

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.1731-2
(2012/01)

معايير حماية مطاريف المستعمل المحلي
في النظام الساتلي Cospas-Sarsat
في النطاق MHz 1 545-1 544

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجميعيات 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 الكهترتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات 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>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
التجميع الساتلي للأخبار	SNG
إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت	TF
المفردات والمواضيع ذات الصلة	V

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

النشر الإلكتروني

جنيف، 2012

© ITU 2012

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

التوصية *ITU-R M.1731-2

معايير حماية مطاريف المستعمل المحلي في النظام الساتلي Cospas-Sarsat في النطاق MHz 1 545-1 544

(2012-2011-2010-2005)

مجال التطبيق

تضع هذه التوصية معايير حماية مطاريف المستعمل المحلي في النظام الساتلي Cospas-Sarsat التي تستقبل في النطاق MHz 1 545-1 544 وصلات هابطة من سواتل تعمل في مدارات مستقرة بالنسبة للأرض ومدارات أرضية منخفضة ومتوسطة. ويتولى برنامج Cospas-Sarsat استقبال ومعالجة الإشارات التي ترسلها المنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ (EPIRB) ومنارات الاستغاثة الأخرى التي تعمل بتردد 406 MHz. وفي بعض الحالات تُرسل الإشارات إلى المحطات الأرضية عبر الوصلة الهابطة التي تعمل في النطاق MHz 1 545-1 544.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن التوصية ITU-R SM.1535 تدعو إلى حماية خدمات السلامة من الإرسالات غير المرغوب فيها؛
- ب) أن النظام العالمي الساتلي للبحث والإنقاذ (Cospas-Sarsat) يعمل داخل النطاق MHz 1 545-1 544 الذي يقتصر بموجب الرقم 356.5 من لوائح الراديو (RR) على اتصالات الاستغاثة والسلامة، اتصالات راديوية من الفضاء إلى الأرض؛
- ج) أن التداخل الضار الذي تتعرض له خدمات السلامة قد يؤدي إلى خسائر في الأرواح والممتلكات؛
- د) أن مطاريف المستعمل المحلي المرتبطة بسواتل تعمل في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض (GEOLUT) في النظام Cospas-Sarsat تستقبل في النطاق MHz 1 545-1 544 إشارات المنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ (EPIRB) المرحلة من سواتل تعمل في مدارات مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GOES وإلكترو) وسواتل Meteo-Sat من الجيل الثاني (MSG)؛
- هـ) أن مطاريف المستعمل المحلي المرتبطة بسواتل تعمل في مدارات أرضية منخفضة (LEOLUT) في النظام Cospas-Sarsat تستقبل في النطاق MHz 1 545-1 544 إشارات المنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ (EPIRB) المرحلة من مكررات البحث والإنقاذ (SARR) في سواتل Cospas و Sarsat؛
- و) أن مطاريف المستعمل المحلي المرتبطة بسواتل تعمل في مدارات أرضية منخفضة (LEOLUT) في النظام Cospas-Sarsat تستقبل في النطاق MHz 1 545-1 544 تدفق معطيات معالجة عالمياً وآتية من المنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ (EPIRB) وهي معالجة في وحدات البحث والإنقاذ (SARP) في سواتل Cospas و Sarsat.
- ز) أن مطاريف المستعمل المحلي المرتبطة بسواتل تعمل في مدارات أرضية متوسطة (MEOLUT) في النظام Cospas-Sarsat تستقبل في النطاق MHz 1 545-1 544 إشارات المنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ (EPIRB) المرحلة من أنظمة الملاحه الساتلية العاملة في مدارات أرضية متوسطة (GALILEO و GLONSS)؛

* ينبغي إحاطة برنامج Cospas-Sarsat ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والمنظمة البحرية الدولية (IMO)، علماً بهذه التوصية.

(ح) أن الملحق 6 يتضمن موازنات الوصلة Cospas-Sarsat فيما يتعلق بالتشغيل على مدارات أرضية منخفضة (LEO) ومتوسطة (MEO) وعلى مدار سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GEO) على أساس قيم قريبة من قيم أسوأ حالة مشار إليها في الملحق في العمود "حالة مستوى منخفض"،

توصي

- 1 بأن يكون تحليل التداخل الذي تتعرض له مطاريف GEOLUT في النظام Cospas-Sarsat التي تستخدم السواتل GOES على أساس الملحق 1؛
- 2 بأن يكون تحليل التداخل الذي تتعرض له مطاريف LEOLUT في النظام Cospas-Sarsat التي تستقبل تدفق معطيات معالجة عالمياً آتية من منارات EPIRB، على أساس الملحق 2؛
- 3 بأن يكون تحليل التداخل الذي تتعرض له مطاريف LEOLUT في النظام Cospas-Sarsat التي تستقبل إشارات EPIRB بتردد 406 MHz المرحلة من سواتل تعمل في مدارات أرضية منخفضة في النظام Cospas-Sarsat على أساس الملحق 3؛
- 4 بأن يكون تحليل التداخل الذي تتعرض له مطاريف GEOLUT في النظام Cospas-Sarsat التي تستخدم السواتل MSG، على أساس الملحق 4؛
- 5 بأن يكون تحليل التداخل الذي تتعرض له مطاريف MEOLUT في النظام Cospas-Sarsat التي تستخدم السواتل GALILEO، على أساس الملحق 5؛
- 6 بأن يكون تحليل التداخل على مطاريف GEOLUT في النظام Cospas-Sarsat التي تعمل مع سواتل إلكترو على أساس الملحق 6؛
- 7 أن يكون تحليل التداخل على مطاريف MEOLUT في النظام Cospas-Sarsat التي تعمل مع سواتل GLONASS على أساس الملحق 7.

الملحق 1

معايير حماية مطاريف GEOLUT في النظام Cospas-Sarsat، التي تستقبل إشارات المنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ EPIRB المرحلة بواسطة السواتل GOES في النطاق MHz 1 545-1 544

1.1 مقدمة

تكون سواتل GOES مزودة بمكررات البحث والإنقاذ في نظام Cospas-Sarsat، وتستقبل هذه المكررات إشارات صادرة عن المنارات EPIRB بتردد 406 MHz وترحلها إلى مطاريف GEOLUT في النظام Cospas-Sarsat على ترددات الوصلة الهابطة في النطاق MHz 1 545-1 544. وعملاً بأحكام لوائح الراديو (RR)، فإن النطاق MHz 1 545-1 544 مخصص إلى الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS)، من الفضاء إلى الأرض، وهو يقتصر بموجب الرقم 356.5 من لوائح الراديو (RR) على اتصالات الاستغاثة والسلامة. ويحدد التحليل في هذا الملحق معايير الحماية من التداخل بشأن مطاريف GEOLUT التي تستقبل إشارات على الوصلة الهابطة لسواتل GOES في النطاق MHz 1 545-1 544.

2.1 الحد الأدنى المقبول من الأداء للكشف عن إشارات المنارات EPIRB المرحلة بواسطة سواتل GOES

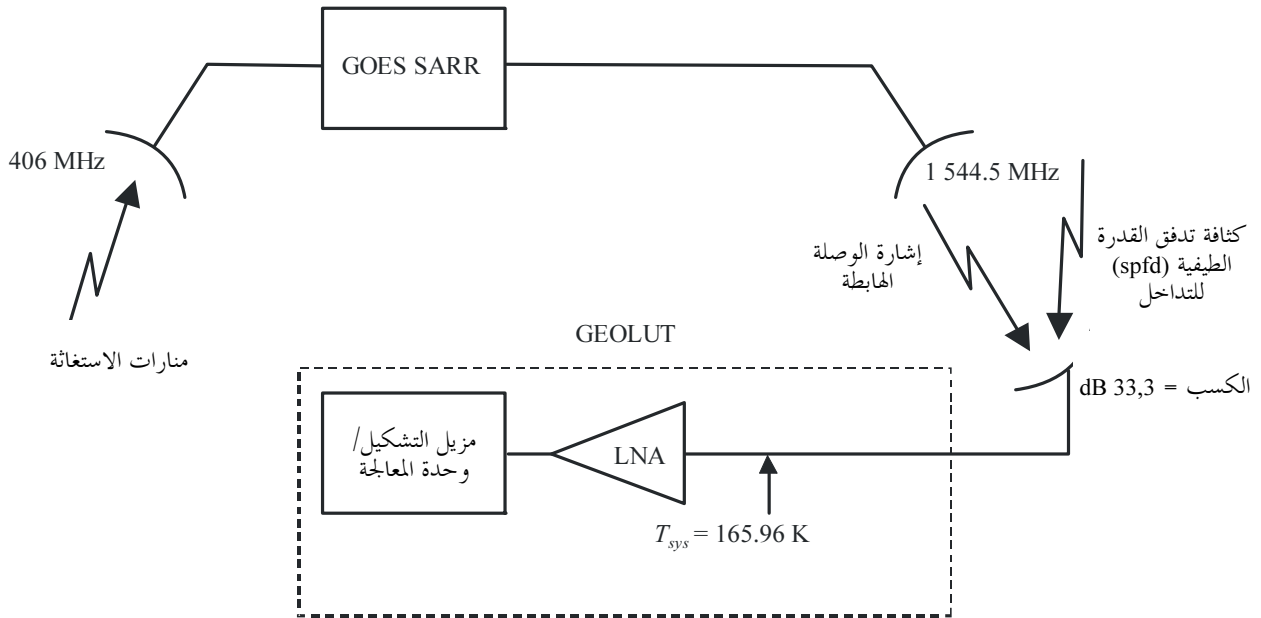
تتطلب دقة الكشف المضمون عن منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz باستعمال مكررات سواتل GOES بتردد 406 MHz، ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات (BER) في القناة مقدار 5×10^{-5} .

3.1 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) للتداخل

معدل الخطأ في البتات (BER) لقناة اتصالات هو نسبة الطاقة في كل بته معطيات، E_b ، إلى كثافة الضوضاء. وتتكون كثافة الضوضاء الكلية من الضوضاء التي تسببها تجهيزات Cospas-Sarsat، N_0 ، والضوضاء الناجمة عن التداخل الذي تسببه أنظمة أخرى، I_0 . ويوضح الشكل 1 قناة SARR بتردد 406 MHz لسواتل GOES في حالة تداخل في الوصلة الهابطة.

الشكل 1

قناة مكررات البحث والإنقاذ SARR في سواتل GOES في حالة تداخل في الوصلة الهابطة



LNA: مضخم الضوضاء المنخفضة

M.1731-01

ويكون معدل الخطأ في البتات (BER) بمقدار 5×10^{-5} ، عندما تكون نسبة الطاقة في كل بته بالنسبة إلى الضوضاء، زائداً كثافة التداخل ($E_b/(N_0 + I_0)$) عند مزيل تشكيل مطراف GEOLUT، مساوية أو أعلى من 8,8 dB. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض مقدرة في شكل كثافة تدفق القدرة الطيفية spfd نسبة إلى دخل هوائي مطراف GEOLUT التي يمكن تحملها دون انخراط الوصلة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ إلى ما دون 8,8 dB.

وكما يبدو في الشكل 1، فإن مكررات البحث والإنقاذ SAAR في سواتل GOES تستقبل إشارات منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz وتشكلها في أطوار على الموجة الحاملة للوصلة الهابطة بتردد 1544,5 MHz لكي تتمكن مطاريف GEOLUT من الكشف عنها ومعالجتها. ويكون كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام في مطاريف GEOLUT المرتبطة بسواتل GOES بمقدار 33,3 dB و 165,96 K على التوالي.

وتبلغ زاوية ارتفاع إشارة المنارات الراديوية EPIRB بالنسبة إلى المركبة الفضائية مقدار 5°. وفي حال عدم وجود مصادر خارجية للتداخل، تكون النسبة الإجمالية C/N_0 بمقدار 31,1 dB-Hz، أي أن E_b/N_0 تساوي 5,1 dB. وعندما تؤخذ في الحسبان خسائر التنفيذ وإزالة تشكيل معطيات المنارة وكذلك مقدار كسب المعالجة عند مطراف GEOLUT تكون النسبة الفعلية E_b/N_0 بمقدار 10,1 dB. وبما أن القناة تستوجب أن تكون النسبة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ بمقدار 8,8 dB على الأقل، لضمان الحد الأدنى من شروط الأداء فمن الضروري ألا يؤدي مجموع التداخل عريض النطاق في الوصلة الهابطة إلى تخفيض مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل بأكثر من 1,3 dB.

وبما أن النسبة الإجمالية C/N_0 في غياب أي تداخل تساوي 31,1 dB-Hz، فإن التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض الذي يتسبب في انحطاط الوصلة الهابطة بمقدار 1,3 dB يؤدي إلى مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ كما يلي:

$$\begin{aligned}(C/(N_0 + I_0))_{overall} &= (C/N_0)_{overall} - 1,3 \text{ dB} \\ &= 31,1 \text{ dB-Hz} - 1,3 \text{ dB} \\ &= 29,8 \text{ dB-Hz}\end{aligned}$$

تحسب النسبة $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ بإضافة نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء إلى نسبة كثافة التداخل للوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/(N_0 + I_0))_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

وبما أن هذا التحليل لا يتناول سوى تداخل الوصلة الهابطة، تصبح المعادلة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/N_0)_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

فإذا كانت $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ تساوي 29,8 dB-Hz وكانت $(C/N_0)_{\uparrow}$ تساوي 31,3 dB-Hz عندئذ تبلغ نسبة $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ مقدار 35,1 dB-Hz (انظر أدناه):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{overall}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

أو

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-29,8/10} - 10^{-31,3/10})^{-1})$$

وبالتالي

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 35,1 \text{ dB-Hz}$$

وتكون الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء في الوصلة الهابطة دون تداخل عند دخل مضخم الضوضاء المنخفضة (LNA) هي $k T = N_0$ ، حيث k هي ثابت بولتزمان. وبالتالي، $N_0 = -228,6 + 22,2 = -206,4 \text{ dB(W/Hz)}$.

وبما أن $(C/N_0)_{\downarrow}$ تساوي 43,8 dB و $(N_0)_{\downarrow}$ تساوي -206,4 dB(W/Hz)، فإن C_{\downarrow} تساوي -162,6 dBW.

ويكون الحد الأقصى من الكثافة الطيفية لقدرة التداخل المسموح به في الوصلة الهابطة من مجموع المرسلات المسببة للتداخل، $I_0(\max)$ ، مقيسة عند دخل المضخم (LNA) لمستقبل المطراف GEOLUT في النطاق $1 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$:

$$I_{0, \max} = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow})/10} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

أو

$$I_{0, \max} = 10 \log (10^{(-162,6 - 35,1)/10} - 10^{-206,4/10})$$

وبالتالي

$$I_{0, \max} = -198,3 \text{ dB(W/Hz)}$$

ويُستحسن وصف معايير الحماية في شكل عتبة تداخل كثافة تدفق القدرة الطيفية $spfd$ المعبر عنها في شكل $\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ عند دخل هوائي المطراف GEOLUT. وتكون الفتحة الفعلية لهوائي، A_e ، له كسب G كما يلي: $A_e = G\lambda^2/4\pi$. ويكون لهوائي المطراف GEOLUT كسب قدره 33,3 dB، بحيث تبلغ الفتحة الفعلية مقدار $6,42 \text{ m}^2$. ويكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل $spfd$:

$$spfd = I_{0, \max} - L_{Line} - A_e$$

لنفترض أن $L_{Line} = 0$.

$$\begin{aligned} spfd &= -198.3 - 0 - 10 \log(6.42) \\ &= -206.4 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))} \end{aligned}$$

لذلك يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للتداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض في قناة المطراف GEOLUT في نطاق $1 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ مقدار $-206,4 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4.1 طريقة حساب سوية التداخل في الوصلة الهابطة لقناة مكررات البحث والإنقاذ SARR بتردد 406 MHz في سواتل GOES

يتأتى التداخل الذي يتعرض إليه النظام Cospas-Sarsat في غالب الأحيان من الإرسالات خارج النطاق التي ترسلها الخدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة مثل توزيعات الخدمة المتنقلة الساتلية MSS من الفضاء إلى الأرض.

وينبغي النظر في عرض نطاق الإرسال لمعرفة ما إذا كانت الطاقة ترسل في مدى الترددات $1 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ مع إيلاء عناية خاصة، عند تحليل تأثير الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً)، لمراعاة آثار زحزحة دوبلر التي تنشأ بفعل دوراتها.

وتُحسب سوية التداخل الناجم عن جميع المصادر المرسله للطاقة في النطاق معبراً عنها في شكل سوية الكثافة $spfd$ عند هوائي المطراف GEOLUT. وينبغي ألا يتجاوز مجموع السويات لكل المصادر المسببة للتداخل مقدار $-206,4 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ في أي مكان من هذا المدى.

وهذا المقدار محسوب على أساس كسب محور هوائي مطراف GEOLUT قدره 33,3 dBi. وتبعاً للأنظمة ينبغي، عند تحديد تأثير التداخل، مراعاة اعتبارات تمييز الهوائي والاستقطاب وغير ذلك من الاعتبارات الهندسية.

الملحق 2

معايير حماية مطاريف LEOLUT، التي تستقبل معطيات معالجة بمعدل 2,4 kbit/s في وحدات البحث والإنقاذ SARP من السواتل Cospas و Sarsat، من التداخل في النطاق 1 544-1 545 MHz

1 مقدمة

تقع قناة وحدات معالجة البحث والإنقاذ (SARP) بمعدل 2,4 kbit/s في نظام Cospas-Sarsat في نطاق $5 \pm 1 544,5$ kHz على الوصلات الهابطة للحمولة النافعة لنظام البحث والإنقاذ في مدارات أرضية منخفضة (LEOSAR). وبسبب انتشار الترددات التي تسببها عملية التشكيل وزحزحة دوبلر الناجمة عن حركة الساتل تستقبل قناة (SARP) بمعدل 2,4 kbit/s عند مطاريف LEOLUT على مدى الترددات $50 \pm 1 544,5$ MHz.

يحدد الجدول 1 ميزانيات القدرة الموصى بها في الوصلات الهابطة للقنوات SARP في السواتل Cospas و Sarsat والتي أعدت لمساعدة الإدارات في تصميم مطاريف LEOLUT كي تستعمل في النظام Cospas-Sarsat. وتبين ميزانية الوصلات أن القناة SARP في نظام Cospas لها وصلة اتصال أقوى من وصلة القناة SARP في نظام Sarsat، وبالتالي فإن معايير الحماية الملائمة للقناة SARP في نظام Sarsat ستتيح أيضاً حماية ملائمة للقناة SARP في نظام Cospas.

2 الحد الأدنى المقبول من الأداء بالنسبة إلى تدفق معطيات معالجة PDS بمعدل 2,4 kbit/s في قناة معالجة وحدات البحث والإنقاذ SARP

تشرط دقة الكشف المضمون عن منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz وتحديد موقعها ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات (BER) في الوصلة الهابطة لقناة SARP مقدار 1×10^{-6} (انظر الجدول 1).

3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية spfd المسببة للتداخل

معدل الخطأ في البتات (BER) لقناة اتصالات هو نسبة الطاقة في كل بته معطيات، E_b ، إلى كثافة الضوضاء. وتتكون كثافة الضوضاء الكلية من الضوضاء التي تسببها تجهيزات Cospas-Sarsat، N_0 ، والضوضاء الناجمة عن التداخل الذي تسببه أنظمة أخرى، I_0 . ومن شأن هذا التحليل أن يحدد سوية التداخل، المعبر عنها في شكل كثافة spfd عند هوائي مطراف LEOLUT، التي قد تؤدي إلى انحطاط معدل الخطأ في البتات للوصلة الهابطة للقناة SARP بمقدار بته واحدة في كل مليون (1×10^{-6}).

الجدول 1

معلومات ميزانية القدرة في الوصلة الهابطة من أجل تدفق المعطيات المعالجة (PDS) في وحدات البحث والإنقاذ (SARP) في كل من سواتل Sarsat و Cospas

المصدر	اسمي Sarat	اسمي Cospas	المعلمة
	1 544,5		تردد الموجة الحاملة (MHz)
	LHCP		استقطاب (دائري مياسر)
	5		زاوية الارتفاع (بالدرجات)
	850	1 000	ارتفاع الساتل (km)
	7,1	6,2	القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) للساتل ⁽¹⁾ (dBW)
محسوبة هندسياً	2 900	3 200	المسافة المائلة عند 5° (km)
محسوبة بواسطة صيغة قياسية	165,5	166,3	خسارة مسير الفضاء الحر (L_p) (dB)
	10		خسارة الخبو قصير الأجل (L_f) (dB)
تبعاً لتصميم المطراف (LUT) وللموقع	⁽²⁾ 3,6		خسائر أخرى (L_o) (dB)
$G = 26,7$ dB $T = 22,4$ dB(K)	4,3		هوائي (G/T) ⁽³⁾ (dB/K)
ثابت مادي	228,6-		ثابت بولتزمان، k (dB(W/(K Hz)))
	33,8		عامل معدل المعطيات عند 2,4 kbit/s، r (dB-Hz)
	14,1-	12,1-	خسارة التشكيل (dB)
	⁶ 10		أقصى معدل BER مرغوب فيه
باستعمال المعلمات الواردة أعلاه	13,0	13,3	محسوب (E_b/N_0) (dB)
E_b/N_0 من أجل معدل BER المطلوب	10,6		رتبة (E_b/N_0) النظرية فيما يتعلق بمعدل BER قدره ⁶ 10 (dB)
	2,4	2,7	هامش وصلة PDS (dB)

LUT: مطراف المستعمل المحلي

(1) القدرة المشعة المكافئة المتناحية.

(2) خسائر ناجمة عن عدم مواءمة الاستقطاب وتوجه الهوائي وتشغيل مزبل التشكيل.

(3) نسبة كسب الهوائي إلى حرارة الضوضاء لكي تشمل خسائر قباب هوائي الرادار عند الاقتضاء وخسائر الكبل G/T مطاريف LUT في الولايات المتحدة الأمريكية = 4,3 dB.

يبين الجدول 1 ميزانية القدرة الموصى بها في الوصلة الهابطة للقناة SARP. وقد وضعت ميزانية الوصلة على أساس معلمات LEOLUT نموذجية. وتبين ميزانية الوصلة أن المعدل BER $10^{-6} \times 1$ المطلوب يتحقق مع هامش قدره 2,4 dB لسواتل التعقب Sarsat. وينبغي أن تنطوي الوصلة على هامش موجب لكي تحافظ على المعدل BER المطلوب. ومن ثم لا ينبغي لمجموع أسباب التداخل أن يؤدي إلى انحطاط في الوصلة بأكثر من 2,4 dB. وفي هذه الحالة يكون مجموع الكثافة الطيفية لقدرة التداخل، I_0 ، عند مستقبل المطراف LEOLUT كما في المعادلة التالية (كميات رقمية):

$$N_0 + I_0 \leq 10^{(2,4/10)} \times N_0$$

أو

$$I_0/N_0 \leq (10^{(2,4/10)} - 1) = 0,738 \text{ (رقمية)}$$

وعندئذ

$$I_0/N_0 = -1,3 \text{ dB}$$

وعليه، ينبغي ألا يتجاوز التأثير المتراكم لكافة مسببات التداخل نسبة $-1,3 \text{ dB}$ I_0/N_0 ، أما بالنسبة إلى مطاريف LEOLUT التي لها كسب هوائي G قدره $26,7 \text{ dB}$ وحرارة ضوضاء للنظام، T ، قدرها $22,4 \text{ dBK}$ عند مضخم الضوضاء المنخفضة (LNA) للمطراف LEOLUT، فتكون الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء دون التداخل، N_0 ، حصيلة ثابت بولتزمان، k ، وحرارة الضوضاء T ، أو $kT = N_0$ ، وتُعطى في شكل dB على نحو ما يلي:

$$N_0 = -228,6 + 22,4 = -206,2 \text{ dB(W/Hz)}$$

ولذلك ينبغي ألا يتجاوز الحد الأقصى للكثافة الطيفية لقدرة التداخل من مجموع المرسلات المسيبة للتداخل، $I_0(\text{max})$ عند المضخم (LNA) للمطراف LEOLUT في النطاق $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$ ما يلي:

$$I_{0, \text{max}} = N_0 - 1,3 = -207,5 \text{ dB(W/Hz)}$$

ويستحسن وصف معايير الحماية في شكل عتبة تداخل الكثافة spfd المعبر عنها في شكل $\text{dB(W/m}^2 \cdot \text{Hz)}$ عند دخل هوائي المطراف LEOLUT. وتكون الفتحة الفعلية لهوائي A_e له كسب G كما يلي: $G\lambda^2/4 = A_e$. ويكون لهوائي المطراف LEOLUT كسب قدره $26,7 \text{ dB}$ بحيث تصبح $A_e = 1,4 \text{ m}^2$. وبالتالي، تكون السوية القصوى لجميع التداخلات في الوصلة الهابطة ما يلي:

$$\begin{aligned} \text{spfd} &= I_0/A_e = -207,5 - 10 \log(1,4) \\ &= -209,0 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))} \end{aligned}$$

لذلك ينبغي ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض في نطاق القناة $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$ مقدار $-209,0 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4 طريقة حساب سوية التداخل في قناة وحدات معالجة البحث والإنقاذ SARP لنظام البحث والإنقاذ في مدارات أرضية منخفضة LEOSAR

ينجم التداخل الذي يتعرض له النظام Cospas-Sarsat في غالب الأحيان عن الإرسالات خارج النطاق التي ترسلها الخدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة مثل توزيعات الخدمة المتنقلة الساتلية MSS من الفضاء إلى الأرض.

ويجب النظر في عرض نطاق الإرسال لمعرفة ما إذا كانت الطاقة ترسل في مدى الترددات $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$ ، مع إيلاء عناية خاصة، عند تحليل تأثير الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً)، لمراعاة آثار زحزحة دوبلر التي تنشأ بفعل دوراتها.

تُحسب سوية الكثافة spfd عند هوائي المطراف LEOLUT. وينبغي ألا يتجاوز مجموع السويات لكافة مصادر التداخل مقدار $-209,0 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ في أي مكان من المدى $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$.

الملحق 3

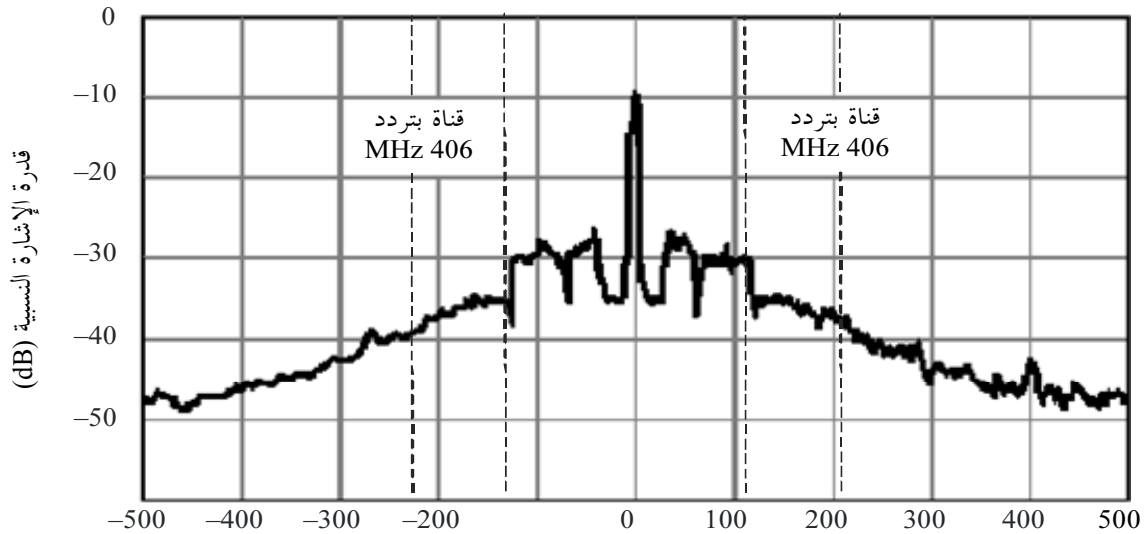
معايير حماية مكبرات البحث والإنقاذ (SARR) بتردد 406 MHz
في نظام Sarsat في النطاق 1 544-1 545 MHz من التداخل
الناجم عن الإرسالات في النطاق العريض

1 مقدمة

تشغل القناة SARR بتردد 406 MHz في نظام Sarsat حوالي 100 kHz من الطيف ابتداء من 120 kHz فوق الموجة الحاملة MHz 1544,5 وتحتها؛ إلا أنه نظراً لانسياب التردد المسموح به نتيجة تقادم مرسل الساتل، وزحزحة دوبلر بفعل حركة الساتل Sarsat، ونطاق الحراسة الأدنى، وانتشار الإشارة بسبب عملية التشكيل، فإن مطاريف LEOLUT تحتاج إلى 220 kHz من الطيف تبدأ عند 80 kHz فوق الموجة الحاملة MHz 1 544,5 وتحتها وذلك لمعالجة القناة SARR بتردد 406 MHz. يوضح الشكل 2 التردد الذي تشغله القناة SARR.

الشكل 2

طيف إشارة الوصلة الهابطة MHz 1 544,5 في نظام Sarsat



التردد (kHz) بالنسبة إلى تردد الموجة الحاملة للوصلة الهابطة

M.1731-02

2 الحد الأدنى المقبول من الأداء للكشف عن إشارات المنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ EPIRB المرحلة بواسطة قناة مكبرات البحث والإنقاذ SARR بتردد 406 MHz في النظام SARSAT

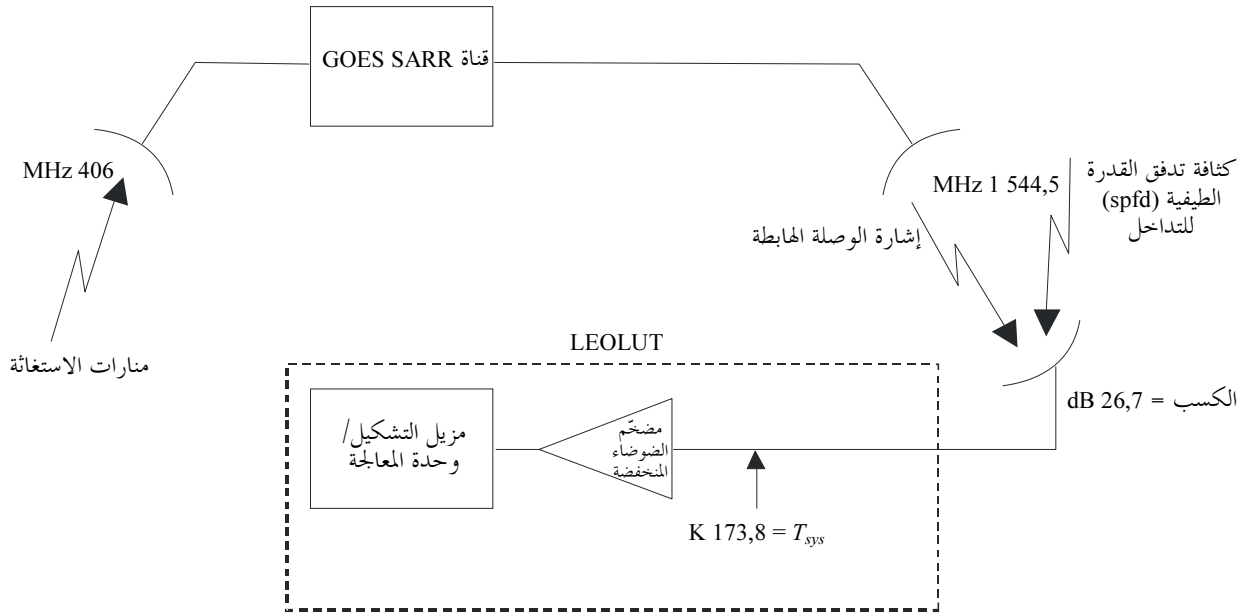
تشرط دقة الكشف المضمون عن منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz وتحديد موقعها باستخدام مكبرات سواتل Sarsat بتردد 406 MHz، ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات (BER) للقناة SARR بتردد 406 MHz في النظام Sarsat مقدار 5×10^{-5} .

3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية spfd المسببة للتداخل

معدل الخطأ في البتات (BER) لقناة اتصالات هو نسبة الطاقة في كل بته معطيات، E_b ، إلى كثافة الضوضاء. وتتكوّن كثافة الضوضاء الكلية من الضوضاء التي تسببها تجهيزات Cospas-Sarsat، N_0 ، والضوضاء الناجمة عن التداخل من أنظمة أخرى، I_0 . ويوضح الشكل 3 قناة SARR بتردد 406 MHz في حالة تداخل في الوصلة الهابطة.

الشكل 3

قناة مكررات البحث والإنقاذ SARR بتردد 406 MHz في نظام Sarsat في حالة تداخل في الوصلة الهابطة



M.1731-03

ويكون معدل الخطأ في البتات (BER) بمقدار 5×10^{-5} ، عندما تكون نسبة الطاقة في كل بته بالنسبة إلى الضوضاء، زائد كثافة التداخل ($E_b/(N_0 + I_0)$) عند مزيل تشكيل مطراف LEOLUT مساوية أو أعلى من 8,8 dB. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض مقدرة في شكل كثافة spfd نسبة إلى دخل هوائي مطراف LEOLUT التي يمكن تحملها دون انحطاط الوصلة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ إلى ما دون 8,8 dB.

تكون القناة SARR بتردد 406 MHz في الشكل 3 مشكّلة الطور على موجة حاملة للوصلة الهابطة 1 544,5 MHz لكي تتمكن مطاريف LEOLUT من الكشف عنها ومعالجتها. ويكون كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام في المطراف LEOLUT بمقدار 26,7 dB و K 173,8 على التوالي.

تبلغ زاوية ارتفاع إشارة المنارات الراديوية EPIRB مقدار 5° بالنسبة إلى المركبة الفضائية. وفي حال عدم وجود مصادر خارجية للتداخل، تكون النسبة الإجمالية C/N_0 بمقدار 38,8 dB-Hz، أي أن E_b/N_0 تساوي 12,8 dB. وعندما تؤخذ في الحسبان خسائر التنفيذ وإزالة تشكيل معطيات المنارة وكذلك مقدار كسب المعالجة تكون النسبة الفعلية E_b/N_0 بمقدار 10,8 dB. وبما أن القناة تستوجب أن تكون النسبة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ بمقدار 8,8 dB على الأقل لضمان الحد الأدنى من شروط الأداء فمن الضروري ألا يؤدي أي تداخل عريض النطاق في الوصلة الهابطة إلى تخفيض نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل ($C/(N_0 + I_0)_{overall}$) بأكثر من 2,0 dB.

وبما أن النسبة الإجمالية C/N_0 في غياب أي تداخل تساوي 38,8 dB-Hz، فإن التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض الذي يتسبب في انحطاط الوصلة الهابطة بمقدار 2,0 dB يؤدي إلى النسبة $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$:

$$\begin{aligned}(C/(N_0 + I_0))_{overall} &= (C/N_0)_{overall} - 2,0 \text{ dB} \\ &= 38,8 \text{ dB-Hz} - 2,0 \text{ dB} \\ &= 36,8 \text{ dB-Hz}\end{aligned}$$

يمكن حساب النسبة $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ بإضافة نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء إلى نسبة كثافة التداخل والوصلة الصاعدة للوصلة الهابطة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/(N_0 + I_0))_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

وبما أن هذا التحليل لا يتناول سوى التداخل في الوصلة الهابطة، تُصبح المعادلة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/N_0)_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

فإذا كانت $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ تساوي 36,8 dB-Hz وكانت $(C/N_0)_{\uparrow}$ تساوي 41,3 dB-Hz عندئذ تبلغ نسبة $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ مقدار 38,7 dB-Hz (انظر أدناه):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{overall}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

أو

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-36,8/10} - 10^{-41,3/10})^{-1})$$

وبالتالي

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 38,7 \text{ dB-Hz}$$

وتكون الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء في الوصلة الهابطة دون تداخل عند دخل مضخم الضوضاء المنخفضة (LNA) هي $k T = N_0$ ، حيث k هي ثابت بولتزمان. وبالتالي، $N_0 = -22,4 - 228,6 = -206,2 \text{ dB(W/Hz)}$.

وبما أن $(C/N_0)_{\downarrow}$ تساوي 42,5 dB و $(N_0)_{\downarrow}$ تساوي $-206,2 \text{ dB(W/Hz)}$ ، فإن C_{\downarrow} تساوي $-163,7 \text{ dBW}$.

ويكون الحد الأقصى من الكثافة الطيفية لقدرة التداخل المسموح به في الوصلة الهابطة من مجموع المرسلات المسببة للتداخل، $I_0(\max)$ ، مقيسة عند دخل المضخم (LNA) لمستقبل المطراف LEOLUT في النطاق 1 544-1 545 MHz الذي يستعمل للوصلة الهابطة للقناة SARR بتردد 406 MHz:

$$I_{0, \max} = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow})/10} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

أو

$$I_{0, \max} = 10 \log (10^{(-163,7 - 38,7)/10} - 10^{-206,2/10})$$

وبالتالي

$$I_{0, \max} = -204,7 \text{ dB(W/Hz)}$$

يستحسن وصف معايير الحماية في شكل عتبة تداخل الكثافة spfd المعبر عنها في شكل $\text{dB(W/m}^2 \cdot \text{Hz)}$ عند دخل هوائي المطراف LEOLUT. وتكون الفتحة الفعلية لهوائي، A_e ، له كسب G كما يلي: $G\lambda^2/4\pi = A_e$. وبالنسبة إلى هوائيات مطراف LEOLUT التي لها كسب قدره 26,7 dB تكون الفتحة الفعلية بمقدار 1,4 m². ولذلك يكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل spfd:

$$\text{spfd} = I_{0, \max} - L_{Line} - A_e$$

لنفترض أن $L_{Line} = 0$.

$$spfd = -204,7 - 0 - 10 \log (1,4) = -206,2 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$$

لذلك ينبغي ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض في النطاقات التي تعالجها مطاريف LEOLUT بالنسبة إلى القناة SARR بتردد 406 MHz مقدار $-206,2 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4 طريقة حساب سوية التداخل في النطاق 1 544-1 545 MHz في مطاريف LEOLUT التي تستقبل القناة SARR بتردد 406 MHz

ينبغي النظر في عرض نطاق الإرسال لمعرفة ما إذا كانت الطاقة ترسل في مدى الترددات التي تعالجها مطاريف LEOLUT بالنسبة إلى القناة SARR بتردد 406 MHz (أي 1 544,80-1 544,58 MHz و 1 544,20-1 544,42 MHz) مع إيلاء عناية خاصة، عند تحليل تأثير الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً)، لمراعاة آثار زحزحة دوبلر التي تنشأ بفعل دوراتها.

وتحسب سوية التداخل من جميع المصادر التي ترسل الطاقة في النطاق معبراً عنها في شكل سوية الكثافة $spfd$ عند هوائي المطاريف LEOLUT. وينبغي ألا يتجاوز مجموع السويات لكل مصادر التداخل مقدار $-206,2 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ في أي مكان من هذا المدى.

وقد حُدد هذا المقدار باستعمال هوائي مطاريف LEOLUT ذي استقطاب دائري مُيسر (LHCP) له كسب محوري قيمته 26,7 dBi. وتبعاً للأنظمة ينبغي، عند تحديد تأثير التداخل، مراعاة اعتبارات تمييز الهوائي والاستقطاب وغير ذلك من الاعتبارات الهندسية.

الملحق 4

معايير حماية مطاريف GEOLUT في نظام Cospas-Sarsat التي تستقبل إشارات المنارات الراديوية EPIRB المرحلة بواسطة سواتل Meteo-Sat من الجيل التالي MSG من التداخل في النطاق 1 544-1 545 MHz

1 مقدمة

تكون سواتل MSG مزودة بمكروترات البحث والإنقاذ في نظام Cospas-Sarsat، وتستقبل هذه المكروترات إشارات صادرة عن المنارات EPIRB بتردد 406 MHz وترحلها إلى مطاريف GEOLUT في النظام Cospas-Sarsat على ترددات الوصلة الهابطة في النطاق 1 544-1 545 MHz. وعملاً بأحكام لوائح الراديو (RR) فإن النطاق 1 544-1 545 MHz مخصص إلى الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS)، من الفضاء إلى الأرض، ويقتصر تحديداً بموجب الرقم 356.5 من لوائح الراديو (RR) على اتصالات الاستغاثة والسلامة. ويحدد التحليل في هذا الملحق معايير الحماية من التداخل بشأن المطاريف GEOLUT التي تستقبل إشارات في الوصلة الهابطة لسواتل MSG في النطاق 1 544-1 545 MHz.

2 الحد الأدنى المقبول من الأداء للكشف عن إشارات المنارات EPIRB المرحلة بواسطة سواتل MSG

تشرط دقة الكشف المضمون عن منارات الاستغاثة بتردد MHz 406 باستعمال مكررات لسواتل MSG بتردد 406 MHz، ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات (BER) في القناة مقدار 5×10^{-5} .

3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) للتداخل

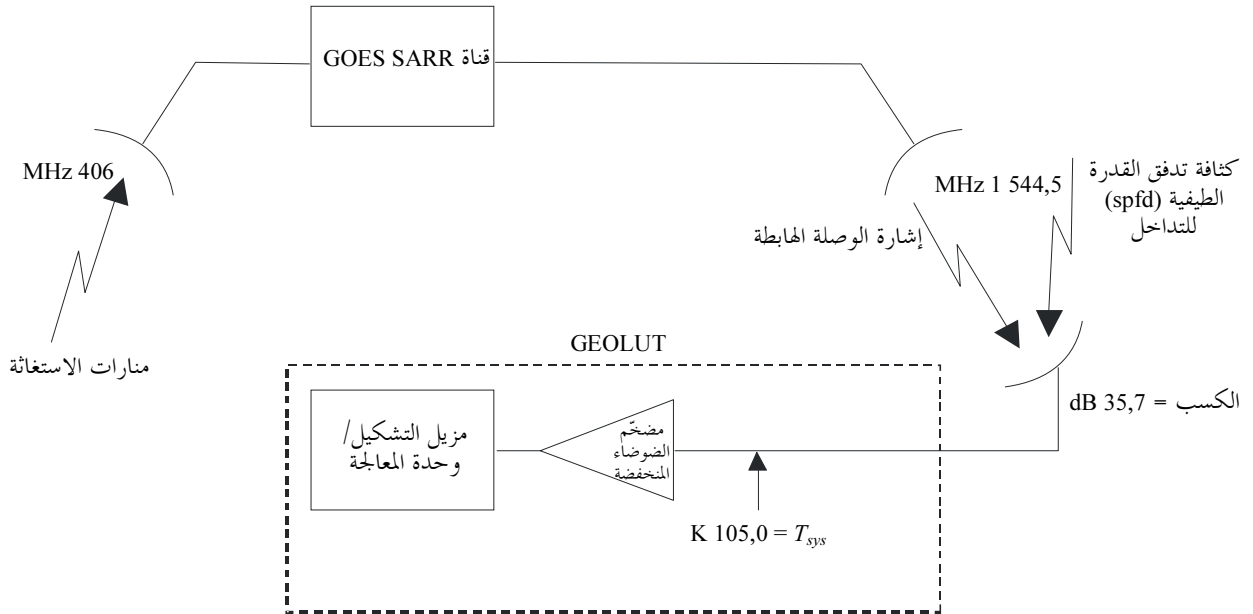
معدل الخطأ في البتات (BER) لقناة اتصالات هو نسبة الطاقة في كل بته معطيات، E_b ، إلى كثافة الضوضاء. وتتكون كثافة الضوضاء الكلية من الضوضاء التي تسببها تجهيزات Cospas-Sarsat، N_0 ، والضوضاء الناجمة عن التداخل الذي تسببه أنظمة أخرى، I_0 . ويوضح الشكل 4 قناة SARR بتردد 406 MHz لسواتل MSG في حالة تداخل في الوصلة الهابطة.

ويكون معدل الخطأ في البتات (BER) بمقدار 5×10^{-5} ، عندما تكون نسبة الطاقة في كل بته بالنسبة إلى الضوضاء، زائد كثافة التداخل $(E_b/(N_0 + I_0))$ عند مزيل تشكيل مطراف GEOLUT، مساوية أو أعلى من 8,8 dB. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض مقدرة في شكل كثافة تدفق القدرة الطيفية spfd نسبة إلى دخل هوائي مطراف GEOLUT التي يمكن تحملها دون انحطاط الوصلة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ إلى ما دون 8,8 dB.

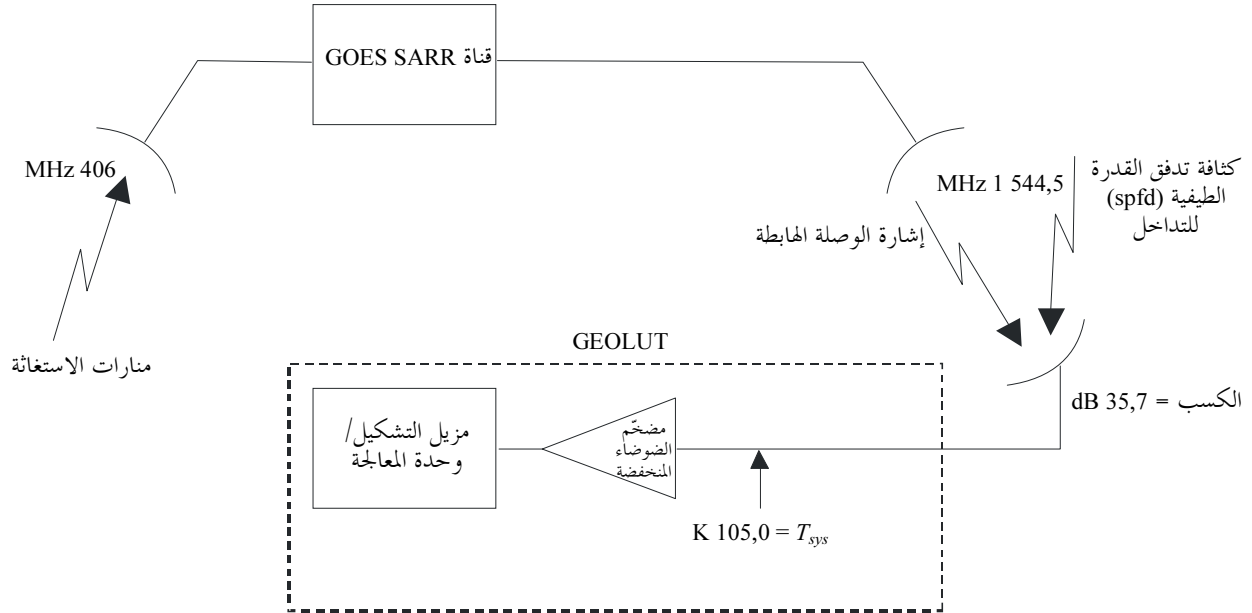
وكما يبدو في الشكل 4، فإن مكررات البحث والإنقاذ SARR في سواتل MSG تستقبل إشارات منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz وترحلها في وصلة هابطة بتردد 1 544,5 MHz \pm 100 kHz لكي تتمكن مطارييف GEOLUT من الكشف عنها ومعالجتها. ويكون كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام في مطارييف GEOLUT المرتبطة بسواتل MSG بمقدار 35,7 dB و K 105,0 على التوالي.

الشكل 4

قناة مكررات البحث والإنقاذ SARR في سواتل MSG في حالة تداخل في الوصلة الهابطة



تبلغ زاوية ارتفاع إشارة المنارات EPIRB مقدار 5° بالنسبة إلى المركبة الفضائية. وفي حال عدم وجود مصادر خارجية للتداخل، تكون النسبة الإجمالية C/N_0 بمقدار 27,4 dB-Hz، أي أن E_b/N_0 تساوي 1,4 dB. وعندما تؤخذ في الحسبان خسائر التنفيذ وإزالة تشكيل معطيات المنارة وكذلك مقدار كسب المعالجة عند مطراف GEOLUT تكون النسبة الفعلية E_b/N_0 بمقدار 8,9 dB. وبما أن القناة تستوجب أن تكون النسبة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ بمقدار 8,8 dB على الأقل لضمان الحد الأدنى من شروط الأداء فمن الضروري ألا يؤدي مجموع التداخل عريض النطاق في الوصلة الهابطة إلى تخفيض مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل بأكثر من 0,1 dB.



M.1731-04

وبما أن النسبة الإجمالية C/N_0 في غياب أي تداخل تساوي 27,4 dB-Hz، فإن التداخل من قيبيل ضوضاء النطاق العريض الذي يتسبب في انخراط الوصلة الهابطة بمقدار 0,1 dB يؤدي إلى مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ كما يلي:

$$\begin{aligned} (C/(N_0 + I_0))_{overall} &= (C/N_0)_{overall} - 0,1 \text{ dB} \\ &= 27,4 \text{ dB-Hz} - 0,1 \text{ dB} \\ &= 27,3 \text{ dB-Hz} \end{aligned}$$

تحتسب $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ بإضافة نسبة الموجة الحاملة للضوضاء، إلى نسبة كثافة التداخل للوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/(N_0 + I_0))_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

وبما أن هذا التحليل لا يتناول سوى التداخل في الوصلة الهابطة، تُصبح المعادلة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/N_0)_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

فإذا كانت $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ تساوي 27,3 dB-Hz وكانت $(C/N_0)_{\uparrow}$ تساوي 27,3 dB-Hz عندئذ تبلغ نسبة $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ مقدار 35,0 dB-Hz (انظر أدناه):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{overall}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

أو

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-27,3/10} - 10^{-28,1/10})^{-1})$$

وبالتالي

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 35,0 \text{ dB-Hz}$$

وتكون الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء في الوصلة الهابطة دون تداخل عند دخل مضخم الضوضاء المنخفضة (LNA) هي $kT = N_0$ ، حيث k هي ثابت بولتزمان. وبالتالي، $N_0 = -228,6 + 20,2 = -208,4 \text{ dB(W/Hz)}$.

وبما أن $(C/N_0)_{\downarrow}$ تساوي $33,5 \text{ dB}$ و $(N_0)_{\downarrow}$ تساوي $-208,4 \text{ dB(W/Hz)}$ ، فإن C_{\downarrow} تساوي $-171,0 \text{ dBW}$.

ويكون الحد الأقصى من الكثافة الطيفية لقدرة التداخل المسموح به في الوصلة الهابطة من مجموع المرسلات المسببة للتداخل، $I_{0,max}$ ، مقيسة عند دخل المضخم (LNA) لمستقبل المطراف GEOLUT في النطاق $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$:

$$I_{0,max} = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0)_{\downarrow})/10)} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

أو

$$I_{0,max} = 10 \log (10^{(-171,0 - 35,0)/10} - 10^{-208,4/10})$$

وبالتالي

$$I_{0,max} = -209,7 \text{ dB(W/Hz)}$$

يُستحسن وصف معايير الحماية في شكل عتبة تداخل الكثافة spfd المعبر عنها في شكل $\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ عند دخل هوائي المطراف GEOLUT. وتكون الفتحة الفعلية لهوائي، A_e ، له كسب G كما يلي: $G\lambda^2/4\pi = A_e$. ويكون لهوائي المطراف GEOLUT كسب قدره $35,7 \text{ dB}$ ، بحيث تبلغ الفتحة الفعلية مقدار $12,0 \text{ m}^2$. ويكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل spfd:

$$\text{spfd} = I_{0max} - L_{Line} - A_e$$

لنفترض أن $L_{Line} = 0$:

$$\begin{aligned} \text{spfd} &= -209,7 - 0 - 10 \log (12,0) \\ &= -220,5 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))} \end{aligned}$$

لذلك ينبغي ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض في قناة المطراف GEOLUT في نطاق $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$ مقدار $-220,5 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4 طريقة حساب سوية التداخل في الوصلة الهابطة لقناة مكبرات البحث والإنقاذ SARR بتردد 406 MHz في سواتل MSG

يتأتى التداخل الذي يتعرض إليه النظام Cospas-Sarsat في غالب الأحيان من الإرسالات خارج النطاق التي ترسلها الخدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة مثل توزيعات الخدمة المتنقلة الساتلية MSS من الفضاء إلى الأرض.

وينبغي النظر في عرض نطاق الإرسال لمعرفة ما إذا كانت الطاقة ترسل في مدى الترددات $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$ ، مع إيلاء عناية خاصة، عند تحليل تأثير الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض وأجهزة الإرسال المحمولة جواً)، لمراعاة آثار زحزحة دوبلر التي تنشأ بفعل دورانها.

وتحسب سوية التداخل من جميع المصادر التي ترسل الطاقة في النطاق معبراً عنها في شكل سوية الكثافة spfd عند هوائي المطراف GEOLUT. وينبغي ألا يتجاوز مجموع السويات لكل المصادر المسببة للتداخل مقدار $-220,5 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ في أي مكان من هذا المدى.

وهذا المقدار محسوب على أساس كسب محور هوائي مطراف GEOLUT قدره $35,7 \text{ dBi}$. وتبعاً للأنظمة ينبغي، عند تحديد تأثير التداخل، مراعاة اعتبارات تمييز الهوائي والاستقطاب وغير ذلك من الاعتبارات الهندسية.

الملحق 5

معايير حماية مطاريف MEOLUT في النظام Cospas-Sarsat، التي تستقبل
إشارات المنارات الراديوية للاستغاثة العاملة بتردد 406 MHz
المرحلة بواسطة السواتل GALILEO

1 مقدمة

السواتل GALILEO مجهزة بمكررات البحث والإنقاذ Cospas-Sarsat. وتستقبل هذه المكررات إشارات من منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz وترحلها إلى المطاريف MEOLUT في النظام Cospas-Sarsat على ترددات الوصلة هابطة في النطاق 1 544-1 545 MHz. ويضع التحليل المقدم في هذا الملحق معايير الحماية من التداخل فيما يتعلق بالمطاريف MEOLUT التي تستقبل إشارات على الوصلة الهابطة للسواتل GALILEO في النطاق 1 544-1 545 MHz.

2 الحد الأدنى المقبول من الأداء لكشف إشارات منارات للاستغاثة العاملة بتردد 406 MHz
المرحلة بواسطة السواتل GALILEO

لكي يتم كشف منارات الاستغاثة بصورة موثوقة على التردد 406 MHz باستعمال مكررات ساتلية GALILEO على التردد 406 MHz، ينبغي ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات للقناة 5×10^{-5} .

3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) للتداخل

يُشتق معدل الخطأ في البتات لقناة اتصال من نسبة الطاقة المتضمنة في كل بته بيانات، E_b إلى كثافة الضوضاء. وتتكون كثافة الضوضاء الإجمالية من الضوضاء الحرارية، N_0 ، والضوضاء التي يسببها التداخل الناتج عن أنظمة أخرى، I_0 . ويوضح الشكل 5 قناة الحمولة النافعة SAR بتردد 406 MHz للسواتل GALILEO مع وجود تداخل على الوصلة الهابطة.

للحصول على معدل خطأ في البتات بمقدار 5×10^{-5} ، ينبغي أن تكون نسبة الطاقة لكل بته إلى الضوضاء زائداً كثافة التداخل $(E_b/(N_0 + I_0))$ عند مزيل التشكيل للمطراف MEOLUT مساوية أو أعلى من 8,8 dB. ويحدد هذا التحليل أقصى قدر للتداخل الشبيه بوضوء النطاق العريض مقدرة في شكل كثافة تدفق القدرة الطيفية بالنسبة إلى دخل هوائي المطراف MEOLUT التي يمكن تحملها دون انحطاط الوصلة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ إلى ما دون 8,8 dB.

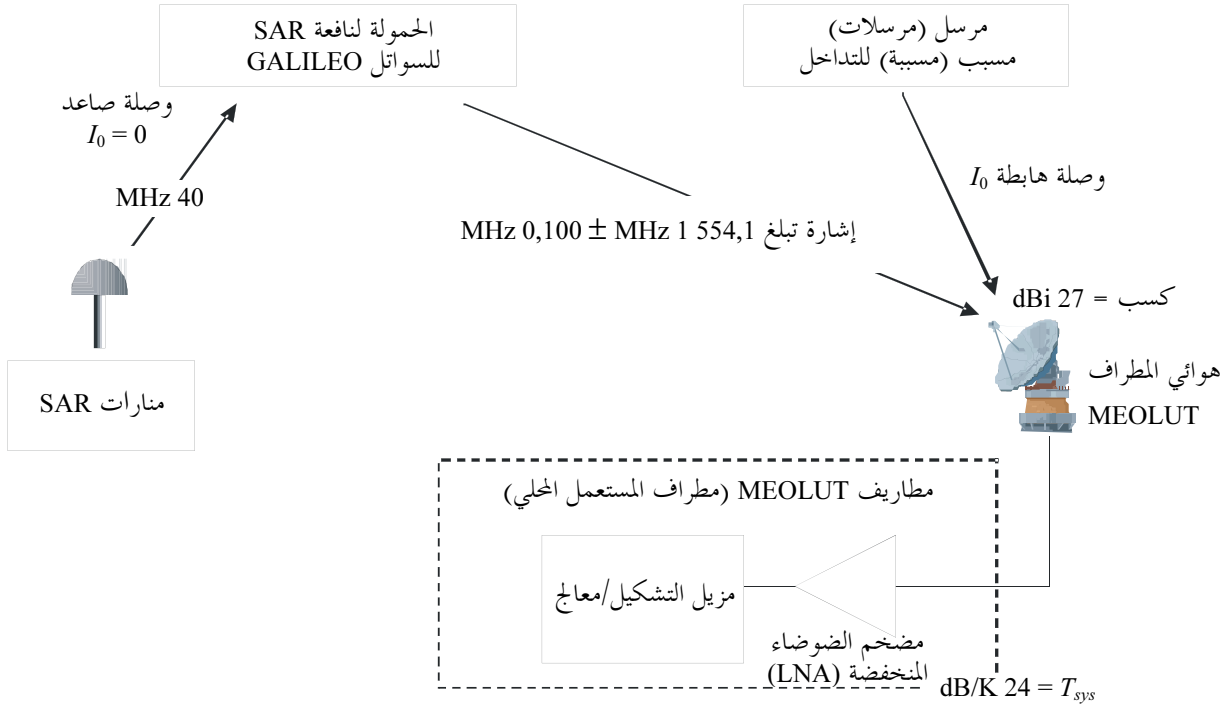
والنسبة الإجمالية $C/(N_0 + I_0)$ المطلوبة عند 400 بته/ثانية (26 dB/s) هي كالتالي:

$$\text{Overall } C/(N_0 + I_0) = 8,8 + 10 \log_{10}(400) = 34,8 \text{ dB-Hz}$$

كما يظهر من الشكل 5، تستقبل الحمولة النافعة SAR للسواتل GALILEO إشارات المنارات الراديوية للاستغاثة بتردد 406 MHz التي تحول إلى وصلة هابطة تبلغ $1\ 544,1 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ لأغراض الكشف والمعالجة بواسطة مطاريف MEOLUT. ويكون كسب الهوائي ودرجة حرار الضوضاء للنظام بمقدار 27 dBi و 253 K (24 dB(K)) على التوالي فيما يتعلق بمطراف MEOLUT للسواتل SAR/Galileo. وتبلغ النسبة G/T مقدار 3 dB/K.

الشكل 5

سيناريو وصلة مع مكررات للساتل GALILEO SAR



M.1731-05

تبلغ زاوية ارتفاع إشارة المنارات الراديوية بالنسبة إلى المركبة الفضائية 5 درجات. وفي حال عدم وجود مصادر خارجية للتداخل ووفقاً للملحق 6 (حساب موازنات وصلة Cospas-Sarsat) تكون النسبة الإجمالية C/N_0 بمقدار 35,4 dB-Hz، أي أن E_b/N_0 تساوي 9,4 dB في حالة 400 بته/ثانية. وعندما تؤخذ في الحسبان خسائر التنفيذ (0,5 dB) وإزالة تشكيل بيانات المنارة (1,0 dB) وكسب المعالجة (2,0 dB) عند مطراف GEOLUT تكون النسبة الفعلية E_b/N_0 بمقدار 9,9 dB. وبما أن القناة تستوجب أن تكون النسبة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ بمقدار 8,8 dB على الأقل لضمان الحد الأدنى من شروط الأداء فإن مجموع التداخل عريض النطاق في الوصلة الهابطة الذي يؤدي إلى تخفيض مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل بأكثر من 1,1 dB، لا يمكن تحمله.

وبما أن النسبة الإجمالية C/N_0 في غياب أي تداخل تساوي 35,4 dB-Hz، فإن التداخل الشبيه بضوضاء النطاق العريض الذي يتسبب في انحطاط الوصلة الهابطة بمقدار 1,1 dB يؤدي إلى مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ بمقدار 34,3 dB-Hz كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/(N_0 + I_0))_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

وبما أن هذا التحليل لا يتناول سوى تداخل الوصلة الهابطة، تصبح المعادلة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/N_0)^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

فإذا كانت $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ تساوي 34,3 dB-Hz وكانت $(C/N_0)_{\uparrow}$ تساوي 35,7 dB-Hz عندئذ تبلغ نسبة $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ مقدار 39,9 dB-Hz (انظر أدناه):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{overall}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

أو

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-34,3/10} - 10^{-35,7/10})^{-1})$$

وبالتالي

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 39,9 \text{ dB-Hz}$$

وتكون الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء في الوصلة الهابطة دون تداخل عند دخل مضخم الضوضاء المنخفضة (LNA) هي $T = N_0$ ، حيث k ثابت بولتزمان. وبالتالي، $N_0 = 24 + 228,6 = -204,6 \text{ dB(W/Hz)}$.

وبما أن $(C/N_0)_{\downarrow}$ تساوي $46,7 \text{ dB}$ و $(N_0)_{\downarrow}$ تساوي $-204,6 \text{ dB(W/Hz)}$ ، فإن C_{\downarrow} تساوي $-157,9 \text{ dBW}$.

ويكون الحد الأقصى من الكثافة الطيفية لقدرة التداخل المسموح به في الوصلة الهابطة من مجموع المرسلات المسببة للتداخل، $I_{0,max}$ ، مقيسة عند دخل المضخم (LNA) لمستقبل المطراف GEOLUT في النطاق $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$:

$$I_{0,max} = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0)_{\downarrow})/10)} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

أو

$$I_{0,max} = 10 \log (10^{(-157,9 - 39,9)/10} - 10^{-204,6/10})$$

وبالتالي

$$I_{0,max} = -198,8 \text{ dB(W/Hz)}$$

ويستحسن وصف معايير الحماية في شكل عتبة تداخل كثافة تدفق القدرة الطيفية المعبر عنها في شكل $\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ عند دخل هوائي المطراف MEOLUT. وتكون الفتحة الفعلية لهوائي، A_e ، له كسب G كما يلي: $G\lambda^2/4\pi = A_e$. ويكون لهوائي المطراف MEOLUT كسب قدره 27 dBi ، بحيث تبلغ الفتحة الفعلية مقدار $1,5 \text{ m}^2$. ويكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل spfd :

$$\text{spfd} = I_{0,max} - L_{\text{Line}} - A_e$$

لنفترض أن $L_{\text{Line}} = 0$:

$$\text{spfd} = -200,6 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$$

لذلك يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للتداخل الشبيه بوضوء النطاق العريض في قناة المطراف GEOLUT في النطاق $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$ مقدار $-200,6 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4 طريقة حساب سوية التداخل في الوصلة الهابطة لقناة مكبرات البحث والإنقاذ بتردد 406 MHz في سواتل GALILEO

يتأتى التداخل الذي يتعرض إليه النظام Cospas-Sarsat في غالب الأحيان من الإرسالات خارج النطاق التي ترسلها الخدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة.

وينبغي النظر في عرض نطاق الإرسال لمعرفة ما إذا كانت الطاقة ترسل في مدى الترددات $100 \pm \text{MHz}$ $1544,5 \text{ kHz}$. وينبغي إيلاء عناية خاصة عند تحليل تأثير الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً)، لمراعاة آثار زحزحة دوبلر التي تنشأ بفعل دوراتها.

وتُحسب سوية التداخل الناجم عن جميع المصادر المرسله للطاقة في النطاق معبراً عنها في شكل سوية الكثافة spfd عند هوائي المطراف MEOLUT. وينبغي ألا يتجاوز مجموع السويات لكل المصادر المسببة للتداخل مقدار $-200,6 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ في أي مكان من هذا المدى.

وهذا المقدار محسوب على أساس كسب محور هوائي مطراف MEOLUT قدره 27 dBi . وتبعاً للأنظمة ينبغي، عند تحديد تأثير التداخل، مراعاة اعتبارات تمييز الهوائي والاستقطاب وغير ذلك من الاعتبارات الهندسية.

الملحق 6

معايير الحماية في النطاق MHz 1 545-1 544 للمطاريف GEOLUT
في النظام Cospas-Sarsat، التي تستقبل إشارات منارات الاستغاثة
الراديوية التي تعمل على التردد MHz 406 المرحلة بواسطة
السواتل إلكترو (SAR Electro)

1 مقدمة

تكون سواتل إلكترو مزودة بمكررات البحث والإنقاذ في نظام Cospas-Sarsat، وتستقبل هذه المكررات إشارات صادرة عن منارات الاستغاثة بتردد MHz 406 وتُرسلها إلى مطاريف GEOLUT في النظام Cospas-Sarsat على ترددات الوصلة الهابطة في النطاق MHz 1 545-1 544. ويحدد التحليل في هذا الملحق معايير الحماية من التداخل بشأن مطاريف GEOLUT التي تستقبل إرسالات الوصلة الهابطة للسواتل إلكترو.

2 الحد الأدنى المقبول من الأداء للكشف عن منارات الاستغاثة الراديوية العاملة على التردد MHz 406 والمرحلة بواسطة سواتل إلكترو

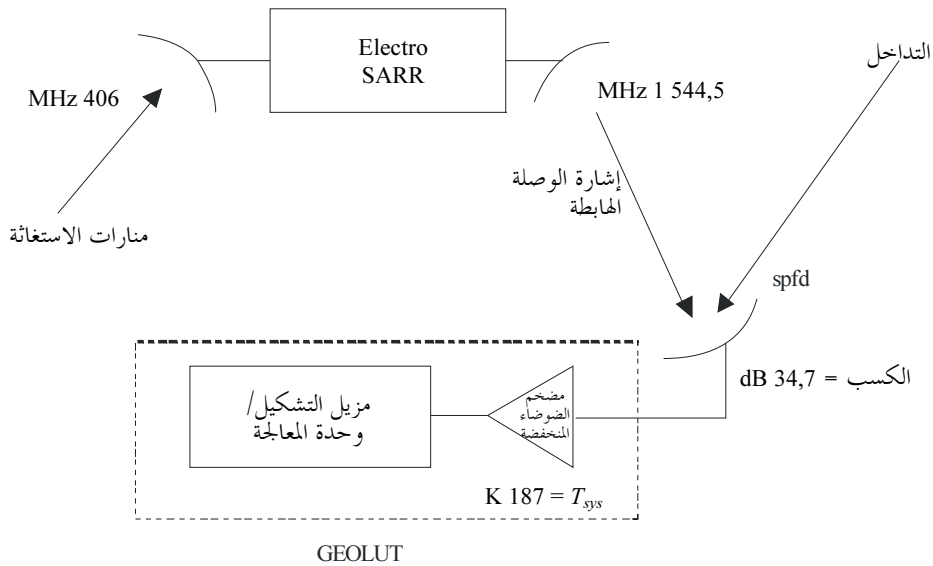
تشتد دقة الكشف المضمون عن منارات الاستغاثة بتردد MHz 406 باستعمال مكررات السواتل إلكترو، ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات (BER) في القناة مقدار 5×10^{-5} .

3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) للتداخل

يشتق معدل الخطأ في البتات (BER) لقناة اتصالات من نسبة الطاقة في كل بته معطيات، E_b ، إلى كثافة الضوضاء. وتتكون كثافة الضوضاء الكلية من الضوضاء التي تسببها تجهيزات Cospas-Sarsat، N_0 ، والضوضاء الناجمة عن التداخل الذي تسببه أنظمة أخرى، I_0 . ويوضح الشكل 7 قناة حمولة نافعة SAR بتردد MHz 406 لسواتل إلكترو في حالة تداخل على الوصلة الهابطة.

الشكل 6

مكرّر SAR للسواتل إلكترو في حالة تداخل على الوصلة الهابطة



ولتحقيق معدل الخطأ في البتات (BER). بمقدار 5×10^{-5} ، يجب أن تكون نسبة الطاقة في كل بتة بالنسبة إلى الضوضاء، زائداً كثافة التداخل ($E_b/(N_0 + I_0)$) عند مزيل تشكيل مطراف GEOLUT، مساوية أو أعلى من 8,8 dB. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض مقدرة في شكل كثافة تدفق القدرة الطيفية spfd نسبة إلى دخل هوائي مطراف GEOLUT التي يمكن تحملها دون انخراط الوصلة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ إلى ما دون 8,8 dB.

وكما يبدو في الشكل 6، فإن مكررات البحث والإنقاذ (SAR) في سواتل إلكترو تستقبل إشارات منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz وتشكلها في أطوار على الموجة الحاملة للوصلة الهابطة بتردد 1 544,5 MHz لكي تتمكن مطاريف GEOLUT من الكشف عنها ومعالجتها. ويكون كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام في مطاريف GEOLUT المرتبطة بسواتل SAR/Electro بمقدار 34,7 dBi و 187 K (22,7 dB-k) على التوالي. والنسبة G/T المقابلة تساوي 11,9 dB/K.

وتبلغ زاوية ارتفاع إشارة المنارات بالنسبة إلى المركبة الفضائية مقدار 5° . وفي حال عدم وجود مصادر خارجية للتداخل وطبقاً للملحق 8 (حساب ميزانيات وصلات النظام Cospas-Sarsat)، تكون النسبة الإجمالية C/N_0 بمقدار 32,2 dB-Hz، أي E_b/N_0 تساوي 6,2 dB عند المعدل 400 bit/s. وعندما تؤخذ في الحسبان خسائر التنفيذ (1,0 dB) وتشكيل معطيات المنارة (1,0 dB) وكذلك مقدار كسب المعالجة (7,0 dB) عند مطراف GEOLUT تكون النسبة الفعلية E_b/N_0 بمقدار 11,2 dB. وبما أن القناة تستوجب أن تكون النسبة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ بمقدار 8,8 dB على الأقل، لضمان الحد الأدنى من شروط الأداء فمن الضروري ألا يؤدي مجموع التداخل عريض النطاق على الوصلة الهابطة إلى تخفيض مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد نسبة كثافة التداخل بأكثر من 2,4 dB.

وبما أن النسبة الإجمالية C/N_0 في غياب أي تداخل تساوي 32,2 dB-Hz، فإن التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض الذي يتسبب في انخراط الوصلة الهابطة بمقدار 2,4 dB يؤدي إلى مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء زائد نسبة كثافة التداخل $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ كما يلي:

$$\begin{aligned} (C/(N_0 + I_0))_{overall} &= (C/N_0)_{overall} - 2,4 \text{ dB} \\ &= 32,2 \text{ dB-Hz} - 2,4 \text{ dB} \\ &= 29,8 \text{ dB-Hz} \end{aligned}$$

تُحسب النسبة $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ بإضافة نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء إلى نسبة كثافة التداخل للوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/(N_0 + I_0))_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

وبما أن هذا التحليل لا يتناول سوى تداخل الوصلة الهابطة، تصبح المعادلة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/N_0)_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

وبالتعويض عن $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ بالقيمة 29,8 dB-Hz وعن $(C/N_0)_{\uparrow}$ بالقيمة 32,3 dB-Hz عندئذ تبلغ نسبة $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ مقدار 33,4 dB-Hz (انظر أدناه):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{overall}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

أو

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-29,8/10} - 10^{-32,3/10})^{-1})$$

وبالتالي

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 33,4 \text{ dB-Hz}$$

وتكون الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء في الوصلة الهابطة دون تداخل عند دخل مضخم الضوضاء المنخفضة (LNA) هي $kT = N_0$ ، حيث k هي ثابت بولتزمان. وبالتالي، $N_0 = -22,7 + 228,6 = -205,9 \text{ dB(W/Hz)}$.

وبما أن $(C/N_0)_{\downarrow}$ تساوي 48,5 dB و $(N_0)_{\downarrow}$ تساوي $-205,9 \text{ dB(W/Hz)}$ ، فإن C_{\downarrow} تساوي $-157,4 \text{ dBW}$.

ويكون الحد الأقصى من الكثافة الطيفية لقدرة التداخل المسموح به في الوصلة الهابطة من مجموع المرسلات المسببة للتداخل، $I_{0,max}$ ، المقيسة عند دخل المضخم (LNA) لمستقبل المطراف GEOLUT في النطاق $100 \pm \text{MHz}$ 544,5 kHz:

$$I_{0,max} = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0)_{\downarrow})) / 10} - 10^{(N_0)_{\downarrow} / 10})$$

أو

$$I_{0,max} = 10 \log (10^{(-157,4 - 33,4) / 10} - 10^{-205,9 / 10})$$

وبالتالي

$$I_{0,max} = -190,9 \text{ dB(W/Hz)}$$

ويُستحسن وصف معايير الحماية في شكل عتبة تداخل كثافة تدفق القدرة الطيفية spfd المعبر عنها في شكل $\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ عند دخل هوائي المطراف GEOLUT. وتكون الفتحة الفعلية لهوائي، A_e ، له كسب G كما يلي: $A_e = G\lambda^2 / 4\pi$. ويكون لهوائي المطراف GEOLUT كسب قدره 34,7 dBi، بحيث تبلغ الفتحة الفعلية مقدار 8,8 m². ويكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل spfd:

$$\text{spfd} = I_{0,max} - L_{\text{Line}} - A_e$$

لنفترض أن $L_{\text{Line}} = 0$

$$\text{spfd} = -190,9 - 0 - 10 \log (8,8)$$

$$\text{spfd} = -200,3 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$$

لذلك يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للتداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض في قناة المطراف GEOLUT مع الساتل SAR/Electro في النطاق $100 \pm \text{MHz}$ 544,5 kHz مقدار $-200,3 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4.1 طريقة حساب سوية التداخل على مطاريف GEOLUT تستقبل إشارات من منارات استغاثة راديوية بتردد 406 MHz في مرحلة عبر سواتل إلكترو (Electro)

يتأتى التداخل الذي يتعرض إليه النظام Cospas-Sarsat في غالب الأحيان من الإرسالات خارج النطاق التي ترسلها الخدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة.

ويتعين فحص عرض نطاق الإرسال لمعرفة ما إذا كانت الطاقة ترسل في مدى الترددات $100 \pm \text{MHz}$ 544,5 kHz، مع إيلاء عناية خاصة، عند تحليل تأثير الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً)، لمراعاة آثار زحزحة دوبلر التي تنشأ بفعل حركتها.

وتُحسب سوية التداخل الناجم عن جميع المصادر المرسله للطاقة في النطاق معبراً عنها في شكل سوية الكثافة spfd عند هوائي المطراف GEOLUT. ويتعين ألا يتجاوز مجموع السويات لكل المصادر المسببة للتداخل مقدار $-200,3 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ في أي مكان من هذا المدى.

وهذا المقدار محسوب على أساس كسب محور هوائي مطراف GEOLUT قدره 34,7 dBi. وتبعاً للأنظمة ينبغي، عند تحديد تأثير التداخل، مراعاة اعتبارات تمييز الهوائي والاستقطاب وغير ذلك من الاعتبارات الهندسية.

الملحق 7

معايير حماية مطاريف MEOLUT في النظام Cospas-Sarsat، التي تستقبل إشارات منارات
الاستغاثة الراديوية (السواتل SAR/GLONASS) التي تعمل على تردد MHz 406
المرحلة بواسطة السواتل GLONASS في النطاق MHz 1 545-1 544

1 مقدمة

تحمل السواتل GLONASS على متنها مكبرات البحث والإنقاذ في نظام Cospas-Sarsat، وتستقبل هذه المكبرات إشارات صادرة عن منارات الاستغاثة بتردد MHz 406 وتُرسلها إلى مطاريف MEOLUT في النظام Cospas-Sarsat على ترددات الوصلة الهابطة في النطاق MHz 1 545-1 544. ويحدد التحليل في هذا الملحق معايير الحماية من التداخل بشأن مطاريف MEOLUT التي تستقبل إشارات على الوصلة الهابطة لسواتل GLONASS في النطاق MHz 1 545-1 544.

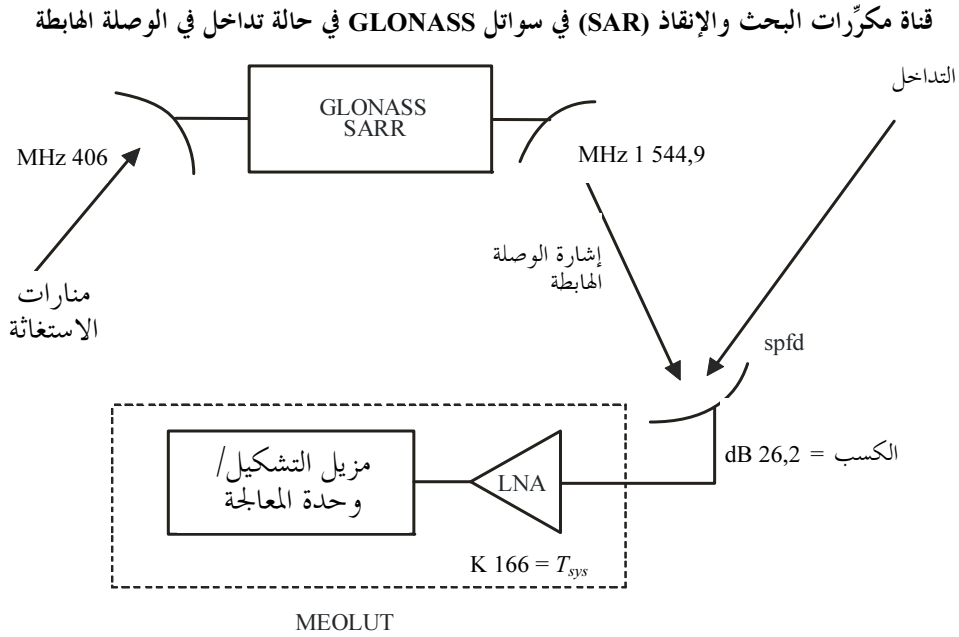
2 الحد الأدنى المقبول من الأداء للكشف عن إشارات منارات الاستغاثة ذات التردد
MHz 406 المرحلة بواسطة سواتل GLONASS

تشرط دقة الكشف المضمون عن منارات الاستغاثة بتردد MHz 406 باستعمال مكبرات سواتل GLONASS بتردد MHz 406، ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات (BER) في القناة مقدار 5×10^{-5} .

3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) للتداخل

معدل الخطأ في البتات (BER) لقناة اتصالات هو نسبة الطاقة في كل بته معطيات، E_b ، إلى كثافة الضوضاء. وتتكون كثافة الضوضاء الكلية من الضوضاء التي تسببها تجهيزات Cospas-Sarsat، N_0 ، والضوضاء الناجمة عن التداخل الذي تسببه أنظمة أخرى، I_0 . ويوضح الشكل 7 قناة حمولة نافعة SAR بتردد MHz 406 لسواتل GLONASS في حالة تداخل في الوصلة الهابطة.

الشكل 7



M.1731-07

ولتحقيق معدل الخطأ في البتات (BER) بمقدار 5×10^{-5} ، يتعين أن تكون نسبة الطاقة في كل بته بالنسبة إلى الضوضاء، زائداً كثافة التداخل $(E_b/(N_0 + I_0))$ عند مزيل تشكيل مطراف MEOLUT، مساوية أو أعلى من 8,8 dB. ويحدد هذا التحليل الكمية القصوى من التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض مقدرة في شكل كثافة تدفق القدرة الطيفية spfd نسبة إلى دخل هوائي مطراف MEOLUT التي يمكن تحملها دون انخراط الوصلة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ بأقل من 8,8 dB.

وكما يبدو في الشكل 7، فإن الحمولة النافعة لمكررات البحث والإنقاذ (SAR) في سواتل GLONASS تستقبل إشارات منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz وتنقلها للوصلة الهابطة على موجة حاملة بتردد 1544,9 MHz لكي تتمكن مطاريف MEOLUT من الكشف عنها ومعالجتها. ويكون كسب الهوائي ودرجة حرارة ضوضاء النظام في مطاريف MEOLUT المرتبطة بمكررات SAR على سواتل GLONASS مساويان للقيمتين 26,2 dB و 166 k (dB-k 22,2)، على التوالي. وتبلغ قيمة النسبة G/T المقابلة 4 dB/k.

وتبلغ زاوية ارتفاع إشارة المنارات بالنسبة إلى المركبة الفضائية مقدار 5°. وفي حال عدم وجود مصادر خارجية للتداخل، فإنه طبقاً للملحق 8 (حساب ميزانيات الوصلات Cospas-Sarsat)، تكون النسبة الإجمالية C/N_0 بمقدار 35,5 dB-Hz، أي أن E_b/N_0 تساوي 9,5 dB (35,5 dB Hz - 26 dB/s)، لمعدل 400 bit/s. وعندما تؤخذ في الحسبان خسائر التنفيذ (بمقدار 1,0 dB) وإزالة تشكيل معطيات المنارة (بمقدار 1,0 dB) وكذلك مقدار كسب المعالجة (بمقدار 2,0 dB) عند مطراف MEOLUT تكون النسبة الفعلية E_b/N_0 بمقدار 9,5 dB. وبما أن القناة تستوجب أن تكون النسبة الإجمالية $E_b/(N_0 + I_0)$ مقدار 8,8 dB على الأقل، لضمان الحد الأدنى من شروط الأداء فمن الضروري ألا يؤدي مجموع التداخل عريض النطاق في الوصلة الهابطة إلى تخفيض مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل بأكثر من 0,7 dB.

وبما أن النسبة الإجمالية C/N_0 في غياب أي تداخل تساوي 35,5 dB-Hz، فإن التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض الذي يتسبب في انخراط الوصلة الهابطة بمقدار 0,7 dB يؤدي إلى مجموع نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة كثافة التداخل $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ كما يلي:

$$\begin{aligned} (C/(N_0 + I_0))_{overall} &= (C/N_0)_{overall} - 0,7 \text{ dB} \\ &= 35,5 \text{ dB-Hz} - 0,7 \text{ dB} \\ &= 34,8 \text{ dB-Hz} \end{aligned}$$

تُحسب النسبة $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ بإضافة نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء إلى نسبة كثافة التداخل للوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\downarrow})^{-1}$$

وبما أن هذا التحليل لا يتناول سوى تداخل الوصلة الهابطة، تصبح المعادلة كما يلي:

$$(C/(N_0 + I_0))_{overall} = ((C/N_0)^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\downarrow})^{-1}$$

وبالتعويض عن $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$ بالقيمة 34,8 dB-Hz وعن $(C/N_0)_{\uparrow}$ بالقيمة 35,8 dB-Hz عندئذ تبلغ نسبة $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ مقدار 41,7 dB-Hz (انظر أدناه):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{overall}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

أو

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-34,8/10} - 10^{-35,8/10})^{-1})$$

وبالتالي

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 41,7 \text{ dB-Hz}$$

وتكون الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء في الوصلة الهابطة دون تداخل عند دخل مضخم الضوضاء المنخفضة (LNA) هي $N_0 = kT$ حيث k هي ثابت بولتزمان. وبالتالي، $N_0 = -228,6 \text{ dB(W/Hz)} = -206,4 \text{ dB(W/Hz)}$.

وبما أن $(C/N_0)_{\downarrow}$ تساوي 47,6 dB و $(N_0)_{\downarrow}$ تساوي $-206,4 \text{ dB(W/Hz)}$ ، فإن C_{\downarrow} تساوي $-158,8 \text{ dBW}$.

ويكون الحد الأقصى من الكثافة الطيفية لقدرة التداخل المسموح به في الوصلة الهابطة من مجموع المرسلات المسببة للتداخل، $I_{0, max}$ ، مقيسة عند دخل المضخم (LNA) لمستقبل المطراف MEOLUT في النطاق $1 \text{ MHz} \pm 50 \text{ kHz}$:

$$I_{0, max} = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0)_{\downarrow})/10)} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

أو

$$I_{0, max} = 10 \log (10^{(-158,8 - 41,7)/10} - 10^{-206,4/10})$$

وبالتالي

$$I_{0, max} = -201,8 \text{ dB(W/Hz)}$$

ويُستحسن وصف معايير الحماية في شكل عتبة تداخل كثافة تدفق القدرة الطيفية spfd المعبر عنها في شكل $\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ عند دخل هوائي المطراف MEOLUT. وتكون الفتحة الفعلية لهوائي، A_e ، له كسب G كما يلي: $A_e = G\lambda^2/4\pi$. ويكون لهوائي المطراف MEOLUT كسب قدره 26,2 dBi، بحيث تبلغ الفتحة الفعلية مقدار $1,26 \text{ m}^2$. ويكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل spfd:

$$spfd = I_{0, max} - L_{Line} - A_e$$

لنفترض أن $L_{Line} = 0$.

$$spfd = -201,8 - 0 - 10 \log (1,26)$$

$$spfd = -202,8 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$$

لذلك يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للتداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض في قناة المطراف MEOLUT الذي يعمل مع مكبرات SAR للسواتل GLONASS في النطاق $1 \text{ MHz} \pm 50 \text{ kHz}$ مقدار $-202,8 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4.1 طريقة حساب سوية التداخل على مطاريف MEOLUT التي تستقبل إشارات من منارات الاستغاثة الراديوية التي تعمل على تردد 406 MHz والمرحلة عبر سواتل GLONASS

يتأتى التداخل الذي يتعرض إليه النظام Cospas-Sarsat في غالب الأحيان من الإرسالات خارج النطاق التي ترسلها الخدمات في النطاقات المجاورة أو شبه المجاورة.

ويتعين فحص عرض نطاق الإرسال لمعرفة ما إذا كانت الطاقة ترسل في مدى الترددات $50 \pm 1544,9$ kHz مع إيلاء عناية خاصة، عند تحليل تأثير الأنظمة المتنقلة (مثل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمرسلات المحمولة جواً)، لمراعاة آثار زحزحة دوبلر التي تنشأ بفعل حركتها.

وتُحسب سوية التداخل الناجم عن جميع المصادر المرسله للطاقة في النطاق معبراً عنها في شكل سوية الكثافة spfd عند هوائي المطراف MEOLUT. ويتعين ألا يتجاوز مجموع السويات لكل المصادر المسببة للتداخل مقدار $-202,8$ dB(W/(m²·Hz)) في أي مكان من هذا المدى.

وهذا المقدار محسوب على أساس كسب محور هوائي مطراف MEOLUT قدره 26,2 dBi. وتبعاً للأنظمة ينبغي، عند تحديد تأثير التداخل، مراعاة اعتبارات تمييز الهوائي والاستقطاب وغير ذلك من الاعتبارات الهندسية.

الملحق 8

الجدول 2

موازنات وصلة النظام Cospas-Sarsat

MEOSAR		GEOSAR			LEOSAR			انظر الملاحظة	الوحدة، المعلمة
GLONASS SARR	GALILEO SARR	ELECTRO SARR	MSG SARR	GOES SARR	Cospas SARR	Sarsat SARR	Sarsat PDS		
حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض		
									منار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ إلى الوصلة الصاعدة للمركبة الفضائية
80,0	80,0	80	100,0		80,0			1	عرض نطاق الترددات SAR (kHz)
400,0	400,0	400			400,0				معدل البيانات، Rb (Hz)
406,05	406,05	406,05			406,05			2	التردد (MHz)
5,0	5,0	5,0			5,0			3	قدرة الإرسال (dBW)
2,0-	2,0-	2,0-			-2,0			4	كسب هوائي الإرسال (dBi)
3,0	3,0	3,0			3,0				القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBW)
5,0	5,0	5,0			5,0			5	زاوية الارتفاع (بالدرجات)
24 158,0	28 354,4	41 126,3		41 126,3	3 200,0	2 900,0			مسافة المسير (km)
172,3	173,7	176,9		176,9	154,7	153,8			خسارة المسير (dB)
4,0	4,0	4,9	4,5	4,9				6	خسارة الاستقطاب (dB)
2,5	2,5	-				2,5		6a	خسارة الخبو (dB)
17,0-	15,7-	17,5-	22,1-	18,5-		34,0-		7	النسبة G/T لهوائي الإرسال للساتل (dB/K)
228,6-	228,6-	228,6-			228,6-				ثابت بولتزمان (dB(J/K))
35,8	35,7	32,3	28,1	31,3	40,4	41,3			النسبة C/N ₀ على الوصلة الصاعدة (dBHz)
									الوصلة الهابطة فضاء-أرض
1 544,9 ± 50 kHz	1 544,5 ± 40 kHz	1 544,5 ± 100 kHz	1 544,5 ± 50 kHz		1 544,5 ± 40 kHz		1 544,5	8	تردد الوصلة الهابطة (MHz)
15,0	1,6	18	18,9-	15,0	6,2		7,1	9	القدرة المشعة المكافئة المتناحية للإرسال (dBW)
14,8	/	17,4		18,3	15,5	15,3		10	خسارة بسبب تقاسم القدرة (dB)

الجدول 2 (تتمة)

MEOSAR		GEOSAR			LEOSAR			الوحدة، المعلمة	انظر الملاحظة	
GLONASS SARR	GALILEO SARR	ELECTRO SARR	MSG SARR	GOES SARR	Cospas SARR	Sarsat SARR	Sarsat PDS			
حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض	حالة مستوى منخفض			
								الوصلة الهابطة فضاء-أرض		
	/	3,54		3,54	6,0	14,1		11	خسارة التشكيل (dB)	
5,0	5,0	5,0	5,0					12	زاوية الارتفاع (بالدرجات)	
	28 354,4		41 126,3		3 200,0	2 900,0			طول المسير (km)	
183,9	185,3	188,46	188,46		166,4	165,5			خسارة على طول المسير (dB)	
4,0	3,0	11,9	15,5	11,0	4,3			13	النسبة G/T هوائي الاستقبال للمطراف LUT (dB/K)	
0,35	0,2	0,35	0,2	0,35				14	خسارة الاستقطاب (dB)	
1,0	1,0	-			2,6				خسائر أخرى (dB)	
0,2	0,1	0,20	1,0	0,20				15	خسارة التسديد (dB)	
							10,0	16	خسارة التوهين قصير المدى (dB)	
47,6	46,7	48,5	35,5	43,8	48,6	42,5	47,8		النسبة C/N_0 على الوصلة الهابطة (dBHz)	
35,5	35,4	32,2	27,4	31,1	39,8	38,8			النسبة C/N_0 الإجمالية (dBHz)	
26	26	26	26,0				33,8	17	معدل البيانات، Rb (Hz)	
9,5	9,4	6,18	1,4	5,1	13,8	12,8	14,0		E_b/N_0 (dB)	
0,5	1,0		0,5	1,0					خسارة التنفيذ (dB)	
1,0	1,0	1,0	1,0					18	خسارة تشكيل بيانات المنارة، (dB) rad 1,1 = b	
2,0	0,0		2,0	0,0					كسب التشفير (dB)	
0,0	7,0	7,0	7,0					19	كسب المعالجة (5 رشقات) (dB)	
9,5	9,9	11,2	8,9	10,1	11,8	10,8	13,0		النسبة E_b/N_0 متاحة (dB)	
8,8	8,8	8,8	8,8					10,6	20	(E_b/N_0) نظري من أجل معدل الخطأ في البتات بمقدار 10^{-6} و 5×10^{-5} (dB)
0,7	1,1	2,4	0,1	1,3	3,0	2,0	2,4	21	هامش (dB)	

ملاحظات تتعلق بالجدول 2:

- 1 يتمركز عرض النطاق الاسمي 1 dB لمستقبل الساتل عند 406,05 MHz.
- 2 تتراوح الترددات التي تستخدمها المنارة بين 406,022 و 406,079 MHz.
- 3 يمكن أن تتراوح قدرة مرسل المنارة بين 5 و 9 dBW، وبالتالي تستعمل أضعف قدرة (5 dBW) لحساب موازنة الوصلة. ومن جهة أخرى، يفترض وجود منارتين تعملان بشكل اسمي بتردد 406 MHz وترسلان في آن واحد رشقات بيانات وتبلغ زاوية ارتفاع كل واحدة منهما 40 درجة بالنسبة للساتل، وقدرة الإرسال 7 dBW، وكسب الهوائي 0 dB، وخسارة الإرسال 1 dB، وبالتالي، تُستعمل قدرة مشعة مكافئة متناحية بمقدار 6 dBW على الوصلة الصاعدة (إن استعمل هاتين المنارتين الإضافيتين يؤثر على قيمة تقاسم قدرة مرسل الساتل).

- 4 يكون هوائي الإرسال مستقطب خطياً.
- 5 تقابل زاوية الارتفاع التي تبلغ 5 درجات انطلائاً من المنارة إلى الساتل الحدود الاسمية لمنطقة التغطية ويبلغ الارتفاع الاسمي 35 786 كلم فيما يتعلق بالسواتل GEOSAR و 850 km فيما يتعلق بالسواتل Sarsat (بين 830 و 870 km) و 1 000 فيما يتعلق بالسواتل Cospas.
- 6 خسارة الاستقطاب بسبب الاستقطاب الاسمي لهوائي المنارة وتوهين الإشارة على الوصلة الصاعدة. وتندرج خسارة الاستقطاب على الوصلة LEOSAR في كسب الهوائي وبالتالي تؤخذ في الحسبان في النسبة G/T لهوائي الإرسال للساتل.
- 7 a6 يُسمح بتفاوت قدره 2,5 dB لتوهين الإشارة (بسبب التأكل أساساً) للوصلة (انظر الوثيقة C/S R.012، الملحق J. ويمكن الحصول مجاناً على نسخة من هذه الوثيقة من الموقع الإلكتروني لأمانة النظام Cospas-Sarsat (البريد الإلكتروني: <http://www.cospas-sarsat.org>) (mail@cospas-sarsat.int)).
- 8 النسبة G/T لمستقبل الساتل بتردد 406 MHz بالنسبة لدخل مكبر منخفض الضوضاء، حيث يكون الكسب الاسمي ودرجة حرارة الضوضاء على النحو التالي:
 :GOES $G = 7,05 \text{ dB}$ ودرجة حرارة الضوضاء = 359 K.
 :MSG $G = 3,0 \text{ dB}$ ودرجة حرارة الضوضاء = 326 K.
 :Sarsat $G = -4,0 \text{ dB}$ ودرجة حرارة الضوضاء = 1 000 K.
 :Cospas $G = -4,0 \text{ dB}$ ودرجة حرارة الضوضاء = 1 000 K.
- 9 نطاق التردد 1 544-1 545 MHz هو الموزع للوصلات الهابطة من أجل الاستغاثة والسلامة.
- 10 تحسب القدرة المشعة المكافئة المتناحية على أساس قدرة مرسل الهوائي وكسب هوائي الإرسال. وفي حالة الساتلين MSG وGalileo، تكون القدرة المشعة المكافئة المتناحية للمنارة المعنية معروفة (وبالتالي، يكون إجمالي القدرة المتقاسمة مع المنارات الأخرى ودرجة حرارة الضوضاء مشمولاً بذلك).
- 11 تقابل الخسارة بسبب تقاسم القدرة جزء القدرة المشعة المكافئة المتناحية للإرسال الموزعة لإشارة منارة الاستغاثة. أدرج التعبير "توهين بسبب تقاسم القدرة" في المعلمة "القدرة المشعة المكافئة المتناحية للإرسال" في حالات السواتل MSG وGALILEO.
- 12 تقابل خسارة التشكيل القدرة المشعة المكافئة المتناحية للإرسال الموزعة للمكرر على التردد 406 MHz على متن الساتل على النحو المحدد بمؤشر تشكيل الطور (لا يتعلق بالسواتل MSG والسواتل MEOSAR التي لديها تحويل تردد مباشر).
- 13 تقابل زاوية الارتفاع التي تبلغ 5 درجات انطلائاً من المطراف LUT باتجاه الساتل الحدود الاسمية لمنطقة التغطية.
- 14 تستعمل النسبة G/T القيم الاسمية لكل نمط من أنماط المطراف LUT.
- 15 خسارة الاستقطاب لكل نمط من أنماط هوائي المطراف LUT.
- 16 خسارة التسديد بسبب تسديد هوائي المطراف LUT.
- 17 ينخفض مستوى الموجة الحاملة بمقدار 10 dB خلال فترة قصيرة بسبب التشكيل المرتفع في قنوات أخرى قبل أن يستجيب التحكم الأوتوماتي في كسب الهوائي.
- 18 يبلغ معدل البيانات 400 bit/s فيما يتعلق بإرسال المنارة و 2 400 بتة/ثانية فيما يتعلق بالقناة PDS.
- 19 خسارة تشكيل بيانات المنارة، نظراً لاستبقاء بعض القدرة عن قصد في الموجة الحاملة علماً أن مؤشر التشكيل محدد عند $1,1 \pm 0,1$ راديان.
- 20 كسب المعالجة بسبب دمج عدة رشقات لبيانات المنارة عند المطراف LUT. في حالة السواتل MEOSAR، يفترض تشكيل برشقة واحدة (انظر الوثيقة C/S R.012، الملحق J. ويمكن الحصول مجاناً على نسخة من هذه الوثيقة من الموقع الإلكتروني لأمانة النظام Cospas-Sarsat البريد الإلكتروني: <http://www.cospas-sarsat.org>) (mail@cospas-sarsat.int)).
- 21 يبلغ معدل الخطأ في البتات للقناة التي تستعملها المكررات 5×10^{-5} كما جاء في التوصية ITU-R M.1478، في حين يبلغ $1,0 \times 10^{-6}$ بالنسبة لقناة PDS.
- 22 يقابل الهامش الإشارة الإضافية المتبقية التي يمكن استخدامها في حالة التداخل.