

RECOMENDACIÓN UIT-R S.1780*

Coordinación entre redes del servicio fijo por satélite y redes del servicio de radiodifusión por satélite en la órbita de los satélites geoestacionarios en la banda 17,3-17,8 GHz

(2007)

Cometido

Esta Recomendación aborda el tema de la coordinación entre sistemas de redes del SRS que atienden la Región 2 y redes del SFS que atienden las Regiones 1 y/o 3 en toda la banda de frecuencias 17,3-17,8 GHz o en parte de ella. Este tema surge como consecuencia de la introducción, a partir del 1 de abril de 2007, de la atribución primaria al SRS en la Región 2, y la atribución primaria existente al SFS (espacio-Tierra) en las Regiones 1 (17,3-17,8 GHz) y 3 (17,7-17,8 GHz). Para realizar un análisis técnico de los requisitos de coordinación se toman en consideración las características representativas del SFS y el SRS.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que, de conformidad con el número 5.517 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), en la Región 2 la atribución al servicio de radiodifusión por satélite (SRS) en la banda 17,3-17,8 GHz será efectiva a partir del 1 de abril de 2007;
- b) que es preciso identificar la necesidad de coordinar las redes del servicio fijo por satélite (SFS) que atienden las Regiones 1 y/o 3, con las redes del SRS que atienden la Región 2;
- c) que la aplicación de métodos sencillos para identificar la necesidad de coordinación entre las redes del SFS y del SRS aceleraría el propio proceso de coordinación, en cumplimiento de los objetivos de la Resolución 86 de la Conferencia de Plenipotenciarios (Marrakech, 2002);
- d) que podrían tomarse como base las características típicas de las redes del SRS y del SFS para establecer un arco de coordinación que se aplicaría entre dichas redes;
- e) que, cuando se aplica un arco de coordinación para determinar los requisitos de coordinación, las administraciones pueden solicitar, según lo dispuesto en el número 9.41 del RR, ser incluidas en el proceso de coordinación de redes que no se enmarcan en el arco de coordinación establecido que se define en el Apéndice 5 del RR;
- f) que, en los casos mencionados en el *considerando e)*, las administraciones que solicitan ser incluidas en el proceso de coordinación pueden necesitar cierta información que les ayude a llevar a cabo dicha coordinación,

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención del Grupo de Trabajo 6S de Radiocomunicaciones.

observando

a) que, según el número 5.517 del RR, después del 1 de abril de 2007 el SFS (espacio-Tierra) en la Región 2 y en la banda 17,7-17,8 GHz no deberá causar interferencia perjudicial ni pedir protección contra los sistemas que operan en el SRS,

recomienda

1 que, al realizar las tareas de coordinación con arreglo a lo dispuesto en el número 9.7 del RR entre las asignaciones relativas a redes del SRS OSG que atienden la Región 2 en la banda de frecuencias 17,3-17,8 GHz y las asignaciones relativas a redes del SFS OSG que atienden las Regiones 1 y/o 3 en esa misma banda, las administraciones tengan en cuenta el material contenido en el Anexo 1 destinado a facilitarles el trabajo.

Anexo 1

Coordinación entre redes del SRS OSG (espacio-Tierra) y redes del SFS OSG (espacio-Tierra) en la Región 2 en la banda 17,3-17,8 GHz

De conformidad con la Resolución 901 (CMR-03), el UIT-R revisó el valor del posible arco de coordinación en la banda 17,3-17,8 GHz, la cual está total o parcialmente atribuida, entre otros servicios, al SRS en la Región 2 y al SFS en dirección espacio-Tierra. El número 5.516B del RR se aplica a la atribución del SFS en sentido descendente en la Región 1.

En el presente Anexo se recogen los resultados de los estudios realizados en el marco de la coordinación entre redes del SRS OSG en la Región 2 y redes del SFS cuyas zonas de servicio se limitan a la Región 1 (el UIT-R también llevó a cabo estudios recíprocos y llegó a las mismas conclusiones que se indican en este Anexo). Los mencionados resultados son consecuencia del aislamiento geográfico natural entre las masas terrestres de ambas Regiones. Las conclusiones que figuran en el presente Anexo pueden extenderse a las redes del SFS en la Región 3, habida cuenta del aislamiento geográfico entre las Regiones 2 y 3.

1 Metodología

La metodología empleada para estudiar el valor adecuado del posible arco de coordinación se basaba en el método descrito en el Apéndice 8 del RR, como se estipula en el Apéndice 5 del RR relativo a las solicitudes de coordinación con arreglo al número 9.7 del RR.

El estudio tenía por finalidad:

- evaluar la p.i.r.e. que podría radiar una red del SRS en la Región sin que se activara la coordinación con respecto a una red del SFS en función de la separación orbital existente entre ambas redes;
- comparar los valores obtenidos en los estudios que se describen en el punto anterior con los parámetros técnicos de los sistemas del SRS destinados a instalarse en la banda 17,3-17,8 GHz.

1.1 Obtención de la máxima p.i.r.e. radiada sin que se active la coordinación

La densidad de interferencia se calculó a partir de la temperatura de ruido del sistema receptor y el criterio de interferencia. A continuación, se determinó la densidad de la p.i.r.e. en una Región a partir de dicha densidad de interferencia teniendo presente únicamente las pérdidas en el espacio libre:

$$(Densidad) p.i.r.e. = 10 \log \left(\frac{T_{ET} \frac{\Delta t}{t} k l_d}{g_{ET}(\theta_t)} \right)$$

donde:

(Densidad) p.i.r.e.: densidad de la p.i.r.e. radiada por un satélite hacia una Región (dB(W/Hz))

T_{ET} : temperatura de ruido del sistema receptor de la estación terrena a la salida de la antena (K)

$\Delta t/t$: criterio de interferencia

k : constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

l_d : pérdidas en el espacio libre en sentido descendente

$g_{ET}(\theta_t)$: ganancia de la antena receptora de la estación terrena hacia el satélite interferente

θ_t : ángulo topocéntrico entre satélites deseados e interferentes.

Las pérdidas en el espacio libre se calcularon tomando una distancia de 38 650 km y una frecuencia de 17,3 GHz. Además, se partió del supuesto de que el ángulo topocéntrico era un 10% superior al ángulo geocéntrico. No se tomó en cuenta la ventaja de polarización.

2 Parámetros técnicos de las redes del SRS y el SFS

2.1 Redes del SRS

En este punto se indican los parámetros del SRS (principalmente la máxima p.i.r.e. de satélite y la separación geográfica) de los sistemas que se instalarán en la banda 17,3-17,8 GHz. Por consiguiente, se pueden comparar estos parámetros con los mencionados en el § 3, lo cual no activará coordinación alguna entre las redes del SRS y el SFS.

2.1.1 Máxima densidad de p.i.r.e. del satélite

En el Apéndice 1 se indica que, para el primer sistema, la máxima p.i.r.e. del satélite es de 57,2 dB(W/25 MHz) (es decir, de -16,8 dB(W/Hz) si se supone una distribución uniforme de la potencia) y, en el caso del segundo sistema, la máxima p.i.r.e. del satélite oscila entre 64,2 dBW y 68,5 dBW (las anchuras de banda del canal conexo van de 25 MHz a 500 MHz). En el caso de esta segunda red, no queda claro si la p.i.r.e. más elevada corresponde al canal más ancho: en tal caso, las densidades de la p.i.r.e. variarían entre -9,8 dB(W/Hz) y -18,5 dB(W/Hz), siempre y cuando se suponga una distribución uniforme de la potencia.

Otros estudios realizados en el UIT-R incluyen los siguientes ejemplos de valores de máxima p.i.r.e. en el SRS:

- para un haz de cobertura general, una p.i.r.e. de cresta de 58 dB(W/27 MHz) (-16,3 dB(W/Hz));
- para un haz puntual, una máxima p.i.r.e. de 70 dB(W/27 MHz) (-4,3 dB(W/Hz)).

2.1.2 Aislamiento geográfico

El Apéndice 2 presenta las huellas (o envolventes) de satélites del SRS representativas. Estos ejemplos permiten observar que el aislamiento geográfico entre las Regiones 2 y 1 oscila entre apenas un poco más de 10 dB y 35 dB. Para los fines del presente estudio, se realizó una evaluación paramétrica utilizando valores de 10 dB, 15 dB y 20 dB como aislamiento geográfico.

2.2 Redes del SFS

2.2.1 Criterio de interferencia

El criterio se basó en el punto del Apéndice 5 del RR que trata del número 9.7 del RR en virtud de la cual se coordinan los sistemas del SFS en la banda 17,3-17,8 GHz:

$$\frac{\Delta T}{T} = 6\%$$

2.2.2 Características de las estaciones terrenas receptoras

En este punto se indican las características de las estaciones terrenas receptoras del SFS representativas de las que se instalarán en bandas adyacentes (a saber, 17,7-20,2 GHz). Se partió de los siguientes supuestos:

- diámetro de la antena: 45, 60, 90 y 120 cm¹;
- diagrama de radiación de la antena: se examinaron cuatro diagramas de antena; a saber, los que figuran en el Anexo III al Apéndice 8 del RR, en la Recomendación UIT-R S.465 (complementada por el Apéndice 8 del RR para el haz principal), en la Recomendación UIT-R S.580 (complementada por el Apéndice 8 del RR para el haz principal) y en la Recomendación UIT-R BO.1213;
- temperatura de ruido del sistema receptor a la salida de la antena de la estación terrena del SFS: 140 K.

3 Interferencia causada por redes del SRS OSG a redes del SFS OSG

En el § 2.1 se indicaron algunas densidades de p.i.r.e. típicas que podrían radiar redes del SRS en la Región 2. En el Cuadro 1 se resume la mínima separación orbital necesaria para transmitir una determinada densidad de p.i.r.e. sin que se active la coordinación en función de los diagramas de antena del SFS.

¹ Para las estaciones de cabecera se pueden utilizar antenas mayores. Sin embargo, dado que la banda se utiliza por las aplicaciones de alta densidad del SFS (véase el número 5.516B del RR), principalmente se tomaron en consideración antenas pequeñas.

CUADRO 1

Separación orbital necesaria para que no se active la coordinación con redes del SFS

		Aislamiento geográfico								
		10 dB	10 dB	10 dB	15 dB	15 dB	15 dB	20 dB	20 dB	20 dB
		p.i.r.e. del satélite del SRS por la Región 2								
		-5 dB(W/Hz)	-10 dB(W/Hz)	-15 dB(W/Hz)	-5 dB(W/Hz)	-10 dB(W/Hz)	-15 dB(W/Hz)	-5 dB(W/Hz)	-10 dB(W/Hz)	-15 dB(W/Hz)
Diagramas de las antenas del SFS	Apéndice 8 del RR	19,4°	12,2°	7,7°	12,2°	7,7°	4,8°	7,7°	4,8°	2,7°
	Recomendación UIT-R S.465	11,3°	7,1°	4,5°	7,1°	4,5°	3,4°	4,5°	3,4°	2,6°
	Recomendación UIT-R S.580	8,6°	5,4°	3,4°	5,4°	3,4°	3,4°	3,4°	3,4°	2,6°
	Recomendación UIT-R BO.1213	8,6°	5,4°	3,4°	5,4°	3,4°	2,8°	3,4°	2,8°	2,3°

1.4 Conclusión

En el presente Anexo se muestra que un valor de arco de coordinación de $\pm 8^\circ$ bastaría en general para activar la coordinación entre las redes del SRS que atienden la Región 2 y las redes del SFS que atienden la Región 1.

Cabe señalar que existe la posibilidad de adoptar la misma discriminación geográfica entre las Regiones 2 y 3 que entre las Regiones 2 y 1. Por consiguiente, se puede hacer extensiva la misma conclusión al caso de la coordinación entre las redes del SRF que atienden la Región 2 y las redes del SFS que atienden la Región 3.

Apéndice 1 al Anexo 1

Ejemplos de parámetros de sistemas del SRS no planificados y enlaces de conexión asociados en las bandas de frecuencias 17,3-17,8 GHz y 24,75-25,25 GHz

En el siguiente Cuadro se resume la información de coordinación representativa para los sistemas del SRS de la Región 2 presentados a la Oficina de Radiocomunicaciones. Dichos sistemas se consideran ejemplos representativos de los tipos de sistemas que podrían previsiblemente ponerse en servicio según la atribución de SRS en la Región 2.

Características de los sistemas

		Sistema A	Sistema B
Órbita		OSG	OSG
Posición		95,0° O	101,0° O
Frecuencia	En sentido ascendente	24,75-25,25 GHz	24,75-25,25 GHz
	En sentido descendente	17,3-17,8 GHz	17,3-17,8 GHz
Radiodifusión			
Cobertura		Norteamérica	Norteamérica
Anchura de banda de canal asignada		25 MHz	25 MHz-500 MHz
<i>En sentido ascendente</i>			
Ganancia de la antena receptora del satélite		35 dBi	49,4 dBi
Tamaño de la antena transmisora de la estación terrena		5,6 m, 3,5 m	5 m-13 m
Ganancia (máxima) de la antena transmisora de la estación terrena		61,1 dBi, 57,0 dBi	60,5 dBi-68,8 dBi
Temperatura de ruido del sistema receptor del satélite		730 K	810 K
Diagrama de la antena transmisora de la estación terrena		Apéndice 4 del RR 4 A, B, C, D, ϕ parámetros: 29, 25, 32, 25, 7°	Rec. UIT-R S.465

	Sistema A	Sistema B
Radiodifusión (cont.)		
Polarización	Circular levógira	Circular levógira
Máxima potencia proporcionada a la entrada de la antena transmisora de la estación terrena	22,2 dBW	21,2 dBW-29,5 dBW
<i>En sentido descendente</i>		
Ganancia de la antena transmisora del satélite	35 dBi	49,4 dBi
Tamaño de la antena receptora de la estación terrena	0,45 m-1,4 m	0,45 m-1,2 m
Ganancia de la antena receptora de la estación terrena	36,1 dBi-46,0 dBi	36,5 dBi-45,0 dBi
Polarización	Circular dextrógira	Circular dextrógira
Temperatura de ruido del sistema receptor de la estación terrena	170 K	140 K
Diagrama de la antena receptora de la estación terrena	El diagrama detallado aparece después del Cuadro	Rec. UIT-R S.465
Máxima potencia proporcionada a la entrada de la antena transmisora del satélite	22,2 dBW	14,8 dBW-19,1 dBW
E_b/N_0	6,5 dB	Sin datos
Valor umbral de C/N	6,6 dB	Sin datos
C/N necesaria (cielo despejado)	9,0 dB	Enlace ascendente 17,4 dB. Enlace descendente 6-17,6 dB
Sistema A únicamente		
<i>Enlace de ida</i>		
Cobertura	Parte visible de la Tierra	
Anchura de banda del canal	25 MHz	
<i>En sentido ascendente</i>		
Ganancia de la antena receptora del satélite	44,5 dBi	
Tamaño de la antena transmisora de la estación terrena	5,6 m, 3,5 m	
Ganancia (máxima) de la antena transmisora de la estación terrena	61,1 dBi, 57,0 dBi	
Temperatura de ruido del sistema receptor del satélite	730 K	
Diagrama de la antena transmisora de la estación terrena	Apéndice 4 del RR 4 A, B, C, D, ϕ parámetros: 29, 25, 32, 25, 7°	
Polarización	Circular levógira	
Máxima potencia proporcionada a la entrada de la antena transmisora de la estación terrena	18,0 dBW	
<i>En sentido descendente</i>		
Ganancia de la antena transmisora del satélite	44,5 dBi	
Tamaño de la antena receptora de la estación terrena	0,45 m-1,4 m	

	Sistema A	Sistema B
Sistema A únicamente (cont.)		
Ganancia de la antena receptora de la estación terrena	36,1 dBi-46,0 dBi	
Polarización	Circular dextrógira	
Temperatura de ruido del sistema receptor de la estación terrena	170 K	
Diagrama de la antena receptora de la estación terrena	Véase el diagrama detallado a continuación	
Máxima potencia proporcionada a la entrada de la antena transmisora del satélite	21,0 dBW	
E_b/N_0	6,5 dB	
Valor umbral de C/N	6,6 dB	
C/N necesaria (cielo despejado)	11,0 dB	
Enlace de retorno		
Cobertura	Visible desde la Tierra	
Anchura de banda del canal	55 MHz, 113 MHz	
<i>En sentido ascendente</i>		
Ganancia de la antena receptora del satélite	44,5 dBi	
Tamaño de la antena transmisora de la estación terrena	0,45 m-1,4 m	
Ganancia (máxima) de la antena transmisora de la estación terrena	39,2 dBi-49,1 dBi	
Temperatura de ruido del sistema receptor del satélite	730 K	
Diagrama de la antena transmisora de la estación terrena	Rec. UIT-R S.465	
Polarización en sentido ascendente	Circular levógira, circular dextrógira	
Máxima potencia proporcionada a la entrada de la antena transmisora de la estación terrena	36,4 dBW, 39,7 MHz	
<i>En sentido descendente</i>		
Ganancia de la antena transmisora del satélite	44,5 dBi	
Tamaño de la antena receptora de la estación terrena	5,6 m, 3,5 m	
Ganancia de la antena receptora de la estación terrena	58,0 dBi, 54 dBi	
Polarización en sentido descendente	Circular dextrógira, circular levógira	
Temperatura de ruido del sistema receptor de la estación terrena	185 K	
Diagrama de la antena receptora de la estación terrena	Apéndice 4 del RR 4 A, B, C, D, ϕ parámetros: 29, 25, 32, 25, 7°	
Máxima potencia proporcionada a la entrada de la antena transmisora del satélite	21,2 dBW	
E_b/N_0	6,5 dB	
Valor umbral de C/N	6,6 dB	
C/N necesaria (cielo despejado)	10,0 dB	

Diagrama de la antena receptora de la estación terrena para el Sistema A

Diagrama de la antena receptora de la estación terrena:

$$G_{co}(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 \quad \text{para } 0 \leq \varphi < \varphi_m \quad \text{donde } \varphi_m = \frac{\lambda}{D} \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0,0025}}$$

$$G_{co}(\varphi) = G_1 = 29 - 25 \log_{10} \varphi_r \quad \text{para } \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r \quad \text{donde } \varphi_r = 95 \frac{\lambda}{D}$$

$$G_{co}(\varphi) = 29 - 25 \log_{10} \varphi \quad \text{para } \varphi_r \leq \varphi < 7^\circ$$

$$G_{co}(\varphi) = 7.9 \text{ dBi} \quad \text{para } 7^\circ \leq \varphi < 9,2^\circ$$

$$G_{co}(\varphi) = 32 - 25 \log_{10} \varphi \quad \text{para } 9,2^\circ \leq \varphi < 48^\circ$$

$$G_{co}(\varphi) = -10 \text{ dBi} \quad \text{para } 48^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

donde:

G_{co} : ganancia copolar (dBi)

G_{max} : máxima ganancia isótropa de la antena (dBi)

φ : ángulo con respecto al eje (grados)

D : diámetro de la antena (m)

λ : longitud de onda (m).

Apéndice 2 al Anexo 1

Ejemplos de diagramas de antena de satélite del SRS




