

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R F.1608 (02/2003)

Compartición de frecuencias entre sistemas del servicio fijo que utilizan estaciones situadas en plataformas a gran altitud y sistemas convencionales del servicio fijo en las bandas 47,2-47,5 y 47,9-48,2 GHz

**Serie F
Servicio fijo**



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 F.1608*

Compartición de frecuencias entre sistemas del servicio fijo que utilizan estaciones situadas en plataformas a gran altitud y sistemas convencionales del servicio fijo en las bandas 47,2-47,5 y 47,9-48,2 GHz

(Cuestión UIT-R 212/9)

(2003)

Cometido

La presente Recomendación versa sobre la compartición de frecuencias entre sistemas convencionales del servicio fijo (SF) y sistemas que utilizan estaciones situadas en plataformas a gran altitud (HAPS) y en las bandas 47,2-47,5 y 47,9-48,2 GHz. Partiendo del análisis basado en los parámetros de los sistemas HAPS descritos en la Recomendación UIT-R F.1500, en los Anexos se describe una metodología para realizar estudios de compartición y se dan orientaciones sobre la viabilidad de compartición entre los sistemas HAPS y del servicio fijo en función de la zona de cobertura del caso.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los sistemas que utilizan una o más estaciones situadas en plataformas a gran altitud (HAPS) en puntos fijos de la estratosfera pueden contar con atributos convenientes para las comunicaciones digitales de banda ancha y alta velocidad, incluyendo, entre otras, aplicaciones de vídeo interactivo, con un potencial significativo de reutilización de frecuencias y capacidad de suministro de servicio a una gran densidad de usuarios;
- b) que dichos sistemas pueden dar cobertura a regiones metropolitanas con grandes ángulos de elevación y a las zonas rurales distantes o a países vecinos con ángulos de elevación reducidos;
- c) que los servicios digitales de banda ancha proporcionados por dichos sistemas del servicio fijo se destinan a infraestructuras de información de comunicaciones generalizadas que propician la realización de la infraestructura mundial de la información;
- d) que el espectro radioeléctrico por encima de 30 GHz está atribuido a diversos servicios de radiocomunicaciones y que muchos sistemas distintos utilizan ya o prevén utilizar estas atribuciones;
- e) que hay una demanda creciente de acceso a estas atribuciones;
- f) que la atribución al servicio fijo en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz está prevista para su utilización por estaciones HAPS;
- g) que se insta a las administraciones a facilitar la coordinación entre estaciones del servicio fijo HAPS que funcionan en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz y otros servicios con atribuciones también a título primario en su territorio y en los territorios adyacentes,
- h) que debido al campo visual de las HAPS la compartición de frecuencias entre las redes HAPS y otros sistemas convencionales del servicio fijo puede presentar algunas dificultades en una base de reutilización de frecuencias en una misma zona,

* La Comisión de Estudio 5 de Radiocomunicaciones introdujo cambios de edición en la presente Recomendación en diciembre de 2009, de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

recomienda

- 1 que las características de los sistemas del servicio fijo que utilizan HAPS presentadas en la Recomendación UIT-R F.1500 se empleen para analizar las posibilidades de compartición entre los sistemas HAPS del servicio fijo y otros sistemas convencionales del servicio fijo en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz;
- 2 que al analizar las posibilidades de compartición entre sistemas del servicio fijo que utilizan HAPS y otros sistemas convencionales del servicio fijo, como se efectúa en el Anexo 2, se emplee la metodología descrita en el Anexo 1;
- 3 que, para evaluar la posibilidad de compartición entre sistemas HAPS y sistemas del servicio fijo convencionales, se tengan en consideración los siguientes resultados del análisis que figura en el Anexo 2:
 - que en las zonas donde se prevé un servicio HAPS ubicuo, como las zonas de cobertura urbana y suburbana, será difícil la compartición de frecuencias en una misma zona con los sistemas convencionales del servicio fijo. Para el sistema HAPS tradicional descrito en la Recomendación UIT-R F.1500, con zonas de servicio simétricas alrededor del nadir de HAPS, el límite del servicio ubicuo estará probablemente en el borde exterior de la zona de cobertura suburbana, aproximadamente a 80 km del nadir;
 - que en las zonas donde no se prevé un servicio HAPS ubicuo, como la zona de cobertura rural, la compartición con otros sistemas del servicio fijo podría ser factible siempre que exista suficiente discriminación angular entre los sistemas convencionales del servicio fijo y los sistemas HAPS que funcionan en el servicio fijo. Tal discriminación angular sólo puede ser posible si los sistemas convencionales del servicio fijo están situados fuera del campo visual de la plataforma HAPS;
 - que en las zonas donde la cobertura de las HAPS está limitada sólo a la zona de cobertura urbana (UAC, *urban area coverage*) o tanto a la UAC como a la zona de cobertura suburbana (SAC, *suburban area coverage*), la compartición con los sistemas convencionales en el servicio fijo únicamente será posible únicamente si los sistemas se despliegan fuera del campo visual de la plataforma HAPS;
- 4 que se realicen más estudios para identificar hipótesis de funcionamiento y técnicas de reducción de la interferencia adicionales que podrían facilitar la compartición de frecuencias.

Anexo 1

Metodología que debe utilizarse en el análisis de compartición de frecuencias entre sistemas del servicio fijo que utilizan HAPS y sistemas convencionales del servicio fijo

1 Introducción

Este Anexo presenta las bases para la metodología de investigación de las diversas hipótesis de interferencia y posibilidades de compartición entre sistemas del servicio fijo que emplean estaciones HAPS y sistemas convencionales del servicio fijo.

Concretamente, las bandas de frecuencias identificadas para los sistemas del servicio fijo que usan HAPS son 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz. Estas bandas forman parte de la gama 47,2-50,2 GHz que también está atribuida a los servicios fijos por satélite (Tierra-espacio) y móvil.

Hay algunas aplicaciones del servicio fijo en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz; en la Recomendación UIT-R F.758 se trata el desarrollo de los criterios de compartición. Las bandas no son actualmente empleadas por el servicio móvil y no hay parámetros disponibles en los cuales basar el análisis de interferencia tradicional. Debe observarse, sin embargo, que la alta densidad de los terminales de usuario pequeños previstos para su utilización en la red basada en HAPS (HAPN) hará muy difícil la compartición con los sistemas del servicio móvil.

2 Características técnicas

En la Recomendación UIT-R F.1500 figuran las características técnicas para una red HAPN típica que funciona en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz. Este texto proporciona información sobre los parámetros técnicos de los equipos y sobre las ganancias y directividad de las antenas instaladas en una HAPS.

Las características técnicas de los sistemas del servicio fijo terrenal que funcionan en la banda 47,2-50,2 GHz aparecen en la Recomendación UIT-R F.758. Los diagramas de antena de referencia figuran en la Recomendación UIT-R F.699.

Las características de propagación de las pérdidas de trayecto en espacio libre, la absorción gaseosa atmosférica y la atenuación y dispersión debidas a hidrometeoros se indican en diversas Recomendaciones UIT-R de la Serie P.

3 Metodología de estudio de la compartición

La Recomendación UIT-R F.1500 indica que una red típica basada en HAPN puede disponer hasta de 2 100 células, con un factor de reutilización de frecuencias de siete veces, dentro de un diámetro de servicio de 468 km. Además, puede haber hasta 40 estaciones de cabecera en un diámetro de 181 km. En función de la anchura de banda asignada a una red HAPN determinada, puede haber hasta 330 000 terminales de usuario simultáneos funcionando de una base de abonados de más de 5 millones. Cada uno de estos terminales de usuario tendrá una antena dirigida a la HAPS. Los 2 100 haces de la HAPS se extienden a través de la totalidad de la zona de cobertura, con reutilización de frecuencias.

El uso convencional de la banda por el servicio fijo puede ser para enlaces con anchura de banda amplia entre ubicaciones fijas bien definidas o para enlaces fijos de alta densidad en los que pueden no estar especificadas con antelación la ubicación y la orientación de cada enlace. Para ambos tipos de aplicación convencional la longitud del enlace estará limitada tanto por el terreno y el apantallamiento como por la absorción atmosférica y la debida a hidrometeoros.

Debido a la multiplicidad de enlaces potenciales, la metodología para realizar los estudios de compartición tendrá que basarse en la determinación de la posible interferencia entre un par de estaciones, incluidas las características apropiadas de directividad de la antena, y el cálculo en muchos de esos casos mediante una selección aleatoria de las ubicaciones de la estación dentro de las zonas de cobertura y sujeto a las consideraciones apropiadas de reutilización de frecuencias, anchura de banda, etc.

Se han emprendido algunos estudios preliminares de esta clase con 720 millones de casos en las simulaciones, los cuales han indicado que será muy difícil la compartición dentro del mismo canal entre las estaciones fijas terrenales y los terminales de usuarios HAPN, y que la separación geográfica necesaria entre una cobertura HAPN y una estación convencional del servicio fijo depende de la ganancia, y por lo tanto, de la orientación del enlace fijo. Para tal simulación de coberturas de zonas adyacentes con la utilización de un plano despejado no serán adecuados los trayectos terrestres y el método debe incluir la curvatura de la Tierra y la probabilidad de que se produzca apantallamiento a causa de las características del terreno o de la superficie.

De igual manera a la simulación de interferencia para los terminales HAPS, la compartición de una zona adyacente depende de la ubicación y dirección de los enlaces fijos, aunque en este caso hay una menor probabilidad de apantallamiento por difracción debida a los trayectos oblicuos.

Anexo 2

Compartición de frecuencias entre el servicio fijo convencional y los sistemas con HAPS

1 HAPS en el servicio fijo

La Recomendación UIT-R F.1500 contiene detalles de las características preferidas en un sistema HAPS típico del servicio fijo. Estas características se presentan en los Cuadros 1 a 4.

CUADRO 1

Zonas de cobertura HAPS

Zona de cobertura	Ángulos de elevación (grados)	Alcance en la superficie (km) (HAPS a 21 km)
UAC	90-30	0-36
SAC	30-15	36-76,5
RAC	15-5	76,5-203

RAC: zona de cobertura de área rural.

CUADRO 2

Parámetros del transmisor de la estación en la plataforma

Zona de cobertura	Potencia del transmisor (dBW)	Ganancia de la antena (dBi)
UAC	1,3	30
SAC	1,3	30
RAC	3,5	41

CUADRO 3

Parámetros del transmisor en el terminal de usuario

Zona de cobertura	Potencia del transmisor (dBW)	Ganancia de la antena (dBi)
UAC	-8,2	23
SAC	-7	38
RAC	-1,5	38

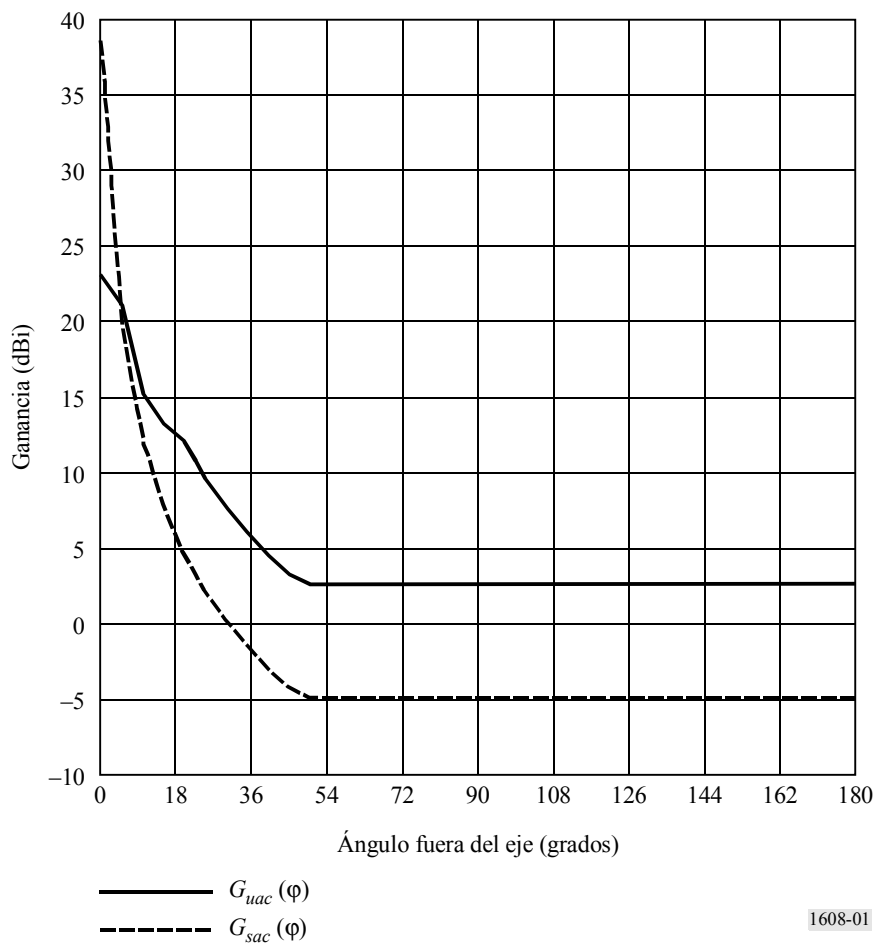
CUADRO 4

Criterios de interferencia para los sistemas HAPS

	Terminal de usuario	HAPS
Criterios de interferencia (dB(W/MHz))	-149	-151,6

FIGURA 1

Envolturas del diagrama de radiación de referencia de la antena para los terminales de usuario HAPS (basados en la Recomendación UIT-R F.699)



2 Consideraciones generales sobre otros sistemas del servicio fijo en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz

En el Cuadro 5 se muestran los parámetros de los sistemas convencionales del servicio fijo en la banda de 47 GHz según lo estipulado en la Recomendación UIT-R F.758.

El Sistema 1 será la fuente de interferencia (porque tiene la p.i.r.e. espectral más elevada), y el Sistema 3 será la víctima (porque es el sistema más sensible a la interferencia).

CUADRO 5

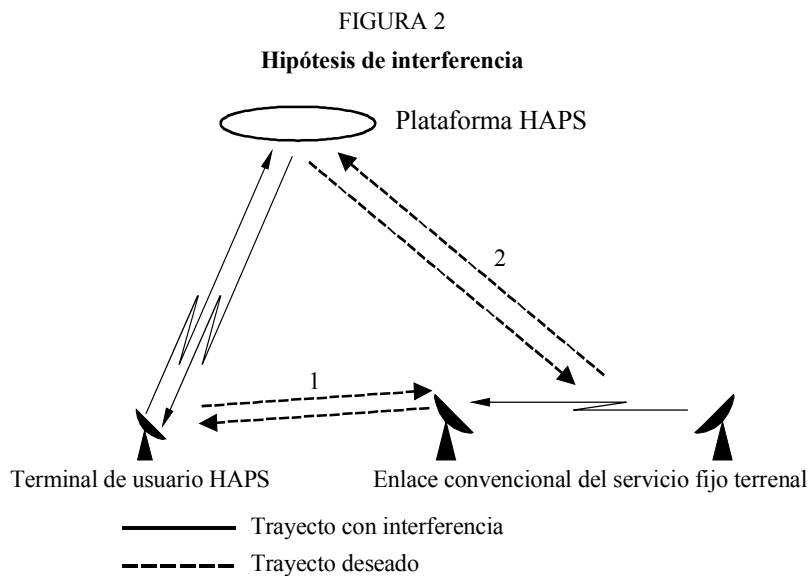
Características radioeléctricas del sistema del servicio fijo terrenal

Sistema	1	2	3	4
Modulación	MDF-2	MAQ-4	MAQ-16	MAQ-256
Capacidad (Mbit/s)	1,544	44,736	90	310
Anchura de banda del canal (MHz)	5	50	50	50
Máxima ganancia de la antena (dBi)	46	46	46	46
Máxima potencia del transmisor (dBW)	-11	-12	-2	-2
p.i.r.e. máxima (dB(W/MHz))	28	17	27	27
Anchura de banda del receptor (MHz)	2	50	50	50
Factor de ruido del receptor (dB)	11	13	5	5
Ruido térmico del receptor (dB(W/MHz))	-133	-133	-137	-137
Criterios de interferencia (dB(W/MHz))	-143	-143	-147	-147

MDF: modulación por desplazamiento de frecuencia.

3 Análisis de interferencia

El análisis de interferencia se basa en las hipótesis representadas en la Fig. 2.



1 y 2: hipótesis contempladas en los § 3.1 y 3.2.

3.1 Interferencia entre terminales de usuario HAPS y sistemas convencionales del servicio fijo (Hipótesis 1)

En este punto se examinan las siguientes hipótesis de interferencia:

- interferencia causada por los sistemas convencionales del servicio fijo a los terminales de usuario HAPS;
- interferencia causada por los terminales de usuario HAPS a los sistemas convencionales del servicio fijo.

El análisis se basa en fuentes de interferencia individuales y múltiples. Se determina una distancia de separación entre los terminales de usuario HAPS y los sistemas convencionales del servicio fijo de manera que no se rebase el criterio de interferencia pertinente.

Los resultados de estudios anteriores indican que será difícil la compartición de frecuencias en la misma zona, particularmente en zonas donde se prevé un servicio ubicuo HAPS, y es probable que sólo sea posible en situaciones especiales cuando se ha seleccionado cuidadosamente la ubicación de la antena y las geometrías del trayecto son favorables. En consecuencia, en este estudio se calculan las distancias de separación sobre la base de que los sistemas convencionales del servicio fijo están situados fuera de la zona de cobertura HAPS.

3.1.1 Análisis de interferencia causada por una sola fuente de interferencia

En el Cuadro 6 se presentan los valores calculados para la distancia de separación en el análisis de la interferencia causada por una sola fuente. Se supone que los terminales de usuario HAPS y los sistemas convencionales del servicio fijo están ubicados a una altura de 10 m.

CUADRO 6

Distancias de separación para la interferencia entre terminales de usuario HAPS y sistemas convencionales del servicio fijo

Hipótesis de interferencia	RAC	SAC	UAC
	Distancia de separación (km)		
Servicio fijo al terminal de usuario HAPS	26,5	26,5	29,5
Terminal de usuario HAPS al servicio fijo	28	28	31

3.1.2 Análisis de interferencia causada por múltiples fuentes

El análisis de interferencia múltiple se basa en el enfoque Monte-Carlo, que considera datos reales de terreno en el Reino Unido.

La interferencia combinada en el receptor se calculó por cada 1 000 000 de pruebas. Cada prueba corresponde a una distribución aleatoria de los transmisores interferentes. Se determinaron las pérdidas del trayecto entre cada transmisor y el receptor mediante la Recomendación UIT-R P.452.

A continuación se generó una función de distribución acumulativa (FDA) de interferencia en el receptor. Esta FDA no corresponde al tiempo en el cual puede experimentarse interferencia, sino a la probabilidad, dada la ubicación aleatoria de los terminales.

3.1.3 Interferencia causada por los sistemas convencionales del servicio fijo a los terminales de usuario HAPS

En el caso de interferencia de los sistemas convencionales del servicio fijo a un terminal de usuario HAPS se han supuesto los parámetros mostrados en el Cuadro 7. Se eligieron emplazamientos en Breckland y en Great Bardfield (Cambridgeshire, Reino Unido). Breckland está constituido por terreno bajo/llano mientras que Great Bardfield está constituido por terreno muy escarpado/escabroso. La distancia de separación entre el terminal de usuario HAPS y la zona poblada con los transmisores interferentes se fijó en 30 km (aproximadamente igual a la distancia de separación obtenida del análisis de interferencia de una sola fuente del § 3.1.1).

CUADRO 7

Parámetros utilizados para evaluar la interferencia combinada causada por los sistemas convencionales del servicio fijo a un terminal de usuario HAPS

Transmisores del sistema del servicio fijo terrestre	
Densidad	0,02 emplazamientos/km ²
Ubicación	10 km de radio alrededor de TL660900 (Breckland) o TL675300 (Great Bardfield)
Receptor del terminal de usuario HAPS	
Ubicación	Madingley, Cambridge (TL388595)

Los resultados de las simulaciones se ilustran en las Fig. 3 y 4.

FIGURA 3

FDA de la interferencia combinada causada por los sistemas convencionales del servicio fijo a un terminal de usuario HAPS ubicado en el borde de una UAC (basada en los sistemas del servicio fijo situados en Breckland)

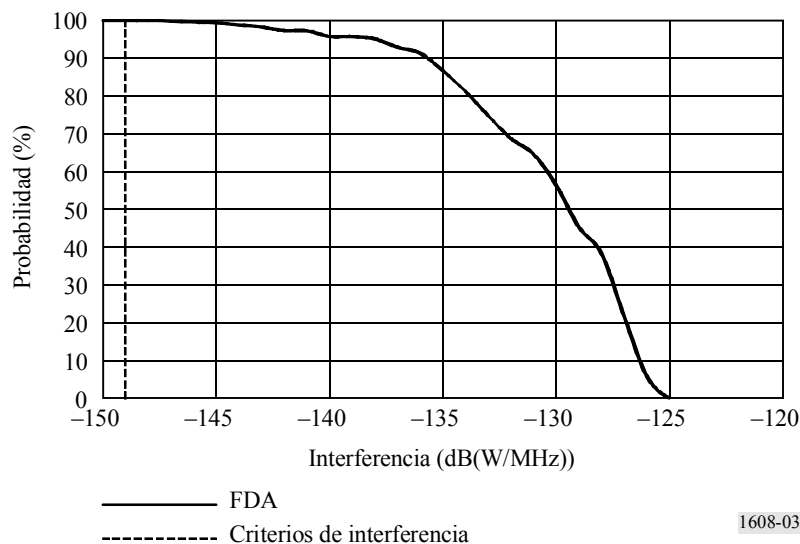
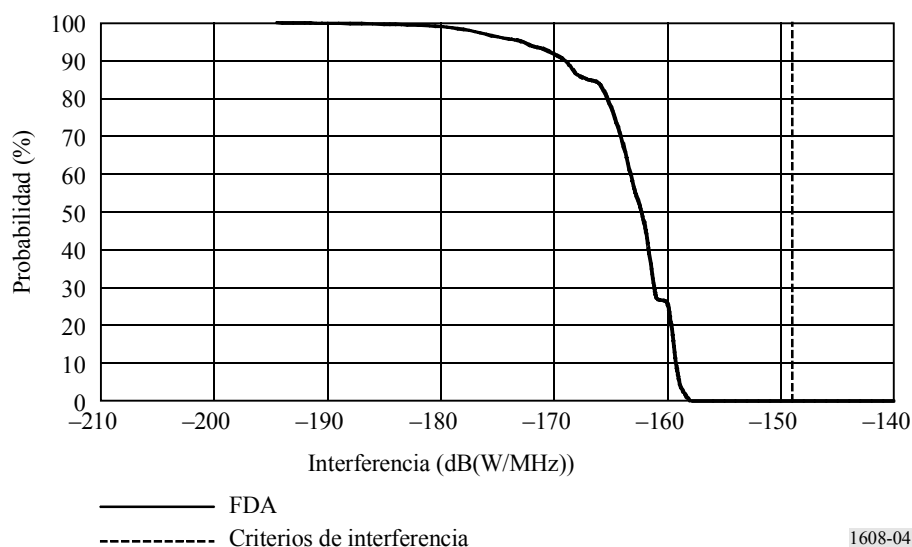


FIGURA 4

FDA de la interferencia combinada causada por los sistemas convencionales del servicio fijo a un terminal de usuario HAPS ubicado en el borde de una UAC (basada en los transmisores del servicio fijo situados en Great Bardfield)



Puede observarse en las Fig. 3 y 4 que las distintas características de los terrenos se traducen en una diferencia considerable (cerca de 40 dB) en la interferencia recibida en el terminal de usuario HAPS. Además, se satisface el criterio de interferencia del terminal de usuario HAPS cuando los sistemas del servicio fijo están situados alrededor de Great Bardfield, que tiene un terreno escarpado/escabroso.

Por consiguiente, el terreno tiene una influencia fundamental en la interferencia entre los terminales de usuario HAPS y los sistemas convencionales del servicio fijo.

3.1.4 Interferencia causada por los terminales de usuario HAPS a los sistemas convencionales del servicio fijo

En el caso de la interferencia provocada por los terminales de usuario HAPS a los sistemas convencionales del servicio fijo, se han supuesto los parámetros mostrados en el Cuadro 8. El análisis se basa en 100 terminales de usuario HAPS que comparten el mismo canal distribuidos alrededor de una zona con un terreno bajo/ligeramente escarpado. La distancia entre el sistema del servicio fijo y la zona de cobertura HAPS se ha fijado en 30 km (aproximadamente igual a las distancias de separación obtenidas en el caso del análisis de interferencia de una sola fuente del § 3.1.1).

CUADRO 8

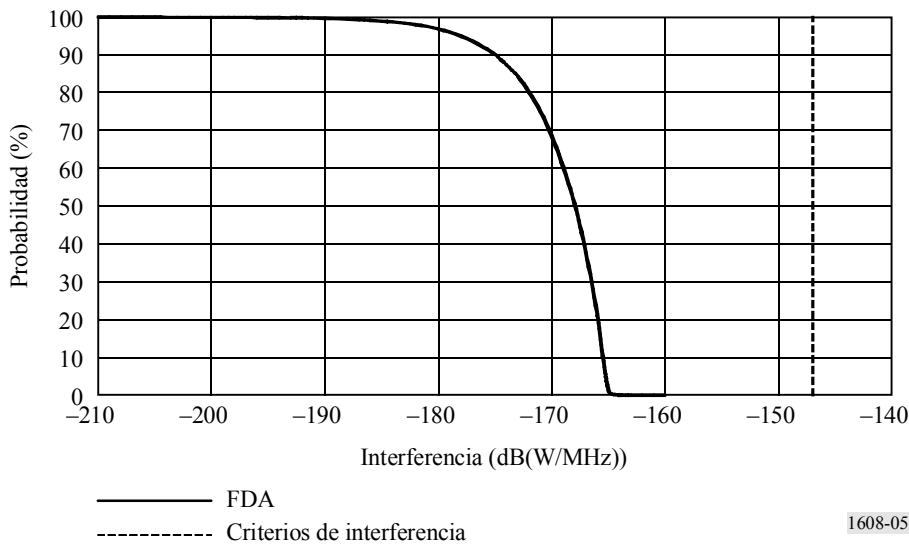
Parámetros utilizados para evaluar la interferencia combinada causada por los terminales de usuario HAPS ubicados en una UAC a los sistemas convencionales del servicio fijo

Transmisores de los terminales de usuario HAPS	
Densidad	0,024 emplazamientos/km ² (100 terminales de usuario que comparten el mismo canal dentro de la UAC)
Ubicación	36 km de radio alrededor de SK000000 (UAC alrededor de Birmingham)
Receptores del servicio fijo	
Ubicación	Leicester (SK660000)
Ángulo acimutal	270° (hacia la zona de cobertura HAPS)

El resultado de la simulación se ilustra en la Fig. 5.

FIGURA 5

FDA de la interferencia combinada causada por 100 terminales de usuario HAPS que comparten el mismo canal en la UAC a un sistema convencional del servicio fijo



Puede observarse en la Fig. 5 que el nivel de interferencia está bastante por debajo del criterio de interferencia a largo plazo para el sistema del servicio fijo terrenal (-147 dB(W/MHz), véase el Cuadro 5). Esto es debido a la naturaleza del terreno entre los sistemas convencionales del servicio fijo y la zona de cobertura HAPS.

En consecuencia, la interferencia entre los terminales de usuario HAPS y el servicio fijo convencional debe ser aceptable mientras los sistemas convencionales del servicio fijo estén situados fuera de las regiones de cobertura HAPS. Los resultados indican además que el terreno tendrá una repercusión significativa y que, por tanto, debe tenerse en cuenta. Las distancias de separación obtenidas en el § 3.1.1 son válidas, pero debe considerarse la influencia del terreno cuando se contemplen hipótesis realistas como en el caso de la interferencia combinada.

3.2 Interferencia entre HAPS y sistemas convencionales del servicio fijo (Hipótesis 2)

Se consideró lo siguiente:

- interferencia causada por los sistemas convencionales del servicio fijo a una HAPS;
- interferencia causada por una HAPS a los sistemas convencionales del servicio fijo.

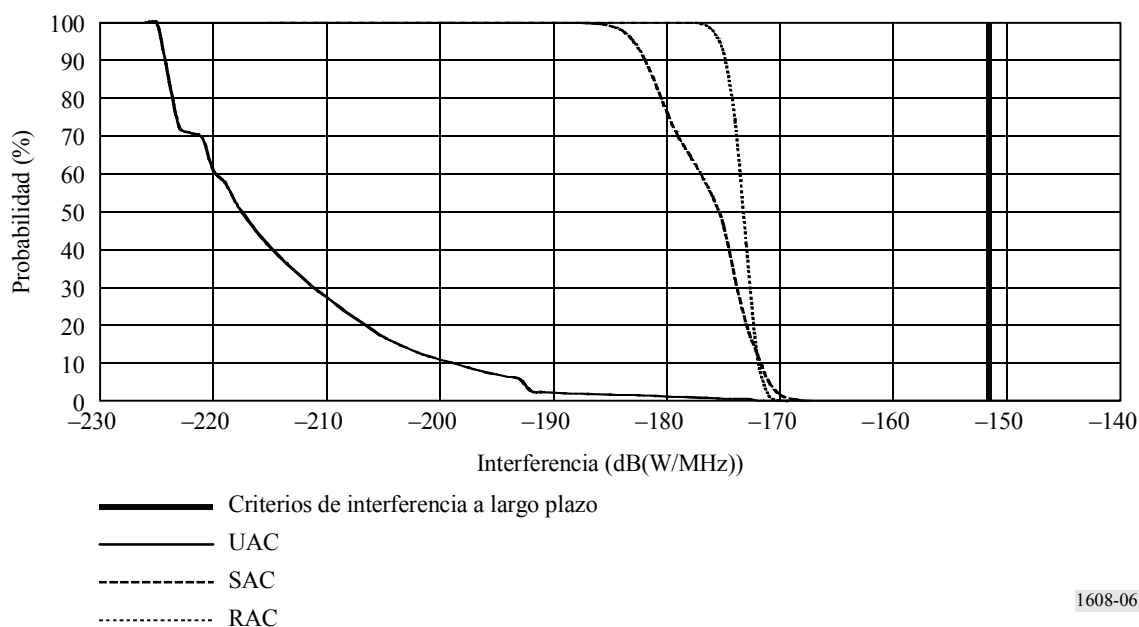
3.2.1 Interferencia causada por los sistemas convencionales del servicio fijo a una HAPS

3.2.1.1 Sistemas del servicio fijo situados fuera de la zona de cobertura HAPS

La FDA, ilustrada en la Fig. 6, se obtuvo a partir de un análisis estadístico basado en una distribución aleatoria de los transmisores convencionales del servicio fijo situados fuera de una zona de cobertura HAPS.

FIGURA 6

FDA de la interferencia combinada causada por los sistemas convencionales del servicio fijo instalados fuera de una zona de cobertura HAPS



1608-06

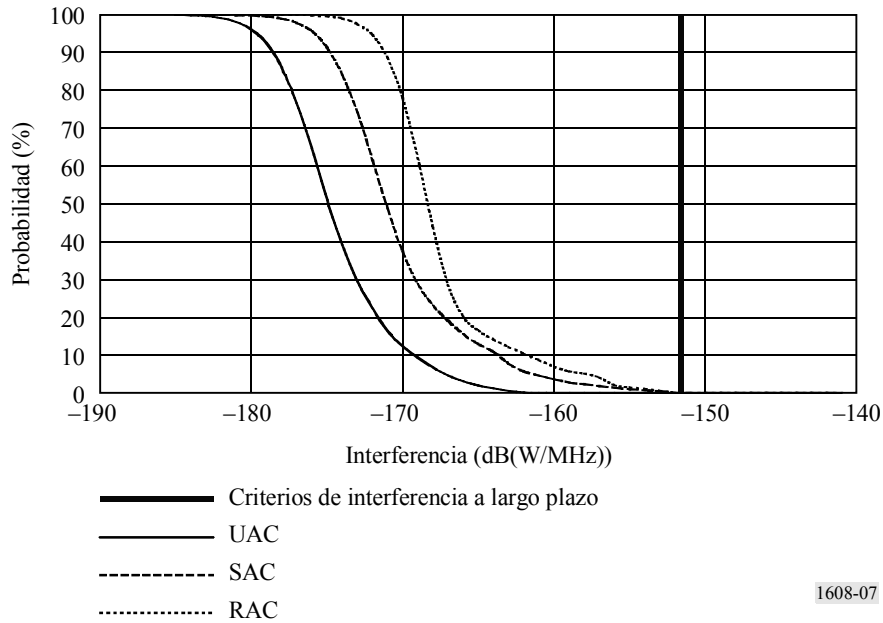
En la Fig. 6 puede observarse que la interferencia combinada causada por otros sistemas del servicio fijo a una plataforma HAPS estará significativamente por debajo del criterio de interferencia de la plataforma HAPS, teniendo presente que los otros sistemas del servicio fijo estaban situados a una distancia igual a la distancia de separación determinada en el § 3.1.1.

3.2.1.2 Sistemas del servicio fijo instalados dentro de una zona de cobertura HAPS

En la Fig. 7 se muestran las FDA para la interferencia combinada provocada por otros sistemas del servicio fijo, cuando los sistemas fijos están situados dentro de la zona de cobertura HAPS.

FIGURA 7

FDA de la interferencia combinada causada por los sistemas convencionales del servicio fijo a una HAPS



1608-07

En la Fig. 7 puede observarse que el criterio de interferencia es superado aproximadamente por el 0,25% del número total (1 000 000) de pruebas de distribución aleatorias en los casos de UAC y SAC pero no se rebasa en absoluto para el caso de RAC.

Por consiguiente, la interferencia causada por el servicio fijo convencional a una HAPS será aceptable si los sistemas del servicio fijo están ubicados en una RAC de HAPS. Para los sistemas convencionales del servicio fijo ubicados en una UAC o una SAC de HAPS, hay una posibilidad del 0,25% de que se rebasa el criterio de interferencia en la HAPS.

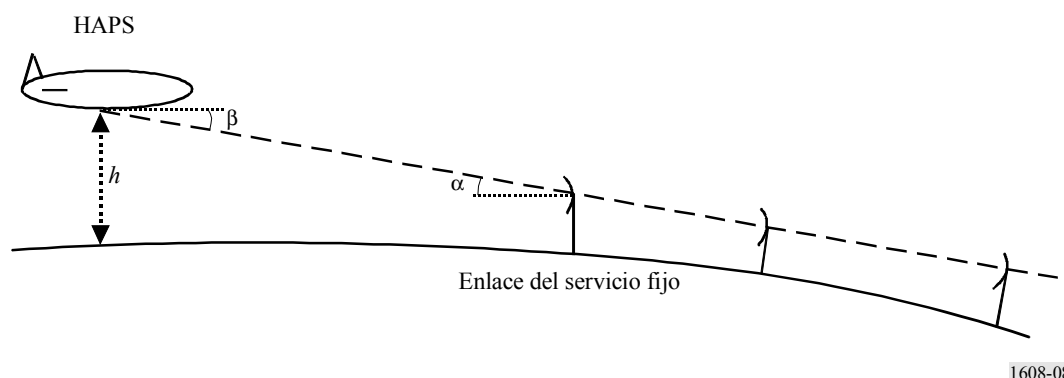
3.2.2 Interferencia causada por una HAPS a un sistema del servicio fijo convencional

En general, las HAPS se comunicarán con diferentes terminales de usuario durante un determinado periodo de tiempo y estos terminales pueden estar situados en cualquier lugar dentro de la zona de cobertura HAPS. Durante el análisis se consideraron estos dos factores.

Cabe señalar que el § 2.1 del Anexo 1 a la Recomendación UIT-R F.1500 indica que no se prevé la cobertura en la RAC a 47 GHz debido a la atenuación atmosférica y a la atenuación causada por la lluvia. Sin embargo, cuando la zona de cobertura de la HAPS se extiende a los terminales de usuario en la RAC a una elevación de 5°, la interferencia recibida en el sistema convencional del servicio fijo varía de -144 dB(W/MHz) a -120 dB(W/MHz), en función de la ubicación del sistema del servicio fijo en relación con la HAPS.

La curvatura de la Tierra también tiene repercusión en el análisis de la interferencia. El ángulo con respecto al eje de puntería, α , del sistema del servicio fijo convencional hacia la HAPS disminuye conforme aumenta la distancia del sistema del servicio fijo convencional desde el nadir de la plataforma. Esto se ilustra en la Fig. 8. La disminución del ángulo con respecto al eje de puntería aumenta la ganancia de la antena hacia la HAPS. Cuando la cobertura de las HAPS se extiende a 5°, hay una elevada posibilidad de acoplamiento del haz principal entre la plataforma y el sistema fijo convencional. En estas condiciones, los sistemas convencionales del servicio fijo tendrían que instalarse fuera del campo visual de la plataforma, lo que podría significar una distancia de separación de al menos 500 km si se extiende la zona de cobertura HAPS a los terminales de usuario a 5°; es decir, los terminales de usuario desplegados en una RAC.

FIGURA 8
Repercusión de la curvatura de la Tierra



1608-08

Por consiguiente, la interferencia provocada por las HAPS a los sistemas convencionales del servicio fijo rebasará el criterio de interferencia mientras dichos sistemas convencionales del servicio fijo se encuentren dentro del campo visual de la HAPS.

4 Técnicas de reducción de la interferencia

4.1 Introducción

En este punto se analizan las técnicas de reducción de la interferencia que podrían emplear los sistemas HAPS del servicio fijo para facilitar la compartición de frecuencias con los sistemas convencionales del servicio fijo. Se considera lo siguiente:

- diagramas de radiación mejorados;
- aumento del mínimo ángulo de elevación de los terminales de usuario HAPS;
- asignación dinámica de canales (ADC);
- apantallamiento ambiental;
- control automático de potencia del transmisor (CAPT).

4.2 Mejora de los diagramas de radiación

La mejora de la característica de los lóbulos laterales de los diagramas de radiación de las antenas de los terminales de usuario HAPS daría lugar a una reducción de la distancia de separación. Cuando los terminales de usuario HAPS y los sistemas convencionales del servicio fijo operan sobre una base de cobertura común, un aumento de la tolerancia de 10 dB en los lóbulos laterales de una antena de terminal de usuario HAPS provoca una reducción del 40% en la distancia de separación necesaria. Sin embargo, esta reducción no es suficiente para facilitar la compartición de frecuencias sobre una base de cobertura y zona comunes. Además, es importante señalar que en la práctica puede que no sea posible fabricar antenas que presenten esa característica de los lóbulos laterales.

4.3 Aumento de los mínimos ángulos de elevación de los terminales de usuario HAPS

El aumento del mínimo ángulo de elevación de los terminales de usuario HAPS reduciría la ganancia con respecto al eje de puntería en dirección de la estación convencional del servicio fijo, lo que disminuiría de ese modo el nivel de interferencia entre ambas estaciones. Por ejemplo, incrementando el ángulo de elevación mínimo en la UAC de 30° a 45° se reduciría la distancia de

separación entre un 30% y un 40%, según la zona de cobertura. Sin embargo, se requerirían plataformas adicionales para mantener la cobertura completa, aumentando de ese modo la posibilidad de interferencia de la plataforma a otros sistemas del servicio fijo. Por lo tanto, esta técnica de reducción de la interferencia no mejoraría el grado en que es posible la compartición de frecuencias.

4.4 ADC

No puede confirmarse si la ADC tendría una repercusión significativa sobre la compartición entre las HAPS en el servicio fijo y los sistemas convencionales del servicio fijo. Debe observarse, sin embargo, que la ADC provocaría una reducción del número total de canales disponibles tanto para los sistemas HAPS del servicio fijo como para los sistemas convencionales del servicio fijo, reduciendo así la capacidad disponible del sistema.

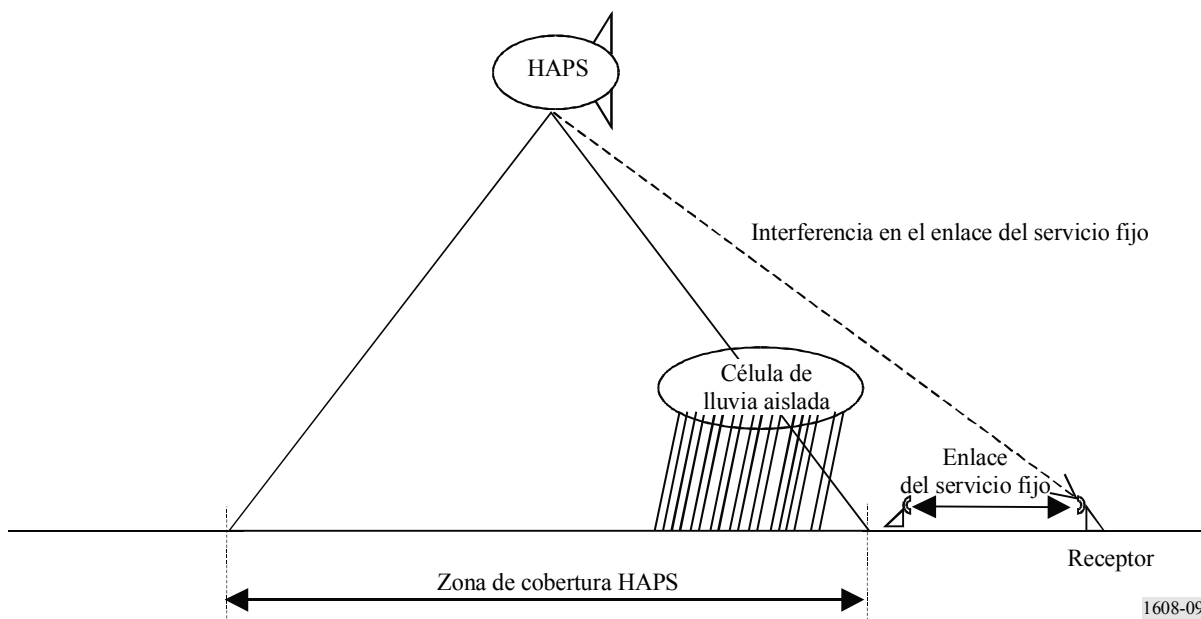
4.5 Apantallamiento ambiental

Se puede aumentar en forma significativa la posibilidad de la compartición de frecuencias situando terminales de usuario HAPS en ubicaciones donde es posible aprovechar el apantallamiento local de los edificios, los árboles, etc. No obstante, debe señalarse que tales mejoras sólo pueden obtenerse en casos concretos y para situaciones particulares, y sería difícil incluirlas en la planificación de las redes.

4.6 CAPT

Aunque el CAPT reduciría la interferencia causada a los sistemas convencionales del servicio fijo, estos sistemas podrían experimentar mayores niveles de interferencia durante los periodos de células de lluvia aisladas. Por ejemplo, en la Fig. 9 puede verse que la célula de lluvia está aislada en el borde de la región de cobertura HAPS, pero la interferencia causada a los sistemas convencionales del servicio fijo aumenta conforme la HAPS incrementa su potencia de transmisión para contrarrestar el desvanecimiento de la señal debido a la célula de lluvia aislada. Este aumento de la interferencia tendrá repercusiones sobre todos los enlaces fijos instalados dentro del campo visual de la HAPS. Por consiguiente, el CAPT no mejoraría la posibilidad de compartición de frecuencias.

FIGURA 9



5 Conclusiones

En el Anexo se presenta un análisis completo de las posibilidades de compartición de frecuencias entre sistemas convencionales del servicio fijo y sistemas HAPS del servicio fijo. En el Cuadro 9 aparece un resumen de los resultados.

En resumen, la compartición de frecuencias entre sistemas HAPS del servicio fijo y sistemas convencionales del servicio fijo será posible sólo si se instalan estos últimos fuera del campo visual de la HAPS. Cuando la cobertura HAPS se extiende a los terminales de usuario con un ángulo de elevación de 5° , es decir, terminales de usuario ubicados en una RAC, esto implica una distancia de separación de al menos 500 km entre el borde de la zona de cobertura HAPS y los sistemas convencionales del servicio fijo.

CUADRO 9
Resumen de los resultados

Fuente de interferencia	Víctima	Observaciones
Sistemas convencionales del servicio fijo	Terminal de usuario HAPS	No será factible la instalación en una zona compartida. Se requerirán unas ciertas distancias de separación entre las zonas de cobertura
Terminales de usuario HAPS	Sistemas convencionales del servicio fijo	No será factible la instalación en una zona compartida. Se requerirán unas ciertas distancias de separación entre las zonas de cobertura
Sistemas convencionales del servicio fijo	HAPS	La interferencia debe ser aceptable mientras los sistemas del servicio fijo se encuentren fuera de las zonas de cobertura HAPS
HAPS	Sistemas convencionales del servicio fijo	Este caso es el más común. Sólo será posible instalar sistemas convencionales del servicio fijo fuera del campo visual de la plataforma