

## RECOMENDACIÓN UIT-R F.756\*

**Sistemas AMDT punto a multipunto utilizados como concentradores radioeléctricos**

(Cuestión UIT-R 125/9)

(1992)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que en la actualidad los sistemas analógicos y digitales AMDT punto a multipunto tienen un uso muy extendido, especialmente en las bandas de frecuencias comprendidas entre 1,427 y 2,690 GHz, con el objetivo principal de proporcionar servicios de voz y datos de abonado en zonas rurales y, a veces, urbanas;
- b) que la Recomendación UIT-R F.701 describe la disposición de canales de varias bandas de frecuencias utilizadas por los sistemas AMDT punto a multipunto en la gama 1,427-2,690 GHz;
- c) que tales sistemas pueden formar parte de redes de telecomunicación conmutadas, y es conveniente que cumplan determinadas normas mínimas de funcionamiento a fin de asegurar su integración en esas redes;
- d) que dichos sistemas deben presentar características radioeléctricas que permitan utilizar eficazmente el espectro y faciliten la compartición de las bandas de frecuencias,

*recomienda*

- 1** que los sistemas AMDT punto a multipunto proporcionen los servicios que están también disponibles para los abonados por líneas metálicas. Entre estos servicios pueden citarse:
  - el servicio telefónico de abonado individual a dos hilos,
  - diversos tipos de servicio telefónico de previo pago,
  - servicio a cuatro hilos con y sin señalización E y M (envío y recepción),
  - la capacidad de cursar datos en banda vocal, incluido el facsímil y otros servicios telemáticos, hasta una velocidad de transmisión de datos de al menos 9,6 kbit/s;
- 2** que los sistemas digitales tengan capacidad para:
  - cursar datos a una velocidad inferior o igual a 64 kbit/s,
  - ofrecer en el futuro acceso a la velocidad básica RDSI, 2B + D;
- 3** que, dado que los sistemas P-MP pueden formar parte de una conexión internacional, se cumplan las Recomendaciones pertinentes del UIT-T de la serie G;

---

\* La Comisión de Estudio 9 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2002 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

4 que, teniendo debidamente en cuenta los factores económicos:

- a) el grado de servicio (probabilidad de llamadas perdidas), ofrecido por tal sistema a un abonado no sea normalmente peor que el 1% y se calcule de acuerdo con las Recomendaciones UIT-T E.506 y UIT-T E.541 y el suplemento N.º 1 de las Recomendaciones de la serie E del UIT-T (Nota 1);
- b) los objetivos de característica de error y de disponibilidad de los sistemas digitales se ajusten en general a la Recomendación UIT-R F.697 en el caso de las conexiones de abonado. Para los sistemas que funcionan en la parte de grado medio de una RDSI, se aplica la Recomendación UIT-R F.696;
- c) los sistemas AMDT analógicos ofrecen una buena calidad vocal, con un nivel de ruido conforme con la antigua Recomendación UIT-R F.395, y la misma disponibilidad que los sistemas digitales mencionados en el apartado b);

5 que los sistemas digitales tengan una eficacia de canal de radiofrecuencia de al menos 1 bit/s/Hz en la anchura de banda del canal atribuido;

6 que los métodos de codificación de voz empleados en los sistemas digitales permitan la integración directa de los sistemas punto a multipunto en la red conmutada y acarreen el menor número posible de limitaciones. Los métodos de codificación recomendados son el MIC a 64 kbit/s y el MICDA a 32 kbit/s de conformidad con las Recomendaciones UIT-T G.711 y UIT-T G.721 respectivamente (Nota 2);

7 que se tenga en cuenta el Anexo 1 a la hora de construir sistemas AMDT punto a multipunto.

NOTA 1 – Algunas administraciones podrían adoptar otros valores de grado de servicio, por ejemplo, tan altos como el 5%, en función de las condiciones locales.

NOTA 2 – Los sistemas MICDA a 32 kbit/s presentan ciertas limitaciones con respecto al límite superior de la velocidad de transmisión de datos.

## ANEXO 1

### **Sistemas AMDT punto a multipunto utilizados como concentradores radioeléctricos**

#### **1 Introducción**

Este Anexo facilita información sobre los sistemas punto a multipunto (P-MP) que funcionan como concentradores radioeléctricos, con acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT). Asimismo, estos sistemas pueden funcionar sin concentración, como en el caso de los circuitos de datos de baja capacidad previamente asignados.

En la actualidad estos sistemas se utilizan ampliamente para proporcionar un servicio de datos en banda vocal al abonado, principalmente en zonas rurales/suburbanas y con menos frecuencia en emplazamientos urbanos.

## 2 Descripción general

El objetivo básico de estos sistemas es proporcionar un radioenlace que extienda los servicios a los abonados rurales en donde los sistemas de cables sean costosos o estén gravemente limitados por el terreno. En la medida de lo posible, tales servicios deben proporcionar una calidad de transmisión y una gama de facilidades similares a las que reciben normalmente los abonados de las zonas urbanas.

Los sistemas de concentradores radioeléctricos facilitan el acceso múltiple a los abonados mediante la utilización de varias frecuencias radioeléctricas (acceso múltiple por división de frecuencia, AMDF) o de varios intervalos de tiempo (acceso múltiple por distribución en el tiempo, ADMT). Los concentradores radioeléctricos digitales son un caso particular de esta última alternativa, que se describe en este Anexo.

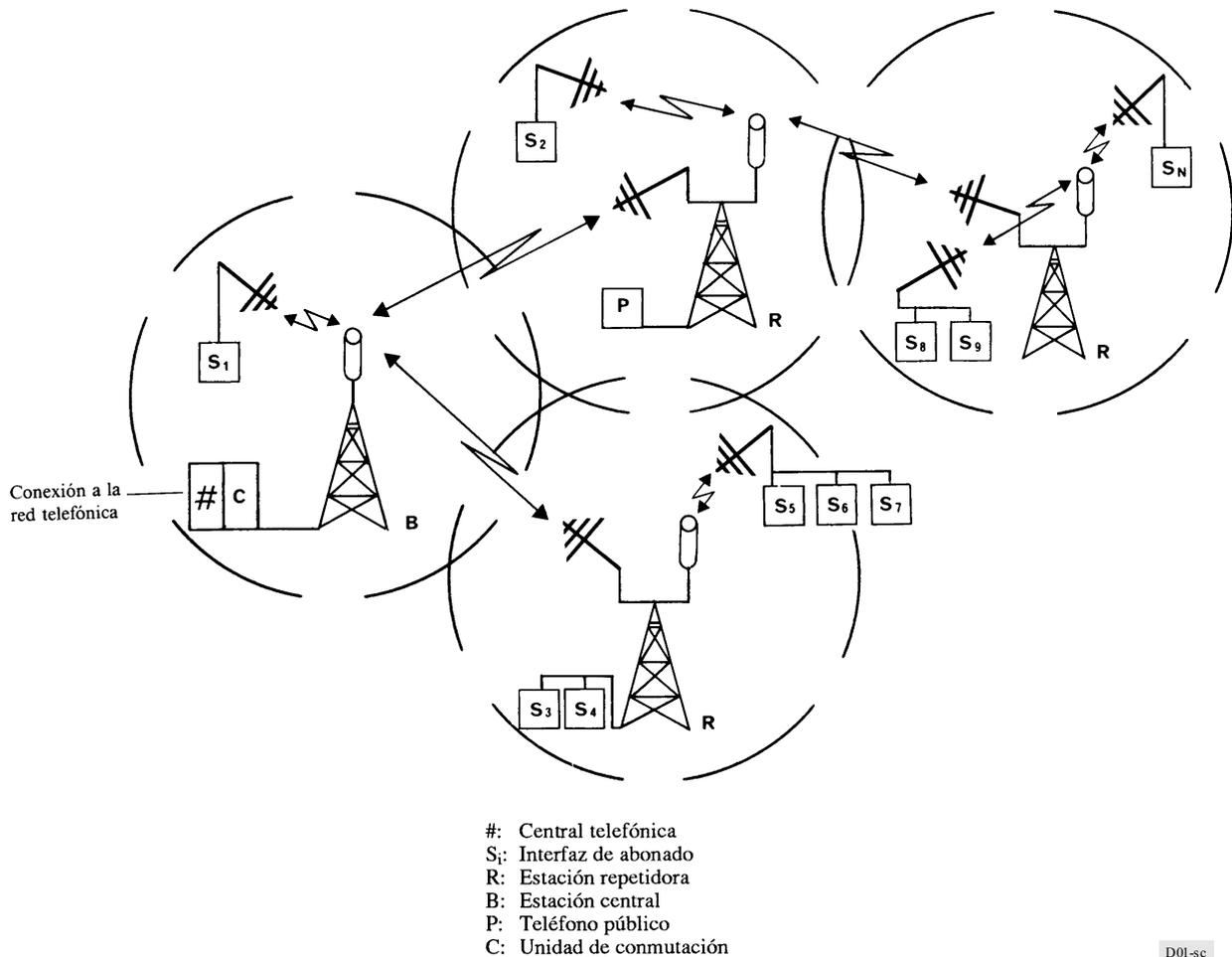
El sistema de acceso múltiple permite a los abonados el acceso a varios circuitos, siendo el número  $n$  de estos circuitos inferior al número  $N$  de abonados ( $n < N$ ). Por consiguiente, se trata de un sistema concentrador radioeléctrico, lo que implica aceptar cierta degradación de la calidad de servicio al intentar establecer una comunicación. Este grado de servicio dependerá del número  $n$  de circuitos, del número  $N$  de abonados y del tráfico originado.

Un sistema de concentrador radioeléctrico de acceso múltiple por distribución en el tiempo (SCR-AMDT) está constituido por un solo equipo transmisor-receptor en la estación central y en cada estación de abonado. La señal transmitida consta de  $n$  intervalos de tiempo, multiplexados en tiempo, cada uno de los cuales puede facilitar un circuito telefónico. Cualquier estación de abonado tiene acceso a cualquiera de los  $n$  intervalos de tiempo asignados por la estación central en función de la demanda.

Cuando se utilizan sistemas AMDT tanto analógicos como digitales, es posible introducir estaciones de repetidores para hacer extensivo el servicio desde la central hasta abonados distantes. Las estaciones de repetidores constan de dos equipos transmisores-receptores conectados directamente mediante el equipo adecuado. Los repetidores pueden prestar servicio a los abonados locales y funcionan también como convertidores bidireccionales de radiofrecuencia que transmiten la señal en las zonas radioeléctricas adyacentes (véase la Fig. 1), con lo que se elimina la necesidad de los enlaces de interconexión entre células.

En un montaje posible que utilice estaciones repetidoras con conmutación local, la información de señalización, las necesidades de encaminamiento y la información sobre el estado del funcionamiento de la red de acceso múltiple se cursan por canales de supervisión que están continuamente controlados y, en su caso, actualizados en todas las estaciones. Los canales o los intervalos de tiempo de abonado inutilizados se asignan a los abonados que lo solicitan, sobre la base extracción/inserción mediante los conmutadores locales, y los canales de supervisión se van actualizando con informaciones sobre las nuevas conexiones y desconexiones. El mismo canal o intervalo de tiempo puede utilizarse varias veces en la red, gracias al conmutador local. No es necesario el conmutador central. Debe añadirse una estación central como cabeza de línea para la red pública. La Fig. 2 muestra una configuración posible de un sistema con conmutación local, con las disposiciones típicas de una estación repetidora y una estación central.

FIGURA 1  
Configuración posible de un sistema de concentrador radioeléctrico AMDT  
para abonados rurales



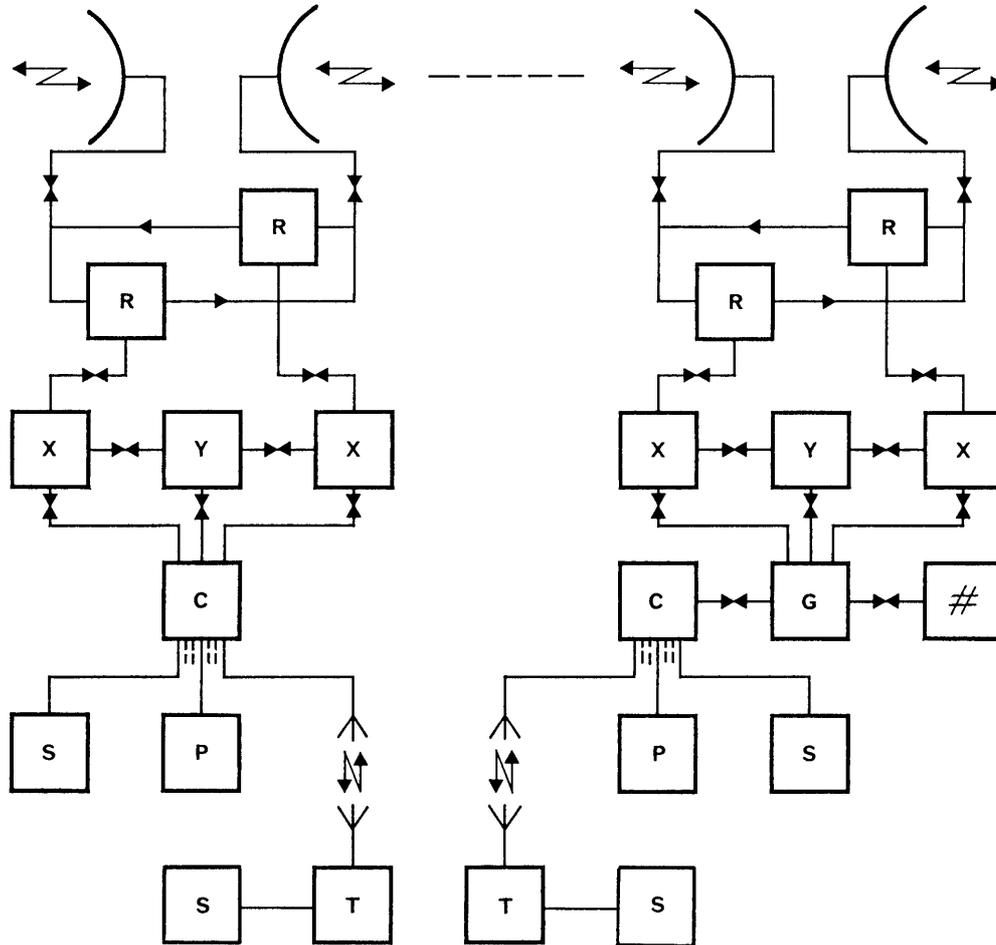
D01-sc

### 3 Principios de funcionamiento

Todos los sistemas punto a multipunto con AMDT utilizan el mismo criterio básico de transmisión. Las señales de datos o señales telefónicas con codificación digital se transmiten desde la estación central con un formato de multiplexaje por distribución en el tiempo (MDT), utilizando un entrelazado de bits o bytes. Alternativamente, la información para diversas estaciones terminales se transmiten de modo secuencial. En la dirección contraria, se atribuye a cada estación terminal un intervalo de tiempo en el que transmite su información. Debe procederse con sumo cuidado para garantizar la llegada secuencial de las ráfagas de datos a la estación central. Esto se obtiene generalmente mediante un diseño cuidadoso del sistema de control y mediante una igualación absoluta del retardo. Esta igualación se halla ya preestablecida o se ajusta dinámicamente según los objetivos de diseño del sistema. Cuando las variaciones del tiempo de propagación son pequeñas con relación al periodo básico de transmisión del sistema (inversa de la velocidad de transmisión en baudios) la igualación preestablecida generalmente es adecuada. En las Figs. 3 y 4 se muestra un esquema de sistema típico y una disposición de la trama AMDT.

FIGURA 2

Configuración posible de un sistema de acceso múltiple con conmutación local para abonados rurales



- T: Terminal radioeléctrico
- R: Estación repetidora
- X: Multiplexor/demultiplexor de extracción e inserción para canales de supervisión y tráfico
- Y: Procesador de supervisión
- C: Conmutador local
- G: Conmutador de cabeza de línea
- #: Central telefónica
- S: Interfaz de abonado
- P: Teléfono público

D02-sc

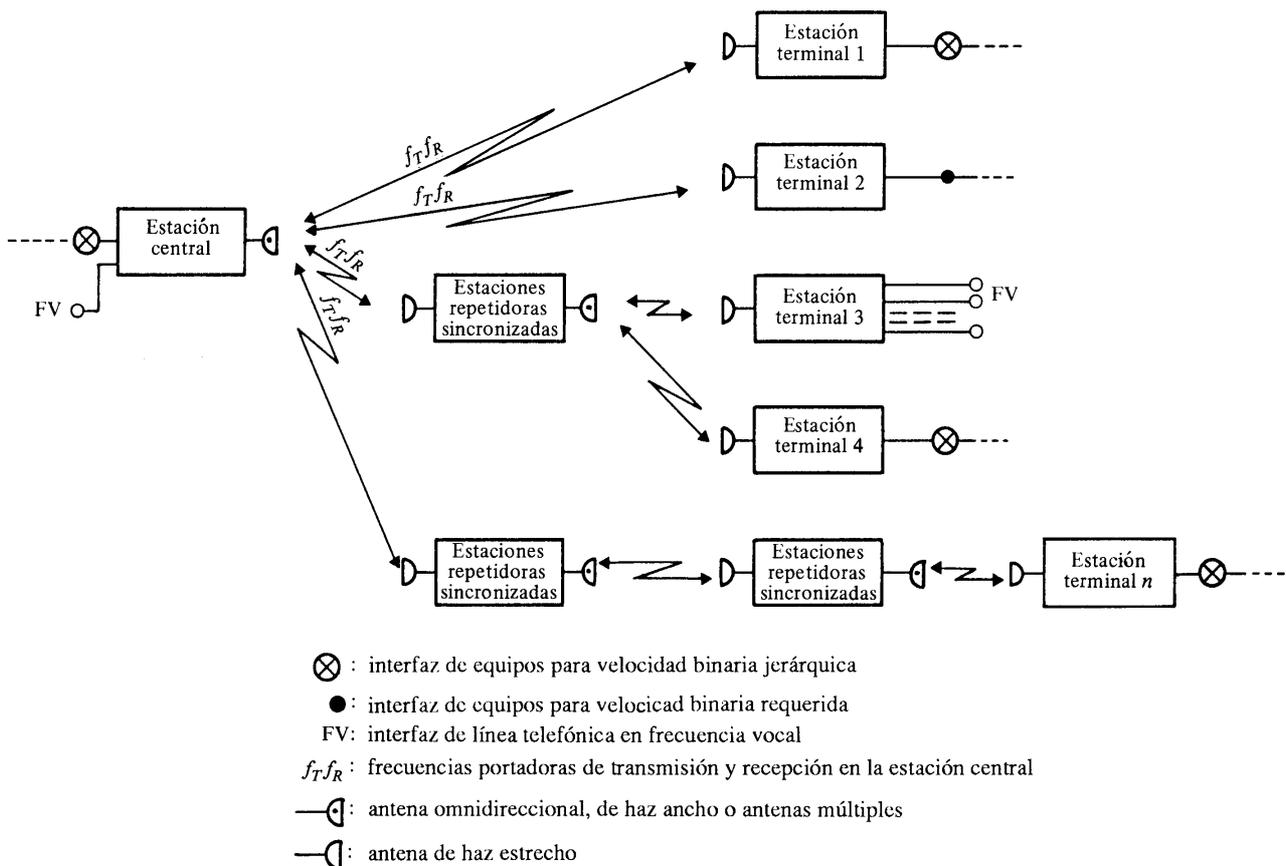
En general, la conexión de los sistemas P-MP con la red se efectúa en la estación central, y resulta preferible que el sistema P-MP sea transparente para la red sin que la utilización de AMDT imponga ninguna limitación. Además, la utilización de un interfaz convencional permite que la estación central esté ubicada a cierta distancia del punto de conexión con la red, puesto que el enlace con este punto puede realizarse por sistemas convencionales radioeléctricos o de cable.

Por lo común, la señal regenerada recibida en cada estación terminal se utiliza para proporcionar información de temporización a la estación terminal. La información de sincronización para las transmisiones en modo de ráfagas se obtiene de los bits de control recibidos procedentes de la estación central. Por lo tanto, cada ráfaga contiene información de preámbulo y, en consecuencia, es

deseable contar con ráfagas largas y, por ello, con periodos de trama largos para la utilización eficaz del sistema. No obstante, este enfoque puede conducir a retardos globales que resultan inaceptables para una red pública conmutada y, por ello, debe examinarse con cuidado la relación entre la cantidad de información útil por ráfaga y el retardo admisible del sistema.

FIGURA 3

Configuración típica de un sistema inalámbrico fijo MDT punto a multipunto



0756-03

#### 4 Consideraciones sobre la frecuencia, la interferencia y la modulación

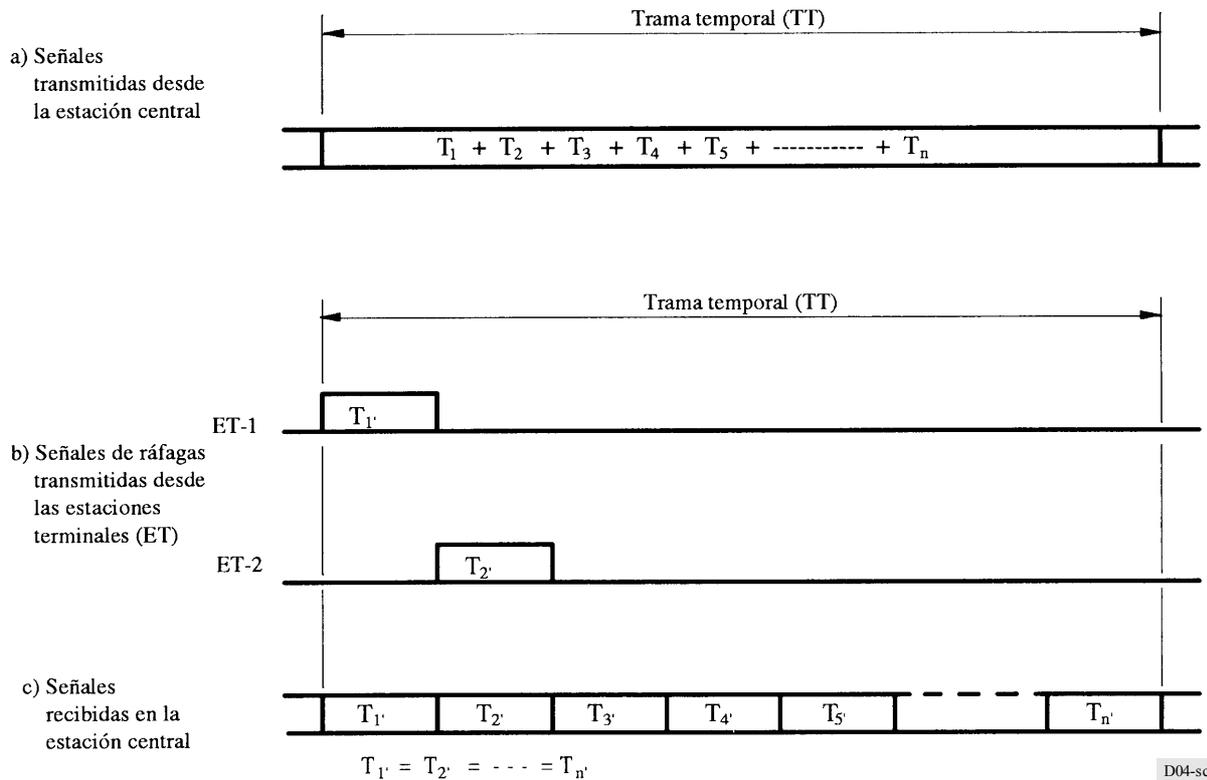
Habida cuenta de la propagación de las ondas y del estado actual de la técnica, la banda de frecuencias debería elegirse entre las bandas atribuidas al servicio fijo. Se da preferencia a las bandas más bajas en los casos en que la propagación se efectúe por difracción (regiones montañosas), y a las bandas más elevadas cuando se teman interferencias. Obsérvese que algunas administraciones están utilizando para esta aplicación las bandas de 1,5 GHz, de 1,7 GHz a 1,9 GHz y de 2,3 GHz a 2,6 GHz.

Para los sistemas de acceso múltiple, las frecuencias de los diferentes radiocanales deberán elegirse teniendo en cuenta la anchura de banda de los equipos y las limitaciones impuestas por las diferentes causas de interferencia.

Cuando en una misma zona rural deban coexistir varios sistemas radioeléctricos, la coordinación de frecuencia exigirá un análisis detallado que, en el caso de sistemas de acceso múltiple, presenta algunos aspectos comunes con los sistemas móviles.

FIGURA 4

Relación típica entre los intervalos de tiempo atribuidos en un sistema AMDT



Puede lograrse una utilización más eficaz del espectro radioeléctrico disponible aprovechando el carácter estacionario de los abonados rurales mediante la utilización de antenas direccionales y reduciendo así al mínimo la interferencia mutua.

#### 4.1 Planificación de frecuencias

Los sistemas P-MP utilizan generalmente más de una estación central para conseguir una cobertura geográfica adecuada, con arreglo al número de abonados que pueden ser conectados a un sistema. A fin de limitar los costes de infraestructura, cuando aumenta el número de abonados se siguen utilizando las estaciones centrales existentes y se añaden otras nuevas. Por lo tanto, es necesario multiplexar los canales radioeléctricos antes de la línea de alimentación de la antena.

Los sistemas que funcionan en frecuencias de ondas centimétricas necesitan un trayecto de propagación libre de obstáculos (visibilidad directa), dado que los edificios altos pueden dar lugar a zonas de sombra. La visibilidad del trayecto de propagación, definida en términos del porcentaje de abonados en visibilidad directa desde la estación central, puede aumentarse mediante una

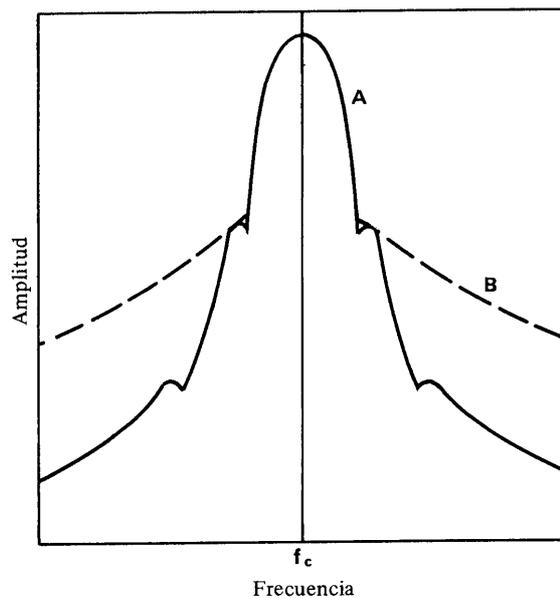
configuración de células superpuestas utilizando múltiples estaciones centrales. Para los sistemas de ondas métricas y decimétricas que funcionan en las zonas rurales, se admite generalmente una cierta atenuación por difracción.

#### 4.2 Conformación del espectro e interferencia de los canales adyacentes

Normalmente la forma de onda de la señal transmitida por un sistema radioeléctrico digital está conformada para minimizar el espectro de las bandas laterales y para suprimir la interferencia de los canales adyacentes.

Un sistema MDT que transmite señales en ráfagas debe mantener una forma de onda de los símbolos adecuada a lo largo de la duración de la ráfaga, para lo que es fundamental una temporización correcta en la transmisión. La Fig. 5 muestra la distribución del espectro de una señal MDT para una temporización correcta e incorrecta (curvas A y B respectivamente).

FIGURA 5  
Distribución del espectro MDT



Curvas A: Espectro normal de una señal en ráfagas con temporización correcta de las puertas  
 B: Espectro de una señal en ráfagas con temporización incorrecta de las puertas

D05-sc

#### 4.3 Técnicas de modulación

La modulación de frecuencia o de fase parece ser el método preferido para los sistemas analógicos y la modulación por desplazamiento de frecuencia (MDF), por desplazamiento de fase (MDP) o por amplitud en cuadratura (MAQ) para los sistemas digitales. El empleo de amplificadores de clase C permite consumir poca energía, pero en la práctica sólo se emplean para la MDF o la MDP (de 2 y 4 estados).

Podría emplearse la MICDA a 32 kbit/s (véase la Recomendación UIT-T G.721) para utilizar más eficazmente las frecuencias manteniendo la calidad de la transmisión (Nota 1).

Se ha desarrollado un sistema que proporciona cuatro circuitos telefónicos simultáneos en un solo canal RF de 25 kHz. Emplea un algoritmo de codificación de 16 kbit/s para obtener la necesaria compresión de la voz, y requiere un compensador de eco debido al retardo impuesto por el códec.

Se ha realizado una técnica de modulación MDP-4 con desplazamiento, sin interferencia entre símbolos y sin fluctuación de fase, para proporcionar un sistema AMDT de gran capacidad con aprovechamiento eficaz del espectro y de la energía.

NOTA 1 – La Recomendación UIT-T G.728 da una norma para la codificación a 16 kbit/s.

**4.4 Planes de frecuencia**

Se han realizado sistemas AMDT en la banda 9, basados en diferentes planes de frecuencia con separación entre radiocanales que depende de la capacidad y del tipo de modulación. En el Cuadro 1, se presentan algunos ejemplos típicos.

La Recomendación UIT-R F.701 aporta detalles sobre las disposiciones de radiocanales para sistemas P-MP que funcionan entre 1,427 y 2,690 GHz.

CUADRO 1

**Planes de frecuencia típicos para sistemas P-MP**

Centro de la banda de frecuencias (MHz)	Número de enlaces	Técnica de modulación	Separación de canales (MHz)
1 500	15	MF	3,5
	60	MDP-4D	3,5
	15	MDF-2	2,0
	10	MDF	2,0
	30	MDP-4	2,0/2,5
1 800	15	MF	3,5
	60	MDP-4D	3,5
2 000	48	MDP-4	4,0
	15	MF	3,5
	60	MDP-4D	3,5
2 400 a 2 600	15	MF	3,5
	60	MDP-4D	3,5
	10	MDF	2,0
	30	MDP-4	2,0/2,5

También se han desarrollado sistemas AMDT en las bandas de 150, 450 y 800 MHz, que permitan la explotación de canales radioeléctricos estrechos. Esos sistemas utilizan una separación de canales de 25 kHz y 30 kHz y comparten el espectro con las operaciones móviles terrestres. Se han desarrollado sistemas que admiten dos o cuatro circuitos telefónicos con plena concentración de enlaces en cada canal radioeléctrico, pudiendo soportar cada sistema un múltiplo de canales RF en AMDT.

El número total de circuitos interurbanos que se obtienen es el producto del número de canales RF disponibles por el número de circuitos telefónicos por canal RF. Por ejemplo, un sistema en la banda de 450 MHz que utilice cuatro circuitos por canal RF y 26 canales RF proporcionará 104 circuitos, pero el número de abonados servidos puede ser muy superior a 104, en función del grado de servicio deseado.

#### **4.5 Interferencias**

Deberán considerarse los siguientes casos de interferencias al determinar la disposición de las células y los planes de frecuencias:

- interferencia a una estación de abonado causada por las estaciones de repetidor y de abonado de la célula adyacente (Fig. 6a));
- interferencia a una estación de repetidor causada por las estaciones de repetidor y de abonado de la célula adyacente (Fig. 6b));
- interferencia a una estación de repetidor causada por ella misma (Fig. 6c));
- interferencia a una estación de repetidor causada por las estaciones de abonado situadas dentro de la misma célula (Fig. 6c));
- interferencia cocanal causada por el uso de la misma frecuencia en una célula distante.

En una estación repetidora, deben considerarse detenidamente las radiaciones no esenciales y las respuestas parásitas.

### **5 Aspectos económicos del sistema y eficacia del espectro**

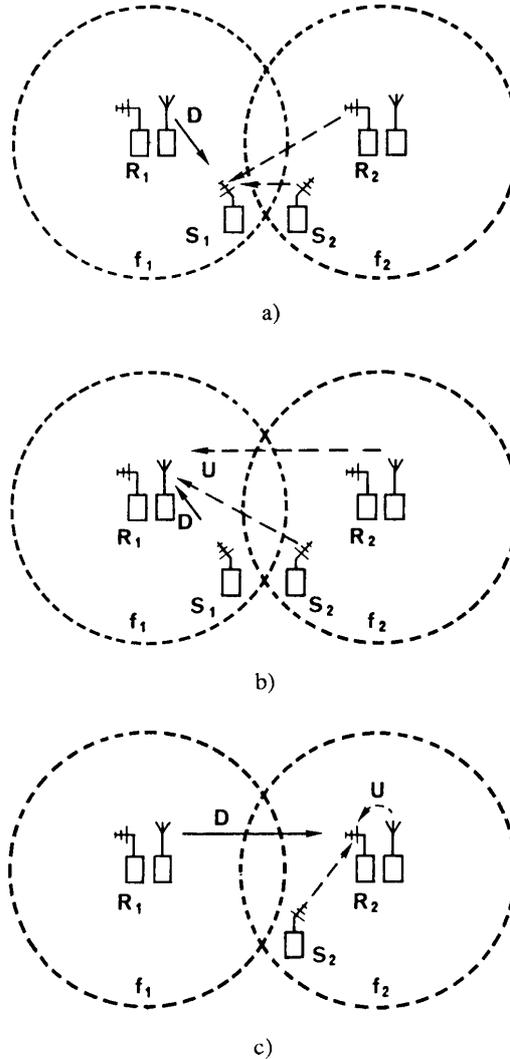
#### **5.1 Generalidades**

En los sistemas más sencillos P-MP, se asigna previamente un intervalo de tiempo para una estación terminal específica que tiene acceso en cualquier momento al intervalo de tiempo. Se utiliza este dispositivo para proporcionar un servicio continuo al cliente y la eficacia espectral es semejante a la de un sistema equivalente inalámbrico fijo digital punto a punto.

En los sistemas telefónicos de abonado, y otros sistemas en que la estación terminal no necesita estar permanentemente conectada a la estación central, puede obtenerse una utilización más eficaz del espectro asignando intervalos de tiempo a las estaciones terminales en función de la demanda. En estas circunstancias, el sistema proporciona una función de concentración, pudiendo calcularse, a partir de las Recomendaciones UIT-T E.506, UIT-T E.541 (§ 3.1) y del Suplemento N.º 1 a las Recomendaciones de la serie E del UIT-T, la relación adecuada entre los abonados atendidos y los circuitos ofrecidos, así como el grado de servicio correspondiente, teniendo en cuenta factores tales como el crecimiento futuro del tráfico telefónico.

El equipo de la estación central consta de un conjunto de equipos transmisores y receptores. Esto conduce a un sistema económico, comparado con sistemas que utilizan circuitos inalámbricos fijos independientes de pequeña capacidad para más de tres estaciones. En el ejemplo de la Fig. 1 pueden utilizarse repetidores sincronizados para algunas aplicaciones entre la central y las estaciones terminales.

FIGURA 6  
Modelo de interferencia



- R: Estación repetidora
- S: Estación de abonado
- D: Señal deseada
- U: Señal no deseada
- Y: Antena omnidireccional
- Y<sup>+</sup>: Antena direccional

D06-sc

Los equipos receptores y transmisores en la estación central y en las estaciones terminales son similares a los equipos inalámbricos fijos punto a punto, salvo su capacidad de transmitir y recibir señales en ráfaga por la adición de un control para la portadora de ráfagas y los circuitos para ecualización de la temporización de la señal de reloj y de trama.

## 5.2 Consideraciones relativas a la transmisión de datos

Para telefonía, la parte de mensaje de una ráfaga AMDT contiene un paquete de bits MIC a 64 kbit/s, almacenado durante un intervalo de la trama AMDT. Para transportar con eficacia tráfico de datos para velocidades de bit inferiores a 64 kbit/s, no hay que utilizar la totalidad del enlace a 64 kbit/s. Utilizando las técnicas de multitrama, cada enlace a 64 kbit/s puede subdividirse para aumentar el número de enlaces asignados por demanda a velocidad más baja disponibles para la transmisión de datos.

# 6 Tipo de trayecto y características de los equipos radioeléctricos

## 6.1 Generalidades

La solución más económica parece ser un trayecto con visibilidad directa o casi directa (difracción), lo que permite utilizar equipos transistorizados con potencias de transmisión de 0,5 W a 5 W, aproximadamente. En ciertas circunstancias, puede ser necesaria una potencia superior, especialmente en la estación central del sistema de acceso múltiple.

La utilización de la tecnología de microprocesador facilita las tareas de supervisión en los sistemas de acceso múltiple, aspecto que tratándose de áreas rurales puede incidir de manera fundamental en la explotación de estos sistemas. Sería deseable que la supervisión desde la central o desde otro punto incluyera la posibilidad de controlar también las estaciones y líneas de abonado.

## 6.2 Estabilidad de frecuencia

Las tolerancias deberían ajustarse a lo prescrito en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Preferentemente, esto debería ser posible sin la utilización de un termostato.

## 6.3 Antenas

Las antenas de las estaciones de abonado deberán ser simples, fuertes y no ofrecer una gran superficie al viento. Si se tienen en cuenta las dificultades de acceso a los emplazamientos distantes, la fiabilidad es de capital importancia. Las antenas de tipo Yagi, si están bien construidas, constituyen una buena solución a frecuencias no superiores a un valor aproximado de 1,5 GHz. Para las bandas de frecuencias más elevadas, pueden utilizarse según la ganancia de antena necesaria y la frecuencia utilizada, otros tipos de antena, tales como las helicoidales o los sistemas de dipolos con reflector. Las antenas de bocina constituyen una buena solución entre la ganancia, la fiabilidad y el coste a frecuencias de 1,5 GHz o superiores.

La utilización de una antena común para la transmisión y la recepción es en general más económica, pero es necesario prever en este caso una mayor separación de frecuencias para evitar el bloqueo del receptor (por ejemplo, 3% a 5% de la frecuencia media). Se ha indicado, sin embargo, que la adopción de una separación demasiado grande entre las frecuencias podría conducir a dificultades técnicas, debido a la limitación de la anchura de banda de ciertas antenas.

En la estación central del sistema de acceso múltiple en la que se concentran radioeléctricamente todos los abonados de su área de servicio, la antena o antenas deberán elegirse de manera que sus características de radiación se adapten, en la medida de lo posible, a la zona geográfica a cubrir.

Las estaciones repetidoras tienen dos antenas. La configuración más común consistirá en una antena direccional dirigida hacia el terminal de la central y una antena omnidireccional o, posiblemente, una antena de haz ancho, para dar servicio a las estaciones locales de abonado y poder enlazar, en su caso, con otros repetidores.

El empleo de antenas direccionales en el lado del abonado permite una utilización más eficaz del espectro radioeléctrico disponible, a base de minimizar la interferencia mutua.

#### **6.4 Señalización**

En general, los sistemas deben ser transparentes a la señalización.

El equipo debe estar provisto de órganos de señalización apropiados, que comprendan todos los dispositivos de llamada y de control para los tipos de explotación necesarios.

En la Recomendación UIT-R M.257 se expone un sistema de llamada selectiva que podría considerarse para los sistemas analógicos de acceso múltiple. Los sistemas AMDT digitales emplearán normalmente una combinación de señalización por canal común y señalización por canal asociado.

En general, los sistemas radiotelefónicos para abonados rurales deberían facilitar la transmisión de las señales de tarificación y la específica de los teléfonos públicos.

#### **6.5 Alimentación**

El UIT-T publicó el documento «Las fuentes primarias de energía» (edición 1985) en el que se expone esta problemática.

En general, debería prescindirse de las fuentes de energía no estáticas (grupos electrógenos) en razón del mantenimiento que necesitan.

Especial interés ofrece la utilización de la energía solar, aunque en ocasiones las condiciones climáticas de determinadas zonas no permitirán su aprovechamiento.

En un sistema AMDT se ahorra energía ya que el transmisor sólo funciona durante los intervalos de tiempo activos. Puede ahorrarse aún más energía apagando periódicamente el receptor, cuando está inactivo, si bien deberá establecerse un ciclo de funcionamiento que sea compatible con el criterio de señalización adoptado.

### **7 Instalación**

El equipo radioeléctrico puede emplazarse en una cabina, bien en la parte superior de la estructura de soporte de las antenas, lo cual reduce las pérdidas en los cables, aunque complica la instalación y el mantenimiento, o bien al pie de dicha estructura, para facilitar la instalación y el mantenimiento. Si la cabina incluye equipo radioeléctrico y de interfaz de línea, la única alternativa práctica es esta última. En general, el equipo debería ser pequeño, de poco peso, robusto y fácil de instalar.

El equipo para instalación exterior deberá funcionar de forma fiable en una amplia gama de temperaturas. Como alternativa, el equipo puede instalarse en habitáculos de superficie o enterrados.

La información precedente es aplicable a la instalación del equipo en los emplazamientos del abonado o en el del repetidor de los sistemas de acceso múltiple. No obstante, las necesidades de infraestructura en cuanto al equipo radioeléctrico de la estación central pueden verse incrementadas debido a que el equipo es más voluminoso, el consumo de energía es superior, etc.

## **8 Mantenimiento**

Como el acceso al equipo que da servicio en las zonas rurales presentará a menudo dificultades, debe ser tan fiable o más que las líneas terrestres. Algunas administraciones han utilizado sistemas en los que el tiempo medio entre averías es de 10 o más años para la estación de abonado.

Por otro lado, como el nivel técnico disponible para mantener el equipo en emplazamientos apartados puede ser limitado, el diseño permitirá el mantenimiento mediante sustitución de tarjetas o unidades completas reduciendo al mínimo e incluso eliminando, los ajustes sobre el terreno.

## **9 Objetivos de calidad y de disponibilidad proporcionados por los sistemas radioeléctricos de abonados locales en bandas métricas y decimétricas para aplicaciones telefónicas de largas distancias**

La Recomendación UIT-R F.697 examina los objetivos en materia de calidad y disponibilidad para sistemas inalámbricos fijos digitales utilizados en la sección local de la RDSI entre el abonado y la central local. Estos sistemas suelen utilizarse como sistemas punto a punto y punto a multipunto para la distribución de servicios de telecomunicación, principalmente a clientes del sector comercial. La Recomendación UIT-R F.697 también proporciona directrices generales en cuanto a las características de error.

Es importante considerar por separado las necesidades y circunstancias que rodean a los sistemas inalámbricos fijos digitales que se utilizan en las redes locales de ámbito rural. Estos sistemas están caracterizados por distancias muy largas (de hasta varios cientos de kilómetros), bajas densidades de abonados (típicamente inferiores a 0,1 abonado/km<sup>2</sup>), funcionamiento en las bandas de ondas métricas y decimétricas, y una imperiosa necesidad de proporcionar servicios telefónicos económicos. Siempre que resulte práctico, estos sistemas deben proporcionar una calidad de transmisión y una gama de posibilidades semejantes a las que normalmente se proporcionan a los abonados de las zonas urbanas. Sin embargo, por razones de tipo económico, no tienen por qué adaptarse estrictamente a la Recomendación UIT-T G.821. A pesar de todo es conveniente que cualquier nueva Recomendación sobre calidad y disponibilidad adopte, siempre que resulten adecuados, las definiciones y los criterios de calidad existentes.

---