

## RECOMENDACIÓN UIT-R RA.517-4\*

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

(Cuestión UIT-R 145/7)

(1978-1982-1992-2003-2006)

**Cometido**

Esta Recomendación sirve de orientación a las administraciones y a los operadores para proteger el servicio de radioastronomía (SRA) contra la interferencia de las emisiones fuera de banda ocasionadas por servicios activos con atribuciones en bandas adyacentes a las bandas del SRA.

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 umbral de interferencia perjudicial para el SRA 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) que las emisiones en el dominio fuera de banda suelen ser resultado del proceso de modulación;
- f) que, en algunos casos, el Reglamento de Radiocomunicaciones no establece límites específicos para las emisiones fuera de banda o los límites no proporcionan la protección necesaria a la radioastronomía contra los transmisores que funcionan en las bandas de frecuencias adyacentes a una banda atribuida al SRA que pueden causar interferencia perjudicial a este servicio debido a las emisiones no deseadas de esos transmisores;
- g) las dificultades que experimentan 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);

---

\* 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.

h) el aumento del 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 que podría ser 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 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 la densidad espectral de potencia emitida cerca del 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 de esos niveles perjudiciales la interferencia al SRA causada por emisiones no deseadas.

## **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 umbrales de interferencia perjudicial para la SRA y los criterios 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, los transmisores que no comparten la misma banda también 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. En la Recomendación UIT-R RA.1237 se ofrecen nuevas consideraciones relativas a 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.

## 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. En la Recomendación UIT-R SM.1633<sup>1</sup> se describen algunas situaciones en las que un servicio de satélite funciona en una banda de radioastronomía a título primario y que presenta las mayores dificultades posibles para el SRA.

### 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 OSG es aproximadamente 6,6 veces el radio de la Tierra. A esa distancia radial, 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 geoestacionarios 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 niveles de umbral de interferencia perjudicial para la radioastronomía. Se enumera, para cada banda de radioastronomía, el nivel de potencia del receptor de valor suficiente para causar interferencia perjudicial. Asimismo, se enumeran los niveles de d<sub>fp</sub> equivalentes (dB(W/m<sup>2</sup>)) asociados con esa interferencia, los cuales se calculan suponiendo que la ganancia del radiotelescopio es 0 dBi en la dirección de la fuente

---

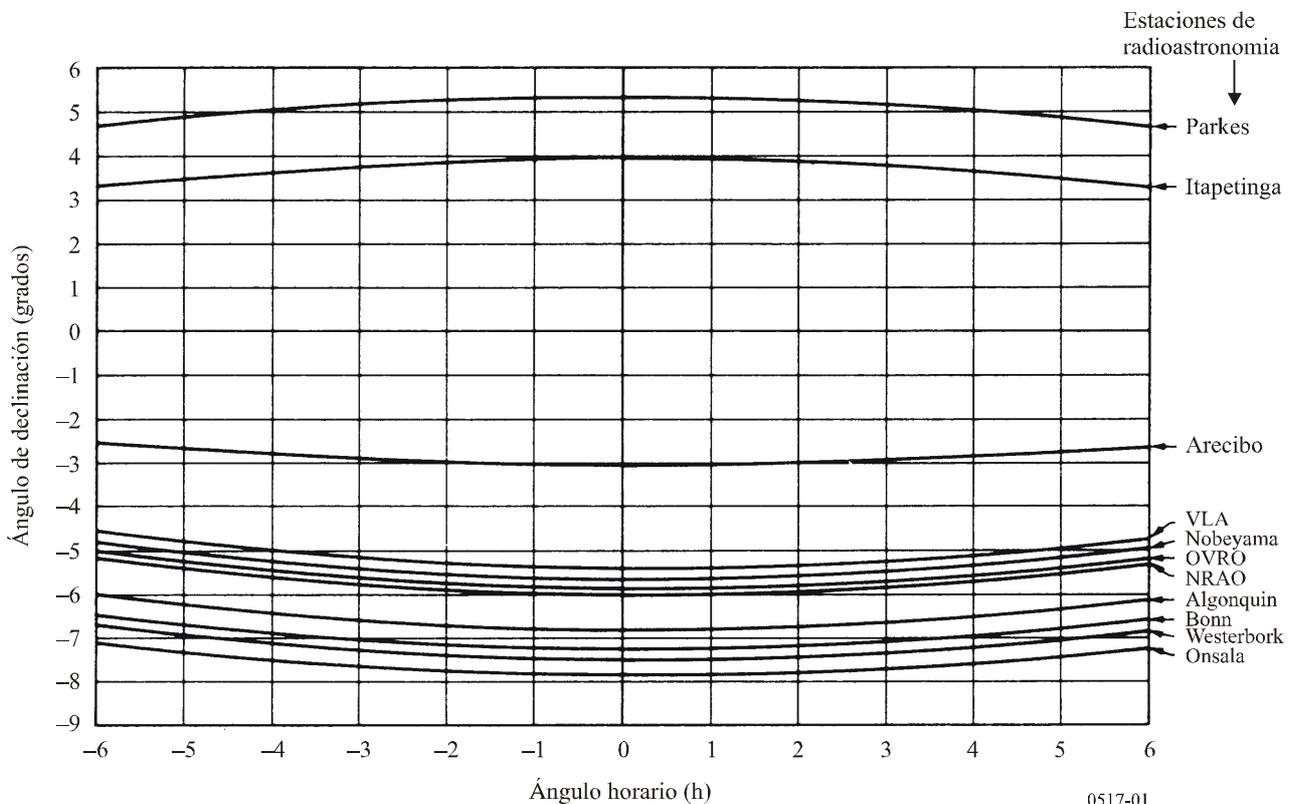
<sup>1</sup> En la página web del Grupo de Trabajo 7D de Radiocomunicaciones, puede consultarse más material técnico de interés.

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.

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  $19^\circ$  del eje del haz principal. Para dicha antena, el nivel de interferencia perjudicial para el servicio de radioastronomía será excedido si el haz principal está apuntado dentro de  $19^\circ$  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  $30^\circ$  a lo largo de la OSG radiando este nivel de interferencia darían como resultado una zona de unos  $38^\circ$  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 a los haces puntuales 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 geostacionarios en la esfera celeste



0517-01

## 2.2 Satélites no geoestacionarios

La posibilidad de que los satélites de órbita terrestre baja no geoestacionarios causen interferencia perjudicial al SRA 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 geoestacionaria 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 geoestacionarias (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 geoestacionarios del servicio móvil por satélite o del servicio de radionavegación por satélite y los emplazamientos de los telescopios de radioastronomía, 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.

---