

RECOMENDACIÓN UIT-R BO.1504

Utilización eficaz del espectro asignado al servicio de radiodifusión por satélite (sonora)*

(Cuestión UIT-R 219/10)

(2000)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la Resolución 528 (CAMR-92) pide la convocatoria de una conferencia competente para planificar la utilización de las bandas atribuidas al servicio de radiodifusión por satélite (SRS) (sonora);
- b) que es necesario que el UIT-R efectúe los estudios técnicos adecuados para preparar dicha Conferencia;
- c) que los estudios solicitados por la Resolución 528 (CAMR-92) son complejos y requieren respuestas urgentes,

considerando además

- a) la extensión limitada del espectro disponible, el carácter casi omnidireccional de las antenas receptoras, especialmente para la recepción en vehículos, que se traduce en una reutilización de espectro despreciable mediante separación orbital, la amplia zona de cobertura de los sistemas típicos y las limitaciones de la directividad de las antenas de satélite en estas frecuencias debidas a limitaciones prácticas del tamaño físico, lo que contribuyen en conjunto a crear un potencial considerable de interferencia interna al servicio;
- b) que se implementarán diversos tipos de SRS (sonora) antes de que se convoque dicha conferencia;
- c) la diversidad de características técnicas notificadas hasta ahora a la Oficina de Radiocomunicaciones (BR);
- d) que las administraciones que deseen implementar el SRS (sonora) pueden aprovechar un conjunto de directrices de gestión del espectro para mejorar la utilización eficaz de éste y permitir un acceso equitativo a él,

observando

- a) que es necesario compartir el espectro con otros servicios coprimarios y que muchos de éstos tienen una pequeña tolerancia a la interferencia exterior, y que ello dificultará la gestión del espectro;
- b) que los receptores del SRS (sonora) pueden también tener una tolerancia pequeña a la interferencia exterior, pues las antenas receptoras han de ser generalmente omnidireccionales;
- c) que el Apéndice S3 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) indica los niveles de emisión no esencial que han de cumplir las estaciones espaciales para no crear interferencia en los servicios pasivos;

* Esta Recomendación trata únicamente de la compartición interna al SRS (sonora).

d) que la gestión del espectro del SRS (sonora) se complica además por la necesidad de prever los servicios por satélite y sus complementarios de radiodifusión sonora terrenal,

recomienda

1 que en el periodo transitorio que antecede a la celebración de una conferencia según la Resolución 528 (CAMR-92), las administraciones que prevean utilizar un sistema del SRS (sonora) se ajusten a las directrices indicadas en el Anexo 1 a fin de permitir la utilización más eficaz del recurso espectro/órbita y facilitar la gestión de las bandas atribuidas al SRS (sonora) en la gama de frecuencias de 1 400 MHz a 2 700 MHz. El análisis de estas directrices figura en el Anexo 2;

2 que continúen con carácter urgente los estudios técnicos necesarios para la preparación de la conferencia, y que los resultados sean motivo de una o varias Recomendaciones adicionales,

invita a la BR

1 a asesorar al Grupo de Trabajo (GT) 6S (antiguamente GTM 10-11S) sobre la posibilidad de ampliar la petición de contornos de la dfp de antena transmisora de satélite en la superficie de la Tierra en las notificaciones del sistema, hasta -30 dB con relación a la densidad de flujo de potencia (dfp) máxima en pasos de 3 dB;

2 a asesorar al GT 6S (antiguamente GTM 10-11S) sobre la posibilidad de ampliar la petición de contornos de espectro de RF previstos para la señal emitida desde el satélite en las notificaciones del sistema del SRS (sonora), hasta niveles de -27 dB con relación a la potencia del canal.

ANEXO 1

Directrices sobre gestión del espectro para el SRS (sonora)

1 Los parámetros deben elegirse, en la mayor medida posible, conforme a los valores indicados en el Cuadro 1 (véanse las Notas 1 y 2):

CUADRO 1

Lóbulo lateral máximo de la antena transmisora en relación con la ganancia máxima de la antena	-30 dB ⁽¹⁾
Emisión equivalente fuera de banda en el canal adyacente con relación a la potencia en el canal ⁽²⁾	-27 dB
Selectividad del canal adyacente en el receptor	35 dB

(1) Este valor puede aliviarse para lóbulos laterales dirigidos hacia zonas en que no se prevea la implementación del SRS (sonora) en la misma banda de frecuencia.

(2) Se ha tenido en cuenta la variabilidad de la anchura de banda del canal entre los distintos sistemas del SRS (sonora) considerando la integración de la energía por unidad de anchura de banda (4 kHz) de la fuente interferente, a lo largo de su anchura de banda de canal, en la parte que se superpone de la anchura de banda de la señal interferida (véase el Anexo 2).

NOTA 1 – Este Cuadro se elaboró suponiendo una dispersión de la dfp máxima de 10 dB entre los diversos sistemas del SRS (sonora) considerados (véase el Anexo 2). Sería preferible una dispersión reducida, pues la homogeneidad de los niveles de la dfp recibida es un factor importante para aumentar la eficacia del espectro, tal como se describe en el Anexo 2. Si un sistema cae fuera de la gama supuesta de la dfp máxima: $-128 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ a $-138 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$, sería necesario considerar valores más estrictos o más leves que los que figuran en el Cuadro.

NOTA 2 – Los valores de este Cuadro se establecieron sobre la base del reparto siguiente de la interferencia: 40% del balance de ruido (equivalente a un margen de 2,2 dB para la interferencia) se aparta para la interferencia combinada procedente de: dos fuentes de interferencia cocanal y dos fuentes de interferencia de canal adyacente con una contribución cada una de 10% del balance de ruido (equivalente a un aislamiento adicional a la interferencia de 10 dB) (véase el Anexo 2).

2 Aunque la primera generación de realizaciones de sistema del SRS (sonora) puede orientarse a servicios de amplia cobertura debido a limitaciones del tamaño de la antena transmisora de satélite, a medida que la tecnología de satélites se desarrolle deben considerarse preferentemente realizaciones de haz más estrecho. La utilización de haces más estrechos mejorará las perspectivas para el funcionamiento de más sistemas de satélite en una zona geográfica determinada y permitirá una mayor reutilización de frecuencias, específicamente si se controlan los lóbulos laterales de la antena con lo que aumenta la posibilidad de un mayor acceso al recurso limitado de espectro.

ANEXO 2

Análisis de las directrices para garantizar una eficacia espectral máxima en la introducción del SRS (sonora) en la gama de frecuencias de 1 a 3 GHz

La discriminación necesaria entre las distintas emisiones del SRS (sonora) que permiten lograr un máximo de reutilización de frecuencias y de ocupación del espectro puede obtenerse a partir de cuatro factores clave que son los siguientes: la directividad de la antena transmisora del satélite, las características de recomposición del espectro del transpondedor del satélite, la selectividad del canal del receptor y la directividad de la antena receptora. En relación con el último factor, dicha directividad de la antena receptora es mínima si el servicio ha de dirigirse a receptores de vehículo y portátiles. Esta directividad de la antena receptora se despreciará por tanto en el análisis que sigue. Los valores de discriminación obtenidos de los tres primeros factores se comparan con el requisito de aislamiento entre los diversos sistemas del SRS (sonora). Dado el aislamiento necesario entre sistemas del SRS (sonora) pueden deducirse de dicha comparación directrices generales.

1 Variables relacionadas con la compartición interna al SRS (sonora)

El SRS (sonora) puede valerse de un número limitado de medios para maximizar la eficacia y la utilización de las bandas de frecuencia que le atribuyó la CAMR-92 (40 MHz en 1,5 GHz, 50 MHz en 2,3 GHz y 120 MHz en 2,5 GHz). Cuando se utiliza una serie de sistemas de radiodifusión por satélite en la prestación del servicio, esto sólo puede basarse en los medios siguientes para garantizar el aislamiento suficiente con el que se evita la interferencia mutua:

- separación orbital de satélites muy grande, de forma que el satélite potencialmente interferente esté más allá del horizonte de la zona de servicio de interés;

- discriminación de la antena transmisora de satélite: ello se traduce en la posibilidad de reutilización del espectro, si las dos zonas de servicio de interés están separadas geográficamente por la distancia mínima necesaria, lo que se asocia al ángulo fuera del eje de la antena del satélite;
- selectividad del canal del receptor: una selectividad adecuada del receptor permitirá a los distintos sistemas que cubre la misma zona o zonas adyacentes funcionar en canales próximos en frecuencia, debido al rechazo del canal adyacente que aporta el receptor;
- contorno de espectro de RF para las emisiones fuera de banda procedentes del transpondedor del satélite: esto ofrecerá también la posibilidad de utilizar canales poco separados en frecuencia para dar cobertura a la misma zona de servicio o a zonas adyacentes, lo que se traducirá en una mejor utilización del espectro. Dichas emisiones fuera de banda, generalmente debidas a la recomposición del espectro por el transpondedor del satélite se verán en el receptor como una interferencia en el canal, situación que la selectividad del receptor no contribuirá a mejorar.

A diferencia del caso de múltiples servicios por satélite distintos, no puede suponerse una discriminación procedente de la antena receptora, porque, de por sí, esta antena ha de tener una directividad mínima, ya que ha de utilizarse en un entorno portátil y móvil en el que el vehículo puede moverse en todas las direcciones. Esta antena ha de tener una gran apertura de haz que permita la recepción en receptores móviles y por tanto, no puede discriminar entre satélites en la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG) o en cualquier otra órbita. Podrían utilizarse antenas más direccionales para la recepción fija y portátil, e incluso para la recepción móvil si se cuenta con un sistema de seguimiento, aunque las limitaciones del servicio deben venir dictadas por el caso de antena casi omnidireccional. De hecho, algunos proponentes de sistema del SRS (sonora) prevén basarse en la utilización de esta gran apertura del haz de la antena receptora para lograr una cierta diversidad de transmisión desde más de un satélite. Esta ausencia de directividad de la antena receptora simplifica mucho el proceso de lograr la eficacia máxima del recurso órbita/espectro, como se verá a continuación.

En la identificación del aislamiento necesario entre distintos sistemas del SRS (sonora) para que funcionen de forma espectralmente eficaz, se han de establecer ciertos criterios. A los efectos de este ejercicio, se supone que la recepción del satélite está limitada en ruido (lo cual es bastante realista en los sistemas de satélite que inherentemente están limitados en potencia). No debe permitirse a la interferencia que cae en cada canal adyacente, que represente más del 10% del balance de ruido. Además, se supone que habrá un máximo de otros dos sistemas funcionando en la misma frecuencia que interfieran con la señal deseada. No se permite a cada una de estas dos fuentes interferentes cocanal contribuir en más del 10% al balance de ruido. Ello se traduce en un requisito de aislamiento adicional de 10 dB para cada fuente interferente cocanal y de canal adyacente, lo que lleva a un total de 2,2 dB de margen de interferencia que ha de incluirse en el balance del enlace.

2 Interferencia interior al sistema

Se han examinado los cuatro sistemas del SRS (sonora) de los que se dispone de la mayoría de los detalles técnicos para establecer una gama de valores necesarios de aislamiento. Se tomaron los parámetros del sistema de la Publicación Especial del UIT-R sobre el SRS (sonora) que está en proceso de actualización – «**Radiodifusión sonora digital** terrenal y por satélite destinada a receptores de vehículos, portátiles y fijos en las bandas de ondas métricas y decimétricas». El Cuadro 2 resume el proceso seguido para obtener los valores de aislamiento necesarios entre sistemas de la misma clase que permita la reutilización del espectro.

CUADRO 2

Requisito total de aislamiento para la interferencia interior del sistema

Parámetros	Sistemas ⁽¹⁾			
	Sistema A	Sistema B	Sistema D	Sistema E ⁽²⁾
Relación E_b/N_0 (dB) mínima requerida	7,2	3,3	2,7	2,6
Margen de implementación del sistema (dB)	1	1	0,5	0
Margen de implementación de los equipos (dB)	0,5	0,5	1,8	2
Degradación debida al enlace ascendente (dB)	0,4	0,4	0	0,1
Margen de interferencia (dB)	2,2	2,2	2,2	2,2
Margen de desvanecimiento (dB)	5	5	9,7	8,1
Margen adicional para limitar la interferencia al 10% del balance de ruido (dB)	10	10	10	10
Requisito total de aislamiento (dB)	26,3	22,4	26,9	25,0

- (1) Los cuatro sistemas utilizados se describen en la Recomendación UIT-R BO.1130 (el Sistema C se utiliza solamente para la radiodifusión terrenal, servicio de radiodifusión (sonora)).
- (2) El valor de interferencia del Sistema E se selecciona para el cálculo en este Cuadro únicamente. Este valor no debe utilizarse con ningún otro fin.

Estas cifras determinan la discriminación necesaria para poder reutilizar las frecuencias en cada uno de los sistemas considerados, suponiendo las condiciones de recepción más desfavorables, cuando la señal interferente está en la línea de visión del receptor, mientras que la señal deseada se desvanece hasta el punto en que se recibe con un valor umbral.

Como la discriminación de la antena transmisora del satélite constituye el único medio de asegurar dicho aislamiento, el diagrama de antena ha de producir dicho nivel de discriminación con el ángulo respecto al eje más pequeño posible. A fin de maximizar la reutilización de frecuencias, la antena transmisora del satélite ha de dar un rechazo de lóbulos laterales igual o mejor al de las cifras de aislamiento anteriores. Esto significa que el máximo de los lóbulos laterales definido generalmente en los diagramas de antena de referencia tiene que ser inferior a 26,9 dB respecto a la ganancia de la antena en el extremo del haz, en el caso del Sistema D. Este valor se traduce en un requisito de rechazo de lóbulos laterales de unos 30 dB respecto al máximo de la ganancia de antena (normalmente se toma el diferencial de ganancia de 3 dB entre el centro y el extremo del haz). Como puede verse, la información sobre el rechazo de lóbulos laterales de la antena de transmisión es crucial y debe notificarse al UIT-R en la petición de cualquier nuevo sistema, para la comparación con los valores requeridos de aislamiento.

3 Interferencia entre sistemas

Este punto se refiere a la situación más compleja en la que funcionan sistemas distintos y se interfieren entre sí. Se ha elaborado el Cuadro 2 para identificar los niveles máximos de la dfp producida por los cuatro sistemas del SRS (sonora) indicados en la Publicación Especial del UIT-R sobre el SRS (sonora) que está en proceso de actualización, de forma que pueda tenerse en cuenta

toda diferencia entre estos niveles de la dfp para definir los valores necesarios de aislamiento con los que se evita la interferencia mutua entre esos sistemas. El Cuadro 3 da la dfp espectral máxima producida en el centro del haz para cada sistema. Los valores que han de utilizarse al establecer los factores de aislamiento son realmente una medida de la densidad espectral de la señal en 4 kHz. Como indicación y a los efectos de comparación, se han incluido los valores declarados al UIT-R en las propuestas de sistemas que figuran en la actualización de la Publicación Especial del UIT-R sobre el SRS (sonora). En estos factores de aislamiento se ha supuesto que los dos sistemas interferentes ocupan la misma anchura de banda de espectro equivalente. Cuando no ha sido así, se ha corregido en consecuencia el factor de aislamiento (es decir, si el Sistema X ocupa únicamente la mitad de la anchura de banda del Sistema Y, la cifra de aislamiento del Sistema Y interferido por el X tendría que reducirse en 3 dB, mientras que el valor del aislamiento en el sentido inverso no cambiaría, pues en la recepción del sistema X se encontraría todo su canal interferido por la anchura de banda mayor del Sistema Y).

CUADRO 3

Cuadro de factores de aislamiento mutuo (una sola fuente) entre sistemas del SRS (sonora)

Parámetros	Sistemas			
	Sistema A	Sistema B	Sistema D	Sistema E
Anchura de banda (kHz)	1 536	293	1 840	25 000
Velocidad binaria útil por canal (kbit/s)	1 152	256	1 584	7 078
Relación E_b/N_0 requerida en $BER = 1 \times 10^{-4}$ (dB)	11,1	7,2	1,87	24,9
Relación C/N_0 requerida en el enlace descendente (dB)	71,7	61,3	67,0	73,4
Factor de calidad en recepción (dB(K ⁻¹))	-22,2	-22,2	-13,0	-21,8
Margen de desvanecimiento (dB)	5,0	5,0	9,7	8,1
dfp con visibilidad directa en el extremo del haz (-3 dB) (dB(W/m ²))	-104,9	-115,3	-114,1	-95,4
dfp espectral máxima calculada (dB(W/(m ² · 4 kHz)))	-127,7	-131,0	-137,7	-128,5
Sistema A (interferido con)	26,3	19,2	16,9	24,2
Sistema B (interferido con)	29,5	22,4	20,1	27,4
Sistema D (interferido con)	36,3	29,2	26,9	34,2
Sistema E (interferido con)	27,1	20,0	17,7	25,0

Se elaboró un cuadro de los valores necesarios de discriminación para la interferencia mutua entre sistemas a partir de los valores de discriminación interior al sistema del Cuadro 2. Estos valores interiores al sistema aparecen de hecho (en negritas) en la diagonal de las últimas filas del Cuadro 3. Dicho Cuadro incluye también todos los valores de aislamiento entre sistemas basados en la combinación de estos valores de discriminación interna al sistema y las diferencias entre las dfp espectrales máximas requeridas entre todos los sistemas.

Como puede verse en el Cuadro 3, la falta de homogeneidad entre los valores de la d_{fp} de los sistemas se traduce en un requisito más amplio de discriminaciones, que van desde 16,9 dB para la interferencia procedente del sistema de potencia mínima (Sistema D) causada al sistema de potencia máxima (Sistema A), a un requisito de aislamiento de hasta 36,3 dB para el caso de interferencia inversa. Desafortunadamente, este requisito de aislamiento que se traduciría en unos 39,3 dB de discriminación cuando se considera la diferencia entre la ganancia de antena en el extremo del haz y en el centro (típicamente 3 dB), impondría restricciones no realistas al diseño de las antenas de transmisión de satélite cuando se trata de sistemas de potencia superior, a fin de ajustarse a las características más estrictas de lóbulos laterales. La única forma mediante la que puede reducirse dicho requisito de aislamiento sería situando en la misma posición los dos satélites a fin de evitar el caso más desfavorable que se produce cuando la señal deseada se desvanece y la señal interferente se recibe en la línea de visibilidad directa, reduciendo con ello el requisito a unos 29,6 dB.

Otra forma de tratar esta situación sería utilizar un canal adyacente en vez del mismo canal en las zonas exteriores al lóbulo principal de la antena del satélite, para aprovechar la discriminación adicional que aporta el receptor y la selectividad del transpondedor del satélite para el sistema interferente, tal como se explicará en el punto siguiente. No obstante, esto significaría una pérdida de espectro. En el caso en que sólo pueda confiarse en la antena del satélite, es poco probable que estos sistemas puedan ser utilizables en la misma frecuencia y en el mismo lado de la Tierra. Este tipo de situación conduciría a una utilización muy ineficaz del recurso órbita/espectro y debe evitarse. Debe señalarse que, para garantizar la eficacia del espectro, los requisitos en cuanto a discriminación de la antena del satélite y selectividad del transpondedor serán mayores en el caso de sistemas de gran potencia.

4 Selectividad del canal

La eficacia espectral puede mejorarse mediante sistemas distintos del SRS que funcionen en frecuencias diferentes. Teóricamente, se debe poder recibir, en el mismo emplazamiento, varios sistemas en canales adyacentes, de forma que pueda accederse a toda la anchura de banda (40 MHz a 1,5 GHz, 50 MHz a 2,3 GHz y 120 MHz a 2,5 GHz) en la misma zona de servicio. Hay dos factores que dictan la discriminación posible entre dos canales adyacentes: la selectividad del receptor y el nivel de desbordamiento de espectro en los canales adyacentes a causa del transpondedor del satélite.

5 Selectividad del receptor

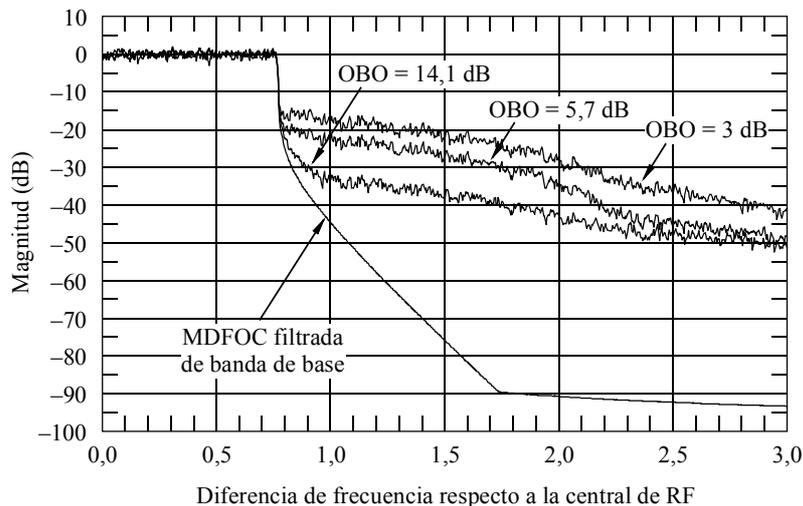
Esta característica de la calidad se mide en los receptores utilizando dos canales adyacentes modulados por el mismo tipo de señal. La diferencia entre las dos señales captadas en el receptor que empieza a mostrar una cierta degradación perceptible, determinará la selectividad del canal adyacente del receptor. Para el caso del satélite, los niveles utilizados de estas señales se acercan al nivel umbral del receptor. En el caso del Sistema A, la cifra mencionada por los fabricantes es de 35 dB. En el caso del Sistema D, la selectividad del receptor da una medida de 40 dB. Esto demuestra que la discriminación del canal adyacente de los receptores es mejor que la discriminación típicamente disponible del rechazo del lóbulo lateral de la antena de transmisión de satélite (generalmente, entre 25 dB y 30 dB).

6 Emisión fuera de banda del transpondedor del satélite

Debido al coste y peso adicionales que supone situar un filtro de canal a la salida del transpondedor, suele ser común evitarlo y tratar de reducir la regeneración de espectro que produce el transpondedor, controlando su linealidad y la reducción de la potencia de salida. No obstante, este control de la regeneración de espectro en el satélite es difícil de realizar y resulta costoso en términos de nivel efectivo de la p.i.r.e. Por ejemplo, el nivel típico de espectro de lóbulo lateral para una señal con modulación MDP-4 no filtrada es de -13 dB con relación al canal principal. Una adecuada conformación del impulso, el filtrado previo, la linealización del transpondedor y la utilización de una reducción de potencia de salida (OBO, *output back-off*) adecuada, permiten reducir dichos lóbulos laterales hasta niveles de -20 dB a -35 dB, como puede verse en la Fig. 1 para el caso de modulación multiportadora. Cabe esperar que un rechazo mayor de 30 dB cree excesivas pérdidas en la eficacia del transpondedor, como puede verse en la Fig. 2. Por tanto, puede decirse que la emisión fuera de banda del transpondedor del satélite será un factor de control en el caso de interferencia de canal adyacente.

FIGURA 1

Regeneración típica de espectro de RF para una modulación multiportadora amplificada por un transpondedor típico (simulación por computador)



MDFOC: múltiplex con división en frecuencia ortogonal codificada

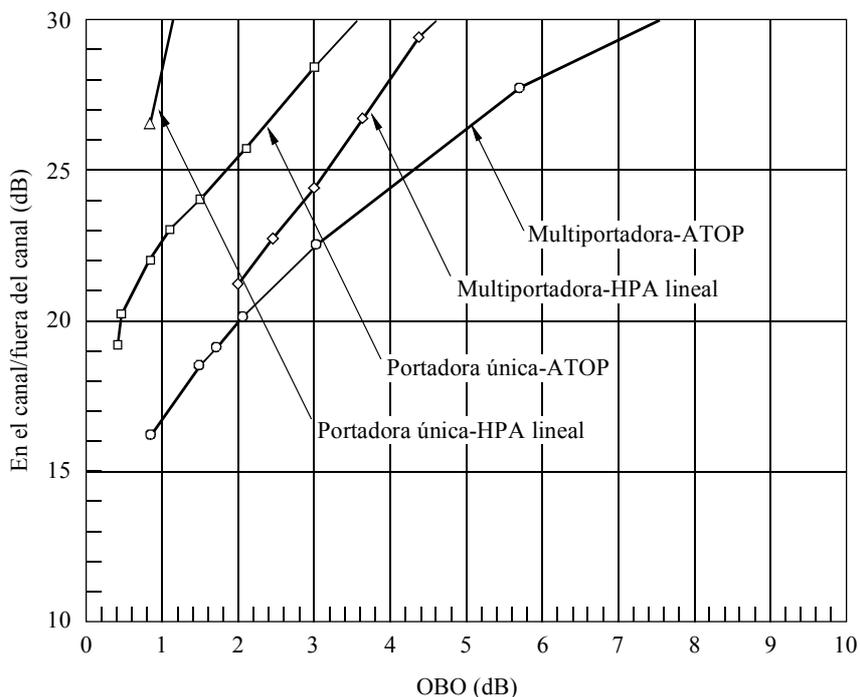
1504-01

Conviene mencionar que, conforme al Apéndice S3 del RR, es necesario limitar la emisión no esencial en el extremo de las bandas de frecuencia para proteger los servicios pasivos. El límite que se utiliza en el Apéndice S3 del RR para las estaciones espaciales corresponde a un rechazo de unos 34 dB en una frecuencia equivalente al 250% de la anchura de banda del canal, para una anchura de banda de 1,5 MHz, con potencias emitidas superiores a 50 W. Aunque es menos restrictivo que el requisito de emisión de canal adyacente, esto da una indicación de que los valores son del mismo orden. El UIT-R considera niveles de rechazo de 25 dB en la zona del primer canal adyacente, y de 35 dB para el tercer canal adyacente en adelante.

Como las emisiones fuera de banda de canal adyacente producidas por el satélite caen en el canal de un receptor sintonizado a un canal adyacente, no es posible el rechazo en tal caso, aun cuando el receptor pueda discriminar intensamente el canal adyacente, como se ha visto anteriormente, debido a su filtrado del canal de FI. Por tanto, es crucial controlar lo más estrechamente posible la regeneración de espectro de RF del transpondedor de satélite.

FIGURA 2

Relación en el canal/fuera del canal para modulación de portadora única y multiportadora en amplificadores típicos y perfectamente linealizados



ATOP: amplificador de tubo de ondas progresivas
HPA: amplificador de gran potencia

1504-02

Como primera aproximación, puede suponerse que este tipo de emisión fuera de banda puede ser de tipo ruido y por tanto, podrían utilizarse los valores de discriminación desarrollados anteriormente para el caso cocanal (pues dichas emisiones no deseadas se recibirían cocanal por un receptor sintonizado al canal adyacente). De hecho, los valores indicados en la Fig. 2 representan una integración de la potencia interferente en una anchura de banda de 1,536 MHz y 1,84 MHz para la modulación multiportadora (Sistema A) y la modulación de portadora única (Sistema D), respectivamente. Se había supuesto que el centro de este canal adyacente se situaba en 1,736 MHz, y en 2,3 MHz para los sistemas respectivos.

No obstante, el problema es que esto supone en parte un compromiso entre eficacia del transpondedor (o p.i.r.e.) y el nivel de la emisión fuera de banda. Ello puede verse en la Fig. 2 en los casos de una modulación multiportadora (Sistema A) y una modulación de portadora única (Sistema D) que pasa por un transpondedor típico y un transpondedor perfectamente lineal. Puede lograrse un rechazo superior de la emisión fuera de banda con la linealización del transpondedor del satélite y una pequeña reducción de la potencia de salida, en el caso de una modulación de portadora única y envolvente constante, y una mayor reducción de la potencia de salida en el caso de modulación multiportadora. Como puede verse en la Fig. 2, el valor de rechazo requerido de 27 dB puede cumplirse para un nivel relativamente pequeño de reducción de la potencia de salida en el caso de HPA transmitiendo una modulación de portadora única.

Como puede verse en el Cuadro 2, el valor máximo de aislamiento que habría que obtener en el caso de un sistema que se interfiere a sí mismo es de 26,9 dB. Así se fijaría el límite necesario para el nivel de emisión del lóbulo lateral en el canal adyacente. En algunos casos específicos de funcionamiento de sistemas distintos interfiriéndose entre sí (es decir, el Sistema A interfiriendo al Sistema B y los Sistemas A, B y E interfiriendo al Sistema D) se necesitarían restricciones mucho más estrictas. Si se requieren valores grandes de discriminación, tales como de 36,3 dB, pueden lograrse mediante la combinación de zonas de cobertura geográficamente separadas y la utilización de canales adyacentes, lo que, desafortunadamente, significaría un desperdicio del recurso de espectro.

7 Procedimientos de coordinación y planificación

El motivo de la tendencia anterior a planificar las bandas de radiodifusión fue, entre otros, el de evitar la implementación de algunos de los primeros sistemas presentados lo que reduciría el potencial de desarrollo de otros sistemas y supondría una utilización ineficaz del recurso. Aquí se ha tratado de ofrecer los medios para maximizar la utilización del recurso espectro.

A fin de maximizar la p.i.r.e. del satélite, un proponente de sistema puede tratar de saturar el transpondedor, lo que se traducirá en un desbordamiento de gran cantidad de energía fuera de su canal e impedirá una implementación posterior de otros sistemas en estas frecuencias adyacentes. Si no se tiene cuidado en la implementación de los sistemas iniciales del SRS (sonora), puede reducirse considerablemente el acceso al recurso espectro/órbita de los sistemas futuros. Como mínimo, para asegurar la utilización óptima del espectro, todo sistema debe cumplir un conjunto cuidadosamente definido de requisitos, en términos de emisión fuera de banda.

Los medios para que el SRS (sonora) utilice de forma óptica el recurso espectro pueden identificarse, tal como se señala a continuación. En primer lugar, se ha de identificar una gama realista pero limitada de valores operacionales del sistema. A continuación, partiendo de esta gama, hay que elaborar patrones de referencia para el rechazo de los lóbulos laterales de la antena de transmisión del satélite y para la emisión fuera de banda del transpondedor del satélite, y una cifra mínima de selectividad del canal del receptor.

8 Conclusiones

Incluso antes de considerar los medios para coordinar y planificar la utilización de una banda común de funcionamiento de un número de sistemas del SRS (sonora), hay algunas reglas generales que deben elaborarse y aplicarse para garantizar una utilización eficaz del espectro, desde el inicio del despliegue del servicio. Se trata de las siguientes:

- la discriminación requerida entre estos sistemas no debe ser superior al rechazo posible de los lóbulos laterales de la antena del satélite (típicamente 30 dB);
- el nivel de las emisiones fuera de banda del transpondedor de satélite en el canal adyacente respecto al canal principal no debe ser superior al aislamiento exigido entre los diversos sistemas que se implementen (es decir, de 22,4 dB a 26,9 dB para la interferencia interior al sistema y de 16,9 dB a 36,3 dB para la interferencia entre sistemas), a fin de permitir el funcionamiento en canal adyacente (evidentemente, la selectividad del receptor debe dar una discriminación mejor que la emisión fuera de banda del transpondedor del satélite para que no resulte predominante y de ahí, restrictiva (es decir, 35 dB));
- debe evitarse toda falta de homogeneidad entre los sistemas utilizados, en particular, por lo que respecta a su d_{fp} máxima, pues ello refuerza los requisitos de discriminación. Por tanto, es necesario reducir la gama de d_{fp} generada por los diversos sistemas;
- los requisitos de discriminación del rechazo del lóbulo lateral de la antena transmisora del satélite y de los niveles de emisión fuera de banda del transpondedor tenderán a ser más exigentes en el caso de sistemas de gran potencia, pues son éstos los que producen la mayor parte de la interferencia.