

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R F.1501
(05/2000)

Distancia de coordinación en los sistemas del servicio fijo cuando intervienen estaciones situadas en plataformas a gran altitud (HAPS) que comparten las bandas de frecuencias 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz con otros sistemas del servicio fijo

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.1501*

Distancia de coordinación en los sistemas del servicio fijo cuando intervienen estaciones situadas en plataformas a gran altitud (HAPS) que comparten las bandas de frecuencias 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz con otros sistemas del servicio fijo

(2000)

Cometido

La presente Recomendación describe métodos de cálculo para determinar las distancias de coordinación entre los sistemas del servicio fijo que utilizan estaciones situadas en plataformas a gran altitud (HAPS) y otros sistemas en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la CMR-97 designó las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz para su utilización por HAPS en el servicio fijo;
- b) que estas bandas están también atribuidas para su utilización por los servicios fijo, fijo por satélite y móvil;
- c) que la compartición de frecuencias por el sistema del servicio fijo que utilizan HAPS y otros sistemas del servicio fijo está siendo examinada por el UIT-R;
- d) que puede haber necesidad de establecer criterios para determinar las distancias de coordinación, dentro de las cuales sería necesario considerar acuerdos de compartición detallados, o que puede haber necesidad de especificar distancias de coordinación predeterminadas,

recomienda

- 1 que se utilice el Anexo 1 para la determinación de la distancia de coordinación o como base para establecer una distancia de coordinación predeterminada entre estaciones que operan en una red de plataformas situada a gran altitud (HAPN) y otras estaciones del servicio fijo.

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

Anexo 1

Distancia de coordinación en los sistemas que exigen el uso de HAPS

1 Distancia de coordinación geométrica

En una evaluación inicial, puede ser adecuado utilizar una distancia de coordinación basada en la visibilidad por encima del horizonte (incluida la refracción atmosférica) entre una HAPS y otras estaciones en el servicio fijo convencional o en diferentes HAPN.

Debe adoptarse la siguiente distancia de coordinación predeterminada (medida a partir del punto subHAPS) entre una HAPS y terminales en tierra de otros sistemas del servicio fijo convencional o de una HAPN diferente:

$$150 + (141,6 - 0,274 h) \sqrt{h} \quad \text{km} \quad (1)$$

donde h es la altitud de la HAPS (km) sobre el nivel del mar, en la gama 20-50 km.

Debe adoptarse la siguiente distancia de coordinación predeterminada (medida a partir del punto subHAPS) entre HAPS de diferentes sistemas:

$$(141,6 - 0,274 h_1) \sqrt{h_1} + (141,6 - 0,274 h_2) \sqrt{h_2} \quad \text{km} \quad (2)$$

donde h_1 y h_2 son las altitudes de las HAPS (km) sobre el nivel del mar de cada uno de los sistemas, ambas en la gama 20-50 km.

2 Distancia de coordinación utilizando parámetros de sistemas típicos y condiciones de propagación representativas en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz

2.1 Atenuación de propagación mínima debida a los gases atmosféricos

2.1.1 Atenuación entre una HAPS y terminales en tierra

En el trayecto comprendido entre una HAPS y terminales en tierra de otros sistemas del servicio convencional o de una HAPN diferente, los gases atmosféricos, incluido el vapor de agua, causan atenuación, que depende de la distribución a lo largo del trayecto de parámetros meteorológicos tales como la temperatura, la presión y la humedad, y por ende varía con la posición geográfica del emplazamiento, el mes del año, la altura sobre el nivel del mar de un terminal en tierra, el ángulo de elevación del trayecto oblicuo y la frecuencia de explotación.

De acuerdo con la Recomendación UIT-R SF.1395, pueden utilizarse las siguientes fórmulas numéricas para estimar la atenuación mínima de trayecto oblicuo en la banda de 47 GHz, donde:

$A_L(h, \theta)$, $A_M(h, \theta)$ y $A_H(h, \theta)$: pérdida total por absorción atmosférica (dB) en las áreas de latitud baja (a menos de 22,5° del Ecuador), latitud media (a más de 22,5°, pero a menos de 45° del Ecuador) y de alta latitud (45° o más del Ecuador), respectivamente;

h y θ : altitud sobre el nivel del mar de la antena del terminal en tierra (km) y ángulo de elevación (grados), respectivamente.

La aproximación se llevó a cabo para $0 \leq h \leq 3$ km y $0 \leq \theta \leq 90^\circ$. El ángulo de elevación real puede determinarse a partir del ángulo de elevación obtenido en condiciones de propagación en espacio libre utilizando el método de la Recomendación UIT-R F.1333. Para ángulos de elevación reales por debajo de 0° , debe utilizarse la atenuación para 0° .

Banda de frecuencias 47,2-47,5 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a las frecuencias altas, y, por tanto, las siguientes fórmulas dan la atenuación a 47,2 GHz.

$$A_L(h, \theta) = 52,43/[1 + 0,7364 \theta + 0,03601 \theta^2 - 0,001099 \theta^3 + 0,8024 \times 10^{-5} \theta^4 + h(0,2624 + 0,2479 \theta) + h^2(0,08130 + 0,02637 \theta)] \quad (3a)$$

$$A_M(h, \theta) = 47,00/[1 + 0,7004 \theta + 0,03568 \theta^2 - 0,001081 \theta^3 + 0,7878 \times 10^{-5} \theta^4 + h(0,2527 + 0,1970 \theta) + h^2(0,05539 + 0,03239 \theta)] \quad (3b)$$

$$A_H(h, \theta) = 46,70/[1 + 0,6872 \theta + 0,03637 \theta^2 - 0,001105 \theta^3 + 0,8087 \times 10^{-5} \theta^4 + h(0,2472 + 0,1819 \theta) + h^2(0,04858 + 0,03221 \theta)] \quad (3c)$$

Banda de frecuencias 47,9-48,2 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a las frecuencias altas, y, por tanto, las siguientes fórmulas dan la atenuación a 47,9 GHz.

$$A_L(h, \theta) = 57,90/[1 + 0,7262 \theta + 0,03534 \theta^2 - 0,001074 \theta^3 + 0,7826 \times 10^{-5} \theta^4 + h(0,2576 + 0,2382 \theta) + h^2(0,07645 + 0,02443 \theta)] \quad (4a)$$

$$A_M(h, \theta) = 53,06/[1 + 0,6962 \theta + 0,03555 \theta^2 - 0,001076 \theta^3 + 0,7840 \times 10^{-5} \theta^4 + h(0,2495 + 0,1940 \theta) + h^2(0,05420 + 0,03176 \theta)] \quad (4b)$$

$$A_H(h, \theta) = 53,21/[1 + 0,6864 \theta + 0,03632 \theta^2 - 0,001103 \theta^3 + 0,8073 \times 10^{-5} \theta^4 + h(0,2476 + 0,1812 \theta) + h^2(0,04791 + 0,03191 \theta)] \quad (4c)$$

2.1.2 Atenuación entre dos HAPS

Si dos HAPS utilizan dos bandas de frecuencias para sentidos opuestos de transmisión, existe una posibilidad de interferencia inaceptable entre las mismas. Si la distancia entre los puntos subHAPS es suficientemente grande, el trayecto puede estar sujeto a atenuación debida a los gases atmosféricos, sobre todo en la atmósfera inferior. El método de estimación del valor mínimo de esta atenuación se describe a continuación.

En primer lugar, se calcula la altitud media, h_0 (km), de las altitudes h_1 y h_2 de las dos HAPS como sigue:

$$h_0 = (h_1 + h_2)/2 \quad (5)$$

Se supone que h_1 y h_2 pueden ser diferentes, pero la diferencia no es significativa (véase la Nota 2).

Se calcula a continuación por el Cuadro 1, para $20 \leq h_0 \leq 30$ km, la altitud mínima del trayecto, h (km) entre las dos HAPS. Para esos valores de h_0 y la distancia, que no se indica en el Cuadro 1, la altitud mínima del trayecto puede estimarse mediante una interpolación adecuada.

El Cuadro 1 se elaboró para el modelo de refractividad atmosférica de refracción máxima definido en la Recomendación UIT-R SF.765.

CUADRO 1

Altitud mínima del trayecto entre dos HAPS

Distancia subHAPS (km)	Altitud mínima del trayecto, h (km)					
	Para una altitud media de dos HAPS, h_0					
	20 km	22 km	24 km	26 km	28 km	30 km
350	17,63	–	–	–	–	–
400	16,91	–	–	–	–	–
450	16,10	–	–	–	–	–
500	15,20	17,16	–	–	–	–
550	14,22	16,16	–	–	–	–
600	13,16	15,08	17,03	–	–	–
650	12,03	13,92	15,85	17,79	–	–
700	10,84	12,69	14,59	16,51	–	–
750	9,61	11,41	13,26	15,16	17,08	–
800	8,36	10,09	11,89	13,74	15,63	17,55
850	7,11	8,75	10,47	12,27	14,12	16,01
900	5,89	7,42	9,05	10,77	12,56	14,40
950	4,73	6,13	7,64	9,26	10,97	12,75
1000	3,64	4,91	6,29	7,79	9,39	11,08
1050	2,66	3,77	5,01	6,37	7,85	9,43
1100	1,78	2,75	3,84	5,05	6,38	7,83
1150	1,00	1,84	2,79	3,85	5,03	6,33
1200	0,32	1,04	1,89	2,78	3,80	4,95
1250	–	0,35	1,05	1,84	2,72	3,71
1300	–	–	0,35	1,02	1,77	2,62
1350	–	–	–	0,32	0,96	1,68
1400	–	–	–	–	0,26	0,87
1450	–	–	–	–	–	0,18

Cuando $h \geq 17$ km, la atenuación es despreciablemente pequeña. Si $0 \leq h < 17$ km, la atenuación de propagación mínima puede ser estimada por las fórmulas numéricas siguientes, donde:

$A_L(h)$, $A_M(h)$, $A_H(h)$: pérdida total por absorción atmosférica (dB) en las áreas de latitud baja, latitud media y latitud alta, respectivamente.

Banda de frecuencias 47,2-47,5 GHz

$$A_L(h) = 104,36/(1 + 0,25960 h + 0,092795 h^2 - 0,0047598 h^3 + 0,00018436 h^4 + 0,000031666 h^5) \quad (6a)$$

$$A_M(h) = 93,94/(1 + 0,28813 h + 0,010729 h^2 - 0,018033 h^3 - 0,0024068 h^4 + 0,00014071 h^5) \quad (6b)$$

$$A_H(h) = 93,39/(1 + 0,27156 h + 0,023900 h^2 + 0,0096081 h^3 - 0,0013613 h^4 + 0,00012031 h^5) \quad (6c)$$

Banda de frecuencias 47,9-48,2 GH

$$A_L(h) = 115,28/(1 + 0,25520 h + 0,085840 h^2 - 0,0041978 h^3 + 0,00016894 h^4 + 0,000030414 h^5) \tag{7a}$$

$$A_M(h) = 106,07/(1 + 0,28529 h + 0,0097223 h^2 + 0,017834 h^3 - 0,0023697 h^4 + 0,00013852 h^5) \tag{7b}$$

$$A_H(h) = 106,44/(1 + 0,27253 h + 0,023020 h^2 + 0,0095858 h^3 - 0,0013468 h^4 + 0,00011928 h^5) \tag{7c}$$

NOTA 1 – Cuando $0 \leq h \leq 3$ km, los valores de las ecuaciones (6a)-(7c) son casi dos veces los valores de las ecuaciones (3a)-(4c) para la misma altitud y $\theta = 0^\circ$.

NOTA 2 – Para la misma altitud media h_0 , cuando h_1 y h_2 no son iguales, la altitud mínima del trayecto resulta ligeramente más baja, lo que produce una pérdida por absorción atmosférica ligeramente mayor. El Cuadro 2 presenta la altitud mínima (km) del trayecto en el caso de $h_0 = 25$ km. Los efectos de las altitudes de HAPS desiguales son pequeños.

CUADRO 2

Altitud mínima del trayecto en el caso de $h_0 = 25$ km

Distancia subHAPS (km)	Altitud mínima del trayecto (km)					
	Para h_1 y h_2					
	25/25 km	24/26 km	23/27 km	22/28 km	21/29 km	20/30 km
700	15,55	15,52	15,45	15,32	15,14	14,90
900	9,90	9,88	9,84	9,77	9,66	9,53
1 100	4,43	4,42	4,40	4,36	4,31	4,24
1 300	0,68	0,67	0,66	0,64	0,62	0,58

2.2 Distancia de coordinación utilizando parámetros de sistemas típicos

Este asunto requiere ulterior estudio.
