

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R SF.1486
(05/2000)

**Compartición de metodología entre
sistemas de acceso inalámbrico
fijo del servicio fijo y terminales
de muy pequeña abertura del
servicio fijo por satélite en
la banda 400-3 700 MHz**

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.1486***

COMPARTICIÓN DE METODOLOGÍA ENTRE SISTEMAS DE ACCESO INALÁMBRICO FIJO DEL SERVICIO FIJO Y TERMINALES DE MUY PEQUEÑA ABERTURA DEL SERVICIO FIJO POR SATÉLITE EN LA BANDA 3 400-3 700 MHz

(2000)

Cometido

Esta Recomendación contiene un método para facilitar la compartición entre sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA) del servicio fijo (SF) y terminales de muy pequeña abertura (VSAT) del servicio fijo por satélite (SFS) en la banda 3 400-3 700 GHz. En particular, el Anexo 1 contiene un método para calcular distancias de separación entre VSAT del SFS y sistemas FWA punto a multipunto (P-MP), y el Anexo 2 contiene métodos de mitigación de interferencia para el despliegue compartido de VSAT del SFS y sistemas terrenales FWA.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la banda de frecuencias 3 400-3 700 MHz está atribuida a título primario en todo el mundo al servicio fijo y al servicio fijo por satélite (SFS);
- b) que esta banda es también utilizada por el SFS, en especial por sistemas que utilizan terminales de muy pequeña abertura (VSAT), y esa utilización sigue aumentando;
- c) que esta banda es utilizada para sistemas terrenales punto a multipunto (P-MP) que funcionan en el servicio fijo para proporcionar acceso inalámbrico fijo (FWA) y que dicha utilización está aumentando rápidamente en muchos países;
- d) que es necesario proteger los servicios coprimarios con igualdad de derechos, como por ejemplo el servicio de radiolocalización en las Regiones 2 y 3, y evaluar nuevamente las condiciones de compartición entre los sistemas FWA y esos servicios,

tomando nota

- a) de que existe interés en utilizar de forma armonizada los sistemas FWA en esta banda;
- b) que la compartición en la misma frecuencia entre sistemas VSAT y sistemas P-MP puede hacer difícil el funcionamiento de los sistemas VSAT en ángulos de elevación baja;
- c) que algunos sistemas FWA son capaces de utilizar una gama de frecuencias, pero en algunas administraciones está disponible únicamente una parte de la banda 3 400-3 700 MHz;
- d) de que la Recomendación UIT-R F.1488 recomienda disposiciones de bloques de frecuencias para sistemas FWA en la gama 3 400-3 800 MHz,

recomienda

1 que, para facilitar la compartición entre las estaciones terrenales VSAT en el SFS y las estaciones FWA en el servicio fijo en la banda 3 400-3 700 MHz, se utilice la metodología descrita en el Anexo 1;

2 que, a fin de facilitar una compartición de frecuencias apreciable dentro de la distancia de coordinación, se aliente a las administraciones a adoptar medidas de precaución durante la **planificación e implantación** de dichos sistemas, teniendo en cuenta los métodos de reducción de interferencias descritos en el Anexo 2 y, en especial, los métodos para la instalación en estaciones centrales y terminales VSAT y P-MP, **incluida la ubicación acertada de antenas para aprovechar fenómenos naturales o producidos por el hombre, o la utilización de pantallas de difracción cercanas a las antenas VSAT** (véase la Nota 1).

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

** 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.

NOTA 1 – La compartición en la misma frecuencia entre dichos sistemas depende en gran medida de la utilización de esta banda por ambos servicios, en especial de la densidad de la instalación, de factores geográficos y de otro tipo de factores.

ANEXO 1

Metodología destinada a calcular las distancias de separación para la compartición en la gama 3 400-3 700 MHz entre los sistemas VSAT del SFS y los sistemas FWA P-MP

1 Introducción

Suele admitirse que la gama 3,5 GHz es adecuada para los sistemas FWA P-MP. Con respecto a los sistemas del SFS, la gama 3 400-3 700 MHz se denomina normalmente «banda C ampliada». En los Cuadros 1 y 2 figuran las características de los sistemas VSAT y FWA P-MP (con acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT)) típicos en esta banda.

A continuación se indican los dos modos de interferencias que pueden ser motivo de preocupación:

- a) interferencias causadas por la estación central (CS, central station) P-MP y/o la estación terminal (TS, terminal station) al receptor de la estación terrena del SFS (VSAT);
- b) interferencias causadas por vehículos espaciales del SFS en receptores de CS y/o TS P-MP.

En este Anexo se aborda la metodología para el modo de interferencia a) y se formulan ciertas hipótesis generales con respecto a las características del sistema y a las condiciones de propagación. Otras metodologías que aplican los parámetros reales del sistema y la pérdida de trayecto específica al caso que se examina pueden ofrecer una distancia de separación más precisa.

Se hace referencia al modo de interferencia b) en los requisitos de la densidad de flujo de potencia (dfp) de las disposiciones pertinentes del RR, pero puede requerir ulteriores estudios.

1.1 Criterios de interferencia

Se considera que las interferencias causadas a los terminales SFS son importantes cuando el receptor afectado (VSAT) está sujeto a un nivel de interferencia equivalente a una degradación del umbral mínimo de ruido térmico de 0,4 dB, correspondiente a un nivel de interferencia de 10 dB por debajo del umbral mínimo de ruido térmico del receptor durante más del 20% de cualquier mes.

2 Compartición de metodología

2.1 Parámetros del sistema

En el Cuadro 1 figuran los parámetros del sistema de FWA P-MP utilizados para efectuar los cálculos. El ejemplo de FWA aquí descrito utiliza AMDT, aunque generalmente los cálculos obtenidos para otras tecnologías FWA pueden considerarse similares en este contexto.

Esta tecnología está diseñada para el acceso inalámbrico durante la entrega de servicios telefónicos y de datos a usuarios comerciales y residenciales.

En el Cuadro 2 figuran los parámetros VSAT típicos para esta banda.

Las antenas VSAT utilizadas en la banda de frecuencias 3 400-3 700 MHz y las utilizadas en las CS y TS de FWA no son suficientemente grandes para permitir un rechazo importante fuera del haz; los niveles de discriminación del lóbulo lateral son modestos debido a las aberturas correspondientes. No obstante, la antena VSAT generalmente utilizada para esta banda es del tipo reflector parabólico con una adecuada alimentación del tipo radiador de bocina descentrada. Sin embargo, el diseño de las antenas TS y CS de FWA en uso es predominantemente plano, con eficacia y características del lóbulo lateral relativamente bajas. Los sistemas FWA P-MP terrenales presentan normalmente una concentración de tráfico en el lado emisión que desde el punto de vista de la RF se pueden considerar emplazados en forma similar a la de los sistemas celulares móviles terrenales, que se encuentran en una disposición celular contigua con reutilización de frecuencias.

2.2 Interferencias causadas por la TS de FWA a la estación VSAT

El sistema FWA P-MP tomado como ejemplo ocupa las frecuencias 3 475-3 492 MHz (CS a TS) y 3 425-3 442 MHz (TS a CS). Debido a que la p.i.r.e. de las TS es superior a la de la CS, y al mayor número y distribución de TS que hacen mucho más probable que la estación terminal esté dirigida a la estación VSAT (banda del enlace descendente), es conveniente calcular la interferencia desde la TS. Según el Cuadro 1, la p.i.r.e. de la TS del FWA = $27 + 18 - 30 = 15$ dBW. La antena direccional de la TS tiene normalmente una anchura de haz nominal de 20° (a -3 dB).

CUADRO 1

Parámetros del sistema FWA P-MP

Banda de frecuencias de transmisión (TS a CS) (MHz)	3 425-3 442
Banda de frecuencias de recepción (CS a TS) (MHz)	3 475-3 492
Separación entre canales (kHz)	307,2
Técnica de acceso	AMDT
Separación dúplex (MHz)	50 ó 100
Número de canales de frecuencias	48
Modulación	MDP-4 diferencial $\pi/4$
Velocidad binaria/intervalo de tiempo del canal de tráfico (kbit/s)	32
Potencia de transmisión en la CS ⁽¹⁾ (dBm)	29
Ganancia de antena en la CS (dBi)	10 (omnidireccional), 12 (trisector)
Sensibilidad del receptor (dBm)	-102
Potencia máxima de transmisión en la TS ⁽²⁾ (dBm)	27
Ganancia de antena en la TS (dBi)	18
Pérdida de la línea de alimentación en la TS (dB)	0
Altura de la TS (m)	10

⁽¹⁾ CS: Estación central (de base) de FWA P-MP.

⁽²⁾ TS: Estación terminal (del abonado o distante).

CUADRO 2

Parámetros típicos del sistema VSAT

Banda de frecuencias (GHz)	3,4-3,7
Velocidad de transmisión (kbit/s)	64
Modulación	MDP-2
Índice de FEC	1/2
Anchura de banda del canal (kHz)	153,6
Diámetro de antena (m)	1,8/2,4
Ganancia de antena (dBi)	35,7/38,2
Temperatura de ruido (K)	114,8
p.i.r.e. del transmisor (máxima) (dBW)	38
Sensibilidad del receptor (dBm)	-126,1
Altura de la estación VSAT (m)	10

El nivel de interferencia depende de la potencia de salida del transmisor, de la ganancia y altura de la antena y de la dirección del haz principal de la antena de la TS de FWA. La interferencia de la TS de FWA puede ser determinada como una función de la distancia de separación, d , y de los ángulos con respecto al eje del VSAT (ϕ) y de la TS FWA (α) para diversas hipótesis a propósito de las técnicas de modulación digital aplicables a los sistemas VSAT y FWA, a la envolvente del lóbulo lateral, al nivel de potencia de la portadora TS de FWA, al desplazamiento de la frecuencia central entre portadoras, a la relación de protección requerida, y a la intensidad de apantallamiento de las estaciones VSAT.

La potencia de interferencia total, I , causada por la TS de FWA en la entrada a la antena del VSAT, viene dada por:

$$I = p.i.r.e.FWA(\alpha) - L_{FWA}(d) + G_{VS}(\phi) - R - F \quad (1)$$

donde:

a) $p.i.r.e.FWA(\alpha)$: p.i.r.e. con respecto al eje desde el transmisor de la TS de FWA (dBW)

$$\begin{aligned} &= P + G_{m\acute{a}x} - 2,5 \times 10^{-3} (D/\lambda)^2 && \text{para } 0^\circ < \alpha < \alpha_m \\ &= P + G_1 && \text{para } \alpha_m \leq \alpha < 100 \lambda/D \\ &= P + 52 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \alpha && \text{para } 100 \lambda/D \leq \alpha < 48^\circ \\ &= P + 10 - 10 \log(D/\lambda) && \text{para } 48^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ \end{aligned}$$

donde (véase la Recomendación UIT-R F.699):

$$\alpha_m = 20(\lambda/D) (G_{m\acute{a}x} - G_1)^{1/2}$$

$$G_1 = 2 + 15 \log(D/\lambda)$$

P : nivel de portadora del transmisor de la TS de FWA en la entrada de la antena. En este caso, D/λ es mucho menor que 100 (véase la Recomendación UIT-R F.699)

$$\begin{aligned} p.i.r.e.FWA(\alpha) &= P + 18 - 2,5 \times 10^{-3} (3,27 \alpha)^2 && \text{para } 0^\circ < \alpha < 17,6^\circ \\ &= P + 9,7 && \text{para } 17,6^\circ \leq \alpha < 30,6^\circ \\ &= P + 46,9 - 25 \log \alpha && \text{para } 30,6^\circ \leq \alpha < 48^\circ \end{aligned} \quad (2)$$

para los parámetros dados en el Cuadro 1.

b) $L_{FWA}(d)$: pérdida de trayecto entre la antena del VSAT y la antena de la TS de FWA.

La Recomendación UIT-R P.452 define los modelos de propagación con cielo despejado para la evaluación de interferencias entre estaciones microondas que funcionan en frecuencias superiores a 0,7 GHz considerando todos los factores tales como difracción, dispersión troposférica, propagación por conductos y por reflexión en las capas y pérdidas de eco.

En este entorno de interferencias VSAT/FWA P-MP, se considera razonable un modelo de propagación con visibilidad directa con la opción de pérdida de eco aplicada a un extremo de la TS de FWA. Por consiguiente:

$$L_{FWA}(d) = 92,5 + 20 \log(f) + 20 \log(d) + A_h \quad \text{dB} \quad (3)$$

donde A_h es la pérdida de eco indicada en la Recomendación UIT-R P.452 como:

$$A_h = 10,25 e^{-d_k} \left\{ 1 - \operatorname{tgh} \left[6 \left(\frac{h}{h_a} - 0,625 \right) \right] \right\} - 0,33 \quad \text{dB} \quad (4)$$

donde:

h_a : altura nominal del generador de eco (m)

d_k : distancia nominal del generador de eco (km)

h : altura de la TS de FWA (que se supone = 10 m).

Se consideran las zonas urbanas y las zonas urbanas de alta densidad. Para las zonas urbanas ($h_a = 20$ m y $d_k = 0,02$ km), $A_h = 16,1$ dB y para las zonas urbanas de alta densidad ($h_a = 25$ m y $d_k = 0,02$ km), $A_h = 18,5$ dB. Para la explicación que figura a continuación, se ha considerado la pérdida de eco para una zona urbana de alta densidad.

- c) $G_{VS}(\varphi)$: ganancia del receptor de la antena con respecto al eje VSAT en la dirección del transmisor de la TS FWA interferente
 $= 32 - 25 \log \varphi$ para $100 \lambda/D \leq \varphi < 48^\circ$
 A 3,5 GHz, $\varphi > 4,8^\circ$ para 1,8 m y $\varphi > 3,6^\circ$ para 2,4 m
- d) R : aislamiento causado por el apantallamiento del terreno. En un estudio realizado se ha podido observar que puede obtenerse hasta 40 dB de aislamiento mediante el apantallamiento físico o natural en las estaciones VSAT. No obstante, este apantallamiento no puede aplicarse en todas las estaciones terrenas y, por consiguiente, se muestran aquí los resultados de apantallamientos de 20, 30 y 40 dB.
- e) F : factor de desplazamiento de la frecuencia central. Según el plan de frecuencias de FWA, es posible seleccionar una frecuencia central de la portadora VSAT que está completamente fuera de la anchura de banda asignada de una portadora FWA interferente. En este ejemplo, se supone que se aplica un factor de mejora del desplazamiento de frecuencia de 0 dB, el caso más desfavorable.

2.3 Distancia de protección requerida

La distancia de protección requerida, d , puede obtenerse del modo siguiente:

$$20 \log (d) = C/I - C + P + (\text{diagrama de lóbulo lateral en la ecuación (2)}) - 92,5 - 20 \log (f) - 18,5 + 32 - 25 \log (\varphi) - R \quad \text{para } \alpha < 48^\circ \text{ y } \varphi < 48^\circ \quad (5)$$

donde:

C/I : relación de protección requerida para el enlace descendente VSAT.

C se basa en los valores supuestos para C/N correspondientes a:

- BER $< 1 \times 10^{-10}$ en cielo despejado
- disponibilidad de 99,96%
- asignación de balance de ruido del 10% para interferencias FWA.

Se supone que, debido a la interferencia, la relación C/N en cielo despejado requerida se reducirá en 0,4 dB (véase la Recomendación UIT-R SF.558).

Del balance de enlace para el sistema VSAT con antena de 1,8 m (enlace descendente a 64 kbit/s con modulación MDP-2, FEC de índice 1/2),

$$\begin{aligned} C/I &= 10 + 5,7 = 15,7 \quad \text{dB} \\ C &= C/N + 10 \log (k T_s B) = 5,7 + (-228,6 + 20,6 + 51,9) \\ &= -150,4 \quad \text{dBW} \end{aligned}$$

De la ecuación (5):

$$\begin{aligned} 20 \log (d) &= 15,7 + 150,4 - 3 + (\text{diagrama de lóbulo lateral en la ecuación (2)}) - 92,5 - 20 \log (f) - 18,5 + 32 - 25 \log \varphi - R \\ &= 3,2 + 18 - 0,0267 \alpha^2 - 25 \log \varphi - R \quad \text{para } 0^\circ < \alpha < 17,6^\circ \\ &= 73,2 + 9,7 - 25 \log \varphi - R \quad \text{para } 17,6^\circ \leq \alpha < 30,6^\circ \\ &= 73,2 + 46,9 - 25 \log \alpha - 25 \log \varphi - R \quad \text{para } 30,6^\circ \leq \alpha < 48^\circ \end{aligned}$$

Estas ecuaciones son válidas para la gama $4,8^\circ \leq \varphi < 48^\circ$.

La Fig. 1 indica las distancias de separación requeridas, obtenidas con arreglo a esta metodología, entre las estaciones terminales FWA y las estaciones VSAT, basadas en los parámetros de sistema siguientes:

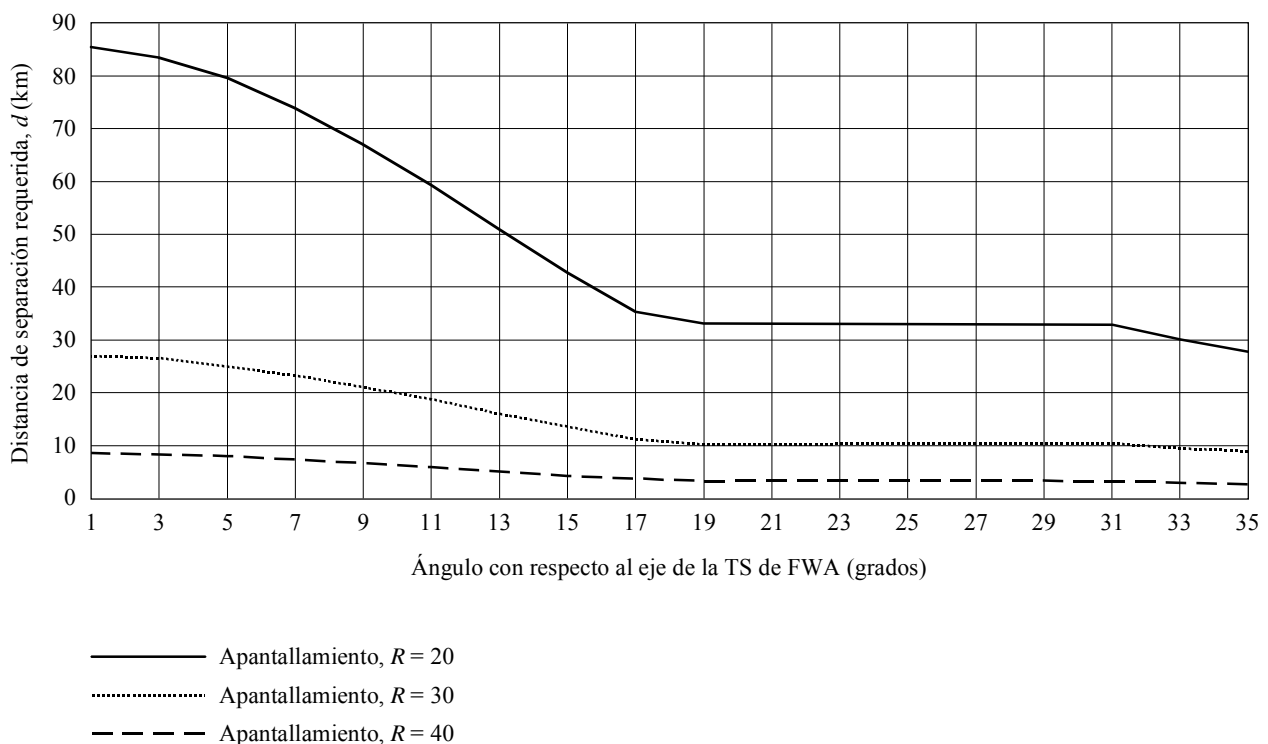
- Altura de la estación terminal FWA: 10 m
- Ángulo de elevación VSAT: 20°
- Características del sistema FWA: según el § 2.1
- Características del sistema VSAT: según el § 2.1
- Atenuación adicional de la interferencia debido al aislamiento por apantallamiento del terreno en la terminal VSAT: 20, 30 y 40 dB

Cabe señalar que, en algunos casos, las unidades de la TS de FWA pueden estar situadas a una altura mayor que el VSAT y es necesaria una inclinación hacia abajo considerable de la antena. En estos casos, el aumento de las distancias de separación será equivalente a una reducción correspondiente del ángulo de elevación del VSAT.

2.4 Interferencia causada por la CS de FWA en la estación VSAT

Aunque la CS (estación central) del sistema FWA tiene una p.i.r.e. unos 5 dB inferior a la de la TS, suele estar ubicada a una altura superior para eliminar el eco local, tiene una antena de amplia cobertura sectorial y una mayor probabilidad de actividad que el extremo de la TS. Para la compartición entre la CS de FWA y las estaciones VSAT es necesario efectuar un análisis similar y hay que tener cuidado a la hora de seleccionar un modelo de propagación adecuado (incluido el desvanecimiento del tipo propagación por conductos).

FIGURA 1
Distancias de separación requeridas
(ángulo de elevación de 20°)



1486-01

2.5 Apantallamiento del terreno

Para estudiar la posibilidad de lograr aislamiento por apantallamiento en una gama de 30 dB aproximadamente, en el Apéndice 1 se examina el posible aislamiento calculado de conformidad con la Recomendación UIT-R P.526. Pueden apreciarse las ventajas de efectuar el montaje de la antena VSAT cerca del terreno, junto con los valores de aislamiento típicos para las separaciones entre el borde de las zonas de difracción y la estación VSAT que coincidiría con el montaje próximo, por ejemplo, a la pared de un edificio de una planta, etc.

APÉNDICE 1

AL ANEXO 1

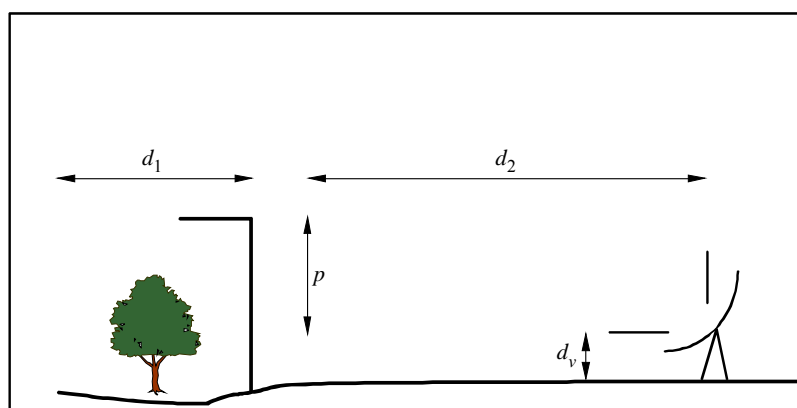
Ejemplos de aislación por apantallamiento que pueden obtenerse mediante mediciones adecuadas en el VSAT

Para conseguir distancias de separación tolerables, es preciso normalmente recurrir a una difracción adicional o a otras pérdidas en la proximidad del VSAT. A efectos de análisis, se puede suponer que la difracción de un solo borde se aproxima al caso de un edificio, un bosquecillo o elementos similares que no están demasiado cercanos (véase la Fig. 2).

Es evidente que la fuente de difracción debe estar libre de la zona de Fresnel. A título orientativo, puede suponerse que en esta frecuencia se produce un cono que sobresale 9 m de la antena parabólica del VSAT hasta un diámetro de unos 3,2 m y, a continuación, se mantiene este diámetro hasta que se aleja a una distancia, como mínimo, de 17 m de la antena. Puede mostrarse de inmediato que la sensibilidad calculada de la pérdida por difracción con distancia entre el transmisor y el borde, d_1 , es insignificante en todos los casos prácticos aquí descritos. Las pérdidas por difracción previstas para un modelo hipotético de un solo borde calculadas y resumidas en los ejemplos que aquí se examinan, están en la gama 2 a 33 dB; esto abarca situaciones plausibles correspondientes a valores de p de 5 m, separaciones, d_2 , de 5 a 20 m y alturas, d_v , de 1 a 6 m.

Rara vez, en general, las unidades de la TS están emplazadas a una altura superior aproximada de 10 m. Lo más habitual es que el montaje del VSAT se realice en tejados al aire libre, y el efecto del mismo, frente al emplazamiento más conveniente a nivel del suelo protegido con el apantallamiento adecuado, puede ser de aproximadamente 33 dB, calculado de conformidad con la Recomendación UIT-R P.526.

FIGURA 2
Pérdida por difracción en el borde



1486-02

ANEXO 2

Métodos de reducción de interferencias para la instalación compartida de terminales VSAT del SFS y sistemas terrenales de FWA

A continuación se sugieren algunos métodos básicos en los cuales los ángulos de elevación del satélite pueden permitir la coubicación en la misma zona geográfica descrita en el Anexo 1 (véase la Nota 1):

- los terminales VSAT, cuando sea posible, deben instalarse de tal forma que aprovechen al máximo el apantallamiento con respecto a las posibles señales interferentes de FWA;
- las estaciones VSAT y las estaciones de FWA P-MP no deben colocarse a una altura superior a la necesaria para la aplicación;
- cuando sea posible, las estaciones terminales de FWA deben colocarse generalmente de tal forma que reduzcan la radiación posterior, por ejemplo, efectuando el montaje contra las paredes, por debajo de las líneas del tejado, etc. y evitando las reflexiones en la dirección del VSAT;
- al instalar sistemas del servicio fijo y del SFS, debe hacerse un uso económico del terreno disponible, es decir, aprovechar depresiones, apantallamiento natural, etc. para aumentar las pérdidas por efecto de obstáculos y por difracción;
- si no se dispone de apantallamiento natural alguno, deben utilizarse obstáculos artificiales tales como la instalación apropiada de sistemas entre edificios, etc.;
- en ciertos casos, es posible adaptar el diagrama de alimentación de la antena VSAT para lograr un mayor rechazo de la interferencia;
- en ciertos casos, puede ser ventajoso utilizar más antenas direccionales en la TS o CS de FWA.

NOTA 1 – Aunque es posible aprovechar la polarización ortogonal como un factor discriminante entre sectores y/o entre células dentro de los sistemas de FWA (normalmente unos 5 dB), no se puede utilizar esta característica para reducir al mínimo las interferencias en los terminales VSAT debido al uso generalizado de la polarización circular en el enlace espacio-Tierra para estos sistemas del SFS.
