

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R SF.1843
(10/2007)

Metodología para determinar el nivel de potencia de terminales de usuario de HAPS a fin de facilitar la compartición con receptores de estaciones espaciales en las bandas de 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz

Serie SF
Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del 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	Radioastronomía
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, 2012

© UIT 2012

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 SF.1843*

Metodología para determinar el nivel de potencia de terminales de usuario de HAPS a fin de facilitar la compartición con receptores de estaciones espaciales en las bandas de 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz

(2007)

Cometido

En esta Recomendación se presenta una metodología y sus aplicaciones para determinar el nivel de potencia de terminales de usuario HAPS (estaciones situadas en plataformas a gran altitud) a fin de promover la compartición de frecuencia con un receptor de estaciones espaciales del SFS en las bandas de 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se está desarrollando una nueva tecnología en la que se utilizan dispositivos de retransmisión de telecomunicaciones ubicados en plataformas a gran altitud;
- b) que la CMR-97 adoptó disposiciones para el funcionamiento de las HAPS, también conocidas como repetidores estratosféricos, dentro del servicio fijo en las bandas de 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz;
- c) que las bandas de 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz están atribuidas al servicio fijo por satélite (SFS) en sentido Tierra-espacio;
- d) que se invitó al UIT-R a estudiar, con carácter de urgencia, las limitaciones de potencia aplicables a las estaciones terrestres HAPS para facilitar la compartición con receptores de estaciones espaciales;
- e) que la compartición con el SFS podría presentar dificultades porque los sistemas del SF que utilizan HAPS pueden hacer uso de la gama completa de ángulos de elevación;
- f) que la Recomendación UIT-R F.1500 contiene las características de los sistemas del servicio fijo que utilizan HAPS,

reconociendo

- a) que según el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), número 5.552A, la atribución al SF en las bandas anteriores está destinada a las HAPS,

recomienda

1 que se utilice la metodología proporcionada en el Anexo 1 para determinar el máximo nivel de potencia de transmisión aplicable a terminales de usuario HAPS a fin de facilitar la compartición con receptores de estaciones espaciales en las bandas de 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz, en sentido tierra-HAPS.

* Las Comisiones de Estudio 4 y 5 de Radiocomunicaciones introdujeron modificaciones redaccionales en esta Recomendación en septiembre de 2011 y noviembre de 2010, respectivamente, de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

Anexo 1

Metodología

1 Características del sistema

1.1 El sistema de plataforma a gran altitud

Los parámetros utilizados en este análisis figuran en la Recomendación UIT-R F.1500, y son los siguientes:

CUADRO 1

Zonas de cobertura HAPS (plataforma a 21 km)

Zona de cobertura	Ángulos de elevación (grados)	Distancia en superficie (km)
UAC ⁽¹⁾	90-30	0-36
SAC ⁽²⁾	30-15	36-76,5
RAC ⁽³⁾	15-5	76,5-203

⁽¹⁾ UAC: Zona de cobertura urbana (*urban area coverage*).

⁽²⁾ SAC: Zona de cobertura suburbana (*suburban area coverage*).

⁽³⁾ RAC: Zona de cobertura rural (*rural area coverage*).

CUADRO 2

Parámetros del transmisor del terminal de usuario

Comunicación hacia	Densidad de potencia del transmisor (dBW/2 MHz)	Ganancia de antena (dBi)
UAC ⁽¹⁾	-8,2	23
SAC ⁽²⁾	-7	38
RAC ⁽³⁾	-1,5	38

⁽¹⁾ UAC: Zona de cobertura urbana (*urban area coverage*).

⁽²⁾ SAC: Zona de cobertura suburbana (*suburban area coverage*).

⁽³⁾ RAC: Zona de cobertura rural (*rural area coverage*).

1.2 Estación de satélite del SFS OSG

Los parámetros utilizados en este análisis son los siguientes:

CUADRO 3

Parámetros del satélite del SFS OSG

Ganancia máxima de la antena (dBi)	51,8
Criterio de interferencia (dB(W/MHz))	-150,5
Diagrama de antena	Recomendación UIT-R S.672-4

2 Análisis de interferencia

En este punto se analiza la interferencia causada por los terminales de usuario HAPS a un receptor de estación espacial del SFS. A efectos del análisis de la interferencia combinada, las zonas de cobertura HAPS contendrán varios terminales de usuarios, y la interferencia recibida en la estación espacial del SFS se calcula para varias pruebas, siendo cada prueba una distribución aleatoria completa de terminales de usuario HAPS basada en la Recomendación UIT-R F.1500. Los parámetros de los terminales de usuario HAPS utilizados en el análisis se muestran en el Cuadro 4. Se supone que una plataforma completamente cargada tendría capacidad para 100 terminales de usuario cocanal en cada una de las tres zonas de cobertura, y que el lóbulo principal del diagrama de haz de la antena receptora de un receptor de estación espacial del SFS siempre está dirigido al nadir HAPS para considerar que se dan las condiciones de compartición.

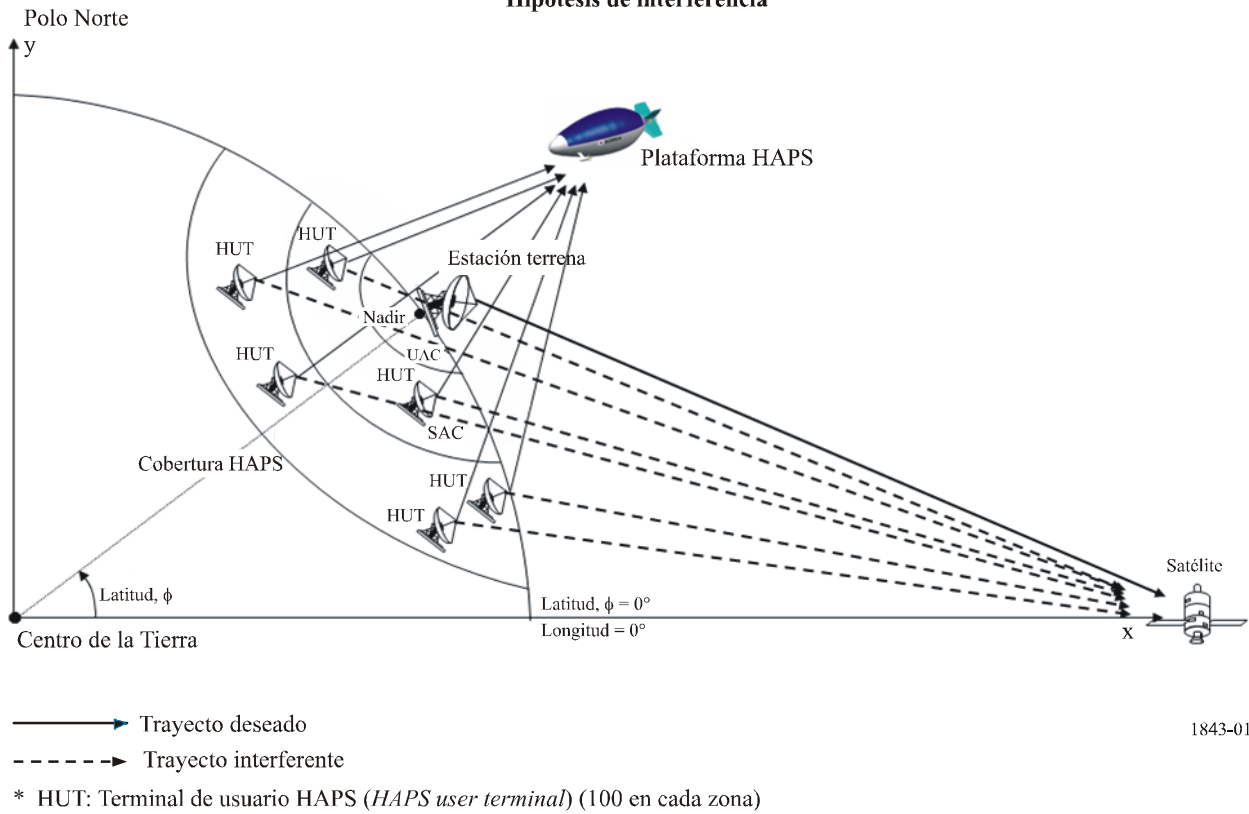
CUADRO 4

Parámetros de transmisión de terminales de usuario HAPS

Zona de cobertura	RAC	SAC	UAC
Gama de ángulos de elevación (grados)	5-15	15-30	30-90
Número de terminales de usuario	100	100	100
Ganancia de antena (dBi)	38	38	23
Potencia (dBW)	-1,5	-7	-8,2
Anchura de banda de canal (MHz)	2	2	2

FIGURA 1

Hipótesis de interferencia



En este análisis, se supone la hipótesis de interferencia mostrada en la Fig. 1. La estación terrestre se sitúa en el nadir (centro de la cobertura HAPS) y el satélite a 0 grados de latitud y 0 grados de longitud, mientras que la posición de la cobertura HAPS varía únicamente con la latitud (longitud = 0 grados).

La densidad de potencia recibida esperada en el receptor de la estación espacial puede calcularse mediante la ecuación (1):

$$P_r = P + G_t - L_{tf} + G_r - L_{rf} - L_a - L_p - 10 \log B - 20 \log (4\pi d/\lambda) - 60 \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (1)$$

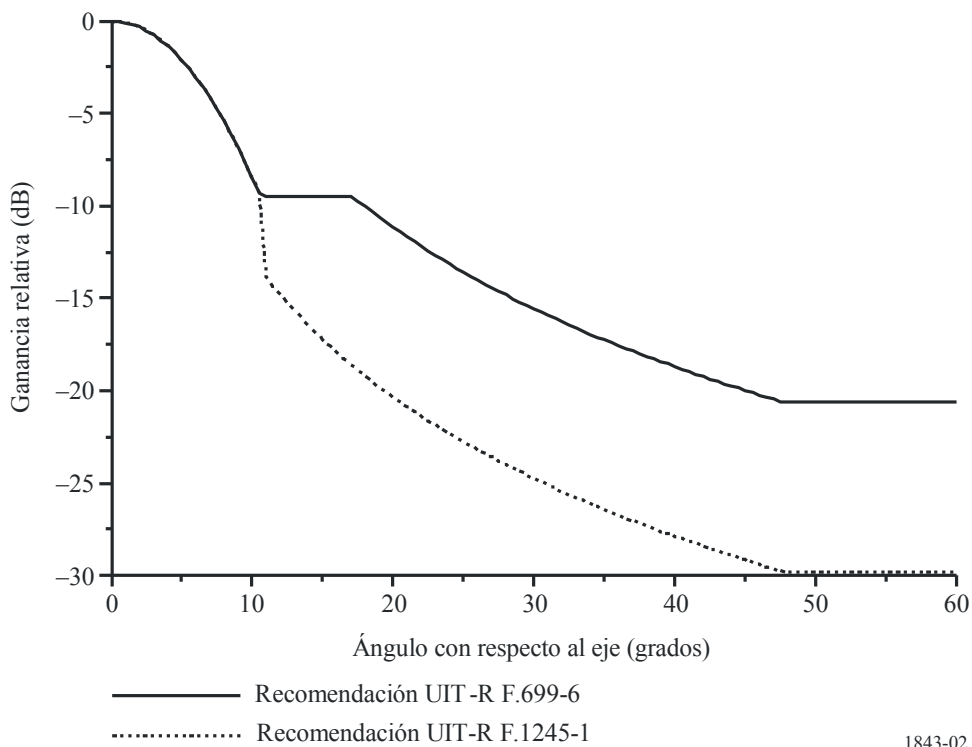
donde:

- P_r : densidad de potencia esperada de la portadora recibida (dB(W/MHz))
- P : densidad de potencia a la salida del transmisor (dB(W/MHz))
- G_t : ganancia de la antena transmisora (dBi)
- L_{tf} : pérdidas del alimentador de la antena (dB)
- G_r : ganancia de la antena receptora (dBi)
- L_{rf} : pérdidas del alimentador de la antena receptora (dB)
- L_a : absorción atmosférica para un ángulo de elevación particular (dB)
- L_p : atenuación debida a otros efectos de propagación (dB)
- B : anchura de banda (MHz)
- d : distancia del trayecto de señal (km)
- λ : longitud de onda (m)

Se supone que la anchura de banda de los terminales de usuario HAPS es de 2 MHz, como se describe en la Recomendación UIT-R F.1500. Para los diagramas de haz de la antena de dichos terminales, cabe referirse a las Recomendaciones UIT-R F.1245 y F.699. Teniendo en cuenta las máximas ganancias de antena descritas en el Cuadro 4, se consideran diagramas de haz de las antenas para los casos en que la relación entre el diámetro de la antena y la longitud de onda es inferior o igual a 100, en las dos Recomendaciones anteriores.

Como ejemplo de los diagramas de haz de las antenas, la Fig. 2 muestra que el diagrama de haz de antena de la Recomendación UIT-R F.1245 tiene un lóbulo lateral menor que el de la Recomendación UIT-R 699.

FIGURA 2
Diagramas del haz de radiación



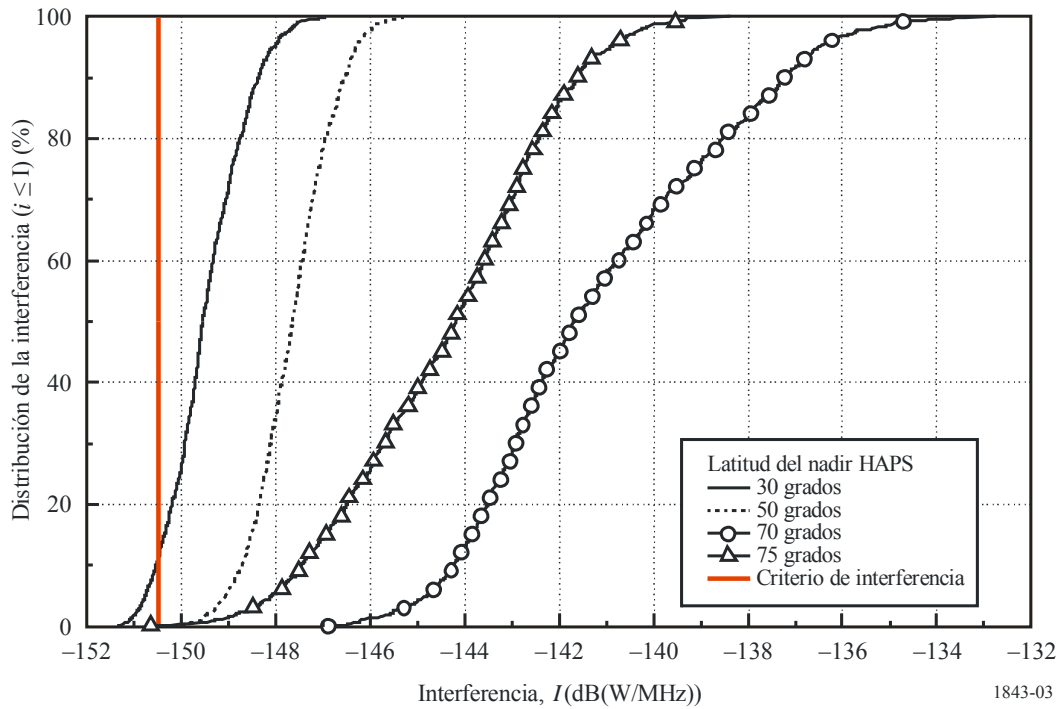
1843-02

La Fig. 3 muestra un ejemplo de la función de distribución acumulativa (FDA) de la interferencia según las diversas latitudes de la plataforma HAPS y la estación terrena del satélite para 1 000 pruebas, con parámetros basados en el Cuadro 4. En este ejemplo, se utilizó el diagrama de haz de la antena de la Recomendación UIT-R F.699-6 para terminales de usuario HAPS. Si el criterio de interferencia para la estación espacial del SFS es de $-150,5 \text{ dB(W/MHz)}$, como se menciona en el Cuadro 3, todos los casos con latitud superior a 70° sobrepasan dicho criterio de interferencia. Para situaciones con latitud inferior a 70° , a medida que ésta aumenta, también lo hace la interferencia causada por los terminales de usuario HAPS a la estación espacial del SFS. Si la latitud supera los 70 grados, la interferencia disminuye nuevamente.

La Fig. 4 muestra la diferencia de FDA utilizando los diagramas de haz de la antena de las Recomendaciones UIT-R F.699 y F.1245. El resultado indica que los terminales de usuario HAPS con el diagrama de haz de la antena de la Recomendación UIT-R F.1245 producen menos interferencia en el receptor de la estación espacial que los de diagrama de haz de la antena de la Recomendación UIT-R F.699 para la misma latitud.

FIGURA 3

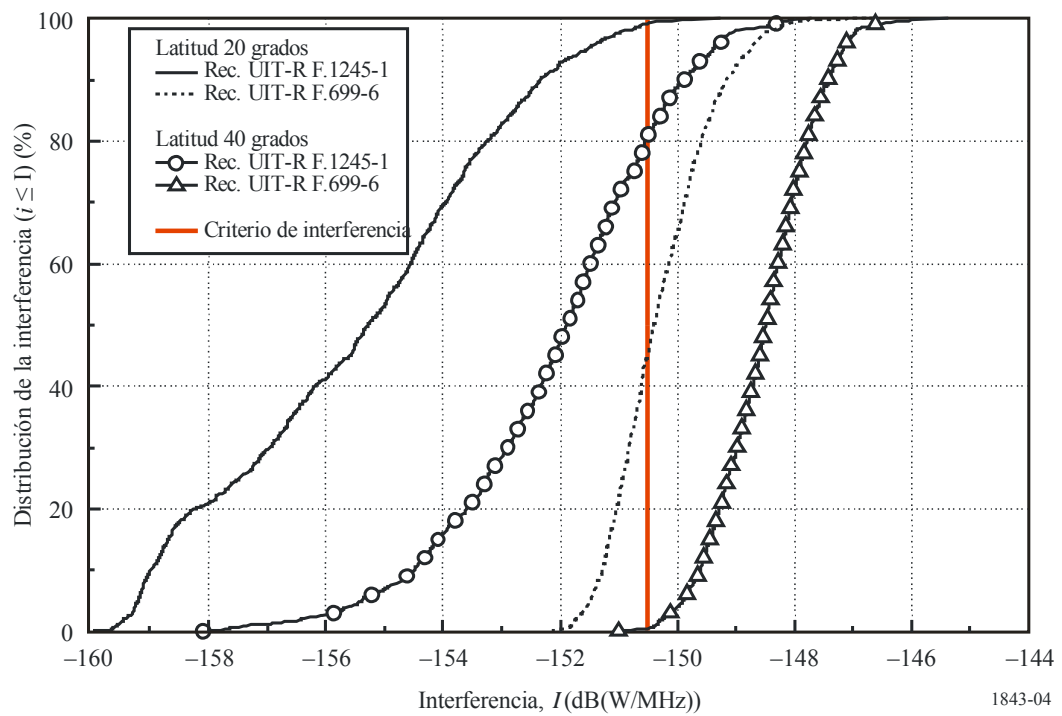
Ejemplo de FDA para diversas latitudes del nadir HAPS
(utilizando el diagrama de haz de la antena de la Recomendación UIT-R F.699)



1843-03

FIGURA 4

FDA para diversos diagramas de haz de la antena (diagramas de haz de la antena de la Recomendación UIT-R F.699 comparados con los de la Recomendación UIT-R F.1245)



1843-04

3 Nivel de potencia transmitida en los terminales de usuario HAPS

Para reducir la potencia de interferencia causada por los terminales de usuario HAPS a la estación espacial del SFS, se debe especificar el máximo nivel de potencia de dichos terminales de usuario.

En este punto se muestran varios ejemplos al respecto, con los diagramas de haz de la antena mencionados en las Recomendaciones UIT-R F.699 y F.1245.

La disminución de potencia de los terminales de usuario HAPS en la Recomendación UIT-R F.1500 se lleva a cabo de tal manera que se pueda evitar la interferencia provocada por los terminales de usuario HAPS a las estaciones espaciales del SFS, incluso en zonas de cobertura conjunta. Se supone que dichos terminales tienen un sistema de control de potencia.

Como se muestra en las Figs. 3 y 4, como la interferencia es diferente según la latitud de nadir HAPS y los diagramas de haz de la antena de los terminales de usuario HAPS, es preciso especificar la potencia adecuada con la latitud y el diagrama de haz de la antena.

En el Cuadro 5 aparecen los parámetros de los terminales de usuario HAPS con disminución de potencia cuando el diagrama de haz de la antena de la Recomendación UIT-R F.699 se aplica a dichos terminales. En los casos C y D del Cuadro, se excluyen los terminales de usuario HAPS en SAC y RAC, puesto que la probabilidad de dirigir los haces principales de los terminales hacia el receptor de la estación espacial del SFS aumenta debido al bajo ángulo de elevación a mayor latitud.

CUADRO 5

**Parámetros de compartición en función de la latitud del nadir HAPS
(utilización del diagrama de haz de la antena de la Recomendación UIT-R F.699)**

Caso	Latitud de HAPS y ET del SAT	Parámetros del transmisor	UAC	SAC	RAC
			Ángulos de elevación (90°-30°)	Ángulos de elevación (30°-15°)	Ángulos de elevación (15°-5°)
A	$0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$	Número de terminales de usuario	100	100	100
		Ganancia de antena	23 dBi	38 dBi	38 dBi
		Potencia	-13,2 dBW	-7 dBW	-1,5 dBW
B	$30^\circ < \phi \leq 50^\circ$	Número de terminales de usuario	100	100	100
		Ganancia de antena	23 dBi	38 dBi	38 dBi
		Potencia	-13,2 dBW	-12 dBW	-6,5 dBW
C	$50^\circ < \phi < 58^\circ$	Número de terminales de usuario	100	-	-
		Ganancia de antena	23 dBi	-	-
		Potencia	-13,2 dBW	-	-
D	$\phi \geq 58^\circ$	Número de terminales de usuario	100	-	-
		Ganancia de antena	23 dBi	-	-
		Potencia	-8,2 dBW	-	-

Observación

Caso A: Reducción de potencia de 5 dB sólo en UAC.

Caso B: Reducción de potencia de 5 dB en todas las zonas.

Caso C: Reducción de potencia de 5 dB en UAC sin usuarios en SAC ni en RAC.

Caso D: Sin reducción de potencia ni usuarios en SAC ni en RAC.

El Cuadro 6 presenta los parámetros para los terminales de usuario HAPS con reducción de potencia cuando se aplica a los mismos el diagrama de haz de la antena de la Recomendación UIT-T F.1245. Por la misma razón de antes, en los casos C y D del Cuadro, también se excluyen los terminales de usuario HAPS en SAC y RAC.

CUADRO 6

**Parámetros de compartición en función de la latitud del nadir HAPS
(utilización del diagrama de haz de la antena de la Recomendación UIT-R F.1245)**

Caso	Latitud de HAPS y ET del SAT	Parámetros del transmisor	UAC	SAC	RAC
			Ángulos de elevación (90°-30 °)	Ángulos de elevación (30°-15 °)	Ángulos de elevación (15°-5 °)
A	$0^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$	Número de terminales de usuario	100	100	100
		Ganancia de antena	23 dBi	38 dBi	38 dBi
		Potencia	-10,7 dBW	-7 dBW	-1,5 dBW
B	$30^\circ < \phi \leq 50^\circ$	Número de terminales de usuario	100	100	100
		Ganancia de antena	23 dBi	38 dBi	38 dBi
		Potencia	-12,2 dBW	-11 dBW	-5,5 dBW
C	$50^\circ < \phi < 58^\circ$	Número de terminales de usuario	100	-	-
		Ganancia de antena	23 dBi	-	-
		Potencia	-10,7 dBW	-	-
D	$\phi \geq 58^\circ$	Número de terminales de usuario	100	-	-
		Ganancia de antena	23 dBi	-	-
		Potencia	-8,2 dBW	-	-

Observación

Caso A: Reducción de potencia de 2,5 dB sólo en UAC.

Caso B: Reducción de potencia de 4 dB en todas las zonas.

Caso C: Reducción de potencia de 2,5 dB en UAC sin usuarios en SAC ni en RAC.

Caso D: Sin reducción de potencia ni usuarios en SAC ni en RAC.

La Fig. 5 muestra la posibilidad de evitar la interferencia causada por los terminales de usuario HAPS a la estación espacial del SFS mediante una reducción de potencia de hasta 5 dB en dichos terminales.

La Fig. 6 muestra la posibilidad de evitar la interferencia causada por los terminales de usuario HAPS a la estación espacial del SFS mediante una reducción de potencia de hasta 4 dB en dichos terminales.

Para bajas latitudes (inferiores a 30 grados), la potencia de los terminales de usuario HAPS en UAC es importante, pero para latitudes elevadas (superiores a 30 grados), las de SAC y RAC son el factor dominante. Las Figs. 5 y 6 muestran que ningún caso supera el criterio de interferencia.

FIGURA 5

FDA para los parámetros de los casos A, B, C y D
(utilización de los parámetros en el Cuadro 5)

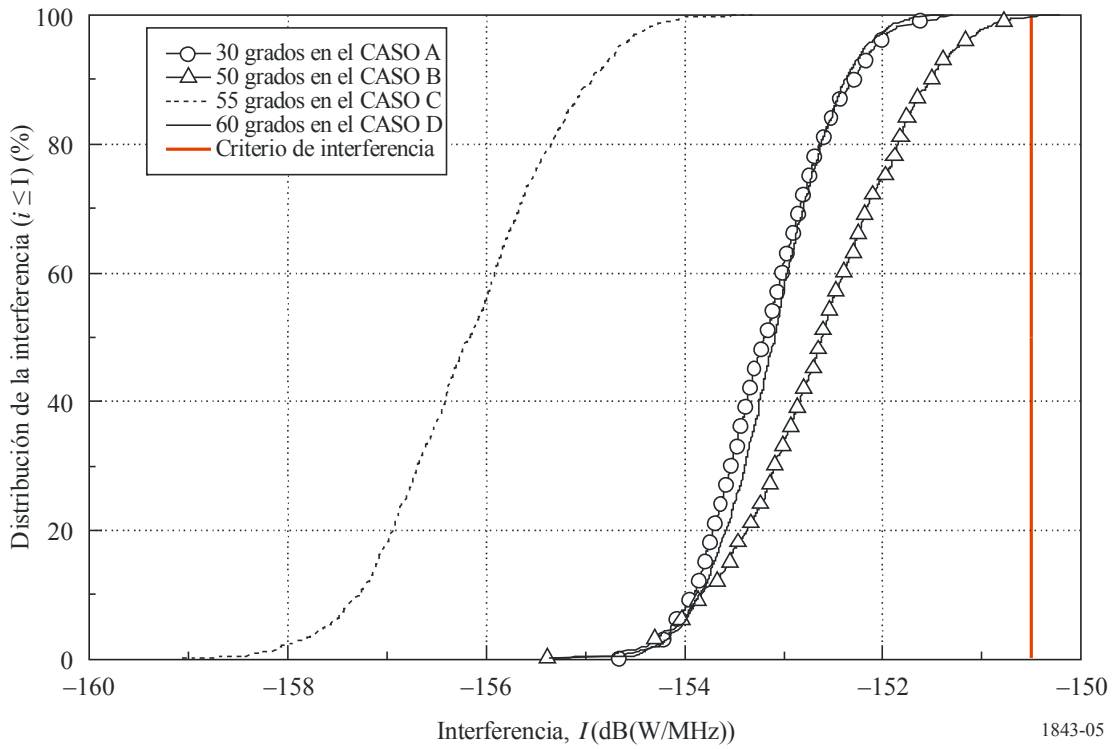
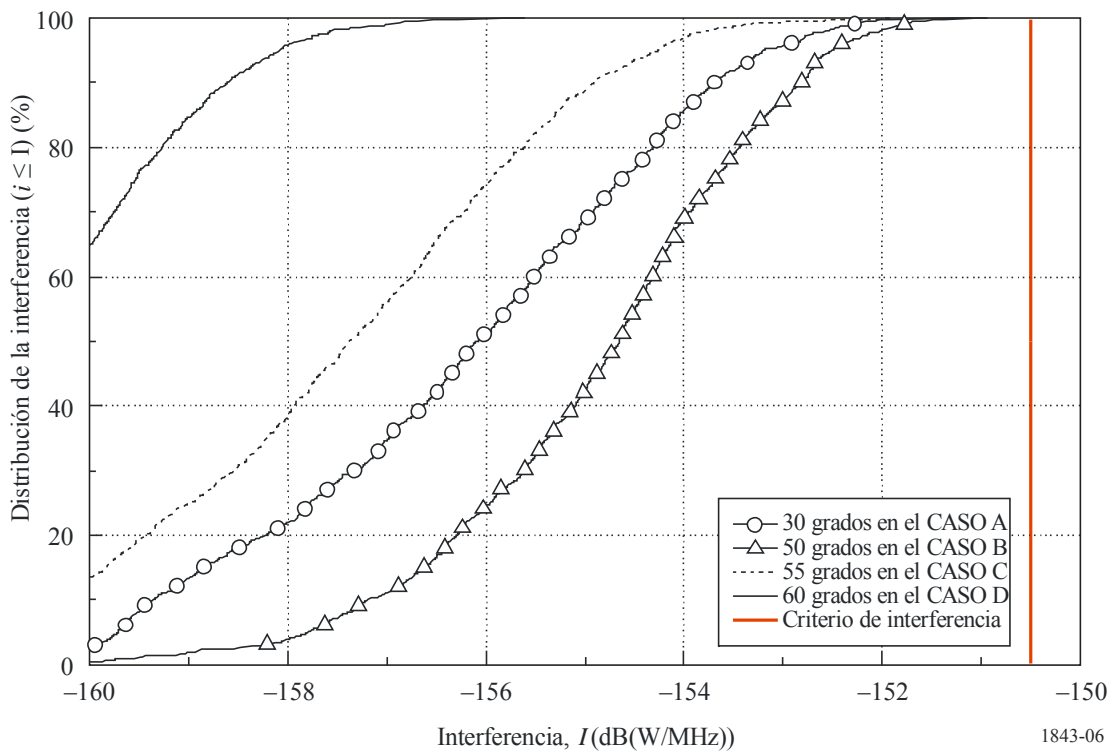


FIGURA 6

FDA para los parámetros de los casos A, B, C y D
(utilización de los parámetros en el Cuadro 6)



Si los terminales de usuario HAPS incorporan un sistema de control de potencia, pueden reducir la potencia de transmisión en condiciones de cielo despejado sin superar el criterio de interferencia del receptor de estación espacial del SFS en zona de cobertura común. En condiciones de cielo despejado, la reducción máxima obtenida puede ser igual a la atenuación debida a la lluvia de la Recomendación UIT-R F.1500, por ejemplo 11,2 dB; 14,9 dB y 22,4 dB en UAC, SAC y RAC, respectivamente. En este análisis, se supone que la reducción de potencia (por ejemplo, un máximo de 5 dB en el caso de los parámetros del Cuadro 5, y un máximo de 4 dB en el Cuadro 6) muestra la posibilidad de evitar la interferencia en una zona de cobertura común. Dicha reducción sería aplicable a zonas de cobertura compartida. En condiciones de lluvia, se restituiría la potencia reducida.

4 Resumen

En este Anexo se presenta una metodología y sus aplicaciones para determinar el nivel de potencia de terminales de usuario HAPS a fin de promover la compartición de frecuencia entre terminales de usuario HAPS y una estación espacial del SFS en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz. La reducción de potencia puede ajustarse al criterio de interferencia cuando se utilizan los parámetros mostrados en los Cuadros 5 y 6 (es decir, gama de control de potencia de 5 dB).

En resumen, en este Anexo se muestra la posibilidad de evitar la interferencia provocada a los receptores de una estación espacial del SFS por terminales de usuario HAPS con una gama de control de potencia de 5 dB.
