

الاتحاد الدولي للاتصالات

# ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

**التوصية ITU-R M.1731-1**  
(2010/12)

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

**M السلسلة**

**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 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 الكهروتقنية 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
<b>الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة</b>	<b>M</b>
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
الخدمة الثابتة الساتلية	S
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
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، 2011

© ITU 2011

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.1731-1

## معايير حماية مطاريف المستعمل المحلي

## في النظام الساتلي Cospas-Sarsat في النطاق MHz 1 545-1 544

(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. ويتولى برنامج Cospas-Sarsat استقبال ومعالجة الإشارات التي ترسلها المنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ (EPIRB) ومنارات الاستغاثة الأخرى التي تعمل بتردد MHz 406. وفي بعض الحالات تُرسل الإشارات إلى المحطات الأرضية عبر الوصلة الهابطة التي تعمل في النطاق MHz 1 545-1 544.

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة 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 لدراسة البيئة مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GOES) 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 الملاحة الساتلية العاملة في مدارات أرضية متوسطة (GALILEO)؛

\* 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 MHz 406 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.

## 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 MHz 406 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.

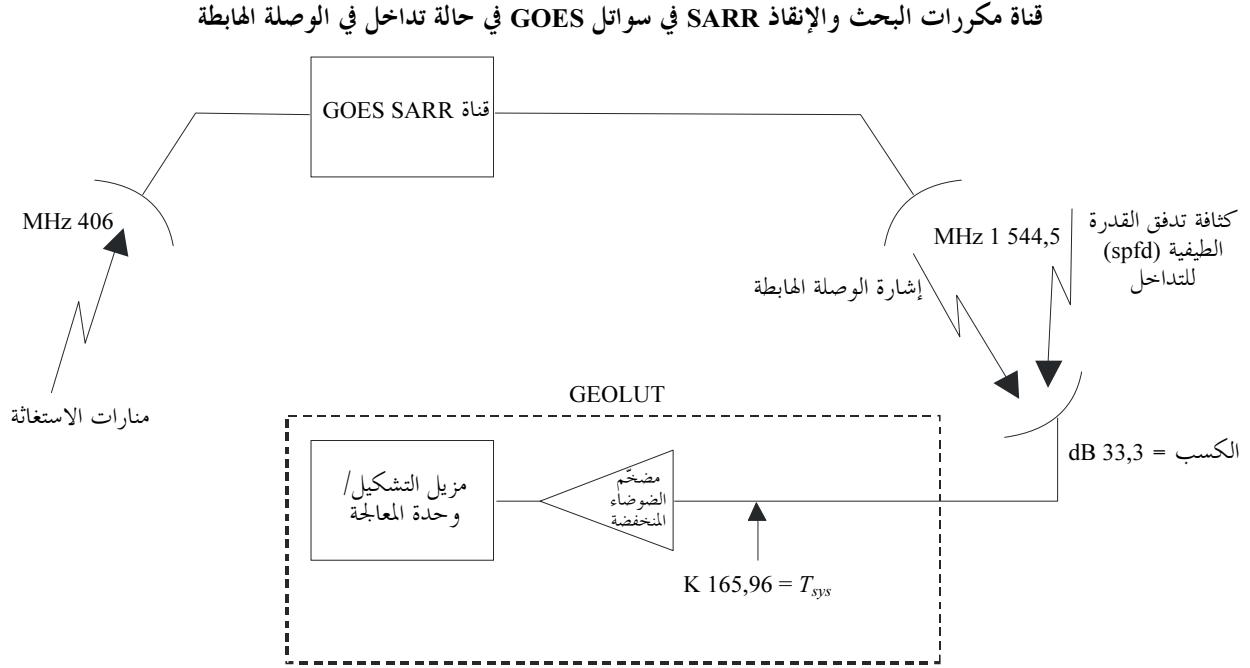
#### 2.1 الحد الأدنى المقبول من الأداء للكشف عن إشارات المنارات EPIRB المرحلة بواسطة سواتل GOES

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

## 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



M.1731-01

ويكون معدل الخطأ في البتات (BER) بمقدار  $5 \times 10^{-5}$ ، 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 انحطاط الوصلة الإجمالية  $E_b/(N_0 + I_0)$  إلى ما دون 8,8 dB.

وكما يبدو في الشكل 1، فإن مكبرات 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  $K = 165,96$  على التوالي.

وتبلغ زاوية ارتفاع إشارة المنارات الراديوية EPIRB بالنسبة إلى المركبة الفضائية مقدار  $5^\circ$ . 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  $kT = N_0$ ، 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  $-206,4 \text{ dB(W/Hz)}$ ، فإن  $C_{\downarrow}$  تساوي  $-162,6 \text{ dBW}$ .

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

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

أو

$$I_0(\text{max}) = 10 \log (10^{(-162,6 - 35,1)/10} - 10^{-206,4/10})$$

وبالتالي

$$I_0(\text{max}) = -198,3 \text{ dB(W/Hz)}$$

ويستحسن 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:

$A_e = 4\pi G \lambda^2$ . 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:

$$\text{spfd} = I_0(\text{max}) - L_{\text{Line}} - A_e$$

لنفترض أن  $L_{Line} = 0$ .

$$\begin{aligned} \text{spfd} &= -198,3 - 0 - 10 \log (6,42) \\ &= -206,4 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))} \end{aligned}$$

لذلك يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للتداخل من قبيل ضوء النطاق العريض في قناة المطراف GEOLUT في نطاق  $1544,5 \pm 100 \text{ MHz}$  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  $1544,5 \pm 100 \text{ kHz}$  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  $33,3 \text{ dBi}$ . 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  $2,4 \text{ kbit/s}$  في وحدات البحث والإنقاذ SARP من السواتل Cospas و Sarsat، من التداخل في النطاق  $1544-1545 \text{ MHz}$

#### 1 مقدمة

تقع قناة وحدات معالجة البحث والإنقاذ (SARP) بمعدل  $2,4 \text{ kbit/s}$  في نظام Cospas-Sarsat في نطاق  $1544,5 \pm 5 \text{ kHz}$  على الوصلات الهابطة للمحمولة 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  $2,4 \text{ kbit/s}$  عند مطاريف LEOLUT على مدى الترددات  $1544,5 \pm 50 \text{ kHz}$ .

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

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

### 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 <sup>(1)</sup> (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 الخبث قصير الأجل ( $L_f$ ) (dB)
تبعاً لتصميم المطراف (LUT) وللموقع		3,6 <sup>(2)</sup>	خسائر أخرى ( $L_o$ ) (dB)
$G = 26,7$ dB $T = 22,4$ dB(K)		4,3	هوائي ( $G/T$ ) <sup>(3)</sup> (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)
		$10^{-6}$	أقصى معدل BER مرغوب فيه
باستعمال المعلنات الواردة أعلاه	13,0	13,3	محسوب ( $E_b/N_0$ ) (dB)
BER من أجل معدل المطلوب		10,6	رتبة ( $E_b/N_0$ ) النظرية فيما يتعلق بمعدل BER قدره $10^{-6}$ (dB)
	2,4	2,7	هامش وصلة PDS (dB)

LUT: مطراف المستعمل المحلي

(1) القدرة المشعة المكافئة المتناحية.

(2) خسائر ناجمة عن عدم موازنة الاستقطاب وتوجه الهوائي وتشغيل مزيل التشكيل.

(3) نسبة كسب الهوائي إلى حرارة الضوضاء لكي تشمل خسائر قباب هوائي الرادار عند الاقتضاء وخسائر الكيل  $G/T$  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 التراكم لكافة مسببات التداخل نسبة -1,3 dB  $I_0/N_0$

أما بالنسبة إلى مطاريف LEOLUT التي لها كسب هوائي  $G$  قدره 26,7 dB وحرارة ضوضاء للنظام،  $T$ ، قدرها 22,4 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 1 544,5 MHz  $\pm$  100 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 dB(W/m<sup>2</sup>·Hz) عند دخل هوائي المطراف LEOLUT. وتكون الفتحة الفعلية لهوائي  $A_e$  له كسب  $G$  كما يلي:  $G\lambda^2/4\pi = A_e$ . ويكون لهوائي المطراف LEOLUT كسب قدره 26,7 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 1 544,5 MHz  $\pm$  50 kHz مقدار -209,0 dB(W/(m<sup>2</sup>·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 1 544,5 MHz  $\pm$  50 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 dB(W/(m<sup>2</sup>·Hz)) في أي مكان من المدى 1 544,5 MHz  $\pm$  50 kHz.

### الملحق 3

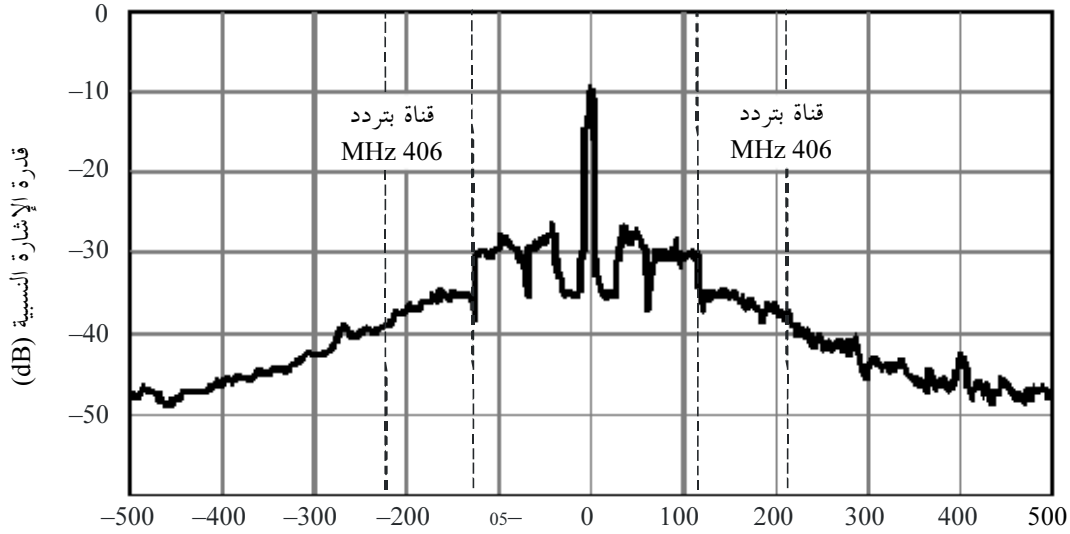
## معايير حماية مكبرات البحث والإنقاذ (SARR) بتردد 406 MHz في نظام Sarsat في النطاق 1 544-1 545 MHz من التداخل الناجم عن الإرسالات في النطاق العريض

### 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 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

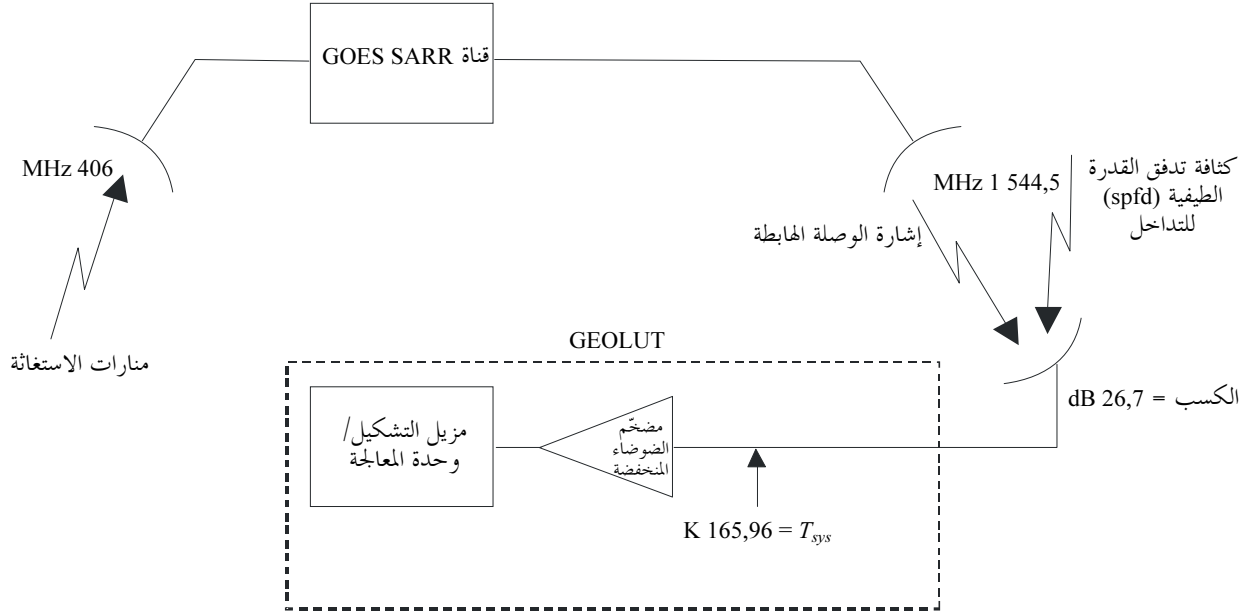
تشتت دقة الكشف المضمون عن منارات الاستغاثة بتردد 406 MHz وتحديد موقعها باستخدام مكبرات سواتل Sarsat بتردد 406 MHz، ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات (BER) للقناة SARR بتردد 406 MHz في النظام Sarsat مقدار  $5 \times 10^{-5}$ .

### 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  $5 \times 10^{-5}$ ، 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 1544,5 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،  $N_0 = -228,6 - 22,4 = -206,2 \text{ dB(W/Hz)}$ .

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،  $I_0(\text{max})$ ، مقيسة عند دخل المضخم (LNA) لمستقبل المطراف LEOLUT في النطاق 1 544-1 545 MHz الذي يستعمل للوصلة الهابطة للقناة SARR بتردد 406 MHz:

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

أو

$$I_0(\text{max}) = 10 \log (10^{(-163,7 - 38,7)/10} - 10^{-206,2/10})$$

وبالتالي

$$I_0(\text{max}) = -204,7 \text{ dB(W/Hz)}$$

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 مطاريف LEOLUT التي لها كسب قدره 26,7 dB تكون الفتحة الفعلية بمقدار 1,4 m<sup>2</sup>. ولذلك يكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل spfd:

$$\text{spfd} = I_0(\text{max}) - L_{\text{Line}} - A_e$$

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 1 544,42-1 544,20 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 المطراف 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 مطراف LEOLUT ذي استقطاب دائري ميسر (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 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 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 MHz 406، ألا يتجاوز معدل الخطأ في البتات (BER) في القناة مقدار  $10^{-5} \times 5$ .

## 3 تحليل كثافة تدفق القدرة الطيفية (spfd) للتداخل

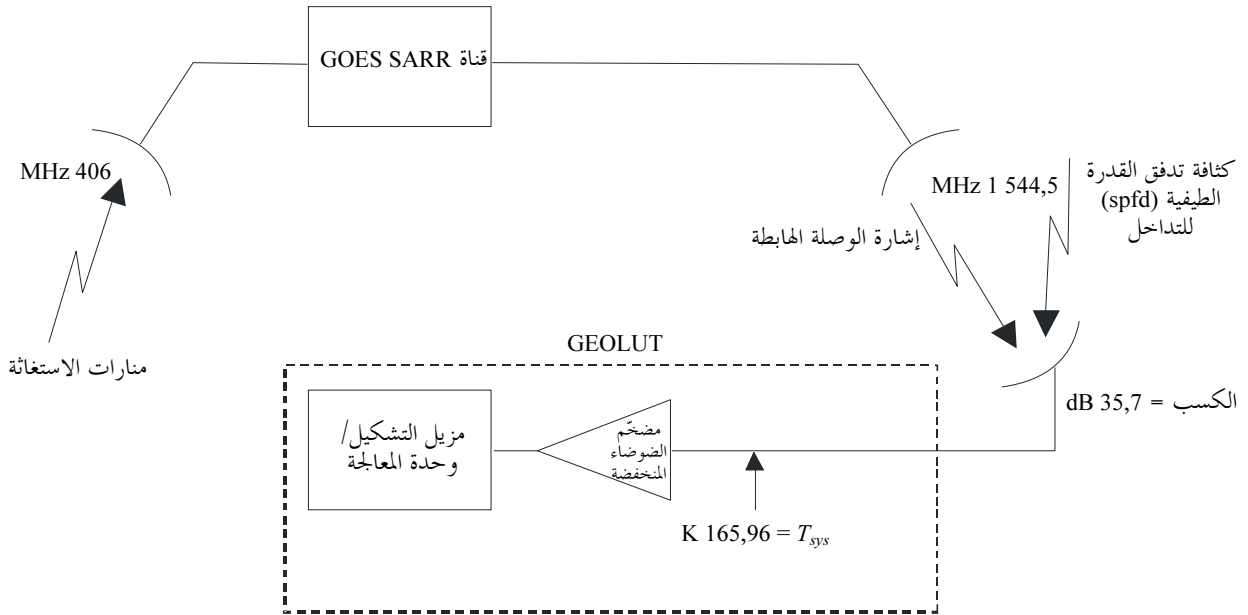
معدل الخطأ في البتات (BER) لقناة اتصالات هو نسبة الطاقة في كل بته معطيات،  $E_b$ ، إلى كثافة الضوضاء. وتتكون كثافة الضوضاء الكلية من الضوضاء التي تسببها تجهيزات Cospas-Sarsat،  $N_0$ ، والضوضاء الناجمة عن التداخل الذي تسببه أنظمة أخرى،  $I_0$ . ويوضح الشكل 4 قناة SARR بتردد MHz 406 لسواتل MSG في حالة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

ويكون معدل الخطأ في البتات (BER) بمقدار  $10^{-5} \times 5$ ، 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 MHz 406 وترحلها في وصلة هابطة بتردد MHz 1 544,5  $\pm$  100 kHz لكي تتمكن مطاريف GEOLUT من الكشف عنها ومعالجتها. ويكون كسب الهوائي وحرارة ضوضاء النظام في مطاريف GEOLUT المرتبطة بسواتل MSG بمقدار 35,7 dB و 105,0 K على التوالي.

الشكل 4

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



M.1731-04

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.

وبما أن النسبة الإجمالية  $C/N_0$  في غياب أي تداخل تساوي 27,4 dB-Hz، فإن التداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض الذي يتسبب في انحطاط 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:

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

تُحسب  $(C/(N_0 + I_0))_{overall}$  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:

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

إذا 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  $T = N_0 k$ ، 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 dB و  $(N_0)_{\downarrow}$  تساوي 208,4 dB(W/Hz)، فإن  $C_{\downarrow}$  تساوي 171,0 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 1544,5 MHz  $\pm$  100 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

$$I_0(\max) = -209,7 \text{ dB(W/Hz)}$$

يستحسن وصف معايير الحماية في شكل عتبة تداخل الكثافة spfd المعبر عنها في شكل dB(W/(m<sup>2</sup> · 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 dB، بحيث تبلغ الفتحة الفعلية مقدار 12,0 m<sup>2</sup>. ويكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل spfd:

$$\text{spfd} = I_0(\text{max}) - L_{\text{Line}} - A_e$$

لنفترض أن  $L_{\text{Line}} = 0$ :

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

لذلك ينبغي ألا تتجاوز السوية القصوى للتداخل من قبيل ضوضاء النطاق العريض في قناة المطراف GEOLUT في نطاق 1 544,5 MHz  $\pm$  100 kHz مقدار -220,5 dB(W/(m<sup>2</sup> · 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 1 544,5 MHz  $\pm$  100 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 دوراتها.

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 dB(W/(m<sup>2</sup> · Hz)) في أي مكان من هذا المدى.

وهذا المقدار محسوب على أساس كسب محور هوائي مطراف GEOLUT قدره 35,7 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  $5 \times 10^{-5}$ .

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  $5 \times 10^{-5}$ ، 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.

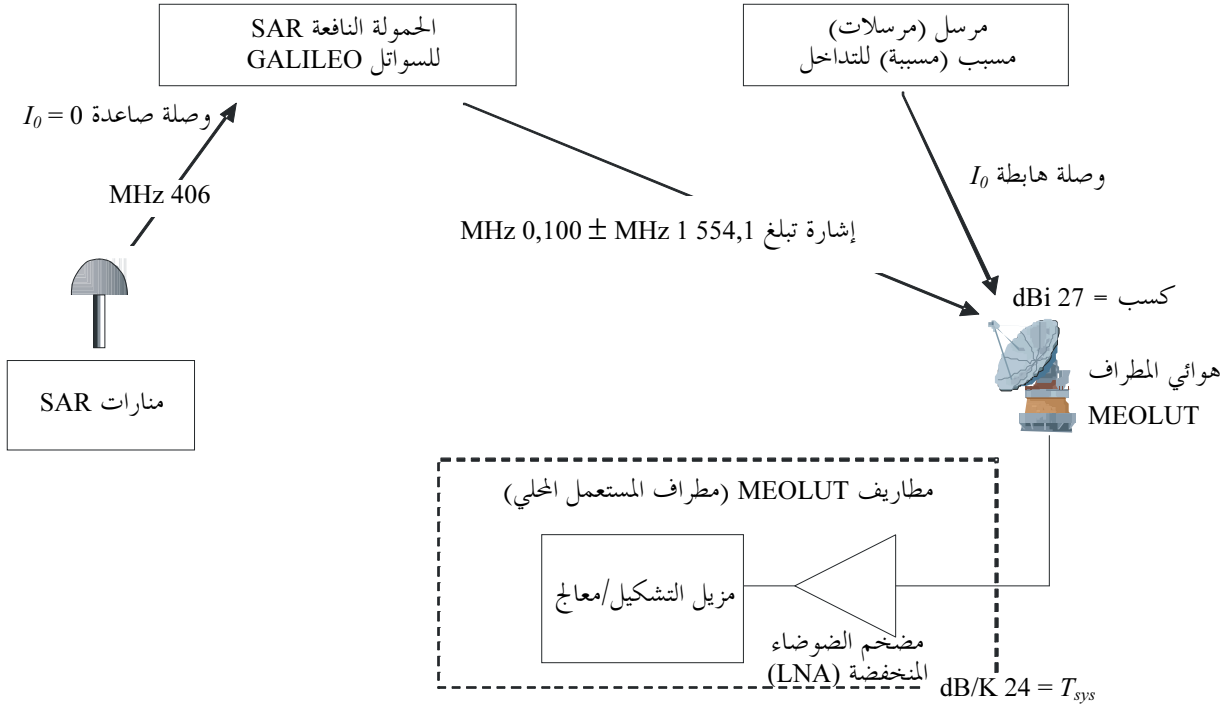
والنسبة الإجمالية  $C/(N_0 + I_0)$  المطلوبة عند 400 بته/ثانية (26 dB/s) هي كالتالي:

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

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-

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 بوضوء 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:

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

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

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

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  $k$  هي 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،  $I_0(\text{max})$ ، مقيسة عند دخل المضخم (LNA) لمستقبل المطراف GEOLUT في النطاق  $100 \pm \text{MHz}$   $1544,5 \text{ kHz}$ :

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

أو

$$I_0(\text{max}) = 10 \log (10^{(-157,9 - 39,9)/10} - 10^{-204,6/10})$$

وبالتالي

$$I_0(\text{max}) = -198,8 \text{ dB(W/Hz)}$$

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  $27 \text{ dBi}$ ، بحيث تبلغ الفتحة الفعلية مقدار  $1,5 \text{ m}^2$ . ويكون الحد الأقصى لمجموع التداخل المسموح به المقدر في شكل  $\text{spfd}$ :

$$\text{spfd} = I_0(\text{max}) - L_{\text{Line}} - A_e$$

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  $100 \pm \text{MHz}$   $1544,1 \text{ kHz}$  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  $\text{spfd}$  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

### الجدول 2

#### موازنات وصلة النظام Cospas-Sarsat

MEOSAR	GEOSAR		LEOSAR			انظر الملاحظة	الوحدة، المعلمة	
GALILEO 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			
							منار راديوي للاستدلال على موقع الطوارئ إلى الوصلة الصاعدة للمركبة الفضائية	
80,0	100,0	80,0				1	عرض نطاق الترددات SAR (kHz)	
							معدل البيانات، Rb (Hz)	
							400,0	
							التردد (MHz)	
							406,05	
							قدرة الإرسال (dBW)	
							5,0	
							كسب هوائي الإرسال (dBi)	
							2,0-	
							القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBW)	
							3,0	
							زاوية الارتفاع (بالدرجات)	
							5,0	
28 354,4	41 126,3		3 200,0	2 900,0			مسافة المسير (km)	
173,7	176,9		154,7	153,8			خسارة المسير (dB)	
4,0	4,5	4,9				6	خسارة الاستقطاب (dB)	
2,5			2,5			6a	خسارة الخبو (dB)	
15,7-	22,1-	18,5-	34,0-			7	النسبة G/T لهوائي الإرسال للساتل (dB/K)	
							ثابت بولتزمان (dB(J/K))	
							228,6-	
35,7	28,1	31,3	40,4	41,3			النسبة C/N <sub>0</sub> على الوصلة الصاعدة (dBHz)	
							الوصلة الهابطة فضاء-أرض	
kHz 40 ± 1 544,1	kHz 50 ± 1 544,5	kHz 40 ± 1 544,5			1 544,5	8	تردد الوصلة الهابطة (MHz)	
1,6	18,9-	15,0	6,2	7,1		9	القدرة المشعة المكافئة المتناحية للإرسال (dBW)	
/		18,3	15,5	15,3		10	توهين بسبب تقاسم القدرة (dB)	
/		3,54	6,0	14,1		11	خسارة التشكيل (dB)	
							زاوية الارتفاع (بالدرجات)	
							5,0	
28 354,4	41 126,3		3 200,0	2 900,0			طول المسير (km)	
185,3	188,46		166,4	165,5			خسارة على طول المسير (dB)	
3,0	15,5	11,0	4,3			13	النسبة G/T لهوائي الاستقبال للمطراف LUT (dB/K)	
0,2	0,2	0,35				14	خسارة الاستقطاب (dB)	
1,0			2,6				خسائر أخرى (dB)	
0,1	1,0	0,20				15	خسارة التسديد (dB)	
						10,0	16	خسارة التوهين قصير المدى (dB)

الجدول 2 (تتمة)

MEOSAR		GEOSAR		LEOSAR		انظر الملاحظة	الوحدة، المعلمة
GALILEO 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		
46,7	35,5	43,8	48,6	42,5	47,8		النسبة $C/N_0$ على الوصلة الهابطة (dBHz)
35,4	27,4	31,1	39,8	38,8			النسبة $C/N_0$ الإجمالية (dBHz)
26,0					33,8	17	معدل البيانات، Rb (Hz)
9,4	1,4	5,1	13,8	12,8	14,0		$E_b/N_0$ (dB)
0,5		1,0					خسارة التنفيذ (dB)
1,0						18	خسارة تشكيل بيانات المنارة، (dB) rad 1,1 = b
2,0		0,0					كسب التشفير (dB)
0,0	7,0					19	كسب المعالجة (5 رشقات) (dB)
<b>الوصلة الهابطة فضاء-أرض</b>							
9,9	8,9	10,1	11,8	10,8	13,0		النسبة $E_b/N_0$ متاحة (dB)
8,8					10,6	20	( $E_b/N_0$ ) نظري من أجل معدل الخطأ في البتات بمقدار $5 \times 10^{-5}$ (dB)
1,1	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 استعمال هاتين المنارتين الإضافيتين يؤثر على قيمة تقاسم قدرة مرسل الساتل).
- 4 يكون هوائي الإرسال مستقطب خطياً.
- 5 تقابل زاوية الارتفاع التي تبلغ 5 درجات انطلاقاً من المنارة إلى الساتل الحدود الاسمية لمنطقة التغطية ويبلغ الارتفاع الاسمي 35 786 كلم فيما يتعلق بالسواتل GEOSAR و 850 كلم فيما يتعلق بالسواتل Sarsat (بين 830 و 870 كلم) و 1 000 فيما يتعلق بالسواتل Cospas.
- 6 خسارة الاستقطاب بسبب الاستقطاب الاسمي لهوائي المنارة وتوهين الإشارة على الوصلة الصاعدة. وتدرج 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 التلاؤك 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/cospas\\_sarsat@imso.org](http://www.cospas-sarsat.org/cospas_sarsat@imso.org))).  
7 النسبة  $G/T$  لمستقبل الساتل بتردد 406 MHz بالنسبة لدخل مكبر منخفض الضوضاء، حيث يكون الكسب الاسمي ودرجة حرارة الضوضاء على النحو التالي:  
GOES:  $G = 7,05$  dB ودرجة حرارة الضوضاء = 359 K.  
MSG:  $G = 3,0$  dB ودرجة حرارة الضوضاء = 326 K.  
Sarsat:  $G = -4,0$  dB ودرجة حرارة الضوضاء = 1 000 K.  
Cospas:  $G = -4,0$  dB ودرجة حرارة الضوضاء = 1 000 K.
- 8 نطاق التردد 1 544-1 545 MHz هو الموزع للوصلات الهابطة من أجل الاستغاثة والسلامة.
- 9 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).
- 10 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.

- 11 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 بالساتل MSG والساتل MEOSAR التي لديها تحويل تردد مباشر).
- 12 تقابل زاوية الارتفاع التي تبلغ 5 درجات انطلافاً من المطراف LUT باتجاه الساتل الحدود الاسمية لمنطقة التغطية.
- 13 تستعمل النسبة  $G/T$  القيم الاسمية لكل نمط من أنماط المطراف LUT.
- 14 خسارة الاستقطاب لكل نمط من أنماط هوائي المطراف LUT.
- 15 خسارة التسديد بسبب تسديد هوائي المطراف LUT.
- 16 ينخفض مستوى الموجة الحاملة بمقدار 10 dB خلال فترة قصيرة بسبب التشكيل المرتفع في قنوات أخرى قبل أن يستجيب التحكم الأوتوماتي في كسب الهوائي.
- 17 يبلغ معدل البيانات 400 بته/ثانية فيما يتعلق بإرسال المنارة و 2 400 بته/ثانية فيما يتعلق بالقناة PDS.
- 18 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.
- 19 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/cospas\\_sarsat@imso.org](http://www.cospas-sarsat.org/cospas_sarsat@imso.org))).
- 20 يبلغ معدل الخطأ في البتات للقناة التي تستعملها المكررات  $5 \times 10^{-5}$  كما جاء في التوصية ITU-R M.1478، في حين يبلغ  $1,0 \times 10^{-6}$  بالنسبة لقناة PDS
- 21 يقابل الهامش الإشارة الإضافية المتبقية التي يمكن استخدامها في حالة التداخل.