

RECOMENDACIÓN UIT-R RA.517-3*

Protección del servicio de radioastronomía contra los transmisores que funcionan en bandas adyacentes

(Cuestión UIT-R 145/7)

(1978-1982-1992-2003)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) el valor de los datos científicos obtenidos por el servicio de radioastronomía (SRA) 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 perjudiciales para el SRA y que se indican en el Anexo 1 a la Recomendación UIT-R RA.769;
- d) que la Recomendación UIT-R RA.1513 indica los niveles aceptables de pérdida de datos para las observaciones radioastronómicas y los criterios de porcentaje de tiempo resultantes de la degradación causada por la interferencia a las bandas de frecuencias atribuidas al SRA a título primario;
- e) el deseo de los usuarios, activos y pasivos, del espectro radioeléctrico de trabajar ordenadamente y sin interferencias mutuas conforme a las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR);
- f) que, en algunos casos, el RR no proporciona la protección necesaria a la radioastronomía contra los transmisores que funcionan en las bandas de frecuencias adyacentes a una banda atribuida al SRA, lo que puede causar interferencia perjudicial debido a las emisiones no deseadas de esos transmisores;
- g) las dificultades que experimentan actualmente los servicios de radiocomunicaciones desde el punto de vista de la concepción y utilización de transmisores destinados a funcionar en las bandas de frecuencias adyacentes a las atribuidas al SRA, de manera que este último esté adecuadamente protegido contra la interferencia perjudicial (véase el Anexo 1);
- h) la posibilidad de que aumente en el futuro el nivel de utilización de las bandas de frecuencias adyacentes a las atribuidas al SRA, particularmente por los transmisores de aeronaves y de satélites;
- j) 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,

* NOTA – Los niveles de interferencia perjudiciales para el SRA que se indican en el Anexo 1 de la Recomendación UIT-R RA.769 no son aceptados por las Administraciones Árabes pues se consideran irrealistas, como se confirma en las precedentes Conferencias de Radiocomunicaciones 1995, 1997 y 2000 que tratan de la Recomendación 66.

recomienda

- 1 que para reducir la interferencia perjudicial al SRA, se adopten en la mayor medida posible todos los medios técnicos que resulten viables, por ejemplo, la utilización de filtros en los transmisores para confinar las emisiones a la banda atribuida, y en los receptores de radioastronomía para evitar la sensibilidad a señales fuera de la banda atribuida;
- 2 que, cuando se asignan frecuencias a una estación en un servicio que funcione en una banda adyacente a otra atribuida al SRA a título primario, se procure 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 SRA;
- 3 que, cuando las administraciones efectúen futuras asignaciones de frecuencia en bandas adyacentes a las atribuidas en exclusiva al SRA, se preste la máxima atención al riesgo de interferencia que las transmisiones de aeronaves y las transmisiones 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 y si es necesario en colaboración, busquen soluciones prácticas para limitar por debajo del nivel perjudicial la interferencia al SRA causada por emisiones fuera de banda.

Anexo 1**Interferencias causadas al SRA por transmisores
que funcionan en bandas adyacentes****1 Introducción**

El límite de sensibilidad de la mayoría de las observaciones de radioastronomía está en un nivel de dfp muy inferior al utilizado para la recepción de señales de radiocomunicaciones. En el Anexo 1 a la Recomendación UIT-R RA.769 se tratan los criterios de protección y de interferencia perjudicial para la compartición de frecuencias entre el SRA y otros servicios; en los Cuadros 1, 2 y 3 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. Éstas pueden clasificarse como interferencias en el límite de la banda e interferencias por señales de armónicos y de productos de intermodulación. (La Recomendación UIT-R RA.611 trata de la interferencia a la radioastronomía procedente de las emisiones no esenciales.) La Recomendación UIT-R RA.1237 trata el caso de la protección del SRA contra las emisiones no deseadas resultantes de la aplicación de la modulación digital de banda ancha.

Los problemas de las interferencias causadas a un receptor de radioastronomía por un transmisor que funciona en una banda adyacente, pueden producirse por tres mecanismos. Puede tener lugar si la sensibilidad 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 fuertes en frecuencias cerca del límite de la banda de paso del receptor crear productos de intermodulación que caen dentro de la banda de radioastronomía. En tercer lugar, la interferencia puede ser debida a las emisiones no deseadas procedentes del transmisor (bandas laterales de modulación, ruido en fase en los osciladores, 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 borde de la banda, de 13,36 MHz a 275 GHz, según el Artículo 5 del RR.

2 Interferencias provenientes de transmisiones de satélites

Las transmisiones desde satélites pueden causar graves interferencias al SRA. Las fuentes terrenales interferentes se encuentran normalmente en la región de los lóbulos laterales más lejanos de la antena de los radiotelescopios, y posiblemente están más atenuadas por la topografía de los alrededores del observatorio de radioastronomía, mientras que es probable que las transmisiones desde satélites se reciban en el haz principal y en los lóbulos laterales más próximos, con una ganancia considerablemente mayor. La naturaleza de la interferencia depende del tipo de transmisor y del servicio prestado por el sistema, de si los satélites están en la órbita geoestacionaria o no geoestacionaria, y del número de satélites en el sistema considerado que están por encima del horizonte del observatorio de radioastronomía.

2.1 Satélites geoestacionarios

Múltiples satélites geoestacionarios son visibles desde casi todos los radiotelescopios actualmente en funcionamiento, y ocupan una gama más o menos constante de acimutes y elevaciones. Por lo tanto, tienen la posibilidad de causar fuentes de interferencia molestas a las observaciones radioastronómicas. El radio de la órbita OSG es aproximadamente 6,6 veces el radio de la Tierra. A esa distancia, un solo satélite puede iluminar un tercio de la superficie de la Tierra, y por ende muchos radiotelescopios, con señales de visibilidad directa. La Fig. 1 muestra la posición del cinturón de satélites OSG en coordenadas celestes tal como se ve desde las latitudes de algunos observatorios de radioastronomía importantes. Los planes de desarrollo de algunos servicios activos requieren un gran número de satélites geoestacionarios. Esta serie de posibles fuentes de interferencia que pueden ser recibidas a través de los lóbulos próximos del diagrama de antena de los radiotelescopios podría plantear un problema de interferencia único a los radioastrónomos.

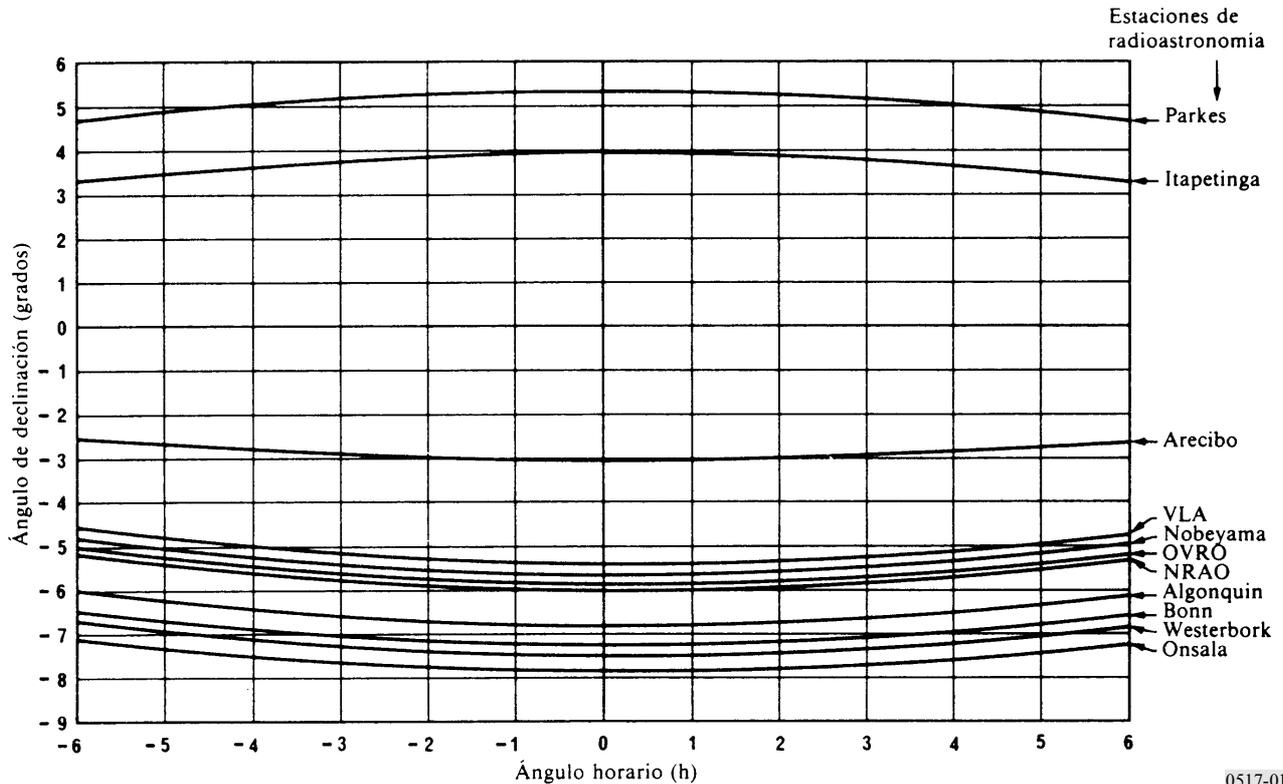
En el Anexo 1 a la Recomendación UIT-T RA.769 figuran los umbrales de interferencia perjudicial para la radioastronomía. Se enumera, para cada banda de radioastronomía, el nivel de potencia del receptor de valor suficiente para producir interferencia perjudicial. Asimismo, se enumeran las dfp ($dB(W/m^2)$) que producen interferencia perjudicial, las cuales se calculan suponiendo que la ganancia del radiotelescopio es 0 dBi en la 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 geoestacionarias.

Si suponemos que la antena del SRA tiene las características de lóbulo lateral supuestas en la Recomendación UIT-R SA.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 dfp en el observatorio radioastronómico igual al umbral de interferencia perjudicial indicado en el Anexo 1 a la Recomendación UIT-R RA.769. Una serie de satélites separados a intervalos de 30° a lo largo de la OSG 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 esté

muy separada de la frecuencia del transmisor del satélite sean dirigidas por las antenas de manera muy similar a las de las señales deseadas.

FIGURA 1

Proyección de la órbita de los satélites geoestacionarios en la esfera celeste



2.2 Satélites no OSG

La posibilidad de que los satélites de órbita terrestre baja no OSG causen interferencia perjudicial se debe a que hay un gran número de estos satélites en funcionamiento, por lo que es posible que muchos de ellos estén simultáneamente por encima del horizonte de un observatorio de radioastronomía y en línea de visibilidad directa de la antena del radiotelescopio. Este factor plantea la situación de que la antena del radiotelescopio puede recibir emisiones no deseadas de estos satélites de órbita terrestre baja no OSG visibles a través de muchos lóbulos laterales cercanos y lejanos del haz de la antena, y también a través del haz principal. El problema de interferencia es agravado por las direcciones de llegada continuamente cambiantes de las señales interferentes, y la necesidad que tiene la antena del radiotelescopio de seguir la fuente celeste observada. Múltiples entradas de señales fuertes pueden activar el punto de funcionamiento del receptor en una región no lineal, resultando en la generación de productos de intermodulación.

La repercusión en los emplazamientos de radioastronomía de las señales no deseadas producidas por una constelación de satélites en órbitas no OSG (bajas) se puede determinar aplicando la metodología de dfp equivalente (dfpe) descrita en la Recomendación UIT-R S.1586 – Cálculo de los niveles de emisión no deseada producidos por un sistema del servicio fijo por satélite no geoestacionario en localizaciones de radioastronomía, o la Recomendación UIT-T M.1583 – Cálculo de la interferencia entre los sistemas no geostacionarios del servicio móvil por satélite o del

servicio de radionavegación por satélite y los emplazamientos de los telescopios de radio-astronomía, y las ganancias de antena indicadas en la Recomendación UIT-R RA.1631.

Es posible utilizar estas Recomendaciones para determinar el porcentaje de pérdida de datos durante las observaciones hechas en un determinado emplazamiento de radioastronomía debido a la interferencia causada por un determinado sistema de satélites. El porcentaje aceptable de pérdida de datos se define en la Recomendación UIT-R RA.1513.

CUADRO 1

Servicios en bandas adyacentes que podrían causar interferencia perjudicial al SRA*

Banda atribuida a título primario al SRA	Banda adyacente	Servicios en la banda adyacente ⁽¹⁾
13,36-13,41 MHz	13,26-13,36 MHz 13,410-13,570 MHz	MÓVIL AERONÁUTICO (R) Móvil salvo móvil aeronáutico (R)
25,55-25,67 MHz	25,210-25,550 MHz 25,67-26,10 MHz	MÓVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSIÓN
73-74,6 MHz (<i>Región 2</i>)	72-73 y 74,6-74,8 MHz	MÓVIL
150,05-153 MHz (<i>Región 1</i>)	148-150,05 MHz 149,9-150,05 MHz 146-149,9 y 153-154 MHz 153-154 MHz	MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) Ayudas a la meteorología
322-328,6 MHz	235-322 MHz 328,6 335,4 MHz	MÓVIL, incluido por satélite RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA
406,1-410 MHz	400,15-406 MHz 401-406 y 410-430 MHz 406-406,1 MHz 410-420 MHz	AYUDAS A LA METEOROLOGÍA Móvil salvo móvil aeronáutico MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio-espacio)
608-614 MHz (<i>Región 2</i>)	470-608 y 614-890 MHz 614-806 MHz	RADIODIFUSIÓN Móvil
1 400-1 427 MHz	1 350-1 400 MHz 1 427-1 429 MHz 1 429-1 452 MHz	MÓVIL (<i>Región 1</i>) y RADIOLOCALIZACIÓN OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio) y MÓVIL salvo móvil aeronáutico MÓVIL (<i>Regiones 2 y 3</i>) salvo móvil aeronáutico (<i>Región 1</i>)
1 610,6-1 613,8 MHz	1 559-1 610 MHz 1 559-1 626,5 MHz 1 610-1 660,5 MHz 1 610-1 626,5 MHz 1 613,8-1 626,5 MHz	RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) RADIODETERMINACIÓN POR SATÉLITE (Tierra-espacio), (Primario en la Región 2, Secundario en la Región 3) Móvil por satélite (espacio-Tierra)
1 660-1 670 MHz	1 610-1 660,5 MHz 1 668,4-1 690 MHz 1 670-1 690 MHz	MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATÉLITE (espacio-Tierra)

CUADRO 1 (Continuación)

Banda atribuida a título primario al SRA	Banda adyacente	Servicios en la banda adyacente ⁽¹⁾
2 690-2 700 MHz	2 670-2 690 MHz 2 500-2 690 MHz 2 700-2 900 MHz 2 700-3 300 MHz	MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) FIJO POR SATÉLITE (Regiones 2 y 3) y MÓVIL salvo móvil aeronáutico RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA Radiolocalización
4 990-5 000 MHz	4 800-4 990 MHz 5 000-5 250 MHz 5 010-5 030 MHz	MÓVIL RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE
10,6-10,7 GHz	8,5-,10,6 GHz 10,5-10,6 GHz 10,7-11,7 GHz 10,7-12,1 GHz	Radiolocalización/RADIOLOCALIZACIÓN MÓVIL FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) en todas las Regiones; también Tierra-espacio en la Región 1) MÓVIL salvo móvil aeronáutico
15,35-15,4 GHz	14,5-15,35 GHz 15,4-15,43 GHz	MÓVIL Investigación espacial RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA
22,21-22,5 GHz	22-22,21 GHz 22,5-23,6 GHz	MÓVIL salvo móvil aeronáutico MÓVIL
23,6-24 GHz	22,5-23,6 GHz 24-24,05 GHz 24,05-24,25 GHz	MÓVIL AFICIONADOS (secundario hasta 24,25 MHz) AFICIONADOS POR SATÉLITE
31,3-31,8 GHz	31-31,3 GHz 30-31,3 GHz 31-31,3 GHz 31,8-33,4 GHz 31,8-32,3 GHz	MÓVIL Frecuencias patrón y señales horarias por satélite (espacio-Tierra) Investigación espacial RADIONAVEGACIÓN INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio lejano) (espacio-Tierra)
42,5-43,5 GHz	37,5-42,5 GHz 40,5-42,5 GHz 43,5-47 GHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE RADIODIFUSIÓN Móvil MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE
76-77,5 GHz	66-76 GHz 71-76 GHz 74-76 GHz 77,5-78 GHz 77,5-79 GHz	MÓVIL FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) RADIODIFUSIÓN RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE Investigación espacial (espacio-Tierra) AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE Investigación espacial (espacio-Tierra)

CUADRO 1 (Fin)

Banda atribuida a título primario al SRA	Banda adyacente	Servicios en la banda adyacente ⁽¹⁾
79-94 GHz	78-79 GHz 77,5-79 GHz	RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados Aficionados por satélite Investigación espacial (espacio-Tierra)
94,1-116 GHz	92-94,1 GHz 94-94,1 GHz 116-122,25 GHz	RADIOLOCALIZACIÓN INVESTIGACIÓN ESPACIAL (activo) EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (activo) ENTRE SATÉLITES
130-134 GHz	123-130 GHz 134-136 GHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE
136-158,5 GHz	134-136 GHz 158,5-164 GHz	AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra)
164-167GHz	158,5-164 GHz 167-174,8 GHz 167-182 GHz 167-174,5 GHz	FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL ENTRE SATÉLITES FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)
182-185 GHz	167,5-182 GHz 185-190 GHz	ENTRE SATÉLITES ENTRE SATÉLITES
200-231,5 GHz	191,8-200 GHz 231,5-235 GHz	ENTRE SATÉLITES MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE MÓVIL Radiolocalización
241-248 GHz	238-241 GHz 248-250 GHz	MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE
250-275 GHz	248-250 GHz	AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE

* Para mantener el Cuadro manejable y comprensible, no se han incluido en el mismo los servicios fijo y móvil (salvo móvil aeronáutico). De manera similar, sólo se consideran las bandas en las que el SRA tiene la categoría de servicio primario.

⁽¹⁾ La categoría de servicio de estas atribuciones se indica de conformidad con las disposiciones, del RR.