الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2030

(2012/12)

طريقة لتقييم التداخل النبضي من المصادر الراديوية ذات الصلة خلاف المصادر العاملة في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) على أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكاتها العاملة في نطاقات التردد MHz 1 215-1 164 و MHz 1 300-1 215 و MHz 1 610-1 559

السلسلة M

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

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

150 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 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 التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة**
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بعد
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، 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.2030

طريقة لتقييم التداخل النبضي من المصادر الراديوية ذات الصلة خلاف المصادر العاملة في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) على أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكاتها العاملة في نطاقات التردد 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz

(المسألتان ITU-R 217-2/4 وITU-R 288/4)

(2012)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية طريقة للاستعمال في التقييم الأولي لاحتمالات تسبب المصادر الراديوية ذات الصلة[1] خلاف المصادر العاملة في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) في تداخل نبضي[2] على أنظمة الملاحة الراديوية الساتلية أو شبكاتها العاملة في نطاقات التردد 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz. وتتألف طريقة التقييم من مجموعة من المعادلات وجدول بالمعلمات الموصى بها ونسب الانحطاط المسموح بها[3] لكل نطاق من نطاقات التردد ولكل نوع من مستقبلات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية. وعلى الرغم من أنه يمكن تطبيق معادلات طريقة التقييم على مستقبلات الخدمة RNSS في النطاق 559 1-610 1 MHz، فسيتعين إجراء مزيد من الدراسات لتحديد الجدول اللازم بالمعلمات الموصى بها للطريقة ونسب الانحطاط المسموح بها لنطاق التردد هذا قبل التحديد الكامل لطريقة التقييم للنطاق 559 1-610 1 MHz.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) وشبكاتها تقدم معلومات دقيقة في جميع أنحاء العالم للعديد من تطبيقات تحديد المواقع والملاحة والتوقيت، بما في ذلك جوانب السلامة لبعض النطاقات الترددية وفي إطار ظروف وتطبيقات معينة؛

ب) أن المرسلات الراديوية تبث عموماً مستوى لعمليات بث خارج النطاق تتوقف على الظروف التي تستعمل فيها؛

ج) أنه، على الرغم من أن التذييل 3 للوائح الراديو يحدد مستويات القدرة القصوى المسموح بها للبث الهامشي، فإنه يشير إلى أن هذه المستويات قد لا توفر في بعض الحالات حمايةً مناسبة لمحطات الاستقبال في الخدمات الفضائية، وأنه يمكن بحث تحديد مستويات أشد صرامة في كل حالة على حدة على ضوء الموقع الجغرافي للمحطات المعنية، وأن هذه المستويات قد لا يصلح تطبيقها على الأنظمة التي تستخدم تقنيات التشكيل الرقمية؛

د) أن النطاقات 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz و010 5-030 5 MHz موزعة على أساس أولي أو ثانوي لخدمات أخرى بالإضافة إلى الخدمات RNSS؛

---

[1] يشير مصطلح "ذات الصلة" إلى المصادر الراديوية التي ترسل نبضات RF أو تولد نبضات RF مكافئة عند مستقبل خدمة الملاحة الراديوية الساتلية بوسائل أخرى مثل استخدام حزمة هوائي للمسح، مثلاً.

[2] توفر التوصية ITU-R M.1318-1 طريقةً لتحليل مصادر التداخل المستمر.

[3] انظر الملحق 1، الفقرة 3 من أجل وصف نسبة الانحطاط والفقرة 4 لمزيد من المعلومات بشأن القيم المسموح بها لنسب الانحطاط.

هـ) أن البث الناجم عن الأنظمة والشبكات الأخرى للخدمة RNSS وعن خدمات ومصادر أخرى تعمل في النطاقات الموزعة للخدمة RNSS وكذلك البث غير المطلوب قد يسببان تداخلاً في أنظمة الخدمة RNSS أو في مستقبِلات شبكات RNSS ينبغي إدراجه في تقييم التداخل؛

و) أن هناك حاجة إلى مزيد من العمل من أجل التحديد الوافي لخصائص آثار التداخل على مستقبلات الخدمة RNSS من إرسالات مصادر نبضية RF تعمل في النطاقين 559 1-610 1 MHz و 010 5-030 5 MHz وبالقرب منهما،

وإذ تلاحظ

أ) أن عدة توصيات من توصيات القطاع ITU-R تقدم معطيات تقنية ومعايير حماية خاصة بتشغيل أنظمة الخدمة RNSS وشبكاتها؛

ب) أن التوصية ITU-R RS.1347 تقدم هي الأخرى منهجية لتقييم التداخل النبضي على مستقبل من مستقبلات الخدمة RNSS من رادارات ذات فتحة تركيبية مع نتائج اختبارات القياس في النطاق 215-1 300 1 MHz؛

ج) أن التقرير ITU-R M.2220 يوفر طريقةً لحساب بعض المعلمات التي تستعمل في هذه التوصية مشفوعةً بمواد وأمثلة داعمة،

وإذ تدرك

أن الرقم 5.4 من لوائح الراديو ينص على أنه "يجب أن يبتعد التردد المخصص لمحطة خدمة ما بُعداً كافياً عن حدّي النطاق الموزع لهذه الخدمة، حتى لا يسبب هذا التخصيص تداخلات ضارة للخدمات التي وزعت عليها النطاقات المجاورة، عندما يؤخذ بالحسبان نطاق الترددات المخصص لهذه المحطة"،

توصي

1 باستعمال الطريقة التحليلية الواردة في الملحق 1 بهذه التوصية لإجراء التقييم الأولي لاحتمال حدوث تداخل نبضي تسببه مصادر راديوية ذات صلة غير المصادر في الخدمة RNSS على أنظمة الخدمة RNSS أو شبكاتها العاملة في النطاقين 164 1-215 1 MHz أو215 1-300 1 MHz؛

2 بضرورة إجراء تحليل أكثر تفصيلاً إذا دلَّ تطبيق هذه الطريقة على وجود احتمال تداخل نبضي يخلّ بقدرة أنظمة الخدمة RNSS أو شبكاتها على القيام بوظائفها؛

3 بإجراء دراسات لوضع معلمات لإضافتها إلى الطريقة التحليلية لإجراء التقييم الأولي لاحتمال حدوث تداخل نبضي تسببه مصادر راديوية ذات صلة غير المصادر في الخدمة RNSS على أنظمة الخدمة RNSS أو شبكاتها العاملة في النطاق 559 1-610 1 MHz (انظر الملاحظة).

ملاحظة – يمكن تطبيق معادلات الطريقة التحليلية الواردة في الملحق 1 على النطاق 559 1-610 1 MHz.

الملحق 1

طريقة تحليلية لإجراء التقييم الأولي لاحتمال حدوث تداخل نبضي تسببه مصادر راديوية ذات صلة غير المصادر في الخدمة RNSS على أنظمة الخدمة RNSS أو شبكاتها العاملة في نطاقات التردد 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz

1 مقدمة

وضع في التوصية ITU-R M.1318-1 نموذج لتقييم التداخل المستمر[4] (RF) على مستقبلات الخدمة RNSS، بيد أن قطاع الاتصالات الراديوية أقرّ بضرورة معالجة التداخل RF النبضي. ويشتق هذا الملحق من المفاهيم الأساسية طريقة عامة لتقييم التداخل RF النبضي للاستخدام مع مستقبلات الخدمة RNSS. ويتضمن التقرير ITU-R M.2220 معلومات أساسية ومنهجية لحساب المعلمات المركبة للتداخل النبضي المستخدمة في تقييم التداخل. ويقدم القسم 2 أدناه بعض المعلومات الأساسية ويشرح معادلات الانحطاط بسبب التداخل RF لنوعين أساسيين من أنواع مستقبلات الخدمة RNSS. ويشرح القسم 3 كيف يمكن لمعادلات الانحطاط بسبب التداخل RF أن تستخدم في تقييم أثر التداخلات RF النبضية الإضافية. ويورد القسم 4 قائمةً بالمعلمات الأساسية الموصى بها لطريقة التداخل RF ونسب الانحطاط المسموح بها بالنسبة لتقييم التداخل RF النبضي.

2 خصائص تأثيرات التداخل RF النبضي على مستقبلات الملاحة RNSS

بينت الدراسات التي قامت بها منظمتان معنيتان[5] بمعايير الطيران أن أعلى مستويات التداخل RF النبضي التي تؤثر على مستقبلات الملاحة الجوية RNSS العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz في مستوى الطيران 200 (096 6 m فوق متوسط مستوى سطح البحر (MSL)) أو فوقه تحدث في عدد من المناطق المحددة محلياً حول العالم. وقد وضعت هذه الدراسات نموذجاً لطريقة عامة لمعالجة إشارة مستقبل الخدمة RNSS تستعمل في التخفيف من حدة التداخلات RF النبضية القوية، مع معادلة مصاحبة[6] للتعبير عن قدر الانحطاط في مقياس جودة الإشارة لما بعد وحدة الربط ($C/N_{0,EFF}$) لهذا المستقبل. ووضعت إحدى الدراسات[7] أيضاً معادلة الانحطاط المقارنة من أجل المستقبلات التقليدية التي لا تتضمن وسائل خاصة للتخفيف من حدة التداخل RF النبضي. وتتعامل المعادلتان مع التداخل RF المستمر الموجود إلى جانب التداخل RF النبضي. ولذا، فيمكن لهاتين المعادلتين أن تُفيدا في تحديد معايير الحماية من التداخل RF وكذلك في تحليل تأثيرات أي أشكال جديدة من التداخل RF النبضي أو المستمر خلاف حالة الخط الأساسي الأولية. ويشرح القسمان 1.2 و2.2 أدناه تفاصيل معادلتي الانحطاط بسبب التداخل RF.

1.2 طريقة حساب الكثافة الفعلية للضوضاء (الطمس النبضي للمستقبل)

هناك وسيلة فعالة للتخفيف من حدة التداخل RF النبضي القوي في، على سبيل المثال، مستقبل من مستقبلات الملاحة الجوية، تتمثل في وحدة الطمس النبضي. ومن سمات هذه الوحدة أن إشارات التداخل النبضي RF ذات مستويات قدرة الذروة

---

[4] يستخدم مصطلح التداخل المستمر هنا للدلالة على التداخل الناجم عن مصادر ذات قدرة ثابتة إلى حد ما تتواجد عموماً في جميع الأوقات. ويختلف بذلك عن التداخل النبضي الذي يتطلب تحليلاً على أساس مدة النبضة وقدرة الذروة ودورة التشغيل.

[5] RTCA ومقرها في الولايات المتحدة الأمريكية، وEUROCAE ومقرها في أوروبا.

[6] SC-159، "تقييم تداخل الترددات الراديوية ذي الصلة بنطاق التردد GNSS L5/E5A"، الوثيقة رقم RTCA/DO-292، واشنطن العاصمة، 29 يوليو 2004، القسم 3.2.6.2.

[7] الحاشية السابقة، التذييل D 2.2.

التي تقل عن عتبة هذه الوحدة تتجمع مع ضوضاء المستقبل والمكونات غير المطموسة من التداخل RF المستمر. والسمة الأخرى تتمثل في "تصفير" الإشارة والضوضاء تجاه وحدات الربط أثناء النبضات القوية ذات مستويات القدرة الأعلى من عتبة وحدة الطمس. وتقوم المعادلة المشروحة أدناه بتقدير قيمة للكثافة الفعلية للحد ضوضاء زائد (+) تداخل ($N_{0,EFF}$) عند خرج وحدات ربط الإشارات نتيجة لوحدة الطمس النبضي. والكثافة $N_{0,EFF}$ عامة الطابع ويمكن تطبيقها في كافة بيئات التداخل RF لأي مستقبل في الخدمة RNSS لأن متغيرات دخل المعادلة تقدر كمية بيئة التداخل RF مع تغيرها. وتحدد الكثافة $N_{0,EFF}$ كالتالي:

$$N_{0,EFF} = \frac{N_0}{(1 - PDC_B)}\left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I\right) \quad (1)$$

حيث:

$$R_I = \left(\frac{1}{N_0 \times BW}\right)\sum_{i=1}^{N} P_i \times dc_i \quad (2)$$

وفي المعادلتين أعلاه:

R_I: نسبة كثافة القدرة بعد وحدة الربط لمتوسط التداخل RF النبضي الإجمالي المتراكم تحت عتبة وحدة الطمس إلى الضوضاء الحرارية للمستقبل (نسبة بدون وحدات)

PDC_B: (دورة تشغيل النبضة لوحدة الطمس)، مجموع دورة التشغيل الخالصة لجميع النبضات التي تتجاوز عتبة وحدة الطمس (كسر بدون وحدات)

N_0: الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء الحرارية لنظام المستقبل RNSS بوحدات W/Hz (= kT_{sys})

$I_{0,WB}$: إجمالي الكثافة الطيفية المكافئة للتداخل RF المستمر عريض النطاق (W/Hz) من أجل التطبيق الخاص بالمستقبل RNSS[8]

BW: عرض النطاق RF/IF قبل وحدة الربط (Hz)

P_i: قدرة الذروة المستقبلة (W) للمصدر رقم i للنبضات بمستويات ذروة تحت عتبة وحدة الطمس

dc_i: دورة التشغيل (كسر بدون وحدات) للمصدر رقم i للنبضات بمستويات ذروة تحت عتبة وحدة الطمس

N: إجمالي عدد المشعّات التي تولد نبضات مستقبلة بمستويات ذروة دون عتبة وحدة الطمس.

وكما تحدد أعلاه، تجمع الكثافة $N_{0,EFF}$ جميع تأثيرات التداخل RF النبضي على كثافة الضوضاء الحرارية وكثافة التداخل RF المستمر عريض النطاق وخسارة الإشارة RNSS[9]. وتتعلق جميع معلمات الضوضاء والتداخل في المعادلتين (1) و(2) بمطاريف هوائيات منفعلة لأنظمة الاستقبال. ويلاحظ في المعادلة (1)، أنه بدون التداخل RF النبضي (أي R_I و$PDC_B = 0$)، فإن معادلة الكثافة $N_{0,EFF}$ تخفض إلى التعبير الأبسط الذي يستعمل في تحليلات التداخل RF المستمر على الخدمة RNSS + ($N_{0,EFF} = N_0$).

وتتألف معلمة التداخل RF النبضي المتراكم من مكونات من أنظمة الإرسال النبضي غير المتجانسة المنفصلة "a" و"b" و"c" كالتالي:

$$PDC_B = 1 - (1 - PDC_a)(1 - PDC_b)(1 - PDC_c) \quad (3)$$

حيث:

PDC_a: دورة تشغيل النبضة فوق عتبة وحدة الطمس للنبضات"a" للنظام (مثل معدات قياس المسافة/الملاحة الجوية القريبة (DMA/TACAN)؛

[8] انظر التقرير ITU-R M. 2220.لمزيد من التفاصيل بشأن هذه المعلمة.

[9] انظر التقرير ITU-R M.2220. لمزيد من التفاصيل بشأن الكثافة $N_{0,EFF}$

PDC_b: دورة تشغيل النبضة فوق عتبة وحدة الطمس للنبضات"b" للنظام (مثل نظام الاتصالات والملاحة وتعرف الهوية (CNI))؛

PDC_c: دورة تشغيل النبضة فوق عتبة وحدة الطمس للنبضات"c" للنظام (مثل خدمة الملاحة الراديوية للطيران/مراقبة الحركة الجوية.(ARNS/ATC)

ولكل مصدر فردي i، لنظام x، فإن دروة تشغيل النبضة فوق عتبة وحدة الطمس، $PDC_{x,i}$، تحسب بوجه عام من خلال:

$$PDC_{x,i} = (PW_{x,i} + \tau_{REC}) \cdot PRF_{x,i} \quad (3a)$$

حيث:

$PW_{x,i}$: العرض الفعلي للنبضة المستقبلة فوق عتبة وحدة الطمس (s)

τ_{REC}: زمن الاستعادة من الحمل الزائد للمستقبل(s)

$PRF_{x,i}$: معدل تكرار النبضات (Hz).

وتتألف معلمة التداخل RF النبضي المتراكم، R_I، من مكونات من أنظمة الإرسال النبضي غير المتجانسة المنفصلة "a" و"b" و"c" كالتالي:

$$R_I = R_a + R_b + R_c \quad (4)$$

حيث R_a و R_b و R_c هي نسبة الإشارة تحت عتبة الطمس إلى كثافة ضوضاء المستقبل للأنظمة "a" و"b" و"c" على التوالي.

وتحسب هذه النسب دون النظر إلى وجود أي نبضات أخرى تتداخل زمنياً من المصادر الفردية المختلفة للتداخل RF النبضي. ودورة التشغيل النبضي لأي مصدر فردي، j، لنظام، y، للنبضات المستقبلة تحت عتبة الطمس، dc_{yj}، تحدد كالتالي:

$$dc_{y,j} = PW_{y,j} \cdot PRF_{y,j} \quad (4a)$$

حيث يحدد الحد الأيمن للمعادلة على غرار المعادلة (3a) فيما عدا أنها تعتمد على خصائص النبضات تحت عتبة الطمس.

2.2 حساب الكثافة الفعلية للضوضاء (تشبع نبضي للمستقبل)

بعض المستقبلات RNSS العاملة في نطاقات الخدمة RNSS، في التطبيقات الأرضية مثلاً، قد لا تتعرض لكميات كبيرة من التداخلات RF1 النبضية داخل النطاق وفي النطاق المجاور، مثل مستقبلات الملاحة الجوية أو المستقبلات المماثلة. ولذا، قد لا تتضمن دارات للطمس النبضي كما هو موضح في الفقرة 1.2 أعلاه، ولكنها تتشبع سريعاً من نبضات التداخل RF من أي مصدر قريب. ومن شأن وجود التداخل RF النبضي أن يقلل من كمية التداخل RF المستمر التي يمكن لمستقبل RNSS أن يتحملها. ويمكن التقدير الكمي لتأثيرات التداخل RF النبضي والمستمر على السواء، بالنسبة إلى مستقبل RNSS بتحديد قيمة للكثافة الطيفية الفعلية لقدرة الضوضاء بعد وحدة الربط، $N_{0,EFF}$ ، كالتالي:

$$N_{0,EFF} = \frac{N_0 \cdot \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I\right)\left(1 + \frac{N_{LIM}{}^2 \cdot PDC_{LIM}}{(1 - PDC_{LIM})}\right)}{(1 - PDC_{LIM})} \quad (5)$$

حيث:

N_0: الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء الحرارية لنظام الاستقبال W/Hz (= kT_{SYS})

$I_{0,WB}$: الكثافة الطيفية الإجمالية لقدرة التداخل RF المستمر عريض النطاق المكافئة (W/Hz)

PDC_{LIM}: دورة التشغيل الجزئية المجمعة لنبضات التداخل RF المسببة للتشبع (بدون وحدات)

R_I: نسبة (بدون وحدات) كثافة قدرة التداخل RF النبضي المتراكم المتوسطة تحت مستوى التشبع إلى N_0؛

N_{LIM}: نسبة (بدون وحدات) مستوى التشبع في التحويل من تماثلي إلى رقمي(A/D) للمستقبل إلى فولطية ضوضاء σ 1 تتحدد من خلال التحكم الأوتوماتي في الكسب (AGC).

وتتعلق جميع الحدود الخاصة بالضوضاء والتداخل في المعادلة (5) بمطاريف الهوائيات المنفعلة لنظام الاستقبال. والمعلمة N_{LIM} عبارة عن معلمة من معلمات المستقبل تتحدد من خلال إجراء التحويل A/D. وبالنسبة لأبسط صورة للمستقبل RNSS ذي الحدود الصارمة (بوحدة تقدير كمي بمعدل "1–بتة")، فإن المعلمة N_{LIM} =1 ونظراً إلى أنه في هذه الحالة يتم تقييد المستقبل بالنسبة إلى الضوضاء، فإن المعلمة R_I للتداخل RF تكون عادةً صفراً. وفي الحالات الأكثر عمومية، تتعلق المعلمة R_I بمستوى التشبع في التحويل A/D للمستقبل وقدرة الذروة ودورة تشغيل النبضة لنبضات التداخل RF دون التشبع باستخدام نفس صيغة التحديد الواردة في المعادلة (2). وكما هو الحال في المعادلة (1)، يمثل الحدان PDC_{LIM} وR_I القيم الإجمالية لمصادر التداخل RF النبضي الضالعة. ويلاحظ أيضاً أنه في حالة عدم وجود تداخل RF نبضي، فإن معلمتي التداخل RF النبضي، PDC_{LIM} وR_I تساويان الصفر وتختصر المعادلة (5) إلى $N_{0,EFF} = N_0 + I_{0,WB}$ وهو تعريف شائع لتحليل التداخل RF المستمر.

ودورة تشغيل التشبع النبضي لمصدر فردي، $PDC_{LIM,j}$ التي تشكل دورة التشغيل المجمعة يتم تحديدها بنفس الطريقة المتبعة في المعادلة (3a) فيما عدا مستوى تشبع دخل المستقبل (يتم تقريبه بمستوى انضغاط دخل المستقبل الجدولي). ودورة التشغيل دون التشبع للمصدر الفردي تتحدد بنفس الطريقة المتبعة في المعادلة (4a).

وبمعرفة القيمة القصوى للكثافة $N_{0,EFF}$، ومجموعة معلمات التداخل RF النبضي، يمكن حل المعادلة (5) بالنسبة إلى الكثافة الطيفية الإجمالية المسموح بها للقدرة المستمرة عريضة النطاق لمكون تداخل خلاف الخاص بالخدمة RNSS.

3.2 قيود الاستعمال بالنسبة إلى معادلات الكثافة الطيفية الفعلية لقدرة الضوضاء ($N_{0,EFF}$)

بالنسبة إلى التداخل RF النبضي ذي قيم عرض النبضة التي تتراوح بين 0,1 و1 000/ميكروثانية، فإن معادلات تحديد الكثافة $N_{0,EFF}$ المشروحة في الفقرتين 1.2 و2.2 أعلاه أظهرت أنها تمثل بشكل جيد تأثير التداخل RF النبضي على المستقبلات RNSS العاملة بأسلوب تتبع الإشارة في النطاقين 1 164 215 MHz و1 215-1 300 MHz. وبالنسبة لبعض المستقبلات RNSS العاملة بأسلوب الاستحواذ على الإشارة، فإن المعادلات تمثل بشكل جيد أيضاً تأثير التداخل RF النبضي في نفس المدى من عرض النبضة طالما كانت دورات التشغيل النبضي ذات الصلة متوسطة.

وبالنسبة إلى بعض المستقبلات RNSS العاملة بأسلوب الاستحواذ على الإشارة مع زمن تكامل قصير (نحو 2-1 ms)، فإن المعادلات الواردة في الفقرتين 1.2 و2.2 قد لا تمثل بشكل جيد تأثير التداخل RF النبضي في نفس المدى من عرض النبضة عند دورات تشغيل نبضي عالية (بما في ذلك النطاق 1 559-1 610 MHz). لذا يتطلب الأمر المزيد من الدراسات لتحديد قيود الاستعمال بالنسبة إلى دورات التشغيل العالية وعروض النبضات الطويلة للتداخل والتحقق من تنبؤات المعادلات.

3 مفاهيم طريقة تقييم التداخل RF النبضي

يرد في الفقرة 2 أعلاه التأثير المركب للتداخل RF النبضي والمستمر على نوعين أساسيين من المستقبلات RNSS. ويُلمس هذا التأثير في صورة الكثافة $N_{0,EFF}$ للمستقبل RNSS. ويتسم التداخل RF المستقبل بثلاث معلمات خاصة بالمصدر RF تم شرحها أعلاه (معلمتا التداخل النبضي، PDC وR_I ومعلمة التداخل المستمرة ($I_{0,WB}/N_0$)). وكما أشير إليه في التعاريف أعلاه، فإن الحد $I_{0,WB}$ يستعمل لتمثيل إجمالي الكثافة الطيفية المكافئة لقدرة التداخل RFI المستمر عريض النطاق الموجودة عند هوائي الاستقبال RNSS. ولتدنية التعقيد الذي يلف تحليل التداخل RFI النبضي، يفترض أن الحد $I_{0,WB}$ قيمة ثابتة تمثل ظروف الخط الأساسي.

وبعض الخصائص التقنية للمستقبلات تدخل في هذا الأمر بصورة مباشرة وغير مباشرة على السواء (مثل الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء الحرارية لنظام المستقبل N_o). ويمكن تحديد تأثير التداخل RF النبضي المضاف على خط أساس محدد سلفاً بدلالة نسبة بين الكثافة $N_{0,EFF}$ مع إضافة المصدر الجديد $N_{0,EFF-New}$ وقيمة خط الأساس للكثافة $N_{0,EFF}$.

1.3 تداخل RF نبضي إضافي على مستقبل PRSS بطمس نبضي (الحالة 1)

يتم تحديد قيمة خط الأساس للكثافة $N_{0,EFF}$ (بافتراض وجود تداخل RF نبضي بقيمة غير صفرية) باستعمال المعادلتين (1) و(2) كالتالي:

$$N_{0,EFF} = \frac{N_0}{(1-PDC_B)}\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}+R_I\right) \text{ with } R_I = \left(\frac{1}{N_0 \times BW}\right)\sum_{i=1}^{N} P_i \times dc_i$$

ومع استعمال المعادلتين (3) و(4) فإن $(1-PDC_B)=(1-PDC_a)(1-PDC_b)(1-PDC_c)$ و $R_I = R_a + R_b + R_c$ من مجموعة مصادر التداخل النبضي الأساسية a وb وc.

فإذا أضيف مصدر تداخل نبضي إضافي (أو مجموعة مصادر)، Y، فإنه بالتمديد:

$$(1–PDC_{B+Y}) = (1–PDC_a)(1–PDC_b)(1–PDC_c)(1–PDC_Y) = (1–PDC_B)(1–PDC_Y) \text{ and}$$
$$R_{I+Y} = R_a + R_b + R_c + R_Y = R_I + R_Y$$

وكذلك بالتماثل،

$$N_{0,EFF+Y} = \frac{N_0}{(1-PDC_{B+Y})}\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}+R_{I+Y}\right)$$

ويمكن حساب الانحطاط بسبب التداخل RF نسبة إلى خط الأساس في شكل النسبة $N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF}$:

$$N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF} = \frac{(1-PDC_B)\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}+R_I+R_Y\right)}{(1-PDC_{B+Y})\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}+R_I\right)} = \frac{1}{(1-PDC_Y)}\left[1+\frac{R_Y}{\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}+R_I\right)}\right] \quad (6)$$

ويلاحظ أن المعلمتين PDC_Y وR_Y يتم تقديرهما باستعمال مستوى انضغاط دخل المستقبل RNSS كنقطة مرجعية للقدرة (الحد الأعلى من عتبة وحدة الطمس). ويستفاد في حساب دورة التشغيل للنبضات فوق عتبة وحدة الطمس (PDC_Y) من زمن الاستعادة من الحمل الزائد للمستقبل على النحو الموضح في المعادلة (3a).

2.3 تداخل RF نبضي إضافي على مستقبل تشبع RNSS (الحالة 2)

1.2.3 مستقبل التشبع RNSS –تداخل RF نبضي أساسي غير صفري (الحالة 2 أ).

في هذه الحالة الفرعية يفترض وجود التداخل RF النبضي في البيئة الأساسية (أي القيمة الأساسية للمعلمة PDC و/أو $R_I > 0$). فإذا أضيفت مجموعة المصادر Y من نبضات التشبع الإضافية، فإن المعلمتين المركبتين الجديدتين للتداخل RF النبضي على الخدمة RNSS، PDC_{LIM+Y} وR_{I+Y}، يمكن تحديدهما على غرار الحالة 1 كالتالي:

$$(1–PDC_{LIM+Y}) = (1–PDC_{LIM})(1–PDC_Y) \text{ and } R_{I+Y} = R_I + R_Y$$

حيث تمثل المعلمتان PDC_{LIM} وR_I معلمتي البيئة الأساسية للتداخل RF النبضي وتمثل المعلمتان PDC_Y وR_Y معلمتي مجموعة المصادر الإضافية للتداخل RF النبضي. وعلى غرار الحالة 1، تحدد نسبة الانحطاط بتمديد المعادلة (5) كالتالي:

$$N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF} = \frac{N_0\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}+R_{I+Y}\right)\left(1+\frac{N_{LIM}{}^2 PDC_{LIM+Y}}{(1-PDC_{LIM+Y})}\right)(1-PDC_{LIM})}{N_0\left(1+\frac{I_{0,BW}}{N_0}+R_I\right)\left(1+\frac{N_{LIM}{}^2 PDC_{LIM}}{(1-PDC_{LIM})}\right)(1-PDC_{LIM+Y})}$$

$$= \frac{1}{(1-PDC_Y)}\left[1+\frac{R_Y}{\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}+R_I\right)}\right]\left[1+\left(\frac{N_{LIM}^2 PDC_Y}{(1-PDC_Y)\left[1+PDC_{LIM}\left(N_{LIM}^2-1\right)\right]}\right)\right] \quad (7)$$

فإذا كان المستقبل RNSS إلى جانب ذلك من الطراز ذي التقييد الصارم $N_{LIM} = 1$ و$R_I = R_Y \cong 0$، فإن نسبة الانحطاط تبسط كالتالي:

$$N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF} = \frac{1}{(1-PDC_Y)^2} \quad (7a)$$

2.2.3 مستقبل التشبع RNSS – تداخل RF نبضي أساسي بقيمة صفرية (الحالة 2 ب)

بالنسبة للحالة الفرعية التي يفترض فيها عدم وجود تداخل RF نبضي في البيئة الأساسية (أي أن القيمة الأساسية للمعلمتين *PDC* و$R_I=0$) وبإضافة مجموعة المصادر Y من نبضات التشبع (معلمتا التداخل RF النبضي PDC_Y وR_Y)، تحدد نسبة الانحطاط كالتالي:

$$N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF} = \frac{N_0\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}+R_Y\right)\left(1+\frac{N_{LIM}{}^2\cdot PDC_Y}{(1-PDC_Y)}\right)}{N_0\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}\right)(1-PDC_Y)}$$

$$= \frac{1}{(1-PDC_Y)}\left[1+\frac{R_Y}{\left(1+\frac{I_{0,WB}}{N_0}\right)}\right]\left(1+\frac{N_{LIM}{}^2\cdot PDC_Y}{(1-PDC_Y)}\right) \quad (8)$$

فإذا كان المستقبل RNSS إلى جانب ذلك من الطراز ذي التقييد الصارم $N_{LIM} = 1$ و$R_I = R_Y \cong 0$، فإن نسبة الانحطاط تكون مماثلة لنظيرتها في المعادلة (7a)، أي:

$$N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF} = \frac{1}{(1-PDC_Y)^2}$$

4 نسب الانحطاط المسموح بها ومعلمات طريقة التقييم ذات الصلة

يدرج الجدول 1 معلمات الطريقة الأساسية ونسب الانحطاط المسموح بها [10] التي يتعين استعمالها بالنسبة للتقييم التمهيدي لاحتمال وقوع تداخل نبضي من مصادر راديوية ذات صلة خلاف العاملة في الخدمة RNSS على نظام أو شبكة RNSS العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz وأنواع المستقبلات RNSS الواردة في الجدول مأخوذة من التوصية ITU-R M.1905. فإذا أفضى تحليل مصدر تداخل نبضي إضافي قيمة لنسبة الانحطاط بوحدات dB ($10\log_{10}(N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF})$) بتجاوز نسبة الانحطاط

[10] نسبة الانحطاط المسموح بها هي الحد الأعلى لتأثير التداخل RF لمصادر نبضية جديدة مخططة ليست في الظروف الأساسية للتداخل RF وتتحدد هذه النسبة من مراعاة التداخل RF الإجمالي، بما في ذلك معلمات خط الأساس، التي يمكن للمستقبل تحملها مع الوفاء بالأداء المطلوب.

المسموح بها لمستقبل RNSS بالجدول 1، فقد يتطلب الأمر تحليلاً أكثر تفصيلاً لتحديد ما إذا كان التداخل النبضي الإضافي مقبولاً بالنسبة إلى المستقبل RNSS المتأثر. والمعلمتان الأساسيتان لطريقة تقييم التداخل RF النبضي المدرجة في الجدول *PDC* وR_1 ومعلمة التداخل النبضي المستمر $I_{0,WB}/N_0$ تستعمل في المعادلة المناسبة لنسبة الانحطاط (المعادلة 6، بالنسبة إلى المستقبلات RNSS المزودة بوحدات الطمس النبضي (N_{LIM} =0) أو المعادلات 7 أو 7a أو 8 بالنسبة إلى مستقبلات التشبع RNSS ($N_{LIM} \geq 1$)). ويمكن حساب المعلمات النبضية لمصدر التداخل RF الجديد (أو مجموعة المصادر) المستعملة في معادلات الانحطاط باستخدام الطريقة الموضحة في التقرير ITU-R M.2220.

الجدول 1

المعلمات الأساسية لطريقة تقييم التداخل RF النبضي ونسب الانحطاط المسموح بها للمستقبلات RNSS (فضاء – أرض) العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz*

نوع المستقبل	العدد N_{LIM} (بدون وحدات) (الملاحظة 4)	المعلمة *PDC* الأساسية (بدون وحدات)	المعلمة R_1 الأساسية (بدون وحدات)	نسبة المعلمة الأساسية $I_{0,WB}/N_0$ (بدون وحدات)	نسبة الانحطاط المسموح بها لمصادر نبضية (dB) (الملاحظتان 2 و3)
مستقبل رقم 1 للملاحة الجوية (نفاذ متعدد بتقسيم الشدة (CDMA)) (الملاحظتان 1 و5)	0	0,6527	0,9628	1,0551	0,1
مستقبل رقم 2 للملاحة الجوية (نفاذ متعدد بتقسيم التردد (FDMA)) (الملاحظتان 1 و5)	1	0,6527	0,9628	0,455	0,1
دقة عالية (CDMA) (الملاحظة 5)	2	0,0941	0	0,5012	0,2
دقة عالية (FDMA) (الملاحظة 5)	2	0,0941	0	0,5012	0,2

* لم تحدد بعد قيم المعلمات لأنواع المستقبلات RNSS؛ الأخرى. ويمكن استعمال معادلات نسب الانحطاط الواردة في الفقرة 3 من هذا الملحق للتنبؤ بالطابع العام لتأثير التداخل النبضي على المستقبلات RNSS التي لم تدرج معلمات خاصة بها.

الملاحظة 1 – المعلمات الأساسية المدرجة تخص حالة هامة بالولايات المتحدة عالية الارتفاع تشمل مصادر نبضية قائمة DME/TACAN وCN1 وARNS/ATC. وينطبق حد الانحطاط بالنسبة إلى التأثير الناجم عن مصدر نبضي جديد أو مجموعة مصادر نبضية جديدة من غير الطيران.

الملاحظة 2 – الإرسالات غير المطلوبة الصادرة عن مصادر مستمرة، والتي تنطبق عليها التوصية ITU-R M.1318-1 ، لن تؤثر على نسبة الانحطاط المسموح بها بالنسبة إلى المصادر النبضية.

الملاحظة 3 – نسبة الانحطاط المسموح بها بالنسبة إلى مصادر نبضية جديدة لا تقع ضمن ظروف التداخل RF الأساسي، تحتاج إلى مراعاة الأثر التراكمي على مستقبل RNSS من مصادر نبضية متعددة تشع في وقت واحد نحو المستقبل RNSS.

الملاحظة 4 – تبلغ قيمة NLIM بالنسبة إلى المستقبل المزود بالطمس النبضي صفراً.

الملاحظة 5 – استناداً إلى زمن قدرة 1 ميكرو ثانية للاستعادة من الحمل الزائد.

ويعرض الجدول 2 قائمةً مماثلة لنطاق 215 1-300 1 MHz وأنواع المستقبلات RNSS الواردة في الجدول مأخوذةً من التوصية ITU-R M 1902. وكما هو الحال في الجدول 1، فإن معلمتي التداخل RF النبضي للنموذج الأساسي، *PDC* وR_1 ومعلمة التداخل المستمرة $I_{0,WB}/N_0$ يتعين استعمالها في المعادلة المناسبة لنسبة الانحطاط (المعادلة 6 بالنسبة إلى المستقبلات RNSS ذات الطمس النبضي (N_{LIM} =0) ، أو المعادلات 7 أو 7a أو 8 بالنسبة إلى مستقبلات التشبع RNSS ($N_{LIM} \geq 1$)). ويقارن ناتج معادلة نسبة الانحطاط الفعلية بقيمة نسبة الانحطاط المسموح بها الواردة في الجدول 2.

الجدول 2

المعلمات الأساسية لطريقة تقييم التداخل RF النبضي ونسب الانحطاط المسموح بها للمستقبلات RNSS (فضاء – أرض) العاملة في النطاق 215 1-300 1 MHz*

نوع المستقبل	العدد N_{LIM} (بدون وحدات) (الملاحظة 1)	المعلمة PDC الأساسية (بدون وحدات) (الملاحظة 2)	المعلمة الأساسية R_I (بدون وحدات) (الملاحظة 2)	نسبة المعلمة الأساسية $I_{0,WB}/N_0$ (بدون وحدات)	نسبة الانحطاط المسموح بها لمصادر نبضية (dB) (الملاحظة 3)
SBAS مستقبل مرجعي أرضي[11]	1	0,0793 (الملاحظة 4)	0	0,3925	0,2
مستقبل شبه لا شفري عالي الدقة	2	0,0765 (الملاحظة 4)	0	0,3983	0,2
مستقبل للملاحة الجوية (نفاذ متعدد بتقسيم التردد (FDMA))	1	0,1327 (الملاحظة 4)	0	0,455	0,1
مستقبل للملاحة الجوية (نفاذ متعدد بتقسيم التردد (FDMA))	1	0,1723 (الملاحظة 5)	0	0,455	0,1

* لم تحدد بعد قيم المعلمات لأنواع المستقبلات RNSS؛ الأخرى. ويمكن استعمال معادلات نسب الانحطاط الواردة في الفقرة 3 من هذا الملحق للتنبؤ بالطابع العام لتأثير التداخل النبضي على المستقبلات RNSS التي لم تدرج معلمات خاصة بها.

الملاحظة 1 – تبلغ قيمة N_{LIM} بالنسبة إلى المستقبل المزود بالطمس النبضي صفراً.

الملاحظة 2 – تعتبر المعلمات الخاصة بالمصادر النبضية الأساسية الواردة في هذا الجدول القيم الخاصة بالحالة الأسوأ. ويتوقع في معظم البيئات الفعلية، أن تكون هناك أنواع مختلفة من مصادر التداخلات النبضية لها قيم فردية أقل للمعلمة PDC ومن ثم، تكون القيمة الإجمالية PDC للتداخلات النبضية الأساسية أقل من تلك الواردة بالجدول. وينبغي أخذ هذه الظروف الفعلية في الاعتبار عند إجراء التحليل التفصيلي المطلوب في الفقرة 2 من توصي.

الملاحظة 3 – نسبة الانحطاط المسموح بها بالنسبة إلى مصادر نبضية جديدة لا تقع ضمن ظروف التداخل RF الأساسي، تحتاج إلى مراعاة الأثر التراكمي على مستقبل RNSS من مصادر نبضية متعددة تشع في وقت واحد نحو المستقبل RNSS.

الملاحظة 4 – استناداً إلى زمن قدرة 1 ميكرو ثانية للاستعادة من الحمل الزائد.

الملاحظة 5 – استناداً إلى زمن قدره 30 ميكرو ثانية للاستعادة من الحمل الزائد.

يمكن أيضاً استعمال معادلات نسب الانحطاط الواردة في الفقرة 3 559 1-610 1 MHz. من هذا الملحق للتنبؤ بالطابع العام لتأثيرات التداخلات النبضية على المستقبلات RNSS العاملة في نطاق الترددات 559 1-610 1 MHz بيد أنه لم يوضع بعد الجدول الخاص بالمعلمات الموصى بها وحدود الانحطاط المسموح بها لطريقة التقييم بالنسبة للنطاق 559 1-610 1 MHz، واللازمة لإجراء عمليات تقييم لأثر التداخل النبضي، ويمكن أن تكون نقطة الانطلاق لوضع الجدول الطريقة الأساسية الموصوفة في التقرير ITU-R M.2220 بحيث تكيف لتحديد معلمات التداخلات الإجمالية لأنظمة RF نبضية تعمل في النطاق 559 1-610 1 MHz وبالقرب منه، مع مراعاة مصادر التداخل المستمر في هذا النطاق وبالقرب منه.

[11] نظام زيادة قائم على السواتل (SBAS).

الملحق 2

أمثلة تطبيقية لطريقة التقييم التحليلية للتداخل RF النبضي

يعرض هذا الملحق مثالين لتطبيق طريقة التقييم التحليلية الواردة في الملحق 1 لتحديد أثر التداخل النبضي الناجم عن نفس المصدر RF النبضي الجديد على نوعين مختلفين من المستقبلات RNSS العاملة في نطاق الترددات 215 1-300 1 MHz.

1 وصف الحالة التشغيلية الأساسية للمستقبل RNSS

يفترض أن نوعي المستقبلات RNSS، المستقبل المرجعي الأرضي SBAS وبعض المستقبلات شبه اللاشفرية عالية الدقة (النطاق 215 1-300 1 MHz) تعمل بشكل طبيعي بجوار نظام رادار نبضي وحيد. ويفترض أن هذا الرادار ينتج إشارات نبضية في نطاقات التمرير للفلاتر المثبتة قبل وحدات الربط بالمستقبلين بحيث تؤدي إلى تشبعهما تماماً. وكما يتبين من الصف 2 بالجدول 2 بالملحق 1، يفترض أن الرادار الأساسي ينتج عاملي التداخل RF النبضي المستقبل التاليين:

$$PDC = 0{,}0765,$$
$$R_I = 0.$$

تكون المعلمات الخاصة بالمستقبل المرجعي الأرضي SBAS هي:

$$N_{LIM} = 1{,}0$$
$$\tau_{REC} = 1{,}0\ \mu s.$$

وتكون المعلمات الخاصة بالمستقبل شبه اللاشفري عالي الدقة هي:

$$N_{LIM} = 2{,}0$$
$$\tau_{REC} = 1{,}0\ \mu s.$$

ويفترض أن كل واحد منهما يعمل في وجود تداخل مستمر في نفس الوقت بنسبة كثافة I_0/N_0 مأخوذة من الجدول 2 بالملحق 1.

2 أمثلة لحساب نسبة الانحطاط الناتج عن تداخل RF نبضي بالطريقة التحليلية

يفترض وضع مرسل وحيد RF نبضي جديد في الحالة التشغيلية الأساسية المشروحة أعلاه. ويفترض وجود قدرة ذروة عالية بما يكفي لتشبع كل من المستقبلين RNSS العاملين. وتكون معلمتا الإرسال النبضي المقترح للمصدر الجديد كالتالي:

$$PW_Y = 44{,}0\ \mu s, \text{ and}$$
$$PRF_Y = 500\ Hz.$$

1.2 حساب نسبة الانحطاط الناجم عن تداخل RF نبضي على مستقبل مرجعي أرضي SBAS

بالنسبة للمستقبل المرجعي الأرضي SBAS، تكون فترة التشغيل الفعلية لنبضة التشبع المستقبلة للمصدر الجديد المقترح PDC_Y، من المعادلة (3a) بالملحق 1 كالتالي:

$$PDC_Y = (PW_Y + \tau_{REC}) \cdot PRF_Y = (44 + 1{,}0) \cdot 500{,}10^{-6} = 0{,}02250$$

وحيث إن نبضات المصدر الجديد تؤدي إلى تشبع المستقبل تماماً،

$$R_Y = 0$$

فإنه طبقاً للجدول 2 بالملحق 1، فإن N_{LIM} = 1 بالنسبة إلى المستقبل المرجعي الأرضي SBAS. وحيث إن R_y=0 بالنسبة إلى المصدر RF النبضي الجديد، فإن معادلة الانحطاط الناجم عن التداخل RF النبضي تكون المعادلة (7a) بالملحق 1، وبالتالي:

$$N_{0,EFF+Y} / N_{0,EFF} = \frac{1}{(1-PDC_Y)^2} = 1/(1-0{,}0225)^2 = \mathbf{1{,}04657} \text{ (algebraic ratio)}$$

وللمقارنة بين نسبة الانحطاط المحسوبة وعامل الانحطاط المسموح به (dB 0,2) المأخوذ من الجدول 2 بالملحق 1، تحول النسبة الجبرية إلى dB:

$$10 \cdot \log_{10}(1{,}04657) = \mathbf{0{,}198\ dB}$$

ومن ثم ينتج المصدر الجديد المفترض قيمة انحطاط أقل من تلك المسموح بها للمستقبل المرجعي الأرضي SBAS بهامش طفيف.

2.2 حساب نسبة الانحطاط الناجم عن تداخل RF نبضي لمستقبل شبه لا شفري عالي الدقة

نظراً إلى أن من المفترض أن يكون للمستقبل شبه اللاشفري عالي الدقة نفس زمن الاستعادة من الحمل النبضي الزائد الخاص بالمستقبل المرجعي الأرضي SBAS (مقدار 1,0 ميكروثانية)، فإن دورة التشغيل لنبضة التشبع المستقبلة من المصدر الجديد تكون بنفس القيمة (PDC_y = 0,0225). ونظراً لعدم استقبال نبضات دون التشبع في المستقبل شبه اللاشفري عالي الدقة، فإن R_y = 0 هي الأخرى. ودورة تشغيل النبضة الأساسية PDC_{LIM} من الجدول 2 بالملحق 1 تساوي 0,0765. وحيث إن العدد N_{LIM} للمستقبل = 2 فإن معادلة الانحطاط الناجم عن التداخل RF النبضي تكون المعادلة 7 بالملحق 1. ولذا، وبعد التعويض عن قيم المعلمات PDC_{LIM} وN_{LIM} وR_y في المعادلة وتبسيطها، فإن نسبة الانحطاط المحسوبة تكون كالتالي:

$$N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF} = \{1/(1\text{-}PDC_Y)\} \cdot (1) \cdot \{1+(4 \cdot PDC_Y)/[(1\text{-}PDC_Y)(1+3 \cdot PDC_{LIM})]\}$$
$$= \{1{,}02302\} \cdot \{1+[0{,}090/1{,}20184]\} = \mathbf{1{,}09963} \text{ (algebraic ratio)}$$

بتحويل النسبة الجبرية إلى dB ينتج:

$$10 \cdot \log_{10}(1{,}099627) = \mathbf{0{,}413\ dB}$$

ومن ثم، ينتج المصدر النبضي الجديد المفترض انحطاطاً من جراء التداخل RF أكبر من الحد المسموح به للانحطاط في المستقبل شبه اللاشفري عالي الدقة والبالغ dB 0,2.