدرة الموجة الحاملة المطلوبة والقدرة المسببة للتداخل)، يتم كما يلي:

الخطوة 1: حساب قدرة الإشارة المطلوبة، P_w، عند مخرج مرشاح المستقبل باستعمال الخوارزمية أعلاه وضبط قيم معلمات الدخل كما يلي:

$$R_i = R_W, \quad \alpha_i = \alpha_W, \quad \delta f = 0, \quad L_S = 0, \quad X = 0$$

الخطوة 2: حساب إسهام الفص الطيفي الرئيسي في قدرة الإشارة المسببة للتداخل، P_0، عند مخرج مرشاح المستقبل باستعمال نفس الخوارزمية وبإعطاء معلمات الدخل القيم التالية:

$$\delta f = \Delta f, \quad L_S = 0, \quad X = 0$$

الخطوة 3: حساب إسهام الفص الطيفي الجانبي الأول في قدرة الإشارة المسببة للتداخل، P_1، بإعطاء معلمات الدخل القيم التالية:

$$\delta f = |\Delta f| - R_i, \quad L_S = L1 \neq 0, \quad X \neq 0$$

تتوقف قيمة L_s على الخصائص اللاخطية للمكبر عالي القدرة ووفقاً لسوية إشارة المكبر. تتوقف قيمة X على خصائص توهين خارج نطاق المرشاح الموجود بعد المكبر عالي القدرة.

الخطوة 4: حساب إسهام الفص الطيفي الجانبي الثاني في قدرة الإشارة المسببة للتداخل، P_2، بإعطاء معلمات الدخل القيم التالية:

$$\delta f = |\Delta f| - 2R_i, \quad L_S = L2 \neq L1 \neq 0, \quad X \neq 0$$

من ناحية ثانية تتوقف قيمة L_s على الخصائص اللاخطية للمكبر عالي القدرة ووفقاً لسوية إشارة المكبر. وقيمة X هي نفسها الواردة في الخطوة 3.

الخطوة 5: حساب القدرة النسبية المسببة للتداخل وفق قيم معلمتي إشارة معينة وتخالف التردد:

$$I(\Delta f) = 10 \log\left(\frac{P_0 + P_1 + P_2}{P_w}\right) \quad \text{dB}$$

2 مثال لحساب قناع الحماية

كمثال (اعتباطي)، يفترض على سبيل المثال أن معلمات الإشارة المطلوبة والإشارة المسببة للتداخل هي التالية:

إشارة رقمية مطلوبة:

معدل الرموز، $R_W = 27{,}5$ Msymbol/s

عامل الجبر، $\alpha_W = 0{,}35$ (مجبر إلى جيب التمام بقدر 35%).

إشارة رقمية مسببة للتداخل:

معدل الرموز، $R_i = 27{,}5$ Msymbol/s

عامل الجبر، $\alpha_i = 0{,}35$ (مجبر إلى جيب التمام بقدر 35%).

سويات الفص الجانبي:

سوية الفص الجانبي الأول، $L_S1 = -17{,}0$ dB

سوية الفص الجانبي الثاني، $L_S2 = -27{,}5$ dB

الترشيح بعد المكبر عالي القدرة:

توهين الفص الجانبي، $X_f = 12{,}0$ dB

يفترض أن تخالف التردد بين الإشارة المطلوبة والإشارة المسببة للتداخل، Δf، يعادل 38,36 MHz. فنقوم بما يلي لتطبيق طريقة الحساب الموصوفة في الفقرة 1 من هذا الملحق:

الخطوة 1: حساب قدرة الإشارة المطلوبة، P_W، عند مخرج مرشاح المستقبِل:

$$R_i = R_W, \quad \alpha_i = \alpha_W, \quad L_S = 0, \quad X = 0, \quad \delta f = 0$$

$$L_1 = U_8 = U_9 = -8.937$$

$$U_1 = L_2 = U_2 = L_3 = U_3 = L_4 = U_4 = L_5 = U_5 = L_6 = L_7 = L_8 = L_9 = 8.937$$

$$U_6 = U_7 = 18.563$$

$$C_1 = 0.825, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0.088, \quad C_5 = 0$$

$$P_W = 0.913$$

الخطوة 2: حساب قدرة الإشارة المسببة للتداخل، P_0، الناتجة عن الفص الطيفي الرئيسي عند مخرج مرشاح المستقبل:

$$L_S = 0, \quad X = 0, \quad \delta f = \Delta f$$

$$L_1 = L_3 = L_4 = 29.422, \quad U_1 = L_2 = L_5 = L_7 = 8.937, \quad L_6 = L_9 = 47.297, \quad L_8 = -18.563$$

$$U_9 = -8.937, \quad U_2 = U_5 = -29.422, \quad U_3 = U_4 = U_6 = 18.563, \quad U_7 = U_8 = -19.797$$

$$C_1 = 0, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

$$P_0 = 0$$

الخطوة 3: حساب قدرة الإشارة المسببة للتداخل، P_1، الناتجة عن الفص الطيفي الجانبي الأول عند مخرج مرشاح المستقبل:

$$L_S = L_S1, \quad X = Xf, \quad \delta f = |\Delta f| - R_i$$

$$L_1 = 1.923, \quad U_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_7 = 8.937, \quad U_2 = U_5 = L_8 = -1.923$$

$$U_3 = U_4 = U_6 = 18.563, \quad L_6 = L_9 = 19.797, \quad U_7 = 7.703, \quad U_8 = U_9 = -8.937$$

$$C_1 = 0.605, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

$$P_1 = 7.618 \times 10^{-4}$$

الخطوة 4: حساب قدرة الإشارة المسببة للتداخل، P_2، الناتجة عن الفص الطيفي الجانبي الثاني عند مخرج مرشاح المستقبل:

$$L_S = L_S2, \quad X = Xf, \quad \delta f = |\Delta f| - 2R_i$$

$$L_1 = U_8 = U_9 = -8.937, \quad U_1 = U_3 = U_4 = L_9 = -7.703, \quad L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_6 = 8.937$$

$$U_2 = U_5 = U_7 = 18.563, \quad L_7 = L_8 = 25.578, \quad U_6 = 1.922$$

$$C_1 = 0.395, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

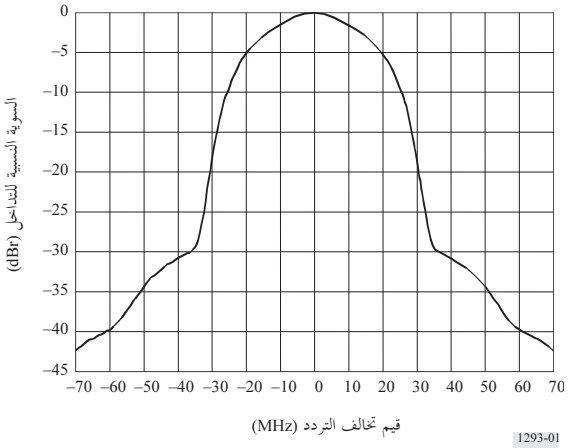
$$P_2 = 4.431 \times 10^{-5}$$

الخطوة 5: حساب قدرة التداخل الكلية بالنسبة لقدرة الإشارة المطلوبة:

$$I(\Delta f) = -30{,}5$$

وباتباع هذه الإجراءات من أجل سلسلة من قيم تخالف التردد يمكن الحصول على قناع الحماية الوارد في الشكل 1.

الشكل 1



3 خوارزميات: حساب قدرة الإشارة المستقبلة (المطلوبة أو المسببة للتداخل)

1.3 الحدود

$$A = (1 - \alpha_w)\frac{R_w}{2} \qquad B = (1 + \alpha_w)\frac{R_w}{2} \qquad C = (1 - \alpha_i)\frac{R_i}{2} \qquad D = (1 + \alpha_i)\frac{R_i}{2}$$

$$L7 = max\,(A; -\delta f + C) \qquad L4 = max\,(A; \delta f - C) \qquad L1 = max\,(-A; \delta f - C)$$

$$U7 = min\,(B; -\delta f + D) \qquad U4 = min\,(B; \delta f + C) \qquad U1 = min\,(A; \delta f + C)$$

$$L8 = max\,(-B; -\delta f + C) \qquad L5 = max\,(A; -\delta f - C) \qquad L2 = max\,(-A - \delta f; C)$$

$$U8 = min\,(-A; -\delta f + D) \qquad U5 = min\,(B; -\delta f + C) \qquad U2 = min\,(A - \delta f; D)$$

$$L9 = max\,(-B; \delta f + C) \qquad L6 = max\,(A; \delta f + C) \qquad L3 = max\,(-A + \delta f; C)$$

$$U9 = min\,(-A; \delta f + D) \qquad U6 = min\,(B; \delta f + D) \qquad U3 = min\,(A + \delta f; D)$$

الملاحظة 1:

أقصى $(a; b)$: قيمة قصوى a و b

أدنى $(a; b)$: قيمة دنيا a و b

δf = تردد الإشارة المسببة للتداخل – تردد الإشارة المطلوبة.

2.3 الدوالّ

حيث $1 \le n \le 3$:

$$\begin{aligned} p_n(a,b) &= f_n(a) - f_n(b) && \text{for } a > b \\ &= 0 && \text{for } a \le b \end{aligned}$$

$$f_1(x) = \left(\frac{x}{R_i} \right) \qquad f_2(x) = \frac{\alpha_i}{2\pi} \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_i}{\alpha_i R_i} \right) \qquad f_3(x) = \frac{\alpha_w R_w}{2\pi R_i} \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right)$$

وحيث $4 \le n \le 5$:

$$\begin{aligned} p_n(a,b,\delta f) &= f_n(a,\delta f) - f_n(b,\delta f) && \text{for } a > b \\ &= 0 && \text{for } a \le b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_4(x,y) &= f_{4a}(x,y) && \text{for } \alpha_w R_w = \alpha_i R_i \\ &= f_{4b}(x,y) && \text{for } \alpha_w R_w \ne \alpha_i R_i \end{aligned} \qquad \begin{aligned} f_5(x,y) &= f_{5a}(x,y) && \text{for } \alpha_w R_w = \alpha_i R_i \\ &= f_{5b}(x,y) && \text{for } \alpha_w R_w \ne \alpha_i R_i \end{aligned}$$

$$f_{4a}(x,y) = \frac{1}{16\pi R_i} \left(2\pi x \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y + R_i - R_w}{\alpha_i R_i} \right) - \alpha_i R_i \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{4x - 2y - R_i - R_w}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{4b}(x,y) = \frac{\alpha_i \alpha_w R_w}{4\pi \left(\alpha_i^2 R_i^2 - \alpha_w^2 R_w^2 \right)} \left(\alpha_i R_i \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right) \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y - 2x + R_i}{\alpha_i R_i} \right) + \alpha_w R_w \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right) \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y - 2x + R_i}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{5a}(x,y) = \frac{1}{16\pi R_i} \left(\alpha_i R_i \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{4x - 2y - R_i + R_w}{\alpha_i R_i} \right) - 2\pi x \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y + R_i + R_w}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{5b}(x,y) = \frac{\alpha_i \alpha_w R_w}{4\pi \left(\alpha_i^2 R_i^2 - \alpha_w^2 R_w^2 \right)} \left(\alpha_i R_i \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x + R_w}{\alpha_w R_w} \right) \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - 2y - R_i}{\alpha_i R_i} \right) - \alpha_w R_w \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x + R_w}{\alpha_w R_w} \right) \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - 2y - R_i}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

3.3 إسهامات القدرة

$$C_1 = p_1(U_1, L_1) + \frac{1}{2} \sum_{n=2}^{5} p_1(U_n, L_n) + \frac{1}{4} \sum_{n=6}^{9} p_1(U_n, L_n)$$

$$C_2 = p_2(U_2, L_2) + p_2(U_3, L_3) + \frac{1}{2} \left[p_2(U_6 - \delta f,\ L_6 - \delta f) + p_2(U_7 + \delta f,\ L_7 + \delta f) + p_2(U_8 + \delta f,\ L_8 + \delta f) + p_2(U_9 - \delta f,\ L_9 - \delta f) \right]$$

$$C_3 = p_3(U_4, L_4) + p_3(U_5, L_5) + \frac{1}{2} \left[p_3(U_6, L_6) + p_3(U_7, L_7) + p_3(-L_8, -U_8) + p_3(-L_9, -U_9) \right]$$

$$C_4 = p_4(U_6, L_6, \delta f) + p_4(U_7, L_7, -\delta f)$$

$$C_5 = p_5(U_8, L_8, -\delta f) + p_5(U_9, L_9, \delta f)$$

4.3 القدرة الكلية للإشارة المستقبلة

$$\text{القدرة} = 10^{\frac{L_s - X}{10}} \sum_{m=1}^{5} C_m$$

التذييـــل 1

للملحـــق 3

تبليغ المعلمات المصاحبة للإرسالات الرقمية

لكي تطبق الطريقة المشروحة في الملحق 3 من أجل حساب أقنعة الحماية المتعلقة بالتداخلات بين الإرسالات الرقمية، يلزم التبليغ عن معلمات مصاحبة لكل إرسال رقمي. وهذه المعلمات هي التالية:

- نمط التشكيل الرقمي (طريقة تطبق حصراً على الإشارات المشكلة بزحزحة الطور)؛
- معدل الرموز المرسلة (Msymbol/s)؛
- عامل الجبر لمرشاح تكوين شكل النبضة الرقمي (يفترض مرشاح جيب التمام أو ما يشابهه) ويتراوح العامل بين 0 و1؛
- السويتان النسبيتان للفصين الجانبيين الأول والثاني Ls1 وLs2 (dB)؛
- توهين الفص الجانبي X (dB) الناتج عن الترشيح بعد المكبر عالي القدرة.

يقضي التذييل 4 من لوائح الراديو بالفعل بتنفيذ المعلمات الثلاث الأولى. فضلاً عن ذلك، يوصى بأن يقوم مؤتمر مختص مقبل بإضافة المعلمتين الأخيرتين إلى قائمة المعلمات التي يتعين تقديمها بموجب التذييل 4 من لوائح الراديو.

تشغل معظم الموجات الحاملة في التلفزيون الرقمي من الوصلة الهابطة كامل عرض نطاق المرسل–المستجيب ويشتغل المرسل–المستجيب بإشباع القدرة القصوى في الوصلة الهابطة. وبينت الدراسات أنه في كل هذه الظروف، تكون السوية النسبية الملائمة في الفصين الجانبيين هي –18 dB و–30 dB على التوالي. فضلاً عن ذلك، لما كان هناك ترشيح دائماً (معدد إرسال الخرج) عند مخرج المكبر عالي القدرة المحمول على المتن (مكبر النقل بأنبوب الموجات المتنقلة (TWTA)) تكون للمعلمة X قيمة أخرى خلاف 0. تتفاوت قيمة X الدقيقة من نظام إلى آخر. ويبدو أن القيمة 12 dB للمقدار X هي أدنى قيمة متحفظة ينبغي أن تتجاوزها جميع الأنظمة الجديدة المنفذة للقنوات المتلاصقة متحدة الاستقطاب.

أما فيما يتعلق بالوصلات الصاعدة فلا يوجد مرشاح بعد المكبر عالي القدرة ولكن هذا المكبر يعمل بتخفيض القدرة الذي يرمي إلى التحكم في سويات الفصوص الجانبية خارج النطاق. وتجاوز السويتين –29 dB و–39,5 dB للفصين الجانبيين على وصلات التغذية لأنظمة الخدمة الإذاعية الساتلية أمر بعيد الاحتمال.

التوصية ITU-R S.1340-0 *، **

التقاسم بين وصلات التغذية في الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الملاحة الراديوية للطيران في الاتجاه أرض–فضاء في النطاق GHz 15,7-15,4

(المسألة ITU-R 243/4)

(1997)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن القرار (WRC-95) 117 الصادر عن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (جنيف، 1995) يدعو قطاع الاتصالات الراديوية إلى إجراء دراسات لحالة التقاسم بين وصلات التغذية (أرض–فضاء) في الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) وخدمة الملاحة الراديوية للطيران في النطاق GHz 15,65-15,45؛

ب) أن النطاق GHz 15,7-15,4 موزع على خدمة الملاحة الراديوية للطيران على أساس أولي وأن الرقم S4.10 من لوائح الراديو ينطبق؛

ج) أن المؤتمر WRC-95 أضاف توزيعاً إلى الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) في النطاق GHz 15,65-15,45 لوصلات التغذية في الشبكات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في الخدمة MSS في الاتجاه أرض–فضاء؛

د) أن متطلبات وصلات التغذية (أرض–فضاء) للأنظمة الساتلية non-GSO في الخدمة MSS يجب أن تُستوفى في هذا النطاق؛

هـ) أن الإرسالات من المحطات في خدمة الملاحة الراديوية للطيران يمكن أن تسبب تداخلاً غير مقبول للسواتل؛

و) أن الإدارات التي تشغل محطات في خدمة الملاحة الراديوية للطيران تُحث على الحد من متوسط القدرة e.i.r.p. وجعله dBW 42 بغية الحد من التداخل المتسبب للسواتل non-GSO؛ وتبقى هذه القيمة قابلة للمراجعة والدراسة من قبل قطاع الاتصالات الراديوية (انظر الرقم S5.511C من لوائح الراديو)؛

ز) أن تنسيق الإرسالات من محطات الملاحة الراديوية للطيران مع المحطات الفضائية في وصلة التغذية لا يُعتبر عملياً؛

ح) أن الإرسالات من المحطات الأرضية في وصلة التغذية المنتشرة على سطح الأرض يمكن أن تسبب تداخلاً ضاراً لمحطات الملاحة الراديوية للطيران؛

ط) أن بعض الحدود فُرِضت على الخدمة الثابتة الساتلية لحماية خدمة الملاحة الراديوية للطيران، طبقاً للرقم S5.511C من لوائح الراديو؛

ي) أن المحطات المحمولة جواً والمحطات البرية والبحرية في خدمة الملاحة الراديوية للطيران تستعمل هذا النطاق بصورة مكثفة نسبياً؛

ك) أن المحطات المحمولة على متن طائرة لا يسمح لها بالبث في النطاق GHz 16,45-15,45، طبقاً للرقم S5.511B من لوائح الراديو؛

---

* يجب أن تُرفع هذه التوصية إلى علم لجنة الدراسات 8 للاتصالات الراديوية.

** أدخلت لجنة الدراسات 4 للاتصالات الراديوية عام 2001 تعديلات صياغية في هذه التوصية طبقاً لأحكام القرار ITU-R 44 (RA-2000).

ل) أن الخصائص التقنية والتشغيلية لمحطات الملاحة الراديوية للطيران معروفة معرفة كافية؛

م) أن الخصائص التقنية والتشغيلية لوصلات التغذية ليست محددة بدقة؛

ن) أن من الضروري وضع طرائق لتحديد مسافات التنسيق والفصل المطلوبة بين المحطات الأرضية في وصلة التغذية ومحطات الملاحة الراديوية للطيران لحماية محطات الملاحة الراديوية للطيران؛

س) أن دراسات قد سبق أن كُرِّست للمسائل السابقة،

توصي

1 أن تقصر وصلات تغذية الخدمة MSS على النطاق GHz 15,63-15,43 (انظر الملاحظة 1)؛

2 ألا تتجاوز الإرسالات المعبر عنها بالقدرة e.i.r.p. الفعالة (E_{eff}) الصادرة من محطات الملاحة الراديوية للطيران ما يلي:

1.2 بالنسبة لأنظمة مساعدة هبوط الطائرات ووصلات التغذية التي يفوق عرض نطاقها MHz 3:

$$E_{eff} = \begin{cases} 53 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 8 \\ 53 - 0.833\ (\varphi - 8) & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 8 \le \varphi < 14 \\ 48 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 14 \le \varphi < 32 \\ 48 - 9\ (\varphi - 32) & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 32 \le \varphi < 34 \\ 30 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 34 \le \varphi < 40 \\ 30 - 0.2\ (\varphi - 40) & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 40 \le \varphi \le 90 \end{cases}$$

2.2 بالنسبة لرادارات الطائرات متعددة الأغراض ووصلات التغذية التي يزيد عرض نطاقها على MHz 1:

$$E_{eff} = \begin{cases} 62 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 20 \\ 62 - 0.56\ (\varphi - 20)^2 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 20 \le \varphi < 25 \\ 48 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 25 \le \varphi < 29 \\ 71.86 - 25 \log\ (\varphi - 20) & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 29 \le \varphi < 68 \\ 29.8 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 68 \le \varphi \le 90 \end{cases}$$

حيث:

$$E_{eff} = E_p - 15 \log (1 + 5/PW) \qquad \text{dBW}$$

E_{eff}: القدرة e.i.r.p. التي تسبب نفس سوية التداخل للإشارة المشكلة بالطور وللإشارة شبه الضوضاء المستمرة

E_p: القيمة النبضية لقدرة الذروة e.i.r.p. (dBW) المتولدة من محطة الملاحة الراديوية للطيران

PW: مدة (µs) النبضات التي ترسلها محطة الملاحة الراديوية للطيران

φ: زاوية الارتفاع (بالدرجات) بالنسبة لمستوي الأفق؛

3 أن تكون وصلات التغذية في الاتجاه أرض–فضاء مصممة لتشتغل في بيئة التداخل المحددة في الفقرة "*توصي* 2"؛

4 بأنه، في ظروف الفقرتين "*توصي* 2 و3"، ليس هناك حاجة إلى تنسيق إرسالات من محطات الملاحة الراديوية للطيران مع محطات الاستقبال الساتلية؛

5 ألا تتجاوز القدرة .e.i.r.p المرسلة نحو المستوي الأفقي المحلي من محطة أرضية في وصلة تغذية القيمة 54 dB(W/MHz) (انظر الملاحظة 2)؛

6 أن رادارات سطح الأرض الموصوفة في الملحق 1 يجب ألا تشتغل في النطاق GHz 15,63-15,43؛

7 أن تكون مسافات التنسيق المطلوبة لحماية محطات الملاحة الراديوية للطيران من التداخل غير المقبول الصادر من إرسالات المحطات الأرضية لوصلات التغذية مساوية:

- 515 km من مكان هبوط الطائرة لأنظمة مساعدة هبوط الطائرات (ALS)؛
- 600 km من طائرة تستعمل رادارات متعددة الأغراض (MPR)؛
- 270 km من مكان هبوط الطائرة لأنظمة التحسس والقياس الرادارية؛

8 بمراعاة المعلومات الإضافية الواردة في الملحقات 1 و2 و3.

الملاحظة 1 – إن نطاق الترددات الوارد في الفقرة "*توصي* 1" يختلف قليلاً عن النطاق الموزع من قبل المؤتمر WRC-95. وهذا الاختلاف موصى به لتسهيل التقاسم بين وصلات التغذية في الخدمة non-GSO MSS وخدمة الملاحة الراديوية للطيران. سوف يتم مراجعة الفقرة "*توصي* 1" في تاريخ لاحق وفقاً لنتائج مؤتمر قادم للاتصالات الراديوية.

الملاحظة 2 – قد تخضع وصلات التغذية أرض – فضاء في الخدمة MSS إلى قيود تصميمية وتشغيلية إضافية لكي تؤخذ في الحسبان سويات العتبات المنطبقة على خدمة الفلك الراديوي والواردة في التوصية ITU-R RA.769.

الملحق 1

أنظمة الملاحة الراديوية للطيران في النطاق GHz 15,7-15,4

1 رادارات سطح الأرض

تُستعمل رادارات سطح الأرض المقامة في البر أو على متن السفن لكشف وتتبع وتحديد مواقع حركة الطائرات ومركبات السطح المستعملة في المطارات وفي أماكن أخرى لهبوط الطائرات.

1.1 مخططات الهوائي

- فتحة الحزمة الاسمية عند 3 dB: >3,5° رأسياً، قاطع التمام المقلوب عند –31° 0,35° أفقياً
- مدى الترددات: GHz 16,7-15,65
- الاستقطاب: دائري
- الكسب النمطي: 43 dBi
- السوية القصوى للفص الجانبي: 25 dB تحت كسب الذروة
- السوية القصوى للفص الخلفي: 35 dB تحت كسب الذروة
- مدى الميل الرأسي: ± 1,5°
- المدى الأقصى للمسح الأفقي: 360°.

1.1.1 مخطط غلاف الكسب مع زاوية ارتفاع الهوائي

استناداً إلى المعطيات المقيسة ومواصفات سوية الفصوص الجانبية وكسب الذروة الموجه إلى +1,5°، يُعرّف مخطط غلاف كسب مع زاوية الارتفاع على النحو التالي، حيث φ هي زاوية الارتفاع (بالدرجات):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 43 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 4 \\ 43 - 5\,(\varphi - 4) & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 4 \le \varphi < 9 \\ 18 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 9 \le \varphi < 16 \\ 43.2 - 21 \log \varphi & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 16 \le \varphi < 48 \\ 8 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 48 \le \varphi \le 90 \end{cases}$$

2.1.1 مخطط غلاف الكسب مع زاوية سمت الهوائي

استناداً إلى المعطيات المقيسة ومواصفات سوية الفصوص الجانبية، يُعرّف مخطط الكسب مع زاوية السمت على النحو التالي، حيث φ هي زاوية السمت النسبية (بالدرجات):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 43 - 110\ \varphi^2 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 0.4767 \\ 18 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 4.4767 \le \varphi < 0.72 \\ 17.07 - 6.5 \log \varphi & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0.72 \le \varphi < 48 \\ 8 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 48 \le \varphi \le 180 \end{cases}$$

2.1 خصائص أخرى

1.2.1 في الإرسال

- القدرة e.i.r.p. للذروة: 86 dBW
- تردد تكرار النبضات: 192 8 Hz
- مدة النبضة: 0,04 µs
- عرض نطاق النبضات عند 3,5 dB: 25 MHz.

2.2.1 في الاستقبال

- كسب الهوائي النمطي: 43 dBi
- عامل الضوضاء النمطية: 6,2-6,9 dB.

2 أنظمة مساعدة هبوط الطائرات (ALS)

إن الأنظمة ASL أنظمة متعددة الأغراض وتُستعمل على متن السفن، كأنظمة تُحمل أو تركيبات مقامة على البر دائمة وكذلك لهبوط المكوكات الفضائية. ونظام الهبوط بحزم مسح بالموجات الصغرية (MSBLS) هو أحد هذه الأنظمة. وتختلف بعض خصائصها حسب التطبيقات الخاصة.

1.2 مخططات الهوائي لمحطة سطح الأرض

إن مخططات الهوائي متشابهة لكل التطبيقات بما في ذلك النظام MSBLS. وتختلف مديات المسح مع التطبيقات. وتغطي مديات المسح الواردة أدناه جميع التطبيقات.

يتكون نظام الهوائي ALS من هوائي ارتفاع وهوائي سمت.

يُستعمل جزء هوائي الارتفاع للنظام ALS لإرسال معطيات بزاوية رأسية إلى الطائرة.

- فتحة الحزمة الاسمية عند 3 dB: 1,3° رأسياً، 40° أفقياً
- مدى الترددات: 15,4-15,7 GHz
- الاستقطاب: أفقي ورأسي
- الكسب النمطي: 28 dBi
- السوية القصوى للفص الجانبي: 17 dB تحت كسب الذروة في كلا المستويين
- المدى الأقصى للمسح الرأسي: 0 إلى 30°.

يُستعمل جزء هوائي السمت للنظام ALS لإرسال معلومات سمتية إلى الطائرة.

- فتحة الحزمة الاسمية عند 3 dB: 2,0° أفقياً، 6,5° رأسياً
- يشوّه المخطط الرأسي لتحقيق كسب قدره 20 dBi على الأقل عند 20° فوق الأفق
- مدى الترددات: 15,4-15,7 GHz
- الاستقطاب: أفقي ورأسي
- الكسب النمطي: 33 dBi
- السوية القصوى للفص الجانبي: 17 dB تحت كسب الذروة في كلا المستويين
- المدى الأقصى للمسح الأفقي: ±35°.

1.1.2 مخطط مختلط لغلاف ارتفاع الهوائي

إن المخطط المختلط لكسب الغلاف العمودي القائم على معطيات مقيسة يُعرّف على النحو التالي، حيث φ هي زاوية الارتفاع (بالدرجات):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 33 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 8 \\ 33 - 0.833\ (\varphi - 8) & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 8 \le \varphi < 14 \\ 28 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 14 \le \varphi < 32 \\ 28 - 9\ (\varphi - 32) & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 32 \le \varphi < 34 \\ 10 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 34 \le \varphi < 40 \\ 10 - 0.2\ (\varphi - 40) & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 40 \le \varphi \le 90 \end{cases}$$

2.1.2 مخططات هوائي السمت

يُعرّف مخطط غلاف السمت لهوائي الارتفاع على النحو التالي، حيث φ هي زاوية السمت النسبية (بالدرجات):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 28 - 0.0062\ \varphi^2 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 70 \\ -2.37 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 70 \le \varphi \le 180 \end{cases}$$

يُعرّف مخطط غلاف السمت لهوائي السمت على النحو التالي، حيث φ هي زاوية السمت النسبية (بالدرجات):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 33 - 2\,\varphi^2 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 3 \\ 15 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 3 \le \varphi < 5 \\ 32.5 - 25 \log \varphi & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 5 \le \varphi < 48 \\ -9.53 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 48 \le \varphi \le 180 \end{cases}$$

2.2 خصائص أخرى

1.2.2 في الإرسال

- القدرة e.i.r.p. للذروة: 71 dBW
- تردد تكرار النبضات: 3 334 Hz
- مدة النبضة: 0,333 µs
- عرض نطاق النبضات عند 3,5 dB: 3 MHz.

2.2.2 في الاستقبال

- كسب الهوائي النمطي: 8 dBi
- عامل الضوضاء النمطية: 8 dB.

3 رادارات الطائرات متعددة الأغراض (MPR)

إن رادارات الطائرات MPR هي رادارات تقوم بوظائف الملاحة الراديوية والتحديد الراديوي للموقع والأرصاد الجوية.

1.3 مخططات الهوائي

إن الهوائي مكافئي قطره يبلغ تقريباً 0,3 m ذو مسح رأسي وأفقي بالنظر إلى وجهة الطائرة ووضعيتها:

- فتحة الحزمة الاسمية عند 3 dB: 4,5°
- مدى الترددات: 15,4-15,7 GHz
- الاستقطاب: رأسي
- الكسب النمطي: 30 dBi
- المدى الأقصى للمسح الأفقي: ±45°
- المدى الأقصى للمسح الرأسي: ±20°.

يُعرّف مخطط غلاف الهوائي على النحو التالي، حيث φ هي زاوية السمت النسبية (بالدرجات):

$$G(\varphi) = \begin{cases} 30 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 20 \\ 30 - 0.56\,(\varphi - 20)^2 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 20 \le \varphi < 25 \\ 16 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 25 \le \varphi < 29 \\ 39.86 - 25 \log\,(\varphi - 20) & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 29 \le \varphi < 68 \\ -2.17 & \text{dBi} \quad \text{for} \quad 68 \le \varphi \le 180 \end{cases}$$

2.3 خصائص أخرى

1.2.3 في الإرسال

- القدرة e.i.r.p. للذروة: 70 dBW
- تردد تكرار النبضات: 800 Hz
- مدة النبضة: 2 µs
- عرض نطاق النبضات عند 3,5 dB: 0,5 MHz.

2.2.3 في الاستقبال

- كسب الهوائي النمطي: 30 dBi
- عامل الضوضاء النمطية: 8 dB.

4 نظام التحسس والقياس الراداري (RSMS)

تلائم تقنيات القياس التي تستعمل تكنولوجيا الرادار عند التردد 15 GHz الطائرات الصغرى على الخصوص، بما في ذلك الطائرات المروحية، لأنها توفر فوائد التجهيزات المتراصة الخفيفة مع اتجاهية جيدة للهوائي وأداء أكثر من مناسب لكثير من تطبيقات الملاحة الراديوية التشغيلية التي لا تنطبق عند ترددات أدنى نظراً للانتشار أو أسباب أخرى. فيما يخص قياسات الارتفاع، إن نطاق الترددات هذا المرتفع نسبياً ذو أهمية خاصة على مستوى تصميم الأنظمة، خاصة بفضل الاقتران الأدنى وغياب آثار التثليث، التي تعد ذات أهمية خاصة للقياس الدقيق مع استبانة جيدة (مترية). فيما يخص بعض التطبيقات التشغيلية، يمثل نطاق الترددات هذا التقنية الوحيدة الممكنة تقنياً.

تُستعمل الأنظمة التي تستخدم هذه التقنيات على نطاق واسع في بعض أنحاء العالم حيث تساهم كثيراً في سلامة الطائرات. إن قياس الارتفاع ووجود مناطق منكشفة هو أحد أحرج المعلمات في تشغيل الطائرة عندما يُستعمل لتسهيل المراحل الأخيرة من الهبوط. والدقة العالية والتشغيل الخالي من التداخلات حيويان للنجاح وتعزيز السلامة.

يُستعمل النظام RSMS أساساً في أطوار الطيران على علو منخفض (علو نسبي يبلغ حوالي 500 1 m). في الغالبية العظمى من التطبيقات، يستخدم النظام هوائياً يشتغل بإرسال–استقبال عمودي نحو الأسفل. ولتخفيض آثار الانتثار وآثار أخرى غير مرغوب فيها، يُستعمل تحكم لتخفيض القدرة بدلالة الارتفاع فوق الأرض.

1.4 خصائص النظام RSMS

1.1.4 المرسل

- مدى الترددات: 15,65-15,63 GHz
- قدرة الذروة: 30 dBmW
- كسب الهوائي: 13 dBi، الفصوص الخلفية < 5 dBi
- تردد تكرار النبضات: 58 kHz
- مدة النبضة (القصوى): 500 ns
- معامل الاستعمال (الأقصى): 3%
- عرض نطاق النبضات عند 3,5 dB: 2 MHz.

2.1.4 المستقبل

- كسب الهوائي: 13 dBi، الفصوص الخلفية < 5 dBi
- عامل الضوضاء: 6 dB.

الملحق 2

معايير الإرسال المنطبقة على خدمة الملاحة الراديوية للطيران وإمكانيات التقاسم مع وصلات التغذية (أرض – فضاء) في الخدمة MSS في النطاق GHz 15,7-15,4

1 مدخل

تتمثل إحدى الطرائق الأساسية لحماية السواتل non-GSO من التداخلات غير المقبولة في وضع حدود قصوى للقدرة e.i.r.p. الصادرة من محطات الملاحة الراديوية للطيران وحدود e.i.r.p. دنيا للإرسالات الصادرة من المحطات الأرضية في وصلات التغذية.

كما يمكن كذلك الاكتفاء بوضع حدود قصوى لقيم e.i.r.p. تنطبق على محطات الملاحة الراديوية للطيران لتحديد ظروف التداخل التي يجب أن تكون فيها وصلات التغذية قادرة على الاشتغال. يبدو هذا البديل أهم لأنه أبسط ويسمح بحرية قصوى على مستوى تصميم وتشغيل وصلات التغذية. وهذه الطريقة بالذات هي موضوع الفقرات التالية.

تمثل كل من هاتين الطريقتين وسيلة فعالة لإزالة الحاجة إلى التنسيق. وفي هذه الحالة ليس التنسيق عملياً.

2 خصائص أنظمة الملاحة الراديوية للطيران

تم تعرّف عدة أنظمة تشتغل في هذا النطاق. وهي تشمل رادارات سطح الأرض (SBR) المقامة في البر وعلى السفن لكشف وتتبع وتحديد مواقع حركة الطائرات ومركبات السطح الأخرى المستعملة في أماكن هبوط الطائرات وأنظمة مساعدة هبوط الطائرات (ALS) ورادارات الطائرات متعددة الأغراض (MPR) ونظام التحسس والقياس الراداري (RSMS). ومخططات هوائي هذه الأنظمة عنصر مهم في تحديد القدرة e.i.r.p. بدلالة زاوية الارتفاع. يقدم الملحق 1 مخططات كسب غلاف الهوائي وخصائص أخرى ذات صلة.

3 التحاليل

1.3 التداخلات النبضية المسببة للموجات الحاملة الرقمية

درس فريق المهام 4/4 التداخل المتسبب من الرادارات في الموجات الحاملة الرقمية. وتمت قياسات على مدى واسع من ترددات تكرار النبضات (PRF)، (1-100 kHz) وعوامل الاستعمال، d، (0,01%-100%) للرادارات، ومعدلات المعطيات المحصورة بين 2 Mbit/s و45 Mbit/s للموجات الحاملة الرقمية QPSK المشفرة ذات المعدل 3/4 وتصحيح الخطأ الأمامي (FEC)

المشتغلة عند معدل للخطأ في البتات (BER) يبلغ 1×10^{-6}. تم تطوير معادلة تجريبية انطلاقاً من معطيات القياس يمكن استعمالها لإقامة علاقة بين القدرة e.i.r.p. لذروة النبضات الرادارية، E_p، وقيمة e.i.r.p. فعالة، E_{eff}، أي قدرة e.i.r.p. تسبب نفس سوية التداخل (انظر التوصية ITU-R S.1068). إن متوسط e.i.r.p. الفعالة، E_{ave}، يساوي ذروة e.i.r.p. مضروبة في عامل الاستعمال. في هذه الظروف، تكون المعادلة التجريبية هي:

$$E_{eff} = E_p - 15 \log (1 + 0{,}5(PRF / d)) \quad \text{dBW} \tag{1}$$

حيث يُعبر عن PRF بالوحدة Hz وعن d بالنسبة المئوية.

بما أن عرض النبضة، PW، يساوي (d/PRF)، يمكن التعبير عن المعادلة (1) على النحو التالي:

$$E_{eff} = E_p - 15 \log (1 + 5 / PW) \quad \text{dBW} \tag{2}$$

حيث يُعبر عن PW بالميكروثانية.

مع دالة كثافة طيفية للقدرة بشكل $[(\sin x)/x]^2$]، تكون كثافة قدرة الذروة أكبر بحوالي dB 3,5 من متوسط كثافة القدرة لعرض نطاق $2/PW$. وعرض النطاق عند dB 3,5 (MHz) هو حوالي $1/PW$. هكذا فإن كثافة القدرة e.i.r.p. الفعالة، E_{eff}/MHz، لعروض نطاق (MHz) الموجة الحاملة لوصلة التغذية (BW) (MHz) الأدنى من $1/PW$ تُكتب على النحو التالي:

$$E_{eff}/\text{MHz} = E_p - 10 \log (2 / PW) + 3{,}5 - 15 \log (1 + 5 / PW) \quad \text{dBW} \tag{3}$$

وفيما يخص عروض النطاق (BW) التي تساوي أو تفوق ($1/PW$) يكون متوسط المعلمة، E_{eff}/MHz، على عرض النطاق المعني:

$$E_{eff}/\text{MHz} = E_p - 10 \log (2/PW) + 3.5 - 15 \log (1 + 5/PW) - 10 \log [(BW)(PW)] \quad \text{dBW} \tag{4}$$

2.3 حدود البث المنطبقة على محطات الملاحة الراديوية للطيران

قد يصلح النطاق GHz 15,7-15,63 لرادارات سطح الأرض. بزحزحة النطاق GHz 15,65-15,45 إلى GHz 15,63-15,43، لا تعود هناك حاجة للاهتمام بالتداخلات التي يمكن أن تُسبب لوصلات التغذية (أرض–فضاء).

تُستعمل الرادارات متعددة الأغراض أساساً فوق المحيطات، أي في أغلب الحالات فوق مسافات تتسيق المحطات الأرضية في وصلة التغذية، بحيث لا تعود هناك حاجة إلى التنسيق مع هذه الأخيرة. ونتيجة لذلك، فإن تشغيل هذه الأنظمة يكون مسموحاً به في النطاق GHz 15,7-15,4 على الرغم من بعض القيود الجغرافية (انظر الملحق 3). وتشتغل أنظمة التحسس والقياس الرادارية حالياً في النطاق GHz 15,7-15,4 ويمكن أن تنطبق كذلك قيود جغرافية.

تُعطى في الملحق 1 قيم معلمات المعادلات (2) و(3) و(4) لأنظمة مساعدة هبوط الطائرات (ALS) ورادارات الطائرات متعددة الأغراض (MPR) ونظام التحسس والقياس الراداري (RSMS) في أنظمة الملاحة الراديوية للطيران، مع وظائف كسب غلاف الهوائي. ومع هذه المعلومات يمكن حساب قيم E_{eff} بدلالة زاوية الارتفاع. تُحد القدرة e.i.r.p. للذروة وPW بواسطة المعادلات (2) و(3) و(4). ويُعبر عن زاوية الارتفاع، φ، بالدرجات.

1.2.3 حدود المعلمة E_{eff}، ALS

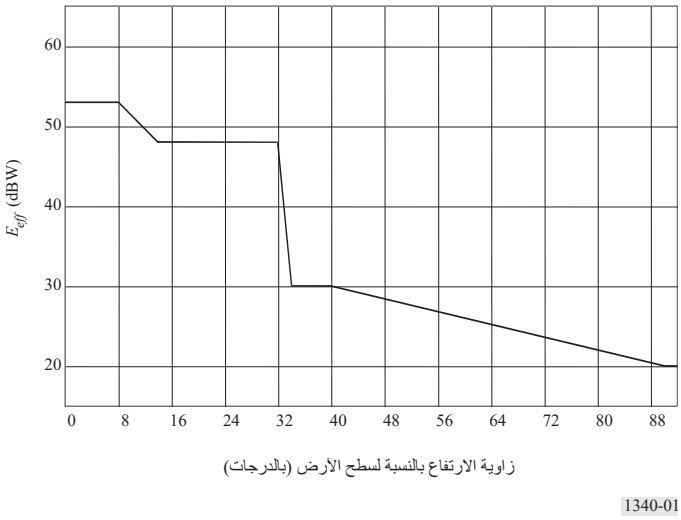
بالنسبة لعروض نطاق الموجة الحاملة لوصلة التغذية التي تزيد على 3 MHz:

$$E_{eff} = \begin{cases} 53 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 8 \\ 53 - 0.833\ (\varphi - 8) & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 8 \le \varphi < 14 \\ 48 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 14 \le \varphi < 32 \\ 48 - 9\ (\varphi - 32) & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 32 \le \varphi < 34 \\ 30 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 34 \le \varphi < 40 \\ 30 - 0.2\ (\varphi - 40) & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 40 \le \varphi \le 90 \end{cases}$$

هذه الدالة مبينة في الشكل 1.

الشكل 1

حدود e.i.r.p. الفعالة، E_{eff} للنظام ALS



1340-01

2.2.3 حدود المعلمة E_{eff}، MPR

بالنسبة لعروض نطاق الموجة الحاملة لوصلة التغذية التي تزيد على 1 MHz:

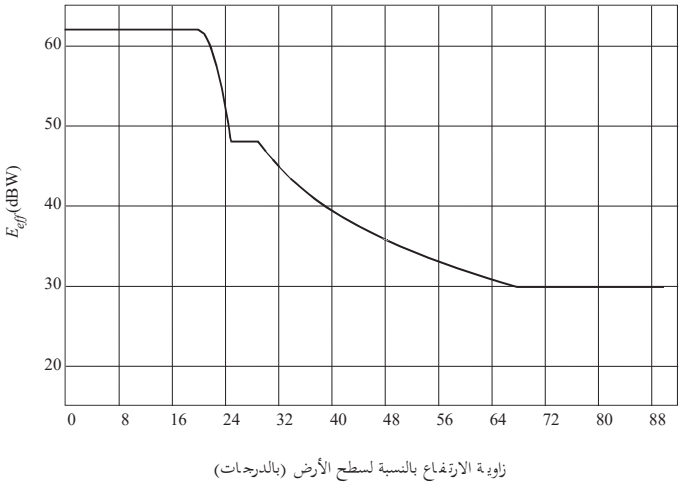
$$E_{eff} = \begin{cases} 62 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < 20 \\ 62 - 0.56\ (\varphi - 20)^2 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 20 \le \varphi < 25 \\ 48 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 25 \le \varphi < 29 \\ 71.86 - 25 \log\ (\varphi - 20) & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 29 \le \varphi < 68 \\ 29.8 & \text{dBW} \quad \text{for} \quad 68 \le \varphi \le 90 \end{cases}$$

هذه الدالة مبينة في الشكل 2.

إن قيم المعلمة E_{eff} من أجل أنظمة التحسس والقياس الرادارية، في حالة زوايا الارتفاع التي تزيد على 0°، تبلغ –13,1 dBW.

الشكل 2

حدود e.i.r.p. الفعالة، E_{eff} للرادار MPR



3.3 الأثر على القدرة e.i.r.p. في المسير الصاعد من وصلات التغذية

يمكن تحقيق الحماية من التداخلات الناتجة عن محطات الملاحة الراديوية للطيران على الوصلات الصاعدة بتثبيت قيمة مناسبة للقدرة e.i.r.p. للمحطات الأرضية العاملة في هذه الوصلات.

في حالة التداخلات المسببة على موجة حاملة QPSK ذات معدل 3/4 وتصحيح FEC، كانت النسبة *C/I* (موجة حاملة/تداخل) المقابلة لمعدل BER قدره 1×10^{-6} تبلغ حوالي 9 dB للقيم المبينة في الفقرة 1.3. تقابل هذه القيمة تشكيلة تكون فيها التداخلات القادمة من مصادر أخرى لا مغزى لها. بما أن النسبة المئوية من الوقت التي تكون خلالها محطة الملاحة الراديوية نشيطة، ويكون فيها كفاف هوائيها عند –3 dB المجتمع مع السائل منخفضة جداً، يُفترض أن نسبة *C/I* قدرها 9 dB يمكن السماح بها لهذه النسبة المئوية الصغيرة من الوقت. وفي حالة موجة حاملة QPSK غير مشفرة تكون النسبة *C/I* حوالي 12 dB.

إن قيمة e.i.r.p. الضرورية، على وصلة صاعدة، للتغلب على غلاف هذه التداخلات بدلالة عرض نطاق الموجة الحاملة لوصلة التغذية، يمكن أن تُحسب بافتراض أن إشارة واحدة من نمط معين سوف تحدث في لحظة ما *T*. على العموم، قد تكون هناك حاجة إلى قيم e.i.r.p. تتراوح بين 60 و70 dBW.

4 ملخص

- إن حدود القدرة .e.i.r.p المعطاة في الفقرة 2.3 تلائم تشغيل أنظمة الملاحة الراديوية للطيران الحالية.
- يسمح تحديد الشروط القصوى للتداخل التي يجب أن تقبلها وصلة التغذية في الخدمة MSS، لمصممي ومشغلي وصلات التغذية بمرونة قصوى لتلبية متطلبات خدمتهم وإزالة أي حاجة لتحديد ارتفاعات المدار ومخطط إشعاع هوائي الساتل، إلخ، التي قد تصاحب تحديد القيم الدنيا المحتملة للقدرة .e.i.r.p.
- من السهل مراعاة القدرة .e.i.r.p الدنيا المطلوبة من محطة أرضية في وصلة التغذية المدعوة إلى الاشتغال في ظروف التداخل القصوى المحددة في الفقرة 3.3، في الاتجاه أرض – فضاء.

الملحق 3

مسافات التنسيق بين المحطات الأرضية لوصلة التغذية في الخدمة MSS العاملة في الاتجاه أرض–فضاء والمحطات في خدمة الملاحة الراديوية للطيران في النطاق GHz 15,7-15,4

1 خصائص نظام الملاحة الراديوية للطيران

تم تحديد عدة أنظمة تشتغل في هذا النطاق. يتعلق الأمر بأنظمة مساعدة هبوط الطائرات (ALS) والرادارات متعددة الأغراض (MPR) المحمولة جواً. تُعطى الخصائص والتحاليل الضرورية لتحديد مسافات التنسيق في الأقسام التالية.

2 مسافات التنسيق

1.2 التحاليل

إن مسافة التنسيق، D_c، الضرورية لضمان الحماية من التداخل غير المقبول المحتمل أن تسببه المحطات الأرضية في وصلات التغذية في الخدمة MSS للمحطات المشتغلة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران، تُحسب كما هو مبين في الفقرات التالية.

$$D_c = D_{fsl} + D_{oth} + D_{as} \quad \text{km} \tag{5}$$

حيث:

D_{fsl}: المسافة الإجمالية للمسير الراديوي في خط البصر (km)

D_{oth}: المسافة ما بعد الأفق المقابلة للخسارة الضرورية ما بعد الأفق (km)

D_{as}: المسافة من الطائرة إلى سطح الهبوط (km) (تنطبق على النظامين ALS و RSMS)

$$D_{fsl} = (2r\,h_1)^{0,5} + (2r\,h_2)^{0,5} \quad \text{km} \tag{6}$$

حيث:

r: نصف قطر الأرض مأخوذاً على أنه 4/3 قيمته الهندسية، لمراعاة الانكسار الجوي (km 8 500)

h_1: ارتفاع محطة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) (km)

h_2: ارتفاع المحطة الأرضية في وصلة التغذية (km)

$$L_{oth} = E_{esd} + 168{,}6 - L_{fsl} + G / T - I / N \quad \text{dB} \tag{7}$$

حيث:

L_{oth}: خسارة الانتشار فيما وراء الأفق مضافة إلى L_{fsl} (dB) (هذه الدالة مبينة فيما بعد، وفي الشكل 1، مشتقة من الدوال 5% من أجل 15 GHz المعطاة في التوصية ITU-R P.528، أي من أجل خسارة يتم تجاوزها خلال 95% من الوقت)

E_{esd}: أقصى كثافة للقدرة e.i.r.p. للمحطة الأرضية في وصلة التغذية نحو الأفق (تُؤخذ على أنها 54 dB(W/MHz))

L_{fsl}: الخسارة في الفضاء الحر محسوبة من أجل D_{fsl} (dB)

G/T: نسبة الكسب/درجة حرارة الضوضاء للمحطة ARNS (dB)

I/N: نسبة التداخل/الضوضاء المقبولة للمحطة ARNS (dB).

تكون قيم L_{oth} بدلالة المعلمة D_{oth} كما هي مبينة في الجدول 1.

الجدول 1

L_{oth} (dB)	D_{oth} (km)	L_{oth} (dB)	D_{oth} (km)	L_{oth} (dB)	D_{oth} (km)
104	350	78	175	0	0
107	375	82	200	24	25
110	400	86	225	45	50
113	425	90	250	57	75
116	450	94	275	64	100
118	475	98	300	69	125
120	500	101	325	74	150

إن قيم D_{oth} المقابلة لقيم L_{oth} الموجودة بين القيم المذكورة يمكن أن تُستقرأ بواسطة:

$$D_{oth} = D_{ith} + 25[(L_{oth} - L_{ith}) / (L_{jth} - L_{ith})] \quad \text{km} \tag{8}$$

حيث:

L_{ith}: القيمة التي تقل مباشرة عن L_{oth} في الجدول 1، بالنسبة للقيمة L_{oth} المحددة حسب المعادلة (7)

L_{jth}: القيمة التي تفوق مباشرة L_{oth} في الجدول 1، بالنسبة للقيمة L_{oth} المحددة حسب المعادلة (7).

2.2 مسافات التنسيق المحسوبة

نظراً للمعادلات وطرائق الحساب مع بعض قيم المعلمات الواردة في الفقرة 1.2 وقيم المعلمات الضرورية الأخرى، تحسب قيم مسافات التنسيق كما هو مبين في الجدول 2:

الجدول 2

RSMS	MPR	ALS	المعلمة
1,5	15	7,6	h_1 (km)
0,01	0,01	0,01	h_2 (km)
172,7	518	372	D_{fsl} (km)
40	0	100	D_{as} (km)
160,9	170,6	167,7	L_{fsl} (dB)
24,4–	2,0–	22,7–	T (dB) / G
10–	10–	10–	N (dB) / I
47,3	60	42,2	L_{oth} (dB)
54,8	85,7	46,7	D_{oth} (km)
267,5	603,7	518,7	D_c (km)

يمكن استعمال مسافة تنسيق تبلغ 600 km للرادارات MPR. وأسلوب التشغيل الأساسي لهذا النمط من التجهيز هو المجال البحري، مما يعنى أنه، في معظم الحالات، ستبعد مسافة 600 km وراء محطة أرضية في وصلة التغذية ولذلك لن تكون هناك حاجة للتنسيق. في الحالة التي تكون فيها المحطات الأرضية في وصلة التغذية تقع في البر، فإن مناطق التشغيل فوق المحيطات تتوسع.

3.2 تخفيض حدود المحطات الأرضية

مع تخفيض حد الكثافة القصوى للقدرة e.i.r.p. للمحطات الأرضية لوصلة التغذية باتجاه الأفق، يجب كذلك تخفيض مسافة التنسيق. واستناداً إلى الدالة الموضحة في الشكل 3، يتم إنشاء مسافات التنسيق بدلالة المعلمة E_{esd} كما هو مبين في الجدول 3:

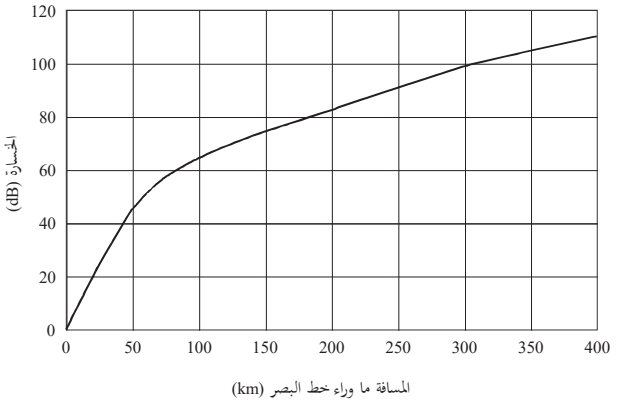
الجدول 3

RSMS (km)	MPR (km)	ALS (km)	E_{esd} (dB(W/MHz))
268	604	519	54
254	573	507	44
242	561	495	34
231	549	485	24

من الواضح أن مسافة التنسيق، في حالة الأنظمة ALS والرادارات MPR والأنظمة RSMS، حيث تعتبر المسافات أساساً هي المسيرات في خط البصر، ليست حساسة لكثافة القدرة e.i.r.p. المشعة نحو الأفق.

الشكل 3

الخسارة المضافة إلى الخسارة في الفضاء الحر عند خط البصر



3 ملخص

- يجب أن تُحد القيم القصوى للإرسال من محطة أرضية في وصلة التغذية في المستوي الأفقي المحلي بالقيمة dB(W/MHz) 54.
- مع هذا الحد، هناك حاجة إلى مسافة تنسيق عتبة تبلغ حوالي 515 km لحماية المحطات ALS العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران من التداخلات غير المقبولة التي تولدها إرسالات المحطات الأرضية في وصلات التغذية. تبلغ المسافة المقابلة حوالي 600 km للرادار MPR و270 km للنظام RSMS.
- إن مسافة عتبة التنسيق للنظام ALS والرادار MPR والنظام RSMS لا تُخفَّض كثيراً بتخفيض الإرسالات القصوى المسموح بها من المحطات الأرضية في وصلات التغذية.

يمكن أن تُستعمل الطريقة السابقة مقترنة بتقنيات تخفيف أخرى لتخفيض مسافات الفصل إلى أدنى حد خلال التنسيق.

4 عوامل تخفيض مسافة الفصل بمراعاة مسافة التنسيق

يجب أن تُؤخذ الاعتبارات التالية في الحسبان عندما يكون من الضروري تحديد موقع محطة أرضية في وصلة التغذية تشتغل (في الاتجاه أرض – فضاء) داخل مسافة التنسيق:

- تكون المحطات الأرضية في وصلات التغذية مجهزة بصورة عامة بهوائيات فتحة حزمتها تقل عن 1° وتشتغل عند زوايا ارتفاع تفوق 5°، مما يخفض القدرة e.i.r.p. المشعة نحو محطة الملاحة الراديوية للطيران ومن ثم يخفض مسافة الفصل.
- عندما تكون حدود المسح الأفقي للنظام ALS لا تشمل السمت نحو المحطة الأرضية في وصلة التغذية، فإن الفضاء الجوي المصاحب لنظام مساعدة هبوط الطائرات لا يكون "مرئياً" من المحطة الأرضية لوصلة التغذية، بحيث يمكن في هذه الحالة التفكير في تخفيض مسافة الفصل بقيمة يمكن أن تبلغ 100 km.
- استعمال أكمة تراب مبنية خصيصاً حول هوائي (هوائيات) المحطة الأرضية لوصلة التغذية لتوفير عزل إضافي باتجاه محطة الملاحة الراديوية للطيران.
- يمكن انتقاء الموقع الجغرافي للمحطة الأرضية في وصلة التغذية بحيث يستفاد من الحجب الطبيعي للتضاريس الأرضية، مما يزيد الخسارة في مسير الانتشار.
- يمكن أخيراً استغلال ظواهر فك اقتران الهوائيات التي يمكن ملاحظتها عندما تكون الطائرة في الفضاء الجوي لنظام هبوط الطائرات وتكون تستعمل هذا النظام.

التوصيـــة ITU-R S.1428-1

مخططات الإشعاع المرجعية للمحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية لاستعمالها في تقييم التداخل من خلال سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في نطاقات الترددات بين 10,7 GHz و30 GHz

(المسألة ITU-R 42/4)

(2001-2000)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن التوصية ITU-R S.465 تقرر مخططاً إشعاعياً مرجعياً للهوائي يمثل غلافاً لذروة الفصوص الجانبية، من أجل هوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية (FSS)؛

ب) أن من الضروري استعمال مخططات الإشعاع المرجعية لغلاف ذروة الهوائي لحساب التداخلات عن طريق استعمال مستقبلات غير متنقلة أو مصدر تداخل وحيد غير متنقل من أجل مراعاة أسوأ الحالات، وأن هذه الحالات كانت سائدة في الماضي في الخدمة الثابتة الساتلية؛

ج) أنه في حالة وجود عدة مصادر للتداخل أو مستقبلات تختلف مواقعها بشدة حسب الوقت، تعتمد سوية التداخل المستقبل حتماً على نقاط الذروة والحضيض في مخطط كسب الفص الجانبي الرئيسي للهوائي المعرض للتداخل أو مصدره على التوالي، وأن عدد مثل هذه الحالات يتزايد بسرعة في الخدمة الثابتة الساتلية؛

د) أنه فيما يتعلق بالمحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية ثمة حاجة إلى مخططات إشعاع مرجعية مناسبة كي تستخدم في حسابات التداخل من مصادر أو مستقبلات متحركة؛

هـ) أنه من أجل تسهيل محاكاة التداخل باستعمال الحاسوب، يجب أن يغطي المخطط المرجعي للهوائي جميع الزوايا خارج المحور التي تتراوح بين 0° و±180° درجة من جميع المستويات التي تشمل المحور الرئيسي؛

و) أن الأنماط المرجعية للهوائي يجب أن تكون متسقة مع نظرية الهوائي ونتائج القياسات التي أجريت على أوسع مجموعة ممكنة من هوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية؛

ز) أنه قد يكون من الملائم وضع مخططات مرجعية مختلفة للهوائي لنطاقات مختلفة ذات نسبة D/λ من أجل نطاقات ترددات مختلفة في الخدمة الثابتة الساتلية؛

ح) أن المخططات المرجعية لغلاف الذروة الواردة في التوصية ITU-R S.580 مناسبة لأغراض تحديد أداء الهوائي؛

ط) أن استعمال المخططات المرجعية للهوائي يجب أن تؤدي إلى سويات تداخل تمثيلية لتلك التي تستقبلها الهوائيات التي تستوفي توصيات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتناول مخططات الهوائيات،

توصـــي

1 باستعمال مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات المحطات الأرضية الواردة أدناه من أجل حساب التداخلات التي تتسبب فيها مصادر تداخل متنقلة و/أو المستقبلات المتنقلة التي تتضرر من تداخلات الخدمة الثابتة الساتلية:

من أجل $20 \le \frac{D}{\lambda} \le 25$:

$$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda}\varphi\right)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{for } \varphi_m \le \varphi < \left(95\frac{\lambda}{D}\right)$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for } 95\frac{\lambda}{D} \le \varphi < 33.1°$$

$$G(\varphi) = -9 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 33.1° < \varphi \le 80°$$

$$G(\varphi) = -5 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 80° < \varphi \le 180°$$

من أجل $25 < \frac{D}{\lambda} \le 100$:

$$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda}\varphi\right)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{for } \varphi_m \le \varphi < \left(95\frac{\lambda}{D}\right)$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for } 95\frac{\lambda}{D} \le \varphi \le 33.1°$$

$$G(\varphi) = -9 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 33.1° < \varphi \le 80°$$

$$G(\varphi) = -4 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 80° < \varphi \le 120°$$

$$G(\varphi) = -9 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 120° < \varphi \le 180°$$

حيث:

D: قطر الهوائي

λ: طول الموجة معبراً عنها بنفس الوحدة*

φ: زاوية خارج محور الهوائي (بالدرجات)

$$G_{max} = 20 \log \left(\frac{D}{\lambda}\right) + 7.7 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log \left(95\frac{\lambda}{D}\right)$$

$$\varphi_m = \frac{20\,\lambda}{D}\sqrt{G_{max} - G_1} \quad \text{درجات}$$

* D هو القطر المكافئ للهوائيات غير المتناظرة.

من أجل $\frac{D}{\lambda} > 100$:

$$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda}\varphi\right)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{for } \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for } \varphi_r \leq \varphi < 10°$$

$$G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for } 10° \leq \varphi < 34.1°$$

$$G(\varphi) = -12 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 34.1° \leq \varphi < 80°$$

$$G(\varphi) = -7 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 80° \leq \varphi < 120°$$

$$G(\varphi) = -12 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 120° \leq \varphi \leq 180°$$

حيث:

$$G_{max} = 20 \log \left(\frac{D}{\lambda}\right) + 8.4 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = -1 + 15 \log \frac{D}{\lambda} \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = \frac{20\lambda}{D}\sqrt{G_{max} - G_1} \quad \text{درجات}$$

$$\varphi_r = 15.85 \left(\frac{D}{\lambda}\right)^{-0.6} \quad \text{درجات}$$

الملاحظة 1 – لأغراض حساب، أو المحاكاة بالحاسوب، القدرة الكلية لخرج الهوائي الناتج عن تعدد مصادر التداخل باستقطابات مختلفة، يجب افتراض أن إسهام المكونات باستقطاب متقاطع عند زاوية الانحراف عن المحور الرئيسي حتى 30 درجة وفي مناطق الفيض البالغة 120 درجة ليست هامة. وخارج هذه المناطق الزاويّة، فحتى إن كان الهوائي المكافئ يبين تمييزاً استقطابياً ضئيلاً للغاية، يمكن لأغراض حسابات تداخلات السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض/السواتل المستقرة بالنسبة للأرض، تجاهل إسهام المكونات باستقطاب متقاطع.

الملاحظة 2 – تقوم هذه التوصية على دراسات أجريت حول سلسلة من الهوائيات المكافئية. ويلزم إجراء المزيد من الدراسات حول مدى إمكانية تطبيق المخططات المرجعية الموصى بها على الهوائيات لشبكة عناصر مستوية.

الملاحظة 3 – قد تتطلب هذه التوصية المراجعة في المستقبل حينما تتاح معطيات بشأن نوعية الأداء المقيسة للهوائيات في نطاق التردد GHz 30/20.

الملاحظة 4 – في مفهوم هذه التوصية، يعني تعبير متحركة، حينما يطبق على المحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية، محطة أرضية للتتبع في الخدمة الثابتة الساتلية وليس محطة أرضية متنقلة.

التوصية ITU-R BO.1443-3

مخططات مرجعية لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية من أجل استخدامها لتقييم التداخل من خلال سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات التردد المذكورة في التذييل 30 من لوائح الراديو*

(المسألة ITU-R 280/4)

(2013-2006-2002-2000)

مجال التطبيق

ترمي هذه التوصية إلى تزويد مخططات مرجعية ثلاثية الأبعاد لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) يمكن استخدامها لحساب التداخل الناجم عن سواتل الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في هوائيات المحطات الأرضية للخدمة الإذاعية الساتلية.

الكلمات الرئيسية

مخطط الكسب، المدار الساتلي المستند بالنسبة إلى الأرض (GSO)، الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS).

المختصرات/مسرد المصطلحات

يحدد مخطط الكسب بالصورة التالية:

$$\text{Gain} = G(\varphi,\theta)$$

حيث:

φ: زاوية الهوائي من المحور بالنسبة للتسديد (بالدرجات)

θ: زاوية مستوى الهوائي (بالدرجات) (السمت °0 هو المستوى الأفقي).

توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة

التوصية ITU-R S.672-4	مخطط الإشعاع المطلوب استعماله كهدف تصميمي لهوائيات السواتل في الخدمة الثابتة الساتلية التي تستعمل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض
التوصية ITU-R S.1428-1	مخططات الإشعاع المرجعية للمحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية لاستعمالها في تقييم التداخل من خلال سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في نطاقات الترددات بين 10,7 GHz و30 GHz
التوصية ITU-R S.1503-1	وصف وظيفي يستعمل في تطوير أدوات البرمجيات لتحديد التوافق بين شبكات الأنظمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والحدود المقررة في المادة 22 من لوائح الراديو

* إن الأساس الذي تقوم عليه المخططات في هذه التوصية، بما في ذلك منهجية تحليل ورسم البيانات والتي تقيس مدى مطابقة مجموعات البيانات للمخطط الموصى به، وارد في التقرير ITU-R BO.2029 – قياسات مخطط هوائي المحطة الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية وما يرتبط بها من تحليلات. ويتوفر هذا التقرير مشفوعاً بمجموعات البيانات الخام والجداول الحسابية المستخدمة لإجراء التحليل البياني في قرص CD-ROM يُطلب من الاتحاد.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات الاستقبال للخدمة الإذاعية الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض المحددة في الملحق 5 بالتذييل 30 من لوائح الراديو قد استعملت، فيما يتعلق بهوائيات المحطة الأرضية للخدمة الإذاعية الساتلية، من أجل إعداد خطط الخدمة الإذاعية الساتلية وتحديد مخطط إشعاع مرجعي يمثل غلافاً للفصوص الجانبية؛

ب) أن مثل هذه المخططات المرجعية ضرورية من أجل حساب التداخل عن طريق استعمال مستقبلات ثابتة أو منقولة وسواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الإذاعية الساتلية بهدف ضمان حماية مناسبة لخطط الخدمة الإذاعية الساتلية؛

ج) أن في حالة وجود عدة مصادر للتداخل تختلف مواقعها بشدة حسب الوقت، تعتمد سوية التداخل المستقبل بشكل لا يمكن تفاديه على نقاط الذروة والحضيض في مخطط الكسب لهوائي المحطة الأرضية BSS المعرضة للتداخل؛

د) أن ثمة حاجة، فيما يتعلق بالمحطات الأرضية BSS، إلى مخططات إشعاع مرجعية مناسبة كي تستخدم لتقييم التداخل الذي تسببه أنظمة الخدمة الإذاعية الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض؛

هـ) أن تسهيل محاكاة التداخل باستعمال الحاسوب يستدعي أن تغطي المخططات المرجعية جميع الزوايا خارج المحور التي تتراوح بين 0 و±180 درجة في جميع الخطط؛

و) أن المخططات المرجعية يجب أن تكون متسقة مع نتائج القياسات التي أجريت على مجموعة واسعة من هوائيات المحطات الأرضية BSS التي يستخدمها الجمهور؛

ز) أن من الملائم تحديد مخططات مرجعية مختلفة لمختلف أحجام الهوائيات؛

ح) أن خصائص هذه المخططات قد تكون هامة عند قولبة التداخلات non-GSO، في حالة الهوائيات الصغيرة ذات التغذية المتخالفة مثلاً،

توصي

1 باستعمال مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات المحطات الأرضية الموصوفة في الملحق 1 من أجل حساب التداخلات التي تتسبب فيها سواتل الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض؛

2 باستعمال الطريقة الموصوفة في الملحق 2 لتحويل زوايا السمت وزوايا ارتفاع الساتل non-GSO موضوع البحث إلى نفس نظام الإحداثيات المستخدم في وضع مخطط الهوائي ثلاثي الأبعاد؛

3 بأن تعتبر الملاحظتان التاليتان جزءاً من هذه التوصية:

الملاحظة 1 – قد يكون مخطط إشعاع الاستقطاب المتقاطع ذا أهمية في حساب التداخل الناجم عن السواتل non-GSO. وتحتاج هذه المسألة إلى مزيد من الدراسة.

الملاحظة 2 – ترتكز هذه التوصية على قياسات وتحليل هوائيات مكافئية. وفي حالة تصميم هوائيات جديدة لاستخدامها في الخدمة الإذاعية الساتلية، يتعين تحديث المخططات المرجعية الواردة في هذه التوصية تبعاً لذلك.

الملحق 1

مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS)

إذا كانت $25,5 \le D/\lambda \le 11$ *عندئذ*

$$G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D\varphi}{\lambda} \right)^2 \quad \text{عندما} \quad 0 \le \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{عندما} \quad \varphi_m \le \varphi < 95\lambda/D$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log(\varphi) \quad \text{عندما} \quad 95\lambda/D \le \varphi < 36,3°$$

$$G(\varphi) = -10 \quad \text{عندما} \quad 36,3° \le \varphi < 50°$$

إذا كانت $56,25° \le \theta < 123,75°$ *عندئذ*

$$G(\varphi) = M_1 \cdot \log(\varphi) - b_1 \quad \text{عندما} \quad 50° \le \varphi < 90°$$

$$G(\varphi) = M_2 \cdot \log(\varphi) - b_2 \quad \text{عندما} \quad 90° \le \varphi < 180°$$

حيث:

$$M_1 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{90}{50}\right)} \quad \text{و} \quad b_1 = M_1 \cdot \log(50) + 10$$

حيث:

$$M_2 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{90}\right)} \quad \text{و} \quad b_2 = M_2 \cdot \log(180) + 17$$

إذا كانت $0° \le \theta < 56,25°$ *و* $123,75° \le \theta < 180°$ *عندئذ*

$$G(\varphi) = M_3 \cdot \log(\varphi) - b_3 \quad \text{عندما} \quad 50° \le \varphi < 120°$$

$$G(\varphi) = M_4 \cdot \log(\varphi) - b_4 \quad \text{عندما} \quad 120° \le \varphi < 180°$$

حيث:

$$M_3 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{و} \quad b_3 = M_3 \cdot \log(50) + 10$$

حيث:

$$M_4 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{و} \quad b_4 = M_4 \cdot \log(180) + 17$$

إذا كانت $180° \le \theta < 360°$ *عندئذ*

$$G(\varphi) = M_5 \cdot \log(\varphi) - b_5 \quad \text{عندما} \quad 50° \le \varphi < 120°$$

$$G(\varphi) = M_6 \cdot \log(\varphi) - b_6 \quad \text{عندما} \quad 120° \le \varphi < 180°$$

حيث:

$$M_5 = \frac{2}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \qquad \text{و} \qquad b_5 = M_5 \cdot \log(50) + 10$$

حيث:

$$M_6 = \frac{-9}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \qquad \text{و} \qquad b_6 = M_6 \cdot \log(180) + 17$$

حيث:

D: قُطر الهوائي

λ: طول الموجة معبراً عنها بنفس الوحدة مثل القُطر

G: الكسب

φ: زاوية خارج الهوائي بالنسبة إلى محور التسديد (بالدرجات)

θ: زاوية مستوية للهوائي (بالدرجات) (يقابل السمت الذي يبلغ 0 درجة المستوي الأفقي).

$$G_{max} = 20 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) + 8{,}1 \qquad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log\left(95 \frac{\lambda}{D}\right) \qquad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = \frac{\lambda}{D} \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0{,}0025}} \qquad \text{بالدرجات}$$

إذا كانت $100 \le D/\lambda > 25{,}5$ *عندئذ*

$G(\varphi) = G_{max} - 2{,}5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2$	dBi	عندما	$0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$		عندما	$\varphi_m \le \varphi < (95\lambda D)$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	dBi	عندما	$(95\lambda/D) \le \varphi < 33{,}1°$
$G(\varphi) = -9$	dBi	عندما	$33{,}1° < \varphi \le 80°$
$G(\varphi) = -4$	dBi	عندما	$80° < \varphi \le 120°$
$G(\varphi) = -9$	dBi	عندما	$120° < \varphi \le 180°$

حيث:

$$G_{max} = 20 \log (D/\lambda) + 8{,}1 \qquad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log (95\lambda/D) \qquad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D) \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0{,}0025}}$$

إذا كانت $D/\lambda > 100$

$G(\varphi) = G_{max} - 2{,}5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2$	dBi	عندما	$0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$		عندما	$\varphi_m \le \varphi < \varphi_r$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	dBi	عندما	$\varphi_r \le \varphi < 10°$
$G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi$	dBi	عندما	$10° \le \varphi < 34{,}1°$
$G(\varphi) = -12$	dBi	عندما	$34{,}1° \le \varphi < 80°$
$G(\varphi) = -7$	dBi	عندما	$80° \le \varphi < 120°$
$G(\varphi) = -12$	dBi	عندما	$120° \le \varphi < 180°$

حيث:

$$G_{max} = 20 \log (D/\lambda) + 8{,}1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = -1 + 15 \log (D/\lambda) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D)\sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0{,}0025}}$$

$$\varphi_r = 15{,}85 (D/\lambda)^{-0{,}6} \quad \text{بالدرجات}$$

الملحق 2

تحويلات هندسية تستعمل مع نموذج الهوائي ثلاثي الأبعاد

تعريف الزاوية θ

تعرّف الزاوية θ بأنها الزاوية المستوية للساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) نسبة إلى مستوى درجة الصفر في نموذج الهوائي (ما يقابل التركيب الشائع من القاعدة متخالف التغذية). ومن منظور المحطة الأرضية يكون الخط $\theta = 0$ إلى اليمين وقيمة θ تزداد بعكس اتجاه عقارب الساعة.

منهج الحساب

يبيّن الشكل 1 نهجاً هندسياً لحساب الزاوية المستوية θ. وتظهر جميع الحسابات باستعمال الدرجات، ومع ذلك لا بد من تحويلها كالمعتاد إلى وحدة الراديان عندما تكون الحسابات مثلثية.

المدخلات

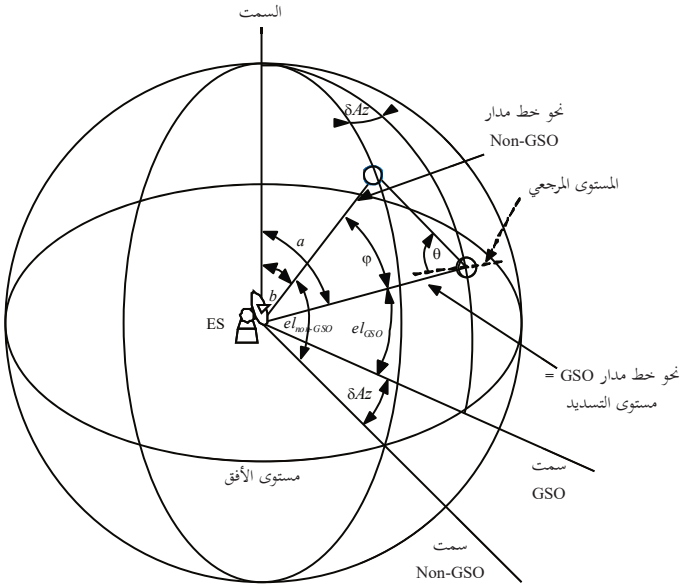
السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض (السمت، الارتفاع)

السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (السمت، الارتفاع)

الملاحظة 1 – المطلوب هو الفرق من حيث السمت فإذا توفر ذلك لا حاجة إلى معرفة القيم الحقيقية للسمت.

ويبيّن القسم التالي كيفية حساب هذه المعلمات من متجهات كل محطة.

الشكل 1



BO.1443-01

في الشكل 1:

$$a = 90 - el_{GSO}$$

$$b = 90 - el_{non\text{–}GSO}$$

$$\delta Az = Az_{non\text{–}GSO} - Az_{GSO}$$

ينبغي أن تحدد قيمة δAz بحيث تقع ضمن المجال {من –180 إلى +180}

عندئذ يمكن حساب الزاوية φ خارج المحور (زاوية الفصل الموقعي بين الساتلين) باستخدام الهندسة الكروية:

$$\cos(c) = \cos(a)\cos(b) + \sin(a)\sin(b)\cos(C)$$

حيث $C = \delta Az$ و $c = \varphi$.

ويمكن استخدام الصيغة ذاتها لتحديد الزاوية B:

$$\cos(B) = \frac{\cos(b) - \cos(c)\cos(a)}{\sin(c)\sin(a)}$$

تشتق منها الزاوية المستوية θ:

إذا كانت ($\delta Az > 0$ و$B < 90$) تكون $\theta = 90 - B$

إذا كانت ($\delta Az > 0$ و$B > 90$) تكون $\theta = 450 - B$

إذا كانت ($\delta Az < 0$) 90 تكون $\theta = 90 + B$

إذا كان لكلا الساتلين نفس السمت ولذا $\delta Az = 0$، عندئذ

$$\varphi = |el_{GSO} - el_{non\text{-}GSO}|$$

وإذا كانت $el_{GSO} > el_{non\text{-}GSO}$ $\theta = 270$

وإلا $\theta = 90$

بيانات مثال

للمواقع التالية:

المحطة	خط العرض (بالدرجات)	خط الطول (بالدرجات)	الارتفاع (km)
محطة أرضية	10	20	0
ساتل GSO	0	30	35 786,055
ساتل Non-GSO	0	5–	1 469,200

عندئذ يمكن حساب قيم السمت/الارتفاع التالية للمحطة الأرضية (فيما يتعلق بأفق المحطة الأرضية واتجاه الشمال):

المحطة	السمت (بالدرجات)	الارتفاع (بالدرجات)
ساتل GSO	134,5615	73,4200
ساتل Non-GSO	110,4248–	10,0300

ومن ثم تكون الزاوية خارج المحور والزاوية المستوية:

المحطة	φ (خارج المحور) (بالدرجات)	θ (مستوية) (بالدرجات)
ساتل Non-GSO	87,2425	26,69746

حساب السمت والارتفاع

تتبع الخطوات التالية لحساب السمت والارتفاع من المتجهات المعنية.

بافتراض:

متجه موقع المحطة الأرضية: $\underline{r}_G$

متجه موقع الساتل GSO: $\underline{r}_S$

متجه موقع الساتل non-GSO: $\underline{r}_N$

يستخرج:

المتجه من المحطة الأرضية إلى الساتل GSO: $\underline{r}_{GS} = \underline{r}_S - \underline{r}_G$

المتجه من المحطة الأرضية إلى الساتل non-GSO: $\underline{r}_{GN} = \underline{r}_N - \underline{r}_G$

وحدة قياس متجه موقع المحطة الأرضية: $\hat{\underline{r}}_G$

عندئذ تكون زاويتا الارتفاع:

$$el_S = 90 - \angle(\underline{r}_{GS}, \underline{r}_G)$$

$$el_N = 90 - \angle(\underline{r}_{GN}, \underline{r}_G)$$

ولحساب الفرق من حيث السمت يتم تحويل المتجه من المحطة الأرضية إلى الساتل GSO وإلى الساتل non-GSO بحيث يكون كلاهما في المستوي الأفقي المتعامد مع متجه السمت، أي:

$$\underline{r}'_{GS} = \underline{r}_{GS} - (\underline{\hat{r}}_G \cdot \underline{r}_{GS})\underline{\hat{r}}_G$$

$$\underline{r}'_{GN} = \underline{r}_{GN} - (\underline{\hat{r}}_G \cdot \underline{r}_{GN})\underline{\hat{r}}_G$$

عندئذ:

$$\delta Az = \angle(\underline{r}'_{GS}, \underline{r}'_{GN})$$

وتكون علامة δAz رياضياً هي نفس علامة الفرق من حيث درجة خط العرض بين الساتلين.

التوصية ITU-R RA.1513-2*

مستويات فقدان البيانات في عمليات الرصد للفلك الراديوي ومعايير النسبة المئوية الزمنية الناجمة عن التردي الناتج عن التداخل بالنسبة للنطاقات الترددية الموزعة لخدمة الفلك الراديوي على أساس أولي

(2015-2003-2001)

مجال التطبيق

تتناول هذه التوصية مستويات فقدان البيانات في عمليات الرصد للفلك الراديوي ومعايير النسبة المئوية الزمنية الناجمة عن التردي الناتج عن التداخل بالنسبة للنطاقات الترددية الموزعة لخدمة الفلك الراديوي على أساس أولي. وهي تتضمن دراسات لحالات تقاسم للتطبيقات الأرضية والفضائية، وكذلك قسماً واسعاً عن قياس فقدان البيانات جراء التداخل النبضي الضعيف.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن البحوث في مجال علم الفلك الراديوي تعتمد بشدة على القدرة على القيام برصدات بالحدود القصوى للحساسية و/أو الدقة، وأن الاستخدام المتزايد للطيف الراديوي يزيد من إمكانية وقوع تداخل ضار على خدمة علم الفلك الراديوي (RAS)؛

ب) أن ارتفاع احتمال النجاح مرغوب لبعض رصدات علم الفلك الراديوي، مثل تلك التي تنطوي على مرور مذنب أو خسوف القمر أو انفجار سوبر نوفا، بسبب صعوبة أو استحالة تكرارها؛

ج) أن التداخل من العديد من الخدمات أو الأنظمة يمكن أن يقع في أي نطاق لعلم الفلك الراديوي لأن التداخل على علم الفلك الراديوي يمكن أن ينجم عن إرسالات غير مطلوبة من خدمات في النطاقات المجاورة أو القريبة أو ذات الصلة توافقياً؛

د) أن الضرورة قد تقتضي تقاسم الأعباء لتيسير الاستخدام الكفء للطيف الراديوي؛

هـ) أن أساليب التخفيف تشكل جزءاً من تقاسم الأعباء، ويجري تطوير تقنيات أكثر تقدماً لتنفَّذ في المستقبل وتتيح استخدام الطيف الراديوي بمزيد من الكفاءة؛

و) أن التوصية ITU-R RA.769 تورد مستويات عتبة التداخل (على افتراض أن كسب الهوائي 0 dBi) الضارة بخدمة علم الفلك الراديوي (RAS) لفترات تكامل مدتها 2 000 s، دون تحديد نسبة مئوية زمنية مقبولة للتداخل من خدمات ذات إرسالات موزعة عشوائياً زمنياً وتتقاسم النطاق الترددي مع خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) أو تنتج إرسالات غير مطلوبة تقع ضمن نطاق علم الفلك الراديوي؛

ز) أن الإدارات قد تتطلب معايير لتقييم التداخل بين خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) والخدمات الأخرى في النطاقات المشتركة أو المجاورة أو القريبة أو ذات الصلة توافقياً؛

ح) أن أساليبَ (مثل أسلوب مونت كارلو) قد وُضعت لتحديد المسافة الفاصلة المناسبة بين مواقع علم الفلك الراديوي وتجمُّع للمحطات الأرضية المتنقلة، وأن هذه الأساليب تتطلب توصيف نسبة مئوية زمنية مقبولة تتجاوز خلالها قدرة التداخل الكلية مستويات العتبة الضارة بخدمة علم الفلك الراديوي (RAS)؛

* أجرت لجنة الدراسات 7 تعديلات صياغية على هذه التوصية في عام 2017 طبقاً للقرار ITU-R 1.

ط) أن دراسات سيناريوهات التقاسم والخبرة المكتسبة من طول المراس قد أفرزت قيماً مقبولة للفقدان الزمني بفعل تردي الحساسية، على مقاييس زمنية لرصدة واحدة يرد شرحها بمزيد من التفصيل في الملحق 1،

توصي

1 من أجل تقييم التداخل، باستخدام معيار 5% لفقدان البيانات المجمع إلى خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) بسبب التداخل من جميع الشبكات، في أي نطاق ترددي موزَّع لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS) على أساس أولي، علماً بأن المزيد من الدراسات مطلوبة بشأن التحاصص بين شبكات مختلفة؛

2 من أجل تقييم التداخل، باستخدام معيار 2% لفقدان البيانات المجمع إلى خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) بسبب التداخل من أي شبكة واحدة، في أي نطاق ترددي موزَّع لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS) على أساس أولي؛

3 بتحديد نسبة فقدان البيانات، في النطاقات الترددية الموزَّعة لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS) على أساس أولي، باستخدام أحد الخيارات التالية: (1) التوصية ITU-R S.1586؛ أو (2) التوصية ITU-R M.1583؛ أو (3) النسبة المئوية لفترات تكامل مدتها 2 000 s، يُتجاوز خلالها متوسط كثافة تدفق القدرة الطيفية في تلسكوب راديوي المستويات المحددة (على افتراض أن كسب الهوائي 0 dBi) في التوصية ITU-R RA.769، أيما يكن من الخيارات مناسباً؛

4 باستخدام المعايير التي يرد وصفها في الفقرة 2.3.3 من الملحق 1 لتقييم التداخل، في أي نطاق ترددي موزَّع لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS) على أساس أولي، من الإرسالات غير المطلوبة التي ينتجها أي نظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في مواقع علم الفلك الراديوي.

الملحق 1

فقدان البيانات الناتج عن التداخل

صفحة

1 مقدمة 3

2 فقدان البيانات وانسداد السماء 4

3 حالات التقاسم 5

1.3 التداخل الناجم عن ظروف الانتشار المتغيرة 6

1.1.3 التطبيقات الأرضية 6

2.1.3 التطبيقات الفضائية 6

2.3 تقاسم النطاق، حيث يمكن أن يتغير الإرسال في الوقت والموقع 7

1.2.3 التطبيقات الأرضية 7

2.2.3 التطبيقات الفضائية 7

3.2.3 تطبيقات علم الفلك الراديوي الفضائية 7

3.3 الإرسالات غير مطلوبة إلى النطاق الترددي لعلم الفلك الراديوي، حيث الإرسال متغير في الوقت و/أو اتجاه الورود 7

1.3.3 التطبيقات الأرضية 7
2.3.3 التطبيقات الفضائية 7
4.3 قياس فقدان البيانات جراء التداخل النبضي الضعيف 9
1.4.3 الأسلوب 10
2.4.3 تأثير النبضات المنتظمة..... 11
3.4.3 النبضات طويلة الدور..... 12
4.4.3 أساليب التخفيف..... 12
5.4.3 تكافؤ النبضات السريعة والبث المستمر 12
6.4.3 ملخص..... 13
4 الاستنتاجات 13

1 مقدمة

تُعتبر النسبة المئوية من الوقت الذي أهدره التداخل معلمة هامة لجميع خدمات الاتصالات الراديوية. ولعل الإدارات تحتاج لمعايير كمية بالنسبة لعمليات علم الفلك الراديوي مع الخدمات النشيطة التي تعمل في النطاقات نفسها أو المجاورة أو القريبة أو ذات الصلة توافقياً. فعلى سبيل المثال، تستخدم التوصية ITU-R M.1316 هذه النسبة المئوية للوقت الضائع بسبب التداخل في حساب المسافة الفاصلة افتراضياً بين المحطات العاملة في الخدمة المتنقلة الساتلية (أرض–فضاء) ومرصد علم الفلك المرصد الراديوي، باستخدام منهجية مونت كارلو.

وللمقارنة، ترد في الجدول 1 حدود مجمل الوقت الضائع التي يمكن للخدمات "العلمية" الأخرى التغاضي عنه.

الجدول 1

مثال على معايير النسبة المئوية الزمنية الإجمالية لاستخدام فقدان البيانات في الخدمات العلمية الأخرى

خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (أجهزة استشعار منفعلة) (%) (التوصية ITU-R SA.1029-2):	
– سبر ثلاثي الأبعاد للغلاف الجوي	0,01
– جميع أجهزة الاستشعار الأخرى	5,0-1,0
أنظمة التحكم وإرسال البيانات في الخدمتين الساتليتين لاستكشاف الأرض وللأرصاد الجوية (%) (التوصية ITU-R SA.514-3)	1,0-0,1
الخدمتان الساتليتان لاستكشاف الأرض وللأرصاد الجوية في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض (%) (التوصية ITU-R SA.1161-1)	0,1-0,0025
أنظمة العمليات الفضائية $S/N >$ 20 dB خلال > 99% من الوقت (%) (التوصية ITU-R SA.363-5)	1,0

صُممت التلسكوبات الراديوية لتشغَّل باستمرار، متبعةً الجدول الزمني لبرامج الرصد المطلوبة من علماء الفلك. وكقاعدة عامة، يتاح النفاذ إلى التلسكوبات الراديوية على أساس تنافسي، حيث تفوق المقترحات البحثية في كثير من الأحيان الوقت المتاح لاستخدام تلسكوب بعامل 2-3. وإذ تكاد تشغَّل جميع منشآت علم الفلك الراديوي من الأموال العامة، يجب أن تُستخدم بكفاءة عالية. ولكن لا مفر من ضياع بعض من وقت الرصد، لدواعي الصيانة، أو ترقية العتاد أو البرمجيات. وتبين تجربة إحدى الإدارات على مدى سنوات عديدة من العمل بالأجهزة الرئيسية أن لا حاجة لهذا الضياع لأن يزيد عن 5% من الوقت، من قبيل يوم مدته 8 ساعات في الأسبوع. وتبين اعتبارات الكفاءة والتكلفة الكلية للتشغيل أن مجمل ضياع الوقت الإضافي بسبب التداخل ينبغي أن يقتصر على نسبة 5% مماثلة.

ومن أجل تحقيق الأرقام الواردة في الجدول 1، ينبغي لفرادى الخدمات أن تصمم أنظمتها وتتحكم في عملياتها وفق جزء مناسب من هذه الأرقام. ويملي الاحتراز ألا يتاح لفرادى الأنظمة إلا جزء صغير من ميزانية التداخل، حسب عوامل تتعلق بوضع التوزيع الفعلي، مثل تقاسم النطاق واحتمال التداخل بسبب إرسالات غير مطلوبة من الخدمات الأخرى.

وتجدر الإشارة إلى أن مفهوم فقدان البيانات المجمع ليست مكتملاً تماماً في الوقت الحاضر. وتتيح أدوات المحاكاة، كالأداة الموضحة في التوصية ITU-R M.1316، النظر في حالة التداخل الناجم عن نظام واحد. ويجري أيضاً تطوير منهجيات أخرى لفرادى الأنظمة. وفي هذا الوقت لا توجد أي أداة مشابهة لحالة فقدان البيانات المجمع الناتجة عن العديد من الأنظمة. وقد يصعب تطوير أسلوب يأخذ خصائص عدة أنظمة بعين الاعتبار. ويصعب على وجه الخصوص توزيع حصص فقدان البيانات المجمع بين الأنظمة المختلفة. وتدعو الحاجة إلى مزيد من الدراسات لهذه المشاكل.

ويتطلب ظهور الخدمات الراديوية باستخدام المحطات الفضائية ومحطات المنصات عالية الارتفاع إعادة تقييم التدابير التي تحمي خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) من التداخل. ويستحيل تقاسم الترددات مع مثل هذه الخدمات عادة، ولكن الآثار السلبية المحتملة على خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) من الخدمات في النطاقات القريبة تنشأ من خلال عاملين:

أ) الإرسالات غير المطلوبة التي تقع في النطاقات الموزَّعة لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS)؛

ب) التشكيل البيني وحالات الخروج عن الخطية في أنظمة التلسكوب الراديوي بسبب إشارات قوية في النطاقات المجاورة.

ويُفترض أن مشغلي الساتل سيلجؤون إلى الوسائل العملية كافة للتقليل من الإرسالات غير المطلوبة إلى أدنى حد، وأن علماء الفلك الراديوي سيلجؤون إلى الوسائل العملية كافة للتقليل من الحساسية للإشارات في النطاقات المجاورة أو القريبة إلى أدنى حد. ومع ذلك، يجب أن يكون البند ب) أحد الاعتبارات الهامة عند تشغيل الأنظمة في نطاقات مجاورة أو قريبة من النطاقات الموزعة لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS).

2 فقدان البيانات وانسداد السماء

كلما جاء ذكر فقدان البيانات في هذه التوصية، فهو يشير إلى البيانات التي يجب التخلص منها لأنها ملوثة بالتداخل المجمع، من واحد أو أكثر من المصادر المتجاوزة لمستويات التوصية ITU-R RA.769، بموجب الافتراضات المذكورة آنفاً. ويُستخدم مصطلح انسداد هنا للإشارة إلى اتجاهات الهوائي التي يتجاوز فيها مستوى التداخل المستقبَل المستويات المحددة للتداخل الضار في التوصية ITU-R RA.769. وفي ظل وجود مثل هذا التداخل، لا يتسنى عموماً الحصول على بيانات مفيدة للبحوث في تخوم المعرفة. وقد ينجم فقدان البيانات عن فقدان جزء من النطاق أو جزء من وقت الرصد، أو عن انسداد جزء من السماء. ويمكن التعبير عن كل ذلك كضياع وقت الرصد الفعّال.

وجاء في التوصية ITU-R RA.1031 أن العديد من قياسات علم الفلك الراديوي يمكنها تحمُّل التداخل من الخدمات المشتركة التي تتجاوز عتبات معينة في التوصية ITU-R RA.769، خلال 2% من الوقت. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الرصدات، التي يمكنها تحمُّل أخطاء القياس المعزَزة، تمثل رصدات مثل دوريات الوهج الراديوي الشمسي. والرصدات ذات الأهمية في علم الفلك الراديوي هي تلك التي تؤدي إلى معرفة جديدة للظواهر الفلكية، والتي تتطلب إما القيام برصدات للأجرام التي لم تُدرس من قبل، أو رصد الأجرام المعروفة بمزيد من الدقة. وتستدعي كلتا الحالتين رصدات بأعلى حساسية

قابلة للتحقيق. وبما أن علم الفلك الراديوي قد نضج، تدنت فائدة البيانات ذات الدقة المحدودة بوجود التداخل، ودأب علماء الفلك على حذف البيانات التي يشوبها أي تداخل مثْبَت. وهكذا فإن وقوع التداخل على أي مستوى واضح يؤدي إلى فقدان البيانات الملوثة في الواقع العملي.

ويبلغ نصف قطر كفاف 0 dBi، 19°، في مخطط إشعاع الهوائيات الكبيرة المحدد في التوصية ITU-R SA.509 بين 2 GHz وحوالي 30 GHz. وعندما يوجَّه تلسكوب راديوي بزاوية تقل عن 19° من مرسل يبث في نطاق علم الفلك الراديوي بمستوى ضار محدد في التوصية ITU-R RA.769، يقع التداخل. ويسد ذلك فعلياً رصد علم الفلك الراديوي ضمن منطقة من السماء نصف قطرها الزاوي 19°. أما انسداد السماء الكسري فهو نسبة انسداد السماء (فوق الأفق)، على النحو المعرَّف أعلاه، إلى الزاوية المخروطية لنصف الكرة المرئي.

ويبين الشكل 1 أثر مرسل افتراضي في الأفق في مركز مقياس السمت، وهو يفي بالكاد بمستوى كثافة تدفق القدرة الطيفية للتوصية ITU-R RA.769 في محطة علم الفلك الراديوي. وتُظهر الأكفة في الشكل مستوى الديسيبل الذي تتجاوز عنده القدرة المستقبَلة من المرسل المستوى الضار بعلم الفلك الراديوي، تبعاً لزاوية توجيه هوائي الفلك الراديوي. ويسبب الإرسال المستقبَل تداخلاً ضاراً عندما تستقبله الفصوص الجانبية لهوائي فلك راديوي بكسب يفوق 0 dBi. ويبين الجدول 2 النسبة المئوية للسماء المستقبِلة لمثل هذا التداخل الضار، في زوايا توجيه للهوائي على ارتفاعات أعلى من 5°. وإذ يندر توجيه هوائيات الفلك الراديوي دون 5°، فهذا أدنى ارتفاع يؤخذ في الاعتبار. وبالنسبة لمصدر تداخل فوق زاوية ارتفاع قيمتها 19° (مثل مرسل محمول جواً أو فضائي) ويفي بالكاد بمستوى كثافة تدفق القدرة الطيفية للتوصية ITU-R RA.769 في محطة علم الفلك الراديوي، ينسد الرصد الفلكي الراديوي في منطقة دائرية من السماء نصف قطرها 19° ومتمركزة في مصدر التداخل، في مستويات الحساسية المفيدة. وتقابل هذه المنطقة زاوية مخروطية قيمتها 0,344 sr وهي 5,5% من π sr 2 من السماء فوق الأفق.

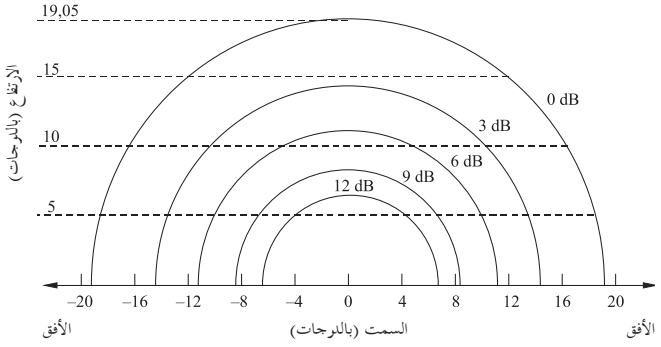
ويتطلب تطبيق مفهوم انسداد السماء في بيئة غير ساكنة (كبيئة الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض أو الاتصالات المتنقلة) مزيداً من الدراسة.

3 حالات التقاسم

يستفاد في تقييم التداخل من التمييز بين الإرسالات ذات المنشأ الأرضي، لا سيما في الحالات التي لا يوجد فيها مسير خط البصر (LoS)، وتلك القادمة من مرسلات الطائرات والمنصات عالية الارتفاع والمرسلات الفضائية في خط بصر التلسكوب الراديوي المتضرر. وفيما يتعلق بالنسبة المئوية لوقت الرصد الضائع، ينبغي للمرء أن يميز بين التداخل من مرسلات بعيدة بسبب ظروف الانتشار المتغيرة (أي الخارجة عن سيطرة الإنسان) والتداخل من التطبيقات النشيطة حيث يكون البث عشوائياً فعلياً بالنسبة إلى مستوى القدرة وزاوية الورود إلى تلسكوب راديوي (انظر الفقرة 1.3).

الشكل 1

أثر مصدر تداخل على المستوى الضار لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS) في الأفق في السمت الصفري



RA.1513-01

تُظهر المنحنيات مستوى الديسيبل الذي تتجاوز عنده القدرة التي يستقبلها مستقبِل علم الفلك الراديوي المستوى الضار في زوايا توجيه مختلفة للهوائي الفلكي الراديوي؛ علماً بأن الرصدات الفلكية الراديوية تجرى عموماً بزوايا فوق ارتفاع 5°.

الجدول 2

النسبة المئوية من السماء التي يمنع فيها التداخل، المستقبَل فوق المستوى الضار، الرصدات الحساسة تبعاً لارتفاع توجيه التلسكوب الراديوي، بالنسبة إلى المصدر المسبب للتداخل في الشكل 1

الارتفاع الأدنى (بالدرجات)	الانسداد (%)
5	2,0
10	1,3
15	0,6
20	0

1.3 التداخل الناجم عن ظروف الانتشار المتغيرة

1.1.3 التطبيقات الأرضية

في الحالات التي تتنوع فيها شدة الإشارة المسببة للتداخل نتيجة ظروف الانتشار المتغيرة مع الزمن، يجب تحديد نسبة مئوية زمنية لحسابات الانتشار. وترد نسبة 2% في التوصية ITU-R RA.1031. بيد أن ذلك لا يؤدي تلقائياً إلى فقدان 2% من بيانات رصدات علم الفلك الراديوي. إذ تختلف ظروف الانتشار على فترات، وعادة ما تمتد كل منها لبضعة أيام. ولذلك تجدر الإشارة إلى أن الفترة التي تكون فيها البيانات ملوثة بالتداخل قد تدوم لبضعة أيام فقط، على مدى فترات تمتد كل منها لأسابيع. وتحدث هذه المؤثرات في أطوال الموجات الأطول في المقام الأول، أي ما دون التردد 1 GHz. ويمكن تقصير فترات فقدان البيانات بإعادة الجدولة الزمنية للرصدات الفلكية الراديوية دينامياً.

2.1.3 التطبيقات الفضائية

لا حاجة، في إطار خط البصر، للنظر في ظروف الانتشار في طبقة التروبوسفير بمرور الوقت.

2.3 تقاسم النطاق، حيث يمكن أن يتغير الإرسال في الوقت والموقع

1.2.3 التطبيقات الأرضية

لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة في استخدام التلسكوبات الراديوية، ينبغي تجنب ضياع وقت الرصد بسبب التداخل من المستخدمين الآخرين للطيف. ولكن قد يتعذر تجنب بعض الضياع الطفيف. ومثال ذلك، إرسالات غير مطلوبة من محطات (أرضية) متنقلة في الخدمة المتنقلة الساتلية. والمستوى العملي المقبول لفقدان البيانات في مثل هذا النظام هو 2% وتورد التوصية ITU-R M.1316 مثالاً على التنسيق بين خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) والخدمة المتنقلة الساتلية (أرض–فضاء). وفي هذه التوصية، تُستخدم النسبة المئوية لضياع وقت الرصد في حساب المسافة الفاصلة افتراضياً بين المحطات الأرضية المتنقلة في الخدمة المتنقلة الساتلية (أرض– فضاء) ومحطة علم الفلك الراديوي، وذلك باستخدام منهجية مونت كارلو.

2.2.3 التطبيقات الفضائية

يتعذر تقاسم الوصلات الهابطة الساتلية في النطاقات التي يكون فيها لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS) توزيع أولي.

3.2.3 تطبيقات علم الفلك الراديوي الفضائية

يتطلب علم الفلك الراديوي الفضائي التحليل الفردي المناسب للتطبيق.

3.3 الإرسالات غير المطلوبة إلى النطاق الترددي لعلم الفلك الراديوي، حيث الإرسال متغير في الوقت و/أو اتجاه الورود

1.3.3 التطبيقات الأرضية

لا يُعتبر التقاسم الزمني بين التطبيقات الأرضية وعلم الفلك الراديوي مجدياً عادة من الناحية العملية. ويُلجأ إلى اصطفاء المرسلات وإلى الفصل الجغرافي لكبت مستويات البث غير المطلوب نحو نطاق علم الفلك الراديوي إلى ما دون القيم الحدية للتوصية ITU-R RA.769 في موقع تلسكوب راديوي. ويُحتمل وقوع تداخل عند توجيه الحزمة الفلكية الراديوية نحو مصدر الأرضي بزاوية أقرب من 19° (انظر الشكل 1). وتستند المستويات الواردة في التوصية ITU-R RA.769 إلى افتراض وجود مصدر التداخل في الكفاف المتناحي. وعلى النحو المبين في الشكل 1، يمكن لمصدر أرضي في الأفق (الارتفاع = 0°) أن يسبب تداخلاً ضاراً يصل إلى 2% من نصف الكرة المرئية لتلسكوب يمكنه التوجه ضمن 5° من الأفق. غير أن التلسكوبات الراديوية، كقاعدة عامة، لا توجَّه ضمن 5° من الأفق سوى خلال جزء من إجمالي وقت رصدها. وبعض مصادر التداخل معروفة ويمكن تجنبها. وفي الواقع العملي، يمكن تحمُّل مستوى فقدان بيانات يصل إلى 2% من نظام واحد يسبب التداخل. وتجدر الإشارة إلى أن توجيه تلسكوب راديوي بزوايا ارتفاع منخفضة جداً يزيد ضوضاء النظام التي تقلل من الحساسية. ولا يؤخذ ذلك في الحسبان في التوصية ITU-R RA.769، لأن حد الارتفاع المعتاد الذي يتراوح بين 5° و10° يسفر عن إمضاء وقت قصير جداً في مجال الحساسية المتردية.

ويمكن أيضاً أن تستخدم المنهجية الواردة في التوصية ITU-R M.1316 لتقييم تأثير الإرسالات غير المطلوبة الأرضية على نطاق علم الفلك الراديوي.

2.3.3 التطبيقات الفضائية

تتناول التوصية ITU-R RA.769 حماية علم الفلك الراديوي بوجود سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

ووضع قطاع الاتصالات الراديوية توصيتين لمعالجة التوافق بين الكوكبات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومواقع خدمة علم الفلك الراديوي:

التوصية ITU-R S.1586 – حساب مستويات الإرسال غير المطلوب التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي.

التوصية ITU-R M.1583 – حساب التداخل بين أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية أو خدمة الملاحة الراديوية الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومواقع مراقبة علم الفلك الراديوي.

وتوفر هذه التوصيات منهجية لتقييم مستويات الإرسالات غير المطلوبة التي تنتجها الكوكبات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض وبعض الأنظمة الأخرى في مواقع علم الفلك الراديوي قبل وضعها في الخدمة. وعلى وجه الخصوص، تقدم هذه التوصيات أساليب لتحديد التوافق بين مواقع علم الفلك الراديوي والأنظمة الساتلية، خلال مرحلة بناء هذه الأنظمة وقبل إطلاقها، استجابةً لفقرتي *يقرر* 1 و2 من القرار **(Rev.WRC-07) 739**.

وتنطوي الخطوة الأولى في هذا النهج على تقسيم السماء إلى خلايا. ويُختار أولاً اتجاه توجيه هوائي خدمة علم الفلك الراديوي (RAS) عشوائياً، وهو سيقع ضمن خلية معينة في السماء. ثم يُختار وقت بدء الكوكبة عشوائياً. ثم تُحسب كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المقابلة لهذه التجربة في اتجاه التوجيه ووقت بدء الكوكبة المختارين باستخدام المعادلة التالية لتحديد كثافة تدفق القدرة المكافئة المقابلة لكل عينة زمنية:

$$epfd_{G_r = 0\,\mathrm{dBi}} = 10 \log_{10}\left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot G_r(\phi_i)\right] \quad (1)$$

حيث:

N_a: عدد المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض المرئية من التلسكوب الراديوي؛

i: دليل المحطة الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض المعنية؛

P_i: القدرة RF للإرسالات غير المطلوبة عند دخل الهوائي (أو القدرة RF المشعة في حالة هوائي نشيط) للمحطة الفضائية المرسلة المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (بوحدات dBW) في عرض النطاق المرجعي؛

θ_i: الزاوية خارج المحور (بالدرجات) بين تسديد المحطة الفضائية المرسلة المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض واتجاه التلسكوب الراديوي؛

$G_t(\theta_i)$: كسب هوائي الإرسال (كنسبة) للمحطة الفضائية المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في اتجاه التلسكوب الراديوي؛

d_i: المسافة (بالمتر) بين محطة الإرسال المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض والتلسكوب الراديوي؛

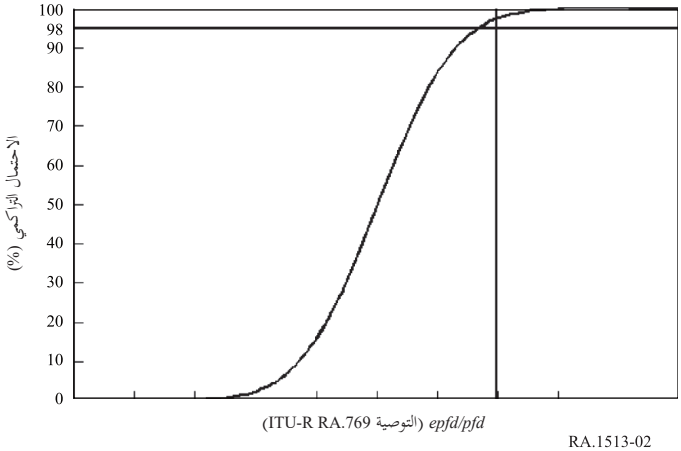
ϕ_i: الزاوية خارج المحور (بالدرجات) بين اتجاه توجيه التلسكوب الراديوي واتجاه المحطة الفضائية المرسلة المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض؛

$G_r(\phi_i)$: كسب هوائي الاستقبال (كنسبة) للتلسكوب الراديوي، في اتجاه المحطة الفضائية المرسلة المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض.

ويحدَد لكل من هذه الخلايا التوزيع الإحصائي لكثافة تدفق القدرة المكافئة. ثم تمكن مقارنة توزيعات كثافة تدفق القدرة المكافئة هذه مع مستويات كثافة تدفق القدرة الواردة في التوصية ITU-R RA.769 (المعرَّفة على افتراض أن كسب الهوائي المستقبِل 0 dBi في اتجاه التداخل ويعطى فترة تكامل مدتها 2 000 s)، بحيث يمكن تحديد نسبة التجارب التي يستوفى خلالها هذا المعيار لكل من الخلايا التي عُرِّفت.

الشكل 2

مقارنة بين مستويات كثافة تدفق القدرة الواردة في التوصية ITU-R RA.769 وتوزع كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المعطى لخلية



يمكن استخلاص مستويات عتبة كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) من مستويات عتبة كثافة تدفق قدرة التداخل الضار بعلم الفلك الراديوي الواردة في التوصية ITU-R RA.769، مع مراعاة الكسب الأقصى لهوائي علم الفلك الراديوي، G_{max}، المفترض في الحسابات، من خلال المعادلة التالية:

$$epfd_{threshold} = pfd_{\text{RA.769}} - G_{max}$$

وعبر السماء، في ارتفاعات أعلى من زاوية الارتفاع التشغيلية الدنيا للتلسكوب الراديوي، ينبغي ألا يُتجاوز مستوى عتبة كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المعرَّف أعلاه لأكثر من 2% من الوقت.

وطُورت هذه المنهجية في البداية لتغطية حالة الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، إلا أنها يمكن أن تُستخدم أيضاً لبعض الأنظمة المحمولة جواً، مثل الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران.

4.3 قياس فقدان البيانات جراء التداخل النبضي الضعيف

يوصِّف هذا القسم قياس فقدان البيانات الزائد جراء التداخل النبضي المستوفي لمتوسط مستوى عتبة الخط الطيفي الضار خلال s 2 000 على النحو المحدد في التوصية ITU-R RA.769. وتلك هي حالة التداخل الضعيف. وهناك فرق كبير في سلوك التداخل من الإشارات النبضية والإشارات المستمرة. ولن تتضرر الرصدات الأقصر بالتداخل المستمر غير المتغير بمرور الوقت الذي يقع عند أو تحت عتبات المستوى الضار في تكاملات مدتها 2 000 ثانية والذي يرد وصفه في التوصية ITU-R RA.769، لأن نسبة التداخل إلى الضوضاء تكون على أعلاها في التكاملات الطويلة. وليس الحال كذلك دائماً بالنسبة للإشارات المتغيرة بمرور الوقت. ونحدد هنا الحالات التي تستوفي فيها الإشارات النبضية مستوى العتبة الذي يوفره تكامل مدته 2 000 s، فيما تظل تسبب الفقدان الزائد لبعض البيانات خلال رصدات أقصر.

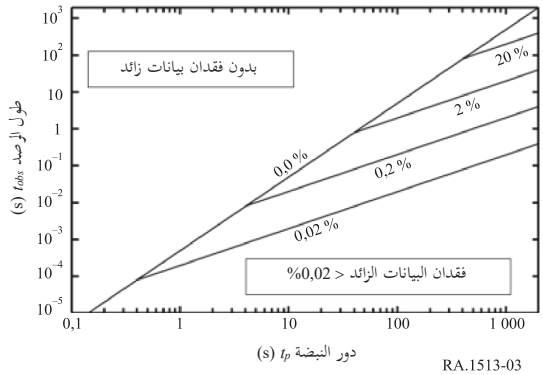
وفي التداخل الدوري، يعتمد قياس فقدان البيانات الزائد على مقياسين زمنيين لإجراء قياس فردي، هما دور النبضة المسببة للتداخل، t_p، وفترة الرصد التي يُحسب خلالها متوسط البيانات الفلكية، t_{obs}. وتحدد أسباب تقنية وعلمية فترة t_{obs} التي تمتد لبضع ثوان عادة.

وفي الحالة التي تطول فيها فترة t_{obs} لأكثر من 0,8 s، لا يمكن أن يكون فقدان البيانات الزائد < 2% إلا إذا طال دور النبضة المسببة للتداخل لأكثر من 40 s كما يتضح من الحسابات أدناه.

وتتلخص قياسات فقدان البيانات في الشكل 3.

الشكل 3

فقدان البيانات الزائد L% بسبب التداخل النبضي



يعتمد فقدان البيانات الزائد حصراً على الجمع بين دور النبضة وطول الرصد، على النحو المبين في الشكل 3. وتُعتبر الرصدة مهدورة عندما تحتوي على إشارة أقوى من عُشر ضوضاء النظام محسوبةً وسطياً طيلة الرصدة. ونجد أن الحد الأقصى لفقدان البيانات الزائد يقل عن مدة دور نبضة واحدة في كل 2 000 s. لذلك، فإن الرادارات والإشارات النبضية الأخرى قصيرة الدور لا تتسبب بفقدان زائد للبيانات ذي شأن.

1.4.3 الأسلوب

يُنظر في حالة النبضات الدورية التي تبلغ وسطياً، بمرور الوقت، مستويات العتبة الضارة الواردة في التوصية ITU-R RA.769 والمؤدية لفقدان البيانات خلال 2 000 s. ويتضح، بخلاف حالة التداخل الثابت بمرور الوقت، أن الرصدات الأقصر بطبيعتها من 2 000 s (مثل النجوم النابضة التي تبث دورياً بمقاييس زمنية أقصر بكثير من 2 000 s) ستتعرض لفقدان البيانات في بعض الحالات، لأن طاقة النبضة المسببة للتداخل قد تتركز في رصدة واحدة، أو في عدد قليل، من هذه الرصدات الأقصر.

فعلى سبيل المثال، ستقع نبضة واحدة مسببة للتداخل كل 2 000 s في رصدة واحدة بين كل رصدتين في سلاسل مدة كل منها 1 000 s. ولا تظل نسبة التداخل إلى الضوضاء (10/1) على النحو المطلوب في التوصية ITU-R RA.769، بل تصبح 10/ $\sqrt{2}$ في رصدة و0 في الأخرى. أي أن نسبة فقدان البيانات الزائد هي 50% (العامل هو $\sqrt{2}$ لأن شدة متوسط التداخل تبلغ مثلي الشدة في الرصدة المتأثرة، ولكن الضوضاء الفعّالة للرصدة الأقصر ليست أعلى إلا بمقدار $\sqrt{2}$) ويورد هذا المثال أسوأ الحالات المحتملة لفقدان البيانات الزائد، كما سيتضح أدناه.

يُستخلص فقدان البيانات الزائد كما يلي:

ليكن:

t_{obs} طول الرصدة بالثواني،

t_p دور النبضة،

N_{obs} عدد الرصدات كل t_{obs} = 2 000 s / 2 000،

N_p عدد النبضات كل t_p = 2 000 s / 2 000،

P متوسط قدرة النبضة خلال فاصل الرصدة الزمني t_{obs}،

P_{sys} متوسط قدرة ضوضاء النظام غير المعرَّض للتداخل خلال 2 000 s،

L فقدان البيانات الزائد بالثواني،

$\%L$ النسبة المئوية لفقدان البيانات الزائد.

ينبغي أن تكون الطاقة المزودة من تدفق النبضات ≥ 1/10 من طاقة النظام غير المعرَّض للتداخل (انظر التوصية ITU-R RA.769)، لذلك:

$$N_p\ P\ t_{obs} \leq (2000\ P_{sys})/10 \tag{2}$$

وتُستحدث الآن المعلمة P كما يلي:

$$P = (a\ P_{sys}/10)\ \sqrt{(2000/t_{obs})} \tag{3}$$

بحيث يعلو متوسط قدرة النبضة بعامل فوق العتبة الضارة للتداخل بالترددات الراديوية (RFI) خلال الفاصل الزمني t_{obs}.

ومن المعادلتين (2) و(3)، يمكن استخلاص الحد الأعلى لعدد النبضات المنتظمة في 2 000 s:

$$N_{p,max} = (1/a)\ \sqrt{(2000/t_{obs})} \tag{4}$$

وما يقابله من أقصر دور مسموح للنبضة:

$$t_{p,min} = a\sqrt{(2000 t_{obs})} \tag{5}$$

ويدل ذلك على أن دور النبضة المسببة للتداخل يجب أن يطول أكثر من المتوسط الهندسي لطول الرصدة و2 000 s من أجل أن يؤدي إلى فقدان البيانات الزائد في الرصدات الأقصر، فيما يستوفي في الوقت نفسه الحد الضار $a = 1$ في 2 000 s المحدد في التوصية ITU-R RA.769. وهكذا، هناك مثلاً 100 رصدة بالضبط خلال t_{obs} = 20 s ضمن فاصل 2 000 s حيث تضمن المعادلة (5) أن $t_{p,min}$ = 200 s. وبما أن $t_{p,min}$ هو أطول دور يلبي متطلب $a = 1$، يمكن لأقل من 10 نبضات أن تؤدي إلى فقدان بيانات، جراء 9 على الأكثر من 100 رصدة مدة كل منها عشرون ثانية.

ويكون فقدان البيانات عندئذ:

$$L = N_p\ t_{obs} \text{ بالثواني} \tag{6}$$

والنسبة المئوية لفقدان البيانات:

$$L\% = 100\ L/2000 \tag{7}$$

ومن المعادلتين (5) و(6)، يُستخلص الحد الأعلى L:

$$L(upper\ limit) = t_{p,min} \text{ بالثواني} \tag{8}$$

$$L\%(upper\ limit) = 100\ (t_{p,min}/2000) \tag{9}$$

ويتضح من ذلك أن هذه الإشارات النبضية قصيرة الدور (t_p < 40 s) لا يمكنها أن تسبب فقدان بيانات زائد يفوق حد 2%.

وتظهر في الشكل 3 أعلاه العلاقة بين t_{obs} وt_p و$L\%$ لفقدان بيانات زائد بنسب 0 و0,02 و0,2 و2 و20%.

2.4.3 تأثير النبضات المنتظمة

تمثل نبضات التداخل الدورية ثابتة الشدة أسوأ الحالات من حيث فقدان البيانات الزائد. أما النبضات المتباعدة بصورة غير منتظمة زمنياً أو متفاوتة الشدة فهي تسبب على الأكثر المستوى نفسه من فقدان البيانات، قياساً بمتطلب $a = 1$ مجدداً القاضي بألا يتجاوز

متوسطها مستوى العتبة الضارة بعد 2 000 s. وفي بعض الحالات، يمكن أن تقع أكثر من نبضة تداخل واحدة خلال الرصدة الواحدة، إلا أنها لا تزيد من العدد الكلي للرصدات المفقودة، لأن نبضة واحدة فقط تكفي لذلك.

وبالمثل، يمكن للنبضات المسببة للتداخل المتفاوتة الشدة أن تقلل من عدد الرصدات المفقودة. ويحدث ذلك عندما تهبط النبضات دون المتوسط بما يكفي لعدم تجاوز المستوى الضار. وبالتالي لا يمكن لأي من الحالتين أن تسبب فقداناً أكبر مما تسببه النبضات الدورية ثابتة الشدة.

3.4.3 النبضات طويلة المدة

إن المدد الوحيدة لنبضة التداخل التي تسبب فقدان بيانات زائد ذا شأن هي الأدوار الطويلة جداً الممتدة بين عشرات ومئات الثواني. وتندر هذه السلاسل النبضية في التطبيقات التجارية، رغم أن تطبيقات "اضغط للتحدث" يمكن أن تنطوي على إرسالات غير منتظمة التباعد تناهز هذه المعدلات.

ويبين المثال التالي حد الأدوار الطويلة للنبضة. من المعادلة (5)، يجب أن يكون دور النبضة أكبر من المتوسط الهندسي لطول الرصد و2 000 s للتسبب في فقدان البيانات الزائد. فهناك، على سبيل المثال، مائة تكامل لمدة 20 ثانية في 2 000 s. إذن، يمكن لمتوسط نبضة واحدة محسوب خلال 20 ثانية أن يبلغ 100 مثل مستوى العتبة الضارة خلال 2 000 ثانية وأن يظل هابطاً وسطياً إلى ذلك المستوى، ومسبباً فقدان بيانات زائد بنسبة 1%. ويمكن تخفيض هذه القدرة الزائدة بمعامل $10\sqrt{100}$= وتوزيعها على أكثر من 10 نبضات على الأكثر قبل أن تهبط دون المستوى الضار في 20 ثانية. ويعطي ذلك دوراً نبضياً لا يقل عن 200 s.

4.4.3 أساليب التخفيف

إن التداخل الذي تسهل رؤيته في هوائي متناحٍ في أي فترة تكامل تمتد لثانية واحدة أو أكثر يبين بالفعل أن متوسط القدرة خلال 2 000 s سيتجاوز مستوى العتبة الضار، على النحو المبين أدناه.

وبالنسبة للإشارات الواقعة عند أو تحت العتبة الضارة ($a \leq 1$)، تكون الشدة القصوى للنبضة المسببة لفقدان البيانات بنسبة 2% هي نبضة واحدة كل 2 000 s أي 1,5 dB دون متوسط الضوضاء في 40 s. وسيتلف ذلك تكاملاً واحداً مدته 40 ثانية من كل 50 تكاملاً، بفقدان نسبته 2%. ويعلو متوسط الضوضاء في 40 s بمقدار $\sqrt{50}$)(8,5 dB فوق الضوضاء في 2 000 s، في حين يمكن أن تعلو النبضة 50 مثلاً (17 dB) فوق هذا المستوى. والفرق هو 5,8 dB. ويظل ذلك أكثر خفوتاً بمقدار $\sqrt{2}$ من متوسط الضوضاء في 40 s، ولذلك لن يكون قابلاً للكشف في الرصدات العادية. ولا يمكن إلا للرصدات القصيرة جداً (ميللي ثانية) أن تحقق كشفاً ذا دلالة لهذه النبضات، بحدود خمسة سيغمات (تكاملات) أو أكثر فوق الضوضاء.

وفي كل الحالات، يتطلب كشف التداخل النبضي كسباً للهوائي في اتجاه التداخل أعلى بكثير من التناحي، أو استبانة زمنية عالية في حالة النبضات القصيرة جداً. وكنتيجة بديهية، فإن التداخل المرئي في هوائي متناحٍ بتكامل يمتد لبضع ثوان لا بد أن يتجاوز الحد الضار عندما يُحسب متوسطه خلال 2 000 s، حتى لو لم يقع مزيد من التداخل.

وتفترض المناقشة في هذا القسم عدم القيام بأي محاولة لمزامنة معدل تحصيل البيانات مع دور النبضة. سوى أن الإشارات النبضية المنتظمة توفر وسيلة تخفيف قوية للغاية إذا أُخذ بهذا الخيار. ومن العمل في مجال كشف النجم النابض، تُعرف جيداً إمكانية تعزيز نسبة التداخل إلى الضوضاء بالتناسب مع الجذر التربيعي لنسبة عرض النبضة إلى دور النبضة، بما يتراوح عادةً بين 10 و20 dB في الرادار.

5.4.3 تكافؤ النبضات السريعة والبث المستمر

يمكن اعتبار النبضات السريعة، كالنبضات الرادارية، تداخلاً مستمراً يقابل في شدته متوسط شدة النبضة. وعلى وجه الخصوص، يمكن للتداخل النبضي الذي يتجاوز حد التوصية ITU-R RA.769 في تكامل مدته 2 000 ثانية أن يكون أقل من الحد الضار المحسوب لتكامل أقصر. يُنظر، على سبيل المثال، في إشارة نبضية دورها 20 ثانية وتقل بنسبة 15 dB عن الضوضاء في كل تكامل مدته 20 ثانية. إذ ستضعف الضوضاء 10 أمثال بعد 2 000 s. وبالتالي فإن هذه الإشارة الحميدة في كل تكامل مدته 20 ثانية، ستعلو بنسبة 5 dB فوق المستوى الضار بعد 2 000 s.

وبعبارة أخرى، تتصرف الإشارة النبضية كالإشارة المستمرة تماماً. ولا يمكن إلا لأدوار النبضة الأطول من المتوسط الهندسي لوقت التكامل و2 000 s أن تسبب فقدان بيانات زائد في التكاملات القصيرة، في حين أن التداخل النبضي لا يتجاوز عتبة التداخل الضارة المذكورة في التوصية ITU-R RA.769 لتكامل مدته 2 000 ثانية. وقد يكون ذلك نادر الحدوث في الواقع العملي.

6.4.3 ملخص

تبين هذه الحسابات ما يلي، على افتراض أن التداخل النبضي لا يتجاوز عتبة التداخل الضارة المذكورة في التوصية ITU-R RA.769 خلال رصدة مدتها 2 000 ثانية:

1) إن ما يهبط وسطياً من الإشعاع الراداري والإشعاع النبضي الآخر، ذا الأدوار التي تقل عن 40 s، إلى المستوى الضار المحدد بالتوصية ITU-R RA.769 في 2 000 s لن يسبب فقدان بيانات زائد > 2%.

2) بالنسبة إلى القياسات التي يطول فيها الرصد 40 ثانية، تكون أسوأ حالة لشدة نبضة > 2% كنسبة لفقدان البيانات الزائد، بمستوى 1,5 dB دون ضوضاء النظام، وينحصر ذلك في نبضات نادرة للغاية (نبضة في 2 000 s) في غياب أي مسعى للتخفيف يزامن أخذ البيانات في ترابط عكسي مع نبضات منتظمة.

3) سيسبب التداخل غير الدوري و/أو متغير الشدة فقدان بيانات يوازي، أو يقل عن، ما تسببه النبضات الدورية ثابتة الشدة.

4 الاستنتاجات

تُعتبر نسبة 5% من الوقت من جميع المصادر معياراً عملياً لفقدان البيانات الإجمالي الناجم عن تداخل على خدمة علم الفلك الراديوي (RAS). ووجود مصادر متعددة متراكبة للتداخل هو جانب عملي ينبغي أخذه بعين الاعتبار. ويلزم مزيد من الدراسة لقسمة التداخل الكلي بين الشبكات المختلفة.

وينبغي أن يقل فقدان البيانات من أي نظام واحد كثيراً عن 5%. وللالتزام بهذا المطلب، تُعتبر نسبة 2% في كل نظام حداً عملياً.

التوصية ITU-R M.1583-1*

حساب التداخل بين أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية أو خدمة الملاحة الراديوية الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومواقع مراقبة علم الفلك الراديوي

(المسألة ITU-R 236/8)

(2007-2002)

مجال التطبيق

تشرح هذه التوصية المنهجية التي يجب استخدامها لحساب مقدار الخسارة في البيانات نتيجة للتداخل الناجم عن نظام خدمة متنقلة ساتلية أو خدمة ملاحة راديوية ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض على مواقع علم الفلك الراديوي. وتستند هذه المنهجية إلى حساب كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) الناتجة عن النظام النشط المعني على موقع علم الفلك الراديوي.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن خدمة علم الفلك الراديوي والخدمات الفضائية (فضاء–أرض) قد وزعت في بعض الحالات على نطاقات تردد مجاورة أو قريبة؛

ب) أن خدمة علم الفلك الراديوي تقوم على استقبال الإرسالات عند مستويات قدرة أقل بكثير من المستويات المستخدمة عادة في الخدمات الراديوية الأخرى؛

ج) أنه نتيجة لمستويات القدرة المستقبلة المنخفضة هذه، تكون خدمة علم الفلك الراديوي أكثر عرضة للتداخل من الإرسالات غير المرغوبة من الخدمات الأخرى؛

د) أنه نتيجة لخصائص الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، وخاصة الطبيعة المتغيرة مع الزمن للتداخل، فإنه لا يمكن تقييم مستوى التداخل من هذه الأنظمة الساتلية على التلسكوبات الراديوية بنفس الطريقة المستخدمة مع السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض،

توصي

1 أن تحديد مستويات الإرسالات غير المرغوبة الناجمة عن خدمة ملاحة راديوية ساتلية (RNSS) أو خدمة متنقلة ساتلية (MSS) غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض على مواقع علم الفلك الراديوي، ينبغي أن يستند إلى الطريقة الموضحة في الملحق 1؛

2 أنه ينبغي عند إجراء عملية التحديد هذه استعمال مخطط الهوائي الموضح في التوصية ITU-R RA.1631 لنمذجة هوائيات علم الفلك الراديوي؛

3 أنه ينبغي أيضاً تحديد النسبة المئوية للزمن الذي يتم فيه تجاوز مستوى عتبة كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) وذلك طبقاً للطريقة الموضحة في الملحق 2.

* ينبغي إحاطة لجنة الدراسات 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية علماً بهذه التوصية.

الملحـــق 1

حساب مستويات الإرسالات غير المرغوبة الناجمة عن نظام خدمة ملاحة راديوية ساتلية أو خدمة متنقلة ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض على موقع لعلم الفلك الراديوي

من المزمع استخدام الطريقة الموضحة هنا والتي تستند إلى مفهوم "كثافة تدفق القدرة المكافئة" (epfd)، في حساب مستويات كثافة تدفق القدرة (pfd) الناتجة عن الإرسالات غير المرغوبة من نظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض على التلسكوبات الراديوية، مع مراعاة خصائص كل من النظام الساتلي وهوائي التلسكوب الراديوي. وقيمة كثافة تدفق القدرة المكافئة عبارة عن مجموع المساهمات الناتجة عن كل الإرسالات الساتلية معبر عنها ككثافة تدفق القدرة لمصدر مكافئ وحيد على مركز التسديد (ذروة الحزمة الرئيسية) للتلسكوب الراديوي.

1 المعلمات المطلوبة

نتيجة للخصائص الخاصة للأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، يتضح أنه لا يمكن تقييم مستوى التداخل الناجم عن مثل هذه السواتل على تلسكوب راديوي بنفس الطريقة المتبعة مع السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

ينبغي أن يستند تقييم التداخل الناجم عن السواتل على تلسكوب راديوي أثناء زمن التكامل (2 000 ثانية) إلى حسابات إحصائية على أن تراعى معلمات كل من السواتل والتلسكوب الراديوي.

معلمات النظام الساتلي غير المستقر بالنسبة إلى الأرض:

- عدد السواتل المرئية في السماء من محطة علم الفلك الراديوي؛
- الخصائص المدارية التفصيلية للسواتل؛
- كثافة تدفق القدرة (pfd) المشعة من كل ساتل على التلسكوب الراديوي داخل نطاق علم الفلك الراديوي المعني، حيث يمكن تقديرها باستخدام نموذج لقناع الإرسالات غير المرغوبة.

معلمات التلسكوب الراديوي:

- موقع الهوائي؛
- مخطط الهوائي وكسب الهوائي؛
- المدى العملي لاتجاهات التوجيه؛
- اتجاه توجيه التسديد؛
- الزوايا خارج المحور بين تسديد هوائي محطة علم الفلك الراديوي واتجاهات سواتل الإرسال؛
- زمن التكامل (2 000 ثانية).

2 حساب كثافة تدفق القدرة المكافئة عند مواقع علم الفلك الراديوي

يختلف الكسب المستقبل للتلسكوب الراديوي في اتجاه ساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (على عكس تلك المستقرة بالنسبة إلى الأرض) مع الزمن غالباً بسبب حركة الساتل والبنية الزاوية الدقيقة لمخطط الفص الجانبي للتلسكوب الراديوي. وتكون

هناك أوقات يكون فيها كسب التلسكوب في اتجاه ساتل ما أكبر بكثير من صفر dBi وأوقات يكون فيها الكسب أقل من صفر dBi.

وأيضاً في حالة سواتل متعددة لنظام غير مستقر بالنسبة إلى الأرض، يجب إدراج جميع إسهامات هذه السواتل ومراعاتها بدقة.

ويمكن تنفيذ ذلك باستعمال مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة المحددة أصلاً لتقييم شروط التقاسم الممكنة بين الأنظمة المستقرة بالنسبة إلى الأرض وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وفي القسم أدناه يتم استنباط هذا المفهوم للحالة الخاصة بمحطة علم فلك راديوي تخضع لتداخل من سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

1.2 تعريف كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

عند استقبال هوائي لقدرة داخل عرض نطاقه المرجعي بصورة متزامنة من مرسلات على مسافات مختلفة وفي اتجاهات مختلفة وعند مستويات مختلفة من كثافة تدفق القدرة الساقطة، تكون كثافة تدفق القدرة المكافئة هي كثافة تدفق القدرة التي إذا استقبلت من مرسل وحيد في المجال البعيد للهوائي في اتجاه الكسب الأقصى تنتج نفس القدرة عند دخل المستقبل كما لو أنها استقبلت فعلياً من مجموع متراكم لمرسلات مختلفة.

وتحسب كثافة تدفق القدرة المكافئة اللحظية باستخدام المعادلة التالية:

$$epfd = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,max}} \right] \quad (1)$$

حيث:

N_a: عدد المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض المرئية من التلسكوب الراديوي

i: دليل المحطة الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض المعنية

P_i: القدرة RF للإرسالات غير المرغوبة عند دخل الهوائي (أو القدرة RF المشعة في حالة هوائي نشط) للمحطة الفضائية المرسلة المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (بوحدات dBW) في عرض النطاق المرجعي

θ_i: الزاوية خارج المحور (بالدرجات) بين تسديد المحطة الفضائية المرسلة المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض واتجاه التلسكوب الراديوي

$G_t(\theta_i)$: كسب هوائي الإرسال (كنسبة) للمحطة الفضائية المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في اتجاه التلسكوب الراديوي

d_i: المسافة (بالمتر) بين محطة الإرسال المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض والتلسكوب الراديوي

φ_i: الزاوية خارج المحور (بالدرجات) بين اتجاه توجيه التلسكوب الراديوي واتجاه المحطة الفضائية المرسلة المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض

$G_r(\varphi_i)$: كسب هوائي الاستقبال (كنسبة) للتلسكوب الراديوي، في اتجاه المحطة الفضائية المرسلة المعنية في النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (انظر التوصية ITU-R RA.1631)

$G_{r,max}$: الكسب الأقصى (كنسبة) للتلسكوب الراديوي

$epfd$: كثافة تدفق القدرة المكافئة (بوحدات $dB(W/m^2)$) في عرض النطاق المرجعي عند التلسكوب الراديوي.

يفترض في حساب كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) في المعادلة (1) أن كثافة تدفق القدرة نتيجة لجميع مصادر التداخل موجهة على تسديد هوائي الاستقبال، حيث يكون كسب الهوائي عند حده الأقصى. بيد أن معايير الحماية لعلم الفلك الراديوي تستند إلى كفاف مقداره صفر dBi من هوائي علم الفلك الراديوي. وباستخدام النهج الوارد في المعادلة (1)، يمكن تحديد كثافة تدفق القدرة نتيجة لجميع مصادر التداخل الموجهة على الاتجاه الذي يبلغ فيه الكسب صفر dBi لهوائي الاستقبال على النحو التالي:

$$epfd_{G_r=0\ \mathrm{dBi}} = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi\, d_i^2} \cdot G_r(\varphi_i) \right] \quad (2)$$

وقيم $epfd_{G_r = 0\ \mathrm{dBi}}$ الناتجة من المعادلة (2)، بعد توسيطها (في صورة خطية) عبر زمن تكامل مقداره 2 000 ثانية، يمكن مقارنتها بمستويات كثافة تدفق القدرة (المحددة بافتراض كسب هوائي مقداره صفر dBi في اتجاه التداخل مع افتراض زمن التكامل هذا).

الملاحظة 1 – يفترض أن يوضع كل مرسل في المجال البعيد للتلسكوب الراديوي (أي على مسافة أكبر من $2D2/\lambda$، حيث D هو القطر الفعال للتلسكوب الراديوي وλ هو الطول الموجي الملاحظ). وعلى الرغم من أن هذا قد يبدو عادة غير مرض، فإنه يعتبر تقريب كاف.

الملاحظة 2 – بالنسبة لبعض التلسكوبات، قد لا يتطابق اتجاه أقصى كسب (اتجاه التسديد) مع المحور الهندسي للتلسكوب الراديوي.

الملاحظة 3 – في حالة الهوائيات النشطة، ينبغي اعتبار P_i هي القدرة RF المشعة بدلاً من القدرة عند دخل الهوائي.

الملاحظة 4 – كسب هوائي محطة الإرسال، $G_t(\theta_i)$، يؤخذ عند تردد نطاق علم الفلك الراديوي المعني. وقد يختلف ذلك عن الكسب عند ترددات المرسلات المقصودة.

الملحـــق 2

توزيع مستويات كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

يوضح هذا الملحق طريقة اشتقاق إحصائيات كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) عبر السماء بكاملها.

1 تقسيم السماء إلى خلايا من زوايا مجسمة متساوية تقريباً

تنطوي الخطوة الأولى في هذا النهج على تقسيم السماء إلى حلقات عددها M موازية لخط الأفق وتنفصل عن بعضها، طبقاً لزاوية الارتفاع، من صفر درجة إلى 90 درجة. ويبلغ عرض كل حلقة $90/M^\circ$. وتتمثل الخطوة التالية في تقسيم هذه الحلقات إلى خلايا يتم اختيار عرض السمت الخاص بها بحيث يكون لدينا عدد صحيح من الخلايا لكل حلقة وهذا العرض يساوي تقريباً:

$$\frac{90/M}{\cos(elevation)} \quad \text{بالدرجات}$$

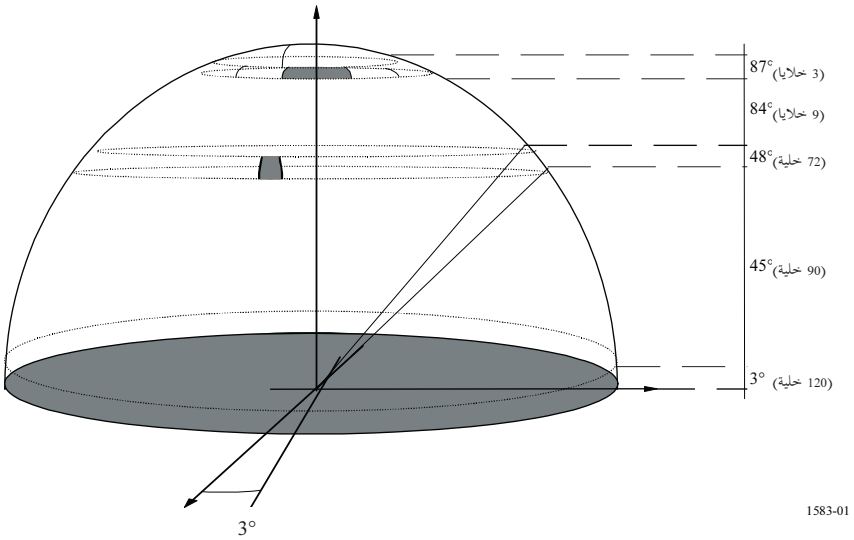
ويقدم الشكل 1 مثالاً عن تقسيم يستند إلى درجة مقدارها 3° عرض في الارتفاع وهذا النمط يقسم السماء إلى 30 حلقة قيمة زاوية الارتفاع لكل منها 3°. وبالتالي، فإن عرض السمت يساوي تقريباً:

$$\frac{90/30}{\cos(elevation)} \quad \text{بالدرجات}$$

والارتفاع (Elevation) هو ارتفاع متوسط في حلقة ما.

الشكل 1

مثال على تقسيم السماء إلى خلايا من زوايا مجسمة
قيمة كل منها 9 درجات مربعة تقريباً



ويؤدي ذلك إلى تقسيم السماء إلى 2 334 خلية من الزوايا المجسمة قيمة كل منها 9 درجة مربعة تقريباً. ويقدم الجدول 1 عدد الخلايا المقابلة بالنسبة لكل حلقة لهذا المثال.

الجدول 1

مثال على تقسيم السماء إلى خلايا مربعة من الزوايا المجسمة التي يبلغ قيمة كل منها نحو 9 درجات مربعة

الارتفاع الأدنى للحلقة (بالدرجات)	الزاوية المجسمة للحلقة (بالدرجات المربعة)	الزاوية المجسمة المتراكمة (بالدرجات المربعة)	خطوة السمت (بالدرجات)	عدد الخلايا في الحلقة	الزاوية المجسمة للخلية (بالدرجات المربعة)	العدد المتراكم للخلايا	النسبة المئوية للزاوية المجسمة (%)	الزاوية المجسمة المتراكمة (%)
0	1 079,51	1 079,51	3	120	9,00	120	5,23	5,23
3	1 076,55	2 156,05	3	120	8,97	240	5,22	10,45
6	1 070,64	3 226,69	3	120	8,92	360	5,19	15,64
9	1 061,79	4 288,49	3	120	8,85	480	5,15	20,79
12	1 050,04	5 338,53	3	120	8,75	600	5,09	25,88
15	1 035,41	6 373,93	3	120	8,63	720	5,02	30,90
18	1 017,94	7 391,87	3	120	8,48	840	4,94	35,84
21	997,68	8 389,55	3	120	8,31	960	4,84	40,67
24	974,68	9 364,23	3	120	8,12	1 080	4,73	45,40
27	949,01	10 313,24	3	120	7,91	1 200	4,60	50,00
30	920,75	11 233,99	4	90	10,23	1 290	4,46	54,46
33	889,95	12 123,94	4	90	9,89	1 380	4,31	58,78
36	856,72	12 980,66	4	90	9,52	1 470	4,15	62,93
39	821,14	13 801,81	4	90	9,12	1 560	3,98	66,91
42	783,31	14 585,12	4	90	8,70	1 650	3,80	70,71
45	743,34	15 328,46	4	90	8,26	1 740	3,60	74,31
48	701,32	16 029,79	5	72	9,74	1 812	3,40	77,71
51	657,39	16 687,17	5	72	9,13	1 884	3,19	80,90
54	611,65	17 298,82	5	72	8,50	1 956	2,97	83,87
57	564,23	17 863,06	6	60	9,40	2 016	2,74	86,60
60	515,27	18 378,33	6	60	8,59	2 076	2,50	89,10
63	464,90	18 843,23	6	60	7,75	2 136	2,25	91,35
66	413,25	19 256,48	8	45	9,18	2 181	2,00	93,36
69	360,47	19 616,95	9	40	9,01	2 221	1,75	95,11
72	306,70	19 923,65	10	36	8,52	2 257	1,49	96,59
75	252,09	20 175,74	12	30	8,40	2 287	1,22	97,81
78	196,79	20 372,53	18	20	9,84	2 307	0,95	98,77
81	140,95	20 513,49	24	15	9,40	2 322	0,68	99,45
84	84,73	20 598,21	40	9	9,41	2 331	0,41	99,86
87	28,27	20 626,48	120	3	9,42	2 334	0,14	100,00

2 توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) بالنسبة لخلية

يتم بداية عمل اختيار عشوائي لاتجاه توجيه لهوائي خدمة علم الفلك الراديوي والذي سيقع داخل خلية محددة بالسماء على النحو المحدد في الفقرة 1. ويتم بعد ذلك اختيار وقت بدء الكوكبة عشوائياً. ويجري بعد ذلك تقدير كثافة تدفق القدرة المكافئة لكل عينة زمنية عبر زمن تكامل يبلغ 2 000 ثانية. وتحسب بعد ذلك كثافة تدفق القدرة المكافئة المتوسطة المقابلة لهذه التجربة لاتجاه توجيه مختار ووقت مختار لبدء الكوكبة.

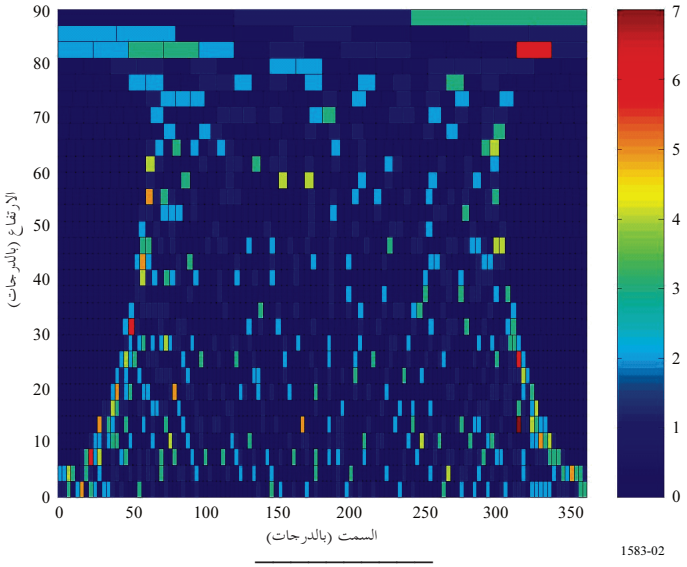
وتكرر هذه العملية للحصول على توزيع إحصائي لكثافة تدفق القدرة المكافئة في الخلية المعنية. وتضم المنهجية عدداً من المحاولات، يتم في كل محاولة منها حساب كثافة تدفق القدرة المكافئة المتوسطة عبر فترة تكامل مقدارها 2 000 ثانية. وكلما زاد عدد المحاولات كلما زادت دقة التوزيع. ويحتاج الأمر إلى عدد كاف من المحاولات لتحقيق مستوى الثقة المطلوب في النتائج. ويجب على نحو خاص أن يكون حاصل ضرب عدد المحاولات في زمن التكامل البالغ 2 000 ثانية أكبر بكثير من فترة الكوكبة. ومن الضروري التأكد من إجراء الاعتيان الإحصائي الكافي عبر الفترة الكاملة للكوكبة. وبمجرد ملاحظة عدم حدوث تغييرات كبيرة في التوزيع، يمكن حينئذ اعتبار أنه تم إجراء العدد الكافي من المحاولات. ويمكن إجراء هذا الفحص آلياً كجزء مكمل من عملية المضاهاة، أو يدوياً بإيقاف عملية المضاهاة في فترات منتظمة.

3 الخرج كنسبة مئوية من الخسارة في البيانات

يقدم تحديد كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) الموضح في الفقرة 2 توزيعاً لمستويات كثافة تدفق القدرة لكل خلية في السماء حيث يمكن مقارنته بمستويات العتبة المستخدمة للقياسات الفلكية الراديوية. وعند تجاوز هذه المستويات، تفقد بعض بيانات علم الفلك الراديوي. وتحدد النسبة المئوية لهذه الخسارة كمجموع الخسارات في جميع الخلايا خلال العدد المحدد من المحاولات. ويبيِّن الشكل 2 مثالاً للنسبة المئوية من الخسارة في البيانات لكل خلية عبر السماء بأكملها لكوكبة خدمة ملاحة راديوية ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

الشكل 2

توزيع الخسارة في البيانات عبر السماء



التوصيـــة ITU-R S.1586-1

حساب سويات الإرسال غير المطلوب التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي

(المسألة ITU-R 236/4)

(2007-2002)

نطاق التطبيق

توضح هذه التوصية طريقة يمكن استعمالها لحساب سويات الإرسال غير المطلوب التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي. وهي تحتوي أيضاً على إجراء لحساب النسبة المئوية للزمن الذي يتم فيه تجاوز قيمة معينة لكثافة تدفق القدرة المكافئة في حال افتراض قيمة تساوي صفراً dBi لكسب هوائي الاستقبال في اتجاه التداخل الوارد مع مراعاة قيمة محددة لزمن التكامل.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن نطاقات تردد متقاربة أو متجاورة قد وزعت، في بعض الأحيان، على خدمة علم الفلك الراديوي وعلى الخدمات الفضائية (فضاء – أرض)؛

ب) وأن خدمة علم الفلك الراديوي تعمل أساساً على استقبال إرسالات، تكون سويات قدرتها أخفض بكثير من السويات التي تستعمل عادة في الخدمات الراديوية الأخرى؛

ج) وأن خدمة علم الفلك الراديوي، بسبب هذه السويات المنخفضة من القدرة المستقبلة، تكون معرّضة للتأثر بتداخلات من الإرسالات غير المطلوبة، أكثر من غيرها من الخدمات؛

د) وأن العديد من الحواشي الواردة في لوائح الراديو (مثل الأرقام 149.5 و443B.5 و511A.5) تسترعي العناية إلى حماية خدمة علم الفلك الراديوي، وخاصة من التداخلات التي تسببها المرسلات المحمولة على متن مركبة فضائية؛

هـ) وأن خصائص أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، ولا سيما طبيعة إرسالاتها المتغيرة مع الزمن، تؤدي ألا تكون طريقة تقدير سوية التداخل الذي تسببه مثل هذه السواتل على الراصدات (التلسكوبات) الراديوية، مماثلة لطريقة تقدير هذه السوية التي تسببها السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض،

توصي

1 أن تستخدم الإدارات الطريقة المشروحة في الملحق 1 لحساب سويات الإرسال غير المطلوب الذي يولده نظام سواتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي؛

2 أن يستخدم مخطط الهوائي المشروح في التوصية ITU-R RA 1631 لنمذجة هوائيات علم الفلك الراديوي عند إجراء حسابات التداخل هذه؛

3 أن تستخدم الطريقة المشروحة في الملحق 2 لحساب النسبة المئوية من الوقت التي يحصل فيها تجاوز نسبة معينة من كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) (المعرّفة بافتراض كسب هوائي الاستقبال مساوياً 0 dBi في اتجاه التداخل، مع مدة تكامل معينة).

الملحـــق 1

حساب سويات الإرسال غير المطلوب التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي

أعدت الطريقة المشروحة هنا، والمبنية على مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المعرّف في الرقم 5C.22 من المادة 22 من لوائح الراديو، لكي تستعمل في حساب سويات كثافة تدفق القدرة (pfd) التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية، وتعانيها الراصدات الراديوية، مع مراعاة خصائص كلا النظام الساتلي وهوائي الراصدة الراديوية. وقيمة كثافة تدفق القدرة المكافئة تساوي مجموع إسهامات القدرة التي تنتجها جميع إرسالات السواتل، معبراً عنها باعتبارها كثافة تدفق القدرة من مصدر وحيد مكافئ واقع على خط التسديد (ذروة الحزمة الرئيسية) للراصدة الراديوية.

1 المعلمات المطلوبة

نظراً إلى الخصائص الخاصة بأنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، فإن من الواضح أن سويات التداخل التي تسببها مثل هذه السواتل وتعانيها راصدة راديوية لا يمكن تقديرها بنفس الطريقة المستعملة من أجل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ويلزم استعمال طريقة إحصائية تأخذ بالحسبان الجانب التغيري للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

إن تقدير التداخل الناتج من السواتل والمؤثر في الراصدة الراديوية أثناء مدة التكامل (2 000 ثانية) يجب أن يكون مبنياً على حسابات إحصائية ويجب أن يأخذ بالحسبان المعلمات المصاحبة للسواتل وللراصدة الراديوية.

والمعلمات المطلوبة لنظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض هي:

- عدد السواتل المرئية في السماء من محطة علم الفلك الراديوي؛
- كثافة تدفق القدرة عند الراصدة الراديوية في النطاق المعتبر لعلم الفلك الراديوي، المقدّرة باستخدام القناع dBsd أو dBc؛
- المسافات بين السواتل ومحطة علم الفلك الراديوي؛
- الخصائص المدارية المفصلة للسواتل.

والمعلمات المطلوبة للراصدة الراديوية هي:

- موقع الهوائي؛
- مخطط الهوائي وكسب الهوائي؛
- مدى اتجاهات التسديد المستعملة عملياً؛
- اتجاه التسديد وفق خط التسديد؛
- الزوايا بين خط تسديد هوائي محطة الفلك الراديوي واتجاهات السواتل المرسلة؛
- مدة التكامل (2 000 ثانية).

2 حساب سويات الكثافة epfd عند مواقع علم الفلك الراديوي

يتغير كسب الاستقبال لراصدة راديوية في اتجاه ساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (يعكس الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض) بتغير الزمن، بسبب حركة الساتل في مداره بشكل أساسي، ولأن مخطط الفصوص الجانبية للراصدة الراديوية يمتاز ببنية زاوية دقيقة. ويمكن أن يكون كسب الراصدة في اتجاه ساتل معين أحياناً أكبر بكثير من 0 dBi ويكون أحياناً أخرى أقل

من هذه القيمة. وفوق ذلك يجب في حالة السواتل المتعددة في نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض أن تدرج جميع إسهامات السواتل المختلفة وأن تؤخذ بالحسبان الواجب.

ويمكن إجراء ذلك باستخدام مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة المعرّف في الأصل لتقدير ظروف التقاسم الممكنة بين الأنظمة المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وهذا المفهوم معروض في الفقرة أدناه لحالة محطة فلك راديوي معرّضة للتداخل الذي تسببه سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض. والتعريف مبني على الرقم 5C.22 من لوائح الراديو كما اعتمد في المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2000 (إسطنبول، 2000) (WRC-2000).

1.2 تعريف كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

ليكن هوائي يستقبل قدرة في عرض نطاقه المرجعي قادمة من عدة مرسلات على التآون، وتقع هذه المرسلات على مسافات مختلفة وفي اتجاهات مختلفة، وترسل سويات مختلفة من كثافة تدفق القدرة الواردة. فتكون كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) هي كثافة تدفق القدرة التي لو استقبلت من مرسل وحيد واقع في المجال البعيد للهوائي وفي اتجاه كسبه الأقصى، لأنتجت نفس القدرة المتولدة عند مدخل الهوائي المستقبل والمساوية مجموع القدرات المختلفة المستقبلة فعلاً من مختلف المرسلات.

وتحسب كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) الآنية المعبر عنها بالوحدة $dB(W/m^2)$ باستخدام العلاقة:

$$epfd = 10 \log_{10}\left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,max}}\right] \quad (1)$$

حيث:

N_a: عدد المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض المرئية من الراصدة الراديوية

i: دليل المحطة الفضائية المعتبرة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

P_i: القدرة الراديوية للإرسال غير المطلوب التي تولدها عند مدخل الهوائي (أو القدرة الراديوية المشعة في حالة هوائي نشيط) المحطة الفضائية المرسلة المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض وفي عرض النطاق المرجعي (dBW)

θ_i: الزاوية الكائنة بين خط التسديد نحو المحطة الفضائية المرسلة المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض وبين اتجاه الراصدة الراديوية

$G_t(\theta_i)$: كسب هوائي الإرسال (معبراً عنه بنسبة قدرتين) للمحطة الفضائية المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في اتجاه الراصدة الراديوية

d_i: المسافة (بالأمتار) بين المحطة المرسلة المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض وبين الراصدة الراديوية

φ_i: الزاوية الكائنة بين اتجاه التسديد للراصدة الراديوية وبين اتجاه المحطة الفضائية المرسلة المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

$G_r(\varphi_i)$: كسب هوائي الاستقبال (معبّراً عنه بنسبة قدرتين) للراصدة الراديوية في اتجاه المحطة الفضائية المرسلة المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (انظر التوصية ITU-R RA 1631)

$G_{r,max}$: الكسب الأقصى (معبّراً عنه بنسبة قدرتين) للراصدة الراديوية

$epfd$: كثافة تدفق القدرة المكافئة الآنية في عرض النطاق المرجعي عند الراصدة الراديوية ($dB(W/m^2)$).

ويفترض حساب الكثافة epfd وفق المعادلة (1) أن كثافة تدفق القدرة الناتجة عن جميع مصادر التداخل موجهة وفق خط التسديد لهوائي الاستقبال، حيث يكون كسب الهوائي أعظم. وعلى كل حال، فإن معيار حماية الفلك الراديوي مبني على

كفاف هوائي الفلك الراديوي الذي كسبه 0 dBi. ويمكن حساب كثافة تدفق القدرة الناتجة عن جميع مصادر التداخل الموجهة نحو كسب هوائي الاستقبال البالغ 0 dBi، كما يلي:

- يمكن من المعادلة (1) الحصول على القيم الآنية لكثافة تدفق القدرة المكافئة الموجهة نحو كسب 0 dBi لهوائي الاستقبال والمعبر عنها بوحدات (W/m^2) من المعادلة:

$$epfd_{G_r = 0\ \mathrm{dBi}} = 10 \log_{10}\left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi\, d_i^2} \cdot G_r(\varphi_i)\right] \quad (2)$$

- ويمكن للقيم الآنية $epfd_{G_r = 0\ \mathrm{dBi}}$ الناتجة من المعادلة (2)، والمأخوذة متوسطاتها أثناء مدة التكامل البالغة 2 000 ثانية، أن تقارن بسويات كثافة تدفق القدرة (pfd) المعبر عنها كذلك بوحدات (W/m^2) (المعرّفة بافتراض أن كسب هوائي الاستقبال يساوي 0 dBi في اتجاه التداخل أثناء مدة التكامل هذه).

الملاحظة 1 – يفترض أن كل مرسل واقع في المجال البعيد للراصدة الراديوية (أي على مسافة تزيد على $2D^2/\lambda$، حيث D هو القطر الحقيقي للراصدة الراديوية وλ هو الطول الموجي المستعمل). ولما كان هذا الشرط لا يُستوفى دوماً في جميع الظروف، فإنه يعتبر مقرباً تقريباً وافياً.

الملاحظة 2 – في بعض الراصدات، لا ينطبق اتجاه الكسب الأقصى (خط التسديد) دائماً على المحور الهندسي للراصدة الراديوية.

الملاحظة 3 – في حالة الهوائيات النشيطة، ينبغي اعتبار P_i أنها القدرة الراديوية المشعَّة بدلاً من القدرة عند مدخل الهوائي.

الملاحظة 4 – تؤخذ قيمة كسب الهوائي لمحطة الإرسال، $G_t(\theta_i)$، وهي القيمة الموافقة لتردد الرصد في الراصدة الراديوية. وقد تختلف قيمة هذا الكسب عن قيمة الكسب المصاحب لترددات تشغيل محطة الإرسال.

الملحـــق 2

توزيع سويات كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

يشرح هذا الملحق طريقة لحساب إحصائيات الكثافة epfd على السماء بكاملها.

1 تقسيم السماء إلى خلايا متساوية الزوايا المجسّمة تقريباً

تكمن الخطوة الأولى في تقسيم السماء إلى M حلقة موازية للأفق، ومباعدة فيما بينها بانتظام، من حيث زاوية الارتفاع التي تتغير من 0° إلى 90°. ويبلغ عرض كل حلقة $90/M$ من الدرجات. وتكمن الخطوة الثانية في تقسيم هذه الحلقات إلى خلايا، يختار عرض سمتها، بحيث تحتوي كل حلقة على عدد صحيح من الخلايا، ويساوي هذا العرض تقريباً إلى:

$$\frac{90/M}{\cos(\text{زاوية الارتفاع})} \quad \text{من الدرجات}$$

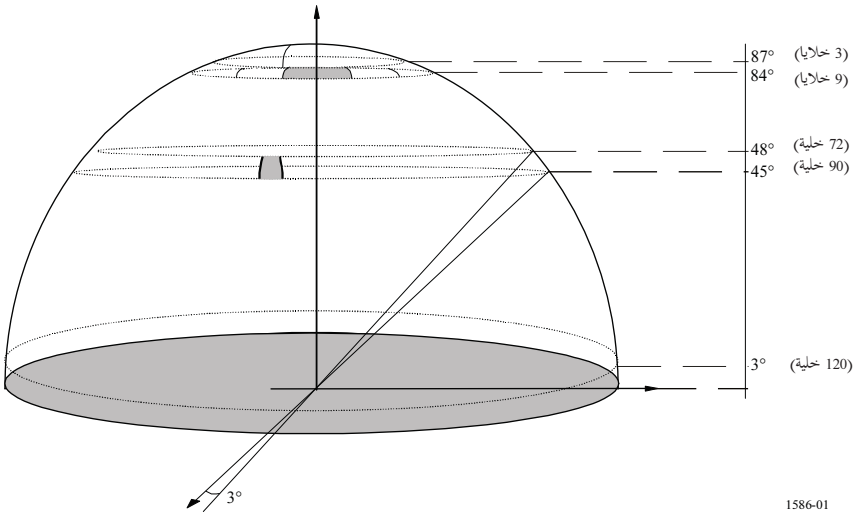
ويقدم الشكل 1 مثالاً على تقسيم تساوي خطوته 3° في اتجاه زاوية الارتفاع، وهذا يقسم السماء إلى 30 حلقة، عرض زاوية ارتفاع كل منها 3°. وكذلك سيكون عرض سمتها مسوياً تقريباً:

$$\frac{90/30}{\cos(\text{زاوية الارتفاع})} \quad \text{من الدرجات}$$

المصطلح زاوية الارتفاع الوارد في العلاقة السابقة يمثل زاوية الارتفاع المتوسطة للحلقة المعتبرة.

الشكل 1

مثال على تقسيم السماء إلى خلايا تبلغ الزاوية المجسّمة لكل منها 9 درجات مربعة



وهذا يقود إلى تقسيم السماء إلى 2 334 خلية تبلغ الزاوية المجسّمة لكل منها 9 درجات مربعة تقريباً. ويبين الجدول 1 عدد الخلايا في كل حلقة في هذا المثال.

الجدول 1

مثال على تقسيم السماء إلى خلايا مستطيلة تبلغ الزاوية المجسّمة لكل منها 9 درجات مربعة تقريباً

زاوية ارتفاع الجزء السفلي من الحلقة (درجات)	الزاوية المجسّمة للحلقة (درجات مربعة)	الزاوية المجسّمة المتراكمة (درجات مربعة)	الخطوة السمتية (درجات)	عدد الخلايا في الحلقة	الزاوية المجسّمة للخلية (درجات مربعة)	عدد الخلايا المتراكمة	النسبة المئوية للزاوية المجسمة (%)	الزاوية المجسمة المتراكمة (%)
0	1 079,51	1 079,51	3	120	9	120	5,23	5,23
3	1 076,55	2 156,05	3	120	8,97	240	5,22	10,45
6	1 070,64	3 226,69	3	120	8,92	360	5,19	15,64
9	1 061,79	4 288,49	3	120	8,85	480	5,15	20,79
12	1 050,04	5 338,53	3	120	8,75	600	5,09	25,88
15	1 035,41	6 373,93	3	120	8,63	720	5,02	30,90
18	1 017,94	7 391,87	3	120	8,48	840	4,94	35,84
21	997,68	8 389,55	3	120	8,31	960	4,84	40,67
24	974,68	9 364,23	3	120	8,12	1 080	4,73	45,40
27	949,01	10 313,24	3	120	7,91	1 200	4,60	50
30	920,75	11 233,99	4	90	10,23	1 290	4,46	54,46
33	889,95	12 123,94	4	90	9,89	1 380	4,31	58,78
36	856,72	12 980,66	4	90	9,52	1 470	4,15	62,93
39	821,14	13 801,81	4	90	9,12	1 560	3,98	66,91
42	783,31	14 585,12	4	90	8,70	1 650	3,80	70,71
45	743,34	15 328,46	4	90	8,26	1 740	3,60	74,31
48	701,32	16 029,79	5	72	9,74	1 812	3,40	77,71
51	657,39	16 687,17	5	72	9,13	1 884	3,19	80,90
54	611,65	17 298,82	5	72	8,50	1 956	2,97	83,87
57	564,23	17 863,06	6	60	9,40	2 016	2,74	86,60
60	515,27	18 378,33	6	60	8,59	2 076	2,50	89,10
63	464,90	18 843,23	6	60	7,75	2 136	2,25	91,35
66	413,25	19 256,48	8	45	9,18	2 181	2,00	93,36
69	360,47	19 616,95	9	40	9,01	2 221	1,75	95,11
72	306,70	19 923,65	10	36	8,52	2 257	1,49	96,59
75	252,09	20 175,74	12	30	8,40	2 287	1,22	97,81
78	196,79	20 372,53	18	20	9,84	2 307	0,95	98,77
81	140,95	20 513,49	24	15	9,40	2 322	0,68	99,45
84	84,73	20 598,21	40	9	9,41	2 331	0,41	99,86
87	28,27	20 626,48	120	3	9,42	2 334	0,14	100

2 توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) لخلية واحدة

في البداية، يختار عشوائياً اتجاه تسديد لهوائي خدمة علم الفلك الراديوي، ويسدد نحو إحدى خلايا السماء المعرّفة في الفقرة السابقة. ثم تختار عشوائياً أيضاً لحظة بدء تشغيل كوكبة السواتل. وبعد ذلك تقدر كثافة تدفق القدرة المكافئة في لحظات مختلفة من مدة التكامل البالغة 2 000 ثانية. ثم تحسب القيمة المتوسطة لكثافة تدفق القدرة المكافئة الحاصلة أثناء مدة التكامل هذه، من أجل اتجاه التسديد ولحظة بدء التشغيل المعتبرين.

وتكرر هذه العملية للحصول على توزيع إحصائي للكثافة epfd المتولدة عن الخلية المعتبرة. وتشمل هذه المنهجية عدداً من الاختبارات، يحسب كل منها القيمة المتوسطة لسوية الكثافة epfd المأخوذة أثناء فترة التكامل البالغة 000 2 ثانية. وكلما ازداد عدد الاختبارات، يزداد التوزيع الحاصل دقة. ويجب أن يبلغ عدد الاختبارات حداً كافياً لكي تكتسب النتائج الحاصلة الحد اللازم من الثقة. وبصورة خاصة، يجب أن يكون جداء عدد الاختبارات في فترة التكامل البالغة 000 2 ثانية أكبر بكثير من الدور المداري لكوكبة السواتل. ويلزم التأكد أيضاً من حصول اعتيان إحصائي وافٍ في فترة الدور المداري للكوكبة. وعندما يلاحظ أن الاختبارات الجديدة لا تعود تسبب تغييراً محسوساً في التوزيع، يمكن الاستنتاج بأن عدد الاختبارات التي أجريت قد أصبح كافياً. ويمكن إجراء هذا التحقق أوتوماتياً ومدمجاً في المحاكاة أو يمكن إجراؤه يدوياً بإيقاف المحاكاة في فترات منتظمة.

3 توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) من أجل اتجاهات التسديد في أسوأ حالة (لا تطبق هذه الطريقة إلا عندما تصبح سويات كثافة تدفق القدرة (pfd) التي تشعها السواتل ثابتة، من أجل زاوية ارتفاع معينة لهوائي خدمة الفلك الراديوي)

يمكن تبسيط تقدير توزيعات كثافة تدفق القدرة المكافئة المتولدة من خلايا السماء بالاقتصار في المرحلة الأولى على اتجاهات التسديد الأشد سوءاً، إذ يمكن اعتبار هذه الاتجاهات مقابلة لاتجاهات التسديد التي يكون فيها احتمال رؤية السواتل هو الأكبر. ويمكن تعيين اتجاهات التسديد هذه استناداً إلى التوصية ITU-R S.1257 – طريقة تحليلية لحساب إحصائيات الرؤية والتداخل على المدى القصير للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، كما ترى من نقطة ما على سطح الأرض (وخاصة المعادلتان (28) و(29)). ففي حالة زاوية ارتفاع معينة وكوكبة معينة من السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، تتيح هذه التوصية حساب سموت اتجاهات التسديد الأشد سوءاً (هناك عادة قيمتان لسمت الاتجاه الأشد سوءاً ترافقان زاوية ارتفاع معينة).

بعد ذلك يجري تقدير توزيع الكثافة epfd في عدد كافٍ من مدد التكامل البالغة 000 2 ثانية لكل واحدة من الخلايا المقابلة لاتجاهات التسديد هذه الأشد سوءاً. ثم تقارن هذه التوزيعات للكثافة epfd بسوية عتبة لكثافة تدفق القدرة (معرّفة بافتراض كسب هوائي الاستقبال مساوياً 0 dBi وفق اتجاه التداخل ولمدة تكامل تبلغ 000 2 ثانية).

إن النسبة المئوية من الوقت التي يتم فيها تجاوز سوية عتبة لكثافة تدفق القدرة بالنسبة إلى خلية معينة، يمكن حسابها على أساس أنها تساوي النسبة المئوية من مدد التكامل البالغة 000 2 ثانية التي تتجاوز فيها القيمة المتوسطة لكثافة تدفق القدرة المستقبلة في الراصدة الراديوية سوية العتبة هذه، لكثافة تدفق القدرة.

وبمراعاة المعيار 2% الوارد في الفقرة يوصي 2 من التوصية ITU-R RA.1513، يمكن لمقارنة توزيعات كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) بالسوية العتبة لكثافة تدفق القدرة (pfd)، بالنسبة إلى الخلايا المقابلة لاتجاهات التسديد الأشد سوءاً، أن تفضي إلى النتائج التالية:

- إذا كانت كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المتوسطة خلال الزمن في جميع الخلايا البالغ عددها M، بالنسبة لاتجاهات التسديد الأشد سوءاً تساوي أو تقل عن عتبة التداخلات الضارة أثناء نسبة مئوية من الزمن تساوي أو تزيد عن 98% (انظر الشكل 2)، فإن معايير تفادي التداخل الضار تكون مستوفاة في السماء بأكملها.
- في حلقة معرفة بزاوية ارتفاع معينة، إذا كانت كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المتوسطة خلال الزمن بالنسبة لاتجاهات التسديد الأشد سوءاً تساوي أو تقل عن عتبة التداخلات الضارة أثناء نسبة مئوية من الزمن تساوي أو تزيد عن 98% (انظر الشكل 2)، فإن معايير تفادي التداخل الضار تكون مستوفاة بالنسبة للحلقة المقابلة بكاملها.
- إذا لم تكن معايير التداخل مستوفاة، يلزم حينئذ إجراء مزيد من الدراسة.

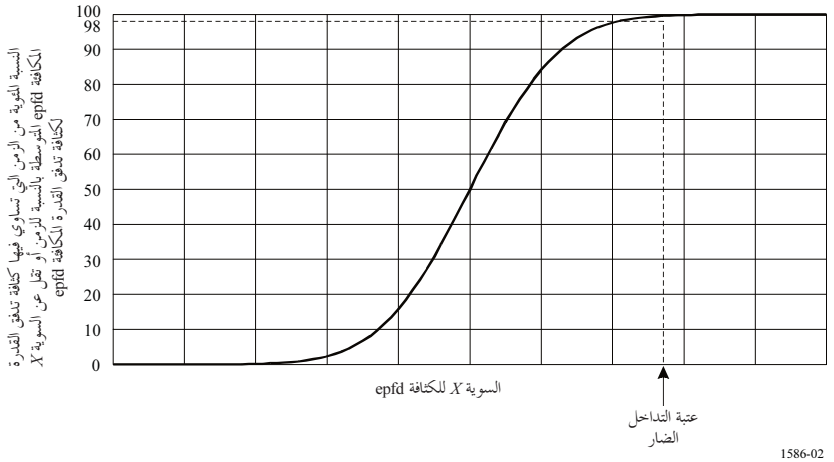
وتوفر دراسة اتجاهات التسديد الأشد سوءاً هذه معلومات بشأن مواقع الخلايا الأشد سوءاً.

4 النتيجة بدلالة توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

إن طريقة حساب الكثافة epfd المشروحة في الفقرة 2 تسمح بتحديد توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة الذي تولده خلية معينة في السماء (انظر الشكل 2).

الشكل 2

مثال على التوزيع التراكمي لكثافة تدفق القدرة المكافئة من خلية في السماء



التوصية ITU-R F.1613-0* **

متطلبات تشغيل ونشر أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت التابعة للخدمة الثابتة داخل الإقليم 3، بغية تأمين حماية الأنظمة العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) وخدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة) في النطاق 250 5-350 5 MHz

(المسألتان ITU-R 113/9 وITU-R 218/7)

(2003)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن نطاق الترددات 250 5-350 5 MHz موزع على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) وعلى خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) (النشيطة) من أجل المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية، وكذلك على خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛

ب) وأن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2003 (WRC-03) سيعيد النظر بموجب البند 5.1 من جدول أعماله، في التوزيعات الجارية في نطاق الترددات 250 5-350 5 MHz، بغية احتمال توزيع هذا النطاق على الخدمة الثابتة في الإقليم 3 على أساس أولي؛

ج) وأن بعض الإدارات في الإقليم 3 قد اقترحت أن يستعمل النطاق 250 5-350 5 MHz لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) المشغّلة بموجب ترخيص في الخدمة الثابتة؛

د) وأن هذه الأنظمة FWA العاملة خارج المباني يحتمل لها أن تتسبب بتداخلات غير مقبولة للخدمة EESS أو الخدمة SRS (النشيطة) العاملتين في النطاق المذكور أعلاه؛

هـ) وأن هناك حاجة إلى تحديد متطلبات تشغيل ونشر أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت في الإقليم 3 بغية حماية أنظمة المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية،

* وضعت هذه التوصية لجنتا الدراسات 7 و9 للاتصالات الراديوية مشتركتين، وكل مراجعة لها في المستقبل سوف تتم بالاشتراك بين هاتين اللجنتين.

** ينبغي رفع هذه التوصية إلى علم لجنتي الدراسات 7 و8 للاتصالات الراديوية.

وإذ تلاحظ

أ) أن التداخل الذي تسببه أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) أو خدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة) لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت، مع الخصائص المشروحة في الملحق 1، يعتبر تداخلاً مقبولاً،

وإذ تعترف

أ) أن من الصعب على أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت وغيرها من أنماط النفاذ اللاسلكي (بما فيها الشبكات المحلية الراديوية) أن تشتغل على التآون بتغطية مشتركة وتردد مشترك،

توصي

1 أن يكون التداخل التراكمي الذي تسببه الأنظمة FWA (مجموع القدرات المشعة المكافئة المتناحية ".e.i.r.p" في اتجاه الساتل) أقل من –7,6 dB(W/20 MHz) على سطح الأرض داخل منطقة تغطية الساتل في خدمة استكشاف الأرضية الساتلية (EESS) أو في خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) (انظر الملاحظات 1 و2 و3)؛

2 أن تستخدم المنهجية المشروحة في الملحق 1 لتقدير سوية التداخل الكلي الناتج من الأنظمة FWA؛

3 أن يسمح، استناداً إلى خصائص أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) المعروضة في الجدول 4 للإقليم 3 بكثافة قصوى قدرها 23 محطة قاعدة FWA في كل 220 km^2 من منطقة تغطية المحساس النشيط في الساتل. وكل تغيير في القدرة المشعة المكافئة المتناحية القصوى، وفي مخطط الهوائي، وفي تخطيط الترددات، يجب أن يستدعي تغييراً في الكثافة القصوى المسموح بها من المحطات القاعدة FWA؛

4 ألا تكون القدرة المشعة المكافئة المتناحية القصوى لكل محطة قاعدة FWA أكبر من 3 dB (W/20 MHz) (انظر الملاحظتين 4 و5)؛

5 أن تراقب الإدارات هذه الأنظمة لكي تتأكد من استيفاء خصائص نشر الأنظمة FWA المحددة في بنود الفقرة *توصي* أعلاه.

الملاحظة 1 – تستنتج سوية هذا التداخل التراكمي من عتبة التداخل البالغة –132,35 dB(W/20 MHz) عند مستقبل الساتل المحدد للرادار SAR4 في الجدول 5.

الملاحظة 2 – إن مساحة منطقة التغطية للمحساس النشيط في ساتل خدمة استكشاف الأرض الساتلية أو خدمة الأبحاث الفضائية المذكور هنا، تبلغ حوالي 220 km^2.

الملاحظة 3 – يتوقف التداخل التراكمي الذي تسببه أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) في اتجاه المحساس النشيط المحمول على متن مركبة فضائية، على معلمات، منها قدرة إرسال الأنظمة FWA، واتجاهية الهوائي، وعدد المحطات القاعدة FWA التي تستخدم نفس القناة الراديوية في منطقة تغطية المحساس النشيط في الساتل.

الملاحظة 4 – إذا كانت زاوية ارتفاع اتجاه الحزمة الرئيسية أكبر من 10°، يجب تطبيق تخفيض في حدّ القدرة المشعة المكافئة المتناحية قدره 6 dB أي تطبيق قدرة مشعة مكافئة متناحية قصوى قدرها –3 dB(W/20 MHz).

الملاحظة 5 – يجب التحكم في اتجاهات هوائيات المحطات FWA، من أجل تفادي حدوث إضاءة مباشرة عارضة للساتل، قد تنجم عن عيب في تراصف الهوائي، كما في حالة محطة بعيدة غير مسددة في اتجاه المحطة القاعدة.

الملاحظة 6 – لا بد من توفير معلومات أخرى لتسهيل تطبيق هذه التوصية. وتحتاج هذه المسألة إلى مزيد من الدراسة.

الملحق 1

تقاسم الترددات بين أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) وبين أنظمة المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) وفي خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) (النشيطة) في نطاق التردد 250 5-350 5 MHz

1 المدخل

يعتبر نطاق التردد 250 5-350 5 MHz مناسباً لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) في الخدمة الثابتة لتأمين تطبيقات شبكة الإنترنت عالية السرعة أو غيرها من تطبيقات خدمات تعدد الوسائط. ولما كان هذا النطاق موزعاً في لوائح الراديو الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) وعلى خدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة) على صعيد عالمي، فإن إمكانيات التقاسم بين الأنظمة FWA وبين أنظمة الخدمة EESS أو الخدمة SRS (النشيطة) تحتاج إلى التحديد.

ويتم في هذا النطاق الترددي تشغيل أنماط مختلفة من الرادارات المزودة بفتحة تركيبية (SAR) المحمولة على متن مركبة فضائية ومن مقاييس الارتفاع الرادارية المحمولة على متن مركبة فضائية ومن مقاييس الانتثار المحمولة على متن مركبة فضائية، في خدمة استكشاف الأرض الساتلية وفي خدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة).

ويتناول هذا الملحق اعتبارات التقاسم بين الأنظمة FWA وهذه المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية، باستخدام معلمات النظام النموذجية المتيسرة حالياً أو الموجودة قيد التطوير.

2 الخصائص التقنية للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية

الخصائص التقنية للمحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية والعاملة في النطاق 250 5-350 5 MHz مبينة في الجداول من 1 إلى 3.

الجدول 1

الخصائص النموذجية لرادارات الفتحة التركيبية (SAR) المحمولة على متن مركبة فضائية والعاملة بالتردد 5,3 GHz

المعلمة	القيمة		
	SAR2	SAR3	SAR4
ارتفاع المدار (km)	600 (دائري)	400 (دائري)	
ميل المدار (بالدرجات)	57		
التردد الراديوي المركزي (MHz)	5 405	5 305	5 300
قدرة الذروة المشعة (W)	4 800	1 700	
الاستقطاب	أفقي ورأسي (HH و HV و VH و VV)		
تشكيل النبضات	تشكيل ترددي (MF) خطي		
عرض نطاق النبضة الواحدة (MHz)	310		40
مدة النبضة الواحدة (µs)	31	33	

الجدول 1 *(تتمة)*

المعلمة	القيمة		
	SAR2	SAR3	SAR4
تواتر تكرار النبضات (نبضة/ثانية)	4 492	1 395	
دورة التشغيل (%)	13,9	5,9	
نسبة انضغاط المسلك	9 610	10 230	1 320
نمط الهوائي (m)	صفيف مستو متطاور 1,8 × 3,8	صفيف مستو متطاور 0,7 × 12,0	
كسب الذروة للهوائي (dBi)	42,9	42,7/38 (إحكام أمثل/حزمة متدرجة)	
كسب الفصوص الجانبية الوسطى في الهوائي (dBi)	5–		
توجيه الهوائي (بالدرجات)	38-20 بالنسبة إلى النظير	55-20 بالنسبة إلى النظير	
فتحة حزمة الهوائي (بالدرجات)	1,7 (ارتفاع)، 0,78 (سمت)	4,9/18,0 (ارتفاع)، 0,25 (سمت)	
استقطاب الهوائي	خطي أفقي/رأسي		
عامل ضوضاء المستقبل (dB)	4,62		
نقطة الانضغاط بقدر 1 dB عند مدخل المستقبل (dBW)	62–		
القدرة القصوى عند مدخل المستقبل (dBW)	7+		
وقت التشغيل	30% من المدار		
المدة الصغرى لتكوين الصورة (ثوانٍ)	15		
منطقة الخدمة	مناطق برية وساحلية		
عرض منطقة التقاط الصور (km)	20	16/320	
منطقة التغطية (km^2)	159,03	76,5	220-76,5
عرض نطاق المستقبل (MHz)	356,5		46,00
عتبة التداخل (dB)	I/N = -6		

الجدول 2

الخصائص النموذجية لمقياس الارتفاع المحمول على متن مركبة فضائية والعامل بالتردد GHz 5,3

خصائص المهمة Jason	
العمر النافع	5 سنوات
الارتفاع (km)	1 347 ± 15
الميل (بالدرجات)	66
خصائص مقياس الارتفاع Poseidon 2	
نمط الإشارة	تشكيل ترددي خطي
تردد تكرار النبضات في النطاق C (Hz)	300
مدة النبضة الواحدة (µs)	105,6
تردد الموجة الحاملة (GHz)	5,3
عرض النطاق (MHz)	320
قدرة الذروة للإرسال بالتردد الراديوي (W)	17
القدرة المتوسطة للإرسال بالتردد الراديوي (W)	0,54
كسب الهوائي (dBi)	32,2
الفتحة عند 3 dB (بالدرجات)	3,4
سوية الفصوص الجانبية/القصوى (dB)	–20
سوية الفص الخلفي/القصوى (dB)	–40
منطقة تغطية الحزمة عند -3 dB (km)	77
عتبة التداخل (dBW)	–118

الجدول 3

الخصائص النموذجية لمقاييس الانتشار المحمولة على متن مركبة فضائية والعاملة بالتردد GHz 5,3

المعلمة	**القيمة**	
اسم النظام	مقياس الانتشار من النمط 1	مقياس الانتشار من النمط 2
ارتفاع المدار (km)	780	800
ميل المدار (بالدرجات)	81,5	
التردد المركزي (MHz)	5,3	5,255
عرض النبضة	70 µs (منتصف) 130 µs (أمام/خلف)	8 ms (منتصف) 10,1 ms (أمام/خلف)
التشكيل	موجة مستمرة متقطعة	تشكيل ترددي (MF) خطي
عرض نطاق المرسل (kHz)	15	500
تردد تكرار النبضات (Hz)	115 (منتصف) 98 (أمام/خلف)	29,4
نمط الهوائي	دليل موجي بشق	

الجدول 3 *(تتمة)*

المعلمة	القيمة			
كسب الهوائي (dBi)	31 (منتصف) 32,5 (أمام/خلف)		28,5 (منتصف) 29,5 (أمام/خلف)	
توجيه الحزمة الرئيسية للهوائي (بالدرجات)	زوايا الورود (السقوط): 47-18 (منتصف) 57-24 (أمام/خلف)		زوايا الورود (السقوط): 54,5-25,0 (منتصف) 65,3-33,7 (أمام/خلف)	
فتحة حزمة الهوائي (عند 3– dB) (بالدرجات) ارتفاع، سمت (بالدرجات)	24 (منتصف) 1,3	26 (أمام/خلف) 0,8	23,6 (منتصف) 1,1	23,9 (أمام/خلف) 0,8
زاوية ارتفاع الأداة (بالدرجات)	29,3		37,6	
استقطاب الهوائي	رأسي			
قدرة الذروة المرسلة	kW 4,8		W 120	
عامل ضوضاء المستقبل (dB)	3			
منطقة الخدمة	مناطق محيطات وساحلية ومناطق برّية			
عتبة التداخل ((dB(W/Hz)	207–			

3 الخصائص التقنية لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA)

يجب تحديد المعلمات التقنية للأنظمة FWA بحيث تلبي في نفس الوقت، متطلبات الخدمة في شبكة الإنترنت عالية السرعة ومعايير التقاسم مع الخدمات الأخرى.

وعندما تشغّل أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت في النطاق 250 5-350 5 MHz، يجب مراعاة النقاط التالية:

- تتألف أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) من محطة قاعدة ومن عدة محطات بعيدة واقعة داخل منطقة تغطية الخدمة، أي بعبارة أخرى خلية. ويفترض أن جميع المحطات البعيدة لا تتصل بالمحطة القاعدة إلا أثناء الفجوة الزمنية المخصصة (في حالة النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA) أو عندما يكون النفاذ ممكناً (في حالة النفاذ المتعدد مع كشف الحمّالة (CSMA)). وهذا يعني أنه لا توجد في الخلية الواحدة في كل لحظة إلا محطة واحدة ترسل. وعليه فإن كثافة نشر (في كل كيلومتر مربع) المحطات القاعدة في الأنظمة FWA تؤثر في التداخل المسبب لمحساس نشيط محمول على متن مركبة فضائية.
- اتجاهية الهوائي عند زاوية ارتفاع عالية تكون مهمة للغاية. فإذا كان تمييز الهوائي في الأنظمة FWA كافياً نحو الأعلى، تكون قدرة التداخل منخفضة بالقدر الكافي.
- يمكن للنسبة النشيطة من مجموعة مرسلات FWA في خلية ما أن تساوي 100% في أسوأ حالة.
- يلزم اعتماد تدابير تقوم على مبدأ الحصول على رخص تشغيل، لكي يمكن التحكم في كثافة نشر الأنظمة FWA.

واستناداً إلى التدابير المذكورة آنفاً، تستخدم أمثلة المعلمات التقنية للأنظمة FWA الواردة في الجدول 4، لأغراض الدراسات التمهيدية المطروحة في هذا الملحق.

إن الخصائص المختارة في هذا التحليل هي الخصائص التي تقود إلى أسوأ حالة تداخل، لمستقبل رادار مزود بفتحة تركيبية ضيقة النطاق. وفي هذا النمط من أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت، إذا كان خط تسديد الهوائي مسدداً تقريباً نحو الأفق، من أجل توصيل من نقطة إلى عدة نقاط، فإن الزاوية مع خط التسديد تصبح هي زاوية الارتفاع. وعند الزوايا المحصورة بين 20° و55° بالنسبة إلى النظير، تكون زوايا الارتفاع للمحطات FWA بالنسبة إلى رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR) محصورة بين 69° و30°.

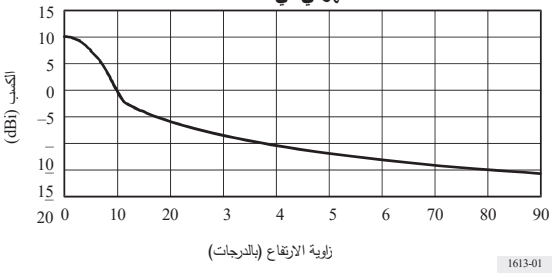
الجدول 4

الخصائص التقنية لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) عامل بالتردد GHz 5,3

	محطة قاعدة	محطة بعيدة
نطاق التردد (MHz)	250 5-350 5	
أسلوب التشغيل	من نقطة إلى عدة نقاط	
نصف قطر الخلية (km)	2-1	
القدرة المشعة المكافئة المتاحية (e.i.r.p.) القصوى المرسلة/ القدرة (W)	2/0,2	2/0,063
كسب الهوائي/الخصائص	dBi 10/ التوصية ITU-R F.1336 هوائي شامل الاتجاهات ($k = 0$) (الشكل 1)	dBi 15/ التوصية ITU-R F.1336 هوائي منخفض التكلفة منخفض الكسب (الشكل 2)
عرض النطاق (MHz)	20	
عامل ضوضاء المستقبل (dB)	8	
عتبة التداخل	$I/N = -6$ dB أو − 128,8 dB(W/20 MHz)	
الاستقطاب	رأسي أو أفقي	
النسبة النشيطة (%)	90	10

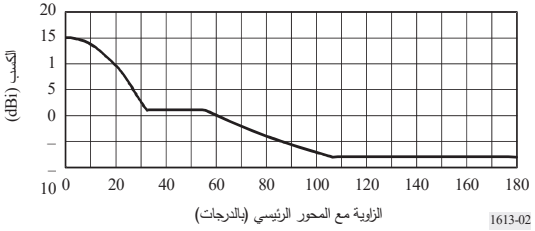
الشكل 1

مخطط الهوائي في محطة قاعدة



الشكل 2

مخطط الهوائي في محطة بعيدة



4 تقاسم الترددات بين المحاسيس النشيطة المحمولة على متن مركبة فضائية وأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت

1.4 التقاسم بين رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR) ونظام FWA

1.1.4 التداخل الذي يسببه نظام FWA لرادار SAR

يقدم الجدول 5 نتائج حساب التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) له المعلمات الواردة في الجدول 4 في رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR4) له الخصائص الواردة في الجدول 1. وعلى الرغم من أن الرادارات SAR2 وSAR3 وSAR4 لها عتبات تداخل متكافئة لكل MHz واحد، فإن التحليل المعروض أدناه يخص الرادار SAR4 مع أكثر شرط صارم من حيث القيمة المطلقة. وقد أخذ بعين الاعتبار في حساب التداخل أثر الفصوص الجانبية للهوائي FWA، وأثر الانتثار على سطح الأرض أو بالمباني. وفيما يخص التداخل الذي تسببه الفصوص الجانبية للمحطات البعيدة، فقد أجري حساب القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) المتوسطة التي ترسلها جميع المحطات البعيدة الكائنة حول المحطة القاعدة في اتجاه الساتل (انظر التذييل 1 للملحق 1). ويلاحظ أن الجدول 5 يفترض أن عامل إعادة استخدام الترددات يساوي 4.

ويشكل الانتثار على سطح الأرض أو ربما الانتثار بالمباني المجاورة مصادر تداخل محتملة. وهذا يتوقف على المنطقة التي تنتشر فيها هذه الأنظمة وعلى الارتفاع الذي توضع فيه (فوق المباني أو بجوارها) إلخ. ويمكن التحسّب لإقامة أنظمة FWA في مناطق حضرية شديدة الكثافة السكانية، حيث يمكن بالتعريف حدوث انتثار بفعل أشياء متنوعة كثيراً، ويجب أخذ هذا الانتثار بالحسبان إضافة إلى الانتثار على سطح الأرض. ولما كانت بعض المباني المكتبية الحديثة مقامة على هياكل معدنية، يجب ألا تُستبعد إمكانية حصول انعكاسية كبيرة في اتجاه المحساس. ويعتبر أن عامل الانتثار يساوي –18 dB في أسوأ حالة، غير أن هذا الافتراض يمكن أن يعاد النظر فيه.

ويقوم هذا التحليل على الافتراض بأن المرسلات FWA التي لا تستخدم هوائيات قطاعية هي وحدها التي تكون متيسرة، فوجود هوائيات قطاعية يخرب سيناريو التقاسم من وجهة نظر الانتثار.

وتدل النتائج على أن 23 خلية FWA يمكن تشغيلها في منطقة تغطية الرادار SAR4 التي تبلغ مساحتها 220 km^2، ويبقى مع ذلك التداخل المسبب لمستقبل الرادار SAR أصغر من السوية المقبولة. وإذا كانت معلمات أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) مختلفة عن المعلمات المعدّدة في الجدول 4، بما فيها حالة استعمال الهوائيات القطاعية في المحطة القاعدة، فإن عدد الخلايا المسموح به داخل منطقة تغطية الساتل سيكون مختلفاً، وعندئذ يجب إعادة حساب المعلمات الواردة في الجدول 5.

الجدول 5

التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لرادار مزود بفتحة تركيبية (SAR4)

المعلمة			20° عن النظير		55° عن النظير	
			القيمة	dB	القيمة	dB
القدرة e.i.r.p. المسببة للتداخل الناجمة عن الفصوص الجانبية لهوائي FWA	قادمة من محطة قاعدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,2	7,00–	0,2	7,00–
		كسب هوائي الإرسال (dBi)		14,20–		8,80–
		النسبة النشيطة	%90	0,46–	%90	0,46–
		القدرة e.i.r.p. (dBW)		21,66–		16,26–
	قادمة من محطة بعيدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,063	12,00–	0,063	12,00–
		الكسب المتوسط لهوائي الإرسال (dBi)		4,96–		2,34–
		النسبة النشيطة	%10	10,00–	%10	10,00–
		القدرة e.i.r.p. (dBW)		26,96–		24,34–
	القدرة e.i.r.p. الكلية الناجمة عن الفصوص الجانبية (dBW)			20,54–		15,63–
القدرة المسببة للتداخل الناجمة عن الانتثار على سطح الأرض	قادمة من محطة قاعدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,2	7,00–	0,2	7,00–
		النسبة النشيطة	%90	0,46–	%90	0,46–
		القدرة المرسلة (dBW)		7,46–		7,46–
	قادمة من محطة بعيدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,063	12,00–	0,063	12,00–
		النسبة النشيطة	%10	10,00–	%10	10,00–
		القدرة المرسلة (dBW)		22,00–		22,00–
	القدرة الكلية المرسلة (dBW)			7,31–		7,31–
	معامل الانتثار (dB)			18,00–		18,00–
	القدرة e.i.r.p. المنتثرة الكلية (dBW)			25,31–		25,31–
القدرة e.i.r.p. الكلية المسببة للتداخل القادمة من خلية (dBW)				19,29–		15,19–
قدرة التداخل المستقبلة عند الرادار SAR	كسب هوائي الاستقبال (dBi)			42,70		42,70
	الخسارة بالاستقطاب (dB)			3,00–		3,00–
	الخسارة في الفضاء الحر (dB)		(km 427)	159,55–	(km 749)	164,43–
	القدرة المستقبلة (dBW)			139,14–		139,92–
حساسية مستقبل الرادار SAR	عامل الضوضاء (dB)			4,62		4,62
	kT		$4,0 \times 10^{-21}$	203,98–	$4,0 \times 10^{-21}$	203,98–
	عرض نطاق المستقبل (MHz)		20,0	73,01	20,0	73,01
	قدرة الضوضاء (dBW)			126,35–		126,35–
	عتبة تداخل الرادار SAR (I/N = -6 dB) (dBW)			132,35–		132,35–
عدد الخلايا FWA المسموح به	الهامش (dB)			6,79		7,57
	العدد الأقصى من الخلايا FWA التي تستخدم نفس القناة الراديوية في منطقة تغطية الرادار SAR		4,78		5,71	
	العدد الأقصى من الخلايا FWA بافتراض عامل إعادة استخدام الترددات هو 4		19,1		22,8	

2.1.4 التداخل الذي يسببه رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR) لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

تكمن أول مرحلة من تحليل التداخل الذي يحتمل أن تسببه رادارات الفتحة التركيبية (SAR) المحمولة على متن مركبة فضائية لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA)، في تحديد القدرة التي ترسلها الفصوص الجانبية للرادارات SAR المحمولة على متن مركبة فضائية عند سطح الأرض. وقد استعمل لهذا الغرض كسب الفصوص الجانبية المتوسط، علماً بأن هذه الفصوص الجانبية تولد منطقة تغطية أكبر بكثير من المنطقة التي يولدها كسب الذروة، وينتج عنها تداخل مدته أطول بكثير. ويوضح الجدول 6 سويات التداخل التي تسببها الفصوص الجانبية في رادار SAR4 لنظام FWA. وقد اختير الرادار SAR4 لكي يمثل أسوأ حالة. ويظهر هذا الجدول هامشاً موجباً من رتبة 20 dB، وقد ينتج عنه سيناريو تقاسم إيجابي فيما يتعلق بالفصوص الجانبية.

الجدول 6

التداخل الذي تسببه الفصوص الجانبية في رادار مزود بفتحة تركيبية (SAR4) لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

المعلمة	20° عن النظير		55° عن النظير	
	تداخل من محطة قاعدة	تداخل من محطة بعيدة	تداخل من محطة قاعدة	تداخل من محطة بعيدة
القدرة المرسلة (dBW)	32,3		32,3	
كسب هوائي الإرسال (dBi)	5,0–		5,0–	
الخسارة في الفضاء الحر (dB)	159,5– (km 427)		164,4– (km 749)	
كسب هوائي الاستقبال (dBi)	14,2–	2,2–	8,8–	2,3
الخسارة في خط التغذية FWA (dB)	5,0–	10,0–	5,0–	10,0–
القدرة المستقبلة (dBW)	151,4–	144,4–	150,9–	144,8–
تخفيض عرض النطاق (dB)	3,0–		3,0–	
القدرة المستقبلة (dB(W/20 MHz))	154,4–	147,4–	153,9–	147,8–
عتبة التداخل FWA (dB(W/20 MHz))	128,8–		128,8–	
الهامش (dB)	25,6	18,6	25,1	19,0

ومع ذلك فإن كسب الذروة للهوائي يزيد بقدر 43 إلى 47,7 dB على كسب الفصوص الجانبية المتوسط البالغ –5 dBi. وهكذا تصبح سويات التداخل على سطح الأرض أثناء مدة التحليق أعلى من سوية تداخل النظام FWA. وعلى الرغم من تجاوز العتبة فإن هذا التجاوز يقدر أنه يحدث كل 8 إلى 10 أيام ويدوم ما بين 0,5 ثانية وثانية واحدة.

3.1.4 الخلاصة

لقد ثَبتَ أن تقاسم الترددات ممكن بين نظام SAR ونظام FWA في نطاق التردد 250 5-350 5 MHz، عندما تتوفر للنظام FWA بعض الخصائص المتعلقة بالنشر والتشغيل. وقد تعاني أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) أثناء فترات قصيرة من تداخل شديد تسببه أنظمة رادارات الفتحة التركيبية (SAR) أثناء تحليق الأخيرة فوقها. ويمكن اعتبار هذا التداخل مقبولاً، نظراً إلى صغر احتمال حدوث التداخل من الأنظمة SAR وإلى ضعف الخسارة عند الأنظمة FWA. ومع ذلك فقد تكون هناك حاجة لمزيد من الدراسات تتناول الآثار التفصيلية للتداخل المتسبب للأنظمة FWA.

2.4 التقاسم بين مقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية ونظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

1.2.4 التداخل الذي يسببه نظام FWA لمقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية

يبين الجدول 7 حساب التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لمقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية. وتبين النتائج هامشاً كبيراً قدره 42,6 dB بالنسبة إلى العتبة البالغة –118 dBW، ويمكن الاستنتاج إذاً أن الأنظمة FWA لا تسبب تداخلاً غير مقبول لمقياس الارتفاع المحمول على متن مركبة فضائية.

الجدول 7

التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لمقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية

المعلمة			عن النظير	
			القيمة	dB
القدرة e.i.r.p. المسببة للتداخل الناجمة عن الفصوص الجانبية لهوائي FWA	قادمة من محطة قاعدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,2	7,00–
		كسب هوائي الإرسال (dBi)		15,84–
		النسبة النشيطة	%90	0,46–
		القدرة e.i.r.p. (dBW)		23,30–
	قادمة من محطة بعيدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,063	12,00–
		الكسب المتوسط لهوائي الإرسال (dBi)		5,71–
		النسبة النشيطة	%10	10,00–
		القدرة e.i.r.p. (dBW)		27,71–
	القدرة e.i.r.p. الكلية الناجمة عن الفصوص الجانبية (dBW)			21,96–
القدرة المسببة للتداخل الناجمة عن الانتشار على سطح الأرض	قادمة من محطة قاعدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,2	7,00–
		النسبة النشيطة	%90	0,46–
		القدرة المرسلة (dBW)		7,46–
	قادمة من محطة بعيدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,063	12,00–
		النسبة النشيطة	%10	10,00–
		القدرة المرسلة (dBW)		22,00–
	القدرة الكلية المرسلة (dBW)			7,31–
	معامل الانتشار (dB)			18,00–
	القدرة e.i.r.p. المنتشرة الكلية (dBW)			25,31–
القدرة e.i.r.p. الكلية المسببة للتداخل القادمة من خلية (dBW)				20,31–
قدرة التداخل المستقبلة عند مستقبل مقياس الارتفاع	كسب هوائي الاستقبال (dBi)			32,20
	الخسارة بالاستقطاب (dB)			3,00–
	الخسارة في الفضاء الحر (dB)		(km 1 347)	169,53–
	القدرة المستقبلة (dBW)			160,64–
عتبة تداخل مقياس الارتفاع (dBW)				118,00–
الهامش (dB)				42,64

2.2.4 التداخل الذي يسببه مقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

يبين الجدول 8 سويات التداخل التي تسببها الحزمة الرئيسية في مقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية لمحطة قاعدة ومحطة بعيدة. ويوجد هامشان كافيان في الحالتين.

الجدول 8

التداخل الذي يسببه مقياس ارتفاع محمول على متن مركبة فضائية لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

المعلمة	عن النظير	
	التداخل في محطة قاعدة	التداخل في محطة بعيدة
القدرة المرسلة (dBW)	12,3	
كسب هوائي الإرسال (dBi)	32,2	
الخسارة في الفضاء الحر (dB)	169,5– (km 1 347)	
كسب هوائي الاستقبال (dBi)	15,8–	5,7–
الخسارة في خط التغذية FWA (dB)	5,0–	10,0–
القدرة المستقبلة (dBW)	145,8–	140,7–
تخفيض عرض النطاق (MHz 320/MHz 20) (dB)	12,0–	
القدرة المستقبلة ((dB(W/20 MHz)	157,8–	152,7–
عتبة التداخل FWA (dB(W/20 MHz))	128,8–	
الهامش (dB)	29,0	23,9

3.2.4 الخلاصة

لقد ثبت أن تقاسم التردد ممكن بين نظام مقياس الارتفاع المحمول على متن مركبة فضائية وأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) في نطاق التردد 250 5-350 5 MHz.

3.4 التقاسم بين مقياس الانتثار ونظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

1.3.4 التداخل الذي يسببه نظام FWA لمقياس الانتثار

يبين الجدول 9 تحليلاً للتداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لمقياس الانتثار من النمط 1. وقد اختير مقياس الانتثار من النمط 1 لكي يمثل أسوأ حالة. ويبين الجدول 9 أن النظام FWA لا يسبب تداخلاً غير مقبول .

2.3.4 التداخل الذي يسببه مقياس انتثار لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

يبين الجدول 10 تحليلاً للتداخل الذي يسببه مقياس انتثار لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA). وتدل الهوامش السالبة على أن النظام FWA يعاني من تداخل شديد لفترات قصيرة أثناء تحليق مقياس الانتثار فوقه.

الجدول 9

التداخل الذي يسببه نظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA) لمقياس الانتشار من النمط 1

المعلمة			18° عن النظير (زاوية الارتفاع: 69,7°)		57° عن النظير (زاوية الارتفاع: 19,7°)	
			القيمة	dB	القيمة	dB
القدرة e.i.r.p. المسببة للتداخل الناجمة عن الفصوص الجانبية لهوائي FWA	قادمة من محطة قاعدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,2	7,00–	0,2	7,00–
		كسب هوائي الإرسال (dBi)		14,20–		5,94–
		النسبة النشيطة	%90	0,46–	%90	0,46–
		القدرة e.i.r.p. (dBW)		21,66–		13,40–
	قادمة من محطة بعيدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,063	12,00–	0,063	12,00–
		الكسب المتوسط لهوائي الإرسال (dBi)		4,93–		0,64
		النسبة النشيطة	%10	10,00–	%10	10,00–
		القدرة e.i.r.p. (dBW)		26,96–		21,36–
	القدرة e.i.r.p. الكلية الناجمة عن الفصوص الجانبية (dBW)			20,54–		12,76–
القدرة المسببة للتداخل الناجمة عن الانتشار على سطح الأرض	قادمة من محطة قاعدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,2	7,00–	0,2	7,00–
		النسبة النشيطة	%90	0,46–	%90	0,46–
		القدرة المرسلة (dBW)		7,46–		7,46–
	قادمة من محطة بعيدة	قدرة الذروة المرسلة (W)	0,063	12,00–	0,063	12,00–
		النسبة النشيطة	%10	10,00–	%10	10,00–
		القدرة المرسلة (dBW)		22,00–		22,00–
	القدرة الكلية المرسلة (dBW)			7,31–		7,31–
	معامل الانتشار (dB)			18,00–		18,00–
	القدرة e.i.r.p. المنتشرة الكلية (dBW)			25,31–		25,31–
القدرة e.i.r.p. الكلية المسببة للتداخل القادمة من خلية (dBW)				19,29–		12,53–
قدرة التداخل المستقبلة عند الرادار SAR	كسب هوائي الاستقبال (dBi)			31,00		32,50
	الخسارة بالاستقطاب (dB)			3,00–		3,00–
	الخسارة في الفضاء الحر (dB)		(km 825)	165,27–	(km 1 745)	171,78–
	القدرة المستقبلة (dBW)			156,56–		154,81–
	القدرة المستقبلة ((dB(W/Hz))			229,57–		227,82–
عتبة تداخل مقياس الانتشار ((dB(W/Hz))				207,00–		207,00–
الهامش (dB)				22,57		20,82

الجدول 10

التداخل الذي يسببه مقياس الانتشار من النمط 1 لنظام نفاذ لاسلكي ثابت (FWA)

المعلمة	18° عن النظير (زاوية الارتفاع: 69,7°)		57° عن النظير (زاوية الارتفاع: 19,7°)	
	تداخل من محطة قاعدة	تداخل من محطة بعيدة	تداخل من محطة قاعدة	تداخل من محطة بعيدة
القدرة المرسلة (dBW)	36,8		36,8	
كسب هوائي الإرسال (dBi)	31,0		32,5	
الخسارة في الفضاء الحر (dB)	165,3– (km 825)		171,8– (km 1 745)	
كسب هوائي الاستقبال (dBi)	14,2–	4,9–	5,9–	0,6
الخسارة في خط التغذية FWA (dB)	5,0–	10,0–	5,0–	10,0–
القدرة المستقبلة (dBW)	116,7–	112,4–	113,4–	111,9–
عتبة التداخل FWA (dBW)	128,8–		128,8–	
الهامش (dB)	12,1–	16,4–	15,4–	16,9–

3.3.4 الخلاصة

لقد ثبت أن تقاسم الترددات ممكن بين أنظمة مقاييس الانتشار وأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA). ويمكن أن تعاني الأنظمة FWA أثناء فترات قصيرة من تداخل شديد تسببه أنظمة مقاييس الانتشار أثناء تحليق الأخيرة فوقها. ويمكن اعتبار هذا التداخل مقبولاً، نظراً إلى صغر احتمال حدوث التداخل الذي تسببه مقاييس الانتشار، وإلى ضعف التوهين الذي تعانيه الأنظمة FWA. ومع ذلك فقد تكون هناك حاجة لمزيد من الدراسات تتناول الآثار التفصيلية للتداخل المتسبب للأنظمة FWA.

5 الاستنتاج

إن تقاسم الترددات بين خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS)/خدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة) (SRS) وبين أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) ممكن، شريطة أن يتم التحكم في نشر الأنظمة FWA بحيث لا تتجاوز القدرة المشعة المكافئة المتاحية (e.i.r.p.) الكلية المسببة للتداخل من الأنظمة FWA للسواتل في الخدمة SRS/EESS، القيمة –7,6 dB(W/20 MHz) داخل منطقة التغطية للمحساس النشيط المحمول على متن الساتل. وقد تعاني أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) أثناء فترات قصيرة من تداخل تسببه المحاسيس النشيطة المحمولة على متن سواتل الخدمتين SRS/EESS أثناء تحليق الأخيرة فوقها. ويعتبر هذا التداخل مقبولاً في هذا النطاق، نظراً إلى صغر احتمال حدوث التداخل الذي تسببه المحاسيس النشيطة، وضعف التوهين عند الأنظمة FWA.

ويلاحظ أن هذه الاستنتاجات لا تنطبق إلا على التقاسم بين الأنظمة FWA والخدمتين SRS/EESS (النشيطة)، ولا تعني ما قد يحدث من زيادة في التداخل التراكمي الذي تسببه آثار المحطات المتنقلة لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS)/وخدمة الأبحاث الفضائية (SRS) (النشيطة)، هذه المحطات التي قد تكون عاملة في منطقة التغطية لسائل الخدمة EESS/والخدمة SRS (النشيطة). ومع ذلك فقد بيّنت الدراسات أن من الصعب على أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) وغيرها من أنماط أنظمة النفاذ اللاسلكي (بما فيها الشبكات المحلية الراديوية (RLAN))، أن تشتغل على التآون بتغطية مشتركة وتردد مشترك. وما زالت هذه المسألة قيد المزيد من الدراسة ولكن من المفروض ألا يكون لها تأثير في الاستنتاجات الواردة في هذه التوصية.

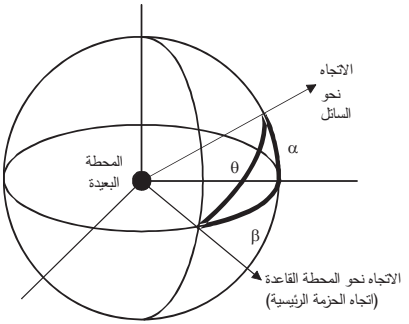
التذييل 1
للملحق 1

التداخل الذي تسببه لمحساس نشيط محمول على متن مركبة فضائية الفصوص الجانبية للمحطات البعيدة ذات النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA)

تكون المحطات البعيدة في خلية النفاذ اللاسلكي الثابت، منتثرة حول المحطة القاعدة. ويفترض أن تحيط هذه المحطات البعيدة بالمحطة القاعدة إحاطة منتظمة، من حيث زوايا السمت التي تلاحظ من المحطة القاعدة. ولما كانت الحزمة الرئيسية للمحطات البعيدة مسددة في اتجاه المحطة القاعدة، فإن الزاوية مع الحزمة الرئيسية لمحطة بعيدة تكون أكبر من زاوية الارتفاع في اتجاه سائل الخدمة SRS/EESS بسبب المباعدة الزاوية السمتية التي يوضحها الشكل 3.

الشكل 3

الزاوية θ بين الحزمة الرئيسية واتجاه سائل الخدمة SRS/EESS من عند المحطة البعيدة



وتحسب الزاوية θ بين الحزمة الرئيسية واتجاه السائل من عند المحطة البعيدة باستخدام العلاقة التالية، وافتراض أن زاوية ارتفاع هوائي المحطة البعيدة مساوية صفراً من الدرجات:

$$\cos \theta = \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

حيث:

α: زاوية الارتفاع في اتجاه السائل

β: زاوية المباعدة السمتية بين اتجاه السائل واتجاه المحطة القاعدة.

وبافتراض أن الزاوية β موزعة بانتظام ما بين 0° و360°، فإن الكسب المتوسط في اتجاه السائل يحسب كما هو مبين في الجدول 11.

الجدول 11

الكسب المتوسط لهوائي المحطات البعيدة في اتجاه الساتل

زاوية ارتفاع الساتل (بالدرجات)	70	30
الكسب المتوسط (dBi)	4,96–	2,34–

التذييل 2
للملحق 1

قائمة المختصرات

Az	السمت *(Azimuth)*
BW	عرض النطاق *(Bandwidth)*
CSMA	نفاذ متعدد مع كشف الموجة الحاملة *(Carrier sense multiple access)*
CW	موجة مستمرة *(Continuous wave)*
EESS	خدمة استكشاف الأرض الساتلية *(Earth exploration-satellite service)*
El	زاوية الارتفاع *(Elevation)*
FM	تشكيل ترددي *(Frequency modulation)*
FWA	نفاذ لاسلكي ثابت *(Fixed wireless access)*
PRF	تردد تكرار النبضات *(Pulse repetition frequency)*
RF	تردد راديوي *(Radio frequency)*
RLAN	شبكة محلية راديوية *(Radio local area network)*
SAR	رادار مزود بفتحة تركيبية *(Synthetic aperture radar)*
SRS	خدمة الأبحاث الفضائية *(Space research service)*
TDMA	نفاذ متعدد بتقسيم زمني *(Time division multiple access)*

التوصية ITU-R RA.1631-0

مخطط الإشعاع المرجعي لهوائي محطة الفلك الراديوي ينبغي استعماله في تحليل الملاءمة بين أنظمة سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحطات خدمة الفلك الراديوي على أساس مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

(المسألة ITU-R 146/7)

(2003)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن ثمة حاجة إلى تحديد سويات التداخل التي قد تحدثها في مواقع رصد نمطية مصادر تداخل مختلفة؛

ب) أنه لتحديد سويات التداخل هذه يلزم تعيين مخطط مرجعي للهوائي؛

ج) أن التوصية ITU-R SA.509 توفر مخططاً مرجعياً للهوائي يمثل سويات كسب الفصوص الجانبية التي لا يتوقع تجاوزها عند معظم زوايا الانحراف عن المحور الرئيسي في غالبية الهوائيات المستعملة في الخدمة؛

د) أن مخطط الهوائي الوارد في التوصية ITU-R SA.509 مناسب في بعض تحليلات الملاءمة أو التقاسم؛

هـ) أنه إذا استعمل المخطط الإشعاعي لغلاف الذروة كما ورد في التوصية ITU-R SA.509 في تقييم التداخل التراكمي الناتج عن عدد كبير من مصادر التداخل، تكون قيم التداخل المتوقعة أعلى من القيم الملحوظة في الواقع؛

و) أن التوصية ITU-R S.1586 والتوصية ITU-R M.1583 توفران منهجية تقوم على مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة، المحدد في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو لحساب سويات البث غير المطلوبة التي يصدرها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في محطات خدمة الفلك الراديوي؛

ز) أن من الضروري استعمال مخطط إشعاعي للهوائي يمثل السويات المتوسطة للفصوص الجانبية من أجل التنبؤ بالتداخل الذي قد تسببه لمحطة في خدمة الفلك الراديوي محطة أو أكثر من المحطات سريعة التحرك المرئية من زاوية متغيرة باستمرار مثل أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض؛

ح) أن من الأفضل استعمال معادلة رياضية بسيطة بدلاً من مخطط إشعاعي يمثل السويات المتوسطة للفصوص الجانبية؛

ط) أن من الضروري استعمال قيمة أقصى كسب نمطي لهوائي محطة في خدمة الفلك الراديوي (RAS) للحصول على كثافة تدفق القدرة المكافئة الناتجة عن سويات البث غير المطلوب التي ينتجها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في محطات خدمة الفلك الراديوي،

توصي

1 بأن يستعمل النموذج الرياضي لمخطط الإشعاع المتوسط الوارد أدناه في تحليلات الملاءمة بين أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحطات خدمة الفلك الراديوي عند الترددات التي تفوق 150 MHz، في حالة غياب معلومات خاصة تتعلق بمخطط إشعاع هوائي محطة الفلك الراديوي المعنية:

$$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda}\varphi\right)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{for} \quad \varphi_m \le \varphi < \varphi_r$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad \varphi_r \le \varphi < 10°$$

$$G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 10° \le \varphi < 34.1°$$

$$G(\varphi) = -12 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 34.1° \le \varphi < 80°$$

$$G(\varphi) = -7 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 80° \le \varphi < 120°$$

$$G(\varphi) = -12 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 120° \le \varphi \le 180°$$

حيث:

$$G_{max} = 20 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) + 20 \log \pi \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = -1 + 15 \log \frac{D}{\lambda} \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = \frac{20\lambda}{D}\sqrt{G_{max} - G_1} \quad \text{درجات}$$

$$\varphi_r = 15.85 \left(\frac{D}{\lambda}\right)^{-0.6} \quad \text{درجات}$$

D: قطر الراصدة (m)

λ: طول الموجة (m)؛

2 بأنه يعتمد النموذج الرياضي التالي لمخطط الإشعاع من أجل الحصول على تمثيل أكثر دقة للمخطط الإشعاعي للحزمة الرئيسية عند الترددات التي تفوق 150 MHz:

$$G(\varphi) = G_{max}\left[\frac{J1(2\pi x)}{\pi x}\right]^2 \quad \text{(معبراً عنها كنسبة قدرتين ولا تقدر بالوحدات dB)}$$

حيث:

$J_1(x)$: دالة بسيل من الرتبة الأولى

$G_{max} = \left[\frac{4\pi A_{eff}}{\lambda^2}\right]$: أقصى كسب للهوائي (معبراً عنه كنسبة قدرتين ولا تقدر بالوحدات dB)

$A_{eff} = \pi(D/2)^2$: مساحة فتحة الراصدة (m^2)

D: قطر الراصدة (m)

λ: طول الموجة (m)

وحيث:

$x = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{360 \cdot \lambda}$ مع φ، زاوية الانحراف عن خط التسديد (بالدرجات) $(0 \le \varphi < \varphi_0)$

φ_0: أول صفر في مخطط الهوائي لانحراف عن محور التسديد $69{,}88/(D/\lambda)$ (بالدرجات)

وأن يعتمد النموذج الرياضي التالي لمخطط الإشعاع من أجل الحصول على تمثيل أكثر دقة للمخطط الإشعاعي للفصوص الجانبية القريبة الواقعة على أقل من 1° عن محور التسديد عند الترددات التي تفوق 150 MHz:

$$G(\varphi) = B\left[\frac{\cos(2\pi x - 3\pi/4 + 0.0953)}{\pi x}\right]^2$$ (معبراً عنها كنسبة قدرتين ولا تقدر بالوحدات dB)

حيث:

$x = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{360 \cdot \lambda}$ مع φ، زاوية الانحراف عن خط التسديد (بالدرجات) $(\varphi_0 \le \varphi \le 1°)$

D: قطر الراصدة

λ: طول الموجة

و :

$$B = 10^{3.2}\ \pi^2\ ((\pi D/2)/(180 \cdot \lambda))^2$$

ويقابل هذا النموذج للحزمة الرئيسية الحالة المثلى لكفاءة الفتحة البالغة 100%؛

3 بأن تستعمل القيم التالية لأقصى كسب نمطي لهوائي محطة في خدمة الفلك الراديوي في تحليل الملاءمة بين أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) ومحطات خدمة الفلك الراديوي (RAS).

النطاقات الموزعة على خدمة الفلك الراديوي (MHz)	أقصى كسب نموذجي للهوائي
153–150,05	44
328,6–322	51
410–406,1	53
614–608	56
1 427–1 400	63
1 613,8–1 610,6	64
1 670–1 660	65
2 700–2 690	69
5 000-4 990	74

النطاقات الموزعة على خدمة الفلك الراديوي (MHz)	أقصى كسب نموذجي للهوائي
10,7–10,6	81
14,5–14,47	84
15,4–15,35	84
22,5–22,21	87
24–23,6	88
31,7–31,3	90
43,5–42,5	93

ويمكن الحصول على قطر الهوائي المقابل من المعادلات التالية (انظر الفقرة *توصي* 2"):

أقصى كسب للهوائي (معبراً عنه كنسبة قدرتين) $$Gmax = \left[\frac{4\pi A_{eff}}{\lambda^2} \right]$$

حيث:

$A_{eff} = \pi(D/2)^2$: مساحة فتحة الراصدة (m^2)

D: قطر الراصدة (m)

λ: طول الموجة (m).

التوصية ITU-R M.1642-2

منهجية تقييم كثافة تدفق القدرة المكافئة المجمعة القصوى عند محطة لخدمة الملاحة الراديوية للطيران تنتجها جميع أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz

(2007-2005-2003)

مجال التطبيق

تحتوي هذه التوصية على منهجية وخصائص الهوائي المرجعي لتقييم سوية كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المجمعة القصوى المنتجة عند دخل محطة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) بواسطة كافة أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) العاملة في أي جزء من النطاق 164 1-215 1 MHz.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أنه وفقاً للوائح الراديو (RR)، يوزع النطاق 960-215 1 MHz على أساس أولي على خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في كافة أقاليم الاتحاد الدولي للاتصالات؛

ب) أن التحليلات قد أظهرت أنه يمكن توليد إشارات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) في النطاق 164 1-215 1 MHz بحيث لا تسبب أي تداخل لمستقبلات معدات قياس المسافة (DME)/نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS)، العاملة في هذا النطاق؛

ج) أنه قد تم وضع معيار حماية لمحطة خدمة الملاحة الراديوية للطيران يعبّر عنه في شكل كثافة تدفق القدرة المكافئة، كما ورد بيانها في التوصية ITU-R M.1639،

يسلّم بما يلي

أ) أن المؤتمر WRC-2000 قد وزع على أساس أولي مشترك النطاق 164 1-215 1 MHz لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) شريطة التقيد بالشروط التي تقتضي من هذه الخدمة (RNSS) حماية خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) من التداخل الضار؛

ب) أن المؤتمر WRC-03 أكّد أنه يمكن حماية الخدمة ARNS من الخدمة RNSS إذا كانت قيمة كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) التي تنتجها جميع المحطات الفضائية لأنظمة الخدمة RNSS (فضاء – أرض) في النطاق 164 1-215 1 MHz لا تتجاوز –121,5 dB(W/m^2) في أي نطاق يبلغ 1 MHz، وأنها اعتمدت القرار (WRC-03) 609 لضمان عدم تجاوز هذه السوية؛

ج) أن ARNS تمثل خدمة أمن وفقاً للرقم 59.1 من لوائح الراديو، وأنه ينبغي اتخاذ تدابير من طرف الإدارات لحماية هذه الخدمات، وفقاً لأحكام الرقم 10.4 من لوائح الراديو؛

توصـــي

1 بضرورة استعمال المنهجية الواردة في الملحق 1 وخصائص الخدمة ARNS المرجعية الواردة في الملحق 2 لحساب الكثافة epfd المجمعة القصوى التي تنتجها الإرسالات الصادرة عن كافة أنظمة RNSS عند أي محطة للملاحة الراديوية للطيران.

الملحق 1

منهجية تقييم الكثافة epfd المجمّعة القصوى المنتجة عند محطة ARNS بواسطة جميع أنظمة RNSS العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz

ملخص المنهجية

إن من الممكن، بفضل الطريقة الوارد بيانها في هذا الملحق، حساب سوية الكثافة epfd المجمّعة القصوى في جميع أنظمة RNSS في النطاق 164 1-215 1 MHz.

وتسمح هذه الطريقة بالجمع بين مختلف الأنظمة بسهولة، بحيث يمكن على سبيل المثال النظر في تأثير التغيرات الناشئة عن إدخال واستبعاد نظام أو عدة أنظمة أو تأثير تغير خصائص أنظمة محددة، خلال اجتماع استشاري.

وتنطبق هذه الطريقة على كل الأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) التي تتكون من كواكب ساتلية توجد على مدارات دائرية مختلفة الميل، والأنظمة المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO).

وتنقسم هذه الطريقة إلى مرحلتين:

المرحلة 1: حساب الكثافة epfd لكل نظام من أنظمة RNSS. ويمكن أداء هذه المرحلة من طرف أي مشغِّل بصفة مستقلة قبل الاجتماع الاستشاري، بشرط أن تقدَّم النتائج في نسق متلائم مع المواصفات (انظر الفقرة 3.1 فيما يتعلق بالأنظمة non-GSO، والفقرة 4.1 فيما يتعلق بالأنظمة GSO).

المرحلة 2: تجميع أقصى كثافة epfd لكل نظام من الأنظمة، من خلال تراكب خرائط الكثافة epfd، عند ترددات مختلفة إذا دعت الحاجة إلى ذلك، للحصول على أقصى كثافة epfd مجمعة (انظر الفقرة 2) في النطاق 164 1-215 1 MHz.

وصف الطريقة

1 طريقة حساب قيمة الكثافة epfd القصوى الناتجة عن سواتل نظام RNSS واحد

1.1 تعريف الكثافة epfd

يستند تعريف كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) إلى الرقم 1.5C.22 من لوائح الراديو كما أقره المؤتمر WRC-2000.

عندما يستقبل الهوائي، في عرض نطاقه المرجعي، قدرة صادرة في آن معًا عن أجهزة إرسال توجد على مسافات مختلفة، وفي اتجاهات مختلفة عند سويات مختلفة للكثافة pfd العارضة، تعادل الكثافة epfd الكثافة pfd التي، لو تم استقبالها من مرسل واحد في المجال البعيد للهوائي في اتجاه الكسب الأقصى، تنتج نفس القدرة عند دخل المستقبل كما يتم استقبالها فعلياً من مختلف أجهزة الإرسال المجمعة.

وتُحسب الكثافة epfd الآنية باستعمال الصيغة التالية:

$$epfd = 10 \log_{10}\left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,\,max}}\right]$$

حيث تمثل:

N_a: عدد المحطات الفضائية التي يمكن رؤيتها انطلاقاً من المستقبل

i: دليل المحطة الفضائية المعنية

P_i: قدرة التردد الراديوي RF (في عرض النطاق المرجعي) عند دخل الهوائي (أو القدرة RF المشعة في حالة الهوائي النشيط) لمحطة الإرسال الفضائية ((dB(W/MHz).

θ_i: زاوية الانحراف عن المحور الرئيسي (بالدرجات) بين اتجاه التسديد لمحطة الإرسال الفضائية واتجاه المستقبل (بالدرجات)

$G_t(\theta_i)$: كسب هوائي الإرسال (في شكل نسبة) للمحطة الفضائية في اتجاه المستقبل

d_i: المسافة (m) بين محطة الإرسال والمستقبل

φ_i: زاوية الانحراف عن المحور الرئيسي (بالدرجات) بين موجه التسديد للمستقبل واتجاه محطة الإرسال (بالدرجات)

$G_r(\varphi_i)$: كسب هوائي الاستقبال (في شكل نسبة) للمستقبل، في اتجاه محطة الإرسال الفضائية (انظر الملحق 2)

$G_{r,\,max}$: الكسب الأقصى للمستقبل (في شكل نسبة)

epfd: كثافة تدفق القدرة المكافئة الآنية ((dB(W/(m^2 · MHz)) عند المستقبل.

الملاحظة 1 – يفترض أن يقع كل مرسل في المجال البعيد للمستقبل (أي على مسافة تتجاوز $2D^2/\lambda$، حيث تمثل D القطر الحقيقي لهوائي المستقبل وتمثل λ طول موجة الملاحظة في نفس الوحدة). وتتحقق هذه الفرضية دائماً في الحالة قيد النظر.

2.1 اعتبارات عامة

تحسب في الخطوة الأولى من الطريقة، القيمة القصوى للكثافة epfd التي تنتجها كل كوكبة سواتل RNSS بالنسبة إلى كل درجة من درجات خط العرض وخط الطول على مجمل مساحة الأرض بالنسبة إلى كل عرض نطاق يبلغ 1 MHz يشغله النظام.

ونظراً إلى أن المستقبل ARNS الذي لحقه التداخل قد تحمله طائرة تحلق على ارتفاع قد يصل 40 000 قدم (12 192 متراً) (انظر الفقرة 2 من الملحق 2)، ينبغي أن يشمل الحساب كافة السواتل بزوايا ارتفاع تتراوح بين 90° و–3,54°.

ويُعد حساب توزيع epfd الخاص بكل نظام ضرورياً عند تردد مرجعي واحد، ومن الأفضل أن يكون عند التردد الذي تبلغ عنده قدرة الإشارة الحد الأقصى. وينبغي تقديم الشكل الطيفي للإشارة RNSS خلال اجتماع استشاري، بحيث يمكن عندئذ ضرب نتائج الحساب في عوامل تشكيل الطيف المناسبة للحصول على النتائج عند أي تردد آخر.

3.1 طريقة حساب أقصى كثافة epfd بالنسبة إلى نظام non-GSO RNSS

يمكن لهذا الغرض استعمال منهجية المحاكاة الواردة في التذييل 1 بالملحق 1، التي تستند بالكامل إلى التوصية ITU-R S.1325.

وتستند الطريقة الواردة في التذييل 2 بالملحق 1 بالكامل إلى تقنية تحليلية. ويمكن استعمال هذه الطريقة للحصول على تقديرات سريعة ولكنها لا تؤدي إلى الحصول على القيمة الصحيحة للحد الأعلى.

4.1 طريقة حساب أقصى كثافة epfd بالنسبة إلى نظام GSO RNSS

يتعين حساب أقصى epfd بالنسبة إلى كل ساتل GSO عند كل خطوط العرض والطول على كل مساحة الأرض بالنسبة إلى كل طيف (عرض نطاق) 1 MHz يشغله النظام.

وفي الحالة التي لا تعتمد فيها epfd على الوقت، يمكن حساب جدول واحد من النتائج مباشرة.

2 طريقة حساب أقصى epfd المجمعة التي تنتجها كافة الأنظمة RNSS

1.2 معطيات يُحتاج إليها بالنسبة إلى كل نظام

تبعاً للمنهجية التي ورد ذكرها في الفقرة 3.1، سيقدم كل نظام من الأنظمة non-GSO RNSS بدون فترة تزامن مع الأرض، في الاجتماع الاستشاري، قائمة بأقصى قيم epfd بحسب خط العرض (تطبق على كافة خطوط العرض) وشكل طيف الإشارة.

وتبعاً للمنهجية التي ورد ذكرها في الفقرة 3.1، سيقدم كل نظام من الأنظمة non-GSO RNSS التي تتوافر لها فترة تزامن مع الأرض، في الاجتماع الاستشاري، جدولاً بأقصى قيم epfd بحسب خط العرض والطول وشكل طيف الإشارة.

وتبعًا للمنهجية التي ورد ذكرها في الفقرة 4.1، سيقدم كل نظام من الأنظمة GSO RNSS، في الاجتماع الاستشاري، جدولاً بأقصى قيم epfd بحسب خط العرض والطول وشكل طيف الإشارة.

2.2 تجميع الكثافات epfd التي تنتجها أنظمة تستخدم إشارات ذات خصائص مماثلة

يمكن الحصول على قيمة epfd المجمعة للأنظمة RNSS ذات الترددات المشابه فيما يتعلق بأقصى إشارة الطيف على ثلاث مراحل:

المرحلة 1 (أ): جمع من نقطة إلى نقطة لأقصى قيم epfd في عرض النطاق 1 MHz حيث تملك الإشارة أقصى قدرة عند كل خط عرض بالنسبة إلى جميع قوائم non-GSO (بدون فترة تزامن مع الأرض) للحصول على قائمة قيم epfd (بدون فترة تزامن مع الأرض) التي تنتجها الأنظمة non-GSO بحسب خط العرض؛

المرحلة 1 (ب): جمع من نقطة إلى نقطة لأقصى قيم epfd في عرض النطاق 1 MHz حيث تملك الإشارة أقصى قدرة عند كل خط عرض وخط طول بالنسبة إلى جميع قوائم non-GSO (بفترة تزامن مع الأرض) للحصول على قائمة قيم epfd (بفترة تزامن مع الأرض) التي تنتجها الأنظمة non-GSO بحسب خط العرض وخط الطول؛

المرحلة 2: جمع من نقطة إلى نقطة لأقصى قيم epfd في عرض النطاق 1 MHz حيث تملك الإشارة أقصى قدرة عند كل خط عرض وخط طول بالنسبة إلى جميع الجداول GSO للحصول على جدول قيم epfd المجمّعة التي تنتجها الأنظمة GSO بحسب خط العرض وخط الطول؛

المرحلة 3: جمع من نقطة إلى نقطة قيم epfd المجمعة التي تنتجها الأنظمة non-GSO (بدون فترة تزامن مع الأرض) بحسب خط العرض وقائمة قيم epfd المجمعة التي تنتجها non-GSO (بفترة تزامن مع الأرض) بحسب خط العرض وخط الطول بأعمدة خطوط الطول بجدول قيم epfd المجمعة التي تنتجها أنظمة GSO بحسب خط العرض وخط الطول للحصول على جدول القيم الإجمالية للقدرة epfd بحسب خط العرض وخط الطول.

ومن شأن تحليل قيمة epfd الأعلى الواردة في هذا الجدول أن تكشف عما إذا كان قد روعي أم لا معيار الحماية في التوصية ITU-R M.1639 في أي عرض نطاق 1 MHz.

3.2 تجميع الكثافات epfd التي تنتجها أنظمة تستخدم إشارات ذات خصائص مختلفة

تجدر الإشارة إلى أن قيمة epfd القصوى المجمّعة ستعتمد على التردد. ويكفي إجراء تحليل واحد، إذا كان لكل أطياف جميع الأنظمة RNSS، التي هي قيد الدراسة، قيم قصوى عند نفس التردد. وفي المقابل، إذا كان لبعض الأنظمة المختلفة قيم قصوى مختلفة، سواء لأنها تستعمل ترددات مركزية مختلفة مع تداخل الأطياف أو لأنها تستعمل تقنيات تشكيل مختلفة، عندئذ يستدعي تحليل قيمة epfd القصوى المجمعة مراعاة الترددات.

ويستدعي تحديد قيمة epfd المجمعة القصوى للأنظمة RNSS ذات الترددات المركزية المختلفة، على الأقل، أداء الخطوات الثلاث الواردة أعلاه عند كل تردد يقدم عنده نظام واحد القيمة القصوى لطيفه، وقد يستدعي أيضاً تحليلاً عند الترددات الوسيطة.

وسيتم تغيير القوائم أو الجداول الخاصة بكل تردد من خلال عامل تشكيل الطيف المناسب قبل الجمع مع قوائم وجداول أخرى.

ومن شأن تحليل قيمة epfd الأعلى الواردة في جميع الجداول التي تم الحصول عليها أن تكشف عما إذا كان قد روعي أم لا، معيار الحماية الوارد في التوصية ITU-R M.1639 في أي عرض نطاق يبلغ 1 MHz.

4.2 التحقق من النتائج

بعد تحديد قيمة epfd المجمعة القصوى، يمكن إجراء محاكاة واحدة آنية لكافة الأنظمة RNSS عند موقع المحطة ARNS التي تم عندها تحديد قيمة epfd المجمعة القصوى المطلقة، لإثبات صحة النتائج التي تم الحصول عليها باستعمال التذييل 1 أو 2 بالملحق 1.

التذييل 1
للملحق 1

منهجية محاكاة لتحديد قيمة epfd القصوى فيما يتعلق بالنظام non-GSO RNSS

1 وصف طريقة المحاكاة

يهدف إطار هذه المنهجية التي تستند إلى التوصية ITU-R S.1325، إلى نمذجة كافة سواتل نظام RNSS عند تردد مرجعي محدد (عادة الجزء 1 MHz من عرض النطاق 164 1-215 1 MHz مصحوبًا بالكثافة الطيفية القصوى لإشارة RNSS). وقد تم اعتيان محاكاة الكوكبة على فترة زمنية ذات معدلات صغيرة نسبياً. وعند كل اعتيان، يجري حساب قيمة epfd بالنسبة إلى جميع نقاط خط العرض وخط الطول. ويمكن إغفال القيم الأخرى. وتكون النتيجة عبارة عن جدول، يمكن تمثيله على شكل خارطة كما يتضح في الشكلين 5 و6. وبعد ذلك، تحدّد قيمة epfd القصوى بالنسبة إلى كل خط عرض، وهو ما يسمح بحذف القيم التقريبية الناتجة عن المدة المحدودة للمحاكاة.

2 فرضيات المحاكاة

1.2 النموذج المداري

تتعلق النماذج المدارية المخصصة لمحاكاة المحطات الفضائية في مداراتها، بالمدارات الدائرية والإهليلجية ولا تأخذ في الاعتبار إلا الحركة البدارية لخط العُقد في المستوي الاستوائي بسبب الطابع اللادائري للأرض.

ويمثل النموذج المداري حركة الساتل في إحداثيات عطالة مركز الأرض للشكل 1. ويرجع مصدر إحداثيات العطالة هذه إلى مركز الأرض. ويشير المحور-x إلى اتجاه كوكبة أريس (Aries) (أي الاعتدال الربيعي (vernal equinox))، ويُوجه المحور-z تبعا لمحور الدوران المتوسط للأرض ويمثل المحور-y الناتج الإجمالي لمتجهات الوحدات في الاتجاهين z وx (أي $\vec{y} = \vec{z} \times \vec{x}$).

وتستند النماذج المدارية إلى معادلة نيوتن (Newton) التي تخص حركة ساتل في مدار دائري تماماً حول دائرة وإهليلج. وبالنسبة لنظام non-GSO يستخدم مداراً دائرياً تسهل نمذجة هذه الحركة لأن نصف قطر المدار وسرعة الساتل يعدان من الثوابت.

1.1.2 ثوابت تتعلق بالأرض

تتمثل الثوابت العامة بالنسبة إلى الأرض فيما يلي:

R_e: نصف قطر الأرض (km 6378,137)

O: مركز الأرض

μ: ثابت جاذبية الأرض (km^3/s^2 $3,986005 \times 5^{10}$)

J_2: ثابت الثانية المتناغمة لكمون الأرض ($1\,082,63 \times 10^{-6}$)

T_e: مدة دوران الأرض (23 h 56′ 4,0989" = 86 164,0989 s)

Ω_e: السرعة الزاوية لدوران الأرض = $2\pi/T_e \cong 7,2921151467 \times 10^{-5}$ rad/s

t: الوقت المنقضي (s) منذ الفترة (الفترات) التي تمت محاكاتها.

2.1.2 ثوابت تخص محطات فضائية لنظام ساتلي Non-GSO

تتمثل الثوابت المتعلقة بالمحطات الفضائية لنظام ساتلي non-GSO يستخدم مدارات دائرية (انظر الشكل 1) فيما يلي:

N: عدد المحطات الفضائية لنظام non-GSO

i: دالة السواتل non-GSO ($0 \le i < N$)

h_{sat}: ارتفاع الساتل فوق الأرض (km)

r: نصف قطر مدار الساتل = $h_{sat} + R_e$ (km)

I: زاوية ميل مستوي المدار فوق خط الاستواء (rad)

RAAN: طالع مستقيم للعقدة الصاعدة

$\Omega_{i,0}$: RAAN للساتل-i في النظام non-GSO عند الوقت t (rad)

$u_{i,0}$: زاوية العرض للساتل-i في النظام non-GSO عند الوقت t (rad)

T: الفترة المدارية للساتل (s) = $2\pi\,(r^3/\mu)^{1/2}$

n: متوسط حركة الساتل (rad/s) = $2\pi/T$

$u_{i,t}$: زاوية العرض للساتل-i عند وقت الحساب t (rad) = $u_{i,0} + n_t$

Ω_r: ارتداد عقدي للعقدة الصاعدة (rad/s)

$$= -\frac{3}{2} J_2 \cos(I) R_e^2 \frac{\sqrt{r\mu}}{r^4}$$

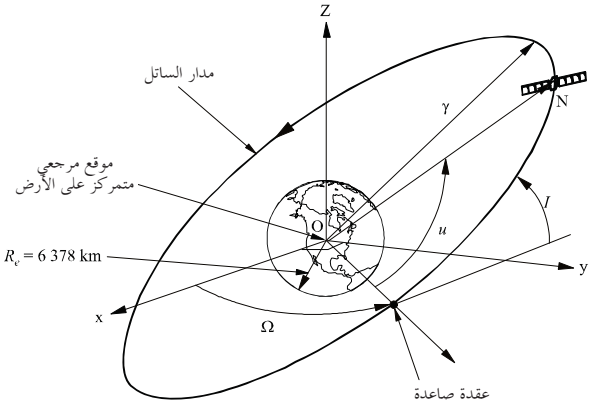
$\Omega_{i,t}$: RAAN الساتل-i عند وقت الحساب t (rad) = $\Omega_{i,0} + \Omega_r t$

$\overrightarrow{ON_i}$: متجهة إحداثيات (نظام إحداثيات بالعطالة) ساتل non-GSO في رتل إحداثيات ثابت بالنسبة إلى مركز الأرض:

$$\overrightarrow{ON_i} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} = r \begin{bmatrix} \cos(u_{i,t}) \cdot \cos(\Omega_{i,t}) - \cos(I) \cdot \sin(u_{i,t}) \cdot \sin(\Omega_{i,t}) \\ \cos(u_{i,t}) \cdot \sin(\Omega_{i,t}) + \cos(I) \cdot \sin(u_{i,t}) \cdot \cos(\Omega_{i,t}) \\ \sin(u_{i,t}) \cdot \sin(I) \end{bmatrix}$$

الشكل 1

المعلمات الهندسية للمدار الدائري



γ : محور شبه رئيسي
u: البعد الزاوي لخط عرض الساتل
I: زاوية الميل
Ω: الصعود المستقيم للعقدة الصاعدة (RAAN)

بالنسبة إلى المحطات الفضائية للنظام الساتلي non-GSO التي تستخدم مدارات إهليلجية (انظر الشكلين 2 و3)، تكون الثوابت كما يلي:

N: عدد المحطات الفضائية للنظام non-GSO

i: دليل لكل ساتل من سواتل النظام non-GSO ($0 \le i < N$)

a_i: محور شبه رئيسي للساتل-i (km)

e_i: لا تمركزية الساتل-i (km)

$M_{i,0}$: متوسط الابتعاد المداري للساتل-i في النظام non-GSO عند الوقت المبدئي (rad)

T_i: الفترة المدارية للساتل (السواتل)-i $= 2\pi(a_i^3/\mu)^{1/2}$

n_i: متوسط حركة الساتل-i (rad/s) $= 2\pi/T_i$

$v_{i,t}$: الابتعاد المداري الحقيقي للساتل-i عند الوقت $t = 2\cdot\tan^{-1}\left[\sqrt{\frac{1+e_i}{1-e_i}}\tan\frac{E_{i,t}}{2}\right]$

$E_{i,t}$: الابتعاد المداري الشاذ للساتل-i عند الوقت $t = 2\cdot\tan^{-1}\left[\sqrt{\frac{1-e_i}{1+e_i}}\tan\left(\frac{v_{i,t}}{2}\right)\right]$

$M_{i,t}$: متوسط الابتعاد المداري للساتل-i عند الوقت [*] $t = M_{i,0} + n_i\cdot t = E_{i,t} - e_i\cdot\sin E_{i,t}$

[*] عندما تعطى القيمة $M_{i,t}$، تحدد $E_{i,t}$ بالتكرار، وعادة فيما يتعلق بالخطوات قصيرة الزمن، يمكن أن تُستخدم القيمة الأخيرة للقيمة $E_{i,t}$ كتقدير أولي.

I_i: زاوية ميل السطح المداري فوق خط الاستواء للساتل-i (rad)

RAAN: الصعود المستقيم للعقدة الصاعدة

$\Omega_{i,0}$: الصعود المستقيم للعقدة الصاعدة لكل ساتل من السواتل-i في النظام non-GSO عند الوقت المبدئي (rad)

$\omega_{i,0}$: زاوية الحضيض لكل ساتل من سواتل-i في النظام non-GSO عند الوقت المبدئي (rad)

$u_{i,t}$: الارتفاع الزاوي لخط عرض الساتل-i عند الوقت t (rad) = $\omega_{i,0} + \nu_{i,t}$

Ω_{ri}: الرجوع العقدي للعقدة الصاعدة للساتل-i (rad/s)

$$= -\frac{3}{2} J_2 \cos(I_i) R_e^2 \frac{\sqrt{a_i \mu}}{a_i^4 (1-e_i^2)^2}$$

$\Omega_{i,t}$: الصعود المستقيم للعقدة الصاعدة للساتل-i عند الوقت t (rad) = $\Omega_{i,0} + \Omega_{ri} t$

$\overrightarrow{ON_{i,t}}$: متجه الإحداثيات (نظام إحداثيات العطال) للساتل-i في النظام non-GSO في موقع العطال الثابت بالنسبة إلى مركز الأرض عند الوقت t:

$$\overrightarrow{ON_{i,t}} = rot3(-\Omega_{i,t}) \cdot rot1(-I_i) \cdot rot3(-\omega_{i,0}) \cdot \vec{r}_{i,t}$$

$rot1(\alpha)$: الدوران حول المحور x

$$rot1(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix}$$

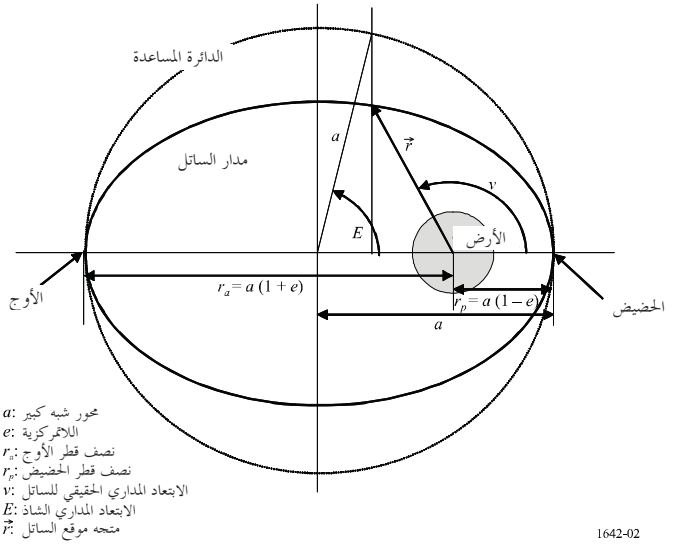
$rot3(\alpha)$: الدوران حول المحور z

$$rot3(\alpha) = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\vec{r}_{i,t} : \vec{r}_{i,t} = r_{i,t} \begin{bmatrix} \cos\nu_{i,t} \\ \sin\nu_{i,t} \\ 0 \end{bmatrix} = \frac{a(1-e^2)}{1+e_i \cdot \cos\nu_{i,t}} \cdot \begin{bmatrix} \cos\nu_{i,t} \\ \sin\nu_{i,t} \\ 0 \end{bmatrix}$$

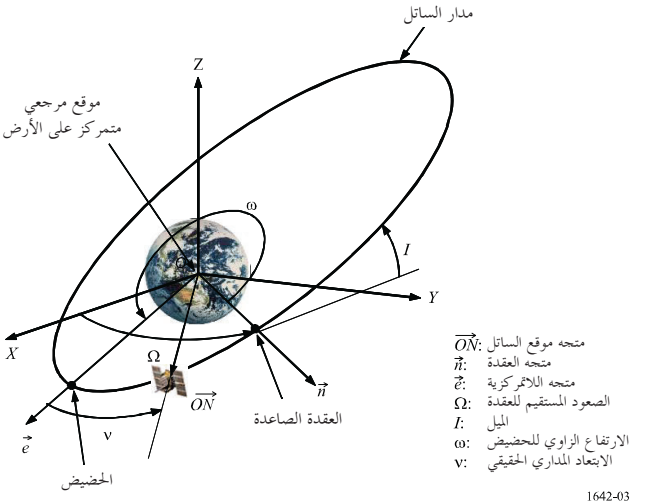
الشكل 2

المعلمات الهندسية المرتبطة بالمدار الإهليلجي في المستوي البؤري



الشكل 3

المعلمات الهندسية المرتبطة بالمدار الإهليلجي في إطار التنسيق ECI



ويمكن الأخذ بالتشوش non-GSO في حساب الثوابت المتعلقة بالكوكبة non-GSO، طالما أن موقع السواتل قد يتغير عندما يؤخذ التشوش في الاعتبار.

3.1.2 ثوابت تتعلق بالمحطة ARNS

Lat: خط عرض المحطة ARNS (rad)

Lon: خط طول المحطة ARNS (rad)

h_{ARNS}: ارتفاع المحطة ARNS (km)

$\overrightarrow{OM}$: إحداثيات المحطة ARNS في نظام إحداثيات بالعطالة ممركز حول الأرض

$$\overrightarrow{OM} = \begin{cases} X = (R_e + h_{ARNS}) \cos(\text{Lat}) \cos(\text{Lon} + \Omega_e t) \\ Y = (R_e + h_{ARNS}) \cos(\text{Lat}) \sin(\text{Lon} + \Omega_e t) \\ Z = (R_e + h_{ARNS}) \sin(\text{Lat}) \end{cases}$$

2.2 معلمات الهوائي

1.2.2 معلمات هوائي المحطة ARNS

يمثل مخطط إشعاع هوائي محطة ARNS معلمة دخل إلى المحاكاة (انظر الملحق 2).

2.2.2 معلمات هوائي المحطة الفضائية للنظام non-GSO

ينبغي، من أجل تحليل التداخلات، نمذجة هوائيات السواتل non-GSO، باستعمال أحد المخططات النموذجية التالية، وذلك حسب التيسر:

- مخطط هوائي مقيس؛
- مخططات هوائي مرجعي مقترح؛
- دالة تحليلية تقوم بنمذجة مخطط إشعاع هوائي ساتل في مدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO).

3.2 حساب وقت المحاكاة

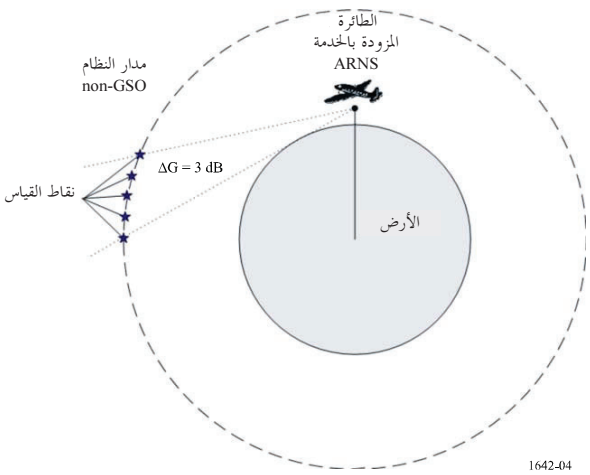
1.3.2 زيادة وقت المحاكاة

ينبغي أن يكون الوقت المخصص للمحاكاة، t_{inc}، أقصر ما يمكن، وذلك للحصول على نتائج دقيقة. غير أنه ينبغي أن يكون الوقت الإجمالي المكرس للمحاكاة مقبولاً. وللحصول على الدقة المطلوبة، من الضروري حيازة عدد كاف من قياسات epfd (N_{hits}) عندما تكون المركبة الفضائية non-GSO RNSS قابلة للرؤية انطلاقاً من محطة فضائية ARNS في جزء مخطط إشعاع الهوائي الذي يشهد أقصى الكسب. وتعتبر القيمة N_{hits} = 5 كافية.

ويحدث أقصى الكسب الذي يمكن رؤيته انطلاقاً من محطة فضائية عند زاوية ارتفاع تتراوح بين –3,54° و+3° (انظر الملحق 2) بالنسبة إلى طائرة تحلق على ارتفاع 40 000 ft (12 192 m). ومن الضروري حيازة 5 N_{hits} داخل هذا المدى، وهو ما يعني أن زيادة المحاكاة بما قدره 1° يعد كافياً لنمذجة حركة سواتل الكوكبة.

الشكل 4

اعتبارات تتعلق بزيادة وقت المحاكاة



2.3.2 الوقت الإجمالي للمحاكاة

يحدد ساتل ينتمي إلى الكوكبة non-GSO على أي مدار مسيراً على سطح الأرض. وبعد وقت قليل، يختلف بحسب خصائص النظام، يرجع الساتل، أو ساتل آخر ينتمي إلى الكوكبة، إلى نفس النقطة أو إلى نقطة تكاد تكون مماثلة لها. ويمثل الوقت بين هاتين الحالتين فترة تكرار الكوكبة. وتتراوح فترة تكرار الكوكبة بين بضعة أيام وعدة أشهر. ويرد توضيح النتائج النمطية لحساب epfd فيما يتعلق بنظام RNSS أثناء فترة تكرار الكوكبة في الشكل 5.

ويتأثر معدل حركة الدوران في خط الطول لسواتل كوكبة non-GSO بانحرافات خطوط الطول الناتجة عن أخطاء في استبقاء المحطة في موقعها. ويمكن نمذجة هذا التأثير وإدماجه في المحاكاة.

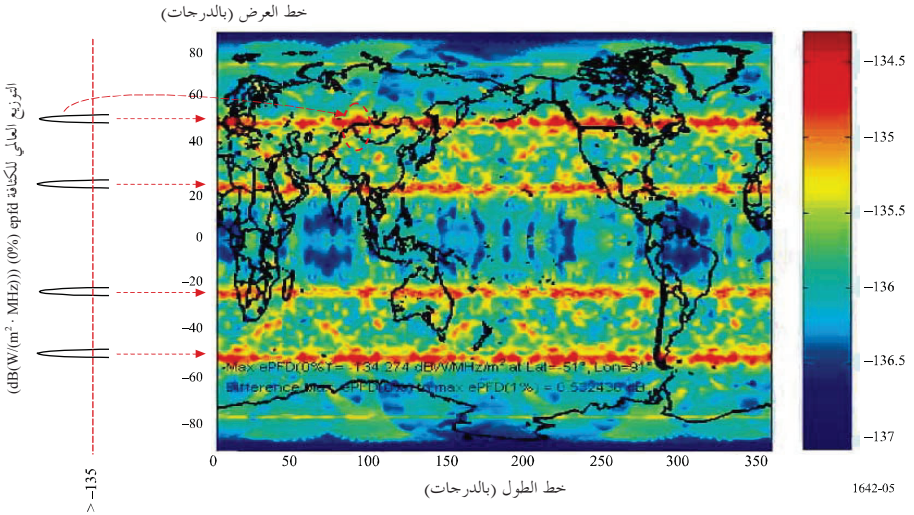
وبالنسبة إلى نظام non-GSO لا تتوفر له فترة تزامن مع الأرض، سيؤدي ذلك التأثير إلى أن تصبح قيمة epfd القصوى بالنسبة إلى خط الطول (بعبارة أخرى، إذا كان ينبغي تمديد المحاكاة كي تغطي كل الحالات الممكنة للكوكبة، ستنتشر "النقاط المرتفعة" لأقصى epfd في الخارطة التي يحتوي عليها الشكل 5 أفقياً لتصبح أخاديد أفقية موحدة). وعليه، يبدو أكثر صحة، بالنسبة إلى كل خطوط العرض، اختيار أقصى epfd عند أي خط طول واستعماله بالنسبة إلى كل خطوط الطول الأخرى. وهذا من شأنه أن يحول الجدول الذي يحتوي على أقصى epfd بحسب خط العرض وخط الطول إلى مجرد قائمة تحتوي على أقصى قيم epfd بحسب خط الطول.

وإذا تم عمل ذلك، يمكن التقليل من وقت المحاكاة إلى مدار واحد بالنسبة إلى نظام non-GSO لا تتوافر له فترة تزامن مع الأرض. ولا تحتوي "الخارطة" المنتَجة بواسطة هذه المحاكاة المحدودة إلا على عدد قليل من "النقاط المرتفعة"، غير أن قيمة "النقاط المرتفعة"، عند كل واحد من خطوط العرض، التي تمثل أقصى قيمة epfd عند أي خط من خطوط العرض، ستظل ثابتة.

وينتج عن ذلك، أن كمية المعلومات التي ينبغي تقديمها إلى الاجتماع الاستشاري، ستكون محدودة جداً.

الشكل 5

مثال على التوزيع العالمي لقيمة epfd القصوى

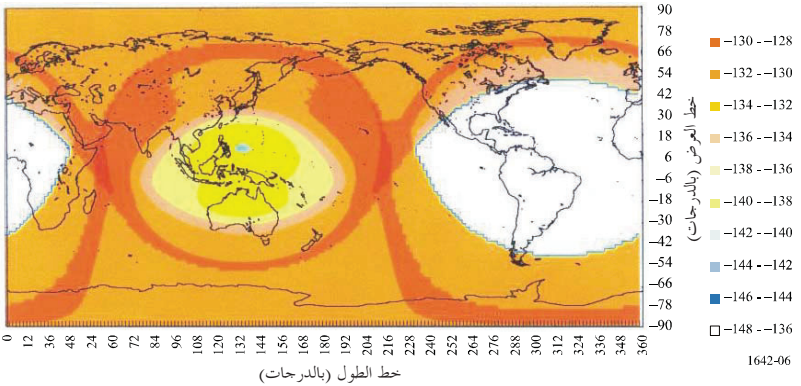


ومن جهة أخرى يُحدث النظام non-GSO الذي تتوافر لديه فترة تزامن مع الأرض آثاراً في الأرض تقتصر على مدى محدود من خطوط الطول فوق سطح الأرض. ونتيجة لذلك فإن "النقاط المرتفعة" من أقصى epfd ستظهر فقط في منطقة محدودة من سطح الأرض. (وبعبارة أخرى فإن "النقاط المرتفعة" من أقصى epfd على سطح الأرض لن تنتشر أفقياً). وبناء على ذلك فإن قيمة epfd المتجمعة التي تسببها الأنظمة non-GSO التي تتوافر لها فترة تزامن مع الأرض، ستحسب لنقاط خطوط العرض والطول داخل مدى الرؤية من النظام non-GSO.

وفي حالة نظام non-GSO تتوافر له فترة تزامن مع الأرض، يمكن إنجاز عملية الحساب استناداً إلى فترة مدارية واحدة. وترد في الشكل 6 النتائج النمطية لحساب epfd ينطبق على نظام non-GSO تتوافر له فترة تزامن مع الأرض.

الشكل 6

مثال للتوزيع العالمي للقيمة القصوى epfd بالنسبة إلى نظام non-GSO تتوافر له فترة تزامن مع الأرض



التذييل 2
للملحق 1

منهجية تحليلية لتقييم قيمة epfd القصوى
بالنسبة إلى نظام RNSS واحد يعمل في النطاق 1 164 - 1 215 MHz

1 مقدمة

تهدف هذه المنهجية إلى بيان كيفية تقييم أقصى كثافة epfd في حالة نظام RNSS واحد.

يرد تعريف epfd في الفقرة 1.1 من الملحق 1.

2 وصف المنهجية

إذا افترضنا أن كواكب نظام non-GSO RNSS تشمل عدداً من المستويات المدارية، فإن من المرجح عندئذ أن يوجد، كحد أقصى في أي مستوى معيّن، ساتل واحد داخل زاوية ارتفاع تتراوح بين –3,54° و+3° لمخطط إشعاع الهوائي للمحطة ARNS (انظر الملحق 2). ومن المرجح، علاوة على ذلك، بالنسبة إلى الأنظمة non-GSO، عندما يكون الكسب الأقصى لمخطط إشعاع هوائي المحطة ARNS مرئياً انطلاقاً من محطة فضائية، سيكون للسواتل الأخرى في نفس المستوى مساهمة محدودة الأهمية نسبياً فيما يتعلق بقيمة epfd. وبناء على ذلك فإن عدد السواتل التي يكون إسهامها ضئيلاً في قيمة epfd المتجمعة في نظام RNSS، سيرجح أن يكون أقل من عدد المستويات المدارية للنظام أو مساوياً له. وباستعمال هذه الفرضيات، يمكن للمرء أن يصوغ أقصى قيمة لقدرة epfd الناتجة عن طريق الكوكبة non-GSO RNSS ($epfd_{max}$) كما يلي:

$$epfd_{max} = 10 \log N_p + epfd_{i,\,max} \qquad \text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$$

حيث:

N_p: العدد الأقصى للسواتل في الحزمة الرئيسية لهوائي الاستقبال للمحطة ARNS (وعادة ما يكون عدد المستويات المجارية في الكوكبة)

$epfd_{i,max}$: أقصى مساهمة epfd ينتجها ساتل واحد (dB(W/(m^2 · MHz))).

3 أمثلة للكوكبة non-GSO

إذا كانت القيمة القصوى للقدرة epfd التي ينتجها ساتل واحد –136,9 dB(W/(m^2 · MHz)) في حالة كوكبة RNSS non-GSO تحتوي على ستة مستويات، تعادل قيمة القدرة $epfd_{max}$ التي تم الحصول عليها باستعمال المعادلة الواردة في الفقرة 2 ما يلي:

$$epfd_{max} = (-136,9) + 10\log 6 = -129,12 \quad \text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$$

وإذا كانت القيمة القصوى للقدرة epfd التي ينتجها ساتل واحد -130,24 dB(W/(m^2 · MHz)) في حالة كوكبة non-GSO RNSS (انظر المعادلة 2) تحتوي على ثلاثة مستويات، يؤدي حساب مماثل إلى أن تكون أقصى epfd مساوية للقيمة –125,47 dB(W/(m^2 · MHz)) باستعمال المعادلة الواردة في الفقرة 2.

وتعد هذه القيم قريبة جداً من القيم التي تم الحصول عليها باستعمال طريقة المحاكاة الواردة في التذييل 1 بالملحق 1، مع فارق لا يتجاوز 1,2 dB.

الملحق 2

خصائص الهوائي المرجعي لمحطة ARNS المستعملة لحساب الكثافة epfd

1 خصائص هوائي المحطة ARNS

يحتوي الجدول 1 على قيم كسب الهوائي الخاصة بزوايا ارتفاع تتراوح بين –90° و90°. وينبغي، فيما يتعلق بالقيم التي توجد بين هذه الزوايا في الجدول 1، استعمال استكمال داخلي خطي. وتساوي قيمة $G_{r,max}$ القيمة 3,4 dBi، وذلك طبقاً لمواصفات التوصية ITU-R M.1639، بما في ذلك القيمة 2 dB من عدم تواؤم الاستقطاب الدائري – الخطي. ويُفترض أن يكون مخطط الارتفاع والكسب متماثل بالنسبة إلى جميع زوايا السمت.

الجدول 1

زاوية الارتفاع (بالدرجات)	كسب الهوائي، بما في ذلك عدم تواؤم الاستقطاب الدائري – الخطي $G_r/G_{r,max}$ (dB)	زاوية الارتفاع (بالدرجات)	كسب الهوائي، بما في ذلك عدم تواؤم الاستقطاب الدائري – الخطي $G_r/G_{r,max}$ (dB)	زاوية الارتفاع (بالدرجات)	كسب الهوائي، بما في ذلك عدم تواؤم الاستقطاب الدائري – الخطي $G_r/G_{r,max}$ (dB)
57	–15,28	22	–10,72	–90	–17,22
58	–15,49	23	–10,81	–80	–14,04
59	–15,67	24	–10,90	–70	–10,51
60	–15,82	25	–10,98	–60	–8,84
61	–16,29	26	–11,06	–50	–5,40
62	–16,74	27	–11,14	–40	–3,13
63	–17,19	28	–11,22	–30	–0,57
64	–17,63	29	–11,29	–20	–1,08
65	–18,06	30	–11,36	–10	0,00
66	–18,48	31	–11,45	–5	–1,21
67	–18,89	32	–11,53	–3	–1,71
68	–19,29	33	–11,6	–2	–1,95
69	–19,69	34	–11,66	–1	–2,19

(يُقرأ هذا الجدول من اليسار إلى اليمين)

الجدول 1 (*خاتمة*)

زاوية الارتفاع (بالدرجات)	كسب الهوائي، بما في ذلك عدم تواؤم الاستقطاب الدائري – الخطي $G_r/G_{r,\,max}$ (dB)	زاوية الارتفاع (بالدرجات)	كسب الهوائي، بما في ذلك عدم تواؤم الاستقطاب الدائري – الخطي $G_r/G_{r,\,max}$ (dB)	زاوية الارتفاع (بالدرجات)	كسب الهوائي، بما في ذلك عدم تواؤم الاستقطاب الدائري – الخطي $G_r/G_{r,\,max}$ (dB)
0	–2,43	35	–11,71	70	–20,08
1	–2,85	36	–11,75	71	–20,55
2	–3,26	37	–11,78	72	–20,99
3	–3,66	38	–11,79	73	–21,41
4	–4,18	39	–11,80	74	–21,8
5	–4,69	40	–11,79	75	–22,15
6	–5,20	41	–12,01	76	–22,48
7	–5,71	42	–12,21	77	–22,78
8	–6,21	43	–12,39	78	–23,06
9	–6,72	44	–12,55	79	–23,30
10	–7,22	45	–12,70	80	–23,53
11	–7,58	46	–12,83	81	–23,44
12	–7,94	47	–12,95	82	–23,35
13	–8,29	48	–13,05	83	–23,24
14	–8,63	49	–13,14	84	–23,13
15	–8,97	50	–13,21	85	–23,01
16	–9,29	51	–13,56	86	–22,88
17	–9,61	52	–13,90	87	–22,73
18	–9,93	53	–14,22	88	–22,57
19	–10,23	54	–14,51	89	–22,40
20	–10,52	55	–14,79	90	–22,21
21	–10,62	56	–15,05		

2 موقع المحطة ARNS

ينبغي أن يؤخذ ارتفاع المحطة ARNS عند الحالة الأسوأ (000 40 قدم، أي 192 12 متراً)، أي عند الحالة القصوى لاحتمال حدوث تداخل نتيجة وجود هذه السواتل التي قد تسبب التداخل في مجال رؤية هوائي استقبال المحطة ARNS.

التوصية ITU-R M.1643-0*

المتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة من الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران بما فيها تلك التي تستعمل المرسلات المستجيبات في شبكات الخدمة الثابتة الساتلية العاملة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 (أرض–فضاء)

(2003)

ملخص

توفر هذه التوصية الخصائص التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة (AES) من الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران (AMSS)، بما فيها تلك التي تستعمل المرسلات–المستجيبات في شبكات الخدمة الثابتة الساتلية العاملة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 (أرض–فضاء) والتي ينبغي أن تستعملها الإدارات كتوجيهات تقنية لوضع متطلبات المطابقة للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة ولتسهيل ترخيصها لاستعمالها على النطاق العالمي.

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن شبكات متنوعة في الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران مختلفة تقنياً وتشغيلياً قد صممت لتبدأ العمل في المستقبل القريب؛

ب) أن شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران المخططة يمكن أن تسمح بالنفاذ إلى العديد من تطبيقات الاتصالات عريضة النطاق (الإنترنت والبريد الإلكتروني والشبكات الداخلية للمنشآت) من الطائرات وإليها على أساس عالمي؛

ج) أن المحطات الأرضية المحمولة في طائرة ستعمل على الخطوط الجوية الوطنية والدولية في جميع أرجاء العالم؛

د) أن حركة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة تخضع عادة لعدد من القواعد والتنظيمات الوطنية والدولية بما فيها المطابقة المرضية لمعايير تقنية ومتطلبات تشغيلية متفق عليها؛

هـ) أن ثمة حاجة إلى تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية لاختبار المطابقة على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة؛

* **ملاحظة** – تبدي المجموعة العربية الممثلة في جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2003 تحفظاً في موقفها من مضمون هذه التوصية وهي ليست على استعداد لقبول أي نتائج بالنسبة للنقطة 11.1 من جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2003.

و) أن تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية المطبقة على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة (AES) من شأنه توفير أساس تقني مشترك لتسهيل اختبار مطابقة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة من مختلف السلطات الوطنية والدولية ولوضع ترتيبات اعتراف متبادل من أجل مطابقة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة؛

ز) أن المتطلبات التقنية والتشغيلية تسمح بتحقيق توازن مقبول بين تعقيد الأجهزة الراديوية والحاجة إلى استعمال فعال لطيف الترددِ الراديوي،

وإذ تضع في اعتبارها أيضاً

أ) أن نطاق الترددات GHz 14,5-14 فيه توزيعات على أساس أولي على الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) (أرض–فضاء) وخدمات الملاحة الراديوية والثابتة والمتنقلة (باستثناء المتنقلة للطيران)؛ وأن الخدمات الثانوية الموزعة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 أو في أجزاء من النطاق تشمل الخدمة المتنقلة الساتلية (باستثناء الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران) (أرض–فضاء) وخدمة الأبحاث الفضائية (SRS) وخدمة الفلك الراديوي (RAS) وخدمة الملاحة الراديوية الساتلية؛

ب) أن ثمة مطلباً بتوفير حماية كاملة لجميع الخدمات الأولية وجميع أنظمة الخدمات الثانوية الموجودة سابقاً في نطاق الترددات GHz 14,5-14؛

ج) أن نتائج الدراسات التي أجريت وفقاً للقرار (Rev.WRC-2000) 216 بينت جدوى استعمال نطاق الترددات GHz 14,5-14 من جانب الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران (AMSS) (أرض–فضاء) على أساس ثانوي تحت ظروف وترتيبات معينة[1]؛

د) أن تحديد قطاع الاتصالات الراديوية للمتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة والعاملة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 يمكنه أن يساعد الإدارات على اتقاء التداخلات الضارة و/أو غير المقبولة المتسببة للخدمات الأخرى؛

هـ) أن من المناسب التمكن من قياس ومراقبة هذه الخصائص التقنية والتشغيلية بطريقة دقيقة ومتواصلة،

توصي

1 أن تستعمل الإدارات المتطلبات التقنية والتشغيلية[1] للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة لشبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران العاملة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 الواردة في الملحقين 1 و2 كخطوط توجيهية من أجل:

- وضع متطلبات مطابقة تنطبق على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة؛
- تسهيل تشغيل المحطات الأرضية المحمولة في طائرة.

[1] يلزم أن تستوفي خصائص المحطات الأرضية النمطية المحمولة في طائرة المتطلبات الموصوفة في هذه التوصية، فضلاً عن أن تكون متوائمة مع تلك التي سبق نشرها في النشرة الإعلامية الدولية للترددات (BR IFIC) المتعلقة بالشبكات المقابلة من الخدمة الثابتة الساتلية. أما إذا كانت الخصائص لا تتلاءم مع تلك الواردة في المنشور الأولي، يجب أن يجري تنسيق المحطة الأرضية المحمولة في طائرة وفقاً للأحكام النافذة من لوائح الراديو والقواعد الإجرائية المعدلة الواردة في الفقرة 2 من القواعد الإجرائية المتعلقة بالرقم 32.11 من لوائح الراديو، عند الاقتضاء.

الملحق 1

المتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة من شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران في نطاق الترددات GHz 14,5-14 (أرض–فضاء)

الجزء A

المتطلبات الأساسية المتعلقة بحماية شبكات الخدمة الثابتة الساتلية

1 ينبغي تنسيق وتشغيل شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران بحيث لا تكون سويات القدرة المشعة المكافئة المتاحية الكلية خارج المحور التي تنتجها جميع المحطات الأرضية المحمولة في طائرة والعاملة بنفس التردد ضمن شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران، أكبر من السويات المسببة للتداخل التي سبق نشرها والتي تمَّ تنسيقها بشأن محطة أو محطات أرضية خاصة و/أو نمطية تابعة لشبكات الخدمة الثابتة الساتلية تستعمل فيها مرسلات–مستجيبات الخدمة الثابتة الساتلية.

2 ينبغي أن يراعى في تصميم وتنسيق وتشغيل محطة أرضية محمولة في طائرة على الأقل العوامل التالية التي يمكن أن تغيّر سويات القدرة المشعة المكافئة المتاحية الكلية خارج المحور التي تولدها المحطات الأرضية المحمولة في طائرة:

1.2 الخطأ في تسديد هوائي المحطة الأرضية المحمولة في طائرة. ويشمل ذلك، حيثما ينطبق، الآثار الناجمة عن الاستقطاب والتأخر في أنظمة تسديدها، والخطأ في أنظمة التتبع بعروة مغلقة وعدم التراصف بين فتحات الإرسال والاستقبال للأنظمة التي تستعمل فتحات منفصلة وعدم التراصف بين تغذية الإرسال والاستقبال للأنظمة التي تستعمل فتحات مختلطة؛

2.2 التغيرات في مخطط إشعاع هوائي المحطات الأرضية المحمولة في طائرة. ويشمل ذلك، حيثما ينطبق، على الأقل، الآثار الناجمة عن التسامح المسموح به في التصنيع، وتقادم الهوائي والآثار البيئية. وينبغي لشبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران التي تستعمل بعض أنواع هوائيات المحطات الأرضية المحمولة في طائرة، مثل الصفيف المطاور، أن تراعي تغيرات مخطط إشعاع الهوائي تبعاً لزاوية المسح (في الارتفاع والسمت). وينبغي أن تراعي الشبكات التي تستعمل الصفيف المطاور خطأ الطور في العناصر وخطأ الاتساع ومعدل الأعطال؛

3.2 التغيرات في القدرة المشعة المكافئة المتاحية المرسلة من المحطات الأرضية المحمولة في طائرة. ويشمل ذلك، حيثما ينطبق، على الأقل، الآثار الناجمة عن خطأ القياس وأخطاء التحكم وتأخر أنظمة التحكم في القدرة في العرى المغلقة. يلزم أن تراعي مراكز شبكات التحكم والمراقبة (NCMC) التي تحسب القدرة المشعة المكافئة المتاحية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة استناداً إلى الإشارة المستقبلة، مصادر الخطأ والتأخيرات في هذا الحساب. يجب أن تراعي مراكز شبكات التحكم والمراقبة التي تحسب القدرة المشعة المكافئة المتاحية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة استناداً إلى قدرة الدخل الخطأ في القياس والتأخيرات.

3 يلزم أن تستعمل المحطات الأرضية المحمولة في طائرة التي تستخدم أنظمة تتبع لإشارة سائل في العرى المغلقة، خوارزمية تقاوم التقاط وتتبع إشارات السوائل المجاورة. ويجب على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة أن تكبت الإرسال على الفور حينما تكتشف أنها تتتبع أو تستعد لتتبع سائل غير معني.

4 ينبغي أن تخضع المحطات الأرضية المحمولة في طائرة للتحكم والمراقبة من قبل مراكز شبكات التحكم والمراقبة أو أي منشآت مماثلة. ويجب على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة أن تكون قادرة على تلقي على الأقل تعليمات "تشغيل الإرسال" و"إخماد الإرسال" من مراكز شبكات التحكم والمراقبة. ويجب على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة أن تقوم بوقف الإرسال

أتوماتياً على الفور بمجرد تلقيها تعليمات "تغيير المعلمة"، التي قد تسبب تداخلات ضارة أثناء التغيير، إلى أن تتلقى تعليمات "بتشغيل الإرسال" من مركز شبكة التحكم والمراقبة. إضافة إلى ذلك، ينبغي أن يكون في استطاعة هذا المركز الأخير أن يراقب اشتغال محطة أرضية محمولة في طائرة لتحديد ما إذا كانت تواجه مشكلة تشغيل.

5 يجب على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة أن تقوم بمراقبة ذاتية، وعندما تلاحظ إحداها خللاً يمكن أن يتسبب في تداخلات ضارة لشبكات الخدمة الثابتة الساتلية، يجب عليها أن تسكت إرسالها أتوماتياً.

الجزء B

المتطلبات الأساسية المتعلقة بحماية الخدمة الثابتة

في نطاق الترددات GHz 14,5-14 كما تستخدمه شبكات الخدمة الثابتة، ضمن خط بصر أرضي إدارة ما حيث تعمل شبكات الخدمة الثابتة في نطاق الترددات هذا، يجب ألا تتجاوز أقصى كثافة لتدفق القدرة على سطح الأرض لإرسالات محطة أرضية واحدة محمولة في طائرة، من شبكة الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران:

$-132 + 0.5 \cdot \theta$	$dB(W/(m^2 \cdot MHz))$	for	$\theta \leq 40°$
-112	$dB(W/(m^2 \cdot MHz))$	for	$40 < \theta \leq 90°$

حيث θ زاوية وصول الموجة الراديوية (درجات فوق الأفق).

الملاحظة 1 – تتعلق الحدود سالفة الذكر بكثافة تدفق القدرة وزوايا الوصول التي يمكن الحصول عليها في ظروف الانتشار في الفضاء الحر.

الملاحظة 2 – يمكن أن يستمد قناع القدرة المشعة المكافئة المتناحية من قناع كثافة تدفق القدرة سالف الذكر، وذلك بتطبيق الطريقة الواردة في الملحق 2 بهذه التوصية. كما يمكن النظر أيضاً في تبسيط قناع القدرة المشعة المكافئة المتناحية الناتج.

الجزء C

المتطلبات الأساسية المتعلقة بالتقاسم مع خدمة الفلك الراديوي (RAS)

لكي تتسنى حماية الفلك الراديوي في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47، ينبغي أن تلتزم المحطات الأرضية التابعة للخدمة المتنقلة الساتلية للطيران بالتدابير التالية:

قنوات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47

- لا ترسل محطات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47 ضمن خط بصر محطات الفلك الراديوي العاملة في هذا النطاق؛ أو
- إذا عزم مشغل الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران التشغيل على نفس تردد محطة في الفلك الراديوي وفي خط رؤيتها، يلزم عقد اتفاق محدد مع المحطة المعنية لضمان استيفاء المحطة الأرضية المحمولة في طائرة التابعة للخدمة المتنقلة الساتلية للطيران لمتطلبات التوصيتين ITU-R RA.769 وITU-R RA.1513 في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47 أثناء عمليات الرصد هذه. ويمكن أن يشمل ذلك، حيثما كان ذلك عملياً، توفير معلومات مسبقة لمشغلي شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران فيما يتعلق بمواقيت الرصد.

قنوات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران في نطاق الترددات GHz 14,47-14

جميع المرسلات في المحطات الأرضية المحمولة في طائرة التي تستخدم نطاق الترددات GHz 14,47-14 على خط بصر مباشر لمحطات خدمة الفلك الراديوي أثناء أعمال الرصد في خدمة الفلك الراديوي، ترسل في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47 بحيث تستوفي السويات والنسبة المئوية لفقدان المعطيات الواردة في التوصيتين ITU-R RA.769 وITU-R RA.1513. وبينت نتائج دراسات أجريت أن سويات كثافة تدفق قدرة المحطات الأرضية

المحمولة في طائرة ((dB(W/(m^2 · 150 kHz)) في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47 تعتبر كافية، مع هامش معين، لاستيفاء سويات كثافة تدفق القدرة لمحطات الفلك الراديوي الواردة في التوصية ITU-R RA.769 وكذلك استيفاء النسبة المئوية لفقدان المعطيات الواردة في التوصية ITU-R RA.1513، أي:

$$-190 + 0.5 \cdot \theta \quad \text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{150 kHz))} \quad \text{for} \quad \theta \leq 10°$$

$$-185 \quad \text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{150 kHz))} \quad \text{for} \quad 10° < \theta \leq 90°$$

حيث θ زاوية وصول الموجة الراديوية (درجات فوق الأفق).

ويمكن إنجاز سويات كثافة تدفق قدرة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة في النطاق GHz 14,5-14,47 عن طريق مشغلي الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران، وذلك بتركيبة من قدرة إشارة مخفضة وترشيح حاد للمحطة الأرضية المحمولة في طائرة والحفاظ على فصل مناسب في التردد أو أداء أفضل لهوائي المحطة الأرضية المحمولة في طائرة.

الجزء D

المتطلبات الأساسية المتعلقة بالتقاسم مع خدمة الأبحاث الفضائية

ينبغي عقد اتفاقات تنسيق بين الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران وأنظمة خدمة الأبحاث الفضائية تقوم على التحكم في سويات إرسال المحطات الأرضية المحمولة في طائرة المشغلة في نطاق الترددات الذي تستعمله أنظمة خدمة الأبحاث الفضائية، والتي قد تقتضي في الحالات الخطرة، وقف إرسال المحطة الأرضية المحمولة في طائرة والعاملة على الترددات التي يستعملها نظام خدمة الأبحاث الفضائية حينما يعمل بالقرب من محطة أرضية للأبحاث الفضائية. وستتفاوت تفاصيل هذه الاتفاقات وفقاً لخصائص كل موقع في خدمة الأبحاث الفضائية وشبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران.

الملحق 2

اشتقاق قناع القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) لنصف الكرة الأرضية الأدنى من قناع لكثافة تدفق القدرة (pfd)

قد يكون من المفيد عند اختبار كون تجهيزات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران تستوفي قناعاً معيناً لكثافة تدفق القدرة، مثل القناع الوارد في الجزء B من الملحق 1، تحديد قناع للقدرة المشعة المكافئة المتناحية يكون مكافئاً ويمكن استعماله لأغراض الاختبار.

يمكن استعمال قناع كثافة تدفق القدرة pfd(θ)، حيث θ هي زاوية الوصول (زاوية الارتفاع) على سطح الأرض، كي يحدد رياضياً قناع ما للقدرة المشعة المكافئة المتناحية، e.i.r.p. (γ، H)، حيث γ هي زاوية تقع تحت المستوي الأفقي المحلي وH هو ارتفاع الطائرة. ويجرى هذا التحويل في خطوتين: أولاً، تحول γ إلى زاوية وصول مكافئة θ. ثم، يحدد طول مسير الانتشار من أجل زاوية الوصول θ ويستعمل لحساب التوهين الهندسي على المسير والقدرة المشعة المكافئة المتناحية الحاصلة.

الخطوة 1: تحسب زاوية الوصول θ بالدرجات من γ وH:

$$\theta = \arccos((R_e + H)\cos(\gamma)/R_e)$$

حيث:

θ: زاوية الوصول

R_e: نصف قطر الأرض (km 6378)

H: ارتفاع الطائرة (km)

γ: الزاوية تحت الأفق.

الملاحظة 1 – إذا كانت زاوية الدالة arccos أكبر من 1، لا يتقاطع مسير الانتشار في اتجاه الزاوية γ مع الأرض. ففي هذه الحالة، التي تحدث عندما تساوي الزاوية γ حوالي °3,5 أو أقل، لا تعود توجد قيمة للزاوية θ وبذلك لا تعود توجد قيمة محددة لقناع كثافة تدفق القدرة.

الخطوة 2: تحسب قيمة القدرة المشعة المكافئة المتناحية انطلاقاً من pfd(θ):

$$d = (R_e^2 + (R_e + H)^2 - 2\,R_e(R_e + H)\cos(\gamma - \theta))^{1/2}$$

$$\text{e.i.r.p.}(\gamma, H) = \text{pfd}(\theta) + 10\log_{10}(4\,\pi\,d^2) + 60$$

حيث:

d: المسافة بين المحطة الأرضية المحمولة في طائرة والنقطة قيد البحث على سطح الأرض (km)

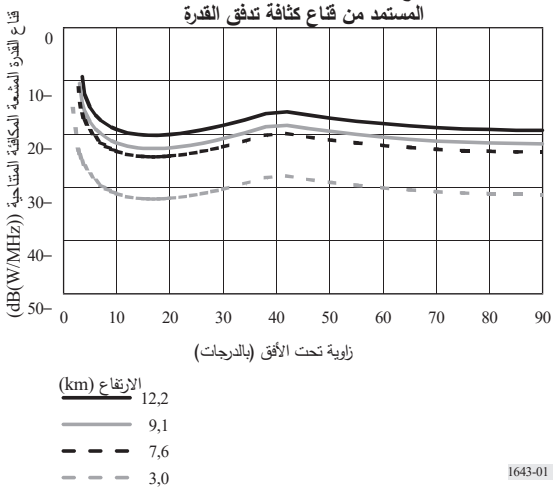
pfd(θ): (dB(W/(m^2 · MHz)))

e.i.r.p.: (dB(W/MHz)).

يبين الرسم الوارد في الشكل 1 هذه الدالة من أجل ارتفاعات مختلفة للطائرة استناداً إلى قناع كثافة تدفق القدرة الوارد في الجزء B من الملحق 1 بهذه التوصية.

الشكل 1

قناع القدرة المشعة المكافئة المتناحية المستمد من قناع كثافة تدفق القدرة



التوصية ITU-R M.1652-1

اختيار دينامية التردد* في أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية لأغراض حماية خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق GHz 5

(المسألة ITU-R 212/5)

(2011-2003)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية متطلبات اختيار دينامية التردد كتقنية من تقنيات التخفيف التي يمكن تطبيقها في أنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS)، بما في ذلك الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) بغرض تسهيل التقاسم مع خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق GHz 5. ويوصف الملحق 1 متطلبات الكشف والتشغيل والاستجابة. وتتناول الملحقات الأخرى المنهجيات وتقدم معلومات يمكن للإدارات استعمالها عند إجراء دراسات التقاسم بين الرادارات وأنظمة النفاذ اللاسلكي بما في ذلك الشبكات المحلية الراديوية.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الترددات المنسقة في النطاقين MHz 5 350-5 150 وMHz 5 725-5 470 من أجل الخدمة المتنقلة من شأنها أن تسهل إدخال أنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS) بما فيها الشبكات المحلية الراديوية (RLAN)؛

ب) أن ثمة ضرورة لحماية الرادارات من خدمة الاستدلال الراديوي العاملة في النطاقين MHz 5 350-5 250 وMHz 5 725-5 470؛

ج) أن الرادارات الأرضية للأرصاد الجوية منتشرة انتشاراً واسعاً في العديد من الإدارات وتتحمل الخدمة في ظروف جوية حرجة؛

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

ه) أن الخصائص التمثيلية التقنية والتشغيلية لرادارات التحديد الراديوي للموقع ورادارات الملاحة الراديوية ورادارات الأرصاد الجوية متيسرة في التوصية ITU-R M.1638 بما في ذلك رادارات الملاحة الراديوية البحرية العاملة في نطاقات منها النطاق MHz 5 470-5 150؛

و) أن أنظمة النفاذ اللاسلكي، بما فيها الشبكات المحلية الراديوية كما ورد وصفها في التوصية ITU-R M.1450، قادرة على العمل داخل المباني وفي الهواء الطلق؛

ز) التقرير ITU-R M.2034 الذي يتناول تأثير بعض متطلبات الكشف عن اختيار دينامية التردد على أداء أنظمة النفاذ اللاسلكي،

* اختيار دينامية التردد (DFS) مصطلح عام يستعمل في هذه التوصية لوصف تقنيات مخففة تسمح، ضمن جملة أمور، بالكشف عن التداخل في نفس القناة وتجنبه فيما يتعلق بالأنظمة الرادارية.

إذ تُقر

أ) أن النطاق 250 5-350 5 MHz موزع على خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛ أن النطاق 250 5-350 5 MHz موزع على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) على أساس أولي؛

ب) أن النطاق 470 5-650 5 MHz موزع على خدمة الملاحة الراديوية البحرية على أساس أولي؛

ج) أن النطاق 350 5-650 5 MHz موزع على خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس ثانوي؛

د) أن الرادارات المقامة على سطح الأرض المستعملة لأغراض الأرصاد الجوية يرخص لها بأن تعمل في النطاق 600 5-650 5 MHz على أساس المساواة مع محطات خدمة الملاحة الراديوية البحرية؛

هـ) أن النطاق 650 5-725 5 MHz موزع عل خدمة التحديد الراديوي للموقع على أساس أولي؛

و) أن الإدارات يمكن أن تأخذ في اعتبارها المعلومات التفصيلية بشأن نشر الرادار الفعلي عند وضع إرشادات من أجل استعمال اختيار دينامية التردد (DFS) في أنظمة النفاذ اللاسلكي بالتشاور مع الإدارات التي يحتمل تأثرها،

إذ تلاحظ

أ) أن ارتفاع سوية قدرة التردد الراديوي وحساسية مستقبل الرادار في خدمة الاستدلال الراديوي إلى جانب ارتفاع كثافة أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية، من شأنها، بشكل عام، ألا تُمكن التشغيل الملائم لأنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية والرادارات العاملة على ترددات في نفس القناة وذلك في غيبة تقنيات للتخفيف؛

ب) أن أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية يمكن نشرها في هذه النطاقات باعتبارها أجهزة معفاة من الترخيص، مما يجعل التحكم في كثافة نشرها أمراً أكثر صعوبة؛

ج) أن ثمة معايير متنوعة لمواصفات الشبكات المحلية الراديوية؛

د) أن الإدارات يمكن أن تنظر في وضع إجراءات للتأكد من قدرة آليات تفادي التداخل بحيث تعمل بصورة سليمة في وجود أنظمة رادارية منشورة في هذا النطاق،

توصي

1 بأن تنفذ تقنيات التخفيف كما يرد وصفها في الملحق 1 عن طريق أنظمة النفاذ اللاسلكي، بما فيها الشبكات المحلية الراديوية في النطاقات التي تستعملها الرادارات، أي 5 GHz، وذلك لتسهيل تقاسمها مع الرادارات؛

2 بأن تتطابق تقنيات التخفيف مع متطلبات الكشف والتشغيل والاستجابة الواردة في الفقرة 2 من الملحق 1؛

3 بأنه يمكن للإدارات أن تستعمل المنهجيات الواردة في الملحقات 4 و5 و6 و7 عند إجراء دراسات تقاسم بين الرادارات وأنظمة النفاذ اللاسلكي، بما فيها الشبكات المحلية الراديوية.

الملاحظة 1 – يرد في التقرير ITU-R M.2115 المزيد من المعلومات عن نتائج الدراسات الخاصة بالمتطلبات المذكورة في الفقرة 2 من توصي، حيث يقدم هذا التقرير معلومات عن الإجراءات المتبعة في إدارات و/أو مجموعات إقليمية مختلفة لاختبار الامتثال لمتطلبات اختيار دينامية التردد.

الملحق 1

استعمال اختيار دينامية التردد (DFS) في أنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS) بما فيها الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) لأغراض حماية خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق 5 GHz

1 مقدمة

1.1 اختيار دينامية التردد (DFS)

فيما يتعلق بالدراسات بشأن جدوى التقاسم بين الخدمة المتنقلة من أجل أنظمة النفاذ اللاسلكي[1] وخدمة الاستدلال الراديوي في نطاقي التردد 250 5-350 5 MHz و470 5-725 5 MHz، أظهرت حسابات موازنة الوصلة ضرورة استخدام تقنيات تخفيف التداخل للتمكين من التقاسم بين أنظمة النفاذ اللاسلكي مع الخدمات الأخرى مثل الأنظمة الرادارية. ويصف هذا الملحق تقنيات التخفيف من التداخل المرتبط باختيار دينامية التردد[2] كما حددت في معايير الشبكات المحلية الراديوية في النطاق 5 GHz، مع حسابات أداء تستند إلى عمليات تنفيذ نمطية.

وسوف تتداخل أنظمة النفاذ اللاسلكي مع الرادارات العاملة في النطاق 5 GHz حينما تعمل على نفس الترددات وفي مدى كل منها.

كان الغرض من اختيار دينامية التردد هو:

– ضمان تمديد الحمل عبر الطيف الميسّر من أنظمة النفاذ اللاسلكي في إطار مجال رؤية الساتل من أجل تخفيض سويات البث المجمع على مستوى السواتل للخدمة الثابتة الساتلية (وصلة التغذية) وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) من أنظمة النفاذ اللاسلكي؛

– وتجنب التشغيل في نفس القناة مع الأنظمة الأخرى، ولا سيما مع الأنظمة الرادارية.

التوسع في استعمال اختيار دينامية التردد الذي يرد وصفه فيما يلي، يسمح لأنظمة النفاذ اللاسلكي بتجنب التداخل مع خدمة الاستدلال الراديوي. والمبدأ العام المطبق هو أن أنظمة النفاذ اللاسلكي ينبغي أن تكشف التداخل وأن تعرف مسبب التداخل الراداري ولا يجوز أن تستعمل تلك الترددات التي يستعملها الرادار.

2.1 الهدف من استعمال اختيار دينامية التردد فيما يتعلق بالرادارات

الهدف من استعمال اختيار دينامية التردد في أنظمة النفاذ اللاسلكي هو توفير حماية ملائمة للرادارات في النطاق 5 GHz. ويتحقق ذلك بتفادي استعمال، أو إخلاء، قناة تحدد باعتبارها قناة مشغولة بأجهزة رادار تستند إلى الكشف عن تشوير الرادار.

ولأغراض هذا الملحق، يمكن أن نجد في الملحق 3 مناقشة حول أنظمة الاستدلال الراديوي في النطاق 5 GHz المستعملة في تحديد خصائص اختيار دينامية التردد.

[1] يعني تعبير "أنظمة النفاذ اللاسلكي" في كل مكان من هذه التوصية "أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية".

[2] تم تحديد اختيار دينامية التردد في معايير الشبكات المحلية الراديوية في النطاق 5 GHz في المقام الأول لكي يتسنى تخفيف التداخل بين مجموعات الشبكات المحلية الراديوية غير المنسقة، ولتوفير كفاءة استخدام الطيف المستمثل من أجل نقل البيانات بمعدل بتات عالٍ وقدرة عالية.

ويقع تنفيذ آليات وإجراءات الكشف الراداري المستعملة في أنظمة النفاذ اللاسلكي خارج نطاق هذا الملحق. والأسباب الرئيسية لذلك هي أن:

- تصميم أنظمة النفاذ اللاسلكي يؤثر على التنفيذ؛
- تؤدي الخبرة العملية إلى وسائل ابتكارية وأكثر فعالية مما يمكن صياغته اليوم؛
- لمختلف الصانعين خيارات تنفيذ مختلفة لتحقيق أقل تكلفة ممكنة لسوية أداء معين؛ ولذلك ينبغي أن ترد في الوثائق التنظيمية معايير أداء بالأحرى بدلاً من مواصفات لآلية معينة.

2 متطلبات أداء اختيار دينامية التردد

يرد ذكر متطلبات أداء اختيار دينامية التردد من حيث الاستجابة للكشف عن إشارة التداخل.

يجب أن تستوفي أنظمة النفاذ اللاسلكي في النطاق GHz 5 متطلبات الكشف والاستجابة التالية.

يجب أن تدرج إجراءات التحقق من المطابقة في معايير الصناعة ذات الصلة من أجل الشبكات المحلية الراديوية.

1.2 متطلبات الكشف

يجب أن تكون آلية اختيار دينامية التردد قادرة على الكشف عن إشارات التداخل فوق عتبة دنيا لاختيار دينامية التردد البالغة –62 dBm للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتناحية القصوى < 200 mW و–64 dBm بالنسبة للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتناحية من 200 mW إلى 1 W[3] أي بتقدير متوسط يبلغ 1 µs.

وهذه العتبة معرّفة باعتبارها شدة الإشارة المستقبلة (RSS) (dBm)، مقيسة بالنسبة لخرج طرف هوائي استقبال يبلغ 0 dBi، المطلوب الكشف عنه في إطار عرض نطاق قناة أنظمة النفاذ اللاسلكي.

2.2 متطلبات التشغيل

يجب أن تكون أنظمة النفاذ اللاسلكي قادرة على التحقق من مدى تيسر القناة: وخلال فترة التحقق تستمع أنظمة النفاذ اللاسلكي على قناة راديوية معينة لمدة 60 s لتحديد ما إذا كان هناك رادار يعمل على القناة الراديوية.

ينبغي أن تكون أنظمة النفاذ اللاسلكي قادرة على أداء المراقبة أثناء الخدمة: مراقبة قناة التشغيل للتحقق من أن الرادار المشغل على نفس القناة لم يتحرك أو لم يبدأ تشغيله ضمن مدى أنظمة النفاذ اللاسلكي. وخلال المراقبة أثناء الخدمة، تبحث وظيفة الكشف الراداري بصورة متواصلة عن التشوير الراداري فيما بين إرسال أنظمة النفاذ اللاسلكي العادي. ويقتضي ذلك استعمال فترات صمت تفصل ما بين الإرسال المتعاقب لأنظمة النفاذ اللاسلكي (انظر الملحق 4).

إذا لم يسبق تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي أو لم تراقب بصورة متواصلة القناة عن طريق المراقبة أثناء الخدمة، فيجب ألا تبدأ الإرسال على أي قناة قبل اكتمال التحقق من تيسر القناة.

3.2 متطلبات الاستجابة

والقناة التي يكشف فيها عن تشوير راداري، إما عن طريق التحقق من تيسر القناة أو المراقبة أثناء الخدمة، تخضع لفترة 30 دقيقة (فترة عدم انشغال) لا يمكن خلالها استخدام جهاز نظام النفاذ اللاسلكي لكي يتسنى حماية رادارات المسح. وينبغي أن تبدأ فترة عدم الانشغال في الوقت الذي يكشف فيه عن تشوير راداري.

[3] من الناحية العملية، قد لا يكون من الضروري بالنسبة لكل جهاز أن ينفذ العنصر الوظيفي لاختيار دينامية التردد تنفيذاً كاملاً، شريطة أن تكون هذه الأجهزة قادرة على الإرسال فحسب تحت مراقبة جهاز يكفل استيفاء جميع متطلبات اختيار دينامية التردد.

فضلاً عن ذلك، ففي النطاق 600 5-650 5 MHz، إذا كشف عن وجود تشوير راداري في قناة ما، يقتضي الأمر انقضاء 10 دقائق من المراقبة المتواصلة قبل استعمال تلك القناة. وبخلاف ذلك، ينبغي اللجوء إلى أساليب أخرى ملائمة مثل استبعاد القناة.

فترة تغيير القناة تعرَّف بفترة 10 ثوان اللازمة لأنظمة النفاذ اللاسلكي للتوقف عن الإرسال تماماً على القناة المشغلة بمجرد الكشف عن إشارة تداخل تفوق شدتها عتبة الكشف عن اختيار دينامية التردد. وتتألف عمليات الإرسال خلال هذه الفترة من الحركة العادية لفترة نمطية تقل عن 100 ms وبحد أقصى 200 ms بعد الكشف عن تشوير الرادار. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن ترسل إشارات الإدارة والمراقبة المتقطعة خلال الوقت المتبقي لكي تسهل إخلاء قناة التشغيل. والوقت المجمع لإشارات الإدارة والمراقبة المتقطعة عادة ما يكون أقل من 20 ms.

4.2 موجز للمتطلبات

يقدم الجدول 1 موجزاً للمتطلبات الوارد وصفها أعلاه. ويرد في الملحق 2 مثالاً لإجراءات التشغيل.

الجدول 1

المعلمة	القيمة
عتبة الكشف عن اختيار دينامية التردد	–62 dBm للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتاحية القصوى < 200 mW –64 dBm للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتاحية القصوى من 200 mW إلى 1 W بتقدير متوسط يبلغ نيف 1 µs
وقت التحقق من تيسر القناة	60 s
فترة عدم انشغال	30 min
فترة تحريك القناة	10 s ≥

الملحق 2

الكشف الراداري ومثال للإجراءات المرتبطة باختيار دينامية التردد

يرد في هذا الملحق مثالاً لوصف آلية اختيار دينامية التردد.

1 تعاريف

ترد التعاريف التالية لاستعمالها ضمن هذا الملحق:

قناة متيسرة: قناة راديوية لم يحدد التحقق من تيسر قناة ما وجود رادار.

إشارة رادارية مستقبلة: إشارة تتسم بالخصائص التالية:

- شدة إشارة رادارية مستقبلة مساوية أو أكبر من عتبة الكشف عن اختيار دينامية التردد T_{DFS} (dBm) ضمن عرض نطاق قناة أنظمة النفاذ اللاسلكي؛
- معدلات تكرار النبضات في المدى 200-000 4 نبضة/ثانية؛
- عرض النبضات الاسمية في المدى 1-20 µs.

قناة التشغيل: بمجرد بدء تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي على قناة متيسرة حينئذ تصبح هذه القناة قناة التشغيل.

2 الإجراءات

1.2 البحث عن قناة متيسرة أولية

قبل أن تبدأ أنظمة النفاذ اللاسلكي في الإرسال، وإذا لم يتم التعرف على قناة متيسرة، تقوم أنظمة النفاذ اللاسلكي بالتحقق من وجود قناة متيسرة على قناة راديوية قبل استعمالها من أجل الإرسال. وبناء على ذلك، وعند تركيب شبكة ويبدأ تشغيلها للمرة الأولى، ينبغي التحقق من وجود قناة متيسرة، بحيث يمكن التعرف على الأقل على قناة واحدة متيسرة. وبمجرد التعرف على قناة متيسرة، يمكن بدء تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي على هذه القناة، أما التحقق من وجود قنوات راديوية للتعرف على قنوات متيسرة أخرى فهو أمر غير إلزامي.

2.2 بدء التشغيل

بمجرد بدء تشغيل أنظمة النفاذ اللاسلكي على قناة متيسرة حينئذ تصبح هذه القناة قناة التشغيل.

3.2 مراقبة تشغيل القناة

تجري المراقبة أثناء الخدمة عن طريق أنظمة النفاذ اللاسلكي للتحقق من جديد على قناة التشغيل من عدم وجود أي إشارة رادارية عقب تداخل محتمل في المنطقة التي تغطيها أنظمة النفاذ اللاسلكي أو نتيجة إرسال إشارة رادارية على قناة التشغيل.

3 اعتبارات مرتبطة بالتنفيذ

1.3 كشف الإشارة الرادارية

قد تحدث الإشارات الرادارية في أي وقت وقد تحدث في وجود إشارات لأنظمة النفاذ اللاسلكي على ذات القناة.

ففي مرحلة البحث الأولى عن قناة متيسرة، لا تكون أنظمة النفاذ اللاسلكي قيد التشغيل مما يكفل الكشف السريع والموثوق عن أي إشارة رادارية، باستثناء ممكن وهو وجود رادارات تدور ببطء شديد، والتي سيكشف عنها عن طريق المراقبة أثناء الخدمة.

وخلال المراقبة أثناء الخدمة، تبحث وظيفة الكشف الراداري بشكل متواصل عن أنماط الإشارات الرادارية – خلال عمليات الإرسال العادي لأنظمة النفاذ اللاسلكي أو فيما بينها. ويمكن لضعف بعض الإشارات الرادارية المستقبلة أن يزيد الوقت اللازم للكشف عن الإشارات الرادارية. وتنعكس هذه الاعتبارات في المتطلبات الواردة في الملحق 1.

1.1.3 الكشف عن الرادارات العاملة بقفزات التردد

تعمل الرادارات العاملة بقفزات التردد على مجموعة عريضة من الترددات، بفضل التغير السريع في تردد التشغيل.

ويتفاوت الوقت اللازم لنظام النفاذ اللاسلكي لكي يقوم بكشف موثوق وفقاً لخصائص نبضات الرادار. وفي حالة الرادارات العاملة بقفزات التردد، فالوقت الذي يقضيه الرادار في شغل قناة نظام النفاذ اللاسلكي (زمن الإضاءة) قد يؤثر أيضاً على احتمالات الكشف.

والبديل هو واحد مما يلي:

– إذا كان زمن الإضاءة طويلاً بما يكفي، يكشف اختيار دينامية التردد إشارة الرادار (انظر الملحق 4) وسيتوقف إرسال أنظمة النفاذ اللاسلكي على القناة الحالية؛

– إذا كان زمن الإضاءة قصيراً جداً، قد يتأثر احتمال الكشف عن الرادار عن طريق أنظمة النفاذ اللاسلكي على قناة التشغيل، ويتوقف ذلك على عدد النبضات خلال زمن الإضاءة.

2.1.3 عتبة وكسب الهوائي

تعرَّف عتبة الكشف من حيث تسوية dBm بخرج 0 dBi هوائي الاستقبال. وإذا استعمل نظام النفاذ اللاسلكي كسوب هوائي أعلى، ينبغي زيادة سوية T_{DFS}، وذلك بإضافة كسب الهوائي.

3.1.3 البث الهامشي

المطلوب إجراء المزيد من الدراسات لتحديد الأثر على التفاعل بين أنظمة النفاذ اللاسلكي ورادارات البث الهامشي.

2.3 مدة تغيير القناة

بمجرد الكشف عن إشارة تتجاوز عتبة الكشف، تقضي إجراءات اختيار دينامية التردد بإذاعة أوامر لوقف جميع عمليات البث التشغيلي والتحرك نحو القناة المتيسرة أو إلى إحدى القنوات المتيسرة التي تم تحديدها عن طريق التحقق من تيسر القناة. وستتكرر هذه الإذاعة عدداً من المرات لضمان استقبال الأوامر من جانب جميع أجهزة النظام. ويمكن لبعض أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي أن تكون فيما يطلق عليه "حال سبات" وخلال هذه الفترة يعاد إيقاظها على فترات فاصلة تبلغ عادة عدد مئات من جزء من الألف من الثانية، ويمكن أن تبلغ هذه الفترات الفاصلة كحد أقصى 60 ثانية. وبغض النظر عن هذه الحالة الأخيرة، ينبغي أن تكرر هذه الإذاعة عدداً من المرات خلال مدة تغيير القناة، لضمان تحرير القناة من قبل جميع أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي.

الملحق 3

استعمال خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع ورادارات الملاحة الراديوية ورادارات الأرصاد الجوية

يمكن أن نجد الخصائص التقنية لبعض رادارات الأرصاد الجوية ورادارات التحديد الراديوي للموقع ورادارات الملاحة الراديوية العاملة في النطاقين 250 5-350 5 MHz و470 5-725 5 MHz في التوصية ITU-R M.1638. وتستعمل هذه المعلومات في تحديد المتطلبات التقنية لآلية اختيار دينامية التردد التي يتعين تنفيذها في أنظمة النفاذ اللاسلكي، التي تعرَّف بأنها ضرورية لإدخال أنظمة النفاذ اللاسلكي في الخدمة المتنقلة في نطاقات التردد التي تستعملها الرادارات. وبشكل أخص ستؤخذ في الاعتبار رادارات A-S الواردة في التوصية ITU-R M.1638 عند وضع خصائص اختيار دينامية التردد.

يعرض الجدول 1 بالتوصية ITU-R M.1638 عمليات توزيع نطاقات التردد في المدى 5 GHz على خدمة الاستدلال الراديوي.

الملحق 4

معلمات ومنهجية حساب احتمال الكشف عن أنظمة الاستدلال الراديوي عن طريق أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها أجهزة الشبكات المحلية الراديوية المستعملة لاختيار دينامية التردد في النطاق 5 GHz خلال المراقبة أثناء الخدمة

تنظر المنهجية التالية في احتمال تمكن جهاز نظام النفاذ اللاسلكي الذي يعمل في النطاق 5 GHz باستخدام اختيار دينامية التردد من أن يكتشف بنجاح خلال المراقبة أثناء الخدمة راداراً في النطاق 5 GHz يعمل في خدمة الاستدلال الراديوي.

الخطوة 1: يحدد الوقت الذي يوجد فيه جهاز فردي في مجال الحزمة الرئيسية لهوائي الرادار (أي 3 dB من فتحة الحزمة/معدل مسح الهوائي). يحدد الجدول 3 معلمات الرادار التي يتعين استعمالها كأساس للدراسة. والوقت الذي ينقضي في التحليل هو الفترة التي تتعرض خلالها أنظمة النفاذ اللاسلكي للحزمة الرئيسية للرادار خلال عملية مسح ما استناداً إلى مخطط هوائي الرادار وسرعة مسح الهوائي.

الجدول 2

الرادار	C	K	P	S
فتحة الحزمة عند 3 dB (بالدرجات)	0,95	2,5	2,6	2
سرعة المسح (درجة/ثانية)	36	غير منطبقة	72	20
مدة التحليل (ms)	26	100	36	100

الخطوة 2: تعتبر الرادارات C وK وP وS من أصعب الحالات ويمكن استعمالها لتحليل التقاسم مع جميع الرادارات المبينة في وثيقة خصائص الرادارات. ولا يستعمل الرادار K وظيفة المسح على 360 درجة.

الخطوة 3: استناداً إلى توزيع لأجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي باستخدام توزيعات معدل المعطيات وطول الرزم كما هو مبين في الجدول 3، تنشئ في شكل موجة لتمثيل وقت إرسال جهاز نظام النفاذ اللاسلكي وفترات استماع يبلغ طولها $(x) \cdot 9 + 50$ ms، حيث تعتبر x متغير عشوائي صحيح ما بين 2 و32 (أي 31 فترة منفصلة ممكنة موزعة توزيعاً منتظماً).

الجدول 3

توزين وقت إرسال الشبكات المحلية الراديوية

معدل المعطيات (Mbit/s)	توزين
6	0,1
12	0,1
18	0,1
24	0,3
36	0,3
54	0,1

قد الرزمة (بايتات)	توزين
64	0,6
538	0,2
1 500	0,2

في كل حالة إرسال عن طريق حزم لجهاز نظام النفاذ اللاسلكي ينشئ شكل من الموجات التمثيلية باختيار عشوائي لإرسال بالرزم، باستخدام التوزين المشار إليه في الجدول 3، ثم بحساب وقت الإرسال باعتباره "قد الرزمة"/(معدل المعطيات • 8). ويعقب كل رزمة فترة صمت تتطلبها شبكة نظام النفاذ اللاسلكي لتسهيل تقاسم وسيط النفاذ (أي قناة أنظمة النفاذ اللاسلكي) فيما

بين مختلف الأجهزة المستعملة للشبكة. ويمكن استعمال فترة الصمت هذه للمراقبة أثناء الخدمة. ويتم اختيار فترة الصمت كما هو مبين أعلاه. ثم تنشئ حزمة مختارة عشوائية أخرى بنفس طريقة الحزمة الأولى، ثم تعقبها فترة صمت أخرى. وتتكرر هذه العملية إلى أن يكون لهذه الموجة نفس مدة موجة جهاز نظام النفاذ اللاسلكي في الحزمة الرئيسية للهوائي، بالطريقة المحسوبة في الخطوة 1.

الخطوة 4: تم إنشاء شكل موجة تستند إلى معدل تكرار النبضات (PRR) وعرض نبض الرادار الجاري تحليله. وترد القيم التي يتعين استعمالها كمرجع في الجدول 4. وينبغي أن يكون شكل الموجة مماثلاً في المدة بالطريقة المحسوبة في الخطوة 1.

الجدول 4

القيم الأساسية للرادارات لتحديد احتمالات الكشف

رادار	C	K	P	S
عرض النبضة (µs)	0,95	1	20	1
معدل تكرار النبضات (pps)	200	3 000	500	200

الخطوة 5: يحدد حدوث واقعة كشف بتحديد ما إذا كانت نبضات الرادار في شكل محاكاة موجة رادارية تتوافق مع محاكاة فترات استعمال في شبكة محاكاة أنظمة النفاذ اللاسلكي.

الخطوة 6: تكرر المحاكاة مرات عديدة، وتسجل حالات الحدوث أو حالات عدم حدوث الكشف، باستعمال هذه المعطيات لحساب احتمال الكشف (أي النسبة المئوية لحالات المحاكاة التي تعتبر فيها نبضة الرادار مكتشفة).

الخطوة 7: احتمال الكشف في عدد حالات الدوران n:

p: احتمال الكشف في دورة واحدة

p_n: احتمال الكشف في عدد حالات الدوران n

$$p_n = 1 - (1 - p)_n.$$

الملحق 5

تقييم التداخل باستعمال حسابات موازنة الوصلة ليشمل جهازاً واحداً لنظام النفاذ اللاسلكي وأنظمة الاستدلال الراديوي في النطاق 5 GHz

1 معلومات أساسية

يتناول هذا الملحق حالة التداخل من جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي. والقيم المستمدة من الحسابات في هذا الملحق استخدمت كقيم أولية لتجميع النماذج (انظر الملحق 6) من أجل تحديد عتبة كشف ما.

2 المنهجية

تستند الحسابات المعروضة في هذا الملحق إلى تحليل لحسابات موازنة الوصلة. وتحدد العتبة من خلال تحليل لحسابات موازنة الوصلات، بافتراض أن هذه العتبة يجب بلوغها عندما يحتمل أن يتعرض الرادار للتداخل عن طريق بث من جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي (أي عندما تتجاوز إشارة نظام النفاذ اللاسلكي في مستقبل الرادار سوية التداخل التي يحتملها الرادار). ويستند هذا الاعتبار على افتراض وجود مسار انتشار متناظر بين جهاز نظام النفاذ اللاسلكي والرادار.

وتعتبر هذه الطريقة التي تستند إلى موازنة الوصلات ملائمة لدراسة حالات سكونية يدخل فيها جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي ورادار واحد. وتستند هذه الطريقة إلى التوصيتين ITU-R SM.337 وITU-R M.1461 وتنطبق بالتحديد على حالة اختيار دينامية التردد.

3 حسابات تستند إلى موازنة الوصلات من أجل الرادارات المستهدفة في التوصية ITU-R M.1638

يستند تحديد سوية أقصى تداخل يسمح به ينتج عن بث جهاز واحد من أنظمة النفاذ اللاسلكي على مستوى مستقبل الرادار إلى التوصية ITU-R M.1461، التي تقضي بأن تكون هذه السوية أقل من $(I/N) + N$، على اعتبار أن N هو سوية الضوضاء الكامنة في مستقبل الرادار وI/N نسبة التداخل إلى الضوضاء (المستمدة من القيمة –6 dB، وفقاً للتوصيتين ITU-R M.1461 وITU-R M.1638).

ويرد في التذييل 1 لهذا الملحق جدول الحسابات. ويستخلص من هذا الجدول أنه، إذا تجاهلنا الرادار J، في هذه الظروف، ففي هذه الحالة تكون عتبة الكشف اللازمة لحماية الرادارات من جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي هي –52 dBm.

4 حسابات تستند إلى موازنة الوصلات من أجل بعض الرادارات الجديدة

بالإضافة إلى الرادارات المستهدفة في التوصية ITU-R M.1638، هناك نوعان جديدان من الرادارات الأرضية تم نشرهما مؤخراً من قِبل بعض إدارات الإقليم 1. ويرد في التذييل 2 من هذا الملحق المعلمات التي تم نشرها من أجل القيام بحسابات موازنة الوصلات.

ويبدو، من هذه الحسابات، أن عتبة الكشف اللازمة تساوي –62 dBm لضمان عدم التداخل مع الرادارات قيد البحث من جهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي.

5 إمكانية وجود عتبة كشف متغيرة

تفترض الحسابات، في هذا الملحق، وجود جهاز واحد خارجي لنظام النفاذ اللاسلكي بقدرة مشعة مكافئة متناحية تبلغ 1 W وهو ما يمثل أسوأ حالة مفردة لتحليل التداخل، حتى وإن أشير إلى أن هذا الشكل لا يمثل أغلبية أنظمة النفاذ اللاسلكي المنشورة.

وبناء على ذلك، يمكن إدخال فكرة عتبة كشف متغيرة وفقاً لسوية القدرة المشعة المكافئة المتناحية لأنظمة النفاذ اللاسلكي. ووفقاً للمنهجية المستخدمة في هذا الملحق، تتناسب عتبة الكشف مع القدرة المشعة المكافئة المتناحية لأنظمة النفاذ اللاسلكي.

وفقاً للمنهجية المستخدمة في هذا الملحق للمخططات المرتبطة بجهاز واحد لنظام النفاذ اللاسلكي، تتناسب عتبة الكشف مع القدرة المشعة المكافئة المتناحية لأنظمة النفاذ اللاسلكي.

وفي ظل هذه الظروف، إذا كان على نظام النفاذ اللاسلكي بقدرة مشعة مكافئة متناحية تبلغ 1 W أن يكشف عن رادار فوق –N dBm، فإنه يمكن وضع العتبة المقابلة لأنظمة النفاذ اللاسلكي عند 200 mW عند –$(N – 7)$ dBm.

6 تأثير بنية أنظمة النفاذ اللاسلكي على عتبة الكشف

من المتوقع في حالة بنية مركزية لأنظمة النفاذ اللاسلكي أن تتم مراقبة اختيار دينامية التردد عن طريق جهاز واحد محدد في إطار شبكة أو خلية. وقد تكون هناك ظروف تحدث فيها اختلافات دلالية لخسارة مسير الانتشار ما بين رادار وأجهزة داخل شبكة أو خلية وافتراض وجود مسير انتشار متوازن بين الرادار وأجهزة الكشف غير صحيح.

ينبغي أن تنظر الإدارات، في ظل هذه الظروف، في اتخاذ تدابير بحيث تكفل عدم تداخل أي جهاز من أنظمة النفاذ اللاسلكي في شبكة مفردة مع الرادارات.

التذييل 1
للملحق 5

حساب عتبة الكشف على أساس موازنة الوصلات من أجل الرادارات الواردة في التوصية ITU-R M.1638

	الخصائص	A	C	E	F	G	H 1	H 2	I1	I1	J	K	L	M	N	O	P	Q
رادار	الوظيفة	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	أرصاد جوية	معدات	معدات	معدات	معدات	معدات	البحث في السطح والبحث الجوي	البحث في السطح والبحث الجوي
	نوع المنصة	أرضية/محمولة على سفينة	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	أرضية	محمولة على سفينة	محمولة على سفينة
	قدرة ذروة إرسال الهوائي (kW)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	2,25	250	2 800	1 200	1 000	165	360	285
	عرض النطاق IF_{3dB} للمستقبل (MHz)	0,5	20	0,91	0,6	0,5	0,7	4	0,1	3	10	1	4,8	4	8	8	1,5	10
	استقطاب الهوائي	V	H	H	H	H	H	H	H	H	H	V/ دائري مياسر	V/ دائري مياسر	V/ دائري مياسر	V/V دائري مياسر	V/ دائري مياسر	H	H
	كسب الحزمة الرئيسية للهوائي (dBi)	39	44	50	40	40	50	50	50	50	35	38,3	54	47	45,9	42	28	30
	ارتفاع الهوائي (m)	30	10	30	30	30	30	30	30	30	10							
	القدرة للشعة المكافئة المتاحية للرادار (dBm)	123,0	128,0	134,0	124,0	124,0	134,0	134,0	134,0	134,0	98,5	122,3	148,5	137,8	135,9	124,2	113,6	114,5
	عامل ضوضاء للمستقبل (dB)	7	4	2,3	3	3	3,5	3,5	1,5	1,5	3	6	5	5	11	5	5	10
	$N = k\,T\,B\,F$ (dBm)	110,0–	97,0–	112,1–	113,2–	114,0–	112,0–	104,5–	122,5–	107,7–	101,0–	108,0–	102,2–	103,0–	93,9–	99,9–	107,2–	94,0–
	N – 6 dB	116,0–	103,0–	118,1–	119,2–	120,0–	118,0–	110,5–	128,5–	113,7–	107,0–	114,0–	108,2–	109,0–	99,9–	105,9–	113,2–	100,0–
أنظمة النفاذ اللاسلكي	القدرة للشعة المكافئة المتاحية (dBm) الخارجية	30																
	ضبط قوة الإرسال (dB)	0																
	عرض النطاق (MHz)	18																
	كسب الهوائي (dBi) (omni)	0																

	10 log (Brad/BWAS)	15,6–	0,5	13,0–	14,8–	15,6–	14,1–	6,5–	22,6–	7,8–	2,6–	12,6–	5,7–	6,5–	3,5–	3,5–	10,8–	2,6–
		185,0	177,0	198,1	189,2	190,0	198,0	190,5	208,5	193,7	172,0	182,3	192,2	186,0	175,8	177,9	171,2	160,0
	موازنة الوصلات لإشارة مُستقبلة لأنظمة النفاذ اللاسلكي في مُستقبل رادار N – 6 dB	169,4	177,0	185,1	174,4	174,4	183,9	183,9	185,9	185,9	169,4	169,7	186,4	179,4	172,3	174,4	160,4	157,4
	عتبة الكشف الضرورية	46,4–	49,0–	51,1–	50,4–	50,4–	49,9–	49,9–	51,9–	51,9–	70,9–	47,4–	38,0–	41,6–	36,4–	50,2–	46,9–	42,9–

التذييل 2
للملحق 5

حساب عتبة الكشف على أساس موازنة الوصلات من أجل الرادارات الجديدة التي تنشرها بعض الإدارات في الإقليم 1

رادار	الوظيفة	بحث جوي
	نوع المنصة	أرضي/محمول على مركبة
	قدرة ذروة الإرسال المطبقة على الهوائي (kW)	15
	عرض النطاق $IF_{3\ dB}$ للمستقبل (MHz)	4
	استقطاب الهوائي	V
	كسب الحزمة الرئيسية للهوائي (dBi)	35
	ارتفاع الهوائي (m)	10
	القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBm)	106,8
	عامل ضوضاء المستقبل (dB)	5
	$N = k\ T\ B\ F$ (dBm)	103–
	$N - 6$ dB	109–
أنظمة النفاذ اللاسلكي	القدرة المشعة المكافئة المتناحية الخارجية (dBm)	30
	ضبط قوة الإرسال (dB)	0
	عرض النطاق (MHz)	18
	كسب الهوائي (omni) (dBi)	0

10 log (Brad/BWAS)	6,5–
خسارة الانتشار لإشارة أنظمة النفاذ اللاسلكي المستقبلة في مستقبل راداري $N - 6$ dB (dB)	175,0
	168,4
عتبة الكشف الضرورية (dBm)	61,7–

ويلاحظ أن هذا الجدول يفترض وجود جهاز واحد لأنظمة النفاذ اللاسلكي قدرته المشعة المكافئة المتناحية تبلغ 1 W وهو ما يقابل أعلى قيمة للقدرة في توزيع إحصائي للقدرة المشعة المكافئة المتناحية المرتبط بنشر أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي (انظر على سبيل المثال الجدول 6 الوارد في الملحق 6). على سبيل المثال، إذا كانت القدرة المشعة المكافئة المتناحية أصغر (< 100 mW) فإنها تؤدي إلى زيادة مقابلة بزهاء 10 dB للعتبة T_{DFS}.

الملحق 6

معلمات ومنهجية إجراء دراسات للتداخل المجمع يشمل أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية وأنظمة الاستدلال الراديوي في النطاق GHz 5

ينبغي استعمال الاعتبارات التالية لتحديد المخطط المرجعي للدراسات التي يتعين إجراؤها لتحديد معلمات اختيار دينامية التردد:

- استعملت التوصية ITU-R M.1461 في حسابات التداخل.
- استعمل نموذج هوائي الرادار الوارد في التذييل 1 بهذا الملحق.
- استعمل نموذج هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي الوارد في التذييل 2 بهذا الملحق.
- استعمل احتمال الكشف (انظر الملحق 4) في دراسات التقاسم لتحديد التداخل الكلي في الرادارات. وحدد هذا الاحتمال لكل خطوة فاصلة.
- استعملت خطوة فاصلة تبلغ درجة واحدة.
- استعملت ثلاث حلقات متمركزة لتعريف نشر أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي كما هو مبين في الجدول 5. يجب تطبيق توزيع منتظم لهذه الأجهزة في كل منطقة حجمية بما فيها الارتفاع.

الجدول 5

توزيع مستعملي أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي

	منطقة حضرية	منطقة الضاحية	منطقة ريفية
نصف القطر من المركز (km)	4–0	12–4	25–12
النسبة المئوية لمستخدمي أنظمة النفاذ اللاسلكي (%)	60	30	10
ارتفاع المباني (m)	30	6	6

- يعمل ما مجموعه 2 753 من أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي في وقت ما على نفس القناة التي يستعملها نظام الاستدلال الراديوي.
- استعمل توزيع القدرة لأنظمة النفاذ اللاسلكي الوارد في الجدول 6.

الجدول 6

توزيع القدرة لأنظمة النفاذ اللاسلكي

سوية القدرة	W 1	mW 200	mW 100	mW 50
مستخدمو أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي (%)	5	25	40	30

- وضعت مخططات رادارات التتبع في البداية باختيار وضعية وزاوية لتسديد البصر عشوائيتين، ثم بتوجيهها مباشرة صوب أفق معاكس.
- وضعت مخططات الرادارات البحرية بدءاً من أفق المنطقة الريفية، ثم تجاه مركز المنطقة الحضرية.
- وضعت مخططات الرادارات المحمولة جواً في البداية بتوجيهها صوب الأفق في المناطق الريفية، ثم بتتبعها فوق مركز المناطق الحضرية.

- ركزت الدراسات على الرادارات التالية:

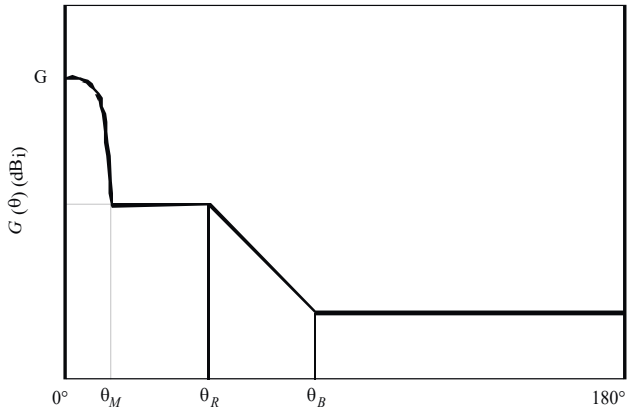
C وI وK وP وS كما تعرّفها التوصية ITU-R M.1638.

- وفي الرادارات المقامة على سطح الأرض استعمل عامل انتشار عشوائي في تحديد خسارة مسير الانتشار لكل جهاز من أجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي. واستخدمت قيمة تتراوح بين 20 و35 $\log D$. بالإضافة إلى ذلك، استعمل توهين انتشار عشوائي للمبنى/الأرض. واستخدمت قيمة تبلغ ما بين 0 و20 dB. وطبق توزيع منتظم في تحديد هذه القيم.
- وبالنسبة للرادارات المحمولة جواً، استعملت خسارة في الفضاء الحر تبلغ +17 dB.
- وبالنسبة للرادارات البحرية، استعملت خسارة في الفضاء الحر تتراوح ما بين 0 و20 dB.
- واستعمل حساب الرؤية المباشرة على أرض منتظمة. واستبعدت أي أجهزة لأنظمة النفاذ اللاسلكي تقع خارج خط البصر المباشر.

التذييل 1
للملحق 6

لا يوجد حالياً في الاتحاد الدولي للاتصالات مخططات مرجعية لهوائيات الرادارات، ولذلك يستخدم الشكل التالي كمخطط أساسي. ويستخدم نموذج كسب الهوائي الإحصائي لتحديد كسب هوائي الرادار في توجهات السمت والارتفاع. ويعطي هذا النموذج كسب الهوائي كدالة للزاوية خارج المحور (θ) لكسب هوائي حزمة رئيسية معينة (G). ويشمل النموذج خوارزميات منفصلة لهوائيات مرتفعة الكسب للغاية، ومرتفعة الكسب ومتوسطة الكسب، وهو ما يقابل هوائيات ذات كسوب أعلى من 40 dBi، وكسوب تتراوح ما بين 22 و48 dBi، وكسوب ما بين 10 و22 dBi على التوالي. ويوضح الشكل 1 الشكل العام لتوزيع كسب الهوائي. ويرد في الجدول 7 المعادلات للزوايا θ_M (الفص الجانبي الأول)، وθ_R (منطقة الفص الجانبي القريب)، وθ_B (منطقة الفص الجانبي البعيد). ويرد في الجدول 8 كسوب الهوائي كدالة للزاوية خارج المحور من أجل الهوائيات مرتفعة الكسب للغاية، وفي الجدول 9 للهوائيات مرتفعة الكسب، وفي الجدول 10 للهوائيات متوسطة الكسب. ويعبر عن الزاوية θ بالدرجات وترد جميع قيم الكسب في شكل ديسيبل بالنسبة لهوائي متناح (dBi).

الشكل 1



M.1652-01

الجدول 7

تعاريف الزوايا

مرتفعة الكسب للغاية (dBi 48 < G)	مرتفعة الكسب (dBi 48 > G > 22)	متوسطة الكسب (dBi 22 > G > 10)
$\theta_M = 50\ (0.25\ G + 7)^{0.5}/10^{G/20}$ $\theta_R = 27.466\ 10^{-0.3G/10}$ $\theta_B = 48$	$\theta_M = 50\ (0.25\ G + 7)^{0.5}/10^{G/20}$ $\theta_R = 250/10^{G/20}$ $\theta_B = 48$	$\theta_M = 50\ (0.25\ G + 7)^{0.5}/10^{G/20}$ $\theta_R = 250/10^{G/20}$ $\theta_B = 131.8257\ 10^{-G/50}$

الجدول 8

معادلات من أجل الهوائيات مرتفعة الكسب للغاية (dBi 48 < G)

فاصل زاوي (درجات)	كسب (dBi)
0 إلى θ_M	$G - 4 \times 10^{-4}\ (10^{G/10})\ \theta^2$
θ_M إلى θ_R	$0.75\ G - 7$
θ_R إلى θ_B	$29 - 25 \log (\theta)$
θ_B إلى 180	13–

الجدول 9

معادلات من أجل الهوائيات مرتفعة الكسب (dBi 48 > G > 22)

فاصل زاوي (درجات)	كسب (dBi)
0 إلى θ_M	$G - 4 \times 10^{-4}\ (10^{G/10})\ \theta^2$
θ_M إلى θ_R	$0.75\ G - 7$
θ_R إلى θ_B	$53 - (G/2) - 25 \log (\theta)$
θ_B إلى 180	$11 - G/2$

الجدول 10

معادلات من أجل الهوائيات متوسطة الكسب (dBi 22 > G > 10)

فاصل زاوي (درجات)	كسب (dBi)
0 إلى θ_M	$G - 4 \times 10^{-4}\ (10^{G/10})\ \theta^2$
θ_M إلى θ_R	$0.75\ G - 7$
θ_R إلى θ_B	$53 - (G/2) - 25 \log (\theta)$
θ_B إلى 180	0

التذييل 2
للملحق 6

مخططات هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي

إن مخطط هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي في وضع توجه سمتي يكون شامل الاتجاهات. وحدد مخطط هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي من توجهات الارتفاع بعد دراسة مخططات هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي. ويرد وصف للمخطط المستعمل في الجدول 11. ومن الملاحظ أن استعمال هوائيات أنظمة النفاذ اللاسلكي الاتجاهية، التي تتمتع بذات القدرة المشعة المكافئة المتناحية، يمكن أن يؤدي إلى تداخل أقل في مُستقبل الاستدلال الراديوي، ولكن يمكن أن يؤدي إلى سويات أعلى بكثير في تداخل ومستقبل أنظمة النفاذ اللاسلكي إذا حدث اقتران في الحزم.

الجدول 11

مخطط هوائي أنظمة النفاذ اللاسلكي المرفوع

زاوية الارتفاع، φ (درجات)	كسب (dBi)
$45 < \varphi \le 90$	4–
$35 < \varphi \le 45$	3–
$0 < \varphi \le 35$	0
$-15 < \varphi \le 0$	1–
$-30 < \varphi \le -15$	4–
$-60 < \varphi \le -30$	6–
$-90 < \varphi \le -60$	5–

من أجل إشعاع قدرة مشعة مكافئة متناحية قدرها 1 W في معظم الأجهزة، ينبغي تيسر كسب هوائي يبلغ 6 dBi. ويرد بالنسبة لهذا المخطط الوصف التالي وفقاً للتوصية ITU-R F.1336:

$$G(\theta) = \max\left[G_1(\theta), G_2(\theta)\right]$$

$$G_1(\theta) = G_0 - 12\left(\frac{\theta}{\theta_3}\right)^2$$

$$G_2(\theta) = G_0 - 12 + 10\log\left[\left(\max\left\{\frac{|\theta|}{\theta_3}, 1\right\}\right)^{-1.5} + k\right]$$

$$\theta_3 = 107.6 \times 10^{-0.1 G_0}$$

حيث:

$G(\theta)$: كسب الهوائي (dBi)

θ: زاوية الارتفاع (درجات)

$k = 0{,}5$

$G_0 = 6$ dBi.

الملحق 7

تحليل نتائج تقييم التداخلات والتوصيات المتعلقة بقيم عتبة اختيار دينامية التردد

يعرض في الملحقين 5 و6 موجزاً لنتائج عمليات المحاكاة باستعمال منهجيات تفصيلية، لمحاكاة التداخل الساكن من جهاز واحد لأنظمة النفاذ اللاسلكي والتداخل المجمع من نشر أنظمة النفاذ اللاسلكي في مستقبل راداري، بالنسبة للرادارات التي تعمل في نطاق 5 GHz.

ويبين الجدول 12 القيم المستمدة من الحسابات في الملحق 5 بالنسبة لحالة التداخل من جهاز واحد لأنظمة النفاذ اللاسلكي.

الجدول 12

القيم المستمدة من الحسابات في الملحق 5

رادار (حسبما ورد في الملحق 5)	تحليل موازنة الوصلات (حسبما ورد في الملحق 5)	–62 dBm لجهاز تبلغ قدرته 1 W
		–55 dBm لجهاز تبلغ قدرته 0,2 W
		–52 dBm لجهاز تبلغ قدرته 0,1 W

يبين الجدول 13 موجزاً لسويات عتبة الحماية المطلوبة الناتجة عن حسابات محاكاة النماذج المجمعة للتداخل.

الجدول 13

سويات عتبة الحماية المطلوبة

نوع الرادار	مخطط المحاكاة	عتبة اختيار دينامية التردد من أجل الحماية (T_{DFS}) (الملاحظة 1)
رادارات دوارة A وC وE وF وG وH وI وJ. الراداران P وQ	المخطط الوارد في الملحق 6	–52 dBm واعتبارات التشغيل المستخدمة في الأنظمة الرادارية
الرادار I	المخطط الوارد في الملحق 6 ولكن ارتفاع هوائي الرادار يتراوح بين 500 و1000 m	–62 dBm
الرادار S	المخطط الوارد في الملحق 6	انظر الملاحظة 2
الرادار K	المخطط الوارد في الملحق 6	–67 dBm
	المخطط الوارد في الملحق 6 ولكن مع تخفيض كثافة الأجهزة إلى النصف	–64 dBm
	المخطط الوارد في الملحق 6 ولكن تبلغ قدرة جميع الأجهزة 50 mW	–62 dBm

الملاحظة 1 – على افتراض أن يبلغ كسب هوائي الاستقبال المعاير 0 dBi من أجل أنظمة النفاذ اللاسلكي.

الملاحظة 2 – وضع التقاسم بين هذا الرادار وأجهزة أنظمة النفاذ اللاسلكي صعب للغاية. وتشير الحسابات الأولية التي تستند إلى النتائج الأساسية إلى أن عتبة كشف اختيار دينامية التردد ينبغي أن تكون أدنى من عتبة ضوضاء الخلفية التشغيلية. واستناداً إلى المناقشات التي جرت، وجد أن هذه الأنظمة مقصورة على الطائرات الحربية. واتفق على عدم أخذ هذا النوع من الرادارات في الاعتبار عند وضع متطلبات عتبة الحماية.

ملاحظات بشأن المعلمات والمنهجيات المستعملة

يمكن إيجاز أثر تغيير المعلمات أو المنهجية المستعملة على النحو التالي:

أ) يؤدي إجراء تخفيض بمقدار النصف في كثافة الأجهزة النشيطة إلى زيادة تبلغ 3 dB في T_{DFS}. وبالمثل، يؤدي مضاعفة كثافة الأجهزة النشيطة إلى انخفاض يبلغ 3 dB في T_{DFS}.

ب) لقوة إرسال مسبب واحد للتداخل في حسابات موازنة الوصلات أثر مباشر dB بالنسبة dB على عتبة الحماية المطلوبة. وفي حالة التحليل المجمع، يتوقف الأثر على توزيع سويات القدرة المستعملة في المحاكاة.

ج) وفي معظم الحالات لا يكون تفاعل المتغيرات في المحاكاة بالنماذج المجمعة بديهياً ولذلك لا يمكن استخلاص استنتاجات بسيطة من التعديلات في متغيرة واحدة.

التوصية ITU-R M.1827-1

مبادئ توجيهية بشأن المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الخدمة المتنقلة للطيران (R) المقتصرة على التطبيقات المستعملة على أرض المطارات في نطاق التردد 091 5-150 5 MHz

(2015-2007)

مجال التطبيق

تعرض هذه التوصية المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الخدمة المتنقلة للطيران (R) (AM(R)S) المقتصرة على التطبيقات المستعملة على أرض المطارات في نطاق التردد 091 5-150 5 MHz، التي ينبغي أن تستعملها الإدارات كمبادئ توجيهية تقنية لتحديد متطلبات التوافق الخاصة بالمحطات المستخدمة على الصعيد العالمي.

كلمات رئيسية

الخدمة المتنقلة للطيران (R)، الخدمة الثابتة الساتلية، مطار، توافق

مختصرات/مسرد

AM(R)S الخدمة المتنقلة للطيران (R) *(Aeronautical mobile (route) service)*

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

FSS الخدمة الثابتة الساتلية *(Fixed satellite service)*

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن محطات الطيران تعمل على أساس وطني وإقليمي ودولي في جميع أنحاء العالم؛

ب) أن حركة محطات الطيران تخضع عادةً لعدد من القواعد واللوائح الوطنية والدولية بما فيها التوافق المرضي مع معيار تقني متفق عليه فيما بين جميع الأطراف والمتطلبات التشغيلية لمنظمة الطيران المدني الدولي؛

ج) أنه لا بد من تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية من أجل اختبار توافق محطات الطيران؛

د) أن من شأن تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الطيران أن يتيح قاعدة تقنية مشتركة لتسهيل مهمة مختلف السلطات الوطنية والإقليمية والدولية في اختبار توافق محطات الطيران، ولتطوير ترتيبات اعتراف متبادل فيما يتعلق بتوافق محطات الطيران؛

هـ) أن المتطلبات التقنية والتشغيلية تستدعي تحقيق توازن مقبول بين تعقيد تجهيزات الاتصالات الراديوية وضرورة الاستعمال الفعّال لطيف التردد الراديوي،

وإذ تضع في اعتبارها أيضاً

أ) متطلب توفير الحماية الكاملة لجميع الخدمات الأولية في النطاق 091 5-150 5 MHz؛

ب) أن نتائج الدراسات التي أجريت عملاً بالقرار **414 (Rev.WRC-03)** أظهرت جدوى استعمال نطاق التردد 091 5-150 5 MHz للخدمة المتنقلة للطيران (R) المقتصرة على التطبيقات المستعملة على أرض المطارات على أساس أولي بموجب شروط معينة؛

ج) أن تحديد قطاع الاتصالات الراديوية للمتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الطيران العاملة في نطاق التردد 091 5-150 5 MHz من شأنه أن يمنع التداخل غير المقبول للخدمات الأخرى؛

د) أن الخصائص التقنية والتشغيلية ينبغي أن تكون دائماً قابلة للقياس والتحكم الدقيقين،

وإذ تدرك

أ) أن نطاق التردد 000 5-250 5 MHz موزع على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS)؛

ب) أن نطاق التردد 030 5-150 5 MHz من المقرر استعماله في تشغيل النظام المعياري الدولي للهبوط بالموجات الصغرية للاقتراب والهبوط الدقيقين. ويستعمل أيضاً نطاق التردد 091 5-150 5 MHz في الخدمة الثابتة الساتلية لوصلات التغذية لأنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وتتمتع متطلبات النظام المعياري الدولي للهبوط بالموجات الصغرية بالأولوية على الاستعمالات الأخرى للنطاق 030 5-091 5 MHz بموجب الرقم **444.5** من لوائح الراديو،

توصي

1 بأن تستخدم الإدارات المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الخدمة المتنقلة للطيران (R) المقتصرة على التطبيقات المستعملة على أرض المطارات في نطاق التردد 091 5-150 5 MHz الواردة في الملحق 1 بمثابة مبادئ توجيهية من شأنها أن تضمن التوافق مع الخدمة الثابتة الساتلية (FSS)؛

2 بأن تعتبر الملاحظة التالية جزءاً من هذه التوصية.

ملاحظة – نظراً لإمكانية وجود حدود أخرى مقبولة وعدم تناول التوصية جميع المتطلبات الأساسية، فإن من اللازم إجراء مزيد من الدراسة، خاصةً فيما يتعلق بنهج التحصيص المرن للنسبة $(\Delta T_s/T_s)$ المستعملة في هذه التوصية.

الملحق 1

المتطلبات الأساسية المتصلة بالتوافق مع شبكات الخدمة الثابتة الساتلية في نطاق التردد 091 5-150 5 MHz

يلخص الجدول 1 الخصائص المفترضة للمستقبِلات في الخدمة الثابتة الساتلية لأغراض الدراسة التحليلية التالية.

الجدول 1

قيم المعلمات المستعملة في حسابات التداخلات الساتلية

المعلمة	الوحدات	HIBLEO-4 FL
درجة حرارة ضوضاء المستقبِل الساتلي T	K	550
المساحة الفعّالة للهوائي عند التردد 120 5 MHz	dB(m^2)	35,6–
تمييز الاستقطاب L_p	dB	1
خسارة التغذية L_{feed}	dB	2,9
عرض نطاق المستقبِل الساتلي B	MHz	1,23
كسب هوائي الاستقبال الساتلي G_r	dBi	4

ملاحظة – يمكن الامتثال لقيم كثافة تدفق القدرة (pfd) المحددة أدناه في ظروف الانتشار في الفضاء الحر.

المتطلبات المتعلقة بالخدمة المتنقلة للطيران (R)

تمثل المتطلبات التالية مبادئ توجيهية تقنية يتعين على الإدارات استخدامها لتحديد متطلبات توافق المحطات لأغراض الاستعمال على الصعيد العالمي. وقد توجد أيضاً حدود أخرى مقبولة لكنها تتطلب مزيداً من الدراسة.

وتستند كثافة تدفق القدرة (pfd) المحددة في هذه الفقرة إلى ضمان ألاّ تتجاوز الزيادة في درجة حرارة ضوضاء ساتل الخدمة الثابتة الساتلية الناجمة عن تشغيل الخدمة AM(R)S (أي $(\Delta T_s/T_s)_{AM(R)S}$) في نطاق التردد 091 5-150 5 MHz أكبر نسبة من النسبتين التاليتين:

$$\%2 \quad (1$$

$$(\Delta T_s/T_s)_{ARNS} - \%5 \quad (2$$

حيث:

$(\Delta T_s/T_s)_{ARNS}$: هي زيادة درجة حرارة الضوضاء الناجمة عن وجود خدمة الملاحة الراديوية للطيران في نفس النطاق.

وترد أدناه ثلاثة أمثلة عن هذا الحساب. ويفترض في المثال الأول أن نسبة $(\Delta T_s/T_s)_{ARNS}$ تساوي 3%. ويفترض في المثال الثاني عدم وجود خدمة الملاحة الراديوية للطيران في النطاق. وأما في المثال الثالث، فيفترض أن نسبة $(\Delta T_s/T_s)_{ARNS}$ أكبر من 3%. وتفترض المنهجية تشغيل 250^2 مرسلاً في الخدمة AM(R)S تعمل في وقت واحد في قناة مشتركة داخل مجال رؤية ساتل الخدمة FSS.

المثال 1: $(\Delta T_s/T_s)_{ARNS}$ = 3%

في هذه الحالة، 5% – $(\Delta T_s/T_s)_{ARNS}$ = 2%، وبالتالي $(\Delta T_s/T_s)_{AM(R)S}$ = 2%، أي –17 dB.

وبافتراض توافر خصائص الخدمة FSS الواردة في الجدول 1، يكون مستوى التداخل المجمَّع الأقصى المسموح به في دخل المستقبِل هو $I_{Agg\text{-}Rec}$:

$$I_{Agg-Rec} = KTB - 17 \text{ dB} = -157.3 \text{ dB(W/1.23 MHz)}$$

حيث:

K: ثابت بولتزمان ($1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K)

T: درجة حرارة ضوضاء المستقبِل (K)

B: عرض نطاق المستقبِل (Hz).

وبالتالي يكون المستوى الأقصى لكثافة تدفق القدرة التي ينتجها مرسل واحد في الخدمة AM(R)S عند دخل هوائي المستقبِل الساتلي هو:

$$\begin{aligned} pfd_{Max} &= I_{Agg-Rec} - Gr + L_{Feed} + L_P - 10\log_{10}(250) + 10\log\left(\frac{4\pi}{\lambda^2}\right) \\ &= -157.3 - 4 + 2.9 + 1 - 23.97 + 35.6 \\ &= -145.77 \text{ dBW}/(\text{m}^2 \times 1.23 \text{ MHz}) \end{aligned}$$

حيث:

Gr: كسب هوائي مستقبِل الخدمة FSS

250: أقصى عدد ممكن لمحطات الخدمة AM(R)S التي ترسل في آنٍ واحدٍ في عرض نطاق مستقبِل الخدمة FSS.

المثال 2: $(\Delta T_s/T_s)_{ARNS} = 0$

في هذه الحالة، 5 % = $(\Delta T_s/T_s)_{ARNS}$ = 5%، وهذه النسبة أكبر من 2%، وبالتالي، $(\Delta T_s/T_s)_{AM(R)S}$ = 5%، أي −13 dB.

وبالتالي:

$$I_{Agg-Rec} = KTB - 13 \text{ dB} = -153.3 \text{ dB(W/1.23 MHz)}$$

وهكذا، يكون المستوى الأقصى لكثافة تدفق القدرة التي ينتجها مرسل واحد في الخدمة AM(R)S عند دخل هوائي المستقبِل الساتلي هو:

$$\begin{aligned} pfd_{Max} &= I_{Agg-Rec} - Gr + L_{Feed} + L_P - 10\log_{10}(250) + 10\log\left(\frac{4\pi}{\lambda^2}\right) \\ &= -153.3 - 4 + 2.9 + 1 - 23.97 + 35.6 \\ &= -141.77 \text{ dBW}/(\text{m}^2 \times 1.23 \text{ MHz}) \end{aligned}$$

المثال 3: $(\Delta T_s/T_s)_{ARNS} < 3\%$

في هذه الحالة، 5 % > $(\Delta T_s/T_s)_{ARNS}$ أصغر من 2%، وبالتالي $(\Delta T_s/T_s)_{AM(R)S}$ = 2%، أي −17 dB، كما هو الحال في المثال 1، والمستوى الأقصى لكثافة تدفق القدرة هو نفسه المستوى الذي يُحصل عليه في المثال 1.

التوصية ITU-R M.2013-0

الخصائص التقنية لأنظمة الملاحة الراديوية للطيران غير الخاضعة لمعايير منظمة الطيران الدولي والعاملة قرابة التردد 1 GHz

(2012)

مجال التطبيق

تصف هذه التوصية الخصائص التقنية ومعايير الحماية لأنظمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) العاملة قرابة التردد 1 GHz وغير الخاضعة لمعايير منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) لاستخدامها في دراسات التوافق. وهي تخص أنظمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) غير التابعة لمنظمة الطيران المدني الدولي العاملة في البلدان المشار إليها في الرقم 312.5 من لوائح الراديو، وأنظمة الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN).

إن جمعية الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) هو نظام ملاحة راديوية للطيران يستخدم على أساس وطني ويعمل في النطاق الترددي 960-215 1 MHz؛

ب) أن الطائرات المدنية والحكومية على السواء تستخدم نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN)؛

ج) أن نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) يكافئ وظيفياً معدات قياس المسافة (DME) المعيارية لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)؛

د) أن نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) يوفر خاصية وظيفية تزيد عما يتوفر في معدات قياس المسافة (DME) تلك، أي الحصول على معلومات التقويم الزاوي؛

هـ) أن هذه الخاصية الوظيفية الإضافية تفرز خصائص تقنية تختلف عن تلك الموجودة في معدات قياس المسافة (DME)، وقد تتطلب حساباً إضافياً في دراسات التوافق في المستقبل؛

و) أن استخدام نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) يشمل أيضاً التطبيقات على متن السفن وتطبيقات جو–جو،

إذ تلاحظ

أ) أنه يجب وفقاً **للقرار** (WRC-07) 417 أن تعطى الأسبقية لأنظمة خدمة الملاحة الراديوية للطيران العاملة في النطاق 960-164 1 MHz؛

ب) أن دراسات قطاع الاتصالات الراديوية قد أظهرت الحاجة لإجراء دراسات توافق أكثر تفصيلاً في مواقع محددة بين نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) ونظام الخدمة المتنقلة للطيران (المسير) (AM(R)S) وذلك بعد تطبيق هذه الخدمة في النطاق الترددي 960-164 1 MHz،

توصي

بأن تستخدم دراسات التوافق الخصائص ومعايير الحماية الواردة في الملحقين.

الملحق 1

نظام الملاحة الجوية التكتيكية

إن نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) هو نظام يستخدم على أساس وطني ويعمل في النطاق الترددي 960-1 215 MHz. ويتألف هذا النظام من مستجوب على متن طائرة ومنار راديوي يعطي الأجوبة. وفي معظم الحالات، تكون منارات TACAN منشآت ثابتة رابضة في الأرض، ولكن هناك أيضاً منارات متنقلة بحرية ومتنقلة للطيران. ويمكن أن تتحقق مديات تصل إلى 400 ميل بحري (740 كيلومتراً) حسبما يتولد من كثافة القدرة المشعة المتناحية (e.i.r.p.) وحسب تصميم ميل المستجوب، بيد أن المدى محدود عملياً بخط البصر الراديوي (RLOS) الأقصى. فترسل وحدة الطائرة أزواج نبضية منتظمة تدعى نبضات استجواب تستقبلها منشآت رابضة في الأرض (منارات راديوية). ويبلغ عرض النبضة في نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) 3,5 µs عند 50% من نقاط الاتساع. ويبلغ التباعد بين زوج نبضات الاستجواب 12 µs (قناة X) أو 36 µs (قناة Y). وبعد استقبال زوج نبضات الاستجواب، تختبر المحطة الأرضية شكل النبضة وتباعدها. فإن وقعت ضمن حدود القبول، يُرد عليها بإرسال جواب عقب تأخير ثابت بتخالف ترددي عن تردد الاستجواب قدره ±63 MHz وفقاً للقناة المختارة على الشفرة النبضية. وفي المنار، يبلغ التباعد بين نبضتي الجواب 12 µs (قناة X) و30 µs (قناة Y). وإثر استقبال الجواب، يحسب المستجوب المسافة اللحظية لمدى الميل إلى المنار من الوقت المنقضي بين إرسال الاستجواب واستقبال أزواج نبضات الجواب.

وسيستقبل المنار استجوابات من العديد من الطائرات، وبالتالي سوف يرسل أجوبة كثيرة. ويولد كل مستجوب نمطاً فريداً بتغيير الوقت بين أزواج النبضات، ضمن حدود معينة، لتجنب توليد أجوبة متزامنة. وحسب هذا المبدأ، تستطيع كل منصة أن تتعرف، من بين جميع أزواج النبضات، على أجوبة استجواباتها.

ولأغراض تحديد الهوية، يرسل منار الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) شفرة هوية مورس. وتُستخدم نغمة الهوية في المستجوبات المحمولة جواً للتحقق مما إذا كان المنار الصحيح يوفر قراءات المدى. وإلى جانب الجوبة النبضية، فإن الاستقبال السليم لنغمة الهوية هو شرط هام أيضاً كي تعمل مستجوبات TACAN على الوجه الصحيح.

وبالإضافة إلى قياسات المدى، توفر الملاحة الجوية التكتيكية أيضاً معلومات التقويم الزاوي السمتي. وتتوفر معلومات التقويم الزاوي بتطبيق التشكيل في اتساع النبضات التي يرسلها المنار الأرضي. ويُستحدث تشكيل اتساع النبضة (PAM) بواسطة هوائي منار يقوم بمسح ميكانيكي أو إلكتروني. والاختلاف في مخط الإشعاع السمتي في شكل فصوص الهوائي بترددي 15 Hz و135 Hz عند مؤشر 55% الأقصى المسموح به للتشكيل سيخفض مستوى إشارة النبضات الجوابية بما يصل إلى 10,7 dB دون مستوى كثافة القدرة المشعة المتناحية (e.i.r.p.) للنبضات الخالية من تشكيل اتساع النبضة. ولكي يستطيع المستجوب أن يفك شفرة توجه المخطط الإشعاعي للهوائي بالنسبة إلى الشمال من تشكيل اتساع النبضة، يرسل المنار 900 من أزواج النبضات الإضافية المؤلفة من مجموعة نبضات مرجعها الشمال (NRPG) ومجموعات إضافية من النبضات دقيقة المرجع (RPG). وللحصول على معلومات دقيقة عن التقويم الزاوي والتمكن من تقديم إجابة لمائة طائرة على الأقل بكفاءة جوابية تبلغ 70%، لا بد من إرسال عدد ثابت لا يقل عن 600 3 من أزواج النبضات.

ويُستخدم نظام الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) للملاحة الجوية للطيران في الطائرات المدنية والحكومية على السواء. وعندما يستخدمه الطيران المدني، تكون معدات هذا النظام متكافئة وظيفياً مع معدات قياس المسافة (DME) المعيارية لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO). وترد في الجدول 1.1 خصائص نظام الملاحة الجوية التكتيكية.

الجدول 1.1

الخصائص النمطية لمحطات الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN)

الغرض	الوحدات	أنظمة راديوية للملاحة الجوية (960-1 215 MHz)				
اتجاه الإرسال الراديوي		أرض–طائرة	طائرة–أرض	أرض–طائرة بحراً	طائرة–أرض بحراً	طائرة–طائرة
المدى الترددي العامل	(MHz)	962-1 213	1 025-1 150	962-977	1 025-1 088	1 025-1 151
مدى التشغيل (محدود بخط البصر الراديوي(RLOS)	(Km)	حتى 600	حتى 600	حتى 600	حتى 600	حتى 740
المعلومات المرسَلة		إشارات الإجابة بشأن المدى والتقويم الزاوي، معلومات تعرف الهوية	إشارات طلب المدى والتقويم الزاوي	إشارات الإجابة بشأن المدى والتقويم الزاوي، تعرف الهوية	إشارات طلب المدى والتقويم الزاوي	إشارات الإجابة بشأن المدى والتقويم الزاوي، تعرف الهوية
خصائص المرسل						
اسم المحطة		منار	مستجوب	منار	مستجوب	منار
الارتفاع فوق الأرض	(m)	3 (ft 10)	حتى 18 288 (ft 60 000)	3 (ft 10)	حتى 18 288 (ft 60 000)	حتى 18 288 (ft 60 000)
نمط الإشارة		نبضية	نبضية	نبضية	نبضية	نبضية
تباعد القنوات	(MHz)	1	1	1	1	1
نمط التشكيل		شكل النبضة وتباعد زوج النبضات	شكل النبضة وتباعد زوج النبضات	شكل النبضة وتباعد زوج النبضات	شكل النبضة وتباعد زوج النبضات	شكل النبضة وتباعد زوج النبضات
قدرة المرسل (النبضي)	(dBW)	39 (بالحد الأقصى)	33 (بالحد الأقصى)	39 (بالحد الأقصى)	33 (بالحد الأقصى)	33 (بالحد الأقصى)
طول النبضة	(µs)	3,5 ± 0,5 (اتساع 50%)	3,5 ± 0,5 (اتساع 50%)	3,5 ± 0,5 (اتساع 50%)	3,5 ± 0,5 (اتساع 50%)	3,5 ± 0,5 (اتساع 50%)
عامل التشغيل النمطي	(%)	2,52	0,105	2,52	0,105	0,735
نمط الهوائي		صفيف دائري	شامل الاتجاهات	صفيف دائري	شامل الاتجاهات	صفيف دائري
الكسب النمطي للهوائي	dBi	6	0	6	0	6

الغرض	الوحدات	أنظمة راديوية للملاحة الجوية (960-1 215 MHz)				
خصائص المستقبِل						
محطة استقبال		محطة طائرة	مطار ومحطة أرضية على المسير	محطات طائرات	محطة	محطة طائرة
المدى الترددي العامل	(MHz)	962-1 213	1 025-1 150	962-977	1 025-1 088	1 025-1 151
الارتفاع فوق الأرض	(m)	حتى 20 880 (60 000 ft)	3 (10 ft)	حتى 20 880 (60 000 ft)	3 (10 ft)	حتى 20 880 (60 000 ft)
عرض نطاق 3 dB للمستقبِل	(MHz)	2	4,5-2	2	4,5-2	4,5-2
كسب الهوائي الأقصى/الأدنى	(dBi)	5,4/0	9,1/4,1	5,4/0	9,1/4,1	5,4/0
الاستقطاب		عمودي	عمودي	عمودي	عمودي	عمودي
حساسية المستقبِل	(dBW)	122–	122–	122–	122–	122–
أقصى مستوى مقبول للتداخل على أساس القدرة المستقبلة	(dBW)	129–	130–	129–	130–	129–

ملاحظة – تم الحصول على نسب الحماية المبينة في الجدول 1.1 للإشارات غير النبضية. وفي حالة الإشارات النبضية، يلزم تنفيذ دراسات إضافية. وفي هذا الصدد، تُعتبر الإشارات التي طول النبضة فيها عن 50 µs إشارات غير نبضية أو مستمرة.

ملاحظة – يؤخذ كسب الهوائي المحمول جواً من التوصية ITU-R M.1642-1.

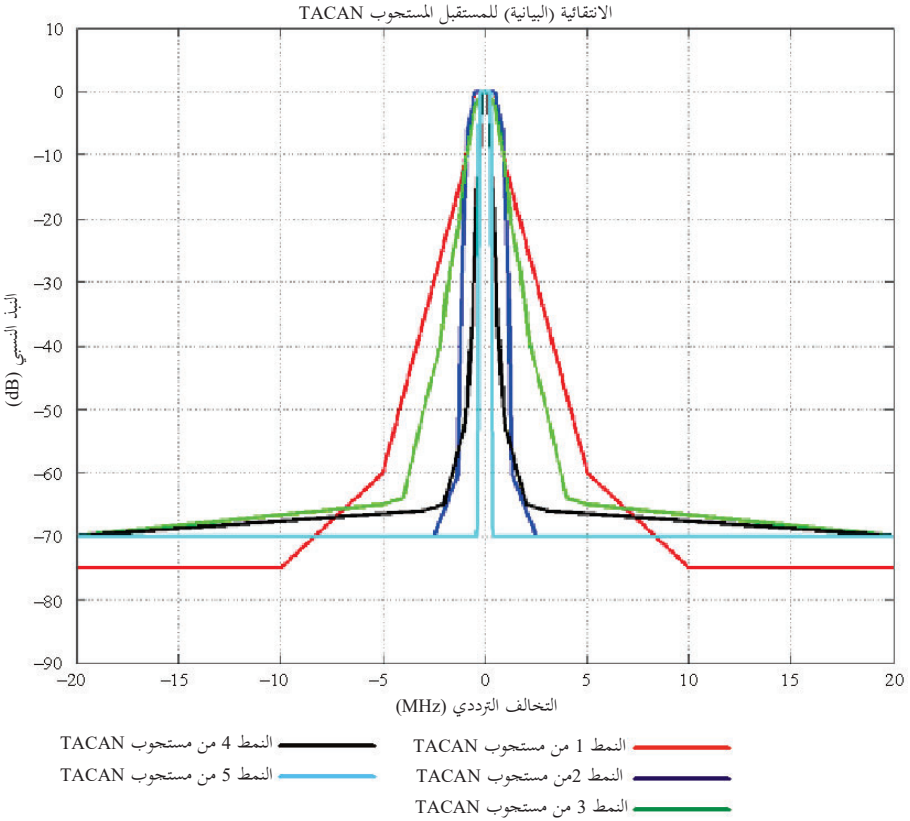
ملاحظة – أظهرت القياسات على بعض أجهزة TACAN أن حساسية TACAN لقياسات المسافات والزوايا لا تختلف إلا بمقدار 3 dB في مستقبل مستجوب TACAN (–90 dBm لقياس المسافة و–87 dBm للقياس الزاوي).

توجد لدى مختلف الإدارات قاعدة واسعة من معدات الملاحة الجوية التكتيكية (TACAN) المركّبة، في شكل محطات أرضية (منارات) وكذلك محطات طائرات (مستجوبات). وتختلف الخصائص التقنية الفعلية لأنواع المعدات المختلفة. وأحد العوامل الهامة التي تحدد تأثير التداخل هو منحنى انتقائية المستقبِل. ويبين الشكل 1 منحنيات انتقائية المستقبِل لخمسة أنواع من معدات مستجوب الملاحة الجوية التكتيكية. ويتضح أن هناك انتشاراً كبيراً في الانتقائية لمختلف أنماط مستقبلات الملاحة الجوية التكتيكية. وينبغي أن تؤخذ جميع المستجوبات من نمط الملاحة الجوية التكتيكية بعين الاعتبار في دراسات التوافق من أجل ضمان الحماية الكافية لهذا التطبيق في خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS)، بما في ذلك الخواص الوظيفية المحددة للمدى والسمت على السواء.

ويبين الشكل 2.1 منحنى الانتقائية لمنار نمطي للملاحة الجوية التكتيكية (TACAN). وهذه الانتقائية أسوأ من انتقائيات مستقبلات مستجوب الملاحة الجوية التكتيكية.

الشكل 1.1

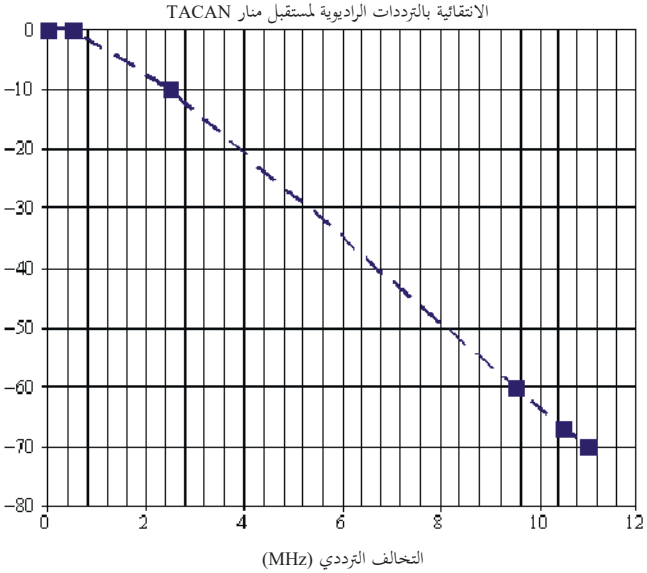
منحنيات انتقائية الترددات الراديوية (RF) لمستقبل (مستجوب) محطة محمولة جواً



F.5-1007-01

الشكل 1.2

منحنيات انتقائية الترددات الراديوية (RF) لمستقبل (منار) محطة أرضية



F.5-1007-02

الملحق 2

أنظمة الملاحة الراديوية للطيران غير الخاضعة لمعايير منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والعاملة في البلدان المشار إليها في الرقم 312.5 من لوائح الراديو

إن البلدان المشار إليها في الرقم 312.5 من لوائح الراديو تشغِّل على وجه التحديد أنظمة الملاحة الراديوية للطيران من الأنماط الثلاثة التالية:

– النمط 1: تشير أنظمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) من النمط الأول إلى أنظمة تحديد زوايا الاتجاه والمدى. وقد صممت هذه الأنظمة لإيجاد السمت ومدى الميل لطائرة وكذلك لمراقبة منطقة والملاحة بين الطائرات. وهي تتألف من المحطات المحمولة جواً والرابضة في الأرض. وتولد المحطات المحمولة جواً الإشارات الطالبة المرسلة عبر هوائيات شاملة الاتجاهات وتُستقبل هذه الإشارات في المحطات الأرضية للملاحة الراديوية للطيران التي تعمل أيضاً بأسلوب أحادي. وتولد المحطات الأرضية إشارات الإجابة وترسلها، وهي إشارات تحوي معلومات السمت والمدى. فتُستقبل تلك الإشارات وتُفك شفرتها في المحطات المحمولة جواً للملاحة الراديوية للطيران. وترسل محطات النمط الأول الإشارات الطالبة لبيانات السمت والمدى خارج النطاق الترددي 960-164 MHz 1. وبعد استقبال إشارة طالبة، ينحصر استخدام المحطات الأرضية في الملاحة الراديوية للطيران للنطاق الترددي 960-164 MHz 1 في إرسال بيانات تحديد

المدى كي تستقبلها المحطات المحمولة جواً للملاحة الراديوية للطيران. وهكذا فإن أنظمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) من النمط الأول لا تستخدم النطاق الترددي 960-164 1 MHz إلا لإرسال الإشارات في الاتجاه أرض–جو. ويبلغ المدى الأقصى لتشغيل النمط الأول من أنظمة الملاحة الراديوية للطيران 400 km. ويُتوقع الكف عن استخدام النمط الأول من أنظمة الملاحة الراديوية للطيران المذكورة أعلاه في بعض من البلدان المذكورة في الرقم 312.5 من لوائح الراديو.

– النمط 2: صُممت أنظمة تحديد زوايا الاتجاه والمدى من النمط الثاني في الملاحة الراديوية للطيران لأداء نفس مهام النمط الأول من أنظمة الملاحة الراديوية للطيران. ويتمثل الفارق الأساسي لمحطات النمط الثاني في أن المحطات المحمولة جواً ترسل الإشارات الطالبة في نفس النطاق الترددي للإشارات المجيبة المرسلة من المحطات الأرضية. وعلاوة على ذلك، يمكن لمحطات الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) الرابضة في الأرض من النمط الثاني أن تعمل بالأسلوبين الاتجاهي وشامل الاتجاهات كليهما. فيتيح الأسلوب الاتجاهي زيادة عدد القنوات التشغيلية في محطات الملاحة الراديوية للطيران. ويبلغ المدى الأقصى لتشغيل النمط الأول من أنظمة الملاحة الراديوية للطيران 400 km. ومن المخطط أن يُستخدم مجمل النطاق الترددي 960-164 1 MHz الموزع للملاحة الراديوية للطيران من أجل زيادة المرونة في تشغيل أنظمة النمط الثاني للملاحة الراديوية للطيران. وتتجلى خصوصية تصميم هذه الأنظمة في تطبيق مرشاح توليف عريض النطاق على مدخل مستقبِل في الملاحة الراديوية للطيران، وهو ما تمليه ضرورة استقبال إشارات على عدة قنوات في وقت واحد. ويبلغ عرض نطاق مستوى 3 dB لهذا المرشاح 22 MHz. وهو يتيح استقبال ما يصل إلى 5 قنوات من بين 30 قناة متراكبة عرض كل منها 4,3 MHz. ويتيح الاستخدام المتزامن للمرشاح عريض النطاق وجهاز الترابط زيادة دقة قياس بيانات موضع الطائرة وكذلك نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل (*C/N*) في مدخل المستقبِل. ويمكن للنمط 2 من الملاحة الراديوية للطيران أن يعمل في عدد محدود من البلدان المذكورة في الرقم 312.5 من لوائح الراديو.

– النمط 3: صُممت أنظمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) من النمط الثالث لتعمل في مراحل الاقتراب من المهبط والهبوط للرحلة الجوية. ويوفر هذا النظام وظائف التحكم في الوجهة والمدى ومسير الانحدار عند اقتراب الطائرة من المهبط وهبوطها. يمكن وللمحطات الأرضية من النمط الثالث في الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) أن تعمل بالأسلوبين الاتجاهي وشامل الاتجاهات كليهما. ولا يتجاوز مدى تشغيل النمط الثالث من أنظمة الملاحة الراديوية للطيران 60 km. ويُستخدم النطاق الترددي 960-164 1 MHz لتشغيل القنوات المصممة للتحكم في الانحدار والمدى بين محطات الملاحة الراديوية للطيران المحمولة جواً والأرضية. ويمكن للنمط 3 من الملاحة الراديوية للطيران أن يعمل في عدد محدود من البلدان المذكورة في الرقم 312.5 من لوائح الراديو.

ويورد الجدول 1.2 أدناه وصفاً تقنياً موجزاً لأنظمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS).

إذن، تعمل محطات الأنظمة غير الخاضعة لمعايير منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) مستخدمةً وصلات جو–أرض وأرض–جو تتكون من مستقبلات ومرسلات أرضية ومحمولة جواً.

الجدول 1.2

الخصائص النمطية لمحطات الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) العاملة في البلدان المشار إليها في الرقم 312.5 من لوائح الراديو

خصائص نظام ARNS		النمط 1	النمط 2		النمط 3	
الغرض	الوحدات	الأنظمة الراديوية للملاحة قصيرة المدى	الأنظمة الراديوية للملاحة قصيرة المدى		الأنظمة الراديوية للاقتراب من المهبط والهبوط	
المدى الترددي العامل		960-1 000,5	960-1 164			
اتجاه الخط الراديوي	(MHz)	"أرض–طائرة"	"أرض–طائرة"	"طائرة–أرض"	"أرض–طائرة"	"طائرة–أرض"
مدى التشغيل		حتى 400	حتى 400	حتى 400	حتى 45	حتى 45
المعلومات المرسلة	(km)	إرسال إشارات سمتية، وإشارات إجابة بشأن المدى، وبيان طلب	إرسال إشارات سمتية، وإشارات إجابة بشأن المدى، وبيان طلب	إرسال إشارة طلب المدى وإشارة إجابة بيانية	إرسال إشارات في مسير الانحدار وقنوات المسار وإشارات الإجابة بشأن المدى	إرسال طلب المدى
خصائص المرسل						
اسم المحطة		المطار والمحطات الأرضية أثناء المسير	المطار والمحطات الأرضية أثناء المسير	محطة الطائرة	المحطة الأرضية للطائرة	محطة الطائرة
صنف البث		700KPXX	4M30P1N	4M30P1D	700KP0X؛ 4M30P1N	700KP0X؛ 4M30P1N
تباعد القنوات	(MHz)	0,7	0,7	0,7	0,7	2
نمط التشكيل		نبضي	نبضي	نبضي	نبضي	نبضي
قدرة المرسل (النبضي)	(dBW)	45-20	39-29	33-27	30-3	33-5
عامل التشغيل	(%)	0,066 ؛0,018	0,064 - 0,3	0,00765	0,025 ؛0,04	0,009
متوسط قدرة الخرج (الأدنى/الأقصى)	(dBW)	7,6/13,2	7,1/13.8	8,2–	4–/6–	7,5–
طول النبضة	(µs)	5,5 ؛1,5	5,5 ؛1,5 ؛1,25	1,5	1,7	1,7
نمط الهوائي		شامل الاتجاهات	صفيف هوائيات	شامل الاتجاهات	صفيف هوائيات	شامل الاتجاهات
كسب الهوائي الأدنى/الأقصى	(dBi)	6/0	15,6	3/10–	10/0	1,5/3–
الارتفاع فوق الأرض	(m)	10	10	حتى 12 000	10	حتى 12 000

الجدول 1.2 (تتمة)

خصائص نظام ARNS		النمط 1	النمط 2		النمط 3	
الغرض	الوحدات	الأنظمة الراديوية للملاحة قصيرة المدى	الأنظمة الراديوية للملاحة قصيرة المدى		الأنظمة الراديوية للاقتراب من المهبط والهبوط	
خصائص المستقبل						
محطة الاستقبال		محطة الطائرة	محطة الطائرة	المطار والمحطات الأرضية أثناء المسير	محطة الطائرة	المحطة الأرضية في المطار
الارتفاع فوق الأرض	(m)	حتى 12 000	حتى 12 000	10	حتى 12 000	10
عرض نطاق المستقبل في مستوى 3 dB	(MHz)	1,5	22	22	7	7
حرارة ضوضاء المستقبل، K	(K)	400	1 060	550	400	400
كسب الهوائي الأدنى/الأقصى	(dBi)	1,5/3–	3/10–	14	1,5/3–	10/0
الاستقطاب		أفقي	أفقي	أفقي	أفقي	أفقي
حساسية المستقبِل	(dBW)	120–	118–	125–	120–…110–	113–
نسبة الحماية *C/I*	(dB)	25	17	20	25	25

ملاحظة – تم الحصول على نسب الحماية المبينة في الجدول 1.2 للإشارات غير النبضية. وفي حالة الإشارات النبضية، يلزم تنفيذ دراسات إضافية. وفي هذا الصدد، تُعتبر الإشارات التي طول النبضة فيها عن 50 µs إشارات غير نبضية أو مستمرة.

التوصية ITU-R RS.2065-0

حماية وصلات خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) في الاتجاه فضاء–أرض في النطاقين 400 8-450 MHz و450 8-500 MHz من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول 600 9 MHz

(2014)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية تقنيات التخفيف التي يمكنها الحد من الإرسالات غير المرغوبة لأنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) في نطاق خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) وتوصي بأن توفر أنظمة EESS (النشيطة) هذه حماية تامة لعمليات رحلات خدمة الأبحاث الفضائية (الفضاء السحيق) أثناء أحداثها الحرجة وأن تمنع إلحاق الضرر بمستقبلات المحطات الأرضية لخدمة الأبحاث الفضائية في جميع الأوقات.

الكلمات الرئيسية

الأحداث الحرجة، الضرر، الفضاء السحيق، المحطات الأرضية، خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة)، التداخل، التخفيف، الحماية، معيار، مستقبِل، رادار ذو فتحة تركيبية، التشبع، فضاء–أرض، خدمة الأبحاث الفضائية، الإرسالات غير المرغوبة.

المختصرات/مسرد المصطلحات

EESS خدمة استكشاف الأرض الساتلية *(Earth exploration satellite service)*

LFM التشكيل الخطي للترددات *(Linear FM (frequency modulation))*

SAR رادار ذو فتحة تركيبية *(Synthetic aperture radar)*

SRS خدمة الأبحاث الفضائية *(Space research service)*

TR الإرسال والاستقبال *(Transmit and receive)*

توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة

التوصية ITU-R RS.2043 خصائص الرادارات ذات الفتحة التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول 600 9 MHz

التوصية ITU-R SA.609 معايير الحماية لوصلات الاتصالات الراديوية بسواتل البحث المأهولة أو غير المأهولة القريبة من الأرض

التوصية ITU-R SA.1014 متطلبات الاتصالات لمركبات أبحاث الفضاء البعيد المأهولة وغير المأهولة

التوصية ITU-R SA.1157 معايير الحماية بشأن أبحاث الفضاء السحيق

التوصية ITU-R SM.1541 البث غير المطلوب في مجال البث خارج النطاق

التقرير ITU-R RS.2308 التوافق من حيث الترددات الراديوية بين الإرسالات غير المرغوبة الصادرة عن الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية العاملة في النطاق 9 GHz وخدمات استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) والأبحاث الفضائية (المنفعلة) والأبحاث الفضائية والفلك الراديوي العاملة في نطاقي التردد 400 8-500 MHz و10,6-10,7 GHz، على التوالي.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن نطاق التردد 300 9-800 9 MHz موزع على أساس أولي للخدمة EESS (النشيطة)؛

ب) أن نطاق التردد 800 9-900 9 MHz موزع على أساس ثانوي للخدمة EESS (النشيطة)؛

ج) أن نطاق التردد 400 8-450 8 MHz موزع على أساس أولي للوصلات فضاء–أرض في الخدمة SRS (الفضاء السحيق)؛

د) أن نطاق التردد 450 8-500 8 MHz موزع على أساس أولي للوصلات فضاء–أرض في الخدمة SRS؛

هـ) أن الأنظمة العاملة برادارات نشيطة في نطاق التردد 300 9-900 9 MHz تستعمل إرسالات عالية القدرة في الاتجاه فضاء–أرض؛

و) أن المحطات الأرضية للخدمة SRS (الفضاء السحيق) العاملة في نطاق التردد 400 8-450 8 MHz على النحو المبين في التوصية ITU-R SA.1014 هي مستقبلات شديدة الحساسية؛

ز) أن هذه المحطات الأرضية تدعم أيضاً رحلات الخدمة SRS، من قبيل الرحلات إلى نقاط لاغرانج وإلى القمر، في نطاق التردد 450 8-500 8 MHz؛

ح) أن معايير حماية رحلات الخدمة SRS (الفضاء السحيق) في نطاق التردد 400 8–450 8 MHz محددةٌ في التوصية ITU-R SA.1157 ومعايير حماية الخدمة SRS في نطاق التردد 450 8-500 8 MHz محددةٌ في التوصية ITU-R SA.609؛

ط) أن الإرسالات غير المرغوبة للخدمة EESS (النشيطة) العاملة في نطاق التردد 300 9-900 9 MHz قد تتجاوز معيار حماية الخدمة SRS (الفضاء السحيق) في النطاق 400 8-450 8 MHz؛

ي) أن نطاق التردد 400 8-450 8 MHz مستعملٌ في معظم رحلات الخدمة SRS (الفضاء السحيق) لدعم أحداثها الروتينية والحرجة وأن نطاق التردد 450 8-500 8 MHz مستعملٌ في معظم رحلات الخدمة SRS إلى نقاط لاغرانج وإلى القمر؛

ك) أن نجاح رحلات الفضاء السحيق غالباً ما يتوقف على الأحداث الحرجة للخدمة SRS (الفضاء السحيق)، من قبيل الإطلاق والوضع في المدار والتحليق فوق الكواكب والدخول والنزول والهبوط، بما في ذلك عودة العينة؛

ل) أن التداخل المواكِب للأحداث الحرجة لرحلات الخدمة SRS (الفضاء السحيق) يمكن أن يؤدي إلى خسارة بيانات بالغة الأهمية أو قد يعرض سلامة المركبة الفضائية للخطر؛

م) أن من الممكن، أثناء العمليات الروتينية لرحلات الخدمة SRS (الفضاء السحيق)، قبول الإرسالات غير المرغوبة للخدمة EESS (النشيطة)، التي يكون احتمال تجاوزها لمعيار حماية الخدمة SRS (الفضاء السحيق) ضئيلاً جداً؛

ن) أن الإرسالات غير المرغوبة للخدمة EESS (النشيطة) قد تتجاوز مستويات تشبع مستقبلات المحطات الأرضية للخدمة SRS الوارد وصفها في الملحق 1 وقد تتجاوز أيضاً مستويات إلحاق الضرر بهذه المستقبلات،

توصي

1 بأن أنظمة الرادارات ذات الفتحات التركيبية (SAR) العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) ينبغي أن تستعمل الطرائق الوارد وصفها في الملحق 2 للحد من إرسالاتها غير المرغوبة في نطاق التردد 400 8–500 8 MHz من أجل يلي:

أ) تفادي إلحاق الضرر في جميع الأوقات بمستقبلات المحطات الأرضية للخدمة SRS؛

ب) الحد من احتمال تشبع مستقبلات المحطات الأرضية للخدمة SRS؛

ج) تفادي التسبب في تداخل يتجاوز معايير حماية المحطات الأرضية للخدمة SRS (الفضاء السحيق) أثناء الأحداث الحرجة؛

2 كملاذ أخير، في حالة عدم الامتثال التام لما ورد في الفقرة **1** من *توصي* من خلال تطبيق الطرائق الوارد وصفها في الملحق 2، بأن يتنبأ مشغلو أنظمة SAR العاملة في الخدمة EESS بأيّ أحداث تداخل محتمل متبقية وأن يخففوا منها بتنسيق عملياتهم مع مشغلي رحلات الخدمة SRS قبل موعد أيّ حدث بمدة لا تقل عن سبعة أيام بالنسبة للعمليات الروتينية للرادارات SAR العاملة في الخدمة EESS وبمدة لا تقل عن 24 ساعةً بالنسبة لحيازة صور الرادارات SAR العاملة في الخدمة EESS في حالات الطوارئ مثل إدارة الكوارث؛

3 تيسيراً لاستخدام بعض تقنيات التخفيف وكذلك التنسيق التشغيلي، بأن يتقاسم كلٌّ من مشغلي أنظمة SAR العاملة في الخدمة EESS وأنظمة الخدمة SRS خصائص عملياتهم المتعلقة بالمدارات والاتصالات، بما في ذلك المسار المحدَّث للرحلات وتسديد الهوائي وتحديد مواعيد الأحداث الحرجة؛

4 بأن مستويات إلحاق الضرر والتشبع الواردة في الجدول 1 من الملحق 1 تنطبق في حالة تطبيق الفقرات **1** و**2** و**3** من *توصي*؛

5 بأن الفقرات **1** و**2** و**3** و**4** من *توصي* ينبغي ألاّ تنطبق سوى على المحطات الأرضية للخدمة SRS المدرجة في التوصية ITU-R SA.1014.

الملحق 1

إلحاق الضرر بالطرف الأمامي لمستقبلات المحطات الأرضية لخدمة الأبحاث الفضائية في الفضاء السحيق والتسبب في تشبع هذا الطرف

يرد في التوصية ITU-R SA.1014 وصف لمواقع وخصائص مستقبلات خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) للفضاء السحيق. وقد حددت وكالة الفضاء المدني الأمريكية، والإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA)، ووكالة الفضاء الأوروبية (ESA) خصائص مستويات التشبع ومستويات الضرر المحتملة في مستقبلات محطاتها الأرضية للفضاء السحيق. وتُلخص هذه المستويات في الجدول 1-A1 أدناه.

الجدول 1-A1

مستويات التشبع وإلحاق الضرر في مستقبلات المحطات الأرضية للخدمة SRS (الفضاء السحيق)

المعلمة	الوحدة	NASA	ESA
نطاق التردد	MHz	8 700–8 200	8 500–8 400
مستوى التشبع	dBW	115–	117–
مستوى إلحاق الضرر	dBW	105–	107–

وتقاس مستويات التشبع وإلحاق الضرر مباشرةً عند مطراف دخل الأطراف الأمامية للمستقبلات. وقد صُممت مستقبلات المحطات الأرضية للخدمة SRS في الفضاء السحيق لوكالة NASA لكي تدعم أيضاً رادارات المنظومة الشمسية التابعة للوكالة والعاملة في النطاق 500 8-700 8 MHz الموزع لخدمة التحديد الراديوي للموقع.

وصُممت المحطات الأرضية للخدمة SRS، كما ورد وصفها في التوصية ITU-R SA.1014، أيضاً لدعم رحلات الخدمة SRS، مثل الرحلات إلى نقاط لاغرانج والرحلات إلى القمر في النطاق 450 8-500 8 MHz. وينبغي عدم تجاوز مستويات إلحاق الضرر المذكورة في أيّ وقت من الأوقات. وينبغي أن تظل الإرسالات غير المرغوبة الصادرة عن الخدمة EESS (النشيطة) دون مستوى التشبع أثناء الأحداث الحرجة لرحلات الفضاء السحيق للخدمة SRS. وعادةً ما تستخدم المحطات الأرضية للخدمة SRS، التي لا يرد وصفها في التوصية ITU-R SA.1014، تكنولوجيات مختلفة للطرف الأمامي للترددات الراديوية. وهي عادةً أقل تعرضاً للتشبع والضرر الناجمين عن الإرسالات غير المرغوبة للخدمة EESS (النشيطة).

الملحق 2

تقنيات التخفيف للحد من الإرسالات غير المرغوبة من أنظمة الخدمة EESS (النشيطة) حول 9 600 MHz إلى الخدمة SRS العاملة في نطاقي الترددات 400 8-450 8 MHz و450 8-500 8 MHz

يعرض هذا الملحق حسابات الإرسالات غير المرغوبة النظرية لأنظمة الخدمة EESS (النشيطة) حول 9 600 MHz باستخدام المعلمات الخاصة بالرادارات ذات الفتحات التركيبية SAR-1 وSAR-2 وSAR-3 الواردة في التوصية ITU-R RS.2043. ويتناول تقنيات تخفيف عديدة للحد من الإرسالات غير المرغوبة من نظام الخدمة EESS (النشيطة) إلى الخدمة SRS في الفضاء السحيق في النطاق 400 8-450 8 MHz وإلى الخدمة SRS في النطاق 450 8-500 8 MHz.

1 حماية وصلات خدمة الأبحاث الفضائية في الاتجاه فضاء–أرض

تحدد التوصية ITU-R SA.1157 معيار حماية المحطات الأرضية لخدمة الأبحاث الفضائية (SRS) في الفضاء السحيق بقيمة –221 dB (W/Hz) في نطاق التردد 400 8-450 8 MHz. وينبغي أن يستند حساب التداخل خارج خط البصر الناجم عن الانتشار عبر الأفق إلى إحصاءات الأحوال الجوية التي تطبق في 0,001% من الوقت. وتحدد هذه التوصية معيار حماية المستقبلات في أنظمة الخدمة SRS في الفضاء السحيق. ويتوقف نجاح رحلات الخدمة SRS في الفضاء السحيق على مدى الامتثال لمعيار حماية هذه الأصول. ومن شأن التداخل الضار أثناء الأحداث الحرجة للرحلات، مثل عمليات الوضع في المدار والتحليق فوق الكواكب ومراحل الدخول والنزول والهبوط (EDL)، أن يتسبب في خسارة محتملة للمركبة الفضائية أو فقدان بيانات لا تعوّض. وتوجد أيضاً أحداث حرجة من قبيل عمليات الرصد العلمية غير المتكررة حيث تخترق مركبة فضائية الغلاف الجوي لكوكب أو قمر، أو تصطدم بقمر أو كوكب أو كُوَيْكِب أو مذنّب. ويمكن أن تُدمَّر المركبة الفضائية في هذه العملية. ويتوقف نجاح الرحلات على البيانات المرسَلة عند الاقتراب أو أثناء الاصطدام أو في اللحظات التي تسبقه. ولذلك فإن حماية المحطات الأرضية ومحطات المركبات الفضائية للخدمة SRS في الفضاء السحيق أثناء الأحداث الحرجة للرحلات تكتسي، بالقدر المطلوب في التوصية ITU-R SA.1157، أهمية حاسمة لنجاح رحلات الخدمة SRS في الفضاء السحيق.

وإضافةً إلى ذلك، ينبغي اعتبار حالات الطوارئ في المركبة الفضائية لأنظمة الفضاء السحيق أحداثاً حرجة.

وعلاوةً على ذلك، تحدد التوصية ITU-R SA.609 معيار حماية المحطات الأرضية لخدمة الأبحاث الفضائية بقيمة –216 dB (W/Hz) في نطاق التردد 450 8-500 8 MHz. وينبغي أن يستند حساب التداخل الذي قد ينتج عن الأحوال الجوية والأمطار إلى إحصاءات الأحوال الجوية المطبقة في 0,1% من الوقت في حالة الرحلات غير المأهولة من قبيل الرحلات إلى نقاط لاغرانج وإلى القمر.

2 خصائص أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول 9 600 MHz

تَستعمل أنظمة الرادارات ذات الفتحة التركيبية (SAR) النطاق 300 9-900 9 MHz الذي يحدد عادة بالنسبة لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) أنه النطاق 9 600 MHz. وتحدد التوصية ITU-R RS.2043 خصائص ثلاثة أنظمة من الأنظمة SAR العاملة في هذا النطاق.

الجدول 1-A2

خصائص الأنظمة SAR-1 وSAR-2 وSAR-3

المعلمة	SAR-1	SAR-2	SAR-3
الارتفاع المداري (km)	400	619	506
الميل المداري (بالدرجات)	57	98	98
التردد المركزي للتردد الراديوي (GHz)	9,6	9,6	9,6
القدرة المشعة القصوى (W)	1 500	5 000	25 000
التشكيل النبضي	زقزقة التشكيل الخطي للتردد	زقزقة التشكيل الخطي للتردد	زقزقة التشكيل الخطي للتردد
عرض نطاق الزقزقة (MHz)	10	400	450
مدة النبضة (µs)	33,8	80–10	10–1
معدل تكرار النبضات (pps)	1 736	4 500–2 000	515–410
دورة التشغيل (%)	5,9	28,0–2,0	0,5–0,04
نسبة انضغاط المدى	338	12 000 >	4 500–450
نمط الهوائي	دليل موجات ذو فتحات	صفيف مستوي	صفيف مستوي متطاور
الكسب الأقصى للهوائي (dBi)	44,0	46,0–44,0	42,5–39,5
القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBW)	75,8	83,0	88,5–83,5
توجيه الهوائي من نظير السمت	20° إلى 55°	34 درجة من النظير	20° إلى 44° من النظير
عرض حزمة الهوائي	5,5° (ارتفاع) 0,14° (سمت)	2,3–1,6° (ارتفاع) 0,3° (سمت)	2,3–1,1° (ارتفاع) 1,15° (سمت)
استقطاب الهوائي	خطي رأسي	خطي أفقي أو رأسي رأسي	خطي أفقي/رأسي
درجة حرارة ضوضاء النظام (K)	551	500	600

3 أنظمة الإرسالات غير المرغوبة لأنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) في مدى التردد 400 8–500 8 MHz

تظهر في الجدول 2-A2 مستويات الإرسالات غير المرغوبة النظرية لأنظمة SAR الثلاثة الوارد وصفها في الجدول 1-A2 في نطاق التردد 400 8-450 8 MHz. ويفترض أن يكون وقت الصعود لأنظمة SAR ذات التشكيل الخطي للترددات (LFM) هو 10 ns ووقت الهبوط هو 10 ns مع موجات شبه منحرفة. ومدة النبضة للنظامين SAR-2 وSAR-3 هي 10 µs و1 µs على التوالي. ويبلغ كسب هوائي المحطات الأرضية للخدمة SRS في الفضاء السحيق 74 dBi.

الجدول 2-A2

الإرسالات غير المرغوبة من الأنظمة SAR-1 وSAR-2 وSAR-3 في النطاق 400 8-450 8 MHz

المعلمة	SAR-1	SAR-2	SAR-3
القدرة المشعة المكافئة المتاحية (dBW)	76	83	86
عرض النطاق (MHz)	10	400	450
المسافة المائلة الدنيا (km)	424	654	536
الخسارة في الفضاء (dB)	164–	167–	166–
الكسب الأقصى للهوائي Rx (dBi)	74	74	74
خسارة الاستقطاب (dB)	3–	3–	3–
التناقص الطيفي (dB)	109–	86–	78–
الكثافة الطيفية لقدرة التداخل Rx (dB(W/Hz))	196–	185–	174–
معيار حماية الفضاء السحيق (dB(W/Hz))	221–	221–	221–
تجاوز معيار الحماية (dB)	25	36	47

يبين الجدول 2-A2 أن الإرسالات غير المرغوبة للأنظمة SAR-1 وSAR-2 وSAR-3 تتجاوز معيار حماية الفضاء السحيق بما يتراوح بين 25 dB و47 dB. وتُحسب الإرسالات غير المرغوبة من أنظمة الرادارات ذات الفتحات التركيبية (SAR) استناداً إلى التناقص النظري لإشارات هذه الرادارات. ويمكن أن تكون الإرسالات غير المرغوبة أعلى من ذلك إذا احتوت أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) على مكونات من قبيل مضخمات القدرة عالية الكفاءة التي تعمل بأساليب التشبع. ويسفر حساب الإرسالات غير المرغوبة لأنظمة SAR باستخدام الجدول 8 من التوصية ITU-R SM.1541 عن إرسالات مرغوبة أعلى، ومن ثم، تداخل أعلى في وصلات الفضاء السحيق بالاتجاه فضاء–أرض في نطاق التردد 400 8-450 8 MHz. ولحساب مستويات التوهين اللازمة لحماية عمليات الخدمة SRS (الفضاء السحيق) وحماية مستقبلات الخدمة SRS من الضرر، ينبغي استخدام الإرسالات غير المرغوبة لمعدات الخدمة EESS (النشيطة) بدلاً من القيم النظرية.

وقد يكون مستوى الإرسالات غير المرغوبة الواقعة في نطاق التردد 450 8-500 8 MHz أعلى من ذلك نظراً للفصل الترددي المنخفض. ورغم أن الدراسات تبين عدم وجود أي مسألة تتعلق بالتداخل الضار في هذا النطاق، فإن مستقبلات المحطات الأرضية قد تتعرض للتشبع أو الضرر في حالة التسليط المباشر لإشارات الرادار، وهو ما يستدعي تقنيات تخفيف محددة ينبغي تطبيقها أيضاً في هذا النطاق.

4 تقنيات التخفيف

يرد في هذا القسم وصف للعديد من تقنيات التخفيف من التداخل. ويمكن الحد من التداخل المحتمل الذي تسببه الإرسالات غير المرغوبة لأنظمة الخدمة EESS (النشيطة) باستخدام تقنية أو مزيجاً من التقنيات الوارد وصفها. وعلى العموم، يمكن للتقنيات الثلاث الأولى، وهي تشكيل النبض وتسديد الهوائي والترشيح، أن تخفض إلى حد كبير من مستوى الإرسالات غير المرغوبة لأنظمة الخدمة EESS (النشيطة).

1.4 تشكيل النبض

يغيّر تشكيل النبض غلاف نبضات الزقزقة في التشكيل الخطي للترددات من أجل الحد من الإرسالات غير المرغوبة للرادار. ومقارنةً بنظام تشكيل خطي للترددات مع وقت صعود ووقت هبوط بمقدار 10 ns، يمكن نظرياً لتشكيل النبض بموجات شبه منحرفة وموجات جيب التمام المرفوع مع وقت صعود ووقت هبوط بمقدار 100 ns أن يخفض من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات

التشكيل الخطي للترددات بما يتراوح بين 17 dB و26 dB تقريباً. ويبين الجدول A2-3 أن الموجة شبه المنحرفة مع وقت صعود ووقت هبوط بمقدار 100 ns يمكن أن يخفض الإرسالات غير المرغوبة لنظام SAR-1 ويجعلها لا تتجاوز معيار حماية الخدمة SRS في الفضاء السحيق، وإن كانت الإرسالات غير المرغوبة للنظامين SAR-2 وSAR-3 لا تزال تتجاوز معيار الحماية. وباستخدام تقنية تشكيل النبض بجيب التمام المرفوع، يظل مستوى الإرسالات غير المرغوبة لأنظمة SAR الثلاثة أدنى من معيار الحماية. وتجدر الإشارة إلى أن العيوب واللاخطية التي تنطوي عليها مختلف المكونات في سلسلة إرسال الخدمة EESS (النشيطة) ستزيد على الأرجح من مستوى الإرسالات غير المرغوبة.

الجدول A2-3

الإرسالات غير المرغوبة للخدمة EESS (النشيطة) في النطاق 400 8-450 8 MHz مع موجات شبه منحرفة ذات وقت صعود ووقت هبوط مقدارهما 100 ns

المعلمة	SAR-1	SAR-2	SAR-3
القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBW)	76	83	86
عرض النطاق (MHz)	10	400	450
المسافة المائلة الدنيا (km)	424	654	536
الخسارة في الفضاء (dB)	164–	167–	166–
الكسب الأقصى للهوائي Rx (dBi)	74	74	74
خسارة الاستقطاب (dB)	3–	3–	3–
التناقص الطيفي (dB)	135–	106–	95–
الكثافة الطيفية لقدرة التداخل Rx (dB(W/Hz))	222–	205–	191–
معيار حماية الفضاء السحيق (dB(W/Hz))	221–	221–	221–
تجاوز معيار الحماية (dB)	1–	16	30

الجدول A2-4

الإرسالات غير المرغوبة للخدمة EESS (النشيطة) في النطاق 400 8–450 8 MHz مع موجات بجيب التمام المرفوع ذات وقت صعود ووقت هبوط بمقدار 100 ns

المعلمة	SAR-1	SAR-2	SAR-3
القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBW)	76	83	86
عرض النطاق (MHz)	10	400	450
المسافة المائلة الدنيا (km)	424	654	536
الخسارة في الفضاء (dB)	164–	167–	166–
الكسب الأقصى للهوائي Rx (dBi)	74	74	74
خسارة الاستقطاب (dB)	3–	3–	3–
التناقص الطيفي (dB)	168–	147–	137–
الكثافة الطيفية لقدرة التداخل Rx (dB(W/Hz))	255–	246–	233–
معيار حماية الفضاء السحيق (dB(W/Hz))	221–	221–	221–
تجاوز معيار الحماية (dB)	34–	25–	12–

2.4 تسديد الهوائي

تستعمل جميع أنظمة SAR الثلاثة المذكورة في التقرير ITU-R RS.2094 هوائيات عالية الاتجاهية. فعلى سبيل المثال، يتراوح الكسب الأقصى للهوائي في النظام SAR-2 بين 43 dBi و46 dBi. ويتناقص مخطط إشعاع الهوائي بسرعة في الاتجاه الأفقي (أو اتجاه السمت) إلى قيمة −3 dBi. وإذا كان النظام SAR-2 قادراً على تسديد الهوائي بعيداً عن المحطات الأرضية للخدمة SRS بحيث يكون كسب الهوائي −3 dBi باتجاه هذه المحطات، فإن من الممكن تخفيض إرسالاته غير المرغوبة بقيمة تتراوح بين 46 dB و49 dB. ومن شأن تقنية مماثلة أن تكون فعّالة أيضاً بالنسبة للنظامين SAR-1 وSAR-3.

3.4 الترشيح

رهناً بعمليات تنفيذ أنظمة الخدمة EESS (النشيطة)، يمكن تنفيذ تقنية مراشيح الإرسال والأدلة الموجية مع تردد قطع حاد دون نطاق الخدمة EESS (النشيطة) للحد من الإرسالات غير المرغوبة للأنظمة. وقد نجحت وصلات الخدمة EESS في الاتجاه فضاء−أرض في نطاق التردد 025 8-400 8 MHz في تنفيذ تقنيات الترشيح لتخفيض إرسالاتها غير المرغوبة بمقدار 40 dB وأكثر في نطاق التردد 400 8-450 8 MHz.

وقد تستخدم أنظمة الرادارات ذات الفتحات التركيبية (SAR) هوائيات بمصفوفة متطاورة تتألف من مئات وحدات الإرسال والاستقبال (TR)، بما في ذلك المضخمات عالية القدرة. وسيكون من اللازم تطبيق أيّ ترشيح للخرج على المراحل عالية القدرة لهذه الوحدات، مما يؤدي ذلك إلى زيادة تعقيد أنظمة الرادار وتكاليفها وخسارة أدائها.

بيد أن من الممكن، إذا اقتضت الحاجة، إضافة مرشاح قطع مناسب في سلسلة الإرسال للتخفيف بالحد الممكن عملياً من الإرسالات غير المرغوبة للرادات ذات الفتحات التركيبية، في عرض نطاق محدود.

4.4 انتقاء مدى المسح وعرض النبضة

يتغير التناقص الطيفي للإرسالات غير المرغوبة لرادار بتشكيل خطي للترددات بتغير كلٍّ من مدى مسح الترددات وعرض النبضة لإشارة زقزقة التشكيل الخطي للترددات. فالإرسالات غير المرغوبة تزيد بزيادة مدى مسح الزقزقة. كما أنها تزيد عندما ينخفض عرض نبضة إشارة الزقزقة. وقد يكون بإمكان مشغلي الخدمة EESS (النشيطة) تغيير مدى المسح ومدة النبضة في الرادارات من أجل تخفيض الإرسالات غير المرغوبة، ولا سيما عندما يكون هوائي الخدمة EESS (النشيطة) مسدَّداً بالقرب من محطة أرضية للخدمة SRS في الفضاء السحيق. فهذه التقنيات تتسم بفعالية محدودة. ومن المحتمل أن تخفض الإرسالات غير المرغوبة لنظامٍ للخدمة EESS (النشيطة) ولكن ببضع وحدات فقط من الديسيبل.

5.4 الفصل الجغرافي

من الممكن أيضاً الحد من التداخل الذي تسببه أنظمة الخدمة EESS (النشيطة) من خلال الفصل الجغرافي. ويمكن أن تحافظ هذه الأنظمة على مسافة مائلة دنيا من محطة أرضية للخدمة SRS باستخدام المعلومات الواردة في التوصية ITU-R SA.1014، وذلك للحفاظ على حد أدنى للخسارة في الفضاء الحر وإنشاء منطقة استبعاد. وفي الحالات القصوى، قد تحجم أنظمة الخدمة EESS (النشيطة) عن الإرسال حيثما يتاح خطُّ بَصَرٍ بين هذه الأنظمة وإحدى المحطات الأرضية للخدمة SRS.

التوصية ITU-R RS.2066-0

حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاق التردد GHz 10,7-10,6 من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول MHz 9 600

(2014)

مجال التطبيق

تعرض هذه التوصية إجراءً تشغيلياً لتفادي اقتران الحزم الرئيسية بين أنظمة SAR-4 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) عند الإرسال على مقربة من MHz 9 600 ومحطات خدمة الفلك الراديوي (RAS) التي تقوم بعمليات الرصد في النطاق GHz 10,7-10,6 وذلك لعدم التسبب في ضرر للمكبر منخفض الضوضاء الحساس لخدمة الفلك الراديوية.

الكلمات الرئيسية

خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة)، خدمة الفلك الراديوي، التخفيف

المختصرات

SAR Synthetic Aperture Radar رادار ذو فتحة تركيبية

توصيات/تقارير الاتحاد الدولي للموصلات ذات الصلة

التوصية ITU-R RS.2043 خصائص الرادارات ذات الفتحة التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول MHz 9 600

التقرير ITU-R RA 2188 مستويات كثافة تدفق القدرة والقدرة المشعة المكافئة المتناحية التي قد تضر بمستقبلات الفلك الراديوي

التقرير ITU-R RS.2274 الاحتياجات من الطيف لتطبيقات الرادارات ذات الفتحات التركيبية المحمولة على متن مركبات فضائية والمخطط تشغيلها في توزيع موسع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية حول MHz 9 600

التقرير ITU-R RS.2308 التوافق من حيث الترددات الراديوية بين الإرسالات غير المرغوبة الصادرة عن الرادارات (SAR) ذات الفتحات التركيبية GHz 9 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية وخدمات استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) والأبحاث الفضائية (المنفعلة) والأبحاث الفضائية والفلك الراديوي العاملة في نطاقي التردد MHz 8 500-8 400 و GHz 10,7-10,6 على التوالي

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن نطاق التردد MHz 9 800-9 300 موزع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) على أساس أولي؛

ب) أن نطاق التردد MHz 9 900-9 800 موزع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) على أساس ثانوي؛

ج) أن نطاق التردد GHz 10,7-10,6 موزع لخدمة الفلك الراديوي على أساس أولي؛

د) أن أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) التي تقوم بتشغيل رادارات نشيطة حول 9 600 MHz تستخدم إرسالات زقزقة فائقة القوة في الاتجاه فضاء–أرض؛

هـ) أن محطات خدمة الفلك الراديوي العاملة في نطاق التردد 10,7-10,6 GHz تستخدم مضخمات منخفضة الضوضاء وبالغة الحساسية؛

و) أن التقرير ITU-R RA.2188 يوفر مستويات لكثافة تدفق القدرة والقدرة المشعة المكافئة المتناحية يمكن أن تضر بالمضخمات منخفضة الضوضاء/الأطراف الأمامية لخدمة الفلك الراديوي؛

ز) أن مستوى التداخل الذي تستقبله محطات الفلك الراديوي من إرسالات أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) يمكن، في ظل ظروف نادرة من الاقتران بين حزمتين رئيسيتين، أن تبلغ أو تتجاوز المستويات الحرجة المحددة في التقرير ITU-R RA.2188،

توصي

1 أنه ضماناً لتوافق الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية مع محطات خدمة الفلك الراديوي فإن على أنظمة الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية العاملة حول 9 600 MHz أن تتفادي، قدر المستطاع، إضاءة مساحة حول محطات الفلك الراديوي. ويحدد الملحق 1 مقدار هذه المساحة. ويتضمن الملحق 2 قائمة بمحطات خدمة الفلك الراديوي القادرة على العمل في نطاق التردد 10,7-10,6 GHz والتي يمكن أن تجري عمليات رصد في أوقات الإضاءة؛

2 أنه في حال تلبية الشروط المشار إليها في الفقرة **1** من *توصي*، فإن على مشغِّل نظام الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية أن يتصل بمشغِّل محطة الفلك الراديوي المعنية قبل سبعة أيام تقويمية على الأقل من حدث لعمليات روتينية للرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية وقبل 24 ساعة على الأقل من التقاط الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية للصور في حالات الطوارئ فحسب مثل إدارة الكوارث بغية التنسيق، والاتفاق، إن دعت الضرورة، على التخفيف أو على تدابير وقائية أخرى.

الملحق 1

تحديد منطقة الحماية المحيطة بمحطات خدمة الفلك الراديوي

يحدد كفاف حزمة الإرسال المقابل للهامش المعتمد بتطبيق التوصية ITU-R RA.2188 منطقة الضرر لاقتران محتمل لنقطتي تسديد لكلتا حزمتي الهوائي. ويتخذ مثل هذا الكفاف شكلاً إهليلجياً بمحور كبير قدره $\delta\theta_h$ أفقياً ومحور صغير يبلغ $\delta\theta_v$ في اتجاه الحزمة الرأسية، بما يحدد منطقة يتجاوز فيها مستوى قدرة محطة خدمة الفلك الراديوي –18 dBW. ويوفر الإسقاط على سطح الأرض بعداً لمساحة باتساع مقداره $\pm\delta h$ بالاتجاه الأفقي و$\pm\delta v$ بالاتجاه الرأسي حول محطة الفلك الراديوي الواجب حمايتها. ويوفر الجدول 1 نطاق المعلمات لتفادي الضرر العَرَضي لمستقبل خدمة الفلك الراديوي[1] بقُطر هوائي يبلغ 100 m فيما يتعلق بنظام SAR-4 على النحو الموصوف في التوصية ITU-R RS.2043.

[1] في الاتجاه الرأسي هناك لا تناظر بنسبة 5,6% لكل من $\delta\theta_v$ وδv بين المسافات والزوايا التخالفية الداخلية والخارجية وقد تم تجاهله. وأُدرجت فحسب القيمة الخارجية الأعلى. وجرى تقريب الإسقاطات الأرضية للأكفة الحدية التي تشكل إهليليجات مشوَّهة باستخدام المستطيلات.

الجدول 1

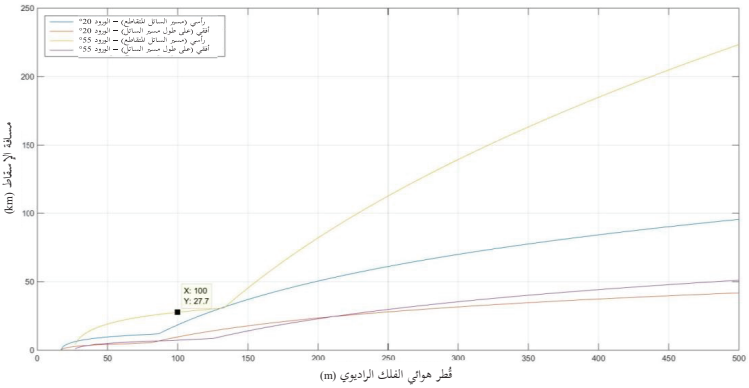
معلمات تفادي الضرر العَرضي لمستقبلات الفلك الراديوي

زاوية الورود Φ	الزاوية التخالفية الأفقية $\delta\theta_h$	الزاوية التخالفية الرأسية $\delta\theta_v$	الفصل الأفقي (km) δh	الفصل الرأسي (km) δv
°20	°1,02	°1,8	9,6	18,2
°55	°0,5	°1,1	7,4	28,1

ويحدد الشكل 1 مساحة المنطقة المحيطة بمحطة خدمة الفلك الراديوي المزمع حمايتها، رهناً بقُطر هوائي خدمة الفلك الراديوي وزاوية الورود. ويمكن ملاحظة أنه ليس هناك من قيود بالنسبة لمحطات خدمة الفلك الراديوي التي يقل قُطر الهوائي فيها عن 17 m، وأن مسافة الفصل القصوى من محطة الفلك الراديوي هي 28 km بالنسبة لمعظم محطات الفلك الراديوي.

الشكل 1

مساحة المنطقة المحيطة بمحطات خدمة الفلك الراديوي المزمع حمايتها بافتراض خصائص نظام SAR-4 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية



وبصورة أعم فإنه بالنسبة لزاوية الورود المعينة i، تُستخلص المسافة بين ساتل الرادارات ذات الفتحات التركيبية ومنطقة الالتقاط بالمعادلة التالية:

$$d = \sqrt{(\mathrm{r}+h)^2 - \mathrm{r}^2 * \sin^2(i)} - \mathrm{r} * \cos(i)$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

i: زاوية الورود (°)

h: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

وتُستخلص الزاوية المقابلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي بالمعادلة التالية:

$$\theta_v = \text{asin}\left(\frac{\text{r} * \sin(i)}{\text{r} + h}\right)$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

i: زاوية الورود (°)

h: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

وبالمستطاع استخلاص الكسب الأقصى لهوائي خدمة الفلك الراديوي من قُطر الهوائي والتردد باستخدام المعادلة التالية:

$$Ge = Pr_{limit} + L_p - G_r - P_e$$

حيث:

D: قُطر هوائي الفلك الراديوي

f: التردد (GHz)

ومن هذه القيم يُستخلص حد كسب هوائي الفلك الراديوي الذي يسمح بتلبية حد القدرة المستَقبلة –18 dBW بالمعادلة التالية:

$$Ge = Pr_{limit} + L_p - G_r - P_e$$

حيث:

Pr_{limit}: لا يجوز تجاوز القدرة المستَقبلة (–18 dBW دون 20 GHz)

L_p: الخسارة في الفضاء الحر (dB)

G_r: كسب الهوائي الأقصى لهوائي الفلك الراديوي (dBi)

P_e: قدرة ذروة الرادار ذي الفتحات التركيبية (dBW)

وباستخدام المخططات الأفقية والرأسية لهوائي الرادار ذي الفتحات التركيبية فإن بالمستطاع تحديد الزاويتين التخالفيتين المقابلتين $\delta\theta_h$ و$\delta\theta_v$. ومن هاتين الزاويتين يمكن استخلاص مسافتي الفصل الأفقية والرأسية δh وδv.

$$\delta h = \text{r} * \text{asin}\left(\frac{\text{dtan}(\delta\theta_h)}{\text{r}}\right)$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

d: المسافة المائلة (km)

$\delta\theta_h$: الزاوية التخالفية الأفقية (°)

وتُستخلص المسافة المائلة بين الساتل ومحطة خدمة الفلك الراديوي التي تلبي القدرة المستَقبلة بالمعادلة التالية:

$$d + \delta d = (\mathrm{r} + h)\cos(\theta_v + \delta\theta_v) - \sqrt{\mathrm{r}^2 - (\mathrm{r} + h)^2\sin^2(\theta_v + \delta\theta_v)}$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

d: المسافة المائلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط (km)

h: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

θ_v: الزاوية بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي (°)

$\delta\theta_v$: الزاوية التخالفية الرأسية (°)

كما أن بالإمكان استخلاص مسافة الفصل الرأسية δv:

$$\delta v = \mathrm{r}\left(\mathrm{asin}\left(\frac{(d+\delta d)}{\mathrm{r}}\sin(\theta_v + \delta\theta_v)\right) - \mathrm{asin}\left(\frac{d}{\mathrm{r}}\sin(\theta_v)\right)\right)$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

d: المسافة المائلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط (km)

$d+\delta d$: المسافة المائلة بين الساتل ومحطة الفلك الراديوي

θ_v: الزاوية بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي (°)

$\delta\theta_v$: الزاوية التخالفية الرأسية (°)

الملحق 2

قائمة محطات الفلك الراديوي العاملة في النطاق GHz 10,7-10,6

الإقليم 1

البلد	الاسم	خط العرض شمالاً	خط الطول شرقاً	حجم الهوائي (m)
بلجيكا	Humain	50° 11' 30"	05° 15' 27"	4
فنلندا	Metsahövi	60° 13' 04"	24° 23' 37"	13,7
ألمانيا	Effelsberg	50° 31' 29"	06° 53' 03"	100
	Stockert	50° 34' 10"	06° 43′ 19 "	10
	Wettzell	49° 08' 41"	12° 52′ 40"	13,2 ،20
إيطاليا	Medicina	44° 31' 14"	11° 38’ 49"	32
	Noto	36° 52′ 33"	14° 59' 20"	32
	Sardinia	39o 29' 34"	09o 14' 42"	64
لاتفيا	Ventspils	57o 33' 12"	21o 51' 17"	32
النرويج	Ny Ålesund	78o 55' 45"	11o 52' 15"	20
البرتغال	Flores	38o 31' 12"	–31o 07' 48"	13
	Santa Maria	36° 58' 12"	–25° 10' 12"	13
روسيا	Badari	51o 45' 27"	102o 13' 16"	32
	Kaliazyn	57° 13' 29"	37° 54' 01"	64
	Pushchino	54° 49' 20"	37° 37′ 53"	22
	Svetloe	61o 05' 00"	29o 46' 54"	32
	Zelenchukskaya	43° 49' 34"	41° 35' 12"	32
جنوب إفريقيا	Hartebeesthoek	–25° 52′ 48"	–27° 40′ 48"	64
	MeerKAT	–30° 43′ 16"	21° 24' 40"	64 هوائياً بقُطر 13,5
إسبانيا	Robledo	40° 25' 38"	–04° 14' 57"	70,34
	Tenerife	28° 30' 00"	–16° 30' 00"	12
	Yebes	40° 31' 27"	–03° 05′ 22"	40
السويد	Onsala	57o 23' 45"	11o 55' 35"	20
	Onsala	57o 23' 35"	11o 55' 04"	هوائيان بقُطر 12
سويسرا	Bleien	47o 20' 26"	08o 06' 44"	5
تركيا	Kayseri	38o 59' 45"	36o 17' 58"	5
المملكة المتحدة	Merlin Cambridge (mean)	52° 10' 01"	00° 03' 08"	32
	Merlin Knockin	52° 47' 25"	–02° 59' 50"	25
	Merlin Darnhall	53° 09′ 23"	–02° 32' 09"	25
	Merlin Jodrell Bank (mean)	53° 14′ 07"	–02° 18' 23"	64
	Merlin Pickmere	53° 17′ 19"	–02° 26' 44"	25

قائمة محطات الفلك الراديوي العاملة في النطاق GHz 10,7-10,6

الإقليم 2

البلد	الاسم	خط العرض شمالاً	خط الطول شرقاً	حجم الهوائي (m)
البرازيل	Itapetinga	–23° 11' 05"	–46° 33' 28"	14
كندا	Algonquin Radio Obsy	45° 57' 19"	–78° 04' 23"	3,7 و9,1
الولايات المتحدة الأمريكية	Arecibo	18° 20' 39"	–66° 45' 10"	305
	GGAO Greenbelt	39° 06' 00"	–76° 29' 24"	12
	Green Bank Telescope	38° 25' 59"	–79° 50' 23"	100
	Haystack	42° 36' 36"	–71° 28' 12"	18
	Kokee Park	22° 07' 34"	–159° 39' 54"	20
	Jansky VLA	33° 58' 22" to 34° 14' 56"	–107° 24' 40" to –107° 48' 22"	27 هوائياً بقُطر 25
	VLBA Brewster, WA	48° 07' 52"	–119° 41' 00"	25
	VLBA Fort Davis, TX	30° 38' 06"	–103° 56' 41"	25
	VLBA Hancock, NH	42° 56' 01"	–71° 59' 12"	25
	VLBA Kitt Peak, AZ	31° 57' 23"	–111° 36' 45"	25
	VLBA Los Alamos, NM	35° 46' 30"	–106° 14' 44"	25
	VLBA Mauna Kea, HI	19° 48' 05"	–155° 27' 20"	25
	VLBA North Liberty, IA	41° 46' 17"	–91° 34' 27"	25
	VLBA Owens Valley, CA	37° 13' 54"	–118° 16' 37"	40
	VLBA Pie Town, NM	34° 18' 04"	–108° 07' 09"	25
	VLBA St. Croix, VI	17° 45' 24"	–64° 35' 01"	25
	Allen Telescope Array	40° 10' 44"	–119° 31' 53"	42 هوائياً بقُطر 6
	Goldstone	35° 25' 33"	–116° 53' 22"	70,3

قائمة محطات الفلك الراديوي العاملة في النطاق GHz 10,7-10,6

الإقليم 3

البلد	الاسم	خط العرض شمالاً	خط الطول شرقاً	حجم الهوائي (m)
أستراليا	Parkes	–33º 00' 00"	148º 15' 44"	64
	Katherine	–14º 22' 32"	132º 09' 09"	12
	Mopra	–31º 16' 04"	149º 05' 58"	22
	ATCA (Narrabri)	–30º 59' 52"	149º 32' 56"	6 هوائيات بقُطر 22
	Tidbinbilla	–35º 24' 18"	148º 58' 59"	34 ،70
	Hobart (Mt. Pleasant)	–42º 48' 18"	147º 26' 21"	26
	Ceduna	–31º 52' 05"	133º 48' 37"	30
	Yarragadee	–29º 02' 47"	115º 20' 48"	12
الصين	Miyun	40º 33′ 29"	116º 58′ 37"	50
	Sheshan	31º 05′ 58"	121º 11′ 59"	25
	Nanshan	43º 28′ 16"	87º 10′ 40"	25
	Tianma	31° 05′ 13"	121° 09′ 48"	65
	CSRH	42° 12′ 31"	115° 14′ 45"	60 هوائياً بقُطر 2
	QTT	43° 36' 04"	89° 40' 57"	110
اليابان	Nobeyama	35º 56' 40"	138º 28' 21"	45
	VERA-Mizusawa	39º 08' 01"	141º 07' 57"	10 ،20
	VERA-Iriki	31º 44' 52"	130º 26' 24"	20
	VERA-Ogasawara	27º 05' 31"	142º 13' 00"	20
	VERA-Ishigakijima	24º 24' 44"	124º 10' 16"	20
	Ishioka	36º 12' 31"	140º 13' 36"	13,2
	Kashima	35º 57' 21"	140º 39' 36"	34
	Usuda	36º 07' 57"	138º 21' 46"	64
	Nishi-Waseda	35º 42' 25"	139º 43' 20"	2,4 هوائي بقُطر 64
	Tomakomai	42º 40' 25"	141º 35' 48"	11
	Gifu	35º 28' 03"	136º 44' 14"	11
	Yamaguchi	34º 12' 58"	131º 33' 26"	32
	Tsukuba	36º 06' 11"	140º 05' 19"	32
كوريا	KSWC (Jeju)	33º 42' 36"	126º 29' 26"	3
	SGOC (Sejong)	36º 31' 12"	127º 18' 00"	22
	K-SRBL	36° 24' 00"	127° 22' 12"	هوائيان بقُطر 2
	KVN-Yonsei	37º 33' 55"	126º 56' 27"	21
	KVN-Ulsan	35º 32' 33"	129º 15' 04"	21
	KVN-Tamna	33º 17' 21"	126º 27' 37"	21
نيوزيلندا	Warkworth	–36º 25' 59"	174º 39' 52"	12 ،30

التوصية ITU-R S.2157-0

إجراءات تقييم التداخل من أي نظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في مجموعة عالمية من الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات التردد GHz 39,5-37,5 (فضاء–أرض) وGHz 42,5-39,5 (فضاء–أرض) وGHz 50,2-47,2 (أرض–فضاء) وGHz 51,4-50,4 (أرض–فضاء)

(2023)

ملاحظة – ينبغي عدم تفسير الموافقة على هذه التوصية بأن قطاع الاتصالات الراديوية أعرب عن أي آراء، بشكل مباشر أو غير مباشر، لصالح أي من الأساليب الواردة في تقرير الاجتماع التحضيري للمؤتمر بشأن البند 7 من جدول أعمال المؤتمر WRC-23، الموضوع G[1].

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية إجراءات لتقييم امتثال أي *نظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)* للرقم **5L.22** من لوائح الراديو *(RR)* من أجل ضمان حماية الشبكات *الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض* (GSO) في نطاقات التردد GHz 39,5-37,5 (فضاء–أرض) وGHz 42,5-39,5 (فضاء–أرض) وGHz 50,2-47,2 (أرض فضاء) وGHz 51,4-50,4 (أرض–فضاء).

كلمات أساسية

التداخل الأحادي المصدر المسموح به، انحطاط أداء الوصلة، التشفير والتشكيل التكيفيان، الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض، التيسر والكفاءة الطيفية، الخبو الناجم عن هطول الأمطار

المختصرات/مسرد المصطلحات

ACM تشفير وتشكيل التكيفيان (*Adaptive coding and modulation*)

CDF دالة التوزيع التراكمي (*Cumulative distribution function*)

EPFD كثافة تدفق القدرة المكافئة (*Equivalent power flux-density*)

PDF دالة كثافة الاحتمال (*Probability density function*)

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R P.618 – بيانات الانتشار وطرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات أرض–فضاء

التوصية ITU-R S.1503 – وصف وظيفي لاستعماله في تطوير أدوات برمجية من أجل تحديد مدى توافق أنظمة أو شبكات الخدمة الثابتة العاملة في مدارات غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض مع الحدود المنصوص عليها في المادة 22 من لوائح الراديو

التوصية ITU-R S.2131 – طريقة تحديد أهداف أداء المسارات الرقمية المرجعية الافتراضية الساتلية التي تستعمل التشفير والتشكيل التكيفيين

1 *ملاحظة من الأمانة:* ستُحذف هذه الملاحظة بعد المؤتمر WRC-23.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الشبكات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO) وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) يمكن أن تعمل في نطاقات التردد 39,5-37,5 GHz (فضاء–أرض) و42,5-39,5 GHz (فضاء–أرض) و50,2-47,2 GHz (أرض–فضاء) و51,4-50,4 GHz (أرض–فضاء)؛

ب) أن المؤتمر WRC-19 اعتمد الرقمين **5L.22** و**5M.22** اللذين يتضمنان حدود التداخل أحادي المصدر والتداخل الكلي للأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية في نطاقات التردد 39,5-37,5 GHz (فضاء–أرض) و42,5-39,5 GHz (فضاء–أرض) و50,2-47,2 GHz (أرض–فضاء) و51,4-50,4 GHz (أرض–فضاء) لحماية الشبكات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في نطاقات التردد نفسها،

وإذ تدرك

أ) أن قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد (ITU-R) قد أعدّ منهجية ترد في التوصية ITU-R S.1503 تسمح بحساب كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المتولدة عن أي نظام غير مستقر بالنسبة إلى الأرض قيد النظر في الخدمة الثابتة الساتلية؛

ب) أنه، وفقاً للحسابات التي تجري باستعمال التوصية ITU-R S.1503، يمكن التحقق من التداخل الذي تسببه كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) لأي نظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في شتى أنحاء العالم وذلك من خلال مجموعة من ميزانيات الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض ذات الخصائص التي تشمل عمليات نشر للشبكات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض على الصعيد العالمي والمستقلة عن أي موقع جغرافي محدد؛

ج) أن القرار **(WRC-19) 769** يتناول حماية الشبكات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض من الإرسالات الكلية الصادرة من الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض،

توصي

بالنظر في الإجراءات المنصوص عليها في الملحقين 1 و2 لتقييم مدى امتثال أي نظام غير مستقر بالنسبة إلى الأرض للرقم **5L.22** من لوائح الراديو من أجل ضمان حماية الشبكات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات التردد 39,5-37,5 GHz (فضاء–أرض) و42,5-39,5 GHz (فضاء–أرض) و50,2-47,2 GHz (أرض فضاء) و51,4-50,4 GHz (أرض–فضاء).

الملحق 1

الإجراء الذي يستعمله المكتب في التحقق من امتثال الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية للرقم 5L.22 من لوائح الراديو في نطاقات التردد 39,5-37,5 GHz (فضاء–أرض) و42,5-39,5 GHz (فضاء–أرض) و50,2-47,2 GHz (أرض–فضاء) و51,4-50,4 GHz (أرض–فضاء)

يقدم هذا الملحق نظرة عامة عن عملية التحقق من الامتثال لحدود التداخل الأحادي المصدر المسموح به لنظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض على شبكات ساتلية مستقرة بالنسبة إلى الأرض باستخدام معلمات الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة

إلى الأرض الواردة في الملحق 1 بالقرار **770 (WRC-19)** وتأثير التداخل باستخدام أحدث نسخة من التوصية ITU-R S.1503. ويعتمد الإجراء المتبع لتحديد الامتثال للتداخل الأحادي المصدر المسموح به على المبادئ التالية.

المبدأ 1: يُمثل مصدرا انحطاط أداء الوصلات المتغيّران بمرور مع الزمن والمأخوذان في الاعتبار في عملية التحقق خبو الوصلة (الناجم عن هطول الأمطار) باستعمال خصائص الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض الوارد وصفها في القرار **770 (WRC-19)** والتداخل الناجم عن الأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ويُحسب إجمالي نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء، C/N، في عرض النطاق المرجعي لموجة حاملة معينة من خلال المعادلة التالية:

$$C/N = C/(N_T + I) \quad (1)$$

حيث:

C: قدرة الإشارة المطلوبة (W) في عرض النطاق المرجعي، التي تتغير بدلالة الخبو وبدلالة تشكيل الإرسال

N: قدرة الضوضاء (W) في عرض النطاق المرجعي

N_T: إجمالي قدرة ضوضاء النظام (W) في عرض النطاق المرجعي

I: قدرة التداخل المتغيرة مع الزمن (W) في عرض النطاق المرجعي الناتجة عن شبكات أخرى.

المبدأ 2: يركز حساب الكفاءة الطيفية على الأنظمة الساتلية التي تستعمل التشفير والتشكيل التكيفيين (ACM) بإجراء حساب لتدهور الصبيب كدالة في النسبة C/N التي تتغير تبعاً لتأثيرات الانتشار والتداخل على الوصلة الساتلية على المدى الطويل.

المبدأ 3: أثناء حدوث حالة خبو في اتجاه الوصلة الهابطة، توهَّن الموجة الحاملة المسببة للتداخل بنفس مقدار توهين الموجة الحاملة المطلوبة. ويُسفر تطبيق هذا المبدأ عن قصور طفيف في تقدير تأثير التداخل على الوصلة الهابطة.

تنفيذ خوارزمية التحقق

ينبغي استخدام معلمات الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض المبينة في الملحق 1 بالقرار **770 (WRC-19)** على النحو المبين في الخوارزمية التالية لتحديد امتثال أي شبكة غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية لأحكام الرقم **5L.22** من لوائح الراديو.

وتوجد في إطار تحليل المعلمات مجموعة من القيم لكل من المعلمات التالية الواردة في القسم 2 من الجدولين 1 و2 في الملحق 1 بالقرار **770 (WRC-19)**:

- تغاير كثافة القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.)
- زاوية الارتفاع (بالدرجات)
- ارتفاع الأمطار (m)
- خط العرض (درجات)
- معدل هطول الأمطار خلال 0,01% من الوقت (mm/hr)
- ارتفاع المحطة الأرضية (m)
- درجة حرارة الضوضاء في المحطة الأرضية (K) أو درجة حرارة الضوضاء في الساتل (K)، حسب الاقتضاء.

وينبغي إنشاء مجموعة من الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض باستخدام حالة واحدة لكل خدمة من الحالات المحددة في القسم 1 من الجدولين 1 و2 في الملحق 1 بالقرار **(WRC-19) 770**، وقيمة واحدة من كل من المعلمات الواردة في تحليل المعلمات في القسم 2 من الجدولين 1 و2. ثم ينبغي إجراء العملية التالية باستخدام هذه المجموعة من الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض:

*التردد الذي ينبغي استعماله في الخطوات التالية باستثناء الخطوة 2 هو 37,5 GHz للاتجاه فضاء–أرض و47,2 GHz في الاتجاه أرض–فضاء. ويحدَّد التردد الذي ينبغي استخدامه في الخطوة 2، f_{GHz}، بتطبيق المنهجية الواردة في التوصية ITU-R S.1503 على الترددات المبلغ عنها للنظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض ونطاقات التردد التي تنطبق عليها أحكام الرقم **5L.22** من لوائح الراديو.*

وتُتَّبع الخطوات التالية لكل من الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض

{

الخطوة 0: تحديد ما إذا كانت هذه الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض صالحة واختيار العتبة الملائمة.

فإذا كانت الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض صالحة، تُتَّبع عندئذ الخطوات التالية:

{

الخطوة 1: اشتقاق دالة كثافة الاحتمال (PDF) للخبو الناجم عن هطول الأمطار، التي ينبغي استخدامها في عملية التحوير

الخطوة 2: استخدام التوصية ITU-R S.1503 لاشتقاق دالة PDF لكثافة تدفق القدرة المكافئة (EPFD) الناتجة عن النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية

الخطوة 3: إجراء عملية تحوير معدَّلة (فضاء–أرض) أو عملية تحوير (أرض–فضاء) باستخدام دالة PDF للخبو الناجم عن هطول الأمطار ودالة PDF للكثافة EPFD. وينتج عن هذا التحوير دالة PDF للنسبة C/N و$C/(N_T+I)$

*الخطوة 4: استخدام دالتي PDF للنسبتين C/N و$C/(N_T+I)$ لتحديد مدى الامتثال لأحكام الرقم **5L.22** من لوائح الراديو*

{

}

*وإذا خُلص إلى أن النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض قيد التفحص يمتثل لأحكام الرقم **5L.22** من لوائح الراديو فيما يتعلق بجميع الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض، تكون نتيجة التقييم مؤاتية. وخلافاً لذلك، تكون النتيجة غير مؤاتية.*

ويبين المرفقان 1 و2 بهذا الملحق كلاًّ من هذه الخطوات بمزيد من التفصيل فيما يخص الإجراءات المتعلقة بالاتجاهين فضاء–أرض وأرض–فضاء، على التوالي.

المرفق 1
بالملحق 1

الخطوات الواجب تطبيقها في الاتجاه فضاء–أرض في نطاقي التردد GHz 39,5-37,5 وGHz 42,5-39,5 لتحديد الامتثال للرقم 5L.22 من لوائح الراديو

يتحدد تأثير التداخل الأحادي المصدر من نظام غير مستقر بالنسبة إلى الأرض على تيسر الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض وكفاءتها الطيفية من خلال تطبيق الخطوات التالية. وتُستخدم معلمات الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض الواردة في الملحق 1 بالقرار **(WRC-19) 770**، مع مراعاة جميع التباديل المعلمية المحتملة، بالاقتران مع ناتج كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) في أسوأ تشكيلة هندسية، في النسخة الأحدث للتوصية ITU-R S.1503. أما نواتج هذه التوصية، فهي مجموعة من إحصاءات التداخلات التي ينشئها النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض. ثم تُستخدم إحصاءات التداخلات هذه لتحديد أثر التداخل في كل من الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

الخطوة 0: التحقق من الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض واختيار قيمة العتبة للنسبة *C/N*

ينبغي اتباع الخطوات التالية لتحديد ما إذا كانت الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض صالحة، وإذا كانت صالحة تحدَّد قيمة العتبة التي ينبغي استعمالها من قيم العتبة $\left(\frac{C}{N}\right)_{Thr,i}$ ويُفترض أن R_s = 6 378,137 Km وR_{geo} = 42 164 Km وk_{dB} = –228,6 dB(J/K) وc = 2,99792458 x 10^5 km/s

ويلاحظ أن مصطلح "دالة التوزيع التراكمي" يُراد به أن يشمل مفهوم دالة التوزيع التراكمي التكميلي تبعاً للسياق.

1) حساب الكسب الأقصى لهوائي المحطة الأرضية بوحدة dBi باستخدام المعادلة التالية:

في حالة $100 \geq D/\lambda \geq 20$

$$G_{max} = 20 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) + 7.7 \qquad \text{dBi}$$

في حالة $100 < D/\lambda$

$$G_{max} = 20 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) + 8.4 \qquad \text{dBi}$$

2) حساب المسافة المائلة بالكيلومتر باستخدام المعادلة التالية:

$$d_{km} = R_s\left(\sqrt{\frac{R_{geo}^2}{R_s^2} - \cos^2(\varepsilon)} - \sin(\varepsilon)\right)$$

3) حساب خسارة المسير في الفضاء الحر بوحدة dB باستخدام المعادلة التالية:

$$L_{fs} = 92.45 + 20\log(f_{GHz}) + 20\log(d_{km})$$

4) حساب قدرة الإشارة المطلوبة في عرض النطاق المرجعي بوحدة dBW مع أخذ الخسائر الإضافية للوصلة في الحسبان على النحو التالي:

$$C = eirp + \Delta eirp - L_{fs} + G_{max} - L_o$$

5) حساب قدرة الضوضاء الإجمالية في عرض النطاق المرجعي بوحدة dBW/MHz باستخدام المعادلة التالية:

$$N_T = 10\log(T \cdot B_{MHz} \cdot 10^6) + k_{dB} + M_{ointra} + M_{ointer}$$

6) لكل عتبة من عتبات $(C/N)_{Thr,i}$، اشتقاق هامش هطول الأمطار المتاح في تلك الحالة بوحدة dB على النحو التالي:

$$A_{rain,i} = C - N_T - \left(\frac{C}{N}\right)_{Thr,i}$$

7) إذا كان الهامش $A_{rain,i} \le A_{min}$ في كل عتبة من عتبات $(C/N)_{Thr,i}$، فإن هذه الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض تعتبر غير صالحة.

8) إجراء الخطوة 9 لكل عتبة من عتبات $(C/N)_{Thr,i}$ يكون فيها الهامش $A_{rain,i} > A_{min}$.

9) حساب النسبة المئوية من الوقت ذات الصلة، $p_{rain,i}$، باستعمال نموذج هطول الأمطار الوارد في الملحق 2 بهذه التوصية إلى جانب القيم المختارة لمعدل هطول الأمطار، وارتفاع المحطة الأرضية، وارتفاع الأمطار، وخط عرض المحطة الأرضية، وزاوية الارتفاع، والتردد، والهامش المحسوب للخبو الناجم عن هطول الأمطار، وقيمة مفترضة للاستقطاب الرأسي.

10) إن لم تكن النسبة المئوية من الوقت المقترنة بكل قيمة من قيم العتبة $(C/N)_{Thr,i}$ ضمن المدى التالي:

$$0.01\% \le P_{rain,i} \le 10\%$$

فإن هذه الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض غير صالحة.

11) إذا كانت عتبة واحدة على الأقل تفي بالمعايير المحددة في الخطوتين 7 و10، تُستخدم في التحليل أدنى عتبة، $(C/N)_{Thr}$، تفي بهذه المعايير.

ملاحظة – قيمة A_{min} هي 3 dB.

الخطوة 1: استخراج دالة كثافة الاحتمال (PDF) للخبو الناجم عن هطول الأمطار

ينبغي استخراج الدالة PDF للخبو الناجم عن هطول الأمطار باستعمال الملحق 2 بهذه التوصية استناداً إلى القيم المختارة لمعدل هطول الأمطار وارتفاع المحطة الأرضية وخط عرض المحطة الأرضية وارتفاع الأمطار وزاوية الارتفاع والتردد (ملخصة في الجدول 2 من الملحق 2) وقيمة مفترضة للاستقطاب الرأسي على النحو التالي:

1) حساب أقصى عمق للخبو $A_{rain}(p)$ باستعمال $p = p_{min}$ مع ملاحظة أن قيمة p_{min} مقدمة في الملحق 2.

2) إنشاء مجموعة من الأجزاء N بعرض 0,1 dB للخبو الناجم عن هطول الأمطار A_{rain} تتراوح قيمتها بين 0 dB والقيمة المقربة إلى رقم واحد بعد العلامة العشرية $(A_{rain}(p_{min})) + 0.1$ dB.

3) لكل من هذه الأجزاء، تحديد الاحتمال p المقترن بها لإيجاد دالة توزيع تراكمي (CDF) للخبو A_{rain}

$$CDF_n = Probability\ that\ A_{rain} \ge \big((n-1) * 0.1\big)dB \qquad for\ n < N$$

$$CDF_n = 0\% \qquad for\ n = N$$

حيث $n = 1, 2, 3, \ldots N$.

4) في كل من هذه الأجزاء، تحويل دالة التوزيع التراكمي هذه إلى دالة كثافة احتمال للخبو A_{rain}

$$PDF_n = \frac{CDF_n - CDF_{n+1}}{100} \qquad for\ n < N$$

$$PDF_n = 0\% \quad for\ n = N$$

حيث: $\sum_{n=1}^{N} PDF_n = 1$

وينبغي استعمال جزء بحجم dB 0,1 لضمان الاتساق مع نواتج التوصية ITU-R S.1503. ويشمل كل جزء من أجزاء الدالة CDF احتمال ألا تقل قيمة الخبو الناجم عن هطول الأمطار عن dB A_{rain}. بينما يشمل كل جزء من أجزاء الدالة PDF احتمال أن تتراوح قيمة الخبو الناجم عن هطول الأمطار بين A_{rain} وA_{rain} + 0.1 dB.

الخطوة 2: استخراج دالة كثافة الاحتمال (PDF) لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

ينبغي استخدام التوصية ITU-R S.1503 لتحديد دالة التوزيع التراكمي (CDF) للكثافة epfd من معلمات الأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية والتردد وحجم الهوائي الطبقي ومخطط كسب هوائي المحطة الأرضية. وتُحسب دالة CDF للكثافة epfd في أسوأ تشكيلة هندسية استناداً إلى التوصية ITU-R S.1503. وتتكون دالة CDF للكثافة epfd من أجزاء N متباعدة بمقدار dB 0,1.

ثم تُحول دالة CDF للكثافة epfd إلى دالة PDF على النحو التالي:

1) التأكد من أن النسبة المئوية من الوقت هي 100% للأجزاء الأولى من دالة CDF للكثافة epfd و0% للأجزاء الأخيرة منها.

2) في كل من هذه الأجزاء، تُحول دالة CDF هذه إلى دالة PDF للكثافة epfd

$$PDF_n = \frac{CDF_n - CDF_{n+1}}{100} \qquad for\ n < N$$

$$PDF_n = 0 \quad for\ n = N$$

حيث: $\sum_{n=1}^{N} PDF_n = 1$

ويحتوي كل جزء من دالة CDF للكثافة epfd على احتمال أن تكون قيمة الكثافة epfd على الأقل X dB W/m^2 في عرض النطاق المرجعي. بينما يشمل كل جزء من أجزاء الدالة PDF احتمال أن تتراوح قيمة الكثافة epfd بين X و X + 0,1 dB.

الخطوة 3: تحديد دالتي CDF للنسبتين *C/N* و*C/(N+I)* بإجراء تحوير معدَّل لدالة PDF للخبو الناجم عن هطول الأمطار ودالة PDF للكثافة epfd

فيما يتعلق بالوصلة المرجعية العامة المختارة المستقرة بالنسبة إلى الأرض، ينبغي استخراج دالتي PDF للنسبتين *C/N* و*C/(N+I)* باتّباع الخطوات التالية لإجراء التحوير المعدَّل المنفصل:

بدء إجراء توزيعات النسبتين C/N و C/(N+I) بأجزاء يبلغ حجم كل منها dB 0,1

حساب المساحة الفعالة لهوائي مُتناحٍ عند طول موجة λ باستخدام المعادلة التالية:

$$A_{ISO} = 10\log\left(\frac{\lambda^2}{4\pi}\right)$$

حساب قدرة الإشارة المطلوبة مع أخذ الخسائر الإضافية للوصلة وكسب الهوائي عند حافة التغطية في الحسبان:

$$C = eirp + \Delta eirp - L_{fs} + G_{max} - L_o$$

حساب قدرة ضوضاء النظام باستخدام المعادلة التالية:

$$N_T = 10\log(T \cdot B_{MHz} \cdot 10^6) + k_{dB} + M_{ointra}$$

لكل قيمة A_{rain} في دالة PFD للخبو الناجم عن هطول الأمطار

}

حساب قدرة الإشارة المطلوبة الخابية باستخدام المعادلة التالية:

$$C_f = C - A_{rain}$$

حساب النسبة C/N باستخدام المعادلة التالية:

$$\frac{C}{N} = C_f - N_T$$

تحديث توزيع النسبة C/N بقيمة C/N هذه والاحتمال المقترن بقيمة A_{rain} هذه

ولكل قيمة للكثافة EPFD في دالة PDF للكثافةEPFD

}

حساب التداخل الناجم عن الكثافة EPFD مع مراعاة الخبو الناجم عن هطول الأمطار باستخدام المعادلة التالية:

$$I = EPFD + G_{peak} + A_{iso} - A_{rain}$$

حساب الضوضاء + التداخل باستخدام المعادلة التالية:

$$(N_T + I) = 10\log\left(10^{N_T/10} + 10^{I/10}\right)$$

حساب النسبة C/(N+I) باستخدام المعادلة التالية:

$$\frac{C}{N+I} = C_f - (N_T + I)$$

تحديد الجزء C/(N+I) ذي الصلة بقيمة C/(N+I) هذه

زيادة الاحتمال المقترن بهذا الجزء بإضافة ناتج احتمالات قيمتي الخبو الناجم عن هطول الأمطار والكثافة EPFD هاتين

{

{

الخطوة 4: استعمال توزيعات النسبتين *C/N* و*C*/(*N*+*I*) استناداً إلى المعايير المحددة في الرقم 5L.22 من لوائح الراديو

ينبغي بعد ذلك استخدام توزيعات النسبتين *C/N* و*C*/(*N*+*I*) للتحقق من الوفاء بمعياري التيسر والكفاءة الطيفية المحددين في الرقم **5L.22** من لوائح الراديو على النحو التالي:

الخطوة 4A: التحقق من زيادة عدم التيسر

باستخدام العتبة المختارة $\left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$ للوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض، تحديد ما يلي:

U_R = مجموع الاحتمالات لكل الأجزاء التي تكون فيها $C/N < \left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$

U_{RI} = مجموع الاحتمالات لكل الأجزاء التي تكون فيها $C/(N+I) < \left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$

والشرط الذي ينبغي التحقق من استيفائه بعد ذلك هو:

$$U_{RI} \leq 1.03 \times U_R$$

الخطوة 4B: التحقق من انخفاض متوسط الكفاءة الطيفية المرجّح زمنياً

تحديد متوسط الكفاءة الطيفية المرجّح زمنياً في الأجل الطويل، SER، بافتراض هطول الأمطار فقط، من خلال:

وضع $SE_{RI} = 0$

لجميع الأجزاء في الدالة PDF للنسبة C/(N+I) الأعلى من قيمة العتبة $\left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$

}

ينبغي استعمال المعادلة (3) الواردة في ملحق التوصية ITU-R S.2131-1 لتحويل النسبة C/N إلى كفاءة طيفية زيادة قيمة SE_R بإضافة ناتج ضرب الكفاءة الطيفية في الاحتمال المقترن بالنسبة C/N هذه

{

تحديد متوسط الكفاءة الطيفية المرجّح زمنياً في الأجل الطويل، SE_{RI}، بافتراض هطول الأمطار فقط، من خلال:

وضع $SE_{RI} = 0$

لجميع الأجزاء في الدالة PDF للنسبة C/(N+I) الأعلى من قيمة العتبة $\left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$

}

ينبغي استعمال المعادلة (3) الواردة في ملحق التوصية ITU-R S.2131-1 لتحويل النسبة C/(N+I) إلى كفاءة طيفية زيادة قيمة SE_{RI} بإضافة ناتج ضرب الكفاءة الطيفية في الاحتمال المقترن بالنسبة C/(N+I) هذه

{

والشرط الذي ينبغي التحقق من استيفائه بعد ذلك هو:

$$SE_{RI} \geq SE_R * (1 - 0.03)$$

المرفق 2
بالملحق 1

خطوات الخوارزمية الواجب تطبيقها في الاتجاه أرض–فضاء في نطاقي التردد GHz 50,2-47,2 و GHz 51,4-50,4 لتحديد الامتثال للرقم 5L.22 من لوائح الراديو

يتحدد تأثير التداخل الأحادي المصدر من نظام غير مستقر بالنسبة إلى الأرض على تيسر الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض وكفاءتها الطيفية من خلال تطبيق الخطوات التالية. وتُستخدم معلمات الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض الواردة في الملحق 1 بالقرار **(WRC-19) 770**، مع مراعاة جميع التباديل المعلمية المحتملة، بالاقتران مع ناتج كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) في أسوأ تشكيلة هندسية ("WCG")، في النسخة الأحدث للتوصية ITU-R S.1503. أما نواتج هذه التوصية، فهي مجموعة من إحصاءات التداخلات التي ينشئها النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض. ثم تُستخدم إحصاءات التداخلات هذه لتحديد أثر التداخل في كل من الوصلات المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

الخطوة 0: التحقق من الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض واختيار قيمة العتبة للنسبة *C/N*

ينبغي اتباع الخطوات التالية لتحديد ما إذا كانت الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض صالحة، وإذا كانت صالحة تحدَّد قيمة العتبة التي ينبغي استعمالها من قيم العتبة $\left(\frac{C}{N}\right)_{Thr,i}$. ويُفترض أن R_s = 6 378,137 Km وR_{geo} = 42 164 Km وk_{dB} = –228,6 dB(J/K) وc = 2,99792458 x 10^5 km/s

ويلاحظ أن مصطلح "دالة التوزيع التراكمي" يُراد به أن يشمل مفهوم دالة التوزيع التراكمي التكميلي تبعاً للسياق.

1) حساب المسافة المائلة بالكيلومتر باستخدام المعادلة التالية:

$$d_{km} = R_S\left(\sqrt{\frac{R_{geo}^2}{R_S^2} - \cos^2(\varepsilon)} - \sin(\varepsilon)\right)$$

2) حساب خسارة المسير في الفضاء الحر بوحدة dB باستخدام المعادلة التالية:

$$L_{fs} = 92.45 + 20\log(f_{GHz}) + 20\log(d_{km})$$

3) حساب قدرة الإشارة المطلوبة في عرض النطاق المرجعي بوحدة dBW مع أخذ الخسائر الإضافية للوصلة وكسب الهوائي عند حافة التغطية في الحسبان:

$$C = eirp + \Delta eirp - L_{fs} + G_{max} - L_o + G_{rel}$$

4) حساب قدرة الضوضاء الإجمالية في عرض النطاق المرجعي بوحدة dBW/MHz باستخدام المعادلة التالية:

$$N_T = 10\log(T \cdot B_{MHz} \cdot 10^6) + k_{dB} + M_{ointra} + M_{ointer}$$

5) لكل عتبة من عتبات $(C/N)_{Thr,i}$، اشتقاق هامش هطول الأمطار في تلك الحالة بوحدة dB على النحو التالي:

$$A_{rain,i} = C - N_T - \left(\frac{C}{N}\right)_{Thr,i}$$

6) إذا كان الهامش $A_{rain,i} \le A_{min}$ في كل عتبة من عتبات $(C/N)_{Thr,i}$، فإن هذه الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض تعتبر غير صالحة.

7) إجراء الخطوة 8 لكل عتبة من عتبات $(C/N)_{Thr,i}$ يكون فيها الهامش $A_{rain,i} > A_{min}$.

8) حساب النسبة المئوية من الوقت ذات الصلة، $p_{rain,i}$، باستعمال نموذج هطول الأمطار الوارد في الملحق 2 إلى جانب القيم المختارة لمعدل هطول الأمطار، وارتفاع المحطة الأرضية، وارتفاع الأمطار، وخط عرض المحطة الأرضية، وزاوية الارتفاع، والتردد، والهامش المحسوب للخبو الناجم عن هطول الأمطار، وقيمة مفترضة للاستقطاب الرأسي.

9) إن لم تكن النسبة المئوية من الوقت المقترنة بكل قيمة من قيم العتبة $(C/N)_{Thr,i}$ ضمن المدى التالي:

$$0.01\% \le p_{rain,i} \le 10\%$$

فإن هذه الوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض غير صالحة.

10) إذا كانت عتبة واحدة على الأقل تفي بالمعايير المحددة في الخطوتين 6 و9، ينبغي أن تُستخدم في التحليل أدنى عتبة، $(C/N)_{Thr}$، تفي بهذه المعايير.

ملاحظة – قيمة A_{min} هي 3 dB وقيمة كسب الهوائي نسبةً إلى القيمة القصوى نحو المحطة الأرضية هي G_{rel} = –3 dB.

الخطوة 1: استخراج دالة كثافة الاحتمال (PDF) للخبو الناجم عن هطول الأمطار

ينبغي استخراج الدالة PDF للخبو الناجم عن هطول الأمطار باستعمال الملحق 2 بهذه التوصية استناداً إلى القيم المختارة لمعدل هطول الأمطار وارتفاع المحطة الأرضية وخط عرض المحطة الأرضية وارتفاع الأمطار وزاوية الارتفاع والتردد وقيمة مفترضة للاستقطاب الرأسي على النحو التالي:

1) حساب أقصى عمق للخبو $A_{rain}(p)$ باستعمال $p = p_{min}$ مع ملاحظة أن قيمة p_{min} محددة في الملحق 2.

2) إنشاء مجموعة من الأجزاء N بعرض dB 0,1 تتراوح قيمتها بين 0 dB والقيمة المقربة إلى رقم واحد بعد العلامة العشرية $(A_{rain}(p_{min}))$ + 0.1 dB.

3) لكل من هذه الأجزاء، تحديد الاحتمال p المقترن بها لإيجاد دالة توزيع تراكمي (CDF) للخبو A_{rain}

$$CDF_n = Probability\ that\ A_{rain} \geq \big((n-1) * 0.1\big)dB \qquad for\ n < N$$

$$CDF_n = 0\% \qquad for\ n = N$$

حيث n = 1, 2, 3, …N.

4) في كل من هذه الأجزاء، تحويل دالة التوزيع التراكمي هذه إلى دالة كثافة احتمال للخبو A_{rain}

$$PDF_n = CDF_n - CDF_{n+1} \qquad for\ n < N$$

$$PDF_n = 0\% \quad for\ n = N$$

حيث: $\sum_{n=1}^{N} PDF_n = 100\%$

وينبغي استعمال جزء بحجم dB 0,1 لضمان الاتساق مع نواتج التوصية ITU-R S.1503. ويشمل كل جزء من أجزاء الدالة CDF احتمال ألا تقل قيمة الخبو الناجم عن هطول الأمطار عن A_{rain} dB. بينما يشمل كل جزء من أجزاء الدالة PDF احتمال أن تتراوح قيمة الخبو الناجم عن هطول الأمطار بين A_{rain} وA_{rain} + 0.1 dB.

الخطوة 2: استخراج دالة كثافة الاحتمال (PDF) لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

ينبغي استخدام التوصية ITU-R S.1503 لتحديد دالة التوزيع التراكمي (CDF) للكثافة epfd بناءً على معلمات الأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية والتردد وحجم الهوائي الطبقي ومخطط كسب هوائي المحطة الأرضية. وتُحسب دالة CDF للكثافة epfd في أسوأ تشكيلة هندسية استناداً إلى التوصية ITU-R S.1503.

ثم تُحول دالة CDF للكثافة epfd إلى دالة PDF.

الخطوة 3: تحديد دالتي CDF للنسبتين *C/N* و*C/(N+I)* بإجراء تحوير لدالة PDF للخبو الناجم عن هطول الأمطار ودالة PDF للكثافة epfd

فيما يتعلق بالوصلة المرجعية العامة المختارة المستقرة بالنسبة إلى الأرض، ينبغي استخراج دالتي PDF للنسبتين *C/N* و*C/(N+I)* باتّباع الخطوات التالية لإجراء التحوير المنفصل:

بدء إجراء توزيعات النسبتين C/N و C/(N+I) بأجزاء يبلغ حجم كل منها 0,1 dB

حساب المساحة الفعالة لهوائي مُتناحٍ عند طول موجة λ باستخدام المعادلة التالية:

$$A_{ISO} = 10 \log\left(\frac{\lambda^2}{4\pi}\right)$$

حساب قدرة الإشارة المطلوبة مع أخذ الخسائر الإضافية للوصلة وكسب الهوائي عند حافة التغطية في الحسبان:

$$C = eirp + \Delta eirp - L_{fs} + G_{max} - L_o + G_{rel}$$

حساب قدرة ضوضاء النظام باستخدام المعادلة التالية:

$$N_T = 10 \log(T \cdot B_{MHz} \cdot 10^6) + k_{dB} + M_{ointra}$$

لكل قيمة Arain في دالة PFD للخبو الناجم عن هطول الأمطار

}

حساب قدرة الإشارة المطلوبة الخابية باستخدام المعادلة التالية:

$$C_f = C - A_{rain}$$

حساب النسبة C/N باستخدام المعادلة التالية:

$$\frac{C}{N} = C_f - N_T$$

تحديث توزيع النسبة C/N بقيمة C/N هذه والاحتمال المقترن بقيمة A_{rain} هذه

ولكل قيمة للكثافة EPFD في دالة PDF للكثافة EPFD

}

حساب التداخل الناجم عن الكثافة EPFD:

$$I = EPFD + G_{peak} + A_{iso}$$

حساب الضوضاء + التداخل باستخدام المعادلة التالية:

$$(N_T + I) = 10\log\left(10^{N_T/10} + 10^{I/10}\right)$$

حساب النسبة C/(N+I) باستخدام المعادلة التالية:

$$\frac{C}{N+I} = C_f - (N_T + I)$$

تحديد الجزء C/(N+I) ذي الصلة بقيمة C/(N+I) هذه

زيادة الاحتمال المقترن بهذا الجزء بإضافة ناتج احتمالات قيمتي الخبو الناجم عن هطول الأمطار والكثافة EPFD هاتين

{

{

الخطوة 4: استعمال توزيعات النسبتين *C/N* و*C*/(*N*+*I*) استناداً إلى المعايير المحددة في الرقم 5L.22 من لوائح الراديو

ينبغي بعد ذلك استخدام توزيعات النسبتين *C/N* و*C*/(*N*+*I*) للتحقق من الوفاء بمعياري التيسر والكفاءة الطيفية المحددين في الرقم **5L.22** من لوائح الراديو على النحو التالي:

الخطوة 4A: التحقق من زيادة عدم التيسر

باستخدام العتبة المختارة $\left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$ للوصلة المرجعية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض، تحديد ما يلي:

U_R = مجموع الاحتمالات لكل الأجزاء التي تكون فيها $C/N < \left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$

U_{RI} = مجموع الاحتمالات لكل الأجزاء التي تكون فيها $C/(N+I) < \left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$

والشرط الذي ينبغي التحقق من استيفائه بعد ذلك هو:

$$U_{RI} \leq 1.03 \times U_R$$

الخطوة 4B: التحقق من انخفاض متوسط الكفاءة الطيفية المرجّح زمنياً

تحديد متوسط الكفاءة الطيفية المرجّح زمنياً في الأجل الطويل، SER، بافتراض هطول الأمطار فقط، من خلال:

Set SER = 0

لجميع الأجزاء في الدالة PDF للنسبة C/N الأعلى من قيمة العتبة $\left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$

}

ينبغي استعمال المعادلة (3) الواردة في ملحق التوصية ITU-R S.2131-1 لتحويل النسبة C/N إلى كفاءة طيفية زيادة قيمة SE_R بإضافة ناتج ضرب الكفاءة الطيفية في الاحتمال المقترن بالنسبة C/N هذه

{

تحديد متوسط الكفاءة الطيفية المرجّح زمنياً في الأجل الطويل، SE_{RI}، بافتراض هطول الأمطار فقط، من خلال:

وضع $SE_{RI} = 0$

لجميع الأجزاء في الدالة PDF للنسبة C/(N+I) الأعلى من قيمة العتبة $\left(\frac{C}{N}\right)_{Thr}$

}

ينبغي استعمال المعادلة (3) الواردة في ملحق التوصية ITU-R S.2131-1 لتحويل النسبة C/(N+I) إلى كفاءة طيفية زيادة قيمة SE_{RI} بإضافة ناتج ضرب الكفاءة الطيفية في الاحتمال المقترن بالنسبة C/(N+I) هذه

{

والشرط الذي ينبغي التحقق من استيفائه بعد ذلك هو:

$$SE_{RI} \geq SE_R * (1 - 0.03)$$

الملحق 2

حساب إحصاءات حالات الخبو الناجم عن هطول الأمطار

تُقدم الإحصاءات طويلة الأمد لحالات الخبو الناجم عن هطول الأمطار من خلال المعادلة التالية:

$$\begin{array}{cc} A_{rain}(p_{min}) & \text{for } 0\% \leq p \leq p_{min} \\ A_{rain}(p) & \text{for } p_{min} < p \leq p_1 \\ A_{rain}(p_1)(\log_{10}(p) - 1)/(\log_{10}(p_1) - 1) & p_1 < p \leq p_{max} \\ 0 \text{ dB} & p_{max} < p \leq 100\% \end{array}$$

حيث p_{max} هو احتمال أن يكون الخبو الناجم عن هطول الأمطار أكبر من 0 dB (انظر معلمة الفقرة 9.2 في الجدولين 1 و2 في الملحق 1 بالقرار **(WRC-19) 770**)؛ و$A_{rain}(p)$ يُحسب باستخدام الفقرة 1.1.2.2 من التوصية ITU-R P.618-13؛ وp_1 وp_{min} يردان في الجدول 1، في حالة الاتجاه فضاء–أرض للنظام المستقر بالنسبة إلى الأرض (GHz 37,5=F)، وفي الجدول 2 في حالة الاتجاه أرض–فضاء للنظام المستقر بالنسبة إلى الأرض (GHz 47,2=F)، ويرد مؤشر هطول الأمطار وظروف هطول الأمطار ذات الصلة لكلا الاتجاهين في الجدول 3.

الجدول 1

قيم p_1 وp_{min} التي يتعين استخدامها في الاتجاه فضاء–أرض (الوصلة الهابطة)

المؤشر	P_1 (%)	p_{min} (%)	المؤشر	P_1 (%)	p_{min} (%)	المؤشر	P_1 (%)	p_{min} (%)	المؤشر	P_1 (%)	p_{min} (%)	المؤشر
1	2,4116	0,002233	15	2,27683	0,001509	29	2,5255	0,001016	43	2,1999	0,001004	
2	2,43056	0,002184	16	2,132474	0,002155	30	2,5531	0,001021	44	2,22281	0,001006	
3	2,45185	0,002007	17	2,15401	0,002046	31	2,24996	0,002127	45	2,24985	0,001	
4	2,17104	0,004299	18	2,17912	0,001918	32	2,26854	0,002023	46	2,53394	0,001595	
5	2,1888	0,004098	19	2,62353	0,001001	33	2,28952	0,001914	47	2,5582	0,001529	
6	2,20875	0,003859	20	2,692	0,001006	34	2,14671	0,002772	48	2,58521	0,001417	
7	2,072122	0,005539	21	2,8211	0,001015	35	2,16454	0,002648	49	2,20414	0,003914	
8	2,08942	0,005269	22	2,37672	0,001007	36	2,184672	0,002505	50	2,22922	0,003662	
9	2,10884	0,005003	23	2,43951	0,001006	37	2,56214	0,001013	51	2,25721	0,003423	
10	2,46476	0,001003	24	2,5431	0,001004	38	2,59324	0,001005	52	2,05972	0,005707	
11	2,48883	0,001012	25	2,276	0,001	39	2,62902	0,001013	53	2,08493	0,005346	
12	2,5169	0,001008	26	2,33666	0,001003	40	2,30243	0,001005	54	2,113093	0,004968	
13	2,22858	0,001696	27	2,43675	0,001007	41	2,3264	0,001				
14	2,25085	0,001597	28	2,50513	0,001055	42	2,35466	0,001008				

الجدول 2

قيم p_1 وp_{min} التي يتعين استخدامها في الاتجاه أرض–فضاء (الوصلة الصاعدة)

المؤشر	P_1 (%)	p_{min} (%)	المؤشر	P_1 (%)	p_{min} (%)	المؤشر	P_1 (%)	p_{min} (%)	المؤشر	P_1 (%)	p_{min} (%)
1	2,33455	0,002786	15	2,20921	0,001796	29	2,44635	0,001235	43	2,131202	0,001002
2	2,35384	0,002625	16	2,066286	0,002558	30	2,4716	0,001185	44	2,155341	0,001001
3	2,37551	0,002469	17	2,08869	0,002422	31	2,1799	0,002555	45	2,183783	0,001003
4	2,1054	0,005082	18	2,1148	0,002274	32	2,199252	0,002421	46	2,4509	0,002042
5	2,123611	0,004846	19	2,54793	0,00101	33	2,22109	0,002291	47	2,47605	0,001865
6	2,144072	0,004584	20	2,6164	0,001009	34	2,07934	0,003305	48	2,50405	0,001724
7	2,010594	0,006442	21	2,7466	0,001009	35	2,098044	0,003155	49	2,13059	0,004723
8	2,0284	0,006179	22	2,3119	0,001003	36	2,119153	0,002987	50	2,15691	0,004433
9	2,048392	0,005855	23	2,3766	0,001002	37	2,47937	0,001004	51	2,18624	0,004149
10	2,38588	0,001116	24	2,48305	0,001007	38	2,5116	0,00101	52	1,988883	0,00683
11	2,4105	0,001048	25	2,21479	0,001002	39	2,5486	0,001013	53	2,01554	0,006349
12	2,4392	0,001007	26	2,27762	0,001005	40	2,23144	0,001003	54	2,045274	0,005903
13	2,159292	0,002035	27	2,38105	0,001003	41	2,25648	0,001006			
14	2,18234	0,001915	28	2,42572	0,001315	42	2,28598	0,001003			

الجدول 3

مؤشر هطول الأمطار وظروف هطول الأمطار ذات الصلة

مؤشر هطول الأمطار	ε	h_{rain}	Lat	$R_{0.01}$	h_{ES}	Rain index	ε	h_{rain}	Lat	$R_{0.01}$	h_{ES}
1	20	5 000	0	10	0	28	55	5 000	0	10	0
2	20	5 000	0	10	500	29	55	5 000	0	10	500
3	20	5 000	0	10	1 000	30	55	5 000	0	10	1 000
4	20	5 000	0	50	0	31	55	5 000	0	50	0
5	20	5 000	0	50	500	32	55	5 000	0	50	500
6	20	5 000	0	50	1 000	33	55	5 000	0	50	1 000
7	20	5 000	0	100	0	34	55	5 000	0	100	0
8	20	5 000	0	100	500	35	55	5 000	0	100	500
9	20	5 000	0	100	1 000	36	55	5 000	0	100	1 000
10	20	3 950	30	10	0	37	55	3 950	30	10	0
11	20	3 950	30	10	500	38	55	3 950	30	10	500
12	20	3 950	30	10	1 000	39	55	3 950	30	10	1 000
13	20	3 950	30	50	0	40	55	3 950	30	50	0
14	20	3 950	30	50	500	41	55	3 950	30	50	500
15	20	3 950	30	50	1 000	42	55	3 950	30	50	1 000
16	20	3 950	30	100	0	43	55	3 950	30	100	0
17	20	3 950	30	100	500	44	55	3 950	30	100	500
18	20	3 950	30	100	1 000	45	55	3 950	30	100	1 000
19	20	1 650	61,8	10	0	46	90	5 000	0	10	0
20	20	1 650	61,8	10	500	47	90	5 000	0	10	500
21	20	1 650	61,8	10	1 000	48	90	5 000	0	10	1 000
22	20	1 650	61,8	50	0	49	90	5 000	0	50	0
23	20	1 650	61,8	50	500	50	90	5 000	0	50	500
24	20	1 650	61,8	50	1 000	51	90	5 000	0	50	1 000
25	20	1 650	61,8	100	0	52	90	5 000	0	100	0
26	20	1 650	61,8	100	500	53	90	5 000	0	100	500
27	20	1 650	61,8	100	1 000	54	90	5 000	0	100	1 000

تجميع قائمة بالإحالات المرجعية للأحكام التنظيمية، بما في ذلك الحواشي والقرارات، متضمنة توصيات قطاع الاتصالات الراديوية بالإحالة

التوصية ITU-R	عنوان التوصية	أحكام وحواشي لوائح الراديو المتضمنة إحالات إلى توصيات قطاع الاتصالات الراديوية الواردة في المجلد الرابع من لوائح الراديو
TF.460-6	بث الترددات المعيارية وإشارات التوقيت	الرقم **14.1** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-23) 655**)
M.489-2	الخصائص التقنية لتجهيزات المهاتفة الراديوية التي تشغلها الخدمة المتنقلة البحرية على الموجات المترية (VHF) مع مباعدة تبلغ 25 kHz فيما بين القنوات	الرقمان **77.51**، **231.52**، والتذييل **18** *(الملاحظات العامة ه))*
M.492-6	إجراءات تشغيل تجهيزات الإبراق بطباعة مباشرة في الخدمة المتنقلة البحرية	الرقم **2.56**
P.525-4	حساب التوهين في الفضاء الحر	الرقم **444B.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-19) 748**)
P.526-15	الانتشار بالانعراج	الرقم **444B.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-19) 748**)
M.541-11	إجراءات التشغيل الخاصة باستعمال تجهيزات النداء الانتقائي الرقمي (DSC) في الخدمة المتنقلة البحرية	الأرقام **35.51**، **112.52**، **149.52**، **153.52**، **2.54**
M.585-9 (الملحق 1)	تخصيص الهويات واستعمالها في الخدمة المتنقلة البحرية	الأرقام **99.19**، **102.19**، **111.19**
M.633-5	خصائص الإرسال لمنار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ بالساتل (منار EPIRB ساتلي) يعمل بواسطة نظام ساتلي في النطاق 406,1-406,0 MHz	الرقم **1.34**
S.672-4	مخطط الإشعاع المطلوب استعماله كهدف تصميمي لهوائيات السواتل في الخدمة الثابتة الساتلية التي تستعمل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض	الجدول **22-2** (والرقم **3.5D.22**)، الجدول **22-3** (والرقم **3.5F.22**)
M.690-3	الخصائص التقنية للمنارات الراديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ التي تعمل على الترددين الحاملين 121,5 MHz و243 MHz	التذييل **15**، (الجدول 15-2)
RA.769-2 (الأجزاء المتعلقة بتطبيق الأرقام **372.5** و**511G.5** و**511H.5** و**531C.5** و**531E.5** والرقم **510A.5**)	معايير الحماية المستخدمة في قياسات الفلك الراديوي	الأرقام **372.5** و**511G.5** و**511H.5** و**531C.5** و**531E.5** والرقم **510A.5** (عن طريق القرار **(WRC-23) 678**)
P.838-3	نموذج التوهين الطولي الناتج عن المطر لاستعماله في أساليب التنبؤ	التذييل **30A** (الملحق **3**، الفقرة **2.2**، المرحلة **6**)
M.1084-5	حلول مؤقتة لتحسين فعالية استخدام محطات الخدمة المتنقلة البحرية للنطاق 174-156 MHz	التذييل **18** (الملاحظة **B**) (قبل الجدول)

التوصية ITU-R	عنوان التوصية	أحكام وحواشي لوائح الراديو المتضمنة إحالات إلى توصيات قطاع الاتصالات الراديوية الواردة في المجلد الرابع من لوائح الراديو
SM.1138-3	تحديد عروض النطاق اللازمة وأمثلة عن كيفية حسابها وأمثلة مصاحبة عن تسمية الإرسالات	التذييل **1** (الفقرة **1** والفقرة **2**)
SA.1154-0	أحكام خاصة بحماية خدمات الأبحاث الفضائية (SR) والعمليات الفضائية (SO) واستكشاف الأرض الساتلية (EES) وبتسهيل التقاسم مع الخدمة المتنقلة في النطاقين 025 2-110 2 MHz و200 2-290 2 MHz	الرقم **391.5**
M.1171-1	إجراءات المهاتفة الراديوية للنداءات الروتينية في الخدمة المتنقلة البحرية	الأرقام **192.52**، **195.52**، **213.52**، **224.52**، **234.52**، **240.52**، **1.57**
M.1172-0	مختصرات وإشارات متنوعة لاستعمالها في الاتصالات الراديوية للخدمة المتنقلة البحرية	الرقم **48.19**
M.1173-1	الخصائص التقنية للمرسلات ذات النطاق الجانبي الوحيد المستعملة في الخدمة المتنقلة البحرية للمهاتفة الراديوية في النطاقات الموجودة بين 1 606,5 kHz (605 1 kHz في الإقليم 2) و4 000 kHz وبين 4 000 kHz و27 500 kHz	الرقمان **181.52**، **229.52**، والتذييل **17** (الجزء B، القسم الأول، الفقرة 2 والفقرة 6)
M.1174-4	الخصائص التقنية للتجهيزات المستعملة للاتصالات على متن السفن في النطاقات المحصورة بين 450 و470 MHz	الرقمان **287.5**، **288.5**
M.1187-1	طريقة لحساب المنطقة التي يحتمل أن تتأثر في حالة شبكة للخدمة المتنقلة الساتلية تستعمل مدارات دائرية في النطاق 1-3 GHz	التذييل **4** (الملحق 2، البند 11.C.ب)
S.1256-0	منهجية تحديد السوية الإجمالية القصوى لكثافة تدفق القدرة عند مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاق 700 6-075 7 MHz من وصلات تغذية الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية في الاتجاه فضاء-أرض	الرقم **5A.22**
RS.1260-2	جدوى تقاسم الترددات بين المحاسيس النشيطة المحمولة في الفضاء والخدمات الأخرى العاملة في النطاق 420-470 MHz	الرقم **279A.5**
BO.1293-2	أقنعة الحماية وطرائق الحساب المصاحبة من أجل التداخلات التي تحدث لأنظمة الإذاعة الساتلية في حالة الإرسالات الرقمية	التذييل **30A** (الملحق 3، الفقرة 3.3) التذييل **30** (الملحق 5، الفقرة 4.3)
S.1340-0	التقاسم بين وصلات التغذية للخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الملاحة الراديوية للطيران في الاتجاه أرض-فضاء في النطاق 15,4-15,7 GHz	الرقم **511C.5**
S.1428-1	مخططات الإشعاع المرجعية للمحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية لاستعمالها في تقييم التداخل من خلال سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في نطاقات الترددات بين 10,7 GHz و30 GHz	الجدول **22-1A**، الجدول **22-1B**، الجدول **22-1C** (والرقم **6.5C.22**)
BO.1443-3	مخططات مرجعية لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية لاستعمالها في تقييم التداخل الذي تتدخل فيه سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في نطاقات الترددات المذكورة في التذييل 30 من لوائح الراديو	الجدول **22-1D** (والرقمان **11.5C.22** و**13.5C.22**)

التوصية ITU-R	عنوان التوصية	أحكام وحواشي لوائح الراديو المتضمنة إحالات إلى توصيات قطاع الاتصالات الراديوية الواردة في المجلد الرابع من لوائح الراديو
RA.1513-2	مستويات فقدان البيانات في عمليات الرصد للفلك الراديوي ومعايير النسبة المئوية الزمنية الناجمة عن التردي الناتج عن التداخل بالنسبة للنطاقات الترددية الموزعة لخدمة الفلك الراديوي على أساس أولي	الأرقام **372.5** و**511G.5** و**511H.5** و**531C.5** و**531E.5** والرقم **510A.5** (عن طريق القرار **(WRC-23) 678**)
M.1583-1	حساب التداخل بين أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية أو خدمة الملاحة الراديوية الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومواقع رصد الفلك الراديوي	الرقم **372.5**، الرقم **443B.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-15) 741**)، التذييل **4** الملحق 2 (البند A.17.ب.3) (عن طريق القرار **(Rev.WRC-15) 741**)
S.1586-1	حساب سويات الإرسال غير المطلوب التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي	الرقم **551H.5**
F.1613-0	متطلبات تشغيل ونشر أنظمة النفاذ اللاسلكي الثابت التابعة للخدمة الثابتة داخل الإقليم 3، بغية تأمين حماية الأنظمة العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) وخدمة الأبحاث الفضائية (النشيطة) في النطاق 250-5 350 MHz	الرقم **447E.5**
RA.1631-0	مخطط الإشعاع المرجعي لهوائي محطة الفلك الراديوي ينبغي استعماله في تحليل الملاءمة بين أنظمة سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحطات خدمة الفلك الراديوي على أساس مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)	الرقم **208B.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-19) 739**، الرقم **372.5**، الرقم **443B.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-15) 741** والرقم **551H.5**، التذييل 4، الملحق 2 (البند A.17.ب.3) (عن طريق القرار **(Rev.WRC-15) 741**)
M.1642-2	منهجية تقييم كثافة تدفق القدرة المكافئة المجمعة القصوى عند محطة لخدمة الملاحة الراديوية للطيران تنتجها جميع أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية العاملة في النطاق 1 215-1 164 MHz	الرقم **328A.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-07) 609**)
M.1643-0	المتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة من الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران بما فيها تلك التي تستعمل المرسلات المستجيبات في شبكات الخدمة الثابتة الساتلية العاملة في نطاق الترددات 14-14,5 GHz (أرض-فضاء)	الرقم **504B.5** (يشير إلى الملحق 1، الجزء C من التوصية ITU-R M.1643-0)، الأرقام **504C.5** و**508A.5** و**509A.5** (تشير إلى الملحق 1، الجزء B من التوصية ITU-R M.1643-0)
M.1652-1 (الملحق 1 والملحق 5)	اختيار دينامية التردد (DFS) في أنظمة النفاذ اللاسلكي بما فيها الشبكات المحلية الراديوية لأغراض حماية خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق 5 GHz	الرقم **446A.5** و**447F.5** و**450A.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-23) 229**)
M.1827-1	المبادئ التوجيهية المتعلقة بالمتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الخدمة المتنقلة للطيران (R) المقتصرة على التطبيقات السطحية في المطارات في نطاق التردد 5 150-5 091 MHz	الرقم **444B.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-19) 748**)
M.2013-0	الخصائص التقنية لأنظمة الملاحة الراديوية للطيران غير الخاضعة لمعايير منظمة الطيران المدني الدولي والعاملة قرابة التردد 1 GHz وحمايتها	الرقم **327A.5** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-15) 417**)

التوصية ITU-R	عنوان التوصية	أحكام وحواشي لوائح الراديو المتضمنة إحالات إلى توصيات قطاع الاتصالات الراديوية الواردة في المجلد الرابع من لوائح الراديو
RS.2065-0	حماية وصلات خدمة الأبحاث الفضائية في الاتجاه فضاء-أرض في النطاقين 400 8-450 8 MHz و450 8-500 8 MHz من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حوالي 600 9 MHz	الرقم **474C.5**
RS.2066-0	حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاق التردد 10,7-10,6 GHz من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حوالي 600 9 MHz	الرقم **474B.5**
S.2157-0	إجراءات تقييم التداخل من أي نظام ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في مجموعة عالمية من الوصلات المرجعية الساتلية العامة المستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات التردد 37,5-39,5 GHz (فضاء-أرض) و42,5-47,2 GHz (فضاء-أرض) و50,2-50,4 GHz (أرض-فضاء) و51,4 GHz (أرض-فضاء)	الرقمان **550C.5** و**1.5L.22** (عن طريق القرار **(Rev.WRC-23) 770**)

ISBN 978-92-61-38986-4 SAP id
45635
9 789261 389864

نُشرت في سويسرا
جنيف، 2024