الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R
قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SA.1019-1
(2017/07)

نطاقات التردد واتجاهات الإرسال للشبكات/الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات

السلسلة SA
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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 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 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)

السلسلة	العنوان
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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بُعد
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، 2018

© ITU 2018
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 SA.1019-1

نطاقات التردد واتجاهات الإرسال للشبكات/الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات

(المسألة ITU-R 118/7)

(2017-1994)

مجال التطبيق

ترد بهذه التوصية نطاقات التردد واتجاهات الإرسال الموصى بها لشبكات/أنظمة سواتل ترحيل البيانات.

مصطلحات أساسية

سواتل ترحيل البيانات، فضاء-أرض، أرض-فضاء، فضاء-فضاء، وصلة تغذية في اتجاه الذهاب، وصلة تغذية في اتجاه الإياب

توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة

التوصيات ITU-R SA.510 وITU-R SA.1018 وITU-R SA.1155 وITU-R SA.1274 وITU-R SA.1275 وITU-R SA.1276 وITU-R SA.1414

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات (DRS) تعمل أو يخطط لها طبقاً للنظام المرجعي الافتراضي لأنظمة سواتل ترحيل البيانات الواردة في التوصية ITU-R SA.1018؛

ب) أن أنظمة سواتل ترحيل البيانات هذه تدعم وصلات لها خصائص شديدة الاختلاف كما هو مبين في الملحق؛

ج) أن بعض المركبات الفضائية لمستعملي سواتل ترحيل البيانات تتطلب وصلات بمعدل بيانات منخفض (قد يصل إلى حوالي 6 Mbit/s) تستلزم عروض نطاق متواضعة يمكن تنفيذها بالقدر الأجدى اقتصادياً باستخدام مرسلات منخفضة القدرة، وهوائيات بسيطة ذات حزمة عريضة دون الاستعانة بآليات توجيه معقدة ومستقبلات متينة، في نطاقات تردد دون 3 GHz بالنسبة إلى وصلات سواتل ترحيل البيانات بين المدارات؛

د) أن بعض المركبات الفضائية لمستعملي سواتل ترحيل البيانات تتطلب وصلات من هوائيات شاملة الاتجاهات أو ذات حزمة واسعة (لا سيما من أجل دعم وصلات الطوارئ) في الحالات التي لا يعرف فيها بدقة عن استجابة المركبة الفضائية للمستعمل واتجاه سواتل ترحيل البيانات، مما يقتضي استعمال نطاقات تردد دون 3 GHz لوصلات سواتل ترحيل البيانات بين المدارات؛

هـ) أن بعض المركبات الفضائية لمستعملي سواتل ترحيل البيانات تتطلب وصلات بمعدلات متوسطة إلى مرتفعة من البيانات (من حوالي 6 Mbit/s إلى أكثر من 600 Mbit/s) مما يتطلب استعمال نطاقات تردد فوق 10 GHz لوصلات سواتل ترحيل البيانات بين المدارات؛

و) أن نطاقات التردد المتاحة والمناسبة لوصلات سواتل ترحيل البيانات بين المدارات محدودة؛

ز) أنه يمكن لوصلات تغذية الذهاب والإياب في سواتل ترحيل البيانات أن تستعمل النطاقات المخصصة للخدمة الثابتة الساتلية؛

ح) أنه ينبغي لعمليات تشغيل سواتل ترحيل البيانات بالأسلوب المعتاد أن تستعمل نطاقات تردد وصلات الذهاب والإياب؛

ط) أن عمليات الإطلاق وبدء الدوران والطوارئ الخاصة بسواتل ترحيل البيانات تتطلب استعمال هوائيات ذات حزمة واسعة أو شاملة الاتجاهات، مما يقتضي استعمال نطاقات تردد دون 3 GHz؛

ي) أن اختيار نطاقات تردد موحدة لمختلف أنظمة سواتل ترحيل البيانات يتيح بحث إمكانية قابلية التشغيل البيني بين المركبة الفضائية للمستعمل المصممة لاستعمال نظام واحد لسواتل ترحيل البيانات وسواتل ترحيل البيانات في نظام آخر لهذه السواتل؛

ك) أن التوصية ITU-R SA.1414 تقدم معلمات وترددات أنظمة سواتل ترحيل البيانات (DRS) عبر العالم التي يتعين الاسترشاد بها في حساب معايير التقاسم وعتبات التنسيق،

توصي بما يلي

1 أن تستعمل الوصلات بين المدارات الخاصة بالمركبات الفضائية التي تستعمل سواتل ترحيل البيانات وتتطلب معدلات منخفضة من البيانات باستعمال هوائيات ذات حزمة واسعة أو شاملة الاتجاهات تخصيصات في النطاقات المخصصة:

1.1 نطاق 025 2-110 2 MHz لوصلة ما بين المدارات في اتجاه الذهاب؛

2.1 نطاق 200 2-290 2 MHz لوصلة ما بين المدارات في اتجاه الإياب؛

2 أن تبحث الوصلات بين المدارات الخاصة بالمركبات الفضائية، التي تستعمل سواتل ترحيل البيانات وتتطلب معدلات متوسطة من البيانات، تخصيصات في النطاقات المخصصة، رهناً بقيود التخصيص الثانوي:

1.2 نطاق 14,3-13,4 GHz لوصلة ما بين المدارات في اتجاه الذهاب؛

2.2 نطاق 15,35-14,5 GHz لوصلة ما بين المدارات في اتجاه الإياب؛

3 أن تستعمل الوصلات بين المدارات الخاصة بالمركبات الفضائية التي تستعمل سواتل ترحيل البيانات وتتطلب معدلات متوسطة إلى مرتفعة من البيانات تخصيصات في النطاقات المخصصة:

1.3 نطاق 23,55-22,55 GHz لوصلة ما بين المدارات في اتجاه الذهاب؛

2.3 نطاق 27,50-22,25 GHz لوصلة ما بين المدارات في اتجاه الإياب؛

4 أن تستعمل عمليات الإطلاق وبدء الدوران والطوارئ الخاصة بساتل لترحيل البيانات نطاقي 025 2-110 2 MHz و200 2-290 2 MHz؛

5 أن تُستعمل نطاقات التردد المبينة في الجدول 1 أدناه في وصلات المعمارية المرجعية لنظام سواتل ترحيل البيانات مع مراعاة المعلومات المتاحة في التوصية ITU-R SA.1414.

الجدول 1

نطاقات تردد نظام سواتل ترحيل البيانات واتجاهات الإرسال

التطبيق		اتجاه الإرسال	التردد
وصلة بين المدارات معدل منخفض من متطلبات البيانات (أقل من 6 Mb/s) هوائيات ذات حزمة واسعة أو شاملة الاتجاهات لمستعملي سواتل ترحيل البيانات		ذهاب	2 110-2 025 MHz
		إياب	2 290-2 200 MHz
وصلة بين المدارات معدل متوسط من متطلبات البيانات (6-300 Mb/s)		ذهاب	13,75-13,4 GHz 14,3-13,75 GHz
		إياب	15,35-14,5 GHz
وصلة بين المدارات معدل مرتفع من متطلبات البيانات (أكثر من 300 Mb/s)		ذهاب	23,55-22,55 GHz
		إياب	27,5-25,25 GHz
وصلات تغذية ساتل ترحيل البيانات الإطلاق وبدء الدوران وقيادة الطوارئ والقياس عن بُعد		وصلة صاعدة	2 110-2 025 MHz
		وصلة هابطة	2 290-2 200 MHz
وصلات تغذية ساتل ترحيل البيانات	معدلات منخفضة ومتوسطة من متطلبات البيانات	وصلة تغذية في اتجاه الذهاب (وصلة صاعدة)	15,35-14,5 GHz
			13,25-12,75 GHz 14,75-14,5 GHz
	معدل مرتفع من متطلبات البيانات		31-27,5 GHz
	معدلات منخفضة ومتوسطة من متطلبات البيانات	وصلة تغذية في اتجاه الذهاب (وصلة هابطة)	13,75-13,4 GHz 14,3-13,75 GHz
			11,7-10,7 GHz 12,75-12,5 GHz 13,65-13,4 GHz
	معدل مرتفع من متطلبات البيانات		21,2-17,7 GHz
			27-25,5 GHz (انظر الملاحظة 1)

ملاحظة 1 – في نطاق التردد 27-25,5 GHz، لا تحمل وصلة التغذية من ساتل ترحيل البيانات إلى الأرض سوى الإشارات في الخدمات الساتلية للأبحاث الفضائية واستكشاف الأرض.

الملحق

1 مقدمة

تقتضي الضرورة الاتصال بين الأرض ومركبة فضائية تدور في مدار منخفض حول الأرض ومركبات الإطلاق المستعملة في الأبحاث الفضائية واستكشاف الأرض وغير ذلك من الأغراض. وقد يلزم بقاء هذه الاتصالات مستمرة أو شبه مستمرة، أو قد تلزم أثناء مرور المركبة الفضائية فوق نقاط محددة على سطح الأرض. ولا تملك المحطات الأرضية المرابطة في البر إلا قدراً محدوداً من إمكانية الرؤية، ولا يمكن للمحطات الموجودة أن تغطي سوى جزء من أي مدار أرضي منخفض. وعلاوة على ذلك، يتعذر اقتصادياً أو عملياً توسيع شبكات المحطات المرابطة في البر لتقديم تغطية كاملة أو أكثر شمولاً لمدارات الأرض المنخفضة. وعلى النقيض من ذلك، فإن نظام سواتل ترحيل البيانات (DRS)، بما في ذلك ساتل واحد أو أكثر من سواتل ترحيل البيانات (DRS) في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض، يملك إمكانية رؤية أكبر كثيراً لمدارات الأرض المنخفضة التي تستخدمها هذه السواتل من المحطات الأرضية الأرضية القائمة، وبالتالي يمكنه أن يقدم تغطية محسنة كثيراً.

ويمكن لساتل ترحيل بيانات (DRS) واحد في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض أن يقدم اتصالات بين محطة أرضية ومركبة فضائية تدور في مدارات منخفضة لأكثر من نصف مداره. ويمكن لاثنين من هذه السواتل، في موقع ملائم في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض وبزاوية فصل واسعة، تقديم اتصالات بين محطتين أرضيتين متواجدين في موقع واحد ومركبة فضائية تدور في مدار منخفض بشكل شبه مستمر، باستثناء منطقة استبعاد فقط (ZOE)، فوق جزء الأرض المقابل لهاتين المحطتين الأرضيتين. وعلاوة على ذلك؛ يمكن لاثنين من سواتل ترحيل البيانات هذه، في موقع ملائم في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض، تقديم تغطية مستمرة بالكامل بين محطتين أرضيتين منفصلتين ومركبة فضائية تدور في مدار منخفض. ويمكن لنظام سواتل ترحيل البيانات أن يخدم أيضاً محطات أرضية إضافية، إما لإرسال واستقبال إشارات من مركبة فضائية للمستعملين أو لاستقبالها فقط.

2 وصف شبكة ساتلية/نظام ساتلي لترحيل البيانات

يتألف ساتل ترحيل البيانات (DRS) من واحدة أو أكثر من المركبات الفضائية لساتل ترحيل البيانات (DRS) في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض وواحدة أو أكثر من المحطات الأرضية لساتل ترحيل البيانات (DRS). ويُرحل النظام المعلومات بين المحطة (أو المحطات) الأرضية ومستعملي خدمة ساتل ترحيل البيانات (DRS)، ويمكن أن يشمل ذلك المركبة الفضائية الدائرة في مدار منخفض، ومركبات الإطلاق، وحتى منصات الأرض أو الطيران. وعلى ساتل ترحيل البيانات (DRS) أن يكون قادراً على دعم أربع وصلات متميزة على الأقل:

- وصلة أرض-فضاء في اتجاه الذهاب، من المحطة الأرضية إلى ساتل ترحيل البيانات (تعرف بالوصلة الصاعدة أو وصلة التغذية في اتجاه الذهاب)؛
- وصلة فضاء-فضاء في اتجاه الذهاب، من ساتل ترحيل البيانات إلى المركبة الفضائية الدائرة في مدار منخفض (تعرف بالوصلة في اتجاه الذهاب بين المدارات)؛
- وصلة فضاء-فضاء في اتجاه الإياب، من المركبة الفضائية الدائرة في مدار منخفض إلى ساتل ترحيل البيانات (تُعرف بالوصلة في اتجاه الإياب بين المدارات)؛
- وصلة فضاء-أرض في اتجاه الإياب، من ساتل ترحيل البيانات إلى المحطة الأرضية (تعرف بالوصلة الهابطة أو وصلة تغذية في اتجاه الإياب)؛

وفي اتجاه الذهاب، يقابل دخل المعمارية المرجعية لنظام ساتل ترحيل البيانات (DRS) بيانات النطاق الأساسي المقدمة عند دخل جهاز التشكيل في محطة أرضية لساتل ترحيل البيانات يشكل الموجة الحاملة لوصلة التغذية الصاعدة.

وتتكون بيانات النطاق الأساسي هذه عادةً من بيانات الأوامر و(في حالة الرحلات الفضائية المأهولة) الصوت والفيديو. وهي مقدمة إلى المحطة الأرضية لساتل ترحيل البيانات (DRS) عبر سطح بيني خارجي (اتصالات أرضية، وصلة ترددات راديوية أرضية، وما إلى ذلك) بواسطة مركز التحكم بعمليات الرحلة الفضائية (MOCC) المسؤول عن مركبة المستعمل الفضائية؛ علماً بأن مركز MOCC والسطح البيني الخارجي للمحطة الأرضية لساتل ترحيل البيانات (DRS) لا يشكلان جزءاً من المعمارية المرجعية.

وفي حال وجود مستقبل إزالة التشكيل على متن مركبة المستعمل الفضائية، يوافق خرج المعمارية المرجعية في اتجاه الإياب خرج مزيل التشكيل على متن ساتل المستعمل. وفي حال وجود مكرر على متن مركبة المستعمل الفضائية، يوافق خرج مزيل التشكيل في المحطة الأرضية الذي يستقبل إشارة وصلة التغذية في اتجاه الإياب.

وفي اتجاه الإياب، يقابل دخل المعمارية المرجعية لنظام ساتل ترحيل البيانات (DRS) دخل مزيل التشكيل على متن مركبة المستعمل الفضائية الذي ينفذ الترجمة من النطاق الأساسي إلى الموجة الحاملة للتردد الراديوي. وتتكون بيانات النطاق الأساسي هذه عادةً من بيانات علمية في الوقت الفعلي و/أو مسجلة، أو بيانات للرحلات الفضائية المأهولة، ومعلومات الصوت والفيديو. ويوافق خرج المعمارية المرجعية خرج مزيل التشكيل في المحطة الأرضية الذي ينفذ عملية عكسية.

3 نطاقات التردد واتجاهات الإرسال

يجب بالضرورة أن يتم الإرسال في كل وصلة من وصلات معمارية ساتل ترحيل البيانات (DRS) المحددة في الفقرة 2 في نطاق تردد منفصل، مع نطاق حارس بين الإشارات التي يرسلها ساتل ترحيل البيانات وتلك التي يستقبلها. ويجب أن تراعى العديد من العوامل لدى تحديد نطاقات التردد لهذه الوصلات. وتشمل هذه العوامل حالة التخصيص وعرض النطاق في النطاقات المتاحة وعرض حزمة الهوائي وخصائص الانتشار. وتجدر الإشارة إلى أن اختيار نطاق تردد مشترك لشبكات/أنظمة ساتلية مختلفة لترحيل البيانات يتطلب مراعاة قابلية التشغيل البيني بين المركبات الفضائية للمستعملين المصممة لاستخدام نظام واحد لسواتل ترحيل البيانات وسواتل ترحيل البيانات في نظام آخر لهذه السواتل.

وبالنسبة إلى وصلات الذهاب والإياب بين المدارات، فإن خصائص المجموعة الواسعة من الأنواع المختلفة لمستعملي سواتل ترحيل البيانات تقتضي استعمال نطاقات متعددة. فقد تتطلب بعض المركبات الفضائية لمستعملي سواتل ترحيل البيانات وصلات بمعدل منخفض للبيانات (تصل إلى حوالي 6 Mbit/s) تتطلب عروض نطاق متواضعة يمكن تنفيذها بالقدر الأجدى اقتصاديا باستخدام مرسلات منخفضة القدرة، وهوائيات بسيطة ذات حزمة عريضة دون الاستعانة بآليات توجيه معقدة ومستقبلات متينة. وتتطلب بعض المركبات الفضائية لمستعملي سواتل ترحيل البيانات وصلات من هوائيات شاملة الاتجاهات أو ذات حزمة واسعة (لا سيما من أجل دعم وصلات الطوارئ) في الحالات التي لا يعرف فيها بدقة عن استجابة المركبة الفضائية للمستعمل واتجاه سواتل ترحيل البيانات. وبالنسبة إلى هذه الفئات من مستعملي سواتل ترحيل البيانات، تتيح ترددات وصلة بين المدارات دون 3 GHz الاستعمال الأمثل. وتتطلب مركبات فضائية أخرى لمستعملي سواتل ترحيل البيانات وصلات بمعدلات متوسطة إلى عالية من البيانات (من حوالي 6 Mbit/s إلى أكثر من 600 Mbit/s)، وبالتالي فإنها تقتضي استعمال نطاقات تردد فوق 10 GHz لوصلات سواتل ترحيل البيانات.

وبالنسبة إلى وصلات التغذية في اتجاهي الذهاب والإياب، تجدر الإشارة إلى أنه يمكن لأنظمة سواتل ترحيل البيانات أن تستعمل نطاقات التردد المخصصة للخدمة الثابتة الساتلية أو تلك المخصصة لخدمة الأبحاث الفضائية وأنه يوجد عدد من النطاقات المخصصة بعرض نطاق كاف لدعم متطلبات نقل البيانات في الوصلات بين المدارات على النحو المبين أعلاه. وبالنسبة للعمليات الإسمية لسواتل ترحيل البيانات، فإن هذه النطاقات مناسبة أيضاً لقيادة المركبة الفضائية لسواتل ترحيل البيانات وإجراء القياس عن بُعد. غير أنه يفضل لأغراض الإطلاق وبدء الدوران وعمليات الطوارئ لسواتل ترحيل البيانات، التي قد تتطلب هوائيات شاملة الاتجاهات، أن يستعمل نطاق تردد دون 3 GHz.

_____