

RECOMENDACIÓN 517-2

**PROTECCIÓN DEL SERVICIO DE RADIOASTRONOMÍA
CONTRA LOS TRANSMISORES QUE TRABAJAN EN LAS BANDAS ADYACENTES**

(Cuestión 145/7)

(1978-1982-1992)

El CCIR,

considerando

- a) el valor de los datos científicos obtenidos por el servicio de radioastronomía mediante la exploración del universo;
- b) la necesidad de disponer de bandas exentas de interferencia distribuidas por todo el espectro radioeléctrico con miras a la realización de mediciones radioastronómicas;
- c) los niveles de interferencia que el CCIR considera perjudiciales para el servicio de radioastronomía y que se indican en el anexo 1 a la Recomendación 769;
- d) el deseo de los usuarios, activos y pasivos, del espectro radioeléctrico de trabajar ordenadamente y sin interferencias mutuas conforme a lo dispuesto en el artículo 6, números 339 a 343 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR);
- e) que, en muchos casos, el número 344 del RR no proporciona inequívocamente al servicio de radioastronomía la protección necesaria contra los transmisores que trabajan en las bandas de frecuencias adyacentes a una banda atribuida al servicio de radioastronomía;
- f) las dificultades que experimentan actualmente los servicios de radiocomunicaciones desde el punto de vista de la concepción y utilización de transmisores destinados a trabajar en las bandas de frecuencias adyacentes a las atribuidas al servicio de radioastronomía, de manera que este último esté adecuadamente protegido contra la interferencia perjudicial (véase el anexo 1);
- g) la posibilidad de que aumente en el futuro el nivel de utilización de las bandas de frecuencias adyacentes a las atribuidas al servicio de radioastronomía, particularmente por los transmisores de aeronaves y de satélites;
- h) que corresponde a los servicios, activos y pasivos, de radiocomunicación tratar de reducir al mínimo la interferencia perjudicial, bien sea por separado o bien por vía de colaboración, teniendo presente la necesidad de una utilización eficaz del espectro radioeléctrico,

recomienda

1. que, tanto en los receptores del servicio de radioastronomía como en los transmisores que trabajan en las bandas adyacentes, se adopten, en la mayor medida posible, todos los medios técnicos que resulten viables, por ejemplo, la utilización de filtros, con objeto de reducir la interferencia en el servicio de radioastronomía;
2. que, cuando se asignan frecuencias a una estación en un servicio que funcione en una banda adyacente a otra atribuida al servicio de radioastronomía a título primario, debe procurarse limitar el borde de la banda, adyacente a la banda de radioastronomía, de manera que la potencia radiada dentro de esta banda no provoque interferencia perjudicial en las estaciones del servicio de radioastronomía;
3. que, cuando las administraciones efectúen futuras asignaciones de frecuencias en bandas adyacentes a las atribuidas en exclusiva al servicio de radioastronomía, debe prestarse la máxima atención al riesgo de interferencia que las transmisiones de aeronave y las espacio-Tierra, en las bandas adyacentes, pueden causar a las observaciones de radioastronomía;
4. que, teniendo en cuenta los § 1, 2 y 3 anteriores, las administraciones, tanto de manera individual como por vía de colaboración, deben buscar soluciones prácticas para el problema de la interferencia en los límites de la banda.

Interferencias causadas en el servicio de radioastronomía por transmisores que trabajan en bandas adyacentes

1. Introducción

El límite de sensibilidad de la mayoría de las observaciones de radioastronomía está en un nivel de densidad de flujo muy inferior al utilizado para la recepción de señales de radiocomunicaciones. En el anexo 1 a la Recomendación 769 se tratan los criterios de protección y de interferencia perjudicial para la compartición de frecuencias entre la radioastronomía y otros servicios; en los cuadros 1, 2 y 3 de éste se indican los límites de sensibilidad en distintas frecuencias. Sin embargo, como consecuencia de la sensibilidad de las observaciones de radioastronomía, incluso los transmisores que no comparten la misma banda pueden originar interferencias. Estas pueden clasificarse como interferencias en el límite de la banda e interferencias por señales de armónicos y de productos de intermodulación. (La Recomendación 611 trata la interferencia a la radioastronomía procedente de las emisiones no esenciales.)

Las interferencias en el límite de la banda, procedentes de un transmisor que funciona en una banda adyacente, pueden producirse por tres mecanismos de interacción. Puede tener lugar si la respuesta del receptor de radioastronomía a señales fuera de la banda de radioastronomía no es lo suficientemente baja; esto puede suceder debido a las limitaciones prácticas de la disminución de la ganancia del receptor en los límites de la banda. En segundo lugar, los efectos no lineales en el receptor pueden, en presencia de dos o más señales cerca del límite de la banda de paso crear productos de intermodulación que caen dentro de la banda de paso del receptor. En tercer lugar, la interferencia puede ser debida a las señales de bajo nivel procedentes del transmisor (bandas laterales de modulación, etc.) que caen dentro de la banda de radioastronomía. El problema común a los servicios de recepción y de transmisión, al tratar el tema de la interferencia en el límite de la banda, es el diseño de filtros que supriman adecuadamente la energía no deseada sin introducir modificaciones inaceptables, como atenuación o distorsión de fase, en las señales deseadas. El cuadro 1 enumera los casos de posibles interferencias en el límite de la banda.

2. Función del transmisor en la producción de interferencias

Algunos de los mecanismos de interacción dependen en gran medida de las características del transmisor implicado y por tanto deben examinarse independientemente para los distintos servicios. La televisión en ondas decimétricas (B.dm) y los servicios que utilizan transmisores por satélite son ejemplos de servicios que se ha encontrado que molestan a la radioastronomía. En particular, los transmisores de los satélites y de las aeronaves plantean un problema debido a que por lo general no pueden evitarse los trayectos de la señal de visibilidad directa con los observatorios. Para complicar el problema las exigencias de los instrumentos radioastronómicos, tales como los sistemas de antenas extensos o los telescopios para ondas milimétricas, no siempre permiten elegir el emplazamiento de los observatorios en función en primer lugar de la ausencia de interferencia de ruido artificial.

2.1 Interferencias provenientes de transmisiones de satélites

Las transmisiones desde satélites, en particular las de radiodifusión sonora y de televisión, pueden causar graves interferencias a la radioastronomía. Dada la naturaleza de los sistemas de radiodifusión por satélite, resultarán iluminadas vastas zonas de la Tierra y existirán condiciones de visión en línea directa del satélite. Las fuentes terrenales interferentes se encuentran normalmente en la región de los lóbulos laterales más lejanos de los radiotelescopios, mientras que las transmisiones desde satélites pueden recibirse también en el haz principal y en los lóbulos laterales más próximos, con una ganancia considerablemente mayor. Por ejemplo, para ángulos de hasta 5° con respecto al haz principal la ganancia puede ser 25 dB más alta que en la región de los lóbulos laterales más alejados (véase la Recomendación 509).

Los satélites geoestacionarios que se encuentran por encima del horizonte de cualquier observatorio pueden ser particularmente perjudiciales. El radio de la órbita de los satélites geoestacionarios es aproximadamente 6,6 veces el radio de la Tierra. En la fig. 1 se representa la posición de la órbita en coordenadas celestes tal como se contempla desde las latitudes de cierto número de observatorios de radioastronomía importantes. Los planes de desarrollo de ciertos servicios activos requieren un gran número de satélites muy próximos. Esta cadena de posibles fuentes de interferencia que pueden observarse desde los lóbulos laterales próximos de un telescopio plantea un problema de interferencia al que no se habían enfrentado los radiastrónomos. En el § 2.2 se examina geoméricamente este problema para dos niveles de interferencia, pero sin considerar la fuente o naturaleza de interferencia.

CUADRO 1

Servicios en bandas adyacentes que podrían causar interferencia perjudicial al servicio de radioastronomía*

Banda atribuida a título primario en todo el mundo al servicio de radioastronomía	Banda adyacente	Servicios en la banda adyacente (1)
13,36-13,41 MHz	13,26-13,36 MHz	MÓVIL AERONÁUTICO (R)
25,55-25,67 MHz	25,67-26,10 MHz	RADIODIFUSIÓN
322-328,6 MHz	273-322 MHz	MÓVIL, incluyendo móvil por satélite
	315-335,4 MHz (2)	RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA
1 400-1 427 MHz	1 350-1 400 MHz	RADIOLOCALIZACIÓN MÓVIL (Región 1)
1 610,6-1 613,8 MHz (2)	1 610,0-1 610,6 MHz (2)	RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA (2) MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) (2)
	1 613,8-1 626,5 MHz (2)	RADIODETERMINACIÓN POR SATÉLITE (Primario en la Región 2, secundario en la Región 3) (2) Móvil Terrestre por Satélite (Tierra-espacio)(2)
1 660-1 670 MHz	1 656,5-1 660,5 MHz	MÓVIL TERRESTRE POR SATÉLITE (Tierra-espacio) (3)
	1 670-1 675 MHz (2)	AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATÉLITE (espacio-Tierra)
2 690-2 700 MHz	2 670 (2)-2 690 MHz	MÓVIL POR SATÉLITE (2) FIJO POR SATÉLITE (Regiones 2 y 3)
	2 700-2 900 MHz	RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA Radiolocalización
4 990-5 000 MHz	4 800-4 990 MHz	MÓVIL
	5 000-5 250 MHz	RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA
10,6-10,7 GHz	10,55-10,6 GHz	Radiolocalización
	10,7-11,7 GHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)
15,35-15,4 GHz	14,8-15,35 GHz	MÓVIL Investigación espacial
	15,4-15,7 GHz	RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA
22,21-22,5 GHz	22,5-22,55 GHz	MÓVIL
23,6-24 GHz	23,55-23,6 GHz	MÓVIL
	24-24,05 GHz	AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE ICM

CUADRO 1 (Continuación)

Banda atribuida a título primario en todo el mundo al servicio de radioastronomía	Banda adyacente	Servicios en la banda adyacente ⁽¹⁾
31,3-31,8 GHz	31-31,3 GHz	MÓVIL Frecuencias patrón y señales horarias por satélite (espacio-Tierra) Investigación espacial
	31,8-32 GHz	RADIONAVEGACIÓN INVESTIGACIÓN ESPACIAL ⁽²⁾
42,5-43,5 GHz	40,5-42,5 GHz	RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE RADIODIFUSIÓN Móvil
	43,5-47 GHz	MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE
86-92 GHz	84-86 GHz	MÓVIL RADIODIFUSIÓN RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE
	92-95 GHz	MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN
105-116 GHz	102-105 GHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL
	116-126 GHz	ENTRE SATÉLITES MÓVIL
164-168 GHz	158-164 GHz ⁽²⁾	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL
	168-170 GHz	MÓVIL
182-185 GHz	176,5-182 GHz	ENTRE SATÉLITES MÓVIL
	185-190 GHz	ENTRE SATÉLITES MÓVIL
217-231 GHz	202-217 GHz	MÓVIL
	231-235 GHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL Radiolocalización
265-275 GHz	252-265 GHz	MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE

* No se incluyen los servicios fijo y móvil (salvo móvil aeronáutico) (véase el § 2.3).

(1) La categoría de servicio de estas atribuciones se indica de conformidad con las disposiciones de los números 413 a 418 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

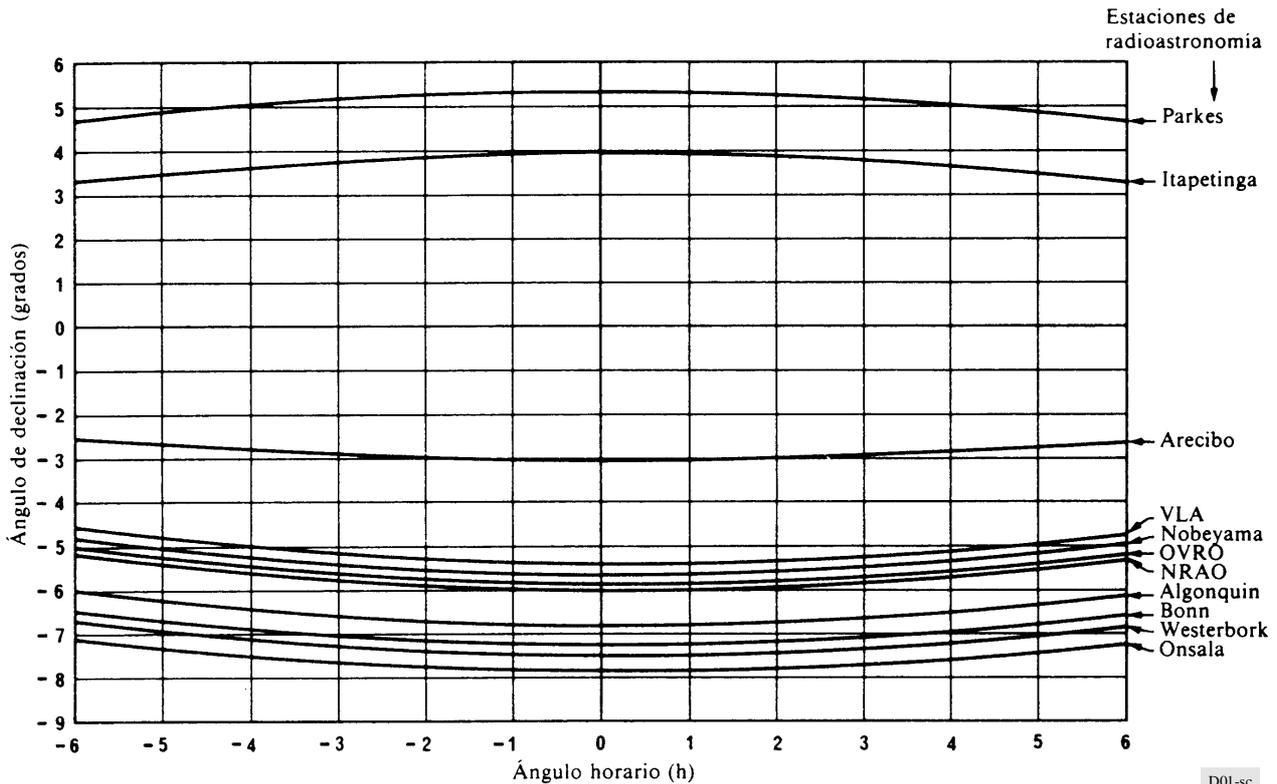
(2) Para estos servicios se han incluido los resultados de las decisiones de la CAMR-92.

(3) Véase también la nota 730A (Mob-87) del RR.

2.2 Regiones del cielo denegadas a la radioastronomía por las emisiones procedentes de los satélites geostacionarios.

En el anexo 1 a la Recomendación 769 figuran los umbrales de interferencia perjudicial para el servicio de astronomía. Se enumera, para cada banda de radioastronomía, el nivel de potencia del receptor de valor suficiente para producir interferencia perjudicial. Asimismo, se enumeran las densidades de flujo de potencia (dB(W/m²)) que producen interferencia perjudicial, las cuales se calculan suponiendo que la ganancia del radiotelescopio es 0 dBi en dirección de la fuente interferente. Esta ganancia resulta apropiada para la consideración de las fuentes terrenales de interferencia confinadas a las proximidades del horizonte. Los resultados son muy diferentes cuando las fuentes son geostacionarias como se demuestra en el § 2.3.

FIGURA 1
Proyección de la órbita de los satélites geostacionarios en la esfera celeste



D01-sc

2.3 Interferencia con los niveles de umbral que se indican en el anexo 1 a la Recomendación 769

Si suponemos que la antena de la estación de radioastronomía tiene las características de lóbulo lateral supuestas en la Recomendación 509, la ganancia del lóbulo lateral se reduciría a 0 dBi a 19° del eje del haz principal. Para dicha antena, el nivel de interferencia perjudicial será excedido si el haz principal está apuntado dentro de 19° de un satélite que produce en la anchura de banda de radioastronomía una densidad de flujo de potencia en el observatorio radioastronómico igual al umbral de interferencia perjudicial indicado en el anexo 1 a la Recomendación 769. Una serie de satélites separados a intervalos de 30° a lo largo de la órbita geostacionaria radiando este nivel de interferencia darían como resultado una zona de unos 38° de abertura angular centrada en la órbita en la cual no sería posible realizar observaciones radioastronómicas que estuviesen libres de interferencia perjudicial. La amplitud de esta zona aumentaría con el número de satélites interferentes en la órbita y, en principio, podría cubrir todo el firmamento. El número efectivo de satélites interferentes dependerá de si la emisión de las señales interferentes está limitada al haz de las antenas transmisoras de los satélites o si es más amplia. Es probable que las emisiones fuera de banda cuya frecuencia no difiera mucho del transmisor del satélite sean emitidas por una antena de satélite.