

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R M.1469-2**  
(01/2010)

**Metodología para evaluar las posibilidades de interferencia causada por las transmisiones del servicio móvil por satélite (SMS) (Tierra-espacio) con acceso múltiple por división en el tiempo/ acceso múltiple por división en frecuencia (AMDT/AMDF) a los receptores del servicio fijo con visibilidad directa (LoS) en la gama de frecuencias 1-3 GHz**

**Serie M**

**Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos**



## 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
<b>BO</b>	Distribución por satélite
<b>BR</b>	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
<b>BS</b>	Servicio de radiodifusión sonora
<b>BT</b>	Servicio de radiodifusión (televisión)
<b>F</b>	Servicio fijo
<b>M</b>	<b>Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos</b>
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radio astronomía
<b>RS</b>	Sistemas de detección a distancia
<b>S</b>	Servicio fijo por satélite
<b>SA</b>	Aplicaciones espaciales y meteorología
<b>SF</b>	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
<b>SM</b>	Gestión del espectro
<b>SNG</b>	Periodismo electrónico por satélite
<b>TF</b>	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
<b>V</b>	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 M.1469-2\*

**Metodología para evaluar las posibilidades de interferencia causada por las transmisiones del servicio móvil por satélite (SMS) (Tierra-espacio) con acceso múltiple por división en el tiempo/acceso múltiple por división en frecuencia (AMDT/AMDF) a los receptores del servicio fijo con visibilidad directa (LoS) en la gama de frecuencias 1-3 GHz\*\***

(Cuestiones UIT-R 201/4 y UIT-R 118/5)

(2000-2005-2010)

**Cometido**

Esta Recomendación proporciona una metodología que puede utilizarse para evaluar la posible interferencia causada por las instalaciones de las estaciones terrenas móviles (ETM) que utilizan antenas no directivas a los receptores del servicio fijo con visibilidad directa (LoS) en la gama de 1-3 GHz. El método ofrece predicciones de la probabilidad de interferencia provocada a los receptores del servicio fijo en zonas donde existe compartición de frecuencias entre los dos servicios.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que la banda de frecuencias 1 626,5-1 660,5 MHz está atribuida al servicio móvil por satélite (SMS) (Tierra-espacio) a título primario en todas las Regiones;
- b) que las bandas de frecuencias 1 626,5-1 645,5 MHz y 1 646,5-1 660 MHz están atribuidas al servicio fijo a título primario en algunos países;
- c) que la banda de frecuencias 1 668,4-1 675 MHz está atribuida al SMS (Tierra-espacio) y al servicio fijo a título primario con igualdad de derechos en todas las Regiones;
- d) que las bandas de frecuencias 1 980-2 010 MHz en todas las Regiones y 2 010-2 025 MHz en la Región 2 están atribuidas al SMS (Tierra-espacio) y al servicio fijo a título primario con igualdad de derechos;
- e) que las estaciones terrenas móviles (ETM) pueden provocar interferencia a los receptores del servicio fijo con LoS que funcionen en las bandas 1 626,5-1 645,5 MHz, 1 646,5-1 660 MHz, 1 668,4-1 675 MHz y 1 980-2 025 MHz del SMS dentro de la zona de coordinación de la ETM, como se determina utilizando los métodos que figuran en el Reglamento de Radiocomunicaciones;
- f) que la naturaleza de dicha interferencia puede variar en el tiempo;
- g) que es necesario contar con las herramientas adecuadas para realizar un análisis detallado a fin de facilitar la coordinación entre las administraciones que explotan ETM y las administraciones afectadas que explotan receptores del servicio fijo,

*recomienda*

- 1 que al evaluar la posibilidad de que las ETM causen interferencia a los sistemas del servicio fijo, se tenga en cuenta la naturaleza variable en el tiempo de las señales de las ETM recibidas por

---

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones.

\*\* Esta Recomendación fue realizada conjuntamente por las Comisiones de Estudio 4 y 5 de Radiocomunicaciones, que también se ocuparán conjuntamente de cualquier futura revisión.

las estaciones del servicio fijo, incluidos los efectos de las distribuciones diurnas y geográficas previstas de las ETM transmisoras y las variaciones temporales en el nivel de potencia de las señales deseadas en los sistemas del servicio fijo;

2 que se utilice la metodología descrita en el Anexo 1 en la coordinación bilateral para efectuar una evaluación detallada de la posible interferencia causada a los receptores del servicio fijo por el conjunto de ETM que utilizan antenas no directivas (véanse las Notas 1 y 2).

NOTA 1 – La aplicación de la metodología de esta Recomendación requerirá el desarrollo de algoritmos o de procedimientos de cálculo para poder aplicar las consideraciones descritas. La utilización o adaptación de estos algoritmos o procedimientos en toda coordinación bilateral deberá estar sujeta al acuerdo de las partes correspondientes.

NOTA 2 – En territorios donde funcione un número elevado de sistemas del servicio fijo, puede que sea suficiente aplicar la metodología del Anexo 1 a un conjunto representativo de estos sistemas que utilicen sus parámetros reales, teniendo la precaución de incluir en dicho conjunto los sistemas del servicio fijo que sean más susceptibles a la interferencia a causa de sus emplazamientos y características.

## **Anexo 1**

### **Metodología para evaluar con detalle la posible interferencia causada a los receptores del servicio fijo por las ETM**

(Véase la Nota 1)

NOTA 1 – Esta metodología es aplicable a los sistemas del servicio fijo y permite utilizar un método simplificado que considera la potencia de la señal interferente y los niveles de calidad de funcionamiento asociados en un sistema de radioenlaces en un solo salto o de multisaltos. Puede desarrollarse y aplicarse una metodología similar para los sistemas de radioenlaces analógicos de un solo salto o multisaltos con respecto al adecuado criterio de calidad de funcionamiento (es decir, el criterio de calidad de funcionamiento de extremo a extremo para un sistema analógico multisaltos que haya sido prorrateado de acuerdo con el número de saltos).

#### **1 Introducción**

Este Anexo presenta un método de simulación detallada que puede utilizarse para evaluar la posible interferencia causada por instalaciones reales de ETM que utilizan antenas no directivas a receptores del servicio fijo con LoS. El método proporciona predicciones detalladas sobre la probabilidad de interferencia provocada en los receptores del servicio fijo en zonas donde existe compartición de frecuencias entre ambos servicios.

#### **2 Descripción general**

Se realiza una simulación a lo largo de un elevado número de intervalos de tiempo. En cada uno de ellos se llevan a cabo los siguientes cálculos:

2.1 Se calcula el nivel de la señal deseada en la estación receptora del servicio fijo en una anchura de banda de referencia de 1 MHz utilizando las características de transmisión del servicio

fijo junto con el modelo de desvanecimiento multitrayecto que figura en la Recomendación UIT-R P.530 (para más detalles véase el § 3).

2.2 Se calcula a la entrada de cada receptor del servicio fijo la potencia de la señal interferente combinada en la anchura de banda de referencia procedente de todas las ETM activas instaladas dentro de una zona definida. Los datos digitales del terreno se utilizan para obtener los perfiles del mismo a fin de determinar los trayectos de interferencia desde cada una de las ETM a cada uno de los receptores del servicio fijo. Las pérdidas de transmisión básicas para cada trayecto de interferencia se calculan mediante los métodos indicados en la Recomendación UIT-R P.452 (para más detalles véase el § 4).

2.3 Se calcula la relación  $C/(N + I)$  en cada receptor del servicio fijo (para más detalles véase el § 5). Al determinar el valor de  $N$ , deben incluirse los efectos de todas las degradaciones del sistema del servicio fijo (por ejemplo, véase la Recomendación UIT-R M.1319).

Realizando la simulación durante un periodo de tiempo suficientemente amplio (es decir, un número muy elevado de intervalos de tiempo) pueden obtenerse resultados estadísticamente significativos. Este proceso se aplica a varias instalaciones reales de ETM a fin de eliminar la sensibilidad de los resultados a algunas instalaciones en concreto, lo cual puede ser particularmente importante en casos en que el número de ETM que transmiten simultáneamente situadas dentro de la zona de visibilidad directa de una estación del servicio fijo puede variar notablemente en el tiempo. La distribución de probabilidad acumulativa de  $C/(N + I)$  puede compararse con los objetivos de calidad de funcionamiento del sistema del servicio fijo (expresados en términos de valores umbral equivalentes de la relación  $C/(N + I)$  dentro de la anchura de banda de referencia).

### 3 Modelo del servicio fijo

#### 3.1 Parámetros del servicio fijo

Utilizando los parámetros indicados en el Cuadro 1 deben establecerse modelos sobre la instalación, los equipos y las características de funcionamiento del sistema del servicio fijo. La profundidad de desvanecimiento debe estimarse haciendo uso de la Recomendación UIT-R P.530 y este parámetro, junto con las pérdidas en el espacio libre, se utiliza para determinar las pérdidas de transmisión básicas del trayecto de la señal deseada.

CUADRO 1

#### Lista de los parámetros del servicio fijo requeridos

Parámetro
Ganancia de antena, $G$ (dBi)
Diagrama de antena, $G(\theta)^{(1)}$ (dBi)
Temperatura de ruido de la antena, $T$ (K)
Frecuencia de transmisión, $f$ (MHz)
p.i.r.e. <sub>SF</sub> (dBW)
Pérdidas en el alimentador, $L_s$ (dB)
Temperatura de ruido del alimentador (K)
Anchura de banda ocupada del receptor (MHz)

CUADRO 1 (*Fin*)

Parámetro
Emplazamiento de la estación del servicio fijo (°N, °E)
Altura de la antena sobre el nivel medio del mar (m)
Factor geoclimático, $K$
Temperatura de ruido del receptor (K)

<sup>(1)</sup> Ganancia de la antena del servicio fijo en dirección de la fuente de interferencia.

### 3.2 Cálculo del nivel de potencia de la señal deseada

El primer paso consiste en calcular el nivel de potencia recibido de la señal deseada en un instante de tiempo,  $C(t)$ . Se realiza mediante un generador de números aleatorios a fin de predecir un valor de la profundidad de desvanecimiento,  $A$ , coherente con la distribución indicada en el § 2.3 de la Recomendación UIT-R P.530. El nivel de la señal recibida en cada intervalo de tiempo se calcula a la entrada del receptor del servicio fijo para cada estación receptora considerada utilizando la siguiente ecuación:

$$C(t) = p.i.r.e.SF - L_{bf} + G - A(t) - L_s \quad (1)$$

siendo  $L_{bf}$  las pérdidas de transmisión básicas en espacio libre. En algunos casos puede ser posible (por ejemplo, basándose en los datos medidos), tener en cuenta las variaciones diurnas y/o estacionales en el comportamiento de la propagación con desvanecimiento multirayecto.

## 4 Modelo de ETM

### 4.1 Distribución geográfica de las ETM

La distribución geográfica de las ETM se define dentro de una zona de interés que debe ser suficientemente amplia de manera que se tengan en cuenta todas las contribuciones de interferencia significativas. Dicha zona está recubierta por una rejilla de puntos de latitud/longitud, que representan los posibles emplazamientos de las ETM. El perfil de tráfico de estas ETM viene definido por dos parámetros básicos:

- el número de ETM activas en la hora cargada local;
- un perfil de la hora del día.

La zona de interés puede subdividirse en células más pequeñas para permitir la variación de los anteriores parámetros.

En cada intervalo de tiempo, se determina el número de ETM que están transmitiendo dentro de una célula a partir del perfil del tráfico de las ETM y de la hora del día. A continuación, se selecciona una ETM en cada punto de la zona de interés calificándola como estación transmisora o inactiva. Esto se determina calculando en primer lugar la probabilidad de que una ETM esté transmitiendo,  $p(\text{activa})$ , en ese instante de tiempo. A continuación se genera un número aleatorio y si dicho número es inferior a  $p(\text{activa})$  se supone que la ETM está transmitiendo; de no ser así, se supone que la ETM está inactiva.

Se supone igualmente que la distribución geográfica de las ETM es independiente de un intervalo de tiempo a otro. Esta hipótesis puede realizarse debido a que el objetivo del método es obtener los valores estadísticos de la interferencia a largo plazo y no la evolución de la interferencia a lo largo del tiempo.

## 4.2 Propagación de la señal de la ETM

Es necesario contar con una base de datos del terreno para predecir con precisión las pérdidas de transmisión básicas en los trayectos de la señal interferente entre la ETM y el receptor del servicio fijo. Se genera un perfil del terreno para el trayecto de círculo máximo entre cada ETM transmisora y cada receptor del servicio fijo considerado y se calcula la pérdida de transmisión básica en cada intervalo de tiempo, utilizando el método de predicción de la interferencia en cielo despejado que figura en la Recomendación UIT-R P.452. Como este modelo de propagación predice las pérdidas de transmisión básicas que se rebasan durante porcentajes de tiempo del 50% o menos (en vez de establecer una distribución acumulativa completa), es necesario que la distribución en el tiempo acumulativa prevista de las pérdidas se amplíe para porcentajes de tiempo mayores a fin de englobar las pérdidas relativamente elevadas que pueden aparecer (en vez de suponer que el valor del 50% es el máximo nivel de la pérdida de transmisión básica). Igualmente, puede ser adecuado extrapolar la pérdida de transmisión básica para muy pequeños porcentajes de tiempo (por ejemplo, menos del 0,001%) suponiendo un valor adecuadamente pequeño para una mínima pérdida de transmisión básica. Incluso realizando la extrapolación, este modelo de propagación puede subestimar las pérdidas de transmisión básicas en algunas situaciones (por ejemplo, como resultado de fenómenos locales no contemplados por el modelo, bloqueos de la señal debidos a edificios circundantes no incluidos en los datos sobre el terreno y «bloqueo por la cabeza» del usuario). Ello conduce a una sobreestimación de los niveles de potencia de la señal interferente.

## 4.3 Cálculo de la interferencia

La potencia de interferencia en cada intervalo de tiempo a la entrada del receptor del servicio fijo se calcula de la forma siguiente:

$$I(t) = p.i.r.e.ETM - L_b(t) + G(\theta) - L_s \quad (2)$$

siendo:

$p.i.r.e.ETM$ : potencia isotrópica radiada equivalente de la ETM en la anchura de banda de referencia (dBW)

$L_b$ : pérdida de propagación básica de la señal interferente (véase el § 4.2).

En instalaciones con varias ETM transmisoras, la señal interferente combinada en cada intervalo de tiempo se considera como la suma de todos los niveles procedentes de una sola fuente de la potencia de la señal interferente.

$$I_{comb}(t) = 10 \log \left( \sum_i 10^{I_i(t)/10} \right) \quad (3)$$

siendo:

$I_i(t)$ : señales interferentes procedentes de una sola fuente (dB).

## 5 Resultados

Cada intervalo de tiempo de la simulación dará lugar a valores de la relación  $C/(N + I)$  para cada receptor del servicio fijo considerado en la simulación. Estos valores se cuantifican adecuadamente (por ejemplo, en intervalos de 1 dB) y se almacenan (por ejemplo, como el número de apariciones de un valor cuantificado). Al final de la simulación, pueden calcularse las funciones de distribución acumulativa y compararse a los objetivos de calidad de funcionamiento del servicio fijo pertinentes; por ejemplo, según las Recomendaciones UIT-R F.634 o UIT-R F.697 convirtiendo a valores umbrales equivalentes de la relación  $C/(N + I)$ .