

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2046
(2013/12)

**الخصائص ومعايير الحماية لأنظمة
الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) غير
المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة
في النطاق MHz 400,05-399,9**

M السلسلة

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



15 ITU
1865-2015

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية ووظائفه 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 الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

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 الاستدلال الراديوي 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، 2015

© ITU 2015

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

التوصية ITU-R M.2046

الخصائص ومعايير الحماية لأنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق MHz 400,05-399,9

(2013)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية وصفاً لنظام من أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية التي تستخدم نطاق الترددات MHz 400,05-399,9 (أرض-فضاء) ومعايير الحماية المقابلة من الضوضاء عريضة النطاق والتداخل ضيق النطاق.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن النطاق MHz 400,05-399,9 موزع للخدمة المتنقلة الساتلية (MSS)؛
- ب) أن استعمال الخدمة المتنقلة الساتلية للنطاق MHz 400,05-399,9 يقتصر على الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)؛
- ج) أن النطاق MHz 400,05-399,9 موزع لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية؛
- د) أن توزيع النطاق MHz 400,05-399,9 لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية سيظل سارياً حتى 1 يناير 2015؛
- هـ) أنه يمكن نشر أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية المقبلة في هذا النطاق؛
- و) أن من الضروري توفر الوصف المقابل لهذه الأنظمة المقابلة؛
- ز) أنه يتعين أن تفي معايير الحماية بأهداف الأداء المطلوبة في وجود تداخلات،

توصي

- 1 أن التحليل الخاص بتحديد الآثار على أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق MHz 400,05-399,9 ينبغي له أن يستند إلى معايير الحماية التالية:
 - 197,9- dB(W/(m² · Hz)) كحد أقصى للكثافة الطيفية لتدفق القدرة (spfd) الإجمالية المقبولة عند هوائي نظام يتبع النظام ARGOS4 بالخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض بالنسبة لتداخل الضوضاء عريضة النطاق (انظر الملحق 1)؛
 - 165,4- dB(W/m²) كحد أقصى لكثافة تدفق القدرة ضمن عرض نطاق استبانة مقداره 19 Hz عند هوائي نظام يتبع النظام ARGOS4 بالخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة لكل تداخل ضيق النطاق (انظر الملحق 1)؛
- 2 بالأب يتم تجاوز معايير الحماية المحددة في الفقرة 1 من توصي لأكثر من 1% من الوقت في مجال رؤية ساتل الخدمة المتنقلة الساتلية.

الملحق 1

النظام ARGOS4

1 وصف للنظام ARGOS4 الخاص بالخدمة المتنقلة الساتلية وخصائصه

يستعمل نظام جمع البيانات ARGOS4 (DCS) النطاق 399,9-400,05 MHz من أجل الوصلة الصاعدة ويرسل إشارات بتشكيل الإبراق بزحزحة الطور (PSK) بشفرة مانشستر مقسمة الطور عن طريق سواتل تدور في مدار أرضي منخفض. ويعمل النظام بمعدل إرسال بيانات يبلغ 400 bit/s. وتستخدم منصة جمع البيانات (DCP) عادة هوائيات منخفضة الكسب (3 dBi كحد أقصى على زاوية ارتفاع قدرها 40°).

ويقوم معالج نظام جمع البيانات الساتلي بإزالة تشكيل بيانات الوصلة الصاعدة للنظام ويعد إرسالها مع بيانات القياس عن بُعد الخاصة بالرحلة ثم يرسل البيانات الرقمية المقابلة إلى الأرض في النطاقات 670-710 MHz و 750-785 MHz و 8025-8400 MHz. كما تنفذ وصلة هابطة واحدة على التردد 465,9875 MHz من أجل إرسال الرسائل المخصصة نحو منصات جمع البيانات.

ونتيجة لعملية إزالة التشكيل هذه للبيانات في الساتل، يمكن فصل أداء الوصلة الهابطة عن أداء الوصلة الصاعدة عند إجراء التحليل للأداء.

ويدعم النظام ARGOS أنواع مختلفة من تطبيقات المستخدمين التي تتم عبر منصات مختلفة لجمع البيانات تستخدم قدرات خرج مختلفة وأنواع مختلفة من الهوائيات (هوائيات سوطية معظم الأحيان)؛ وطبقاً لهذه الشروط، ستختلف القدرة التي تستقبلها منصات جمع البيانات من واحدة لأخرى نظراً لاعتمادها على البيئة ونوع تكنولوجيا الهوائيات المستخدم فعلياً في المنصة.

2 معايير الحماية للنظام ARGOS4 الخاص بالخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى

الأرض في النطاق 399,9-400,05 MHz من إرسالات تداخلات الضوضاء عريضة النطاق

1.2 حساب مستوى عتبة الكثافة الطيفية لتدفق القدرة (spfd) للتداخل

ستؤدي إضافة الضوضاء عريضة النطاق إلى مستقبل النظام ARGOS4 على متن الساتل إلى زيادة في معدل أخطاء البتات (BER) للنظام، ومن ثم التأثير بالسلب على متطلبات الأداء للنظام. ويحدد هذا التحليل الحد الأقصى المقبول للكثافة pfd المرتبط بالضوضاء عريضة النطاق في قناة الوصلة الصاعدة للنظام MSS ARGOS4.

ويعبر عن مواصفة مخطط إشعاع كسب هوائي الاستقبال طبقاً لزاوية النظر الواردة في الجدول 1:

الجدول 1

مخطط إشعاع كسب هوائي الاستقبال

0	5	13	22	31	39	47	54	59	62	زاوية النظر للساتل
3,96-	3,80-	3,08-	2,24-	1,33-	0,17-	1,24	2,62	3,54	3,85	الكسب في الاستقطاب الدائري الميامن
18,00-	17,17-	15,77-	14,52-	13,12-	11,39-	9,39-	7,52-	6,23-	5,69-	الكسب في الاستقطاب الدائري المياسر
3,49	3,78	4,11	4,31	4,57	4,90	5,26	5,59	5,85	6,02	النسبة المحورية (انظر الملاحظة 1)

الملاحظة 1 - النسبة المحورية هي النسبة بين طولي المحورين الأكبر والأصغر لإهليلج الاستقطاب.

والقيم النموذجية لبيانات النظام ARGOS4 هي: معامل الضوضاء = 3 dB، ودرجة حرارة الضوضاء الأساسية في الحالة الأسوأ = 1200 K (تأخذ القيمة المقاسة في الاعتبار الضوضاء الصناعية في أوروبا) والتوهين بين الهوائي ومستقبل النظام ARGOS4 = 1,6 dB. ومن ثم، فإن درجة حرارة ضوضاء النظام عند دخل مستقبل النظام ARGOS4 = 1214 K، وبالتالي فإن الكثافة الطيفية للضوضاء تساوي $N_0 = -197,8 \text{ dB(W/Hz)}$.

وتبين مواصفة أسوأ حالة أن النظام ARGOS4 مصمم لكي يعمل على نحو صحيح عندما تكون للإشارة المستقبلة قدرة $C = -160 \text{ dBW}$ (السوية الدنيا للإشارة المستقبلة) عند دخل المستقبل، بحيث يعطي نسبة فعالة $E_b/N_0 = 8,3 \text{ dB}$ في كاشف البتات الخاص بالنظام إذا أخذ في الحسبان الشكل الموجي للمنار الراديوي ومختلف الخسائر.

لذلك، ولتحقيق معدل BER بمقدار 2×10^{-4} (يقابل حداً أدنى من النسبة $E_b/N_0 = 8 \text{ dB}$ يكون الحد الأقصى المقبول من الانحطاط $0,3 \text{ dB}$).

وفيما يلي أدناه يُحتسب مقدار الضوضاء المضافة المقابل لانحطاط $0,3 \text{ dB}$ من أجل نسبة C/N_0 . ولنفترض أن I_0 تمثل كثافة قدرة الضوضاء المضافة، عندها تصبح الضوضاء N_0 المبدئية $I_0 + N_0$. وتصبح نسبة الإشارة إلى الضوضاء C/N_0 عندئذ $C/(N_0 + I_0)$. ويكون الانحطاط $0,3 \text{ dB} = 10 \log((C/N_0)/(C/(N_0 + I_0)))$ ، وهكذا تكون $I_0/N_0 = -11,5 \text{ dB}$ و $I_0 = -209,3 \text{ dB(W/Hz)}$ وهي ما يقابل حرارة 86 K، وبالتالي زيادة بنسبة 7% في حرارة ضوضاء النظام عند المستقبل. ولذلك فإن السوية القصوى المسموح بها لكثافة الضوضاء هي $I_0 = -209,3 \text{ dB(W/Hz)}$.

وكما ورد آنفاً، فإن كثافة الضوضاء I_0 تأخذ في الحسبان التوهين وكسب الهوائي. وبما أن الكثافة spfd مطلوبة، فمن الضروري تحويل هذا الرقم إلى وحدة $(\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz)))}$. وتكون مساحة السطح المكافئة في هوائي له كسب G هي:

$$S = G \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

ومع مراعاة أكبر زاوية نظير للساتل (62°)، فإن مساحة سطح الهوائي تساوي $0,105 \text{ m}^2$ أو $9,8 \text{ dB}^2 \text{ m}^2$. وبالتالي، تساوي الكثافة spfd المقابلة $-209,3 + 1,6$ (خسارات) $-10 \log_{10} S = -197,9 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

وينبغي ألا يتجاوز الأقصى لسوية تداخل الضوضاء عريضة النطاق في النطاق MHz 400,05-399,9 -197,9 dB(W/(m² · Hz)) لحماية النظام ARGOS4.

وعادة ما يساوي عرض نطاق أي إرسال للنظام ARGOS4 المقدار Hz 1 600. وبالتالي فإن حد الكثافة pfd يساوي -165,8 dB(W/m²).

2.2 اشتقاق أهداف الأداء

التوصية ITU-R M.1475 - منهجية لاشتقاق أهداف أداء أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق 3-1 GHz ولا تستعمل تنوع السواتل، تقدم منهجية لحساب قيم السماح لوقت عدم التيسر لكل من وصلات الخدمة ووصلات التغذية.

وبالنسبة لوصلات الخدمة، يقترح ألا تزيد قيم السماح لوقت عدم التيسر عن $X \cdot 0,9$ (%)، حيث X تمثل المعدل BER كنسبة مئوية (مثلاً 0,1%، 1%، 10% وما إلى ذلك) لوصلة غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية. ونظراً إلى أن حد الكثافة pfd المقترح يقوم على معدل BER يساوي 2×10^{-4} ، فإن ذلك يستوجب عدم جواز قيم السماح لوقت عدم التيسر $1,8 \times 10^{-2}$ %،. لذلك يرد في الفقرة 2 من توصي، قيمة سماح أقل صرامة لوقت عدم التيسر تبلغ 1%.

3 معايير الحماية للنظام ARGOS4 الخاص بالخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاق MHz 400,05-399,9 من إرسالات التداخلات ضيقة النطاق

1.3 متطلبات الحماية من الإرسالات ضيقة النطاق

لفهم الأساس المنطقي لهذه المواصفة بشكل أفضل، من الضروري الإشارة باختصار إلى سلوك المستقبل. تبدأ إرسالات النظام MSS ARGOS4 بموجة حاملة غير مشكلة لمدة 160 ms للسماح بإمسك عروة مغلقة الطور بشكل أسهل على الموجة الحاملة. ويمثل الشكل 1 نسق رسالة ARGOS4.

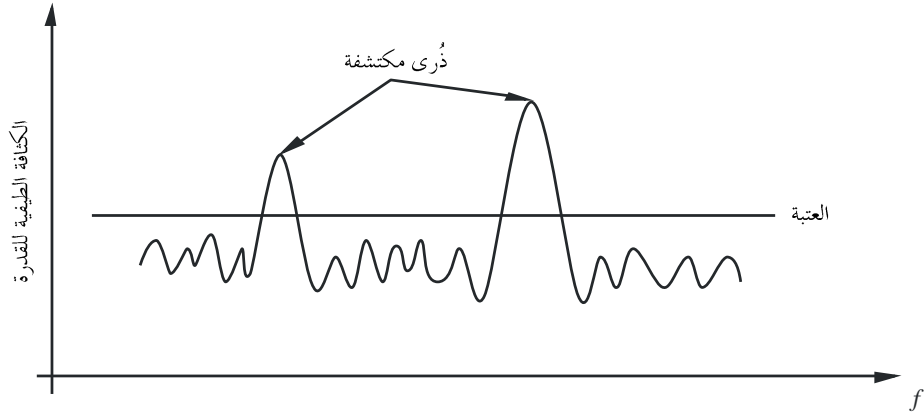
الشكل 1

نسق رسالة MSS

موجة حاملة 160 ms	بتات التزامن	بتات محتوى الرسالة
-------------------	--------------	--------------------

M.2046-01

يقوم محلل طيف في المستقبل باستمرار بمراقبة كامل تغطية عرض النطاق بحثاً عن الجزء الصافي من الموجة الحاملة في الرسائل MSS. وعندما يكتشف محلل الطيف مثل هذا الخط، يعتبر أنه بداية رسالة MSS. وتعتمد النظرية على كشف الموجة الحاملة الصافية (موجة جيبيية) في بيئة ضوضاء بيضاء وضوضاء مضافة وضوضاء غوسية. ويتم حساب كثافة القدرة الطيفية للإشارة المستقبلية (الموجة الحاملة الصافية + الضوضاء) باستخدام تقنيات تحويل Fourier السريع، ويتم معالجة كل إشارة فوق عتبة النظام كما لو كانت منار استغاثة راديوية للخدمة MSS (انظر الشكل 2).



M.2046-02

ولذا، صممت معالجات مستقبلات النظام ARGOS4 لكشف المكونات الطيفية المميزة (الموجات الحاملة غير المشكّلة للمنارات الراديوية)، ويكون عرض نطاق الاستبانة المقابل 19 Hz. وتخصص الإشارات الأكبر من مستوى العتبة لواحدة من وحدات استعادة البيانات (DRU) الموجودة على متن ذلك لكي تعالج ثانية وترسل إلى الأرض على قناة القياس عن بُعد الخاصة بالرحلة.

حرصاً على تلبية متطلبات أداء النظام ARGOS4 بالنسبة لاحتمال الكشف لمجموعة واسعة من تطبيقات المستعمل، تم تصميم مستقبل النظام لكشف ومعالجة الإشارات الضعيفة جداً. وهو من دقة الأداء بحيث يخصص أي إشارة C_{min} تتجاوز سوية كثافة الضوضاء المحلية بمقدار 21 dB(Hz) ($C_{min}/N_0 > 21$ dB(Hz)) لإحدى وحدات استعادة البيانات (DRU) من أجل معالجة إضافية. وتبعاً لذلك، فإن إشارات التداخل في النطاق الضيق التي تفي بهذا المعيار سوف تتسبب في أن تخصص لها وحدة DRU. وتكون النتيجة أن أداء النظام ARGOS، من حيث السعة (أي عدد الرسائل DCS التي يمكن معالجتها في آن واحد)، سوف ينحط كثيراً.

وأرقام النظام ARGOS النمطية هي: عامل الضوضاء = 3 dB (رقم النظام ARGOS4 النمطي)، وحرارة ضوضاء الخلفية للحالة الأسوأ = 1 200 K والتوهين ما بين الهوائي والمستقبل = 1,6 dB. وهكذا فإن حرارة ضوضاء النظام عند دخل المستقبل تساوي 1 214 K ومن ثم تكون الكثافة الطيفية للضوضاء $N_0 = -197,8$ dB(W/Hz).

وبما أن $C_{min}/N_0 = 21$ dB(Hz) فإن $C_{min} = -176,8$ dBW. لذلك فإن أي بث هامشي في النطاق الضيق أكبر من هذه القيمة عند دخل مستقبل النظام ARGOS4، سوف يؤدي إلى انخراط في سعة النظام.

وعندئذ يكون من الضروري حساب هذه السوية القصوى المقبولة للتداخل ضيق النطاق عند دخل هوائي النظام ARGOS4. ويعبر عن مواصفة مخطط كسب هوائي استقبال النظام ARGOS4 وفقاً لزاوية النظر في الجدول 1 (انظر الفقرة 1.2 أعلاه).

ولذلك، فإن القدرة القصوى المسموح بها داخل المستقبل وقبل الهوائي تساوي $-176,8 + 1,6$ (خسارات) = $-175,2$ dBW، وبما أن الكثافة pfd مطلوبة، من الضروري تحويل هذا الرقم إلى وحدة $\text{dB(W/m}^2\text{)}$. وتستعمل أعلى زاوية نظير للساتل

للحصول على كسب هوائي يساوي 3,85 dBi، حيث يحول إلى مساحة سطح مكافئة باستخدام المعادلة: $S = G \frac{\lambda^2}{4\pi}$.

وبالتالي، فإن الكثافة pfd المقابلة تساوي: $-175,2 - 10 \log_{10} S = 165,4$ dB(W/m²).

2.3 الاستنتاج

تبعاً للحسابات والاستنتاجات والتوصيات أعلاه، فإن أثر تراكم الإرسالات الطيفية للتداخل ضيق النطاق يجب ألا يتجاوز $-165,4$ dB(W/m²) عند دخل هوائي النظام ARGOS4، بالنسبة لنطاق التردد 399,9-400,05 MHz مع عرض نطاق استبانة 19 Hz.
