

INFORME UIT-R BO.2016

SISTEMAS DEL SRS PARA LA BANDA 40,5-42,5 GHz

(Cuestión UIT-R 220/11)

(1997)

1 Introducción

El objetivo de este Informe es evaluar de forma preliminar la viabilidad técnica de la utilización de la banda 40,5-42,5 GHz para las aplicaciones del servicio de radiodifusión por satélite (SRS) al que está atribuido esta banda con carácter primario en todo el mundo. Se necesita dicha evaluación al suponerse de forma generalizada que las pérdidas de propagación relativamente grandes que se producen en esta banda la hacen más adecuada para las aplicaciones terrenales de corto alcance que para el SRS (véase el Informe UIT-R BT.961). En Europa, según la decisión del Comité Europeo de Radiocomunicaciones (CER), ERC/DEC/96, del 5 de junio de 1996, se identifica la banda 40,5-42,5 GHz como banda armonizada para el servicio de distribución vídeo multipunto (MVDS – multipoint video distribution service)*. Además, la hipótesis de que la banda 40,5-42,5 GHz no es adecuada para el SRS, ha inducido a algunos a proponer que la banda asociada de enlaces de conexión 47,2-49,2 GHz (véase la Nota 901 del Cuadro de atribución internacional de bandas de frecuencias) se utilice para los servicios de telecomunicación por medio de globos estratosféricos y para los enlaces ascendentes de un sistema mundial en la órbita de los satélites geoestacionarios (no OSG) del servicio fijo por satélite (SFS) (SFS no OSG).

Por tanto, otro objetivo del presente Informe es ofrecer ejemplos de parámetros técnicamente factibles de enlaces descendentes del SRS en 41 GHz y de enlaces de conexión en 48 GHz que se utilizan en análisis de compartición de frecuencia entre estos enlaces y los del MVDS, los de los sistemas de globos estratosféricos y de otras aplicaciones propuestas distintas del SRS y de los enlaces de conexión.

El Informe se estructura de la siguiente manera: El § 2 analiza el mercado global de los servicios de radiodifusión por satélite y las aplicaciones particulares en las que pueden ser adecuadas las frecuencias de ondas milimétricas. El § 3 identifica las atribuciones actuales al SRS y algunas de sus características. El § 4 trata a continuación los diversos aspectos de la viabilidad técnica de los sistemas del SRS en 40 GHz, incluyendo la disponibilidad de los componentes de equipo necesarios, ejemplos de balances del enlace y nivel previsto de disponibilidad de la señal en el enlace. El § 5 concluye con propuestas de nuevos trabajos, incluyendo algunos estudios específicos de compartición de frecuencias.

2 Demanda de servicios SRS

La demanda de servicios de radiodifusión por satélite ha aumentado exponencialmente durante el último decenio. El número de hogares que reciben actualmente la programación de televisión directamente de satélites es del orden de 40 millones, estando situados principalmente en Europa Occidental, Japón y Estados Unidos de América. Excepto en Japón, este rápido crecimiento se ha debido en gran medida a la autorización de satélites concebidos para el SFS con enlaces descendentes en 11 GHz para Europa y en 4 GHz para Estados Unidos de América. No obstante, tal como se presenta en el punto siguiente, el crecimiento reciente y el de un futuro próximo se produce en las bandas del SRS planificadas próximas a 12 GHz y cabe prever que surjan mercados en los países en desarrollo de Asia, América Latina y África, y que se produzca una nueva penetración en Europa, Estados Unidos de América, Japón y Australia. En casi todos estos sistemas, las zonas de cobertura del satélite son nacionales o multinacionales.

La cobertura nacional y multinacional de los sistemas del SRS actuales y previstos en un próximo futuro puede no atender de forma eficaz a la necesidad de una cobertura más localizada. Se siguen demandando ampliamente servicios orientados de forma más específica a grupos y localidades de intereses comunes. Estos servicios apuntarán a los intereses singulares de programación nacionales, culturales, educativos y locales de los grupos o localidades particulares. En muchos casos, estos servicios tendrán también que someterse a severas restricciones de los límites nacionales y culturales o, tal vez, sólo se limiten a los intereses específicos de una localidad particular, por ejemplo, una zona metropolitana. El «aprendizaje a distancia» es otro servicio que crece rápidamente y que demanda una mayor capacidad y mejor distribución al usuario final. Se están utilizando ya redes de televisión de instrucción (por microondas terrenales y por satélite) que dan soluciones educativas a nivel universitario.

* Este servicio es similar al de distribución multipunto local (LMDS – local multipoint distribution service) de Estados Unidos de América, para el que se ha establecido una atribución a nivel nacional en las proximidades de 28 GHz.

Para lograr plenamente los objetivos de prestación del servicio a una multitud de zonas localizadas (comunidades), resulta muy conveniente que los sistemas funcionen en las bandas de frecuencias más altas, es decir, en la banda 30/20 GHz y superiores. Aunque es técnicamente posible en bandas de frecuencias inferiores, la utilización de estas frecuencias elevadas ofrece una capacidad de espectro adicional para dar cabida a las previsiones futuras en cuanto a capacidad. También permite utilizar las configuraciones de antena de satélite de gran directividad y elevada ganancia que se necesitan para lograr zonas de cobertura locales con un tamaño físico más razonable que simplifique el diseño de la antena del satélite y su despliegue. En el caso que nos ocupa se considera que la «cobertura de zona local» es la necesaria aproximadamente para cubrir una zona metropolitana importante o que tenga una proyección en el suelo del diagrama de antena equivalente a una de unos 150 a 300 km de diámetro. El tamaño físico de las antenas del terminal de usuario puede también ser proporcionalmente menor, es decir, del orden de 0,5 m o inferiores.

3 Atribuciones de frecuencias al SRS

Las atribuciones de frecuencias al SRS están en las bandas próximas a 2, 12, 20, 40 y 85 GHz. Exceptuando las atribuciones en las bandas de 40 y 85 GHz, que ofrecen en cada caso 2 000 MHz de espectro en las tres Regiones de la UIT; la anchura de las bandas y su posición exacta en el espectro varía según la Región. Actualmente, sólo las bandas próximas a 12 GHz (11,7-12,5 GHz en la Región 1, 12,2-12,7 GHz en la Región 2 y 11,7-12,2 GHz en la Región 3) se utilizan en mayor medida y su empleo se rige por los planes de asignación de frecuencias y las disposiciones correspondientes del Apéndice 30 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

Aunque el número de sistemas operativos del SRS en 12 GHz es aún comparativamente pequeño, las utilizaciones propuestas y planificadas son muy numerosas. Hasta el momento se han propuesto más de 175 redes del SRS por unas 20 administraciones y 2 organismos internacionales, como modificaciones del Plan del SRS para las Regiones 1 y 3. Entre tanto, se están realizando los preparativos para revisar el Plan actual de las Regiones 1 y 3 en la CMR-97, utilizando «nuevos parámetros» con las asignaciones que no han entrado en servicio y con el fin de que otras asignaciones puedan servir para «nuevos países».

Las atribuciones al SRS en las bandas de 2 GHz y de 20 GHz no son por su parte adecuadas ni están actualmente disponibles para los sistemas individuales de recepción de TV. Las atribuciones al SRS en las proximidades de 2 GHz están reservadas para la radiodifusión sonora digital o la recepción comunitaria de TV. Las atribuciones próximas a 20 GHz (21,4-22 GHz en las Regiones 1 y 3 y 17,3-17,8 GHz en la Región 2) se añadieron en la CAMR-92 y están destinadas a la TVAD de banda ancha. No entran en vigor hasta el 1 de abril de 2007.

Por contrario, no se han propuesto aún sistemas de satélite en las atribuciones al SRS en las bandas de 40 y 85 GHz (40,5-42,5 GHz y 84-86 GHz). No obstante, conviene examinar la utilización de estas frecuencias superiores para los sistemas del SRS con cobertura de zona local. Aunque el grueso de este Informe se centra en la banda de 40 GHz, muchas de sus consideraciones son aplicables también a la banda de 85 GHz.

4 Viabilidad técnica de un sistema del SRS en la banda de 40 GHz

4.1 Consideraciones generales del sistema

En este punto se expone que la atribución al SRS en 40 GHz y la banda asociada para enlaces de conexión de 47,2-49,2 GHz permiten el diseño de sistemas que pueden transmitir programación a una zona local. Dicho sistema, realizado con múltiples haces de antena de satélite muy direccionales, permite también una reutilización de frecuencia de gran porcentaje y ofrecen la posibilidad de resolver un gran número de problemas de congestión de frecuencia mediante distribución en canales. La tecnología actual desarrollada para los actuales sistemas del SFS en ondas milimétricas y los diversos sistemas actuales del SRS facilitarán el diseño de los sistemas futuros en la banda de 40,5-42,5 GHz. Los desarrollos tecnológicos previstos de los futuros sistemas en la banda 30/20 GHz y en bandas de frecuencias superiores facilitarán también la realización de los futuros sistemas del SRS.

Los avances previstos en cuanto a compresión de datos permitirán establecer un gran número de canales de vídeo digitales de calidad buena o excelente con velocidades de datos relativamente reducidas, inferiores a 1 Mbit/s, lo que significa una reducción considerable respecto a las velocidades de 4 a 6 Mbit/s utilizadas actualmente en los canales con calidad de radiodifusión de los sistemas de radiodifusión directa a los hogares (DTH) de Estados Unidos de América, América Latina, Japón y Europa. Para las aplicaciones de enseñanza a distancia, se prevé que los requisitos en cuanto a señal de vídeo sean incluso inferiores, suponiendo un enfoque tradicional clásico en el que el instructor efectúa la presentación del material. Así pues, se prevé que la mayoría de la enseñanza podrá lograrse con unos 400 kbit/s (o incluso menos, dependiendo de las ganancias de compresión).

Los sistemas del SRS actuales utilizan transpondedores con una anchura de banda de 24 a 27 MHz (dependiendo de la Región) y las correspondientes capacidades máximas de transpondedor de 24 a 27 Mbit/s de señal de vídeo comprimida. Utilizando las mismas técnicas de modulación y los mismos esquemas de corrección de errores directa, pero con la calidad de compresión mejorada prevista, podrán transmitirse 60 o más canales de vídeo de 400 kbit/s en las actuales anchuras de banda de transpondedor.

Para la programación local y otras aplicaciones especiales será probablemente necesaria una calidad superior, pero un canal de vídeo de 1 Mbit/s debe ser suficiente, pues permite transmitir 20 a 25 canales de vídeo de gran calidad en las anchuras de bandas equivalentes de transpondedor. Evidentemente, no hay motivo que justifique mantener estas anchuras de banda actuales para un nuevo sistema. La definición de las anchuras de banda de transpondedor adecuadas será objeto de compromisos entre la potencia y la anchura de banda en el transpondedor, junto con una evaluación de las velocidades de datos de canal de vídeo deseables y del número de canales de vídeo por transpondedor.

Los futuros sistemas pueden permitir transmitir un gran número de canales de vídeo empleando técnicas normalizadas de reutilización del espectro. Por ejemplo, con una antena de satélite multihaz de 64 elementos se pueden establecer hasta 19 200 canales de vídeo, en una transmisión de 300 canales por haz, siendo cada canal de vídeo de 400 kbit/s y funcionando cada haz con una anchura de banda de 125 MHz en una o dos polarizaciones ortogonales. Pueden lograrse capacidades inferiores o superiores utilizando el mismo concepto pero con un número inferior o superior de haces o una cantidad superior o inferior de espectro.

4.2 Balances de enlace representativos

Los cálculos preliminares sobre el balance del enlace muestran la viabilidad de establecer sistemas geoestacionarios con componentes prácticos. Por ejemplo, suponiendo una proyección del haz en el suelo de $0,3^\circ$ (zona de cobertura de 200 km) y una antena de usuario de 0,5 m, un canal de 1 Mbit/s exigirá aproximadamente 1 W de potencia del transmisor del satélite para establecer una disponibilidad del enlace adecuada (superior a 96%) en las aplicaciones consideradas.

Además, suponiendo una capacidad de transpondedor de 20 a 25 canales de vídeo de 1 Mbit/s, la potencia del transpondedor requerida será de unos 20 a 25 W (40 a 45 W permiten una reducción de potencia a la salida operativa de 3 dB) con una anchura de banda correspondiente de 40 a 100 MHz, dependiendo de la modulación, la codificación, las bandas de guarda, etc. La proyección del haz de $0,3^\circ$ supone utilizar 200 haces para cubrir plenamente el territorio de Estados Unidos de América con una potencia total resultante de 10 kW, si todos los haces van totalmente cargados. La utilización al máximo de la polarización doble ortogonal en cada haz puede aumentar esta cifra a 20 kW, pero probablemente ello no sea necesario. Como alternativa, puede reducirse la potencia del transmisor por portadora del satélite a 0,5 W, fundamentalmente reduciendo requisitos de potencia de la carga útil en un factor de dos, con sólo una pequeña reducción de la disponibilidad del enlace. Todos estos parámetros son los de la tecnología más reciente prevista a corto plazo en los sistemas de comunicación por satélite.

El Cuadro 1 y el Cuadro 2 muestran balances de enlace representativos en condiciones de cielo despejado y de lluvia moderada para enlaces del SRS en 40 GHz y enlaces de conexión en 47 GHz, respectivamente. Como indican los parámetros utilizados para el caso de lluvia del Cuadro 2, el enlace de conexión puede reforzarse suficientemente de manera sencilla, a fin de que su contribución a la disponibilidad del enlace y al ruido de ida y vuelta sea despreciable. El número comparativamente pequeño y el carácter bastante flexible de los requisitos de emplazamiento, así como la directividad muy elevada de los haces de antena de las estaciones terrenas de enlace de conexión reducen también su potencial de interferencia.

4.3 Antenas de satélite multihaz

La utilización de tecnologías de antena multihaz de satélite con pequeña cobertura y potencias elevadas del transmisor (ya sea éste de tubo de ondas progresivas (ATOP) o de estado sólido con apertura activa) permite lograr niveles elevados de p.i.r.e. que dan la posibilidad de utilizar pequeños receptores de tierra económicos. Estos pequeños terminales, junto con los avances de la tecnología de compresión digital tales como los de la MPEG-4 permiten diseñar sistemas económicos basados en satélites con un gran número de canales de vídeo que pueden utilizarse para aplicaciones de enseñanza a distancia o para recepción en los hogares en la banda 40,5-42,5 GHz del SRS.

Los haces puntuales múltiples suponen una solución excelente para las necesidades de comunicación de la enseñanza a distancia (punto a multipunto y multipunto a multipunto). Los sistemas de haces puntuales múltiples son también una excelente solución para la ampliación de los sistemas actuales del SRS, con programación singular nacional/cultural o local. Esta importante tecnología polivalente se utiliza en los actuales sistemas nacionales del SFS que funcionan en 44 GHz. Ese tipo de sistema tiene varias antenas multihaz de salto rápido que dan cobertura de la tierra vista desde un emplazamiento en la órbita geosíncrona. Aunque dichos haces se utilizan para los enlaces ascendentes del sistema, no se espera que la adaptación a los enlaces descendentes del SRS suponga una barrera tecnológica.

CUADRO 1

**Balance representativo de enlace descendente de radiodifusión
40,5-42,5 GHz**

	Cielo despejado	Lluvia
Frecuencia (GHz)	41,5	41,5
Ángulo de elevación (grados)	30	30
Potencia del transmisor (lineal) (W)	1	1
Apertura de la antena transmisora (m)	1,8	1,8
Anchura del haz de la antena transmisora (grados)	0,30	0,30
Ganancia de la antena transmisora (borde de la zona de cobertura) (dBi)	51,8	51,8
Pérdidas de transmisión (circuito y puntería) (dB)	4,9	4,9
p.i.r.e. (dBW)	46,9	46,9
Longitud del trayecto (km)	36 780	36 780
Pérdidas del trayecto (dB) para 30° de elevación	216,5	216,5
Pérdidas atmosféricas (cielo despejado/lluvia) (dB)	2,0	6,0
Apertura de la antena receptora (m)	0,5	0,5
Anchura del haz de la antena receptora (grados)	1,1	1,1
Ganancia de la antena receptora (dBi)	44,1	44,1
Pérdidas del alimentador (circuito, puntería en el borde de la zona de cobertura, polarización) (dB)	3,0	3,0
Factor de ruido del receptor (dB)	3,0	3,0
G/T del receptor (dB(K ⁻¹))	14,6	13,9
Densidad portadora/ruido del receptor (dB · Hz)	71,6	66,9
Velocidad de datos (Mbit/s)	1,024	1,024
Relación efectiva requerida E_p/N_0 @ 10 ⁻⁵ (dB)	6,0	6,0
Margen (dB)	5,5	0,8

CUADRO 2

**Balance representativo de enlace de conexión
47,2-49,2 GHz**

	Cielo despejado	Lluvia
Frecuencia (GHz)	48,2	48,2
Ángulo de elevación (grados)	55	55
Potencia del transmisor (lineal) (W)	2	50
Apertura de la antena transmisora (m)	2,0	2,0
Anchura del haz de la antena transmisora (grados)	0,23	0,23
Ganancia de la antena transmisora (borde de la zona de cobertura) (dBi)	57,5	57,5
Pérdidas de transmisión (circuito y puntería) (dB)	2,5	2,5
p.i.r.e. (dBW)	58,0	72,0
Longitud del trayecto (km)	36 780	36 780
Pérdidas del trayecto (dB) para 50° de elevación	217,4	217,4
Pérdidas atmosféricas (cielo despejado/lluvia) (dB)	1,2	25
Apertura de la antena receptora (m)	1,5	1,5
Anchura del haz de la antena receptora (grados)	0,3	0,3
Ganancia de la antena receptora (dBi)	51,8	51,8
Pérdidas del alimentador (circuito, puntería en el borde de la zona de cobertura, polarización) (dB)	5,9	5,9
Factor de ruido del receptor (dB)	3,0	3,0
G/T del receptor (dB(K ⁻¹))	18,3	18,3
Densidad portadora/ruido del receptor (dB · Hz)	86,3	77,0
Velocidad de datos (Mbit/s)	1,024	1,024
Relación efectiva requerida E_b/N_0 @ 10 ⁻⁵ (dB)	6,0	6,0
Margen (dB)	20,1	10,9

Otros sistemas tales como el ACTS de la NASA han servido para efectuar demostraciones de las tecnologías de antena multihaz con funcionamiento en la banda 30/20 GHz y muchos sistemas propuestos del SFS en la banda 30/20 GHz utilizan también antenas multihaz. También se están revisando en la industria una serie de programas para desarrollar los sistemas de antenas en fase con apertura activa y radiación directa como técnica alternativa para la generación de un gran número de haces de antena. Por tanto, no se prevé encontrar barreras tecnológicas significativas por lo que se refiere a las antenas que funcionan en la banda 40,5-42,5 GHz y que sean capaces de generar el gran número necesario de haces múltiples.

4.4 Receptores de estación terrena

Al existir ya microcircuitos que realizan las funciones DVB y DSS se pueden diseñar receptores de tierra de tipo económico, en los que el único desarrollo innovador es el circuito del primer paso de RF. Incluso se aplican ya los avances tecnológicos utilizados en el primer paso de los receptores de bajo nivel de ruido que funcionan en 44 GHz y que están utilizando los actuales programas de desarrollo de sistemas de satélite. Aun cuando dichos circuitos se han empleado principalmente en receptores de satélite, puede aplicarse fácilmente un proceso similar adaptándolos a los receptores de estación terrena que funcionan en la banda de 40,5-42,5 GHz.

4.5 Amplificadores de potencia de satélite

Aunque actualmente no existen dispositivos específicos, no se piensa que el desarrollo de amplificadores ATOP de gran potencia con funcionamiento en la banda de 40,5-42,5 GHz suponga un obstáculo. La falta de dispositivos refleja simplemente que no hay sistemas operativos con características similares. Además, tal como se ha mencionado, la industria está desarrollando sistemas de antena transmisora de apertura efectiva en prácticamente todas las bandas de frecuencia desde 3 GHz a 60 GHz. Estos diseños son especialmente interesantes para una nueva generación flexible de antenas con haces múltiples simultáneos de gran potencia.

4.6 Plataformas polivalentes de satélite

Por último, los intentos de la industria por desarrollar plataformas polivalentes de satélite de gran capacidad y gran potencia permiten planificar los sistemas futuros que podrán utilizar de manera eficaz y flexible el espectro de frecuencias disponible. Estos diseños de plataforma polivalente aprovechan diversos avances tecnológicos y prevén una capacidad para generar más de 15 kW de potencia eléctrica, llegando a dar servicio a cargas útiles de hasta 1000 kg.

4.7 Disponibilidad del enlace

Ha de señalarse que los sistemas que funcionen en la banda del SRS de 40,5-42,5 GHz tendrán que presentarse con disponibilidades del enlace algo inferiores a las de los sistemas tradicionales que funcionan en las bandas del SFS o incluso en las actuales del SRS. Los efectos atmosféricos nocivos (de los que la lluvia es el más intenso) impiden el diseño de sistemas de satélite prácticos que pueden funcionar con las tradicionales disponibilidades elevadas del sistema (superiores al 99,5%). Los márgenes del enlace necesarios para lograr dichas disponibilidades elevadas en regiones con índices de precipitación moderados o altos pueden fácilmente ser superiores a 20 dB.

Con este tipo de grandes márgenes necesarios para la protección en acontecimientos bastante escasos (incluso en las regiones de gran precipitación) no pueden lograrse diseños de sistema prácticos o económicos, lo que impide en gran medida el desarrollo de servicios públicos que, por otra parte, serían muy útiles. No obstante, es factible establecer servicios prácticos y operacionalmente útiles en prácticamente todas las partes con disponibilidades algo inferiores, pero aún perfectamente aceptables (96% al 99%). El Cuadro 3 muestra la disponibilidad del enlace estimada (solo el enlace ascendente) para determinadas ciudades del territorio continental de Estados Unidos de América, suponiendo los parámetros utilizados en el Cuadro 1. Las aplicaciones consideradas principalmente en este caso, es decir, la enseñanza a distancia y la programación local se refieren a servicios directos a un usuario final que generalmente puede aceptar las interrupciones algo más frecuentes. Además, en estas aplicaciones se suele llegar a soluciones a nivel de sistema cuando se producen las interrupciones debidas a la lluvia.

Los datos de pruebas recientes obtenidos del satélite ACTS y otros datos anteriores de los sistemas INTELSAT y Olympus han permitido perfeccionar los conocimientos atmosféricos y predecir sus efectos. La estructuración por escalas de frecuencia de los bancos de datos sobre lluvia en la banda 30/20 GHz permitirán a los diseñadores de sistemas obtener una mejor comprensión y realizar mejores predicciones de los efectos que se producen en los sistemas que funcionen en 40,5-42,5 GHz. Los efectos atmosféricos en la banda del enlace de conexión (47,2-49,2 GHz, especificada en el RR para la banda de 40,5-42,5 GHz del SRS) son incluso superiores a los que se producen en el enlace descendente. No obstante, los enlaces de conexión pueden generalmente aceptar los márgenes superiores necesarios y son más adaptables a soluciones adicionales tales como las de diversidad de emplazamiento. De esta manera, un diseñador u operador de sistema puede decidir una ligera reducción de los objetivos de calidad, a nivel de sistema, y aceptar simplemente un funcionamiento con la disponibilidad inferior resultante.

CUADRO 3

**Disponibilidad del enlace estimada para determinadas ciudades
en 40,5-42,5 GHz utilizando los parámetros del enlace
de los Cuadros 1 y 2**

Ciudad	Disponibilidad (anual) (%)
Boston	98,2
Chicago	98,5
Denver	99,1
Detroit	98,5
Houston	96,8
Kansas City	98,3
Los Ángeles	99,4
Miami	96,5
New York	98,1
Seattle	99,2
Tampa	96,6
Washington D.C.	98,0

5 Conclusiones

Dados los avances relativamente modestos de la tecnología necesaria para desarrollar sistemas que pueden utilizar la banda 40,5-42,5 GHz del SRS (junto con la banda correspondiente de enlaces de conexión de 47,2-49,2 GHz), y las ventajas que pueden obtenerse potencialmente de dichos sistemas, se recomienda la realización de nuevos estudios sobre las aplicaciones de sistemas del servicio de radiodifusión por satélite que puedan funcionar en esta banda.

Además, como se han propuesto para las bandas 40,5-42,5 GHz y 47,2-49,2 GHz sistemas potencialmente incompatibles, se recomienda la iniciación de estudios con carácter urgente para evaluar la viabilidad práctica de la compartición de frecuencias entre el SRS y los sistemas de los tipos propuestos. Los sistemas específicos que podrían ser objeto de dichos estudios serían el MVDS propuesto en Europa para su funcionamiento en la banda 40,5-42,5 GHz, el sistema mundial de globos atmosféricos propuesto para su funcionamiento en tramos de la banda 47,2-49,2 GHz y los sistemas mundiales del SFS no OSG cuyos enlaces ascendentes ocuparán toda esa banda (enlaces ascendentes en 47,2-50,2 GHz y descendentes en 37,5-40,5 GHz).