

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2031-1
(2015/09)

**الخصائص ومعايير الحماية لمحطات
الاستقبال الأرضية وخصائص محطات
الإرسال الفضائية في خدمة الملاحة
الراديوية الساتلية (فضاء-أرض)
العاملة في النطاق 5 010-5 030 MHz**

السلسلة M

**الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة**

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 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 والمظمنة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية 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>)

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، 2016

© ITU 2016

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.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

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

(2015-2012)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية وخصائص محطات الإرسال الفضائية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010. والهدف من هذه المعلومات إجراء تحليل للتقاسم والتوافق بشأن التأثير الذي يسببه تداخل الترددات الراديوية الناتج عن مصادر راديوية غير خدمة الملاحة الراديوية الساتلية في أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض) وشبكاتها العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010.

مصطلحات أساسية

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

المختصرات/الأسماء المختصرة

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

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 وشبكاتها العاملة في النطاقات MHz 1 215-1 164 و MHz 1 300-1 215 و MHz 1 610-1 559 و MHz 5 030-5 010
التوصية ITU-R M.1787-2	وصف الأنظمة والشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض وفضاء-فضاء) والخصائص التقنية لمحطات الإرسال الفضائية العاملة في النطاقات MHz 1 215-1 164 و MHz 1 300-1 215 و MHz 1 610-1 559
التوصية ITU-R M.1831-1	طريقة تنسيق من أجل تقييم التداخل بين أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS)

¹ ينبغي أن تحاط لجنة الدراسات 5 لقطاع الاتصالات الراديوية ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) علماً بهذه التوصية.

إرشادات بشأن توصيات قطاع الاتصالات الراديوية المتصلة بأنظمة وشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية العاملة في النطاقات الترددية MHz 1 215-1 164 و MHz 1 300-1 215 و MHz 1 610-1 559 و MHz 5 030-5 010 و MHz 5 010-5 000	التوصية ITU-R M.1901-1
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 النطاقات الترددية 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 (فضاء-أرض) العاملة في النطاق MHz 1 215-1 164	التوصية ITU-R M.1905-0
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 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.2030-0

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) وشبكتها 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 ثمة أنظمة وشبكات مختلفة عاملة أو مخطط لها أن تعمل في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية؛
- ج) أن الدراسات جارية بشأن التداخل على أنظمة وشبكات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) من الخدمات الراديوية الأخرى،

وإذ تدرك

- أ) أن النطاق MHz 5 030-5 010 موزع على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء-أرض وفضاء-فضاء) في جميع الأقاليم الثلاثة؛
- ب) أن النطاق MHz 5 030-5 010 موزع أيضاً على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في جميع الأقاليم الثلاثة؛
- ج) أن النطاق MHz 5 030-5 010 موزع أيضاً على أساس أولي لخدمة التسيير المتنقلة الساتلية للطيران (AMS(R)S) في جميع الأقاليم الثلاثة مع مراعاة الرقم 21.9 من لوائح الراديو؛

د) أنه بموجب الرقم 5328B من لوائح الراديو، "يكون استعمال أنظمة وشبكات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية للنطاقات 164-1 300 MHz و 1 559-1 610 MHz و 5 010-5 030 MHz التي يكون مكتب الاتصالات الراديوية قد استلم معلومات تنسيق أو معلومات تبليغ كاملة عنها، بحسب الاقتضاء، بعد 1 يناير 2005، مرهوناً بتطبيق أحكام الأرقام 12.9 و 12A.9 و 13.9..."، وأنه يجري التخطيط لإجراء دراسات لتحديد منهجيات ومعايير إضافية لتيسير هذا التنسيق؛

هـ) أن الرقم 443B.5 من لوائح الراديو والقرار 741 (المراجع في المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2012) يوفران حدود كثافة تدفق القدرة المجمعة في المحطات الفضائية لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) من أجل منع حدوث تداخل ضار لخدمة علم الفلك الراديوي (RAS) العاملة في النطاق 4 990-5 000 MHz؛

و) أن الرقم 443B.5 من لوائح الراديو يوفر حدود كثافة تدفق القدرة المجمعة على المحطات الفضائية لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) من أجل حدوث تداخل ضار لأنظمة الهبوط بالموجات الصغيرة العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) فوق التردد 5 030 MHz؛

ز) أن التوصية ITU-R M.1901 تقدم توجيهات بشأن توصيات قطاع الاتصالات الراديوية المتعلقة بالأنظمة والشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية،

توصي

- 1 باستخدام الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية وخصائص محطات الإرسال الفضائية الواردة في الملحق 1 و 2 و 3 عند إجراء تحاليل بشأن التأثير في أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكتها (فضاء-أرض) العاملة في النطاق 5 030-5 010 MHz جراء تداخل الترددات الراديوية الناتج عن مصادر راديوية غير خدمة الملاحة الراديوية الساتلية؛
- 2 أن التداخل المسموح به الوارد في الملحقين 1 و 2 على وصلات الخدمة في أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكتها (فضاء-أرض) العاملة في النطاق 5 030-5 010 MHz من جميع المصادر الراديوية غير خدمة الملاحة الراديوية الساتلية ينبغي ألا يزيد على قيم عتبة التداخل الواردة في الجدولين 1-1 و 2-4.

الملحق 1

الخصائص التقنية النمطية ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في نظام غاليليو العامل في النطاق 5 030-5 010 MHz

1 مقدمة

توفر وصلة الخدمة في نظام غاليليو لتحديد المواقع معلومات تستخدمها مستقبلات الملاحة الجيدة التجهيز في تحديد المواقع والملاحة والتوقيت (PNT). ويركز هذا الملحق على خصائص استقبال وصلة الخدمة في نظام غاليليو لتحديد المواقع ولا يتناول محطات الإرسال الفضائية للشبكة نفسها. ويُتوقع أن يتم تحديث هذا الملحق في مراجعة مقبلة لهذه التوصية حالما تتوفر خصائص محطات الإرسال الفضائية.

2 خصائص وصلة الخدمة في نظام غاليليو

توفر خدمة تحديد المواقع والملاحة والتوقيت (PNT) في نظام غاليليو وصلات هابطة تعمل في النطاق 5 010-5 030 MHz لتلبية متطلبات المستخدمين المتنقلين (للبر والبحر والطيران) المتعلقة بخدمة PNT.

وتوفر تطبيقات تحديد المواقع والملاحة والتوقيت في نظام غاليليو خدمتين: خدمة ذات تغطية عالمية وخدمة تستفيد من الحزم النقطية لتوفير قيمة أعلى لنسبة الموجة الحاملة للضوضاء (C/N_0) في مناطق محددة. وتعتبر إرسالات الإشارات عرضة النطاق أساسية لتوفير دقة أعلى في قياس المدى وأداء عالٍ في تحديد المواقع. وعلى غرار إرسالات إشارات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) في النطاق L، تُنفذ الإرسالات في النطاق C على شكل إشارات محددة الطيف لها مكونات الإشارات المعددة الإرسال.

وبالمقارنة مع شروط التقاسم في توزيعات التردد الخاصة بالخدمة RNSS بين 1 164 MHz و 1 610 MHz، يوفر النطاق 5 010-5 030 MHz سوياً أدنى بكثير من التداخل المحتمل ما يجعله جاذباً لتطبيقات السلامة والخدمات الرفيعة المماثلة. ويوفر الجدول 1-1 أدناه معايير الحماية الخاصة بالمستقبلات التي تم استخلاصها باستخدام شروط الوصلة الهابطة لحزمة ذات تغطية عالمية. ويعتد إرسال مختلف مكونات الإشارة بواسطة تشكيلات ثابتة الغلاف. ويتعين تحقيق كامل نوعية الخدمة لجميع زوايا الارتفاع فوق 5° كما تقتضيه متطلبات الأسواق.

ويفترض أن توفر وصلة الخدمة خدمات تحديد المواقع والملاحة والتوقيت (PNT) للمستقبلات المتنقلة في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) انطلاقاً من السواتل المرئية على زوايا ارتفاع فوق 5°، باستخدام هوائيات ذات تغطية نصف كروية وكسب قدره 5- dB. ويتراوح كسب هوائي الاستقبال النموذجي المفترض بين 5- dB و 4+ dB بالنسبة لزوايا الارتفاع التي تتراوح بين 5° و 90°.

3 معايير الحماية لمستقبلات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية

لم تحسب سوياً عتبة التداخل المجموع الواردة في الجدول 1-1 إلا بالنسبة للتداخل الناجم عن الإرسالات المستمرة والذي يفترض أنه ضوضاء بيضاء.

وتعتبر قيم سوياً عتبة التداخل المجموع ضيق النطاق الواردة في الجدول 1-1 قيمة مؤقتة. وكما هو مبين في التوصية ITU-R M.1831، فمع أن هناك طريقة مناسبة لنمذجة مصادر التداخل الخارجي المستمر العريض النطاق، إلا أنه يتعين تحديد طريقتين إضافيتين من أجل التداخل الضيق النطاق والتداخل النبضي، علماً بأنه لا يوجد في الوقت الحالي أي توصية تعالج مسألة التداخل الضيق النطاق.

ولتوفير المعلومات المتعلقة بتحديد المواقع والملاحة والتوقيت (PNT)، تتبع مستقبلات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) عدة خطوات هامة لاستقبال الترددات الراديوية ومعالجة الإشارات الممددة الطيف. وتتمثل خطوات هذه العملية بحيازة الإشارة (الحاملة والطور)، وتتبع الحاملة والطور، وتتبع الشفرة والحاملة الفرعية، وفك تشفير الرسالة الملاحة.

لذلك تتطلب حماية أداء عمليات المستقبل المذكورة أعلاه اهتماماً خاصاً نظراً إلى أن الانحطاط في نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء (C/N_0) الناجم عن التداخلات التي جرى تبسيطها بوصفها ضوضاء بيضاء ليس السبب الوحيد الذي يمكن أن يؤدي إلى تدهور أداء المستقبل، بل أيضاً الشكل الطيفي لهذه التداخلات. وبعبارة أخرى، يمكن أن تؤدي الضوضاء الملونة إلى تدهور أداء المستقبل حتى في الحالة التي يفترض فيها أن انحطاط النسبة C/N_0 لا ينطوي على أي ضرر استناداً إلى نموذج تداخل الضوضاء الغوسية البيضاء الإضافية (AWGN).

وتؤثر الضوضاء الملونة أيضاً في تنفيذ أجهزة إزالة الترابط المبكرة - المتأخرة، التي تعتبر عنصراً أساسياً في عملية استقبال خدمة الملاحة الراديوية الساتلية.

وتقدم التوصية ITU-R M.1831 وصفاً للعمليات الحسابية المتعلقة بالتنسيق بين أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية، التي تأخذ في الاعتبار الخصائص الطيفية للإشارات باستخدام معامل الفصل الطيفي (SSC).

وكما هو الحال في التداخل المستمر، فإن قيم انحطاط النسبة C/N_0 ، المحسوبة بواسطة التداخل النبضي والتي تراعي الافتراض بأن الضوضاء بيضاء، لا تمثل التأثيرات الفعلية على أداء المستقبل. فبالإضافة إلى المعلومات الجديدة للتداخل المستمر، مثل قدرة الذروة، ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار دورة تشغيل النبضات (PDC) وتردد تكرار النبضات (PRF) من أجل إجراء تقييم مناسب لانحطاط المستقبل. ومع أن العبارات المغلقة يمكن أن تأخذ هذه المعلومات الإضافية في الاعتبار، إلا أن حدود وضع النماذج تصبح جلية إذا تعين مراعاة التأثيرات اللاخطية على الطرف الأمامي للمستقبل.

أما في حالة التداخل النبضي فإن الوقت اللازم للانتقال من حالة تشيع الطرف الأمامي للمستقبل أثناء النبضة إلى الحالة المستقرة التي تكون فيها المعادلات الخطية صالحة يعتمد بشكل كبير على تطبيقات المستقبل. فخلال الفترة الزمنية المتمثلة بمدة النبضة مضافاً إليها وقت الاستعادة السابق، تكون النبضات التي يزود بها جهاز الترابط عديمة الفائدة لعملية التتبع أو لعملية إزالة تشكيل البيانات.

وكلما ارتفع عدد النبضات خلال فترة التكامل المتسقة، ازدادت قيمة انحطاط دورة تشغيل النبضات (PDC) من جراء التأثيرات المتراكمة لأوقات الاستعادة. ويجب أن تساوي مدة النبضة جزءاً صغيراً من فترة التكامل المتسقة. وبوجه عام، فإن أي فترة زمنية تظهر فيها عينات تعرضت لانحطاط شديد ناجم عن تشيع الطرف الأمامي للمستقبل بسبب النبضات العالية القدرة، وتكون أكبر من عُشر فترة التكامل المتسقة أو مساوية لها (عادة 1 ms تقريباً)، يمكن أن تسبب انحطاطاً يضر بعملية التكامل. ولتفادي تكرار التأثيرات المذكورة أعلاه، يجب أن يكون تردد تكرار النبضات (PRF) متناسباً مع معدل الرموز في إشارات الخدمة RNSS أو مع أي كسر منه.

وتعتبر استراتيجيات التخفيف التي ترمي إلى حماية المستقبل من التداخل النبضي من المهام التي يعهد بها إلى مصممي وصانعي المستقبلات كمصدر قوة تنافسي بدلاً من جعلها قيوداً نهائية تفرضها لوائح الراديو.

الجدول 1-1

الخصائص ومعايير الحماية لوصلات الخدمة في محطات الاستقبال الأرضية في نظام غاليليو الأرضية المستقبلية العاملة في النطاق 5 030-5 010 MHz

وصف المعلمة في الخدمة RNSS	المعلمة
5 030-5 010	المدى الترددي للإشارة (MHz)
4	الكسب الأقصى لهوائي الاستقبال (dBi)
20	عرض نطاق مرشح الترددات الراديوية عند 3 dB (MHz)
20	عرض نطاق مرشح الترابط الأولي عند 3 dB (MHz)
530	درجة حرارة الضوضاء في نظام الاستقبال (K)
157,1-	سوية قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق الضيق المجمع في خرج الهوائي المنفعل (dBW)
160,1-	سوية قدرة عتبة أسلوب الحيافة لتداخل النطاق الضيق في خرج الهوائي المنفعل (dBW)
147,1-	سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق العريض في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz)
150,1-	سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب الحيافة لتداخل النطاق العريض في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz)

الملحق 2

الخصائص التقنية ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية وخصائص
محطات الإرسال الفضائية في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) العامل
باتجاه فضاء-أرض في النطاق 5 010-5 030 MHz

1 مقدمة

إن وصلات التغذية الصاعدة والهابطة في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) توفر الاتصالات لمراقبة النظام والسواتل وقيادتها والتحكم فيها، وتحديثات إحداثيات المدار الحركية، ومزامنة الميقاتية. وتبلغ زاوية الارتفاع التشغيلية الدنيا لعمليات وصلات التغذية في نظام تحديد المواقع العالمي 5 درجات يقابلها طول مسير أقصى قدره 25 252 km. وتوفر وصلات الخدمة في نظام تحديد المواقع العالمي المعلومات التي تستخدم لتحديد المواقع والملاحاة والتوقيت (PNT) بواسطة مستقبلات الملاحاة المجهزة تجهيزاً مناسباً.

2 خصائص وصلة التغذية الهابطة في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)

تقدر خطط نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) عرض النطاق التشغيلي لوصلة التغذية الهابطة بمقدار 6,6 MHz، بمعدل بيانات مشفرة قدره 6,6 Mbit/s. ويفترض أن يكون هوائي وصلة التغذية الهابطة للمحطة الفضائية صحناً مكافئاً دائرياً بتغذية مركزية. ولكن نظراً للاستخدام المتزامن للنطاق 5 010-5 000 MHz أرض-فضاء لوصلات التغذية الصاعدة وللنطاق المجاور 5 030-5 010 MHz فضاء-أرض لوصلات الخدمة ووصلات التغذية الهابطة، فإن خصائص التصميم المناسبة تعد ضرورية لتفادي التداخل المحتمل. ويشكل تزويد كل من السواتل والمحطات الأرضية بمراشيع للإرسال ذات قطع حاد عنصراً هاماً لتحقيق ذلك. وسيُنفذ ترشيح الإرسال لجميع إشارات الإرسال في نظام تحديد المواقع العالمي، ويتعين أن يكون الإرسال الهامشي عند مستوى -60 dB من الذروة.

ويوفر الجدول 1-2 خصائص وصلة التغذية لمحطات الاستقبال الأرضية في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في النطاق 5 030-5 010 MHz. وعلى الرغم من أن المعلومات مشتقة من مواصفات نظام تحديد المواقع العالمي وتتسق معه، فإن هذه القيم لا تزال قابلة للتغيير. ويوفر الجدول 2-2 خصائص إرسالات وصلة التغذية للمحطات الفضائية المقابلة في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS).

وفي البلدان التي تُنشر فيها وصلات التغذية الهابطة للمحطات الأرضية في خدمة الملاحاة الراديوية الساتلية (RNSS)، قد يلزم على الأرجح أن تقوم الإدارات التي ترغب في نشر أنظمة للأرض في هذه النطاقات بوضع ترتيبات وطنية ضمن الحدود الوطنية. وإذا أرادت إحدى الإدارات أن تضمن حماية وصلات التغذية الهابطة لمحطات الاستقبال الأرضية في الخدمة RNSS، والواقعة ضمن أراضيها، من محطات الإرسال للأرض الواقعة في البلدان المجاورة، يتعين عليها تسجيل بعض المحطات الأرضية المحددة الواقعة في أطراف البلد لدى الاتحاد الدولي للاتصالات من خلال إجراءات التنسيق والتبليغ بموجب أحكام المادتين 9 و 11 من لوائح الراديو. وإذا بينت الدراسات الأولية أن التداخل المجمع في عرض نطاق مستقبل وصلة التغذية، والناجم عن جميع المصادر الراديوية للخدمات الأولية العاملة في نطاق غير نطاق الخدمة RNSS، يتجاوز وبنسبة تزيد على 6% درجة حرارة الضوضاء في نظام استقبال وصلة التغذية في الخدمة RNSS، مقيسة عند طرفي خرج هوائي الاستقبال، يتعين عندئذ إجراء المزيد من الدراسات لتحديد إمكانية التوافق بين الأنظمة.

الجدول 1-2

خصائص وصلة التغذية لمحطات الاستقبال الأرضية في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)
العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010

المعلمة	قيمة المعلمة
قطر الهوائي (m)	5,00
الاستقطاب	دائري إلى اليمين (RHCP)
مخطط إشعاع الهوائي	صحن مكافئ دائري بتغذية مركزية
الكسب النظري للهوائي (dBi)	48,39
الخسارة من كفاءة الهوائي (dB)	1,50
الكسب الأقصى لهوائي الاستقبال (dBi)	46,63
حرارة ضوضاء نظام الاستقبال الساتلي (K)	140
الارتفاع الأدنى (بالدرجات)	5,0

الجدول 2-2

إرسالات وصلة التغذية الهابطة لنظام تحديد المواقع العالمي (GPS)
في النطاق MHz 5 030-5 010

المعلمة	قيمة المعلمة
المدى الترددي للإشارة (MHz) (الملاحظة 1)	$3,3 \pm 5 013,63$
معدل البتات المشفرة (bit/s)	6 600 000
أسلوب تشكيل الإشارة	المرشح QPSK
الاستقطاب	دائري إلى اليمين (RHCP)
الإهليلجية (dB)	1,5 بالحد الأقصى
e.i.r.p. الإرسال (dBW)	34,6

الملاحظة 1 - تردد الموجة الحاملة لإشارة RNSS موضع الاهتمام \pm نصف عرض نطاق الإشارة.

3 خصائص وصلة الخدمة لتحديد المواقع والملاحة والتوقيت (PNT) في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)

يمكن تطوير الوصلات الهابطة لخدمة تحديد المواقع والملاحة والتوقيت (PNT) في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010 في إطار التكنولوجيات الساتلية الراهنة. ويمكن أن يُظهر حساب بسيط لميزانية الوصلة أن من المستحسن ضمن التكنولوجيا الساتلية الحالية توفير خدمات (PNT) في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية إلى مستخدمي خدمة الملاحة الراديوية الساتلية باستخدام هوائيات مفترضة ذات كسب مثالي منتظم عند 3 dBi وتغطية نصف كروية.

ويتم ترشيح إشارة الوصلة الهابطة المشكّلة، التي تستوفي شروط وصلة الخدمة عند 5 GHz، بأسلوب الترشيح التريبيعي التعاقبي/بزرحة الطور (SQPSK) وشفرة تمديد شبه عشوائية قدرها 10 Mbit/s ((SQPSK(10)). وقد يكون لإشارة SQPSK مكونة خالية من البيانات متعامدة مع مكونة البيانات تساعد في حياة الإشارة. ويوفر الترشيح الحماية للخدمات في النطاقات الأخرى، بينما تستمر الإشارة SQPSK(10) بتوفير الخصائص الجيدة لخدمة PNT وقدرة الإرسال وتوليد الإشارات. ومع أن استقطاب الإشارة دائري، إلا أن اتجاهه إلى اليمين أو اليسار هو خيار تصميمي مرهون باستقطاب الإشارات الأخرى في النطاق؛ وتحديدًا وصلات التغذية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية.

ويوفر الجدول 2-3-3 الملمات الرئيسية في إرسالات وصلة الخدمة العاملة على التردد 5 GHz في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS). وعلى الرغم من أن ملمات وصلة الخدمة الواردة في هذا القسم مشتقة من مواصفات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وتتسق معه، فإن هذه القيم لا تزال قابلة للتغيير.

الجدول 3-2

إرسالات وصلة الخدمة في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)
في النطاق MHz 5 030-5 010

المعلمة	قيمة المعلمة
المدى الترددي للإشارة (MHz)	9,86 ± 5 019,861
معدل نبض شفرة الضوضاء شبه العشوائية (Mchip/s)	10,23
معدل بتات البيانات الملاحية (bit/s)	50 إلى 50 000
أسلوب تشكيل الإشارة	QPSK(10) المرشح
الاستقطاب	دائري
الإهليلجية (dB)	1,5 بالحد الأقصى
السوية الدنيا لقدرة الإرسال عند خرج الهوائي المرجعي (dBW)	171,6-

ويتوقع أن تتفاعل المستقبلات العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010 مع التداخل بطريقة مماثلة لتفاعل مستقبلات خدمة الملاحية الراديوية الساتلية (RNSS) باستخدام شفرات الضوضاء شبه العشوائية (PRN) لإشارات تحديد المواقع والملاحية والتوقيت (PNT)؛ مثلاً، الإشارات L1C و L2C و L5 في نظام تحديد المواقع العالمي العاملة في النطاق MHz 1 300-1 164 والنطاق MHz 1 610-1 559، ويتوقع أن تجري دراسات التوافق والتقسام مع الخدمات غير خدمة الملاحية الراديوية الساتلية وفقاً لمسارات مماثلة.

وقد خصصت سويات عتبة التداخل المجمع الواردة في الجدول 2-4 لتداخل الإرسال المستمر فقط. وعلى الرغم من أن المعلمات مشتقة من مواصفات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وتتسق معه، فإن هذه القيم لا تزال قابلة للتغيير.

الجدول 4-2

الخصائص ومعايير الحماية لوصلات الخدمة في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في محطات
الاستقبال الأرضية في نظام غاليليو العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010

المعلمة	قيمة المعلمة
المدى الترددي للإشارة (MHz)	9,86 ± 5 019,861
الكسب الأقصى لهوائي الاستقبال في نصف الكرة الأعلى (dBi)	3
الكسب الأقصى لهوائي الاستقبال في نصف الكرة الأدنى (dBi)	3 (انظر الملاحظة 2)
عرض نطاق مرشح الترددات الراديوية في المستقبل عند 3 dB (MHz)	20
عرض نطاق مرشح الترابط الأولي في المستقبل عند 3 dB (MHz)	20
درجة حرارة الضوضاء في نظام الاستقبال (K)	500
سوية قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق الضيق المجمع في خرج الهوائي المنفعل (dBW)	154,6- (انظر الملاحظة 1)
سوية قدرة عتبة أسلوب الحيابة لتداخل النطاق الضيق المجمع في خرج الهوائي المنفعل (dBW)	157,6- (انظر الملاحظة 1)
سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق العريض المجمع في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz))	144,6- (انظر الملاحظة 1)
سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب الحيابة لتداخل النطاق العريض المجمع في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz))	147,6- (انظر الملاحظة 1)

الملاحظة 1 - يعتبر أن التداخل المستمر في النطاق الضيق له عرض نطاق أقل من 700 Hz في النطاق MHz 5 030-5 010. ويعتبر أن التداخل المستمر في النطاق العريض له عرض نطاق أكبر من 1 MHz في النطاق MHz 5 030-5 010. وتتشتق سويات قدرة العتبة في عروض نطاق التداخل التي تتراوح بين 700 Hz و 1 MHz بواسطة الاستكمال اللوغاريتمي-الخطي بين حد القدرة الضيقة النطاق في عرض النطاق 700 Hz وحد القدرة العريضة النطاق في عرض النطاق 1 MHz.

الملاحظة 2 - 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.

ويتبين من المقارنة مع أنظمة مماثلة منقّدة عند التردد 1,5 GHz أن أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) المصممة للعمل في النطاق 5 GHz تستطيع أن تتحمل زيادة في خسارة مسير في الفضاء الحر تصل إلى 10 dB، فضلاً عن زيادة في التوهين الناجم عن بخار الماء والأمطار وأوراق الشجر. كذلك تعتبر التكنولوجيا المتعلقة بالنطاق 5 GHz أغلى كلفة حالياً من التكنولوجيا المتعلقة بالنطاقات الأخرى في الخدمة RNSS.

وهناك بعض الفوائد التي تعوض عن مساوئ التنفيذ في النطاق 5 GHz. وتكمن الفائدة الرئيسية في أن أقصر طول للموجة يستفيد من إمكانية استخدام هوائيات وشبكات من الهوائيات ذات كسب أعلى ضمن منطقة معينة لتغطية الهوائي. وبما أن طول الموجة يعادل في الواقع 30% من نطاقات خدمة RNSS الأخرى، فإن أقطار وفتحات وأوزان الهوائيات التي يكون لها نفس مخططات الكسب التي لهوائي مماثل يعمل في المدى 1,5 GHz تقل بنسب تقريبية تساوي 0,3، $0,09 = (0,3)^2$ ، $0,027 = (0,3)^3$ على التوالي. وقد يكون ذلك ملائماً لتطبيقات تشكل فيها الأحجام والأوزان قيوداً شديدة على النظام لكل من تجهيزات المستعمل والحمولات النافعة للسواتل. وهذا قد يمكن بدوره من استخدام هوائيات تكيفية قادرة على زيادة قدرة الإشارة المستقبلية أو وضع أصفار على مصادر التداخل الراديوي أو الاثنين معاً. وهذه القدرات مفيدة لأن البث غير المطلوب الناجم عن الخدمات الأخرى قد يسبب تداخلاً مع إشارات الخدمة RNSS على المدى القصير. ومع ذلك فقد لا تكون هذه الهوائيات مناسبة لجميع التطبيقات. وبالإضافة إلى ذلك، وبما أن هذا الهوائي يتألف من عدد من عناصر الهوائيات ومن الأطراف الأمامية للمستقبلات ومن الأجهزة الإلكترونية لتشكيل/توجيه الحزمة، فإن معمارية المستقبل تصبح معقدة.

وتتمثل الفائدة الأخرى للتنفيذ في النطاق 5 GHz بإمكانية تحسين دقة تحديد المواقع والتوقيت. ويعود ذلك إلى انخفاض التقلبات في مدة تأخير الانتشار الأيونوسفيري.

وكما ورد في الفقرة 2 أعلاه، لم تجر أي دراسات عن طريقة عمل وصلات الخدمة في النطاق 5 GHz بوجود وصلات التغذية الهابطة لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS). وقد تتضمن الدراسات الإضافية تقنيات من قبيل الاستقطاب الدائري التعامدي، وأساليب التشغيل التي تكون خصائص الترابط التقاطعي فيها متدنية، وإدراج مزيد من الوصلات الهامشية لوصلات التغذية الهابطة من أجل التداخل الراديوي. كما ينبغي النظر في التوافق بين الإشارات المتزامنة في وصلة التغذية الهابطة ووصلة الخدمة والمأخوذة من أنظمة مختلفة في الخدمة RNSS.

ويجب المضي في تطوير معايير الحماية لإشارات وصلة الخدمة لأن تصاميم أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية قد بلغت مرحلة النضج. وينبغي لمعايير الحماية هذه أن تأخذ في الاعتبار خصائص الخدمة RNSS اللازمة للتأكد من أن المستقبل يستطيع أن يعمل في البيئة التي أعد لها، بما في ذلك القيود على عرض نطاق الإشارة وترشيحها التي تضمن التوافق مع علم الفلك الراديوي. وبالإضافة إلى ذلك، فإذا استعملت وصلة الخدمة RNSS ميدانياً في بيئة المطار، فينبغي أن تصمم بحيث تتحمل البث غير المطلوب الناجم عن نظام الهبوط بالموجات الصغيرة (MLS) الذي وضعته منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والذي يعمل في النطاق المجاور. وسوف يتوفر المزيد من التفاصيل عن مستقبلات الخدمة RNSS أكثر من 5 GHz بعد استكمال التصاميم الأولية للنظام.

الملحق 3

الخصائص التقنية ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية وخصائص محطات الإرسال الفضائية في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS) العامل في النطاق MHz 5 030-5 010

1 مقدمة

إن وصلات التغذية الصاعدة والهابطة في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS) توفر الاتصالات لمراقبة النظام والسواتل وقيادتها والتحكم فيها ورفع الرسالة الملاحية. وتقع محطات التحكم في النظام الساتلي شبه السمتي في منطقة آسيا والمحيط الهادئ.

2 خصائص النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS)

يوفر الجدولان 1-3 و 2-3 خصائص وصلات التغذية لمحطات الاستقبال الأرضية في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS) العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010. ويوفر الجدولان 3-3 و 4-3 خصائص وصلات التغذية لمحطات الإرسال الفضائية في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS) العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010.

ولتجنب التداخل الذاتي، تنقّد إحدى تقنيات الترشيح في سواتل النظام الساتلي شبه السمتي.

وتتضمن وصلة التغذية الهابطة للنظام الساتلي شبه السمتي (QZSS) في النطاق MHz 5 030-5 010 وظيفتي القياس عن بُعد وقياس المدى.

ولتقييم أي تداخل محتمل على وصلة القياس عن بُعد ووصلة قياس المدى في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS)، ينبغي استخدام الخصائص الواردة في الجدولان 1-3 و 2-3 و 3-3 و 4-3.

ولتقييم التداخل على وصلة قياس المدى، ينبغي تبادل الخصائص ومعايير الحماية في مناقشات ثنائية جريباً على الممارسة المعتادة لتنسيق الترددات الساتلية بين الأنظمة. وذلك لأن التقييم السليم لتأثير أي تداخل على وصلة قياس المدى في النظام الساتلي شبه السمتي يتطلب تقييماً شاملاً لنسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء (C/N_0) مع الأخذ في الاعتبار شطري الوصلتين الصاعدة والهابطة. (وليس من الممكن تقييم أداء وصلة قياس المدى في النظام الساتلي شبه السمتي على أساس التداخل على الوصلة الصاعدة فقط).

الجدول 1-3

خصائص وصلة التغذية لمحطات الاستقبال الأرضية في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS) (فيما يخص أول ساتل في النظام QZSS) العاملة في النطاق MHz 5 030-5 010

المعلمة	قيمة المعلمة
مخطط إشعاع الهوائي	التوصية ITU-R S.465-5
الكسب الأقصى للهوائي (dBi)	49,0
عرض النطاق الضروري (kHz)	400
درجة حرارة الضوضاء (K)	150

الملاحظة 1 - لا يحوي الجدولان 1-3 و 3-3 إلا خصائص وصلة القياس عن بُعد في النظام الساتلي شبه السمتي. وينبغي الرجوع إلى الفقرة السابقة للجدول 1-3 بشأن الخصائص ومعايير الحماية لوصلة قياس المدى في النظام الساتلي شبه السمتي.

الملاحظة 2 - يمكن استخدام الخصائص الواردة في الجدول 1-3 لإجراء الدراسات الأولية المذكورة في الفقرة التي تلي الجدول 2-3.

الجدول 2-3

خصائص وصلة التغذية لمحطات الاستقبال الأرضية في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS)
(فيما يخص السواتل التالية) العاملة في النطاق 5 030-5 010 MHz

المعلمة	قيمة المعلمة
مخطط إشعاع الهوائي	التوصية ITU-R S.465-5
الكسب الأقصى للهوائي (dBi)	51,0
عرض النطاق الضروري (kHz)	10 000
درجة حرارة الضوضاء (K)	150

الملاحظة 1 - لا يحوي الجدولان 2-3 و 3-4 إلا خصائص وصلة القياس عن بُعد في النظام الساتلي شبه السمتي. وينبغي الرجوع إلى الفقرة السابقة للجدول 1-3 بشأن الخصائص ومعايير الحماية لوصلة قياس المدى في النظام الساتلي شبه السمتي.
الملاحظة 2 - يمكن استخدام الخصائص الواردة في الجدول 2-3 لإجراء الدراسات الأولية المذكورة في الفقرة التي تلي الجدول 2-3.

وفي البلدان التي تُنشر فيها وصلات التغذية الهابطة للمحطات الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS)، قد يلزم على الأرحح أن تقوم الإدارات التي ترغب في نشر أنظمة للأرض في هذه النطاقات بوضع ترتيبات وطنية ضمن الحدود الوطنية. وإذا أرادت إحدى الإدارات أن تضمن حماية وصلات التغذية الهابطة لمحطات الاستقبال الأرضية في الخدمة RNSS، والواقعة ضمن أراضيها، من محطات الإرسال للأرض الواقعة في البلدان المجاورة، يتعين عليها تسجيل بعض المحطات الأرضية المحددة الواقعة في أطراف البلد لدى الاتحاد الدولي للاتصالات من خلال إجراءات التنسيق والتبليغ بموجب أحكام المادتين 9 و 11 من لوائح الراديو. وإذا بينت الدراسات الأولية أن التداخل المجمع في عرض نطاق مستقبل وصلة التغذية، والناجم عن جميع المصادر الراديوية للخدمات الأولية العاملة في نطاق غير نطاق الخدمة RNSS، يتجاوز وبنسبة تزيد على 6% درجة حرارة الضوضاء في نظام استقبال وصلة التغذية في الخدمة RNSS، مقيسة عند طرفي خرج هوائي الاستقبال، يتعين عندئذ إجراء المزيد من الدراسات لتحديد إمكانية التوافق بين الأنظمة.

الجدول 3-3

خصائص وصلة التغذية لمحطات الإرسال الفضائية في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS)
(فيما يخص أول ساتل في النظام QZSS) العاملة في النطاق 5 030-5 010 MHz

المعلمة	قيمة المعلمة
مخطط إشعاع الهوائي	حزمة شاملة
الاستقطاب	RHCP
الحد الأدنى للقدرة e.i.r.p. المرسل (dBW)	9,8
التشكيل	PCM-PSK/PM

RHCP: الاستقطاب الدائري اليميني

الجدول 4-3

خصائص وصلة التغذية لمحطات الإرسال الفضائية في النظام الساتلي شبه السمتي (QZSS)
(فيما يخص السواتل التالية) العاملة في النطاق 5 030-5 010 MHz

قيمة المعلمة	المعلمة
حزمة شاملة	مخطط إشعاع الهوائي
RHCP	الاستقطاب
9,8	الحد الأدنى لإرسال (dBW) e.i.r.p.
SQPN	التشكيل

SQPN: ضوضاء شبه عشوائية بطور رباعي متخالف – نسق تشكيل ممتد اللطيف يُشكل فيه تتابع بيانات الضوضاء شبه العشوائية على موجة حاملة للتردد الراديوي باستخدام تشكيل متنوع للضوضاء SQPN تكون فيه القناة الواحدة متأخرة بمقدار نصف دورة رمز التشكيل بالنسبة إلى قناة أخرى (ويطلق عليه أيضاً اسم التشكيل الرباعي المتخالف بزحزحة الطور).