الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيـــة ITU-R M.2031

(2012/12)

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

السلسلة M

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

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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، 2013

© ITU 2013

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.2031[1]

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

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

(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 010 5-030 5 MHz. والهدف من هذه المعلومات إجراء تحاليل 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 010 5-030 5 MHz.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

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

ب) أن 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؛

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

وإذ تدرك

أ) أن النطاق 010 5-030 5 MHz موزع على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض وفضاء–فضاء) في جميع الأقاليم الثلاثة؛

ب) أن النطاق 010 5-030 5 MHz موزع أيضاً على أساس أولي لخدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في جميع الأقاليم الثلاثة؛

ج) أن النطاق 010 5-030 5 MHz 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؛

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

د) أنه بموجب الرقم 328B.5 من لوائح الراديو، "يكون استعمال أنظمة وشبكات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية للنطاقات 164 1–215 1 MHz و215 1–300 1 MHz و559 1–610 1 MHz و010 5–030 5 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 و12A.9 و13.9..."، وأنه يجري التخطيط لإجراء دراسات لتحديد منهجيات ومعايير إضافية لتيسير هذا التنسيق؛

هـ) أن الرقم 443B.5 من لوائح الراديو والقرار 741 (المراجَع 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 990 4-000 5 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 الصغرية العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) فوق التردد 030 5 MHz،

توصي

1 باستخدام الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية وخصائص محطات الإرسال الفضائية الواردة في الملحقات 1 و2 و3 عند إجراء تحاليل بشأن التأثير في أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكاتها (فضاء–أرض) العاملة في النطاق 010 5-030 5 MHz جراء تداخل الترددات الراديوية الناتج عن مصادر راديوية غير خدمة الملاحة الراديوية الساتلية؛

2 أن التداخل المسموح به الوارد في الملحقين 1 و2 على وصلات الخدمة في أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكاتها (فضاء–أرض) العاملة في النطاق 010 5-030 5 MHz من جميع المصادر الراديوية غير خدمة الملاحة الراديوية الساتلية ينبغي ألا يزيد على قيم عتبة التداخل الواردة في الجدولين 1–1 و2–4.

الملحق 1

الخصائص التقنية النمطية ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في نظام غاليليو العامل في النطاق 010 5-030 5 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 010 5–030 5 MHz لتلبية متطلبات المستعملين 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 عريضة 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 و1 610 MHz، يوفر النطاق 5 030–5 010 MHz سويات 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. ويعدَّد إرسال مختلف مكونات الإشارة بواسطة تشكيلات ثابتة الغلاف. ويتعين تحقيق كامل نوعية الخدمة لجميع زوايا الارتفاع فوق 5º 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 5º، باستخدام هوائيات ذات تغطية نصف كروية وكسب قدره –5 dBi. ويتراوح كسب هوائي الاستقبال النموذجي المفترض بين –5 dBi و+4 dBi بالنسبة لزوايا الارتفاع التي تتراوح بين 5º و90º.

3 معايير الحماية لمستقبلات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية

لم تحسب سويات عتبة التداخل المجمّع الواردة في الجدول 1–1 إلا بالنسبة للتداخل الناجم عن الإرسالات المستمرة والذي يفترض على أنه ضوضاء بيضاء.

وتعتبر قيم سويات عتبة التداخل المجمع ضيق النطاق الواردة في الجدول 1–1 قيماً 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)، وتتبّع الحاملة والطور، وتتبع الشفرة والحاملة الفرعية، وفك تشفير الرسالة الملاحية.

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 تردي أداء المستقبل، بل أيضاً الشكل الطيفي لهذه التداخلات. وبعبارة أخرى، يمكن أن تؤدي الضوضاء الملونة إلى تردي 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 المعلمات 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 المعلمات 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 تشبع 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 التتبّع 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 تشبع 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 كسرٍ 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.

الجـــدول 1-1

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

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

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 010 5-030 5 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 252 25 km. وتوفر وصلات الخدمة في نظام تحديد المواقع العالمي المعلومات التي تستخدم لتحديد المواقع والملاحة والتوقيت (PNT) بواسطة مستقبلات الملاحة 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 مشفّرة قدره 6,6 Mbit/s. ويفترض أن يكون هوائي وصلة التغذية الهابطة للمحطة الفضائية صحناً مكافئاً دائرياً بتغذية مركزية. ولكن نظراً للاستخدام المتزامن للنطاق 000 5-010 5 MHz أرض–فضاء لوصلات التغذية الصاعدة وللنطاق المجاور 010 5-030 5 MHz فضاء–أرض لوصلات الخدمة ووصلات التغذية الهابطة، فإن خصائص التصميم المناسبة تعد ضرورية لتفادي التداخل المحتمل. ويشكل تزويد كل من السواتل والمحطات الأرضية بمراشيح 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 2-1 خصائص وصلة التغذية لمحطات الاستقبال الأرضية في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في النطاق 010 5-030 5 MHz. وعلى الرغم من أن المعلمات 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 الملاحة 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 و11 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.

الجـــدول 2-1

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

المعلمة	قيمة المعلمة
قطر الهوائي (m)	5,00
الاستقطاب	دائري إلى اليمين (RHCP)
مخطط إشعاع الهوائي	صحن مكافئي 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

الجـــدول 2-2

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

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

الملاحظـــة 1 – تردد الموجة الحاملة لإشارة RNSS موضع الاهتمام ± 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 010 5–030 5 MHz 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 المشكلة، التي تستوفي شروط وصلة الخدمة عند 5 GHz، بأسلوب الترشيح التربيعي التعاقبي/بزحزحة الطور (SQPSK) وشفرة تمديد شبه عشوائية قدرها 10 Mbit/s ((SQPSK(10)). وقد يكون لإشارة SQPSK مكونة خالية من البيانات متعامدة مع مكوّنة البيانات تساعد في حيازة 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؛ وتحديداً وصلات التغذية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية.

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

الجـــدول 2-3

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

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 000 50
أسلوب تشكيل الإشارة	QPSK(10) المرشّح
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 010 5–030 5 MHz مع التداخل بطريقة مماثلة لتفاعل مستقبلات خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) باستخدام شفرات الضوضاء شبه العشوائية (PRN) لإشارات تحديد المواقع والملاحة والتوقيت (PNT)؛ مثلاً الإشارات L1C وL2C وL5 في نظام تحديد المواقع العالمي العاملة في النطاق 164 1–300 1 MHz والنطاق 559 1–610 1 MHz، ويتوقع أن تجري دراسات التوافق والتقاسم مع الخدمات غير خدمة الملاحة 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.

الجـــدول 2-4

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

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 مرشاح الترددات الراديوية في المستقبل عند 3 dB (MHz)	20
عرض نطاق مرشاح 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 المجمّع في خرج الهوائي المنفعل (dBW)	154,6– (انظر الملاحظة 1)
سوية قدرة عتبة أسلوب الحيازة لتداخل النطاق الضيق المجمّع في خرج الهوائي المنفعل (dBW)	157,6– (انظر الملاحظة 1)
سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب التتبع لتداخل النطاق العريض المجمّع في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz))	144,6– (انظر الملاحظة 1)
سوية كثافة قدرة عتبة أسلوب الحيازة لتداخل النطاق العريض المجمّع في خرج الهوائي المنفعل (dB(W/MHz))	147,6– (انظر الملاحظة 1)

الملاحظـــة 1 – يعتبر أن التداخل المستمر في النطاق الضيق له عرض نطاق أقل من 700 Hz في النطاق 010 5-030 5 MHz. ويعتبر أن التداخل المستمر في النطاق العريض له عرض نطاق أكبر من 1 MHz في النطاق 010 5-030 5 MHz. وتشتق سويات قدرة العتبة في عروض نطاق التداخل التي تتراوح بين 700 Hz و1 MHz بواسطة الاستكمال اللوغاريتمي–الخطي بين حد القدرة الضيقة النطاق في عرض النطاق 700 Hz وحد القدرة العريضة النطاق في عرض النطاق 1 MHz.

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

وهناك بعض الفوائد التي تعوض عن مساوئ التنفيذ في النطاق GHz 5. وتكمن الفائدة الرئيسية في أن أقصر طول للموجة يستفيد من إمكانية استخدام هوائيات وشبكات من الهوائيات ذات كسب أعلى ضمن منطقة معينة لتغطية للهوائي. 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 GHz 1,5 تقل بنسب تقريبية تساوي 0,3 و$(0,3)^2 = 0,09$ و$(0,3)^3 = 0,027$ 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 تكييفية قادرة على زيادة قدرة الإشارة المستقبلة 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 GHz 5 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 GHz 5 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 أُعد 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 الصغرية (MLS) الذي وضعته منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والذي يعمل في النطاق المجاور. وسوف يتوفر المزيد من التفاصيل عن مستقبلات الخدمة RNSS أكثر من GHz 5 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 010 5-030 5 MHz

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

ولتجنب التداخل الذاتي، تنفَّذ إحدى تقنيات الترشيح في سواتل النظام الساتلي شبه السمتي. وعلاوة على ذلك، لا يستخدم النظام الساتلي شبه السمتي إلا الجزء الأدنى من النطاق الترددي للوصلة الصاعدة 000 5-010 5 MHz والجزء الأعلى من النطاق الترددي للوصلة الهابطة 010 5-030 5 MHz.

وتتضمن وصلة التغذية الهابطة للنظام الساتلي شبه السمتي (QZSS) في النطاق 010 5-030 5 MHz 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 الجدولين 3-1 و3-2.

ولتقييم التداخل على وصلة قياس المدى، ينبغي تبادل الخصائص ومعايير الحماية في مناقشات ثنائية جرياً 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 الهابطة فقط).

الجـــدول 3-1

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

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 3-1 و3-2 إلا خصائص وصلة القياس عن بُعد في النظام الساتلي شبه السمتي. وينبغي الرجوع إلى الفقرة السابقة للجدول 3-1 بشأن الخصائص ومعايير الحماية لوصلة قياس المدى في النظام الساتلي شبه السمتي.

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

وفي البلدان التي تُنشر فيها وصلات التغذية الهابطة للمحطات الأرضية في خدمة الملاحة 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 و11 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.

الجـــدول 3-2

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

المعلمة	قيمة المعلمة
مخطط إشعاع الهوائي	حزمة شاملة
الاستقطاب	RHCP
مدى e.i.r.p. الإرسال (dBW)	من 9,8 إلى 23,3
التشكيل	PCM-PSK/PM