

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.1905-1
(2019/09)

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

M السلسلة

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة
الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

تمهيد

يوظف 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 مدى 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 الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

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

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

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

النشر الإلكتروني

جنيف، 2020

© ITU 2020

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.1905-1

الخصائص ومعايير الحماية لمخاطر الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية

الساتلية (فضاء-أرض) العاملة في النطاق 164-1 215-1 MHz

(المسألان ITU-R 288/4 و ITU-R 217-2/4)

(2019-2012)

مجال التطبيق

تتناول هذه التوصية الخصائص ومعايير الحماية لمخاطر 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.

مصطلحات أساسية

خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS)، معايير الحماية، تأثير تداخل الترددات الراديوية

المختصرات/الأسماء المختصرة

AWGN	الضوضاء الغوسية البيضاء الإضافية (<i>Additive white Gaussian noise</i>)
PDC	دورة تشغيل النبضات (<i>Pulse duty cycle</i>)
PNT	تحديد المواقع والملاحة والتوقيت (<i>Position, navigation and timing</i>)
PRF	تردد تكرار النبضات (<i>Pulse repetition frequency</i>)
RHCP	الاستقطاب الدائري اليميني (<i>Right-hand circular polarization</i>)
SQPN	ضوضاء شبه عشوائية بطور رباعي متخالف (<i>Staggered quadrature pseudo-random noise</i>)
SQPSK	إبراق تربيعي بزحزة الطور (<i>Staggered quadrature phase-shift keying</i>)
SSC	معامل الفصل الطيفي (<i>Spectral separation coefficient</i>)

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R M.1318-1	نموذج تقييم التداخل المستمر الذي تسببه مصادر راديوية غير المصادر في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية لأنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكتها العاملة في النطاقات 164-1 215-1 MHz و 1 300-1 215 MHz و 1 610-1 559 MHz و 5 030-5 010 MHz
التوصية ITU-R M.1787-3	وصف الأنظمة والشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض وفضاء-فضاء) والخصائص التقنية لمخاطر الإرسال الفضائية العاملة في النطاقات 164-1 215-1 MHz و 1 300-1 215 MHz و 1 610-1 559 MHz
التوصية ITU-R M.1901-1	إرشادات بشأن توصيات قطاع الاتصالات الراديوية المتصلة بأنظمة وشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية العاملة في نطاقات التردد 164-1 215-1 MHz و 1 300-1 215 MHz و 1 610-1 559 MHz و 5 010-5 000 MHz و 5 030-5 010 MHz

الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض) العاملة في النطاق MHz 1 300-1 215	التوصية ITU-R M.1902-0
الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض) والمستقبلات في خدمة الملاحة الراديوية للطيران العاملة في النطاق MHz 1 610-1 559	التوصية ITU-R M.1903-0
الخصائص ومتطلبات الأداء ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-فضاء) العاملة في نطاقات التردد MHz 1 215-1 164 و MHz 1 300-1 215 و MHz 1 610-1 559	التوصية ITU-R M.1904-0
الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (أرض-فضاء) العاملة في النطاق MHz 5 010-5 000	التوصية ITU-R M.1906-1
طريقة لتقييم التداخل النبضي من المصادر الراديوية ذات الصلة بخلاف 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	التوصية ITU-R M.2030-0
الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية وخصائص محطات الإرسال الفضائية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض) العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010	التوصية ITU-R M.2031-1

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 تجرى 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 MHz 1 215-1 164؛

وإذ تلاحظ

- أ) أن التوصية ITU-R M.1787 توفر مواصفات تقنية للأنظمة والشبكات في الخدمة RNSS وخصائص تقنية لمحطات الإرسال الفضائية العاملة في النطاقات MHz 1 215-1 164 و MHz 1 300-1 215 و MHz 1 610-1 559؛
- ب) أن التوصية ITU-R M.1904 توفر خصائص تقنية ومعايير حماية لمحطات الاستقبال الفضائية العاملة في الخدمة RNSS (فضاء-فضاء) في النطاقات MHz 1 215-1 164 و MHz 1 300-1 215 و MHz 1 610-1 559؛

(ج) 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 MHz 1 215-1 164 و MHz 1 300-1 215 و MHz 1 610-1 559 و MHz 5 010-5 000 و MHz 5 030-5 010،

وإذ تدرك

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

(ب) أن النطاق MHz 1 215-1 164 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 (Rev.WRC-07) 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 مستقبلات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض) العاملة في النطاق MHz 1 215-1 164 جراً 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 - 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، ولم 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 قدرًا 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 "الضمان الحماية كما نص عليها الرقم 10.4 من لوائح الراديو".

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 الصغيرة (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 المصنِّع 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 المستقبلية 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.

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

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).

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

على غرار الهبوط بالموجات الصغيرة (MLS) والهبوط بالأجهزة (ILS)، فإن النهج المتبع في النظام GNSS هو تحديد سوية لتداخل الترددات الراديوية (RFI)³ لغير الطيران يجب أن يكون المستقبل قادراً على قبولها وأن تفي في الوقت ذاته بمواصفات الأداء. وبالنسبة لنظام GNSS، تتجاوز حدود اختبار تداخل التردد الراديوي (RFI) في المستقبل (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، هو: $J_{safe,max}$ (dBW)؛

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

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

الملحق 2

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

1 مقدمة

من المحتمل لعدد من أصناف المستقبلات التي تتفاوت من حيث الوظيفة والأداء أن تستخدم الإشارات الساتلية في الخدمة RNSS في نطاق التردد MHz 1 215-1 164. ويعرض الجدول 1 في هذا الملحق الخصائص ومعايير الحماية لعدة أنماط من مستقبلات RNSS بما فيها نمطان يمثلان مستقبلات الملاحة الجوية. وثمة نمط مستقبل 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 و SBAS 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 مستقبل 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 1 الخصائص ومعايير الحماية لنمطين

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

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).

من مستقبلات RNSS. ويستخدم مستقبل الملاحه الجوية رقم 1 إشارات RNSS و SBAS بأسلوب النفاذ المتعدد بتقسيم شفري (CDMA) 5. وتمثل عتبات التداخل من أجل مستقبل الملاحه الجوية رقم 1 أدنى الحدود المنطبقة لمجموعة إشارات RNSS و SBAS المستخدمة في ذلك المستقبل (انظر الجدول 1، العمود 1).

ويمكن أن يستخدم مستقبل الملاحه الجوية رقم 2 إشارات SBAS RNSS بأسلوب النفاذ المتعدد بتقسيم شفري (CDMA) و/أو بأسلوب النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA) 6 وتعمل في عدة ترددات في الموجة الحاملة في آن واحد (انظر الجدول 1، العمود 2). وقد تنطبق خصائص مستقبلات الملاحه الجوية رقم 2 هذه أيضاً على مستقبلات طوّرت من أجل تطبيقات برية أو بحرية غير موصوفة في هذا الملحق.

2.2 المستقبل 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 وتتبع 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، والملاحه الدقيقة).

وتعمل مستقبلات RNSS عالية الدقة والمستقبلات المصممة للعمل في التطبيقات المتخصصة في بيئات مجهدّة أيضاً (في ظل أوراق الشجر مثلاً). وثمة ثلاثة أنماط من المستقبلات مدرجان في العمود 3 في الجدول 1، يستخدم كل منهما نمط إشارة ساتلية RNSS مختلف (إما النفاذ المتعدد بتقسيم شفري (CDMA) أو النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA)) ومدى ترددات مختلف.

3.2 مستقبل تحديد الموقع داخل المباني

تمثل فئة تحديد الموقع داخل المباني مستقبلات RNSS المعده للاستخدام داخل المباني والتي تكون فيها نسبة C/N_0 منخفضة عموماً (أي أنها مستقبلات حساسة جداً). وبما أنه لا يمكن استخدام تتبع الموجة الحاملة في إشارات منخفضة القدرة في بيئات داخل المباني، فإنه لا يستخدم في هذا النمط من المستقبلات سوى تتبع الشفرة. وثمة ثلاثة أنماط من المستقبلات مدرجة في العمود 4 في الجدول 1، يستخدم كل منها نمط إشارة ساتل RNSS مختلف (إما CDMA، من أجل إشارة E5a⁷، أو FDMA) ومدى تردد وعرض نطاق مرشاح مسبق الارتباط.

4.2 مستقبلات عامة الغرض

تمثل فئة الأغراض العامة عدة أنماط من مستقبلات RNSS. وهذه المستقبلات مصممة للملاحه على متن المركبات وسيراً على الأقدام وتحديد الموقع عموماً، وغيرها. وثمة ثلاثة أنماط من المستقبلات مدرجان في العمود 5 في الجدول 1، يستخدم كل منهما نمط إشارة ساتلية RNSS مختلف (إما CDMA من أجل إشارة B2⁸ أو CDMA و/أو FDMA لإشارات GLONASS) ومدى ترددات مختلف.

⁵ يشير مصطلح "CDMA" إلى استعمال تقنية تشكيل النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة التي ترسل فيها كل سواتل RNSS و SBAS على نفس تردد الموجة الحاملة ولكن بشفرات تشكيل مختلفة. وثمة مزيد من تفاصيل الإشارات في الملحق 2 (GPS) في التوصية ITU-R M.1787.

⁶ يشير مصطلح "FDMA" إلى تقنية تشكيل النفاذ المتعدد بتقسيم الترددات التي تستخدم فيها كل سواتل RNSS نفس شفرة التشكيل ولكن كل ساتل يرسل في تردد موجة حاملة مختلفة. ويشير مصطلح "CDMA" إلى تقنية تُرسل فيها كل سواتل RNSS على نفس تردد الموجة الحاملة ولكن بشفرات تشكيل مختلفة. وثمة مزيد من تفاصيل الإشارات في الملحق 1 (GLONASS) في التوصية ITU-R M.1787.

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.

3 التداخل النبضي⁹

من المحتمل أن تصادف مستقبلات RNSS العاملة في النطاق MHz 1 215-1 164 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 من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) يشهد في الارتفاعات العالية حيث يقع عدد أكبر من محطات الملاحة ARNS على الأرض ضمن أفق المستقبل الراديوي. وتتناقص شدة التداخل RFI النبضي من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) إلى سوية أدنى بالقرب من الأرض بتناقص أفق المستقبل الراديوي.

ويحتاج الأمر إلى طريقة أخرى لتحليل التداخل RFI تأخذ في الحسبان التداخل النبضي القوي في النطاق MHz 1 215-1 164 خلافاً لما هو الحال، مثلاً، بالنسبة إلى النطاق MHz 1 610-1 559، حيث هذا التداخل RFI لا يُذكر. وقد توصلت الدراسات التي قامت بها منظمتان لمعايير الطيران¹⁰ إلى طريقة تحليل تتناول الأثر المجتمع للتداخل النبضي والمستمر¹¹. وتم اشتقاق أسلوبيين في الطريقة الأساسية: أحدهما لمستقبل ملاحه جوية RNSS (دورة تداخل نبضي عالي الخدمة من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS))، والآخر لمستقبلات RNSS الأقرب إلى الأغراض العامة (دورة تداخل نبضي منخفض الخدمة من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS)).

وبينت الدراسات التي قامت بها المنظمتان المعنيتان بمعايير الطيران أن أعلى سويات التداخل النبضي من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) التي تؤثر على مستقبلات الملاحة الجوية RNSS العاملة في مستوى الطيران 200 (6 096 m فوق متوسط سطح البحر (MSL)) أو فوقه تحدث في عدد من المناطق المحددة محلياً حول العالم. وبالنسبة إلى هذه المناطق، يُفرض تقييم معلمات التداخل النبضي الأساسية من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) إلى قيم للنسب المثوية لعمليات الطمس تعلق لتصل إلى 65% لمعالجة إشارة المستقبل الناجمة عن نبضات تدخل عالية السوية.

وعلاوة على ذلك، فإن نبضات السوية الأدنى من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) الموجودة أيضاً تسهم في إيجاد أثر تداخل متوسط مكافئ لزيادة بمقدار 100 إلى 150% في ضوضاء نظام RNSS. ومن شأن وجود هذه القيم من التداخل النبضي المرتفعة نسبياً من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) أن يحدّ من كمية التداخل المستمر أو النبضي من مصادر غير خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) التي يمكن أن يتحملها مستقبل RNSS في ضوء تحديدات الإشارة الساتلية وتكنولوجيا المستقبل التي تقرر أثر التداخل الأعظمي.

ومن المعروف أن معلمات التداخل النبضي من خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) 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.

⁹ يُستعمل مصطلح التداخل النبضي هنا ليعني التداخل الذي يتكون من رشقات إرسال تليها فترات عدم إرسال. والتوافق مع خدمة RNSS هو دالة لقدرة الرشقة ومدتها ودورة خدمة الإرسال.

¹⁰ RTCA ومقرها في الولايات المتحدة الأمريكية، وEUROCAE ومقرها في أوروبا.

¹¹ RTCA SC-159، "تقييم تداخل الترددات الراديوية ذي الصلة بنطاق التداخل GNSS L5/E5A"، الوثيقة رقم RTCA/DO-292، واشنطن العاصمة، 29 يوليو 2004.

4 الخصائص التقنية ومعايير الحماية في مستقبلات RNSS

يُدرج الجدول 1 الخصائص التقنية ومعايير الحماية (عتبات التداخل الكلي القصوى) لعدد من مستقبلات وتطبيقات RNSS التمثيلية في النطاق 164-1 215 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 أُدرجت المستقبلات والتطبيقات التالية في خدمة RNSS في الجدول 1:

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

الجدول 1

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

5		4			3			2		1	المعلمة
مستقبلات عامة الأغراض		مستقبلات تحديد الموقع داخل المباني			مستقبلات عالية الدقة (الملاحظة 12)			مستقبل ملاحه جوية رقم 2 (الملاحظة 9)		مستقبل ملاحه جوية رقم 1	
1 202,025 ± 10,25	1 204,704 ± 0,423K ± حيث 4,095, K = -7, ..., +12	1 207,14 ± 12	1 176,45 ± 12	1 202,025 ± 10,25	1 204,704 ± 0,423K ± حيث 4,095, K = -7, ..., +12	1 176,45 ± 12	1 202,025 ± 10,25	1 204,704 ± 0,423K ± حيث 4,095, K = -7, ..., +12 (الملاحظة 10)	1 176,45 ± 12	مدى تردد الإشارة (MHz)	
3		3			3,0 دائري			7 (دائري) (الملاحظة 11)		6+ (دائري) (الملاحظة 2)	كسب أعظمي لهوائي المستقبل في نصف الكرة الأعلى (dBi)
10-		9-			7- (خطي) (الارتفاع ≥ 10 ⁺)			10- (دائري)		5- (خطي) (الملاحظة 3)	كسب أعظمي لهوائي المستقبل في نصف الكرة الأدنى (dBi)
30	24	30	24	30	24,9 أو 24,0	30	17	24,0		مرشاح عرض نطاق 3 dB (MHz)	
25	20,46	25	17	20,46	25	20,46	25	17	20,46	مرشاح ارتباط مسبق عرض نطاق 3 dB (MHz)	
330		330			513			400		727	حرارة ضوضاء نظام المستقبل (K)
عتبات التداخل المستمر											
150-		193-			157,4-			143- (الملاحظة 13)		154,8- (الملاحظتان 4 و 5)	سوية قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق الضيق الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dBW) (الملاحظة 1)
156-		199-			157,4-			149- (الملاحظة 13)		158,7- (الملاحظتان 4 و 6)	سوية قدرة عتبة أسلوب الحيافة لتداخل النطاق الضيق الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dBW) (الملاحظة 1)
140-		150-			147,4-			140- (الملاحظة 13)		144,8- (الملاحظتان 4 و 5)	سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق العريض الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz)) (الملاحظة 1)
146-		156-			147,4-			146- (الملاحظة 13)		148,7- (الملاحظتان 4 و 6)	سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب الحيافة لتداخل النطاق العريض الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz)) (الملاحظة 1)

الجدول 1 (تتمة)

5	4	3	2	1	المعلمة
مستقبلات عامة الأغراض	مستقبلات تحديد الموقع داخل المباني	مستقبلات عالية الدقة (الملاحظة 12)	مستقبل ملاحه جوية رقم 2 (الملاحظة 9)	مستقبل ملاحه جوية رقم 1	
عتبات التداخل النبضي (انظر الملاحظة 15)					
100-	100-	120-	80-	114- (الملاحظة 7)	سوية ضغط دخل المستقبل (dBW) (الملاحظتان 14 و 15)
17-	17-	20-	1-	0 (الملاحظة 8)	سوية بقاء المستقبل (dBW) (الملاحظة 15)
$6-10 \times 30$	$6-10 \times 30$	$6-10 \times 30$	$6-10 \times (30-1)$	$6-10 \times 1$	زمن استعادة الحمولة الزائدة (s) (الملاحظة 15)

الملاحظة 1 - عدا ما يوصف خلاف ذلك، 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 و 1 MHz فهي قد تتطلب المزيد من الدراسة.

الملاحظة 2 - تنطبق قيمة الكسب الأعظمي لهوائي ذي استقطاب دائري أيمن لمستقبل في نصف الكرة الأعلى على زاوية ارتفاع 90° 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 dB عند -30° ويبقى ثابتاً عند -10 dB لزاوية 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 الحياة 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 تشبع 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 فوط حمولة، وقيم عتبية للتداخل كلي، وغير ذلك).

الملاحظة 10 - يعمل هذا النمط من المستقبلات في عدة ترددات موجات حاملة في آن واحد. وتحدد ترددات الموجات الحاملة بموجب العلاقة $f_c (MHz) = 1204,704 + 0,423K$ حيث $K = 7-$ إلى $12+$ (إشارات RNSS).

الملاحظة 11 - كسب الهوائي الأدنى في المستقبل عند زاوية ارتفاع 5 درجات هو -5,5 dBic.

الملاحظة 12 - تشمل أعمدة هذا الجدول الخصائص والعتبات للمستقبلات العاملة في النطاق 164-1 215 MHz. وللاطلاع على الخصائص والقيم العتبية للمستقبلات التي تُنحاز أيضاً وتتبع إشارات RNSS في النطاقين 1 215-1 300 MHz و/أو 1 559-1 610 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)، ومعلمات استجابة أنماط هذه المستقبلات للتداخل النبضي تخضع لمزيد من الدراسة بالاتفاق 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 أو CDMA (بتردد موجة حاملة قدره 1 202,025 MHz)، 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. وقد تتطلب عتبات عروض مطاق التداخل بين 1 kHz و 500 kHz المزيد من الدراسة.

الملاحظة 14 - بالنسبة للمستقبلات العاملة بتردد الموجة الحاملة 1 176,45 MHz، ينطبق مستوى تشبع دخل المستقبل على عرض النطاق 3 dB المقابل لمرشاح التردد الراديوي. وبالنسبة لترددات الموجة الحاملة الأخرى، يُدرس حالياً عرض النطاق الترددي المقابل لمستوى تشبع دخل المستقبل.

الملاحظة 15 - ينبغي استعمال القيم الواردة في هذا الصف لتقييم التداخل من مصادر نبضية بالاتفاق مع المنهجية الواردة في التوصية ITU-R M.2030.