

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1570-1*

Repercusión de la transmisión del enlace ascendente del servicio fijo que utiliza estaciones situadas en plataformas a gran altitud en el servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) en la banda 31,3-31,8 GHz

(Cuestión UIT-R 113/9)

(2002-2003)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se está desarrollando nueva tecnología utilizando estaciones situadas en plataformas a gran altitud (HAPS) en la estratosfera;
- b) que la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 1997) (CMR-97) estableció 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 de 47 GHz son más susceptibles a la atenuación debida a la lluvia en los países que se citan en los números 5.537A y 5.543A del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), el UIT-R ha estudiado la gama de frecuencias entre 18 y 32 GHz para la posible identificación de espectro adicional;
- d) que la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Estambul, 2000) (CMR-2000) estableció una disposición para la utilización de las HAPS en el servicio fijo en las bandas 27,5-28,35 GHz y 31-31,3 GHz en ciertos países, sobre el principio de no causar interferencia ni reclamar protección, a fin de abordar los temas de atenuación debida a la lluvia asociados a la banda de 47 GHz (números 5.537A y 5.543A del RR), a condición de que la utilización de la banda 31-31,3 GHz se limite a la mitad inferior de la banda (31-31,15 GHz) hasta la CMR-03;
- e) que en la Resolución 122 (Rev.CMR-2000) se solicitaban estudios con carácter urgente sobre los temas técnicos, de compartición y reglamentarios, a fin de determinar criterios para el funcionamiento de las HAPS en las bandas a las que se refiere el *considerando* d);
- f) que la banda 31,3-31,8 GHz está atribuida a los servicios de radioastronomía, servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS) (pasivo) y servicio de investigación espacial (pasivo), y que es necesario proteger adecuadamente estos servicios contra las emisiones no deseadas procedentes de las estaciones HAPS en el suelo que funcionan en la banda 31,0-31,3 GHz, teniendo en cuenta el número 5.340 del RR y los criterios de interferencia que figuran en las Recomendaciones UIT-R SA.1029 y UIT-R RA.769,

recomienda

- 1 que se utilicen los parámetros del § 1 del Anexo 1 en relación con el SETS (pasivo) para la evaluación de la interferencia del enlace ascendente (sentido suelo-aeronave) de las HAPS en el SETS (pasivo), en la banda 31,3-31,8 GHz (véase la Nota 1);
- 2 que se utilice el § 2 del Anexo 1 para el método de evaluación de la interferencia del enlace ascendente de las HAPS en el SETS (pasivo), en la banda 31,3-31,8 GHz;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 7 de Radiocomunicaciones.

3 que el nivel de emisiones no deseadas producidas por un transmisor a la entrada de una antena HAPS no supere el valor de -105 dB(W/MHz) en la gama de frecuencias 31,3-31,8 GHz en condiciones de cielo despejado (véase la Nota 2).

NOTA 1 – Debe utilizarse la Recomendación UIT-R F.1569 para los parámetros típicos en relación con el sistema HAPS, a fin de evaluar la repercusión de dicho sistema HAPS en el SETS (pasivo) en la banda de 31 GHz.

NOTA 2 – En caso de desvanecimiento debido a la lluvia, puede rebasarse el nivel de emisiones no deseadas a la entrada de la antena HAPS indicado en la *recomienda* 3; sin embargo, la repercusión real sobre el satélite del SETS (pasivo) no debe ser mayor que la repercusión en condiciones de cielo despejado.

Anexo 1

Repercusión de la transmisión del enlace ascendente del servicio fijo que utiliza HAPS en el SETS (pasivo), en la banda 31,3-31,8 GHz

1 Parámetros del SETS (pasivo) y del sistema HAPS

El Cuadro 1 muestra los parámetros utilizados para la evaluación de la interferencia en este estudio. Los parámetros relativos al SETS (pasivo) corresponden a un caso pesimista que en el futuro puede corresponder al funcionamiento del caso más desfavorable. Los parámetros del sistema HAPS se basan en la Recomendación UIT-R F.1569 en el que se supone un funcionamiento típico HAPS, teniendo en cuenta la compartición con otros servicios.

CUADRO 1

Parámetros del SETS (pasivo) y del sistema HAPS utilizados en este estudio

SETS (pasivo)	
Altitud del satélite de exploración de la Tierra (SET)	300 km
Ganancia de la antena del sensor	50 dBi
Diagrama de la antena del sensor	Recomendación UIT-R S.672
Requisitos de protección del sensor (de la Recomendación UIT-R SA.1029)	-183 dB(W/MHz)
Ángulo de inclinación de la antena del sensor	0°
Sistema HAPS	
Altitud de la aeronave HAPS	20 km ⁽¹⁾
Ganancia de la estación HAPS en el suelo	35 dBi
Disponibilidad del sistema HAPS	99,4% ⁽²⁾
Ángulo mínimo de elevación de la estación HAPS en el suelo	20° ⁽³⁾
Número de estaciones terrenas HAPS que transmiten simultáneamente	$1\ 468$ ⁽⁴⁾
Número estimado de HAPS	1 ⁽⁵⁾
Diagrama de la antena de la estación HAPS en el suelo	Recomendación UIT-R F.1245
Intensidad de la lluvia para la disponibilidad del sistema	Moderada ⁽⁶⁾
Relación E_b/N_0 requerida para una BER = 1×10^{-6}	5,5 dB ⁽⁷⁾
Margen del sistema HAPS ⁽⁸⁾	3 dB

Notas relativas al Cuadro 1:

- (1) Aunque el RR define el límite superior de la altitud de la HAPS en 50 km, el despliegue de los sistemas HAPS a una altitud inferior de 25 km sería más realista desde el punto de vista de la tecnología actual (véase el § 3 de la Recomendación UIT-R F.1569). Si bien en este estudio se utiliza una altitud de la HAPS de 20 km para el diseño del balance del enlace ascendente HAPS, este balance del enlace vale para una altitud de 25 km de la HAPS sin aumentar la potencia de salida de la estación HAPS en el suelo (véase el § 3 de la Recomendación UIT-R F.1569).
- (2) La técnica del CAPT puede permitir mejorar la disponibilidad sin aumentar la interferencia causada al SETS (pasivo). Tal como se muestra en el § 8 de la Recomendación UIT-R F.1569), utilizando el CAPT en la gama de 12,2 dB se puede lograr una disponibilidad del 99,8%.
- (3) En este estudio, se utiliza el valor de 20° para el ángulo de elevación mínimo de funcionamiento como valor típico. Para determinar el ángulo mínimo de elevación operacional del sistema HAPS se requieren nuevos estudios, teniendo en cuenta la compartición con otros servicios co-primarios, la introducción de algunas técnicas de reducción de la interferencia, por ejemplo, la de CAPT, etc. (véanse los § 4 y 7 de la Recomendación UIT-R F.1569).
- (4) El número de estaciones HAPS en el suelo en la zona iluminada por una HAPS se limita a 1468 (véase el § 10 de la Recomendación UIT-R F.1569), suponiendo que se dispone de la banda de frecuencias de 300 MHz, que se utiliza un factor de reutilización de frecuencias de 4, que la anchura de banda de la señal es de 20 MHz, y que el número de haces puntuales es de 367.
- (5) La interferencia principal procede de las estaciones HAPS situadas en el suelo en la zona limitada próxima a la dirección del haz principal del sensor pasivo. Por tanto, la evaluación de la interferencia procedente de las estaciones HAPS situadas en el suelo iluminada por una HAPS dará casi los mismos resultados que los de la evaluación de la interferencia para el modelo compuesto de múltiples aeronaves HAPS.
- (6) En este estudio, se utiliza la intensidad de lluvia de Tokio (zona climática de pluviosidad: M de la Recomendación UIT-R P.837) para el diseño del balance del enlace, como ejemplo de zona pluviométrica moderada. En el caso de condiciones de intensidad de lluvia intensa (por ejemplo, zona pluviométrica: P de la Recomendación UIT-R P.837), se necesitará la aplicación del CAPT (véase el § 8 de la Recomendación UIT-R F.1569).
- (7) En el actual sistema de comunicación es indispensable la técnica de codificación. Por lo tanto, es razonable una E_b/N_0 requerida de unos 5 dB para una $BER = 1 \times 10^{-6}$.
- (8) Son necesarios nuevos estudios para determinar el reparto de la interferencia en el SETS entre la HAPS del servicio fijo y otros sistemas.

La huella iluminadora por un haz puntual se considera como una célula de la red HAPS. En este estudio se adopta un factor de reutilización de frecuencias de cuatro, lo que significa que la banda de frecuencias de 300 MHz (31-31,3 GHz) disponible para el enlace ascendente HAPS se divide en cuatro partes iguales y la subbanda de 75 MHz se utiliza repetidamente para la transmisión del enlace ascendente cada cuatro células. En este estudio, se supone la aplicación del control automático de potencia de transmisión (CAPT) con pasos variables de 6 dB en la estación HAPS del suelo. El nivel de emisiones no deseadas procedentes de la HAPS utilizado en este estudio es de -105 dB(W/MHz).

2 Procedimiento de evaluación de la interferencia

Las Figs. 1 (panorámica) y 2 (vista superior) muestra la geometría del modelo utilizado en este estudio para la evaluación de las repercusiones mencionadas. Se establece una limitación del número de estaciones HAPS en el suelo a las que se permite transmitir simultáneamente señales debido a la restricción de la anchura de banda disponible. Tal como se describe en el § 1, la anchura de banda disponible es de 75 MHz en un haz puntual (= célula). Como se supone que la anchura de banda de la señal es de 20 MHz por portadora, el número de estaciones HAPS en el suelo a las que se permite transmitir señales simultáneamente es de 3,75 en una célula. Con esta limitación de la banda de frecuencias disponible, se calcula la repercusión de cuatro estaciones HAPS en el suelo situadas en el centro de cada haz puntual. En este caso, se suman las interferencias combinadas procedentes de $4 \times 367 = 1468$ estaciones HAPS en el suelo. En el centro de cada célula (intervalos de 5,5 km) se sitúan cuatro estaciones HAPS en el suelo. Se supone que todas las antenas de la estación HAPS en el suelo apuntan hacia la aeronave HAPS situada a una altitud de 20 km, y se calcula el diagrama de antena de la estación HAPS en el suelo mediante la Recomendación UIT-R F.1245. Se supone que el sensor pasivo apunta hacia la dirección del nadir, y se calcula el diagrama de antena del sector pasivo mediante la Recomendación UIT-R S.672. En el caso más desfavorable de interferencia, la aeronave HAPS y el sensor pasivo están en la vertical de la estación HAPS en el suelo situada en el centro de la célula del nadir de la HAPS, tal como se indica en la Fig. 2. Se utiliza el nivel de emisiones no deseadas de -105 dB(W/MHz) en condiciones de cielo despejado para la evaluación de la repercusión del sistema HAPS. Aunque el nivel de emisiones no deseadas en condiciones de lluvia aumenta hasta 6 dB en comparación con la de las condiciones de cielo despejado, el aumento de la potencia de emisión no deseada se atenúa parcialmente en el trayecto de lluvia. Las pérdidas de propagación entre la estación HAPS en el suelo y el sensor pasivo se calculan como en la propagación en el espacio libre.

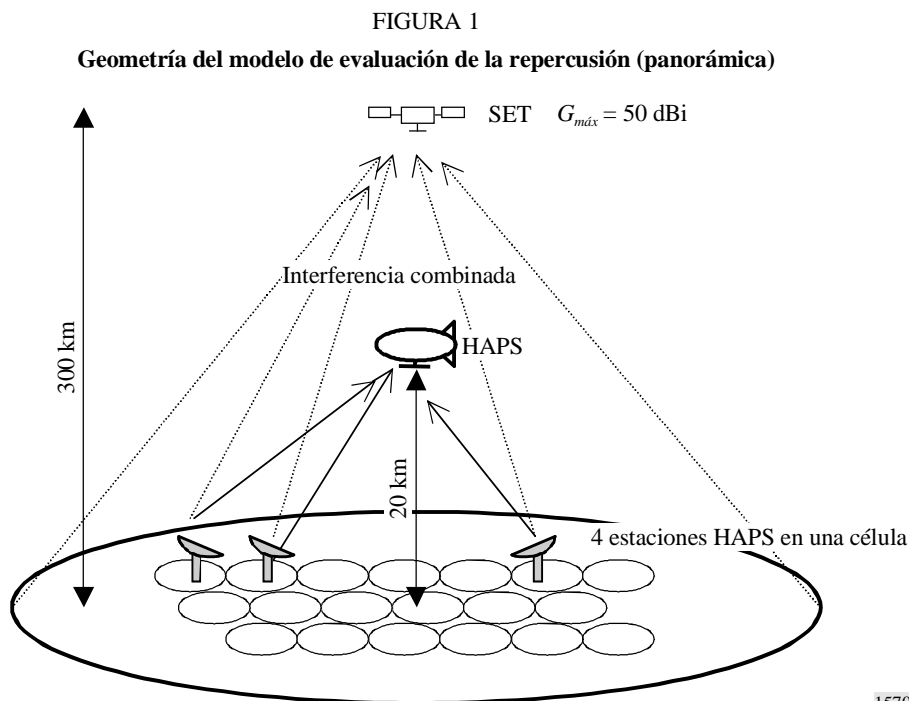
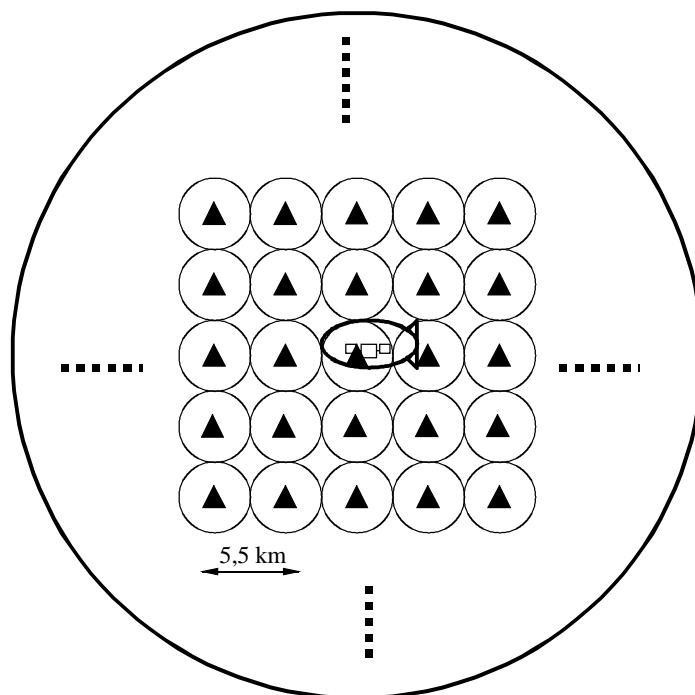


FIGURA 2
Geometría del modelo de evaluación de la repercusión (vista superior)



▲ Cuatro estaciones HAPS en el suelo

1570-02

La interferencia combinada, I , se calcula a partir de la ecuación (1):

$$I = 10 \log \left(4 \sum_{i=1}^{367} \left(P \cdot Gt_i \cdot (4\pi d_i / \lambda)^2 \cdot Gr_i \right) \right) \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (1)$$

siendo:

P : nivel de la emisión no deseada: $1 \times 10^{-10,5}$ W/MHz (= -105 dB(W/MHz))

Gt_i : ganancia de la antena de transmisión de la estación HAPS en el suelo i -ésima para el satélite del SETS, calculada mediante la Recomendación UIT-R F.1245 (dBi) (ganancia máxima = $10^{3,5}$ (= 35 dBi))

d_i : distancia entre la estación HAPS en el suelo i -ésima y el sensor pasivo (m)

λ : longitud de onda de la señal portadora (m): en este estudio, la frecuencia es de 31,28 GHz

Gr_i : ganancia de la antena receptora del sensor pasivo para la estación HAPS en el suelo i -ésima que se calcula mediante la Recomendación UIT-R S.672 (dBi) (ganancia máxima = 10^5 (= 50 dBi)).

Los criterios de protección del SETS (pasivo) se definen en la Recomendación UIT-R SA.1029 que da el nivel umbral de -183 dB(W/MHz) el cual no debe rebasarse durante más del 0,01% del tiempo.

3 Resultado del estudio

En las condiciones mencionadas, la interferencia acumulada de 4×367 estaciones HAPS en el suelo en el sensor pasivo es de $-185,9$ dB(W/MHz), que es $2,9$ dB inferior al criterio de protección del SETS (pasivo) en la banda 31-31,3 GHz. La interferencia agregada de las estaciones HAPS en el suelo en la zona que ilumina otra HAPS es despreciable (30 dB menos que $-185,9$ dB(W/MHz)). Por tanto, la interferencia combinada de las estaciones HAPS en el suelo que cubren 200 aeronaves HAPS no excede los criterios de protección del SETS (pasivo).

La banda de guarda requerida es de 10 MHz para una anchura de banda del filtro (-3 dB) de FI de $20,2$ MHz. Esta banda de guarda depende de la anchura de banda de la señal y de las características de atenuación del filtro pasobanda de FI.
