

**السلسلة M**

**الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة**

معايير الحماية المطبقة على معدات البحث والإنقاذ للنظام Cospas‑Sarsat في النطاق MHz 406,1-406

**التوصيـة ITU-R  M.1478-3  
(2014/09)**

**تمهيـد**

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ITU‑T/ITU‑R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU‑R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

|  |  |
| --- | --- |
| **سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية**  (يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>) | |
| **السلسلة** | **العنـوان** |
| **BO** البث الساتلي | |
| **BR** التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية | |
| **BS** الخدمة الإذاعية (الصوتية) | |
| **BT** الخدمة الإذاعية (التلفزيونية) | |
| **F** الخدمة الثابتة | |
| **M الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة** | |
| **P** انتشار الموجات الراديوية | |
| **RA** علم الفلك الراديوي | |
| **RS** أنظمة الاستشعار عن بعد | |
| **S** الخدمة الثابتة الساتلية | |
| **SA** التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية | |
| **SF** تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة | |
| **SM** إدارة الطيف | |
| **SNG** التجميع الساتلي للأخبار | |
| **TF** إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت | |
| **V** المفردات والمواضيع ذات الصلة | |

|  |
| --- |
| ***ملاحظة****: تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.* |

*النشر الإلكتروني*جنيف، 2015

© ITU 2015

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

التوصيـة ITU-R  M.1478-3

معايير الحماية المطبقة على معدات البحث والإنقاذ للنظام Cospas-Sarsat  
في النطاق MHz 406,1-406

(2014-2011-2004-2000)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية معايير الحماية لأجهزة البحث والإنقاذ في النظام Cospas−Sarsat الموجودة على متن السواتل في المدارات الأرضية المتوسطة والمنخفضة (LEO) المستقرة بالنسبة إلى الأرض والتي تستقبل الإشارات من منارات راديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ (EPIRB) وغيرها من منارات الاستغاثة الراديوية العاملة في النطاق MHz 406,1−406.

كلمات رئيسية

النظام الساتلي الدولي للبحث والإنقاذ Cospas‑Sarsat؛ معايير الحماية؛ معدات البحث والإنقاذ؛ النطاق MHz 406,1-406.

مسرد المختصرات

EPIRB – المنارات الراديوية للاستدلال على مواقع الطوارئ (emergency position indicating radio beacons)

DRU - وحدة استعادة البيانات (data recovery unit)

GOES - السواتل التشغيلية والبيئية المستقرة بالنسبة إلى الأرض (geostationary operational and environmental satellites)

MSG - سواتل الأرصاد الجوية من الجيل الثاني (METEOSAT second generation)

SARP – معالج ساتل البحث والإنقاذ (search and rescue processor)

SARR – مكررات البحث والإنقاذ (search and rescue repeaters)

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

|  |  |
| --- | --- |
| التوصية ITU-R M.1731-2 | معايير حماية مطاريف المستعمل المحلي في النظام الساتلي Cospas‑Sarsat في النطاق MHz 1 545‑1 544 |
| التوصية TU-R M.1787-2 | وصف الأنظمة والشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء‑أرض وفضاء‑فضاء) والخصائص التقنية لمحطات الإرسال الفضائية العاملة في النطاقات MHz 1 215-1 164  وMHz 1 300-1 215 وMHz 1 610-1 559 |

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

*أ* *)* أن نظام البحث والإنقاذ الساتلي العالمي Cospas−Sarsatيعمل ضمن توزيع حصري في النطاق MHz 406,1‑406؛

*ب)* أن التحليل الوارد في الملحق 1 بشأن المتطلبات القصوى المسموح بها من كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) لمعالج ساتل البحث والإنقاذ (SARP) إزاء بث النطاق العريض خارج النطاق والحد الأعلى في زحزحة تردد دوبلر المصاحبة لبث الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) الذي يستقبله ساتل البحث والإنقاذ (Sarsat)؛

*ج)* أن التحليل الوارد في الملحق 2 بشأن المتطلبات القصوى المسموح بها من كثافة تدفق القدرة (pfd) لمعالج ساتل البحث والإنقاذ (SARP) إزاء البث الهامشي في النطاق الضيق؛

*د )* أن الملحق 3 يتضمن مبادئ توجيهية لاستخدام متطلبات الحماية في النطاق MHz 406,1‑406 لأجهزة معالج ساتل البحث والإنقاذ SARP (المعدات الساتلية على متن المركبة)؛

*ﻫ )* أن الملحق 4 يحتوي مبادئ توجيهية بشأن حماية خدمات السلامة الموزعة على أساس أولي في النطاق MHz 406,1‑406 (نظام Cospas-Sarsat) من البث في الوصلة الهابطة في الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) في مدار ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) تحت تردد MHz 406؛

*و )* أن الملحقات 5 و6 و7 تحتوي مبادئ توجيهية بشأن حماية مكررات البحث والإنقاذ (SARR) في النطاق MHz 406,1‑406 في سواتل البحث والإنقاذ Sarsat الأرضية المنخفضة (LEO) والسواتل التشغيلية والبيئية المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GOES) وسواتل الأرصاد الجوية من الجيل الثاني (MSG)، على التوالي؛

*ز )* أن الملحقين 8 و9 يحتويان مبادئ توجيهية بشأن حماية مكررات البحث والإنقاذ (SARR) في النطاق MHz 406,1‑406 في السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض (Electro) وفي السواتل الملاحية (GLONASS)، على التوالي؛

*ح )* أن الملحق 10 يوفر مبادئ توجيهية بشأن حماية مكررات البحث والإنقاذ (SARR) في النطاق MHz 406,1‑406 في السواتل الملاحية (Galileo)؛

*ط )* أن الملحق 11 يوفر مجموعة شاملة لخصائص جميع المعدات الموجودة في العمليات الحالية والمستقبلية على متن مختلف أنواع السواتل في المدارات LEO أو MEO أو GSO،

توصـي

**1** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على أجهزة Sarsat SARP جراء الأنظمة التي تستخدم نطاقات تردد مجاورة إلى الحد الأقصى المقبول من كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) عند هوائي ساتل البحث والإنقاذ (Sarsat) بمقدار dB(W/(m2 . Hz)) 198,6−؛

**2** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على أجهزة Sarsat SARP جراء البث الهامشي في النطاق الضيق (من قبيل بث توافقي وبث طفيلي ونواتج تشكيل متبادل ونواتج تحويل ترددات) إلى حد أقصى من كثافة تدفق القدرة (pfd) بمقدار dB(W/m2) 166,2− عند هوائي ساتل البحث والإنقاذ Sarsat ضمن عرض نطاق استبانة قدره Hz 19؛

**3** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على أجهزة Cospas SARP جراء الأنظمة التي تستخدم نطاقات التردد المجاورة إلى حد أقصى مقبول من كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) عند هوائي النظام Cospas بمقدار dB(W/(m2 . Hz)) 198,6−؛

**4** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على أجهزة Cospas SARP جراء البث الهامشي في النطاق الضيق (من قبيل بث توافقي وبث طفيلي ونواتج تشكيل متبادل ونواتج تحويل ترددات) إلى حد أقصى من كثافة تدفق القدرة (pfd) بمقدار dB(W/m2) 170,6− عند هوائي نظام Cospas ضمن عرض نطاق استبانة قدره 40 Hz؛

**5** بأن يستخدم التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على أجهزة نظام Cospas-Sarsatفي مدارات غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) جراء أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) المقترحة التي تستخدم نطاق التردد MHz 406,1‑406 حداً أقصى من زحزحة دوبلر بمقدار 20 kHz؛

**6** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على مكررات سواتل البحث والإنقاذ (Sarsat) الأرضية المنخفضة (LEO) جراء الأنظمة التي تستخدم نطاقات التردد المجاورة إلى حد أقصى من الكثافة spfd عند هوائي Sarsat بمقدار dB(W/(m2·Hz)) 181,3−؛

**7** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على مكررات السواتل التشغيلية والبيئية المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GOES GEO) جراء الأنظمة التي تستخدم نطاقات التردد المجاورة إلى حد أقصى من الكثافة spfd عند هوائي الساتل Sarsat بمقدار 201,1− dB(W/(m2 · Hz))؛

**8** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على مكررات سواتل الأرصاد الجوية من الجيل الثاني المستقرة بالنسبة إلى الأرض (MSG GEO) جراء الأنظمة التي تستخدم نطاقات التردد المجاورة إلى حد أقصى من الكثافة spfd عند هوائي الساتل Sarsat بمقدار dB(W/(m2 · Hz)) 206,1−؛

**9** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على مكررات السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض (Electro GEO) جراء الأنظمة التي تستخدم نطاقات التردد المجاورة إلى حد أقصى من الكثافة spfd عند هوائي النظام Cospas بمقدار 198,7− dB(W/(m2 · Hz))؛

**10** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على مكررات السواتل الملاحية (GLONASS MEO) جراء الأنظمة التي تستخدم نطاقات التردد المجاورة إلى حد أقصى من الكثافة spfd عند هوائي النظام Cospas بمقدار dB(W/(m2 · Hz)) 205,2−؛

**11** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على مكررات السواتل الملاحية Galileo MEO جراء الأنظمة التي تستخدم نطاقات التردد المجاورة إلى حد أقصى من الكثافة spfd عند الهوائي بمقدار dB(W/(m2 · Hz)) 206,1−؛

**12** بأن يستند التحليل الرامي إلى تحديد الأثر على مكررات السواتل الملاحية Galileo MEO جراء الإرسالات الهامشية ضيقة النطاق إلى حد أقصى من الكثافة pfd عند الهوائي بمقدار dB(W/m2) 166,2−.

الملحق 1  
  
معايير الحماية لنظام Cospas-Sarsat في النطاق 406,1-406 MHz  
من بث النطاق العريض خارج النطاق

# 1 مقدمة

يحتوي هذا الملحق معلومات عن النظام Cospas-Sarsat (اختصاراً C-S) ومتطلبات حمايته من بث النطاق العريض خارج النطاق.

# 2 خلفية

توفر نصوص أخرى يصدرها الاتحاد الدولي للاتصالات معلومات عن البنود التالية:

– معلمات عدة شبكات لخدمة متنقلة ساتلية (MSS) في مدارات ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non−GSO)؛

– سوية عتبة كثافة تدفق القدرة (pfd) من حيث التداخل؛

– حماية عمليات البحث والإنقاذ (SAR) باستخدام التشكيل الطيفي أو تقنيات الترشيح.

# 3 سوية عتبة كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) من حيث التداخل

من شأن إضافة ضوضاء النطاق العريض إلى نظام Sarsat SARP أن تزيد من معدل أخطاء البتات (BER) وبالتالي أن تؤثر سلباً على الأداء. وكما تحدد في دراسات قطاع الاتصالات الراديوية فإن الحد الأقصى من معدلBER المقبول في الوصلة الصاعدة لنظام Sarsat SARP يجب ألا يتجاوز 5-10 × 5. وبناءً على هذا الاشتراط، يحدد هذا التحليل الحد الأقصى المقبول من الكثافة pfd المصاحبة لضوضاء النطاق العريض في قناة الوصلة الصاعدة في نظام Sarsat SARP. ولا يتناول التحليل أثر بث النطاق الضيق (أي الخطوط الطيفية) الذي يؤثر سلباً أيضاً على أداء المعالج SARP كما لا يتناول متطلبات الحماية لجميع أجهزة Cospas‑Sarsat (من قبيل مكرر البحث والإنقاذ Sarsat ونظام Cospas SARP).

ويبين الشكل 1 عناصر المعدات الأساسية على متن سواتل الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) (وعلى متن سواتل الأرصاد الجوية الأوروبيةMETOP المقبلة).

الشـكل 1

المعدات والأجهزة على متن السواتل

هوائي استقبال  
 Sarsat SARP (UDA)



التوهين: dB 1,6

ويعبّر عن مواصفة مخطط كسب هوائي جمع البيانات بالموجات الديسيمترية (UDA) وفقاً لزاوية النظير في الجدول 1:

الجـدول 1

مخطط كسب هوائي جمع البيانات بالموجات الديسيمترية (UDA) في مستقبِل SARP

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاوية ساتل النظير | 62 | 59 | 54 | 47 | 39 | 31 | 22 | 13 | 5 | 0 |
| الكسب في RHCP | 3,85 | 3,54 | 2,62 | 1,24 | -0,17 | -1,33 | -2,24 | -3,08 | -3,80 | -3,96 |
| الكسب في LHCP | -5,69 | -6,23 | -7,52 | -9,39 | -11,39 | -13,12 | -14,52 | -15,77 | -17,17 | -18,00 |
| النسبة المحورية | 6,02 | 5,85 | 5,59 | 5,26 | 4,90 | 4,57 | 4,31 | 4,11 | 3,78 | 3,49 |

الأرقام المحددة في الجدول 1 هي من مخطط هوائي استقبال Sarsat بمقدار 406 MHz من أجل معالج ساتل البحث والإنقاذ (SARP)، كما ينبغي أن تكون من أجل سواتلNOAA وMETOP.

وأرقام Sarsat النمطية هي: رقم الضوضاء = 2,5 dB (معلمة دخل C-S SARP)، حرارة ضوضاء الخلفية الاسمية = K 1 000 (معلمة دخل Cospas-Sarsat)، التوهين بين الهوائي ومستقبِل المعالج SARP = 1,6 dB. وهكذا، فإن حرارة ضوضاء النظام عند دخل مستقبِل المعالج SARP (النقطة B في الشكل 1) تساوي K 1 010 ومن ثم تكون الكثافة الطيفية للضوضاء dB(W/Hz) 198,6– = *N*0.

وتبين مواصفة أسوأ حالة أن المعالج SARP مصمم لكي يعمل على نحو صحيح عندما تكون للإشارة المستقبَلة قدرة dBW 161− = *C* (السوية الدنيا للإشارة المستقبَلة) عند دخل المستقبِل، بحيث يعطي نسبة فعّالة *Eb*/*N*0 = 9,1 dB في كاشف البتات في المعالج SARP إذا أخذ في الحسبان الشكل الموجي للمنار الراديوي ومختلف الخسائر. وفي هذه الحالة يساوي معدل أخطاء البتات (BER) المقابل 5−10 × 2,6.

لذلك، ولتحقيق معدل BER بمقدار 5−10 × 5 (وهو مضاعفة تقريبية لمعدل BER) يكون الحد الأقصى المقبول من الانحطاط 0,3 dB. وعند معدل *Eb*/*N*0 = 8,8 dB يكون معدل BER مساوياً لمقدار 5−10 × 4,8.

وفيما يلي أدناه يُحتسب مقدار الضوضاء المضافة المقابل لانحطاط 0,3 dB من أجل نسبة *C*/*N*0.

ولنفترض أن *I*0 تمثل كثافة قدرة الضوضاء المضافة المتأتية من متداخِلات الخدمة MSS في ساتل non-GSO.

عندها تصبح الضوضاء *N*0 المبدئية *I*0 + *N*0.

وتصبح نسبة الإشارة إلى الضوضاء *C*/*N*0 عندئذ *C*/(*N*0 + *I*0).

ويكون الانحطاط dB 0,3=10 log ((*C*/*N*0)/(*C*/(*N*0 + *I*0)))، وهكذا تكون dB 11,5− = *I*0 /*N*0 و*I*0 = dB(W/Hz) 210,1− وهي ما يقابل حرارة K 70,8، وبالتالي زيادة بنسبة %7 في حرارة ضوضاء النظام عند مستقبِل SARP.

ولذلك، فإن السوية القصوى المسموح بها لكثافة الضوضاء هي *I*0 = 210,1− dB(W/Hz) (محسوبة للنقطة B في الشكل 1).

وكما يبدو في الشكل 1، فإن كثافة الضوضاء *I*0 تأخذ في الحسبان التوهين وكسب الهوائي. وبما أن الكثافة spfd مطلوبة، فمن الضروري تحويل هذا الرقم إلى وحدة dB(W/(m2 · Hz)). وتكون مساحة السطح المكافئة في هوائي له كسب G هي:  
، لذلك تكون الكثافةspfd المقابلة:  –210 + 1,6 (losses) – 10 log10 *S* = –198,6 dB(W/(m2 · Hz))

مع الأخذ في الحسبان أعلى زاوية نظير ساتلية. ويجب ألا تتجاوز السوية القصوى لتداخل ضوضاء النطاق العريض في النطاق MHz 406,1‑406 مقدار dB(W/(m2 · Hz)) 198,6− وذلك لحماية أجهزة Sarsat SARP.

# 4 الحد الأقصى لزحزحة دوبلر

ينبغي لأي عرض نطاق حماية مقترح أن يأخذ في الحسبان أيضاً آثار زحزحة دوبلر. كما يجب توخي العناية في معاملة قيمة الحد الأقصى من زحزحة دوبلر. وتحدث أسوأ حالة عندما تكون سواتل Sarsat وسواتل MSS غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non−GSO) في نفس المدار وتدور في اتجاهين متعاكسين. وفي هذه الحالة ينطبق التحليل الوارد أدناه.

تأتي إشارة الخدمة non‑GSO MSS من النقطة A. وساتلSarsat ممثل بالنقطة B. ويتحرك الساتل Sarsat بسرعة V*B*. فإذا لم يكن الساتل non‑GSO MSS في حالة الحركة، يكون التردد المستقبَل عند النقطة B في أسوأ حالة . ومن جهة أخرى، يكون للتردد المستقبَل عند النقطة B نفس القيمة إذا كان الساتل Sarsat ساكناً وإذا كان الساتل non‑GSO MSS متحركاً. وإذا كان ارتفاع الساتل يساوي km 850، تكون سرعته m/s 7 426.

وعندما يتحرك الساتلان في اتجاه متعاكس، فإن الحد الأعلى لزحزحة دوبلر يساوي:



وهذا هو سيناريو أسوأ حالة ولا ينطبق بالضرورة على جميع أنظمة الخدمة MSS المقترحة.

# 5 الاستنتاجات والتوصيات

تبعاً للحسابات المشار إليها أعلاه، تكون الاستنتاجات والتوصيات بشأن أثر البث في نطاقات التردد المجاورة على نظام Sarsat SARP كما يلي:

– يجب ألا تتجاوز السوية القصوى لتداخل ضوضاء النطاق العريض في النطاق MHz 406,1‑406 مقدار dB(W/(m2 · Hz)) 198,6− وذلك لحماية أجهزة Sarsat SARP؛

– الحد الأعلى لزحزحة دوبلر هو 20 kHz؛

– يُوصى بإجراء المزيد من التحليلات لتحديد الأثر على نظام Cospas-Sarsat من الخدمة MSS التي تشغل النطاق MHz 406‑405 باستخدام كثافة spfd بمقدار dB(W/(m2 · Hz)) 198,6−، وزحزحة دوبلر ملائمة، ومراعاة سيناريو أسوأ حالة المصاحب لكوكبة الخدمة MSS بأكملها كما هو متصور.

الملحق 2  
  
معايير الحماية لنظام Cospas-Sarsat في النطاق MHz 406,1‑406   
من البث الهامشي في النطاق الضيق

# 1 مقدمة

يقدم هذا الملحق معلومات تتصل بنظام Cospas-Sarsat (C-S) ومتطلبات الحماية الخاصة به من البث الهامشي في النطاق الضيق.

# 2 الخلفية

يحتوي الملحق 1 على معايير الحماية لنظام Sarsat SARP في النطاق MHz 406,1‑406 الواجب تطبيقها كأساس لتحليل التداخل من البث خارج النطاق. ويحدد هذا الملحق متطلبات الحماية لأجهزة Sarsat SARP فيما يتعلق بالتداخل من البث الهامشي في النطاق الضيق (بث توافقي وبث طفيلي ونواتج تشكيل متبادل ونواتج تحويل ترددات).

والمصطلحات المستخدمة في هذا الملحق مستمدة من التوصية ITU-R SM.328 - الأطياف وعرض نطاق البث، ومن التوصية ITU‑R SM.329 - البث غير المطلوب في المجال الهامشي.

ويتناول هذا الملحق معايير الحماية لأجهزة Sarsat SARP فقط ولا يمثل بالضرورة معايير الحماية لجميع أجهزة Cospas‑Sarsat.

# 3 متطلبات الحماية من البث الهامشي في النطاق الضيق

يبين الشكل 1 العناصر الأساسية في معدات النظام Sarsat SARP.

ورغبة في التوصل إلى فهم أفضل لأساس منطق هذه المواصفة، من الضروري أن نستذكر باختصار أسلوب عمل معالج البحث والإنقاذ SARP.

يبدأ بث منارات الاستغاثة الراديوية Sarsat بموجة حاملة غير مشكّلة بسرعة ms 160 لتمكين إحكام عروة مقفلة الطور على نحو أسهل على الموجة الحاملة. ويمثل الشكل 2 نسق رسالة Cospas‑Sarsat.

الشـكل 2

نسق رسالة Cospas-Sarsat



موجة حاملة  
160 ms

بتات تزامن

بتات محتوى رسالة منار استغاثة

يقوم محلل الطيف في جهاز SARP باستمرار بمراقبة كامل تغطية عرض النطاق بحثاً عن الجزء الصافي من الموجة الحاملة في بث منارات الاستغاثة الراديوية. وعندما يتحرى محلل الطيف مثل هذا الخط، يعتبر أنه بداية رسالة C‑S. وتعتمد النظرية على تحري الموجة الحاملة الصافية (موجة جيبية) في بيئة ضوضاء بيضاء وضوضاء مضافة وضوضاء غوسية. ويتم حساب كثافة القدرة الطيفية للإشارة المستقبَلة (الموجة الحاملة الصافية + الضوضاء) باستخدام تقنيات تحويل Fourier، وتتم معالجة كل إشارة فوق عتبة النظام كما لو كانت منار استغاثة راديوية (انظر الشكل 3).

الشـكل 3

تحري موجة جيبية في ضوضاء غوسية بيضاء



ذُرى متحرّاة

كثافة القدرة الطيفية

عتبة

وترسل الإشارات فوق سوية العتبة إلى وحدة استعادة البيانات (DRU) على متن الساتل من أجل مواصلة المعالجة والبث إلى الأرض في قناة مهمة عمليات القياس (انظر الشكل 4).

الشـكل 4

الرسم البياني الوظيفي لنظام SARP



مهمة قياسات

دخل RF

مستقبِل

اتساق الرتل   
وذاكرة

وحدة تحكم

حرصاً على تلبية متطلبات أداء SARفيما يتعلق بمنارات الاستغاثة الراديوية ذات القدرة المنخفضة، تم تصميم جهاز SARP لتحري ومعالجة الإشارات الضعيفة جداً. وهو من دقة الأداء بحيث يرسل أي إشارة *Cmin* تتجاوز سوية كثافة الضوضاء المحلية بمقدار 21 dB(Hz) (*Cmin* / *N*0 > 21 dB(Hz)) إلى وحدة استعادة البيانات (DRU) من أجل معالجة إضافية. وتبعاً لذلك، فإن إشارات التداخل في النطاق الضيق التي تفي بهذه المعايير سوف تتسبب في أن تنسب إليها وحدة DRU. وتكون النتيجة أن أداء SARP، من حيث السعة (أي عدد رسائل الاستغاثة التي يمكن معالجتها في آن واحد)، سوف ينحط كثيراً.

وأرقامSarsat النمطية هي: عامل الضوضاء = 2,5 dB (رقم C‑S SARP النمطي)، وحرارة ضوضاء الخلفية الاسمية K 1 000 = (معلمة دخل C‑S)، والتوهين ما بين الهوائي ومستقبِل SARP = 1,6 dB. وهكذا، فإن حرارة ضوضاء النظام عند دخل مستقبِل SARP (النقطة B في الشكل 1) تساوي K 1 010 ومن ثم تكون الكثافة الطيفية للضوضاء dB(W/Hz) 198,6− = *N*0.

وبما أن *Cmin* / *N*0 = 21 dB(Hz) فإن *Cmin* = 177,6– dBW. لذلك فإن أي بث هامشي في النطاق الضيق أكبر من 177,6− dBW عند دخل SARP (النقطة B في الشكل 1)، سوف يؤدي إلى انحطاط في سعة النظام.

وعندئذ يكون من الضروري حساب هذه السوية القصوى المقبولة من الخط الطيفي عند دخل هوائي Sarsat.

ويعبّر عن مواصفة مخطط كسب هوائي مستقبِل Sarsat SARP وفقاً لزاوية النظير في الجدول 2.

الجـدول 2

مخطط كسب هوائي جمع البيانات بالموجات الديسيمترية (UDA) في مستقبِل SARP

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاوية ساتل النظير | 62 | 59 | 54 | 47 | 39 | 31 | 22 | 13 | 5 | 0 |
| الكسب في RHCP | 3,85 | 3,54 | 2,62 | 1,24 | -0,17 | -1,33 | -2,24 | -3,08 | -3,80 | -3,96 |
| الكسب في LHCP | -5,69 | -6,23 | -7,52 | -9,39 | -11,39 | -13,12 | -14,52 | -15,77 | -17,17 | -18,00 |
| النسبة المحورية | 6,02 | 5,85 | 5,59 | 5,26 | 4,90 | 4,57 | 4,31 | 4,11 | 3,78 | 3,49 |

ولذلك، فإن القدرة القصوى المسموح بها عند النقطة A في الشكل 1 تساوي -1,6 + 177,6 (خسائر) = -dBW 176، مع الأخذ في الحسبان أعلى زاوية نظير ساتلية. وبما أن الكثافة pfd مطلوبة، من الضروري تحويل هذا الرقم إلى وحدة dB(W/m2). وتكون مساحة السطح المكافئة في هوائي له كسبG هي:  أي ما يقابل أعلى زاوية نظير ساتلية. لذلك تكون الكثافة pfd المقابلة: –176 – 10 log10 *S* = –166,2 dB(W/m2).

وتكون سوية الحماية المطلوبة: لا بث هامشياً في النطاق الضيق فوق (W/m2)dB 166,2− عند دخل أي هوائي ساتلي Sarsat SARP.

# 4 الاستنتاج

تبعاً للحسابات الموصوفة أعلاه، والاستنتاجات والتوصيات فإن أثر بث النطاق الضيق الهامشي على النظام Sarsat SARP يجب ألا يتجاوز -dB(W/m2) 166,2 عند دخل أي هوائي Sarsat SARP.

الملحق 3  
  
مبادئ توجيهية لاستخدام متطلبات الحماية للنطاق MHz 406,1-406   
(نظام Cospas-Sarsat)

# 1 تعاريف خصائص البث

## 1.1 البث خارج النطاق

هو البث على تردد أو ترددات تقع مباشرة خارج عرض النطاق اللازم والذي ينتج عن عملية التشكيل، ولكن باستثناء البث الهامشي.

## 2.1 البث الهامشي

هو البث على تردد أو ترددات تقع خارج عرض النطاق اللازم والذي يمكن تخفيضه دون التأثير على معلومات البث المقابلة. ويشمل البث الهامشي البث التوافقي والبث الطفيلي ونواتج التشكيل المتبادل ونواتج تحويل الترددات، ولكنها تستثني البث خارج النطاق.

## 3.1 البث غير المطلوب

ويتألف من البث الهامشي والبث خارج النطاق.

## 4.1 عرض النطاق الضروري

بالنسبة إلى صنف معيّن من البث، هو عرض نطاق التردد الذي يكفي بالكاد لضمان بث المعلومات بالمعدل والنوعية المطلوبين في شروط محددة.

# 2 إجراءات حساب سوية البث غير المطلوب المتصلة بنظام Sarsat SARP

## 1.2 البث خارج النطاق

وحدة البث خارج النطاق غير المطلوب هي dB(W/(m2 · Hz)) (spfd). والكثافة spfd الإجمالية هي في الواقع الكثافة الكلية المعرفة بوصفها مجموع كل الكثافة spfd الآتية من مجموع المصادر الممكنة من البث خارج النطاق غير المطلوب.

## 2.2 البث الهامشي

إن معالجات مستقبلات النظام C-S مصممة لتحري المكونات الطيفية المنفصلة (الموجة الحاملة غير المشكّلة لمنار راديوي). ويعبّر عن مطلب الحماية في شكل كثافة pfd، ووحدة البث الهامشي هي dB(W/m2) (spfd).

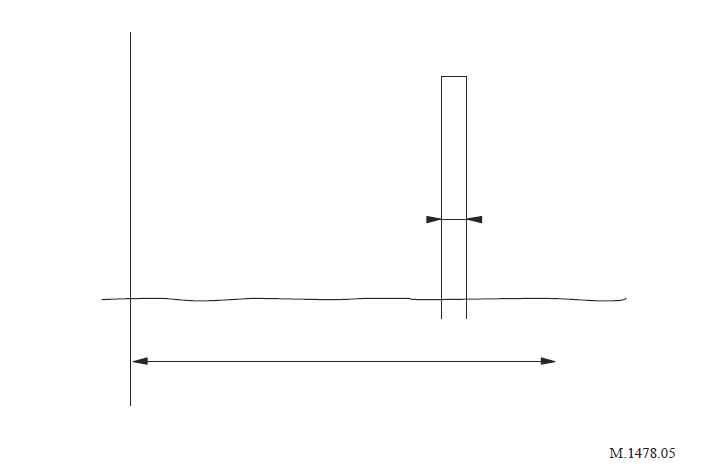
واستبانة عرض نطاق المستقبِل في جهاز Sarsat SARP هي 19 Hz. وهذا يعني أن مسافة تباعد الترددات الدنيا بين الخطوط الطيفية (تدعى أيضاً قدرة الاستبانة في تحليل الطيف) التي يمكن لمستقبِل Sarsat SARP أن يتحراها تساوي Hz 19. وتبعاً لذلك، ينبغي حساب سوية بث هامشي ما ضمن عرض نطاق مرجعي بمقدار Hz 19.

## 3.2 حدود البث غير المطلوب

يلخص الشكل 5 قيم حدود البث غير المطلوب.

الشـكل 5

سويات البث غير المطلوب



406 MHz

19 Hz

406,1 MHz

بث خارج النطاق غير مطلوب ينبغي ألا يتجاوز   
-dB(W/Hz) 212,35

بث هامشي ينبغي ألا يتجاوز  
 -179,85 dBW

يجب ألا يتجاوز البث خارج النطاق غير المطلوب مقدار -198,6 dB(W/(m2 · Hz)) عند دخل أي هوائي Sarsat SARP: ويمكن تحويل هذا الرقم أيضاً إلى كثافة قدرة طيفية (dB(W/Hz)):

210,1– dB(W/Hz) (عند دخل جهاز SARP) + 1,6 (خسائر) -3,85 (كسب هوائي) = dB(W/Hz) 212,35− عند دخل أي هوائي Sarsat SARP.

ويجب ألا يتجاوز البث الهامشي الضيق النطاق مقدار -166,2 dB(W/m2) عند دخل أي هوائي ساتل Sarsat: ويمكن تحويل هذا الرقم أيضاً إلى سوية قدرة (dBW):

dBW 177,6– (عند دخل جهاز SARP) + 1,6 (خسائر) -3,85 (كسب هوائي) = -dBW 179,85 عند دخل أي هوائي Sarsat SARP.

جميع القيم الواردة أعلاه صالحة لدخل أي هوائي Sarsat SARP.

الملحق 4  
  
حماية خدمات السلامة الموزعة على أساس أولي في النطاق MHz 406,1‑406   
(نظام Cospas-Sarsat) من بث الوصلة الهابطة في الخدمة المتنقلة الساتلية في مدارات ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non‑GSO MSS) تحت التردد 406 MHz

# 1 مقدمة

دخل النظام C−S الدولي حيز التشغيل في عام 1985 وأسهم فعلاً في إنقاذ آلاف الأرواح في شتى أنحاء العالم. ولذلك، فإن من الأهمية بمكان العمل على حماية تشغيله على النحو الملائم.

# 2 الخلفية

توفر نصوص أخرى يصدرها الاتحاد الدولي للاتصالات معلومات عن البنود التالية:

– معلمات عدة شبكات في الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) في مدارات ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non‑GSO)؛

– سوية عتبة الكثافة pfd من حيث التداخل؛

– حماية عمليات البحث والإنقاذ (SAR) باستخدام التشكيل الطيفي أو تقنيات الترشيح.

ويتناول الملحق 1 معايير الحماية لنظام Sarsat SARP في النطاق MHz 406,1‑406. ويوفر هذا الملحق معلومات إضافية فيما يتعلق بمتطلبات حماية مستقبلات Cospas SARP.

# 3 معايير الحماية لنظام Cospas SARP في النطاق MHz 406,1‑406 من بث النطاق العريض خارج النطاق

يعبّر عن أداء نظام SARP بمعدل خطأ البتات (BER) الخاص به وهو متصل مباشرة بنسبة كثافة الإشارة إلى الضوضاء، *C*/*N*0 (dB(Hz)).

وتكون حرارة ضوضاء مستقبِل Cospas بمقدار K 300. وتتفاوت حرارة ضوضاء الخلفية الاسمية من K 300 في القطب الجنوبي إلى K 1 000 في المناطق عالية الكثافة بالسكان. وبما أن إشارة منار الاستغاثة الراديوي يمكن أن تنشأ في أي نقطة في العالم وينبغي ألا تعرقل فك تشفيرها أي تداخل من ساتل MSS، فإن أكثر حالة تتأثر بالتداخل تحدث عند أدنى درجات حرارة ضوضاء الخلفية، أي K 300.

ويبلغ التوهين ما بين الهوائي ومستقبِل Cospas SARP مقدار 1,6 dB. وتبلغ حرارة ضوضاء الكبل K 300. وهكذا فإن حرارة ضوضاء النظام عند دخل مستقبِل SARP تساوي 600 K، وبالتالي، فإن الكثافة الطيفية للضوضاء *N*0 هي -dB(W/Hz) 200,82.

ويكون معدل BER المخصص في Cospas SARP أقل من 5−10 × 1. ووفقاً لأداء نظري لتشكيل BPSK، يقابل ذلك *Eb* /*N*0 = dB 9,6 في كاشف البتات في SARP.

وكما تحدد في دراسات قطاع الاتصالات الراديوية ينبغي ألا يتجاوز الحد الأقصى المقبول من BER في الوصلة الصاعدة في نظام Cospas‑Sarsat مقدار 5−10 × 5 وهو ما يحصل عندما تكون *Eb* /*N*0 = dB 8,8.

لذلك، يكون الحد الأقصى المقبول من الانحطاط في *Eb* /*N*0 هو 0,8 dB، وهو ما يقابل زيادة كثافة الضوضاء dB(W/Hz) 200,02– = *N*0.

فإذا كانت *I* هي مساهمة كثافة قدرة الضوضاء المضافة من مصادر تداخل الخدمة non‑GSO MSS، عندئذ تصبح قيمة كثافة الضوضاء *N*0 + *I*، وتصبح نسبة طاقة البتات إلى كثافة الضوضاء *Eb* /(*N*0 + *I*).

ويكون الانحطاط المقبول dB 0,8 = 10 log ((*Eb* /*N*0)/(*Eb* /(*N*0 + *I* ))). وهكذا فإن *I*/*N*0=-dB 6,94 و*I* = -207,8 dB(W/Hz) أي ما يقابل زيادة في حرارة الضوضاء قدرها K 120,23 (زيادة بنسبة %20 في حرارة ضوضاء النظام في دخل مستقبِل Cospas SARP).

والحد الأقصى من السوية المسموح بها من كثافة الضوضاء *I* هو -207,8 dB(W/Hz) عند دخل مستقبِل الساتل.

وتأخذ كثافة الضوضاء *I* في الحسبان التوهين وكسب الهوائي. وللتعبير عن الرقم بوحدة الكثافة spfdمن الضروري تحويل هذه القيمة إلى dB(W/(m2 · Hz)). وتكون مساحة السطح المكافئة في هوائي له كسبG هي:  وبما أن الكسب الأعظمي لهوائي مخروطي حلزوني منصوب على مركبة فضائيةCospas هو 6 dBi، عندئذS  = 0,174 2m. لذلك تساوي الكثافة spfd المقابلة −207,8 + 1,6 (losses) – 10 log10 *S* = –198,6 dB(W/(m2 , Hz)).

ويجب ألا تتجاوز السوية القصوى لتداخل ضوضاء النطاق العريض في النطاق MHz 406,1‑406 مقدار dB(W/(m2 · Hz)) 198,6− وذلك لتوفير الحماية الكافية لأجهزة Cospas SARP.

# 4 معايير الحماية لنظام Cospas SARPفي النطاق MHz 406,1‑406 من البث الهامشي في النطاق الضيق

يقوم نظام Cospas SARP باستمرار بمسح النطاق MHz 406,1‑406 (فترة كل مسح هي ms 60) بحثاً عن إشارات المنارات الراديوية التي تتجاوز عتبة الكشف في SARP. وعندما تكتشف إشارة ما تُحكم وحدة استعادة البيانات (DRU) في المعالج SARP على تردد الإشارة لما لا يقل عن ms 520. ومن شأن إشارة تداخل واحدة من ساتل خدمة MSS في النطاق MHz 406,1‑406 أن تلتقط كلتا وحدتي DRU على متن الساتل مما يحرم ساتلCospas من معالجة إشارات فعلية من منارات الاستغاثة الراديوية.

وحرصاً على تلبية متطلبات أداء SAR فيما يتعلق بمنارات الاستغاثة الراديوية ذات القدرة المنخفضة، تم تصميم جهاز Cospas SARP لكي يتحرى ويعالج إشارات ضعيفة جداً. وأداء الجهاز من الدقة بحيث يحيل أي إرسال (*Cmin*) عند سوية قدرة تتجاوز كثافة ضوضاء القدرة بمقدار 21 (*Cmin* / *N*0 > 21 dB(Hz)) dB إلى وحدةDRU من أجل معالجة إضافية. وتبعاً لذلك، فإن أي إشارات تداخل في عرض النطاق المعالج MHz 406,1‑406 تفي بهذه المعايير تتسبب في تخصيص وحدة DRU لها. لذلك فإن رسالة المنار الراديوي تُفقد حتى لو لم تؤثر إشارة تداخل النطاق الضيق على إشارة المنار مباشرة.

وقد تم حساب الكثافة الطيفية للضوضاء *N*0 على أنها تساوي -200,82 dB(W/Hz).

وبما أن *Cmin* / *N*0 = 21 dB(Hz) فإن *Cmin* = 179,82– dBW. لذلك فإن أي بث هامشي في النطاق الضيق أكبر من dBW 179,82− عند دخل SARP سوف ينال من سعة معالجة المنار في النظام Cospas SARP.

ويبلغ الكسب الأعظمي لهوائي مستقبِل Cospas SARP مقدار dBi 6. لذلك فإن الحد الأقصى من القدرة المسموح به عند دخل الهوائي يساوي -1,6 + 179,82 (خسائر) = -dBW 178,22. وبما أن الكثافة pfd مطلوبة، فمن الضروري تحويل هذا الرقم إلى dB(W/m2). وتكون مساحة السطح المكافئة في هوائي له كسب *G* = dBi 6 . لذلك تساوي كثافة التدفق المقابلة –178,2 – 10 log10 *S* = –170,6 dB(W/m2).

وينبغي ألا تتجاوز السوية القصوى للبث الهامشي في النطاق الضيق مقدار -dB(W/m2) 170,6 عند دخل هوائي ساتل Cospas SARP وذلك لتوفير الحماية الكافية لأجهزة Cospas SARP.

ومعالجات مستقبلات النظام C-S مصممة لتحري المكونات الطيفية المنفصلة (الموجة الحاملة غير المشكّلة لمنار راديوي). ويعبّر عن مطلب الحماية في شكل كثافة طيف بدلاً من كثافة طيف القدرة، ووحدة البث الهامشي هي (pfd) dB(W/m2). واستبانة عرض نطاق المستقبِل في جهاز Sarsat SARP هي 40 Hz. ولذا فإن مسافة تباعد الترددات الدنيا بين الخطوط الطيفية (تدعى أيضاً قدرة الاستبانة في تحليل الطيف) التي يمكن لمستقبِل Cospas SARP أن يتحراها تساوي 40 Hz. وتبعاً لذلك، ينبغي حساب سوية بث هامشي ما ضمن عرض نطاق مرجعي بمقدار 40 Hz.

# 5 إزالة الحساسية واحتراق الواجهة في مستقبِل Cospas

تستخدم سواتل Cospas مستقبلات عالية الحساسية لها مضخمات ضوضاء منخفضة (LNA) عريضة النطاق وقد تتعرض لفرط حمولة أو، في أسوأ حالة، احتراق الواجهة جراء بث الخدمة non‑GSO MSS.

وتلاحظ ظاهرة الصدّ أو إزالة الحساسية عموماً عندما يتسبب نقص ترشيح التردد الراديوي (RF) في الإشباع في المرحلة الأمامية من المضخم LNA وبالتالي في خفض في كسب المضخم وفي حساسية المستقبِل. ويمكن أن تجتمع تأثيرات أخرى مع ما تقدم أعلاه، من قبيل تخليط الإشارة المتداخلة مع ضوضاء الطور في المضخم LNA. وكملاحظة عامة، تبين التجربة أنه عندما يعمل مستقبِل نطاق ضيق بالقرب من مستقبِل نطاق عريض، غالباً ما تكون ظاهرة الصد أو إزالة الحساسية هي السبب الطاغي في مشكلات التداخل.

وتستطيع المضخمات LNA في مستقبِل Cospas بتردد MHz 406أن تتحمل إشارات بمقدار -60 dBW (احتراق في الواجهة) و-dBW 100 (إزالة حساسية). وبما أن قدرة ساتل non‑GSO MSS قد ترتفع حتى 24 dBW من الواضح أن احتراق مستقبلات ساتل Cospas قد يحدث إذا لم يُمنع بالفصل ما بين الترددات.

وتتوقف سوية القدرة لإشارات الخدمة non‑GSO MSS في دخل مستقبِل Cospas على عوامل عديدة، أهمها المسافة بين سواتل non−GSO MSS وسواتل Cospas، والتي يمكن نظرياً أن تكون صغيرة بمقدار الصفر بالنسبة لبعض كوكبات سواتل non−GSO MSS المتوقعة. ونظراً للعواقب الكارثية لاحتراق الواجهة في مستقبلات Cospas، ينبغي انتقاء ترددات الموجة الحاملة في سواتل MSS non−GSO لضمان أن أياً من عرض النطاقات المعلن لا يتجاوز 406 MHz. ويعرض الجدول 3 العوامل الرئيسية لحساب الحد الأدنى من النطاق الحارس لحماية مستقبلات Cospas من الاحتراق بسبب بث سواتل non−GSO MSS.

الجـدول 3

|  |  |
| --- | --- |
| زحزحة دوبلر محددة | kHz 20  (300 000/7,4) × 406 000 × 2 |
| استقرار مرسِل المحطة الفضائية لهذا النطاق | kHz 8,12 406 000 × 6‑10 × 20 |
| استقرار مستقبِل SARP في السنة (بافتراض عمر الساتل 12 سنة)  (أطلق Sarsat-3في عام 1986) | kHz 2,45 |
| 2/عرض نطاق MSS non-GSO المعلن | kHz 500‑1,2 (2,4‑1 000)/2 |
| النطاق الحارس | kHz 530,6‑31,8 |

تشير النتائج المعروضة في الجدول 3 إلى أن الأمر يتطلب، كحد أدنى، نطاقاً حارساً بمقدار  (MHz 406‑405,968) kHz 32 إذا تم توزيع النطاق MHz 406‑405 للاستخدام في سواتل الخدمة non‑GSO MSS.

الملحق 5  
  
معايير الحماية في النطاق MHz 406,1‑406 لأجهزة مكررات البحث  
والإنقاذ Sarsat SARR

# 1 الحد الأدنى من الأداء المقبول لقناة SARR بتردد  MHz 406في سواتل الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)

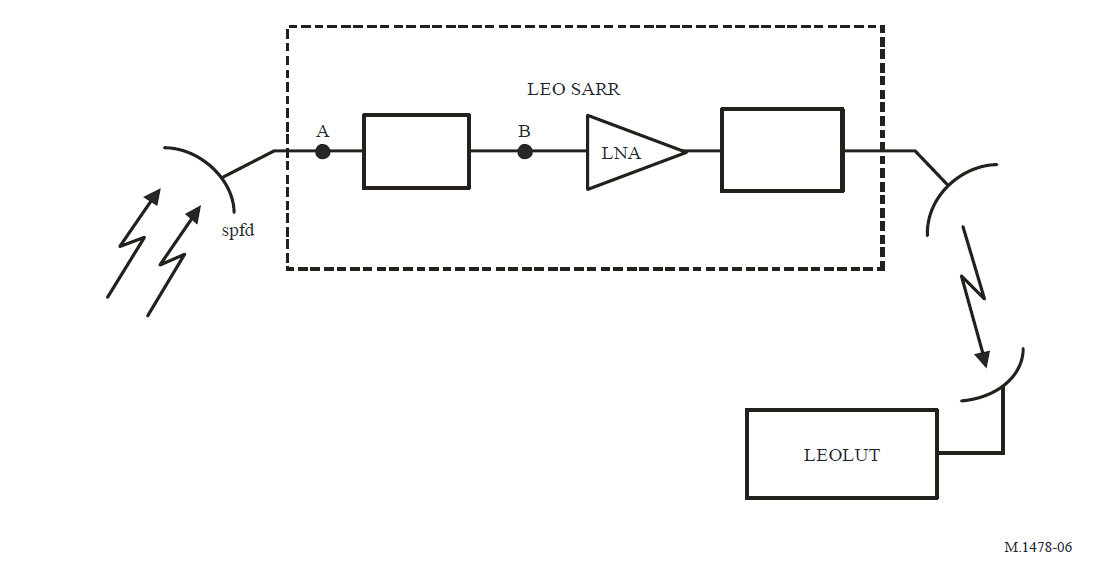
حرصاً على موثوقية تحري منارات الاستغاثة الراديوية بتردد 406 MHzباستخدام مكررات سواتل Sarsat LEO بتردد MHz 406، فإن معدل خطأ البتات (BER) في القناة يجب ألا يتجاوز مقدار 5−10 × 5.

# 2 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) التي تسبب التداخل

يتم اشتقاق معدل BER لقناة اتصالات ما من نسبة الطاقة المحتواة في كل بتة بيانات، *Eb*، إلى كثافة الضوضاء، حيث تتألف كثافة الضوضاء من الضوضاء الناجمة عن معدات Cospas-Sarsat، *N*0، والضوضاء الناجمة عن التداخل من أنظمة أخرى، *I*0. ويصور الشكل 6 قناة مكررات البحث والإنقاذ LEO SARRبتردد 406 MHz يحدث فيها التداخل في الوصلة الصاعدة.

الشـكل 6

مكرر SARR بتردد 406 MHz وتداخل في الوصلة الصاعدة



منارات استغاثة

تداخُل

0,6 dB

1 554,5 MHz

G = -3,4 dB

مشكِّل/مرسِل

ولتحقيق معدلBER بمقدار 5−10 × 5، يجب أن يساوي معدل القدرة في البتة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل *Eb*/(*N*0 + *I*0) عند مزيل التشكيل LEOLUT أو يفوق 8,8 dB. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من تداخل شبه الضوضاء في النطاق العريض المحدد بوصفه كثافة spfd مرجعة إلى دخل هوائي ساتل Sarsat LEO بتردد MHz 406 يمكن استيعابها دون التسبب في انحطاط في مجمل الوصلة *Eb*/(*N*0 + *I*0) إلى ما دون 8,8 dB.

وكما يظهر في الشكل 6، يستقبل مكرر البحث والإنقاذ LEO إشارات منارات الاستغاثة الراديوية بتردد 406  MHzويتم تشكيل طورها على موجة حاملة في الوصلة الهابطة بتردد MHz 1 544,5 لكي يتم تحريها ومعالجتها في مطاريف المستعمل المحلية LEOLUT. ويبلغ كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام لمكرر الساتل -4 dBi وK 1 000 عند النقطة B (الشكل 6).

ويفترض هذا التحليل وجود ثلاث منارات نشطة في آن واحد تبث في نفس الوقت تماماً على ثلاثة ترددات مختلفة في النطاق MHz 406,1‑406. والمنار المطلوب له زاوية ارتفاع °5 نسبة إلى المركبة الفضائية. ويشمل التحليل المنارين الآخرين لأنهما يتقاسمان قدرة المكرر الساتلي المتاحة.

وفي حال غياب مصادر تداخل خارجية، تكون النسبة *C*/*N*0 الإجمالية dB(Hz) 38,8، أي ما يكافئ نسبة *Eb*/*N*0 من dB 12,8. وبعد مراعاة خسائر التنفيذ وإزالة تشكيل بيانات المنار، تكون النسبة *Eb*/*N*0 الفعّالة dB10,8. وبما أن القناة تتطلب نسبة إجمالية *Eb*/(*N*0 + *I*0) لا تقل عن dB 8,8 لكي تعمل على نحو فعّال، فإنه لا يمكن استيعاب تراكم تداخل النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يخفض النسبة الإجمالية لكثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد التداخل بأكثر من dB 2.

وبما أن نسبة *C*/*N*0 إجمالاً تساوي في غياب التداخل dB(Hz) 38,8، فإن التداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يتسبب في انحطاط مجمل الوصلة بمقدار dB 2، يفضي إلى نسبة إجمالية (*C*/*N*0)*overall* قدرها:



 (1)



ويمكن حساب (*C*/*N*0)*OI* من نسبة كل من الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على النحو التالي:

 (2)

وبما أن هذا التحليل يهتم بالتداخل في الوصلة الصاعدة، فإن (*C*/*N*0)*up with interference* في المعادلة (2) تصبح:

 (3)

ويؤثر مصدر التداخل أيضاً على نسبة كثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في الوصلة الهابطة، (*C*/*N*0)↓، وذلك بزيادة مجموع القدرة المتقاسمة ضمن عرض النطاق SAR. ومن شأن زيادة مجموع القدرة هذه أن يخفض من خسارة تقاسم القدرة ويؤثر على النسبة (*C*/*N*0)↓ كما يلي:

 (4)

حيث  *Lps*هي فاقد تقاسم القدرة دون تداخل و *Lpsi*هي فاقد تقاسم القدرة مع تداخل. وتحسب *Lpsi* كما يلي:

*Lpsi = C*↑/(*C*↑ *+* 2 *× C*2 *+ N*↑ *+ I*0*B*)(numeric) (5)

حيث *C*2 هي سوية القدرة من واحد من المنارين الآخرين اللذين يستقبلهما مكرر LEOSAR في آن واحد.

ولدى تعويض المعادلة (5) في المعادلة (4) ثم تعويض المعادلتين (3) و(4) في المعادلة (2) وحل *I*0 نصل إلى الصيغة التالية:

 (6)

والنسبة (*C*/*N*0)*OI* هي dB(Hz) 36,8 (انظر المعادلة (1))، و *C*↑هي -dB 157,3، و(*C*/*N*0)↓ هي dB(Hz) 42,5، و*N*0↑ هي 198,6–، و *Lps*هي -15,3، و(*C/N*)↓ هي dB(Hz) 42,5 ناقص 10 log(80 k) أو -dB 6,5. ولدى تعويض هذه القيم العددية في المعادلة (6) نجد:



ومن المُستصوب تحديد خصائص معايير الحماية من حيث عتبة تداخل الكثافة spfdالمحددة بوحدة dB(W/(m2 ∙ Hz)) عند دخل هوائي مستقبِل ساتل بتردد 406 MHz. وتكون الفتحة الفعّالة لهوائي *Ae* له كسب *G* تساوي *Ae* = G λ2/4π. وبالنسبة لهوائي استقبال LEO له كسب بمقدار -3,4 dBi، تكون الفتحة الفعّالة 0,02 2m. لذلك، يكون الحد الأقصى للتداخل الكلي المقبول والمحدد بوصفه spfd :



بافتراض خسائر الخط بمقدارdB 0,6 (انظر الشكل 6):



ويجب ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في النطاق MHz 406,1−406 مقيسة عند هوائي ساتل LEO مقدار -181,3 dB(W/(m2 ∙ Hz)).

# 3 إجراءات لحساب سوية التداخل في قناة مكرر LEOSAR بتردد 406 MHz

غالباً ما يكون التداخل في النظام Cospas-Sarsat نتيجة بث خارج النطاق من خدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة.

ويجب تفحص عرض نطاق البث لتحديد ما إذا كانت الطاقة مرسلة في النطاق MHz 406,1‑406. ولا بد من العناية بصفة خاصة لدى تحليل أثر الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً) لكي تؤخذ في الحسبان آثار زحزحة دوبلر المتولدة نتيجة تنقلها.

ويجري حساب سوية التداخل من كل المصادر التي ترسل الطاقة في النطاق MHz 406,1‑406 معبراً عنها كسوية كثافة spfd عند هوائي الساتل. ويجب ألا تتجاوز السوية الكلية لجميع مصادر التداخل مقدار -181,3 dB(W/(m2 ∙ Hz)) في أي مكان ضمن هذا المدى.

الملحق 6  
  
معايير الحماية في النطاق MHz 406,1‑406 لخدمات سواتل بحث وإنقاذ تشغيلية   
وبيئية مستقرة بالنسبة إلى الأرض GOES GEOSAR والسلسلة GOES-R

# 1 الحد الأدنى من الأداء المقبول لتحري إشارات المنارات الراديوية للاستدلال على موقع الطوارئ (EPIRB) المرحّلة عبر قناة مكررات البحث والإنقاذ في سواتل تشغيلية وبيئية مستقرة بالنسبة إلى الأرض GOES SARR بتردد 406 MHz

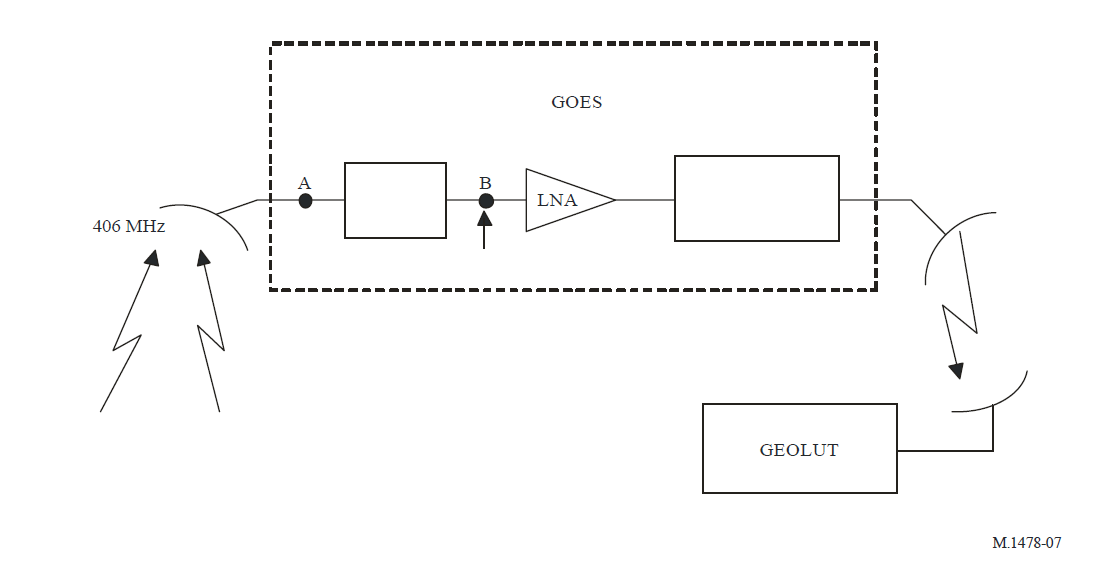
حرصاً على موثوقية تحري منارات الاستغاثة الراديوية بتردد 406 MHz باستخدام مكررات السواتل التشغيلية والبيئية المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GOES) بتردد MHz 406، يجب ألا يتجاوز معدل خطأ البتات (BER)في القناة مقدار 5−10 × 5.

# 2 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) التي تسبّب التداخل

يتم اشتقاق معدل BER لقناة اتصالات ما من نسبة الطاقة المحتواة في كل بتة بيانات، *Eb*، إلى كثافة الضوضاء، حيث تتألف كثافة الضوضاء من الضوضاء الناجمة عن معدات النظام Cospas-Sarsat، *N*0، والضوضاء الناجمة عن التداخل من أنظمة أخرى، *I*0. ويصور الشكل 7 قناة مكررات بحث وإنقاذ GOES SARR بتردد 406 MHz يحدث فيها التداخل في الوصلة الصاعدة.

الشـكل 7

مكرِّر GOES بتردد MHz 406 مع تداخل في الوصلة الصاعدة



1 554,5 MHz

*T SYS  =* 3,59 K

تداخُل

منارات   
استغاثة

1,9 dB

مشكِّل/مُرسِل

نظام GOES GEOSAR

ولتحقيق معدلBER بمقدار 5−10 × 5، يجب أن تساوي نسبة الطاقة في البتة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل *Eb*/(*N*0 + *I*0) عند مزيل التشكيل في مطراف المستعمل المحليGEOLUT ، أو يفوق 8,8 dB. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من تداخل شبه الضوضاء في النطاق العريض المحدد بوصفه كثافة spfd مرجعة إلى دخل هوائي ساتل GOES بتردد 406 MHz يمكن استيعابها دون التسبب في انحطاط في مجمل الوصلة *Eb*/(*N*0 + *I*0)إلى ما دون dB 8,8.

وكما يظهر في الشكل 7، يستقبل مكرر البحث والإنقاذGOES إشارات منارات الاستغاثة الراديوية بتردد 406 MHzويتم تشكيل طورها على موجة حاملة في الوصلة الهابطة بتردد MHz 1 544,5 لكي يتم تحريها ومعالجتها في مطاريف GEOLUT. ويبلغ كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام لمكرر الساتل dBi 10,1 وK 359 عند النقطة B (الشكل 7). وبالنسبة للسلسلة GOES-R، سيكون كسب الهوائي dBi 12,4 ودرجة حرارة ضوضاء النظام K 531. وباستخدام معالجة معقدة للإشارات الرقمية وأساليب إدماج الرشقات، وفي غياب أي تداخل، تساوي النسبة الإجمالية للموجة الحاملة إلى كثافة الضوضاء *C*/*N*0 مقدار dB(Hz) 31,1.

ويفترض هذا التحليل وجود ثلاث منارات نشطة في آن واحد تبث في نفس الوقت تماماً على ثلاثة ترددات مختلفة في النطاق MHz 406,1‑406 وذلك لتمثيل بيئة تشغيلية واقعية. والمنار المطلوب له زاوية ارتفاع °5 نسبةً إلى المركبة الفضائية. ويشمل التحليل المنارين الآخرين لأنهما يتقاسمان قدرة المكرر الساتلي المتاحة.

وفي حال غياب مصادر تداخل خارجية، تكون النسبة *C*/*N*0 الإجمالية dB(Hz) 31,1، أي ما يكافئ نسبة *Eb*/*N*0 من dB 5,1. وبعد مراعاة خسائر التنفيذ وإزالة تشكيل بيانات المنار، تكون النسبة *Eb*/*N*0 الفعّالة dB 10,1. وبما أن القناة تتطلب نسبة إجمالية *Eb*/(*N*0 + *I*0) لا تقل عن dB 8,8 لتفي على نحو موثوق بمتطلبات الأداء، فإنه لا يمكن استيعاب تراكم تداخل النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يخفض النسبة الإجمالية لكثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد التداخل بأكثر من dB 1,3.

وبما أن نسبة *C*/*N*0 إجمالاً تساوي في غياب التداخل dB(Hz) 31,1 فإن التداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يتسبب في انحطاط مجمل الوصلة بمقدار dB 1,3 يفضي إلى نسبة إجمالية (*C*/*N*0)*overall with interference* قدرها:



 (7)



ويمكن حساب (*C*/*N*0)*OI* من نسبة كل من الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على النحو التالي:

 (8)

وبما أن هذا التحليل يهتم بالتداخل في الوصلة الصاعدة، فإن (*C*/*N*0)*up with interference* في المعادلة (8) تصبح:

 (9)

ويؤثر مصدر التداخل أيضاً على نسبة كثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في الوصلة الهابطة، (*C*/*N*0)↓، وذلك بزيادة مجموع القدرة المتقاسمة ضمن عرض النطاق SAR. ومن شأن زيادة مجموع القدرة هذه أن يخفض من خسارة تقاسم القدرة ويؤثر على النسبة (*C*/*N*0)↓ كما يلي:

 (10)

حيث *Lps* هي فاقد تقاسم القدرة دون تداخل و *Lpsi*هي فاقد تقاسم القدرة مع تداخل. وتحسب *Lpsi* كما يلي:

 (11)

حيث *C*2 هي سوية القدرة من واحد من المنارين الآخرين اللذين يستقبلهما GOES SARR في آن واحد وB هي عرض النطاق في المستقبِل GOES.

ولدى تعويض المعادلة (11) في المعادلة (10) ثم تعويض المعادلتين (9) و(10) في المعادلة (8) وحل*I*0 نصل إلى الصيغة التالية:

 (12)

والنسبة (*C*/*N*0)*OI* هي 29,8 (Hz)dB (انظر المعادلة (7))، و *C*↑هي -dBW 171,7، و(*C*/*N*0)↓ هي dB(Hz) 43,8، و*N*0↑= 203− dB(W/Hz)، و*Lps* هي -dB 18,3، و(*C*/*N* )↓ هي dB(Hz) 43,8 ناقص 10 log(80 kHz) أو -dB 5,2. ولدى تعويض هذه القيم العددية في المعادلة (12) نجد:



أو:



أو:



ومن المُستصوب تحديد خصائص معايير الحماية من حيث عتبة تداخل الكثافة spfdالمحددة بوحدة dB(W/(m2 ∙ Hz)) عند دخل هوائي مستقبِل ساتل بتردد MHz 406. وتكون الفتحة الفعّالة لهوائي *Ae* له كسب *G* تساوي *Ae* = *G* λ2/4π. وبالنسبة لهوائي استقبال GOES له كسب بمقدار dBi 12، تكون الفتحة الفعّالة 2m 0,689. لذلك يكون الحد الأقصى للتداخل الكلي المقبول والمحدد بوصفه الكثافةspfd :



بافتراض خسائر الخط بمقدار dB 1,9 (انظر الشكل 7):



وبالنسبة للسلسلة GOES-R، يبلغ كسب هوائي الاستقبال dBi 14,3، والفتحة الفعّالة 2m 1,617. ويكون الحد الأقصى للتداخل الكلي المقبول والمحدد بوصفه قيمة للكثافة spfd هو كالتالي:



ويجب ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في النطاق MHz 406,1‑406 مقيسة عند هوائي ساتل GOES مقدار -204,2 dB(W/m2 ∙ Hz)) للسواتل GOES الحالية و-204,7 dB(W/m2 ∙ Hz)) للسلسلة GOES-R.

# 3 إجراءات لحساب سوية التداخل في قناة GOES SARR بتردد 406 MHz

غالباً ما يكون التداخل في نظام Cospas‑Sarsat نتيجة بث خارج النطاق من خدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة.

ويجب تفحص عرض نطاق البث لتحديد ما إذا كانت الطاقة مرسلة في النطاق MHz 406,1‑406. ولا بد من العناية بصفة خاصة لدى تحليل أثر الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً) لكي تؤخذ في الحسبان آثار زحزحة دوبلر المتولدة نتيجة تنقلها.

ويجري حساب سوية التداخل من كل المصادر التي ترسل الطاقة في النطاق معبراً عنها كسوية كثافة spfd عند هوائي الساتل. ويجب ألا تتجاوز السوية الكلية لجميع مصادر التداخل مقدار -dB(W/(m2 ∙ Hz)) 204,2 في أي مكان ضمن هذا المدى بالنسبة للأنظمة GOES الأقدم و-204,7 dB(W/m2 ∙ Hz)) للسلسلة GOES-R.

الملحق 7  
  
معايير الحماية في النطاق MHz 406,1‑406 لخدمات البحث والإنقاذ في سواتل  
الأرصاد الجوية من الجيل الثاني المستقرة بالنسبة إلى الأرض (MSG GEOSAR)

# 1 الحد الأدنى من الأداء المقبول لتحرّي إشارات المنارات الراديوية للاستدلال على موقع الطوارئ (EPIRB) المرحّلة عبر قناة مكررات البحث والإنقاذ في سواتل الأرصاد الجوية من الجيل الثاني (MSG SARR) بتردد 406 MHz

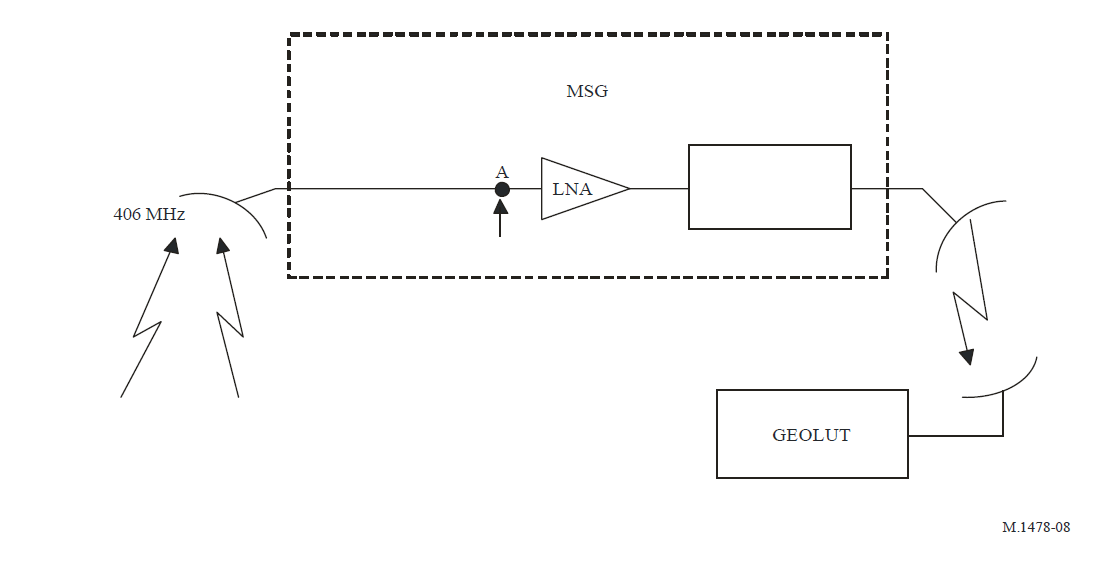
حرصاً على موثوقية تحري منارات الاستغاثة الراديوية بتردد 406 MHz باستخدام المكررات الساتليةMSG بتردد 406 MHz، يجب ألا يتجاوز معدل خطأ البتات (BER) في القناة مقدار 5−10 × 5.

# 2 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) التي تسبّب التداخل

يتم اشتقاق معدل BER لقناة اتصالات ما من نسبة الطاقة المحتواة في كل بتة بيانات *Eb* إلى كثافة الضوضاء، حيث تتألف كثافة الضوضاء من الضوضاء الناجمة عن معدات نظام Cospas-Sarsat، *N*0، والضوضاء الناجمة عن التداخل من أنظمة أخرى، *I*0. ويصور الشكل 8 قناة MSG SARRبتردد 406 MHz يحدث فيها التداخل في الوصلة الصاعدة.

الشـكل 8

مكرِّر MSG بتردد MHz 406 مع تداخل في الوصلة الصاعدة



1 554,5 MHz

محول/مرسِل

*T SYS  =* 3,26 K

نظام MSG GEOSAR

تداخُل

منارات  
استغاثة

ولتحقيق معدلBER بمقدار 5−10 × 5، يجب أن تساوي نسبة الطاقة في البتة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل *Eb*/(*N*0 + *I*0) عند مزيل التشكيل في المطراف GEOLUT أو يفوقdB 8,8 . ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من تداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض المحدد بوصفه كثافة spfd مرجعة إلى دخل هوائي ساتلMSG بتردد 406 MHz يمكن استيعابها دون التسبب في انحطاط في مجمل الوصلة *Eb*/(*N*0 + *I*0)إلى ما دون dB 8,8.

وكما يظهر في الشكل 8، يستقبل مكرر البحث والإنقاذMSG إشارات منارات الاستغاثة الراديوية بتردد MHz 406. ويتم تشكيل طورها على موجة حاملة في الوصلة الهابطة بتردد MHz 1 544,5 لكي يتم تحريها ومعالجتها في مطاريف GEOLUT. ويبلغ كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام لمكرر الساتل dBi 3 وK 326 عند النقطة A (انظر الشكل 8). وباستخدام معالجة معقدة للإشارات الرقمية وأساليب إدماج الرشقات، وفي غياب أي تداخل، تساوي النسبة الإجمالية للموجة الحاملة إلى كثافة الضوضاء، *C*/*N*0، مقدار dB(Hz) 27,4.

ويفترض هذا التحليل وجود ثلاث منارات نشطة في آن واحد تبث في نفس الوقت تماماً على ثلاثة ترددات مختلفة في النطاق MHz 406,1‑406 وذلك لتمثيل بيئة تشغيلية واقعية. والمنار المطلوب له زاوية ارتفاع °5 نسبة إلى المركبة الفضائية. ويشمل التحليل المنارين الآخرين لأنهما يتقاسمان قدرة المكرر الساتلي المتاحة.

وفي حال غياب مصادر تداخل خارجية، تكون النسبة *C*/*N*0 الإجمالية dB(Hz) 27,4، أي ما يكافئ نسبة *Eb*/*N*0 من dB 1,4. وبعد مراعاة خسائر التنفيذ وإزالة تشكيل بيانات المنار، تكون النسبة *Eb*/*N*0 الفعّالة dB 8,9. وبما أن القناة تتطلب نسبة إجمالية *Eb*/(*N*0 + *I*0) لا تقل عن dB 8,8 لتعمل على نحو فعّال، فإنه لا يمكن استيعاب تراكم تداخل النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يخفض النسبة الإجمالية لكثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد التداخل بأكثر من dB 0,1.

وبما أن نسبة *C*/*N*0 إجمالاً تساوي في غياب التداخل dB(Hz) 27,4، فإن التداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يتسبب في انحطاط مجمل الوصلة بمقدار dB 0,1، يفضي إلى نسبة إجمالية (*C*/*N*0)*overall with interference* قدرها:







ويمكن حساب النسبة الإجمالية للموجة الحاملة إلى الضوضاء من نسبة كل من الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على النحو التالي:



وبما أن هذا التحليل يهتم بالتداخل في الوصلة الصاعدة فقط، يفترض عدم وجود تداخل على الوصلة الهابطة، ومن ثم يمكن تبسيط المعادلة لتصبح:



وبتعويض قيمة كل من (*C*/*N*0 + *I*0)*overall* (بمقدار dB(Hz) 27,3) و(*C*/*N*0)↓ (بمقدار dB(Hz) 35,5)، تصبح قيمة أسوأ حالة مقبولة لنسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد نسبة كثافة التداخل ((*C*/*N*0 + *I*0)↑) هي dB(Hz) 28:



أو:



ثم:



وبحل *I*0 من أجل النواتج:



والكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء في الوصلة الصاعدة دون تداخل عند النقطةA هي *N*0 = *k T*، حيث *k* هي ثابت Boltzmann و*T*هي حرارة ضوضاء المكرر المرجعة إلى النقطة A. لذلك *N*0↑ = –228,6 + 25,1 = –203,5 dB(W/Hz). وقدرة الموجة الحاملة في الوصلة الصاعدة هيdBW 175,7− = *C*↑ . لذلك فإن الحد الأقصى للقيمة المقبولة لكثافة الضوضاء في الوصلة الصاعدة (*I*0)↑ هي:



أو:



ومن المُستصوب تحديد خصائص معايير الحماية من حيث عتبة تداخل الكثافة spfdالمحددة بوحدة dB(W/(m2 ∙ Hz)) عند دخل هوائي مستقبِل ساتل بتردد 406 MHz. وتكون الفتحة الفعّالة لهوائي *Ae* له كسب *G* تساوي *Ae* = *G* λ2/4π. وبالنسبة لهوائي استقبال MSG له كسب بمقدار dBi 3، تكون الفتحة الفعّالة 2m 0,087. لذلك يكون الحد الأقصى للتداخل الكلي المقبول والمحدد بوصفه الكثافةspfd :





ويجب ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في النطاق MHz 406,1‑406 مقيسة عند هوائي ساتل MSG مقدار -dB(W/(m2 . Hz)) 206,4.

# 3 إجراءات لحساب سوية التداخل في قناة MSG SARR بتردد 406 MHz

غالباً ما يكون التداخل في نظام Cospas-Sarsat نتيجة بث خارج النطاق من خدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة.

ويجب تفحص عرض نطاق الإرسال لتحديد ما إذا كانت الطاقة مرسلة في النطاق MHz 406,1‑406. ولا بد من العناية بصفة خاصة لدى تحليل أثر الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً) لكي تؤخذ في الحسبان آثار زحزحة دوبلر المتولدة نتيجة تنقلها.

ويجري حساب سوية التداخل من كل المصادر التي ترسل الطاقة في النطاق معبراً عنها كسوية كثافة spfd عند هوائي الساتل. ويجب ألا تتجاوز السوية الكلية لجميع مصادر التداخل مقدار -dB(W/(m2 ∙ Hz)) 206,4 في أي مكان ضمن هذا المدى.

الملحق 8  
  
معايير الحماية لأجهزة البحث والإنقاذ في نظام Cospas-Sarsat  
في النطاق MHz 406,1‑406 (سواتل SAR/Electro)

# 1 مقدمة

تتلقى مكررات البحث والإنقاذ في نظام Cospas-Sarsat على متن سواتل Electro الإشارات من منارات الاستغاثة الراديوية بتردد MHz 406 وترحّل هذه الإشارات إلى مطاريف GEOLUT في نظام Cospas-Sarsat في ترددات الوصلة الهابطة في النطاق MHz 1 545‑1 544. ويتمخّض التحليل الوارد في هذا الملحق عن معايير الحماية من التداخل في النطاق MHz 406,1‑406,0 لخدمات Electro GEOSAR.

# 2 الحد الأدنى من الأداء المقبول لتحري إشارات منارات الاستغاثة الراديوية بتردد MHz 406 المرحّلة عبر سواتل Electro

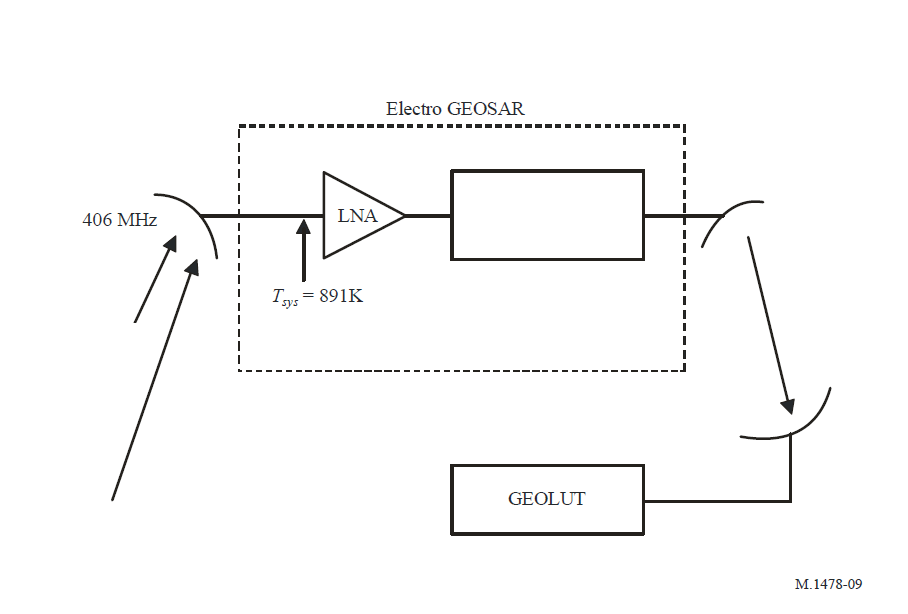
حرصاً على موثوقية تحرّي منارات الاستغاثة الراديوية بتردد 406 MHz باستخدام المكررات الساتلية Electro بتردد MHz 406، يجب ألا يتجاوز معدل خطأ البتات (BER) في القناة مقدار 5−10 × 5.

# 3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) التي تسبّب التداخل

يتم اشتقاق معدل BER لقناة اتصالات ما من نسبة الطاقة المحتواة في كل بتة بيانات، *Eb*، إلى كثافة الضوضاء. ويتألف مجموع كثافة الضوضاء من الضوضاء الناجمة عن معدات نظام Cospas-Sarsat، *N*0، والضوضاء الناجمة عن التداخل من أنظمة أخرى، *I*0. ويصور الشكل 9 قناة حمولة Electro SAR بتردد MHz 406 يحدث فيها التداخل في الوصلة الصاعدة.

الشـكل 9

مكرِّر Electro GEOSAR مع تداخل في الوصلة الصاعدة



1 544,5 MHz

مزيل تشكيل/مرسل

تداخُل

منارات  
استغاثة

ولتحقيق معدلBER بمقدار 5−10 × 5، يجب أن يساوي نسبة الطاقة في البتة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل (*Eb*/(*N*0 + *I*0)) عند مزيل التشكيل GEOLUT أو يفوق dB 8,8. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من التداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض المحدد بوصفه كثافة spfd مرجعة إلى دخل هوائي ساتلElectro بتردد MHz 406 يمكن استيعابها دون التسبب في انحطاط في مجمل الوصلة *Eb*/(*N*0 + *I*0) إلى ما دون dB 8,8.

ويفترض هذا التحليل وجود ثلاثة منارات نشطة في آن واحد تبث في نفس الوقت تماماً على ثلاثة ترددات مختلفة في النطاق MHz 406,1‑406,0. والمنار "المنخفض المستوى"، وهو موضوع التحليل، له زاوية ارتفاع °5 نسبة إلى المركبة الفضائية. ويبث المناران الآخران في "سوية إسمية" وزاوية ارتفاع °40 نسبة إلى المركبة الفضائية. ويشمل التحليل المنارين في "السوية الاسمية" لأنهما يتقاسمان قدرة المكرر الساتلي المتاحة، وبالتالي يؤثران في ميزانية الوصلة.

وكما يظهر في الشكل 9، يستقبل الساتل Electro SAR إشارات منارات الاستغاثة بتردد MHz 406. ويتم تشكيل طور الحمولة النافعة وترسل في الوصلة الهابطة بتردد MHz 1 544,5 لكي يتم تحريها ومعالجتها في GEOLUTs. ويبلغ كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام لمكرر الساتل dBi 12 وK 891 (dB(K) 29,5)، على التوالي. وتكون النسبة *G/T* المقابلة هي -dB/K 17,5.

وإشارة المنار بقدرة مشعة مكافئة متناحية (e.i.r.p.) قدرها 3 dBW لها زاوية ارتفاع قدرها °5 نسبة إلى المركبة الفضائية. وفي حال غياب مصادر تداخل خارجية، تكون النسبة *C*/*N*0 الإجمالية dB(Hz) 32,2، حيث تعادل bit/s 400 نسبة *Eb*/*N*0 من dB 6,2 (أي dB/s 26−dB−Hz 32,2). وبعد مراعاة خسائر التنفيذ (dB 1,0) وخسائر تشكيل بيانات المنار (dB 1,0) وكسب المعالجة (dB 7,0) في المطراف GEOLUT، تكون النسبة *Eb*/*N*0 الفعّالة dB 11,2. وبما أن القناة تتطلب نسبة إجمالية *Eb*/(*N*0 + *I*0) لا تقل عن dB 8,8. لتفي على نحو موثوق بالحد الأدنى من الأداء، فإنه لا يمكن استيعاب تراكم تداخل النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يخفض النسبة الإجمالية لكثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد التداخل بأكثر من dB 2,4.

وبما أن نسبة *C*/*N*0 إجمالاً تساوي في غياب التداخل dB−Hz 32,2، فإن التداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يتسبب في انحطاط مجمل الوصلة بمقدار dB 2,4، يفضي إلى نسبة إجمالية (*C*/*N*0)*overall with interference* قدرها:

(*C/N0*)*overall with interference* = (*C*/*N*0)*OI* = (*C*/*N*0)*overall* − 2,4 dB (13)

= 32,2 dB(Hz) − 2,4 dB = 29,8 dB(Hz)

(*C*/*N*0)*OI* =29,8 dB(Hz)

ويمكن حساب (*C*/*N*0)*OI* من نسبة كل من الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على النحو التالي:

(*C*/*N*0)*OI* = ((*C*/*N*0)− 1*up with interference* + (*C*/(*N*0))−1*down with interference*)−1 (numeric) (14)

وبما أن هذا التحليل يهتم بالتداخل في الوصلة الصاعدة فقط، تصبح (*C*/*N*0)*up with interference* في المعادلة (14) كما يلي:

(*C*/*N*0)*up with interference* = (*C*↑/(*N*0↑ + *I*0)) (numeric) (15)

ويؤثر مصدر التداخل أيضاً على نسبة كثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في الوصلة الهابطة، (*C*/*N*)↓، وذلك بزيادة مجموع القدرة المتقاسمة ضمن عرض النطاق SAR. ومن شأن زيادة مجموع القدرة هذه أن يخفض من خسارة تقاسم القدرة ويؤثر على النسبة (*C*/*N*)↓ كما يلي:

(*C*/*N*0)*down with interference =* (*C*/*N*)↓ *×* (*Lpsi*/*Lps*) (numeric) (16)

حيث *Lps* هي فاقد تقاسم القدرة دون تداخل و *Lpsi*هي فاقد تقاسم القدرة مع تداخل. وتحسب *Lpsi* كما يلي:

*Lpsi = C*↑/(*C*↑ *+* 2 *× C*2 *+ N*↑ *+ I*0*B*)(numeric) (17)

حيث *C*2 هي سوية القدرة من واحد من المنارين الآخرين اللذين يستقبلهما المكرر Electro SARR في آن واحد و *B*هي عرض النطاق في المستقبِل Electro.

ولدى تعويض المعادلة (17) في المعادلة (16) ثم تعويض المعادلتين (15) و(16) في المعادلة (14) وحل *I*0 نصل إلى الصيغة التالية:

*I*0 *=* (*C*↑ ((*C*/*N*0)*OI* −1 − (*C*/*N*0)↓−1) − *N*0↑)/(1*+ Lps* (*C*/*N*)↓−1) (numeric) (18)

وتكون  *C*2هي -dBW 161,1، و *B*هي kHz 80، والنسبة (*C*/*N*0)*OI* هي dB(Hz) 29,8، و *C*↑هي -dBW 166,8، و(*C*/*N*0)↓ هي dB(Hz) 48,5، و *N*0↑= dB(W/Hz) 199,1، و *Lps*هي -dB 17,4، و(*C*/*N*)↓ هي dB(Hz) 48,5 ناقص 10 log(80 k) أو dB 0,53−. ولدى تعويض هذه القيم العددية في المعادلة (18) نجد:

*I*0 = (10−166,8/10 (10−29,8/10 − 10−48,5/10) − 10−199,1/10) / (1 + 10−17,4/10 × 100,53/10)

*I*0 = −200,3 dB(Hz/W)

ومن المُستصوب تحديد خصائص معايير الحماية من حيث عتبة تداخل الكثافة spfdالمحددة بوحدة dB(W/m2 ∙ Hz) عند دخل هوائي مستقبِل ساتل بتردد 406 MHz. وتكون الفتحة الفعّالة لهوائي *Ae* له كسب *G* تساوي *Ae* = *G*λ2/4π. وبالنسبة لهوائي استقبال Electro له كسب بمقدار 12 dBi، تكون الفتحة الفعّالة 2m 0,7. لذلك يكون الحد الأقصى للتداخل الكلي المقبول والمحدد بوصفه الكثافة spfd :

*spfd* = *I*0 − *LLine*  − *Ae*

بافتراض 0 = *LLine*:

*spfd* = −200,3 − 0 − 10 log (0,7)

*spfd* = −198,7 dB(W/(m2 ∙ Hz))

ويجب ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في النطاق MHz 406,1‑406 مقيسة عند هوائي ساتل Electro مقدار -198,7 dB(W/m2 ∙ Hz)).

# 4 إجراءات لحساب سوية التداخل في قناة SAR/Electro بتردد 406 MHz

غالباً ما يكون التداخل في النظام Cospas-Sarsat نتيجة بث خارج النطاق من خدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة.

ويجب تفحص عرض نطاق البث لتحديد ما إذا كانت الطاقة مرسلة في النطاق MHz 406,1‑406. ولا بد من العناية بصفة خاصة لدى تحليل أثر الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً) لكي تؤخذ في الحسبان آثار زحزحة دوبلر المتولدة نتيجة تنقلها.

ويجري حساب سوية التداخل من كل المصادر التي ترسل الطاقة في النطاق MHz 406,1‑406 معبراً عنها كسوية كثافة spfd عند هوائي الساتل. ويجب ألا تتجاوز السوية الكلية لجميع مصادر التداخل مقدار -198,7 dB(W/(m2 ∙ Hz)) في أي مكان ضمن هذا المدى.

الملحق 9  
  
معايير الحماية لأجهزة البحث والإنقاذ في نظام Cospas-Sarsat  
في النطاق MHz 406,1‑406 (السواتل الملاحية SAR/GLONASS)

# 1 مقدمة

تتلقى مكرِّرات البحث والإنقاذ في النظام Cospas-Sarsat على متن السواتل الملاحية GLONASS الإشارات من منارات الاستغاثة الراديوية بتردد 406 MHz وترحّل هذه الإشارات إلى مطاريف MEOLUT في نظام Cospas‑Sarsat في ترددات الوصلة الهابطة في النطاق MHz 1 545‑1 544. ويتمخض التحليل الوارد في هذا الملحق عن معايير الحماية من التداخل في النطاق MHz 406,1‑406 لخدمات البحث والإنقاذ في السواتل الملاحية في مدارات أرضية متوسطة (GLONASS MEOSAR).

# 2 الحدّ الأدنى من الأداء المقبول لتحري إشارات منارات الاستغاثة الراديوية بتردد MHz 406 المرحّلة عبر السواتل الملاحية GLONASS

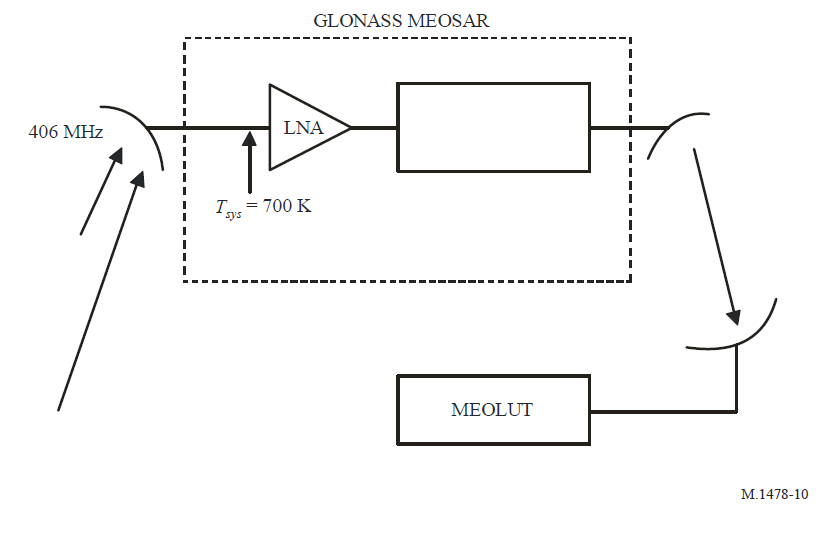
حرصاً على موثوقية تحري منارات الاستغاثة الراديوية بتردد 406 MHz باستخدام مكررات السواتل الملاحية GLONASS بتردد MHz 406، يجب ألا يتجاوز معدل خطأ البتات (BER) في القناة مقدار 5−10 × 5.

# 3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) التي تسبب التداخل

يتم اشتقاق معدل BER لقناة اتصالات ما من نسبة الطاقة المحتواة في كل بتة بيانات، *Eb*، إلى كثافة الضوضاء. وتتألف كثافة الضوضاء من الضوضاء الناجمة عن معدات النظام Cospas-Sarsat، *N*0، والضوضاء الناجمة عن التداخل من أنظمة أخرى، *I*0. ويصور الشكل 10 قناة حمولة نافعة GLONASS SAR بتردد 406 MHz يحدث فيها التداخل في الوصلة الصاعدة.

الشـكل 10

مكرِّر GLONASS MEOSAR مع تداخل في الوصلة الصاعدة



مرسِل

منارات استغاثة

تداخُل

1544,8 MHz

ولتحقيق معدلBER بمقدار 5−10 × 5، يجب أن تساوي نسبة الطاقة في البتة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل *Eb*/(*N*0 + *I*0) عند مزيل التشكيلMEOLUT ، أو يفوق dB 8,8. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من التداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض المحدد بوصفه كثافة spfd مرجعة إلى دخل هوائي ساتل GLONASS بتردد MHz 406 يمكن استيعابها دون التسبب في انحطاط في مجمل الوصلة *Eb*/(*N*0 + *I*0) إلى ما دون dB 8,8.

ويفترض هذا التحليل وجود ثلاث منارات نشطة في آن واحد تبث في نفس الوقت تماماً على ثلاثة ترددات مختلفة في النطاق MHz 406,1‑406,0. والمنار "المنخفض المستوى"، وهو موضوع التحليل، له زاوية ارتفاع °5 نسبة إلى المركبة الفضائية. ويبث المناران الآخران في "سوية اسمية" وزاوية ارتفاع °40 نسبة إلى المركبة الفضائية. ويشمل التحليل المنارين في "السوية الاسمية" لأنهما يتقاسمان قدرة المكرر الساتلي المتاحة، وبالتالي يؤثران في ميزانية الوصلة.

وكما يظهر في الشكل 10، تستقبل الحمولة النافعة في السواتل الملاحية GLONASS SARإشارات منارات الاستغاثة الراديوية بتردد MHz 406 وترسلها في الوصلة الهابطة بتردد MHz 1 544,8 لكي يتم تحريها ومعالجتها في مطاريف MEOLUTs. ويبلغ كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام لمكرر الساتل 11,5 dBi وK 700 (dB(K) 28,5)، على التوالي. وتكون النسبة *G/T* المقابلة هي -dB/K 17,0.

وإشارة المنار لها زاوية ارتفاع قدرها °5 نسبة إلى المركبة الفضائية. وفي حال غياب مصادر تداخل خارجية، تكون النسبة *C*/*N*0 الإجمالية dB(Hz) 35,5، حيث تعادل 400 بتة/ثانية نسبة *Eb*/*N*0 من dB 9,5(أي dB−Hz 35,5 -dB/s 26). وبعد مراعاة خسائر التنفيذ 1,0) (dB وخسائر تشكيل بيانات المنار (dB 1,0) وكسب المعالجة (dB 2,0) في المطراف MEOLUT، تكون النسبة *Eb*/*N*0 الفعّالة هي 9,5 dB. وبما أن القناة تتطلب نسبة إجمالية *Eb*/(*N*0 + *I*0) لا تقل عن dB 8,8 لتفي على نحو موثوق بالحد الأدنى من الأداء، فإنه لا يمكن استيعاب تراكم تداخل النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يخفض النسبة الإجمالية لكثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد التداخل بأكثر من dB 0,7.

وبما أن نسبة *C*/*N*0 إجمالاً تساوي في غياب التداخل 35,5 dB(Hz)، فإن التداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في الوصلة الصاعدة الذي يتسبب في انحطاط مجمل الوصلة بمقدار dB 0,7، يفضي إلى إجمالي نسبة موجة حاملة إلى ضوضاء زائد نسبة كثافة تداخل (*C*/*N*0)*overall with interference* قدرها:

(*C*/(*N*0+*I0*))*overall* = (*C*/*N*0)*overall* − 0,7 dB

= 35,5 dB(Hz) – 0,7 dB

= 34,8 dB(Hz) (19)

ويمكن حساب النسبة (*C*/*N*0)*OI* من نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد كثافة التداخل في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على النحو التالي:

(*C*/*N*0)OI = ((*C*/*N*0)−1*up with interference* + (*C*/(*N*0))−1*down with interference*)−1 (numeric) (20)

وبما أن هذا التحليل يهتم بالتداخل في الوصلة الصاعدة فقط، تصبح النسبة (*C/N*0)*up with interference* في المعادلة (2) كما يلي:

(*C*/*N*0)*up with interference* = (*C*↑/(*N*0↑ + *I*0)) (numeric) (21)

ويؤثر مصدر التداخل أيضاً على نسبة كثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في الوصلة الهابطة، (*C/N*)↓، وذلك بزيادة مجموع القدرة المتقاسمة ضمن عرض النطاق SAR. ومن شأن زيادة مجموع القدرة هذه أن يخفض من خسارة تقاسم القدرة ويؤثر على النسبة (*C/N*)↓ كما يلي:

(*C*/*N*0)*down with interference* = (*C*/*N*)↓ × (*Lpsi*/*Lps*) (numeric) (22)

حيث Lps هي فاقد تقاسم القدرة دون تداخل و *Lpsi*هي فاقد تقاسم القدرة مع تداخل. وتحسب *Lpsi* كما يلي:

*Lpsi* = *C*↑/(*C*↑ + 2 × *C*2 + *N*↑ + *I*0*B*) (numeric) (23)

حيث *C2* هي سوية القدرة من واحد من المنارين الآخرين اللذين يستقبلهما الساتل الملاحي GLONASS SARR في آن واحد و*B* هي عرض النطاق في المستقبِل GLONASS.

ولدى تعويض المعادلة (23) في المعادلة (22) ثم تعويض المعادلتين (21) و(22) في المعادلة (20) وحل *I*0 نصل إلى الصيغة التالية:

*I*0 *=* (*C*↑((*C*/*N*0)*OI*−1 *−* (*C*/*N*0)↓−1) − *N*0↑) / (1 *+ Lps*(*C*/*N*)↓−1) (numeric) (24)

وتكون  *C*2هي -dBW 158,5، و *B*هي 80 kHz، والنسبة (*C*/*N*0)*OI* هي dB(Hz) 34,8، و *C*↑هي dBW 164,3−، و(*C*/*N*0)↓ هي dB(Hz) 47,6، و *N*0↑= -200,2 dB(W/Hz)، و *Lps*هي -dB 14,7، و(*C*/*N*)↓ هي dB(Hz) 47,6 ناقص 10 log(80 k) أو -dB 1,4. ولدى تعويض هذه القيم العددية في المعادلة (24) نجد:

*I*0 = (10−164,3/10 (10−34,8/10 − 10−47,6/10) − 10−200,2/10) / (1 + 10−14,7/10 × 101,4/10)

*I*0 = −207,3 dB(Hz/W)

ومن المُستصوب تحديد خصائص معايير الحماية من حيث عتبة تداخل الكثافة spfd المحددة بوحدة dB(W/m2 ∙ Hz) عند دخل هوائي مستقبِل ساتل بتردد 406 MHz. وتكون الفتحة الفعّالة لهوائي *Ae* له كسب *G* تساوي *Ae* = G λ2/4π. وبالنسبة لهوائي استقبال GLONASS له كسب بمقدار dBi 11,5، تكون الفتحة الفعّالة 2m 0,61. لذلك يكون الحد الأقصى للتداخل الكلي المقبول والمحدد بوصفه الكثافة spfd:

*spfd* = *I*0 − *LLINE*  − *Ae*

بافتراض 0 = *LLINE*:

*spfd* = −207,3 − 0 − 10 log (0,61)

*spfd* = −205,2 dB(W/(m2 ∙ Hz))

ويجب ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل شبيه الضوضاء في النطاق العريض في النطاق MHz 406,1‑406 مقيسة عند هوائي ساتل GLONASS مقدار 205,2− dB(W/(m2 ∙ Hz)).

# 4 إجراءات لحساب سوية التداخل في قناة الساتل الملاحي SAR/GLONASS بتردد 406 MHz

غالباً ما يكون التداخل في النظام Cospas-Sarsat نتيجة بث خارج النطاق من خدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة.

ويجب تفحص عرض نطاق البث لتحديد ما إذا كانت الطاقة مرسلة في النطاق MHz 406,1‑406. ولا بد من العناية بصفة خاصة لدى تحليل أثر الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً) لكي تؤخذ في الحسبان آثار زحزحة دوبلر المتولدة نتيجة تنقلها.

ويجري حساب سوية التداخل من كل المصادر التي ترسل الطاقة في النطاق MHz 406,1‑406 معبراً عنها كسوية كثافة spfd عند هوائي الساتل. ويجب ألا تتجاوز السوية الكلية لجميع مصادر التداخل مقدار dB(W/(m2 ∙ Hz)) 205,2− في أي مكان ضمن هذا المدى.

الملحق 10  
  
معايير الحماية المطبقة على معدات البحث والإنقاذ للنظام Cospas-Sarsat  
في النطاق MHz 406,1-406 (SAR/Galileo)

# 1 مقدمة

توجد أجهزة مرسلات مستقبلات البحث والإنقاذ Cospas-Sarsat على متن السواتل Galileo. وتستقبل هذه الأجهزة إشارات من منارات الاستغاثة بتردد MHz 406 وترحّلها إلى المطاريف MEOLUT في النظام Cospas-Sarsat على ترددات الوصلة الهابطة في النطاق MHz 1 545-1 544. ويضع التحليل المقدم في هذا الملحق معايير الحماية من التداخل فيما يتعلق بالسواتل Galileo التي تستقبل إشارات الوصلة الصاعدة لمنارات الاستغاثة على التردد MHz 406.

# 2 الأداء الأدنى المقبول لاكتشاف إشارات منارات الاستغاثة على التردد MHz 406 المرحلة عبر السواتل SAR/Galileo

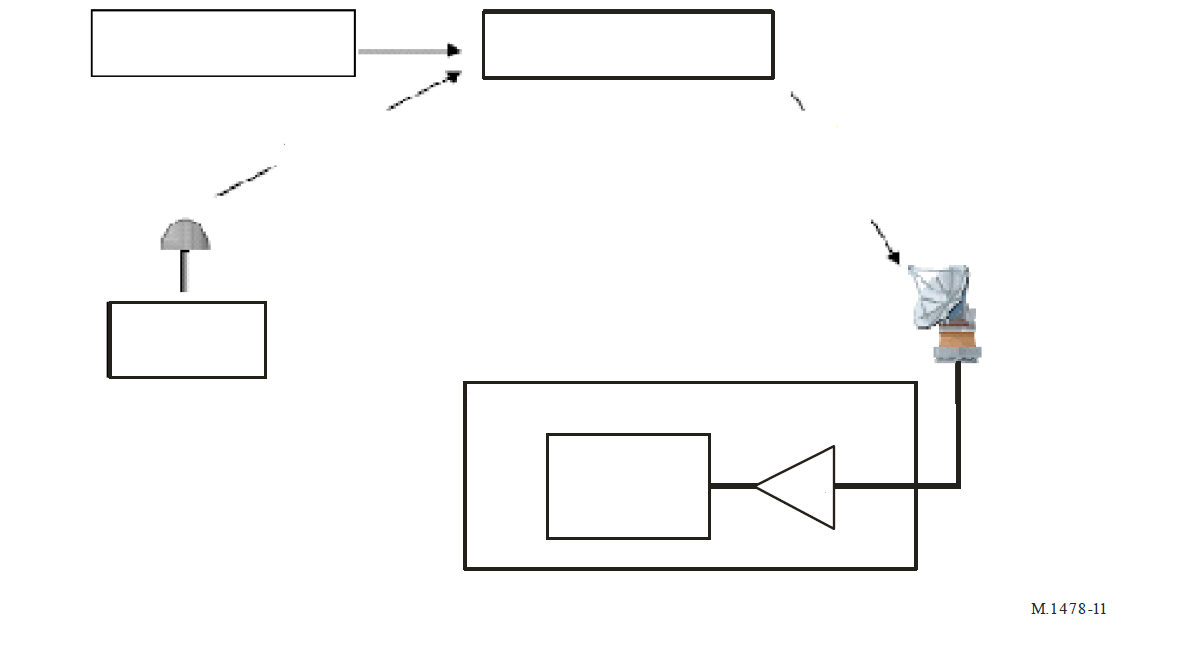
لتقدير المستوى الأقصى المقبول للإرسالات عريضة النطاق، فإن معلمة الأداء المتداولة هي الحد الأدنى لمعدل أخطاء البتات (BER) المسموح به من أجل الاكتشاف الموثوق لإشارات منارات الاستغاثة الراديوية ذات التردد MHz 406 باستخدام مكررات السواتل Mhz 406 Galileo، يجب ألا يتجاوز المعدل BER للقناة 5-10 × 5. وإلى جانب ذلك، ونظراً لهيمنة الوصلة الصاعدة في الوصلة من طرف إلى طرف (من منظور النسبة *C*/*N*0)، لذا فإن النسبة *C*/*N*0 المتداولة ستكون تلك الخاصة بالوصلة الصاعدة.

# 3 تحليل الكثافة spfd للتداخل

تعرض في الشكل 11 التداخلات المحتمل وجودها في النطاق UHF للبحث والإنقاذ.

الشكل 11

التداخلات غير المتعمدة على المكررات SAR/Galileo في النطاق UHF



MHz 406

إشارة MHz 1544,1   
Mhz 0,050 ±

المنارات الراديوية للبحث والإنقاذ

مزيل التشكيل/المعالج

مكبر  
 LNA

MEOLUTs (مطاريف المستعملين المحليين MEO)

االمرسل (المرسلات) المسببة للتداخل

السواتل GALILEO للبحث والإنقاذ p/l

## 1.3 التداخل عريض النطاق

من شأن إضافة ضوضاء النطاق العريض إلى الحمولة النافعة للنظام Galileo Sarsat SAR أن تزيد من معدل أخطاء البتات (BER) للنظام وبالتالي أن تؤثر سلباً على الأداء. وكما تحدد في دراسات قطاع الاتصالات الراديوية فإن الحد الأقصى للمعدلBER المقبول في الوصلة الصاعدة لنظام Galileo SAR يجب ألا يتجاوز 5-10 × 5. وبناءً على هذا الاشتراط، يحدد هذا التحليل الحد الأقصى المقبول من الكثافة pfd المصاحبة لضوضاء النطاق العريض في قناة الوصلة الصاعدة في نظام Galileo Sarsat. ودرجة حرارة ضوضاء النظام للحمولة النافعة للنظام Galileo Sarsat عند دخل مستقبل الحمولة النافعة SAR تساوي K 600 (dBK 27, =).

وبالتالي، فإن الكثافة الطيفية للضوضاء تساوي:

*N*0 = −228,6 + 27,7 = −200,9 dB(W/Hz) (25)

وتنص مواصفة الحالة الأسوأ على أن المطراف Galileo SAR MLT مصمم لكي يعمل بشكل سليم عندما تكون الإشارة المستقبلة الدنيا قدرة للموجة الحاملة *C* تساوي dBW 165,2−؛ وهذه هي قيمة الإشارة المستقبلة المقابلة لقيمة دنيا للنسبة *C/N*0 *للوصلة الصاعدة تساوي* dB(Hz) 35,7*،عند دخل المستقبل حيث توفر قيمة فعّالة للنسبة Eb/N*0 *تساوي* dB 9,7 *(بفرض قيمة لمعدل البيانات تساوي* bit/s 400 (dB 26)*) في كاشف البتات للحمولة النافعة* SAR*. والقيمة المقابلة للمعدل* BER *تساوي* 6-10 × 8.

ومن ثم، فمن أجل تحقيق قيمة للمعدل BER تساوي 5-10 × 5، فإن الانحطاط الأقصى المقبول يساوي dB 0,9. وعندما تكون *Eb/N*0 = 8,8 dB *فإن المعدل* BER يساوي 5-10 × 5.

وفيما يلي أدناه، تحسب قيمة الضوضاء المضافة المقابلة للانحطاط البالغ dB 0,9 للنسبة *C/N*0 وبفرض أن *I0* تمثل كثافة قدرة الضوضاء المضافة الصادرة عن مصادر التداخل.

تصبح عندئذ الضوصاء الأولية *I0 + N0* وأما النسبة *C/N0* تصبح *C/N0+I0.* ويكون الانحطاط كالتالي:

0,9 dB = 10 log ((*C*/*N*0)/(*C*/(*N*0 + *I*0))) (26)

وهكذا تكون النسبة *I0/N0* = dB 6,38− و *I0* = dB(W/Hz) 207,28−.

وبالتالي يكون مستوى الضوضاء القصوى المقبولة *I0* = dB(W/Hz) 207,28− (محسوبة عند دخل المستقبل SAR PL).

وتأخذ كثافة الضوضاء، *I*0، في الاعتبار التوهين وكسب الهوائي. وحيث إن الكثافة الطيفية لكثافة قدرة الساتل مطلوبة، يجب تحويل هذا الرقم إلى الوحدات dB(W/( m2 . Hz)).

وتكون مساحة السطح المكافئة لهوائي له كسب Gكالتالي: . ويكون الكسب G بين 11,6 وdBi 13.

المساحة S = dB(m2) 0,6− (بافتراض كفاءة تساوي %0,7 وكسب أقصى يساوي dBi 13).

ومن ثم، فإن الكثافة الطيفية لتدفق قدرة الساتل المقابلة تساوي:

spfd = −207,28 + 0,51 (losses) – (–0,6) = –206,1 dB(W/(m2 Hz)) (27)

مع الأخذ في الاعتبار زاوية النظير الأعلى للساتل.

وعند دخل الساتل، يجب ألا يتجاوز المستوى الأقصى لتداخل الضوضاء عريض النطاق MHz 406,1‑406 المقدار dB(W/(m2Hz)) 206,1− وذلك لحماية المطراف Galileo SARMLT.

## 2.3 التداخل ضيق النطاق

عندما تكون الحمولة النافعة Galielo SAR معرضة، فإن التداخل ضيق النطاق في النطاق MHz 406,1‑406 سينقل مباشرة بواسطة المطراف SART في النطاق MHz 1595‑1544؛ وعلى مستوى المطراف MLT، يمكن للمستقبل كشف إشارة التداخل هذه كما لو كانت إشارة استغاثة SAR أصلية.

وستكون معلمة الأداء الخاصة بتحديد التداخل ضيق النطاق الأقصى المسموح به عتبة الاحتياز MeoLUT والتي يعتبر أنها تساوي dB(Hz) 34,8. ويرمز لقدرة إشارة التداخل عند هوائي المطراف MLT بالرمز I؛ فإذا كان مستوى النسبة *I/N0* للتداخل فوق هذه العتبة، يستطيع المطراف MLT كشف التداخل.

وباعتبار أن مستوى ضوضاء النظام المحسوبة في الفقرة 1.3 تكون: *N0* = −200,9 dB(W/Hz)، فإن قدرة إشارة التداخل (على مستوى المطراف SART) تكون: *I = I/N0 + N0 = −*166,1dBW

وللحصول على كثافة تدفق القدرة عند الهوائي SAR PL، لا بد من أخذ مساحة السطح المكافئة للهوائي في الاعتبار، وباتباع الخطوات كما هو الحال في الفقرة 1.3، يمكن حساب كثافة تدفق القدرة كالتالي:

pfd = −166,1 + 0,51 (losses) – (–0,6) = –166,2 dB(W/m2) (28)

مع الأخذ في الاعتبار زاوية النظير الأعلى للساتل.

وعند دخل الساتل، يجب ألا يتجاوز المستوى الأقصى لتداخل الضوضاء ضيق النطاق في النطاق MHz 406,1‑406 المقدار dB(W/m2)166,2−، وذلك لضمان الكشف السليم للإشارة.

الملحق 11  
  
مجموعة الخصائص العامة لجميع المعدات

يلخص الجدول 4 الخصائص العامة لكل نوع من أنواع المعدات Cospas-Sarsat.

الجدول 4

ملخص خصائص المعدات Cospas-Sarsat

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| نوع المعدات | الخصائص المدارية، عدد السواتل الواجب نشرها | معايير الحماية من أجل الإرسالات الهامشية ضيقة النطاق عند دخل المعالج أو المكبر LNA في المركية الفضائية | معايير الحماية من أجل الإرسالات عريضة النطاق |
| معدات SARP من أجل ساتل LEO Sarsat | مدار دائري Km 830 وميل °98 | dBm 147,6– | dB(W/(m2 · Hz))  198,6– |
| معدات SARP من أجل ساتل LEO Cospas | مدار دائري Km 830 وميل °98 | dBm 147,6– | dB(W/(m2 · Hz))  198,6– |
| معدات SARP من أجل ساتل LEO | مدار دائري Km 830 وميل °98 | dBm 147,6– | dB(W/(m2 · Hz))  204,7– |
| مكرر على متن ساتل GOES | مدار مستقر بالنسبة للأرض | dBm 140,9– | dB(W/(m2 · Hz))  201,1– |
| مكرر على متن ساتل MSG | مدار مستقر بالنسبة للأرض | dBm 147– | dB(W/(m2 · Hz))  206,4– |
| مكرر على متن ساتل Electro | مدار مستقر بالنسبة للأرض | dBm 139,8– | dB(W/(m2 · Hz))  198,7– |
| مكرر على متن ساتل Galileo | سواتل على مدارات أرضية متوسطة: 27 ساتلاً في مدار دائري على ارتفاع km 23 225 وميل °56  (انظر التوصية ITU‑R M.1787 من أجل الوصف التفصيلي للخصائص المدارية للنظام Galileo). | dBm 136,8– | dB (W/(m2 Hz))  206,1– |
| مكرر على متن ساتل GLONASS | سواتل على مدارات أرضية متوسطة: 24 ساتلاً في مدار دائري على ارتفاع km 19 100 وميل °64,8  انظر التوصية ITU‑R M.1787 من أجل الوصف التفصيلي للخصائص المدارية للنظام GLONASS | dBm 147,1– | dB (W/(m2 Hz))  205,2– |