# التوصية ITU-R SA.2141-1

**(2025/06)**

السلسلة SA: التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية

# خصائص أنظمة خدمة الأبحاث الفضائية في مدى الترددات GHz 15,35-14,8

## 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 https://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 https://www.itu.int/publ/R-REC/ar)

| 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 التحديد الراديوي للموقع 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، 2025

© ITU 2025
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.2141-1

# خصائص أنظمة خدمة الأبحاث الفضائية في مدى الترددات GHz 15,35-14,8

(2025-2021)

## مجال التطبيق

تتضمن هذه التوصية الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة خدمة الأبحاث الفضائية في نطاق الترددات GHz 15,35-14,8. وينبغي أن تؤخذ هذه الخصائص في الاعتبار في دراسات التَشارُك والتوافق.

## مصطلحات أساسية

خصائص الأنظمة، خدمة الأبحاث الفضائية (SRS)، فضاء–أرض، أرض–فضاء، فضاء–فضاء، وصلة تغذية في اتجاه الذهاب، سواتل ترحيل البيانات (DRS)

## توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة

التوصية ITU-R SA.364 – الترددات وعروض النطاق المفضلة للسواتل المأهولة وغير المأهولة لخدمة الأبحاث الفضائية بالقرب من الأرض

التوصية ITU-R SA.510 – إمكانية تقاسم الترددات بين خدمة الأبحاث الفضائية والخدمات الأخرى في نطاقات بالقرب من 14 و15 GHz – التداخل المحتمل من أنظمة ساتلية لترحيل البيانات

التوصية ITU-R SA.609 – معايير الحماية لوصلات الاتصالات الراديوية بسواتل البحث المسكونة أو غير المسكونة القريبة من الأرض

التوصية ITU-R SA.1018 – نظام مرجعي افتراضي للأنظمة التي تتضمن سواتل ترحيل بيانات في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض ومركبات المستعملين الفضائية في مدارات منخفضة بالنسبة إلى الأرض

التوصية ITU-R SA.1019 – النطاقات الترددية واتجاهات الإرسال للشبكات/الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات

التوصية ITU-R SA.1155 – معايير الحماية المتعلقة بتشغيل الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات

التوصية ITU-R SA.1414 – خصائص الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات

التوصية ITU-R SA.1626 – جدوى التقاسم بين خدمة الأبحاث الفضائية (فضاء–أرض) والخدمتين الثابتة والمتنقلة في النطاق GHz 15,35-14,8

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

*إذ تضع في اعتبارها*

*أ)* أن النطاق الترددي GHz 15,35-14,8 موزَّع للخدمتين الثابتة والمتنقلة على أساس أولي وعلى أساس أولي لخدمة الأبحاث الفضائية (SRS) مع مراعاة عدد من القيود؛

*ب)* أن خدمة الأبحاث الفضائية (المنفعلة) وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (المنفعلة) موزعتان على أساس ثانوي بموجب لوائح الراديو (RR) رقم **339.5** في النطاق GHz 15,35-15,20؛

ج) أن خدمة الأبحاث الفضائية (المنفعلة) وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) وخدمة علم الفلك الراديوي موزعة على أساس أولي في النطاق GHz 15,4-15,35 رهناً بأحكام لوائح الراديو رقم **340.5** ورقم **511.5**؛

د) أن الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات التي تشغلها إدارات متعددة تستعمل النطاق GHz 15,35-14,8 في وصلات المستعمل بين المدارات (فضاء–فضاء) ووصلات التغذية الصاعدة (أرض–فضاء) على السواء؛

هـ) أن هناك متطلبات من أجل الوصلات الهابطة عريضة النطاق لخدمة الأبحاث الفضائية من أجل إرسال بيانات علمية في المستقبل بمعدلات وبيانات عالية،

*وإذ تدرك*

أ) أن النطاق الترددي GHz 15,35-14,8 تستعمله حالياً سواتل ترحيل البيانات في الوصلات بين السواتل، مما يتيح إقامة اتصالات مع سواتل في المدارات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)، بما في ذلك الرحلات المأهولة في خدمة الأبحاث الفضائية؛

ب) أن النطاق الترددي GHz 15,35-14,8، تستعمله أيضاً وصلات البيانات عالية السرعة القائمة من سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في خدمة الأبحاث الفضائية، وأنه مخطط للاستعمال في الأنظمة المستقبلية؛

ج) أن هذه السواتل ضرورية لتشغيل تلسكوبات وغيرها من المعدات المنفعلة المستعملة لقياس ظواهر مثل الغلاف المغنطيسي للأرض والتوهجات الشمسية،

*توصي*

بالنظر في الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة خدمة الأبحاث الفضائية في النطاق GHz 15,35-14,8 المفصلة في الملحق 1 في دراسات التقاسم والتوافق.

# الملحق 1

# الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة خدمة الأبحاث الفضائية في النطاق GHz 15,35-14,8

## 1 مقدمة

تستعمل أنظمة خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) النطاق GHz 15,35-14,8 للتطبيقات التالية:

- وصلات هابطة مباشرة للبيانات من مهمات خدمة الأبحاث الفضائية (باستعمال أنماط مدارية مختلفة) إلى المواقع العالمية للمحطات الأرضية،
- وصلات التغذية الصاعدة أرض–فضاء من المحطات الأرضية لنظام سواتل ترحيل البيانات (DRS) إلى سواتل نظام ترحيل البيانات في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO)،
- وصلات فضاء–فضاء بين المدارات من مركبات المستعملين الفضائية إلى سواتل ترحيل البيانات في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض.

وتناقَش خصائص كل من هذه التطبيقات أدناه.

## 2 خصائص الوصلات الهابطة المباشرة لبيانات خدمة الأبحاث الفضائية في النطاق GHz 15,35-14,8

يُتوقع أن تكون مهمات خدمة الأبحاث الفضائية التي تستعمل وصلات هابطة مباشرة للبيانات في هذا النطاق محدودة العدد، بما يقدر بثلاثة إلى خمسة سواتل سنوياً حول العالم. وهي ستُنشر عادة في مدار أرضي منخفض، إما بميل قطبي أو استوائي، وبعضها على ارتفاعات مستقرة بالنسبة إلى الأرض أو على ارتفاعات أخرى في مدارات شديدة الإهليلجية (HEO) أو عند نقطتي الميَسان L1 أو L2، وكذلك في مدارات القمر أو على سطح القمر. وفي معظم أنماط مدارات مهمات خدمة الأبحاث الفضائية هذه، فإن خصائص سواتل خدمة الأبحاث الفضائية التي ترسل وصلات هابطة مباشرة للبيانات تظهر في ميزانيات الوصلات الواردة في الجدول 1. وبالنسبة للمركبات الفضائية (S/C) في خدمة الأبحاث الفضائية في مدارات القمر أو على سطح القمر، تختلف معلمات ميزانية الوصلة حسب الاحتياجات التشغيلية وتقنيات التشكيل والتشفير المتطورة المتاحة، بيد أن كثافة تدفق القدرة على سطح الأرض لن تتجاوز المستويات المحددة في التوصية ITU-R SA.1626.

وفي معظم الحالات، افتُرض أن الوصلات تدعم معدل بيانات قدره 400 Mbit/s على وصلة فضاء–أرض، وإن كانت بعض الوصلات تدعم معدلاً يصل إلى 1,2 Gbit/s. وتم ضبط الكثافة الطيفية للقدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) بحيث تستوفي حدود كثافة القدرة الخاصة بالتوصية ITU-R SA.1626 في كل زوايا الارتفاع. ويفترض أن يتطابق مخطط إشعاع هوائي استقبال خدمة الأبحاث الفضائية مع التوصية ITU-R SA.509. وقد افترضت إمكانية التَشارُك على أساس معايير الحماية الواردة في التوصية ITU-R SA.609.

الجدول 1

**مثال على ميزانيات الوصلات الهابطة المباشرة لبيانات مهام خدمة الأبحاث الفضائية ذات المعدلات العالية**

| الحالة | Non-GSO على علو km 800 بزاوية ارتفاع 5 درجات لهوائي المحطة الأرضية | Non-GSO على علو km 800 بزاوية 10 ارتفاع درجات لهوائي المحطة الأرضية | Non-GSO على علو km 800 بزاوية ارتفاع 90 درجة لهوائي المحطة الأرضية | GSO بزاوية ارتفاع 10 درجات | HEO | HEO | L1/L2 | L1/L2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| التردد (GHz) | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15، 15,2 |
| طول الموجة (m) | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | | 0,020 | 0,020 | |
| استقطاب | RHCP أو LHCP | | | | | | | |
| أوج الساتل (km) | 800 | 800 | 800 | 35 785 | 300 000 | 300 000 | 1 500 000 | 1 500 000 |
| حضيض الساتل (km) | 800 | | 800 | 35 785 | 500 | 500 | 1 500 000 | 1 500 000 |
| معدل البيانات (Mbit/s) | 400 | 400 | 400 | 400 | 320 | 400 | 100 | 600 في القناة |
| أسلوب التشكيل | إبراق QPSK غير مشفَّر | | | | | | | 8PSK |
| قدرة مركبة الإرسال الفضائية (dBW) | 7,0– | 7,0– | 7,0– | 13 | 11,8 | 5,0 | 13 | 23 |
| مرشاح مركبة الإرسال الفضائية، خسارة الكبل (dBW) | 0,5– | 0,5– | 0,5– | 0,5– | 0,5– | 0,5– | 0,5– | 0,5– |
| قطر هوائي مركبة الإرسال الفضائية (m) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,86 | 1,5 | 0,6 | 1,5 | 2,3 |
| كفاءة هوائي مركبة الإرسال الفضائية | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| كسب هوائي مركبة الإرسال الفضائية (dBi) | 20,9 | 20,9 | 20,9 | 40,0 | 45 | 37,3 | 45,2 | 49 |
| القدرة المشعة المكافئة المتناحية لمركبة الإرسال الفضائية (dBW) | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 48,0 | 55,8 | 41,8 | 57,7 | 71,5 |
| ذروة كثافة القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBW/MHz) | 9,6– | 9,6– | 9,6– | 25,0 | 35,8 | 18,8 | 40,7 | 48,5 |
| طول المسير (km) | 2 784 | 2 367 | 800 | 40 585 | 20 000 | 20 000 | 1 505 257 | 1 505 257 |
| خسارة المسير في الفضاء الطلق (dB) | 184,9 | 183,5 | 174,0 | 208,1 | 225,5 | 225,5 | 239,5 | 239,5 |
| $10*\log(4 * \pi * d^2)$ | 139,9 | 138,5 | 129,1 | 163,2 | 157,0 | 157,0 | 194,5 | 194,5 |
| زاوية ارتفاع محطة الاستقبال الأرضية (بالدجات) | 5,0 | 10,0 | 90,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| حد كثافة تدفق القدرة ($dB(W/(m^2 . MHz))$) | 138– | 138– | 138– | 138– | 138– | 138– | 138– | 138– |

الجدول 1 (تتمة)

| الحالة | Non-GSO على علو km 800 بزاوية ارتفاع 5 درجات لهوائي المحطة الأرضية | Non-GSO على علو km 800 بزاوية ارتفاع 10 درجات لهوائي المحطة الأرضية | Non-GSO على علو km 800 بزاوية ارتفاع 90 درجة لهوائي المحطة الأرضية | GSO بزاوية ارتفاع 10 درجات | HEO | HEO | L1/L2 | L1/L2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| كثافة تدفق القدرة على سطح الأرض (dB(W/(m$^2$ · MHz)) | 149,5– | 148,1– | 138,7– | 138,2– | 161,7– | 138,2– | 153,8– | 147,3– |
| قطر هوائي محطة الاستقبال الأرضية | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 9,0 | 12,0 | 7,0 | 34,0 | 32,0 |
| كفاءة هوائي محطة الاستقبال الأرضية | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| كسب هوائي محطة الاستقبال الأرضية (dBi) | 67,5 | 67,5 | 67,5 | 61,5 | 64,0 | 59,3 | 73,0 | 72,5 |
| قيمة التفاوت المسموح في حافة الحزمة، وخسارة المطر والغلاف الجوي (dB) | 3,0– | 3,0– | 3,0– | 3,0– | 4,0– | 4,0– | 4,0– | 4,0– |
| حرارة ضوضاء نظام محطة الاستقبال الأرضية (K) | 150,0 | 150,0 | 150,0 | 150,0 | 150 | 150,0 | 150,0 | 150 |
| الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء (No) (dBW/Hz) | 206,8– | 206,8– | 206,8– | 206,8– | 206,8– | 206,8– | 206,8– | 206,8– |
| خسائر المستقبِل (dB) | 1,0– | 1,0– | 1,0– | 1,0– | 1,0– | 1,0– | 1,0– | 1,0– |
| نسبة الإشارة إلى الضوضاء المستقبَلة في كل بتة (*Eb/No*) (dB) | 13,8 | 15,2 | 24,7 | 19,2 | 17,7 | 15,9 | 12,5 | 18,5 |
| نسبة الإشارة إلى الضوضاء النظرية في كل بتة (*Eb/No*) (dB) (1E-6 BER) | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 15 |
| نسبة الإشارة إلى الضوضاء المطلوبة في كل بتة (*Eb/No*) (dB) (1E-6 BER) | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 16 |
| هامش نسبة الإشارة إلى الضوضاء في كل بتة (*Eb/No*) (dB) | 2,3 | 3,7 | 13,2 | 7,7 | 6,2 | 4,4 | 1,0 | 2,5 |

*ملاحظة* – بالنسبة للمركبات الفضائية (S/C) في خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) في مدار شديد الإهليلجية (HEO)، يحسب هامش كثافة تدفق القدرة (pfd) عند أدنى علو إرسال مفترض قدره 20 000 km ويحسب هامش الوصلة عند المدى الأقصى البالغ 300 000 km.