

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Informe UIT-R SM.2182-2
(06/2019)

Instalaciones para la medición de las emisiones procedentes de estaciones espaciales geoestacionarias y no geoestacionarias

Serie SM
Gestión del espectro



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de los Informes UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REP/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión sonora
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radio astronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro

Nota: Este Informe UIT-R fue aprobado en inglés por la Comisión de Estudio conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2022

© UIT 2022

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

INFORME UIT-R SM.2182-2

Instalaciones para la medición de las emisiones procedentes de estaciones espaciales geostacionarias y no geostacionarias

(Cuestión UIT-R 232/1)

(2010-2017-2019)

ÍNDICE

	<i>Página</i>	
1	Introducción.....	6
2	Recursos orbitales de los satélites	6
3	Instalaciones de satélites.....	6
4	Conclusión.....	6
Anexo 1 – Instalaciones en Alemania de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales		7
1	Especificaciones descriptivas de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales	7
1.1	Descripción general	7
1.2	Funciones	7
1.3	Características del sistema	8
1.4	Parámetros de medición.....	10
2	Tareas.....	11
2.1	Supervisión de la ocupación del espectro.....	11
2.2	Mediciones de la posición	11
2.3	Mediciones de la interferencia.....	11
2.4	Comprobación previa al lanzamiento	12
3	Horas de funcionamiento.....	12
4	Dirección de contacto	12
Anexo 2 – Instalaciones en China de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales		16
1	Introducción general	16

2	Instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales en la estación de comprobación técnica de Pekín	16
2.1	Sistemas de comprobación técnica	16
2.2	Parámetros básicos de algunos de los equipos más frecuentemente utilizados..	20
2.3	Horas de funcionamiento y contacto	20
Anexo 3 – Instalaciones en Estados Unidos de América de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales Comisión Federal de Comunicaciones (FCC).....		22
1	Especificaciones de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales	22
1.1	Introducción	22
1.2	Descripción general	22
1.3	Funciones	23
1.4	Equipos	24
1.5	Características del sistema	25
2	Horas de funcionamiento e información de contacto	26
Anexo 4 – Instalaciones en la República de Corea de comprobación técnica espacial		26
1	Detalles del SRMC	26
1.1	Descripción general	26
1.2	Función	26
1.3	Características del sistema	27
1.4	Parámetros de medición.....	28
1.5	Sistema móvil de comprobación técnica radioeléctrica de satélites	29
2	Tareas.....	30
2.1	Mediciones de la órbita de los satélites geoestacionarios y de las características de transmisión	30
2.2	Examen detenido de las causas de la interferencia perjudicial de las ondas radioeléctricas	30
2.3	Presentación de los datos sobre la medición radioeléctrica del satélite.....	31
3	Horas de funcionamiento e información de contacto	31
3.1	Horas de funcionamiento	31
3.2	Información de contacto	31

Anexo 5 – Instalaciones en Japón de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales	32
1 Consideraciones generales.....	32
1.1 Historia	32
1.2 Cometido.....	32
1.3 Configuración del sistema	33
1.4 Principales atributos.....	33
1.5 Principales parámetros de medición	36
2 Principales operaciones	36
2.1 Medición y análisis de la posición orbital	36
2.2 Medición y análisis de varios parámetros radioeléctricos	37
2.3 Medición y análisis de la utilización de frecuencias	37
2.4 Medición y análisis de las emisiones radioeléctricas	38
2.5 Identificación de la fuente de interferencia en el enlace ascendente	39
3 Horas de funcionamiento.....	41
4 Dirección de contacto	41
Anexo 6 – Instalaciones en Ucrania de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales	41
1 Introducción general	41
2 Tareas principales de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales de Kiev	42
3 Estructura de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales de Kiev	42
3.1 Antenas	43
3.2 Subsistema para diagnóstico y control de los equipos terrenales	43
3.3 Subsistema para medir los parámetros de emisión del satélite.....	43
3.4 Subsistema para determinar el emplazamiento de las estaciones terrenas (geolocalización) y calcular las efemérides del satélite.....	44
4 Dirección de contacto	45
Anexo 7 – Instalaciones en Kazajstán de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales	46

Anexo 8 – Estación de comprobación técnica de radiocomunicaciones espaciales en Brasil Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Anatel)	49
1 Especificaciones de la estación de comprobación de radiocomunicaciones espaciales .	49
1.1 Introducción	49
1.2 Descripción general y funciones	50
1.3 Características del sistema	50
1.4 Interfaz RF e infraestructura	52
2 Tareas.....	53
2.1 Mediciones y análisis de parámetros técnicos	53
2.2 Operaciones de geolocalización	54
3 Horario e información de contacto	56
Anexo 9 – Instalaciones en la Sultanía de Omán de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales Autoridad de Reglamentación de las Telecomunicaciones (TRA).....	56
1 Descripción general	56
2 Funciones.....	57
3 Características del sistema.....	57
4 Estructura de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales	59
4.1 Antenas	59
4.2 Subsistema de diagnóstico y control de los dispositivos de la estación y de orientación de las antenas hacia las posiciones orbitales de los satélites	59
4.3 Subsistema de comprobación técnica, detección y caracterización de señales de satélite	59
4.4 Sistema de localización del transmisor (localización geográfica).....	61
4.5 Unidad móvil de comprobación técnica	62
4.6 Sistema de aeronaves no tripuladas (SANT).....	63
4.7 Emisor de referencia	64
4.8 Comprobación técnica de DVB	64
4.9 Subsistema de verificación de licencias y comprobación del grado de ocupación de la órbita.....	64
4.10 Sistema de grabación de la banda L	65

Página

5	Tareas.....	65
6	Horas de funcionamiento.....	66
7	Información de contacto	66

1 Introducción

Las tareas de los servicios de comprobación técnica radioeléctrica relativas a las emisiones de las estaciones espaciales situadas en la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG) y en la órbita de los satélites no geoestacionarios (no OSG) son en principio las mismas que para los servicios terrenales. Sin embargo, la comprobación técnica de las emisiones procedentes de estaciones terrenales y de estaciones espaciales es diferente en términos de técnica y métodos. Este Informe proporciona información sobre las instalaciones de comprobación técnica espacial explotadas por las autoridades de reglamentación de las telecomunicaciones de todo el mundo.

2 Recursos orbitales de los satélites

Los intervalos orbitales para los satélites geoestacionarios constituyen un recurso valioso y escaso y, por consiguiente, es de gran utilidad para los departamentos de gestión del espectro de las administraciones el conocimiento del estado operacional de los satélites geoestacionarios inscritos en el Registro Internacional de Frecuencias de la UIT (MIFR).

Las órbitas de los satélites no geoestacionarios (no OSG) presentan retos adicionales ya que los satélites siempre se están desplazando en su plano orbital y, por tanto, no es fácil supervisarlos.

Debe entenderse que la necesidad de localizar y eliminar la interferencia perjudicial causada a las estaciones espaciales y procedente de las mismas puede ser importante para que las administraciones bajo cuya jurisdicción no se han notificado satélites puedan resolver los casos de interferencia terrenal en que intervienen satélites.

3 Instalaciones de satélites

Ya existen en varias partes del mundo diversas estaciones terrenales de comprobación técnica explotadas por las autoridades de reglamentación de las telecomunicaciones que son capaces de recopilar datos relativos a las emisiones radiadas desde las estaciones espaciales. Algunas de ellas están equipadas con los denominados sistemas de localización del transmisor que permiten la geolocalización de las fuentes de interferencia sobre la superficie de la Tierra que afectan a los satélites situados en el espacio.

Los retos técnicos que plantea el montaje y funcionamiento de estas estaciones de comprobación técnica, el enorme presupuesto necesario y, no menos importante, la necesidad de contar con operadores de estación de comprobación técnica con experiencia suficiente exige una estrecha cooperación entre estas estaciones.

4 Conclusión

En los Anexos se describen diversas instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales disponibles en todo el mundo explotadas por las autoridades de reglamentación de las telecomunicaciones para facilitar la mutua cooperación entre estas estaciones. Se indican los emplazamientos de estas instalaciones así como la información de contacto; estas estaciones pueden ayudar a otras administraciones a resolver casos de interferencia de satélites o realizar la comprobación técnica. Cada una de las estaciones presentadas puede cubrir una parte del arco geoestacionario en torno a su emplazamiento geográfico. Las instalaciones indicadas cubren toda la gama de arcos geoestacionarios.

NOTA 1 – Aunque un satélite esté «a la vista» de un emplazamiento de comprobación técnica concreto, los diagramas del haz del enlace descendente (huellas) del satélite geoestacionario y los trayectos de la órbita no OSG afectan a la comprobación técnica de las señales.

Anexo 1

Instalaciones en Alemania de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

Estación Leeheim de la German Bundesnetzagentur (Agencia de la Red Federal)

1 Especificaciones descriptivas de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

1.1 Descripción general

La estación de comprobación técnica de radiocomunicaciones espaciales de Leeheim pertenece a la «Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen» (Agencia de la Red Federal para la electricidad, el gas, las telecomunicaciones, correos y ferrocarriles) o más brevemente «Bundesnetzagentur»/«Agencia de la Red Federal».

Las responsabilidades de la Agencia incluyen la gestión y la comprobación técnica del espectro. La estación de comprobación técnica de Leeheim está situada a orillas del Rin, aproximadamente a 35 km al sudoeste de Frankfurt/Main. Sus antenas de movimiento completo, hasta 12 m de diámetro, están orientadas hacia satélites en órbita. Estas antenas no se dedican a transmisiones con fines comerciales. Constituyen el núcleo de una instalación utilizada para supervisar el espectro de frecuencias atribuido a los servicios de radiocomunicaciones espaciales y para detectar interferencia en las frecuencias empleadas por los satélites de comunicaciones.

1.2 Funciones

Ayuda a la planificación y la coordinación

Las observaciones generales de las órbitas revelan el uso real que hacen los servicios espaciales del espectro de frecuencias. Ello incluye las mediciones de ocupación del transpondedor del satélite y la determinación de las posiciones orbitales en la órbita de los satélites geoestacionarios.

Las observaciones específicas de ocupación de frecuencias, por ejemplo, conjuntamente con los procedimientos de coordinación de las radiofrecuencias, permiten detectar con anticipación la posible interferencia durante la etapa de planificación de los sistemas de satélites.

Los experimentos en funcionamiento real pueden apoyar la optimización de los modelos teóricos que facilitan el uso compartido de las frecuencias por los servicios espaciales y terrenales.

Herramienta para el posicionamiento y la explotación del satélite

Las observaciones realizadas previas al lanzamiento en las frecuencias de telemedida y seguimiento garantizan el posicionamiento correcto de los satélites geoestacionarios.

La supervisión de las emisiones del satélite, de la ocupación del transpondedor y de las posiciones del satélite es una herramienta indispensable que permite a las autoridades competentes verificar si un satélite funciona con las características previamente publicadas, coordinadas y notificadas internacionalmente.

El tratamiento de la interferencia permite la detección de las fuentes interferentes que de otra forma seguirán obstaculizando el adecuado funcionamiento de los servicios por satélite y terrenales.

Detección de las fuentes de interferencia en el enlace ascendente

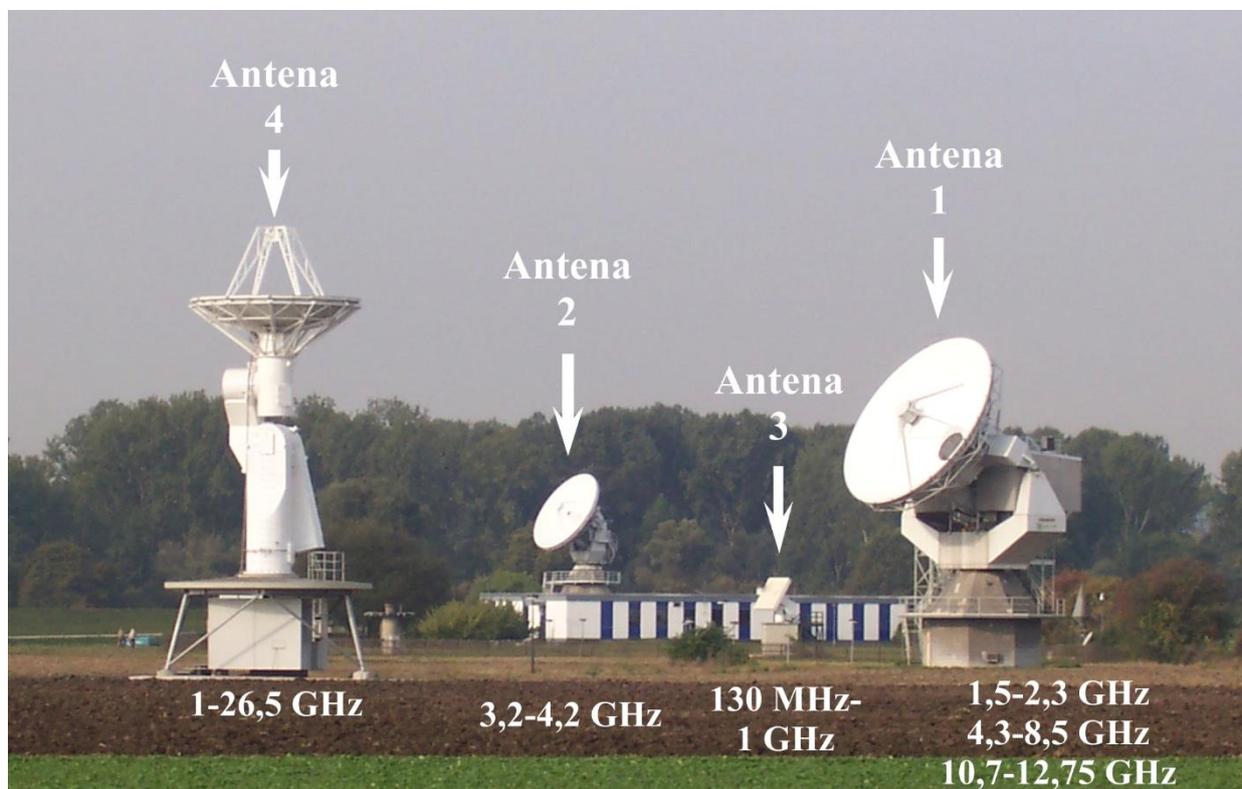
Los casos de interferencia en el enlace ascendente, es decir, cuando el satélite no es la fuente de interferencia sino la víctima, son cada vez más comunes. Como los usuarios han obtenido acceso directo a las capacidades del satélite, el número de estaciones terrenas ha aumentado rápidamente. Estas estaciones terrenas son la fuente principal de interferencia en el enlace ascendente, que puede ser causada por defectos técnicos y operacionales. También se han observado casos de uso ilícito de los transpondedores de satélite y de interferencia intencionada a los transpondedores. Las autoridades, los operadores y los usuarios deben enfrentarse a esta situación.

El sistema de comprobación técnica localiza las fuentes interferentes al recibir sus señales procedentes de dos trayectos distintos; es decir, a través del satélite interferido y de un satélite vecino. Las diferencias de tiempo y frecuencia de las señales recibidas en Leeheim se procesan a continuación para obtener las coordenadas geográficas del transmisor. Tan pronto como se determina el emplazamiento de la fuente interferente, puede eliminarse rápidamente la interferencia.

1.3 Características del sistema

Emplazamiento: 49°51'13" N 08°23'50" E

Arco geostacionario visible: 67° W a 83° E



SM.2182-Anexo1-01

Antena 1

La antena 1, que es una Cassegrain-haz-guiaondas de 12 m es una antena de banda ancha diseñada para cubrir la gama de frecuencias 1,0-13 GHz. Unos alimentadores estrechos con características optimizadas en las bandas 1,5-1,8 GHz y 2,1-2,3 GHz así como en la banda 10,7-12,75 GHz son un requisito previo para el llamado seguimiento por monoimpulso a fin de lograr una alta precisión en la puntería de la antena. Un reflector giratorio ajustable y un alimentador que puede desplazarse por deslizamiento sobre carril permite la conmutación entre las bandas de frecuencias.

El intervalo de frecuencias relativamente amplio de 4,3-8,5 GHz de la antena 1 no permite un seguimiento por monoimpulso. Sin embargo, dispone de capacidad de seguimiento preciso de la posición por ordenador en todas las bandas de frecuencias.

Antena 2

La antena 2 es una antena Cassegrain con un alimentador de banda estrecha en la gama de frecuencias 3,2-4,2 GHz y un diámetro de 8,5 m. Esta antena tiene por el momento una capacidad operacional limitada.

Antena 3

La antena 3 consiste en un cuadrado de 2,4 * 2,4 m compuesto de tres sectores de sistemas de dipolos de diferente tamaño que cubre en total la banda de frecuencias 130-1 000 MHz.

Antena 4

La antena 4 es una antena multibanda de foco principal de 7 m de diámetro que cubre la gama 1-26,5 GHz que consta de ocho subbandas solapándose ligeramente cada una de ellas con las subbandas vecinas. Los correspondientes sistemas de alimentación son en parte de dipolo cruzado y en parte de tipo bocina. El conjunto alimentador se encuentra situado en el foco del reflector parabólico. La asignación a una cierta subbandas se logra girando el conjunto.

Se trata de una antena montada en coordenadas X-Y especialmente adecuada para satélites no geoestacionarios que pasan por la vertical de la instalación.

Antena 5

La antena 5 es una antena de foco principal de 3 m con un alimentador log-periódico de banda amplia en la gama 1-26,5 GHz y se emplea fundamentalmente en la banda Ka entre 17,7 y 21,2 GHz. La antena tiene un montaje de tipo pedestal únicamente para el arco geoestacionario.

Antenas omnidireccionales

La estación dispone también de antenas omnidireccionales a fin de observar simultáneamente todas las emisiones procedentes del cielo en una cierta banda de frecuencias; por ejemplo, de un sistema multisatélite. La gama de frecuencias es 100-2 500 MHz.

Seguimiento de antena controlado por ordenador

El seguimiento de antena controlado por ordenador de las antenas 1, 3 y 4 permite realizar el seguimiento de satélites geoestacionarios y no geoestacionarios mediante los denominados «elementos de dos líneas».

Parámetros de antena

En el Cuadro 1 figura un resumen de los parámetros de las antenas 1 a 5.

Sistema de localización del transmisor

El sistema de localización del transmisor está diseñado para identificar el emplazamiento de los transmisores radioeléctricos en la Tierra. El concepto consiste en determinar los parámetros del triángulo constituido por el transmisor deseado y dos satélites realizando mediciones de tiempo y frecuencia. El sistema funciona mediante dos antenas de comprobación técnica que operan en las mismas bandas de frecuencias.

La constelación de medición está constituida por la combinación de la antena 1 con la antena 4, la combinación de la antena 2 con la antena 4 o la combinación de la antena 5 con la antena 4 junto con el satélite interferido y un satélite adyacente.

En la Fig. 1 se representa un ejemplo de los resultados de tales mediciones.

Transmisor de referencia del sistema de localización del transmisor

Las cuatro unidades del transmisor de referencia transmiten señales de referencia destinadas al sistema de localización del transmisor y también pueden emplearse para calibrar la corrección de los elementos orbitales del satélite. Ello permite efectuar mediciones autónomas que no se basan en datos orbitales, posiblemente insuficientes, y en emisiones de referencia externas. Los transmisores también pueden funcionar en modo móvil en Alemania.

Las gamas de frecuencias del enlace ascendente son:

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

Gama de frecuencias

La gama de frecuencias de la estación abarca desde 130 MHz hasta 26,5 GHz sin ningún intervalo vacío.

El funcionamiento del sistema de localización del transmisor se limita a las frecuencias disponibles en las antenas 1, 2 y 5. Cubren todas las bandas del servicio fijo por satélite (espacio-Tierra) hasta 21,2 GHz. En concreto, las bandas de frecuencias son las siguientes: 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.

Registrador del espectro de frecuencias

El registrador del espectro de frecuencias puede conectarse a cualquier antena de la estación. Pueden elegirse libremente seis bandas de frecuencias de hasta 100 MHz cada una. Los espectros de estas bandas pueden explorarse de forma cuasi-simultánea en modo compartición en el tiempo y mostrarse en espectrogramas.

Dispositivo para mediciones por debajo del ruido de fondo

Para medir las emisiones de baja densidad de flujo de potencia, se dispone de un método de comprobación técnica en el que el ruido de fondo puede suprimirse normalmente entre 12 y 15 dB. Ello se logra realizando múltiples mediciones de espectros sucesivos y digitalizando y procesando la señal. Este dispositivo permite mostrar espectros por debajo del ruido de fondo de una anchura de hasta 100 MHz, de acuerdo con la Recomendación UIT-R SM.1681.

1.4 Parámetros de medición

La estación puede medir o determinar características de la emisión tales como:

- la frecuencia;
- el desplazamiento por efecto Doppler;
- el espectro y la anchura de banda;
- la clase de emisión y el tipo de modulación;
- la polarización;
- la densidad de flujo de potencia en la anchura de banda de referencia;
- la densidad de flujo de potencia total;
- la p.i.r.e.

En el caso de emisiones de TV:

- las frecuencias subportadoras de sonido;
- la codificación;
- las fuentes de programa, etc.

Debido a las velocidades angulares suficientes en acimut y elevación de las cuatro antenas, estos parámetros pueden medirse incluso conjuntamente con satélites no geoestacionarios.

La estación puede medir y registrar huellas orbitales en la gama de frecuencias 1,5-1,8 GHz; 2,1-2,3 GHz y 10,75-12,75 GHz con seguimiento por monoimpulso.

2 Tareas

2.1 Supervisión de la ocupación del espectro

Supervisar la ocupación del espectro significa observar sistemáticamente el espectro de radiofrecuencias para lograr los siguientes objetivos:

- identificar las características básicas de todas las emisiones detectadas procedentes de estaciones espaciales;
- determinar si se rebasan los límites o si se producen desviaciones con respecto a los datos publicados, coordinados y/o notificados internacionalmente;
- obtener los datos sobre ocupación real de las bandas de frecuencias por las estaciones espaciales;
- determinar los datos sobre la ocupación real de las posiciones de la órbita de los satélites geoestacionarios por las estaciones espaciales.

Los resultados se almacenan en una base de datos y se complementan con registros del espectro para cada emisión controlada o para un conjunto de las mismas. En este formato (atlas de frecuencias: Cuadro 2) los resultados pueden utilizarse para realizar una comparación con los parámetros registrados, coordinados y notificados internacionalmente. Estas mediciones pueden efectuarse para la órbita de los satélites geoestacionarios y para las órbitas de los satélites no geoestacionarios.

2.2 Mediciones de la posición

Cuando la inclinación o la elasticidad de la órbita del satélite puede causar interferencia a un satélite vecino, debe medirse la traza de la posición ocupada. Esto se realiza con un seguimiento monoimpulso a lo largo de un periodo de 24 h. La traza de la posición ocupada se expresa en coordenadas geográficas (el punto subsatelital) o en una cuadrícula celeste.

2.3 Mediciones de la interferencia

Cuando se informa de la aparición de una interferencia es necesario realizar un análisis detallado de los datos correspondientes. Las mediciones iniciales pueden confirmar la queja de interferencia o pueden requerir una modificación de los datos comunicados. En principio, hay dos posibilidades: la fuente de interferencia se encuentra en el espacio o en la Tierra.

Si la fuente interferente está en el espacio, existen nuevamente dos posibilidades: un satélite conocido emite una señal no conforme a las características indicadas en la publicación, coordinación y/o notificación o la fuente es un satélite desconocido. Para identificar la fuente interferente en el espacio, es necesario realizar mediciones similares a las realizadas para determinar la ocupación, aunque el objetivo es distinto.

En caso de que la fuente de interferencia se encuentre en la Tierra y afecte al enlace descendente de un satélite, es necesario efectuar mediciones para determinar el emplazamiento del transmisor.

2.4 Comprobación previa al lanzamiento

Durante la fase previa al lanzamiento de un satélite, se supervisan las frecuencias utilizadas para telemetría, telemando y seguimiento con respecto a la órbita planificada.

Los resultados de las mediciones facilitan un lanzamiento más seguro y un posicionamiento más preciso del satélite.

3 Horas de funcionamiento

Las horas regulares de servicio de la estación de comprobación técnica de Leeheim son las siguientes:

Lunes a jueves 08.00 horas – 16.00 horas, hora local

Viernes 08.00 horas – 15.00 horas, hora local.

Debido a la flexibilidad de horarios, la estación también puede funcionar fuera de esas horas.

La estación de comprobación técnica de Leeheim permanece inactiva los días de fiesta.

4 Dirección de contacto

Bundesnetzagentur
Satelliten-Messstelle
D 64560 Riedstadt
Alemania

Durante las horas regulares de funcionamiento la estación es accesible por teléfono, fax y correo-e.

Tel.: +49 6158 940-0

Fax: +49 6158 940-180

Correo-e: Space.Monitoring@BNetzA.de

Fuera de las horas regulares de funcionamiento, un respondedor automático da las instrucciones pertinentes para comunicarse con un operador.

CUADRO 1

Parámetros de antena

Estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales de Leeheim

Parámetro	Antena 1				Antena 2*	Antena 3			Antena 4								Antena 5**
Banda de frecuencias GHz)	1,5-1,8	2,1-2,3	4,3-8,5	10,7-12,75	3,2-4,2	0,13-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	1,9-3,3	3,2-4,4	4,3-7,3	7,2-10,1	9,9-12,75	12,5-17,7	17,3-26,5	17,7-21,2
Tipo de antena	Movimiento completo en Az./El. Cassegrain guiaoonda de haz				Movimiento completo en Az./El., Cassegrain	Movimiento completo en Az./El. Sistema de dipolos plano			Movimiento completo montaje XY, foco principal								Montaje pedestal Az./El., foco principal
Tamaño de la antena	12 m Ø				8,5 m Ø	4 m ²	2 m ²	2 m ²	7 m Ø								3 m Ø
Polarización	LX LY	LX LY	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	RHC LHC	LX, LY	LX, LY	LX, LY	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC, LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY	LX, LY	LX, LY
Ajuste de la polarización	No	No	Sí	Sí	No	No			Sí								Sí
Ganancia de antena (dBi)	44	47	49-56	61-62	48-50	8-11	10-14	14-18	34-39	40-45	45-47	47-50	51-54	54-56	56-57	58-59	47-50
G/T (dB/K)	22	25	27-33	39-41	25-29	-			15-19	20-23	24-26	26-28	29-31	32-33	32-33	34-33	19-21
Velocidad angular	Az. 16°/s El. 3,5°/s				Az. 5°/s El. 5°/s	Az. 10°/s El. 10°/s			Eje X: 3,5°/s Eje Y: 3,5°/s								Az. 0,5°/s El. 0,5°/s
Aceleración	10°/s ²				5°/s ²	10°/s ²			3,5°/s ²								
Seguimiento de antena	Seguimiento mono-impulso	No	Seguimiento mono-impulso	Manualmente, seguimiento por programa	Manualmente	Manualmente, seguimiento por programa			Manualmente, seguimiento por programa								Manualmente
	Manualmente, seguimiento por programa																
Nivel de incertidumbre error cuadrático	1,6 dB (95% nivel de confianza)				No disponible	1,6 dB (95% nivel de confianza)			1,6 dB (95% nivel de confianza)								No disponible
Incertidumbre en frecuencia	1*10 ⁻¹² (norma de rubidio)																

* Disponibilidad operacional limitada.

** Operacional en 2009.

CUADRO 2

Ejemplo de atlas de frecuencias

RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN Y LA MEDICIÓN

Identificación de la estación		Resultados de la posición				
<1>	estación espacial: XYXYXSAT-1R	<110>	<190>	observación	fecha de la comprobación técnica AAMMDD	<191>
<2>	Administración responsable: XYZ	posición orbital [°]	elevación Leeheim [°]			distancia [km]
<3>	posición nominal: 15,5E	15,5E	32,47			

Señal	<115> frecuencia [MHz]	observaciones	<116> anchura de banda de la emisión	observaciones	<117> PFD [dBW]	observaciones	<118> p.i.r.e. [dBW]	observaciones	<119> polarización	observaciones	<131> ocupación	espectro AAMMDD: HHMM	Anexo	observación/registro AAMMDD-MMDD	Anexo
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=asignado, M=medido, O=observado, B=baliza asignada; N=sin asignación

Leyenda:

Disposiciones generalmente aplicables

El término «asignado» siempre se utiliza si los detalles observados de la estación espacial se inscriben en las publicaciones de la UIT y si las características medidas se adaptan a las características publicadas. Este término se emplea independientemente de las circunstancias reales.

Si se ha asignado la misma posición a varias estaciones espaciales y

Significado del código de ponderación

Cada una de las filas que comprende los resultados de las mediciones y observaciones contiene columnas adicionales con el encabezamiento «observaciones» tras las siguientes columnas:

- <110> Posición
 - <115> Frecuencia
 - <116> Anchura de banda de la emisión y características de la emisión
 - <117> DFP en la anchura de banda de referencia
 - <118> p.i.r.e.
 - <119> Polarización
 - <1> Nombre de la estación espacial.
- El nombre indicado es el especificado bajo <1>. A toda estación espacial desconocida se le asigna el nombre «DESCONOCIDA» complementado por una posición nominal ficticia.
- <2> Administración responsable
 - <8> Longitud geográfica nominal de la órbita del satélite geoestacionario, en grados. Los valores positivos y negativos indican posiciones al Este y al Oeste del meridiano de Greenwich, respectivamente

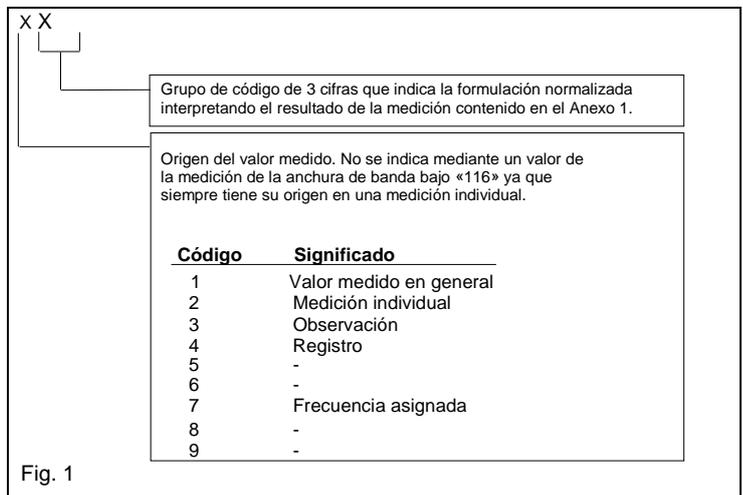


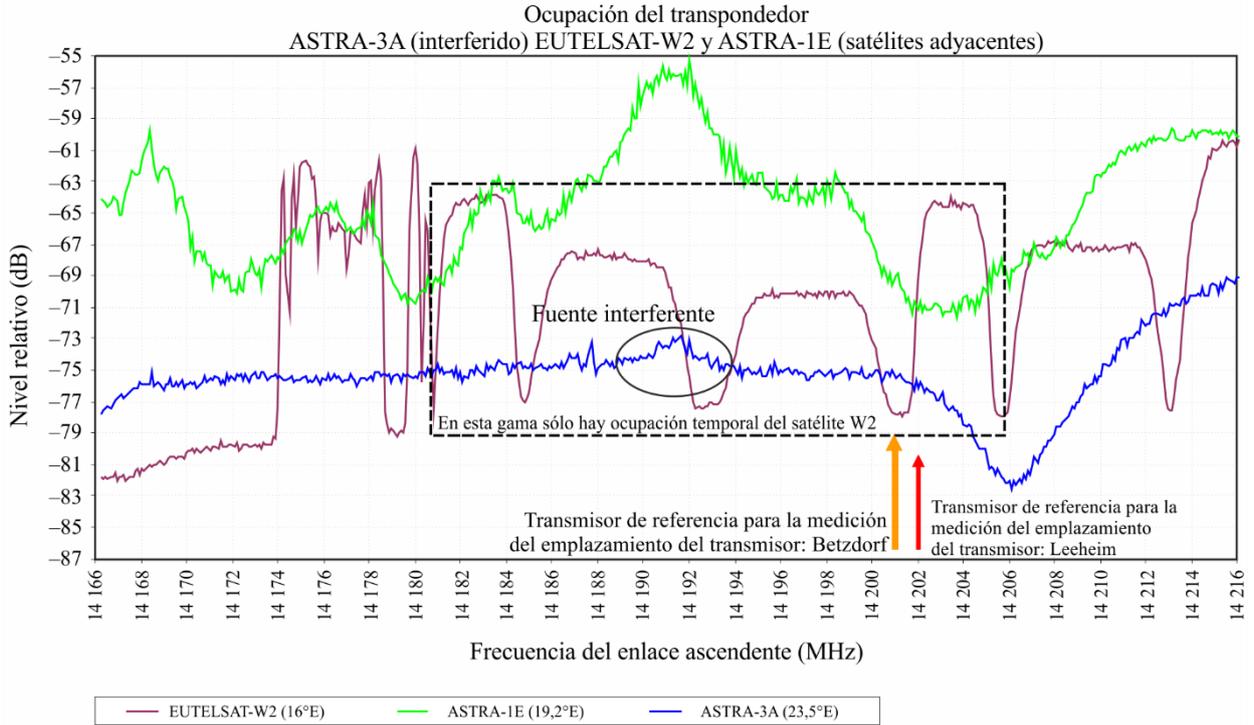
Fig. 1

Fin del extracto. La leyenda puede ocupar varias páginas, según proceda.

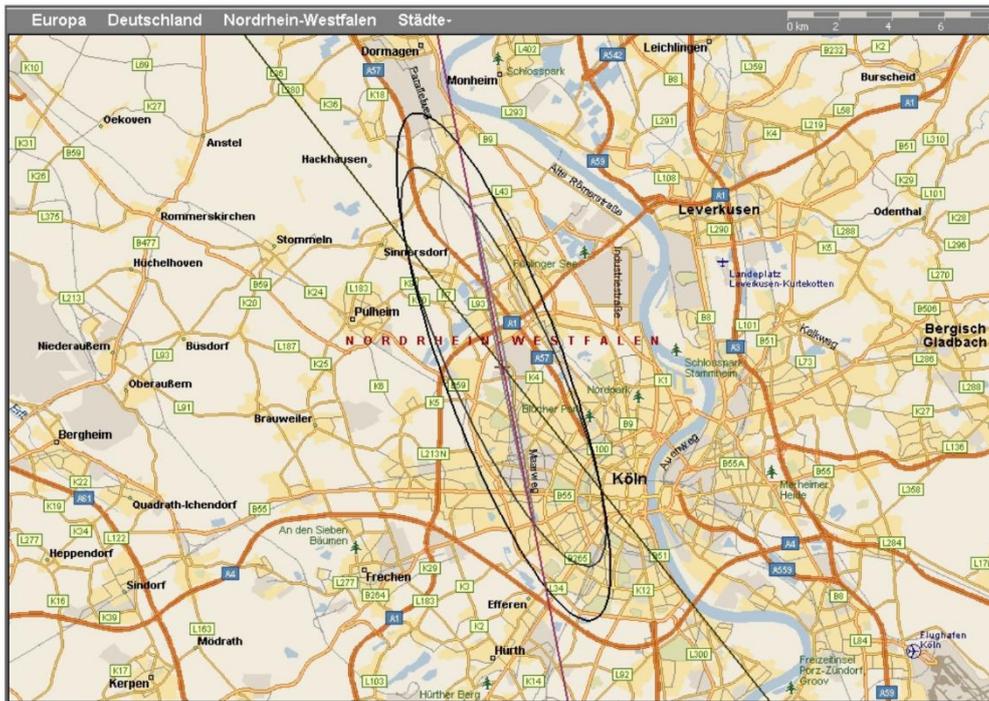
FIGURA 1

Ejemplo de resultado de una medición de emplazamiento de transmisor

Informe de geocalización basado en tierra
Observaciones (incluido el gráfico espectral si está disponible)



SM.2182-01



SM.2182-Anexo1-02

Anexo 2

Instalaciones en China de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

1 Introducción general

La estación de comprobación técnica de Pekín, bajo el control directo del Centro Estatal de Comprobación Técnica Radioeléctrica (SRMC) del Ministerio de Industria y Tecnologías de la Información (MIIT), es un complejo que dispone de funcionalidades tales como comprobación técnica de las bandas de ondas decamétricas, métricas y decimétricas, pruebas de compatibilidad electromagnética y comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales. Para esta última función la estación es capaz de supervisar satélites geoestacionarios y no geoestacionarios con un arco visible entre 50° de longitud Este y 180° de longitud Este. La instalación se encuentra situada en el distrito de Daxing, a unos 20 km al sur de Pekín y está registrada en la UIT como una instalación de comprobación técnica.

2 Instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales en la estación de comprobación técnica de Pekín

La estación de comprobación técnica de Pekín se creó en 2003 y desempeña un importante cometido en la gestión de las radiocomunicaciones en China garantizando una utilización eficaz del espectro y un funcionamiento seguro de los satélites. Ello incluye el tratamiento de más de 30 casos de interferencia de satélites (en 2008), también aseguró la radiodifusión de los Juegos Olímpicos de Pekín en 2008 y lleva a cabo las negociaciones de la coordinación de los satélites.

2.1 Sistemas de comprobación técnica

La estación de comprobación técnica de Pekín mantiene siete sistemas de comprobación técnica de satélites dedicados a satélites geoestacionarios y no geoestacionarios. Estos siete sistemas se describen en los siguientes puntos.

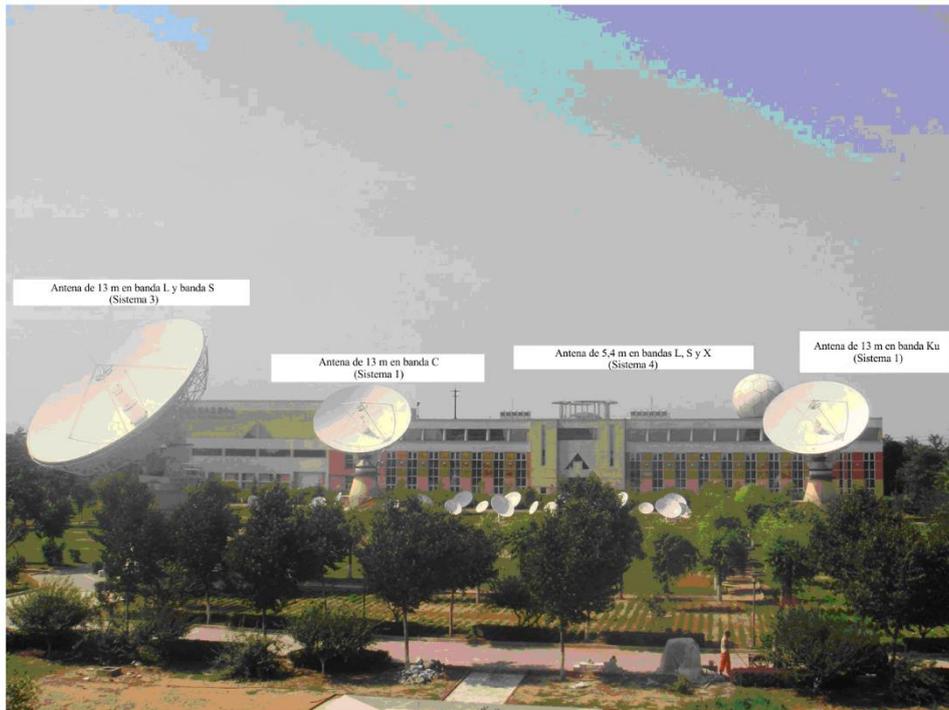
2.1.1 Sistema N° 1

Este sistema consta de una antena de 13 m en banda C y una antena de 13 m en banda Ku para satélites geoestacionarios junto con sus respectivos equipos de recepción y medición (también dispone de dos antenas de reserva de 7,3 m). Las cuatro antenas de este sistema son las primeras antenas con las que contó la estación. Las dos antenas Cassegrain de 13 m y los equipos de medida permiten realizar mediciones de los siguientes parámetros:

- frecuencia;
- anchura de banda;
- tipo de modulación;
- dfp;
- polarización;
- órbita de los satélites geoestacionarios (OSG).

Dos sistemas de medición pueden acoplarse a cualquiera de las configuraciones de banda-polarización, de manera que puede lograrse una elevada flexibilidad. También hay dos antenas de 7,3 m (de menor velocidad) como reserva de las antenas de 13 m (véanse las Figs. 2 y 3).

FIGURA 2
Antenas de los sistemas 1, 3 y 4



SM.2182-02

FIGURA 3
Dos antenas de reserva de 7,3 m



SM.2182-03

2.1.2 Sistema N° 2

Este sistema consta de cuatro antenas de banda doble C y Ku de 7,3 m (véase la Fig. 4) para satélites geoestacionarios, con sus respectivos equipos de recepción y medición. También dispone de dos

sistemas de geolocalización. Las cuatro antenas de banda doble C y Ku de alta velocidad son idénticas entre sí en cuanto a parámetros de antena. Como la investigación de las posibles situaciones de interferencia es el objetivo fundamental de este sistema, va equipado con receptores de vigilancia de alto rendimiento y dos sistemas de geolocalización. Los emisores interferentes pueden detectarse, medirse y localizarse con gran precisión, normalmente con un margen de unas decenas de km (eje mayor). A continuación se lleva a cabo la etapa de búsqueda final con la ayuda de vehículos de comprobación técnica.

FIGURA 4

Cuatro antenas de 7,3 m pertenecientes al sistema N° 2
y los transmisores de referencia (en el tejado)



SM.2182-04

2.1.3 Sistema N° 3

Este sistema consta de una antena en banda L y en banda S de 13 m de diámetro (véase la Fig. 2) para satélites geostacionarios con sus equipos de recepción y medición. Tiene aproximadamente la misma estructura que el sistema 1 con la diferencia de que cubre bandas de frecuencias distintas.

2.1.4 Sistema N° 4

Este sistema cuenta con una antena en banda L, banda S y banda X de 5,4 m para satélites no geostacionarios con sus equipos de recepción y medición. El sistema es capaz de realizar el seguimiento de un satélite no geostacionario basándose en el cálculo de las efemérides conocidas y registrando los parámetros de sus emisiones.

2.1.5 Sistema N° 5

Este sistema puede controlar 12 transmisores de referencia (en banda C y banda Ku) a efectos de geolocalización. Estos transmisores de referencia están ubicados en distintas regiones del país. Las señales de referencia con una buena distribución geográfica son importantes para realizar la operación de geolocalización, si bien al mismo tiempo no están siempre disponibles para un par de satélites. Sabiendo esto el SRMC estableció 12 transmisores de referencia especializados en seis estaciones distintas de comprobación técnica, incluida la estación de comprobación técnica de Pekín. Se ha instalado una aplicación de *software* de control en cada estación de modo que es posible controlar estas antenas en la red local del SRMC.

2.1.6 Sistema N° 6

Este sistema consiste en un vehículo de comprobación técnica (véase la Fig. 5) que se emplea para realizar mediciones en los enlaces ascendentes y descendentes del satélite, con equipo portátil. El vehículo también se utiliza para la supervisión de las señales terrenales. Este vehículo incorpora sistemas de recepción que cubren la gama de frecuencias de 1 a 18 GHz. Las antenas y los alimentadores del sistema de recepción pueden conmutarse manualmente. El sistema puede medir los parámetros básicos de las señales y decodificar las señales de TV. La cobertura de la comprobación técnica puede mejorarse con la ayuda de un mástil telescópico de 6 m.

FIGURA 5
Vehículo de comprobación técnica



SM.2182-05

2.1.7 Sistema N° 7

Este sistema está especializado en la comprobación técnica de la radiodifusión por satélite. Dispone de 24 antenas de pequeño tamaño (antenas TVRO, véase la Fig. 6) con diámetros que oscilan entre 1,8 m y 3,2 m utilizadas para medir las transmisiones de radiodifusión por satélite. Este sistema también comprende un cierto número de receptores de TV por satélite para distintos canales de TV. Como la radiodifusión es un servicio espacial importante, es necesario y económico que la comprobación técnica espacial utilice antenas de pequeño tamaño para medir los parámetros de TV de la calidad de transmisión.

FIGURA 6

Antenas TVRO (sólo recepción de TV) para la comprobación técnica de la radiodifusión



SM.2182-06

Los sistemas antes mencionados pueden mostrarse en 12 pantallas de ordenador. Conectando los ordenadores GUI a un sistema KVM, el usuario puede acceder fácilmente a cualquier GUI de los seis sistemas desde estas pantallas, salvo en lo que se refiere al vehículo de comprobación técnica.

2.2 Parámetros básicos de algunos de los equipos más frecuentemente utilizados

Estos parámetros aparecen en el Cuadro 3.

2.3 Horas de funcionamiento y contacto

Horas de funcionamiento: 08.00 horas – 16.00 horas (hora de Pekín) en días laborables.

Contacto: Se aconseja ponerse en contacto oficialmente a través del fax +86 10 6800 9299 (sede del SRMC).

CUADRO 3

**Parámetros básicos de la antena
estación de comprobación técnica de Pekín**

Los parámetros básicos de los sistemas N° 1 a 4 figuran en el Cuadro 3:

Parámetro	Sistema N° 1				Sistema N° 2		Sistema N° 3		Sistema N° 4		
Banda de frecuencias (GHz)	3,4-4,2, 4,5-4,8	10,7-12,75	3,4-4,2	10,7-12,75	3,4-4,2	10,7-12,75	1,45-1,75	2,1-2,8	1,45-1,75	2,1-2,8	7,5-9,0
Tipo de antena	Movimiento completo en Az./El. Cassegrain		Pedestal Az./El.		Movimiento completo Az./El., Cassegrain		Movimiento completo Az./El., Cassegrain		Movimiento completo, montaje XY, foco principal		
Tamaño de antena	13 m Ø		7,3 m Ø		7,3 m Ø		13 m Ø		5,4 m Ø		
Polarización	LX, LY, RHC, LHC				LX, LY, RHC, LHC		LX, LY, RHC, LHC		RHC, LHC		
Ajuste de polarización	Sí				Sí		Sí		No		
Ganancia de antena (dBi)*	53(4)	62(12,5)	48(4)	58(12,5)	47(4)	57(12,5)	45(1,6)	48(2,45)	35(1,6)	39(2,45)	49(8)
G/T (dB/K)	32	39	29	37	27	36	24	28	12	16	27
Velocidad angular	Az. El. 3°/s		Az. El. 0.1°/s		Az. El. 1°/s		Az. El. 1°/s		X axle: 5°/s Y axle: 5°/s		
Seguimiento de antena	Seguimiento por monoimpulso		Seguimiento por pasos		Seguimiento por pasos		Seguimiento por pasos		Seguimiento por monoimpulso, seguimiento por programa		

* 53(4) muestra 53 dBi a 4 GHz.

Anexo 3

Instalaciones en Estados Unidos de América de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

Comisión Federal de Comunicaciones (FCC)

1 Especificaciones de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

1.1 Introducción

La instalación de comprobación técnica de satélites Columbia depende de la Oficina de Control de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC). La Oficina de control es responsable de la aplicación de la reglamentación y de los estudios de interferencia en muchos servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite. La coordinación de satélites y la concesión de licencias es una de las funciones de la Oficina Internacional de la FCC.

1.2 Descripción general

La Oficina de Control de la FCC ha mantenido un sistema de recepción por satélite para llevar a cabo la misión de la Oficina relativa a los servicios de comunicaciones espaciales en la Oficina de Columbia desde 1979. La instalación de comprobación técnica de satélites está situada en Columbia, Maryland, a unos 35 km al Norte de Washington, DC. Esta instalación es el único mecanismo de comprobación técnica de satélites que mantiene la FCC.



SM.2182-Annex3-01

1.3 Funciones

1.3.1 Las responsabilidades generales de la Oficina de Control en los servicios por satélite incluyen:

- el cumplimiento de las obligaciones estipuladas en el Título 47 del Código de Reglamentación Federal, Sección 25.274 del Reglamento de la FCC, para ayudar a los operadores de satélites a resolver los problemas de interferencia;
- el cumplimiento de las obligaciones internacionales en lo referente a la investigación de la interferencia de satélite comunicada a través de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y otros reguladores civiles de comunicaciones por satélite. La instalación de satélites de Columbia está registrada en la UIT como una instalación de comprobación técnica de radiocomunicaciones espaciales;
- la realización de estudios sobre utilización del espectro necesarios por la Oficina de Control y otras Oficinas de la FCC;
- la investigación y la resolución de quejas sobre quebrantamiento de la reglamentación, según el caso;
- las investigaciones en nombre de las Oficinas de la FCC o en cooperación con las mismas;
- la parte técnica de las investigaciones sobre interferencia intencionada a los satélites (Título 18, USC, Sección 1367) en cooperación con el Departamento de Justicia;
- la recopilación y difusión de la información relativa a asuntos de satélites.

1.3.2 La resolución de los problemas de interferencia es la tarea fundamental que debe llevarse a cabo. Para las investigaciones sobre interferencia, el cometido de la instalación y del personal es el siguiente:

- analizar algunas quejas de interferencia relativas a satélites que llegan directamente a la FCC a fin de determinar la categoría y el tratamiento correspondientes;
- proporcionar información autónoma sobre quejas no relacionadas con interferencia causada a satélites y/o trasladar la queja a la Oficina o Departamento correspondiente de la FCC para su posterior tramitación;
- cooperar con los demandantes para identificar la interferencia mediante el análisis de la señal, la demodulación u otros medios;
- examinar los registros de la FCC (licencias, permisos de construcción y concesiones de autoridad temporal especiales) para determinar las posibles fuentes de interferencia;
- realizar las observaciones o mediciones que puedan ser necesarias para documentar una violación de la reglamentación de la FCC;
- llevar a cabo inspecciones o ponerse en contacto con los titulares de licencia de la FCC para solicitarles una «conexión-desconexión» de sus equipos o realizar otras pruebas a fin de verificar las fuentes de interferencia;
- efectuar investigaciones de seguimiento y elaborar notificaciones de violaciones de la reglamentación u otros documentos oficiales;
- realizar o coordinar mediciones *in situ* o radiogoniometría en tierra cuando la ubicación general de la fuente de interferencia ha sido identificada por el operador de satélite, por el operador de la estación terrestre, por otros operadores, o es conocida;
- ponerse en contacto con otras autoridades de reglamentación civiles y la UIT y coordinar con ellas los asuntos de interferencia que exigen coordinación internacional (es decir, fuentes de interferencia situadas en Estados Unidos de América que afectan a satélites de otros países o fuentes situadas en otros países que afectan a satélites registrados en Estados Unidos de América).

1.4 Equipos

La antena principal es una antena de movimiento completo en acimut y elevación Scientific-Atlanta de 5 m. Cubre el espectro desde 1 a 12,2 GHz aproximadamente en cuatro bandas, mediante unas bocinas de alimentación de instalación manual y unos conjuntos de amplificadores. La instrumentación para esta antena permite realizar directamente un análisis del espectro en la señal de RF. En el § 1.5 aparecen más detalles al respecto.



SM.2182-Annex3-02

Para las observaciones de satélites geostacionarios en la parte nacional de Estados Unidos de América del arco geostacionario (aproximadamente de 72° de longitud Oeste a 137° de longitud Oeste) también se dispone de una antena de «montaje polar» de 3 m que utiliza bloques de convertidores normalizados de bajo nivel de ruido en la banda C y en la banda Ku.



SM.2182-Annex3-03

1.5 Características del sistema

- 1) Nombre de la estación:
Columbia, Maryland (Estados Unidos de América)
- 2) Coordenadas geográficas:
76°49' longitud Oeste 39°10' latitud Norte
- 3) Horas de funcionamiento:
Según las necesidades
- 4) Información sobre la antena principal utilizada:
Antena parabólica con alimentación Cassegrain de 5 m para la gama de frecuencias de 1 GHz a 12 GHz y velocidad de giro de 17°/s
- 5) Gama de ángulos de acimut y elevación:
0-360°, 0-90°.
- 6) Máxima precisión alcanzable en la determinación de las posiciones orbitales de las estaciones espaciales:
$$\frac{0,3^\circ}{f[\text{GHz}]}$$
- 7) Información sobre la polarización del sistema:
Lineal ortogonal doble, ajuste mecánico
(con polarización circular obtenida electrónicamente en algunas bandas)
- 8) Temperatura de ruido del sistema:
3,7 GHz – 4,2 GHz: 250 K
11,7 GHz – 12,2 GHz: 600 K
- 9) Gammas de frecuencias con la máxima precisión alcanzable en la medición de la frecuencia para cada gama de frecuencias:
 - a) 1 GHz – 12 GHz: 1×10^{-9}
 - b) 3,7 GHz – 4,2 GHz: 1×10^{-9}
 - c) 11,7 GHz – 12,2 GHz: 1×10^{-9}
- 10) Gammas de frecuencias en las que pueden realizarse mediciones de intensidad de campo o densidad de flujo de potencia:
3,7 GHz – 4,2 GHz
11,7 GHz – 12,2 GHz
- 11) Mínimo valor de intensidad de campo o densidad de flujo potencia mensurable, con indicación de la precisión alcanzable en la medición:
–175 dBW/m² ± 1 dB (3,7 GHz – 4,2 GHz)
–165 dBW/m² ± 2 dB (11,7 GHz – 12,2 GHz)
- 12) Información disponible para las mediciones de anchura de banda:
Las mediciones de anchura de banda se realizan de conformidad con los métodos descritos en el Capítulo 4.5 del Manual de la UIT sobre comprobación técnica del espectro
- 13) Información disponible para las mediciones de ocupación del espectro:
Si se solicita puede recopilarse información sobre la traza del espectro

14) Información disponible para las mediciones de ocupación de la órbita:

Si se solicita pueden llevarse a cabo mediciones de ocupación de la órbita

El arco geoestacionario a la vista para la antena de 5 m abarca aproximadamente desde 5° de longitud Oeste hasta 148° de longitud Este.

2 Horas de funcionamiento e información de contacto

Las horas normales de funcionamiento son de las 08.00 a las 16.30 horas, hora de la Costa Este, de lunes a viernes.

Las instalaciones están situadas en:

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

Tel.: 301-725-0555

Fax: 301-206-2896

Las tareas relativas a la interferencia son la principal prioridad del funcionamiento actual.

Fuera de las horas normales de funcionamiento, es posible ponerse en contacto con la Oficina Central de la FCC situada en Washington, DC. El Centro de Operaciones de la FCC (FCCOC) está activo 24 horas al día, 365 días al año. Tel.: 202-418-1122, Fax: 202-418-2812.

Anexo 4

Instalaciones en la República de Corea de comprobación técnica espacial

1 Detalles del SRMC

1.1 Descripción general

El Centro de Comprobación Técnica de Radiocomunicaciones por Satélite (SRMC) es una agencia gubernamental del Servicio Central de Gestión de las Radiocomunicaciones (CRMS) bajo los auspicios del Ministerio de Ciencia y TIC (MSIT). El SRMC está ubicado en Seolseong-myeon, Icheon-si, Gyeonggi-do, Corea del Sur, a una distancia de 80 km de Seúl y comenzó las tareas de comprobación técnica de las radiocomunicaciones por satélite en agosto de 2002. Las instalaciones incluyen un edificio principal de 2 198 m, dos edificios para las antenas y un edificio de seguridad, todo ello ocupando una superficie de 49 587 m. Además, cuenta con una sala de conferencias con equipos avanzados, para 150 personas.

1.2 Función

- Seguimiento y recepción de las ondas radioeléctricas de los satélites (1,45~21,2 GHz, L/S/C/X/Ku/Ka) con conexión descendente desde 55° de longitud Este a 160° de longitud Oeste.
- Medición de la órbita y características de transmisión de un satélite geoestacionario.

- Verificación de la conformidad de las ondas radioeléctricas con lo dispuesto en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) de la UIT.
- Rápida localización de la fuente de interferencia cuando se generan ondas radioeléctricas que pueden provocar interferencia perjudicial.

FIGURA 7
Antenas 1 y 2 del SRMC



SM.2182-07

1.3 Características del sistema

- La órbita de los satélites geostacionarios se supervisa entre 55° de longitud Este y 160° de longitud Oeste.
- Antenas 1 y 2

Parámetro		Antenas 1, 2
Bandas de frecuencias (GHz)	Banda L	1,450-1,800
	Banda S	2,170-2,655
	Banda C	3,400-4,800
	Banda X	6,700-7,750
	Banda Ku	10,700-12,750
	Banda Ka	17,700-21,200
Tipo de antena		Cassegrain haz de guiaondas
Diámetro de antena (m)		13
Ganancia de antena (dBi)		44,2-64,6

Parámetro	Antenas 1, 2
Anchura de haz a potencia mitad (grados)	1,0-0,1
Factor de calidad G/T (dB/K)	22,6-40,0
Máxima velocidad de las antenas	
– Acimut (grados)	5
– Elevación (grados)	2,5
– Polarización (grados)	1,5
Gama de desplazamiento	
– Acimut (grados)	±270
– Elevación (grados)	0-90
Control de la antena	Orientación automática controlada por ordenador
Polarización	Circular Lineal
Supresión de la deriva Doppler (kHz)	–
Precisiones de la medición	
– Densidad de flujo de frecuencias (dB)	±1,5
– Frecuencia	$2 \cdot 10^{-14}$

Las dos antenas son de tipo Cassegrain con haz de guíasondas y 13 m de diámetro. Tienen las mismas funciones y comportamiento y constan de un sistema de alimentación, un reflector, un pedestal, una unidad de control de antena y un subsistema LAN. El sistema de alimentación presenta el siguiente orden: Bocina->Acoplador de modo->Diplexor. Este sistema cuenta con funciones de control de polarización (circular o lineal). Además, seis bocinas de alimentación van montadas en un dispositivo de rotación circular de manera que pueden seleccionarse las bandas L, S, C, X, Ku y Ka. El sistema de antenas está diseñado para constituir una antena receptora multibanda capaz de sintonizar seis bandas. La onda radioeléctrica del satélite se dirige a través de un reflector principal hacia (o desde) un subreflector, hacia/desde un espejo, hacia desde una bocina de alimentación, hacia/desde una unidad de control de polarización, a una sala de medición. La estructura de la bocina de alimentación se adapta a un método de alimentación mediante una bocina corrugada de forma que es posible seguir con precisión la órbita de un satélite y corregir el efecto Doppler gracias a la placa de RF montada que realiza funciones de seguimiento por monoimpulso en cada banda.

Un sistema de control de antena puede elegir orientar la antena, controlar la velocidad y seleccionar la polarización. En este caso, el operador de antena puede controlarla por sí mismo. Además, también es posible medir las ondas radioeléctricas y captar automáticamente un satélite en el tiempo de reserva del programa de comprobación técnica radioeléctrica del satélite.

Las dos antenas que tienen el mismo comportamiento desempeñan un cometido importante a la hora de examinar las razones de la interferencia radioeléctrica perjudicial y aumentarán la confianza en los resultados de la comprobación técnica radioeléctrica del satélite.

1.4 Parámetros de medición

- Medición de la posición orbital de la estación espacial.
- Medición de las características de transmisión de las ondas radioeléctricas de un satélite:
 - determinación de la polarización;
 - frecuencia media;
 - anchura de banda de la frecuencia ocupada;

- intensidad de la emisión no esencial;
 - densidad de flujo de potencia (dfp);
 - p.i.r.e.;
 - frecuencia y tipo de modulación;
 - demodulación de las señales de radiodifusión (imagen/voz).
- Relación de la utilización de frecuencias.

1.5 Sistema móvil de comprobación técnica radioeléctrica de satélites

- Objetivo:
- Llevar a cabo la comprobación técnica radioeléctrica de los satélites más allá de las limitaciones impuestas por el sistema fijo de comprobación técnica.
 - Efectuar mediciones en cualquier instante y en cualquier lugar para salvaguardar los intereses del usuario del satélite.
- Especificaciones:
- Frecuencia de comprobación técnica: bandas L, S, C, X, Ku y Ka (satélite), 200 MHz ~ 40 GHz (terrenal).
 - Altura: 3,62 m.
 - Peso: 5 toneladas.
- Configuración:
- Sistema de comprobación técnica radioeléctrica del satélite.
 - Sistema de investigación de la interferencia terrenal (incluido SW).
 - Base de datos, navegación, sistemas de alimentación, etc.
- Misión:
- Comprobación técnica radioeléctrica del satélite.
 - Estudio de la interferencia.
 - Comprobación de las condiciones de recepción de la TV por satélite.
 - Estudio de entorno radioeléctrico del satélite.

FIGURA 8

Sistema móvil de comprobación técnica radioeléctrica del satélite



SM.2182-08

2 Tareas

2.1 Mediciones de la órbita de los satélites geostacionarios y de las características de transmisión

- Medición de la órbita del satélite y de las características de transmisión para una gama de objetivos en un método regular:
 - Determinar si las ondas radioeléctricas del satélite emitidas desde una estación espacial son las mismas que las de información sobre la órbita y las características de transmisión según las especificaciones que aparecen en el Registro del UIT-R.
 - Recuperar el registro del satélite, medir la posición orbital y recuperar la información sobre el emplazamiento.
 - Proteger el servicio de la red de satélites contra la interferencia perjudicial detectando la fuente de interferencia tras analizar la ruta de medición y examinar las ondas radioeléctricas que provocan interferencia perjudicial.
 - Informar sobre los datos de comprobación técnica medidos con el formato de una base de datos al Servicio Central de Gestión de las Radiocomunicaciones (CRMS) y a la UIT.

2.2 Examen detenido de las causas de la interferencia perjudicial de las ondas radioeléctricas

- Proteger una red de satélites determinando la interferencia de las ondas radioeléctricas emitidas entre una estación terrestre y una red de satélites u otras redes de satélites, examinar las razones y eliminarlas.

- Jugar un papel decisivo en la resolución de las perturbaciones de la red de satélites calculando la diferencia de frecuencias de llegada (FDOA) y determinando el emplazamiento de la fuente emisora de la propagación perjudicial con desplazamiento Doppler y la diferencia de tiempo de llegada (TDOA) que muestra la llegada de las ondas radioeléctricas de acuerdo con la distancia de una señal que se aplica a dos antenas a través de otras rutas distintas, respectivamente, cuando aparece interferencia en la red de satélites.

2.3 Presentación de los datos sobre la medición radioeléctrica del satélite

- Los datos sobre las ondas radioeléctricas del satélite se utilizan en el registro de las redes de comunicaciones de satélite del país, en la investigación de las tecnologías básicas de satélite, en la observación de las condiciones de funcionamiento del satélite, etc.

3 Horas de funcionamiento e información de contacto

3.1 Horas de funcionamiento

Oficina y sala de operaciones

Lunes – viernes 09.00 horas – 18.00 horas

Sábado, domingo y días festivos: cerrado.

3.2 Información de contacto

100 Sinam-ro, Seolseong-myeon, Icheon-si
Gyeonggi-do 17413, República de Corea
Satellite Radio Monitoring Center Office

Tel.: +82 31 644 5921

Fax: +82 31 644 5829

Oh Hwa Seok

Tel.: +82 31 644 5942

Fax: +82 31 644 5829

Correo-e: ohs0301@korea.kr

Seong Ji Eon

Tel.: +82 31 644 5991

Fax: +82 31 644 5829

Correo-e: srmc@korea.kr

Anexo 5

Instalaciones en Japón de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

1 Consideraciones generales

1.1 Historia

La comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales en Japón comenzó en 1998 con el establecimiento de las primeras instalaciones de comprobación técnica de radiocomunicaciones espaciales. De 2008 a 2010, el Ministerio del Interior y Comunicaciones (MIC), que es el organismo gubernamental a cargo de la administración de las radiocomunicaciones en Japón, renovó estas instalaciones de primera generación puesto que habían quedado anticuadas. El funcionamiento de las nuevas instalaciones comenzó en abril de 2010.

Las instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales están situadas en la Ciudad de Miura, Prefectura de Kanagawa a una latitud de 35° Norte y una longitud de 139° Este, a unos 60 km al sur del centro de Tokio. Las instalaciones se encuentran ubicadas en una colina con vistas al Océano Pacífico. Los principales componentes de las instalaciones incluyen 2 unidades de antena parabólica de 13 m capaces de supervisar 5 bandas (L, S, C, Ku y Ka).

1.2 Cometido

1.2.1 Comprobación técnica de satélites nacionales y extranjeros

El arco visible (gama de órbitas de satélites geostacionarios visible) se encuentra entre 67° de longitud Este y 147° de longitud Oeste. Actualmente existen unos 300 satélites en esta gama y todos los que se encuentran dentro de esta gama visible están sometidos a comprobación técnica. Medimos la posición orbital del satélite y varios parámetros de las ondas radioeléctricas para facilitar la adecuada utilización de las radiocomunicaciones por satélite así como para investigar y analizar el empleo de las frecuencias y las emisiones de radiocomunicaciones con objeto de facilitar una atribución eficaz de las bandas de frecuencias de los satélites.

1.2.2 Supresión de la interferencia

Las nuevas instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales que entraron en servicio en abril de 2010 van equipadas con un sistema único de identificación de la fuente de interferencia en el enlace ascendente. Este sistema no era una opción existente sino que fue desarrollado específicamente en Japón. La identificación de la fuente de interferencia en el enlace ascendente permite realizar una comprobación técnica proactiva y eliminar las interferencias perjudiciales.

1.2.3 Recopilación de datos utilizados para la coordinación internacional de las redes de comunicaciones por satélite

Diversos datos recogidos a través de las funciones diarias de comprobación técnica se registran y agrupan en formatos adecuados que pueden reproducirse y analizarse de la forma necesaria. Estos datos se emplean como información básica para la coordinación internacional de las redes de comunicaciones por satélite. Además, las nuevas instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales van provistas con dispositivos de conversión del formato de datos, lo que permite preparar ficheros de datos compatibles con los formatos de datos utilizados para la transferencia internacional de datos.

1.3 Configuración del sistema

Las instalaciones japonesas de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales consisten fundamentalmente en dos antenas exteriores (2 unidades de antena parabólica multibanda de 13 m capaces de funcionar en las bandas L/S/C/Ku/Ka y 7 unidades de antena fija de reserva en cada una de las bandas) y un centro de operaciones cubierto conectado a las antenas por circuitos de comunicaciones de alta velocidad.

Las unidades de antena exteriores se controlan a distancia desde el centro de operaciones para medir la posición orbital y las emisiones radioeléctricas de los satélites geoestacionarios. También se supervisa y se registra la información sobre el espectro y las imágenes. Los datos de medición se transfieren al centro de operaciones y se visualizan para su archivado y análisis. El centro de operaciones también asume la función de gestión del funcionamiento en su conjunto de las instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales.

Las Figs. 9 y 10, muestran respectivamente, la configuración y el esquema del sistema de estas instalaciones y la Fig. 11 representa la configuración de la antena de 13 m.

1.4 Principales atributos

El Cuadro 4 muestra las principales características de la antena de 13 m de las instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales.

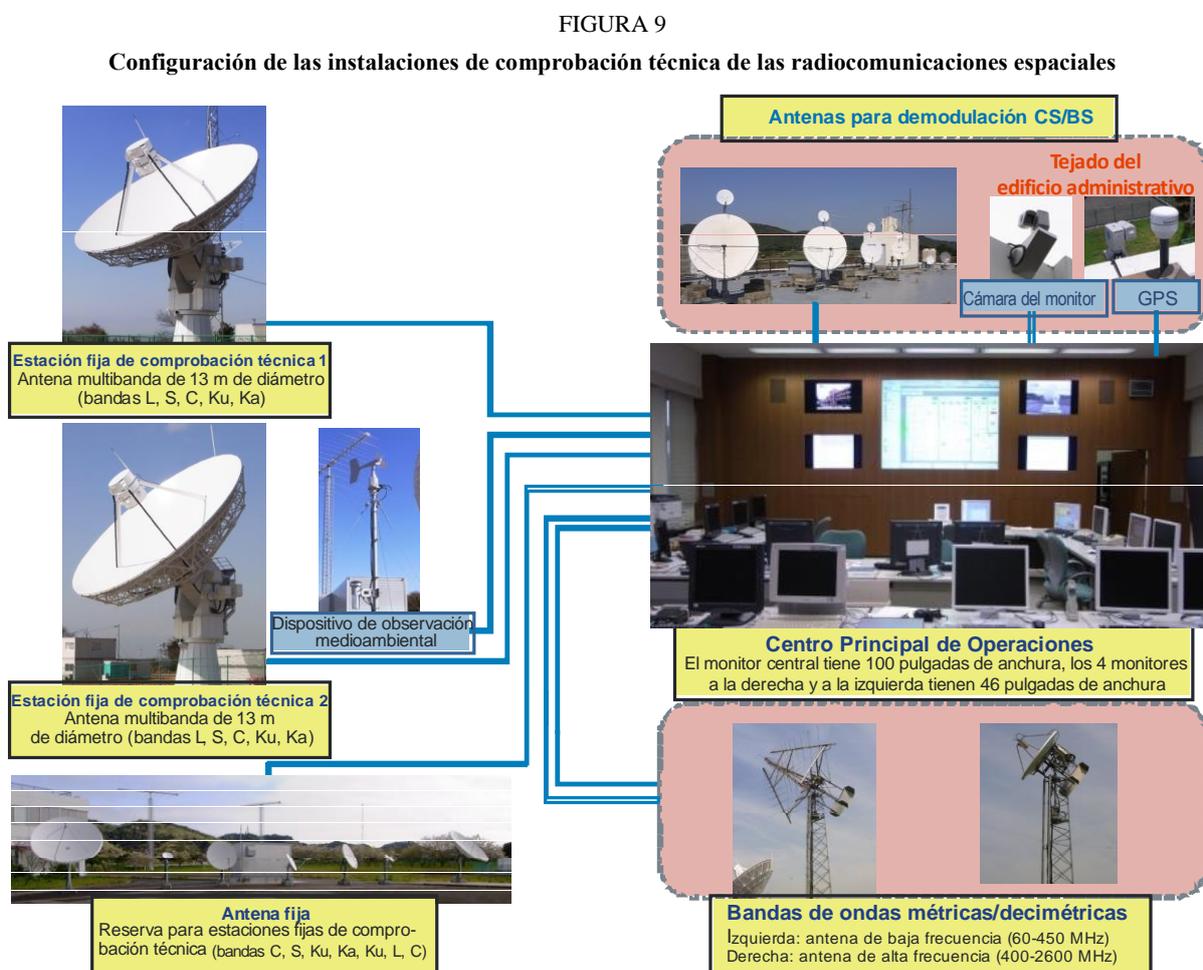
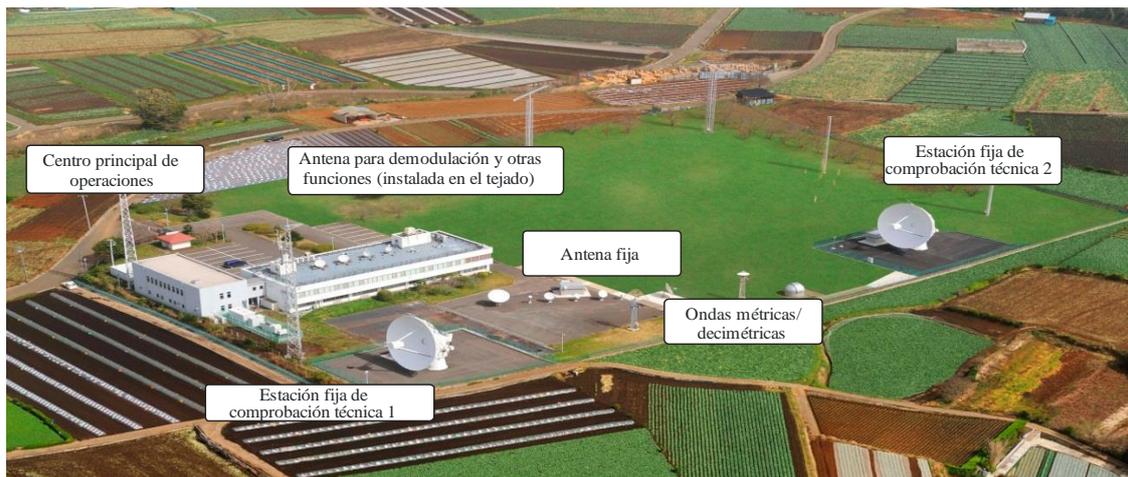


FIGURA 10

Espera del sistema de instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales



– **Estación fija de comprobación técnica 1 y 2 (multibanda L, S, C, Ku, Ka)**

Recibe señales del enlace descendente procedentes de los satélites geoestacionarios situados en lagama visible desde la Estación de Comprobación Técnica Miura (arco visible: entre las longitudes 67° Este y 147° Oeste).

– **Antena fija (bandas L, S, C, Ku, Ka)**

Se han instalado 7 unidades de antena fija como reserva en cada una de las bandas de frecuencia y polarizaciones en caso de fallo o mantenimiento de las Estaciones Fijas de Comprobación Técnica.

– **Ondas métricas/decimétricas (60~2 600 MHz)**

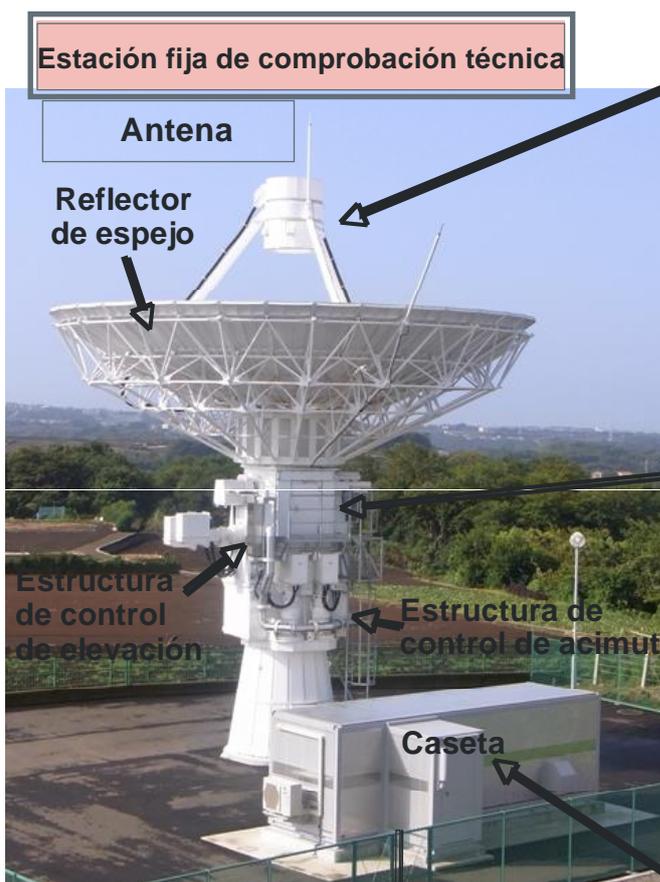
Recibe las señales desde satélites no geoestacionarios principales mediante antenas de seguimiento para las gamas de frecuencia más bajas (60-450 MHz) y más elevadas (400-2 600 MHz).

– **Centro Principal de Operaciones**

Equipado con dispositivos para el procesamiento, registro y reproducción de datos. Mediante el control remoto con el terminal de control, el centro analiza los datos recibidos por las estaciones fijas de comprobación técnica, las antenas fijas y los equipos de ondas métricas/decimétricas, y además gestiona y supervisa el funcionamiento de todo el sistema.

FIGURA 11

Configuración de la antena de 13 m



Unidad de alimentación:

Equipada con una unidad de RF separada para cada una de las 5 bandas (L, S, C, Ku, Ka) y un mecanismo de orientación en tres ejes. Mediante el método de exploración cónica, las unidades de RF se conmutan de una a otra de acuerdo con la banda supervisada para obtener las señales de RF. La señal de RF recibida se amplifica con un amplificador de bajo nivel de ruido (LNA) y se envía a continuación al sistema de recepción/medición en la cámara posterior.

Cámara posterior:

A fin de evitar el deterioro de la calidad de la señal recibida, el sistema de recepción/medición se ubica en las proximidades de la unidad de alimentación en el interior de una cámara dentro de la antena. Tras recibir la señal de RF de la unidad de alimentación, se mide la calidad de la onda radioeléctrica mediante el analizador de espectro y se lleva a cabo un análisis de la modulación con un analizador de señal de vector. Los datos medidos se envían al centro de operaciones a través del LAN.

Caseta:

En ella se instala un equipo de control de antena, el dispositivo de activación de potencia y el procesador de control de la estación. Estos equipos activan el motor de la antena (en acimut y elevación) para captar el satélite deseado, de acuerdo con las señales de control enviadas desde el centro de operaciones.

Centro principal de operaciones



Equipado con procesadores de funcionamiento, registradores de datos y dispositivos para el control del funcionamiento y las actividades de comprobación técnica del sistema. La recepción/medición de las ondas radioeléctricas en la estación fija de comprobación técnica se controla mediante el funcionamiento y supervisión de los terminales de control.

CUADRO 4

**Características principales de la antena de 13 m de las instalaciones
de comprobación técnica de las radiocomunicaciones**

Característica	Especificaciones				
	Banda L	Banda S	Banda C	Banda Ku	Banda Ka
Gama de frecuencias de recepción	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 MHz
Polarización	Polarización lineal (vertical, horizontal) Polarización circular (dextrógira, levógira)				
Gama de orientación de la antena	AZ: $-90^{\circ} \sim +90^{\circ}$ EL: $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$				
Velocidad de movimiento de la antena	AZ: 0,9°/s o superior EL: 0,25°/s o superior				

1.5 Principales parámetros de medición

A continuación se indican los principales parámetros medidos en las instalaciones de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales:

- Frecuencia.
- Espectro.
- Anchura de banda ocupada.
- Polarización.
- Densidad de fluido de potencia.
- p.i.r.e.
- Intensidad de la emisión no esencial.
- Demodulación de las señales de radiodifusión de TV.

2 Principales operaciones

2.1 Medición y análisis de la posición orbital

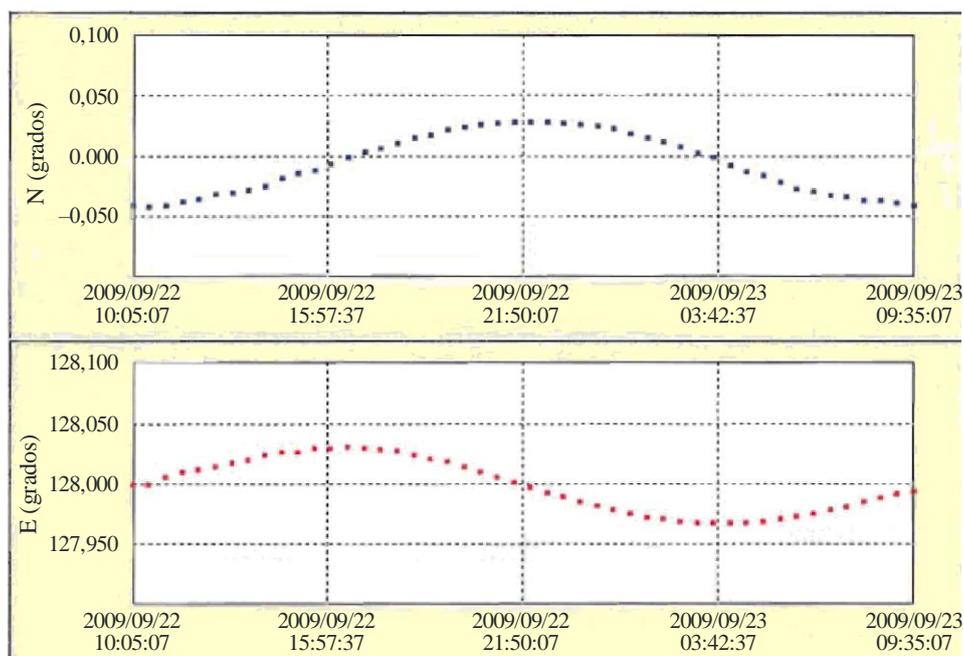
La posición orbital de los satélites situados en la gama visible se mide para determinar si cada satélite está funcionando dentro del margen admisible de su posición orbital nominal.

En la medición de la posición orbital de los satélites, los valores de dirección de la antena (acimut/elevación) se obtienen a partir de un sistema de seguimiento automático, a continuación estos valores se emplean para analizar la posición orbital (latitud/longitud). Las mediciones automatizadas se realizan durante periodos de tiempo más amplios para comprobar la ubicación orbital de los satélites en movimiento.

Al analizar la posición orbital, los resultados de la medición se muestran en un gráfico para determinar si el satélite se mantiene dentro de la gama admisible. Existen varias opciones de gráficos que pueden representarse y en la Fig. 12 aparece un ejemplo de pantalla de una opción gráfica que marca la tendencia en el tiempo.

FIGURA 12

Análisis de la posición orbital (muestra de pantalla de la opción del gráfico que marca la tendencia en el tiempo)



SM2182-12

2.2 Medición y análisis de varios parámetros radioeléctricos

Para determinar si la calidad de las ondas radioeléctricas satisface los valores especificados por la Ley de Radiocomunicaciones de Japón y por el RR de la UIT y sus Apéndices, se miden varios parámetros de las emisiones de radiocomunicaciones procedentes de los satélites.

Los parámetros medidos como indicadores de la calidad de radiocomunicaciones son la frecuencia central, la anchura de banda ocupada, la potencia eléctrica, la p.i.r.e. y la dfp. Nuestro sistema es capaz de medir simultáneamente dos ondas con polarización distinta (combinación de ondas polarizadas verticalmente/horizontalmente u ondas con polarización dextrógira/levógira) así como mediciones de banda estrecha/amplia.

Estos parámetros radioeléctricos se analizan extrayendo los parámetros de una onda portadora específica basándose en los marcadores que indican la gama de frecuencias de análisis y los umbrales definidos para cada parámetro y representados como un gráfico. Los espectros que rebasan el valor umbral serán detectados y notificados automáticamente. Cuando las mediciones se realizan durante un prolongado periodo de tiempo, pueden seleccionarse y analizarse los resultados de la medida en un instante de tiempo determinado utilizando las funciones de avance rápido, rebobinado o trama a trama.

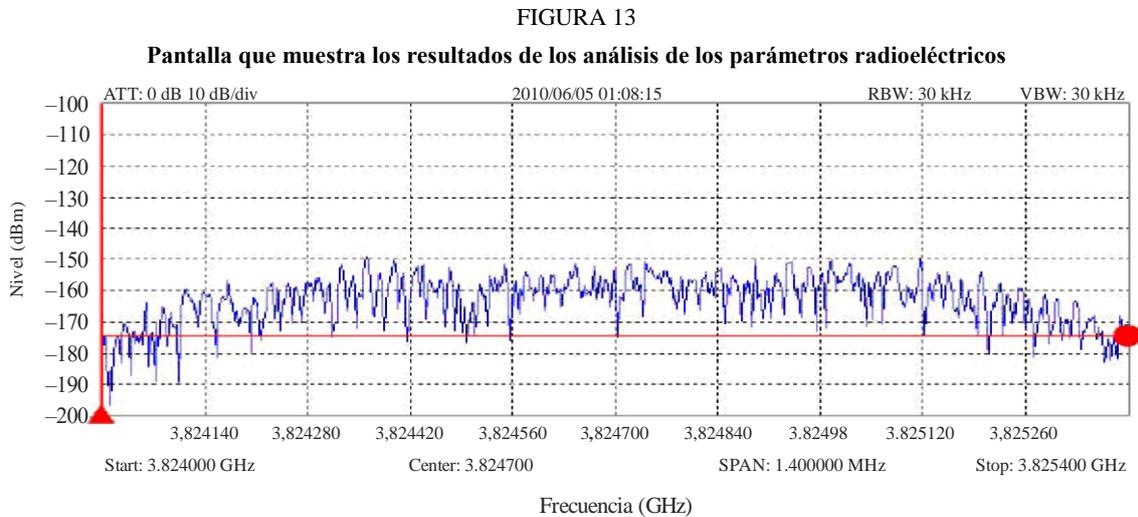
La Fig. 13 muestra una pantalla con los resultados de los análisis de los parámetros radioeléctricos.

2.3 Medición y análisis de la utilización de frecuencias

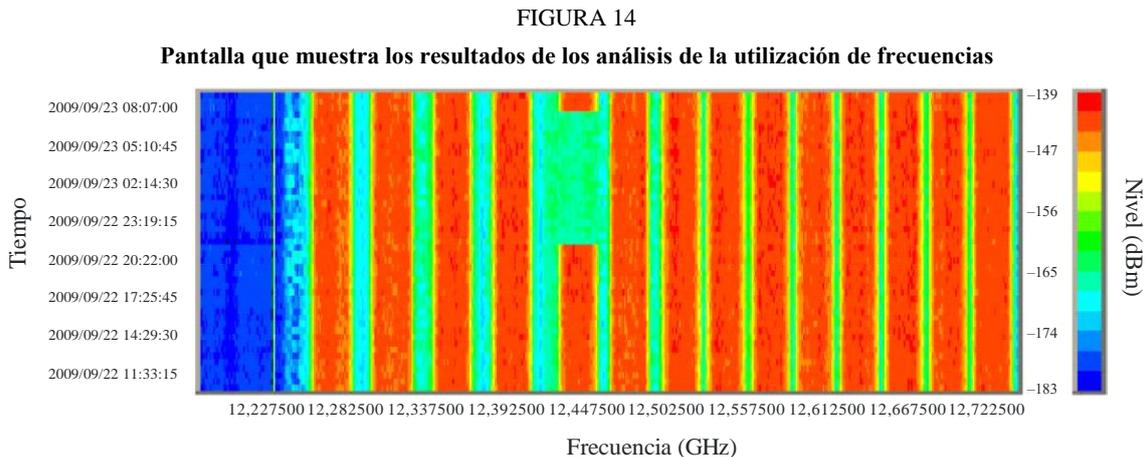
La ocupación del tiempo durante el periodo de medición y la ocupación de frecuencias en ciertas bandas de frecuencias se analizan basándose en las emisiones radioeléctricas procedentes de los satélites. Analizando los mencionados parámetros, pueden determinarse las tendencias en la utilización de frecuencias (si han sido emitidas y cuándo han sido emitidas realmente las ondas radioeléctricas).

Las tendencias en la utilización de las frecuencias en el análisis de la gama de frecuencias pueden mostrarse en modo cascada, con codificación por colores de acuerdo a los niveles de recepción. La ocupación del tiempo y la ocupación de frecuencias se representan en valores numéricos.

La Fig. 14 representa un ejemplo de pantalla donde aparecen los resultados de los análisis sobre utilización de frecuencias.



SM.2182-13



SM2182-14

2.4 Medición y análisis de las emisiones radioeléctricas

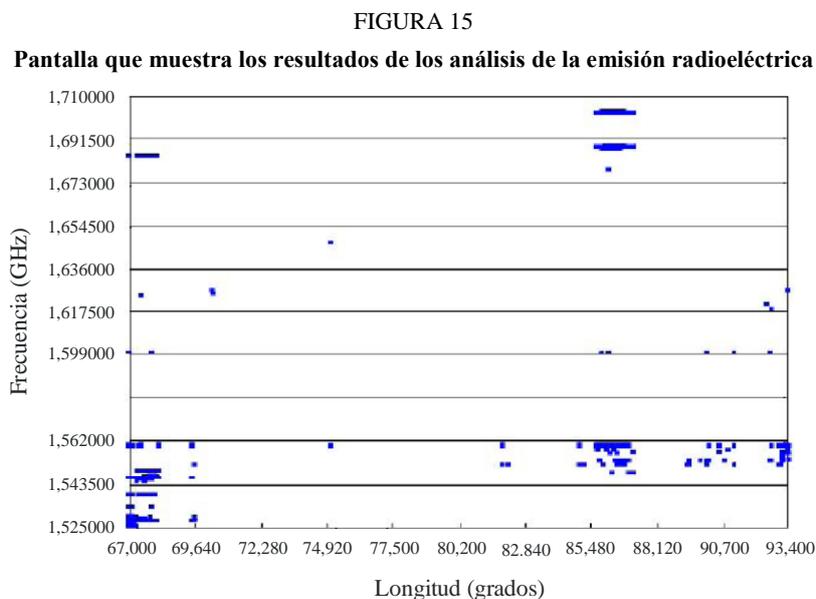
El espectro de las ondas radioeléctricas transmitidas desde los satélites se mide y analiza con referencia a las posiciones orbitales registradas a efectos de comprobación técnica de las actividades de los satélites.

Estos espectros se miden desplazando la antena a lo largo de las órbitas de los satélites geoestacionarios utilizando la traza del arco o las funciones de traza espiral.

Los resultados de las mediciones se comparan con las informaciones registradas en la base de datos de las posiciones orbitales. El nombre y la posición orbital del satélite aparecerán en una lista en la que los valores de la medición coinciden con los de la base de datos. Aquellos que no se identifican

con ninguna información registrada en la base de datos pueden identificarse en la pantalla con una marca indicando que se trata de un satélite sin registrar.

La Fig. 15 muestra un ejemplo de pantalla en la que aparecen los resultados de los análisis de las emisiones radioeléctricas.



SM.2182-15

2.5 Identificación de la fuente de interferencia en el enlace ascendente

El sistema de identificación de la fuente de interferencia en el enlace ascendente determina el emplazamiento de dicha fuente cuando aparece interferencia en el circuito del enlace ascendente.

Al funcionar este sistema se reciben las ondas radioeléctricas de dos satélites adyacentes. Normalmente, las estaciones fijas de comprobación técnica números 1 y 2 se utilizan como estaciones de medición (es decir, antenas) para recibir estas ondas radioeléctricas.

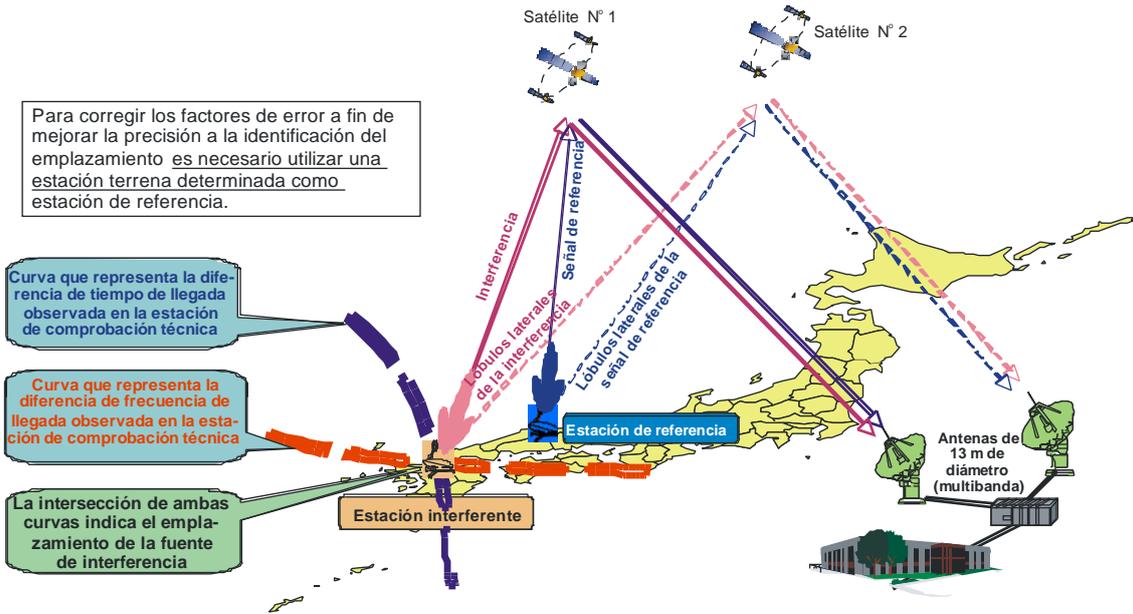
Las señales procedentes del satélite que sufren interferencia se denominan «señal principal», mientras que las señales procedentes del satélite adyacente elegidas para las mediciones en el enlace ascendente se denominan «señales de lóbulo lateral». Desde cada satélite principal y de lóbulo lateral se reciben, respectivamente, dos tipos de señales, es decir, la señal objetivo que es la señal interferente y la señal de referencia para garantizar la precisión en la identificación de la fuente. En otras palabras, el emplazamiento de la estación terrena interferente (o el objetivo) se determina mediante una medición en el enlace ascendente de un total de cuatro señales distintas: señales objetivo (de las señales principal y de lóbulo lateral) y señales de referencia (de las señales principal y de lóbulo lateral).

Si la onda interferente es una onda continua (CW), es difícil detectar con precisión la diferencia de tiempo de llegada (TDOA), de forma que las mediciones se repiten varias veces para trazar el gráfico de la diferencia de frecuencias de llegada (FDOA) de manera acumulativa en el tiempo. Además, cuando el movimiento del satélite es muy reducido, es menos probable que aparezca frecuencia Doppler. Ello hace difícil detectar con precisión la FDOA. En tales casos, en el mapa sólo aparecerá la TDOA para ayudar a identificar la fuente.

La Fig. 16 muestra el mecanismo del sistema de identificación de la fuente de interferencia en el enlace ascendente y la Fig. 17 representa una pantalla donde aparecen los resultados de la identificación de la fuente.

FIGURA 16

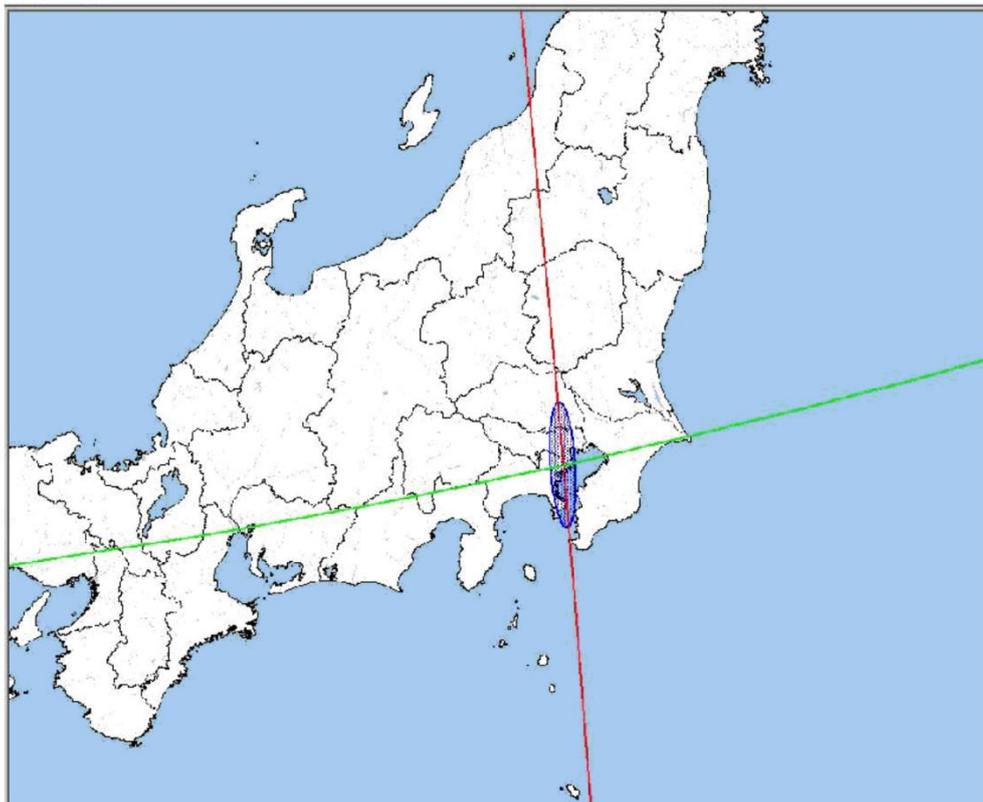
Mecanismo del sistema de identificación de la fuente de interferencia en el enlace ascendente



SM.2182-16

FIGURA 17

Pantalla que muestra los resultados de la identificación de la fuente



SM.2182-17

3 Horas de funcionamiento

Las horas normales de funcionamiento son de 08.30 a 17.15 horas los días laborables (hora de Japón).

4 Dirección de contacto

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

Correo-e: kanshikokusai@ml.soumu.go.jp

Anexo 6

Instalaciones en Ucrania de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

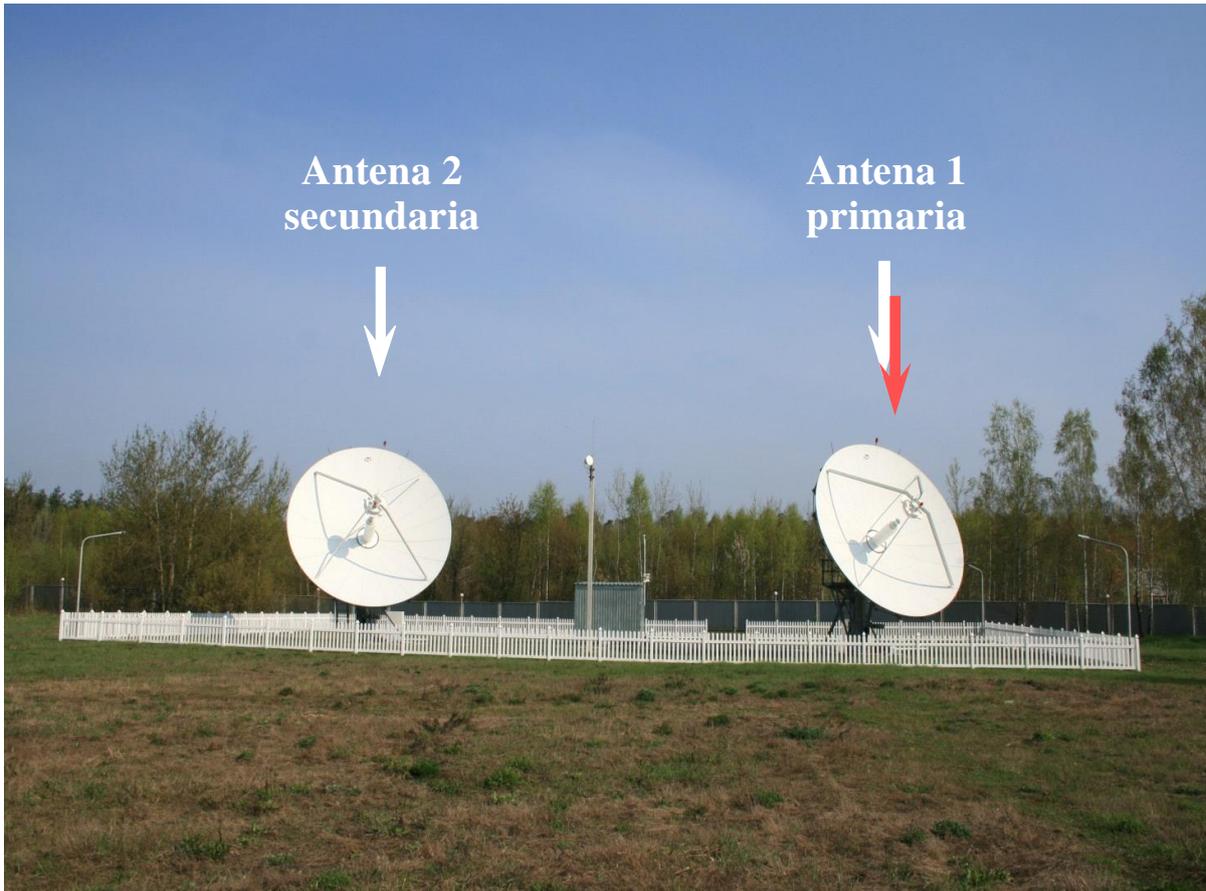
1 Introducción general

La estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales de Kiev forma parte del sistema de Comprobación Técnica del Centro Estatal de Radiofrecuencias de Ucrania (UCFR), que es responsable de la gestión y la comprobación técnica del espectro de las bandas de frecuencias de uso civil.

La estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales de Kiev ha sido diseñada para medir los parámetros de las emisiones de estaciones terrenas y estaciones de satélite en las frecuencias portadoras y para determinar el emplazamiento de las estaciones terrenas (geolocalización) en las bandas de frecuencias C (3,4-5,25 y 5,725-7,025 GHz) y Ku (10,7-14,8 GHz). La estación puede observar las emisiones retransmitidas de las estaciones terrenas procedentes de satélites situados en la OSG en posiciones orbitales comprendidas entre 20° de longitud Oeste (237° de acimut y 15° de elevación) y 80° de longitud Este (123° de acimut y 15° de elevación).

La estación de comprobación técnica de radiocomunicaciones espaciales de Kiev se creó en 2009 y desde entonces se está desarrollando.

Las coordenadas geográficas de la estación son las siguientes: 50°26'54" N; 30°17'30" E.



SM.2182-Anne x6-01

2 Tareas principales de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales de Kiev

Las principales tareas de la estación son las siguientes:

- verificar la conformidad de los parámetros de las emisiones con los que figuran en los permisos de funcionamiento o en la reglamentación técnica;
- observar el grado de ocupación de las bandas de frecuencias;
- detectar la interferencia perjudicial de acuerdo con las quejas presentadas por los usuarios del espectro, personas físicas o jurídicas;
- detectar los casos de violación en la utilización de frecuencias y determinar la ubicación de los dispositivos de transmisión que funcionan de manera ilegal con objeto de tomar las medidas jurídicas pertinentes para eliminar estas violaciones y desactivar estos dispositivos;
- llevar a cabo actividades de comprobación técnica radioeléctrica en el marco de la cooperación internacional sobre el tema de la utilización de los recursos de radiofrecuencias.

3 Estructura de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales de Kiev

Desde el punto de vista funcional, la estación de comprobación técnica de Kiev combina cuatro subsistemas:

- dos antenas receptoras de las señales de satélite de 7,3 m;

- un subsistema para diagnóstico y control de los equipos terrenales de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales y de las antenas orientadas hacia satélites determinados;
- un subsistema para medir los parámetros de las emisiones del satélite y las frecuencias portadoras de la estación del satélite y para el mantenimiento de la base de datos;
- un subsistema para determinar el emplazamiento de las estaciones terrenas (geolocalización) y calcular las efemérides de los satélites.

3.1 Antenas

En el Cuadro 5 se indican los parámetros de las antenas.

CUADRO 5

Parámetro	Antena 1	Antena 2
Tipo de antena	Cassegrain	Cassegrain
Tamaño de la antena, m \varnothing	7,3	7,3
Banda de frecuencias	C/Ku	C/Ku
Ganancia de antena, dBi	49,73/58,41	49,50/58,84
Polarización	Circular/Lineal	Circular/Lineal
Desplazamiento en acimut	120°	120°
Desplazamiento en elevación	0-90°	0-90°
Ángulo de rotación sobre la polarización	$\pm 90^\circ$	$\pm 90^\circ$

3.2 Subsistema para diagnóstico y control de los equipos terrenales

Este subsistema permite verificar la operatividad de los componentes del sistema de antenas y detectar los fallos en los equipos. Está diseñado para antenas orientadas hacia un satélite determinado (tanto en modo manual como automático) utilizando una base de datos integrada con los parámetros del satélite.

3.3 Subsistema para medir los parámetros de emisión del satélite

Muchas mediciones de los parámetros de la estación terrena del enlace ascendente también pueden realizarse a través del satélite.

El *software* de este subsistema permite medir los parámetros de las instalaciones radioeléctricas mencionados a continuación:

- tipo de modulación (MDP-2, MDP-4, MDP-8, MDP-4 descentrada, MAQ-16, MDAP-16, MDAP-32, CW, MDM);
- velocidad de símbolos;
- frecuencia central;
- potencia isotropa radiada equivalente (p.i.r.e.);
- anchura de banda;
- relación portadora/ruido (C/N_0);
- velocidad de datos;
- proporciones de errores en los bits (BER);

- norma de la portadora (DVB-S, DVB-S2, IESS-308, IESS-309, IESS-310, IESS-315);
- corrección de errores en recepción (1/2, 2/3, 2/5, 3/4, 3/5, 4/5, 5/6, 7/8, 8/9, 9/10).

El sistema permite almacenar los datos medidos y compararlos con los existentes en la base de datos de las asignaciones de frecuencias o con los parámetros medidos anteriormente. Además, existe la posibilidad de realizar una exploración de los transpondedores del satélite para determinar todas las frecuencias portadoras e identificarlas comparándolas con las que aparecen en la base de datos.

3.4 Subsistema para determinar el emplazamiento de las estaciones terrenas (geolocalización) y calcular las efemérides del satélite

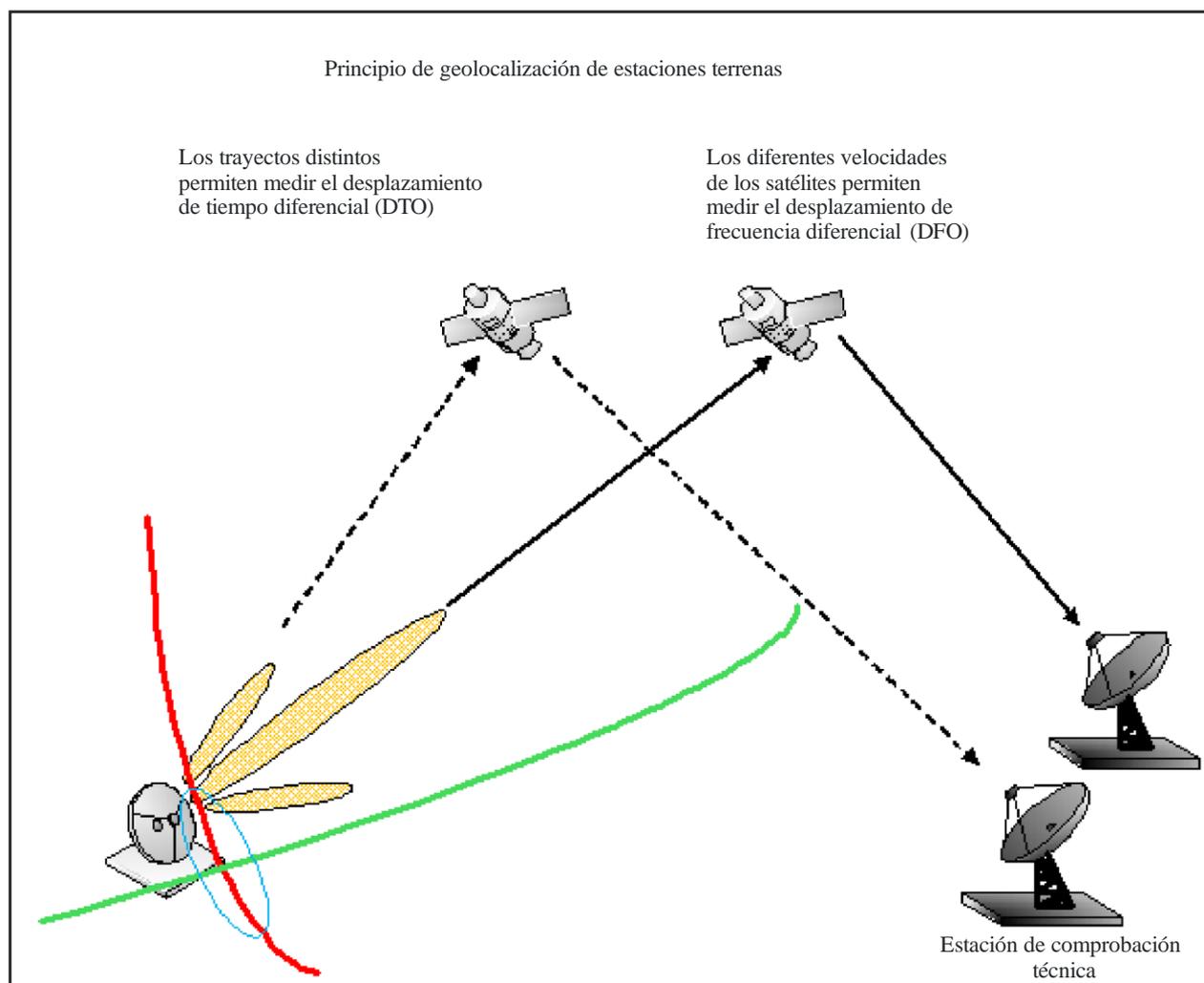
Los principios de determinación del emplazamiento (geolocalización) de las estaciones terrenas se basan en el análisis de las señales, que son transmitidas por la estación terrena y retransmitidas por el satélite. Mientras que la señal objetivo (lóbulo principal) se transmite al satélite particular, la parte del lóbulo lateral de esta señal se transmite al satélite adyacente (que funciona en la misma frecuencia, con la misma polarización y con una zona de servicio similar). La señal procedente de dos trayectos se recibe, se convierte y se digitaliza en la estación de comprobación técnica radioeléctrica.

El distinto emplazamiento de los satélites en la órbita de los satélites geoestacionarios y el desplazamiento de la señal a lo largo de distintos trayectos a través de dos o más satélites permite obtener el desplazamiento de tiempo diferencial (DTO) y trazar la línea temporal de la posición sobre la superficie de la Tierra (línea roja en la siguiente figura).

Teniendo en cuenta el movimiento de los satélites durante un tiempo determinado, el desplazamiento y la oscilación de frecuencia en los generadores del satélite, es posible calcular el desplazamiento de frecuencia diferencial (DFO) y trazar la línea de frecuencia de la posición sobre la superficie de la Tierra (línea verde en la siguiente figura).

Utilizando los datos obtenidos, la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales calcula la elipse dentro de la cual está situada la estación terrena en cuestión.

A partir de la diferencia entre el retardo de tiempo de las señales se obtiene la marcación en la dirección Sur-Norte con una precisión de 0,5-10 km. La marcación en la dirección Este-Oeste se determina a partir de la diferencia de frecuencias y de la deriva de fase (con una precisión de 50-80 km). Para aumentar la precisión de la geolocalización de la estación terrena, es necesario realizar varias mediciones con compensación del error de efemérides. En tal caso, podría lograrse una precisión potencial de la geolocalización de la estación terrena de 0,5-1 km.



SM2182-Annex6-02

4 Dirección de contacto

Ukrainian State Centre of Radio Frequencies
15 km, pr. Peremogy
03179 Kiev
Ucrania

Fax: +38 044 422 81 81

Correo-e: centre@ucrf.gov.ua

Anexo 7

Instalaciones en Kazajstán de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

En 2005 fue construido y puesto en servicio el Centro de Control en Tierra de Vehículos Espaciales de la República de Kazajstán (GCC «Akkol»). En 2008-2009 el Centro «Akkol» fue modernizado en el marco del programa «KazSat-2».

El GCC «Akkol» consta de un Centro de Control de Misión (MCC «Akkol») y un Sistema de Comprobación Técnica de las Comunicaciones (CMS «Akkol»).

El GCC «Akkol» se encuentra en la ciudad de Akkol, región de Akmolinskaya, con las siguientes coordenadas geográficas: 52°0'11" de latitud Norte, 70°54'3" de longitud Este, a 410 m de altura sobre el nivel del mar.

Las Figs. 18 y 19 muestran una vista general del centro «Akkol».

FIGURA 18

Vista general del centro «Akkol»



SM.2182-18

FIGURA 19

Sistema de antena de 7,3 m



SM.2182-19

El sistema de comprobación técnica de las comunicaciones de «Akkol» consta de:

- estaciones de comprobación técnica con antenas de 9 m de diámetro;
- dos antenas recetoras de 7,3 m de diámetro;
- dos antenas receptoras de 2,4 m de diámetro para TVRO;
- control de *hardware-software* y equipos de medición;
- equipos de servidor y cliente con su correspondiente *software*.

El sistema de comprobación técnica de las comunicaciones «Akkol» lleva a cabo las siguientes actividades regulares de comprobación técnica en las posiciones orbitales que van desde 15° de longitud Este hasta 130° de longitud Oeste:

- tratamiento de la interferencia;
- medición orbital de los transpondedores en banda Ku con polarización lineal;
- comprobación técnica automatizada continua de la frecuencia real y los parámetros de potencia del transpondedor en la banda Ku;
- medición de las características declaradas de la estación terrena para su acceso al segmento espacial;
- comprobación técnica y medición de las características de frecuencia-potencia de la portadora;
- comprobación técnica continua de las portadoras y los parámetros de la señal digital;
- almacenamiento de los datos medidos;
- comprobación técnica de los canales de radiodifusión.

Parámetros del sistema de comprobación técnica de las comunicaciones «Akkol»:

gama de frecuencias del enlace descendente: 10 700 MHz – 12 750 MHz,
 gama de frecuencias del enlace ascendente: 13 750 MHz – 14 500 MHz,
 polarización: lineal.

GCC «Akkol» del sistema de comprobación técnica de las comunicaciones «Akkol» permite llevar a cabo las funciones para dos satélites de forma simultánea e independiente.

FIGURA 20

Panorámica general de los equipos de medición

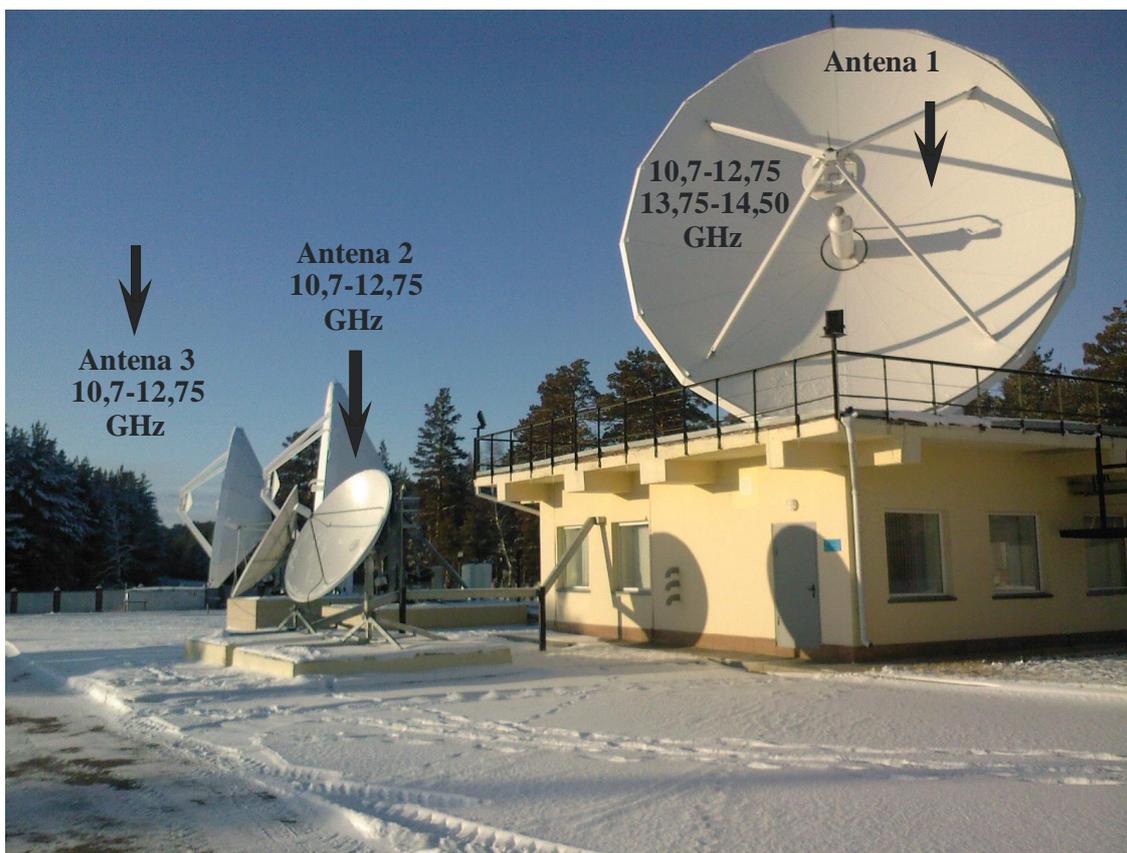


SM.2182-20

La Fig. 21 muestra una panorámica general de los sistemas de antena números 1, 2 y 3 y el Cuadro 6 contiene los parámetros de estos sistemas.

FIGURA 21

Panorámica general de los sistemas de antena números 1, 2 y 3



SM.2182-21

CUADRO 6

Parámetros de los sistemas de antena números 1, 2 y 3

Parámetro	Antena 1	Antena 2	Antena 3
Tipo de antena	Cassegrain 2 puertos RX + 2 puertos TX	Cassegrain 2 puertos RX	Cassegrain 2 puertos RX
Frecuencia de recepción (GHz)	10,7-12,75	10,7-12,75	10,7-12,75
Frecuencia de transmisión (GHz)	13,75-14,50	–	–
Tamaño de antena	9,0 m Ø	7,3 m Ø	7,3 m Ø
Polarización	Lineal	Lineal	Lineal
Ganancia de antena (dBi)	RX 57,6-59,0 TX 59,7-60,1	RX 55,8-57,1	RX 55,8-57,1
G/T (dB/K)	36,2-36,8	34,6-35,2	34,6-35,2
Posiciones GEO disponibles	25°-107° E	11,5°-112° E	11,5°-107° E
Tipo de seguimiento	Steptrak, OPT, manualmente	Steptrak, OPT, manualmente	Steptrak, OPT, manualmente

Dirección de contacto:

Republican Center of Space Communication and
Electromagnetic Compatibility of Radio-Electronic Units JSC
Republic of Kazakhstan,
34, Dzhangildin Street, Astana
Tel./Fax: +7 (7172) 326478
Correo-e: info@rcsc.kz

Anexo 8

**Estación de comprobación técnica de radiocomunicaciones espaciales en Brasil
Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Anatel)**

1 Especificaciones de la estación de comprobación de radiocomunicaciones espaciales**1.1 Introducción**

En 2014 Anatel (Agencia Nacional de Telecomunicaciones), el organismo de reglamentación de las telecomunicaciones de Brasil, desplegó su primera estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones por satélite (EMSAT) como parte de un amplio programa de expansión de la comprobación técnica del espectro diseñado por el regulador brasileño en apoyo de grandes eventos internacionales, como el Mundial de la FIFA de 2014 y los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Río 2016. Una vez terminados los eventos, las instalaciones se utilizan como herramienta de soporte para la gestión del espectro y la órbita y su explotación depende de la Oficina de Aplicación de Anatel.

1.2 Descripción general y funciones

La estación está situada en la ciudad de Río de Janeiro. Se trata de una estación únicamente receptora y puede realizar mediciones en las bandas C, Ku y Ka de los satélites OSG.

Sus principales funciones son las siguientes:

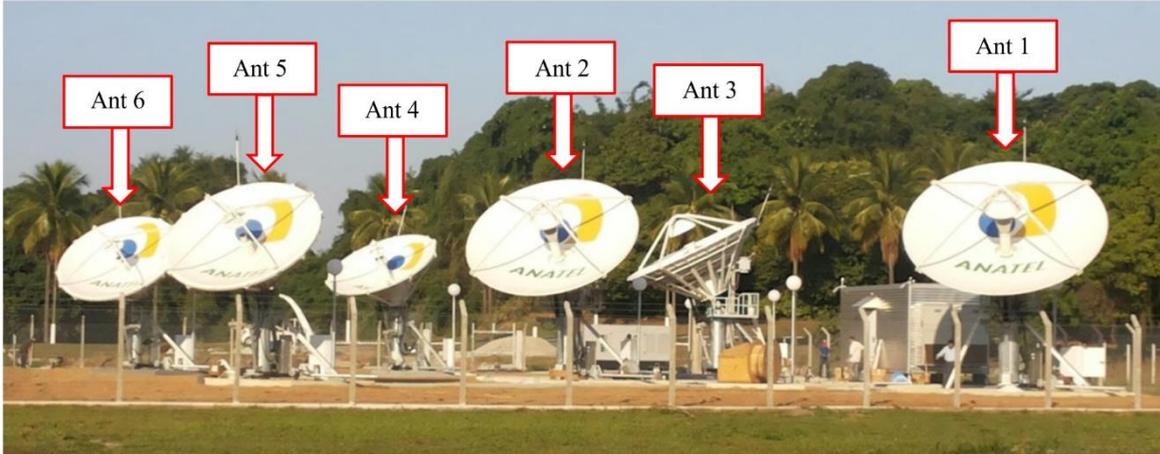
- detección de emisiones no autorizadas;
- evaluación de parámetros autorizados;
- medición de la ocupación de la posición orbital y de los satélites;
- comprobación técnica del espectro automatizada;
- geolocalización;
- caracterización de señales;
- base de datos con información de comprobación técnica del espectro histórica y funcionalidades de análisis tendencial;
- detección de señales bajo portadora.

1.3 Características del sistema

El sistema de comprobación técnica está formado por una serie de siete antenas (bandas C, Ku y Ka), como se describe a continuación.

FIGURA 22

Antenas C y Ku de la EMSAT, Río de Janeiro; antena de banda Ka (portátil); equipo de medición



Antenas C y Ku de la EMSAT, Río de Janeiro



Antena de banda Ka (portátil)



Equipo de medición

Antenas de banda C

Parámetro	Antenas 1 y 2	Antena 3	Antena 4
Tipo de antena	Gregoriana	Gregoriana	Elíptica con eje desplazado
Gama de frecuencias	Banda C 3 625 MHz – 4 200 MHz	Banda C 3 625 MHz – 4 200 MHz	Banda C (AP30B) 4 500 MHz – 4 800 MHz
Diámetro de antena	6 m	6 m	4,5 m
Polarización	Lineal	Circular	Lineal
Tareas	Comprobación técnica y geolocalización	Comprobación técnica y geolocalización * *emparejada con otra antena de banda C (antenas 1 o 2)	Comprobación técnica
Ganancia de antena (dBi)	46,7	46,7	45
Posiciones orbitales	De 110° W a 10° W	De 96° W a 1° W	De 80° W a 17° W

Antenas de bandas Ku y Ka

Parámetro	Antenas 5 y 6	Antena 7*
Tipo de antena	Elíptica con eje desplazado	Excentrada
Gama de frecuencias	Banda Ku 10,7 GHz – 12,75 GHz	Banda Ka 17,7 GHz – 21,2 GHz
Diámetro de antena	4,5 m	2,4 m
Polarización	Lineal	Circular
Tareas	Comprobación técnica y geolocalización	Comprobación técnica
Ganancia de antena (dBi)	53,2	51,4
Posiciones orbitales	De 110° W a 29° W	De 110° W a 40° W* *portátil. Puede reubicarse para llegar a otras posiciones orbitales, de ser necesario.

Esta estación puede tomar mediciones de comprobación técnica con todas las antenas trabajando por separado. Sin embargo, las operaciones de geolocalización sólo pueden realizarse utilizando (simultáneamente) los pares de antenas siguientes:

- señales en banda C con polarización lineal → antenas 1 y 2;
- señales en banda C con polarización circular → antenas 1 y 3 o 2 y 3;
- señales en banda Ku con polarización lineal → antenas 5 y 6.

1.4 Interfaz RF e infraestructura

Como parámetro para medir la calidad de funcionamiento global de la cadena de recepción se utiliza el factor de calidad (G/T). A continuación se especifican los factores de calidad mínimos en el centro de la banda para las diferentes frecuencias:

- banda C, polarización lineal, 3 625 MHz a 4 200 MHz: 27,8 dB/K;
- banda C (AP 30B), polarización lineal, 4 500 MHz a 4 800 MHz: 26,8 dB/K;
- banda C, polarización circular, 3 625 MHz a 4 200 MHz: 27 dB/K;
- banda Ku, polarización lineal, 10 700 MHz a 12 750 MHz: 30,9 dB/K;
- banda Ka, polarización circular, 17 700 MHz a 21 200 MHz: 27,2 dB/K.

Todos los equipos de medición están conectados a una única base temporal de referencia de 10 MHz, con una precisión de 2×10^{-11} .

2 Tareas

2.1 Mediciones y análisis de parámetros técnicos

La EMSAT se ha diseñado para realizar mediciones conforme a lo recomendado por la UIT y el Manual de Comprobación Técnica del Espectro.

Los principales parámetros que se comprueban son p.i.r.e. (dBW), frecuencia (MHz) y ancho de banda (MHz) de las señales transmitidas por el satélite a la estación terrena. También pueden obtenerse valores derivados, como la densidad de flujo de potencia (dfp).

Precisión máxima alcanzable:

- p.i.r.e. de enlace descendente: error tolerable de $\pm 1,0$ dB para una relación señal/ruido mínima de 12 dB. Variación de hasta $\pm 0,3$ dB en medidas sucesivas;
- medición de frecuencia: error tolerable de $\pm 1\%$ del ancho de banda de la señal para una portadora con una relación señal/ruido mínima de 15 dB;
- medición de ancho de banda: error tolerable de $\pm 1\%$ del ancho de banda de la señal para una portadora con una relación señal/ruido mínima de 12 dB;
- respuesta en frecuencia: variación máxima de ± 1 dB por cada 36 MHz y de $\pm 2,5$ dB en toda la banda.

El sistema también puede tomar las siguientes medidas: E_b/N_0 , velocidad de símbolos, C/N y C/N_0 . También puede detectar y caracterizar las señales digitales, generando gráficamente un diagrama de constelación y mostrando el tipo de modulación utilizado y el código de corrección de errores.

En cuanto a la modulación y la corrección de errores, la estación puede reconocer las siguientes modulaciones y códigos de corrección de errores:

- tipos de modulación: MDP-2, MDP-4, MDP-8, MAQ-16, MDPA-16;
- códigos de corrección de errores: RS (Reed-Solomon), CV (código convolucional), LDPC (código de paridad de baja densidad).

La EMSAT puede identificar automáticamente las señales interferentes y tiene también la función de detección y medición de señales bajo portadora, que permite al sistema filtrar señales interferentes específicas dentro de una portadora o por debajo del ruido de fondo del analizador de espectro.

Por último, el sistema dispone también de un espectrograma y puede analizar el espectro con una resolución mínima de 10 Hz.

2.2 Operaciones de geolocalización

Para realizar operaciones de geolocalización, esenciales en caso de interferencia del enlace ascendente o funcionamiento de estaciones terrenas no autorizadas, la EMSAT de Anatel utiliza las técnicas de diferencia de tiempo en la llegada (TDOA, *Time Difference of Arrival*) y diferencia de frecuencia en la llegada (FDOA, *Frequency Difference of Arrival*).

La geolocalización puede efectuarse de diversas maneras. En función de las características de la señal objetivo, pueden utilizarse las técnicas FDOA y TDOA simultáneamente o sólo una de ellas (TDOA o FDOA). Por ejemplo, para la geolocalización de fuentes de señales de onda continua, la FDOA es la única técnica empleada para la geolocalización por la EMSAT.

Como se indica en el § 1.3, para llevar a cabo la geolocalización la EMSAT necesita realizar medidas de enlace descendente simultáneas de la señal objetivo, adquiriendo las señales de dos satélites adyacentes, es decir, el satélite «afectado» (denominado primario) y el satélite adyacente (denominado secundario). En general, la elipse georreferenciada producida por la plataforma de geolocalización de la EMSAT indica la zona de probabilidad en que se ha de buscar la estación terrena transmisora.

Una vez procesada satisfactoriamente la geolocalización, los resultados se presentan en mapas digitales y también pueden exportarse en formato .KMZ para su ulterior geoprocesamiento. Uno de los análisis que se puede realizar es la superposición de elipses de geolocalización con las estaciones terrenas potencialmente interferentes en la zona de búsqueda, que pueden exportarse de la base de datos de licencias de Anatel.

En las Figuras siguientes se muestra un ejemplo de elipse de geolocalización.

FIGURA 23

Resultados de la geolocalización (se indican las líneas de TDOA y FDOA y el objetivo)

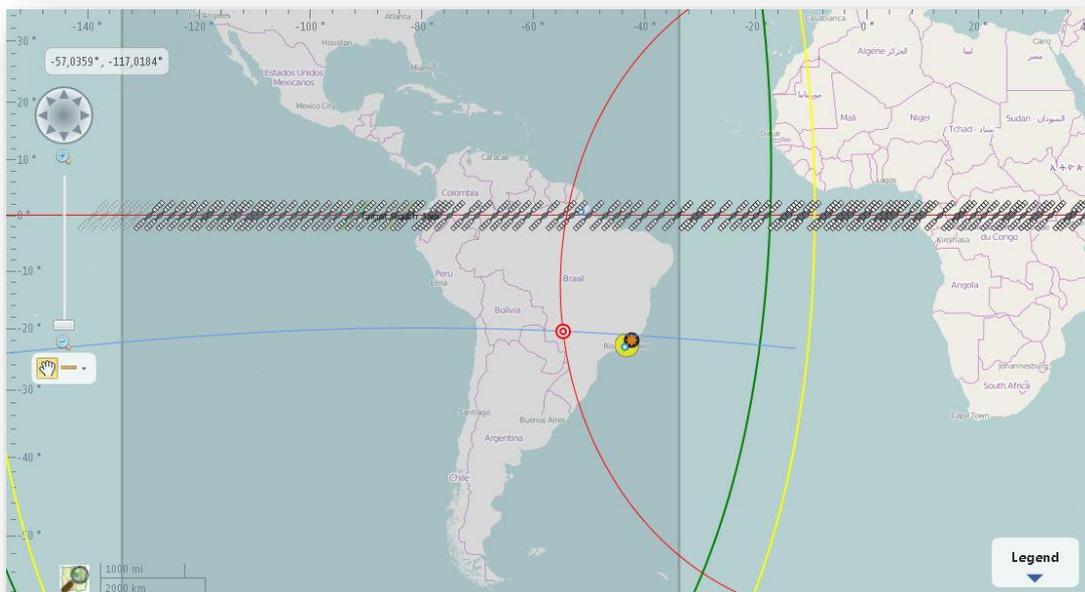


FIGURA 24
Resultados de la geolocalización (elipse de geolocalización)

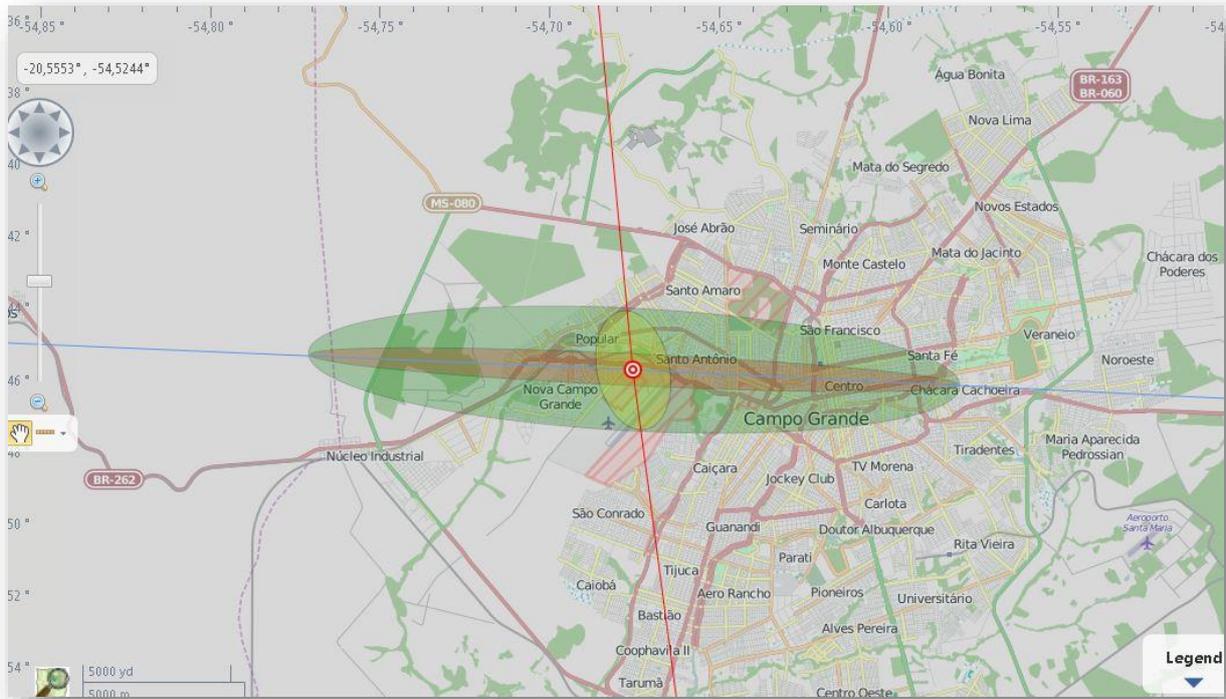
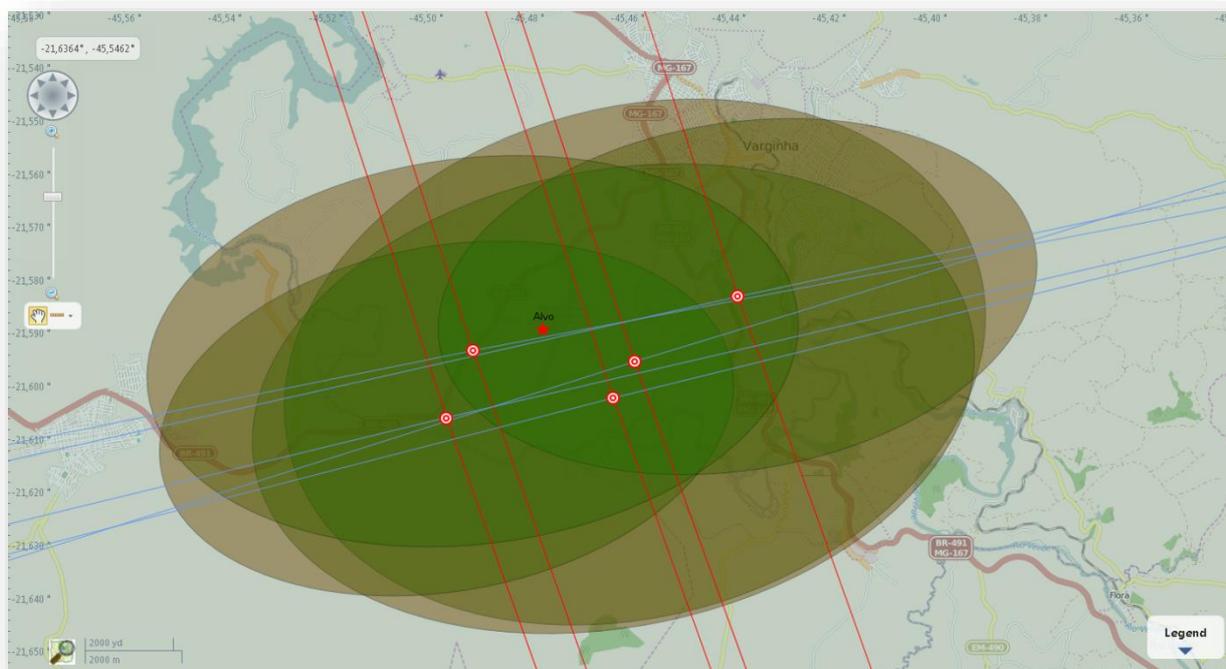


FIGURA 25
Resultados de la geolocalización
(elipse de geolocalización repetida cinco veces y convergente en la misma región)



3 Horario e información de contacto

Horario de servicio: de 12.00 a 20.00 horas UTC de lunes a viernes (09.00 a 17.00 horas, hora local de Brasilia, UTC – 03.00).

Correo electrónico: msat@anatel.gov.br y er-2@anatel.gov.br.

Fax: +55 61 2312-2244 (Asesoría Internacional de Anatel) y +55 61 2312-2670 (División de Radiodifusión, órbita y espectro de Anatel).

Anexo 9

Instalaciones en la Sultanía de Omán de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

Autoridad de Reglamentación de las Telecomunicaciones (TRA)

1 Descripción general

La estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales (SRMS) pertenece a la Autoridad de Reglamentación de las Telecomunicaciones (TRA), que se encarga de la gestión y la comprobación técnica del espectro en la Sultanía de Omán. La SRMS está ubicada en Mascate a unos 7 km de la sede principal de la TRA y aproximadamente a la misma distancia del aeropuerto internacional de Mascate. La estación se inauguró oficialmente el 17 de enero de 2018.

Entre las instalaciones más importantes de la estación pueden citarse un edificio principal y un complejo de antenas, ubicado en la parte más elevada de la estación donde se tiene la mejor visibilidad del arco orbital. La estación puede realizar la comprobación técnica de satélites geoestacionarios y no geoestacionarios, así como mediciones en las bandas de frecuencias C, Ku, X, Ka, L y S.

FIGURA 26
Ubicación de la SRMS



SM.2182-26

2 Funciones

Las principales funciones de la SRMS son las siguientes:

- Controlar el uso del espectro de frecuencias y de los recursos espaciales verificando que los usuarios existentes cumplan las licencias otorgadas por la TRA.
- Realizar la comprobación técnica y mediciones de las señales radioeléctricas en los servicios espaciales.
- Detectar cualquier utilización ilícita.
- Resolver y eliminar toda interferencia perjudicial.
- Apoyar las actividades nacionales relacionadas con los servicios espaciales.
- Ocuparse de la coordinación internacional con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y otros organismos reguladores en lo que respecta a la cuestión de las interferencias.

3 Características del sistema

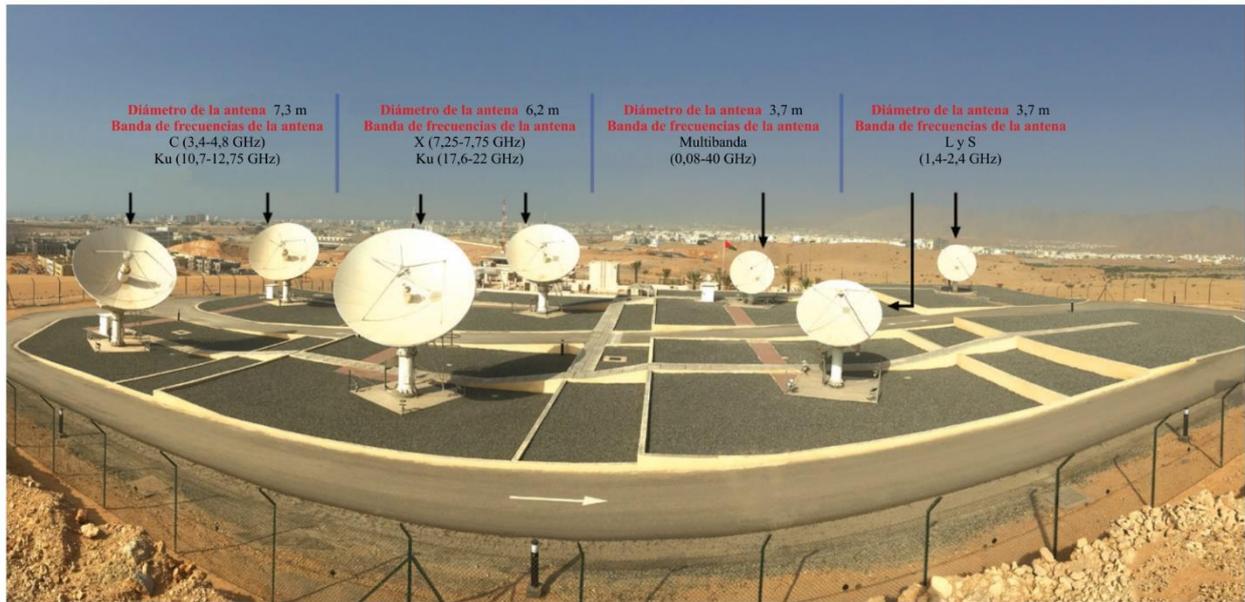
Coordenadas geográficas de la estación: $23^{\circ}33'09.37''N 58^{\circ}19'59.76''E$

Arco geoestacionario visible: $16^{\circ} W$ a $133^{\circ} E$

La estación se compone de siete antenas con los siguientes detalles técnicos:

FIGURA 27

Complejo de antenas de la SRMS



SM.2182-27

Antena				Banda de frecuencias	Polarización		Gama de ángulos de acimut y elevación
Nombre	Tamaño	Tipo	Tipo de seguimiento				
Antena_1 (Secundaria)	7,3 m	De base con capacidad de giro	Por pasos, IESS y Norad	C: 3,4-4,8 GHz	Lineal	Circular	AZI = 94°-266° ELE = 5°-88°
				Ku: 10,7-12,75 GHz	Lineal	-	
Antena_2 (Primaria)	7,3 m	De base con capacidad de giro	Por pasos, IESS y Norad	C: 3,4-4,8 GHz	Lineal	Circular	AZI = 94°-266° ELE = 5°-88°
				Ku: 10,7-12,75 GHz	Lineal	-	
Antena_3 (Secundaria)	6,2 m	De base con capacidad de giro	Por pasos, IESS y Norad	X: 7,25-7,75 GHz	-	Circular	AZI = 94°-266° ELE = 5°-88°
				Ka: 17,6-22 GHz	Lineal	Circular	
Antena_4 (Primaria)	6,2 m	De base con capacidad de giro	Por pasos, IESS y Norad	X: 7,25-7,75 GHz	-	Circular	AZI = 94°-266° ELE = 5°-88°
				Ka: 17,6-22 GHz	Lineal	Circular	
Antena_5 (Multibanda)	3,7 m	Movimiento completo	Por pasos, IESS y Norad	Banda-1: 0,08-1,3 GHz	Lineal	-	AZI = 5°-355° ELE = 5°-85°
				Banda-2: 1-18 GHz	Lineal	Circular	
				Banda-3: 18-40 GHz	Lineal	-	
Antena_6 (Secundaria)	3,7 m	Movimiento completo	Por pasos, IESS y Norad	L: 1,4-2,15 GHz	-	Circular	AZI = 5°-355° ELE = 5°-85°
				S: 2,1-2,4 GHz	-	Circular	
Antena_7 (Primaria)	3,7 m	Movimiento completo	Por pasos, IESS y Norad	L: 1,4-2,15 GHz	-	Circular	AZI = 5°-355° ELE = 5°-85°
				S: 2,1-2,4 GHz	-	Circular	

Esta estación puede tomar mediciones de comprobación técnica del espectro utilizando cualquiera de las siete antenas descritas. Sin embargo, las mediciones de geolocalización solo pueden realizarse utilizando pares de antenas simultáneamente, de la siguiente manera:

- Las antenas 1 y 2 pueden utilizarse para las bandas de frecuencias C y Ku.
- Las antenas 3 y 4 pueden utilizarse para las bandas de frecuencias X y Ka.
- Las antenas 6 y 7 pueden utilizarse para las bandas de frecuencias L y S.

4 Estructura de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales

La estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales de la TRA de Omán consta de diez subsistemas funcionales.

4.1 Antenas

La estación se compone de siete antenas receptoras de señales de satélite que tienen diferentes diámetros y especificaciones técnicas, como se indica en el § 3.

4.2 Subsistema de diagnóstico y control de los dispositivos de la estación y de orientación de las antenas hacia las posiciones orbitales de los satélites

Este subsistema se encarga de realizar la comprobación técnica de todos los componentes de la SRMS y de controlarlos a distancia. Se compone de dos elementos fundamentales: el primero se ocupa de la comprobación técnica y el control de los equipos de la estación en tierra, como la unidad de control de la antena (UCA), el amplificador de bajo nivel de ruido (LNA), los conmutadores y los convertidores reductores de bloques de frecuencias (BDC), y el segundo de la comprobación técnica de los equipos de red (conmutador de red, cortafuegos, servidor, estación de trabajo). En caso de que se produzca algún problema o fallo en la SRMS, este subsistema envía avisos/notificaciones al operador. Además, permite orientar la antena de forma manual o automática hacia cualquier posición orbital dentro del arco visible.

4.3 Subsistema de comprobación técnica, detección y caracterización de señales de satélite

Este subsistema lleva a cabo la comprobación técnica y un análisis de las señales radioeléctricas recibidas de los satélites y determina sus especificaciones técnicas. El *software* de este subsistema permite medir los siguientes parámetros técnicos:

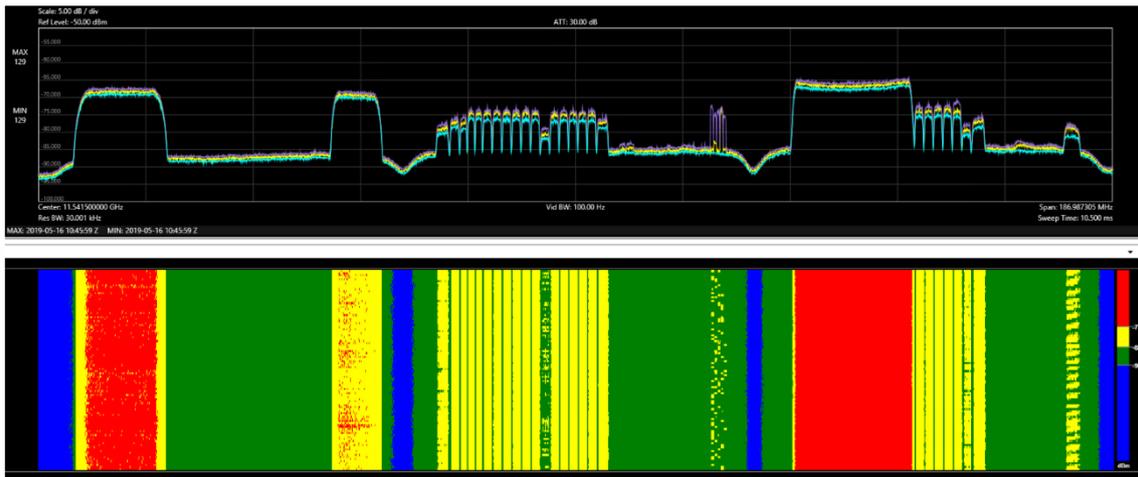
- frecuencia central (MHz);
- ancho de banda (kHz);
- velocidad de símbolos (kbit/s);
- velocidad de datos (kbit/s);
- potencia isotrópica radiada equivalente – p.i.r.e. (dBW);
- relación portadora/ruido – C/N (dB);
- densidad portadora/ruido – C/N_o (dB);
- relación portadora/interferencia – C/I (dB);
- energía por bit/densidad espectral de potencia de ruido – E_bN_o (dB);
- energía por símbolo/densidad espectral de potencia de ruido – E_sN_o (dB);
- tipo de modulación;
- norma de la portadora;
- codificación interior y exterior; y
- proporción de errores en los bits – BER.

También se puede calcular la densidad de flujo de potencia (dfp).

Para determinar las portadoras de frecuencia, el *software* es capaz de escanear los transpondedores de los satélites y presenta los resultados en un espectrograma. Los resultados pueden compararse con la base de datos existente para identificar las portadoras encontradas.

FIGURA 28

Espectrograma de los transpondedores recibidos



SM.2182-28

El sistema permite recibir al mismo tiempo señales de satélite con diferentes polarizaciones.

FIGURA 29

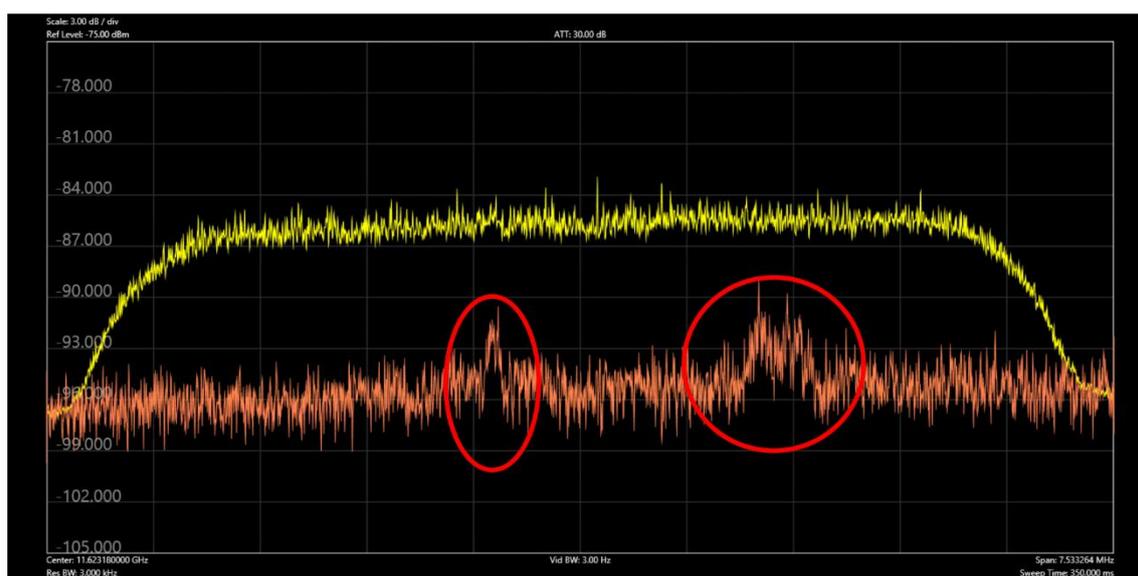
Recepción de dos polarizaciones diferentes
(Nota: Polarización principal = Traza amarilla, Polarización transversal = Traza púrpura)



SM.2182-29

El sistema tiene la capacidad de identificar señales interferentes ocultas bajo la portadora principal mediante el análisis de portadoras superpuestas.

FIGURA 30
Análisis de portadoras superpuestas



SM.2182-30

Este subsistema también permite realizar las siguientes tareas:

- Crear una base de datos de satélites y de sus parámetros técnicos, lo que facilita y agiliza la configuración de las mediciones.
- Almacenar los resultados de las mediciones y compararlos con mediciones anteriores o con datos de usuarios titulares de licencias que estén disponibles en la base de datos.
- Escanear de forma manual o automatizada los transpondedores de satélite y medir el grado de ocupación del espectro.
- Calibrar los trayectos de frecuencia radioeléctrica de las antenas mediante el centro de calibración de inyección de ruido, que es capaz de controlar múltiples fuentes de inyección de ruido en muchas antenas.

4.4 Sistema de localización del transmisor (localización geográfica)

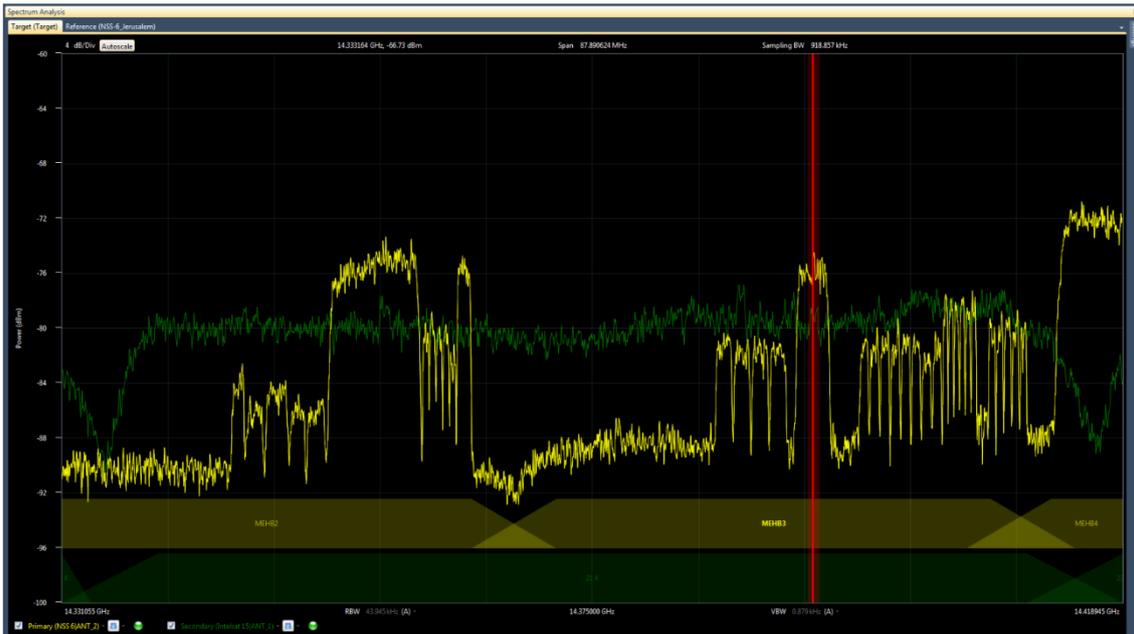
El sistema de localización del transmisor es un subsistema que determina la ubicación geográfica de la estación terrena que causa interferencias en el enlace ascendente con el satélite o que transmite sin autorización legal (es decir, utilización ilícita). A fin de estimar la localización de la señal de origen, el sistema aplica las técnicas de la diferencia de tiempo de llegada (TDOA) y de la diferencia de frecuencias de llegada (FDIA), para lo que se debe realizar la comprobación técnica en el enlace descendente de la señal objetivo procedente de dos satélites adyacentes conocidos como satélites primarios, es decir, el satélite interferido, y satélite secundario, que es adyacente al primario. Como se indica en el § 3, en las operaciones de geolocalización se utilizan dos antenas que operan en las mismas bandas de frecuencia.

Este subsistema tiene la capacidad de corregir las efemérides de los satélites a fin de mejorar la precisión de los resultados de geolocalización y permite crear una base de datos de satélites propia para las operaciones de geolocalización.

En las Figs. 31 y 32 puede verse un ejemplo de resultados de geolocalización.

FIGURA 31

Ejemplo de espectro recibido del satélite primario (traza amarilla) y del secundario (traza verde)
(Nota: la línea roja indica la señal objetivo)



SM.2182-31

FIGURA 32

Ejemplo de resultado de la geolocalización en el mapa



SM.2182-32

4.5 Unidad móvil de comprobación técnica

Este subsistema permite realizar la comprobación técnica de las señales de los satélites en el enlace ascendente (Tierra-espacio) y descendente (espacio-Tierra).

Para la medición de enlace ascendente, el subsistema utiliza antenas omnidireccionales y direccionales que abarcan la gama de frecuencias 0,8-40 GHz. Es posible mejorar la cobertura de la comprobación técnica utilizando un mástil de 8,5 m para elevar las antenas de bocina direccionales y realizar así mediciones en una posición más alta. También será posible apuntar estas antenas en cualquier dirección para realizar la medición. Tras una operación de geolocalización exitosa, este subsistema permite establecer la localización de la transmisión ilícita o la fuente de las interferencias radioeléctricas en la Tierra.

Para la medición de enlace descendente, el subsistema puede utilizar una antena receptora en las bandas de frecuencias C, X, Ku y Ka. Estas mediciones pueden ser útiles en caso de que los haces puntuales del satélite no cubran las antenas principales de la SRMS. El subsistema descrito en el § 4.2 y el § 4.3 también se emplea en la unidad móvil para controlar los dispositivos y para caracterizar y analizar las señales recibidas. También es posible realizar el apuntamiento automático hacia la posición orbital del satélite.

FIGURA 33

Unidad móvil de comprobación técnica



SM.2182-33

4.6 Sistema de aeronaves no tripuladas (SANT)

El SANT o sistema de drones sirve para determinar la localización de la utilización ilegal y la interferencia de señales radioeléctricas en el enlace ascendente (Tierra-espacio) en las bandas L, C, X, Ku y Ka, en las ocasiones en que no es posible usar la unidad móvil debido a las condiciones del terreno o a la gran elevación del ángulo de transmisión de las antenas de la estación terrena.

4.7 Emisor de referencia

Por lo general, el sistema de geolocalización funciona con emisores de referencia oportunistas, que consisten en enlaces ascendentes de satélites comerciales cuyas localizaciones y frecuencias de enlace ascendente son públicas. Sin embargo, dada la incertidumbre en torno a las localizaciones de los emisores de referencia oportunistas, estos también pueden ser objeto de ciertos cambios, como el traslado, la resintonización, la asignación a otros satélites o la desconexión, lo que provoca errores adicionales de efemérides y de sesgo, razón por la que estos emisores no son ideales para efectuar mediciones precisas de geolocalización. A fin de resolver esta deficiencia, se utiliza un emisor de referencia específico.

El emisor de referencia (ER) es un dispositivo meramente de transmisión que emite una señal de baja potencia que ha de emplearse como señal de referencia. Debe utilizarse junto con el sistema de geolocalización para ayudar a mejorar la precisión de los resultados de geolocalización de las señales recibidas en las bandas C, X, Ku y Ka. Este subsistema permite la adquisición automática del satélite y el apuntamiento automático de la antena de transmisión hacia la posición orbital deseada. El emisor de referencia puede desplazarse a cualquier lugar de Omán en la unidad móvil de comprobación técnica siempre que sea necesario.

4.8 Comprobación técnica de DVB

Este subsistema permite visualizar, identificar y rastrear la fuente de canales de televisión por satélite desaleatorizados.

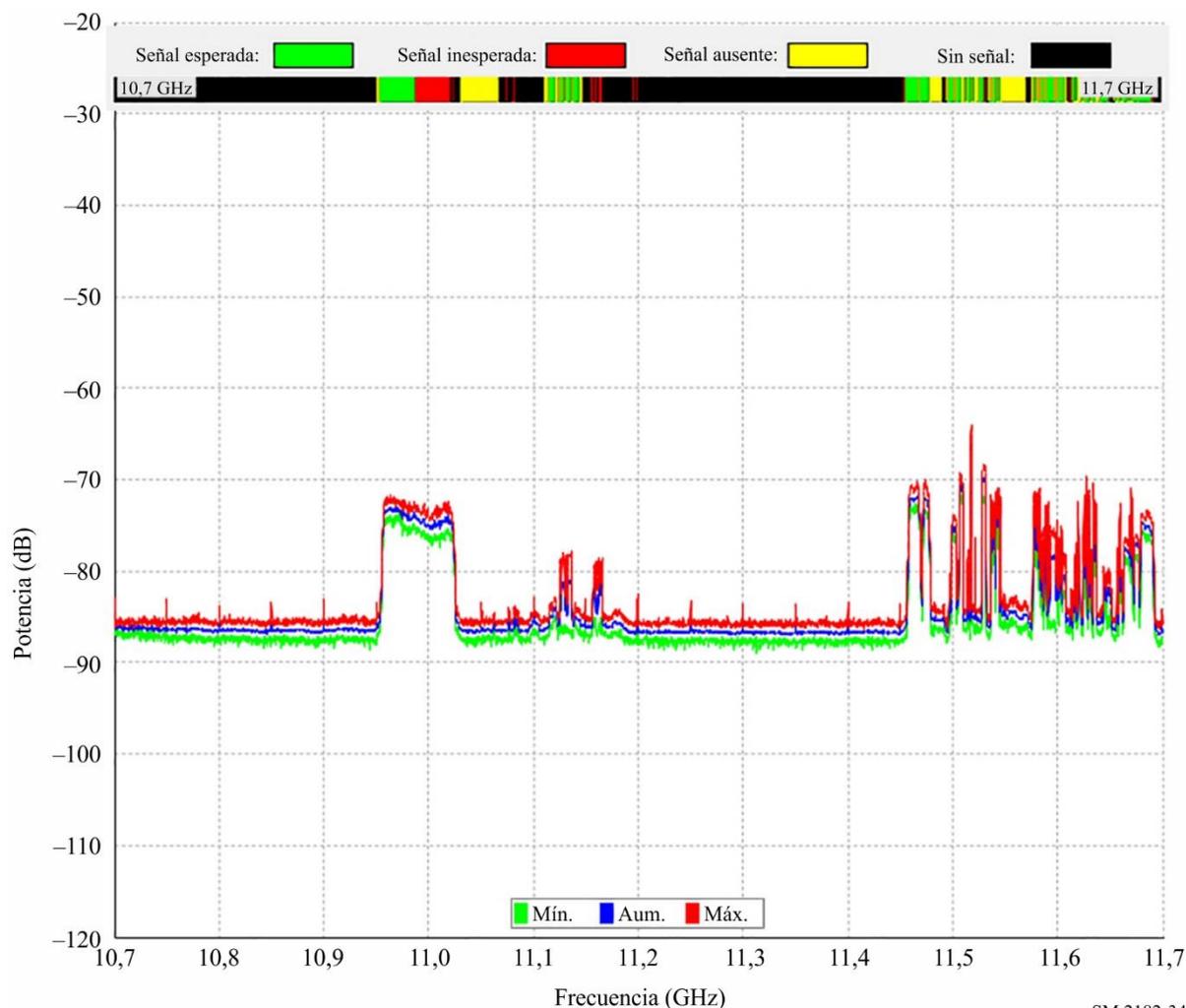
4.9 Subsistema de verificación de licencias y comprobación del grado de ocupación de la órbita

Se trata de un subsistema centralizado que reúne información a partir de los diversos subsistemas descritos en los § 4.2, 4.3 y 4.4. Permite a los operadores planificar, programar, ejecutar y automatizar misiones, así como elaborar diferentes informes.

Este subsistema facilita la verificación de la utilización real del espectro con arreglo a las licencias de radiocomunicaciones concedidas por la TRA de Omán y la medición del grado de ocupación de las órbitas de los satélites geoestacionarios. Las licencias se verifican comprobando automáticamente la p.i.r.e. esperada, la frecuencia central y el ancho de banda, sobre la base de una medición de enlace descendente de las frecuencias radioeléctricas. Es posible escanear segmentos orbitales de satélite y comparar la medición del espectro con satélites conocidos que se encuentran en una posición orbital específica. En la Fig. 34 se muestra un ejemplo de los resultados de la medición de un segmento orbital.

FIGURA 34

Ejemplo de los resultados de la medición de un segmento orbital



SM.2182-34

Ambas tareas pueden programarse para que se ejecuten de forma automática en un momento dado. El subsistema permite además reservar los recursos de la antena para llevar a cabo una misión de geolocalización.

4.10 Sistema de grabación de la banda L

Se trata de un sistema de grabación y reproducción en tiempo real en el que se almacena el espectro de la señal deseada y sus características técnicas.

5 Tareas

Las principales tareas de la estación de comprobación técnica de las radiocomunicaciones espaciales son las siguientes:

- Verificar la utilización real del espectro con arreglo a las licencias de radiocomunicaciones concedidas por la Autoridad.
- Medir las señales de los satélites para identificar los parámetros técnicos de las emisiones recibidas.
- Comprobar la señal de satélite recibida para asegurar la conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

- Realizar mediciones de geolocalización para identificar la fuente de interferencia en enlace ascendente o para localizar una señal desconocida, que puede ser una transmisión ilícita.
- Medir el grado de ocupación del espectro para determinar la utilización real del espectro y las órbitas por las estaciones satelitales y su conformidad con los datos coordinados, notificados y registrados en la UIT.
- Apoyar el proceso de coordinación de los lanzamientos de satélites nacionales mediante la medición del grado de ocupación del espectro a fin de identificar las frecuencias y opciones orbitales adecuadas.

6 Horas de funcionamiento

Las horas normales de funcionamiento (de domingo a jueves) son de las 7.30 a las 15.00 horas (hora de Omán).

7 Información de contacto

Telecommunication Regulatory Authority

P.O. Box: 3555

P.C.: 111, Seeb

Sultanía de Omán

Tel.: +968 24 2222 40/ 24 2222 56

Fax: +968 24 2222 35

Correo-e: alsawafi@tra.gov.om, saleh.hadrami@tra.gov.om

Space Radio Monitoring Station

P.O. Box: 3555

P.C.: 111, Seeb

Sultanía de Omán

Tel.: +968 24036105/24036104

Fax: +968 24036120

Correo-e: srms@tra.gov.om
