

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.1902-1
(2019/09)

**خصائص ومعايير حماية محطات الاستقبال
الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية
(فضاء-أرض) العاملة في النطاق**

MHz 1 300-1 215

M السلسلة

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يمثّل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد المدى 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 الاستثمارات 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 بُعد	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).

ITU-R M.1902-1 التوصية

خصائص ومعايير حماية محطات الاستقبال الأرضية في خدمة

الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض) العاملة

في النطاق 1 300-1 215 MHz

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

(2019-2012)

مجال التطبيق

تتناول هذه التوصية الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) العاملة في النطاق 1 300-1 215 MHz. والغرض من هذه المعلومات هو إجراء تحليلات بشأن التأثير في مستقبلات 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 تربيعة بزحزحة 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 1 215-1 164 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 لمحطات الإرسال الفضائية العاملة في النطاقات 1 215-1 164 MHz و 1 300-1 215 MHz و 1 610-1 559 MHz

- إرشادات بشأن توصيات قطاع الاتصالات الراديوية المتصلة بأنظمة وشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية 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
- التوصية ITU-R M.1903-1 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.1904-1 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.1905-1 الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض) العاملة في النطاق MHz 1 215-1 164
- التوصية ITU-R M.1906-1 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.2030-0 طريقة لتقييم التداخل النبضي من المصادر الراديوية ذات الصلة بخلاف المصادر العاملة في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) على أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكتها 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.2031-1 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

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 لبعض نطاقات التردد وفي ظروف وتطبيقات معينة؛
- (ب) أن بإمكان أي محطة أرضية مجهزة على نحو ملائم أن تستقبل معلومات ملاحية من أنظمة وشبكات في الخدمة RNSS على أساس عالمي النطاق؛
- (ج) 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؛
- (د) 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؛
- (هـ) أن التوصية ITU-R M.1463 تحتوي على خصائص لأنظمة التحديد الراديوي للموقع في النطاق MHz 1 400-1 215؛
- (و) أن التوصية ITU-R M.1901 توفر الإرشاد في هذا الشأن وكذلك التوصيات الأخرى الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية 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 1 300-1 215 موزع على أساس أولي للخدمة الساتلية لاستكشاف الأرض (EESS) (النشطة)، وخدمة التحديد الراديوي للموقع، والخدمة RNSS (فضاء-أرض وفضاء-فضاء) وخدمة بحوث الفضاء (النشطة) في الأقاليم الثلاثة جميعها؛
- (ب) أن في عدد من البلدان يحتوي النطاق MHz 1 300-1 215 أيضاً على توزيعات أولية للخدمات الثابتة والمتنقلة و/أو لخدمة الملاحة الراديوية (تقتصر في بعض الحالات على استعمال الملاحة الراديوية للطيران في جزء من النطاق)؛
- (ج) أن الرقم 329.5 من لوائح الراديو (RR) ينص على أن "يخضع استعمال خدمة الملاحة الراديوية الساتلية للنطاق MHz 1 300-1 215 شريطة عدم التسبب في تداخلات ضارة وعدم المطالبة بالحماية من خدمة الملاحة الراديوية المرخص بها بموجب الرقم 331.5 من لوائح الراديو. وفضلاً عن ذلك، يخضع استعمال خدمة الملاحة الراديوية الساتلية للنطاق MHz 1 300-1 215 شريطة عدم التسبب في تداخلات ضارة لخدمة التحديد الراديوي للموقع. ولا ينطبق الرقم 43.5 من لوائح الراديو بالنسبة لخدمة التحديد الراديوي للموقع. وينطبق القرار (WRC-03) 608؛"
- (د) أن الرقم 332.5 من لوائح الراديو ينص على أنه يجب على المحاسيس النشطة المحمولة فضائياً والعاملة في خدمتي استكشاف الأرض الساتلية والأبحاث الفضائية في النطاق MHz 1 260-1 215 ألا تسبب تداخلات ضارة لخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الملاحة الراديوية الساتلية،

وإذ تلاحظ

أن التوصية ITU-R RS.1749 تحتوي على خصائص لمختلف الرادارات ذات الفتحة التركيبية المحمولة جواً في النطاق MHz 1 300-1 215 وأن التوصية ITU-R RS.1347 توصي بأن يعتبر التقاسم ممكناً في النطاق MHz 1 260-1 215 بين الرادارات ذات الفتحة التركيبية المحمولة جواً والخدمة RNSS بناءً على تجارب إيضاحية تشمل اختبار التوافق على الأرض،

توصي

بأن تُستخدم الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية الواردة في الملحق 1 في إجراء تحليلات أثر التداخل على مستقبلات الخدمة RNSS (فضاء-أرض) العاملة في النطاق MHz 1 300-1 215 جراء تداخل من مصادر راديوية غير التي في الخدمة RNSS.

الملحق 1

الخصائص التقنية ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض) العاملة في النطاق MHz 1 300-1 215

1 مقدمة

من المحتمل أن تستخدم عدة أصناف من المستقبلات التي تتفاوت من حيث الوظيفة والأداء الإشارات الساتلية في الخدمة RNSS في نطاق التردد MHz 1 300-1 215. وتشمل الأقسام الواردة أدناه وصفاً عاماً لكل نمط من مستقبلات الخدمة RNSS ووصفاً للخصائص المستقبلات ومعايير الحماية. والعديد من المستقبلات الموصوفة هي من أنماط مستقبلات نطاقات التردد المتعددة التي تستخدم أو تخطط لاستخدام إشارات الخدمة RNSS في الوقت ذاته لهذا النطاق ولوحد أو أكثر من نطاقات RNSS الأخرى.

2 مواصفات تطبيقات مستقبلات RNSS

يصف هذا القسم عدة أنماط من مستقبلات RNSS الراهنة والمقبلة.

1.2 المستقبل المرجعي على الأرض لنظام التزايد القائم على الساتل¹ (SBAS)

يستخدم هذا النمط القائم على الأرض في عمليات شبكة الأرض في نظام للتزايد القائم على الساتل (SBAS) وذلك لتحديد التأخرات الأيونوسفيرية وسلامة إشارات الخدمة RNSS. ويستعمل المستقبل تقنية شبه عديمة الشفرة تستغل ميزة فريدة يتم تفعيلها بفضل معمارية إشارة RNSS المحددة، حيث يتم تتبع إشارات L1 و L2 P(Y) استعانة بمعرفة طور الموجة الحاملة الدينامية الذي يستقى من شفرة $L1 C/A^2$ وتتبع الموجة الحاملة، ومعرفة متوسط معدل توقيت التجفير. وتوفر تقنية الارتباط المتبادل هذه المقدرة على قياس تأخر الإشارة عند L2، مما يجعل من الممكن تحديد تفاوتات تأخر الإشارة الناجمة عن الأيونوسفير. ويصبح مخطط الارتباط المتبادل ممكناً جزئياً بحكم تماثل شفرات الإشارات L1 و L2 P(Y). كما يجب أن يلتقط هذا المستقبل ويتبع إشارات SBAS الساتلية بنفس تردد الموجة الحاملة L1 C/A. والمستقبلات شبه عديمة الشفرة أكثر حساسية للتداخل لأنها تعمل دون فضل معرفة شفرة $3Y$. ويتم الالتقاط باستخدام إشارة شفرة L1 C/A. ولا ينطبق الالتقاط عند L2 لهذا النمط من المستقبلات. وتدرج الخصائص ومعايير الحماية لهذا المستقبل في العمود الأول من الجدول 1. وبما أن المستقبل يستخدم إشارات L1 C/A و P(Y) في آن واحد مع L2 P(Y) فإنه يتأثر أيضاً بالتداخل في النطاق 1 559-1 610 MHz. ويرد في التوصية ITU-R M.1903 وصف معايير الحماية والخصائص الأخرى للمستقبل المرجعي على الأرض SBAS في نطاق التردد المذكور.

وتضطلع المستقبلات المرجعية على الأرض SBAS بأدوار حرجة، من قبيل رصد سلامة أنظمة RNSS في محطات SBAS على الأرض في مواقع ثابتة معروفة. ومن ثم تتوفر لهذه المستقبلات الحماية الملائمة لضمان النفاذ المستمر غير المتقطع إلى إشارات الخدمة RNSS، من قبيل المناطق الدائرة المادية، دون أن تقتصر عليها.

2.2 مستقبلات الخدمة RNSS شبه عديمة الشفرة

1.2.2 المستقبلات شبه عديمة الشفرة العالية الدقة

تستخدم المستقبلات شبه عديمة الشفرة العالية الدقة بالدرجة الأولى لعمليات المسح وغيرها من تطبيقات تحديد الموقع على وجه الدقة (مثل تطبيقات الزراعة الدقيقة والتطبيقات العلمية) حيث يكون من المطلوب قياسات التأخر الأيونوسفيري. وعلى غرار المستقبل المرجعي على الأرض SBAS المذكور أعلاه، تستخدم هذه المستقبلات شبه عديمة الشفرة تقنية يتم فيها تتبع الإشارات L1 و L2 P(Y)، مستعينة بمعرفة طور الموجة الحاملة الدينامية المستقى من تتبع شفرة L1 C/A. وهناك طريقتان لهذه الغاية: (1) تكون إشارات L1 و L2 P(Y) مترابطة بالتبادل، أو (2) يتم تتبع الإشارات فعلياً بصورة مستقلة. وتلقى المستقبلات العالية الدقة وتتبع إشارات RNSS في نطاقين أو ثلاثة نطاقات تردد من أجل التشغيل الملائم وتتطلب الحماية في جميع النطاقات المستخدمة.

وهناك أيضاً أنماط مختلفة لهذه الطرائق أو توليفات من طريقتين. وفي أي حال، فإن الغرض هو توفير تقدير للتأخر الأيونوسفيري أو مجموعة مستقلة من قياسات طور الموجة الحاملة التي تمكن من الإزالة السريعة لجوانب غموض طول الموجة، حتى عندما يكون المستقبل في حالة الحركة. وتحسن هذه العملية من دقة تحديد الموقع. ويصبح مخطط الارتباط المتبادل ممكناً بحكم تماثل شفرات P(Y) شبه المتزامنة في L1 و L2. وتتأخر شفرات إشارة L2 P(Y) عبر الأيونوسفير نسبة إلى شفرات إشارات L1 P(Y)، كما أنها تكون مصحوبة بتقدم طور الموجة الحاملة. وتتمتع إشارة L1 P(Y) بنفس الشفرة ودولر الموجة الحاملة شأن إشارة L1 C/A، مما يسمح

¹ النظام SBAS هو وسيلة لتوفير تصحيح أخطاء القياس وسلامة البيانات على المستوى الإقليمي لخدمة RNSS من خلال إشارات ساتلية في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO).

² تكون الإشارات L1 C/A و L1 P(Y) في نطاق التردد 1 559-1 610 MHz لخدمة RNSS بينما تكون إشارات L2 P(Y) في نطاق التردد 1 215-1 300 MHz لهذه الخدمة. وثمة المزيد من التفاصيل بشأن هذه الإشارات في الملحق 2 (GPS) في التوصية ITU-R M.1787.

³ شفرة Y هي عبارة عن شفرة P معدلة ومجففة لها نفس معدل التقطيع وخصائص التشكيل كما في شفرة P.

بإمكانية مساعدة التتبع شبه عدم الشفرة باستخدام عرى تتبع عرض نطاق ضيقة جداً. وتكون لهذا المستقبل خصائص مماثلة للمستقبل المرجعي على الأرض SBAS الموصوف أعلاه، ولكنه قد يختلف من حيث قابلية تأثره بالتداخل. وترد في العمود 2 من الجدول 1 خصائص هذا النمط من المستقبلات. وبما أن هذا المستقبل يستخدم أيضاً إشارات النطاق 1 610-1 559 MHz، فإنه يتأثر من جراء التداخل في هذا النطاق. وترد في التوصية ITU-R M.1903 معايير الحماية وغيرها من الخصائص في النطاق 1 610-1 559 MHz المحدد من أجل المستقبلات عالية الدقة من نمط النفاذ المتعدد بتقسيم شفري (CDMA).

2.2.2 المستقبلات شبه عديمة الشفرة العالية الدقة والانتقالية من حيث الإشارة L2C

يتمتع هذا المستقبل بجميع خصائص المستقبل شبه عدم الشفرة العالي الدقة المذكور في الفقرة 1.2.2 وكذلك يتلقى ويتتبع الإشارة L2C الجديدة⁴ في الموجة الحاملة L2 التي تُستقبل من سواتل الأجيال الأخيرة المتاحة. ويستخدم هذا المستقبل التقنية شبه عديمة الشفرة الموصوفة أعلاه لكي يتلقى ويتتبع إشارات L2 P(Y) في سواتل أخرى من الجيل الأسبق، وقد يستخدم هذه التقنية في إشارات L2 P(Y) التي يتلقاها من سواتل الجيل الأخير كذلك، على الأقل لتوفير معلومات معايرة من أجل عمليات L2C/L2 P(Y) المهجنة. وتتطلب هذه العملية المهجنة أن يكون معروفاً فرق الطور بين إشارات L2C و L2 P(Y). وتوفر الإشارة L2C قدراً أكبر من المتانة مما هو متاح في العملية شبه عديمة الشفرة L2 P(Y) مما يفيد في البيئات الأكثر إجهاداً. ومع ذلك، وبما أن المستقبلات التي تنسم بهذه القدرة تستخدم في تطبيقات الأنظمة التي تستخدم أيضاً المستقبلات شبه عديمة الشفرة L2 P(Y) الموروثة، بصفة عامة، فإن هذا القدر الإضافي من المتانة غير متوفر دائماً. ومن ثم تبقى سارية سويات قدرة التداخل العتبية المحددة في العمود 2 في الجدول 1.

3.2 المستقبلات العالية الدقة التي تستخدم L2C

هذا النمط من المستقبلات هو مستقبل قائم على الأرض يتلقى ويتتبع الإشارة L2C، ولكن ليس بالضرورة الإشارة L2 P(Y). ولا تختلف وظيفة هذا المستقبل عن وظيفة المستقبل شبه عدم الشفرة العالي الدقة الموصوف أعلاه، ولكن بقدر أكبر من المتانة المكتسبة من تلقي وتتبع الإشارة L2C.

ويتلقى هذا النمط من المستقبلات ويتتبع الشفرة L2C الجديدة التي يتلقاها من بعض السواتل من الجيل الأخير. ويمكن لهذا المستقبل أن يستخدم أيضاً التقنية شبه عديمة الشفرة الموصوفة أعلاه لكي يتلقى ويتتبع إشارات L2 P(Y) من هذه السواتل وغيرها كذلك، على الأقل لتوفير معلومات المعايرة لعمليات L2C/L2 P(Y) المهجنة. وتتطلب هذه العملية المهجنة معرفة فارق الطور بين إشارات L2C و L2 P(Y). وترد خصائص هذا النمط من المستقبلات التي تتلقى وتتتبع إشارة L2C في العمود 3 في الجدول 1. وتوفر الإشارة L2C قدراً أكبر من المتانة مما هو متاح في العملية شبه عديمة الشفرة L2 P(Y) مما يفيد في البيئات الأكثر إجهاداً. ومع ذلك، وبما أن المستقبلات التي تنسم بهذه القدرة تستخدم في تطبيقات الأنظمة التي تستخدم أيضاً المستقبلات شبه عديمة الشفرة L2 P(Y) الموروثة، بصفة عامة، فإن هذا القدر الإضافي من المتانة غير متوفر دائماً. ومن ثم تبقى سارية سويات قدرة التداخل العتبية المحددة في العمود 2 في الجدول 1.

4.2 مستقبل الملاححة الجوية

تشير الملاححة الجوية إلى مستقبل محمول في الجو مصمم للاستخدام في جميع مراحل الطيران. ومن الممكن أن يستخدم هذا النمط من المستقبلات إشارات CDMA و/أو FDMA RNSS⁵ ويعمل في عدة ترددات موجات حاملة في آن واحد. وترد خصائص هذا النمط من المستقبلات في العمود 4 في الجدول 1.

⁴ يمكن الاطلاع على المزيد من التفاصيل عن الإشارة L2C في الملحق 2 (GPS) في التوصية ITU-R M.1787.

⁵ يشير مصطلح "FDMA" إلى تقنية تشكيل للنفاذ المتعدد بتقسيم الترددات تستخدم فيها جميع سواتل الخدمة RNSS نفس شفرة التشكيل، ولكن يرسل كل ساتل على تردد موجة حاملة مختلف. ويشير مصطلح "CDMA" إلى تقنية تشكيل للنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرات تُرسل فيها

ويمكن أن تنطبق خصائص مستقبلات الملاحة الراديوية أيضاً على المستقبلات المطورة من أجل التطبيقات البرية والبحرية غير الموصوفة في هذا الملحق.

5.2 تحديد الموقع داخل المباني

تمثل فئة تحديد الموقع داخل المباني مستقبلات الخدمة RNSS المزمع استخدامها داخل المباني والتي تتسم عموماً بقدرة C/N_0 منخفضة (أي أنها مستقبلات حساسة جداً). وبما أنه لا يمكن استخدام تتبع الموجات الحاملة في الإشارات المنخفضة القدرة الموجودة في البيئات داخل المباني، فلا يستخدم سوى تتبع الشفرة في هذا النمط من المستقبلات. ويسرد العمود 5 في الجدول 1 ثلاثة أنماط من المستقبلات، يستخدم كل منها نمط إشارة ساتلية RNSS مختلفاً (إما CDMA لإشارة L2C؛ أو CDMA و/أو FDMA لإشارات نظام الملاحة الراديوية الساتلية (GLONASS))، ومدى تردد مختلف وعرض نطاق مرشاح مختلف. أما معايير الحماية والخصائص المتبقية فهي على حالها.

6.2 تطبيقات "أخرى"

تمثل فئة التطبيقات "الأخرى" تطبيقات الخدمة RNSS الأخرى التي تستخدم مستقبلات الأغراض العامة والمستقبلات المحمولة باليد. والخصائص⁶ ومعايير الحماية لهذا النمط من المستقبلات واردة في العمود 6 في الجدول 1.

7.2 التطبيقات العامة الغرض

تمثل الفئة العامة الغرض عدة أنماط من مستقبلات RNSS. وهذه المستقبلات مصممة من أجل الملاحة على متن المركبات، والملاحة سيراً على الأقدام، وتحديد الموقع عموماً، وغير ذلك. ويسرد العمود 7 في الجدول 1 ثلاثة أنماط من المستقبلات، يستخدم كل منها نمط إشارة ساتلية RNSS مختلفاً (إما CDMA لإشارة L2C؛ أو CDMA و/أو FDMA لإشارات نظام (GLONASS))، ومدى ترددات مختلف، وعرض نطاقات مرشاح مختلف. أما معايير الحماية والخصائص المتبقية فهي على حالها.

3 آثار تداخل التردد الراديوي النبضي⁷

علاوة على التداخل المستمر من مصادر شتى، بما فيها المحطات الفضائية في الخدمة RNSS، تخضع مستقبلات RNSS في النطاق 1 215-300 MHz لتداخل تردد راديوي (RFI) نبضي داخل النطاق وفي النطاق المجاور من رادارات التحديد الراديوي للموقع ومرسلات خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS). ومن شأن وجود تداخل التردد الراديوي (RFI) النبضي هذا تخفيض كمية تداخل التردد الراديوي (RFI) المستمر التي يستطيع مستقبل RNSS أن يتحملها. وتتوقف كمية RFI النبضي على عدد المصادر الموجودة ضمن أفق الراديو لهوائي استقبال في خدمة RNSS.

ويحتاج الأمر إلى طريقة مختلفة لتحليل التداخل RFI لكي تأخذ في الحسبان التداخل RFI النبضي في النطاق 1 215-300 MHz. وما هو الحال، مثلاً، في النطاق 1 559-610 MHz حيث التداخل RFI لا يذكر. وقد تبين في دراستين قامت بهما منظمتان لمعايير

⁶ جميع إشارات سواتل الخدمة RNSS على نفس تردد الموجة الحاملة ولكن بشفرات تشكيل مختلفة. ويورد الملحق 1 (GLONASS) والملحق 2 (GPS) للتوصية ITU-R M.1787 المزيد من التفاصيل عن الإشارات.

⁶ ثمة المزيد من تفاصيل الإشارة RNSS في الملحق 4 (QZSS) في التوصية ITU-R M.1787.

⁷ يُقصد بمصطلح 'التداخل المستمر' المستخدم هنا التداخل الوارد من مصادر ذات قدرة ثابتة إلى حد كبير وموجودة طوال الوقت بوجه عام. ويختلف هذا النمط من التداخل عن 'التداخل النبضي' المؤلف من رشقات إرسال متبوعة بفترات عدم إرسال. وتحقيق التوافق بين النمط الأخير من التداخل والخدمة RNSS هو مهمة قدرة الرشقة ومدتها، ودورة تشغيل الإرسال.

الطيران⁸ طريقة تحليل تتناول التأثير المركب للتداخل RFI النبضي والمستمر⁹. وتم اشتقاق شكلين في الطريقة الأساسية يتوقفان على نمط تخفيف المستقبل في الخدمة RNSS للمصادر النبضية: أحدهما للمستقبلات المزودة بتكنولوجيا "طمس النبض" (المستخدمة للعمل في البيئات التي يرتفع فيها نبض دورة التداخل)؛ والآخر لأغراض أعم، من مستقبلات الإشباع (ملائم للعمل في البيئات التي ينخفض فيها نبض دورة تداخل). ويتضمن المستقبل المرجعي على الأرض SBAS (انظر الفقرة 1.2) تكنولوجيا طمس النبض من أجل تحسين الأداء في وجود التداخل RFI النبضي.

4 الخصائص التقنية ومعايير الحماية لمستقبلات الخدمة RNSS

يتضمن الجدول 1 الخصائص التقنية ومعايير الحماية (العتبات القصوى للتداخل الكلي) لعدد من مستقبلات وتطبيقات الخدمة RNSS التمثيلية في النطاق 1 215-1 300 MHz. ويمكن الاطلاع على المزيد من معلومات إشارات الخدمة RNSS في التوصية ITU-R M.1787.

ويقترح الجدول 1 سويات مختلفة من الحماية تتوقف على كل من تطبيقات الخدمة RNSS. وقد أدرجت في الجدول المستقبلات والتطبيقات RNSS التالية:

- مستقبل مرجعي على الأرض SBAS (انظر البند 1.2 والعمود 1 في الجدول 1).
- مستقبل شبه عدم الشفرة عالي الدقة (انظر البند 1.2.2 والعمود 2 في الجدول 1) (يلاحظ أن العمود 2 ينطبق أيضاً على مستقبل L2C شبه عدم الشفرة عالي الدقة انتقالي، انظر البند 2.2.2).
- مستقبل عالي الدقة يستخدم L2C (انظر البند 3.2 والعمود 3 في الجدول 1).
- مستقبل ملاححة جوية (نمطان) (انظر البند 4.2 والعمود 4 في الجدول 1).
- تحديد الموقع داخل المباني (ثلاثة أنماط) (انظر البند 5.2 والعمود 4 في الجدول 1).
- مستقبلات "أخرى" (انظر البند 6.2 والعمود 6 في الجدول 1).
- مستقبلات عامة الغرض (ثلاثة أنماط) (انظر البند 7.2 والعمود 7 في الجدول 1).

⁸ RTCA ومقرها الولايات المتحدة الأمريكية، و EUROCAE ومقرها أوروبا.

⁹ RTCA SC-159، "تقييم تداخل الترددات الراديوية ذي الصلة بنطاق التداخل GNSS L5/E5A"، الوثيقة رقم RTCA/DO-292، واشنطن العاصمة، 29 يوليو 2004.

الجدول 1

الخصائص التقنية ومعايير الحماية لمستقبلات الخدمة RNSS (فضاء-أرض) العاملة في النطاق 1 300-1 215 MHz

7			6			5			4		3	2	1	المعلمة	
أغراض عامة			غير ذلك			تحديد الموقع داخل المباني			مستقبل ملاحظة جوية (الملاحظة 10)		مستقبل عالي الدقة يستخدم *L2C	مستقبل شبه عديم الشفرة عالي الدقة*	مستقبل مرجعي على الأرض *SBAS		
1 248,06 ± 7.7 1 246 + 0,4375*K ± 5,11 حيث K = 6+ , ..., 7- = K			1 227,6 ± 12			1 248,06 ± 7.7 1 246 + 0,4375*K ± 5,11 حيث K = 6+ , ..., 7- = K			1 227,6 ± 12		1 248,06 ± 7.7 1 246 + 0,4375*K ± 5,11 حيث K = 6+ , ..., 7- = K (الملاحظة 8)	1 227,6 ± 15,345	1 227,6 ± 15,345	1 227,6 ± 15,345	نطاق تردد وحيد (MHz)
6			6			6			7 دائري (الملاحظة 11)		3,0 دائري	3,0 دائري	2,0- دائري (الملاحظة 3)	كسب أعظمي لهوائي المستقبل في نصف الكرة الأعلى (dBi)	
6 (الملاحظة 12)			6 (الملاحظة 12)			6 (الملاحظة 12)			10- دائري		7- خطي (زاوية ارتفاع > 10°)	7- خطي (زاوية ارتفاع > 10°)	5,0- دائري (الملاحظة 3)	كسب أعظمي لهوائي المستقبل في نصف الكرة الأدنى (dBi)	
30		32	64			30		32	30		24,0	24,0	24,0	مرشاح RF عرض نطاق 3 dB (MHz)	
25	20		2	50			25	20		25	20,46	20,46	20,46	مرشاح ارتباط مسبق عرض نطاق 3 dB (MHz)	
645			645			645			400		513	513	513	حرارة ضوضاء نظام المستقبل (K)	
<i>عتبات التداخل المستمر</i>															
158- (الملاحظة 1)			119- (الملاحظة 2)			193- (الملاحظة 1)			149- (الملاحظة 1) (الملاحظة 9)		151,4- (الملاحظة 1)	137,4- (P(Y)) (الملاحظة 1)	137,5- (P(Y)) (الملاحظة 1)	سوية قدرة عتبة أسلوب التبع لتداخل النطاق الضيق الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dBW)	
164- (الملاحظة 1)			125- (الملاحظة 2)			199- (الملاحظة 1)			155- (الملاحظة 1) (الملاحظة 9)		157,4- (الملاحظة 1)	انظر الملاحظة 5	انظر الملاحظة 4	سوية قدرة عتبة أسلوب الحيابة لتداخل النطاق الضيق الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dBW)	
139- (الملاحظة 1)			121- (الملاحظة 2)			150- (الملاحظة 1)			140- (الملاحظة 1) (الملاحظة 9)		147,4- (الملاحظة 1)	147,4- (P(Y)) (الملاحظة 1)	147,5- (P(Y)) (الملاحظة 1)	سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب التبع لتداخل النطاق العريض الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz))	

الجدول 1 (تتمة)

7	6	5	4	3	2	1	المعلمة
أغراض عامة	غير ذلك	تحديد الموقع داخل المباني	مستقبل ملاحه جوية (الملاحظة 10)	مستقبل عالي الدقة يستخدم *L2C	مستقبل شبه عديم الشفرة عالي الدقة*	مستقبل مرجعي على الأرض *SBAS	
145- (الملاحظة 1)	127- (الملاحظة 2)	156- (الملاحظة 1)	146- (الملاحظة 1) (الملاحظة 9)	147,4- (الملاحظة 1)	انظر الملاحظة 5	انظر الملاحظة 4	سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب الحيازة لتداخل النطاق العريض الكلي في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz))
عتبات التداخل النبضي (انظر الملاحظة 14)							
70-	70-	70-	80-	120- (الملاحظة 6)	120- (الملاحظة 6)	135,0- (الملاحظة 6) (ملاحظة 13)	سوية ضغط دخل المستقبل (dBW) (الملاحظة 14)
20-	20-	20-	1-	20-	20-	10,0- (الملاحظة 7)	سوية بقاء المستقبل (dBW) (الملاحظة 14)
$6-10 \times 30$	$6-10 \times 30$	$6-10 \times 30$	$6-10 \times (30 \text{ إلى } 1)$	$6-10 \times 1,0$	$6-10 \times 1,0$	$6-10 \times 1,0$	زمن استعادة الحمولة الزائدة (s) (الملاحظة 14)

الملاحظات المدرجة في الجدول 1:

- * يشمل هذا الجدول الخصائص والعتبات لمستقبلات الخدمة RNSS العاملة في النطاق 1 215-1 300 MHz. (تعمل المستقبلات من هذا النمط بالإشارات الموصوفة في الملحق 2 في التوصية ITU-R M.1787) وللاطلاع على الخصائص ومعايير الحماية للمستقبلات العاملة في النطاقين 1 559-1 610 MHz و/أو 1 164-1 215 MHz، يرجى الرجوع أيضاً إلى أعمدة الجدول المصاحبة في التوصيتين ITU-R M.1903 و/أو ITU-R M.1905، على التوالي.
- الملاحظة 1 -** في معالجة إشارة P(Y)، بما في ذلك استخدام التقنية شبه عديم الشفرة، يعتبر أن التداخل في النطاق الضيق له عرض نطاق أقل من 100 kHz وأن التداخل في النطاق العريض له عرض نطاق أكبر من 1 MHz. وفيما يتعلق بمعالجة إشارات تردد الموجة الحاملة (MHz 1 248.06) في تقنيتي FDMA و CDMA، 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. أما عتبات التداخل في النطاق العريض التي تتراوح ما بين 100 kHz (بالنسبة إلى P(Y) أو 1 kHz (بالنسبة إلى L2C و CDMA/FDMA (تردد الموجة الحاملة 1 248.06 MHz)) و 1 MHz (أو 500 kHz بالنسبة إلى FDMA) فهي غير محددة وقد تتطلب المزيد من الدراسة.
- الملاحظة 2 -** 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. وقد يلزم إجراء المزيد من الدراسات لتحديد عتبات عروض نطاقات التداخل بين 700 Hz و 1 MHz.
- الملاحظة 3 -** تنطبق قيمة الكسب الأقصى المدرجة لنصف الكرة الأعلى على زاوية ارتفاع 30° (أي زاوية وصول RFI المتوقعة القصوى). وتنطبق قيمة الكسب الأقصى المدرجة لنصف الكرة الأدنى على زاوية ارتفاع 5°.
- الملاحظة 4 -** تجري حيازة الإشارة باستعمال إشارة L1 C/A. انظر صف عتبة الحيازة الملائمة في الجدول 2-2 في الملحق 2 في التوصية ITU-R M.1903، أي عمود "المستقبل المرجعي على الأرض SBAS".
- الملاحظة 5 -** تجري حيازة الإشارة باستعمال إشارة L1 C/A. انظر صف عتبة الحيازة الملائمة في الجدول 2-2 في الملحق 2 في التوصية ITU-R M.1903، أي عمود "عالي الدقة".

الملاحظات المدرجة في الجدول I (تتمة):

- الملاحظة 6** - تسري سويات تشبّع دخل المستقبل هذه على عرض نطاق مرشاح الترددات الراديوية عند -3 dB.
- الملاحظة 7** - سوية البقاء هذه هي سوية ذروة القدرة لإشارة نبضية لها عامل تشغيل أقصى بنسبة 10%.
- الملاحظة 8** - يعمل هذا النمط من المستقبلات في عدة ترددات موجات حاملة لإشارة RNSS في آن واحد. وتحدد ترددات الموجات الحاملة بموجب العلاقة $f_c \text{ (MHz)} = 1\,246,0 + 0,4375 K$ حيث $K = -7$ إلى $+6$.
- الملاحظة 9** - ينبغي أن تأخذ هذه العتبة في الحسبان القدرة الكلية لجميع مصادر التداخل. ولا تتضمن قيمة العتبة أي هامش أمان.
- الملاحظة 10** - 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 11** - كسب الهوائي الأدنى في المستقبل عند زاوية ارتفاع 5° هو -5,5 dBi.
- الملاحظة 12** - بما أن من الممكن توجيه الهوائي في بعض تطبيقات مستقبل الخدمة RNSS في أي اتجاه تقريباً، فإن من الممكن أن يكون الكسب الأقصى للهوائي في نصف الكرة الأدنى (في ظروف أسوأ حالة) مساوياً للكسب الأقصى للهوائي في نصف الكرة الأعلى.
- الملاحظة 13** - تسري سوية تشبّع دخل المستقبل هذه على القدرة في عرض نطاق يبلغ 1 MHz.
- الملاحظة 14** - ينبغي أن تُستخدم القيم الواردة في هذه الصفوف لتقدير سويات التداخل الوارد من المصادر النبضية بالاقتران بالمنهجية الواردة في التوصية ITU-R M.2030.