

RECOMENDACIÓN UIT-R RA.1031-1*

PROTECCIÓN DEL SERVICIO DE RADIOASTRONOMÍA EN LAS BANDAS
DE FRECUENCIAS COMPARTIDAS CON OTROS SERVICIOS

(Cuestión UIT-R 145/7)

(1994-1995)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el servicio de radioastronomía se basa en la recepción de emisiones naturales con niveles de potencia muy inferiores a los utilizados normalmente en otros servicios de radiocomunicaciones y que, por consiguiente, está particularmente expuesto a interferencias perjudiciales procedentes de transmisores en las bandas de frecuencias compartidas;
- b) que muchas bandas de frecuencias atribuidas al servicio de radioastronomía están también atribuidas a otros servicios que transmiten en esas bandas;
- c) que la protección contra la interferencia perjudicial es esencial para realizar progresos en el servicio de radioastronomía y que en la Recomendación UIT-R RA.314 figuran las bandas de frecuencias preferidas para este servicio;
- d) que en la Recomendación UIT-R RA.769 figuran los criterios de protección utilizados para las mediciones radioastronómicas;
- e) que al elaborar los criterios de compartición puede ser necesario tener en cuenta las características detalladas de la interferencia y el tipo particular de medición radioastronómica;
- f) que los emplazamientos de radioastronomía se eligen cuidadosamente y que es posible tener que considerar también las características de dichos emplazamientos al realizar los cálculos de compartición;
- g) que por lo general no es posible compartir frecuencias con los transmisores situados en la línea de visibilidad directa de un observatorio radioastronómico,

recomienda

- 1** que, al hacer asignaciones a servicios que comparten bandas de frecuencias con el servicio de radioastronomía, las administraciones tomen todas las medidas posibles para evitar la interferencia perjudicial al servicio de radioastronomía;
- 2** que se procure protección a los emplazamientos de radioastronomía contra la interferencia perjudicial en las bandas compartidas, estableciendo zonas de coordinación para transmisores utilizados para radiocomunicaciones terrenales o en estaciones terrenas utilizadas para comunicaciones espaciales tal como se define en el anexo 1;
- 3** que el tamaño de la zona de coordinación se calcule teniendo en cuenta:
 - los criterios de protección señalados en la Recomendación UIT-R RA.769;
 - un modelo de interferencia exacto para el servicio que comparte la banda;
 - los últimos modelos de propagación disponibles, tales como los que figuran en las Recomendaciones UIT-R P.452, UIT-R P.526 y UIT-R P.617; y
 - la necesidad de que las variaciones de interferencia que puede provocar la propagación variable se base en la probabilidad de que la interferencia no rebase los umbrales perjudiciales durante más del 10% del tiempo.

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 2, 3, 4, 8, 9, 10 y 11 de Radiocomunicaciones.

Consideraciones relativas a la coordinación

1 Consideraciones generales

Los emplazamientos de radioastronomía se eligen específicamente para minimizar la interferencia causada por otros servicios situados en la superficie de la Tierra. Estos emplazamientos están por lo general considerablemente apartados de las principales fuentes fijas de interferencia terrenal y pueden estar apantallados por terrenos altos cercanos.

Para evaluar la interferencia causada al servicio de radioastronomía por transmisores utilizados para radio-comunicaciones terrenales o en estaciones terrenas utilizadas para comunicaciones espaciales, se supone que la ganancia de la antena de radioastronomía en dirección del horizonte es de 0 dBi. Basándose en ello, las eventuales señales interferentes que cumplan con los umbrales definidos en la Recomendación UIT-R RA.769 no provocarán interferencia perjudicial a las observaciones efectuadas con ángulos de elevación superiores a 19°.

Muchas mediciones radioastronómicas pueden tolerar niveles de interferencia provocada por un servicio compartido superiores a los umbrales perjudiciales durante el 10% del tiempo. Sin embargo, algunos tipos de mediciones tales como las relativas a fenómenos transitorios y las que dependen de observaciones simultáneas en diversos puntos de la Tierra, pueden verse fuertemente afectadas por la interferencia en instantes inoportunos.

2 Distancias de separación necesarias para la compartición

Para que tenga éxito la compartición geográfica, el transmisor interferente y el receptor interferido deben estar separados por una distancia tal que la interferencia no se considere perjudicial. La atenuación a esa distancia debe ser suficiente para reducir la señal recibida por debajo del nivel correspondiente indicado en los Cuadros 1, 2 ó 3 de la Recomendación UIT-R RA.769, durante todo el tiempo salvo el 10% del mismo. En el Apéndice 28 al Reglamento de Radiocomunicaciones se define la pérdida de transmisión básica, $L_b(p)$, como:

$$L_b(p) = P_t + G_t + G_r - P_r(p) \quad (1)$$

donde:

- $L_b(p)$: mínima pérdida de transmisión básica admisible (dB) durante el $p\%$ del tiempo; las pérdidas de transmisión reales deben superar este valor durante todo el tiempo salvo el $p\%$ del mismo
- P_t : nivel de potencia transmitida (dBW) en la anchura de banda de referencia a la entrada de la antena
- G_t : ganancia (dBi) de la antena transmisora
- G_r : ganancia (dBi) de la antena receptora en dirección del transmisor
- $P_r(p)$: máxima potencia de interferencia admisible (dBW) en la anchura de banda de referencia que puede rebasarse no más del $p\%$ del tiempo a la entrada del receptor.

Con $G_r = 0$ dBi, la ecuación (1) pasa a ser:

$$L_b(p) = P_t + G_t - P_r(p) \quad (2)$$

donde P_r toma el valor indicado en la columna 7 del Cuadro 1 ó 2 de la Recomendación UIT-R RA.769.

$L_b(p)$ debe calcularse utilizando modelos apropiados, como los contenidos en las Recomendaciones UIT-R P.452, UIT-R P.526 y UIT-R P.617, utilizando un valor de $p = 10\%$ en el caso de pérdida de propagación variable en el tiempo.

Hay que señalar que la pérdida de propagación en espacio libre no es variable y que no puede aplicarse en este caso el criterio de porcentaje de tiempo. En transmisiones con visibilidad directa, L_b toma una forma analítica sencilla y la ecuación (2) puede escribirse de la manera siguiente:

$$20 \log(4\pi d) - 20 \log \lambda = P_t + G_t - P_r \quad (3)$$

donde:

d : distancia (m) entre el transmisor y el receptor

λ : longitud de onda (m).

En el análisis anterior, P_r es la potencia transmitida dentro de la anchura de banda B_r del receptor de radioastronomía. Si la potencia del transmisor P_T está distribuida en una anchura de banda $B_t > B_r$, entonces:

$$P_r(\text{dBW}) = P_T(\text{dBW}) - 10 \log(B_t/B_r) \quad \text{para } B_t > B_r \quad (4)$$

suponiendo que la potencia del transmisor tiene una densidad espectral uniforme.

3 Compartición en el caso de visibilidad directa

Normalmente no es posible que el servicio de radioastronomía comparta satisfactoriamente una banda de frecuencias con cualquier otro servicio cuyos transmisores estén dentro de la línea de visibilidad directa del observatorio. La Fig. 1 ilustra este hecho. Utilizando las ecuaciones (3) y (4) se ha determinado para dos distancias la p.i.r.e. máxima que no causaría interferencia perjudicial al servicio de radioastronomía. Una de las distancias es representativa de un transmisor terrenal a gran distancia dentro de la línea de visibilidad directa, a saber un transmisor de aeronave en el horizonte a una altura de 20 km. La otra distancia es la de la órbita de los satélites geoestacionarios y, en consecuencia, es representativa de la distancia máxima de la mayoría de los transmisores de aeronave que no realizan misiones en el espacio lejano. En el caso del transmisor terrenal se han utilizado los niveles de interferencia perjudicial que figuran en el Cuadro 1 de la Recomendación UIT-R RA.769. Se necesita una protección adicional de 15 dB si el transmisor se encuentra en la órbita de los satélites geoestacionarios, a fin de poder efectuar observaciones en un margen de $\pm 5^\circ$ del satélite. Las curvas corresponden a condiciones de tiempo seco y despejado.

En la Fig. 1 se ve claramente que no parece posible la compartición con un transmisor terrenal situado dentro de la zona de visibilidad directa en frecuencias por debajo de 10 GHz debido a las fuertes restricciones de compartición que se impondría a la p.i.r.e. del transmisor. Incluso en frecuencias de hasta 40 GHz, para que la compartición sea posible, la potencia del transmisor debe ser del orden de unos pocos milivatios o la antena de transmisión debe proporcionar una elevada discriminación en la dirección del observatorio.

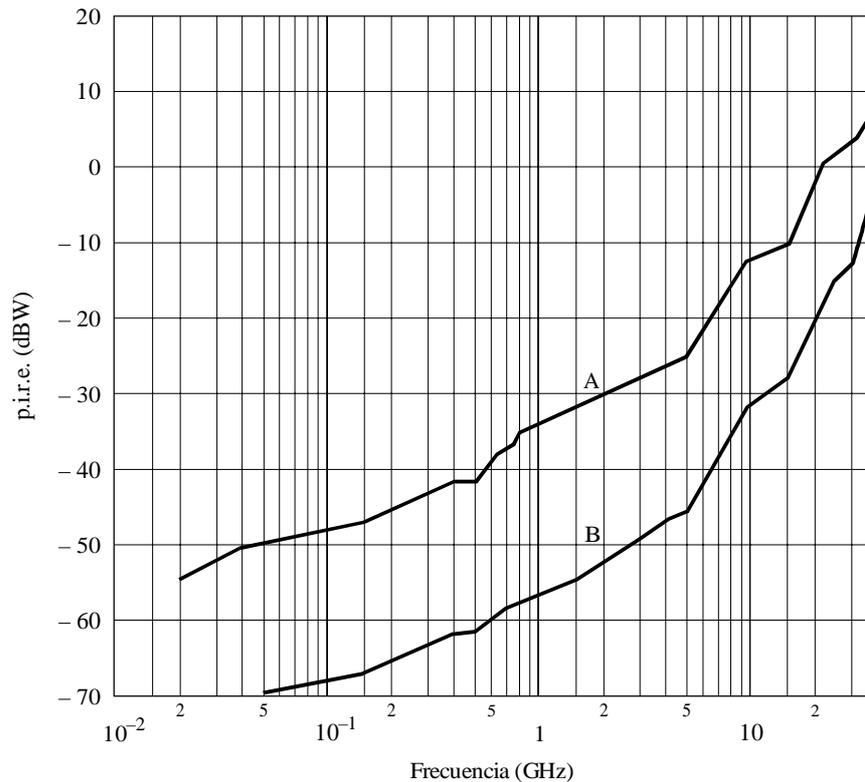
4 Compartición más allá de la línea de visibilidad directa utilizando zonas de coordinación

El establecimiento de zonas de coordinación alrededor de los emplazamientos de radioastronomía proporciona un método para evitar la interferencia procedente de transmisores utilizados para radiocomunicaciones terrenales o en estaciones terrenas utilizadas para comunicaciones espaciales que comparten la banda más allá de la línea de visibilidad directa.

Una zona de coordinación asociada a una estación de radioastronomía se define como el área en la cual la suma total de las emisiones procedentes de usuarios fuera de sus límites no rebasa los niveles umbral de interferencia perjudicial medidos en la antena de radioastronomía.

El tamaño de la zona de coordinación depende de un cierto número de factores. Los tipos de mediciones realizadas en el emplazamiento de radioastronomía determinan los correspondientes umbrales de interferencia perjudicial que figuran en la Recomendación UIT-R RA.769. El número y distribución de los usuarios fuera de la zona, la p.i.r.e. de las transmisiones de usuario en dirección del emplazamiento de radioastronomía, la fracción del tiempo en que dichas transmisiones están activas y las características de propagación determinan la densidad de flujo de potencia interferente en el emplazamiento de radioastronomía. Las características de propagación dependen de factores tales como del perfil del terreno, la presencia de árboles y las condiciones atmosféricas. En el § 2 se sugieren diversos modelos de propagación adecuados.

FIGURA 1
p.i.r.e. en función de la frecuencia



NOTA 1 – p.i.r.e. por encima de la cual no es posible la compartición entre el servicio de radioastronomía y los servicios activos con transmisores dentro de la zona de visibilidad directa a un observatorio de radioastronomía. Las anchuras de banda de referencia para la p.i.r.e. del transmisor y para el receptor de radioastronomía son las atribuidas al servicio de radioastronomía. La curva A muestra los resultados para un transmisor situado en la órbita de los satélites geoestacionarios y la curva B muestra los resultados para un transmisor terrestre con visibilidad directa a 600 km.

D01

Debido al número de factores implicados, los límites de las zonas de coordinación deben establecerse de forma individual para cada emplazamiento de radioastronomía en el que se necesite dicha zona. Hay que señalar que es probable que la distancia de coordinación sea de 100 km o más. En muchos países pequeños la zona de coordinación necesaria puede rebasar las fronteras nacionales llegando hasta países vecinos donde las atribuciones de frecuencias pueden ser distintas. En ese caso, puede ser necesario aplicar condiciones especiales para determinar la zona de coordinación destinada a proteger la radioastronomía.

La zona de coordinación define una región alrededor de un observatorio radioastronómico fuera de la cual los usuarios del servicio activo pueden transmitir libremente sin provocar interferencia perjudicial a las observaciones de radioastronomía. Para los usuarios situados dentro de la zona de coordinación deben buscarse medios técnicos que impidan dicha interferencia.

En principio, también pueden establecerse zonas de coordinación para proteger los emplazamientos de radioastronomía de los transmisores móviles. En este caso, el usuario móvil debe tener un medio de determinar cuando entra en la zona de coordinación y otro medio para reducir la potencia recibida en el emplazamiento de radioastronomía a un nivel inferior al umbral de interferencia perjudicial.

En el caso de transmisores móviles a bordo de aeronaves, los tamaños de las zonas deben ser mucho mayores que en el caso de transmisores situados en la superficie terrestre, puesto que la propagación con visibilidad directa se extiende a distancias mucho más grandes y aumentan con la altura de la aeronave.