الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R M.1905 التوصيـــة

(2012/01)

الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض) العاملة في النطاق MHz 1 215-1 164

السلسلة **M**

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

الاتحاد الدولي للاتصالات

تمهيـــد

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	العنـــوان
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، 2012

© ITU 2012

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).

التوصيـــة ITU-R M.1905

الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض) العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz

(2012)

مجال التطبيق

تتناول هذه التوصية الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz. والغرض من هذه المعلومات هو إجراء تحليلات بشأن التأثير في أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض) العاملة في هذا النطاق جراء تداخل الترددات الراديوية الناتج عن مصادر راديوية غير خدمة الملاحة الراديوية الساتلية.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تأخذ في اعتبارها

أ) أن الأنظمة والشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) توفر معلومات دقيقة على نطاق العالم من أجل العديد من تطبيقات تحديد الموقع والملاحة والتوقيت، بما في ذلك جوانب السلامة بالنسبة إلى بعض نطاقات التردد وفي ظروف وتطبيقات معينة؛

ب) أن هنالك أنظمة وشبكات شتى عاملة ومخطط لها في الخدمة RNSS؛

ج) أن خصائص الأنظمة والشبكات في الخدمة RNSS ومعايير حمايتها قد تختلف باختلاف نطاقات التردد والتطبيقات؛

د) أن دراسات تُجرى أو يُخطط لها بشأن الأثر على الأنظمة والشبكات في الخدمة RNSS جراء مصادر راديوية غير مصادر الخدمة RNSS؛

هـ) أن هنالك عدداً كبيراً من تطبيقات الخدمة RNSS للطيران ولغير الطيران تستخدم أو تخطط لاستخدام النطاق 164 1-215 1 MHz؛

و) أن التوصية ITU-R M.1787 توفر مواصفات تقنية للأنظمة والشبكات في الخدمة RNSS وخصائص تقنية لمحطات الإرسال الفضائية العاملة في النطاقات 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz؛

ز) أن التوصية ITU-R M.1904 توفر خصائص تقنية ومعايير حماية لمحطات الاستقبال الفضائية العاملة في الخدمة RNSS (فضاء– فضاء) في النطاقات 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz؛

ح) أن التوصية ITU-R M.1901 توفر الإرشاد في هذا الشأن وكذلك التوصيات الأخرى الصادرة عن القطاع ITU-R التي تتناول الأنظمة والشبكات في الخدمة RNSS العاملة في نطاقات التردد 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz و000 5-010 5 MHz و010 5-030 5 MHz،

وإذ تدرك

أ) أن النطاق 164 1-215 1 MHz موزع على أساس أولي للخدمة RNSS (فضاء–أرض وفضاء– فضاء) في الأقاليم الثلاثة جميعها؛

ب) أن النطاق 164 1-215 1 MHz موزع أيضاً على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في الأقاليم الثلاثة جميعها؛

ج) أن الرقم **328A.5** من لوائح الراديو ينص على أن "تعمل محطات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية في النطاق MHz 1 215-1 164 وفقاً لأحكام القرار (WRC-03) 609 ولا تطالب بالحماية من المحطات في خدمة الملاحة الراديوية للطيران في النطاق MHz 1 215-960. ولا ينطبق الرقم **43A.5** من لوائح الراديو. وتنطبق أحكام الرقم 18.21"،

توصي

1 بأن تستخدم الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية الواردة في الملحق 2 في إجراء تحليلات بشأن التأثير في مستقبِلات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض) العاملة في النطاق MHz 1 215-1 164 جراء تداخل الترددات الراديوية الناتج عن مصادر راديوية غير خدمة الملاحة الراديوية الساتلية؛

2 بأن يطبق هامش سلامة، كما جاء في الملحق 1، من أجل حماية جوانب وتطبيقات السلامة في الخدمة RNSS لدى إجراء تحليلات التداخل؛

3 بأن تعتبر الملاحظة التالية جزءاً من هذه التوصية.

الملاحظة 1 – وُضع هامش السلامة للطيران بمقدار 6 dB، كما جاء في البند 2.3 في الملحق 1، من أجل تطبيق محدد في الملاحة الراديوية للطيران في الخدمة RNSS في النطاق MHz 1 215-1 164، و لم يكن الغرض منه أن يطبق في تطبيقات غير الطيران. وينبغي تحديد سوية هامش السلامة، إن وُجدت، الواجب تطبيقها في تطبيقات السلامة في الخدمة RNSS غير الطيران، بعد إجراء مزيد من الدراسة.

الملحق 1

هامش لتطبيقات السلامة في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS)

1 مقدمة

ثمة ممارسة طويلة العهد في الاتحاد الدولي للاتصالات وفي منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) تقضي بالاحتفاظ بنصيب في ميزانية وصلات التداخل من أجل هامش لضمان حماية جوانب السلامة في خدمة الملاحة الراديوية. وتقع قيم الهامش هذه عموماً في مجال يتراوح من 6 إلى 10 dB، أو أكثر. وعلاوةً على ذلك، هنالك سوابق لا بأس بها بشأن هامش السلامة لتطبيقات سلامة الملاحة الراديوية في الاتحاد، من ذلك مثلاً:

"بصرف النظر عن الأغراض الأولى في أذهان مخططي الطيف الراديوي، ليس هنالك من شك من أن الضغط على الطيف الراديوي ابتغاء توزيعات إضافية لمختلف خدمات الاتصالات الراديوية يمكن أن يؤدي إلى اعتبار وضع معايير حماية للطيران في الواقع على أنها معايير تقاسم لغير الطيران. ونتيجة لذلك، يجب على أي خدمة للسلامة أن تتخذ قدراً كبيراً من تدابير الاحتراس للحرص على تقييد أي خدمة راديوية تتقاسم نفس النطاق الراديوي تقييداً كافياً بحيث تترك هامشاً وافياً في إطار كل الظروف المحتملة بحيث لا يتجاوز مقدار التداخل الكلي الضار مطلقاً معايير الحماية المطلوبة."[1]

وكذلك تحتوي التوصية ITU-R M.1318-1، في الملحق بها، على نموذج لتقييم التداخل في مستقبلات RNSS من المصادر الراديوية غير المصادر في الخدمة RNSS. ويتضمن النموذج استخدام عامل يدعى "هامش الحماية (dB)". ويأتي في وصفه أنه يستخدم "لضمان الحماية كما نص عليها الرقم 10.4 من لوائح الراديو".

[1] ورد هذا النص في الملحق 5 في التوصية السابقة ITU-R M.1477 (جنيف، 2000).

2 الغرض من هامش السلامة

هامش السلامة (وقد يدعى أحياناً عامل سلامة الجمهور) عنصر حاسم الأهمية في تطبيقات سلامة الحياة وذلك لكي يؤخذ في الحسبان الخطر الذي يتهدد الحياة بسبب تداخل التردد الراديوي وهو خطر حقيقي ولكن لا يمكن تقديره كمياً. ولدعم تطبيقات سلامة الحياة، يجب أن تؤخذ جميع مصادر التداخل في الحسبان.

3 تطبيقات هامش السلامة في الملاحة الراديوية للطيران

1.3 خلفية هامش السلامة في الملاحة الراديوية للطيران

إن استخدام هامش السلامة في أنظمة الملاحة ممارسة مكرسة. إذ تحدد منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) هامش سلامة لنظام الهبوط بالموجات الصغرية (MLS) قدره 6 dB (الملحق 10 باتفاقية المنظمة: المعايير الدولية والممارسات الموصى بها في اتصالات الطيران، المجلد 1 – مساعِدات الملاحة الراديوية (المرفق G، الجدول G-2)). ويطبق نظام الهبوط بالأجهزة (ILS) هامش سلامة قدره 8 dB (انظر التوصية ITU-R SM.1009-1، التذييل 3 للملحق 2). وفي كل حالة يحدد الهامش بموجب قدرة الموجة الحاملة في نظام الملاحة. ولاختبار الأداء في هذه الأنظمة، يجري تخفيض قدرة الإشارة المطلوبة من السوية الاسمية بمقدار هامش السلامة، ثم تُختبر لمعرفة ما إذا كان النظام يوفر الأداء المطلوب بوجود التداخل أم بغيابه. بعبارة أخرى، يجب على المصنّع أن يصمم المعدات بحيث تتمكن من التعامل مع أعلى سوية متوقعة من التداخل بينما تستقبل سوية من الإشارة المطلوبة أخفض (بمقدار هامش السلامة) مما كانت سوف تستقبل خلاف ذلك.

وهذا النهج غير ممكن في النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS)[2] لأن قدرة الساتل في هذا النظام منخفضة جداً ومقيّدة نسبياً، ومن ثم فإن مستقبلات GNSS تعمل عبر مجال إشارة دينامي محدود. وبالنسبة إلى مستقبلات GNSS، فإن مقياس نوعية الإشارة المستقبلة الرئيسي هو نسبة $C/N_{0,EFF}$، أي نسبة قدرة الموجة الحاملة المستعادة، C، إلى الكثافة الطيفية الفعالة للضوضاء + التداخل، $N_{0,EFF}$. ويجب أن تكون مستقبلات GNSS قادرة على التشغيل بالقرب من قيمة $C/N_{0,EFF}$ الدنيا، وهو مجال ترتفع فيه بسرعة معلمات الأداء الهامة، مثل معدل خطأ الكلمات المكتشف أو خطأ طور الموجة الحاملة، إزاء تخفيضات ضئيلة في معدل $C/N_{0,EFF}$، بسبب التداخل مثلاً.

2.3 نهج هامش الأمان للنظام GNSS في النطاق 1 164-1 215 MHz

على غرار الهبوط بالموجات الصغرية (MLS) والهبوط بالأجهزة (ILS)، فإن النهج المتَّبع في النظام GNSS هو تحديد سوية لتداخل الترددات الراديوية (RFI)[3] لغير الطيران يجب أن يكون المستقبِل قادراً على قبولها وأن تفي في الوقت ذاته بمواصفات الأداء. وبالنسبة لنظام GNSS، تتجاوز حدود اختبار تداخل التردد الراديوي (RFI) في المستقبِل (أي عتبة التصميم) السوية القصوى للتداخل البيئي الكلي المسموح به بمقدار هامش الأمان. وعلى وجه التحديد، إذا كانت حدود اختبار التداخل الكلي المستمر لنظام GNSS هي $J_{agg,\max}$ (dBW) واستخدم هامش الأمان M (dB)، عندئذ يكون الحد الأقصى المأمون للتداخل البيئي الكلي المستمر RFI، $J_{safe,\max}$ (dBW)، هو:

$$J_{safe,\max} = J_{agg,\max} - M$$

وبالنسبة للنظام GNSS في النطاق 1 559-1 610 MHz (انظر التوصية ITU-R M.1903، الملحق 1) يكون هامش الأمان اللازم M (dB) هو 6 dB.

---

[2] النظام العالمي للملاحة الساتلية هو مجموعة من أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) توفر إشارات ساتلية للملاحة الراديوية حسبما تقره منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO).

[3] يشير التداخل لغير الطيران إلى التداخل من مصادر أخرى غير أجهزة الطيران المركبة على متن الطائرة المجهزة بمستقبِل النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS).

الملحق 2

الخصائص التقنية ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في الخدمة RNSS (فضاء–أرض) العاملة في النطاق 1 164-1 215 MHz

1 مقدمة

من المحتمل لعدد من أصناف المستقبلات التي تتفاوت من حيث الوظيفة والأداء أن تستخدم الإشارات الساتلية في الخدمة RNSS في نطاق التردد 1 164-1 215 MHz. ويعرض الجدول 2-1 في هذا الملحق الخصائص ومعايير الحماية لعدة أنماط من مستقبلات RNSS بما فيها نمطان يمثلان مستقبلات الملاحة الجوية. وثمة نمط مستقبِل ملاحة جوية يستخدم أيضاً إشارة نظام التزايد القائم على الساتل (SBAS)[4] تُرسل في نفس التردد المركزي للموجة الحاملة على غرار إشارة RNSS. ومن الأنماط الأخرى المدرجة مستقبلات الدقة العالية (في المساحة مثلاً) وتحديد الموقع داخل المباني ومستقبلات RNSS العامة الغرض. وثمة المزيد من التفاصيل عن إشارات RNSS وSBAS واردة في التوصية ITU-R M.1787. ونظراً لاستمرار تطور الخدمة RNSS قد تدخل مجال الاستخدام تطبيقات تستخدم مستقبلات تتسم بقابلية تأثر أكبر إزاء تداخل الترددات الراديوية (RFI) مما يتطلب تحديث هذه التوصية لكي تأخذها في الاعتبار.

2 مواصفات نمط المستقبلات والتطبيق

يصف هذا القسم عدة أنماط من مستقبلات الخدمة RNSS الراهنة والمقبلة.

1.2 مستقبِل الملاحة الجوية

تمثل فئة الملاحة الجوية عدة أنماط من مستقبلات RNSS. وهي تمثل مستقبلات محمولة جواً على درجة عالية من السلامة للتشغيل في كل مراحل الطيران ولها تدابير معينة ترمي إلى تخفيف التداخل النبضي. ويتضمن الجدول 2-1 الخصائص ومعايير الحماية لنمطين من مستقبلات RNSS. ويستخدم مستقبِل الملاحة الجوية رقم 1 إشارات RNSS وSBAS بأسلوب النفاذ المتعدد بتقسيم شفري (CDMA)[5]. وتمثل عتبات التداخل من أجل مستقبِل الملاحة الجوية رقم 1 أدنى الحدود المنطبقة لمجموعة إشارات RNSS وSBAS المستخدمة في ذلك المستقبِل (انظر الجدول 2-1، العمود 1). ويستخدم مستقبِل الملاحة الجوية رقم 2 إشارات RNSS بأسلوب النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA)[6] وتعمل في عدة ترددات في الموجة الحاملة في آن واحد (انظر الجدول 2-1، العمود 2).

وقد تنطبق خصائص مستقبِل الملاحة الجوية رقم 2 أيضاً على مستقبلات طُوِّرت من أجل تطبيقات برية أو بحرية غير موصوفة في هذا الملحق.

---

[4] النظام SBAS هو وسيلة لتوفير تصحيح أخطاء القياس وسلامة البيانات على المستوى الإقليمي لخدمة RNSS من خلال إشارات ساتلية في مدار ثابت بالنسبة إلى الأرض (GSO).

[5] تشير عبارة "إشارات RNSS وSBAS بأسلوب CDMA" إلى استعمال أسلوب ترسل فيه كل سواتل RNSS وSBAS في نفس تردد الموجة الحاملة ولكن بشفرات تشكيل مختلفة. وثمة مزيد من تفاصيل الإشارات في الملحق 2 (GPS) في التوصية ITU-R M.1787.

[6] تشير عبارة " إشارات RNSS بأسلوب FDMA" إلى أسلوب تستخدم فيه كل سواتل RNSS نفس شفرة التشكيل ولكن كل ساتل يرسل في تردد موجة حاملة مختلفة. وثمة مزيد من تفاصيل الإشارات في الملحق 1 (GLONASS) في التوصية ITU-R M.1787.

2.2 المستقبِل عالي الدقة

تمثل فئة المستقبلات عالية الدقة مستقبلات RNSS المستخدمة في تطبيقات تتطلب درجة عالية من دقة تحديد الموقع (من قبيل المساحة والتطبيقات العلمية والزراعية). وتستخدم المستقبلات عالية الدقة تقنيات مختلفة (مثل التقنيات شبه عديمة الشفرة) لحيازة وتتبُّع إشارات RNSS في اثنين أو ثلاثة نطاقات تردد في خدمة RNSS من أجل حل غموض طور الموجة الحاملة، وهي تتطلب الحماية في جميع النطاقات المستخدمة. وتنطبق أيضاً الخصائص وسويات الحماية للمستقبلات عالية الدقة على مستقبلات RNSS المصممة للعمل في التطبيقات المتخصصة (من قبيل شبكات التردد الوحيد على الأرض، والملاحة الدقيقة).

وتعمل مستقبلات RNSS عالية الدقة والمستقبلات المصممة للعمل في التطبيقات المتخصصة في بيئات مجهَدة أيضاً (في ظل أوراق الشجر مثلاً). وثمة نمطان من المستقبلات مدرجان في العمود 3 في الجدول 2-1، يستخدم كل منهما نمط إشارة ساتلية RNSS مختلف (إما النفاذ المتعدد بتقسيم شفري (CDMA) أو النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA)) ومدى ترددات مختلف. وتبقى معايير الحماية وباقي الخصائص على حالها.

3.2 مستقبِل تحديد الموقع داخل المباني

تمثل فئة تحديد الموقع داخل المباني مستقبلات RNSS المُعدة للاستخدام داخل المباني والتي تكون فيها نسبة C/N_0 منخفضة عموماً (أي أنها مستقبلات حساسة جداً). وبما أنه لا يمكن استخدام تتبُّع الموجة الحاملة في إشارات منخفضة القدرة في بيئات داخل المباني، فإنه لا يستخدم في هذا النمط من المستقبلات سوى تتبع الشفرة. وثمة نمطان من المستقبلات مدرجان في العمود 4 في الجدول 2-1، يستخدم كل منهما نمط إشارة ساتل RNSS مختلف (إما CDMA، من أجل إشارة E5a[7]، أو FDMA) ومدى تردد وعرض نطاق مرشاح مسبق الارتباط. وتبقى معايير الحماية وباقي الخصائص على حالها.

4.2 مستقبلات عامة الغرض

تمثل فئة الأغراض العامة عدة أنماط من مستقبلات RNSS. وهذه المستقبلات مصممة للملاحة على متن المركبات وسيراً على الأقدام وتحديد الموقع عموماً، وغيرها. وثمة نمطان من المستقبلات مدرجان في العمود 5 في الجدول 2-1، يستخدم كل منهما نمط إشارة ساتلية RNSS مختلف (إما CDMA من أجل إشارة B2[8] أو FDMA) ومدى ترددات مختلف. وتبقى معايير الحماية وباقي الخصائص على حالها.

3 التداخل النبضي

من المحتمل أن تصادف مستقبلات RNSS العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz تداخلاً RFI نبضياً من المحطات على الأرض والمحمولة جواً في خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) إضافة إلى التداخل المستمر داخل النطاق من المحطات الفضائية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) وغيرها من المصادر المستمرة. وبالنسبة لمستقبل RNSS محمول جواً، من المعروف أن التداخل RFI النبضي الكلي يشتد في الارتفاعات العالية حيث يقع عدد أكبر من محطات الملاحة ARNS على الأرض ضمن أفق المستقبِل الراديوي. وتتناقص شدة التداخل RFI النبضي إلى سوية أدنى بالقرب من الأرض بتناقص أفق المستقبِل الراديوي.

ويحتاج الأمر إلى طريقة أخرى لتحليل التداخل RFI تأخذ في الحسبان التداخل النبضي القوي في النطاق 164 1-215 1 MHz خلافاً لما هو الحال، مثلاً، بالنسبة إلى النطاق 559 1-610 1 MHz، حيث التداخل RFI لا يُذكر. وقد توصلت الدراسات

[7] ثمة مزيد من تفاصيل الإشارة E5a في الملحق 3 (Galileo) في التوصية ITU-R M.1787.

[8] ثمة مزيد من التفاصيل عن الإشارة B2 في الملحق 7 (COMPASS) في التوصية ITU-R M.1787.

التي قامت بها منظمتان لمعايير الطيران[9] إلى طريقة تحليل تتناول الأثر المجتمع للتداخل النبضي والمستمر[10]. وتم اشتقاق أسلوبين في الطريقة الأساسية: أحدهما لمستقبل ملاحة جوية RNSS (دورة تداخل نبضي عالي الخدمة)، والآخر لمستقبلات RNSS الأقرب إلى الأغراض العامة (دورة تداخل نبضي منخفض الخدمة).

وبينت الدراسات التي قامت بها المنظمتان المعنيتان بمعايير الطيران أن أعلى سويات التداخل النبضي التي تؤثر على مستقبلات الملاحة الجوية RNSS العاملة في مستوى الطيران 200 (096 6 m فوق متوسط سطح البحر (MSL)) أو فوقه تحدث في عدد من المناطق المحددة محلياً حول العالم. ومن هذه المناطق، تحدث أعلى سوية من حيث الشدة في الاتحاد الأوروبي في جوار فرانكفورت، في ألمانيا، عند إحداثيات 50,5° شمالاً و9° شرقاً وارتفاع 190 12 m. وتقع أعلى بقعة تليها في الولايات المتحدة الأمريكية قرب هاريسبرغ، بنسلفانيا، عند إحداثيات 40° شمالاً و76° غرباً وارتفاع 190 12 m. وبالنسبة إلى هاتين البقعتين الساخنتين، يُفضي تقييم معلمات التداخل النبضي الأساسية إلى قيم للنسب المئوية لعمليات الطمس ما بين 60 و65% لمعالجة إشارة المستقبِل الناجمة عن نبضات تدخل عالية السوية.

وعلاوةً على ذلك، فإن نبضات السوية الأدنى الموجودة أيضاً تسهم في إيجاد أثر تداخل متوسط مكافئ لزيادة بمقدار 100 إلى 150% في ضوضاء نظام RNSS. ومن باب المقارنة، يبين التقييم قرب البقعة الساخنة في الولايات المتحدة عند ارتفاع منخفض (أقل من 600 m فوق سطح البحر) أن النسبة المئوية العالية لعملية الطمس تنخفض إلى نحو 31% وأن أثر متوسط النبض منخفض السوية ينحدر إلى زيادة بنسبة 45% في ضوضاء نظام الاستقبال. ومن شأن وجود هذه القيم من التداخل النبضي المرتفعة نسبياً أن يحدّ من كمية التداخل المستمر التي يمكن أن يتحملها مستقبل RNSS في ضوء تحديدات الإشارة الساتلية وتكنولوجيا المستقبِل التي تقرر أثر التداخل الأعظمي.

ولم تُحدد عتبات تداخل لتشغيل المستقبِل عند ارتفاعات ما بين هاتين الحالتين المحددتين (أي ما بين 096 6 m و610 m (000 20 و000 2 قدم) فوق سطح البحر). ومن المعروف أن معلمات التداخل النبضي تتوقف على عدد ونوع محطات خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) على الأرض ضمن خط البصر الراديوي للمستقبل في الخدمة RNSS. ولكن العلاقة على وجه الضبط بين عتبات تداخل المستقبل والارتفاع في مناطق أعلى تركيز من مصادر الخدمة ARNS تتطلب المزيد من الدراسة المتعمقة.

ويستدعي الأمر إجراء دراسة أخرى في إطار القطاع ITU-R لوضع طريقة عامة لتقييم أثر التداخل RFI النبضي في مستقبلات الخدمة RNSS.

4 الخصائص التقنية ومعايير الحماية في مستقبلات RNSS

يدرج الجدول 2-1 الخصائص التقنية ومعايير الحماية (عتبات التداخل الكلي القصوى) لعدد من مستقبلات وتطبيقات RNSS التمثيلية في النطاق 164 1-215 1 MHz. وثمة المزيد من معلومات إشارة RNSS في التوصية ITU-R M.1787.

وتتوقف الخصائص التقنية وسويات الحماية على نمط التطبيق في الخدمة RNSS. وقد أدرجت المستقبلات والتطبيقات التالية في خدمة RNSS في الجدول 2-1:

- مستقبلات الملاحة الجوية (نمطان) (انظر البند 1.2 والجدول 2-1، العمودان 1 و2).
- مستقبلات عالية الدقة (نمطان) (انظر البند 2.2 والجدول 2-1، العمود 3).
- مستقبلات تحديد الموقع داخل المباني (نمطان) (انظر البند 3.2 والجدول 2-1، العمود 4).
- مستقبلات عامة الأغراض (نمطان) (انظر البند 4.2 والجدول 2-1، العمود 5).

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

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

الجـــدول 2-1

الخصائص التقنية ومعايير الحماية لمستقبلات RNSS (فضاء–أرض) العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz

1	2	3		4		5	
المعلمة	**مستقبل ملاحة جوية رقم 1**	**مستقبل ملاحة جوية رقم 2 (الملاحظة 9)**	**مستقبلات عالية الدقة (الملاحظة 12)**		**مستقبلات تحديد الموقع داخل المباني**		**مستقبلات عامة الأغراض**	
مدى تردد الإشارة (MHz)	1 176,45 ± 12	1 204,704 + 0,423K ± 4,095، حيث K = –7, …, +12 (الملاحظة 10)	1 176,45 ± 12	1 204,704 + 0,423K ± 4,095، حيث K = –7, …, +12	1 176,45 ± 12	1 204,704 + 0,423K ± 4,095، حيث K = –7, …, +12	1 176,45 ± 12 1 207,14 ± 12	1 204,704 + 0,423K ± 4,095، حيث K = –7, …, +12
كسب أعظمي لهوائي المستقبل في نصف الكرة الأعلى (dBi)	+3 (دائري) (الملاحظة 2)	7 (الملاحظة 11)	3,0 دائري		3		3	
كسب أعظمي لهوائي المستقبل في نصف الكرة الأدنى (dBi)	–5 (خطي) (الملاحظة 3)	10–	–7 (خطي) (الارتفاع ≥ +10°)		9–		10–	
مرشاح RF عرض نطاق 3 dB (MHz)	24,0	17	24,0 أو24,9		24		24	
مرشاح ارتباط مسبق عرض نطاق 3 dB (MHz)	20,46	17	20,46		17	20,46	20,46	
حرارة ضوضاء نظام المستقبل (K)	727	400	513		330		330	
سوية قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق الضيق الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dBW) (الملاحظة 1)	154,8– (الملاحظتان 4 و5)	143– (الملاحظة 13)	157,4–		193–		150–	
سوية قدرة عتبة أسلوب الحيازة لتداخل النطاق الضيق الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dBW) (الملاحظة 1)	158,7– (الملاحظتان 4 و6)	149– (الملاحظة 13)	157,4–		199–		156–	

الجـــدول 2-1 (*تتمة*)

المعلمة	1 مستقبل ملاحة جوية رقم 1	2 مستقبل ملاحة جوية رقم 2 (الملاحظة 9)	3 مستقبلات عالية الدقة (الملاحظة 12)	4 مستقبلات تحديد الموقع داخل المباني	5 مستقبلات عامة الأغراض
سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق العريض الكلي في خرج الهوائي المنفعل ((dB(W/MHz) (الملاحظة 1)	144,8− (الملاحظتان 4 و5)	140− (الملاحظة 13)	147,4−	150−	140−
سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب الحيازة لتداخل النطاق العريض الكلي في خرج الهوائي المنفعل ((dB(W/MHz) (الملاحظة 1)	148,7− (الملاحظتان 4 و6)	146− (الملاحظة 13)	147,4−	156−	146−
سوية ضغط دخل المستقبل (dBW)	114− (الملاحظة 7)	80−		100−	100−
سوية بقاء المستقبل (dBW)	0 (الملاحظة 8)	1−		17−	17−
زمن استعادة الحمولة الزائدة (s)	10×1^{-6}	$10 \times (30\text{-}1)^{-6}$	10×30^{-6}	10×30^{-6}	10×30^{-6}

الملاحظة 1 – يعتبر أن التداخل المستمر في النطاق الضيق له عرض نطاق أقل من 700 Hz. ويعتبر أن التداخل المستمر في النطاق العريض له عرض نطاق أكبر من 1 MHz. أما عتبات عرض نطاق التداخل ما بين 700 Hz و1 MHz فهي قيد الدراسة.

الملاحظة 2 – تنطبق قيمة الكسب الأعظمي لنصف الكرة الأعلى على زاوية ارتفاع 75° أو أكثر نسبة إلى المستوي الأفقي للهوائي.

الملاحظة 3 – تنطبق قيمة الكسب الأعظمي لنصف الكرة الأدنى على زاوية ارتفاع 0° و−30°، ويتناقص الكسب الأعظمي بتناقص زاوية الارتفاع إلى −10 dBi عند −30° ويبقى ثابتاً عند −10 dBi لزوايا ارتفاع ما بين −30° و−90°.

الملاحظة 4 – عندما تستخدم في نموذج لتقييم التداخل في التوصية ITU-R M.1318-1، تدرج القيمة العتبية في الخط (a) وتدرج قيمة 6 dB (وهي هامش الأمان، كما جاء في الملحق 1) في الخط (b) في قالب التقييم.

الملاحظة 5 – تنطبق القيمة العتبية للتداخل المستمر على عمليات المستقبلات المحمولة جواً فوق ارتفاع 6 096 m (20 000 قدم) فوق سطح البحر. وتكون قيم أسلوب التتبع للعمليات المحمولة جواً دون ارتفاع 610 أمتار (2 000 قدم) فوق مستوى الأرض هي −143,0 dBW (نطاق ضيق) و−133,0 dB(W/MHz) (نطاق عريض).

الملاحظة 6 – تنطبق القيمة العتبية للتداخل المستمر على عمليات المستقبلات المحمولة جواً فوق ارتفاع 6 096 m (20 000 قدم) فوق سطح البحر. وتكون قيم أسلوب الحيازة للعمليات المحمولة جواً دون ارتفاع 610 أمتار (2 000 قدم) فوق مستوى الأرض هي −143,1 dBW (نطاق ضيق) و−133,1 dB(W/MHz) (نطاق عريض).

الملاحظة 7 – سوية ضغط الدخل هي من أجل القدرة في عرض نطاق ارتباط مسبق بمقدار 20 MHz.

الملاحظة 8 – سوية البقاء هي سوية ذروة القدرة لإشارة نبضية لها عامل تشغيل أقصى بنسبة 10%.

الملاحظة 9 – تمثل القيم الواردة الخصائص النمطية للمستقبلات. وفي ظل ظروف معينة، قد يتطلب الأمر قيماً أكثر صرامة لبعض المعلمات (من قبيل زمن الاستعادة بعد فرط حمولة، وقيم عتبية لتداخل كلي، وغير ذلك).

الملاحظة 10 – يعمل هذا النمط من المستقبلات في عدة ترددات موجات حاملة في آن واحد. وتحدد ترددات الموجات الحاملة بموجب *العلاقة* f_c (MHz) = 1 204,704 + 0,423K حيث K = −7 إلى +12 (إشارات RNSS).

الملاحظة 11 – كسب الهوائي الأدنى في المستقبِل عند زاوية ارتفاع 5 درجات هو −4,5 dBi.

الملاحظة 12 – تشمل أعمدة هذا الجدول الخصائص والعتبات للمستقبلات العاملة في النطاق 1 164-1 215 MHz. وللاطلاع على الخصائص والقيم العتبية للمستقبلات التي تُحتاز أيضاً وتتتبع إشارات RNSS في النطاقين 1 300-1 215 MHz و/أو 1 610-1 559 MHz، يرجى الرجوع أيضاً إلى التوصيتين ITU-R M.1902 و/أو ITU-R M.1903. وتنطبق الخصائص وسويات الحماية الواردة في هذا العمود أيضاً على مستقبلات RNSS المصمم للعمل في تطبيقات RNSS المتخصصة (انظر تعريف عالي الدقة في البند 2.2 أعلاه). وتخضع معلمات استجابة النبضة لأنماط هذه المستقبلات لمزيد من الدراسة بالاقتران مع أعمال قطاع الاتصالات الراديوية بشأن طريقة تقييم عامة للتداخل النبضي.

الملاحظة 13 – ينبغي أن تأخذ هذه القيمة العتبية في الحسبان مجموع التداخل الكلي. وهي لا تشمل أي هامش أمان. وفيما يتعلق بمعالجة إشارة FDMA، يعتبر أن التداخل المستمر في النطاق الضيق له عرض نطاق أقل من 1 kHz. ويعتبر أن التداخل المستمر في النطاق العريض له عرض نطاق أكبر من 500 kHz.