التوصية ITU-R SA.2169-0

(2025/06)

السلسلة SA: التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية

الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) التي تستخدم نطاقي الترددات MHz 2 110-2 025 (أرض-فضاء) (فضاء-فضاء) وMHz 2 290-2 200 (فضاء-أرض) (فضاء-فضاء) في تقييم مدى التداخل وإجراء دراسات التقاسم

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.2169-0

الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) التي تستخدم نطاقي الترددات 025 2-110 2 MHz (أرض–فضاء) (فضاء–فضاء) و200 2-290 2 MHz (فضاء–أرض) (فضاء–فضاء) في تقييم مدى التداخل وإجراء دراسات التقاسم

(2025)

نطاق التطبيق

تقدم هذه التوصية الخصائص التقنية والتشغيلية اللازم استخدامها في دراسات تقاسم أنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) التي تستخدم نطاقي الترددات 025 2-110 2 MHz (أرض–فضاء) (فضاء–فضاء) و200 2-290 2 MHz (فضاء–أرض) (فضاء–فضاء).

الكلمات الرئيسية

تتبع، قياس عن بُعد، تحكم، عملية فضائية، القياس عن بُعد والتتبع والتحكم (TT&C)، خدمة العمليات الفضائية (SOS)، ساتل لترحيل البيانات (DRS)، نظام اتصالات العمليات المتجاورة (POCS)

المختصرات/المسرد

CP	استقطاب دائري *(Circular polarization)*
DRS	ساتل لترحيل البيانات *(Data relay satellite)*
GSO	المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض *(Geostationary-satellite orbit)*
HEO	مدار عالي الإهليلجية *(Highly-elliptical orbit)*
LEO	مدار أرضي منخفض *(Low-Earth orbit)*
MEO	مدار أرضي متوسط *(Medium-Earth orbit)*
ND	غير اتجاهي *(Non-directional)*
non-GSO	مدار ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض *(Non-geostationary-satellite orbit)*
POCS	نظام اتصالات العمليات المتجاورة *(Proximity operations communication system)*
SOS	خدمة العمليات الفضائية *(Space operation service)*
TT&C	القياس عن بُعد والتتبع والتحكم *(TT&C)*

توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد (ITU-R) ذات الصلة

Recommendation ITU-R SA.363 – Space operation systems

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

Recommendation ITU-R SA.1020 – Hypothetical reference system for the Earth exploration-satellite and meteorological satellite services

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

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz موزَّع لخدمة العمليات الفضائية (SOS) على أساس أولي من بين خدمات أخرى في الاتجاهين أرض–فضاء وفضاء–فضاء؛

ب) أن نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz موزَّع لخدمة العمليات الفضائية على أساس أولي من بين خدمات أخرى في الاتجاهين فضاء–أرض وفضاء–فضاء،

توصي

بضرورة استخدام الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة الخدمات الفضائية العاملة في نطاقي الترددات 025 2-110 2 MHz (أرض–فضاء) (فضاء–فضاء) و200 2-290 2 MHz (فضاء–أرض) (فضاء–فضاء)، المبينة في الملحق، في دراسات التقاسم.

الملحق

جدول المحتويات

الصفحة

1 مقدمة 3

2 الخصائص التقنية والتشغيلية للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض 3

1.2 القياس عن بُعد في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz 3

2.2 التحكم في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz 4

3 الخصائص التقنية والتشغيلية للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض 4

1.3 القياس عن بُعد/تحديد المدى في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz 5

2.3 التحكم/تحديد المدى في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz 8

4 الخصائص التقنية والتشغيلية للوصلات فضاء–فضاء في أنظمة خدمة العمليات الفضائية 11

1.4 الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات (DRS) 11

2.4 نظام اتصالات العمليات المتجاورة (POCS) 11

1 مقدمة

يقدم هذا الملحق الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة القياس عن بُعد والتتبع والتحكم (TT&C) لأنظمة خدمة العمليات الفضائية العاملة في نطاقي الترددات 025 2-110 2 MHz و200 2-290 2 MHz.

ويؤدي النظام TT&C الوظائف التالية لضمان نجاح تشغيل الساتل:

1 القياس عن بُعد لتمكين وحدات التحكم الأرضي من مراقبة السلامة والحالة التشغيليتين للساتل، إذ ترسَل القيم المَقيسة من الساتل إلى مركز التحكم الأرضي.

2 التتبع/تحديد المدى لتمكين وحدات التحكم الأرضي من تحديد موقع الساتل واتجاهه.

3 التحكم عن بُعد لتمكين وحدات التحكم الأرضي من التحكم في مختلف الوحدات الإلكترونية على متن الساتل، بإرسال أوامر من الأرض إلى الساتل.

ويوزَّع نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz لخدمة العمليات الفضائية (SOS) (أرض–فضاء) (فضاء–فضاء)، بينما يوزَّع نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz للخدمة SOS (فضاء–أرض) (فضاء–فضاء). وتَستخدم السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض والسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والوصلات بين السواتل نطاقي الترددات هذين.

2 الخصائص التقنية والتشغيلية للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض

يورد الجدولان 1 و2 قائمة الخصائص التمثيلية لأنظمة القياس عن بُعد والتتبع والتحكم (TT&C) بأنظمة العمليات الفضائية (SOS) المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO).

1.2 القياس عن بُعد في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz

يورد الجدول 1 قائمة المعلمات النظامية لوصلات القياس عن بُعد الهابطة المشغلة في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz بأنظمة الخدمة GSO SOS.

الجدول 1

معلمات وصلات القياس عن بُعد الهابطة المشغلة في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz بأنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO)

الوظيفة	القياس عن بُعد
النظام	**النظام A**
الحد الأقصى لعرض النطاق اللازم (MHz)	4,930
معلمات ساتل الإرسال	
قدرة دخل هوائي الساتل (dBW)[1]	1,8
نمط هوائي الساتل	ثنائي المخروط/ثنائي القطب المتقاطع
أقصى كسب لهوائي الساتل (dBi)	1,0
استقطاب هوائي الساتل	استقطاب دائري (CP)
مخطط إشعاع هوائي الساتل	قلبي الشكل –13 ديسيبل عند 170 درجة
معلمات محطة الاستقبال الأرضية	
نمط هوائي المحطة الأرضية	مكافئ
مخطط إشعاع هوائي المحطة الأرضية	التوصية ITU-R S.465-6
أقصى كسب لهوائي المحطة الأرضية (dBi)	50

الجدول 1 (*تتمة*)

الوظيفة	القياس عن بُعد
النظام	**النظام A**
استقطاب هوائي المحطة الأرضية	استقطاب دائري
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال بالمحطة الأرضية (K)	130
زاوية الارتفاع الدنيا (بالدرجات)	5

(1) تشمل "قدرة دخل هوائي الساتل" خسارة وصلات تغذية الهوائي.

2.2 التحكم في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz

يورد الجدول 2 قائمة المعلمات النظامية لوصلات التحكم الصاعدة المشغلة في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz بأنظمة العمليات الفضائية (SOS) المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO).

الجدول 2

معلمات وصلات التحكم الصاعدة المشغلة في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz بأنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO)

الوظيفة	التحكم
النظام	**النظام A**
الحد الأقصى لعرض النطاق اللازم (MHz)	0,084
معلمات محطة الإرسال الأرضية	
قدرة دخل هوائي المحطة الأرضية (dBW)	21,9
نمط هوائي المحطة الأرضية	مكافئ
مخطط إشعاع هوائي المحطة الأرضية	34,6 dB عند 0,95 درجة التوصية ITU-R S.465-6
أقصى كسب لهوائي المحطة الأرضية (dBi)	49,5
استقطاب هوائي المحطة الأرضية	استقطاب دائري (CP)
زاوية الارتفاع الدنيا (بالدرجات)	5
معلمات ساتل الاستقبال	
نمط هوائي الساتل	ثنائي القطب المتقاطع
أقصى كسب لهوائي الساتل (dBi)	1
استقطاب هوائي الساتل	استقطاب دائري
مخطط إشعاع هوائي الساتل	−11 ديسيبل عند 165 درجة
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال بالمحطة الأرضية (K)	650

3 الخصائص التقنية والتشغيلية للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

يورد الجدولان 3 و4 أدناه قائمة الخصائص التمثيلية لأنظمة التتبع والقياس عن بُعد والتحكم (TT&C) بأنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) العاملة في مدارات ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) (يُشار إليها فيما بعد باسم "الخدمة SOS غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض").

وتعمل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في مجموعة متنوعة من المدارات تبعاً لأهداف مهماتها، وتصمَّم خصائص الأنظمة TT&C وفقاً للسمات المدارية كشكل المدار والارتفاع المداري، ومن ثَم، تقدم هذه التوصية خصائص الأنظمة TT&C في مدارات تمثيلية للمدار الأرضي المنخفض المتزامن مع الشمس، ومدار خط العرض المنخفض في مدار أرضي منخفض، ولمدار أرضي متوسط (MEO)، ومدار أرضي عالي الإهليلجية (HEO)، ومدار لاغرانج L1/L2.

1.3 القياس عن بُعد/تحديد المدى في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz

يورد الجدول 3 قائمة المعلمات النظامية لوصلات القياس عن بُعد/تحديد المدى الهابطة المشغلة في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz بأنظمة الخدمة SOS غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ويُستخدم نظام تحديد المدى على متن السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض لتحديد موقع الساتل. وتُجرى عملية تحديد المدى منفردةً أو مع إرسالات القياس عن بُعد.

الجدول 3

معلمات وصلات القياس عن بُعد/تحديد المدى الهابطة المشغلة في نطاق الترددات 2 290-2 200 MHz بأنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)

الوظيفة	التحكم/تحديد المدى						
نمط المدار	مدار أرضي منخفض (LEO)، متزامن مع الشمس						
النظام	النظام B	النظام C	النظام D	النظام E	النظام F	النظام G	النظام H
الحد الأقصى لعرض النطاق اللازم (MHz)	3,2	6	2,2/[2]2,5/[3]	0,8	3	3,32	0,5
معلومات المدار							
شكل المدار	دائري	دائري	دائري	دائري	دائري	دائري	دائري
الارتفاع المداري (km)	824	510	628	600	773	550	800-500
زاوية الميل (بالدرجات)	98,7	97	97,9	97,8	98,3	97,6	98,5-97
معلمات الساتل							
قدرة دخل هوائي الساتل (dBW)[1]	7	0,2–	22,2–/[2]5,2–/[3]	3–	1	0,3	4–
نمط هوائي الساتل	حلزوني	ثنائي القطب المتقاطع مع عاكس	ثنائي القطب المتقاطع مع عاكس	حلزوني رباعي الأسلاك	حلزوني رباعي الأسلاك	رقعة لوحية عريض النطاق	حلزوني رباعي الأسلاك / رقعة
أقصى كسب لهوائي الساتل (dBi)	3	2	7,5	3	3,5	5,6	0
استقطاب هوائي الساتل	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)
مخطط إشعاع هوائي الساتل	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	كسب ثابت على $\frac{1}{4}$ الكرة	غير اتجاهي (ND)
معلمات محطة الاستقبال الأرضية							
نمط هوائي المحطة الأرضية	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ
مخطط إشعاع هوائي المحطة الأرضية	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.580-6
أقصى كسب لهوائي المحطة الأرضية (dBi)	46,8/44,8/42	39/34,9	44,2	47/45/42	47/45/42	47/45/42	44
استقطاب هوائي المحطة الأرضية	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال بالمحطة الأرضية (K)	245/190/130	100/75	148	152/145/139	152/145/139	152/145/139	200
زاوية الارتفاع الدنيا (بالدرجات)	5	5	5	3	3	3	3

الجدول 3 (*تتمة*)

الوظيفة	التحكم/تحديد المدى				
نمط المدار	مدار أرضي منخفض (LEO)، خط عرض منخفض			مدار أرضي متوسط (MEO)	مدار عالي الإهليلجية (HEO)	L2/L1
النظام	النظام I	النظام J	النظام K	النظام L	النظام M	النظام N
الحد الأقصى لعرض النطاق اللازم (MHz)	0,064	2,4[3]/3[2]	2,3	2,5[2]/2,0[3]	0,075	1,15
معلومات المدار						
شكل المدار	دائري	دائري	دائري	إهليلجي	عالي الإهليلجية	شمسي المركز (L1)
الارتفاع المداري (km)	550	550	500-200	32 700 (الأوج) 300 (الحضيض)	41 885 (الأوج) 9 710 (الحضيض)	1 500 000
زاوية الميل (بالدرجات)	24	31	51,6	31	63,435	غير متوفر
معلمات الساتل						
قدرة دخل هوائي الساتل (dBW)[1]	12,0–	23,5–[2]/3–[3]	1,5/1,5–	5,1 (الأوج) 14,9–[2]/5,1–[3] (الحضيض)	5,5	5
نمط هوائي الساتل	حلزوني رباعي الأسلاك	ثنائي القطب المتقاطع مع عاكس	حلزوني	ثنائي القطب المتقاطع مع عاكس / ثنائي القطب	حلزوني رباعي الأسلاك	هوائيان شاملاً الاتجاهات
اقصى كسب لهوائي الساتل (dBi)	2,5	7	5	6	8	4,5–
استقطاب هوائي الساتل	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP) / استقطاب رأسي	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)
مخطط إشعاع هوائي الساتل	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة
معلمات محطة الاستقبال الأرضية						
نمط هوائي المحطة الأرضية	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ
مخطط إشعاع هوائي المحطة الأرضية	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	تطبيق الرقم **8** من لوائح الراديو
أقصى كسب لهوائي المحطة الأرضية (dBi)	46,6/34,2	56,3	47,1	47,1	46,7	51,8/50,5
استقطاب هوائي المحطة الأرضية	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال بالمحطة الأرضية (K)	157/70	70	147	147	247	251
زاوية الارتفاع الدنيا (بالدرجات)	5	5	5	5	5	5

(1) تشمل "قدرة دخل هوائي الساتل" خسارة وصلات تغذية الهوائي.

(2) للموجة الحاملة المشكَّلة بزحزحة الطور بالتشكيل الشفري النبضي (PCM-PSK/PM).

(3) للإبراق التربيعي بزحزحة الطور (QPSK).

2.3 التحكم/تحديد المدى في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz

يورد الجدول 4 قائمة المعلمات النظامية لوصلات التحكم/تحديد المدى الصاعدة المشغلة في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz بأنظمة الخدمة SOS غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ويُستخدم نظام تحديد المدى على متن السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض لتحديد موقع الساتل. وتُجرى عملية تحديد المدى منفردةً أو مع إرسالات التحكم.

الجدول 4

معلمات وصلات التحكم/تحديد المدى الصاعدة المشغلة في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz بأنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (Non-GSO)

الوظيفة	التحكم/تحديد المدى						
نمط المدار	مدار أرضي منخفض (LEO)، متزامن مع الشمس						
النظام	النظام B	النظام C	النظام D	النظام E	النظام F	النظام G	النظام H
الحد الأقصى لعرض النطاق اللازم (MHz)	الأمر 0,032 بيانات التشكيل 0,256	6	1,1	0,38	0,3	0,2	0,5
معلومات المدار							
شكل المدار	دائري	دائري	دائري	دائري	دائري	دائري	دائري
الارتفاع المداري (km)	824	510	628	600	773	550	800-500
زاوية الميل (بالدرجات)	98,7	97	97,9	97,8	98,3	97,6	98,5-97
معلمات محطة الإرسال الأرضية							
قدرة دخل هوائي المحطة الأرضية (dBW)	9,8	22	20	11,7	11,7	11,7	30
نمط هوائي المحطة الأرضية	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ	مكافئ
مخطط إشعاع هوائي المحطة الأرضية	التوصية ITU-R S.465-6	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.580-6
أقصى كسب لهوائي المحطة الأرضية (dBi)	41,4/42/46.2	38/34,2	43,2	46/44/41	46/44/41	46/44/41	43
استقطاب هوائي المحطة الأرضية	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)
زاوية الارتفاع الدنيا (بالدرجات)	5	5	5	5	5	5	5
معلمات الساتل							
نمط هوائي الساتل	حلزوني	ثنائي القطب المتقاطع مع عاكس	ثنائي القطب المتقاطع مع عاكس	حلزوني رباعي الأسلاك	حلزوني رباعي الأسلاك	رقعة لوحية عريض النطاق	حلزوني رباعي الأسلاك / رقعة
أقصى كسب لهوائي الساتل (dBi)	3	2	7,5	3	3,5	5,6	0
استقطاب هوائي الساتل	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)
مخطط إشعاع هوائي الساتل	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	كسب ثابت على $\frac{1}{4}$ الكرة	غير اتجاهي (ND)
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال بالساتل (K)	263	450	515	999	1 892	8 300	1 200

الجدول 4 (تتمة)

الوظيفة	التحكم/تحديد المدى						
نمط المدار	مدار أرضي منخفض (LEO)، خط عرض منخفض					مدار أرضي متوسط (MEO)	مدار أرضي عالي الإهليلجية (HEO)	L2/L1
النظام	النظام I	النظام J	النظام K	النظام O		النظام L	النظام M	النظام N
الحد الأقصى لعرض النطاق اللازم (MHz)	0,064	2	0,044	0,095		2	0,1	1,0
معلومات المدار								
شكل المدار	دائري	دائري	دائري	دائري		إهليلجي	عالي الإهليلجية	شمسي المركز (L1)
الارتفاع المداري (km)	550	550	200-500	1336		700 32 (الأوج) 300 (الحضيض)	885 41 (الأوج) 710 9 (الحضيض)	000 500 1
زاوية الميل (بالدرجات)	24	31	51,6	66		31	63,435	غير متوفر
معلمات محطة الإرسال الأرضية								
قدرة دخل هوائي المحطة الأرضية (dBW)	11	20	20	8		30	13,9	31/22,8
نمط هوائي المحطة الأرضية	مكافئ	مكافئ	مكافئ	شامل الاتجاهات		مكافئ	مكافئ	مكافئ
مخطط إشعاع هوائي المحطة الأرضية	التوصية ITU-R S.465-6	التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	غير اتجاهي (ND)		التوصية ITU-R S.465	التوصية ITU-R S.465	تطبيق الرقم **8** من لوائح الراديو
أقصى كسب لهوائي المحطة الأرضية (dBi)	46,8/36,5	55,6	47	6		47	46,3	51,1/49,8
استقطاب هوائي المحطة الأرضية	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	خطي		استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)
زاوية الارتفاع الدنيا	5	5	5	3		5	5	5
معلمات الساتل								
نمط هوائي الساتل	حلزوني رباعي الأسلاك	ثنائي القطب المتقاطع مع عاكس	حلزوني	شامل الاتجاهات		ثنائي القطب المتقاطع مع عاكس / ثنائي القطب	حلزوني رباعي الأسلاك	هوائيان شاملاً الاتجاهات
أقصى كسب لهوائي الساتل (dBi)	2,5	7	5	5,2		6	8	4,5–
استقطاب هوائي الساتل	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)		استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)	استقطاب دائري (CP)
مخطط إشعاع هوائي الساتل	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND)		غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال بالساتل (K)	1697	2 674	537	170		789	840	603

4 الخصائص التقنية والتشغيلية للوصلات فضاء–فضاء في أنظمة خدمة العمليات الفضائية

عادةً ما تشمل الوصلات فضاء–فضاء في أنظمة خدمة العمليات الفضائية (SOS) استخدام نظام ساتلي لترحيل البيانات (DRS) ونظام اتصالات للعمليات المتجاورة (POCS).

1.4 الأنظمة الساتلية لترحيل البيانات (DRS)

تبين التوصيتان ITU-R SA.1018 وITU-R SA.1020 النظام المرجعي الفرضي للأنظمة الساتلية لترحيل البيانات (DRS). وتقع المركبة الفضائية للساتل DRS عادةً في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض، وتُنشأ الوصلات فضاء–فضاء للنظام DRS بين المركبة الفضائية للساتل DRS والمركبة الفضائية المستخدمة في مدار أرضي منخفض.

ويُستخدم نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz لتشغيل الوصلات أرض–فضاء لأنظمة الخدمة SOS. كما يُستخدم نطاق الترددات هذا لتشغيل الوصلات فضاء–فضاء الأمامية لأنظمة الخدمة SOS، لأغراض الاتصالات الراديوية من المركبة الفضائية DRS إلى المركبة الفضائية التي تدور في مدار أرضي منخفض، عادةً. ويمكن الاطلاع على خصائص الوصلات DRS–المركبة الفضائية في الجدول 2 بالتوصية ITU-R SA.1414.

ويُستخدم نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz لتشغيل الوصلات فضاء–أرض لأنظمة الخدمة SOS. كما يُستخدم أيضاً لتشغيل الوصلات فضاء–فضاء العائدة بأنظمة الخدمة SOS، لأغراض الاتصالات الراديوية من المركبة الفضائية التي تدور في مدار أرضي منخفض إلى المركبة الفضائية DRS، عادةً. ويمكن الاطلاع على خصائص الوصلات المركبة الفضائية–DRS في الجدول 3 بالتوصية ITU-R SA.1414.

2.4 نظام اتصالات العمليات المتجاورة (POCS)

الوصلات الفضائية المتجاورة هي وصلات راديوية قصيرة المدى أو ثنائية الاتجاه أو ثابتة أو متنقلة، تُستخدم بوجه عام لتحقيق التواصل فيما بين المسابير ومركبات الهبوط والمركبات الجوالة والكوكبات المدارية والمرحِّلات المدارية. ويدعم النظام POCS عدة احتياجات متعلقة بالاتصالات فيما بين هذه المجموعة المتنوعة من عناصر الشبكات في المهمات المأهولة وغير المأهولة.

ويُستخدم نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz لتشغيل وصلات الاتصالات الراديوية فضاء–فضاء الأمامية للنظام POCS، في حين يُستخدم نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz لتشغيل وصلات الاتصالات الراديوية فضاء–فضاء العائدة بهذا النظام.

ويسرد الجدول 5 سيناريوهات تشغيل النظام POCS النمطية.

الجدول 5

أمثلة لسيناريوهات تشغيل نظام اتصالات العمليات المتجاورة (POCS)

النظام	المثال 1
موقع التشغيل	مدار دائري قريب من الأرض يقرب ارتفاعه من 400 km
نظام الاتصالات 1	مركبة فضائية زائرة
نظام الاتصالات 2	مركبة فضائية مأهولة
أهداف العمليات	الاتصال بين المدارات عند اقتراب المركبة الفضائية الزائرة من المركبة الفضائية المأهولة
المسافة القصوى بين نظامي POCS	23 km

1.2.4 القياس عن بُعد/تحديد المدى في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz

يورد الجدول 6 قائمة المعلمات النظامية لوصلات القياس عن بُعد/تحديد المدى العائدة المشغلة في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz في كل من جانبي الإرسال والاستقبال للأنظمة POCS. ويُستخدم نظام تحديد المدى على وصلات النظام POCS لقياس المسافة بين نظامي POCS.

الجدول 6

معلمات وصلات القياس عن بُعد/تحديد المدى العائدة المشغلة في نطاق الترددات 200 2-290 2 MHz بنظام اتصالات العمليات المتجاورة (POCS)

الوظيفة	القياس عن بُعد/تحديد المدى
النظام	**النظام P**
الحد الأقصى لعرض النطاق اللازم (MHz)	6[2]
معلمات نظام الاتصالات 1 (جانب الإرسال)	
قدرة دخل الهوائي (dBW)[1]	0,02–
نمط الهوائي	حلزوني
أقصى كسب للهوائي (dBi)	5
استقطاب الهوائي	استقطاب دائري (CP)
مخطط إشعاع الهوائي	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة
معلمات نظام الاتصالات 2 (جانب الاستقبال)	
نمط الهوائي	شريطي أصغر
مخطط إشعاع الهوائي	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة
أقصى كسب للهوائي (dBi)	7,5
استقطاب الهوائي	استقطاب دائري (CP)
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال (K)	525

(1) تشمل "قدرة دخل الهوائي" خسارة وصلات تغذية الهوائي.

(2) تمديد الطيف.

2.2.4 التحكم/تحديد المدى في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz

يورد الجدول 7 قائمة المعلمات النظامية لوصلات التحكم المشغلة في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz في كل من جانبي الإرسال والاستقبال للأنظمة POCS. ويُستخدم نظام تحديد المدى على وصلات النظام POCS لقياس المسافة بين نظامي POCS.

الجدول 7

معلمات وصلات التحكم/تحديد المدى الأمامية المشغلة في نطاق الترددات 025 2-110 2 MHz بنظام اتصالات العمليات المتجاورة (POCS)

الوظيفة	التحكم/تحديد المدى
النظام	**النظام P**
الحد الأقصى لعرض النطاق اللازم (MHz)	10[2]
معلمات نظام الاتصالات 2 (جانب الإرسال)	
قدرة دخل الهوائي (dBW)[1]	7,6–
نمط الهوائي	شريطي أصغر
مخطط إشعاع الهوائي	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة
أقصى كسب للهوائي (dBi)	7,5
استقطاب الهوائي	استقطاب دائري (CP)
معلمات نظام الاتصالات 1 (جانب الاستقبال)	
نمط الهوائي	حلزوني
أقصى كسب للهوائي (dBi)	5,0
استقطاب الهوائي	استقطاب دائري (CP)
مخطط إشعاع الهوائي	غير اتجاهي (ND) بواسطة هوائيات متعددة
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال (K)	455

(1) تشمل "قدرة دخل الهوائي" خسارة وصلات تغذية الهوائي.

(2) تمديد الطيف.