

## RECOMENDACIÓN UIT-R SF.1006\*

**DETERMINACIÓN DE LA INTERFERENCIA POTENCIAL ENTRE ESTACIONES TERRENAS DEL SERVICIO FIJO POR SATÉLITE Y ESTACIONES DEL SERVICIO FIJO**

(1993)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que cuando la zona de coordinación de una estación terrena, establecida por el método de la Recomendación UIT-R SM.1448, incluye al territorio de otra administración, se requiere la consulta mutua entre las administraciones en cuestión;
- b) que se ha de examinar cada estación del servicio fijo interior a la zona de coordinación para determinar si experimentará o causará interferencia superior a la admisible;
- c) que la Recomendación UIT-R P.452 establece las bases de la propagación para evaluar la interferencia individual punto a punto;
- d) que la experiencia ha demostrado que, en muchos casos, pueden lograrse distancias de separación hasta de unos pocos kilómetros, en circunstancias de terreno y apantallamiento típicos (véase la fig. 1);
- e) que la metodología para determinar el nivel de interferencia es motivo de acuerdo entre las administraciones interesadas;
- f) que, no obstante, puede ser útil ofrecer orientaciones a las administraciones sobre la determinación precisa de estos valores para realizar un análisis preliminar en el proceso de coordinación detallada y de evaluación de la interferencia,

*recomienda*

1. la posible utilización de los métodos descritos en el anexo 1, para evaluar el potencial de interferencia entre estaciones terrenas y estaciones específicas del servicio fijo en la zona de coordinación.

## ANEXO 1

**Determinación de la interferencia potencial entre estaciones terrenas del servicio fijo por satélite y estaciones del servicio fijo**

El método indicado a continuación puede utilizarse para evaluar si la interferencia entre estaciones terrenas y estaciones terrenales específicas puede llegar a rebasar un nivel predeterminado.

**1. Procedimiento preliminar de eliminación**

El método de cálculo de la zona de coordinación descrito en la Recomendación UIT-R SM.1448 presupone determinados valores de referencia para los parámetros de las estaciones terrenales. Un importantísimo porcentaje de las estaciones terrenales existentes o previstas en el interior de una zona de coordinación puede eliminarse si se conocen sus

---

\* Las Comisiones de Estudio 4 y 9 de Radiocomunicaciones efectuaron modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2000 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

parámetros reales o previstos empleando las curvas auxiliares definidas en el apéndice S7 al Reglamento de Radio-comunicaciones (RR).

Un juego de curvas está relacionado con el factor de sensibilidad a la interferencia  $S$  de la estación terrenal, definido por:

$$S = G_r - P_r(p) \quad \text{dBW} \quad (1)$$

donde:

$G_r$ : ganancia neta (dBi) (es decir, la ganancia de la antena menos la pérdida de la línea de alimentación (dBi), con relación a una antena isotrópica de la antena receptora de la estación terrenal en la dirección de la estación terrena); (de no conocer la pérdida de la línea de alimentación, se tomará un valor igual a 0 dB);

$P_r(p)$ : nivel admisible de potencia de interferencia (dBW) en la anchura de banda de referencia, que no debe rebasarse durante más de un porcentaje  $p$  del tiempo, a la entrada del receptor de una estación expuesta a interferencia (en este caso una estación terrenal).

El otro juego de curvas está asociado a distintos valores de la p.i.r.e. de la estación terrenal:

$$E = P_t' + G_t' \quad \text{dBW} \quad (2)$$

donde:

$P_t'$ : potencia de transmisión (dBW), en la anchura de banda de referencia  $B$ , disponible a la entrada de la antena de una estación interferente (en este caso una estación terrenal);

$G_t'$ : ganancia con relación a la antena isotrópica (dBi) de la antena transmisora de la estación terrenal en la dirección de la estación terrena.

Puede analizarse ahora cada estación terrenal situada en la zona de coordinación para determinar si puede hacerse caso omiso de ella:

- en el caso de las estaciones terrenales que pueden estar sujetas a interferencia por parte de la estación terrena, hay que determinar su factor de sensibilidad a la interferencia en la dirección de la estación terrena. Si este valor es inferior al correspondiente a la curva más inmediata fuera de la cual se halle la estación, puede excluirse ésta. En otro caso, debe procederse al cálculo detallado de la probabilidad de interferencia, tal como se indica en el § 2;
- en el caso de las estaciones terrenales que pueden interferir a la estación terrena, se determinará el valor real de la p.i.r.e. en la dirección de la estación terrena. Si este valor es inferior al correspondiente a la curva más inmediata fuera de la cual se halle la estación terrenal, puede excluirse ésta. En otro caso, deberán efectuarse cálculos detallados, que se indican en el § 2.

Este método se basa en la hipótesis de que no se excede el número de interferencias supuestas en la Recomendación UIT-R SM.1448 para el cálculo de las curvas auxiliares.

Las estaciones terrenales eliminadas por el procedimiento anterior en lo que respecta al modo de propagación a lo largo del círculo máximo deben, sin embargo, seguir considerándose en lo que concierne al modo de propagación por dispersión debida a hidrometeoros cuando están situadas dentro de la zona de coordinación de dispersión por hidrometeoros.

## 2. Determinación del potencial de interferencia debida al modo de propagación a lo largo del círculo máximo; modo (1)

Las estaciones terrenales situadas dentro de la zona de coordinación que no hayan podido eliminarse con el método descrito en el § 1, deben ser objeto de un estudio más detallado.

Para cada estación terrenal, hay que comparar los valores de la pérdida básica de transmisión disponible para el trayecto y de la pérdida básica de transmisión mínima admisible a fin de que la interferencia sea despreciable, para dos porcentajes de tiempo, uno,  $p_1$ , igual al 20% del tiempo, y el otro igual a un porcentaje reducido del tiempo ( $< 1\%$ ), designado por  $p_2$ .

La interferencia será despreciable si, para los dos porcentajes de tiempo previstos, la pérdida básica de transmisión disponible para el trayecto es superior a la pérdida básica de transmisión mínima admisible.

## 2.1 Nivel de la interferencia máxima admisible

El nivel de la potencia de interferencia admisible a la entrada del receptor de una estación terrenal o terrena, puede expresarse en su forma más general como la potencia radioeléctrica interferente,  $P_r$ , procedente de cualquiera de  $n$  fuentes de interferencia, en una anchura de banda de referencia,  $B$ , que no habrá de rebasarse durante porcentajes de tiempo superiores a los especificados,  $p_i$ . Para la mayoría de los efectos prácticos, dos de estos porcentajes de tiempo serán suficientes: uno,  $p_1$ , elegido teniendo en cuenta las condiciones normales (cercano al valor mediano), en las que cabe suponer que las interferencias procedentes de todas las fuentes se producen simultáneamente y se suman sobre la base de su potencia, que se obtiene mediante la fórmula:

$$P_r(p_1) = 10 \log(k T_r B) + J - W \quad \text{dBW} \quad (3)$$

y otro,  $p_2$ , elegido teniendo en cuenta condiciones de interferencia considerablemente acrecentadas (durante pequeños porcentajes del tiempo), en las que puede suponerse que las interferencias procedentes de todas las fuentes no se producen simultáneamente y se suman sobre la base de un porcentaje del tiempo, que se obtiene mediante la fórmula:

$$P_r(p_2 / n_2) = 10 \log(k T_r B) + 10 \log(10^{M_s/10} - 1) + N_L - W \quad \text{dBW} \quad (4)$$

donde:

- $p_1, p_2$  : porcentajes de tiempo durante los cuales la interferencia debida a todas las fuentes puede rebasar el nivel admisible;  $p_1$  representa las condiciones a largo plazo ( $p_1 \geq 1\%$ ), y  $p_2$  las condiciones a corto plazo ( $p_2 \leq 1\%$ );
- $n_1$  : número efectivo de interferencias simultáneas de igual nivel previstas, asociado con  $p_1$  (véanse las notas 1 y 2);
- $n_2$  : número efectivo de interferencias no simultáneas previstas, de nivel y porcentaje de tiempo iguales, asociado con  $p_2$  (véase la nota 1);
- $k$  : constante de Boltzmann:  $1,38 \times 10^{-23}$  J/K;
- $T_r$  : temperatura de ruido del sistema receptor (en condiciones de cielo despejado en las estaciones terrenas) (K);
- $B$  : anchura de banda de referencia (Hz) (anchura de banda de interés para el sistema interferido, en que es posible promediar la potencia de interferencia);
- $J$  : relación (dB), a largo plazo (durante el 20% del tiempo), entre la potencia admisible de interferencia de una fuente interferente cualquiera y la potencia de ruido térmico, en el sistema receptor (véase la nota 2);
- $M_s$  : margen de desvanecimiento del enlace (véase la nota 3)
- $N_L$  : contribución al ruido del enlace (véase la nota 4);
- $W$  : factor de equivalencia de ruido térmico (dB) para emisiones interferentes en la anchura de banda de referencia. Es positivo cuando las emisiones interferentes causen más degradación que el ruido térmico (véanse los § 2 y § 2.4 del Anexo 2 a la Recomendación UIT-R SM.1448).

El cuadro 1 contiene valores numéricos para estos parámetros.

CUADRO 1

## Valores de los parámetros relativos a las ecuaciones (3) y (4)

Gama de frecuencias (GHz)		1-10		1-10	1-10		10-15		10-15		15-40	15-40
Servicio a que pertenece el sistema interferente		Fijo por satélite		Fijo por satélite	Fijo		Fijo		Fijo por satélite		Fijo	Fijo por satélite
Sistema deseado	Servicio	Fijo		Fijo	Fijo por satélite		Fijo por satélite		Fijo		Fijo por satélite	Fijo
	Tipo de estación	Relevadores radioeléctricos		Trans-horizonte	Terrenas		Terrenas		Relevadores radioeléctricos		Terrenas	Relevadores radioeléctricos
	Modulación	A	N	A	A	N	A	N	A	N	N	N
$p_1$ (%)		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$p_2$ (%)		0,01	0,005	0,01	0,03	0,005	0,03	0,005	0,01	0,005	0,003	0,005
$n_2$		2	3	1	3	3	2	2	2	3	2	1
$B$ (Hz)		$4 \times 10^3$	$10^6$	$4 \times 10^3$	$10^6$	$10^6$	$10^6$	$10^6$	$4 \times 10^3$	$10^6$	$10^6$	$10^6$
$J$ (dB)		9	-6	0 <sup>(1)</sup>	-10	-10	-8,5	-8,5	13	-2 <sup>(2)</sup>	-7	0 <sup>(2)</sup>
$W$ (dB)		0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0
$T_r$ (K) <sup>(3)</sup>		750	750	500	100	100	200	200	1 500	1 500	300	3 200
$M_s$ (dB)		33	37	26	2	2	4	4	33	37	6	25
$N_L$ (dB)		0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0

A: Analógica.

N: Digital.

- (1) Se supone que los sistemas transhorizonte tienen un sólo salto.
- (2) Estos valores resultan adecuados para el caso general de desvanecimiento sin correlación de las señales deseada e interferente. En caso de que este desvanecimiento (debido a las precipitaciones) mostrara una correlación sustancial (es decir, cuando la interferencia sigue el mismo trayecto que la señal deseada), pueden ser aplicables valores de  $J$  distintos de los indicados.
- (3) Sólo se utiliza en el caso de que no se disponga de los valores.

*Nota 1* – El número de señales interferentes posible,  $n$ , debe repartirse entre las estaciones que probablemente se encuentren cerca,  $n_1$ , y las que probablemente se encuentren más allá del horizonte,  $n_2$ . Por ejemplo, para los sistemas terrenales que funcionan en la banda 1-10 GHz,  $n$  es 8. Según la Recomendación UIT-R SM.1448,  $n_2 = 3$  y, en consecuencia,  $n_1 = 5$ .

*Nota 2* –  $J$  es la relación (dB) entre la interferencia admisible a largo plazo procedente de una fuente cualquiera y el ruido térmico en una estación determinada. Este parámetro depende de  $n_1$ . En el caso de los sistemas terrenales, si se permite un 10% del ruido total (sistemas analógicos) o de la interrupción (sistemas digitales) debido a las estaciones terrenas, del cual la mitad es debido a estaciones próximas y la mitad a estaciones más allá del horizonte, el valor de  $J$  viene dado por:

– para los sistemas analógicos:

$$J = 10 \log(40 / n_1) \quad (5)$$

– para los sistemas digitales:

$$J = 10 \log (\sqrt{X} - 1) \quad (6)$$

siendo:

$$X = 1 + 3 / n_1 \quad (7)$$

Con  $n_1 = 5$ ,  $J = 9$  dB para señales analógicas y  $-6$  dB para señales digitales.

En el caso de una estación terrena, suponiendo que el ruido térmico no asciende a más del 70% del ruido total del receptor, y admitiendo que la interferencia a largo plazo sea el 10% del ruido total (Recomendación UIT-R SF.558),  $J = -8,5$  dB, con la hipótesis de interferencia de una sola fuente. No obstante, si se utiliza más de una interferencia, esta cifra se reduce en  $10 \log n_1$ . Por debajo de 10 GHz, puede suponerse que  $n_1$  está comprendido entre 1 y 2.

A frecuencias superiores, en las que cabe prever cierta correlación entre los desvanecimientos de las señales deseada e interferente, puede permitirse un aumento del margen de interferencia. En dicho caso, puede suponerse un margen de 25% para la interferencia en lugar del 10% y es apropiado un valor total de  $J$  de  $-4$  dB, o de  $-7$  dB para cada fuente de interferencia.

*Nota 3* –  $M_s$  es el margen de desvanecimiento del enlace (véase la nota 3 del § 2.3.1 del anexo 1 a la Recomendación UIT-R SM.1448).

*Nota 4* –  $N_L$  es la contribución del transpondedor del satélite al ruido del enlace, incluyendo el ruido del enlace ascendente, la intermodulación, etc. Generalmente:

$N_L = 1$  dB para los enlaces del servicio fijo por satélite;

$N_L = 0$  dB para los enlaces del servicio fijo.

## 2.2 Pérdida básica de transmisión mínima admisible

La pérdida básica de transmisión mínima admisible durante un 20% del tiempo viene dada por:

$$L_b(20) = P_{t'} + G_{t'} + G_r - P_r(20) \quad (8)$$

La pérdida básica de transmisión mínima admisible durante  $p\%$  del tiempo viene dada por:

$$L_b(p) = P_{t'} + G_{t'} + G_r - P_r(p) \quad (9)$$

donde  $p = p_2/n_2$  (cuadro 1),  $P_{t'}$  y  $G_{t'}$  son los parámetros de la estación interferente en el trayecto que presenta la pérdida mínima de transmisión, y  $G_r$ ,  $P_r(p)$  y  $P_r(20)$  son los parámetros pertinentes de la estación interferida en el trayecto que presenta la pérdida mínima de transmisión.

## 2.3 Pérdida básica de transmisión disponible

La Recomendación UIT-R P.452 ofrece un método para calcular la pérdida básica de transmisión disponible entre una estación terrena y una estación terrenal.

## 3. Determinación de las posibilidades de interferencia en presencia de dispersión debida a hidrometeoros; modo (2)

Siempre que la interferencia pueda derivar de una propagación debida a dispersión por hidrometeoros, el valor de la pérdida de transmisión mínima admisible:

$$L(p) = P_{t'} - P_r(p) \quad (10)$$

debe calcularse y compararse con el valor de la pérdida derivada de la propagación debida a dispersión por hidrometeoros. Si el primer valor es inferior al segundo, la interferencia causada por la propagación debida a dispersión por hidrometeoros es despreciable. En la Recomendación UIT-R P.452 se describe un método para calcular la pérdida de transmisión disponible entre una estación terrena y una estación terrenal, cuando el mecanismo de propagación es la dispersión debida a hidrometeoros.

#### 4. Resumen

Puede considerarse que será despreciable la interferencia entre una estación terrena y una estación terrenal si el nivel de la potencia interferente para los mecanismos de propagación a lo largo del círculo máximo no excede del nivel máximo admisible de interferencia durante el 20% del tiempo, y si el nivel de potencia interferente para todos los mecanismos de propagación combinados (a saber, propagación a lo largo del círculo máximo y debida a dispersión por precipitación) no excede del nivel máximo de interferencia admisible durante un pequeño porcentaje de tiempo dado.

No obstante, la metodología para determinar con detalle los niveles de interferencia es motivo de acuerdo entre las administraciones interesadas. Los métodos descritos pueden servir como orientación y para una evaluación preliminar que conduzca a dicha coordinación detallada.

#### APÉNDICE 1

#### AL ANEXO 1

### Contornos auxiliares asociados a la discriminación angular

Los contornos auxiliares sirven para evaluar el gran número de estaciones que se encuentren probablemente en la zona de coordinación.

Es muy poco probable que el haz principal de un enlace de relevadores radioeléctricos terrenales esté dirigido hacia una estación terrena, de forma que para la evaluación de los casos del modo de propagación (1), es adecuado tener en cuenta la directividad angular de la antena del enlace terrenal. La fig. 2 muestra una serie de contornos que se corresponden con reducciones en intervalos de 5 dB de la ganancia de la antena del enlace. Una estación terrenal que no apunte su haz principal hacia la antena de la estación terrena puede eliminarse del examen cuando su ganancia real (o la de un diagrama de referencia) de antena hacia la estación terrena sea inferior a la que se ha supuesto para determinar la zona de coordinación en, al menos, el valor de reducción de ganancia que corresponde al contorno auxiliar (véase la nota 1) en el que está situada.

*Nota 1* – La interpolación entre contornos es adecuada.

La utilización de los contornos auxiliares del modo de propagación (2) requiere una validación adicional para facilitar su aplicación. Los contornos auxiliares del modo de propagación (2) representan las separaciones angulares respecto a la intersección completa de los haces principales de la estación terrena y de la estación del servicio fijo y, por tanto, incorporan componentes angulares de acimut y elevación.

En lo anterior se supone un diagrama de antena de referencia con una envolvente pesimista de los lóbulos laterales. Deberían utilizarse diagramas más precisos si se dispone de ellos.

FIGURA 1

#### Modelo de estación terrena de satélite y sistema radioeléctrico terrenal mutuamente interferentes

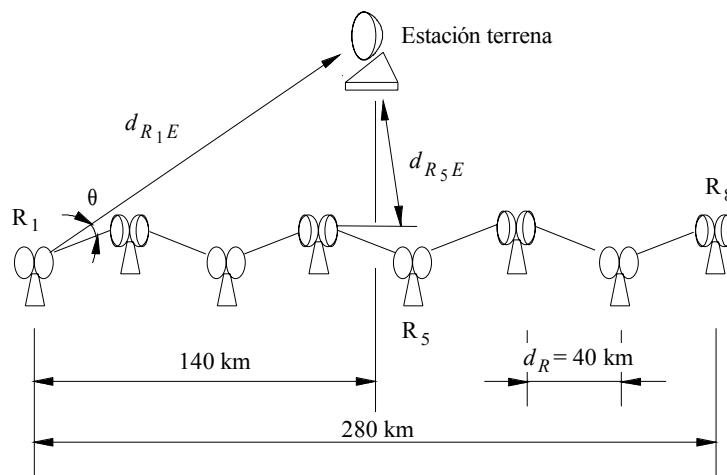
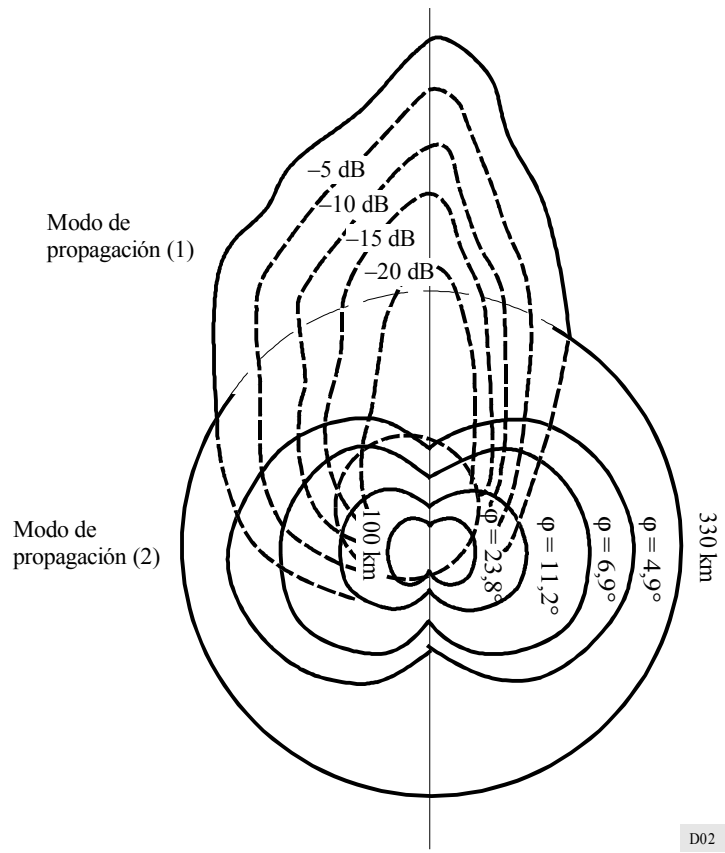


FIGURA 2  
 Ejemplo de contornos auxiliares para el modo de propagación (1) (---) y el modo de propagación (2) (—)



D02