

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R S.1855 (01/2010)

**Diagrama de radiación de referencia
alternativo para antenas de estación
terrena utilizadas con satélites en
la órbita de los satélites estacionarios
para su utilización en la coordinación
y/o la evaluación de la interferencia en
la banda de frecuencias de 2 a 31 GHz**

**Serie S
Servicio fijo por satélite**



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión sonora
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radio astronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2010

© UIT 2010

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R S.1855

**Diagrama de radiación de referencia alternativo* para antenas de estación terrena
utilizadas con satélites en la órbita de los satélites estacionarios para su utilización
en la coordinación y/o la evaluación de la interferencia
en la banda de frecuencias de 2 a 31 GHz**

(2010)

Cometido

Esta Recomendación proporciona diagramas de radiación de referencia alternativos a los que figuran en la Recomendación UIT-R S.465 que pueden utilizarse para las antenas de estación terrena circulares y no circulares empleadas con satélites situados en la órbita de los satélites estacionarios (OSG) y que, en ausencia de información particular relativa al diagrama de radiación, pueden utilizarse para la coordinación y/o la evaluación de la interferencia entre estaciones terrenas del servicio fijo por satélite (SFS) y estaciones de otros servicios que comparten la misma banda de frecuencias, así como para la coordinación y/o la evaluación de la interferencia entre sistemas del SFS.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que para la coordinación y la evaluación de la interferencia mutua entre los sistemas de radiocomunicaciones por satélite y entre las estaciones terrenas de tales sistemas y las estaciones de otros servicios que comparten la misma banda de frecuencias, es conveniente utilizar un diagrama de radiación común acordado que se adapte a las características de la mayoría de las antenas de la estación terrena;
- b) que, para determinar la distancia de coordinación y evaluar la interferencia entre estaciones terrenas y estaciones terrestres, puede ser conveniente utilizar un diagrama de radiación basado en el nivel satisfecho por todos los valores de cresta de los lóbulos laterales salvo por un pequeño porcentaje de los mismos;
- c) que, para la coordinación y para la evaluación de interferencia entre estaciones terrenas y estaciones espaciales, puede ser conveniente utilizar un diagrama de radiación para la región cercana al haz principal basado en la envolvente de la ganancia de cresta de los lóbulos laterales en esa región;
- d) que, para ángulos con respecto al eje del haz principal en los que los efectos peculiares del sistema de alimentación en particular no contribuyen de manera apreciable a la ganancia en los lóbulos laterales, los diagramas de radiación de numerosas antenas de estaciones terrenas existentes presentan sólo pequeñas diferencias con relación a un diagrama de radiación generalizado sencillo, al menos en la gama de frecuencias de 2 a 31 GHz;

* Esta Recomendación proporciona un diagrama de radiación de referencia alternativo que debe considerarse en los casos en los que la utilización de este diagrama de referencia mejora las condiciones de compartición comparadas con las que figuran en la Recomendación UIT-R S.465 que también aborda el diagrama de radiación de referencia de la antena de la estación terrena para su utilización en la coordinación y/o la evaluación de la interferencia. Véase también el *observando c*).

- e) que, para las antenas de tipo Cassegrain y ángulos relativos al eje del haz principal en los que el aumento de la ganancia del lóbulo lateral se debe principalmente al desbordamiento, los diagramas de radiación de un cierto número de antenas existentes presentan también una concordancia razonable;
- f) que para ángulos con respecto al eje de puntería elevados, debe considerarse la probabilidad de que se produzcan reflexiones en el suelo local;
- g) que la utilización de antenas con diagramas de radiación óptimos contribuirá a utilizar de manera más eficaz el espectro de radiofrecuencias y la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG);
- h) que en el caso de antenas más pequeñas (diámetro/longitud de onda (D/λ) inferior a 46,8), puede que sea necesaria cierta tolerancia en el diagrama de radiación para los lóbulos laterales lejanos y los lóbulos posteriores con respecto a la envolvente diagrama de radiación de la Recomendación UIT-R S.465,

reconociendo

- a) que para la envolvente del diagrama de radiación de cualquier forma de abertura de antena simétrica no giratoria, el mínimo ángulo con respecto al eje para el que se aplica un diagrama de radiación de referencia de antena puede variar dependiendo del ángulo de rotación alrededor del eje del lóbulo principal de la antena,

observando

- a) que por el principio de reciprocidad, para la misma banda de frecuencias o una banda de frecuencias cercana, la envolvente del diagrama de antena para las antenas receptoras debe ser similar a la de las antenas transmisoras;
- b) que la utilización cada vez mayor del arco orbital ha derivado en un incremento del empleo de pequeñas antenas cuya mayor dimensión física se encuentra alineada con el arco OSG visto desde el emplazamiento de la estación terrena (definido en esta Recomendación como D_{OSG}) lo que mejora, por tanto, las características fuera del eje en el plano OSG;
- c) que en el caso de antenas pequeñas, en las que los lóbulos laterales lejanos y los lóbulos posteriores no satisfacen el diagrama de radiación de la Recomendación UIT-R S.465 pero se adaptan al diagrama de radiación de la presente Recomendación, no hay apenas repercusión respecto a la eficacia en la utilización del espectro y de la órbita; sin embargo, la utilización de estas antenas podría dificultar la coordinación con otros servicios que comparten la misma banda de frecuencias y, por consiguiente, su utilización debe limitarse a las bandas de frecuencias que compartidas a título primario con otros servicios o a situaciones en las que no ha habido coordinación previa o en las que las condiciones de compartición con otros servicios aún no se han establecido,

recomienda

1 que en ausencia de información concreta sobre el diagrama de radiación de las antenas utilizadas con los satélites geoestacionarios, se utilicen los diagramas de radiación de referencia definidos en el *recomienda* 2 sujetos a las Notas que figuran en el *recomienda* 3 para:

1.1 la coordinación y/o evaluación de la interferencia entre estaciones terrenas del servicio fijo por satélite (SFS) y cualquier otra estación de otros servicios que compartan la misma banda de frecuencias;

1.2 la coordinación y/o evaluación de la interferencia entre sistemas del SFS;

2 que se utilicen los siguientes diagramas de radiación de referencia en las antenas empleadas con satélites situados en la OSG para ángulos comprendidos entre la dirección de interés y el eje del haz principal hacia la OSG:

2.1 para antenas de estación terrena con una relación diámetro/longitud de onda¹ (D/λ) mayor o igual a 46,8 (véase la Nota 1):

$$\begin{aligned}
 G(\varphi) &= 29 + 3 \sin^2(\theta) - 25 \log(\varphi) & \text{dBi} & & \text{para } \varphi_{\min} \leq \varphi \leq 7^\circ \\
 G(\varphi) &= 7,9 + \left(3 \sin^2(\theta)\right) \left(\frac{9,2 - \varphi}{2,2}\right) & \text{dBi} & & \text{para } 7^\circ < \varphi \leq 9,2^\circ \\
 G(\varphi) &= 32 - 25 \log(\varphi) & \text{dBi} & & \text{para } 9,2^\circ < \varphi \leq 48^\circ \\
 G(\varphi) &= -10 & \text{dBi} & & \text{para } 48^\circ < \varphi \leq 180^\circ \\
 \varphi_{\min} &= 15,85 \left(\frac{D}{\lambda}\right)^{-0,6} \text{ ó } 118 \left(\frac{D}{\lambda}\right)^{-1,06} & \text{grados, tomando entre ambos el de mayor valor}
 \end{aligned}$$

donde:

- φ : ángulo con respecto al eje entre la dirección de interés y el eje de puntería (grados)
- $\varphi_{\min}$: mínimo ángulo con respecto al eje para el cual se aplica la ganancia de envolvente $29 + 3 \sin^2(\theta) - 25 \log(\varphi)$ (grados)
- $G(\varphi)$: ganancia de antena con respecto a una antena isótropa (dBi)
- D : dimensión (m) de la abertura de la antena en el plano de interés, como se representa en la Fig. 1
- λ : longitud de onda (m)
- θ : ángulo (grados) entre el plano que contiene el eje de puntería y la dimensión D_{OSG} , y el plano de interés, donde el *plano de interés* pasa través del eje de puntería y la dirección de interés (véase la Fig. 1)²;

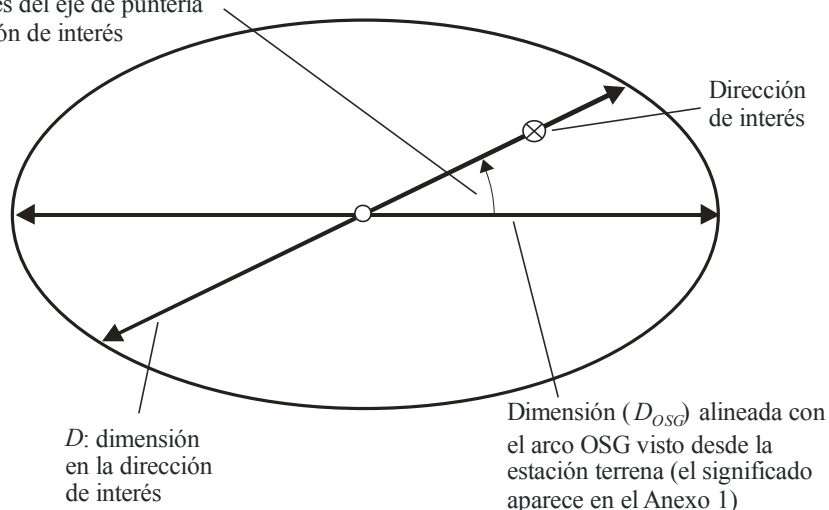
¹ En el caso de una abertura de antena circular, D es el diámetro de la antena. Para mayor sencillez, la relación D/λ , en los *recomienda* 2.1 y 2.2 se refiere a la relación diámetro/longitud de onda (véase la Nota 1).

² En el caso de una abertura de antena circular, el factor $3 \sin^2(\theta)$ se fija a cero para todos los ángulos θ cuando el rendimiento es el mismo para todos los ángulos (θ).

FIGURA 1

Parámetros relativos a la abertura de la antena

θ : ángulo (grados) entre el plano que contiene el eje de puntería y la dimensión DOSG, y el plano de interés, donde el *plano de interés* pasa a través del eje de puntería y la dirección de interés



NOTA 1 – La elipse y las dimensiones D y D_{OSG} representan la abertura física mientras que el ángulo (θ) y la dirección de interés se utilizan para especificar el diagrama de radiación de referencia.

1855-01

2.2 para antenas de estación terrena con una relación diámetro/longitud de onda (D/λ) inferior a 46,8 y mayor o igual a 15 (véanse las Notas 1, 2 y 3):

$G(\varphi) = 29 + 3 \sin^2(\theta) - 25 \log(\varphi)$	dBi	para $\varphi_{min} \leq \varphi \leq 7^\circ$
$G(\varphi) = 7,9 + \left(3 \sin^2(\theta)\right) \left(\frac{9,2 - \varphi}{2,2}\right)$	dBi	para $7^\circ < \varphi \leq 9,2^\circ$
$G(\varphi) = 32 - 25 \log(\varphi)$	dBi	para $9,2^\circ < \varphi \leq 30,2^\circ$
$G(\varphi) = -5$	dBi	para $30,2^\circ < \varphi \leq 70^\circ$
$G(\varphi) = 0$	dBi	para $70^\circ < \varphi \leq 180^\circ$

φ , φ_{min} , θ y $G(\varphi)$ se definen en el *recomienda* 2.1;

3 que las siguientes Notas se consideren parte de esta Recomendación.

NOTA 1 – En el caso de aberturas de antenas no circulares, debe utilizarse el diámetro equivalente a efectos de determinar D/λ para aplicar los *recomienda* 2.1 ó 2.2.

NOTA 2 – El diagrama de radiación del *recomienda* 2.2 representa la máxima envolvente, especialmente con respecto a los lóbulos posteriores. Las mediciones han demostrado que algunas antenas con $D/\lambda < 46,8$ puede satisfacer la envolvente del diagrama de radiación más estricta del *recomienda* 2.1.

NOTA 3 – A efectos de esta Recomendación, se supone que la mínima relación (D/λ) en cualquier dirección de interés no es inferior a 15.

NOTA 4 – Esta Recomendación se aplica únicamente cuando el ángulo con respecto al eje ϕ entre la dirección de interés y el eje de puntería de la antena es superior o igual a ϕ_{min} .

NOTA 5 – Las mediciones de los diagramas de radiación de la antena sólo es necesario realizarlas en dos planos, el primero contiene el eje de puntería y D_{OSG} , y el segundo contiene el eje de puntería y es ortogonal al primero para ángulos con respecto al eje mayores o igual a ϕ_{min} a fin de demostrar la conformidad con el diagrama de radiación de referencia del *recomienda 2*. Los diagramas de radiación de referencia del *recomienda 2* permiten determinar la ganancia en las otras direcciones para ángulos con respecto al eje mayores o igual a ϕ_{min} a efectos de aplicar la presente Recomendación.

NOTA 6 – Cálculo del mínimo ángulo ϕ_{min} utilizado en el *recomienda 2* exige determinar la dimensión transversal D de la abertura de la antena; en el caso de la antena circular o elíptica, debe consultarse el Anexo 1 para determinar los detalles del cálculo de D para un ángulo de rotación θ , en el sentido contrario al de las agujas del reloj, alrededor del eje de puntería.

NOTA 7 – Par la coordinación de las antenas receptoras de estación terrena, en las que la fórmula para ϕ_{min} en el *recomienda 2* da lugar a un valor superior a $2,5^\circ$ en la dirección de interés, debe emplearse un valor de ϕ_{min} de $2,5^\circ$.

Anexo 1

Para su aplicación en la coordinación utilizando los datos notificados de conformidad con el formato del Apéndice 4 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), pueden determinarse las dimensiones de una abertura de antena de área equivalente para cualquier abertura circular o elíptica. A fin de facilitar la utilización de este diagrama de de referencia de antena de la estación terrena de la *Biblioteca de Diagramas de Antena* de la Oficina, son necesarios dos parámetros, D_{OSG} y D_{eq} , con objeto de caracterizar adecuadamente el diagrama de referencia de antena utilizando las ecuaciones del *recomienda 2*. El parámetro D_{OSG} es un elemento de datos del Apéndice 4 del RR que, en general, debe indicarse en todos los casos en que hay una relajación con respecto a los valores de la envolvente de radiación descrita en el *recomienda 2*, para direcciones no alineadas con el arco OSG. Si la antena es de abertura circular y su comportamiento es el mismo para todos los ángulos (θ) que en la dirección de interés donde $\theta = 0^\circ$ y $\theta = \pm 180^\circ$ y no hay relajación con respecto a los valores de la envolvente de radiación para las direcciones no alineadas con el arco OSG, no se especifica ningún valor para D_{OSG} .

El diámetro equivalente (D_{eq}) puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$D_{eq} = \sqrt{\frac{G_{max}}{\eta}} \cdot \frac{\lambda}{\pi} \quad (1)$$

donde:

G_{max} : ganancia de la antena en dirección del eje de puntería de la antena expresada como una relación

λ : longitud de onda (m)

η : eficacia de abertura de la antena expresada como una fracción.

Conociendo D_{eq} y D_{OSG} , la dimensión transversal D (véase la Fig. 1) de una antena descrita por una elipse de área equivalente puede especificarse para un ángulo de rotación θ en sentido contrario al de las agujas del reloj a partir del plano OSG. La expresión para D es:

$$D = \frac{\frac{D_{OSG}}{K}}{\sqrt{\sin^2 \theta + \left(\frac{1}{K}\right)^2 \cdot \cos^2 \theta}} \quad (2)$$

donde el parámetro $K = \left(\frac{D_{OSG}}{D_{eq}}\right)^2$

El valor de D , en la dirección de interés para un ángulo de rotación θ , puede utilizarse directamente en el cálculo del mínimo ángulo ϕ_{min} en el *recomienda 2*.
