

RECOMENDACIÓN UIT-R SF.1601

Metodología para evaluar la interferencia causada por los enlaces descendentes del servicio fijo que utiliza estaciones situadas en plataformas a gran altitud, a los enlaces ascendentes del servicio fijo por satélite con satélites geoestacionarios en la banda 27,5-28,35 GHz

(Cuestiones UIT-R 218/9 y UIT-R 251/4)

(2002)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se están desarrollando nuevas tecnologías que utilizan estaciones situadas en plataformas a gran altitud (HAPS) en la estratosfera;
- b) que la CMR-97 introdujo disposiciones para el funcionamiento de las HAPS en el servicio fijo en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz;
- c) que como las bandas en 47 GHz son más sensibles a la atenuación debida a la lluvia en los países indicados en los números 5.537A y 5.543A del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), se ha estudiado la gama de frecuencias 18-32 GHz para una posible identificación de espectro adicional en el UIT-R;
- d) que como las bandas de 47 GHz son más susceptibles a la atenuación debida a la lluvia en ciertos países, la CMR-2000 introdujo una disposición para la utilización de las HAPS en el servicio fijo en las bandas 27,5-28,35 GHz y 31,0-31,3 GHz en algunos países, bajo la condición de no causar interferencia perjudicial a los otros tipos de sistemas del servicio fijo o a los otros servicios con atribuciones a título primario con igualdad de derechos, ni reclamar protección con respecto a los mismos (números 5.537A y 5.543A del RR);
- e) que la Resolución 122 (Rev.CMR-2000) solicita la urgente realización de estudios sobre temas técnicos, de compartición y reglamentarios para determinar los criterios de funcionamiento de las HAPS en las bandas 27,5-28,35 GHz y 31,0-31,3 GHz;
- f) que la banda 27,5-28,35 GHz está atribuida al servicio fijo por satélite (SFS) (en sentido Tierra-espacio) a título primario,

recomienda

- 1** que se utilice la metodología contenida en el Anexo 1 para evaluar el nivel de interferencia causada por las transmisiones HAPS-suelo (enlace descendente) del servicio fijo a los enlaces ascendentes (Tierra-espacio) del SFS con satélites geoestacionarios (OSG) en la banda de frecuencias 27,5-28,35 GHz.

Anexo 1

Metodología para evaluar la interferencia causada por los enlaces descendentes del servicio fijo que utiliza HAPS, a los enlaces ascendentes del SFS con satélites OSG en la banda 27,5-28,35 GHz

1 Introducción

Este Anexo proporciona una metodología para evaluar la interferencia causada por el servicio fijo que utiliza HAPS a un sistema de satélites OSG del SFS en la banda 27,5-28,35 GHz. Esta banda es utilizada en el sentido Tierra-espacio (enlace ascendente) por un sistema del SFS OSG.

2 Metodología para evaluar la interferencia

2.1 Interferencia causada por un sistema HAPS

La Fig. 1 muestra el modelo de análisis supuesto para realizar una evaluación de la interferencia provocada por el sistema HAPS a un satélite OSG. El nivel de potencia de interferencia en 1 MHz, $I(g,h,b,r)$ debido a un haz puntual de una HAPS, recibida por un satélite OSG (g) se calcula mediante la ecuación (1):

$$I(g,h,b,r) = P^H(b) - F_{Péridas} + G^H_{tx}(\varphi(g,h,b)) - PEL(g,h) + G^S_{rx}(\theta(h,g,r)) \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (1)$$

siendo:

$P^H(b)$: potencia del transmisor en 1 MHz (dB(W/MHz)) a la entrada de la antena HAPS para el haz (b)

$F_{Péridas}$: pérdidas en el alimentador (dB)

$\varphi(g,h,b)$: ángulo de discriminación (grados) en la HAPS (h) entre la dirección de puntería de un haz puntual HAPS (b) y el satélite OSG (g)

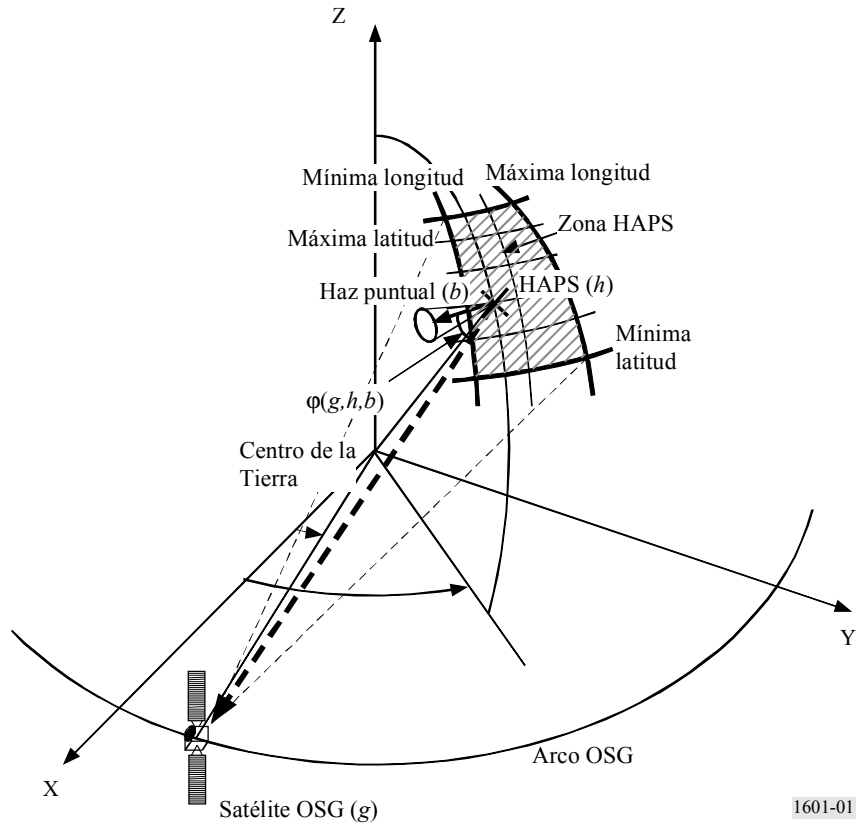
$G^H_{tx}(\varphi(g,h,b))$: ganancia de la antena de transmisión (dBi) de la HAPS (h) para un ángulo con relación al eje $\varphi(g,h,b)$

$PEL(g,h)$: pérdidas en el espacio libre (dB) entre el satélite OSG (g) y la HAPS (h)

$\theta(h,g,r)$: ángulo de discriminación (grados) en el satélite OSG (g) entre la dirección de puntería de un punto de referencia del SFS OSG (r) y una HAPS (h) (véase la Fig. 2)

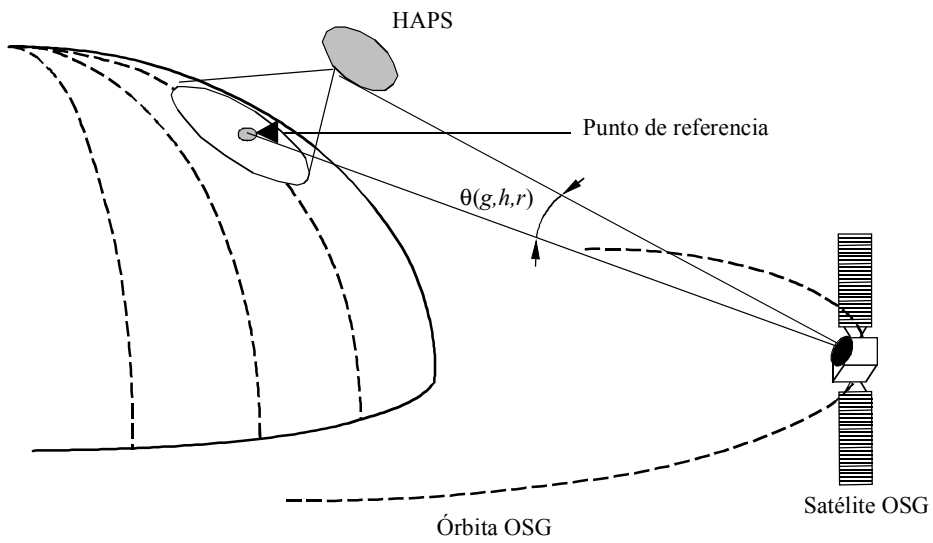
$G^S_{rx}(\theta(h,g,r))$: ganancia de la antena de recepción (dBi) del satélite OSG (g) para un ángulo con relación al eje $\theta(h,g,r)$.

FIGURA 1
Modelo de evaluación de la interferencia causada por una HAPS a un satélite OSG



1601-01

FIGURA 2
Modelo genérico del punto de referencia para un satélite OSG



1601-02

Para calcular el ángulo de discriminación en un satélite OSG debe establecerse un punto de referencia para los cálculos. Dicho punto de referencia se selecciona como un emplazamiento específico situado sobre la superficie de la Tierra. Se supone entonces que el eje de puntería del haz puntual de la antena del satélite OSG siempre está dirigido hacia el punto de referencia, independientemente del emplazamiento orbital del vehículo espacial. Cuando el punto de referencia no es visible desde el satélite OSG, se supone que ese punto de referencia se desplaza hacia otro punto con la condición de que el ángulo de elevación hacia el satélite OSG es el mínimo valor. La Fig. 2 representa el modelo geométrico del ejemplo incluyendo el punto de referencia.

Basándose en una hipótesis operativa del sistema HAPS en el cual una HAPS puede transmitir múltiples portadoras en cada haz puntual, se supone que podrían existir múltiples portadoras en el enlace descendente HAPS dentro de toda la anchura de banda del receptor del satélite OSG. La interferencia combinada procedente de un sistema HAPS se expresa como $I_{única}$ y se calcula utilizando un sumatorio de $I(g,h,b,r)$ de todos los posibles haces puntuales de la HAPS que podrían utilizar la misma banda de frecuencias, como se indica en la ecuación (2).

$$I_{single} = 10 \log \left(\sum_{h=1}^{h_n} \sum_{b=1}^{b_n} 10^{I(g,h,b,r)/10} \right) \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (2)$$

donde b_n indica el número de haces puntuales que podrían utilizar la misma frecuencia y h_n es el número de HAPS del que consta un sistema HAPS.

Una vez evaluado el nivel de interferencia recibida por el SFS, puede determinarse la relación I/N de la forma siguiente:

$$I/N_{única} = I_{única} - N = I_{única} - 10 \log(k T_{sat}) - 60 \quad (3)$$

siendo:

$I/N_{única}$: relación interferencia/ruido térmico (dB)

N : potencia de ruido térmico del receptor del satélite en 1 MHz (dB(W/MHz))

k : constante de Boltzmann (W/(K · Hz))

T_{sat} : temperatura de ruido del sistema de un satélite OSG del SFS (K).

El nivel de interferencia combinada calculada se compara entonces con el umbral de interferencia adecuado a fin de determinar si el sistema HAPS está provocando interferencia perjudicial al SFS.

2.2 Interferencia causada por múltiples sistemas HAPS

Pueden aparecer situaciones en las que varios sistemas HAPS operativos causarían interferencia a un cierto satélite OSG. La interferencia combinada procedente de múltiples sistemas HAPS se expresa como $I_{múltiple}$ y se obtiene a partir del sumatorio total de cada nivel de interferencia causada por cada uno de los sistemas HAPS al satélite OSG, como muestra la ecuación (4):

$$I_{multiple} = 10 \log \left(\sum_{s=1}^{s_n} \sum_{h=1}^{h_n} \sum_{b=1}^{b_n} 10^{I(g,h,b,r)/10} \right) \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (4)$$

donde s_n indica el número de sistemas HAPS. Los otros términos son los descritos anteriormente para el caso de interferencia causada por un solo sistema HAPS.

Para realizar una evaluación exacta de una situación de HAPS múltiple deben utilizarse en los cálculos las características de cada uno de los sistemas HAPS. Si no se dispone de esa información para uno o más de los sistemas, puede obtenerse una indicación aproximada de la interferencia resultante utilizando en los cálculos las características de un sistema HAPS de referencia.

Una vez determinada $I_{múltiple}$ puede utilizarse en vez de $I_{única}$ en la ecuación (3) a fin de evaluar la repercusión de la interferencia sobre el SFS.

2.3 Control de potencia del enlace descendente

La interferencia causada por un enlace descendente de HAPS a un enlace ascendente del SFS/OSG es máxima en condiciones de máxima potencia de transmisión del enlace descendente HAPS o en condiciones de lluvia. Cuando se utiliza el control de potencia del enlace descendente en el sistema HAPS, la potencia de transmisión combinada del enlace descendente HAPS puede reducirse en condiciones de cielo despejado. Por ello, la interferencia recibida en el vehículo espacial del SFS disminuye si se dan las citadas condiciones de cielo despejado.

2.4 Parámetros de entrada

Los estudios de interferencia que aplican la metodología de este Anexo deben utilizar las características reales de los sistemas del SFS y de los sistemas HAPS considerados, si se dispone de ellas. De no ser así pueden emplearse los siguientes valores:

2.4.1 Características HAPS

Véase la Recomendación UIT-R F.1569.

2.4.2 Características de entrada del SFS

- T_{sat} : 500 K
- Anchura de haz de la antena (pequeñas estaciones): $0,3^\circ$
- Anchura de haz de la antena (estaciones centrales): 2°
- Ganancia de antena: véase el Anexo 1 de la Recomendación UIT-R S.672, ($L_s = -20$ dB).¹

¹ En la Recomendación UIT-R S.672 aparecen objetivos de diseño para los diseñadores de antenas de vehículos espaciales. No es posible establecer objetivos para haces conformados en casos típicos pues no se conoce la zona de servicio del SFS. Puede utilizarse una característica de caída específica de $L_s = -10$ dB para caracterizar el caso del haz conformado hasta que se elaboren contornos de diagrama de antena más específicos para el cálculo de la interferencia.