|  |
| --- |
| **Recomendación UIT-R SF.1395**  **(03/1999)** |
| **Atenuación mínima de propagación debida a los gases atmosféricos que debe utilizarse en los estudios de compartición de frecuencias entre el servicio fijo por satélite y el servicio fijo** |
| **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** | 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, 2011

© UIT 2011

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.1395[[1]](#footnote-1)\*, [[2]](#footnote-2)\*\*

ATENUACIÓN MÍNIMA DE PROPAGACIÓN DEBIDA A LOS GASES ATMOSFÉRICOS QUE  
DEBE UTILIZARSE EN LOS ESTUDIOS DE COMPARTICIÓN DE FRECUENCIAS  
ENTRE EL SERVICIO FIJO POR SATÉLITE Y EL SERVICIO FIJO

(1999)

Rec. UIT-R SF.1395

**Cometido**

Esta Recomendación contiene fórmulas aproximadas de la atenuación de propagación mínima en el enlace Tierra-espacio debida a gases atmosféricos para uso en estudios de compartición de frecuencias entre el servicio fijo por satélite y el servicio fijo. Se presentan tres fórmulas para cada una de las 13 bandas de frecuencias en la gama 10-50 GHz, que corresponden a zonas en latitud baja, latitud media y latitud elevada. La información contenida en esta Recomendación se basa en la Recomendación UIT-R P.676-3 (Ginebra, 1997) y la Recomendación UIT-R P.835-2 (Ginebra, 1997).

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

a) que la atenuación en trayecto oblicuo entre una estación terrenal y una estación espacial (geoestacionaria o no geoestacionaria), resultante de la absorción debida a los gases atmosféricos, incluyendo el vapor de agua, es un factor importante para los estudios de compartición de frecuencias entre el servicio fijo por satélite (SFS) y el servicio fijo;

b) que la atenuación en trayecto oblicuo depende de la distribución a lo largo del trayecto de parámetros meteorológicos tales como la temperatura, la presión y la humedad, y que por tanto, varía con la ubicación geográfica del emplazamiento, el mes del año, la altura de una estación del servicio fijo sobre el nivel del mar y el ángulo de elevación del trayecto oblicuo;

c) que dicha atenuación en trayecto oblicuo puede estimarse mediante el método descrito en el Anexo 1 a la Recomendación UIT‑R P.676, pero que conviene contar con un procedimiento simple para estimar la atenuación;

d) que a efectos de los estudios de compartición de frecuencias es necesario definir los parámetros en el mes más seco al nivel del mar para cada zona climática, sobre la base de la Recomendación UIT‑R P.835;

e) que la atenuación en trayecto oblicuo es una función complicada de la frecuencia y que para cada banda de frecuencias debe elegirse una frecuencia representativa que dé la atenuación mínima,

recomienda

**1** que para los estudios de compartición de frecuencias entre los sistemas del SFS y del servicio fijo en cada banda de frecuencias, se estime la atenuación en trayecto oblicuo resultante de la absorción debida a los gases atmos­féricos, incluyendo el vapor de agua, en una frecuencia representativa que dé la atenuación mínima en dicha banda (véase la Nota 1);

**2** que se utilice el método del Anexo 1 para la estimación de la atenuación en trayecto oblicuo debida a la absorción atmosférica (véanse las Notas 2, 3 y 4).

NOTA 1 – La información de esta Recomendación sólo es aplicable a los estudios de compartición de frecuencias, porque trata sobre la atenuación en trayecto oblicuo durante el mes más seco.

NOTA 2 – Cuando se precisen más detalles, éstos pueden obtenerse de la Recomendación UIT‑R P.676.

NOTA 3 – La información de esta Recomendación se basa en la Recomendación UIT-R P.676-3 (Ginebra, 1997) y en la Recomendación UIT-R P.835-2 (Ginebra, 1997).

NOTA 4 – La Recomendación UIT-R F.1404 contiene fórmulas aproximadas de la atenuación en trayecto oblicuo mínima debida a la absorción atmosférica para las bandas de frecuencia compartidas por el servicio fijo y los servicios de radiodifusión por satélite, móvil por satélite y científicos espaciales.

ANEXO 1

Estimación de la atenuación de la propagación en trayecto oblicuo debida  
a los gases atmosféricos, que debe utilizarse en los estudios de  
compartición de frecuencias entre el SFS y el servicio fijo

# 1 Introducción

La atenuación en trayecto oblicuo entre una estación terrenal y una estación espacial (geoestacionaria o no geoestacio­naria) resultante de la absorción debida a los gases atmosféricos, incluyendo el vapor de agua, es un factor importante para los estudios de compartición de frecuencias entre el SFS y el servicio fijo. La atenuación en trayecto oblicuo depende de la distribución a lo largo del trayecto de parámetros meteorológicos tales como la temperatura, la presión y la humedad, y por tanto, varía con la ubicación geográfica del emplazamiento, el mes del año, la altura de una estación del servicio fijo sobre el nivel del mar y el ángulo de elevación del trayecto oblicuo, así como con la frecuencia de funcionamiento. El procedimiento para calcular la atenuación en trayecto oblicuo es el de raya por raya que figura en el Anexo 1 a la Recomendación UIT-R P.676.

En el cálculo detallado de la atenuación atmosférica puede utilizarse la información local del contenido medio de vapor de agua en el mes más seco y de otros parámetros meteorológicos junto con los modelos atmosféricos de la Recomendación UIT-R P.835. Cuando no se dispone de esta información, los resultados indicados a continuación ofrecen un procedimiento sencillo para estimar la atenuación atmosférica.

Las fórmulas del § 2 examinan cada una de las bandas de frecuencia atribuidas al SFS y al servicio fijo a título compar­tido y se presenta para cinco zonas geográficas representativas del mundo (hemisferios septentrional y meridional).

# 2 Estimación de la atenuación en trayecto oblicuo

A los efectos de esta estimación simplificada, se dice que una estación del servicio fijo pertenece a una de las tres zonas climáticas indicadas, dependiendo únicamente de la latitud (valor absoluto) de la estación:

– latitudes bajas a menos de 22,5 del Ecuador;

– latitudes medias superiores a 22,5, pero inferiores a 45 respecto al Ecuador;

– latitudes elevadas de 45 o más respecto al Ecuador.

El Cuadro 1 muestra los parámetros climatológicos para cada una de estas zonas. Véase que la densidad de vapor de agua a nivel del mar para clima de latitud baja es inferior a la que prescribe la Recomendación UIT-R P.835 corres­pondiente a la estación seca. Los valores de atenuación para esta zona se han determinado en función del ángulo de elevación del trayecto real de transmisión desde la estación del servicio fijo a la posición de la estación espacial (geoestacionaria o no geoestacionaria). En los puntos siguientes se ofrece la fórmula numérica de la atenuación atmosférica que se aproxima a los valores teóricos:

*AL* (*h*, ), *AM* (*h*, ) y *AH* (*h*, ): pérdidas totales de absorción atmosférica (dB) para latitudes bajas, medias y elevadas, respectivamente;

*h* y *θ*:altitud de la antena del servicio fijo sobre el nivel del mar (km) y ángulo de elevación (grados), respectivamente.

CUADRO 1

Parámetros a nivel del mar para las zonas climáticas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Zona climática | Temperatura (K) | Presión atmosférica (hPa) | Densidad de vapor de agua (g/m3) |
| Latitud baja | 300,4 | 1 012,0 | 10,0 |
| Latitud media | 272,7 | 1 018,9 | 3,5 |
| Latitud elevada | 257,4 | 1 010,8 | 1,23 |

El método del Anexo 1 de la Recomendación UIT-R P.676 se utilizó para la integración. En el cálculo de las pérdidas se utilizaron los perfiles de temperatura, de presión y de densidad de vapor de agua con la altura que se definen en la Recomendación UIT-R P.835. La aproximación se efectuó para 0  *h*  3 km y 0    90.

El ángulo real de elevación puede determinarse a partir del ángulo de elevación obtenido para condiciones de propagación en el espacio libre, utilizando el método de la Recomendación UIT‑R F.1333. Para ángulos reales de elevación por debajo de 0º, debe utilizarse la atenuación correspondiente a 0º.

NOTA 1 – En algunas situaciones, puede ser necesario estimar la atenuación en frecuencias específicas basándose en las fórmulas indicadas a continuación. Por ejemplo, si es necesario hallar la atenuación en la zona de latitud baja a 18,5 GHz, es posible estimar esta atenuación interpolando la atenuación a 17,7 GHz (véase la ecuación (4a)) y a 18,8 GHz (véase la ecuación (5a)). No obstante, para que dicha interpolación sea precisa, las dos frecuencias represen­tativas adyacentes deben estar razonablemente próximas entre sí.

## 2.1 Banda de frecuencias 10,7-11,7 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 10,7 GHz.

*AL* (*h*, ) = 3,40 / [1  0,8356   *h* (0,2693  0,2753 θ )  0,1002 *h* 2] (1a)

*AM* (*h*,  ) = 3,01 / [1  0,7509   *h* (0,3991  0,2149  )] (1b)

*AH* (*h*,  ) = 2,98 / [1  0,7477   *h* (0,3737  0,2072  )] (1c)

## 2.2 Banda de frecuencias 11,7-12,75 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 11,7 GHz.

*AL* (*h*,  )  3,84 / [1  0,8598   *h* (0,2815  0,3031  )  0,1148 *h* 2] (2a)

*AM* (*h*,  )  3,23 / [1  0,7585   *h* (0,4154  0,2232  )] (2b)

*AH* (*h*,  )  3,12 / [1  0,7487   *h* (0,3792  0,2102  )] (2c)

## 2.3 Banda de frecuencias 14,3-14,8 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 14,3 GHz.

*AL* (*h*,  )  5,59 / [1  0,9245   *h* (0,3063  0,3929  )  0,1671 *h* 2] (3a)

*AM* (*h*,  )  4,00 / [1  0,8411   *h* (0,2844  0,2832  )  0,09031 *h* 2] (3b)

*AH* (*h*,  )  3,63 / [1  0,7509   *h* (0,3973  0,2205  )] (3c)

## 2.4 Banda de frecuencias 17,7-18,8 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 17,7 GHz.

*AL* (*h*,  )  11,38 / [1  0,8601  ** 0,04510  2  *h* (0,2342  0,6585  )  0,2658 *h* 2] (4a)

*AM* (*h*,  )  6,54 / [1  0,8994   *h* (0,2971  0,3762  )  0,1322 *h* 2] (4b)

*AH* (*h*,  )  4,95 / [1  0,8149   *h* (0,2205  0,2830  )  0,09616 *h* 2] (4c)

## 2.5 Banda de frecuencias 18,8-19,3 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 18,8 GHz.

*AL* (*h*,  )  16,17 / [1  0,9205   0,03829  2  
 *h* (0,2888  0,4380  )  *h* 2 (0,2481  0,1380  )] (5a)

*AM* (*h*,  )  8,38 / [1  0,9117   *h* (0,2821  0,4201  )  0,1500 *h* 2] (5b)

*AH* (*h*,  )  5,87 / [1  0,8171   *h* (0,1962  0,3061  )  0,1079 *h* 2] (5c)

## 2.6 Banda de frecuencias 19,3-19,7 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 19,3 GHz.

*AL* (*h*,  )  19,17 / [1  0,9089   0,04175  2 *h* (0,2674  0,4401  )  *h* 2 (0,2570  0,1485  )] (6a)

*AM* (*h*,  )  9,34 / [1  0,7790   0,03929  2  *h* (0,2256  0,4979  )  0,1562 *h* 2] (6b)

*AH* (*h*,  )  6,45 / [1  0,8152   *h* (0,1799  0,3163  )  0,1141 *h* 2] (6c)

## 2.7 Banda de frecuencias 27,0-27,5 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es inferior a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 27,5 GHz.

*AL* (*h*,  )  22,73 / [1  0,9463   0,03455  2 *h* (0,3232  0,4519  )  *h* 2 (0,2486  0,1317  )] (7a)

*AM* (*h*,  )  11,96 / [1  0,8121  ** 0,03055  2  *h* (0,2619  0,4728  )  0,1490 *h* 2] (7b)

*AH* (*h*,  )  8,77 / [1  0,8259  ** *h* (0,2163  0,3037  )  0,1067 *h* 2] (7c)

## 2.8 Banda de frecuencias 27,5-29,5 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es generalmente inferior a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 29,5 GHz.

*AL* (*h*,  )  20,10 / [1  0,9428   0,02816 2 *h* (0,3417  0,4499  )  *h* 2 (0,2165  0,09728  )] (8a)

*AM* (*h*,  )  11,51 / [1  0,8174   0,02298 2  *h* (0,2734  0,4214  )  0,1291 *h* 2] (8b)

*AH* (*h*,  )  9,00 / [1  0,8202  * h* (0,2324  0,2825  )  0,09510 *h* 2] (8c)

## 2.9 Banda de frecuencias 37,5-40,5 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 37,5 GHz.

*AL* (*h*,  )  23,21 / [1  0,8042   0,05421 2 – 0,001771 3  0,1382  10–4 4 *h* ( 0,2743  0,4897  )  0,1742 *h* 2] (9a)

*AM*(*h*,  )  16,60 / [1  0,8121   0,01302 2  
 *h* (0,3027  0,2572  )  *h* 2 (0,07186  0,03217  )] (9b)

*AH* (*h*,  )  14,44 / [1  0,7365   0,01542 2  *h* (0,2202  0,2754  )  0,07416 *h* 2] (9c)

## 2.10 Banda de frecuencias 40,5-42,5 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 40,5 GHz.

*AL* (*h*,  )  27,78 / [1  0,7880   0,04877 2 – 0,001566 3  0,1202  10–4 4  
 *h* (0,2729  0,4361  )  0,1473 *h* 2] (10a)

*AM* (*h*,  )  20,76 / [1  0,6980   0,04731  2 – 0,001508 3  0,1157  10–4 4  
 *h* (0,2497  0,3257  )  0,07995 *h* 2] (10b)

*AH* ( *h*,  )  18,92 / [1  0,6577   0,04678 2 – 0,001484 3  0,1139  10–4 4  
 *h* (0,2200  0,2811  )  0,06507 *h* 2] (10c)

## 2.11 Banda de frecuencias 42,5-43,5 GHz

En esta banda de frecuencias, la atenuación es mayor a frecuencias más altas y, por tanto, las fórmulas siguientes dan la atenuación a 42,5 GHz.

*AL* (*h*,  )  32,19 / [1  0,7732   0,04549 2 – 0,001445 3  0,1096  10–4 4  
 *h* (0,2687  0,3992  )  0,1297 *h* 2] (11a)

*AM* (*h*,  )  25,20 / [1  0,6884   0,04608 2 – 0,001462 3  0,1117  10–4 4  
 *h* (0,2437  0,3107  )  0,07470 *h* 2] (11b)

*AH* ( *h*,  )  23,56 / [1  0,6557   0,04605 2 – 0,001457 3  0,1115  10–4 4  
 *h* (0,2216  0,2749  )  0,06237 *h* 2] (11c)

## 2.12 Banda de frecuencias 47,2-50,2 GHz

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

*AL* (*h*,  )  52,43 / [1 0,7364  ** 0,03601 2 – 0,001099 3  0,8024  10–54  
 *h* (0,2642  0,2479  )  *h* 2 (0,08130  0,02637  )] (12a)

*AM* (*h*,  )  47,00 / [1  0,7004   0,03568 2 – 0,001081 3  0,7878  10–54  
 *h* (0,2527  0,1970  ) ** *h* 2 (0,05539  0,03239  )] (12b)

*AH* (*h*,  )  46,70 / [1  0,6872   0,03637 2 – 0,001105 3  0,8087  10–54  
 *h* (0,2472  0,1819  )  *h* 2 (0,04858  0,03221  )] (12c)

## 2.13 Banda de frecuencias 47,9-48,2 GHz

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

*AL* (*h*,  )  57,90 / [1  0,7262   0,03534 2 – 0,001074 3  0,7826  10–5 4  
 *h* (0,2576  0,2382  )  *h* 2 (0,07645  0,02443  )] (13a)

*AM* (*h*,  )  53,06 / [1  0,6962   0,03555 2 – 0,001076 3  0,7840  10–5 4  
 *h* (0,2495  0,1940  )  *h* 2 (0,05420  0,03176  )] (13b)

*AH* ( *h*,  )  53,21 / [1  0,6864   0,03632 2 – 0,001103 3  0,8073  10–5  4  
 *h* (0,2476  0,1812  )  *h* 2 (0,04791  0,03191  )] (13c)

NOTA 1 – Aunque la banda 47,9-48,2 GHz forma parte de la banda 47,2-50,2 GHz, se han desarrollado fórmulas distintas para la banda 47,9-48,2 GHz porque el número S5.552A del Reglamento de Radiocomunicaciones atribuye la banda 47,9-48,2 GHz para las estaciones situadas en plataformas de gran altitud del servicio fijo que comparten frecuencias con el SFS (Tierra-espacio). La atenuación en trayecto oblicuo entre el suelo y la estación sobre la plataforma, a una altitud de 20 km o superior, será muy similar a la de un trayecto Tierra-espacio del mismo ángulo de elevación.

1. \* Esta Recomendación debe sealarse a la atención de la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones (Grupo de Trabajo 3J de Radiocomunicaciones). [↑](#footnote-ref-1)
2. \*\* La Comisión de Estudio 5 de Radiocomunicaciones incorporó enmiendas de forma a la presente Recomendación en diciembre de 2009 con arreglo a la Resolución UIT-R 1. [↑](#footnote-ref-2)