الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R
قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2082-0
(2015/11)

منهجية ومثال تقني للمساعدة على تنسيق الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية مع الخدمة الثابتة استناداً إلى مستويات كثافة تدفق القدرة التي تطلق التنسيق في النطاق MHz 2 500-2 483,5

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

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

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

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

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

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

النشر الإلكتروني
جنيف، 2017

© ITU 2017
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.2082-0

منهجية ومثال تقني للمساعدة على تنسيق الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية مع الخدمة الثابتة استناداً إلى مستويات كثافة تدفق القدرة التي تطلق التنسيق في النطاق MHz 2 500-2 483,5

(2015)

مجال التطبيق

توفر هذه التوصية المعلومات اللازمة عن تنسيق الخدمة الثابتة مع الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية العاملة في نطاق التردد MHz 2 500-2 483,5. وتتضمن التوصية تقديراً لمستوى التداخل الذي قد تحدثه أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية. وتدرس هذه التوصية أثر تخفيف مستوى كثافة تدفق القدرة الذي يُطلق التنسيق مع الخدمة الثابتة والمتفق عليه في المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2012 في إطار البند 18.1.

ويمكن أن تساعد هذه التوصية عند إجراء التنسيق بموجب الرقم **14.9** من لوائح الراديو مع الإدارات التي ترغب في تشغيل أنظمة RDSS أو MSS عند مستويات لكثافة تدفق القدرة تتجاوز العتبات المحددة في التذييل **5** للوائح الراديو.

مصطلحات أساسية

خدمة الاستدلال الراديوي الساتلية (RDSS)، الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS)، الخدمة الثابتة (FS)، الخدمة المتنقلة (MS)، إطلاق التنسيق

المختصرات/مسرد المصطلحات

FDP الانحطاط الجزئي للأداء *(Fractional degradation of performance)*

pfd كثافة تدفق القدرة *(Power flux-density)*

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R F.758-6 معلمات النظام واعتبارات تراعى عند وضع معايير التشارك أو التوافق بين الأنظمة اللاسلكية الثابتة الرقمية في الخدمة الثابتة وأنظمة في خدمات أخرى ومصادر أخرى للتداخل

التوصية ITU-R F.1108-4 تحديد المعايير اللازمة لحماية مستقبلات الخدمة الثابتة من إرسالات المحطات الفضائية العاملة في مدارات غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات ترددات متقاسمة

التوصية ITU-R M.1143-3 منهجية خاصة بنظام التنسيق بين المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (فضاء-أرض) العاملة في الخدمة المتنقلة الساتلية مع الخدمة الثابتة

التوصية ITU-R M.1787-2 وصف الأنظمة والشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء أرض وفضاء فضاء) والخصائص التقنية لمحطات الإرسال الفضائية العاملة في النطاقات MHz 1 215-1 164 وMHz 1 300-1 215 وMHz 1 610-1 559

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن النطاق 483,5-2 500 MHz 2 مخصص للخدمة المتنقلة الساتلية (MSS)، وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية (RDSS)، والخدمة الثابتة (FS)، والخدمة المتنقلة (MS) على أساس أولي مشترك على الصعيد العالمي؛

ب) أن استخدام هذا النطاق للخدمة المتنقلة الساتلية هو للإرسالات الهابطة (فضاء–أرض) إلى مطاريف المستخدمين؛

ج) أن الحاجة إلى تنسيق الأنظمة الفضائية مع الإدارات التي تستخدم الخدمة الثابتة تتحدد عبر استعمال القيم المناسبة لكثافة تدفق القدرة (pfd) الواردة في التذييل **5** من لوائح الراديو؛

د) أن كثافة تدفق القدرة هي أحد البارامترات التقنية المستخدمة في تحديد المعايير التي تسهل التقاسم بين الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمات الأرض؛

هـ) أن شبكات الخدمة الثابتة تستخدم تقنيات التشكيل الرقمي،

وإذ تلاحظ

أ) أنه في نطاق التردد 483,5-2 500 MHz 2 المقتسم بين أنظمة في الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة، وأنظمة في الخدمة الثابتة، فإن الجدول 5–2 من التذييل **5** للوائح الراديو يحدد العتبات التالية لكثافة تدفق القدرة:

-126 dB(W/(m^2 · MHz)) for $0° \le \theta \le 5°$

$-126 + 0{,}65\ (\theta - 5)$ dB(W/(m^2 · MHz)) for $5° \le \theta \le 25°$

-113 dB(W/(m^2 · MHz)) for $\theta > 25°$

حيث θ هي زاوية الوصول (بالدرجات) للموجة الراديوية إلى سطح الأرض؛

ب) أنه بالنسبة للبلدان في الإقليم 2، و43 بلداً في الإقليم 1، وفي أستراليا وإسرائيل، فإنه في نطاق التردد 483,5-2 500 MHz 2 المقتسم بين أنظمة في الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة، وأنظمة في الخدمة الثابتة، فإن الملاحظة 9 في الجدول 5–2 من التذييل **5** للوائح الراديو تحدد العتبات التالية لكثافة تدفق القدرة:

$-124{,}5$ dB(W/(m^2 · MHz)) for $0° \le \theta \le 5°$

$-124{,}5 + 0{,}65\ (\theta - 5)$ dB(W/(m^2 · MHz)) for $5° \le \theta \le 25°$

$-111{,}5$ dB(W/(m^2 · MHz)) for $\theta > 25°$

ج) أنه في نطاق التردد 483,5-2 500 MHz 2 المقتسم بين أنظمة في الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة، وأنظمة في الخدمة الثابتة، فإن الجدول 5–2 من التذييل **5** للوائح الراديو يحدد العتبات التالية لكثافة تدفق القدرة:

-129 dB(W/(m^2 · MHz)) for $0° \le \theta \le 90°$

د) أنه بالنسبة للبلدان في الإقليم 2 و43 بلداً في الإقليم 1، وفي أستراليا وإسرائيل، فإنه في نطاق التردد 483,5-2 500 MHz 2 المقتسم بين أنظمة في الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة، وأنظمة في الخدمة الثابتة، فإن الملاحظة 9 في الجدول 5–2 من التذييل **5** للوائح الراديو تحدد العتبات التالية لكثافة تدفق القدرة:

-128 dB(W/(m^2 · MHz)) for $0° \le \theta \le 90°$

هـ) أن القيم الواردة أعلاه تتعلق بكثافة تدفق القدرة وزوايا الوصول التي يتم الحصول عليها في ظروف الانتشار في الفضاء الحر؛

و) أنه في الإقليم 1 ستتم مراعاة أحكام الرقم **398A.5**،

توصي

1 أنه، رهناً بالاتفاق المشترك بين الإدارات المعنية، فإنه يمكن استخدام المنهجية المعروضة في الملحق 1 للتنسيق بين أنظمة FS وMSS وRDSS كوسيلة لتحديد الأثر على أنظمة FS عند تجاوز مستويات عتبة pfd الواردة في الجدول 5–2 من التذييل **5** للوائح الراديو؛

2 أن أي التباس في بارامترات معينة في المنهجية الواردة في الملحق 1 يجب أن يسوَّى من خلال الاتفاق المشترك.

ملاحظة – يوفر الملحق 2 مثالاً تقنياً لتطبيق المنهجية الواردة في الملحق 1.

الملحق 1

تحديد الانحطاط الجزئي في أداء أنظمة الخدمة الثابتة الناجم عن مستويات عتبة التنسيق من كثافة تدفق القدرة في النطاق MHz 2 500-2 483,5

1 مجال التطبيق

تستند المنهجية الموصوفة في هذا الملحق إلى التوصيات الحالية لقطاع الاتصالات الراديوية وترجع إلى منهجية عامة لحساب التداخل المجمَّع لمركبة فضائية لخدمتي RDSS وMSS على نحو ما تواجهه محطة أرض في الخدمة الثابتة.

وترد أمثلة على المستوى المجمَّع للتداخل الذي تتعرض له الخدمة الثابتة من كوكبات HIBLEO-X/HIBLEO-4 MSS وGalileo RDSS في مرفق الملحق 2.

2 المنهجية[1]

تُستخدم المنهجية الواردة في التوصية ITU-R F.1108، من أجل أنظمة المرحلات الراديوية الرقمية، إلى جانب التوصية ITU-R M.1143. وتَستعمل التوصية ITU-R F.1108 مفهوم الانحطاط الجزئي للأداء (FDP) بالنسبة للمحطات الرقمية للخدمة الثابتة. والانحطاط FDP هو الزيادة الجزئية في النسبة المئوية من الوقت التي لن يستوفى فيها معيار أداء التحكم لوجود تداخلات. وقد اقترحت التوصية ITU-R F.758-6 أن الانحطاط FDP بنسبة 25% مناسب للأنظمة العاملة في مدى التردد MHz 2 500-2 483,5.

ويحاكي البرنامج التداخل الذي تسببه كوكبة أو كوكبات ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في شبكة خدمة ثابتة على النحو التالي.

1.2 عروة الحساب

يحسب البرنامج متجهات الموقع وسرعة سواتل النظام الساتلي غير المستقر بالنسبة إلى الأرض ومحطات نظام الخدمة الثابتة في كل فاصل زمني.

ويحسب البرنامج لكل فاصل زمني اعتياني القدرة الإجمالية للتداخل الذي تسببه جميع الحزم النشيطة لجميع سواتل MSS وRDSS المرئية والمختارة بطريقة مناسبة في كل محطة في الخدمة الثابتة (FS). وإذا كان عرض نطاق مستقبل محطة الخدمة الثابتة لا يتراكب

[1] هذا النص مقتبس من التوصية ITU-R M.1143.

بالكامل مع عرض الإشارة MSS أوRDSS، فإن القدرة المسببة للتداخل تتناقص بالتناسب لتصل إلى عامل عرض النطاق. وفي الحالة الرقمية تخفض هذه القدرة المسببة للتداخل إلى 1 MHz.

وتحدد قدرة التداخل المتراكمة الصادرة عن جميع الحزم النشيطة لجميع السواتل المرئية من محطة الخدمة الثابتة عن طريق المعادلة التالية:

$$I = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{S} \frac{E_{ij}}{L_i} \; G^3(\alpha_{ij}) G^4(\theta_i) \frac{B_w}{B_{ij}} \frac{1}{F} \frac{1}{P_{ij}}$$

حيث:

I: قدرة التداخل (W)

i: 1 من N ساتل يدخل في حساب التداخل لمحطة الخدمة الثابتة

j: 1 من S حزم نشيطة لساتل MSS (أو RDSS) المرئية والمختارة والتي تتراكب تردداتها مع ترددات مستقبِل محطة الخدمة الثابتة الحالية، مع مراعاة خطة إعادة استعمال ترددات الحزم النقطية للساتل

E_{ij}: الكثافة القصوى للقدرة e.i.r.p. في عرض نطاق التردد للدخل في الهوائي بالنسبة إلى الحزمة j^{th} النشيطة في اتجاه تسديدها للساتل i^{th} المرئي والمختار (W/عرض النطاق المرجعي)

B_{ij}: عرض النطاق المرجعي المقابل للإشارة المسببة للتداخل والصادرة عن الحزمة j^{th} النقطية النشيطة للساتل i^{th} المرئي والمختار (kHz)

$G^3(\alpha_{ij})$: تمييز الهوائي للحزمة النقطية j^{th} النشيطة للساتل i^{th} المرئي والمختار الذي يبث في اتجاه محطة الخدمة الثابتة

α_{ij}: زاوية تقع بين متجه توجيه محور التسديد للحزمة j^{th} النقطية النشيطة التابعة للساتل i^{th} المرئي المختار والمحطة الثابتة (مقدرة بالدرجات)

L_i: توهين في الفضاء الحر في التردد المرجعي المعين من الساتل i^{th} المرئي والمختار باتجاه محطة الخدمة الثابتة

$G^4(\theta_i)$: كسب هوائي محطة الخدمة الثابتة في اتجاه الساتل i^{th} المرئي والمختار

θ_{ik}: زاوية تقع بين متجه تسديد هوائي محطة الخدمة الثابتة ومتجه المسافة بين محطة الخدمة الثابتة والساتل i^{th} المرئي والمختار (مقدرة بالدرجات)

B_w: عرض نطاق مستقبِل محطة الخدمة الثابتة المتأثرة (1 MHz)

F: خسارة خط التغذية لمحطة الخدمة الثابتة

P_{ij}: عامل كسب الاستقطاب بين الحزمة النقطية j^{th} للساتل i^{th} في الخدمة MSS (أو RDSS) ومحطة الخدمة الثابتة.

ويُستخدم عامل كسب الاستقطاب P_{ij} فقط إذا ما كان الساتل i^{th} في الخدمة MSS (أو RDSS) ضمن عرض نطاق 3 dB لهوائي محطة الخدمة الثابتة وكانت هذه المحطة ضمن عرض نطاق 3 dB للحزمة النقطية j^{th} للساتل i^{th} في الخدمة MSS (أو RDSS). ويمكن حساب P_{ij} وفقاً للمعادلة الواردة في الملاحظة 7 من التوصية ITU-R F.1245.

2.2 أهمية مراحل عروة الحساب وعددها

من الضروري وجود عدد كاف من العينات على فترات فاصلة مناسبة للحصول على نتائج دقيقة، مع مراعاة جميع الإشارات المسببة للتداخل الذي يؤثر على مستقبِل المحطة الثابتة.

1.2.2 التزايد الزمني

تُستعمل الصيغ التالية، ويرد تفصيل كامل باشتقاق الصيغ في التذييل **4** للوائح الراديو. ولما كانت سرعة الساتل هي نفسها تقريباً عند خط الاستواء وخطوط العرض الأكثر ارتفاعاً، يجري حساب ازدياد وقت المحاكاة Δt بالنسبة إلى ساتل عند خط الاستواء مع مراعاة دوران الأرض، وميل مدار الساتل، وزاوية ارتفاع هوائي محطة الخدمة الثابتة. ولا تستعمل أسوأ زاوية سمت من وجهة نظر الانحطاط الجزئي للأداء (FDP) أو زاوية سمت الحركة الأفقية في حساب Δt.

$$\omega = \sqrt{(\omega_s \cos I - \omega_e)^2 + (\omega_s \sin I)^2}$$

$$\theta_\varepsilon = \arccos\left(\frac{R}{R + h}\cos\varepsilon\right) - \varepsilon$$

$$\Delta t = \frac{\varphi_{3dB}}{N_{hits}\,\omega}\,\frac{\sin\theta_\varepsilon}{\cos\varepsilon}$$

حيث:

ω: السرعة الزاوية للساتل في نظام ثابت للإحداثيات الأرضية (نظام إحداثيات مرجعي مركزي ومتزامن بالنسبة إلى الأرض)

ω_S: السرعة الزاوية للساتل في نظام إحداثيات فضائية ثابت (نظام إحداثيات مرجعي مركزه الأرض ومتزامن مع الشمس)

ω_e: السرعة الزاوية لدوران الأرض عند خط الاستواء

I: ميل مدار الساتل

$\theta\varepsilon$: تباعد زاوي (بالنسبة إلى مركز الأرض) بين محطة الخدمة الثابتة والساتل

R: نصف قطر الأرض

h: ارتفاع الساتل

ε: زاوية ارتفاع هوائي محطة الخدمة الثابتة

φ_{3dB}: فتحة حزمة بمقدار 3 dB لمحطة الخدمة الثابتة

N_{hits}: عدد الاضطرابات في زاوية فتحة الحزمة 3 dB لمحطة الخدمة الثابتة

Δt: ازدياد وقت المحاكاة.

3.2 معايير التداخل المنطبقة – النظام الرقمي للخدمة الثابتة

في حالة النظام الرقمي للخدمة الثابتة يحسب البرنامج الانحطاط FDP للمحطة الرقمية طبقاً لما يرد في الملحق 3 بالتوصية ITU-R F.1108:

$$FDP = \sum_{I_i = min}^{max} \frac{I_i\ f_i}{N_T}$$

حيث:

I: قدرة التداخل في عرض نطاق مستقبِل الخدمة الثابتة B_W

f_i: الفترة الجزئية من الوقت الذي تكون فيه قدرة التداخل مساوية للقيمة I

N_T: سوية قدرة ضوضاء النظام المستقبِل للمحطة

$$N_T = k\,T\,B_W$$

حيث:

k: ثابت بولتزمان

T: حرارة الضوضاء (K) للنظام المستقبِل المكافئ لمحطة الخدمة الثابتة

B_W: عرض نطاق مستقبِل الخدمة الثابتة (يحسب الانحطاط FDP عادة داخل عرض نطاق مرجعي قدره 1 MHz).

ومن أجل معرفة ما إذا كان التنسيق ضرورياً أم لا فيما يخص الأنظمة الرقمية للخدمة الثابتة ينبغي مقارنة الانحطاط FDP المحسوب تبعاً للمعيار 25% المطبق.

الملحق 2

مثال تقني على تحليلات التداخل

1 خصائص أنظمة MSS وRDSS وFS

1.1 خصائص أنظمة MSS في النطاق 483,5-2 500 MHz 2

تم استخدام الخصائص المدرجة في الجدول 1 بالنسبة لنظام الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقر بالنسبة للأرض الذي تناولته التحليلات.

الجدول 1

البارامترات النمطية لأنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية

اسم النظام	HIBLEO-4/HIBLEO-X
الارتفاع	1 414 كم
الميل	52 درجة
عدد المستويات المدارية	8
عدد السواتل لكل مستوى	6 بتباعد 60 درجة فيما بينها
المطاورة*	7,5 درجة
نوع الهوائي	متعدد الحزم
الكسب المتوسط	15,0 dBi
متوسط عرض حزمة الهوائي عند 3 dB	25,3 درجة
الاستقطاب	دائري مياسر
عرض نطاق الإشارة	13 × 1,23 MHz = 16,5 MHz
التردد المركزي للإشارة	2 491,75 MHz
حرارة الضوضاء لمستقبِل مطراف المستخدم	300 K
كسب هوائي مستقبِل مطراف المستخدم	2,7 dBi
عرض حزمة هوائي مستقبِل مطراف المستخدم	126 درجة

* زاوية الطور الأولي (ω_i) للساتل ذي الترتيب (i) في المستوي المداري له في الوقت المرجعي t = 0، مقيسة من نقطة العقدة الصاعدة ($0° \le \omega_i < 360°$).

2.1 الخصائص المفترضة لنظام RDSS

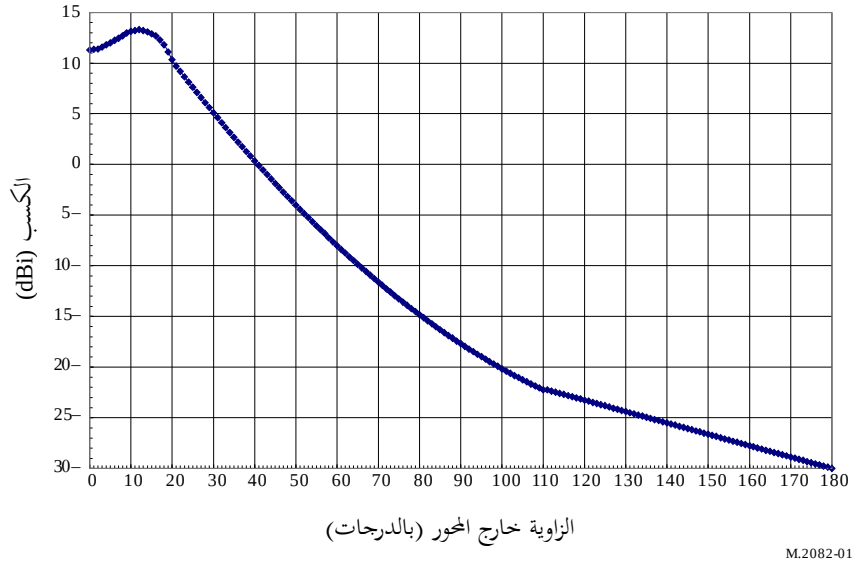
تجدر الإشارة إلى أن نظام غاليليو (Galileo) يزمع توفير تطبيق لنظام RDSS مع كوكبته. إلا أنه لم يتم بعد نشر مجموعة مؤكدة من المواصفات لهذا التطبيق.

وتمكيناً لإجراء عمليات المحاكاة الحاسوبية فقد جرى افتراض أن تطبيق RDSS في نظام غاليليو سيتمتع بخصائص مماثلة لما هو مستخدم في تطبيق خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) على النحو المنشور في التوصية ITU-R M.1787.

كما افتُرض أن هوائي المركبة الفضائية لتطبيق RDSS سيتمتع أيضاً بخصائص هوائي التدفق المتناحي. وتبلغ قيمة الكسب الأقصى للهوائي 13,3 dBi. ويعرض الشكل 1 نمط الهوائي المستخدم في المحاكاة الحاسوبية. وتنص نتائج المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2012 على استخدام مستوى لكثافة تدفق القدرة (pfd) قدره –128 dBW/m² MHz، لكل زوايا الوصول إلى سطح الأرض، لإطلاق التنسيق لتخصيص RDSS في نطاق التردد 483,5 2-500 2 MHz. واستناداً إلى مستوى pfd وإلى أن للهوائي المفترض كسب نسبي أقصى عند ±9، وهو ما يناظر مسافة مائلة قدرها 239 25 كم بين المركبة الفضائية لنظام RDSS وسطح الأرض، فقد جرى افتراض أن القدرة المشعة المكافئة المتناحية لنظام RDSS تبلغ 40,46 dBW أو كثافة قدرة مشعة مكافئة متناحية قدرها 30,16 dBW/MHz.

الشكل 1

نمط هوائي النطاق S في نظام غاليليو



ويعرض الجدول 2 الخصائص الأخرى المفترضة لتطبيق RDSS لنظام غاليليو والمستخدمة في المحاكاة الحاسوبية.

الجدول 2

الخصائص المقترحة لنظام RDSS نمطي

اسم النظام	RDSS غاليليو
الارتفاع	23 616 كم
الميل	56 درجة
عدد المستويات المدارية	3
عدد السواتل لكل مستوى	المجموع 9، بتباعد 40 درجة فيما بينها
المطاورة*	13 1/3 درجة
نوع الهوائي	تدفق متناحٍ
ذروة الكسب	dBi 13,3
متوسط عرض حزمة الهوائي عند 3 dB	40 درجة من ذروة إلى ذروة
الاستقطاب	دائري ميامن
عرض نطاق الإشارة	MHz 16,5
التردد المركزي للإشارة	MHz 2 491,75
مستوى كثافة تدفق القدرة	–128 dB (W/m². MHz)
القدرة المشعة المكافئة المتناحية لكل مركبة فضائية	dBW 40,5

* زاوية الطور الأولي (ω_i) للساتل ذي الترتيب (i) في المستوي المداري له في الوقت المرجعي $t = 0$، مقيسة من نقطة العقدة الصاعدة ($0° \leq \omega_i < 360°$).

3.1 خصائص الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة

جرى اختيار البارامترات لمحطات الخدمة الثابتة بما يتسق مع ما هو وارد منها في التوصية ITU-R F.758 وهي مدرجة في الجدول 3.

الجدول 3

متوسط بارامترات الخدمة الثابتة الرقمية من نقطة إلى نقطة

متوسط طول المسير	29,45 كيلومتراً
متوسط القدرة المشعة المكافئة المتناحية	dBW 29,5
متوسط كسب الهوائي	dBi 25 التوصية ITU-R F.1245-1
عرض الحزمة عند 3 dB	9,1 درجة
متوسط ارتفاع الهوائي	50,3 م
زاوية الارتفاع	0 درجة
تردد مركز الموجة الحاملة	MHz 2 491
عرض نطاق الموجة الحاملة	MHz 14
حرارة ضوضاء النظام	K 438
خسارة خط التغذية	dB 4

وجرى افتراض أن الأرض أسفل المسير من نقطة إلى نقطة هي سطح مستو. ويمتثل الانتشار على طول مسير الخدمة الثابتة للتوصيتين ITU-R P.525 وITU-R P.530 مع امتثال انتشار التداخل للتوصية ITU-R P.452.

2 تحديد مستويات تداخل أنظمة الخدمة الثابتة

1.2 محاكاة تداخل الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة

أُجريت عمليات محاكاة حاسوبية، على النحو المعروض في المرفق أدناه، باستخدام برمجية تجارية لتقييم التداخل المحتمل من مركب الوصلات الهابطة لنظامي RDSS وMSS في وصلات الخدمة الثابتة باستخدام البارامترات المعطاة في الجدول 3 أعلاه. وبارامترات MSS المستخدمة هي البارامترات المدرجة في الجدول 1 أما بارامترات RDSS فهي الواردة في الجدول 2. وتم اختيار هوائيات المركبة الفضائية وقدرات الخرج بحيث تكون كثافات تدفق القدرة (pfds) المنتجة عند سطح الأرض متطابقة مع مستويات pfd لإطلاق التنسيق المعطاة في التذييل **5** من لوائح الراديو. وكانت مواقع محطات الخدمة الثابتة المختارة لعمليات المحاكاة في نيجيريا. وأدرجت المحاكاة تأثيرات مناخ الإقليم والخبو الناجم عن تعدد المسيرات.

وضُبطت كل مركبة فضائية لخدمة MSS بحيث تنتج pfd وصلة هابطة في نطاق التردد 483,5-2 500-2 MHz بمقدار −124,5 dBW/m² MHz. وبصورة مناظرة فإن قدرة كل مركبة فضائية قد ضُبطت لإنتاج pfd بقيمة −128 dBW/m² MHz.

وحُسب التداخل عند كل زيادة زمنية قدرها 20 ثانية لمدة 10 أيام. وكان الفاصل الزمني بين تكرار المسارات الأرضية لنظامي Galileo RDSS وHIBLEO-4/HIBLEO-X هي 10 أيام ويومين على التوالي. وهكذا فقد اشتملت محاكاة الفترة على أعداد صحيحة لعمليات تكرار المسارات الأرضية لكلا النظامين الساتليين. وتم تنفيذ تحليل التداخل على أساس الانحطاط الجزئي للأداء لوصلة الخدمة الثابتة.

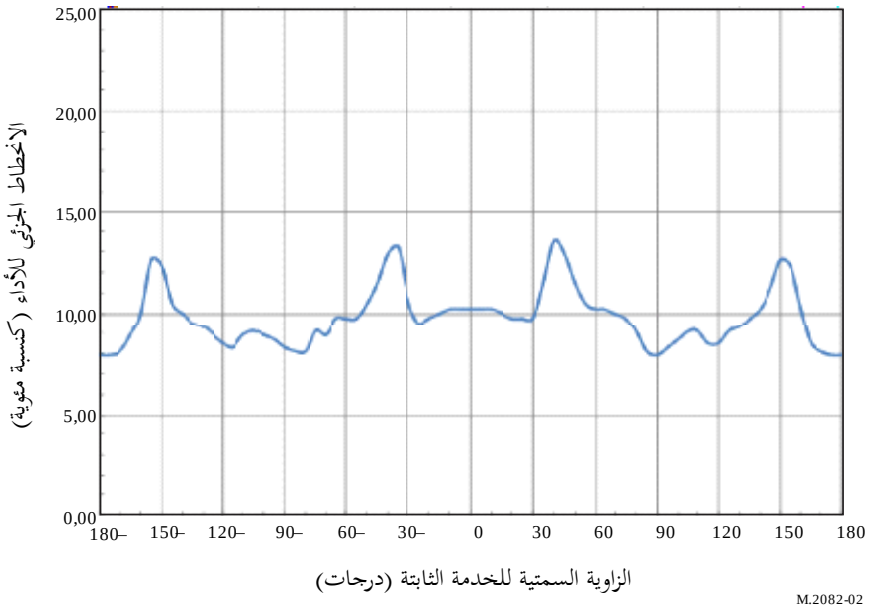
مرفق
للملحق 2

نتائج المحاكاة

تعرض الأشكال من 2 إلى 5 ضمناً نتائج عمليات المحاكاة الحاسوبية. وعلى نحو ما جرت مناقشته آنفاً كان وقت المحاكاة المستخدم كافياً لكل كوكبات النظامين الساتليين المسببين للتداخل مع نظام الخدمة الثابتة. وجرى تحديد التداخل اللاحق بوصلة الخدمة الثابتة بفواصل سمتية قدرها 5 درجات. كما تم تحديد الانحطاط الجزئي للأداء على أساس متوسط رياضي بدلاً من متوسط للقيم اللوغاريتمية.

الشكل 2

النسبة المئوية للانحطاط الجزئي للأداء في محاكاة وصلات الخدمة الثابتة في نيجيريا الناجمة عن التداخل من الإرسالات المركبة لنظامي RDSS وMSS

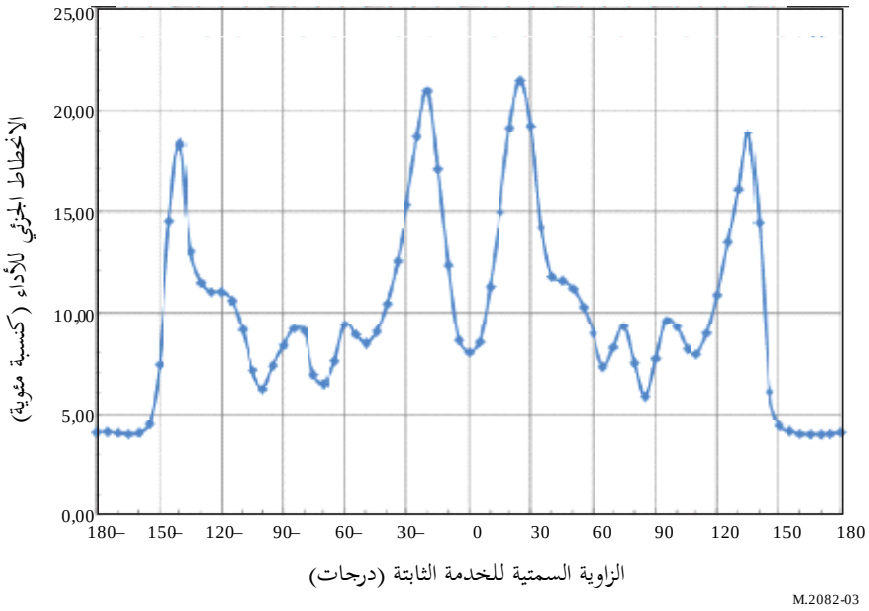


يقل الانحطاط الجزئي للأداء لهذه الوصلة في نيجيريا عن 14% وهو أخفض بكثير من القيمة المقبولة البالغة 25% للوصلات ضمن نطاق التردد 483 2-500 2 MHz.

ويعرض الشكل 3 نتائج المحاكاة الحاسوبية لوصلة في السنغال. والانحطاط الجزئي للأداء لهذه الوصلة هو على الدوام أقل من 22% ضمن نطاق التردد 483 2-500 2 MHz.

الشكل 3

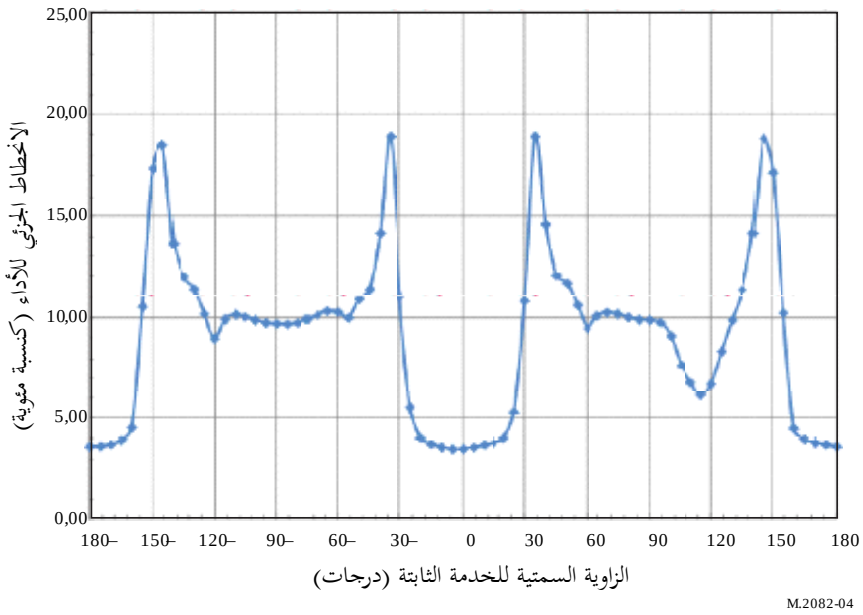
النسبة المئوية للانحطاط الجزئي للأداء في محاكاة وصلات الخدمة الثابتة في السنغال الناجمة عن التداخل من الإرسالات المركبة لنظامي RDSS وMSS



ويعرض الشكل 4 نتائج المحاكاة الحاسوبية لوصلة في كينيا. والانحطاط الجزئي للأداء لهذه الوصلة هو على الدوام أقل من 19% ضمن نطاق التردد 483 2-500 2 MHz.

الشكل 4

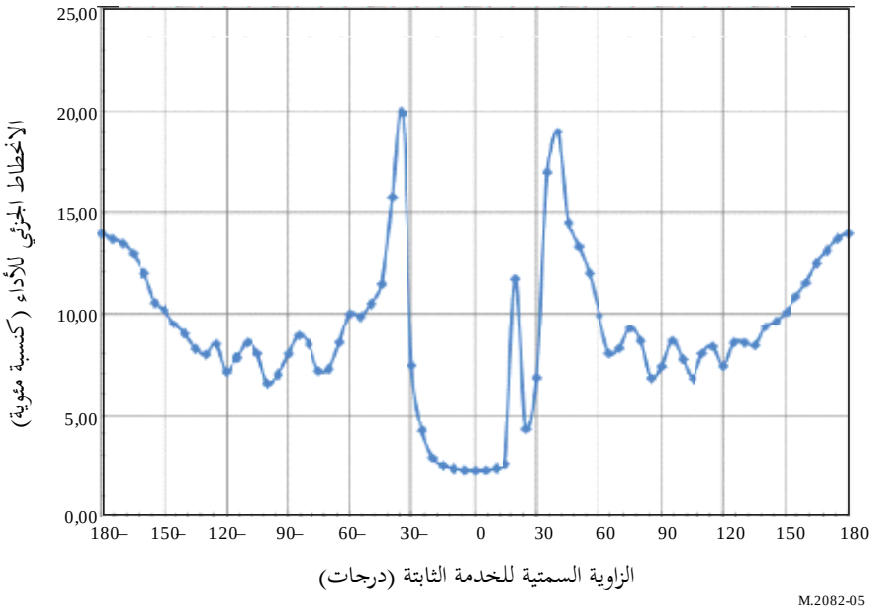
النسبة المئوية للانحطاط الجزئي للأداء في محاكاة وصلات الخدمة الثابتة في كينيا الناجمة عن التداخل من الإرسالات المركبة لنظامي RDSS وMSS



ويعرض الشكل 5 نتائج المحاكاة الحاسوبية لوصلة في جنوب إفريقيا. والانحطاط الجزئي للأداء لهذه الوصلة هو على الدوام أقل من 21% ضمن نطاق التردد 483,5 2-500 2 MHz.

الشكل 5

النسبة المئوية للانحطاط الجزئي للأداء في محاكاة وصلات الخدمة الثابتة في جنوب إفريقيا الناجمة عن التداخل من الإرسالات المركبة لنظامي RDSS وMSS

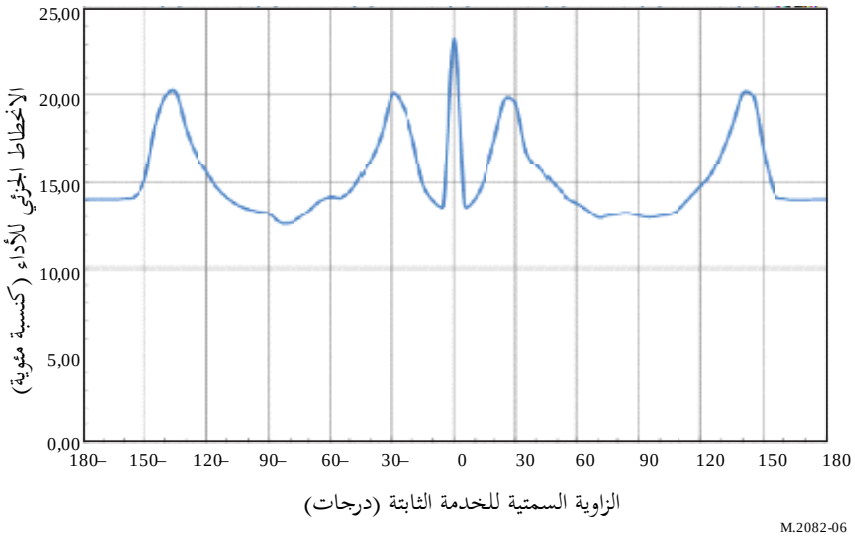


تأثيرات ارتفاع هوائي الخدمة الثابتة

أُجريت مجموعة ثانية من عمليات المحاكاة شملت التأثيرات الناجمة عن وجود زاوية ارتفاع للهوائي قدرها 0,5 درجة. وأُعيدت عمليات المحاكاة المنفذة للقسم السابق باستخدام زاوية ارتفاع لهوائي الاستقبال بمقدار 0,5 درجة. وتُعرض نتائج عمليات المحاكاة هذه في الأشكال من 6 إلى 9 ضمناً.

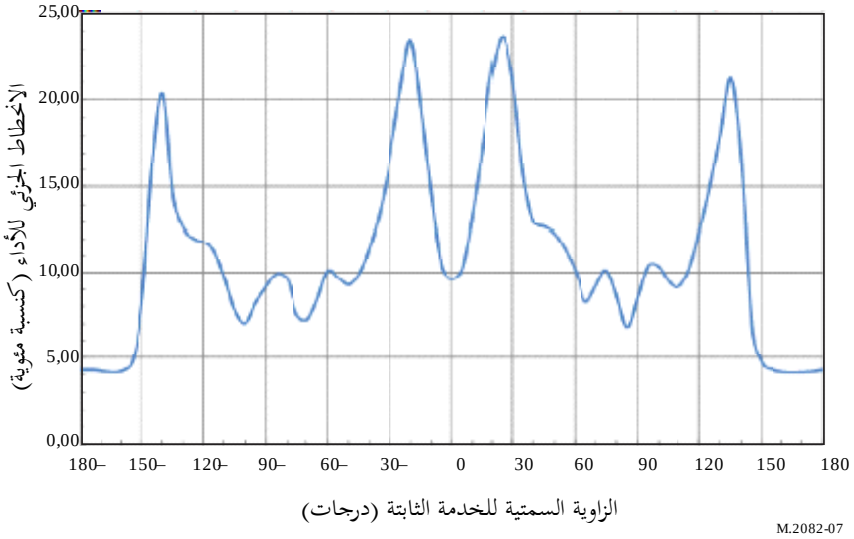
الشكل 6

النسبة المئوية للانحطاط الجزئي للأداء في محاكاة وصلات الخدمة الثابتة في نيجيريا الناجمة عن التداخل من الإرسالات المركبة لنظامي RDSS وMSS
زاوية ارتفاع هوائي استقبال الخدمة الثابتة = 0,5 درجة



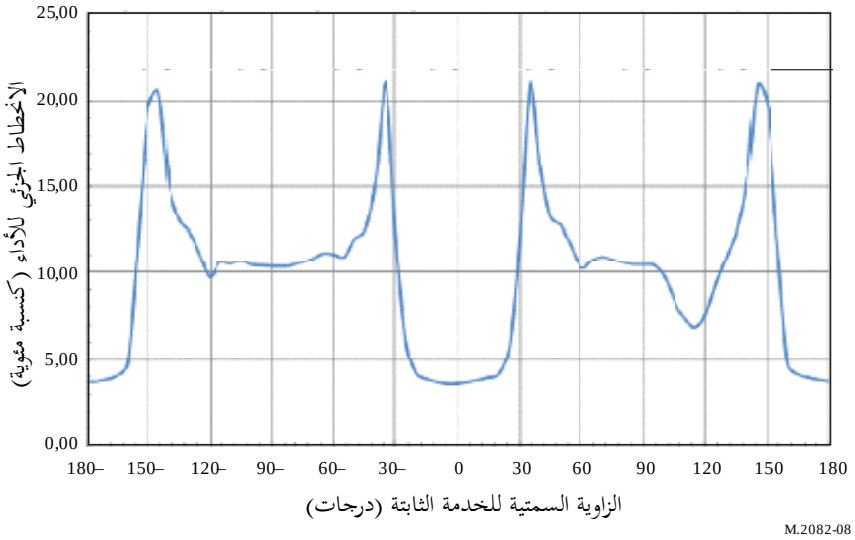
الشكل 7

النسبة المئوية للانحطاط الجزئي للأداء في محاكاة وصلات الخدمة الثابتة في السنغال الناجمة عن التداخل من الإرسالات المركبة لنظامي RDSS وMSS
زاوية ارتفاع هوائي استقبال الخدمة الثابتة = 0,5 درجة



الشكل 8

النسبة المئوية للانحطاط الجزئي للأداء في محاكاة وصلات الخدمة الثابتة في كينيا الناجمة عن التداخل من الإرسالات المركبة لنظامي RDSS وMSS
زاوية ارتفاع هوائي استقبال الخدمة الثابتة = 0,5 درجة



الشكل 9

النسبة المئوية للانحطاط الجزئي للأداء في محاكاة وصلات الخدمة الثابتة في جنوب إفريقيا الناجمة عن التداخل من الإرسالات المركبة لنظامي RDSS وMSS
زاوية ارتفاع هوائي استقبال الخدمة الثابتة = 0,5 درجة