

## INFORME 807-3\*

**EMISIONES NO DESEADAS \*\* PRODUCIDAS POR ESTACIONES ESPACIALES  
DEL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE**

(Cuestión 1/10 y 11 y Programa de Estudios 2E/10 y 11)

(1978-1982-1986-1990)

**1. Introducción**

Las estaciones espaciales del servicio de radiodifusión por satélite pueden emitir niveles elevados de p.i.r.e., por lo que es probable que el nivel de las emisiones no deseadas pueda producir interferencias en las redes que utilizan para otros servicios bandas adyacentes o en relación armónica. En este Informe se consideran las emisiones no deseadas de las estaciones espaciales que operan en todas las bandas atribuidas al servicio de radiodifusión por satélite. En particular, se dan algunos resultados provisionales de los estudios efectuados en relación con las emisiones no deseadas provenientes de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite en los extremos inferior y superior de la banda de 12 GHz.

**2. Posibles orígenes de las emisiones no deseadas de los satélites de radiodifusión**

Los orígenes de las emisiones no deseadas en bandas adyacentes producidas por un transpónder del satélite de radiodifusión que funcione cerca de los extremos de una banda de frecuencias de radiodifusión por satélite, son los siguientes:

- radiación producida por la conversión de frecuencia;
- productos de intermodulación de tercer orden ocasionados por una atenuación insuficiente de las señales en los canales adyacentes en la red de derivación del transpónder del satélite;
- potencia de ruido térmico generada por el transpónder del satélite;
- ensanchamiento del espectro de la señal debido a faltas de linealidad.

A continuación, se expone una posible forma de calcular la variación de la densidad de flujo de potencia (DFP) espectral en función de la diferencia de frecuencia desde el centro del canal. Los valores absolutos de la DFP espectral se relacionan con la DFP máxima necesaria para transmisiones de televisión, como se indica, por ejemplo, en el Informe 215.

Otra posible fuente de emisiones no deseadas, en este caso, más allá de las bandas adyacentes, sería la emisión no esencial en relación armónica desde un satélite de radiodifusión.

**2.1 Emisiones no esenciales generadas por el proceso de conversión de frecuencia**

En la realización de los sistemas del SRS han de tenerse en cuenta las emisiones no esenciales generadas por el proceso de conversión de frecuencia y en el oscilador local.

Los Cuadros I y II muestran ejemplos de frecuencias de enlace descendente que pueden resultar afectadas por los productos de conversión de frecuencia de orden superior (hasta de décimo orden) para frecuencias de traslación específicas, en la Región 2. En general, se aplican factores similares a las Regiones 1 y 3.

\* Este Informe debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 1 y de la CEI.

\*\* Las emisiones no deseadas están constituidas por el conjunto de las emisiones no esenciales y de las emisiones fuera de banda (véanse los números 138, 139 y 140 del Reglamento de Radiocomunicaciones).

Si se consideran los efectos de la interferencia causada por los componentes espurios radiados de un canal SRS hacia otro, los márgenes de protección inherentes al plan del enlace descendente SRS no deberían resultar considerablemente degradados por esos factores de realización. Probablemente, este factor sólo es importante en los casos de interferencia proveniente de un satélite con ubicación común, y en el caso de ciertos valores de conversión de frecuencia entre un enlace de conexión y su enlace descendente asociado. En las Regiones 1 y 3, teniendo en cuenta las posibles diferencias de potencia entre las portadoras del enlace descendente y la posibilidad de una multiplicidad de señales interferentes, un límite apropiado de la potencia total de emisión espuria radiada desde cualquiera de los canales de satélite SRS que operen en cualquier canal del enlace descendente será del orden de 55 dB inferior al de la portadora principal, es decir, la del canal que causa la interferencia. Este valor puede conseguirse fácilmente en el caso, por ejemplo, de un satélite que emplee una conversión de frecuencias de 5,6 GHz en el Plan de las Regiones 1 y 3 con una sola conversión de frecuencia. La doble conversión de frecuencias reducirá el nivel de las emisiones espurias. Estas técnicas podrán aplicarse en caso necesario. Habrá que estudiar más a fondo cuál será el nivel de interferencia realmente necesario para proteger otros canales contra esa fuente de interferencia.

2.1 *Emisión no deseada producida por la conversión de frecuencia*

Toda emisión no deseada generada por el proceso de conversión de frecuencia y por el oscilador local será normalmente despreciable.

2.2 *Productos de intermodulación debidos a una atenuación insuficiente de las señales en los canales adyacentes*

Será posible atenuar la señal de los canales adyacentes de modo que los productos de intermodulación que caigan en la banda adyacente tengan un nivel aceptable, mediante un filtro de derivación cuidadosamente estudiado, insertado en una parte relativamente lineal del transpónder.

2.3 *Emisión no deseada debida a la potencia de ruido térmico generada por el transpónder del satélite de radiodifusión*

El ruido térmico en el enlace descendente se debe a la interacción del ruido térmico y de la portadora de RF en el amplificador de alta potencia como consecuencia de la falta de linealidad, a la amplificación y transmisión del ruido del receptor y a la retransmisión del ruido recibido del enlace de conexión.

En la fig. 1 se representan los resultados calculados [CCIR, 1974-78a] de la DFP espectral del ruido térmico en función de la frecuencia. Como se indica en la figura, las dos curvas representadas corresponden a diferentes condiciones de filtrado.

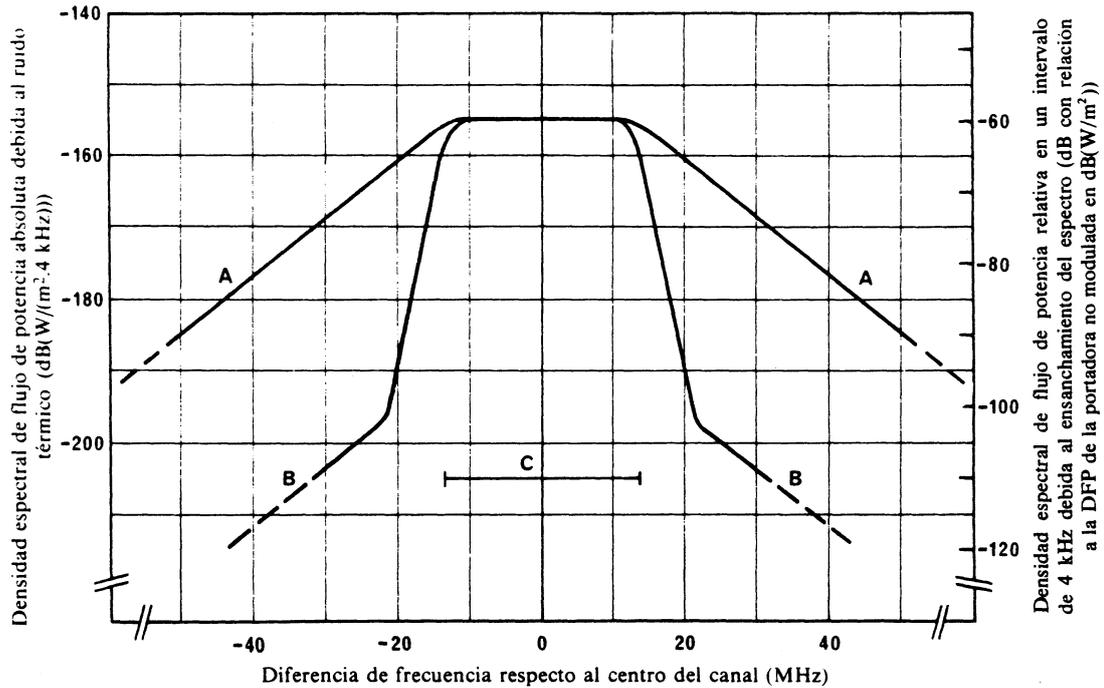


FIGURA 1 — *Envolventes típicas del espectro de potencia del ruido térmico radiado por el amplificador de salida de alta potencia de un satélite de radiodifusión*

Curvas A: Transpónder con filtro típico

B: Funcionamiento previsto del transpónder utilizando un filtro adicional antes del amplificador de potencia

C: Anchura de banda nominal del canal (27 MHz)

*Nota.* — Para los espectros representados por las curvas A y B, se ha supuesto la presencia de una portadora de RF, lo que corresponde a una densidad de flujo de potencia a la salida del transpónder de  $-94 \text{ dB}(\text{W}/\text{m}^2)$  en el centro de la zona del haz, y a una relación de potencias portadora/ruido de unos 20 dB. En ausencia de portadora, las envolventes del espectro de ruido térmico experimentan un aumento de unos 9 dB.

#### 2.4 Ensanchamiento del espectro de la señal de radiofrecuencia debido a faltas de linealidad

La limitación de la banda en el enlace de conexión y en el transpónder da lugar a variaciones de la envolvente de la portadora a la entrada del amplificador de alta potencia del transpónder. Se trata por lo general de un amplificador saturado en el que se produce también una conversión MA/MP, de modo que las variaciones de la envolvente generarán una intermodulación en RF que caerá, en parte, fuera de banda. Como el filtro de salida del transpónder suele ser de atenuación limitada, no resultará probablemente muy eficaz para eliminar la intermodulación fuera de banda en los extremos más próximos a ésta.

Se reducirá esta intermodulación aumentando la anchura de banda del enlace de conexión y la del transpónder previo al amplificador de alta potencia, pero se aumentará también con ello la anchura de banda de ruido del sistema (véase el § 2.3).

El espectro real radiado por el satélite depende, en gran medida, de la señal de televisión transmitida. En la fig. 2, se presentan a título de ilustración los resultados calculados por computador de este parámetro [CCIR, 1974-78a]. La señal empleada en los cálculos de la curva B de la fig. 2 fue una señal de prueba de televisión en la línea 330, con una excursión cresta a cresta de 13 MHz. Para el cálculo de la curva A de la fig. 2 se utilizó una señal consistente en barras de color con una saturación del 100%; se observará que una tal señal no se utiliza en la radiodifusión normal. Una subportadora de sonido con una excursión cresta a cresta de 5,6 MHz estaba asociada a ambas señales de televisión.

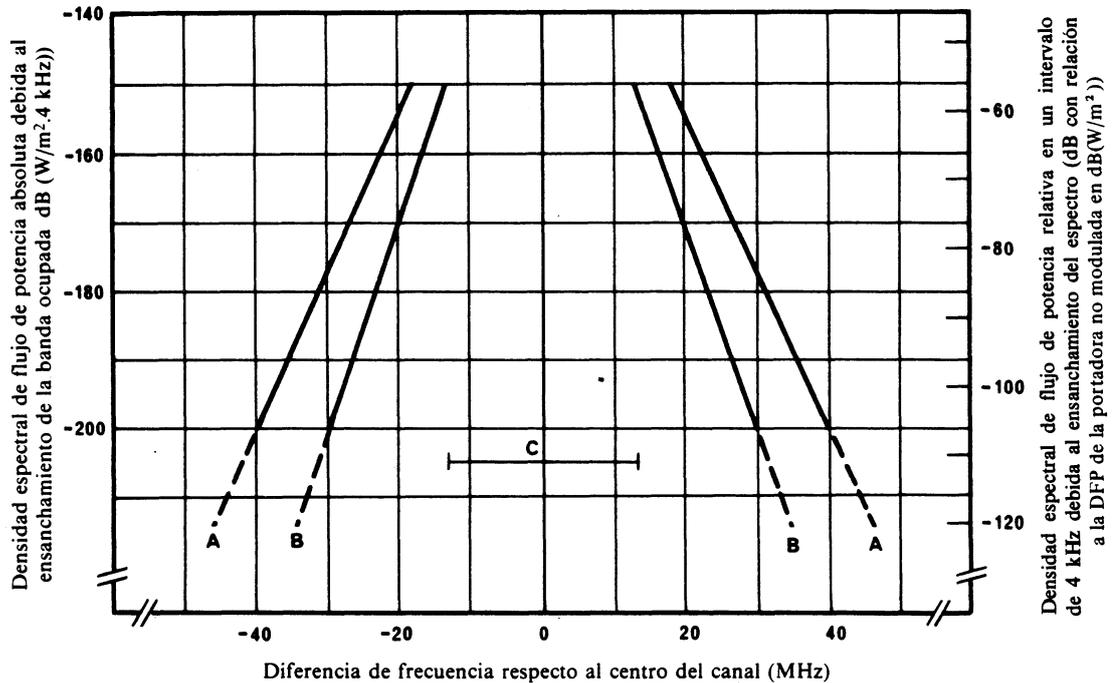


FIGURA 2 - Envolventes típicas fuera de banda del espectro de RF radiado por un satélite de radiodifusión (televisión)

Curvas A: Envolvente de una señal de banda de base de barras de color al 100%, con modulador acoplado en corriente alterna

B: Envolvente para una señal de prueba de inserción en la línea 330, con modulador acoplado en corriente alterna

C: Anchura de banda nominal del canal (27 MHz)

Nota 1. - De la escala izquierda se desprende que la p.i.r.e. del satélite corresponde a una DFP de  $-94 \text{ dB(W/m}^2)$  en el centro del haz para una portadora no modulada.

Nota 2. - Se ha supuesto una dispersión mínima de energía de  $\pm 7,9 \text{ kHz}$ .

Nota 3. - Se ha supuesto la preacentuación de acuerdo con la Recomendación 405.

El anexo I contiene datos adicionales sobre las envolventes de densidad espectral de potencia de señales de televisión basados en mediciones de laboratorio hechas en los Estados Unidos de América [CCIR, 1978-82a]. La señal utilizada en esas mediciones fue una portadora MF con una subportadora digital (MDP-4) de audiofrecuencia (de una velocidad de datos de 693 kbit/s para una frecuencia de la subportadora de 5,5 MHz) con una barra de color NTSC del 75%. Las mediciones se hicieron con varias desviaciones de señal diferentes (incluida sobredeviación) en los dos casos de anchura de banda de 18 MHz y de 27 MHz. No se utilizó ninguna forma de onda de dispersión de energía ni se aplicó ningún filtrado RF importante.

### 2.5 Emisiones no esenciales debidas a armónicos

En el Anexo II figuran los armónicos de las diversas bandas atribuidas al servicio de radiodifusión por satélite y a otros servicios que operan en esas frecuencias. Investigaciones realizadas en Estados Unidos de América han demostrado que si las emisiones no esenciales de los armónicos de la frecuencia fundamental son del orden de 60 dB por debajo del nivel de la fundamental, la interferencia con otros servicios que operan en esas frecuencias puede no ser considerable [CCIR, 1978-82b].

Entre los criterios generales para la protección figuran los siguientes: nivel de potencia, fracción de la bóveda celeste total cubierta y porcentaje de tiempo excedido. La protección se logra habitualmente por la compartición geográfica; la compartición en «visibilidad directa» es difícil, no obstante la fig. 3 proporciona los valores de p.i.r.e. máximos admisibles con visibilidad directa.

No se ha evaluado la probabilidad de interferencia perjudicial a los servicios que se indican en el anexo II, a excepción del caso examinado en el § 3.3. Se requiere un nuevo estudio.

### 3. **Protección de otros servicios contra las emisiones no deseadas**

En el § 3.9 del anexo 5 al apéndice 30 (ORB-85) del Reglamento de Radiocomunicaciones se examinan las bandas de guarda necesarias para proteger a los servicios que operan en bandas adyacentes, contra las emisiones no deseadas de los satélites de radiodifusión en 12 GHz, en las Regiones 1 y 3.

En cuanto a las estaciones espaciales del servicio de radiodifusión por satélite en otras bandas, los servicios adyacentes pueden protegerse de manera análoga estableciendo bandas de guarda apropiadas. La anchura de esas bandas de guarda dependerán de las futuras decisiones relativas a los niveles mínimos que hayan de protegerse, de la tecnología de los filtros corrientes (por ejemplo, atenuación progresiva en dB/MHz) y de la anchura de banda de las emisiones del servicio de radiodifusión por satélite.

Asimismo, la anchura de las bandas de guarda depende de la aplicación equitativa del principio de compartir los inconvenientes de la protección, es decir, que los servicios de las bandas adyacentes deben emplear diseños que permitan una protección máxima factible de la interferencia fuera de la anchura de banda requerida para un servicio satisfactorio (véase, por ejemplo, el número 301 del Reglamento de Radiocomunicaciones).

Investigaciones realizadas en Estados Unidos de América han mostrado que las emisiones no deseadas situadas inmediatamente fuera de la banda atribuida pueden reducirse mediante filtros con una atenuación de 2 dB/MHz, por ejemplo, que pueden continuar hasta una atenuación de 80 dB, según el diseño del filtro, pero tal atenuación puede no lograrse en frecuencias muy alejadas de la portadora.

#### 3.1 *Servicio fijo por satélite*

El Informe 712 trata el problema de la protección de las estaciones terrenas del servicio fijo por satélite que funcionan en bandas adyacentes contra las emisiones no deseadas de las estaciones espaciales del servicio de radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz, e indica los valores máximos admisibles de densidad de flujo de potencia en el extremo de la banda para que no se produzca una interferencia superior a 500 pW0p en el canal más desfavorable de una portadora MDF/MF del servicio fijo por satélite cuya estación espacial se halla emplazada en el mismo lugar y sirve a la misma zona.

En la banda 12,5-12,75 GHz se observa que el valor dado para el sistema específico de SFS es de  $-171,2 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ . No se define tal límite para la banda de frecuencias de 12,1-12,2 GHz.

CUADRO I – Frecuencias espacio-Tierra en el SRS de la Región 2 afectadas por los productos de la mezcla armónica de  $(9f_{OL} - 2f_{EC})$

Frecuencia espacio-Tierra (GHz)	Frecuencia del oscilador local (OL) (GHz)	Frecuencia del enlace de conexión (EC) (GHz)
12,11	5,19	17,30
12,13	5,20	17,33
12,16	5,21	17,37
12,18	5,22	17,40
12,20	5,23	17,43
12,23	5,24	17,47
12,25	5,25	17,50
12,27	5,26	17,53
12,30	5,27	17,57
12,32	5,28	17,60
12,34	5,29	17,63
12,37	5,30	17,67
12,39	5,31	17,70
12,41	5,32	17,73
12,44	5,33	17,77
12,46	5,34	17,80
12,48	5,35	17,83
12,51	5,36	17,87
12,53	5,37	17,90
12,55	5,38	17,93
12,58	5,39	17,97
12,60	5,40	18,00

CUADRO II – Frecuencias espacio-Tierra en el SRS de la Región 2 afectadas por los productos de la mezcla armónica de  $(6f_{OL} - f_{EC})$  y  $(3f_{EC} - 8f_{OL})$

Frecuencia espacio-Tierra (GHz)	Frecuencia del oscilador local (OL) (GHz)	Frecuencia del enlace de conexión EC (GHz)
12,50	5,00	17,50
12,52	5,01	17,53
12,53	5,01	17,54
12,55	5,02	17,57
12,57	5,03	17,60
12,58	5,03	17,61
12,60	5,04	17,64
12,62	5,05	17,67
12,63	5,05	17,68
12,65	5,06	17,71
12,67	5,07	17,74
12,68	5,07	17,75

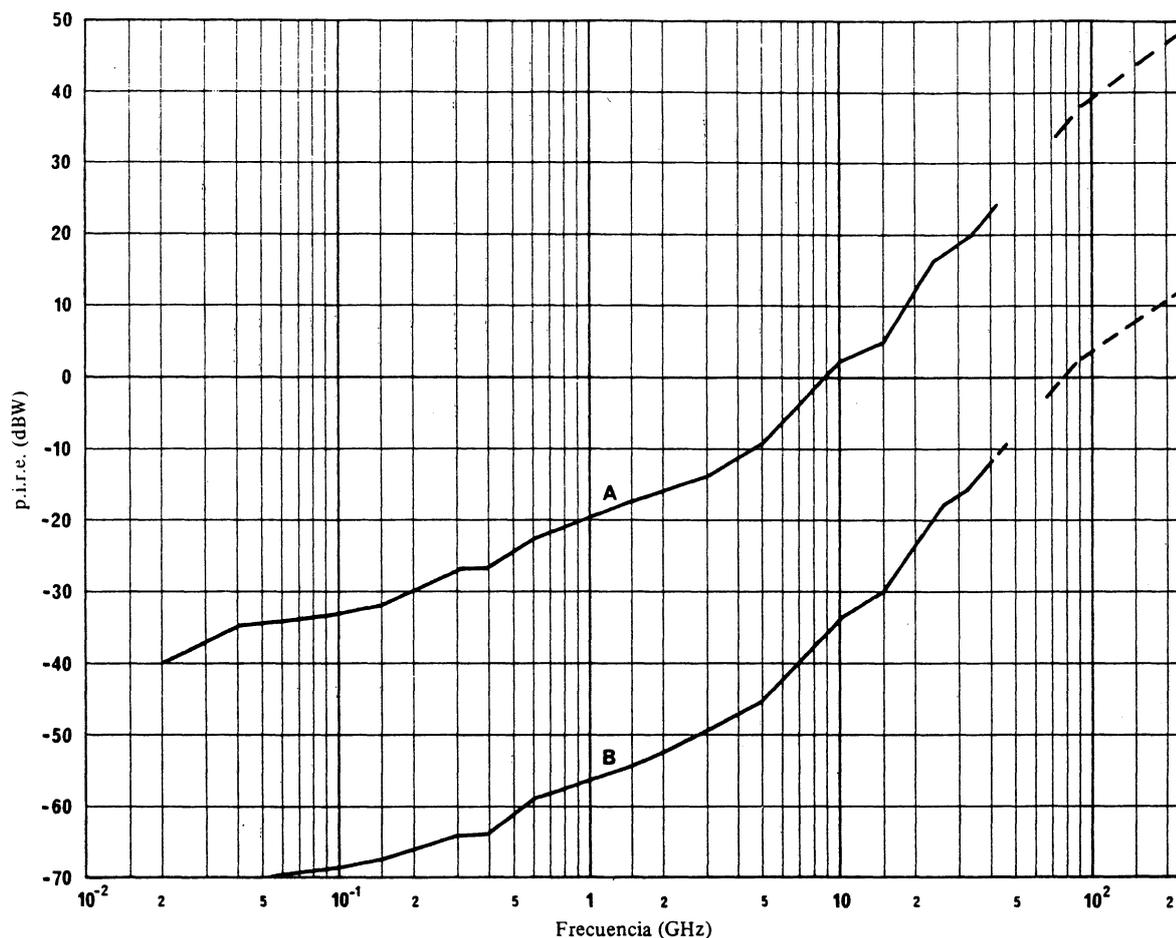


FIGURA 3 – P.i.r.e. máxima admisible para transmisores que funcionan en bandas compartidas con visibilidad directa respecto a un observatorio de radioastronomía

Curvas A: Transmisor espacial en la órbita de los satélites geoestacionarios

B: Transmisor terrenal a 600 km

Para que los niveles de las emisiones no deseadas de estaciones espaciales del servicio de radiodifusión por satélite se ajusten a los niveles admisibles de interferencia en las estaciones terrenas del servicio fijo por satélite, debe adoptarse una combinación de las siguientes medidas:

- Prever una separación angular adecuada entre las posiciones en órbita de los satélites del servicio de radiodifusión por satélite y del servicio fijo por satélite.
- Efectuar un filtrado adecuado a la salida del transmisor de las estaciones espaciales del servicio de radiodifusión por satélite o en los receptores de las estaciones terrenas del servicio fijo por satélite, o en ambos.
- Prever una separación adecuada de frecuencias entre el centro del canal inferior ocupado por una emisión procedente de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite y la frecuencia protegida, definida más arriba, del servicio fijo por satélite.

Para que las restricciones que deban imponerse *a priori* al diseño de los sistemas en ambos servicios sean mínimas, pudiera no convenir, o no ser práctico, confiar exclusivamente en las condiciones de filtrado mencionadas en el punto b) anterior; sin embargo, puede elaborarse una relación entre los parámetros pertinentes de los sistemas, incluida la separación entre las posiciones en órbita de los satélites, y la separación de frecuencias entre la frecuencia protegida y la frecuencia central del canal, mencionadas en los puntos a) y c).

### 3.2 *Servicios fijo y móvil*

En el Informe 789 se analizan las interferencias causadas a los servicios fijo y móvil por las emisiones no deseadas producidas por satélites de radiodifusión.

### 3.3 *Servicio de radioastronomía*

Los estudios han mostrado que hay que suprimir, mediante filtros de salida apropiados, la radiación armónica de algunos canales de satélites de radiodifusión de las Regiones 1 y 3 en las bandas del servicio de radioastronomía [CCIR, 1982-86a]. Las emisiones no deseadas, expresadas como densidad espectral radiada en cualquier dirección hacia la Tierra, en la banda 23,6-24 GHz (canales 5 a 15 en el Plan para las Regiones 1 y 3) debe ser inferior a  $-70$  dB(W/Hz), y en la banda 36,4-36,5 GHz (canales 22 a 24 en el Plan para las Regiones 1 y 3) deben ser inferiores a  $-65$  dB(W/Hz), sobre la base de las necesidades de protección establecidas en el Informe 224.

Al calcular la magnitud de las emisiones no deseadas, se supone una ganancia de dispersión de frecuencia de 61 dBHz para la banda 24 GHz sobre la base de  $2 \times 600$  kHz, y 63 dBHz para la banda 36 GHz sobre la base de  $3 \times 600$  kHz.

Estos niveles de radiación asegurarán una protección mundial de las observaciones del servicio de radioastronomía frente a la radiación armónica de los satélites de radiodifusión, siempre que la ganancia de la antena del servicio de radioastronomía en la dirección de las posiciones del satélite de radiodifusión no sea mayor que la de una antena isótropa.

En condiciones típicas se requerirá un valor de 60 dB aproximadamente de supresión armónica para garantizar esta protección. Los filtros de transmisión de diseño convencional pueden proporcionar esa protección sin que se produzca un aumento importante del peso o una degradación de la calidad.

### 3.4 *Servicio de operaciones espaciales*

Actualmente se piensa situar las señales de operaciones espaciales de los satélites de radiodifusión de las Regiones 1 y 3 en las bandas de guarda situadas en los extremos de las bandas atribuidas a la radiodifusión por satélite y a los enlaces de conexión. Existen riesgos de interferencia de estas señales por el espectro residual fuera de banda de las señales de televisión emitidas o recibidas por los satélites de radiodifusión. En el caso del enlace de conexión, la señal perturbadora preponderante es la señal del canal adyacente a esas bandas de guarda (canal 1 ó 40). En el caso del enlace descendente, el problema es más complejo; la señal de televisión del canal adyacente representa también un perturbador potencial, pero existen otros, entre ellos los productos de intermodulación creados en los repetidores de los satélites entre señales de televisión de canales diferentes (por ejemplo, canales 39 y 40) y que pueden recaer en la banda de teledifusión.

Pruebas realizadas en Francia sobre estos riesgos de interferencia [CCIR, 1982-86b] han proporcionado las condiciones necesarias para garantizar una buena transmisión de señales del servicio de operaciones espaciales. El Informe 1076 que trata del servicio de operaciones espaciales tiene en cuenta los principales resultados de estas pruebas.

## 4. Conclusiones

La conclusión que se saca es que las emisiones no deseadas de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite pueden no ser despreciables y, en el caso de interferencias en las bandas adyacentes, se deben principalmente al ruido térmico y a la modulación de frecuencia de la portadora por la señal de video elegida. Los resultados presentados en este Informe pueden servir para deducir, cuando sea el caso, la anchura de las posibles bandas de guarda entre la banda de 12 GHz y las bandas adyacentes utilizadas por otros servicios. Sin embargo, es preciso evitar cuidadosamente la aplicación de esos resultados cuando las condiciones sean diferentes de las indicadas aquí. Se necesitan estudios y mediciones adicionales sobre este tema. Las bandas de guarda requeridas (CAMR-79) podrían reducirse si resulta factible utilizar filtros RF o multiplexores de banda estrecha en la salida de los transpondedores de los satélites de radiodifusión que tengan una pendiente escarpada en el borde del canal.

Se han facilitado también referencias a las necesidades de los servicios fijo por satélite, fijo, móvil y de radioastronomía en términos de emisiones no deseadas en las bandas de frecuencias adyacentes armónicamente relacionadas, que habrán de tenerse en cuenta en el diseño del segmento espacial del sistema de radiodifusión por satélite.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### *Documentos del CCIR*

[1974-78]: a. 11/117 (Italia).

[1978-82]: a. 10-11S/139 + Add.1 (Estados Unidos de América); b. 10-11S/28 (Estados Unidos de América).

[1982-86]: a. 10-11S/46 (UER); b. 10-11S/9 (Francia).

## ANEXO I

## EMISIONES NO DESEADAS PRODUCIDAS POR SATÉLITES DE RADIODIFUSIÓN – RESULTADOS DE MEDICIONES DE LABORATORIO UTILIZANDO UN SIMULADOR DE TRANSPONDEDOR

**1. Introducción**

En este anexo se presentan los resultados de las mediciones efectuadas en laboratorio de las características de las emisiones producidas por un transpondedor de satélite con anchuras de banda y características de las señales TV típicas de los sistemas que pueden funcionar en el servicio de radiodifusión por satélite (SRS) en la Región 2. Se presentan los resultados obtenidos con dos anchuras de banda diferentes del filtro y distintas desviaciones de la señal.

**2. Parámetros de prueba**

Para las mediciones del espectro se utilizaron señales video del sistema M/NTSC sobre una portadora modulada en frecuencia con una subportadora de audiofrecuencia digital (MDP-4). Se probaron varias desviaciones de la señal video, pero en todos los casos la subportadora de audiofrecuencia era modulada por un flujo de datos a 693 kbit/s con una anchura de banda nominal de 0,8 MHz. La subportadora de audiofrecuencia se centró a 5,5 MHz en la banda de base video.

La banda de base video compuesta fue modulada en frecuencia y filtrada con un filtro de paso banda. La salida de este filtro fue trasladada en frecuencia en sentido ascendente y pasada al simulador del satélite. A la salida del simulador se utilizó un analizador de espectro para registrar la densidad espectral de la señal.

No se utilizó ningún filtrado importante RF después del amplificador de tubo de ondas progresivas (ATOP). En estas pruebas se utilizó un ATOP de tipo de hélice. Éste es similar a los utilizados en los satélites Intelsat-IV.

En todas las pruebas el espectro de entrada fue generado por una señal de barra de color NTSC del 75% con preacentuación.

**3. Resultados de las pruebas**

Las figs. 4 y 5 (véase la nota 1) muestran las envolventes de densidad espectral de flujo de potencia de las señales de TV con modulación de frecuencia. La envolvente de densidad espectral de flujo de potencia dentro de la banda se representa con una línea de trazo discontinuo dentro de la anchura de banda del canal (véase la nota 2).

Se efectuaron todas las pruebas funcionando en régimen de saturación el amplificador del tubo de ondas progresivas del transpondedor del satélite. Conviene observar que las envolventes de densidad espectral de flujo de potencia rebasan generalmente las respuestas en amplitud de los respectivos filtros de FI. Las envolventes reflejan el ensanchamiento del espectro producido por el funcionamiento no lineal del amplificador de tubo de ondas progresivas del transpondedor del satélite. El ensanchamiento del espectro es importante en condiciones de prueba de «sobredesviación».

*Nota 1.* – Los valores absolutos de densidad espectral de flujo de potencia indicados en cada figura se basan en la hipótesis de una densidad de flujo de potencia de  $-105 \text{ dB(W/m}^2\text{)}$  en el centro del haz para una portadora no modulada.

*Nota 2.* – Las envolventes dentro de la banda y fuera de la banda ilustradas en las figs. 4 y 5 representan los valores de cresta (caso más desfavorable), por lo que la integración de las curvas para determinar la potencia total dará resultados equivocados. Tampoco es aconsejable extrapolar las curvas de las envolventes más allá de los puntos de las figuras.

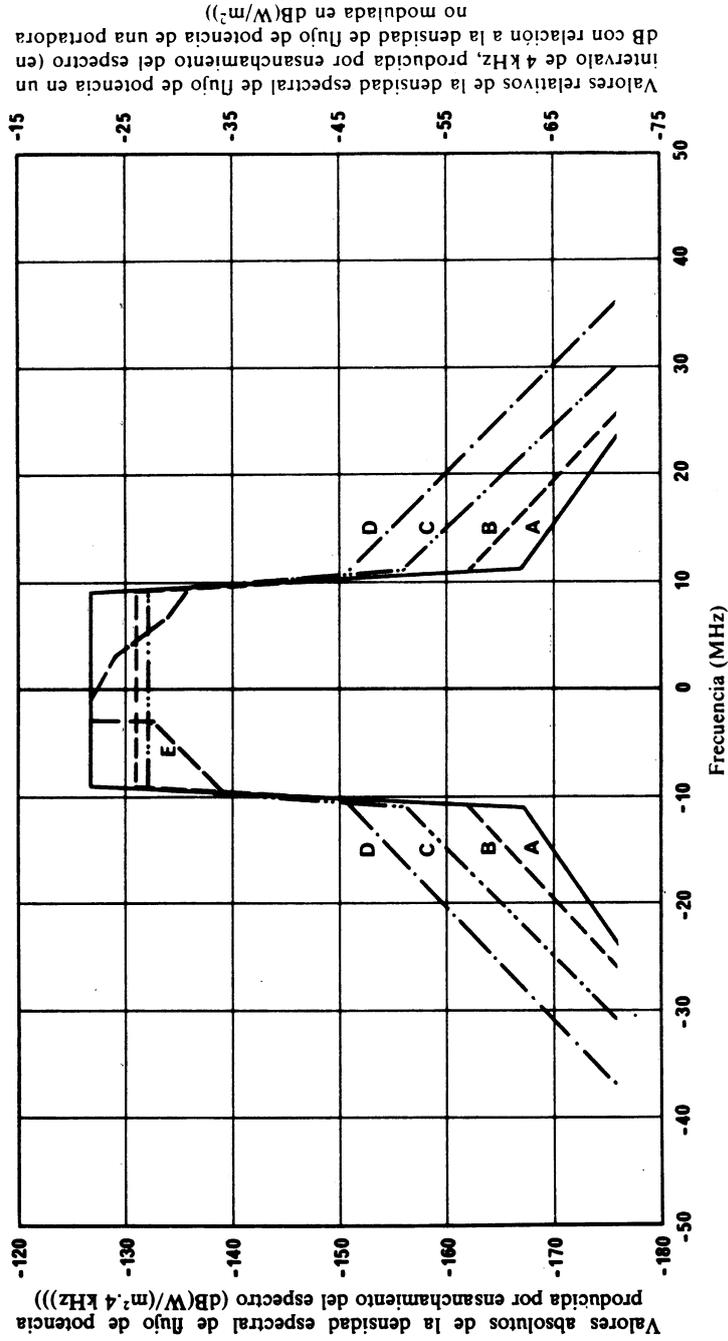


FIGURA 4 - Envolturas de densidad espectral de flujo de potencia para una anchura de banda de 18 MHz

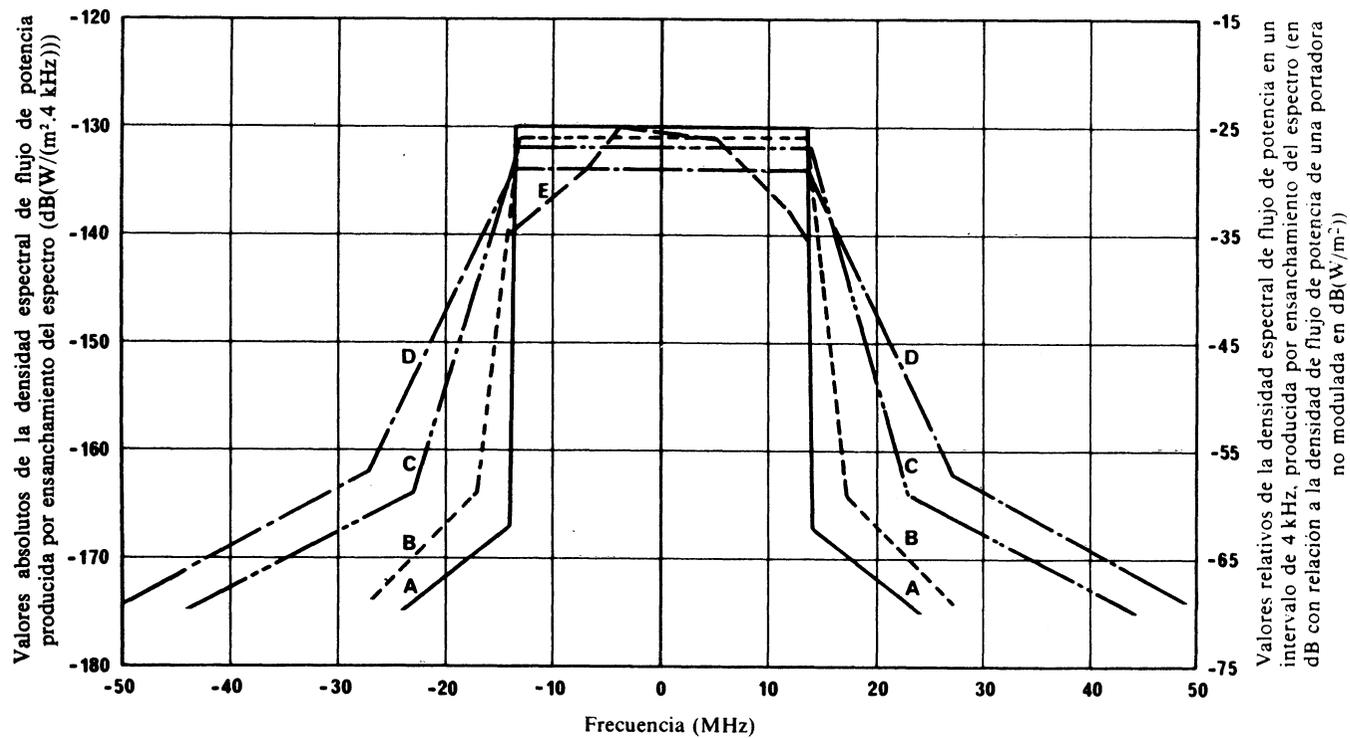


FIGURA 5 — *Envolturas de densidad espectral de flujo de potencia para una anchura de banda de 27 MHz*

- Curvas A: Desviación de cresta = 5,3 MHz
- B: Desviación de cresta = 8,4 MHz
- C: Desviación de cresta = 13,3 MHz
- D: Desviación de cresta = 16,8 MHz
- E: Envoltura de la densidad espectral de flujo de potencia en el interior de la banda

ANEXO II  
 ATRIBUCIONES DE FRECUENCIAS PARA LOS ENLACES  
 ESPACIO-TIERRA Y ENTRE SATÉLITES EN LOS ARMÓNICOS  
 2.º Y 3.º DE LAS BANDAS ATRIBUIDAS AL SERVICIO  
 DE RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE

CUADRO III

Frecuencia fundamental en el servicio de radiodifusión por satélite	2.º armónico (servicios)	3.º armónico (servicios)
2,5 – 2,69 GHz	5,0 – 5,38 GHz { Fijo por satélites Entre satélites (véase la nota al pie de página número 797 del Reglamento de Radiocomunicaciones)	7,5 – 8,07 GHz { Fijo por satélite Meteorología por satélite
11,7 – 12,5 GHz (Región 1) 11,7 – 12,7 GHz (Región 2) 11,7 – 12,2 GHz y 12,5 – 12,75 GHz (Región 3)	23,4 – 25,5 GHz { Exploración de la Tierra por satélite Radioastronomía	35,1 – 38,25 GHz { Exploración de la Tierra por satélite Investigación espacial Fijo por satélite
22,5 – 23,0 GHz (Regiones 2 y 3)	45,0 – 46,0 GHz { Móvil por satélite Radionavegación por satélite	67,5 – 69,0 GHz { Móvil por satélite Radionavegación por satélite
40,5 – 42,5 GHz	81,0 – 85,0 GHz { Fijo por satélite Móvil por satélite Radiodifusión por satélite	121,5 – 127,5 GHz { Exploración de la Tierra por satélite Investigación espacial Entre satélites
84,0 – 86,0 GHz	168,0 – 172,0 GHz { Entre satélites	252,0 – 258,0 GHz { Móvil por satélite Radionavegación por satélite Radioastronomía