الاتحـاد الدولـي للاتصـالات
قطاع الاتصالات الراديوية

منشورات ITU

التقرير ITU-R SM.2182-3

(2023/06)

السلسلة SM: إدارة الطيف

مرافق القياس المتوافرة لقياس الإرسالات من المحطات الفضائية المستقرة بالنسبة إلى الأرض وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

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 تقارير قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/publ/R-REP/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
TF	إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت

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).

التقرير ITU-R SM.2182-3

مرافق القياس المتوافرة لقياس الإرسالات من المحطات الفضائية المستقرة بالنسبة إلى الأرض وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

(المسألة ITU-R 232/1)

(2023-2019-2017-2010)

جدول المحتويات

الصفحة

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)..... ii

1 مقدمة..... 6

2 موارد المدارات الساتلية..... 6

3 المرافق الساتلية..... 6

4 الاستنتاج..... 6

الملحق 1 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في ألمانيا..... 7

1 مواصفات محطة المراقبة الراديوية الفضائية..... 7

1.1 عرض عام..... 7

2.1 المهام..... 7

3.1 خصائص النظام..... 8

4.1 معلمات القياس..... 10

2 المهام..... 11

1.2 مراقبة درجة شَغْل الطيف..... 11

2.2 قياسات المواقع..... 11

3.2 قياسات التداخل..... 11

4.2 مراقبة ما قبل الإطلاق..... 12

3 ساعات العمل..... 12

4 العنوان..... 12

الملحق 2 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في الصين..... 16

1 مقدمة عامة..... 16

2 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في محطة بيجين للمراقبة..... 16

1.2 أنظمة المراقبة..... 16

1.1.2 النظام رقم 1..... 16

2.1.2 النظام رقم 2 18
3.1.2 النظام رقم 3 18
4.1.2 النظام رقم 4 18
5.1.2 النظام رقم 5 19
6.1.2 النظام رقم 6 19
7.1.2 النظام رقم 7 19
2.2 المعلمات الأساسية لبعض المعدات الأكثر استخداماً 20
3.2 ساعات العمل والعنوان 20
الملحق 3 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في الولايات المتحدة الأمريكية اللجنة الفيدرالية للاتصالات (FCC) 22
1 مواصفات محطة المراقبة الراديوية الفضائية 22
1.1 مقدمة 22
2.1 وصف عام 22
3.1 المهام 22
4.1 التجهيزات 23
5.1 خصائص النظام 24
2 ساعات العمل وكيفية الاتصال 26
الملحق 4 مرافق المراقبة الفضائية في جمهورية كوريا 26
1 تفاصيل عن مركز المراقبة الراديوية الساتلية 26
1.1 وصف عام 26
2.1 الوظيفة 26
3.1 المهام 27
1.3.1 قياس مدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض وخصائص الإرسال 27
2.3.1 النظر عن كثب في أسباب التداخل الضار للموجات الراديوية 27
3.3.1 تقديم بيانات متعلقة بالقياسات الراديوية الساتلية 27
4.1 قياس المعلمات 27
2 خصائص النظام 28
1.2 النظام المستقر بالنسبة إلى الأرض للمراقبة الراديوية الساتلية 28
1.1.2 لمحة عامة 28
2.1.2 المواصفات 28
2.2 النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض للمراقبة الراديوية الساتلية 29
1.2.2 لمحة عامة 29
2.2.2 الهوائي 3 30
3.2.2 الهوائي 4 30
4.2.2 الهوائي 5 30
5.2.2 الهوائي 6 31

6.2.2 المواصفات 31
3.2 النظام المتنقل للمراقبة الراديوية الساتلية 31
1.3.2 لمحة عامة 31
2.3.2 المواصفات 33
4.2 نظام تحديد الموقع الجغرافي 33
3 ساعات العمل ومعلومات الاتصال 35
1.3 أوقات العمل 35
2.3 معلومات الاتصال 35
الملحق 5 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في اليابان 35
1 عرض عام 35
1.1 الخلفية 35
2.1 الدور 35
1.2.1 مراقبة السواتل المحلية والأجنبية 35
2.2.1 إزالة التداخل 36
3.2.1 جمع البيانات لاستخدامها في التنسيق الدولي لشبكة الاتصالات الساتلية 36
3.1 تشكيلة النظام 36
4.1 السمات الرئيسية 36
5.1 معلمات القياس الرئيسية 39
2 العمليات الرئيسية 39
1.2 قياس وتحليل الموقع المداري 39
2.2 قياس وتحليل المعلمات الراديوية المختلفة 40
3.2 قياس وتحليل استعمال التردد 40
4.2 قياس وتحليل الإرسالات الراديوية 41
5.2 التعرّف على مصدر التداخل في الوصلة الصاعدة 42
3 ساعات العمل 44
4 العنوان 44
الملحق 6 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في أوكرانيا 44
1 مقدمة عامة 44
2 المهام الرئيسية لمحطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية 45
3 بنية محطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية 45
1.3 الهوائيات 46
2.3 النظام الفرعي للتشخيص والتحكم للمعدات الأرضية 46
3.3 النظام الفرعي لقياس معلمات البث الساتلي 46

4.3 النظام الفرعي لإيجاد مواقع المحطات الأرضية (تحديد الموقع الجغرافي) وحساب التقويم الفلكي للسواتل 47
4 العنوان 48
الملحق 7 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في كازاخستان 49
الملحق 8 محطة المراقبة الراديوية الفضائية في البرازيل 53
1 مواصفات محطة المراقبة الراديوية الفضائية 53
1.1 مقدمة 53
2.1 الوصف العام والوظائف 53
3.1 خصائص النظام 53
4.1 الطرف الأمامي للتردد الراديوي والبنية التحتية 56
2 المهام 56
1.2 عمليات قياس وتحليل المعلمات التقنية 56
2.2 عمليات تحديد الموقع الجغرافي 57
3 ساعات العمل ومعلومات الاتصال 59
الملحق 9 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية بسلطنة عمان هيئة تنظيم الاتصالات (TRA) 59
1 عرض عام 59
2 الوظائف 60
3 خصائص النظام 60
4 هيكل محطة المراقبة الراديوية الفضائية 62
1.4 الهوائيات 62
2.4 النظام الفرعي لأجهزة التشخيص والتحكم في المحطة ولتسديد الهوائيات نحو المواضع المدارية الساتلية 62
3.4 النظام الفرعي لرصد الإشارات الساتلية والكشف عنها وتحديد خصائصها 62
4.4 نظام تحديد موقع المرسِل (تحديد الموقع الجغرافي) 64
5.4 وحدة المراقبة المتنقلة 66
6.4 النظام الجوي غير المأهول (UAS) 67
7.4 المرسِل المرجعي 67
8.4 المراقبة بنظام الإذاعة الفيديوية الرقمية (DVB) 67
9.4 النظام الفرعي للتحقق من مدى التقيُّد بالتراخيص والتحقق من شغل المدار 67
10.4 مسجِّل الطيف في النطاق L 68
5 المهام 68
6 ساعات العمل 69
7 معلومات الاتصال 69

1 مقدمة

إن مهام خدمات المراقبة الراديوية المتصلة بإرسالات المحطات الفضائية المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO) وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)، على السواء، هي من حيث المبدأ، المهام ذاتها الخاصة بالخدمات الراديوية للأرض. بيد أن مراقبة الإرسالات الناجم عن المحطات الأرضية والمحطات الفضائية تختلف من حيث التقنية والأسلوب المتَّبعين. ويقدم هذا التقرير معلومات عن مرافق المراقبة الفضائية التي تُشغّلها السلطات المنظمة للاتصالات في شتى أنحاء العالم.

2 موارد المدارات الساتلية

تُعتبر الفجوات المدارية للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض موارد قيّمة ونادرة، وبالتالي فإن معرفة الحالة التشغيلية للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض المسجّلة في السجل الأساسي الدولي للتردد (MIFR) مفيدة بالنسبة إلى الدوائر المعنية بإدارة الطيف.

أما المدارات الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض فتطرح تحديات إضافية، نظراً إلى أن السواتل هي في حركة دائمة ضمن المستوى المداري الخاص بها وبالتالي لا تسهُل مراقبتها.

ويجب أن يكون مفهوماً أن تحديد موقع التداخل الضار الناجم عن المحطات الفضائية أو المعرّضة له، وإزالة هذا التداخل، قد يصبحان مهمَّين للإدارات التي لم يتم بموجب سلطتها القضائية التبليغ عن السواتل لتسوية حالات التداخل الأرضية التي تتضمن السواتل.

3 المرافق الساتلية

يوجد فعلاً، في أجزاء مختلفة من العالم، العديد من محطات المراقبة الأرضية التي تشغّلها السلطات المنظمة للاتصالات، وهي قادرة على جمع بيانات تتعلق بالإرسال المشع من المحطات الفضائية. والبعض منها مجهّز بما يُعرف بأنظمة تحديد موقع المرسل التي تمكّن من تحديد الموقع الجغرافي لمصادر التداخل الكائنة فوق سطح الأرض والتي تؤثر في السواتل الفضائية.

فالتحديات التقنية المتمثلة في إعداد وتشغيل محطات مراقبة من هذا القبيل، والمخصصات الكبيرة اللازمة من الميزانية، وأخيراً وليس آخراً، ضرورة وجود مشغّلين لمحطات المراقبة يتمتعون بخبرة كافية، تستدعي وجود تعاون وثيق فيما بين هذه المحطات.

4 الاستنتاج

يتم في الملحقات عرض مرافق المراقبة الراديوية الفضائية المتوافرة في شتى أنحاء العالم التي تشغلها السلطات المنظمة للاتصالات من أجل تيسير التعاون الثنائي والمتبادل بين هذه المحطات. كما ترد في هذه الملحقات مواقع هذه المرافق والمعلومات المتعلقة بكيفية الاتصال بها، علماً بأن هذه المحطات قد تكون قادرة على مساعدة إدارات أخرى في الحالات التي تتضمن تداخلاً ساتلياً أو مراقبة للسواتل. ويمكن لكل محطة من المحطات المدرجة أن تغطي جزءاً من قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض حول الموقع الجغرافي الخاص بالمحطة. أما المدى الكامل لقوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض فتغطيه المرافق المذكورة.

الملاحظة 1 – على الرغم من أن الساتل قد يكون "مرئياً" من موقع مراقبة معيّن، فإن أنماط (بصمات) الحزمة على الوصلة الهابطة للساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض والمسارات المدارية للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض قد تؤثر في إمكانية مراقبة الإشارات.

الملحق 1

مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في ألمانيا

محطة ليهايم التابعة لوكالة الشبكة الاتحادية الألمانية Bundesnetzagentur

1 مواصفات محطة المراقبة الراديوية الفضائية

1.1 عرض عام

تنتمي محطة ليهايم للمراقبة الراديوية الفضائية إلى وكالة الشبكة الاتحادية للكهرباء والغاز والاتصالات والبريد والسكك الحديدية، أي باختصار "وكالة الشبكة الاتحادية"/"Bundesnetzagentur".

ومن بين المسؤوليات المناطة بالوكالة مسؤولية إدارة الطيف ومراقبة الطيف. وتقع محطة ليهايم للمراقبة على ضفة نهر الراين على مسافة تقارب 35 km جنوب غرب فرانكفورت/ماين. وهي تُوجِّه هوائياتها، التي تتمتع بحركة كاملة، والتي يصل قطر كل منها إلى 12 m، نحو سواتل موجودة في الفضاء. ولا تخدم هذه الهوائيات أغراض الإرسال التجاري. وهي تمثل صُلب منشأة تُستعمل لمراقبة الطيف الترددي المخصّص للخدمات الراديوية الفضائية، ولكشف التداخل الذي يصيب الترددات المستعملة في الاتصالات الساتلية.

2.1 المهام

كمساعد في التخطيط والتنسيق

تُظهر عمليات المراقبة العامة للمدار الاستخدام الفعلي للطيف الترددي في الخدمات الفضائية. ويتضمن ذلك قياسات درجة شَغْل المرسِل–المستجيب الساتلي وتحديد المواقع المدارية في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض.

وتمكّن عمليات الرصد المتعلقة بدرجة شَغْل تردد محدد، كالعمليات المرتبطة مثلاً بإجراءات تنسيق التردد الراديوي، من كشف التداخل المحتمل في وقت مُبكّر أثناء مرحلة التخطيط للأنظمة الساتلية.

ويمكن أن تدعم التجارب الميدانية عملية استمثال النماذج النظرية التي تيسّر تقاسم استعمال الترددات من قبل الخدمات الفضائية والأرضية.

كأداة لتحديد موضع الساتل وتشغيله

تكفل عمليات الرصد السابقة للإطلاق المتعلقة بالقياس عن بُعد وتتبُّع الترددات نجاح تحديد مواقع السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

وتعتبر مراقبة عمليات الإرسال في السواتل، ودرجة شَغْل المرسِل–المستجيب، والمواضع الساتلية، أداةً لا غنى عنها تمكّن السلطات المختصّة من التأكد من أن الساتل يعمل على النحو الذي تم مسبقاً نشره وتنسيقه والتبليغ عنه دولياً.

ويُتيح التعامل مع حالات التداخل المجال للكشف عن مصادر التداخل الضار التي، لولا ذلك، لاستمرت في إعاقة سلامة عمل الخدمات الساتلية أو الخدمات الراديوية للأرض.

الكشف عن مصادر التداخل في الوصلة الصاعدة

يبدو أن حالات التداخل في الوصلة الصاعدة، أي حين لا يكون الساتل هو مصدر التداخل بل الجهة المتضرّرة، آخذة بالظهور بشكل مطّرد. وقد ارتفعت أعداد المحطات الأرضية بوتيرة سريعة منذ أن تمكن المستعملون من النفاذ المباشر إلى القدرات الساتلية.

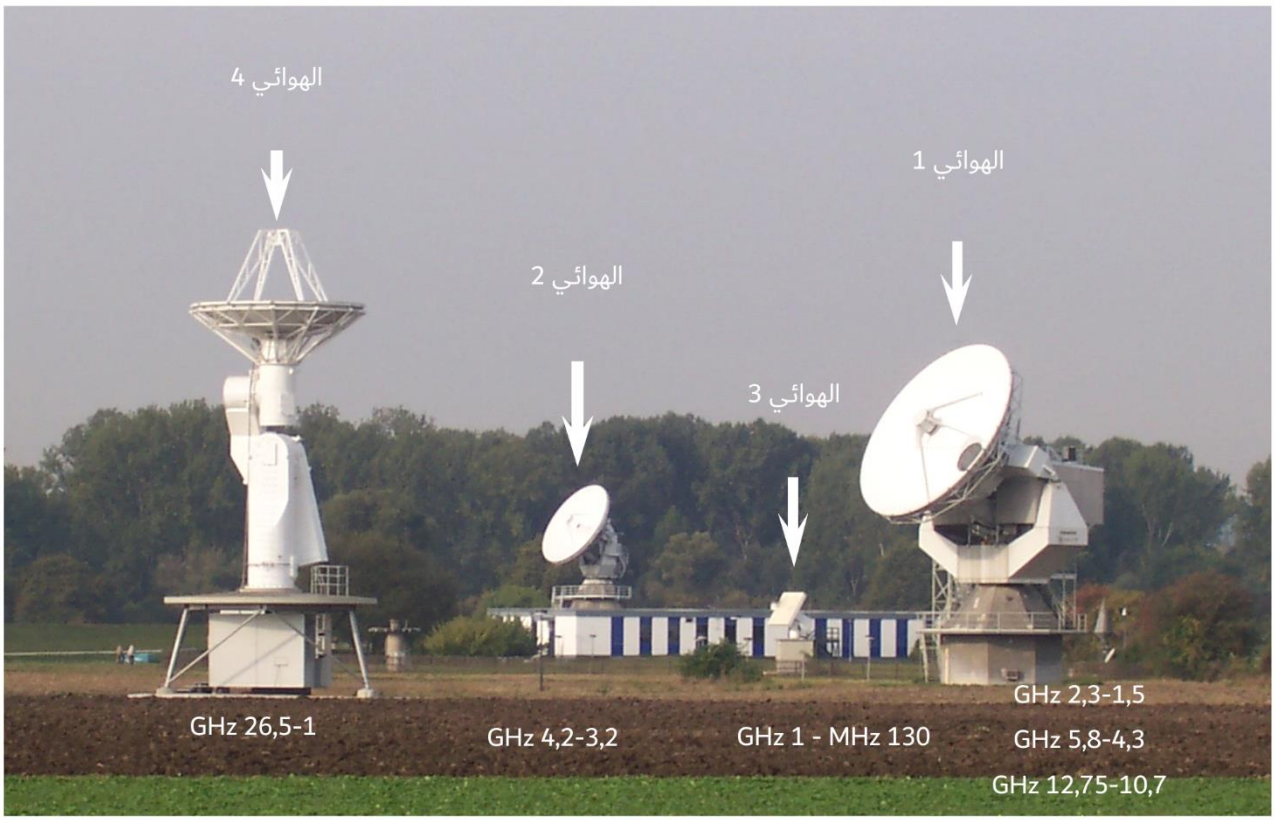
وتعتبر المحطات الأرضية المصدر الرئيسي للتداخل في الوصلة الصاعدة، الذي يمكن أن تسبّبه كل من الأخطاء التقنية والتشغيلية. وقد لوحظ أيضاً وجود استعمالات غير مشروعة للأجهزة الساتلية المرسلة–المستجيبة وحالات من التداخل المتعمّد الذي تتعرّض له هذه الأجهزة. ويتعين على السلطات والمشغلين والمستعملين التعامل مع وضع كهذا.

يقوم نظام المراقبة بتحديد مواقع مصادر التداخل عن طريق تلقي الإشارات التي تبثّها تلك المصادر على مسيرين مختلفين، أي عن طريق الساتل المعرّض للتداخل وأحد السواتل المجاورة له. وتتم في محطة ليهايم معالجة الفارق الزمني بين الإشارات والاختلاف في ترددها للحصول على الإحداثيات الجغرافية للمُرسل–المستجيب. وبمجرّد معرفة موقع مصدر التداخل، يمكن في العادة إزالته على وجه السرعة.

3.1 خصائص النظام

الموقع: 13’51º49’’ شمالاً 50’23º8’’ شرقاً

القوس المرئي من مدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض: 67º غرباً إلى 83º شرقاً



SM.2182-Annex1-01

الهوائي 1

وهو هوائي من نوع كاسْغران ذي التغذية المئفاقية يبلغ قطره 12 m ويتميز بأنه عريض النطاق ومُصمّم لتغطية نطاق التردد 13-1,0 GHz. وتُعتبر المغذّيات الضيقة نوعاً ما، التي تتسم بخصائص مُثلى في نطاقي التردد 1,8-1,5 GHz و2,3-2,1 GHz، وكذلك في النطاق 12,75-10,7 GHz، شرطاً أساسياً لما يُعرف بالتتبّع الأحادي النبضة الذي يتطلبه التسديد العالي الدقة للهوائي. ويشتمل هذا الهوائي على عاكس دوّار قابل للضبط ومغذّ مركّب على مزلقة يسمحان بالقيام بعمليات تبديل بين نطاقات التردد.

ولا تسمح الفجوة الترددية للهوائي 1، العريضة نوعاً ما والبالغة 8,5-4,3 GHz، بالقيام بتتبّع أحادي النبضة. غير أنها مزودة بإمكانية التتبّع الدقيق للموقع بواسطة الحاسوب في جميع نطاقات التردد.

الهوائي 2

وهو هوائي بقطر 8,5 m من نوع كاسْغران مزوّد بمغذّ ضيق النطاق يعمل في النطاق 4,2-3,2 GHz. وتتوافر الخدمة التشغيلية لهذا الهوائي بشكل محدود في الوقت الحالي.

الهوائي 3

وهو هوائي مكون من مربع تبلغ أبعاده 2,4 m × 2,4 m، ويتألف من ثلاثة قطاعات من الصفيفات الثنائية القطب المختلفة الحجم التي تغطي بمجموعها نطاق التردد 130-000 1 MHz.

الهوائي 4

وهو هوائي متعدد النطاقات يغطي نطاق الترددات 1-26,5 GHz وله طول بؤري رئيسي يبلغ 7 m. ويتألف نطاق الترددات هذا من ثمانية نطاقات فرعية يتراكب كل منها قليلاً مع النطاقات الفرعية المجاورة. ويتألف قسم من أنظمة التغذية المناظرة لها من النوع الثنائي القطب المتقاطع والقسم الآخر من النوع البوقي. وتوضع مجموعة المغذّيات في بؤرة العاكس المكافئ القطع. ويتم تخصيص نطاق فرعي معيّن عن طريق دوران هذه المجموعة.

وهذا الهوائي هو من النوع الذي يركب على محورين متعامدين Y−X، ويناسب، بوجه خاص، السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي تعبر السماء فوقه.

الهوائي 5

وهو هوائي ذو مغذّ دوري لوغارتمي عريض النطاق 1−26,5 GHz وطول بؤري رئيسي قدره 3 m، يُستعمل بصورة رئيسية في النطاق Ka الذي يغطي الترددات 17,7−21,2 GHz. ولا يركّب هذا الهوائي على قائم رئيسي إلا من أجل قوس المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض.

الهوائيات الشاملة الاتجاهات

تتوفر في المحطة أيضاً هوائيات شاملة الاتجاهات مهمتها القيام بصورة متزامنة برصد جميع عمليات الإرسال من الفضاء، ضمن نطاق تردد معين، مثلاً من نظام متعدد السواتل. ويبلغ نطاق التردد لهذه الهوائيات 100−500 2 MHz.

تتبّع الهوائي بواسطة الحاسوب

إن التتبّع المتحكَّم به بواسطة الحاسوب يسمح للهوائي 1 والهوائي 3 والهوائي 4 بتتبّع السواتل المستقرة والسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض بواسطة ما يُعرَف باسم "العناصر ذات الخطين" (TLE).

معلمات الهوائيات

يُبين الجدول 1 معلمات الهوائيات من 1 إلى 5.

نظام تحديد موقع المرسل

لقد صمِّم نظام تحديد موقع المرسل من أجل تحديد مواقع المرسلات الراديوية على الأرض. ويرمي هذا المفهوم إلى إيجاد المعلمات الخاصة بالمثلث الذي يصل ما بين المرسل المطلوب وساتلين آخرين بواسطة قياسات الزمن والتردد. ويعمل النظام من خلال هوائيين للمراقبة يعملان في نفس نطاقات التردد.

ولهذا الغرض يتم الجمع إما بين الهوائي 1 والهوائي 4 أو بين الهوائي 2 والهوائي 4 أو بين الهوائي 5 والهوائي 4، إلى جانب الساتل المعرّض للتداخل وساتل مجاورٍ له من كوكبة أجهزة القياس.

وترد في الشكل 1 صورة عن أحد الأمثلة على نتائج هذه القياسات.

المرسل المرجعي في نظام تحديد موقع المرسل

تقوم وحدات الإرسال المرجعية الأربع بإرسال إشارات مرجعية إلى نظام تحديد موقع المرسل، ويمكن استخدامها أيضاً كمُعيِّر لتصحيح العناصر المدارية الساتلية. ويسمح ذلك بإجراء قياسات مستقلة وقائمة بذاتها وليست بحاجة إلى الاعتماد على بيانات مدارية، قد لا تكون كافية، وعلى عمليات إرسال مرجعية خارجية. كما يمكن تشغيل المرسلات على أساسٍ متنقل داخل ألمانيا.

وتتحدد نطاقات التردد في الوصلة الصاعدة على النحو التالي:

النطاق C: 850 5-850 6 MHz، النطاق Ku: 750 12-500 14 MHz، النطاق Ka: 300 17-400 18 MHz.

مدى الترددات

يمتد مدى ترددات المحطة من 130 MHz إلى 26,5 GHz بدون أية فجوة.

وينحصر تشغيل نظام تحديد موقع المرسل بحسب بروتوكول أمن طبقة النقل (TLS) في الترددات المتوافرة عند الهوائي 1 والهوائي 2 والهوائي 5. وهذه الترددات تغطي جميع نطاقات الخدمة الساتلية الثابتة (من الفضاء إلى الأرض) وتصل إلى 21,2 GHz. وتتحدد نطاقات التردد بشكل مفصّل كما يلي: 1,5-1,8-2,1/2,3-3,2/4,2-4,3/8,5-10,7/12,75-17,7/21,2 GHz.

مسجّل الطيف الترددي

يمكن توصيل مسجل الطيف الترددي بأي هوائي من هوائيات المحطة. ويمكن، دون قيود، اختيار ستة نطاقات تردد يصل عرض كل منها إلى 100 MHz. ومن الممكن مسح أطياف هذه النطاقات بشكل شبه متزامن في إطار أسلوب التقاسم الزمني وعرضها بشكل صور طيفية.

جهاز لإجراء القياسات تحت الحد الأدنى من الضوضاء

من أجل قياس عمليات الإرسال، التي تكون كثافات تدفق القدرة فيها منخفضة، تتوفر طريقة للمراقبة يمكن بواسطتها كبت الحد الأدنى من الضوضاء بمقدار يتراوح عادة من 12 إلى 15 dB. ويتحقق ذلك بإجراء قياسات متعددة للأطياف المتتالية ورقمنة الإشارات ومعالجتها. ووفقاً لتوصية قطاع الاتصالات الراديوية ITU-R SM.1681، يسمح هذا الجهاز بعرض الأطياف التي تقل عن الحد الأدنى للضوضاء ويصل عرضها إلى 100 MHz.

4.1 معلمات القياس

يمكن للمحطة أن تقيس أو تحدد خصائص الإرسال من قبيل:

- التردد؛
- الإزاحة الدوبلرية للتردد؛
- الطيف وعرض النطاق؛
- صنف الإرسال ونوع التشكيل؛
- الاستقطاب؛
- كثافة تدفق القدرة في عرض النطاق المرجعي؛
- كثافة تدفق القدرة الكلية؛
- القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.).

وفي حالة الإرسال التلفزيوني:

- ترددات الموجة الفرعية الحاملة للصوت؛
- التشفير؛
- مصادر البرامج، إلخ.

ونظراً إلى السرعات الزاويّة الكافية للهوائيات الأربعة في اتجاهَي السمت والارتفاع، يُمكن قياس هذه المعلمات حتى عندما تكون مقترنة بالسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

ويمكن للمحطة أن تقوم، بواسطة التتبُّع الأحادي النبضة، بقياس وتسجيل المسالك المدارية في النطاقات GHz 1,8-1,5 و GHz 2,3-2,1 و GHz 12,75-10,75.

2 المهام

1.2 مراقبة درجة شَغْل الطيف

يُقصد بمراقبة درجة شَغْل الطيف القيام برصد طيف الترددات الراديوية بشكل منهجي من أجل تحقيق الأهداف التالية:

- تحديد الخصائص الأساسية لجميع عمليات الإرسال القابلة للكشف والصادرة عن المحطات الفضائية؛
- تحديد ما إذا كان قد تمّ تجاوز الحدود أو ما إذا كان هناك انحرافات عن البيانات المنشورة و/أو المنسقة و/أو المبلّغ عنها دولياً؛
- استخراج بيانات عن درجة الشَغْل الفعلية لنطاقات الترددات من قبل المحطات الفضائية؛
- الحصول على بيانات عن درجة الشَغْل الفعلية لمواقع مدارات السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض من قبل المحطات الفضائية.

ويجري تخزين النتائج في قاعدة للبيانات واستكمالها بطبعات طيفية لكل عملية من عمليات الإرسال التي تتم مراقبتها أو لمجموعة منها. وفي إطار هذا النسق (أطلس التردد: الجدول 2)، يمكن استخدام النتائج لمقارنتها مع المعلمات المسجلة والمنسقة والمبلّغ عنها دولياً. ومن الممكن إجراء هذه القياسات لمدارات السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومدارات السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

2.2 قياسات المواقع

في الحالات التي يمكن أن يسبّب فيها ميل مدار الساتل، أو إهليليجيته، تداخلاً في أحد السواتل المجاورة، يجب عندئذ قياس أثر الموقع المشغول. ويتم ذلك بواسطة التتبّع الأحادي النبضة لفترة 24 ساعة. ويعطى أثر الموقع المشغول بواسطة الإحداثيات الجغرافية (مسقط الساتل على سطح الأرض) أو بواسطة شبكة متسامتة سماوية.

3.2 قياسات التداخل

حين يتم الإبلاغ عن حدوث تداخل، يُطلب إجراء تحليل واضح للبيانات المبلّغ عنها. وقد تؤكد القياسات الأولية البيانات المبلّغ عنها أو تستدعي تعديلها. وهناك احتمالان من حيث المبدأ: فإما يكون مصدر التداخل في الفضاء أو على الأرض.

في الحالة التي يكون فيها مصدر التداخل في الفضاء، يبرز احتمالان أيضاً. فإما أن يكون الساتل الذي يرسل إشارة لا تتطابق مع البيانات المنشورة و/أو المنسقة و/أو المبلغة ساتلاً معروفاً، أو أن يكون المصدر ساتلاً غير معروف. ولتحديد المصدر المسبب للتداخل في الفضاء، من الضروري القيام بقياسات مماثلة لتلك الخاصة بمراقبة درجة الشَغْل على الرغم من اختلاف الغاية منها.

أما في الحالة التي يكون فيها مصدر التداخل على الأرض ويظهر في الوصلة الهابطة لأحد السواتل، فإن قياسات موقع المرسل تصبح لازمة.

4.2 مراقبة ما قبل الإطلاق

أثناء المرحلة التي تسبق إطلاق الساتل، تتم مراقبة الترددات المستخدمة في القياس عن بُعد والتحكم عن بُعد والتتبّع فيما يتعلق بالمدار المُزمع.

وتعمل نتائج القياسات على تيسير الحصول على إطلاق أكثر أماناً للساتل وتحديد أكثر أماناً لموقعه.

3 ساعات العمل

تُحدد ساعات الخدمة المعتادة في محطة ليهايم للمراقبة على النحو التالي:

أيام الإثنين إلى الخميس 16:00-08:00، بالتوقيت المحلي

أيام الجمعة 15:00-08:00، بالتوقيت المحلي

وبسبب مرونة التوقيت، يمكن أيضاً إدارة المحطة خارج ساعات الخدمة هذه.

ولا تعمل محطة ليهايم للمراقبة أثناء أيام العطل العامة.

4 العنوان

Bundesnetzagentur
Satelliten-Messstelle
D 64560 Riedstadt
Germany

أثناء ساعات العمل الاعتيادية، يمكن الاتصال بالمحطة بالطرق التالية:

الهاتف: + 49 6158 940-0

الفاكس: + 49 6158 940-180

البريد الإلكتروني: Space.Monitoring@BNetzA.de

أما خارج إطار ساعات العمل الاعتيادية، فإن آلة الردّ على المكالمات تعطي تعليمات بشأن كيفية الاتصال بالمشغّل.

الجدول 1

معلمات الهوائيات
محطة ليهايم للمراقبة الراديوية الفضائية

المعلمة	الهوائي 1				الهوائي 2**	الهوائي 3			الهوائي 4								الهوائي 5***
نطاق التردد (GHz)	1,5–1,8	2,3–2,1	8,5–4,3	12,75–10,7	4,2–3,2	0,25–0,13	0,5–0,25	1,0–0,5	2,0–1,0	3,3–1,9	4,4–3,2	7,3–4,3	10.1–7,2	9,9– 12,75	12,5– 17,7	26,5–17,3	21,2–17,7
نمط الهوائي	هوائي كاسغران ذو حزمة مثفاقية كامل الحركة بزاوية سمت وزاوية ارتفاع				هوائي كاسغران كامل الحركة بزاوية سمت وزاوية ارتفاع	صفيف مسطح ثنائي القطب كامل الحركة بزاوية سمت وزاوية ارتفاع			هوائي ببؤررة رئيسية كامل الحركة مركّب على محورين X-Y								هوائي ببؤرة رئيسية وزاوية سمت وزاوية ارتفاع، مركب على عمود
حجم الهوائي	Ø m 12				Ø m 8,5	m2 4	m2 2	m2 2	Ø m 7								Ø m 3
الاستقطاب	LX LY	LX LY	LY ،LX RHC LHC	LY ،LX RHC LHC	RHC LHC	LY ،LX	LY ،LX	LY ،LX	LY ،LX RHC LHC	LY ،LX RHC LHC	LY ،LX RHC LHC	LY ،LX RHC LHC	LY ،LX RHC LHC	LY ،LX RHC LHC	LY ،LX	LY ،LX	LY ،LX
ضبط الاستقطاب	لا	لا	نعم	نعم	لا	لا			نعم								نعم
كسب الهوائي (dBi)	44	47		56-49	26–6	11–8	14–10	18–14	39–34	45–40	47–45	50–47	54–51	56–54	57–56	59–58	50–47
معامل الجدارة (dB/K)	22	25	33–27	41–39	29–25	–			19–15	23–20	26–24	28–26	31–29	33–32	33–32	34–33	21–19
السرعة الزاوية	السمت: 16°/s الارتفاع:3,5°/s				السمت: 5°/s الارتفاع: 5°/s	السمت: 10°/s الارتفاع:10°/s			المحور X 3,5°/s المحور Y 3,5°/s								السمت: 0,5°/s الارتفاع: 0,5°/s
التسارع	$10°/s^2$				$5°/s^2$	$10°/s^2$			$3,5°/s^2$								
تتبع الهوائي	مسلك أحادي النبضة	لا	مسلك أحادي النبضة	يدوياً، مسلك البرنامج	يدوياً	يدوياً، تتبع مبرمج			يدوياً، تتبع مبرمج								يدوياً
خطأ جذر مربع القيمة* لسوية عدم اليقين	dB 1,6 (سوية اليقين 95%)				لا ينطبق	dB 1,6 (سوية اليقين 95%)			dB 1,6 (سوية اليقين 95%)								لا ينطبق
عدم يقين التردد	$1*10^{-12}$ (معيار الروبيديوم)																

* خطأ جذر مربع القيمة rss.

** مستوى محدود من التوافر التشغيلي.

*** تم تشغيله في العام 2009.

الجدول 2

مثال لمخطط بياني للترددات
نتائج الرصد والقياس

تحديد هوية المحطة			نتائج الموقع			
<1> المحطة الفضائية:	XYXYXYSAT-1R	<110> موقع مداري [°]	<190> زاوية ارتفاع محطة ليهايم [°]	ملاحظة	تاريخ المراقبة السنة/ الشهر/ اليوم	<191> المسافة [km]
<2> الإدارة المسؤولة:	XYZ					
<3> الموقع الاسمي:	15,5 شرقاً	15,5 شرقاً	32,47			

الإشارة	<115> التردد [MHz]	ملاحظات	<116> عرض نطاق الإرسال	ملاحظات	<117> كثافة تدفق القدرة [dBW]	ملاحظات	<118> قدرة مشعة مكافئة متناحية [dBW]	ملاحظات	<119> الاستقطاب	ملاحظات	<131 > درجة الشغْل	الطيف السنة/ الشهر/ اليوم	ملحق	مراقبة/ تسجيل السنة/الشهر/ اليوم	ملحق
A	2210,000		1M00												
O	2210,000	4499	100M	599	−152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2210,000	4499	100M	599	−152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2218,500		1M00												
O	2218,500	4499	100M	599	−152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2218,500	4499	100M	599	−152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2281,000		1M00												
O	2281,000	4499	100M	599	−152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2281,000	4499	100M	599	−152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2288,000		1M00												
O	2288,000	4499	100M	599	−152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2288,000	4499	100M	599	−152,0	4699			L-Y					040420-0421	

A = مخصص، M = مقيس، O = مراقب، B = صوة مخصصة، N= لا تخصيص

خلاصة المفتاح:

أحكام تطبق بوجه عام

يُستخدم مصطلح "مخصص" دائماً إذا كانت تفاصيل المحطة الفضائية التي تجري مراقبتها مسجّلة في مطبوعات الاتحاد الدولي للاتصالات، وإذا كان بالإمكان مطابقة الخصائص المقيسة مع الخصائص المنشورة. ويستخدم المصطلح بمعزل عن الظروف الفعلية.

إذا ما تمّ تخصيص الموقع نفسه لمحطات فضائية عدة و ....

...

معنى الشفرة المرجحة

إن كل صف من الصفوف الذي يشمل نتائج القياس والمراقبة يحتوي على أعمدة إضافية بعنوان "ملاحظات" بعد الأعمدة التالية:

< 110 > الموقع

< 115 > التردد

< 116 > عرض نطاق الإرسال وخصائص الإرسال

< 117 > كثافة تدفق القدرة في عرض النطاق المرجعي

< 118 > القدرة المشعة المكافئة المتناحية

< 119 > الاستقطاب

< 1 > اسم المحطة الفضائية. والاسم المشار إليه هو ذلك المحدد تحت <1>. ويخصص لكل محطة فضائية غير معروفة التسمية " مجهولة" تستكمل بموقعٍ اسمي وهمي.

< 2 > الإدارة المسؤولة

< 8 > خط الطول الجغرافي الاسمي لمدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض، بالدرجات. وتشير القيم السلبية والإيجابية إلى المواقع غربي وشرقي خط غرينتش على التوالي .....

XXXX

مجموعة شفرات ثلاثية الأرقام تشير إلى الصيغة المعيارية التي تفسر نتيجة القياس كما وردت في الملحق 1.

أصل القيمة المقيسة. ولا يشار إلى ذلك من أجل قيمة قياس عرض النطاق تحت <<116>> حيث إنها تنشأ على الدوام من قياسٍ فردي.

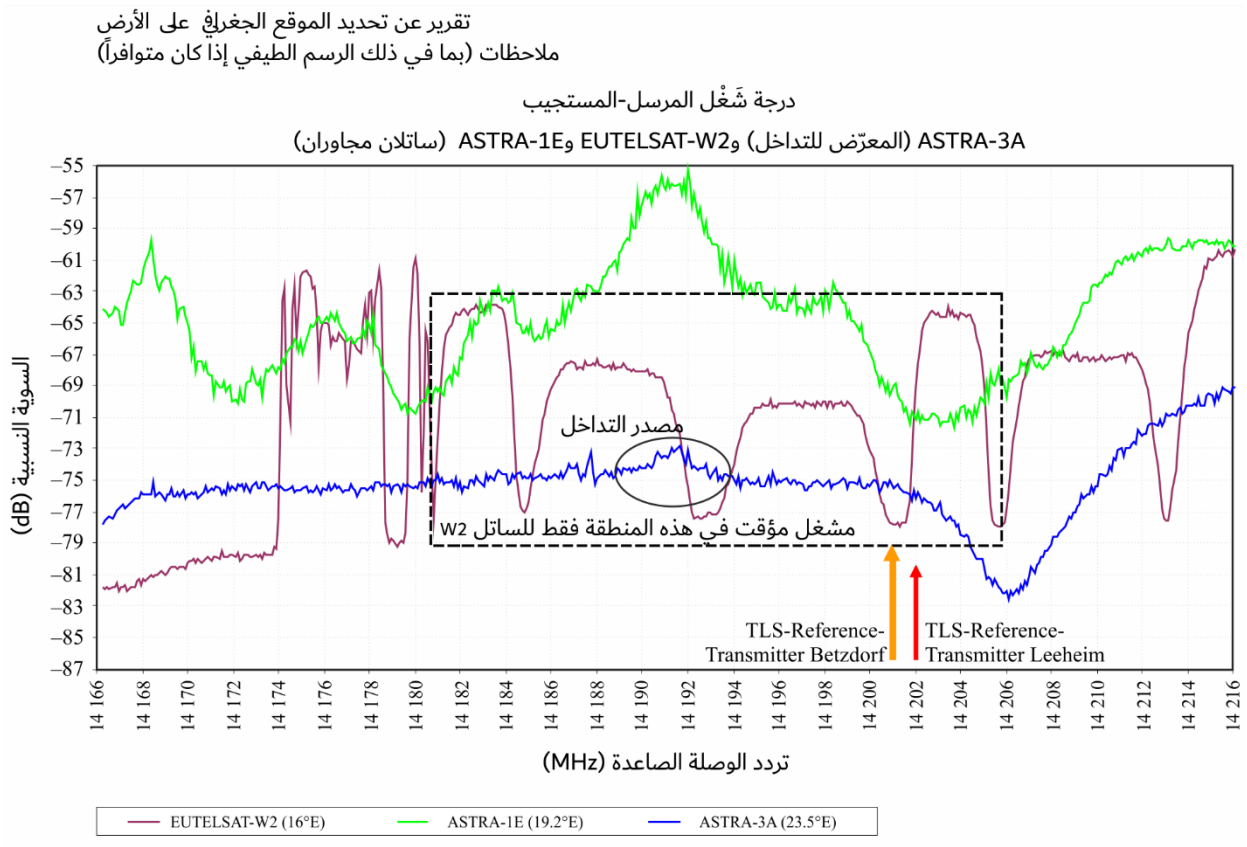
الشفرة	المعنى
1	القيمة المقيسة عامّة
2	القياس الفردي
3	المراقبة
4	التسجيل
5	—
6	—
7	التردد المخصص
8	—
9	—

الشكل 1

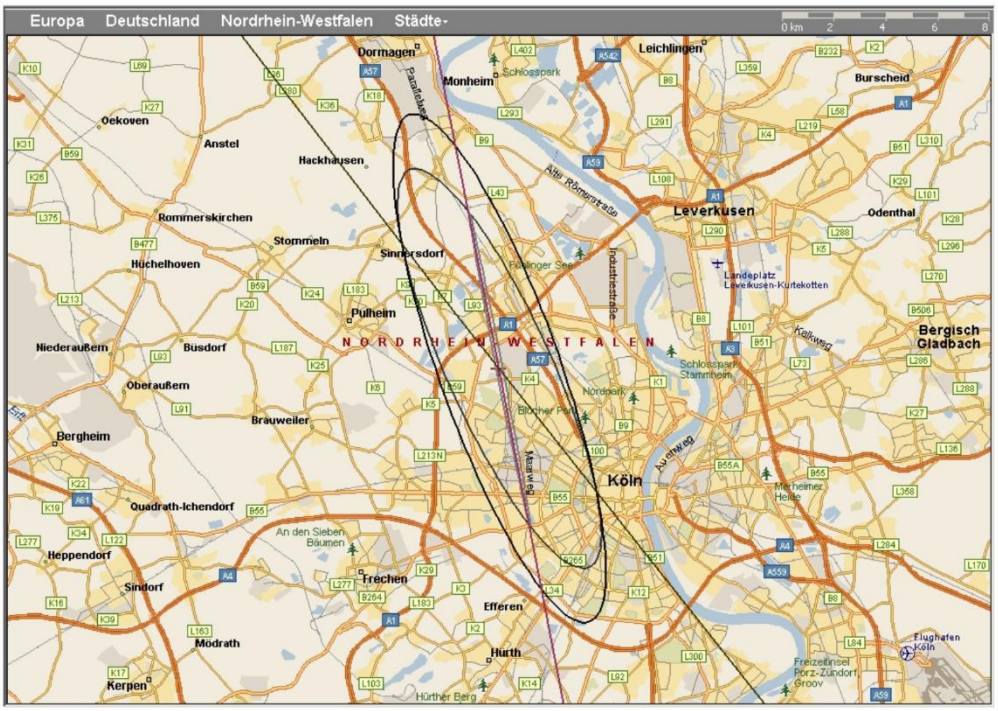
نهاية الخلاصة! وقد تمتد لصفحات عدة حسبما يلزم.

الشكل 1

مثال على نتيجة قياس موقع المرسل



SM.2182-01



SM.2182-Annex1-02

الملحق 2

مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في الصين

1 مقدمة عامة

إن محطة بيجين للمراقبة التي تتبع مباشرة المركز الرسمي للمراقبة الراديوية (SRMC) في وزارة الصناعة وتكنولوجيا المعلومات (MIIT) هي بمثابة مجمّع يؤدي وظائف من قبيل مراقبة نطاقات الموجات الديكامترية (HF) والموجات المترية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF) واختبار المواءمة الكهرمغنطيسية (EMC) ومراقبة الفضاء. وفيما يتعلق بالمراقبة الراديوية الفضائية، فإن المحطة قادرة على مراقبة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض ضمن قوسٍ مرئيّ يمتد من خط الطول 50º شرقاً إلى خط الطول 18º شرقاً. ويقع هذا المرفق في مقاطعة داكسنغ، على بُعد حوالي 20 km جنوب بيجين، وهو مسجّل لدى الاتحاد الدولي للاتصالات بوصفه مرفقاً من مرافق المراقبة.

2 مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في محطة بيجين للمراقبة

أُنشئت محطة بيجين للمراقبة في عام 2003، وهي تقوم بدور هام في إدارة الراديو في الصين وتضمن كفاءة استعمال الطيف وسلامة تشغيل السواتل. ويشمل ذلك التصدي لأكثر من 30 حالة من حالات التداخل الساتلي (بحلول عام 2008)، وتأمين البث الإذاعي الساتلي للألعاب الأولمبية في بيجين 2008، ودعم المفاوضات بشأن التنسيق فيما بين السواتل.

1.2 أنظمة المراقبة

تحتفظ محطة بيجين للمراقبة بسبعة أنظمة للمراقبة الساتلية مخصّصة للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض والسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ويرد وصف لهذه الأنظمة السبعة في الفقرات التالية.

1.1.2 النظام رقم 1

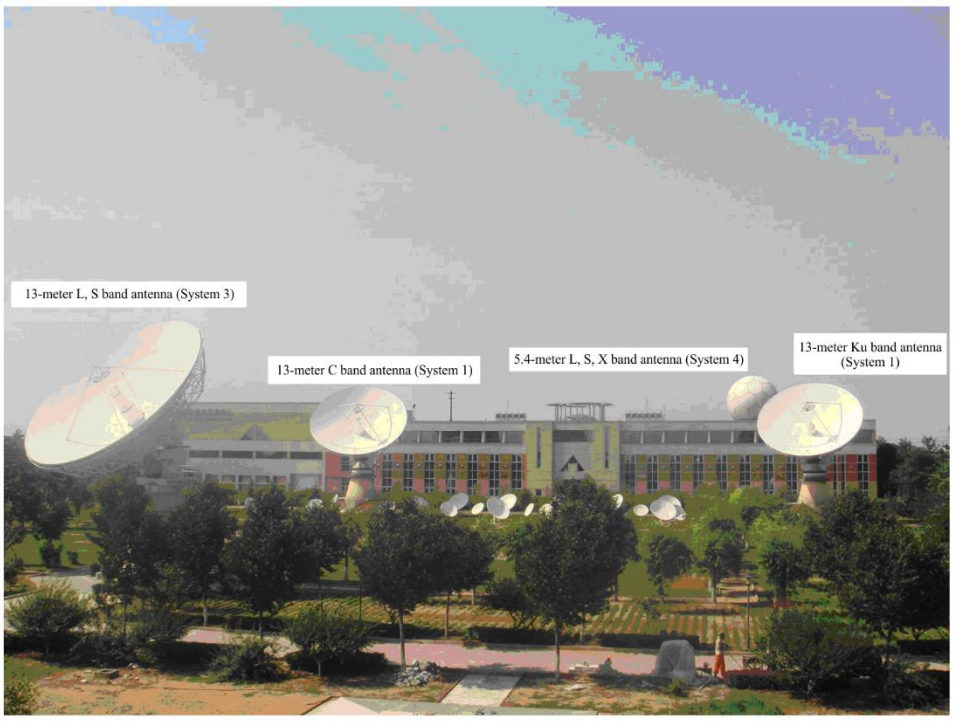
يتألف هذا النظام من هوائي بقطر 13 m يعمل في النطاق C وهوائي بقطر 13 m يعمل في النطاق Ku من أجل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، مع تجهيزات الاستقبال والقياس التابعة لهما (كما يوجد أيضاً هوائيان احتياطيان بقطر 7,3 m). وتعتبر الهوائيات الأربعة في هذا النظام من أقدم هوائيات المحطة. ويسمح الهوائيان من نوع كاسْغران البالغ قطر كل منهما 13 m، وتجهيزات القياس التابعة لهما، بقياس المعلمات التالية:

- التردد؛
- عرض النطاق؛
- نمط التشكيل؛
- كثافة تدفق القدرة (pfd)؛
- الاستقطاب؛
- مدار الساتل (المستقر بالنسبة إلى الأرض).

ويمكن توجيه نظامين للقياس نحو أي تشكيلة من تشكيلات الاستقطاب النطاقي للتمكن من تحقيق قدر عالٍ من المرونة. ويوجد أيضاً هوائيان يبلغ قطر كل منهما 7,3 m (ولهما سرعة أدنى) يمكنهما القيام بدور هوائيين احتياطيين للهوائيين الآخرين البالغ قطر كل منهما 13 m (انظر الشكلين 2 و3).

الشكل 2

الهوائيات التابعة للأنظمة 1 و2 و4



SM.2182-02

الشكل 3

الهوائيان الاحتياطيان البالغ قطر كل منهما m 7,3

SM.2182-03

2.1.2 النظام رقم 2

يتألف هذا النظام من أربعة هوائيات يبلغ قطر كل منها m 7,3 وتعمل في نطاق مزدوج C وKu (انظر الشكل 4) من أجل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض مع تجهيزات الاستقبال والقياس الخاصة بها. ويتوفر مع هذا النظام أيضاً نظامان لتحديد الموقع الجغرافي. وتتميز الهوائيات الأربعة العالية السرعة المزدوجة النطاق C وKu بأن معلماتها متطابقة. وبما أن التحقيق بشأن التداخل يشكل المهمة الأولية لهذا النظام، فقد تم تجهيزه بمستقبلات للمراقبة عالية الأداء وبنظامين لتحديد الموقع الجغرافي. ويمكن كشف المرسلات المسببة للتداخل وقياسها وتحديد مواقعها بدقة عالية، عادة ضمن مسافة تبلغ نحو عشرات الكيلومترات (على المحور الكبير). بعدها تبدأ المرحلة الأخيرة من البحث بمساعدة مركّبات المراقبة.

الشكل 4

الهوائيات الأربعة التي تنتمي إلى النظام رقم 2 ويبلغ قطر كل منها m 7,3 مع جهازي الإرسال المرجعيين (على السطح)

SM.2182-04

3.1.2 النظام رقم 3

يتألف هذا النظام من هوائي بقطر m 13 يعمل في النطاقين L وS (انظر الشكل 2) من أجل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، مع معدات الاستقبال والقياس الخاصة به. ولهذا الهوائي الهيكل نفسه تقريباً الذي تتميز به هوائيات النظام 1 باستثناء أن النطاقات التي يغطيها مختلفة.

4.1.2 النظام رقم 4

يتألف هذا النظام من هوائي بقطر m 5,4 يعمل في النطاقات L وS وX (انظر الشكل 2) من أجل السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، مع معدات الاستقبال والقياس الخاصة به. وهذا النظام قادر على تتبُّع الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض استناداً إلى الحسابات التقويمية الفلكية المعروفة وتسجيل معلمات الإرسال الخاصة به.

5.1.2 النظام رقم 5

هذا النظام قادر على التحكم باثني عشر مرسلاً مرجعياً (في النطاقين C وKu) لأغراض تحديد الموقع الجغرافي. وتقع هذه المرسلات المرجعية في مناطق مختلفة من البلاد. وتنطوي الإشارات المرجعية ذات التوزيع الجغرافي الجيد على أهمية كبيرة بالنسبة لعملية تحديد الموقع الجغرافي، علماً بأنها لا تكون في الوقت نفسه متوافرة دوماً لزوج من السواتل. وقد أدرك المركز الرسمي الحكومي للمراقبة الراديوية (SRMC) ذلك، وعمد إلى إنشاء 12 مرسلاً مرجعياً مخصّصاً في ست محطات مختلفة للمراقبة، بما فيها محطة بيجين للمراقبة. وتم تركيب أحد التطبيقات الخاصة ببرمجيات التحكم في كل محطة لكي يتسنى التحكم بهذه الهوائيات ضمن نطاق الشبكة المحلية للمركز الرسمي الحكومي للمراقبة الراديوية (SRMC).

6.1.2 النظام رقم 6

هذا النظام هو عبارة عن مركبة للمراقبة (انظر الشكل 5) تُستخدم في القياس في الوصلات الصاعدة والوصلات الهابطة للسواتل بواسطة تجهيزات محمولة. وتُستخدم هذه المركبة أيضاً في مراقبة الإشارات الأرضية. وهي تحمل أنظمة للاستقبال تغطي نطاق ترددات يتراوح بين 1 GHz و18 GHz. ومن الممكن إزاحة الهوائيات والمغذّيات التابعة لنظام الاستقبال بطريقة يدوية. كما أن هذا النظام قادر على قياس المعلمات الأساسية الخاصة بالإشارات وفك شفرات الإشارات التلفزيونية. ومن الممكن تحسين تغطية المراقبة بالاستعانة ببرج تلسكوبي يبلغ طوله 6 m.

الشكل 5

مركبة المراقبة

SM.2182-05

7.1.2 النظام رقم 7

هذا النظام مخصّص لمراقبة البث الإذاعي الساتلي. ويتوفر فيه أربعة وعشرون هوائياً صغيراً (هوائيات الاستقبال التلفزيوني فقط TVRO، انظر الشكل 6) تتراوح أقطارها بين 1,8 m و3,2 m لقياس عمليات البث الإذاعي الساتلي. ويشتمل هذا النظام أيضاً على عدد من المستقبلات التلفزيونية الساتلية المخصصة لقنوات تلفزيونية مختلفة. وبما أن البث الإذاعي يمثل خدمةً فضائية مهمة، فقد تبين أن استخدام هوائيات صغيرة لقياس المعلمات التلفزيونية لنوعية البث أمر ضروري واقتصادي للمراقبة الفضائية.

الشكل 6

هوائيات للاستقبال التلفزيوني فقط (TVRO) لمراقبة البث الإذاعي

SM.2182-06

جميع هذه الأنظمة المذكورة أعلاه يمكن عرضها على 12 شاشة من شاشات الحواسيب. ويستطيع المستعمل، عن طريق توصيل الحواسيب ذات الواجهة الرسومية (GUI) بنظام وحدة التحكم والضبط (KVM)، النفاذ بسهولة من خلال هذه الشاشات إلى أي واجهة من واجهات المستخدم الرسومية للأنظمة الستة، باستثناء مركبة المراقبة.

2.2 المعلمات الأساسية لبعض المعدات الأكثر استخداماً

يمكن إيجاد هذه المعلمات في الجدول 3.

3.2 ساعات العمل والعنوان

ساعات العمل: 16:00-08:00 (توقيت بيجين) خلال أيام الأسبوع.

العنوان: يُنصح بأن يتم الاتصال الرسمي عن طريق الفاكس رقم 9299 6800 10 86+ (المقر الرئيسي، المركز الرسمي الحكومي للمراقبة الراديوية (SRMC)).

الجدول 3

المعلمات الأساسية للهوائيات

محطة بيجين للمراقبة، المركز الرسمي الحكومي للمراقبة الراديوية (SRMC)

المعلمات الأساسية للأنظمة من 1 إلى 4 يمكن الاطلاع عليها في الجدول 3:

المعلمة	النظام رقم 1				النظام رقم 2		النظام رقم 3		النظام رقم 4		
نطاق التردد (GHz)	4,8–4,5، 4,2–3,4	12,75–10,7	56–49	12,75–10,7	4,2–3,4	12,75–10,7	1,75–1,45	2,8–2,1	1,75–1,45	2,8–2,1	9,0–7,5
نمط الهوائي	هوائي كاسغران كامل الحركة بزاوية سمت/زاوية ارتفاع		موقع أو عمود ملوكي بزاوية سمت/زاوية ارتفاع		هوائي كاسغران كامل الحركة بزاوية سمت/زاوية ارتفاع		هوائي كاسغران كامل الحركة بزاوية سمت/زاوية ارتفاع		كامل الحركة ببؤرة رئيسية مركب على محورين Y-X		
قطر الهوائي	Ø m 13		Ø m 7,3		Ø m 7,3		Ø m 13		Ø 4,5 m		
الاستقطاب	LX، LY، RHC، LHC				LX، LY، RHC، LHC		LX، LY، RHC، LHC		RHC، LHC		
ضبط الاستقطاب	نعم				نعم		نعم		لا		
كسب الهوائي (dBi)*	(4)53	(12,5)62	(4)48	(12,5)58	(4)47	(12,5)57	(1,6)45	(2,45)48	(1,6)35	(2,45)39	(8)49
معامل الجدارة (dB/K) G/T	32	39	29	37	27	36	24	28	12	16	27
السرعة الزاويّة	السمت، الارتفاع 3°/s		السمت، الارتفاع 0,1°/s		السمت، الارتفاع 1°/s		السمت، الارتفاع 1°/s		المحور X 5°/s المحور Y 5°/s		
تتبّع الهوائي	تتبّع أحادي النبضة		تتبّع تدرّجي		تتبّع تدرجي		تتبّع تدرجي		تتبّع أحادي النبضة، تتبّع مبرمج		

* (4)53 تعني 53 dBi عند التردد 4 GHz.

الملحق 3

مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في الولايات المتحدة الأمريكية
اللجنة الفيدرالية للاتصالات (FCC)

1 مواصفات محطة المراقبة الراديوية الفضائية

1.1 مقدمة

إن مرفق كولومبيا للمراقبة الساتلية هو كيان تابع لمكتب إنفاذ القوانين (EB) في اللجنة الفيدرالية للاتصالات في الولايات المتحدة الأمريكية. ومكتب الإنفاذ مسؤول عن إنفاذ القوانين والتحقيقات في التداخل على مدى العديد من الخدمات الراديوية، بما في ذلك الخدمات الساتلية. ويُعتبر التنسيق بين السواتل وإصدار التراخيص لها من بين مهام المكتب الدولي للجنة الفيدرالية للاتصالات.

2.1 وصف عام

كان لدى مكتب إنفاذ القوانين في اللجنة الفيدرالية للاتصالات، منذ العام 1979، نظام استقبال ساتلي لإنجاز مهمة المكتب المتصلة بخدمات الاتصالات الفضائية في مكتب كولومبيا. ويقع مرفق المراقبة الساتلية في كولومبيا بولاية ميريلاند، على بُعد حوالي 22 ميلاً (35 km) شمال واشنطن العاصمة، وهو يمثل الإمكانية الوحيدة للمراقبة الساتلية التي تعود إلى اللجنة الفيدرالية للاتصالات (FCC).

SM.2182-Annex3-01

3.1 المهام

1.3.1 تتضمن المسؤوليات العامة المسنَدة إلى مكتب إنفاذ القوانين (EB) في مجال الخدمات الساتلية ما يلي:

– الوفاء بالالتزامات الواردة تحت العنوان 47، مدونة اللوائح الفيدرالية، المقطع 274.25 من قوانين اللجنة الفيدرالية للاتصالات لمساعدة مشغّلي السواتل في حل مشكلات التداخل؛

- تلبية الالتزامات الدولية للتحقيق في التداخل الساتلي المبلّغ عنه عن طريق الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) وغيره من الجهات المنظِّمة الأخرى للاتصالات الساتلية المدنية. وتجدر الإشارة إلى أن مرفق كولومبيا الساتلي مسجل لدى الاتحاد الدولي للاتصالات بوصفه مرفقاً فضائياً للمراقبة الراديوية؛
- إجراء دراسات بشأن الاستفادة من الطيف حسبما تقتضيه حاجات مكتب إنفاذ القوانين والمكاتب الأخرى للجنة الفيدرالية للاتصالات؛
- التحقيق في الشكاوى المتعلقة بانتهاك وخرق القوانين وإيجاد تسوية لها حسب الحاجة؛
- إجراء تحقيقات بالنيابة عن، أو بالتعاون مع، المكاتب الأخرى للجنة الفيدرالية للاتصالات؛
- إجراء الأجزاء التقنية من التحقيقات في التداخل المتعمّد الذي تتعرّض له السواتل (العنوان 18، قانون الولايات المتحدة، المقطع 1367) بالتعاون مع وزارة العدل؛
- جمع ونشر معلومات عن مسائل تتصل بالسواتل.

2.3.1 يمثّل حلّ مشكلة التداخل مهمة رئيسية يتم تنفيذها في العمليات الجارية حالياً. وفيما يتعلق بالتحقيقات في عمليات التداخل، فإن دور المرفق والموظفين يتضمن ما يلي:

- تحليل بعض الشكاوى بشأن التداخل المتصل بالسواتل التي تُحال مباشرة إلى اللجنة الفيدرالية للاتصالات لتحديد فئتها وطريقة المعالجة المناسبة؛
- توفير معلومات تتعلق بالعون الذاتي بشأن الشكاوى التي يتبين أنها غير متصلة بالتداخل الذي تتعرض له السواتل الفضائية، و/أو إحالة الشكوى إلى المكتب المختص المناسب التابع للجنة الفيدرالية للاتصالات لمتابعة المعالجة؛
- العمل مع مقدّمي الشكاوى لتحديد هوية التداخل من خلال تحليل الإشارات أو إزالة التشكيل أو غير ذلك من السبل؛
- استعراض سجلات اللجنة الفيدرالية للاتصالات (التراخيص وأذونات الإنشاء والهبات الخاصة للسلطات المؤقتة) لتحديد مصادر التداخل الممكنة؛
- إجراء عمليات المراقبة أو القياس التي قد تكون ضرورية من أجل توثيق حالة من حالات انتهاك قوانين اللجنة الفيدرالية للاتصالات؛
- القيام بعمليات تفتيش أو إجراء اتصالات أخرى مع المرخّصين من قبل اللجنة الفيدرالية للاتصالات لطلب "التشغيل–إيقاف العمل" أو أي اختبار آخر من أجل التحقق من مصادر التداخل؛
- إجراء تحقيقات على سبيل المتابعة وإصدار إشعارات بانتهاك القوانين أو أية وثائق رسمية أخرى؛
- إجراء القياسات الظاهرة أو عمليات تحديد الاتجاهات بالاستناد إلى الأرض، أو تنسيقها، عندما يكون قد تمّ بشكل عام تحديد موقع مصدر التداخل من قبل مشغّل الساتل أو مشغّل المحطة الأرضية أو من قبل أطرافٍ أخرى، بخلاف الحالة التي يكون المصدر معروفاً فيها؛
- الاتصال بالسلطات المنظمة المدنية الأخرى والاتحاد الدولي للاتصالات والتنسيق معها فيما يتعلق بالمسائل المتصلة بالتداخل التي تستدعي تنسيقاً دولياً (أي المصادر الواقعة في الولايات المتحدة التي تؤثر في السواتل الموجودة في بلدانٍ أخرى، أو المصادر الموجودة في بلدان أخرى التي تؤثر في السواتل المسجلة لدى الولايات المتحدة).

4.1 التجهيزات

يتميز الهوائي الرئيسي بأنه من طراز ساينْتيفيك–أطلانتا الذي يتمتع بحركة كاملة ويركّب على حامل يتحرك بزاوية سمت وزاوية ارتفاع. وهو يغطي الطيف بدءاً من قرابة 1 GHz إلى 12,2 GHz في أربعة نطاقات وذلك عن طريق أبواق التغذية القابلة للتركيب يدوياً ومجموعات المضخمات. وتسمح أجهزة القياس لهذا الهوائي بالقيام بتحليل للطيف على إشارة التردد الراديوي مباشرةً. ويمكن العثور على المزيد من التفاصيل في الفقرة 5.1.

SM.2182-Annex3-02

ويوجد أيضاً هوائي بقطر 3 m يركّب على "حامل قطبي" ويستخدم محوّلات معيارية منخفضة الضوضاء (LNB) تعمل في النطاقين "C" و"Ku" لعمليات المراقبة بواسطة السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الجزء الذي يقع داخل الولايات المتحدة من قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض (أي تقريباً من خط الطول 72º غرباً إلى خط الطول 137º غرباً).

SM.2182-Annex3-03

5.1 خصائص النظام

1 اسم المحطة:

كولومبيا، ميريلاند (الولايات المتحدة الأمريكية)

2 الإحداثيات الجغرافية:

خط الطول 76º49' غرباً خط العرض 39º10' شمالاً

3 ساعات الخدمة:

متغيرة حسبما يلزم.

4 معلومات عن الهوائي الرئيسي المستعمل:

هوائي تغذية كاسْغران على شكل قطع بقطر 5 m مكافئ لنطاق الترددات التي تتراوح بين 1 GHz و12 GHz بسرعة إمالة قدرها 17º بالثانية.

5 مدى زاويتي السمت والارتفاع:

0-360º، 0-90º.

6 الدقة القصوى التي يمكن بلوغها لدى تحديد المواقع المدارية للمحطات الفضائية:

$$\frac{0.3°}{f[\text{GHz}]}$$

7 معلومات عن استقطاب النظام:

خَطِي تعامدي مزدوج، يتم ضبطه ميكانيكياً

(مع استقطاب دائري يتم الحصول عليه إلكترونياً في بعض النطاقات)

8 درجة حرارة ضوضاء النظام:

K 250 :GHz 4,2-GHz 3,7

K 600 :GHz 12,2-GHz 11,7

9 نطاقات التردد التي يُمكن فيها الحصول على أقصى دقة ممكنة لقياس التردد في كل نطاق تردد:

أ) 1×10^{-9} :GHz 12-GHz 1

ب) 1×10^{-9} :GHz 4,2-GHz 3,7

ج) 1×10^{-9} :GHz 12,2-GHz 11,7

10 نطاقات التردد التي يمكن فيها إجراء قياسات شدة المجال أو كثافة تدفق القدرة:

GHz 4,2-GHz 3,7

GHz 12,2-GHz 11,7

11 القيمة الدنيا لشدة المجال أو كثافة تدفق القدرة القابلة للقياس، مع الإشارة إلى درجة الدقة التي يمكن الحصول عليها في القياس:

-175 dBW/m^2 ± 1 dB (3,7 GHz – 4,2 GHz)

-165 dBW/m^2 ± 2 dB (11,7 GHz – 12,2 GHz)

12 معلومات متوافرة لقياسات عرض النطاق:

تتم قياسات عرض النطاق وفقاً للطرق الوارد وصفها في الفصل 5.4 من دليل الاتحاد الدولي للاتصالات لمراقبة الطيف.

13 معلومات متوافرة لقياسات درجة شَغْل الطيف:

يمكن جمع معلومات عن أثر الطيف بناءً على الطلب.

14 معلومات متوافرة عن قياسات درجة شَغْل المدار:

يمكن إجراء قياسات درجة شغل المدار بناءً على الطلب.

أما القوس المرئي للساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض للهوائي الذي يبلغ طوله 5 m فيمتد تقريباً بين خطي الطول 5º غرباً و148º غرباً.

2 ساعات العمل وكيفية الاتصال

ساعات العمل الاعتيادية هي من الساعة 8:00 صباحاً وحتى الساعة 4:30 بعد الظهر، التوقيت الشرقي، أيام الإثنين إلى الجمعة.

يقع المرفق على العنوان:

Columbia Operations Center
9200 Farm House Lane,
MD 21046, Columbia

الهاتف: 0555-725-301+

الفاكس: 2896-206-301+

تشكل الأعمال المتعلقة بالتداخل أولوية رئيسية للعمليات الجارية حالياً.

ويمكن الاتصال خارج ساعات العمل الاعتيادية عبر المكتب المركزي للجنة الفيدرالية للاتصالات الكائن في واشنطن العاصمة. ويتواجد الموظفون في مركز عمليات اللجنة الفيدرالية للاتصالات على مدار الساعة، وعلى مدار السنة، ويمكن الاتصال به على رقم الهاتف 1122-418-202+ أو رقم الفاكس 2812-418-202+.

الملحق 4

مرافق المراقبة الفضائية في جمهورية كوريا

1 تفاصيل عن مركز المراقبة الراديوية الساتلية

1.1 وصف عام

مركز المراقبة الراديوية الساتلية (SRMC) هو هيئة حكومية تابعة للدائرة المركزية للإدارة الراديوية (CRMS) تعمل تحت رعاية وزارة العلوم وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات (MSIT). ويقع مركز المراقبة الراديوية الساتلية في سيولسيونغ-ميون، إيشيون-سي، جيونجي-دو في كوريا الجنوبية على بُعد 80 km من مدينة سيول، وقد باشر بمراقبة الموجات الراديوية الساتلية منذ أغسطس 2002. وتشتمل المرافق الكبرى المقامة على أرض مساحتها 587 49 m^2 على مبنى رئيسي (مساحته 198 2 m^2)، ونظامين لمراقبة السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، وأربعة أنظمة لمراقبة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

2.1 الوظيفة

- تتبّع واستقبال الموجات الراديوية الساتلية (Ka/Ku/X/C/S/L ،GHz 21,2~1,45) على الوصلة الهابطة بين خط الطول 55º شرقاً وخط الطول 160º غرباً.
- قياس المعلومات المدارية وميزات الإرسال لمدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض.
- التدقيق فيما إذا كانت الموجات الراديوية متوافقة مع لوائح الراديو (RR) للاتحاد الدولي للاتصالات.
- البحث السريع عن مصدر التداخل عند تولّد الموجات الراديوية للتداخل الضار.

3.1 المهام

1.3.1 قياس مدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض وخصائص الإرسال

- قياس خصائص المدار الساتلي وسمات الإرسال ضمن مدى مستهدف بطريقة عادية:
  - استشفاف أو تمييز ما إذا كانت الموجات الراديوية الساتلية التي تبثها المحطة الفضائية مطابقة للمعلومات المتعلقة بالمدار وخصائص الإرسال كما وردت في مواصفات التسجيل في قطاع الاتصالات الراديوية.
  - استرجاع تسجيل السواتل وقياس الموقع المداري واسترجاع المعلومات المتعلقة بالموقع.
  - حماية خدمة الشبكة الساتلية من التداخل الضار عن طريق العثور على مصدر التداخل عقب تحليل مسار القياس ودراسة الموجات الراديوية للتداخل الضار.
  - إبلاغ الدائرة المركزية للإدارة الراديوية (CRMS) والاتحاد الدولي للاتصالات ببيانات المراقبة المقيسة إلى جانب شكل قاعدة البيانات.

2.3.1 النظر عن كثب في أسباب التداخل الضار للموجات الراديوية

- حماية الشبكة الساتلية بالبحث عن تداخل الموجات الراديوية التي تبثّ بين المحطة الأرضية وشبكة ساتلية أو شبكات ساتلية أخرى، ودراسة سبب التداخل والتخلص منه.
- القيام بدور حازم في حل مشكلة تعرض الشبكة الساتلية للتشويش، وذلك بحساب الفارق في تردد الوصول (FDOA) بافتراض أن موقع المصدر الذي يبث التداخل ينتشر بإزاحة دوبلرية، والفارق في زمن الوصول (TDOA) الذي يبين وصول الموجات الراديوية وفقاً لبعدها عن إشارة يتم إدخالها في هوائيين عبر مسارين مختلفين على التوالي عندما يحدث التداخل في الشبكة الساتلية.

3.3.1 تقديم بيانات متعلقة بالقياسات الراديوية الساتلية

- تُستخدم البيانات المتعلقة بالموجات الراديوية الساتلية في تسجيل شبكات الاتصالات الساتلية للبلد، وفي البحوث المتعلقة بالتكنولوجيات الساتلية الأساسية، وفي مراقبة أوضاع السواتل التي هي قيد التشغيل، وما إلى ذلك.

4.1 قياس المعلمات

- قياس الموقع المداري لمحطة فضائية.
- قياس خصائص الإرسال لموجات راديوية ساتلية:
  - تمييز الاستقطاب.
  - متوسط التردد.
  - عرض نطاق التردد الذي يتم شَغله.
  - كثافة البث الهامشي.
  - كثافة تدفق القدرة (pfd).
  - القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.).
  - التردد ونمط التشكيل.
  - إزالة تشكيل إشارات البث الإذاعي (الصورة/الصوت).
  - نسبة استعمال التردد.

2 خصائص النظام

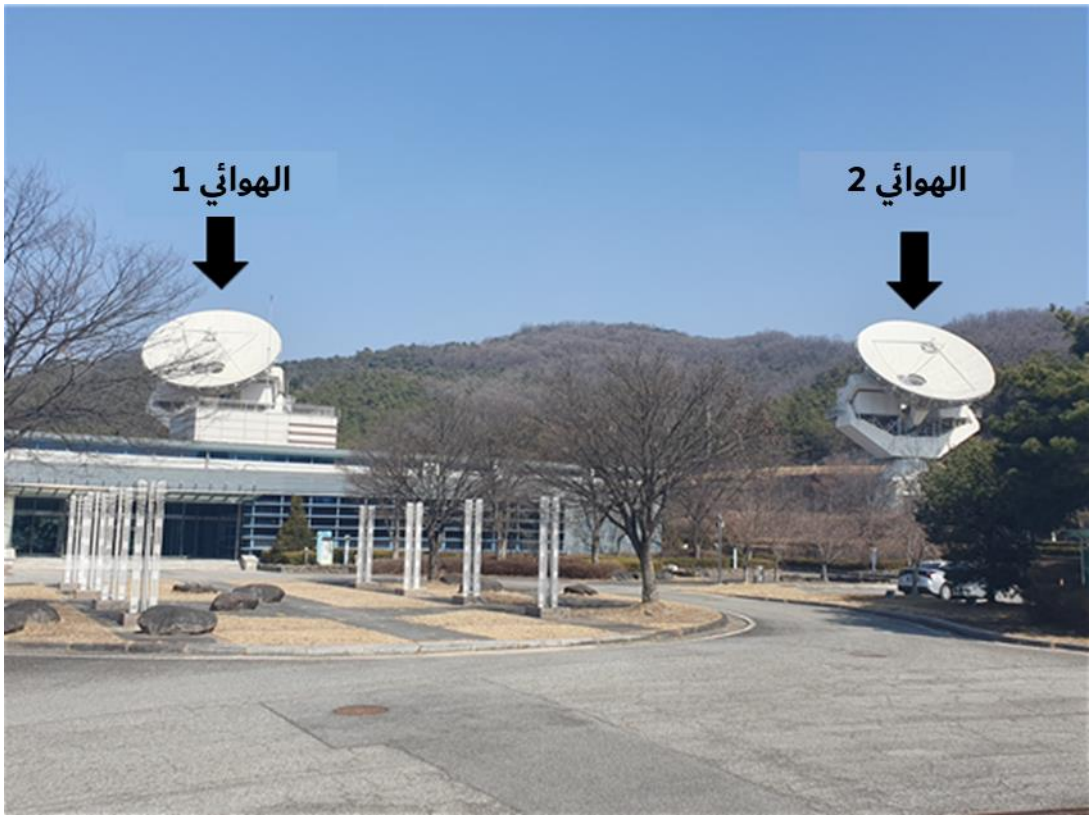
1.2 النظام المستقر بالنسبة إلى الأرض للمراقبة الراديوية الساتلية

1.1.2 لمحة عامة

يراقب نظامان من أنظمة الهوائيات المدى من خط الطول 55º شرقاً إلى خط الطول 160º شرقاً منذ عام 2002.

الشكل 7

الهوائيان 1 و2 في مركز المراقبة الراديوية الساتلية (SRMC)



2.1.2 المواصفات

المعلمة		الهوائيان 1، 2
نطاقات الترددات (GHz)	النطاق–L	1,800–1,450
	النطاق–S	2,655–2,170
	النطاق–C	4,800–3,400
	النطاق–X	7,750–6,700
	النطاق–Ku	12,750–10,700
	النطاق–Ka	21,200–17,700
نمط الهوائي		هوائي كاسغران ذو تغذية مثفاقية
قطر الهوائي (m)		13
كسب الهوائي (dBi)		64,6–44,2

المعلمة	الهوائيان 1، 2
فتحة نصف القدرة للحزمة (درجات)	1,0–0,1
معامل الجدارة G/T (dB/K)	40,0–22,6
السرعة القصوى للهوائي: – زاوية السمت (درجات/ثانية) – زاوية الارتفاع (درجات/ثانية) – الاستقطاب (درجات/ثانية)	 5 2,5 1,5
مدى الحركة: – زاوية السمت (درجات) – زاوية الارتفاع (درجات)	 ± 270 90-0
توجيه الهوائي	تتبّع أوتوماتي متحكّم به بواسطة الحاسوب
الاستقطاب	استقطاب دائري استقطاب خطي
إزالة الإزاحة الدوبلرية (kHz)	–
دقة القياسات: – كثافة تدفق القدرة (dB) – التردد	 ± 1,5 $2*10^{-14}$

والهوائيان هما من نوع كاسغران ذي التغذية المثفاقية (BWG) ويبلغ قطر كل منهما 13 m. ولديهما نفس الوظائف والأداء، ويتألف كل منهما من نظام للتغذية وعاكس وركيزة ووحدة تحكم بالهوائي (ACU) ومنظومة شبكة محلية فرعية (LAN). ويتبع نظام التغذية الترتيب التالي: بوق < قارن الأسلوب < جهاز إرسال مزدوج. ويقوم نظام التغذية بوظيفة التحكم بالاستقطاب (الدائري أو الخطي). ويوجد كذلك ستة أبواق للتغذية مركبة فوق جهاز دوران دائري لكي يتسنى انتقاء نطاقات التردد L، S، C، X، Ku، Ka. وقد صُمِّم نظام الهوائي لكي يلعب دور هوائي استقبال متعدد النطاقات قادر على استقبال ستة نطاقات. وتُنقل الموجة الراديوية الساتلية بشكل منظّم من العاكس الرئيسي إلى عاكسٍ فرعي ومنه، ثم إلى المرآة ومنها، ثم إلى بوق التغذية ومنه، ثم إلى وحدة التحكم بالاستقطاب ومنها، وأخيراً إلى غرفة القياس. وتسمح بنية بوق التغذية بملاءمة طريقة التغذية مع البوق المتجعد بحيث يمكن تتبّع مدار الساتل بشكل دقيق وإجراء التصحيح الدوبلري الناجم عن لوحة التردد الراديوي المركّبة التي تقوم بمهام التتبع الأحادي النبضة لكل نطاق من النطاقات.

ويستطيع نظام التحكم بالهوائي أن يختار بين إدارة الهوائي والتحكم بالسرعة وانتقاء نوع الاستقطاب. وفي هذه الحالة يستطيع مشغل الهوائي التحكم بهذه الوظائف بنفسه. ومن الممكن أيضاً قياس الموجات الراديوية وتتبّع الساتل أوتوماتياً في الوقت المحجوز لبرنامج مراقبة الموجات الراديوية الساتلية.

ويقوم الهوائيان اللذان يتسمان بنفس الأداء بدور هام في دراسة الأسباب التي تؤدي إلى حدوث التداخل الضار للموجات الراديوية، وفي العمل على زيادة الثقة في نتائج مراقبة الموجات الراديوية الساتلية.

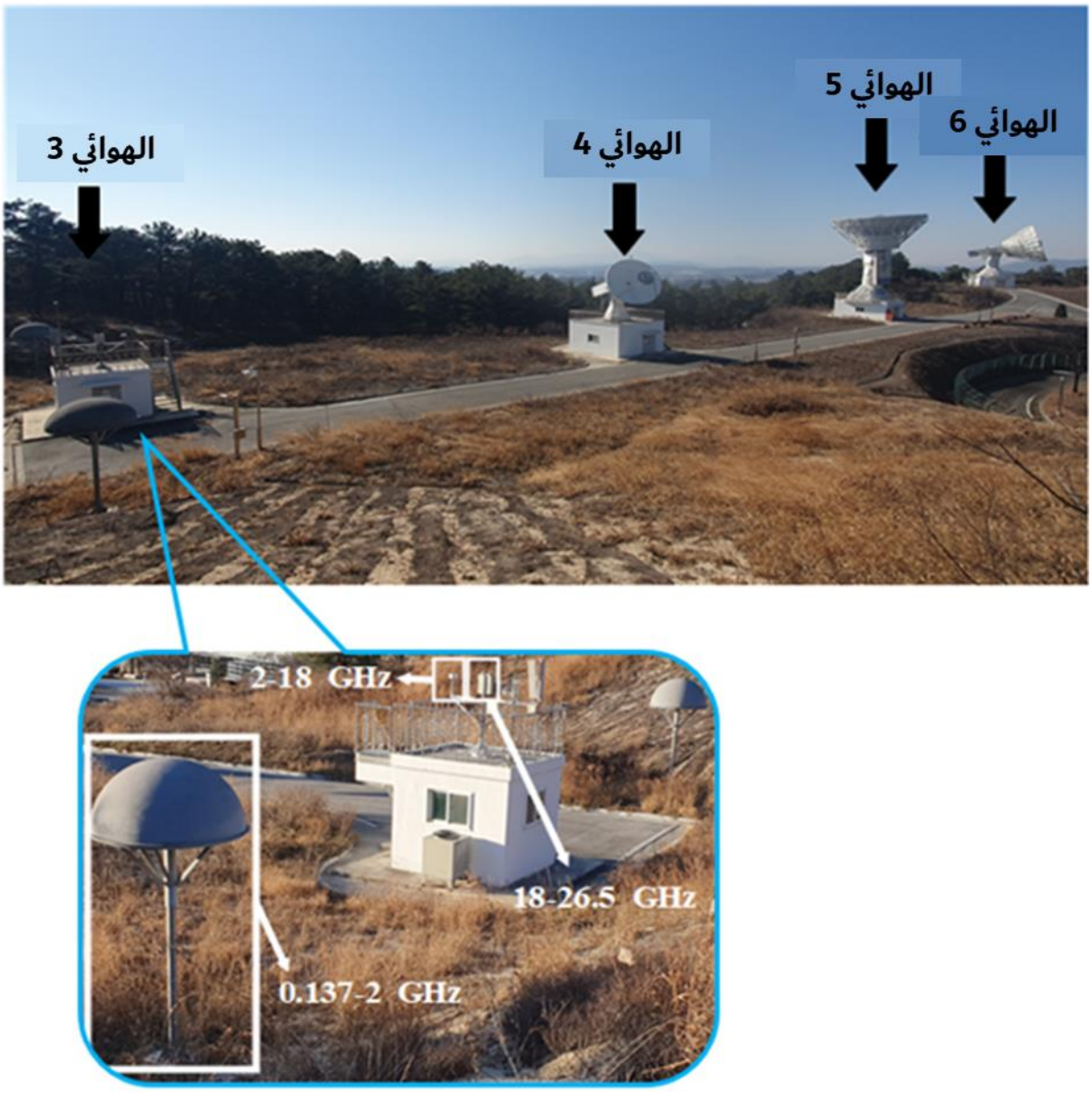
2.2 النظام غير المستقر بالنسبة إلى الأرض للمراقبة الراديوية الساتلية

1.2.2 لمحة عامة

تراقب أربعة أنظمة هوائيات السواتلَ غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض منذ عام 2016. وتشمل الأنظمة نظام هوائي شامل الاتجاهات وثلاثة أنظمة هوائيات اتجاهية.

الشكل 8

الهوائيات 3 و4 و5 و6 في مركز المراقبة الراديوية الساتلية (SRMC)



2.2.2 الهوائي 3

يتألف الهوائي 3 من ستة هوائيات شاملة الاتجاهات قادرة على استقبال موجات راديوية من 0,137 إلى 26,5 GHz. وتجمَّع الهوائيات ضمن مجموعتين لمراقبة النطاقات 0,137-2,0/2,0-18,0/18,0-26,5 GHz على التوالي.

3.2.2 الهوائي 4

الهوائي 4 هو هوائي مكافئي قطره 4,6 m ويراقب النطاق من 0,137 إلى 1 GHz.

4.2.2 الهوائي 5

الهوائي 5 هو هوائي كاسغرين قطره 11 m ويراقب النطاق من 1 إلى 26,5 GHz. ويثبَّت على الهوائي ما مجموعه ثمانية مغذِّيات يراقب كلٌّ منها النطاقات 1,0-1,50/1,51-2,3/2,31-3,4/3,41-5,1/5,11-7,2/7,21-10,5/10,51-16,0/16,01-26,5 GHz.

5.2.2 الهوائي 6

الهوائي 6 هو هوائي كاسغرين قطره 11 m ويراقب النطاق من 1 إلى 0,51 GHz. ويثبَّت على الهوائي ما مجموعه ستة مغذِّيات يراقب كلٌّ منها النطاقات 1,0-1,50/1,51-2,3/2,31-3,4/3,41-5,1/5,11-7,2/7,21-10,51 GHz. والهوائيان 6 و5 يكمِّلان بعضهما البعض نظراً لتراكب نطاقات الترددات.

6.2.2 المواصفات

المعلمة		الهوائي 3	الهوائي 4	الهوائي 5	الهوائي 6
نطاق الترددات (GHz)		26.5–0.137	1.0–0.137	26.5–1	10.51–1
نمط الهوائي		لوغاريتمي حلزوني	مكافئي	كاسغرين	كاسغرين
حجم الهوائي		–	Ø m 4.6	Ø m 11	Ø m 11
الاستقطاب		RHC، LHC	LX، LY، RHC، LHC	LX، LY، RHC، LHC	LX، LY، RHC، LHC
ضبط الاستقطاب		لا	نعم	نعم	نعم
كسب الهوائي		(dB) 60–45	(dBi) 25.38–8.1	(dBi) 67.71–39.7	(dBi) 60.02–39.7
معامل الجدارة (G/T) (dB/K)		–	–	43.24–19.33	37.01–17.29
مدى تحرك الهوائي (بالدرجات)	زاوية السمت	شامل الاتجاهات	± 270	± 270	± 270
	زاوية الارتفاع		5 – 89	5 – 89	5 – 89
	الميل		–	± 90	± 90
السرعة الزاوية (الدرجات/الثانية)	زاوية السمت	–	15	15	15
	زاوية الارتفاع		10	10	10
	الميل		1	1	1
دقة القياسات	كثافة تدفق القدرة (dB)	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0
	التردد	$2^{*}10^{-14}$	$2^{*}10^{-14}$	$2^{*}10^{-14}$	$2^{*}10^{-14}$

3.2 النظام المتنقل للمراقبة الراديوية الساتلية

1.3.2 لمحة عامة

يشغَّل النظام المتنقل للمراقبة الراديوية الساتلية منذ عام 2009 وشهد النظام الحالي تطوراً في عام 2021. ولأغراض المراقبة الفعالة للموجات الراديوية الساتلية، قُسّم النظام المطوَّر إلى قسمين: قسم المراقبة الراديوية الساتلية وقسم التحقيق في التداخل. ويقوم قسم المراقبة الراديوية الساتلية بقياس خصائص إرسال الإشارات الساتلية، بينما يقوم قسم التحقيق في التداخل بالبحث عن الإشارات الأرضية المولَّدة التي تتداخل مع الموجات الراديوية الساتلية.

الشكل 9

النظام المتنقل للمراقبة الراديوية الساتلية

2.3.2 المواصفات

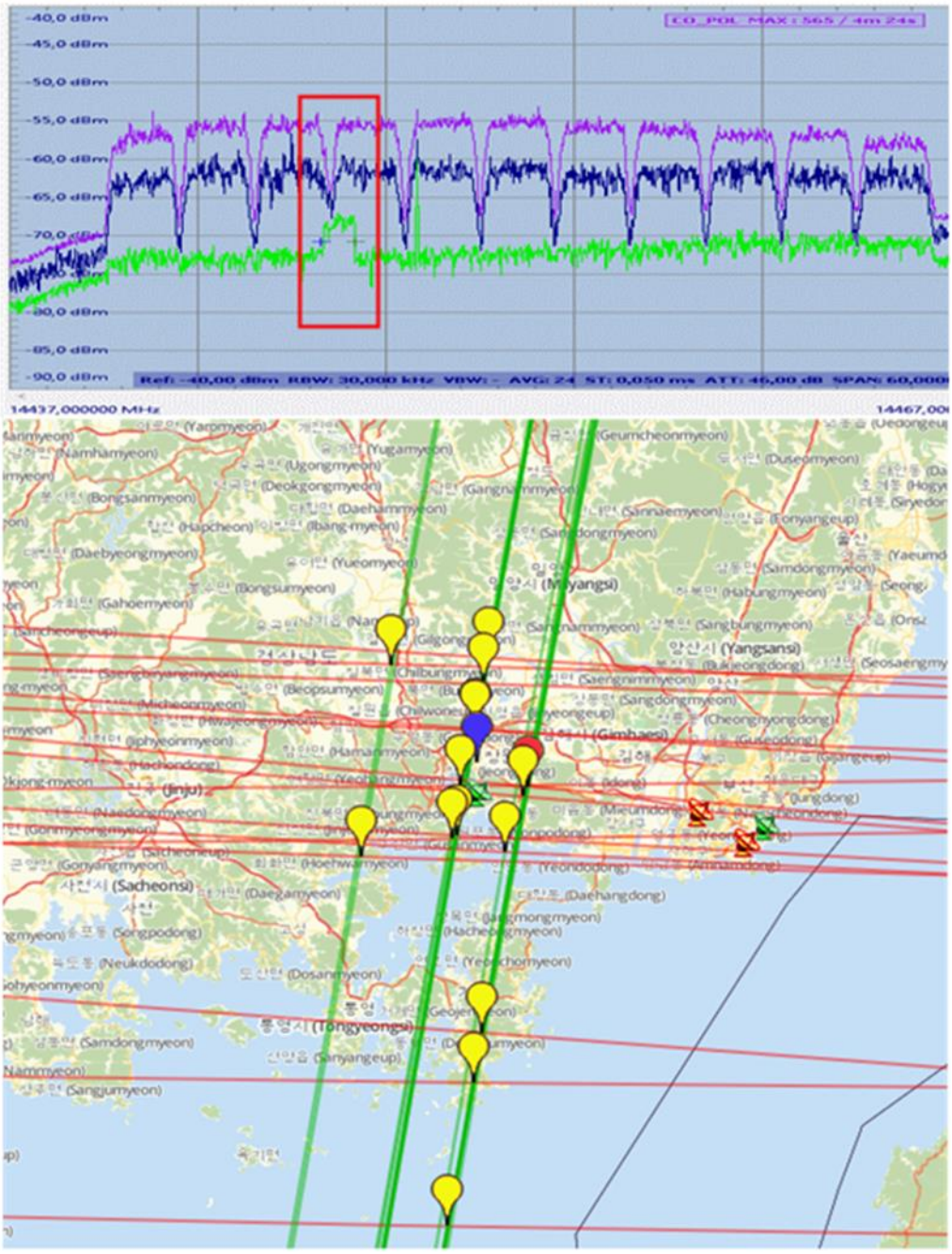
المعلمة	قسم المراقبة الراديوية الساتلية	قسم التحقيق في التداخل
نطاق الترددات (GHz)	26,5-0,02	40-0,02
حجم الهوائي (m)	2,4	–
الاستقطاب	استقطاب خطي، استقطاب دائري	استقطاب خطي
كسب الهوائي (dBi)	51,1-27,3	–
معامل الجدارة (G/T) (dB/K)	29-7,4	–
مدى تحرك الهوائي	اتجاهي	شامل الاتجاهات اتجاهي

4.2 نظام تحديد الموقع الجغرافي

يعمل نظام تحديد الموقع الجغرافي منذ عام 2018 ويقوم بالبحث عن المحطات الأرضية التي تتسبب في تداخل على الموجات الراديوية الساتلية. ويبحث النظام عن موقع مصدر التداخل باستخدام الفارق الزمني في الورود (TDOA) والفارق الترددي في الورود (FDOA). والمكان الذي يتراكب فيه خط TDOA وخط FDOA على الخريطة هو موقع مصدر التداخل. وعادة ما تكون مصادر التداخل سواتل مجاورة، وإشعاع هامشي، وإشارة دون مستوى الموجة الحاملة، وإشارة موجة حاملة مستمرة (CW).

الشكل 10

البحث عن مصدر التداخل



الفارق الزمني في الورود: خط أخضر، الفارق الترددي في الورود: خط أحمر

3 ساعات العمل ومعلومات الاتصال

1.3 أوقات العمل

المكتب وغرفة التشغيل

أيام الإثنين ~ الجمعة 09:00~18:00

ما عدا أيام الأحد والسبت والعطلات الرسمية.

2.3 معلومات الاتصال

100 Sinam-ro, Seolseong-myeon, Icheon-si
Gyeonggi-do 17413, Republic of Korea
Satellite Radio Monitoring Center Office
الهاتف: 5900 644 31 82+
الفاكس: 5829 644 31 82+
البريد الإلكتروني: srmc@korea.kr

الملحق 5

مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في اليابان

1 عرض عام

1.1 الخلفية

بدأت المراقبة الراديوية الفضائية في اليابان في عام 1998 بإنشاء أولى مرافق المراقبة الراديوية الفضائية. وخلال الفترة من 2008 إلى 2010، قامت وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC)، وهي الهيئة الإدارية المسؤولة عن الإدارة الراديوية في اليابان، بتجديد مرافق الجيل الأول تلك التي أصبحت متقادمة. أما تشغيل المرافق المجدّدة فبدأ في أبريل 2010.

توجد مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في مدينة ميورا، في محافظة كاناغاوا عند خط العرض 35º شمالاً وخط الطول 139° شرقاً، وعلى بعد قرابة 60 km جنوب وسط طوكيو. وتقع المرافق فوق تلة تشرف على المحيط الهادئ. وتضم المكونات الرئيسية للمرافق وحدتين من الهوائيات المكافئة القطع التي يبلغ قطر الواحد منها 13 m والقادرة على مراقبة 5 نطاقات للتردد (Ka/Ku/C/S/L).

2.1 الدور

1.2.1 مراقبة السواتل المحلية والأجنبية

ينحصر القوس المرئي (نطاق المدارات الساتلية المرئية المستقرة بالنسبة إلى الأرض) بين خط الطول 67º شرقاً وخط الطول 147° غرباً. ويوجد حالياً ضمن هذا المدى قرابة 300 ساتل، علماً بأن جميع هذه السواتل المتواجدة ضمن المدى المرئي تخضع للمراقبة. ويتم قياس الموقع المداري للسواتل ومختلف معلمات الموجات الراديوية من أجل تعزيز الاستخدام المناسب للراديو الساتلي، فضلاً عن دراسة وتحليل استخدام التردد والبث الراديوي، للإسهام في تخصيص نطاقات الترددات الساتلية بشكل فاعل.

2.2.1 إزالة التداخل

إن مرافق المراقبة الراديوية الفضائية التي بدأت تعمل منذ أبريل 2010 مُجهّزة بنظام فريد لتحديد مصدر التداخل في الوصلة الصاعدة. ولم يكن هذا النظام بمثابة مجموعة قائمة بحد ذاتها، بل قامت اليابان بتطويره بشكل متفرّد. ومن شأن تحديد هوية مصدر التداخل في الوصلة الصاعدة أن يسمح بالقيام، بشكل استباقي، بمراقبة التداخلات الضارة وإزالتها.

3.2.1 جمع البيانات لاستخدامها في التنسيق الدولي لشبكة الاتصالات الساتلية

يجري تسجيل وتجميع مختلف البيانات التي تُجمع عن طريق عمليات المراقبة اليومية في أنساق مناسبة يمكن استنساخها وتحليلها حسب الضرورة. وتُستخدم هذه البيانات من أجل التنسيق الدولي لشبكة الاتصالات الساتلية. وعلاوة على ذلك، تُزوّد مرافق المراقبة الراديوية الفضائية الجديدة بخصائص تمكنها من تحويل أنساق البيانات، مما يتيح المجال لإعداد ملفات بيانات تتوافق مع أنساق البيانات المستخدمة لنقل المعطيات على المستوى الدولي.

3.1 تشكيلة النظام

تتكوّن مرافق المراقبة الراديوية الفضائية اليابانية من هوائيات خارجية (وحدتان من الهوائيات المكافئة القطع والمتعددة النطاقات التي يبلغ قطر الواحد منها 13 m والقادرة على العمل في النطاقات Ka/Ku/C/S/L، و7 وحدات من الهوائيات الثابتة لتوفير الدعم في كل نطاق من النطاقات) ومن مركز تشغيل داخلي يتصل بالهوائيات بواسطة دارات اتصالات عالية السرعة.

ويتم التحكم عن بُعد بوحدات الهوائيات الخارجية من مركز التشغيل وذلك لقياس الموقع المداري والبث الراديوي للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض. كما تجري مراقبة وتسجيل المعلومات والصور المتعلقة بالطيف. ثم تُنقل بيانات القياس إلى مركز التشغيل وتُعرض لأغراض الأرشفة والتحليل. ويتولّى مركز التشغيل مهمة إدارة تشغيل مرافق المراقبة الراديوية الفضائية بأكملها.

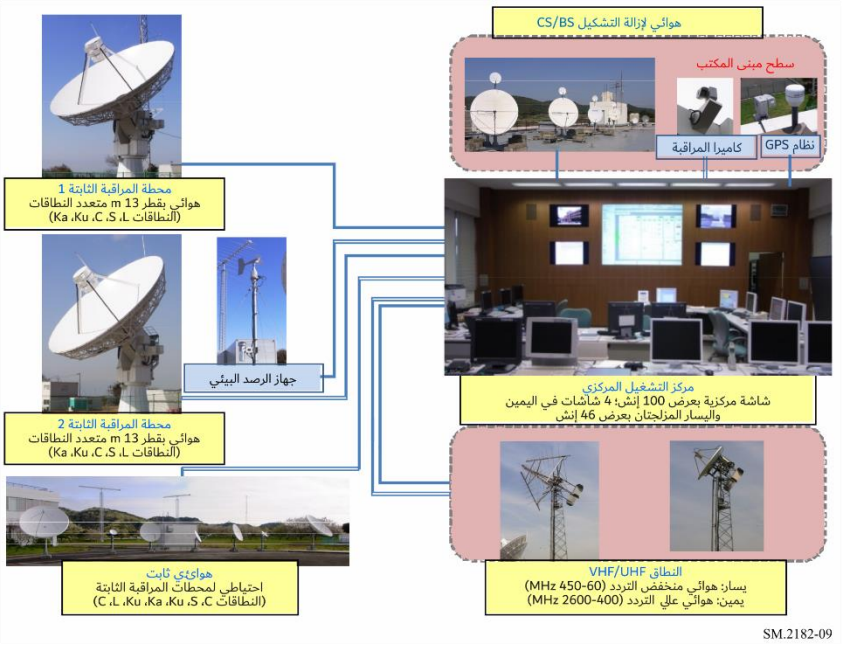
ويُظهر الشكلان 11 و12 على التوالي تشكيلة وتصميم نظام مرافق المراقبة الراديوية الفضائية، بينما يصف الشكل 13 تشكيلة الهوائي البالغ قطره 13 m.

4.1 السمات الرئيسية

يبين الجدول 4 السمات الرئيسية للهوائي البالغ قطره 13 m والتابع لمرافق المراقبة الراديوية الفضائية.

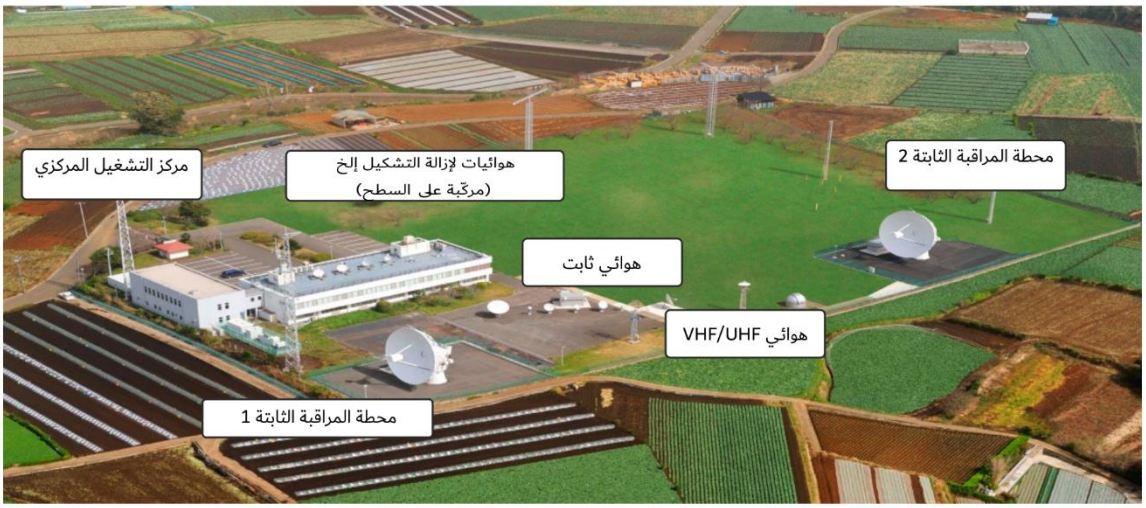
الشكل 11

تشكيلة مرافق المراقبة الراديوية الفضائية



الشكل 12

تصميم نظام مرافق المراقبة الراديوية الفضائية



- محطتا المراقبة الثابتان 1 و2 (متعددا النطاقات L، S، C، Ku، Ka)

تستقبل إشارات الوصلة الهابطة من السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض ضمن مدى مئي من محطة ميورا للمراقبة (قوس مئي: بين خط الطول67 درجة شرقاً وخط الطول 147 درجة غرباً.

- هوائي ثابت (النطاقات L، S، C، Ku، Ka)

تم تركيب 7 وحدات من الهوائيات الثابتة على سبيل الاحتياط في كل نطاق من نطاقات التردد والاستقطاب في حالة تعطل محطات المراقبة الثابتة أو صيانتها.

(MHz 2 600 ~ 60) VHF/UHF

تستقبل الإشارات من السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض بشكل رئيسي عن طريق تتبع الهوائيات لنطاقات تردد أقل من (60-450 MHZ)
وأعلى من (400-2 600 MHz)

- مركز التشغيل المركزي

مجهز بمعدات لمعالجة البيانات وتسجيلها واستنساخها. ومن خلال التحكم عن بعد بمطاريف التحكم، يقوم المركز بتحليل البيانات التي استقبلتها محطات المراقبة الثابتة والهوائيات الثابتة، ومرافق التردد VHF/UHF، فضلاً عن إدارة ومراقبة أداء النظام بأكمله.

SM.2182-10

الشكل 13

تشكيلة الهوائي بقطر 13 m

الجدول 4

السمات الرئيسية للهوائي البالغ قطره 13 m الخاص بمرافق المراقبة الراديوية الفضائية

البند	المواصفات				
	النطاق–L	النطاق–S	النطاق–C	النطاق–Ku	النطاق–Ka
مدى تردد الاستقبال	MHz 1,525 MHz 1,710	MHz 2,120 MHz 2,690	MHz 3,400 MHz 4,800	MHz 10,700 MHz 12,750	MHz 17,700 MHz 22,000
الاستقطاب	استقطاب خطي (عمودي، أفقي) استقطاب دائري (قاعدة اليد اليمنى، قاعدة اليد اليسرى)				
مدى تحرك الهوائي	زاوية السمت: −90° ~ +90° زاوية الارتفاع: 0° ~ 90°				
سرعة تحرك الهوائي	زاوية السمت: 9,0°/s (أو أعلى) زاوية الارتفاع: 25,0°/s (أو أعلى)				

5.1 معلمات القياس الرئيسية

تُدرج أدناه المعلمات الرئيسية المقيسة في مرافق المراقبة الراديوية الفضائية:

- التردد.
- الطيف.
- عرض النطاق المشغول.
- كثافة تدفق القدرة.
- القدرة المشعة المكافئة المتناحية.
- e.i.r.p.
- شدة البث الهامشي.
- إزالة تشكيل إشارات البث التلفزيوني.

2 العمليات الرئيسية

1.2 قياس وتحليل الموقع المداري

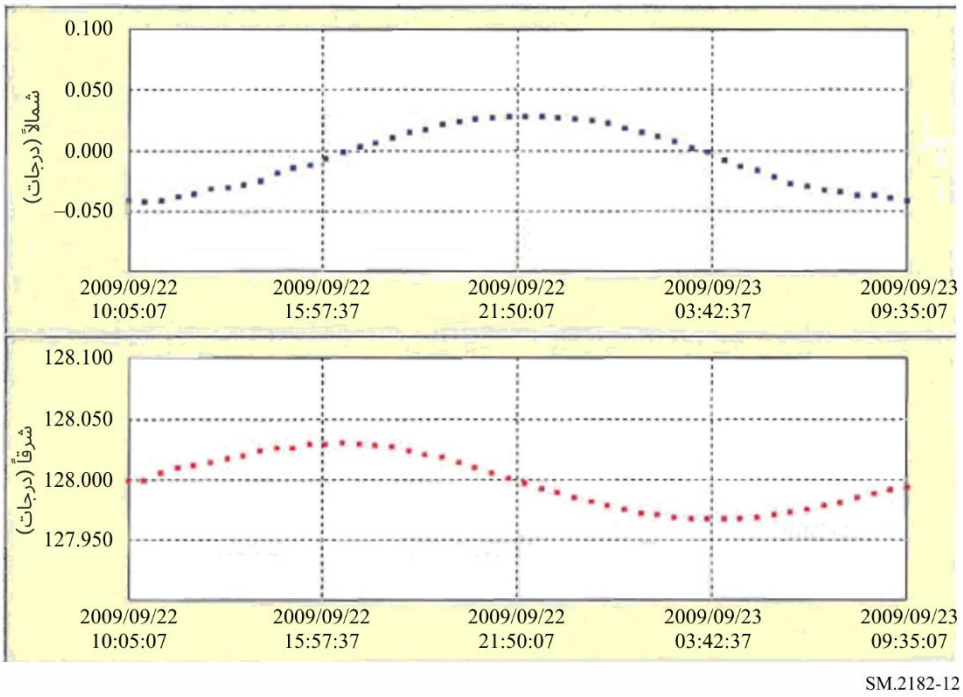
يُقاس الموقع المداري للسواتل ضمن نطاق مرئي من أجل تحديد ما إذا كان تشغيل كل ساتل من السواتل يتم ضمن النطاق المسموح به من موقعه المداري الاسمي.

ولدى قياس الموقع المداري للسواتل، يتم الحصول على قيم اتجاه الهوائي (زاوية السمت/زاوية الارتفاع) بواسطة نظام تتبّع أوتوماتي، ومن ثم تُستخدم هذه القيم لتحليل الموقع المداري (خط العرض/خط الطول). وتُنفذ القياسات الأوتوماتية لفترات زمنية أطول بغية مراقبة المواقع المدارية للسواتل أثناء دورانها.

وفي سياق تحليل الموقع المداري، تُعرض القياسات على رسم بياني لتقرير ما إذا كان الساتل يمكث ضمن النطاق المخصص المسموح به. ويتوافر العديد من خيارات الرسوم البيانية لعرضها، ويُظهر الشكل 14 لقطة من خيار الرسم البياني ذي الاتجاه الزمني كمثال على ذلك.

الشكل 14

تحليل الموقع المداري (نموذج للقطة في خيار الرسم البياني ذي الاتجاه الزمني)



2.2 قياس وتحليل المعلمات الراديوية المختلفة

تُقاس المعلمات المختلفة للبث الراديوي من السواتل الخاضعة للمراقبة من أجل تقرير ما إذا كانت نوعية الموجات الراديوية تستوفي القيم التي حدّدها قانون الراديو الياباني ولوائح الراديو الخاصة بالاتحاد الدولي للاتصالات وتذييلاتها.

وتتمثل المعلمات التي تقاس بوصفها مؤشرات للجودة الراديوية في الترددِ المركزي وعرض النطاق المشغول والطاقة الكهربائية والقدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) وكثافة تدفق القدرة (pfd). ويستطيع النظام الخاص بنا إجراء قياس متزامن لموجتين مستقطبتين بشكل مختلف (مجموعة مكونة إما من موجات مستقطبة عمودياً/أفقياً، أو موجات مستقطبة دائرياً حسب قاعدة اليد اليسرى/اليد اليمنى) فضلاً عن قياسات النطاق العريض/الضيق.

ويجري تحليل المعلمات الراديوية عن طريق استخراج المعلمات الخاصة بموجة حاملة معينة استناداً إلى محددات العلامات التي تشير إلى تحليل مدى التردد والعتبات المحددة لكل معلمة من المعلمات، ومن ثم إنتاجها على شكل رسم بياني. ويتم الكشف عن الأطياف التي تتجاوز قيمة العتبة والتبليغ عنها بصورة أوتوماتية. وعند إجراء عمليات القياس لفترة زمنية مطولة، يمكن اختيار نتائج القياس في نقطة زمنية معينة وتحليلها باعتماد دوالّ التعجيل (forward) أو الترجيع (rewind) أو تدرّج الأرتال (frame-step).

ويظهر الشكل 15 مثالاً على لقطة تُبيّن نتائج تحليل المعلمات الراديوية.

3.2 قياس وتحليل استعمال التردد

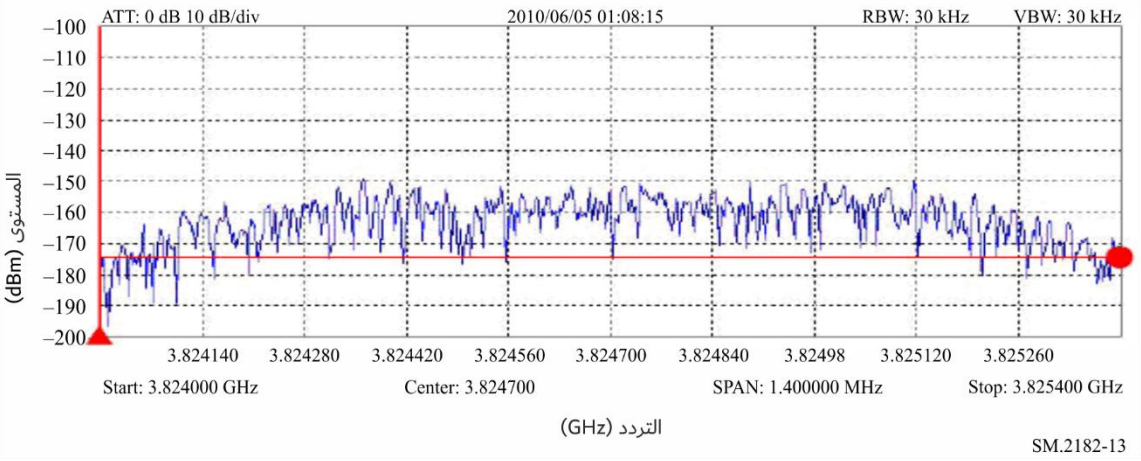
يتم تحليل درجة شَغْل الوقت أثناء فترة القياس ودرجة شغل التردد في نطاقات تردد معينة بالاستناد إلى الإرسالات الراديوية من السواتل. ومن الممكن مراقبة الاتجاهات السائدة في استعمال التردد (ما إذا كانت الموجات الراديوية قد بُثّت بالفعل ومتى) عن طريق تحليل المعلمات الآنفة الذكر.

ويمكن عرض الاتجاهات السائدة في استعمال التردد داخل نطاق تحليل التردد في نمط شلالي مشفّر لونياً وفقاً لسويات الاستقبال. وتُعرض درجة شغل الوقت ودرجة شغل التردد في شكل قيم رقمية.

ويُظهر الشكل 14 نموذجاً للقطة تعرض نتائج تحليل استعمال التردد.

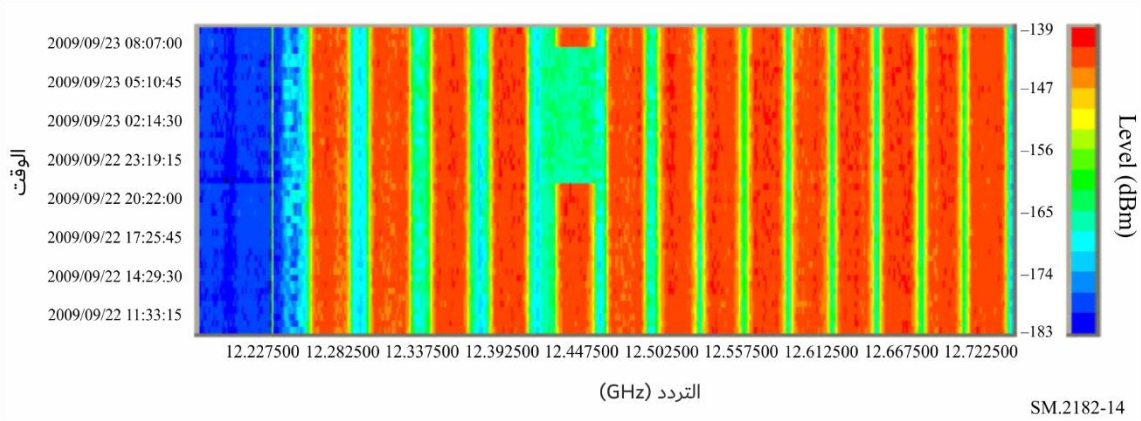
الشكل 15

نموذج للقُطة يعرض نتائج تحليل المعلمات الراديوية



الشكل 16

نموذج للقطة يعرض نتائج تحليل استعمال التردد



4.2 قياس وتحليل الإرسالات الراديوية

يتمّ قياس وتحليل طيف الموجات الراديوية التي تُبثّ من قبل السواتل بالرجوع إلى المواقع المدارية المسجلة لأغراض مراقبة الأنشطة الساتلية.

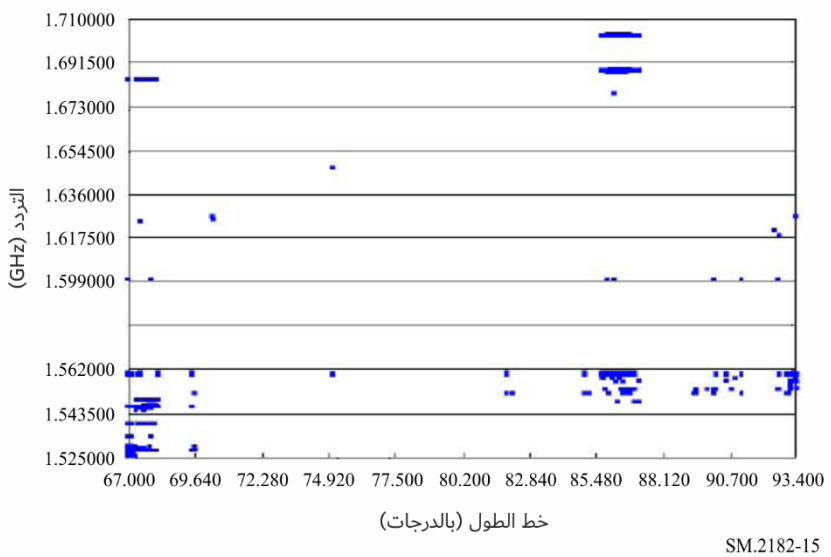
وتُقاس هذه الأطياف بتحريك الهوائي بإزاء مدارات السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض باستخدام دوالّ الأثر القوسي أو الأثر الحلزوني.

ويتم التدقيق في نتائج القياس بالمقارنة مع قاعدة بيانات المعلومات المسجلة للمواقع المدارية. ويُعرض اسم الساتل وموقعه المداري في قائمة قيم القياسات تلك التي تتواءم مع قاعدة البيانات. أما تلك التي لا تتواءم مع أيّ معلومة من المعلومات المسجّلة في قاعدة البيانات فيمكن التعرف إليها على الشاشة بوضع علامة تشير إلى أن الساتل غير مسجّل.

ويُظهر الشكل 17 نموذجاً للقطة تعرض نتائج تحليل البث الراديوي.

الشكل 17

نموذج للقطة يعرض نتائج تحليل البث الراديوي



5.2 التعرّف على مصدر التداخل في الوصلة الصاعدة

إن نظام التعرّف على مصدر التداخل في الوصلة الصاعدة هو نظام مُعدّ للتعرف على موقع مصدر التداخل عندما يحدث التداخل مع دارات الوصلة الصاعدة.

وعند تشغيل هذا النظام، يتم استقبال الموجات الراديوية الواردة من ساتلين متجاورين. وتُستخدم عادة محطتا المراقبة الثابتتين رقم 1 ورقم 2 بوصفهما محطتي قياس (أي هوائيات) لاستقبال تلك الموجات الراديوية.

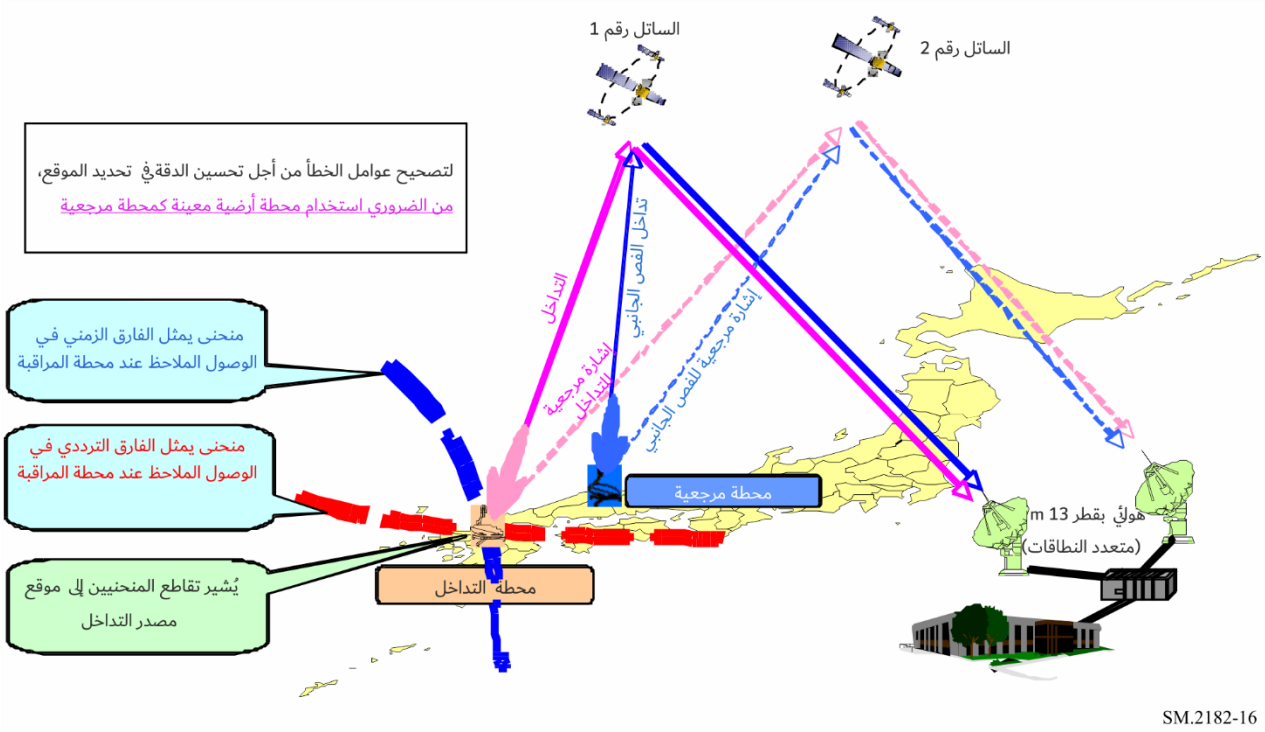
يطلق على الإشارات الواردة من ساتل معرّض للتداخل اسم "الإشارة الرئيسية"، فيما يطلق على الإشارات القادمة من ساتل مجاورٍ، وقع الاختيار عليه للقياس المتعلق بالوصلة الصاعدة، اسم "إشارات الفص الجانبي". ولضمان الدقة في التعرّف على مصدر التداخل يتم على التوالي استقبال نوعين من الإشارات، الإشارة المستهدفة التي تمثل إشارة التداخل والإشارة المرجعية، من كل من الساتل الرئيسي وساتل الفص الجانبي. وبكلمات أخرى، يتم تقدير موقع المحطة الأرضية المسبّبة للتداخل (أي الهدف) بواسطة القياس في الوصلة الصاعدة لما مجموعه أربع إشارات مختلفة: إشارتان مستهدفتان (الإشارة الرئيسية وإشارة الفص الجانبي) وإشارتان مرجعيتان (الإشارة الرئيسية وإشارة الفص الجانبي).

وإذا كانت موجة التداخل موجة مستمرة (CW) يصعب الكشف بدقة عن الفارق الزمني في الوصول (TDOA)، وبذلك تُكرَّر عمليات القياس عدة مرات لرسم منحنى الفارق الترددي في الوصول (FDOA) بطريقة التراكم الزمني. وبالإضافة إلى ذلك، وحين تكون حركة الساتل بطيئة جداً، يقل احتمال حدوث ترددات دوبلرية، الأمر الذي يجعل من الصعب الكشف الدقيق عن الفارق الترددي في الوصول (FDOA). وفي حالات كهذه، لا يُعرض سوى الفارق الزمني في الوصول (TDOA) على الرسم للمساعدة في تحديد مصدر التداخل.

ويُظهر الشكل 18 الآلية التي يعمل بموجبها نظام تحديد مصدر التداخل في الوصلة الصاعدة، بينما يُظهر الشكل 19 نموذجاً للقطة تعرض نتائج تحديد مصدر التداخل.

الشكل 18

آلية عمل نظام تحديد مصدر التداخل في الوصلة الصاعدة



الشكل 19

نموذج للقُطة يعرض نتائج تحديد مصدر التداخل

3 ساعات العمل

تمتد ساعات العمل من 8:30 صباحاً حتى 5:15 مساءً في أيام الأسبوع (حسب توقيت اليابان).

4 العنوان

Radio Monitoring Office
Electromagnetic Environment Division, Radio Department
Telecommunications Bureau
Ministry of Internal Affairs and Communication (MIC)
1-2 Kasumigaseki 2-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-8926
Japan

البريد الإلكتروني: kanshikokusai@ml.soumu.go.jp

الملحق 6

مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في أوكرانيا

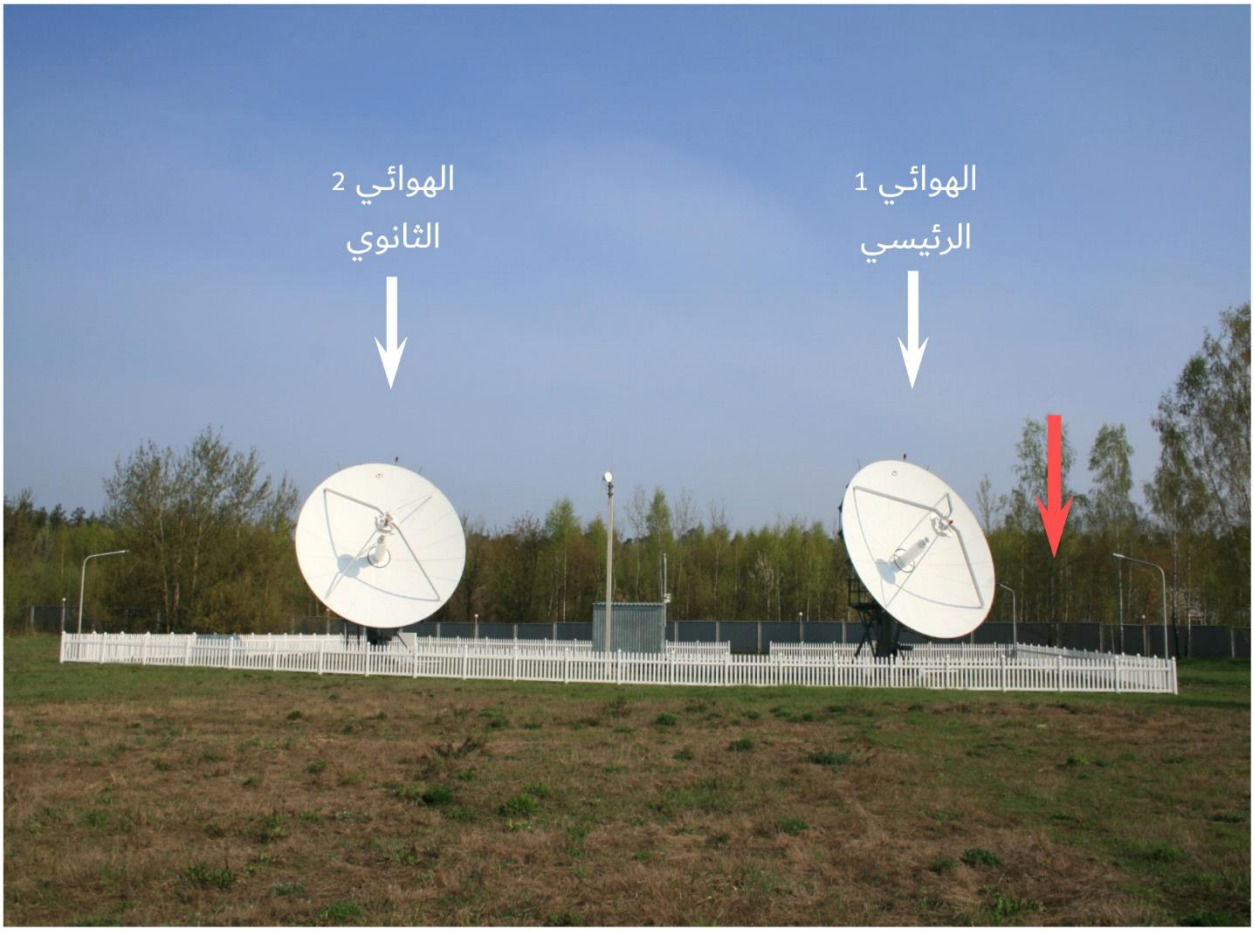
1 مقدمة عامة

تشكل محطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية جزءاً من نظام المراقبة الراديوية للمركز الأوكراني الرسمي للترددات الراديوية (UCRF)، وهو المركز المسؤول عن إدارة الطيف ومراقبة الطيف في نطاقات الترددات المدنية.

ولقد صُمِّمت محطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية من أجل قياس معلمات البث من المحطات الأرضية والمحطات الساتلية على ترددات الموجات الحاملة وتحديد مواقع المحطات الأرضية (تحديد الموقع الجغرافي) ضمن نطاق التردد C (GHz 5,25-3,4 وGHz 7,025-5,725) والنطاق Ku (GHz 14,8-10,7). والمحطة قادرة على رصد الإرسالات التي يعاد إرسالها لمحطات أرضية من سواتل موجودة على مدار ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض عند مواقع مدارية تمتد من خط الطول º20 غرباً (زاوية السمت º237 وزاوية الارتفاع º15) إلى خط الطول º80 شرقاً (زاوية السمت º123 وزاوية الارتفاع º15).

وقد أُنشئت محطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية في عام 2009 وعملية تطويرها ما زالت جارية.

أما الإحداثيات الجغرافية للمحطة فهي º50'26'54" شمالاً؛ º30'17'30".



SM.2182-Annex6-01

2 المهام الرئيسية لمحطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية

ترد المهام الرئيسية لمحطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية على النحو التالي:

- التدقيق في تطابق معلمات البث مع تلك المشار إليها في أذونات التشغيل أو في اللوائح التقنية؛
- مراقبة درجة شَغْل نطاقات التردد؛
- الكشف عن التداخل الضار وفقاً للشكاوى الواردة من مستعملي الطيف ورجال القانون وغيرهم من الأشخاص؛
- كشف حالات الخرق في استعمال التردد وتحديد مواقع أجهزة الإرسال المشغّلة بشكل غير قانوني بهدف اتخاذ تدابير قانونية للقضاء على الخرق ووقف عمل أجهزة التشغيل غير القانونية؛
- مزاولة نشاط المراقبة الراديوية في إطار التعاون الدولي بشأن قضايا استخدام الموارد الترددية.

3 بنية محطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية

تجمع محطة كييف للمراقبة الراديوية الفضائية على المستوى الوظيفي بين أربعة أنظمة فرعية:

- هوائيان ساتليان للاستقبال بقطر 7,3 m؛
- نظام فرعي لتنفيذ أعمال التشخيص والتحكم للمعدات الأرضية التابعة لمحطة المراقبة الراديوية الفضائية وللهوائيات الموجهّة نحو سواتل معينة؛
- نظام فرعي لقياس معلمات البث الساتلي وترددات الموجات الحاملة للمحطة الساتلية وصيانة قاعدة البيانات؛
- نظام فرعي لإيجاد مواقع المحطات الأرضية (تحديد الموقع الجغرافي) وحساب التقويم الفلكي للسواتل.

1.3 الهوائيات

ترد في الجدول 5 معلمات الهوائيات وخصائصها.

الجدول 5

المعلمة	الهوائي 1	الهوائي 2
نمط الهوائي	كاسغران	كاسغران
حجم الهوائي، القطر ∅ بالأمتار	7,3	7,3
نطاق التردد	Ku/C	Ku/C
كسب الهوائي (dBi)	58,41/49,73	58,84/49,50
الاستقطاب	دائري/خطي	دائري/خطي
تحرك سمتي	º120	º120
تحرك ارتفاعي	º90–0	º90–0
زاوية الدوران عند الاستقطاب	º90±	º90±

2.3 النظام الفرعي للتشخيص والتحكم للمعدات الأرضية

يسمح هذا النظام بالتدقيق في قابلية تشغيل مكوّنات نظام الهوائي وتعرّض التجهيزات للعطل. كما أنه مصمّم لهوائيات موجهّة نحو سواتل معينة (بكل من الأساليب اليدوية والأوتوماتية) مستخدماً قاعدة بيانات مندمجة مع معلمات السواتل.

3.3 النظام الفرعي لقياس معلمات البث الساتلي

يمكن أيضاً إجراء الكثير من عمليات قياس معلمات المحطات الأرضية في الوصلة الصاعدة عن طريق السواتل.

وتسمح برمجيات هذا النظام الفرعي بقياس معلمات المرافق الإلكترونية الراديوية المذكورة أدناه:

- نوع التشكيل (إبراق بزحزحة الطور ثنائي الحالة (BPSK)، إبراق بزحزحة الطور رباعي الحالة (QPSK)، إبراق بزحزحة الطور (8-PSK)، إبراق تعامدي بزحزحة الطور رباعي الحالة (OQPSK)، تشكيل اتساعي تربيعي (16-QAM)، إبراق اتساعي بزحزحة الطور (16-APSK)، إبراق اتساعي بزحزحة الطور (32-APSK)، موجة مستمرة (CW)، تشكيل بزحزحة دنيا (MSK))؛
- معدل الرموز؛
- التردد المركزي؛
- القدرة المشعة المكافئة المتناحية .e.i.r.p؛
- عرض النطاق؛
- نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء (C/N_0)؛
- معدل البيانات؛
- نسبة الخطأ في البتات (BER)؛
- معيار الموجة الحاملة (DVB-S، DVB-S2، IESS-308، IESS-309، IESS-310، IESS-315)؛
- تصحيح أمامي للأخطاء (1/2، 2/3، 2/5، 3/4، 3/5، 4/5، 5/6، 7/8، 8/9، 9/10).

ويسمح النظام بتخزين البيانات المقيسة ومقارنتها مع تلك الموجودة في قاعدة بيانات تخصيصات التردد أو مع معلمات قيست في السابق. وعلاوة على ذلك هناك إمكانية لمسح الأجهزة الساتلية المرسلة–المستجيبة بهدف تحديد كل ترددات الموجة الحاملة والتعرف عليها بواسطة مقارنتها بتلك الموجودة في قاعدة البيانات.

4.3 النظام الفرعي لإيجاد مواقع المحطات الأرضية (تحديد الموقع الجغرافي) وحساب التقويم الفلكي للسواتل

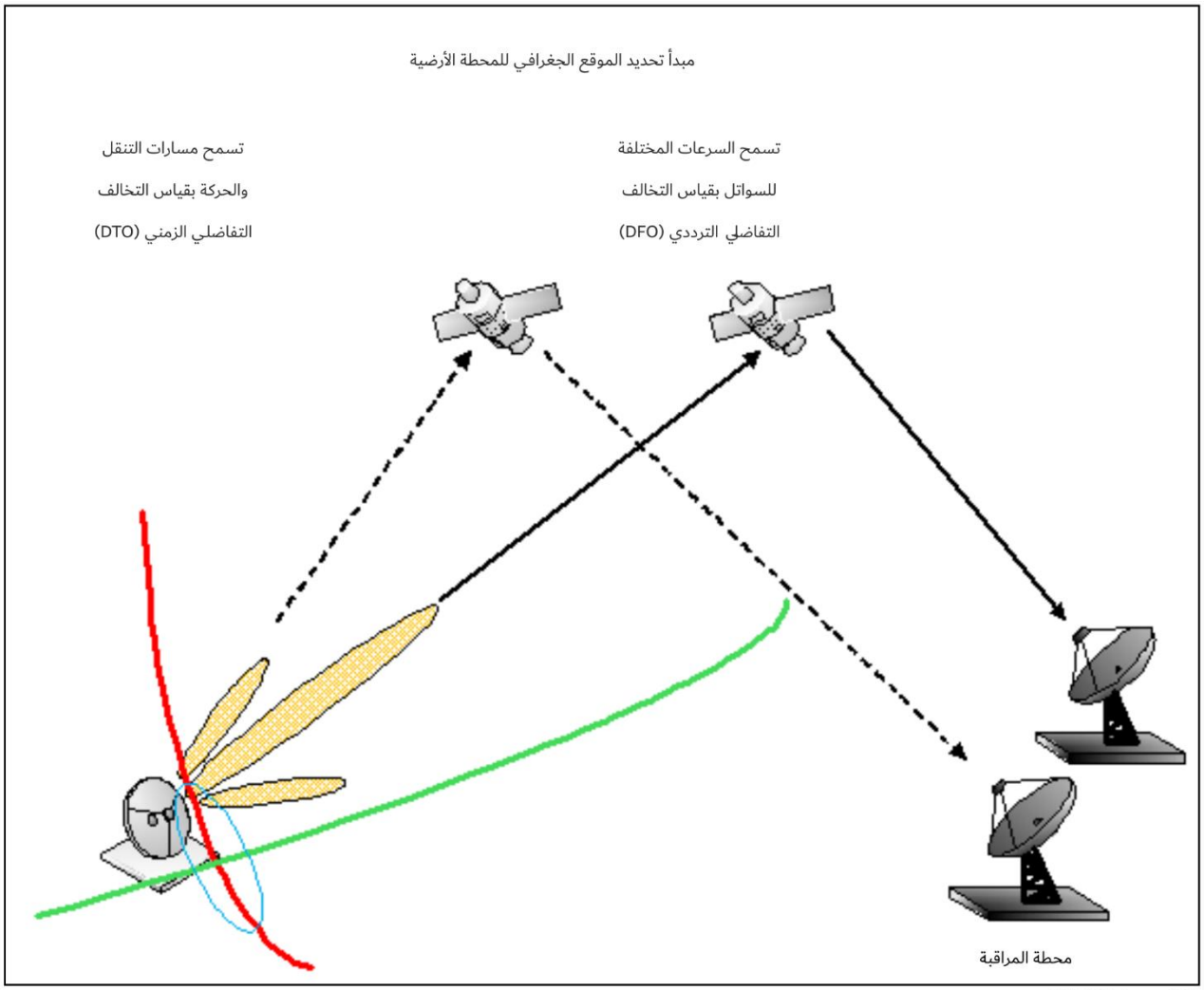
تستند مبادئ إيجاد مواقع المحطات الأرضية (تحديد الموقع الجغرافي) إلى تحليل الإشارات التي تبثّها المحطة الأرضية ويُعيد بثها الساتل. ومع أن الإشارة المستهدفة (الفص الرئيسي) تُبث نحو ساتل معيّن، إلا أن الجزء من الفص الجانبي لهذه الإشارة يُرسَل نحو ساتل مجاور (يعمل بنفس التردد وله ذات الاستقطاب ومجال خدمة مماثل). ويتم استقبال الإشارة من مسيرين وتحويلها ورقمنتها بواسطة محطة المراقبة الراديوية الفضائية.

ويسمح اختلاف مواقع السواتل على مدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض والإشارة التي تنتقل عبر مسيرات مختلفة من خلال ساتلين أو أكثر بالحصول على التخالف التفاضلي الزمني (DTO) وبرسم الخط الزمني للموقع على سطح الأرض (الخط الأحمر في الشكل أدناه).

وأخذاً في الاعتبار حركة السواتل في فترة زمنية معينة، وقيمة التخالف وذبذبة التردد في مولدات الساتل، يصبح من الممكن حساب التخالف التفاضلي الترددي (DFO) ورسم خط التردد للموقع على سطح الأرض (الخط الأخضر في الشكل أدناه).

وباستخدام البيانات التي يتمّ الحصول عليها، تقوم محطة المراقبة الراديوية الفضائية بحساب الإهليلج الذي توجد في داخله المحطة الأرضية المستهدفة.

واستناداً إلى الفرق بين التأخر الزمني للإشارات يمكن استخراج الاتجاه الزاوي في الاتجاه جنوب–شمال بخطأ يتراوح بين 0,5 و10 km. أما الاتجاه الزاوي في الاتجاه شرق–غرب فيتم استخراجه من الفرق بين الترددات وزحزحة الطور (بخطأ قدره 50-80 km). ومن أجل زيادة الدقة في تحديد الموقع الجغرافي للمحطة الأرضية، تستدعي الضرورة إجراء العديد من عمليات القياس بتعويض عن خطأ التقويم الفلكي. وفي حالة كهذه، يُحتمل التوصل إلى درجة من الخطأ في تحديد الموقع الجغرافي للمحطة الأرضية قدرها 0,5-1 km.



4 العنوان

Ukrainian State Centre of Radio Frequencies
15 km, pr. Peremogy,
03179 Kyiv,
Ukraine
الفاكس: 81 81 422 044 38+
البريد الإلكتروني: centre@ucrf.gov.ua

الملحق 7

مرافق المراقبة الراديوية الفضائية في كازاخستان

تم في عام2005 بناء وتشغيل مركز جمهورية كازاخستان للتحكم الأرضي بالمركبات الفضائية ("GCC "Akkol). وفي الفترة 2008–2009 جرى تحديث مركز "Akkol" في إطار البرنامج "KazSat-2".

ويتألف مركز التحكم الأرضي بالمركبات الفضائية "GCC "Akkol من مركز التحكم بالمهمات ("MCC "Akkol) ونظام مراقبة الاتصالات ("CMS "Akkol).

ويوجد مركز جمهورية كازاخستان للتحكم الأرضي بالمركبات الفضائية ("GCC "Akkol) في بلدة أكول، إقليم أكمولينسكايا على الإحداثيات الجغرافية التالية: خط العرض 11'0º50" شمالاً وخط الطول 3'54º70" شرقاً، ويرتفع فوق سطح البحر 410 m. ويُظهر الشكلان 20 و21 المشهد العام لمركز أكول "Akkol".

الشكل 20

مشهد عام لمركز أكول "Akkol"

SM.2182-18

الشكل 21

نظام هوائي بقطر m 7,3

SM.2182-19

يتألف مركز مراقبة الاتصالات "أكول" "Akkol" مما يلي:

- محطات مراقبة بهوائي قطره m 9؛
- هوائيين للاستقبال بقطر m 7,3؛
- هوائيين للاستقبال بقطر m 2,4 من نوع هوائيات الاستقبال التلفزيوني فقط TVRO؛
- تجهيزات التحكم بالتجهيزات–البرمجيات ومعدات القياس؛
- تجهيزات المخدّم والعميل والبرمجيات المقابلة.

وينفذ نظام مراقبة الاتصالات "Akkol" أنشطة المراقبة المنتظمة التالية في مواقع مدارية تتراوح بين خط الطول 15º شرقاً وخط الطول 130º شرقاً:

- التعامل مع التداخل؛
- القياس في المدار للأجهزة المرسلة–المستجيبة ضمن النطاق Ku باستقطابٍ خطي؛
- المراقبة الأوتوماتية المتواصلة للتردد الفعلي للجهاز المرسل–المستجيب ومعلمات القدرة ضمن النطاق Ku؛
- قياس الخصائص المعلنة للمحطة الأرضية بشأن نفاذها إلى مقطع من الفضاء؛
- مراقبة وقياس خصائص تردد الموجة الحاملة–القدرة؛
- عمليات المراقبة والقياس المتواصلة للموجات الحاملة ومعلمات الإشارات الرقمية؛
- تخزين البيانات المقيسة؛
- مراقبة قنوات البث الإذاعي.

معلمات نظام مراقبة الاتصالات "أكول" "Akkol":

مدى التردد في الوصلة الهابطة: 700 10 MHz–750 12 MHz،

مدى التردد في الوصلة الصاعدة: 750 13 MHz–500 14 MHz،

الاستقطاب: خطي.

ويسمح نظام مراقبة الاتصالات لمركز التحكم الأرضي بالمركبات الفضائية "Akkol" GCC بالاضطلاع بوظائفه بالنسبة إلى ساتلين بشكل متزامن ومستقل.

الشكل 22

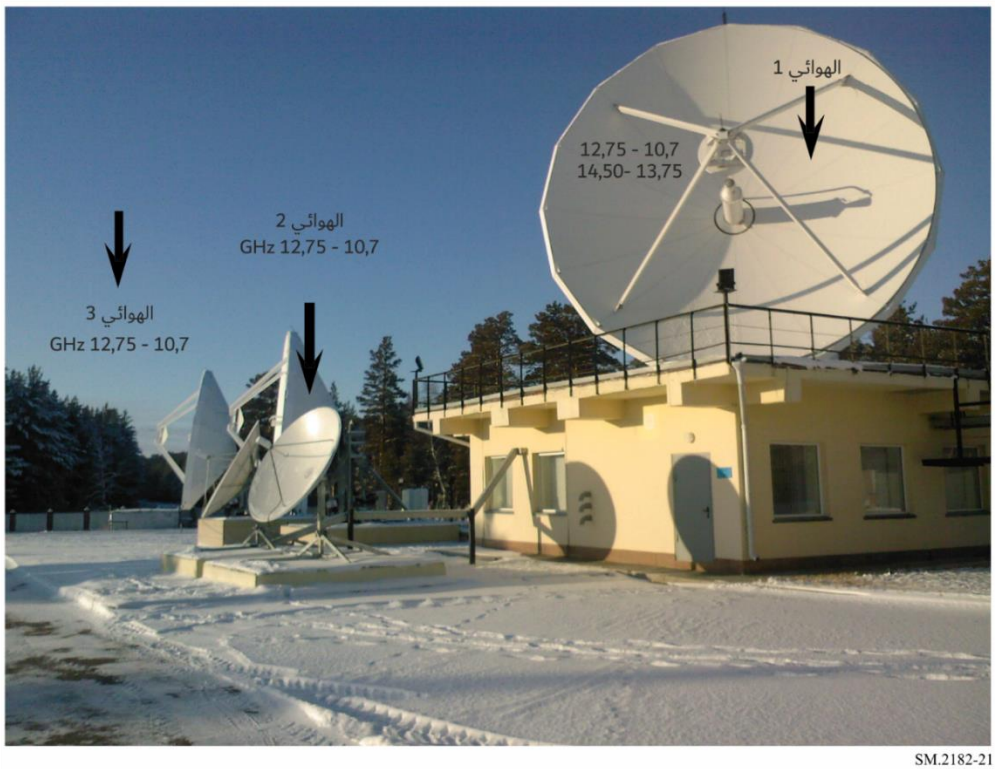
مشهد عام لتجهيزات القياس

SM.2182-20

يُظهر الشكل 23 المشهد العام لأنظمة الهوائي رقم 1 و2 و3، ويتضمن الجدول 6 معلمات تلك الأنظمة.

الشكل 23

مشهد عام لأنظمة الهوائي رقم 1 و2 و3



SM.2182-21

الجدول 6

معلمات أنظمة الهوائي رقم 1 و2 و3

المعلمة	الهوائي 1	الهوائي 2	الهوائي 3
نوع الهوائي	كاسغران RX منفذان TX + منفذان	كاسغران RX منفذان	كاسغران RX منفذان
تردد الاستقبال (GHz)	12,75–10,7	12,75–10,7	12,75–10,7
تردد البث (GHz)	14,50–13,75	–	–
قطر الهوائي	Ø m 0,9	Ø m 7,3	Ø m 7,3
الاستقطاب	خطي	خطي	خطي
كسب الهوائي (dBi)	RX 59,0–57,6 TX 60,1–59,7	RX 55,8-57,1	RX 57,1-55,8
معامل الجدارة G/T (dB/K)	36,8–36,2	35,2–34,6	35,2–34,6
المواقع المتوافرة على مدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض	º107-º25 شرقاً	º112−º11,5 شرقاً	º107−º11,5 شرقاً
نوع التتبُّع	تتبع تدرّجي، OPT، تتبع يدوي	تتبع تدرّجي، OPT، تتبع يدوي	تتبع تدرّجي، OPT، تتبع يدوي

العنوان:

Republican Center of Space Communication and
Electromagnetic Compatibility of Radio – Electronic Units JSC
Address : Republic of Kazakhstan,
34, Dzhangildin Street, Astana City
الهاتف/الفاكس: 326478 (7172) 7+
البريد الإلكتروني: info@rcsc.kz

الملحق 8

محطة المراقبة الراديوية الفضائية في البرازيل

الوكالة الوطنية للاتصالات (Anatel)

1 مواصفات محطة المراقبة الراديوية الفضائية

1.1 مقدمة

في عام 2014، نشرت الوكالة الوطنية للاتصالات (Anatel)، هيئة تنظيم الاتصالات في البرازيل، أول محطة لها للمراقبة الراديوية الفضائية (EMSAT). وكان ذلك جزءاً من برنامج شامل لتوسيع مراقبة الطيف وضعته الهيئة التنظيمية البرازيلية لدعم الأحداث الدولية الكبرى مثل كأس العالم لكرة القدم لعام 2014 والألعاب الأولمبية والألعاب الأولمبية للأشخاص ذوي الإعاقة في ريو 2016. وبعد هذه الأحداث، ظل المرفق كأداة لدعم إدارة الطيف والمدار يتولى إدارته مكتب الإنفاذ التابع لوكالة Anatel.

2.1 الوصف العام والوظائف

تقع المحطة في مدينة ريو دي جانيرو. ولا تتمتع المحطة إلا بقدرات الاستقبال، وهي معدة للقياسات في النطاقات C وKu وKa على سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

والوظائف الرئيسية هي:

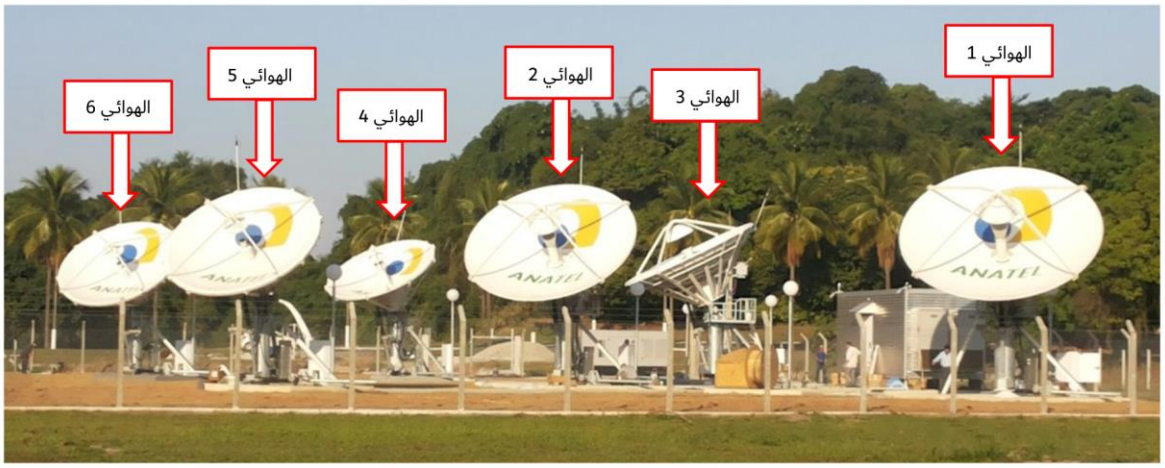
- الكشف عن الإرسالات غير المرخصة؛
- تقييم المعلمات المرخصة؛
- قياسات شغل المواقع المدارية للسواتل؛
- المراقبة المؤقتة للطيف؛
- تحديد الموقع الجغرافي؛
- توصيف الإشارات؛
- وظائف قاعدة البيانات التاريخية بشأن مراقبة الطيف وتحليل الاتجاهات؛
- الكشف عن الإشارات التي يقل مستواها عن مستوى الموجة الحاملة.

3.1 خصائص النظام

يتألف نظام المراقبة من سبعة هوائيات (النطاقات C وKu وKa) مبينة على النحو التالي.

الشكل 24

هوائيات في النطاقين C وKu بمحطة EMSAT، ريو دي جانيرو؛
وهوائي في النطاق Ka (محمول)؛ وتجهيزات القياس



هوائيات في النطاقين C وKu بالمحطة EMSAT، ريو دي جانيرو

هوائي في النطاق Ka (محمول)

تجهيزات القياس

SM.2182-22

هوائيات في النطاق C

المعلمة	الهوائيان 1 و2	الهوائي 3	الهوائي 4
نوع الهوائي	غريغوري	غريغوري	إهليلجي بإزاحة محورية
مدى التردد	النطاق C MHz 4 200–MHz 3 625	النطاق C MHz 4 200–MHz 3 625	النطاق C (التذييل 30B) MHz 4 800–MHz 4 500
قطر الهوائي	m 6	m 6	m 4,5
الاستقطاب	خطي	دائري	خطي
المهام	المراقبة وتحديد الموقع الجغرافي	المراقبة وتحديد الموقع الجغرافي* * هوائي يُستخدم بالاقتران مع هوائي آخر في النطاق C (الهوائي 1 أو 2	المراقبة
كسب الهوائي (dBi)	46,7	46.7	45
المواقع المدارية	110º غرباً إلى 10º غرباً	96º غرباً إلى 1º غرباً	80º غرباً إلى 17º غرباً

هوائيات في النطاقين Ku وKa

المعلمات	الهوائيان 5 و6	الهوائي 7*
نوع الهوائي	إهليلجي بإزاحة محورية	تخالف
مدى التردد	النطاق Ku GHz 12,75–GHz 10,7	النطاق Ka GHz 21,2–GHz 17,7
قطر الهوائي	m 4,5	m 2,4
الاستقطاب	خطي	دائري
المهام	المراقبة وتحديد الموقع الجغرافي	المراقبة
كسب الهوائي (dBi)	53,2	51.4
المواقع المدارية	110º غرباً إلى 29º غرباً	110º غرباً إلى 40º غرباً* * هوائي قابل للنقل، يمكن تغير مكانه للوصول إلى مواقع مدارية أخرى حسب الحاجة.

يمكن للمحطة أن تجري قياسات مراقبة الطيف باستخدام جميع الهوائيات التي تعمل بشكل فردي. ومع ذلك، لا يمكن تنفيذ عمليات تحديد الموقع الجغرافي إلا باستخدام أزواج من الهوائيات (في آن واحد) على النحو التالي:

- إشارات في النطاق-C مع استقطاب خطي← الهوائيان 1 و2
- إشارات في النطاق-C مع استقطاب دائري ← الهوائيان 1 و3 أو 2 و3
- إشارات في النطاق-Ku مع استقطاب خطي ← الهوائيان 5 و6

4.1 الطرف الأمامي للتردد الراديوي والبنية التحتية

يُستخدم رقم الجدارة (G/T) كمعلمة للأداء العام لسلسة الاستقبال، وفيما يلي مواصفات الحد الأدنى لأرقام الجدارة في مركز النطاق بالنسبة لترددات مختلفة:

- النطاق C، استقطاب خطي، 3 625 MHz إلى 4 200 MHz: 27,8 dB/K
- النطاق C، (التذييل **30B**) استقطاب خطي، 4 500 MHz إلى 4 800 MHz: 26,8 dB/K
- النطاق C، استقطاب دائري، 3 625 MHz إلى 4 200 MHz: 27 dB/K
- النطاق Ku، استقطاب خطي، 10 700 MHz إلى 12 750 MHz: 30,9 dB/K
- النطاق Ka، استقطاب دائري، 17 700 MHz إلى 21 200 MHz: 27,2 dB/K

جميع معدات القياس موصولة بقاعدة زمنية مرجعية واحدة تبلغ 10 MHz، مع دقة تبلغ 2×10^{-11}

2 المهام

1.2 عمليات قياس وتحليل المعلمات التقنية

صُممت محطة المراقبة الراديوية الفضائية لإجراء قياسات وفقاً لتوصيات الاتحاد والكتيب بشأن مراقبة الطيف.

والمعلمات الرئيسية التي يتم رصدها هي: القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) (dBW)، والتردد (MHz)، وعرض النطاق (MHz) للإشارات المرسلة من الساتل إلى المحطة الأرضية. ويمكن أيضاً توفير القيم المستمدة من القياسات مثل كثافة تدفق القدرة (pfd).

الدقة القصوى التي يمكن تحقيقها:

- القدرة المشعة المكافئة المتناحية على الوصلة الهابطة: الخطأ المسموح به يبلغ ±1,0 dB، من أجل الحد الأدنى لنسبة الإشارة إلى الضوضاء البالغ 12 dB. اختلاف يمكن أن يصل حتى ±0,3 dB في القياسات المتتالية.
- قياس التردد: الخطأ المسموح به يبلغ ±1% من عرض نطاق الإشارة من أجل موجة حاملة بنسبة إشارة إلى الضوضاء قدرها 15 dB.
- قياس عرض النطاق: الخطأ المسموح به يبلغ ±1% من عرض نطاق الإشارة من أجل موجة حاملة بنسبة إشارة إلى الضوضاء قدرها 12 dB.
- استجابة التردد: الحد الأقصى للاختلاف يبلغ ±1 dB لكل 36 MHz و±2,5 dB في النطاق بأكمله.

ويتمتع النظام أيضاً بالقدرة على إجراء القياسات التالية: Eb/N_0، ومعدل الرمز، والنسبة C/N، والنسبة C/N_0. ويقوم أيضاً بوظيفة الكشف عن الإشارات الرقمية وتوصيفها وعرض مخطط الكوكبة بيانياً، ونمط التشكيل المستخدم وشفرة تصحيح الأخطاء.

فيما يتعلق بالتشكيل وتصحيح الأخطاء، يمكن للمحطة التعرّف على التشكيلات وشفرات تصحيح الأخطاء التالية:

- مخططات التشكيل: BPSK، QPSK، 8-PSK، 16QAM، 16APSK.
- شفرات تصحيح الأخطاء: (شفرة ريد–سولومون) RS، CV (شفرات تلافيفية)، LDPC (شفرات اختبار التعادلية منخفض الكثافة.

وبإمكان المحطة EMSAT أن تحدد تلقائياً الإشارات المسببة للتداخل، وتقوم بوظيفة كشف وقياس الإشارات التي يقل مستواها عن مستوى الموجة الحاملة. وتسمح هذه الوظيفة للنظام بترشيح إشارات محددة مسببة للتداخل ضمن عرض نطاق الموجة الحاملة أو إشارات بمستوى أقل من عتبة ضوضاء محلل الطيف.

وأخيراً، يقوم النظام بوظيفة مخطط الطيف بالإضافة إلى وظيفة محلل الطيف مع دقة لا تقل عن 10 Hz.

2.2 عمليات تحديد الموقع الجغرافي

بغية تنفيذ عمليات تحديد الموقع الجغرافي وهي عمليات ضرورية للحالات المتعلقة بالتداخل على الوصلة الصاعدة أو تشغيل المحطات الأرضية غير المرخصة، تستخدم المحطة EMSAT التابعة لوكالة Anatel تقنيتَي TDOA (اختلاف زمن الوصول) وFDOA (اختلاف تردد الوصول).

ويمكن الحصول على نتائج التحديد الراديوي للموقع بطرقتين مختلفتين. واعتماداً على خصائص الإشارة المستهدفة، يمكن الحصول على نتائج تحديد الموقع الجغرافي باستخدام التقنيتَين TDOA وFDOA، أو تقنية واحدة فقط (TDOA أو FDOA). فعلى سبيل المثال، لتحديد موقع مصادر إشارات الموجة المستمرة، تستخدم محطة EMSAT تقنية FDOA فقط أثناء عملية تحديد الموقع الجغرافي.

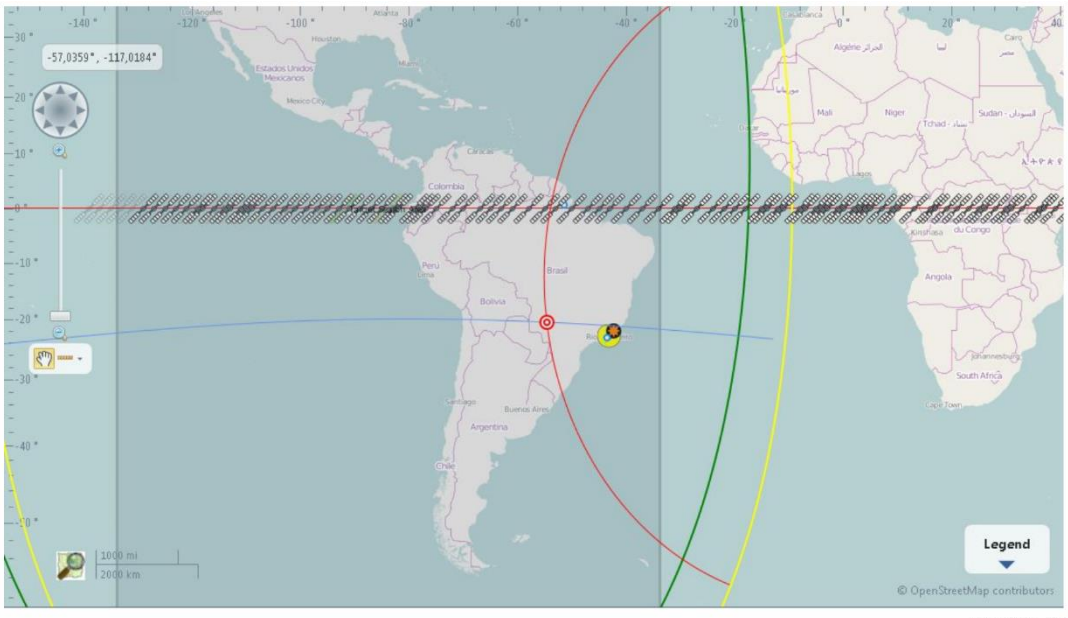
وكما هو مبين في الفقرة 3.1، تتطلب عمليات تحديد الموقع الجغرافي التي تقوم بها محطة EMSAT إجراء قياسات متزامنة على الوصلة الهابطة للإشارة المستهدفة، من خلال الحصول على إشارات الساتلَيْن المجاورَيْن، أي الساتل "المتأثر" (الذي يشار إليه باسم ساتل رئيسي) والساتل المجاور (الذي يشار إليه باسم ساتل ثانوي). وبشكل عام، يشير إهليلج تحديد الموقع الجغرافي الذي تنتجه منصة تحديد الموقع الجغرافي للمحطة EMSAT إلى منطقة البحث التي يُحتمل أن توجد فيها محطة الإرسال الأرضية.

وبعد نجاح عملية تحديد الموقع الجغرافي، تُقدم النتائج في خرائط رقمية ويمكن أيضاً تصديرها في نسق ملف KMZ مما يسمح بإجراء مزيد من الدراسات المتصلة بمعالجة البيانات الجغرافية. وأحد أنواع التحاليل ذات الصلة التي يمكن إجراؤها هو تراكب إهليلج تحديد الموقع الجغرافي مع المحطات الأرضية داخل منطقة البحث التي من المرجح أن تسبب التداخل، والتي يمكن تصديرها من قاعدة البيانات الخاصة بمنح التراخيص لوكالة Anatel.

وتعرض الأشكال التالية أمثلة لإهليلج تحديد الموقع الجغرافي.

الشكل 25

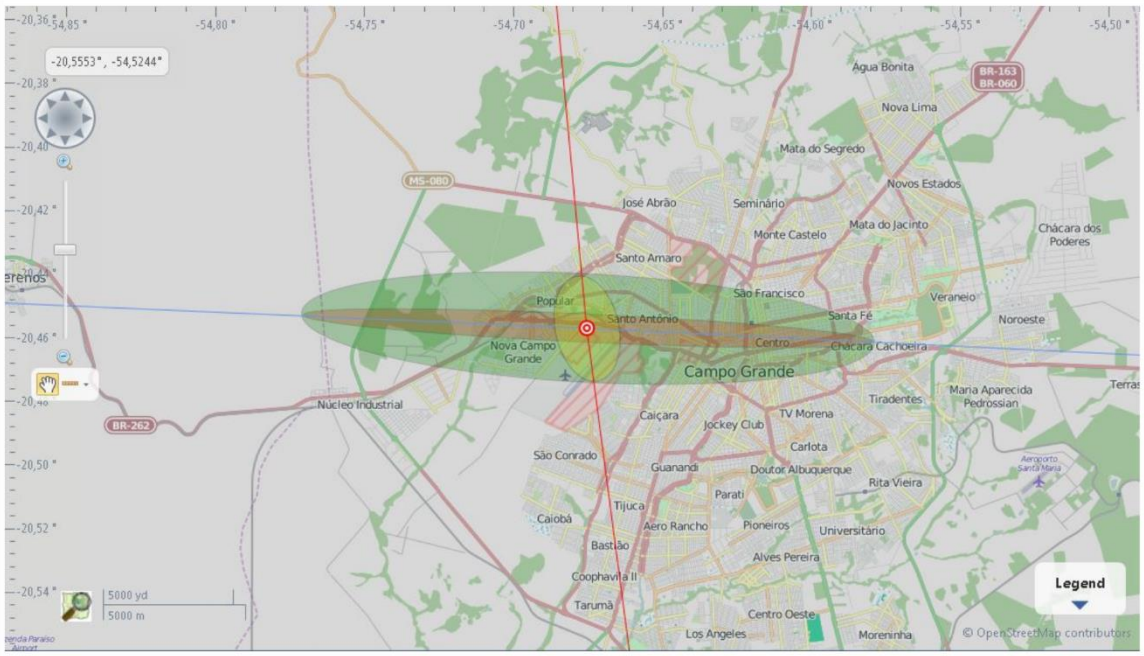
نتائج تحديد الموقع الجغرافي (خطوط TDOA وFDOA والإشارة إلى الهدف)



SM.2182-23

الشكل 26

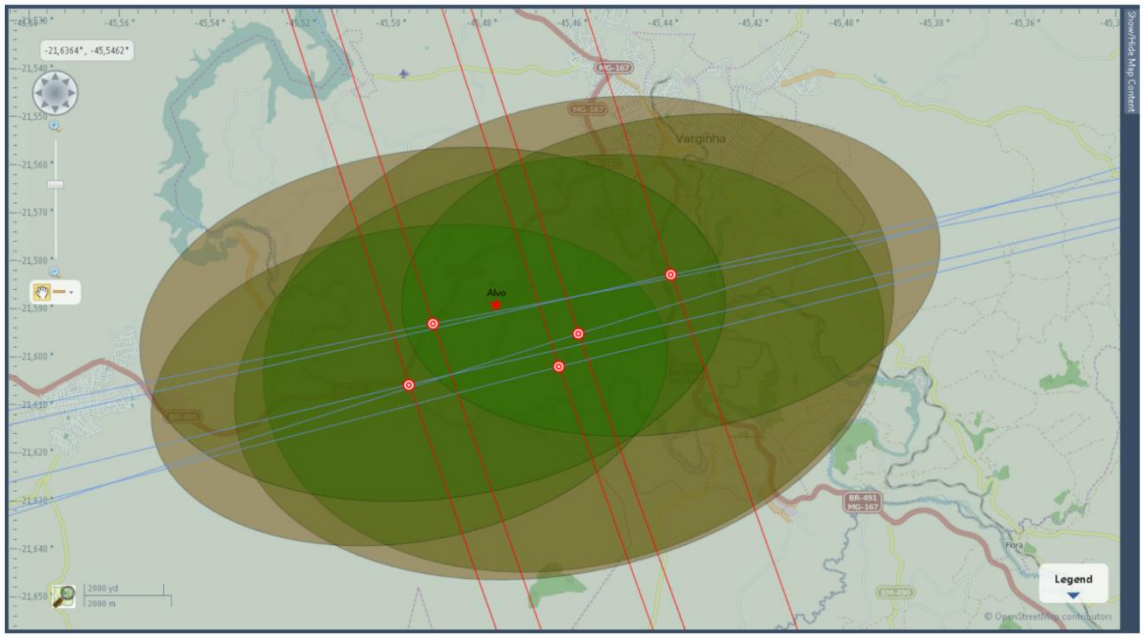
نتائج تحديد الموقع الجغرافي (إهليلجيات تحديد الموقع الجغرافي)



SM.2182-24

الشكل 27

نتائج تحديد الموقع الجغرافي
(إهليلجيات تحديد الموقع الجغرافي تتكرر خمس مرات وتقترب من نفس المنطقة)



SM.2182-25

3 ساعات العمل ومعلومات الاتصال

ساعات العمل: من الساعة 12:00 إلى الساعة 20:00 بالتوقيت العالمي المنسق من يوم الاثنين إلى يوم الجمعة (من الساعة 09:00 إلى الساعة 17:00 بالتوقيت المحلي في برازيليا، التوقيت العالمي المنسق –03:00).

البريد الإلكتروني: msat@anatel.gov.br و er-2@anatel.gov.br.

الفاكس: 2244-2312 61 55+ (الاستشارة الدولية لوكالة Anatel) و2670-2312 61 55+ (شعبة الطيف والمدارات والإذاعة بوكالة Anatel).

الملحق 9

مرافق المراقبة الراديوية الفضائية بسلطنة عمان
هيئة تنظيم الاتصالات (TRA)

1 عرض عام

تَتبَع محطة المراقبة الراديوية الفضائية (SRMS) هيئة تنظيم الاتصالات (TRA)، المسؤولة عن إدارة الطيف ومراقبته بسلطنة عمان. وتقع المحطة في مسقط على بعد 7 km تقريباً من مقرّ الهيئة الرئيسي وعلى نفس البُعد تقريباً، كذلك، من مطار مسقط الدولي. وقد افتُتحت المحطة رسمياً في 17 يناير 2018.

ويتألف مرفقا المحطة الرئيسيان من مبنى رئيسي ومزرعة للهوائيات، مُنشأة على أعلى ناحية من الموقع توفر للمحطة أفضل مستوى لرؤية القوس المداري. وتستطيع المحطة مراقبة السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض والسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، وتُجري قياسات في نطاقات الترددات C وKu وX وKa وL وS.

الشكل 28

موقع محطة المراقبة الراديوية الفضائية

SM.2182-26

2 الوظائف

فيما يلي الوظائف الرئيسية لمحطة المراقبة الراديوية الفضائية:

- التحكم في استخدام الطيف الترددي والموارد الطيفية بالتحقق من مدى تقيُّد مستخدميهما بالتراخيص التي منحتها إياهم هيئة تنظيم الاتصالات.
- مراقبة الإشارات الراديوية في الخدمات الفضائية، وقياسها.
- الكشف عن أي استخدام غير مشروع.
- حسم مسائل التداخل الضار وإزالته.
- دعم الأنشطة الوطنية المتصلة بالخدمات الفضائية.
- التنسيق الدولي مع الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) والهيئات التنظيمية الأخرى بشأن مسائل التداخل.

3 خصائص النظام

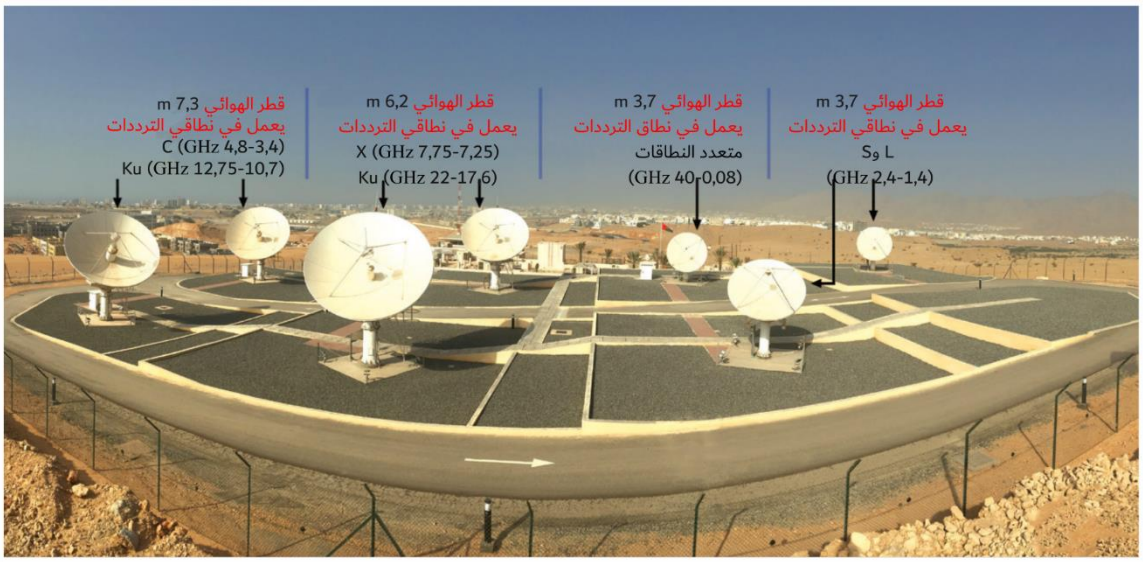
الإحداثيات الجغرافية للمحطة: 23º33'09.37" شمالاً 58º19'59.76" شرقاً

القوس المرئي من مدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض: 16º غرباً إلى 133º شرقاً

تشتمل المحطة على سبعة هوائيات بالتفاصيل التقنية التالية:

الشكل 29

مزرعة الهوائيات بمحطة المراقبة الراديوية الفضائية



SM.2182-27

الهوائي				نطاق الترددات	الاستقطاب		مدى زاويتي السَّمت والارتفاع (AZI) (ELE)
الاسم	الحجم	النمط	نمط التتبُّع				
الهوائي_ 1 (ثانوي)	m7,3	متحرك الرأس	التتبُّع التدرجي، والتتبُّع بأنظمة IESS، والتتبُّع بأنظمة Norad	**C:** GHz 4,8-3,4	خطي	دائري	AZI = 94º – 266º
				Ku: GHz 12,75-10,7	خطي	-	ELE = 5º – 88º
الهوائي_ 2 (رئيسي)	m7,3	متحرك الرأس	التتبُّع التدرجي، والتتبُّع بأنظمة IESS، والتتبُّع بأنظمة Norad	**C:** GHz 4,8-3,4	خطي	دائري	AZI = 94º – 266º
				Ku: GHz 12,75-10,7	خطي	-	ELE = 5º – 88º
الهوائي_ 3 (ثانوي)	m6,2	متحرك الرأس	التتبُّع التدرجي، والتتبُّع بأنظمة IESS، والتتبُّع بأنظمة Norad	**X:** GHz 7,75-7,25	-	دائري	AZI = 94º – 266º
				Ka: GHz 22-17,6	خطي	دائري	ELE = 5º – 88º
الهوائي_ 4 (رئيسي)	m6,2	متحرك الرأس	التتبُّع التدرجي، والتتبُّع بأنظمة IESS، والتتبُّع بأنظمة Norad	**X:** GHz 7,75-7,25	-	دائري	AZI = 94º – 266º
				Ka: GHz 22-17,6	خطي	دائري	ELE = 5º – 88º
الهوائي_ 5 (متعدد النطاقات)	m3,7	كامل الحركة	التتبُّع التدرجي، والتتبُّع بأنظمة IESS، والتتبُّع بأنظمة Norad	**النطاق–1:** GHz 1,3-0,08	خطي	-	AZI = 5º – 355º ELE = 5º – 85º
				النطاق–2: GHz 18-1	خطي	دائري	
				النطاق–3: GHz 40-18	خطي	-	
الهوائي_ 6 (ثانوي)	m3,7	كامل الحركة	التتبُّع التدرجي، والتتبُّع بأنظمة IESS، والتتبُّع بأنظمة Norad	**L:** GHz 2,15-1,4	-	دائري	AZI = 5º – 355º
				S: GHz 2,4-2,1	-	دائري	ELE = 5º – 85º
الهوائي_ 7 (رئيسي)	m3,7	كامل الحركة	التتبُّع التدرجي، والتتبُّع بأنظمة IESS، والتتبُّع بأنظمة Norad	**L:** GHz 2,15-1,4	-	دائري	AZI = 5º – 355º
				S: GHz 2,4-2,1	-	دائري	ELE = 5º – 85º

وبإمكان المحطة إجراء قياسات لمراقبة الطيف باستخدام أي من الهوائيات السبعة المذكورة أعلاه. غير أنه يلزم لإجراء القياسات المحدِّدة للمواقع الجغرافية استخدام أزواج من الهوائيات بالتزامن على النحو التالي:

- يمكن استخدام الهوائيَّين 1 و2 في نطاقي الترددات C وKu.
- يمكن استخدام الهوائيَّين 3 و4 في نطاقي الترددات X وKa.
- يمكن استخدام الهوائيَّين 6 و7 في نطاقي الترددات L وS.

4 هيكل محطة المراقبة الراديوية الفضائية

تتألف محطة المراقبة الراديوية الفضائية العُمانية التابعة لهيئة تنظيم الاتصالات من عشرة أنظمة فرعية.

1.4 الهوائيات

تتألف من سبعة هوائيات استقبال ساتلية بأقطار ومواصفات تقنية مختلفة على النحو المشار إليه في الفقرة 3 أعلاه.

2.4 النظام الفرعي لأجهزة التشخيص والتحكم في المحطة ولتسديد الهوائيات نحو المواضع المدارية الساتلية

هذا النظام الفرعي هو النظام المسؤول عن مراقبة جميع مكونات محطة المراقبة الراديوية الفضائية والتحكم في هذه المكونات عن بُعد. ويتألف من عنصرين أساسيين؛ يُعنى الأول بمراقبة تجهيزات المحطة الأرضية والتحكم فيها، كوحدة التحكم في الهوائي (ACU)، والمضخِّم المنخفض الضوضاء (LNA)، والمبدِّلات والمحوِّلات الخافضة للكتل الترددية (BDC)، بينما يُعنى العنصر الثاني بمراقبة تجهيزات الشبكة (كمبدِّل الشبكة وجدار الحماية والمخدِّم ومحطة العمل). وفي حال وقوع أي مشاكل أو أعطال في محطة المراقبة الراديوية الفضائية، يُصدر هذا النظام الفرعي إنذارات/إشعارات للمشغِّل. فضلاً عن ذلك، يُتيح هذا النظام الفرعي تسديد الهوائي، إما يدوياً أو تلقائياً، نحو جميع المواضع المدارية ضمن القوس المرئي.

3.4 النظام الفرعي لرصد الإشارات الساتلية والكشف عنها وتحديد خصائصها

يراقب هذا النظام الفرعي الإشارات الراديوية المستقبَلة من السواتل، ويحللها، ويحدد مواصفاتها التقنية. وباستخدام برمجيته، يمكن قياس المعلمات التقنية التالية:

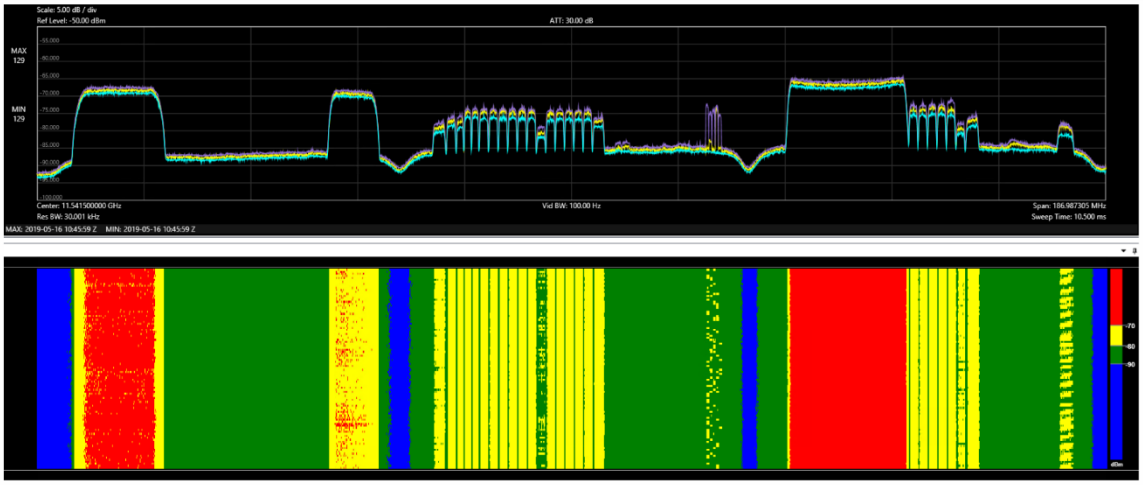
- التردد المركزي (MHz)
- عرض النطاق (kHz)
- معدل الرموز (kBS)
- معدل البيانات (kBS)
- القدرة المشعة المتناحية الفعالة — E.I.R.P. (dBW)
- النسبة موجة حاملة إلى ضوضاء – C/N (dB)
- كثافة الموجة الحاملة إلى الضوضاء – C/N_o (dB)
- النسبة موجة حاملة إلى تداخل – C/I (dB)
- نسبة طاقة البتَّة إلى الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء – E_bN_o (dB)
- نسبة طاقة الرمز إلى الكثافة الطيفية لقدرة الضوضاء E_sN_o (dB)
- نمط التشكيل
- معيار الموجة الحاملة
- التشفير الداخلي والخارجي
- معدل الخطأ في البتَّات — BER.

كما يمكن حساب كثافة تدفق القدرة (pfd).

ولتحديد الموجات الحاملة للترددات، تستطيع هذه البرمجية إجراء مسح للمرسلات المستجيبات الساتلية وتعرض النتائج باستخدام مخططات طيفية. ويمكن بعدئذ مضاهاة النتائج بقاعدة البيانات القائمة لتحديد الموجات الحاملة المكتشَفة.

الشكل 30

مخطط طيفي للمرسلات المستجيبات المستقبلة



SM.2182-28

ويسمح هذا النظام باستقبال الإشارات الساتلية المتباينة الاستقطاب في آن واحد.

الشكل 31

استقبال استقطابين متباينين

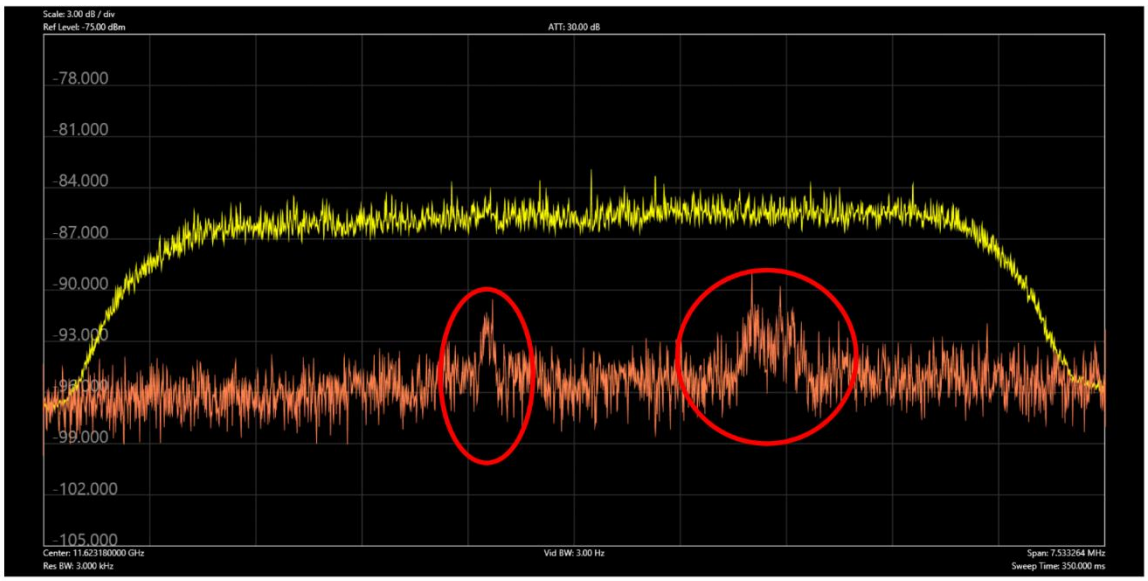
(ملاحظة: الاستقطاب الرئيسي= الأثر الأصفر، الاستقطاب المتعامد= الأثر البنفسجي)

SM.2182-29

ويمكن لهذا النظام أيضاً تحديد الإشارات المسبِّبة للتداخل المخفيَّة تحت الموجة الحاملة الرئيسية، باستخدام تقنية تحليل ما تحت الموجات الحاملة.

الشكل 32

تحليل الموجات المخفيَّة



SM.2182-30

كما يتيح هذا النظام الفرعي تنفيذ المهام التالية:

- إنشاء قاعدة بيانات ساتلية مع معلماتها التقنية، الأمر الذي ييسِّر مهمة إعداد عملية القياس ويسرِّعها.
- تخزين نتائج القياسات ومضاهاتها بالقياسات السابقة أو ببيانات المستخدِمين المرخص لهم المتاحة في قاعدة البيانات.
- إجراء عمليات مسح يدوية أو مؤتمتة للمرسلات المستجيبات الساتلية وقياسات لشغل الطيف.
- مُعايرة مسارات الترددات الراديوية في الهوائيات باستخدام وحدة مُعايرة الإضافة الضوضائية، التي يمكنها التحكم في مصادر متعددة للإضافة الضوضائية بهوائيات عديدة.

4.4 نظام تحديد موقع المرسِل (تحديد الموقع الجغرافي)

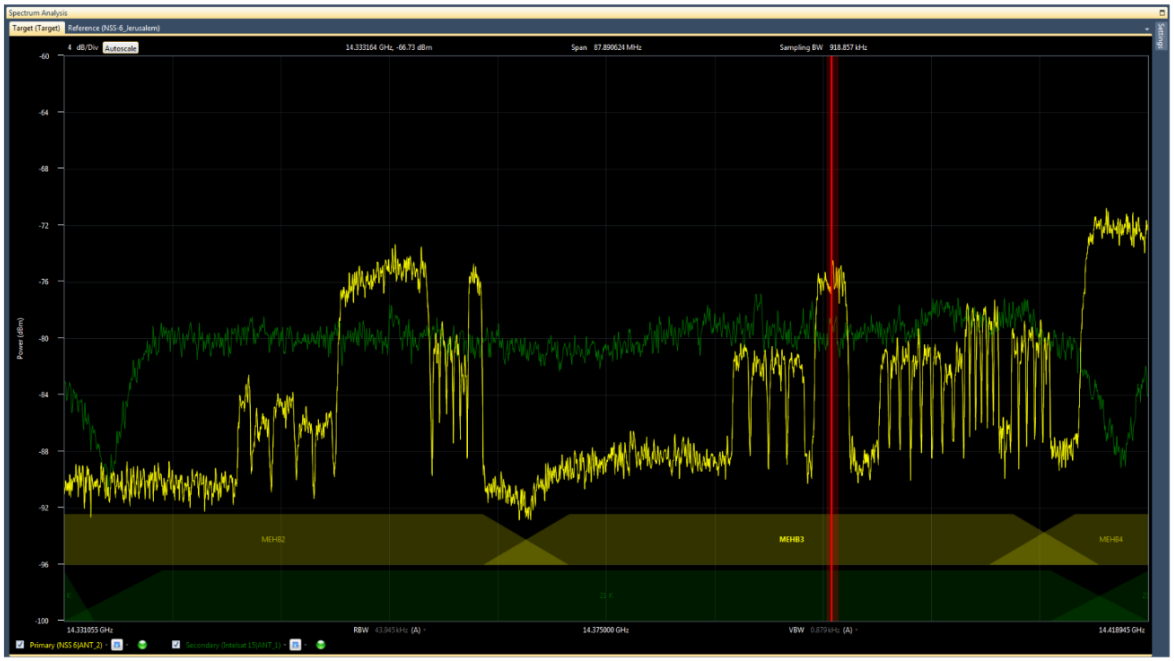
إن نظام تحديد موقع المرسِل هو نظام فرعي يحدد الموقع الجغرافي للمحطة الأرضية المسبِّبة للتداخل من الوصلة الصاعدة للساتل أو المرسِلة دون تصريح قانوني (أي أنه استخدام غير مشروع). ولتحديد موقع الإشارة الصادرة، يستخدم هذا النظام تقنيتي الفارق الزمني في الورود (TDOA) والفارق الترددي في الورود (FDOA). ويقتضي ذلك مراقبة الوصلة الهابطة المحتوية على الإشارة الهدف من ساتلين متجاورين يُعرفان بالساتل الرئيسي (أي الساتل المتعرِّض للتداخل) والساتل الثانوي، المجاور لذلك الرئيسي. وكما ذُكر في الفقرة 3، يُستخدم لإجراء عمليات تحديد الموقع الجغرافي هوائيان يعملان في نطاقات الترددات ذاتها.

وبإمكان هذا النظام الفرعي تصحيح المعلمات التقويمية الفلكية للساتل لزيادة درجة دقة نتائج عمليات تحديد الموقع الجغرافي، ويُتيح إنشاء قاعدة بيانات ساتلية لهذه العمليات خاصة به.

ويوضح الشكلان 33 و34 أدناه مثالين لنتائج عملية تحديد الموقع الجغرافي.

الشكل 33

يوضح الطيف المستقبَل من ساتل رئيسي (الأثر الأصفر) وساتل ثانوي (الأثر الأخضر)
(ملاحظة: يشير الخط الأحمر إلى الإشارة الهدف)



SM.2182-31

الشكل 34

يوضح نتيجة عملية تحديد الموقع الجغرافي على خريطة

SM.2182-32

5.4 وحدة المراقبة المتنقلة

يسمح هذا النظام الفرعي بمراقبة الإشارات الساتلية في الوصلة الصاعدة (الاتجاه أرض–فضاء) والوصلة الهابطة (الاتجاه فضاء–أرض) أيضاً.

ولإجراء عملية القياس في الوصلة الصاعدة، يستخدم هذا النظام الفرعي كلا من الهوائيات الشاملة الاتجاهات وتلك الاتجاهية التي تغطي مدى الترددات 0.8-40 GHz. ويمكن توسيع نطاق تغطية المراقبة بالاستعانة بسارية بطول 8,5 m، وذلك بزيادة ارتفاع الهوائيات البوقيَّة الاتجاهية بغرض إجراء القياسات في موضع أعلى ارتفاعاً. كما يمكن تسديد هذه الهوائيات في أي اتجاه لإجراء عملية القياس. وبعد أن ينجح هذا النظام الفرعي في تنفيذ عملية تحديد الموقع الجغرافي، فإنه يسمح بتحديد موقع الإرسال الذي يشكل استخداماً غير مشروع أو مصدر التداخل الراديوي القائم على الأرض.

وعن عملية القياس في الوصلة الهابطة، فيستطيع هذا النظام الفرعي إجراؤها باستخدام هوائي استقبال واحد يعمل في نطاقات الترددات C وX وKu وKa. ويمكن لهذه القياسات أن تكون مفيدة في حال عجز الحِزم النقطية الساتلية عن تغطية الهوائيات الرئيسية بمحطة المراقبة الراديوية الفضائية. ويُستخدم في هذه الوحدة المتنقلة كذلك النظامان الفرعيان المذكوران في الفقرتين 2.4 و3.4 بغرض التحكم في الأجهزة وتحديد خصائص الإشارات المستقبَلة وتحليلها أيضاً. كما يمكن فيها تسديد الهوائيات أوتوماتياً نحو الموضع المداري للساتل.

الشكل 35

وحدة المراقبة المتحركة

SM.2182-33

6.4 النظام الجوي غير المأهول (UAS)

يُستخدم النظام الفرعي المسمى بالنظام الجوي غير المأهول أو الطائرة دون طيار لتحديد موقع الاستخدام غير المشروع والتداخل الراديوي للإشارات في الوصلة الصاعدة (الاتجاه أرض–فضاء) في نطاقات الترددات L وC وX وKu وKa، في حال تعذر استخدام الوحدة المتنقلة نظراً إلى وجود قيود تضاريسية أو لعلوٍ ارتفاع زاوية الإرسال في هوائيات المحطة الأرضية.

7.4 المرسِل المرجعي

يعمل نظام تحديد المواقع الجغرافية، نمطياً، باستخدام الأجهزة المرسِلة المرجعية الانتهازية، وهي وصلات صاعدة ساتلية تجارية يُعلَن عن مواقعها وتردداتها للجمهور. بيد أنه بالنظر إلى عدم إمكانية التثبُّت من مواقع هذه الأجهزة، فهي عُرضة لتغيرات مثل تحريكها أو إعادة توليفها أو إعادة تخصيصها لسواتل مختلفة أو إزالتها من الهواء. ويسفر ذلك على وقوع المزيد من الأخطاء في المعلمات التقويمية الفلكية والأخطاء الانحيازية، الأمر الذي لا يجعل هذه الأجهزة المرسِلة الأداة المثلى لإجراء قياسات دقيقة بغرض تحديد المواقع الجغرافية. ولمعالجة هذا الخلل، يُستخدم مرسل مرجعي مخصص.

والمرسِل المرجعي (RE) هو جهاز إرسال فقط يبث إشارات منخفضة القدرة لاستخدامها كإشارات مرجعية. ولابد من استخدامه مقترناً بنظام تحديد المواقع الجغرافية للمساعدة في زيادة درجة دقة نتائج تحديد المواقع الجغرافية للإشارات المستقبَلة في النطاقات C وX وKu وKa. ويسمح هذا النظام الفرعي بالحيازة الأوتوماتية للساتل وبتسديد هوائي الإرسال أوتوماتياً نحو الموضع المداري المراد. ويمكن تحريك المرسِل المرجعي نحو أي موقع في عُمان، متى لزم الأمر، باستخدام وحدة المراقبة المتنقلة.

8.4 المراقبة بنظام الإذاعة الفيديوية الرقمية (DVB)

يتيح هذه النظام الفرعي عرض مصدر القنوات التلفزيونية الساتلية غير المخلطة، والتعرف عليه، وتعقُّبه.

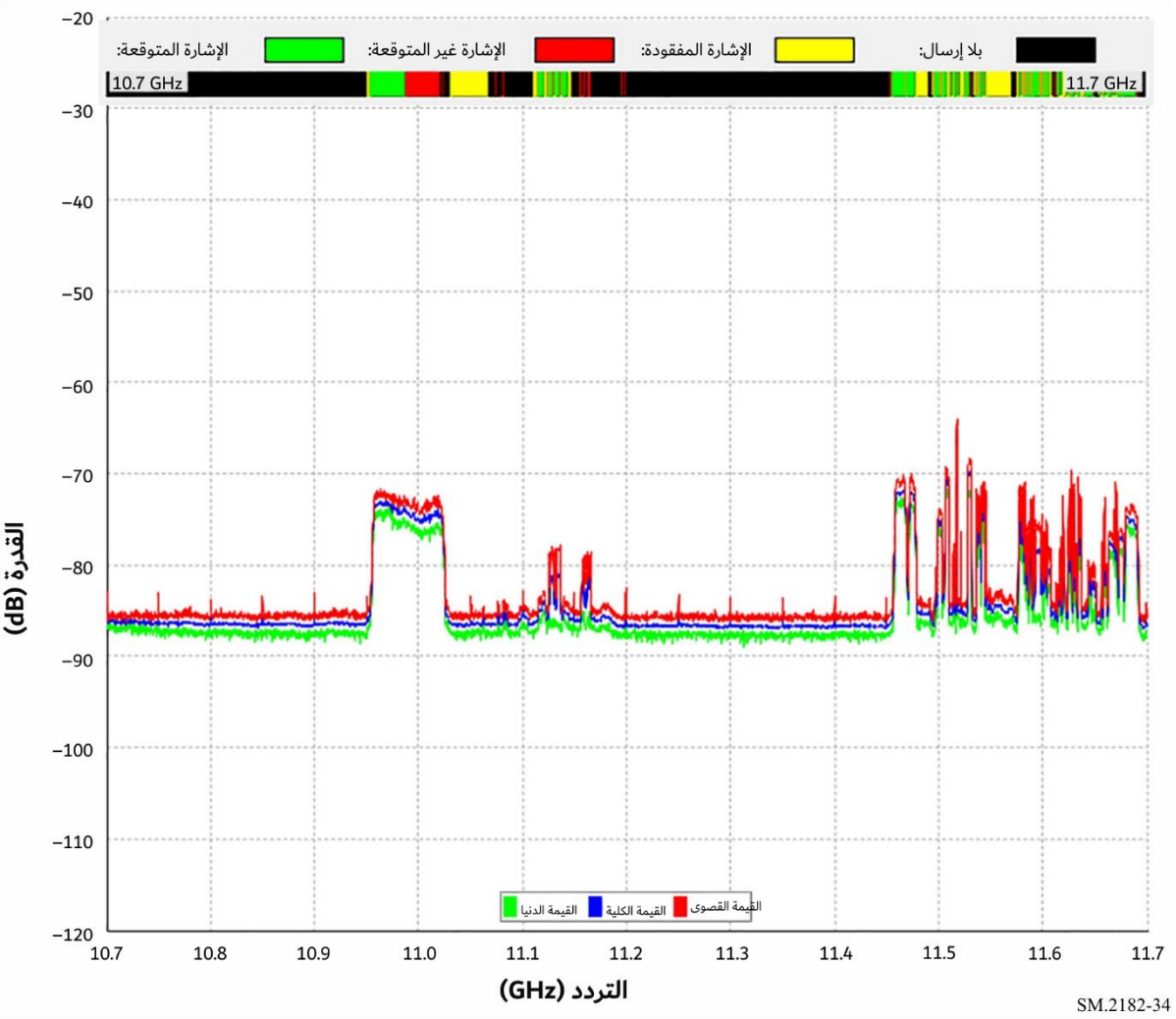
9.4 النظام الفرعي للتحقق من مدى التقيُّد بالتراخيص والتحقق من شغل المدار

يشكل هذا النظام نظاماً فرعياً مركزياً يجمع المعلومات من مختلف الأنظمة الفرعية الموضحة في الفقرات 2.4 و3.4 و4.4. ويُتيح للمشغِّلين تخطيط المهام وجدولتها زمنياً وتنفيذها وأتمتتها، وكذلك إعداد تقارير مختلفة.

ويسِّر هذا النظام الفرعي عمليتي التحقق من مدى توافق الاستخدامات الفعلية مع تراخيص الاتصالات الراديوية التي تمنحها هيئة تنظيم الاتصالات بعُمان، وقياس مدى شغل المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض. ويُتحقَّق من مدى التقيُّد بالتراخيص بالرصد الأوتوماتي للقدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) المتوقعة والتردد المركزي وعرض النطاق، بناءً على إجراء عملية قياس للوصلة الترددية الراديوية الهابطة. ويمكن إجراء مسح للمواقع المدارية للسواتل ومضاهاة نتائج قياس الطيف بالسواتل المعروفة في موضع مداري محدد. ويوضح الشكل 36 مثالاً لنتائج قياس الطيف بموقع مداري.

الشكل 36

يوضح مثالاً لنتائج قياس الطيف بموقع مداري



ويمكن جدولة كلتا المهمتين زمنياً بحيث تُنفَّذان أوتوماتياً. ويسمح هذا النظام الفرعي كذلك بحجز موارد الهوائيات لتنفيذ المهام المتمثلة في تحديد المواقع الجغرافية.

10.4 مسجِّل الطيف في النطاق L

هذا النظام هو نظام تسجيل وإعادة عرض في الوقت الفعلي يخزِّن طيف الإشارة المرغوبة وخصائصها التقنية.

5 المهام

فيما يلي المهام الرئيسية التي تنفذها محطة المراقبة الراديوية الفضائية:

- التحقق من مدى توافق الاستخدام الفعلي للطيف مع تراخيص الاتصالات الراديوية التي تمنحها هيئة تنظيم الاتصالات.
- قياس الإشارات الساتلية لتحديد المعلمات التقنية للإرسالات المستقبَلة.
- التحقق من صحة الإشارات الساتلية المستقبَلة لضمان توافقها مع أحكام لوائح الراديو (RR).

- إجراء قياسات محدِّدة للمواقع الجغرافية لتحديد مصدر التداخل للوصلة الصاعدة أو موقع الإشارات المجهولة، الذي قد يمثل عملية إرسال غير مشروعة.
- إجراء قياسات شغل الطيف لتحديد كيفية استخدام المحطات الساتلية فعلياً للطيف والمدارات، ومدى تطابقه مع البيانات المنسقة والمبلغ عنها والمسجلة لدى الاتحاد الدولي للاتصالات.
- دعم عملية تنسيق عمليات الإطلاق الوطنية للسواتل، بإجراء قياسات شغل الطيف بهدف تحديد الترددات، والخيارات المدارية، المناسبة.

6 ساعات العمل

تمتد ساعات العمل الاعتيادية (الأحد ~ الخميس) من الساعة 07:30 صباحاً إلى الساعة 15:00 مساءً (بتوقيت عُمان).

7 معلومات الاتصال

هيئة تنظيم الاتصالات
ص.ب.: 3555
ر.ب.: 111، السيب
سلطنة عمان

الهاتف: 56 2222 24 /40 2222 24 968+
الفاكس: 35 2222 24 968+
البريد الإلكتروني: alsawafi@tra.gov.om، saleh.hadrami@tra.gov.om

محطة المراقبة الراديوية الفضائية
ص.ب.: 3555
ر.ب.: 111، السيب
سلطنة عمان

الهاتف: 24036105/24036104 968+
الفاكس: 24036120 968+
البريد الإلكتروني: srms@tra.gov.om