|  |  |
| --- | --- |
| **المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-15)**  **جنيف، 27-2 نوفمبر 2015** |  |
| **الاتحــــاد الـدولــــي للاتصــــالات** |  |
|  |  |
| الجلسة العامة | الإضافة 2 للوثيقة 4 (Add.1)-A |
|  | 29 أكتوبر 2015 |
|  | الأصل: بالإنكليزية |
|  |  |
| مدير مكتب الاتصالات الراديوية | |
| تقرير ال‍مدير عن أنشطة قطاع الاتصالات الراديوية | |
| ال‍جـزء 1  أنشطة قطاع الاتصالات الراديوية في الفترة بين ال‍مؤت‍مرين WRC‑12 وWRC‑15 | |

معلومات إضافية متعلقة بالجزء 1 من تقرير المدير

# تقرير مرحلي بشأن تطوير أدوات برمجيات لتحديد مطابقة الشبكات الساتلية الثابتة العاملة في المدار الساتلي غير المستقر بالنسبة إلى الأرض لحدود كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) الواردة في المادة 22 من لوائح الراديو طبقاً للتوصية ITU‑R S.1503‑2

# 1 مقدمة

القسم 5.3.2.2 من الإضافة 1 للوثيقة CMR15/4 (الجزء 1 بشأن أنشطة قطاع الاتصالات الراديوية في الفترة بين ال‍مؤت‍مرين WRC‑12 وWRC‑15)، يتضمن معلومات عن تنفيذ القرار 85 (WRC‑03) (تطبيق المادة 22 من لوائح الراديو على حماية شبكات الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الإذاعية الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض من أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض).

وتقدم هذه الإضافة معلومات أخرى مفصلة مع بيان عن حالة تطوير أدوات برمجيات للتحقق من الكثافة epfd لتحليل أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض طبقاً للتوصية ITU-R S.1503-2.

# 2 ملخص التقدم المحرز

قامت شركتان مختلفتان بتطوير نسختين من محرك الكثافة EPFD ينفذان التوصية ITU-R S.1503-2 بما في ذلك سمات إضافية في هذا التحديث مثل تحسين هندسة الحالة الأسوأ، والاندماج ضمن بيئة برمجيات مكتب الاتصالات الراديوية، خاصة النفاذ إلى معلومات التذييل 4 لشبكات الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومعالجتها مباشرة من قاعدة بيانات خدمة الأبحاث الفضائية للاتحاد مع قناعي الكثافة PFD والقدرة EIRP.

وتجري شركتا البرمجيات حالياً الاختبارات مع مجموعة من سيناريوهات الاختبار تتضمن أنظمة مرجعية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض طورت وفحصت أثناء التحقق من برمجية التوصية ITU-R S.1503-1 إضافة إلى حالات اختبار جديدة اشتقت من أنظمة ساتلية حقيقية. وتسير الاختبارات على نحو مرض وبانسجام مناسب بين أدوات البرمجيات بالنسبة لحالات الاختبار المنفذة حتى الآن. وتقوم المرحلة الحالية من الاختبارات على مجموعة من ست حالات محددة (انظر الجدول 1 بالفقرة 3 أدناه) تغطي مجموعة من أنواع الكوكبات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض استلمها المكتب وترمي إلى تحديد مواقع المحطات الأرضية.

وعلى الرغم من طول أوقات تشغيل بعض الكوكبات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض الأكبر، تسنى للبرمجية إدارة هذه الأنظمة وعملت بنجاح.

ومن المخطط تقديم نسخة اختبار من برمجية التحقق من الكثافة EPFD إلى مكتب الاتصالات الراديوية بالاتحاد في 1 ديسمبر 2015 ونسخة الإنتاج في 1 مايو 2016.

# 3 نطاق العمل المحدد فيما يتعلق بتطوير برمجية التحقق من الكثافة EPFD

تم تطوير نسختين من محرك الكثافة EPFD طبقاً للعقود الأصلية المبرمة في 2010 من جانب شركتي Transfinite Ltd وAgenium، استناداً إلى التوصية ITU-R S.1503.

وخضعت التوصية فيما بعد للتحديث بتغييرات حددت في الوثائق التالية:

• الوثيقة WP 4A / 95-E، 12 سبتمبر 2012

• الوثيقة WP 4A / 229-E، 26 أبريل 2012

• الوثيقة WP 4A / 327-E، 26 سبتمبر 2013

وتمثلت التغييرات الرئيسية (باستثناء التغييرات الصياغية والهيكلية) بين التوصيتين ITU-R S.1503-1 وITU-R S.1503-2 فيما يلي:

تحديثات قراءة البيانات

• قراءة معلمات إضافية من قاعدة بيانات خدمة الأبحاث الفضائية (SRS)

• عملية لضمان التناسق لتحويل حقول قاعدة بيانات الخدمة SRS إلى معلمات مدارية

• تأكيد لقراءة نسق جديد من قناعي الكثافة PFD والقدرة EIRP

• تأكيد لقراءة مواقع محطات أرضية محددة من قاعدة بيانات الخدمة SRS

تحديثات على محركات الحساب

• إدخال إمكانية لإدراج أقنعة مختلفة للقدرة EIRP للمحطات الأرضية حسب خطوط العرض

• إدخال إمكانية لإدراج قناع مختلف للقدرة EIRP للساتل حسب خطوط العرض

• إدخال إمكانية لإدراج قناع مختلف للكثافة PFD/القدرة EIRP بين السواتل

• إدخال إمكانية لمعالجة حسابات عروض نطاقات أقنعة الكثافة PFD/القدرة EIRP

• إدخال إمكانية لاستعمال محطة أرضية محددة

• تحديث خوارزمية نشر المحطات الأرضية طبقاً للكثافة

• تحديث خوارزمية إدراج اختيار ساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض من أجل الكثافة EPFD (صاعدة)

• تحديث نموذج مدار من أجل الشبكات الاستوائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

• تحديد استبانة لحساب ألفا

• تحديث حساب الخطوة الزمنية

• تحسين حساب مدة التشغيل

هندسة الحالة الأسوأ (WCG)

هندسة الحالة الأسوأ هي موقع المحطة الأرضية المستقرة بالنسبة إلى الأرض والساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض الذي يشير التحليل إلى أن من شأنه التسبب في أعلى قيم لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) الوحيدة المصدر مقابل مدخلات محددة.

• خوارزمية WCGA (هابطة) جديدة

• خوارزمية WCGA (صاعدة) جديدة

• خوارزمية WCGA (بين السواتل) جديدة

ارتبط التغيير الأكثر أهمية فيما يتعلق بالتعقيد بهندسة الحالة الأسوأ (WCG).

ولمواجهة هذه التغييرات أجريت الاختبارات على مرحلتين، اختبارات داخلية تضمنت إجراء اختبارات فردية لكل تغيير منفذ واختبارات خارجية تُجرى بين برمجيتي الكثافة EPFD لضمان الحصول على نتائج متشابهة على أساس حالات الاختبار التالية:

الجدول 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| النمط | شكل المدار | استوائي | متكرر | مواقع المحطات الأرضية | حالة الاختبار المعتمد عليها |
| A | دائري | لا | نعم | نمطية (حسب الكثافة) | Skybridge |
| B | دائري | لا | لا | نمطية (حسب الكثافة) | Boeing |
| C | دائري | نعم | غير محدد | نمطية (حسب الكثافة) | O3b |
| D | إهليلجي | لا | لا | نمطية (حسب الكثافة) | USCSID |
| E | إهليلجي | لا | نعم | نمطية (حسب الكثافة) | (مستحدثة) |
| F | قطبي بتغطية محدودة | لا | نعم | محددة (الموقع الفعلي) | CANPOL |

تعاقد المكتب مع شركتي Transfinite Ltd وAgenium لتحديث برمجية التحقق من الكثافة EPFD طبقاً للتوصية ITU‑R S.1503-2.

# 4 تقرير مرحلي بشأن تنفيذ التوصية ITU‑R S.1503-2

## 1.4 تحديثات عامة

نفذت السمات التالية في البرمجية:

• إمكانية تغير قناع الكثافة PFD/القدرة EIRP بين السواتل

• إمكانية تغير أقنعة القدرة EIRP للمحطات الساتلية/الأرضية حسب خطوط العرض

• استعمال خوارزمية جديدة لنشر المحطات الأرضية طبقاً للكثافة

• التعامل مع المدارات الاستوائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

• التعامل مع المدارات الإهليلجية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

• تغيير في عمليات حساب الخطوة الزمنية/مدة التشغيل

• خوارزميات جديدة لهندسة الحالة الأسوأ

• استخلاص معلومات/أقنعة الكثافة PFD/القدرة EIRP من قاعدة بيانات الخدمة SRS.

وعند تنفيذ هذه التغييرات أوليت عناية خاصة للتأكد من أن الشفرة تعمل بأقصى قدر ممكن من الكفاءة مع استعمال حواسيب حديثة ذات وحدات معالجة متعددة. وكان هذا الأمر حرجاً نظراً لعمليات الحوسبة الكثيفة في خوارزمية هندسة الحالة الأسوأ وأثرها على مدة تشغيل البرمجية.

ولا تزال بعض السمات في حاجة إلى مزيد من التطوير والاختبار:

• إمكانية معالجة حسابات عروض نطاق أقنعة الكثافة PFD/القدرة EIRP

• إمكانية استعمال محطة أرضية محددة.

## 2.4 الاختبارات الداخلية

تغييرات نموذج المدار

تم التحقق من تغييرات البرمجية إزاء حالة اختبار مرجعية وتبين اتساقها بشكل رائع.

التغيير في حسابات الخطوة الزمنية/مدة التشغيل

أدت التغييرات المدخلة في التوصية ITU‑R S.1503-2 في كثير من الأحوال إلى زيادة كبيرة في عدد الخطوات الزمنية التي يتعين إجراؤها لكل تشغيل EPFD، مع تأثير أساسي على المدة اللازمة لاستكمال كل تشغيل.

تحديث هندسة الحالة الأسوأ

من التغييرات الرئيسية على الخوارزمية الواردة في التوصية ITU‑R S.1503، حساب هندسة الحالة الأسوأ. وقد تبين أن خوارزمية هندسة الحالة الأسوأ الجديدة الموجودة في الصيغة 2 أقوى كثيراً من الموجودة في الصيغة 1 وتعرف نظريات هندسية بديلة من أجل تحديد مواقع المحطة (المحطات) الساتلية والأرضية المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وأدى ذلك إلى إحصاءات للكثافة epfd تتسم بنسب مئوية أعلى من الزمن في بعض الحالات لمستوى معين للكثافة epfd، وهو ما يشير إلى أن الخوارزمية المعدلة تعمل بفعالية.

نسق القناع

أجري اختبار للتأكد من إمكانية معالجة البرمجية لكوكبات الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي تستعمل أقنعة متعددة للكثافة PFD وأقنعة تتغير حسب خطوط العرض.

## 3.4 الاختبارات الخارجية

تغييرات نموذج المدار

تم التحقق من تغييرات البرمجية بمجموعة من الاختبارات. وتظهر النتائج اتفاق هائل في كثير من الحالات مع دلتا بأكثر من 1e-5.

التغيير في حسابات الخطوة الزمنية/مدة التشغيل

تمت مقارنة الخطوة الزمنية وأعداد الخطوات الزمنية وتبين وجود اتفاق هائل بين البرمجيتين.

نشر المحطات الأرضية

تمت مقارنة مواقع المحطات الأرضية بالنسبة لسيناريوهات (الوصلة الصاعدة) لسيناريوهات الاختبار ذات الصلة (لاحظ أن الحالة USCSID لا تولد عمليات تشغيل صاعدة). وقد كان هناك اتفاق هائل.

تحديث هندسة الحالة الأسوأ

لاستكمال الاختبارات في مدة معقولة، استعملت خطوة ثابتة لخطوط العرض مقدارها درجة واحدة عند إجراء هذه الاختبارات. وتظهر النتائج اتفاقاً جيداً بين مختلف حالات الاختبار. والعمل جار لتسريع حسابات هندسة الحالة الأسوأ.

لا يزال النمطان E وF (انظر الجدول 1 أعلاه) في حاجة إلى اختبارهما بشكل كامل.

عمليات الحساب الكاملة

كان هناك اتفاق مع المستوى المطلوب البالغ dB 0,1 بالنسبة لحالات الاختبار A وB وC. واستمر التحليل مع حالات الاختبار D وE وF وينبغي الانتهاء منه في أوائل عام 2016.

## 4.4 تحديث النسق XML من أجل تقديم بيانات قناع الكثافة PFD/القدرة EIRP

يلزم بالضرورة، حسبما يشترط في التذييل 4، وجود ثلاثة أقنعة لوصف نظام غير مستقر بالنسبة إلى الأرض وفحصه طبقاً للمادة 22 والتذييل 5 من لوائح الراديو: قناع لكثافة تدفق القدرة للوصلة الهابطة (14.A.ج) وقناع للقدرة المشعة المكافئة المتناحية للوصلة الصاعدة (14.A.ب) والوصلة بين السواتل (14.A.أ).

وبعد تحديث للتوصية ITU-R S.1503-2، قام المكتب بتحديث النسق XML لكي يستخدم في تقديم بيانات الأقنعة بالنسق XML. ويرد التعريف التفصيلي لهذه الأقنعة ووصف تكوينها ومنهجية حسابها في التوصية ITU-R S.1503-2.

ويرد وصف النسق XML مع أمثلة في هذا الموقع:

<http://www.itu.int/ITU-R/go/space-mask-XMLfile/en>

ويتمثل التغيير الأساسي في إدخال عنصر خط العرض في أقنعة القدرة EIRP.

# 5 مسائل لا تزال قيد البحث

## 1.5 زمن الحساب

بالنسبة للمحطات الأرضية الضخمة ذات الهوائيات التي يزيد قطرها عن m 5، قد يتجاوز زمن الحساب عدة أيام. ولما كان ينبغي إجراء الفحص بموجب المادة 22 لجميع أقطار الهوائيات، فقد يصل زمن الحساب الإجمالي لأسبوع.

وإذا ما نظرنا في التبليغات المقدمة مؤخراً لأنظمة ساتلية في الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي تضم عدد كبير من السواتل يصل إلى عدة آلاف، فإن زمن الحساب سيزيد زيادة كبيرة جداً.

ولا يزال مطورو البرمجيات يبحثون في استمثال خوارزميات من أجل تقليص زمن الحساب.

وتعتبر قدرة المعالجة عاملاً هاماً هي الأخرى حيث يدرس المكتب تدبير مخدمات أقوى أو استعمال الحوسبة السحابية.

وهناك نهج لتقليص زمن حساب الكثافة EPFD بشكل كبير يتمثل في إمكانية النظر في حماية المحطات الأرضية الضخمة ذات الهوائيات التي يزيد قطرها عن m 5 خلال مرحلة تنسيق هذه المحطات عند معرفة موقعها بالتحديد.

## 2.5 البيانات المدخلة اللازمة للتحقق من الكثافة EPFD

إبان استعراض التبليغات المقدمة من الإدارات بخصوص أنظمة ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض للخدمة الثابتة الساتلية، لاحظ المكتب أنه في كثير من الحالات كانت معلومات التذييل 4 اللازمة لاستكمال فحص الكثافة EPFD غير مكتملة.

ويعرض الجدول أدناه قائمة بالعناصر التي لم تقدم أو حددت بشكل غير سليم:

الجدول 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| بند بيانات التذييل 4 | الوصف | التعليق |
| .4.Aب.6.أ  .4.Aب.6.أ.1  .4.Aب.6.أ.2  .4.Aب.6.أ.3 | العدد الأقصى من السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي ترسل على ترددات متراكبة نحو موقع معين:  - بداية مدى خطوط العرض المصاحبة  - نهاية مدى خطوط العرض المصاحبة | معلومات يمكن أن تقدم في جدول منفصل. ينبغي تناول جميع مديات خطوط العرض (من 90- إلى 90). |
| .4.Aب.7.ب | متوسط عدد المحطات الأرضية المصاحبة العاملة على ترددات متراكبة في كل كيلومتر مربع داخل خلية ما | عند تقديمه، يحدد غالباً بعدد صحيح، وهو ما لا ينبغي أن يحدث في العادة.  أنظر القسم 5.2.5 من التوصية ITU‑R S.1503-2 بشأن التوجيهات المتعلقة بالتعاريف. |
| .4.Aب.7.ج | المسافة المتوسطة بين الخلايا المشتركة في التردد، بالكيلومترات | أنظر القسم 5.2.5 من التوصية ITU‑R S.1503-2 بشأن التوجيهات المتعلقة بالتعاريف. |
| .4.Aب.7.د1. | عَلم يبين نوع المنطقة: ما إذا كانت زاوية منطقة الاستبعاد هي الزاوية ألفا [Y] أو الزاوية X [N] | ينطوي وصف التذييل 4 على أنه ربما تكون هناك طريقة أخرى لتحديد منطقة الاستبعاد. ومع ذلك لا تتضمن التوصية ITU‑R S.1503-2 أي منهجية لتنفيذ طرائق أخرى. وبالتالي، يقترح أن تستعمل قيمه مقدارها 0 للزاوية ألفا/X. |
| .4.Aب.7.د2. | عرض منطقة الاستبعاد بالدرجات | انظر .4.Aب.7.د1.. |
| 14.A.أ | قناع (أقنعة) القدرة المشعة المكافئة المتناحية للمحطة الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض | مطلوب لحزم الإرسال. |
| .14.Aب | قناع (أقنعة) القدرة المشعة المكافئة المتناحية للمحطة (المحطات) الأرضية | مطلوب للمحطات الأرضية داخل حزم الاستقبال. |
| .14.Aج | قناع كثافة تدفق القدرة (pfd) المتولدة من محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض | مطلوب للمحطات الأرضية داخل حزم الاستقبال. |
| .14.Aب.4 | أدنى زاوية ارتفاع تستطيع أي محطة أرضية مصاحبة أن ترسل عندها إلى ساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض | مطلوب للمحطات الأرضية داخل حزم الاستقبال. |
| .14.Aب.5 | أدنى زاوية فصل بين قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية المصاحبة، حيث تستطيع المحطة الأرضية المصاحبة أن ترسل عندها إلى ساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض | مطلوب للمحطات الأرضية داخل حزم الاستقبال. |

ينبغي تحديد جميع الحقول: أدنى زاوية ارتفاع وقد منطقة الاستبعاد مطلوبان بشكل خاص من أجل حساب كل من هندسة الحالة الأسوأ والكثافة EPFD، مع قيمة صفرية صالحة لكليهما. ويلاحظ أن زاوية الارتفاع هي أدنى زاوية يمكن أن تتحقق فيها اتصالات نشيطة بين ساتل ومحطة أرضية ضمن كوكبة سواتل في الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وتشتق عند المحطة الأرضية وعندما تكون الوصلتان الصاعدة والهابطة في نطاقات توجد لها حدود للكثافة EPFD في المادة 22، ينبغي أن تكون زاوية الارتفاع حينها واحدة بالنسبة للكثافة EPFD (هابطة) والكثافة EPFD (صاعدة).

## 3.5 الوثائق

خلال تطوير برمجية التحقق من الكثافة EPFD، حدد المطورون تغييرات أخرى قد يلزم إدخالها على التوصية ITU‑R S.1503-2. وهذه التغييرات توضيحات نمطية أو تتعلق بتحسينات في الداء والاتساق بين الخوارزمية المنفذة في أداة البرمجيات والخوارزمية الموصوفة في التوصية ITU‑R S.1503-2.



ويلاحظ أن تحديث التوصية إلى الصيغة التوصية ITU‑R BO.1443-3 من الصيغة 2 كان صياغياً في طابعه وليس له أدنى أثر على حساب الكثافة EPFD.

# 6 تاريخ التسليم المستهدف لبرمجية التحقق من الكثافة EPFD طبقاً للتوصية ITU‑R S.1503-2

|  |  |
| --- | --- |
| الوصف | تاريخ الانتهاء/التسليم |
| • تطوير نسخة جديدة من برمجية الكثافة EPFD استناداً إلى التوصية ITU-R S.1503-2  • تسليم نسخة الاختبار لمكتب الاتصالات الراديوية | 2015.11.06  2015.12.01 |
| • الاختبارات الداخلية للبرمجية  • الاختبارات الخارجية للبرمجية | 2015.11.31  2016.02.01 |
| • التقييم النهائي للبرمجية، بما في ذلك توثيق أي أوجه تناقض في التوصية ITU-R S.1503-2 وتسليم نسخة الإنتاج لمكتب الاتصالات الراديوية | 2016.04.01 |
| • إصدار البرمجية للإدارات | 2016.06.01 |

# 7 الخلاصة

يعتقد المكتب أن المعلومات الإضافية المقدمة في الوثيقة ستساعد في أعمال المؤتمر فيما يتعلق بالقرار 85 (WRC-15) والنظر في المسألة العامة الخاصة بتقاسم الترددات بين الأنظمة المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_