



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

J.118

(05/2000)

SERIE J: TRANSMISIONES DE SEÑALES
RADIOFÓNICAS, DE TELEVISIÓN Y DE OTRAS
SEÑALES MULTIMEDIOS

Sistemas interactivos para distribución de televisión digital

**Sistemas de acceso para servicios interactivos
por redes de antena colectiva de televisión por
satélite/televisión de antena colectiva**

Recomendación UIT-T J.118

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE J
**TRANSMISIONES DE SEÑALES RADIOFÓNICAS, DE TELEVISIÓN Y DE OTRAS SEÑALES
MULTIMEDIOS**

Recomendaciones generales	J.1–J.9
Especificaciones generales para transmisiones radiofónicas analógicas	J.10–J.19
Características de funcionamiento de los circuitos radiofónicos	J.20–J.29
Equipos y líneas utilizados para circuitos radiofónicos analógicos	J.30–J.39
Codificadores digitales para señales radiofónicas analógicas	J.40–J.49
Transmisión digital de señales radiofónicas	J.50–J.59
Circuitos para transmisiones de televisión analógica	J.60–J.69
Transmisiones de televisión analógica por líneas metálicas e interconexión con radioenlaces	J.70–J.79
Transmisión digital de señales de televisión	J.80–J.89
Servicios digitales auxiliares para transmisiones de televisión	J.90–J.99
Requisitos operacionales y métodos para transmisiones de televisión	J.100–J.109
Sistemas interactivos para distribución de televisión digital	J.110–J.129
Transporte de señales MPEG-2 por redes de transmisión de paquetes	J.130–J.139
Mediciones de la calidad de servicio	J.140–J.149
Distribución de televisión digital por redes locales de abonados	J.150–J.159

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

**Sistemas de acceso para servicios interactivos por redes de antena colectiva
de televisión por satélite/televisión de antena colectiva**

Resumen

La presente Recomendación trata de la definición de la estructura de alineación de trama, codificación de canal y modulación para la provisión de un canal de interacción a través de redes de antena colectiva de televisión por satélite/televisión de antena colectiva (SMATV/MATV) del usuario al extremo de cabecera SMATV/MATV.

La presente Recomendación define dos alternativas tecnológicas en uso para la provisión del servicio interactivo en redes SMATV/MATV de acuerdo con una clasificación que depende de la anchura de banda. En particular, la solución basada en cable es adaptada cuando se trata de aplicaciones de banda ancha, mientras que la modulación de acceso múltiple por división de tiempo a baja velocidad de enlace maestro es adecuada para aplicaciones de banda estrecha.

Orígenes

La Recomendación UIT-T J.118, preparada por la Comisión de Estudio 9 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la CMNT el 18 de mayo de 2000.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2001

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

Página

1	Alcance	1
2	Referencias normativas	2
3	Abreviaturas y definiciones pertinentes	2
4	Conceptos del sistema interactivo SMATV/MATV	4
5	Modelo de referencia para la arquitectura de sistema de canales de interacción de banda estrecha en un escenario de radiodifusión (servicios interactivos asimétricos)	5
5.1	Modelo de pila de protocolos	5
5.2	Modelo de sistema	6
5.3	Aplicación del modelo de referencia al canal de interacción SMATV	7
6	Canal de interacción para sistemas SMATV/MATV	9
6.1	Descripción del sistema	9
6.2	Método basado en el "solución en cable"	11
6.2.1	Atribución de espectro	13
6.2.2	Acceso múltiple FDM/TDMA	13
6.2.3	Velocidades binarias y alineación de trama	14
6.3	Método basado en la "solución de enlace maestro o TDMA de baja velocidad"	18
6.3.1	Principales características	18
6.3.2	Capa física	19
6.3.3	Gama de frecuencia	20
6.3.4	Balance de potencia y determinación de potencia	20
6.3.5	Capa MAC	20
6.3.6	Dirección MAC	20
6.3.7	Esquema TDMA	20
6.3.8	Alineación de trama	21
6.3.9	Procedimiento de control de errores	22
6.4	Interfaz de la cabecera SMATV/MATV con otras redes	22
6.4.1	Interfaz en serie RS-232	22
6.4.2	Interfaces alternativas	23
Apéndice I – Informe sobre mediciones del sistema de enlace maestro para redes SMATV/MATV		24
I.1	Introducción	24
I.2	Descripción de la prueba	24
I.3	Mediciones	24
I.3.1	Tasa de errores en los bits de la señal GMSK	24
I.3.2	Atenuación máxima admisible	25

	Página
I.3.3 Espectro IF	25
I.3.4 Calidad de funcionamiento en presencia de distorsiones lineales	25
I.5 Conclusiones	27
Apéndice II – Informe sobre la simulación del comportamiento de la señal GMSK utilizada por el sistema de enlace maestro en redes SMATV/MATV	27
II.1 Introducción	27
II.2 Descripción de la simulación	27
II.3 Análisis de la función de transferencia de las redes consideradas	28
II.4 Resultados de las simulaciones	29
II.5 Conclusiones	31
II.6 Bibliografía	32

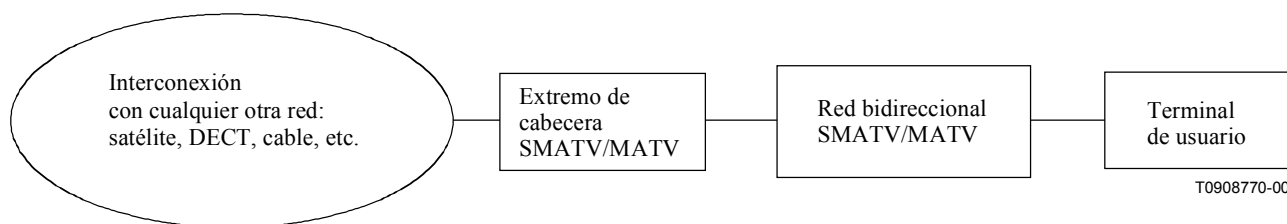
Recomendación UIT-T J.118

Sistemas de acceso para servicios interactivos por redes de antena colectiva de televisión por satélite/televisión de antena colectiva

1 Alcance

La presente Recomendación amplía el alcance de UIT-T J.84 "Distribución de señales multiprograma digitales para servicios de televisión, sonido y datos a través de redes de antena colectiva de televisión por satélite" para proporcionar datos bidireccionales por redes coaxiales SMATV/MATV para servicios interactivos.

La presente Recomendación abarca la definición de la estructura de alineación de trama, la codificación de canal y la modulación para la provisión de servicio interactivo en las redes SMATV/MATV, y proporciona los elementos necesarios para la implementación de un canal de interacción entre el terminal de usuario y los equipos de extremo de cabecera SMATV/MATV. Es posible implementar otro tipo de conexiones entre la cabecera SMATV/MATV y el proveedor de servicio. La arquitectura de sistema seguida en esta Recomendación se muestra en la siguiente figura:



La presente Recomendación describe dos posibilidades tecnológicas diferentes que proporcionan las especificaciones para los sistemas que se han utilizar en las redes SMATV/MATV para fines interactivos.

En particular, las dos alternativas tecnológicas para la provisión de servicio interactivo en redes SMATV/MATV han sido clasificadas de acuerdo con un criterio que depende de la anchura de banda. La solución basada en cable es adaptada cuando se trata de aplicaciones de banda ancha (véase 6.2), mientras que la solución basada en TDMA a baja velocidad del enlace maestro es adecuada para aplicaciones de banda estrecha (véase 6.3).

Los usuarios de SMATV/MATV pueden emplear también sistemas alternativos de canal de interacción, por ejemplo, las soluciones RTPC/RDSI y DECT inalámbrica.

Las actividades de investigación y desarrollo realizadas fuera del marco de los programas de investigación europeos ACTS¹ han demostrado la viabilidad del canal de interacción para

¹ Advanced Communications, Technologies and Services (ACTS) es el Programa de Investigación y Desarrollo de la Comisión Europea. Uno de sus proyectos es DIGISAT, que ha contribuido considerablemente a las soluciones del canal de interacción para las redes SMATV/MATV. El Proyecto S3M está contribuyendo también con la solución del enlace maestro para el canal de interacción en el entorno SMATV/MATV, en particular para redes SMATV/MATV pequeñas, aunque con la posibilidad de ser utilizado en redes SMATV/MATV mayores debido a las características modulares de esta solución.

SMATV/MATV. Las pruebas y demostraciones han evidenciado que este concepto es una realidad a corto plazo y que se dispone de prototipos preliminares apoyados por la industria.

La finalidad de la presente Recomendación es asegurar que los diseñadores e instaladores de redes SMATV que transportan servicios interactivos tendrán la información que necesitan para poder establecer y mantener redes que funcionen a plena satisfacción. Proporciona la información necesaria para los diseñadores y fabricantes de equipos (incluidos los receptores) para señales interactivas digitales a través de redes SMATV.

La presente Recomendación tiene dos apéndices I y II con material útil para la implementación del sistema interactivo en las instalaciones SMATV/MATV.

2 Referencias normativas

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- [1] UIT-T J.84 (1997), *Distribución de señales digitales multiprogramas para servicios de televisión, sonido y datos a través de redes de antena colectiva de televisión por satélite.*
- [2] UIT-R BO.1211 (1995), *Sistemas de transmisión digital multiprograma en servicios de televisión, sonido y datos mediante satélites que funcionan en la gama de frecuencias 11/12 GHz.*
- [3] UIT-T J.83 (1997), *Sistemas digitales multiprogramas para servicios de televisión, sonido y datos de distribución por cable.*
- [4] UIT-T J.112 (1998), *Sistema de transmisión para servicios interactivos de televisión por cable.*
- [5] UIT-T J.111 (1998), *Protocolos independientes de la red para sistemas interactivos.*
- [6] UIT-T V.24 (2000), *Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos.*
- [7] UIT-T V.28 (1993), *Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos para transmisión por doble corriente.*
- [8] UIT-T X.25 (1996), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y están conectados a redes públicas de datos por circuitos especializados.*
- [9] ISO 2110:1989, *Information technology – Data communication – 25 pole DTE/DCE interface connector and contact number assignments.*
- [10] ETSI EN 50201 (1998), *Interfaces for DVB-IRDs.*

3 Abreviaturas y definiciones pertinentes

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

BC	Canal de radiodifusión (<i>broadcast channel</i>)
BIM	Módulo interfaz de radiodifusión (<i>broadcast interface module</i>)
CATV	Sistema de distribución de televisión por cable (<i>cable TV distribution system</i>)

CDM	Multiplexación por división de código (<i>code division multiplex</i>)
CTS	Liberación para enviar (<i>clear to send</i>)
DCE	Equipo de comunicación de datos (<i>data communications equipment</i>)
DTE	Equipo terminal de datos (<i>data terminal equipment</i>)
DVB	Radiodifusión de vídeo digital (<i>digital video broadcasting</i>)
ETS	Norma Europea de Telecomunicaciones (<i>European Telecommunications Standard</i>)
IB	Dentro de banda (<i>in-band</i>)
IC	Canal de interacción (<i>interaction channel</i>)
IIM	Módulo de interfaz interactivo (<i>interactive interface module</i>)
INA	Adaptador de red interactivo (<i>interactive network adapter</i>)
IRD	Decodificador de receptor integrado (<i>integrated receiver decoder</i>)
ISCM	Módulo comercial de servicios interactivos [<i>interactive services commercial module</i> (DVB)]
MAC	Control de acceso a medios (<i>media access control</i>)
MATV	Televisión de antena colectiva (<i>master antenna television</i>)
MMDS	Sistema de distribución multipunto por microondas (<i>microwave multipoint distribution system</i>)
MTU	Unidad de transferencia máxima (<i>maximum transfer unit</i>)
NIU	Unidad de interfaz de red (<i>network interface unit</i>)
OOB	Fuera de banda (<i>out of band</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open systems interconnection</i>)
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
QPSK	Modulación por desplazamiento de fase en cuaternaria (<i>quaternary phase shift keying</i>)
RTPC	Red telefónica pública conmutada
RTS	Petición de enviar (<i>request to send</i>)
SLIP	Protocolo de interconexión de línea en serie (<i>serial line interconnection protocol</i>)
SMATV	Antena colectiva de televisión por satélite (<i>satellite master antenna television</i>)
STB	Adaptador multimedios (<i>set top box</i>)
STU	Unidad de adaptación multimedios (<i>set top unit</i>)
TDM	Multiplexación por división en el tiempo (<i>time division multiplex</i>)
TDMA	Acceso múltiple por división de tiempo (<i>time division multiplex access</i>)
TS	Tren de transporte (<i>transport stream</i>)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Radiocomunicaciones
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones

3.2 Se proporcionan las siguientes definiciones pertinentes:

3.2.1 sistema SMATV A (SMATV-DTM): Este sistema consiste en la transmodulación de señales con modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (QPSK) definidas en [2] a un esquema de modulación de amplitud en cuadratura (QAM) definido en [3]. El proceso de transmodulación sin interfaz con la banda de base se conoce también como transmodulación transparente y la unidad de cabecera que ejecuta esta función se conoce como transmodulador digital transparente (TDT, *transparent digital transmodulator*).

3.2.2 sistema SMATV B: Este sistema se basa en el uso de la modulación QPSK. El concepto del sistema SMATV B permite la recepción directa de señales digitales de satélite utilizando la conversión de frecuencia de la señal de satélite recibida a una banda de frecuencia apropiada a las características de la red de distribución SMATV. Los elementos funcionales de este sistema se indican en la especificación de satélite básica proporcionada en [2]. Se consideran dos configuraciones del sistema SMATV B, como sigue:

- **SMATV-IF:** que utiliza la frecuencia intermedia (IF, *intermediate frequency*) entregada por el bloque de bajo ruido (LNB, *low noise block*) (por ejemplo, 950-2150 MHz).
- **SMATV-S:** que utiliza una conversión a la banda S ampliada (por ejemplo, 230-270 MHz).

3.2.3 terminal de agrupación SMATV o extremo de cabecera interactiva: El terminal de agrupación en la SMATV realiza la recopilación y distribución de información entrante y saliente de/a los terminales de usuario. Está formado por el adaptador de red interactivo (INA) de terminal de agrupación, las funciones MAC y las interfaces con las otras redes para recoger/distribuir la información en la red coaxial SMATV relacionada con cada terminal de usuario [módulo de interfaz interactivo (IIM, *interactive interface module*)].

4 Conceptos del sistema interactivo SMATV/MATV

El sistema de antena colectiva de televisión por satélite (SMATV/MATV) estuvo destinado previamente a la distribución de televisión y señales radiofónicas a los hogares situados en uno o más edificios adyacentes. Sin embargo, la aparición de los nuevos servicios interactivos digitales requiere que las redes SMATV/MATV estén equipadas con un canal de retorno que permita la introducción de servicios interactivos digitales. Esta clase de red se conoce también como instalaciones de antena comunitaria o redes nacionales de televisión por cable. Un sistema SMATV representa un medio de compartir los mismos recursos entre varios usuarios para la transmisión/recepción del contenido.

La presente Recomendación proporciona ejemplos de referencia para la implementación de un sistema de canal interactivo que ilustran dos casos diferentes.

Escenario A) Un entorno de *servicios interactivos asimétricos que soportan la difusión a los hogares con un canal de retorno de banda estrecha*. Éste es el escenario típico de radiodifusión mejorado con servicios interactivos de baja capacidad, cuya implementación se prevé será masiva a corto plazo.

Escenario B) Un entorno orientado hacia *servicios multimedios de banda ancha*, donde la infraestructura de interconexión SMATV/MATV puede desempeñar un cometido muy eficaz.

El modelo de referencia genérico de la UIT para sistemas interactivos descrito en UIT-T J.110 ha sido seguido por el sistema descrito en esta Recomendación. La red de interacción se divide en una red de soporte, una sección coaxial y una interfaz entre ellas. La sección SMATV/MATV proporciona las comunicaciones bidireccionales entre cada terminal de usuario y la cabecera SMATV/MATV, que está colocada en el techo de cada edificio.

Los sistemas SMATV/MATV interactivos descritos en esta Recomendación proponen soluciones para comunicaciones bidireccionales entre el usuario y el extremo de cabecera SMATV/MATV. El

sistema consiste en dos componentes principales: el extremo de cabecera interactivo o terminal de agrupación y el módulo de interfaz interactivo SMATV/MATV o terminal de usuario. Se permite cualquier otra conexión de red en el extremo de cabecera al enlace con el proveedor de servicio. Otras Comisiones de Estudio de la UIT están elaborando soluciones para la interconexión, suponiendo que éstas sean inalámbrica o cableadas (satélite, terrenal, CATV, etc.).

La cabecera SMATV/MATV interactiva recopila y distribuye información entrante y saliente de los terminales de usuario. Está formada por el adaptador de red interactivo de terminal de agrupación o el adaptador de red de extremo de cabecera (INA), las funciones MAC y las interfaces con otras redes para recoger/distribuir la información en la red coaxial SMATV/MATV relacionada con cada terminal de usuario [módulo de interfaz interactivo (IIM)].

Para la sección SMATV/MATV se proponen dos métodos de acuerdo con la clasificación dependiente de la anchura de banda. Para aplicaciones de banda ancha, se recomienda un subconjunto de las opciones proporcionadas para los sistemas en cable [4] (véase 6.2) que permiten un sistema más sencillo que CATV, adaptando así los requisitos del escenario SMATV/MATV. Uno de los aspectos esenciales del escenario SMATV/MATV con respecto a CATV es que el terminal de agrupación en la cabecera SMATV/MATV debe ser un equipo de consumidor, de manera similar que la caja de adaptación multimedios, aunque el costo de la cabecera SMATV/MATV se comparte entre los usuarios conectados a la misma red SMATV/MATV. Para aplicaciones de banda estrecha, se recomienda el método basado en el sistema de enlace maestro (véase 6.3).

El sistema aquí descrito es compatible con la especificación de protocolos independientes de red del UIT-T para servicios interactivos [5].

El sistema descrito en esta Recomendación es un sistema abierto que permite la interoperabilidad con otras redes, con independencia de la tecnología soportada. Se dan orientaciones al respecto, para poder utilizar tecnologías alternativas de modo que los usuarios o los operadores de red puedan seleccionar la tecnología más adecuada para cada situación de acuerdo con el tipo de red, los servicios requeridos, la calidad de los servicios, el número de usuarios, las necesidades de tráfico, etc.

Se define la interfaz entre la red coaxial y las otras redes con el fin de facilitar la interoperabilidad entre sistemas de diferentes fabricantes y tecnologías. En principio se recomienda una interfaz muy económica, basada en RS-232, aunque se identifican interfaces alternativas para poder utilizar los equipos existentes y facilitar también la provisión de las aplicaciones multimedios de banda ancha identificadas en el escenario B anterior.

5 Modelo de referencia para la arquitectura de sistema de canales de interacción de banda estrecha en un escenario de radiodifusión (servicios interactivos asimétricos)

En esta cláusula se presenta un modelo de referencia para la arquitectura de sistema de canales de interacción de banda estrecha en un escenario de radiodifusión (servicios interactivos asimétricos).

5.1 Modelo de pila de protocolos

Para los servicios interactivos asimétricos que soportan la difusión a los hogares con canal de retorno de banda estrecha, un modelo de comunicación sencillo tiene las siguientes capas (estas capas no coinciden exactamente con las capas de OSI).

- **Capa física:** donde se definen todos los parámetros de transmisión físicos (eléctricos).
- **Capa de transporte:** que define todas las estructuras de datos y protocolos de comunicación pertinentes, como contenedores de datos, etc.
- **Capa de aplicación:** es el soporte lógico de aplicación interactivo y los entornos de ejecución (por ejemplo, aplicación de compras desde el hogar, intérprete de guiones, etc.).

Esta Recomendación trata de las dos capas más bajas (física y de transporte) y deja la capa de aplicación abierta a las fuerzas competitivas del mercado.

Se ha adoptado un modelo simplificado de las capas de OSI para facilitar la producción de especificaciones para estos nodos. La figura 1 muestra las capas más bajas del modelo simplificado e identifica algunos de los parámetros esenciales para las dos capas más bajas.

Estructura de capa para el modelo de referencia de sistema genérico

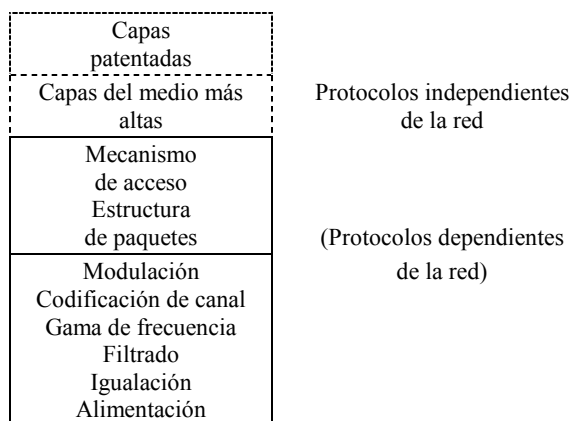


Figura 1/J.118 – Estructura de capa para el modelo de referencia de sistema genérico

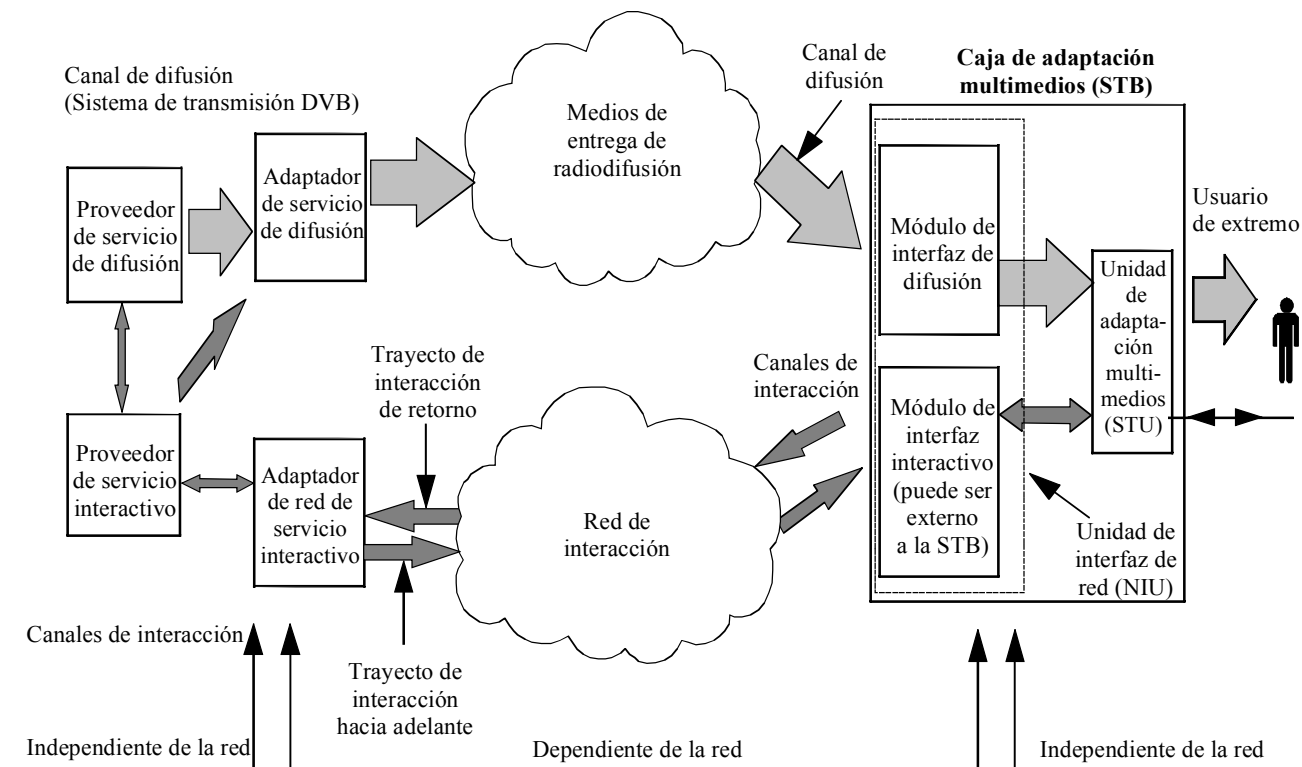
Esta Recomendación sólo trata de los aspectos específicos de la red. Los protocolos independientes de la red se especifican separadamente en UIT-T J.111.

5.2 Modelo de sistema

La figura 2 muestra el modelo de sistema, que se ha de utilizar para servicios interactivos. En el modelo, se establecen dos canales entre el proveedor de servicio y el usuario:

- **Canal de radiodifusión (BC):** Se establece un canal de radiodifusión de banda ancha unidireccional que incluye vídeo, audio y datos desde el proveedor de servicio a los usuarios. Puede incluir el trayecto de interacción hacia adelante.
- **Canal de interacción (IC):** Se establece un canal de interacción bidireccional entre el proveedor de servicio y el usuario para fines de interacción, que está formado por:
 - **Trayecto de interacción de retorno** (canal de retorno): Desde el usuario hasta el proveedor de servicio. Se utiliza frecuentemente para hacer peticiones al proveedor de servicio o para responder a preguntas. Es un canal de banda estrecha, conocido también corrientemente como canal de retorno.
 - **Trayecto de interacción hacia adelante:** Desde el proveedor de servicio hasta el usuario. Se utiliza para proporcionar toda clase de información del proveedor de servicio al usuario y cualquier otra comunicación requerida para la provisión del servicio interactivo. Puede estar insertado en el canal de banda ancha. Es posible que este canal no se requiera en algunas implementaciones sencillas, que utilizan el canal de banda ancha para el transporte de datos al usuario.

El terminal de usuario está formado por la unidad de interfaz de red (NIU, *network interface unit*), que se compone del módulo interfaz de radiodifusión (BIM, *broadcast interface module*), del módulo de interfaz interactivo (IIM, *interactive interface module*) y de la unidad de adaptación multimedios (STU, *set top unit*). El terminal proporciona la interfaz para los canales de difusión e interactivo. La interfaz entre el terminal de usuario y la red de interacción se realiza a través del módulo de interfaz interactivo.

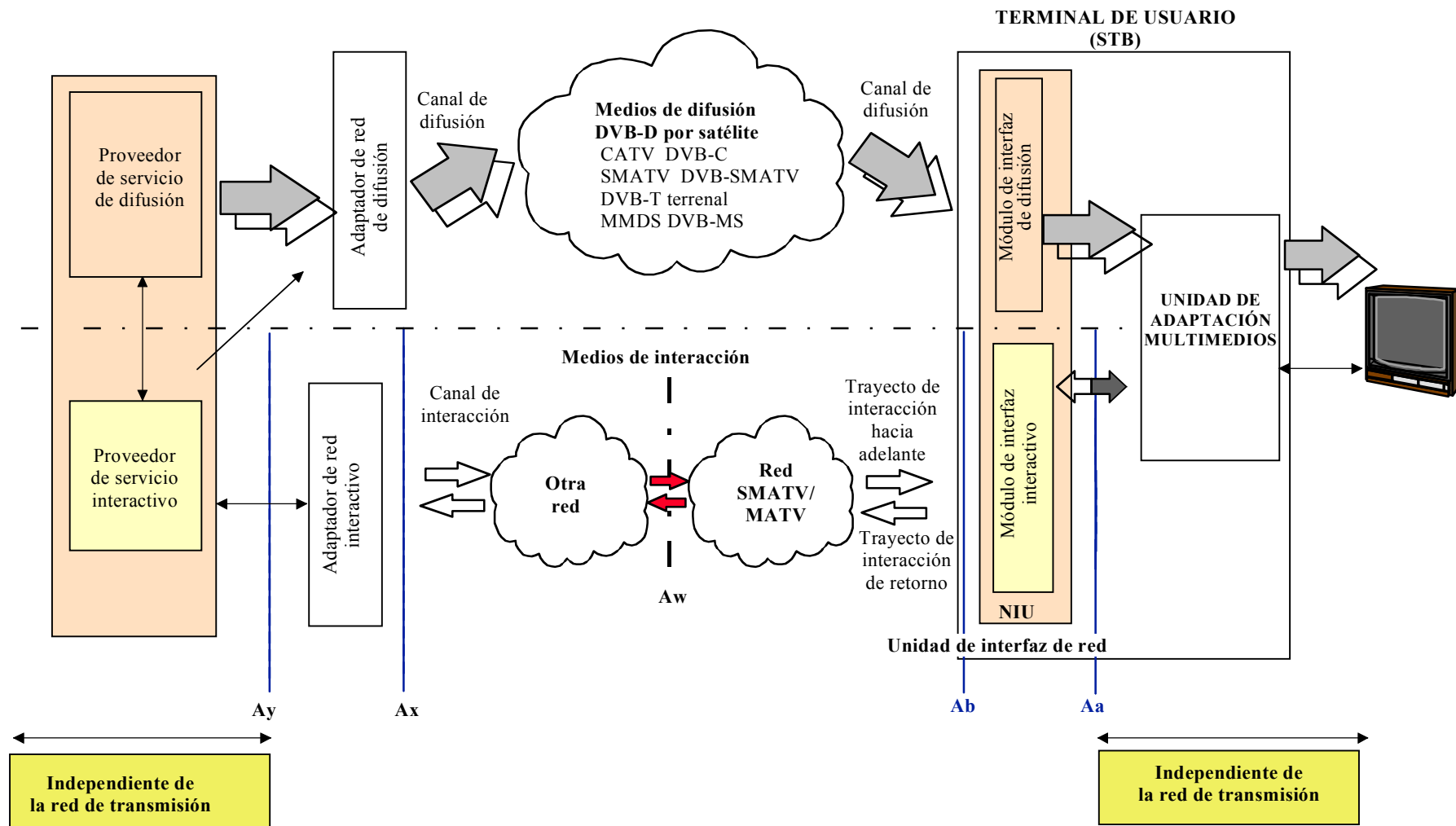


T0908780-99

Figura 2/J.118 – Modelo de referencia de sistema genérico para sistemas interactivos

5.3 Aplicación del modelo de referencia al canal de interacción SMATV

En la figura 3 se presenta el modelo de referencia para el caso particular del canal de interacción SMATV/MATV basado en la concatenación de cualquier otra red y la red SMATV/MATV.



T0908790-00

Figura 3/J.118 – Modelo de referencia para el canal de interacción SMATV/MATV

6 Canal de interacción para sistemas SMATV/MATV

6.1 Descripción del sistema

Las infraestructuras de SMATV/MATV pueden soportar la implementación del canal interactivo para servicios interactivos adecuados para sistemas de radiodifusión. Por consiguiente, es posible utilizar los sistemas SMATV/MATV en el entorno de radiodifusión vídeo digital para proporcionar un trayecto de comunicación bidireccional entre el terminal de usuario y el proveedor de servicio

El canal de interacción enlaza la cabecera SMATV/MATV con el terminal de usuario. Para el trayecto de interacción de retorno (hacia el origen), el tráfico interactivo de los usuarios es transmitido en la parte más baja de la banda de frecuencias de la red de distribución coaxial (pasiva) bidireccional y es recogido por el extremo de cabecera SMATV/MATV interactivo, después es transportado al proveedor de servicio a través de otra red. Para el trayecto de interacción hacia adelante (hacia el destino) las respuestas del proveedor de servicio son distribuidas a través de una red bidireccional a las cabeceras SMATV/MATV, dentro de cada edificio, la distribución se hace a través de los extremos de cabecera interactivos a cada usuario, utilizando la parte más baja de la banda de frecuencias de la red de distribución coaxial (pasiva) bidireccional.

Alternativamente, o en paralelo, el trayecto de interacción hacia adelante (hacia el destino) podría ser insertado en el canal de banda ancha en el múltiplex MPEG-2, cuando lo exija la capacidad requerida en el trayecto de interacción hacia adelante o el tipo de aplicación.

El canal de radiodifusión es transmitido como se especifica en [1].

En la figura 4a se muestra el diagrama funcional de bloques del sistema de interacción SMATV/MATV para el extremo de cabecera interactivo SMATV/MATV (figura 4a) y para el terminal de usuario interactivo SMATV/MATV (figura 4b).

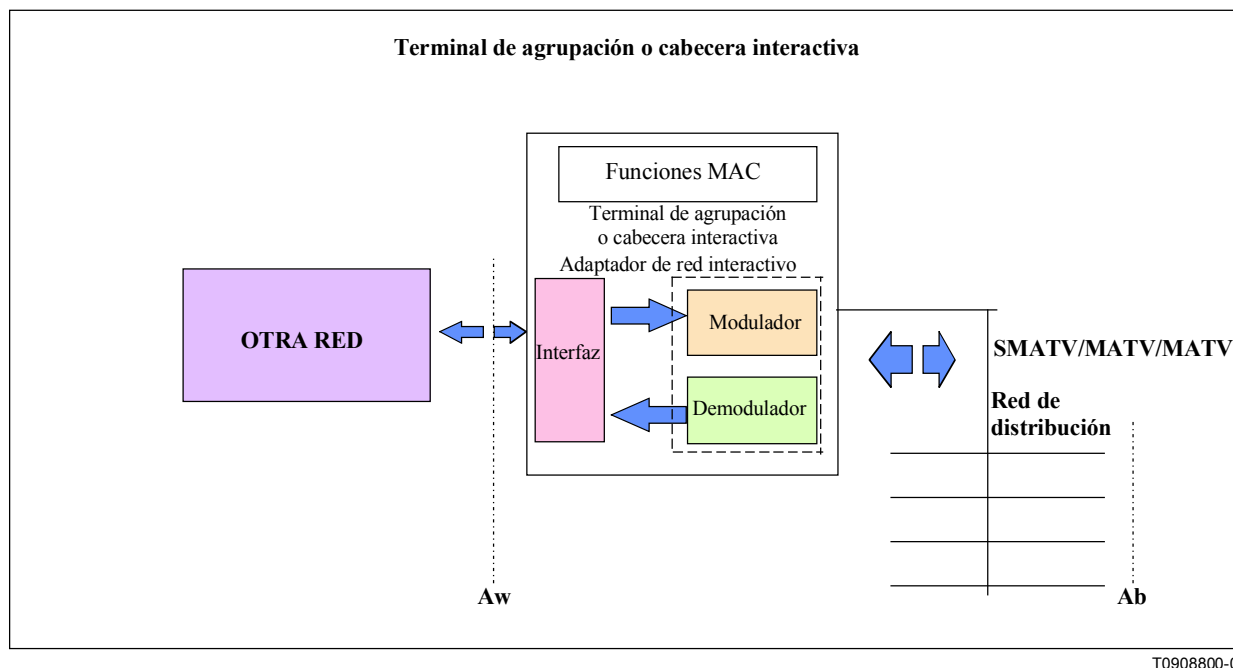


Figura 4a/J.118 – Diagrama funcional de bloques para la cabecera interactiva SMATV/MATV

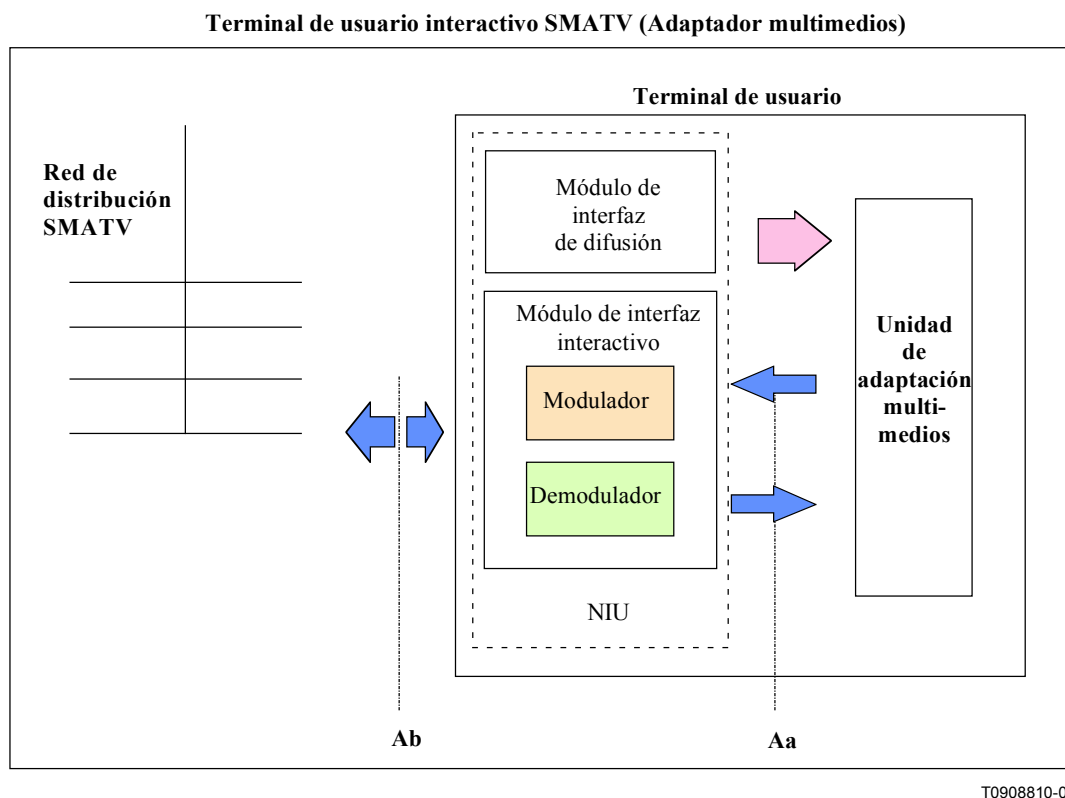


Figura 4b/J.118 – Diagrama funcional de bloques para la cabecera interactiva SMATV/MATV

La sección coaxial soporta las comunicaciones bidireccionales entre el terminal de usuario y la cabecera interactiva. El canal de interacción se basa en la misma red de distribución coaxial SMATV/MATV que el canal de difusión, pero utilizando la gama de frecuencias más bajas (15-35 MHz). La unidad de interfaz de red, que está situada en el lado usuario, proporciona la calidad de funcionamiento requerida para la transmisión de señales (modulación, demodulación, codificación de canal, acceso de red, etc.) a través de su interfaz y el adaptador de canal denominado módulo de interfaz interactivo o módem SMATV/MATV. Véase el diagrama de bloques de la figura 5. La cabecera interactiva SMATV/MATV recoge y distribuye el tráfico de interacción relacionado con los usuarios conectados a una o más redes SMATV/MATV independientes.

Esta Recomendación define dos alternativas tecnológicas en uso para la prestación de servicios interactivos en la redes SMATV/MATV de acuerdo con la clasificación dependiente de la anchura de banda. En particular, la solución basada en cable es adecuada cuando se trata de aplicaciones de banda ancha (véase 6.2) y la basada en TDMA de baja velocidad de enlace maestro es adecuada para aplicaciones de banda estrecha (véase 6.3).

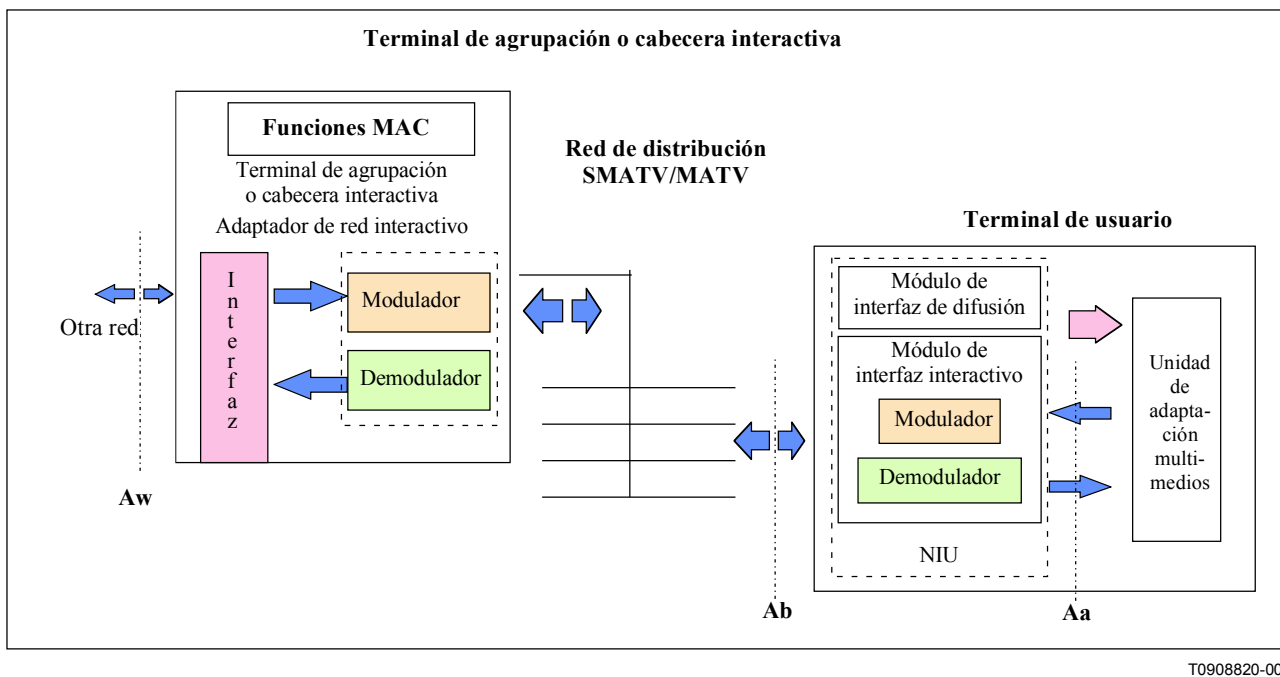


Figura 5/J.118 – Diagrama de bloques de la sección coaxial SMATV/MATV

6.2 Método basado en el "solución en cable"

Esta solución consiste en un subconjunto de opciones proporcionadas en [4] que permiten utilizar un sistema más sencillo que CATV, adaptando así los requisitos del escenario SMATV. Uno de los elementos esenciales del escenario SMATV/MATV con respecto a CATV es que terminal de agrupación en la cabecera SMATV/MATV es un equipo de consumidor de manera similar que el adaptador multimedia, aunque el costo de la cabecera SMATV es compartido entre los usuarios conectados a la red SMATV, que pueden ser los de un edificio o de un grupo de edificios.

Debido al costo específico de la SMATV, y habida cuenta del número reducido de usuarios de SMATV (típicamente de 5 a 300 usuarios) en comparación con las redes CATV típicas, se recomienda un subconjunto apropiado de las opciones de sistemas en cable para minimizar la complejidad del costo del terminal de agrupación. En principio, se prevé que el módulo de interfaz interactivo SMATV en el terminal de usuario sea idéntico al requerido para el sistema CATV, aprovechando así para ambos sistemas CATV y SMATV, las economías de escala del módulo de interfaz interactivo en el terminal de usuario. En resumen, el módulo de interfaz interactivo en el terminal de usuario será el mismo para los usuarios de SMATV o de CATV, pero el terminal de agrupación en la cabecera interactiva SMATV será mucho más simple que la cabecera interactiva CATV.

El canal de interacción para las redes CATV descrito en [4] ofrece una ventaja desde el punto de vista del costo para sistemas SMATV bastante grandes, cuando el costo de la cabecera se distribuye entre los usuarios. Cabe señalar también que esta opción para la sección coaxial permite una mayor capacidad, lo que permite una mejor migración a servicios multimedia de banda ancha, así como una mayor flexibilidad para compartir los medios coaxiales entre diferentes usuarios que trabajan con diferentes tipos de aplicaciones que tienen esquemas de tráfico muy diferentes.

A continuación se ofrece una descripción del concepto de sistema de sección coaxial. La solución de sección SMATV coaxial se basa en el sistema CATV. Por consiguiente, la descripción detallada completa de los parámetros de la capa física, los modos de acceso, las funciones MAC, etc., figuran en [4].

La sección coaxial permite transmitir señales del canal de interacción a través del trayecto de interacción hacia adelante (hacia el destino) y el trayecto de interacción de retorno (hacia el origen). El concepto general es utilizar el trayecto de interacción hacia adelante desde el terminal de agrupación hasta los módulos de interfaz interactivos (IIM) para proporcionar sincronización e información a todos los IIM, lo que permite que los IIM se adapten a la red y envíen información sincronizada por el trayecto de interacción de retorno. Las portadoras del trayecto de interacción de retorno están divididas en intervalos de tiempo, que pueden ser utilizados por diferentes usuarios, aplicando la técnica de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, *time division multiplex access*). Se utiliza una portadora de interacción hacia adelante para sincronizar hasta 8 portadoras del trayecto de interacción de retorno, que están divididas en intervalos de tiempo. Se envía periódicamente un contador en el terminal de agrupación a los IIM, de modo que todos los IIM en la misma red SMATV trabajan con el mismo reloj. Esto permite que el terminal de agrupación asigne intervalos de tiempo a los diferentes usuarios.

Con este sistema se proporcionan los tres principales modos de acceso. El primero se basa en el acceso de contienda, que deja que los usuarios envíen información en cualquier momento, con el riesgo de colisión con transmisiones de otros usuarios. Los modos segundo y tercero se basan menos en la contienda, pues el terminal de agrupación proporciona un cantidad finita de intervalos de tiempo a un IIM específico o una velocidad binaria dada solicitada por un IIM hasta que el terminal de agrupación detiene la conexión a petición del IIM. Estos modos de acceso son compartidos dinámicamente entre intervalos de tiempo, de manera que los IIM saben cuándo la transmisión se basa en la contienda o no está permitida. Periódicamente, el terminal de agrupación indicará a los nuevos usuarios que en ese momento tienen la posibilidad de transmitir mediante un procedimiento de "luz verde", con el fin de darles la oportunidad de sincronizar sus relojes con el reloj de la red, sin riesgo de colisiones con los usuarios ya activos. Esto se hace dejando un intervalo de tiempo mayor para que los nuevos usuarios envíen su información, habida cuenta del tiempo de propagación de ida y vuelta requerido para la transmisión del terminal de agrupación a los IIM.

Es posible aplicar varias simplificaciones de la cabecera especificada para el sistema CATV en [4] al escenario SMATV para un terminal de agrupación simple con una capacidad de procesamiento menor. Estas simplificaciones se pueden hacer para el sistema SMATV debido al menor número de usuarios y a la distancia más pequeña que separa la cabecera y los usuarios con respecto a las redes CATV. En cualquier caso, se aplicarían los IRD basados en [4] para SMATV, aprovechando la economía de escala prevista. Las opciones recomendadas para el escenario SMATV son:

- Utilización de la opción fuera de banda (OOB, *out of banda*) con una portadora única en cada sentido. Como otra posibilidad, o en paralelo, se podría insertar el trayecto de interacción hacia adelante en el canal de banda ancha en el multiplex MPEG-2, cuando lo exija la capacidad requerida hacia el destino o el tipo de aplicación.
- Utilización de una sola portadora 3,088 Mbit/s para el trayecto de interacción de retorno que ha de ser compartido entre el número de usuarios de la red SMATV.
- Utilización de una sola portadora 3,088 Mbit/s para el trayecto de interacción hacia adelante que ha de ser compartido entre el número de usuarios de la red SMATV.
- Gammas de frecuencia reducidas (15-35 MHz).
- No alimentación ni temporización (protocolo MAC simplificado).
- En algunos casos, se podría utilizar la asignación de velocidad fija a cada usuario de acuerdo con la capacidad total asignada a la otra red conectada en la cabecera para enlazar con el proveedor de servicio.

Asimismo, el IIM podría ser externo al terminal de usuario, y se deben utilizar las interfaces definidas en [10].

6.2.1 Atribución de espectro

La figura 6 indica una posible atribución de espectro. Aunque no es obligatorio, se proporciona la orientación de utilizar las siguientes gamas de frecuencias preferidas, 70-130 MHz para el trayecto hacia adelante (OOB hacia el destino) y 15-35 MHz para el trayecto de interacción de retorno (hacia el origen) o partes de las mismas. El uso de gamas de frecuencia limitadas simplifica la complejidad del sintonizador (filtrado) y no impone ninguna restricción de capacidades. Se recomienda utilizar sólo una portadora para el trayecto de interacción hacia adelante y otra para el trayecto de interacción de retorno.

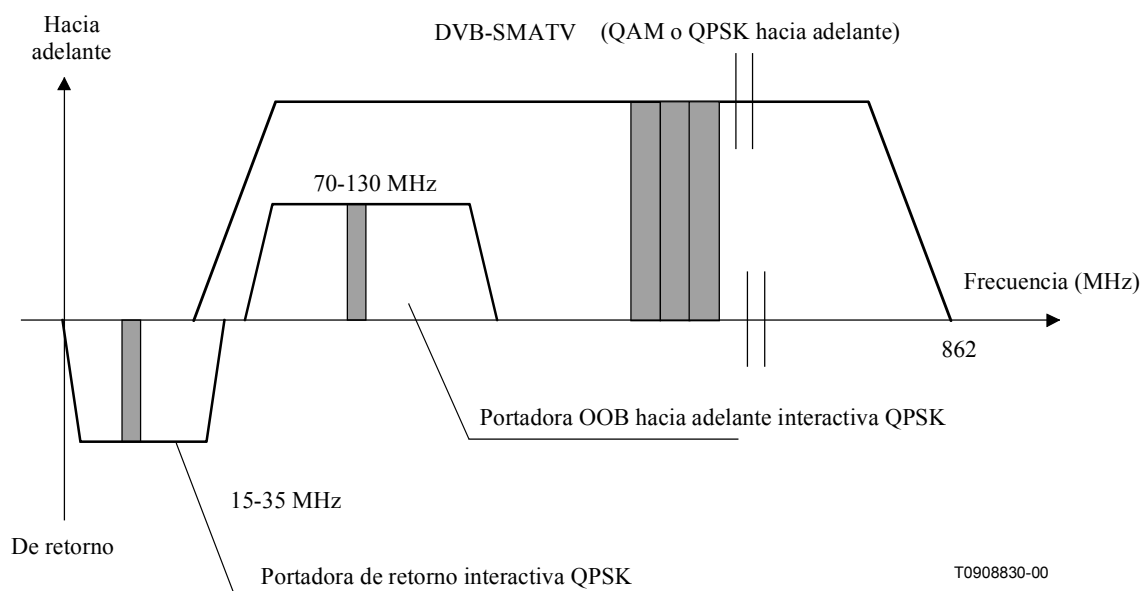


Figura 6/J.118 – Gamas de frecuencia preferidas para sistemas interactivos SMATV

6.2.2 Acceso múltiple FDM/TDMA

Se define un esquema de acceso múltiple para que diferentes usuarios puedan compartir los mismos medios de transmisión. La información hacia adelante es radiodifundida a todos los usuarios de las redes. De este modo, existe una asignación de dirección para cada usuario, lo que permite que el terminal de agrupación envíe información a cada usuario particular. Se almacenan dos direcciones en las cajas de adaptación multimedios para identificar a los usuarios en la red:

- Direcciones MAC, un valor de 48-bits que representa la única dirección MAC de la NIU. Esta dirección MAC puede estar codificada en la NIU o ser proporcionada por una fuente externa.
- La dirección NSAP, un valor de 160-bits que representa una dirección de red. Las capas más altas proporcionan esta dirección durante la comunicación.

La información de retorno puede venir de cualquier usuario de la red, por lo que tiene que ser también diferenciada en el terminal de agrupación utilizando el conjunto de direcciones definido anteriormente. Cada portadora del trayecto de interacción hacia adelante contiene una trama de sincronización que es utilizada hasta por 8 portadoras diferentes del trayecto de interacción de retorno, cuyas frecuencias son indicadas por el protocolo de control de acceso a medios (MAC, *media access control*). De todos modos, en la mayoría de los casos es suficiente una portadora para el trayecto de interacción de retorno y otra para el trayecto de interacción hacia adelante para proporcionar la capacidad requerida por la mayor parte de los sistemas SMATV.

En las portadoras del trayecto de interacción de retorno, los usuarios envían paquetes con el esquema TDMA. Esto significa que cada canal es compartido por muchos usuarios diferentes, que pueden enviar paquetes con posibilidad de colisión cuando esto es permitido por el terminal de agrupación, o solicitar la transmisión y utilizar paquetes asignados por el terminal de agrupación a cada usuario específicamente. Suponiendo que cada canal pueda acomodar hasta millares de usuarios al mismo tiempo, la anchura de banda del trayecto de retorno puede ser utilizada fácilmente por todos los usuarios presentes en la red SMATV al mismo tiempo (como una referencia, el número típico de usuarios de las redes SMATV puede variar de 5 a 300 usuarios).

La técnica TDMA utiliza una metodología de intervalos de tiempo que permite sincronizar los tiempos de comienzo de transmisión con una fuente de reloj común. La sincronización de los tiempos de comienzo aumenta el caudal de mensajes del canal de señalización, pues los paquetes de mensajes no se superponen durante la transmisión. Los periodos entre tiempos de comienzo secuenciales se identifican como intervalos. Cada intervalo es el instante de tiempo en que un paquete de mensaje puede ser transmitido por el enlace de señalización.

La referencia de tiempo para la asignación de intervalos es recibida por la portadora del trayecto de interacción hacia adelante generada en el terminal de agrupación y es recibida simultáneamente por todos los IIM de la red SMATV.

Como el enlace de señalización TDMA es utilizado por los IIM que participan en sesiones interactivas, el número de intervalos de mensaje disponibles en este canal depende del número de usuarios simultáneos. Cuando los intervalos de mensajería no están en uso, es posible asignar múltiples intervalos de mensajes a un IIM para aumentar el caudal de mensajería. Se proporcionan asignaciones de intervalos adicionales al IIM del flujo de información de señalización hacia el destino.

Hay diferentes modos de acceso para los intervalos del trayecto de interacción de retorno:

- Intervalos reservados con reserva de velocidad fija (Acceso de velocidad fija: el usuario ha reservado uno o varios intervalos de tiempo en cada habilitación de trama, por ejemplo, para voz o audio).
- Intervalos reservados con reserva dinámica (Acceso de reserva: el usuario envía información de control anunciando su petición de capacidad de transmisión y obtiene el uso de intervalos).
- Intervalos basados en contienda (estos intervalos son accesibles para cada usuario. La colisión es posible y se resuelve mediante un protocolo de resolución de contienda).
- Intervalos de alcance (estos intervalos se utilizan para medir y ajustar el retardo de tiempo y la alimentación).

Estos intervalos pueden estar mezclados en una portadora para permitir diferentes servicios en una portadora solamente. Si se asigna una portadora a un servicio específico, sólo se utilizarán los tipos de intervalos que sean necesarios para ese servicio. En consecuencia, se puede simplificar el terminal para que responda solamente a los tipos de intervalos asignados al servicio en cuestión.

6.2.3 Velocidades binarias y alineación de trama

Para el trayecto de interacción hacia adelante en el sistema SMATV, se recomienda una velocidad de 3,088 Mbit/s en armonía con la velocidad binaria apropiada para los otros medios de transmisión en el extremo de cabecera (por ejemplo, LMDS).

La portadora del trayecto de interacción hacia adelante transmite continuamente una trama basada en la alineación de trama tipo T1, donde se proporciona alguna información para la sincronización de los intervalos del trayecto de interacción de retorno.

Para el trayecto de interacción de retorno, el terminal de agrupación puede indicar la velocidad de transmisión a los usuarios. Específicamente, se recomienda 3,088 Mbit/s para SMATV, de acuerdo con el mismo principio aplicado para el trayecto de interacción hacia adelante.

Las figuras 7 y 8 muestran los diagramas de bloques conceptuales para la implementación de la sección coaxial.

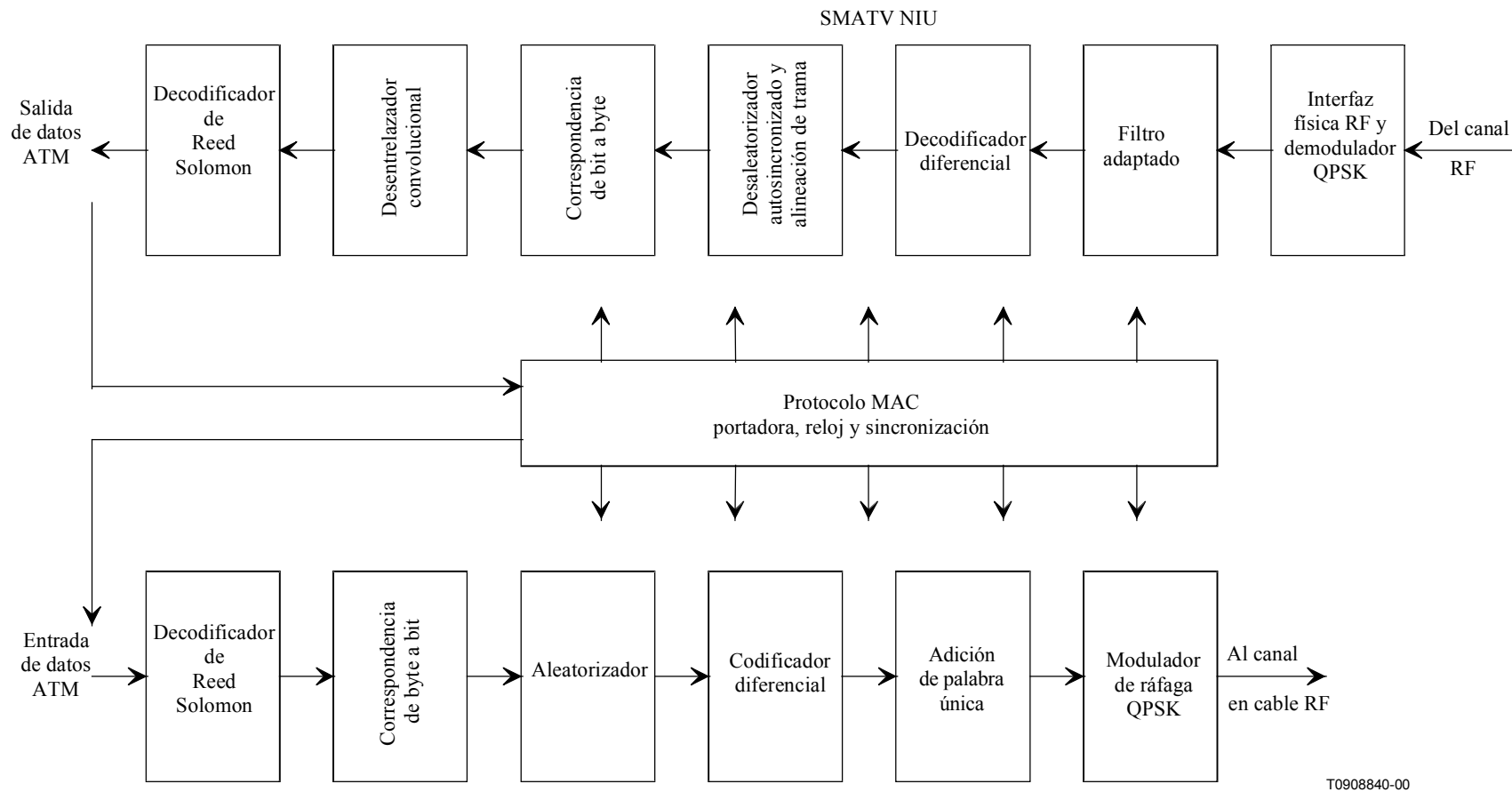


Figura 7/J.118 – Diagrama de bloques conceptual para el transceptor OOB de la NIU

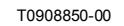


Figura 8/J.118 – Diagrama de bloques conceptual para el transceptor de la cabecera OOB

6.3 Método basado en la "solución de enlace maestro o TDMA de baja velocidad"

Esta cláusula especifica la solución de enlace maestro o TDMA de baja velocidad (LRTDMA, *low rate TDMA*) elaborada por el Proyecto S3M Project. Esta sección (que incluye la cabecera interactiva o terminal de agrupación, el cable y el IIM) permite una comunicación interactiva dúplex entre el adaptador multimedios y la cabecera interactiva. La solución de la sección coaxial interfunciona con otras alternativas de red además de la cabecera interactiva, tales como satélite, RDSI, terrenal, inalámbrica etc.

Ha sido diseñada y optimizada para pequeñas redes SMATV (hasta 40 usuarios), por lo que es adecuada para más del 80% de los usuarios en los países del sur de Europa). Desde el punto de vista del costo, es la mejor solución para pequeñas redes SMATV. Éste es un sistema modular y podrá soportar más usuarios y/o más capacidades con más cabeceras interactivas. En todo caso, se ha clasificado primeramente como una solución para aplicaciones de banda estrecha (que sólo utilizan una cabecera).

El módem de enlace maestro es más sencillo que otros módems de cable que han sido diseñados para redes más grandes. Se prevé que el enlace maestro podría ser menos costoso que éstos. Con este fin, se han tenido en cuenta dos puntos.

El terminal de agrupación o cabecera interactiva determina decisivamente el precio del sistema por usuario, para estos pequeños sistemas SMATV, especialmente en un primer periodo de introducción. Por consiguiente, un requisito importante para esta sección de usuario es que la cabecera interactiva no sea mucho más cara que el IIM. Por este motivo, esta especificación ha sido elaborada con muchas similitudes entre la cabecera interactiva y el funcionamiento de IIM. En particular, el soporte físico que soporta la cabecera interactiva y el IIM es el mismo. Las diferencias funcionales podrán ser soportadas por el soporte lógico.

El enlace maestro se compone de varios IIM en el lado usuario, y el terminal de agrupación o cabecera interactiva.

El sistema interactivo completo está previsto para aplicaciones interactivas a baja velocidad. Esta sección de usuario permite la transmisión dúplex entre usuarios con una velocidad binaria global de 271 kbit/s.

6.3.1 Principales características

El sistema de enlace maestro ha sido diseñado para pequeños sistemas SMATV (hasta 40 usuarios) y proporciona la comunicación dúplex entre los usuarios y el terminal de agrupación. El sistema es modular en el sentido de que se puede poner en cadena juntos varios terminales de agrupación, lo que permite más de 40 usuarios en el mismo edificio. Las frecuencias utilizadas por el sistema están comprendidas en la gama 15-35 MHz. El funcionamiento dúplex se logra mediante división en el tiempo en una sola frecuencia portadora.

El sistema interactivo se compone de un trayecto de interacción hacia adelante (hacia el destino) y un trayecto de interacción de retorno (hacia el origen). El concepto general es utilizar la transmisión hacia el destino desde la cabecera interactiva a los IIM para proporcionar sincronización e información a todos los IIM. Esto permite la adaptación de los IIM a la red y el envío de información sincronizada hacia el origen.

El esquema de modulación (GMSK) y la velocidad binaria se basan en la norma GSM (GSM 5.04). La velocidad binaria global es 271 kbit/s.

El terminal de agrupación se encarga de controlar el tráfico de los diferentes usuarios. Los protocolos considerados son los protocolos de correspondencia de bits con técnicas de acceso sencillas. El control de errores considerado para el tráfico hacia el origen se basa en el protocolo ACK y el control de errores hacia adelante para el tráfico hacia el destino.

6.3.2 Capa física

El esquema de modulación y la velocidad binaria se basan en la norma GSM (GSM 05.04). Sin embargo, la RF, la longitud de ráfaga, la estructura de trama, o MAC son diferentes de la norma GSM. De hecho, este sistema tiene conmutación de paquetes, mientras que GSM es un sistema con conmutación de circuitos. Una gran diferencia es también que GSM es dúplex con división de frecuencia, mientras que este sistema es dúplex con división en el tiempo. Esta característica hace que la capa física sea bastante simétrica: las transmisiones hacia el origen y hacia el destino son discontinuas (ráfagas). En ambos sentidos sólo se utilizan dos tipos de ráfagas, denominadas respectivamente ráfagas largas y ráfagas cortas.

Se han adoptado también algunas de las características de la capa física de la norma GSM para facilitar el uso de componentes disponibles de los terminales móviles GSM. Estos componentes se caracterizan por su bajo precio y alto nivel de integración (subsistema de conversión A/D y D/A y también es posible utilizar componentes de IF).

La mayor parte de las normas actualmente definidas para transmisión por cable se basan en la modulación QPSK, pero también se ha propuesto la modulación de desplazamiento mínimo con filtro gaussiano (GMSK, *Gaussian minimum shift keying*), definida en la norma DECT. En todo caso, GMSK y QPSK tiene características de funcionamiento muy similares. El uso de un receptor lineal, idéntico a los utilizados para la modulación OQPSK es una alternativa de detección adecuada para la modulación GMSK.

A continuación se presenta un resumen de la capa física:

General

Velocidad binaria: 270 833 kbits/s.

Estabilidad de frecuencia: ± 50 ppm

Exactitud de velocidad de símbolos: ± 50 ppm

Transmisor

Ráfaga larga:

Aleatorización ($x^6 + x^5 + 1$). Cada ráfaga autoinicializada.

Codificación diferencial.

Modulación GMSK.

Transmisión en ráfagas (hacia el origen y hacia el destino).

Ráfaga corta:

Señalización ortogonal bipolar, basada en el modulador GMSK.

Receptor

Ráfaga larga

- Receptor lineal (Tipo QPSK con desplazamiento).
- Filtro del receptor: Filtro adaptado + igualador.
- Detección coherente. Se utiliza secuencia de acondicionamiento.
- Decodificación diferencial.
- Desaleatorizador. Autoinicializado en cada ráfaga.

Ráfaga corta

- Detección incoherente.

6.3.3 Gama de frecuencia

Se utilizará una sola portadora en la gama de 15 a 35 MHz.

Al ser activado, el IIM del adaptador multimedios buscará la frecuencia que está siendo utilizada por el terminal de agrupación.

6.3.4 Balance de potencia y determinación de potencia

Antes de cualquier procedimiento de determinación de la potencia no cabe esperar más de 30 dB de variaciones de potencia en el sentido hacia el origen. Después del procedimiento, se debe obtener un margen de potencia de menos de 1 dB (se considerará) en el sentido hacia el origen.

6.3.5 Capa MAC

Como múltiples usuarios comparten el mismo canal, se ha de implementar un protocolo de acceso. Al definirlo, se ha tratado de aprovechar el hecho de que el número de usuarios no es grande (menos de 40). El procedimiento es el siguiente: para transmitir cualquier información, un IIM debe transmitir primero una petición de acceso. Esta petición se transmite en un intervalo de tiempo específico, cuando el terminal de agrupación lo permite.

6.3.6 Dirección MAC

Después de procedimiento de inicialización, el terminal de agrupación da una dirección MAC a cada IIM.

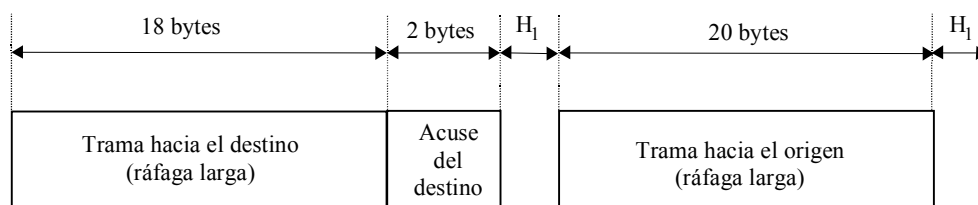
Estas direcciones son utilizadas por la capa MAC para facilitar el mecanismo de acceso múltiple.

6.3.7 Esquema TDMA

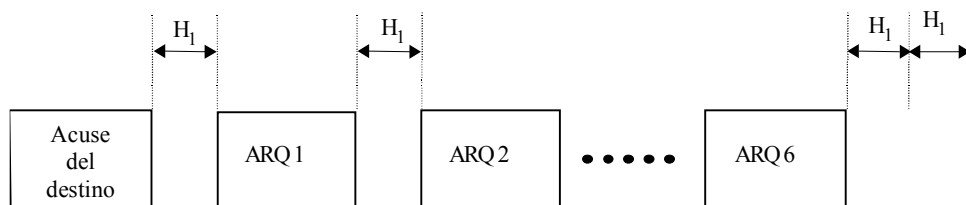
El esquema TDMA se basa en un intervalo de tiempo básico de 336 bits, que se denomina **periodo**. Hay dos tipos de periodo:

El **periodo normal** se compone de dos intervalos de tiempo: un intervalo hacia el destino compuesto por una ráfaga corta añadida a una ráfaga larga, y un intervalo hacia el origen que consiste en una ráfaga larga solamente. A continuación se muestra un diagrama de periodo normal.

El **periodo a petición** es similar al periodo normal, pero el intervalo de tiempo asignado a la ráfaga larga hacia el origen se divide en 6 intervalos de tiempo asignados a ráfagas cortas hacia el origen. A continuación se muestra un diagrama con los detalles de la división. Véase la figura 9.



Periodo normal ($H_1 = 1$ byte).



Periodo a petición (detalle) ($H_1 = 1$ byte).

T0908860-00

Figura 9/J.118 – Esquema TDMA

6.3.8 Alineación de trama

Acuses de recibo de ráfagas cortas: Estas ráfagas cortas son transmitidas solamente por el TERMINAL DE AGRUPACIÓN en el intervalo ACK de periodos normales o a petición como un acuse de recibo de la trama recibida anteriormente, que forma parte del procedimiento de control de errores.

Petición de acceso de ráfagas cortas: Estas ráfagas cortas son transmitidas por los IIM en intervalos de petición de acceso de periodos a petición. Estas ráfagas informan al TERMINAL DE AGRUPACIÓN que los IIM tienen que transmitir algo.

Trama normal: Las tramas normales son transmitidas en una sola ráfaga larga, con una longitud de 20 bytes. Transportan datos de usuario o señalización y tienen los cuatro campos siguientes:

- **TS (Training Sequence):** La **secuencia de acondicionamiento** es una secuencia de bits predefinida de 4 bytes, utilizada por el receptor en los procedimientos de adquisición de sincronización.
- **CTR (Control Field):** El **campo de control** tiene dos funciones. Tiene información del tipo de datos transportado por el campo de datos. Define también el tipo del siguiente periodo (normal o a petición), y el IIM que puede utilizar el intervalo de tiempo hacia el origen de este siguiente periodo.
- **DF (Data Field):** El **campo de datos** tiene 13 bytes y contiene datos de usuario o señalización.
- **RS (Reed Solomon):** Se incluyen dos bytes del campo de paridad **Reed Solomon** para el procedimiento de control de errores. Los campos de control y de datos están protegidos.

TS: 4 bytes. Secuencia de acondicionamiento.

CTR: 1 byte. Campo de control.

DF: 13 bytes. Campo de datos.

RS: 2 bytes. Campo de paridad Reed Solomon.

TOTAL: 20 bytes.

Trama de señalización: Tiene 20 bytes y es transmitida como una ráfaga larga. Es utilizada por los IMM durante el procedimiento de inicialización. La única diferencia con la trama normal es que la

secuencia de acondicionamiento es más larga (13 bytes) y el campo de datos es más corto (4 bytes). Sólo transporta datos de señalización.

TS: 13 bytes. Secuencia de acondicionamiento.

CTR: 1 byte. Campo de control.

DF: 4 bytes. Campo de datos.

RS: 2 bytes. Campo de paridad Reed Solomon.

TOTAL: 20 bytes.

6.3.9 Procedimiento de control de errores

El procedimiento de control de errores se basa en el protocolo ACK. Las tramas están protegidas por los bits de paridad Reed Solomon. Dado que las tramas hacia el destino son siempre radiodifundidas, sólo se consideran los intervalos CK hacia el destino. El TERMINAL DE AGRUPACIÓN verifica la validez de la trama recibida y envía un acuse de recibo (ACK o NACK) al IIM. Cuando se detecta la señal NACK, el IIM retransmitirá la misma trama.

6.4 Interfaz de la cabecera SMATV/MATV con otras redes

Con el fin de disponer de un sistema abierto e interoperable, se especifica la interfaz entre la red SMATV/MATV y otras redes. La definición completa de esta interfaz tiene en cuenta el uso de tecnologías alternativas para facilitar la interoperabilidad entre subsistemas de diferentes fabricantes y tecnologías.

Asimismo, la definición de esta interfaz permite reutilizar la sección coaxial para establecer el canal de interacción a través de diferentes medios de transmisión (satélite, DECT, CATV, etc.).

Se recomienda una interfaz muy barata, basada en RS-232, aunque se identifican interfaces alternativas para poder reutilizar los terminales existentes.

6.4.1 Interfaz en serie RS-232

Características mecánicas y eléctricas

La interfaz será conforme a EIA 232-D, más específicamente:

- Lógica: UIT-T V.24 [6].
- Eléctrica: UIT-T V.28 [7].
- Mecánica: ISO 2110 (conector de 25 patillas) [9].

que funciona con los siguientes parámetros básicos:

- Velocidad: Configurable hasta 115 200 kbit/s
- 8 bits de datos.
- Ninguna paridad.
- 1 bit de parada.

La sección coaxial actuará como el equipo terminal de datos (DTE, *data terminal equipment*), y de este modo su conector tendrá contacto macho (enchufe hembra). El terminal interactivo de satélite desempeñará el cometido de equipo de comunicaciones de datos (DCE, *data communications equipment*), y su conector tendrá contacto hembra (enchufe macho).

Alineación de trama

La unidad de transferencia máxima (MTU, *maximum transfer unit*) se define como 1024 bytes² para esta interfaz, lo que significa que cualquier paquete de datos mayor que la MTU definida deberá ser segmentado antes de la transmisión a través de esta interfaz.

Mecanismos de control de flujo

Se puede aplicar control de flujo utilizando las señales Liberación para enviar/Petición de enviar (CTS/RTS) (control de flujo de soporte físico) o el protocolo X CERRADO/X ABIERTO (control de flujo de soporte lógico).

El flujo de datos de la sección coaxial hacia la sección de satélite estará limitado de acuerdo con las siguientes reglas, cuando se utiliza el mecanismo de flujo CTS/RTS:

- El equipo de la sección coaxial asegurará que la señal CTS es LOW (BAJA) antes de comenzar la transmisión de un nuevo paquete de datos.
- El terminal interactivo de satélite pondrá CTS a LOW tan pronto como haya espacio libre en sus memorias tampón internas para un paquete de datos de tamaño máximo. CTS se pondrá de nuevo a HIGH (ALTA) cuando haya espacio para un nuevo paquete.
- Corresponde a los implementadores de terminales interactivos de satélite elegir cuándo la señal CTS debe ser puesta a HIGH a medida que se vacían las memorias tampón. Es responsabilidad del equipo terminal interactivo de satélite asegurar que no se pierden datos mientras la sección coaxial cumple la primera regla.
- La sección coaxial debe propagar las limitaciones del flujo de datos hacia el equipo de usuario para evitar pérdidas de paquetes.

El flujo de datos hacia la sección coaxial no tiene mecanismo de flujo.

6.4.2 Interfaces alternativas

6.4.2.1 Interfaces basadas en redes de área local

Para facilitar la evolución hacia aplicaciones multimedios de banda ancha, se identifican otras interfaces basadas en la tecnología de red de área local (LAN, *local area network*) con el fin de proporcionar soluciones a las posibles barreras que pueda presentar la interfaz RS-232 desde el punto de vista de la velocidad binaria máxima. Con este fin, se propone una interfaz típica que está muy generalizada y facilita las interconexiones con LAN para cualquier otra clase de necesidades.

En cuanto a las características mecánicas y eléctricas, la interfaz satisfará EIA 568-A, es decir, será una interfaz IEEE 10 Base-T Ethernet (Norma (IEEE 802-3) con conectores RJ-45. Con respecto a la alineación de trama y el control de errores, en IEEE 802.3 se describe una norma para la alineación de trama de paquetes en Ethernet.

6.4.2.2 Interfaces de comunicación X.25

La mayoría de las redes existentes aplican en sus terminales los protocolo e interfaces físicas utilizados para las comunicaciones X.25. Por consiguiente, habría que considerar estas clases de conexiones al reutilizar redes que ya están funcionando y que están instaladas actualmente en varios edificios.

² Se ha elegido el tamaño de 1024 bytes para la MTU porque es un valor adecuado que se ha de utilizar con el protocolo SLIP que es implementable para esta interfaz.

APÉNDICE I

Informe sobre mediciones del sistema de enlace maestro para redes SMATV/MATV

I.1 Introducción

Este apéndice informa sobre las mediciones del sistema de "enlace maestro" realizadas en el Centro de Investigaciones de la RAI en el contexto del Proyecto S3M³.

La finalidad de las mediciones fue probar la calidad de funcionamiento del sistema "enlace maestro" en redes SMATV/MATV, para lo cual se utilizaron redes SMATV/MATV implementadas en tres laboratorios.

I.2 Descripción de la prueba

En las pruebas se emplearon redes de distribución implementadas en laboratorio que son completamente similares a instalaciones reales en lo que concierne a los componentes y las longitudes de cable. Se utilizaron componentes activos y pasivos disponibles en el mercado y que se consideran representativos de las instalaciones colectivas más comunes (instalaciones "antiguas" y modernas).

Todas las redes medidas tenían un topología paralela. Las redes analizadas eran resistivas (el caso más desfavorable) e inductivas.

El terminal de agrupación se conectó a la entrada de la red SMATV/MATV, y el módulo de interfaz interactivo (módem de usuario) se conectó a diferentes salidas de usuario. Ambos fueron conectados a PC Pentium II PC con Linux OS, a través de la interfaz RS-232 con el protocolo en línea SLIP. Se incluyó un atenuador variable para variar el nivel de la señal a la entrada de la red SMATV/MATV con el fin de medir la calidad de funcionamiento del sistema con diferentes relaciones señal/ruido (SNR). La SNR es referida a la señal analógica de banda de base GMSK en el módem del receptor, antes de la conversión A/D.

I.3 Mediciones

Durante las pruebas se realizaron diferentes mediciones:

- Tasa de errores en los bits (BER) de la señal GMSK
- Gama de atenuación
- Espectro de IF
- Calidad de funcionamiento en presencia de distorsiones lineales.

I.3.1 Tasa de errores en los bits de la señal GMSK

La BER de la señal GMSK se midió en una red que representa las instalaciones "antiguas" implementada con tomas resistivas. Esta red es muy sensible a las condiciones de la terminación del acceso de salida. Las mediciones se realizaron en el caso más desfavorable de la terminación del acceso de salida, es decir, todos los accesos de salida de usuario se dejaron abiertos, salvo el que se medía. La BER medida fue de 10^{-7} aproximadamente para todos los accesos de salida de la red. La SNR medida fue de 25 dB. Esta SNR se midió antes de la conversión A/D en el módem receptor, y la medición se hizo comparando la amplitud cresta a cresta de la señal GMSK y el ruido de fondo cresta a cresta, ambos en el dominio del tiempo, con el osciloscopio. La BER medida no cambió y el sistema funcionó correctamente en presencia de diez señales QAM-64 transmitidas en la banda S.

³ El Proyecto S3M es un Proyecto de Tecnologías y Servicios Avanzados de Telecomunicaciones del Proyecto de la Comunidad Europea que contribuye con soluciones de canal interactivo para las redes SMATV/MATV.

I.3.2 Atenuación máxima admisible

La finalidad de esta medición era hallar la potencia de la señal que se ha de inyectar a la entrada de la red para obtener una calidad de funcionamiento dada ($BER \leq 10^{-6}$, correspondiente a $SNR \geq 20$ dB) en cada acceso de salida. La atenuación de la red depende de la gama de frecuencia utilizada. En los prototipos del sistema "enlace maestro", la frecuencia se fija a 25 MHz. En esta banda la atenuación tiene diferencias importantes, dependiendo de la red utilizada. Considerando las redes probadas, las redes resistivas, que corresponden a instalaciones "antiguas" y para un número limitado de accesos de salida, tienen atenuación baja en esta frecuencia (20-25 dB), mientras que las redes inductivas, que corresponden a instalaciones "modernas", pueden tener una atenuación más alta, de hasta 60 dB.

El margen de control automático de ganancia (AGC, *automatic gain control*) de los prototipos del "enlace maestro" soporta una atenuación de hasta 40 dB. Esto se verificó utilizando un atenuador variable y aumentando la atenuación hasta que se llegó a la condición de pérdida de paquetes. Las pruebas se realizaron con y sin las redes SMATV/MATV, obteniéndose en los dos casos resultados similares y verificando los 40 dB de la gama de atenuación. Se realizaron mediciones para cada acceso de salida en cada red. Las salidas cuya atenuación fue más baja que 40 dB no introdujeron ninguna degradación importante de la calidad de funcionamiento del sistema con respecto al atenuador.

I.3.3 Espectro IF

La figura I.1 muestra el espectro de la señal GMSK en la frecuencia portadora de 25 MHz.

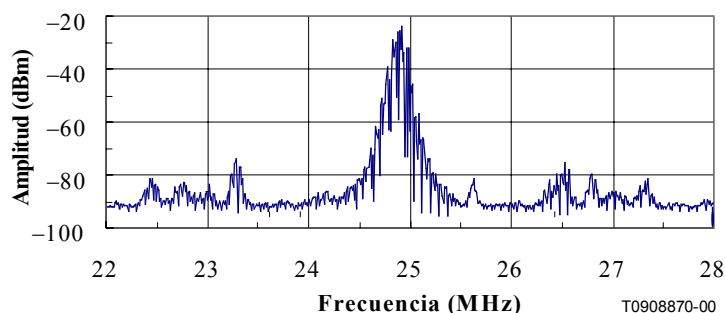


Figura I.1/J.118 – Espectro de potencia de la señal GMSK (banda 22-28 MHz)

I.3.4 Calidad de funcionamiento en presencia de distorsiones lineales

Tras verificar que la red no introducía distorsiones lineales en la gama de frecuencia utilizada por el sistema "enlace maestro", se añadió un filtro variable a la configuración de prueba, para simular la distorsión lineal introducida por la red de distribución.

Se utilizó un filtro paso bajo con una frecuencia de corte de 30 MHz, y se ajustó variando la frecuencia de corte alrededor de 25 MHz.

Las figuras I.2, I.3 e I.4 muestran las respuestas de amplitud y de retardo de grupo del filtro en tres casos diferentes. En estas condiciones, el sistema funcionó correctamente.

La figura I.5 muestra el único caso en el cual el sistema no funcionó correctamente, con la ranura del filtro exactamente en la frecuencia de 25 MHz. En este caso la atenuación introducida por el filtro estuvo muy próxima de la atenuación máxima que el sistema puede tolerar.

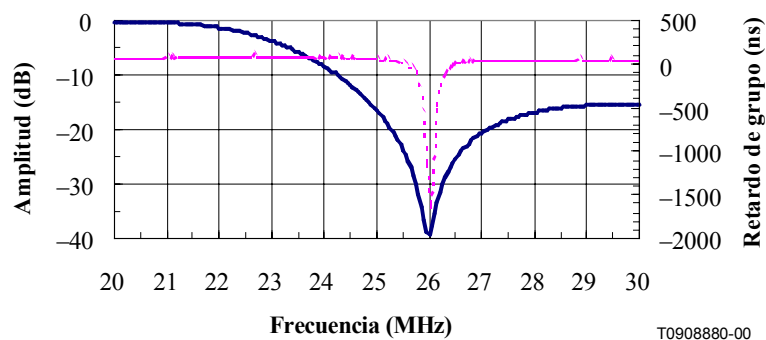


Figura I.2/J.118 – Respuestas de amplitud y retardo de grupo del filtro, caso I

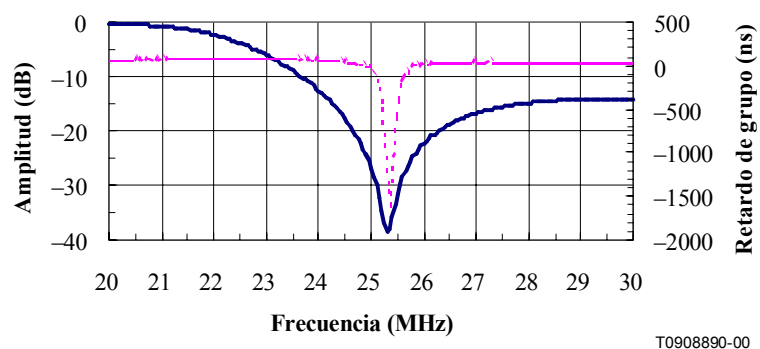


Figura I.3/J.118 – Respuestas de amplitud y retardo de grupo del filtro, caso II

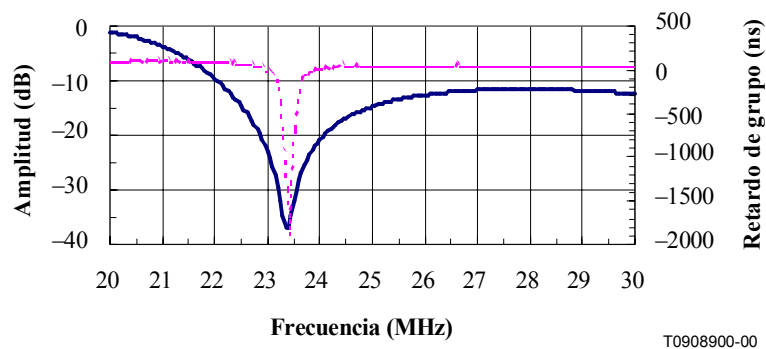


Figura I.4/J.118 – Respuestas de amplitud y retardo de grupo del filtro, caso III

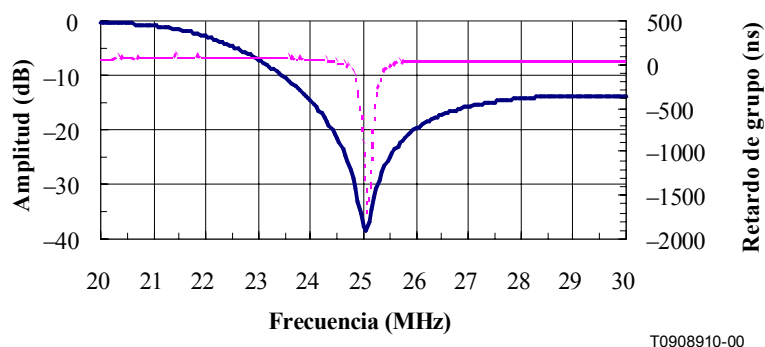


Figura I.5/J.118 – Respuestas de amplitud y retardo de grupo del filtro, caso IV

I.5 Conclusiones

A continuación se resumen las principales conclusiones:

- La calidad de funcionamiento del sistema "enlace maestro" fue adecuada para las redes probadas (resistivas e inductivas, que representan las instalaciones antiguas y modernas, respectivamente).
- Los prototipos "enlace maestro" permiten una atenuación máxima de 40 dB (desde la salida del módem transmisor hasta la entrada del módem receptor) en la banda de interés, 25 MHz. Las mediciones de las redes SMATV/MATV probadas confirmaron este valor, por debajo del cual la recepción de la señal fue satisfactoria.
- Se evaluaron los efectos de las distorsiones lineales añadiendo un filtro variable al montaje de la prueba. Se llegó a la condición "fuera de servicio" cuando la atenuación estuvo próxima del valor máximo de 40 dB, lo que indica una calidad de funcionamiento del sistema en presencia de distorsiones lineales en la banda de interés.

APÉNDICE II

Informe sobre la simulación del comportamiento de la señal GMSK utilizada por el sistema de enlace maestro en redes SMATV/MATV

II.1 Introducción

Este informe muestra los resultados obtenidos por la simulación hecha de una señal GMSK utilizada en la solución enlace maestro, sin codificación a través de canales coaxiales. Se simularon diferentes canales coaxiales tomando como base los tipos más representativos de redes SMATV/MATV con diversas topologías, número de usuarios, pisos, etc., instaladas en Europa Occidental. Se pudo considerar dos escenarios, a saber, redes de hasta 40 usuarios que representan más del 80% de usuarios SMATV en los países del sur de Europa (redes de A a E y H) y redes con más de 40 usuarios (redes F y G). Este trabajo se efectuó en el marco del Proyecto S3M.

El objetivo principal de las simulaciones fue analizar la degradación prevista de la señal, la gama de frecuencias más afectada y el orden de magnitud de esta degradación en presencia de ruido blanco.

Las funciones de transferencia de las redes coaxiales fueron caracterizadas en la gama de frecuencia 5-50 MHz por el Proyecto RACE DIGISMATV.

II.2 Descripción de la simulación

En la figura II.1 se muestra el diagrama de bloques utilizado en la simulación.

Para el canal de retorno se utilizó la señal GMSK sin codificación. La banda de frecuencias utilizada en las simulaciones fue de 15 a 35 MHz asignada al canal de retorno. La señal se pasó a un filtro que reprodujo el canal coaxial, antes de que se añadiera ruido blanco en la unidad frontal del receptor.

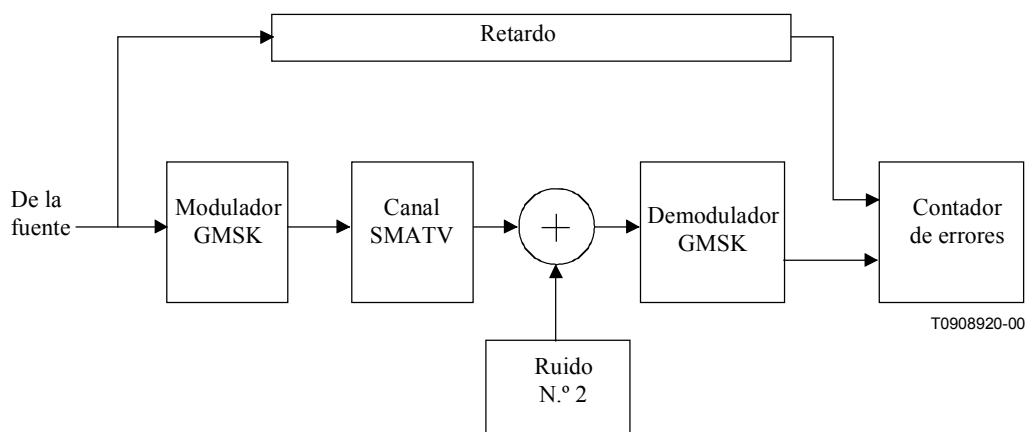


Figura II.1/J.118 – Cadena de transmisión adoptada en la simulación

La cadena de transmisión adoptada para todo el sistema se conformó con un generador de bits aleatorio, un modulador GMSK con $B_{Tx}T$ igual a 0,3, un filtro FIR del canal coaxial, un generador de ruido blanco, un demodulador GMSK y un contador de BER.

El modulador incorporado fue un modulador FM con un filtro gaussiano de conformación de impulsos y una proporción de desviación h igual a 0,5 [5]. En el receptor se utilizó un demodulador ortogonal coherente I&Q (en fase y en cuadratura) diseñado por Buda [6] con el mismo filtro óptimo de predetección de Murota [2], teniendo en cuenta las características de la representación I&Q real de una señal MSK [5].

Éste es un modelo eficaz y sencillo para simular la señal GMSK, en un entorno sin desvanecimiento temporal como es el canal coaxial. Sólo mostrará la degradación producida por el canal coaxial pero no por la calidad de funcionamiento del receptor, debido a la sincronización exacta de fase y frecuencia en el receptor en presencia de ruido blanco. Mostrará un valor mínimo que los demoduladores reales obtendrán en el canal.

La velocidad binaria es 270,833 kbit/s. La anchura de banda del filtro de transmisión es $B_{Tx} = 81,250$ kHz para cumplir $B_{Tx}T = 0,3$. La anchura de banda asignada por portadora es 200 kHz.

Para estimar la BER se utilizó el método Monte Carlo [1].

II.3 Análisis de la función de transferencia de las redes consideradas

Las funciones de transferencia utilizadas en la simulaciones representan las diferentes topologías resistivas e inductivas del medio coaxial en los sistemas SMATV.

En el cuadro II.1 se presentan las variaciones máximas de amplitud y retardo de grupo que muestran los gráficos de la función de transferencia para la portadora de banda estrecha GMSK entre 15 y 35 MHz.

Se ha elegido el valor de anchura de banda de 247,5 kHz para medir las variaciones máximas de amplitud y retardo de grupo de los gráficos debido a la resolución mínima de las mismas.

Cuadro II.1/J.118 – Variaciones máximas de amplitud y retardo de grupo en una anchura de banda de 247,5 kHz de las redes A a H [5]

Red	Variación máxima de amplitud en una anchura de banda de 247,5 kHz (dB)	Variación máxima de retardo de grupo en una anchura de banda de 247,5 kHz (ns)
A	0,09	2,32
B	0,07	1,71
C	0,17	3,61
D	0,09	2,96
E	0,77	38,68
F	0,21	7,76
G	7,34	539
H	0,06	2,48

De acuerdo con el cuadro, es evidente que la distorsión de retardo de grupo no es importante para la mayoría de las redes simuladas. Se debe a que el periodo de bits es aproximadamente 1000 veces superior que las variaciones de retardo de grupo.

La red G muestra una desadaptación muy grande entre los componentes de la red (acceso de salida, separadores, derivaciones, etc.), lo que representa un caso muy raro y que se podría interpretar como la situación del caso más desfavorable cuando la red SMATV no ha sido instalada adecuadamente.

Para esa red G, la variación de retardo de grupo será 436 ns en una anchura de banda de 200 kHz, que es aproximadamente el 12% del periodo de bits, lo que significa una degradación baja debida a la distorsión por retardo de grupo en la red G. Los resultados finales obtenidos con las simulaciones demostraron que la degradación debida a la distorsión de retardo de grupo es mínima en presencia de ruido blanco.

Las redes resistivas A, B y E tienen una atenuación de 20 a 35 dB, mientras que las redes inductivas C, D, F, G y H tienen una atenuación de 20 a 52 dB en la anchura de banda de 15 a 35 MHz. Para las redes de hasta 40 usuarios, la atenuación es siempre menor que 40 dB en la banda 15-35 MHz y es más alta para redes más grandes.

La red G tiene un filtro de 4 ranuras que alcanzan una variación de amplitud de 10 dB y una variación de retardo de grupo de 600 ns, cuando el acceso de salida vecino del mismo piso no está terminado correctamente con una impedancia de 75 Ω [6]. Como la señal GMSK es una señal de banda estrecha, de acuerdo con el cuadro II.1 la variación máxima de amplitud en 247,5 kHz es 7,34 dB. Ésta es una variación muy grande de la amplitud que producirá degradación en la señal en presencia de ruido blanco en el receptor. Las 4 ranuras se definieron como 4 puntos críticos A, B, C y D.

La red E presenta rizados elevados de 5 dB en la respuesta de amplitud, pero en la anchura de banda GMSK la variación de amplitud no rebasa 1 dB. La degradación obtenida en las simulaciones fue casi nula en presencia de ruido blanco.

II.4 Resultados de las simulaciones

En la figura II.2 aparecen los puntos 1, 2 y 3, que fueron los lugares en los que se colocó la portadora GMSK para la simulación. Como los 4 puntos críticos de la red G son ranuras, la degradación más alta en presencia de ruido blanco se previó en el punto 2. El punto 3 no es el caso más desfavorable para la señal debido a su forma de simetría.

La degradación más alta en presencia de ruido blanco se obtuvo utilizando una portadora de 20 kHz desde la ranura a los puntos críticos A, B y C.

La degradación más alta para el punto D se obtuvo con la portadora en el punto 1, porque la portadora en el punto 3 no ve una ranura.

La degradación debida a la distorsión de retardo de grupo fue mínima en presencia de ruido blanco. En las simulaciones se emplearon filtros con respuestas de amplitud y retardo de grupo y con respuesta de amplitud solamente para los puntos críticos de la red G. Ambas simulaciones mostraron los mismos resultados.

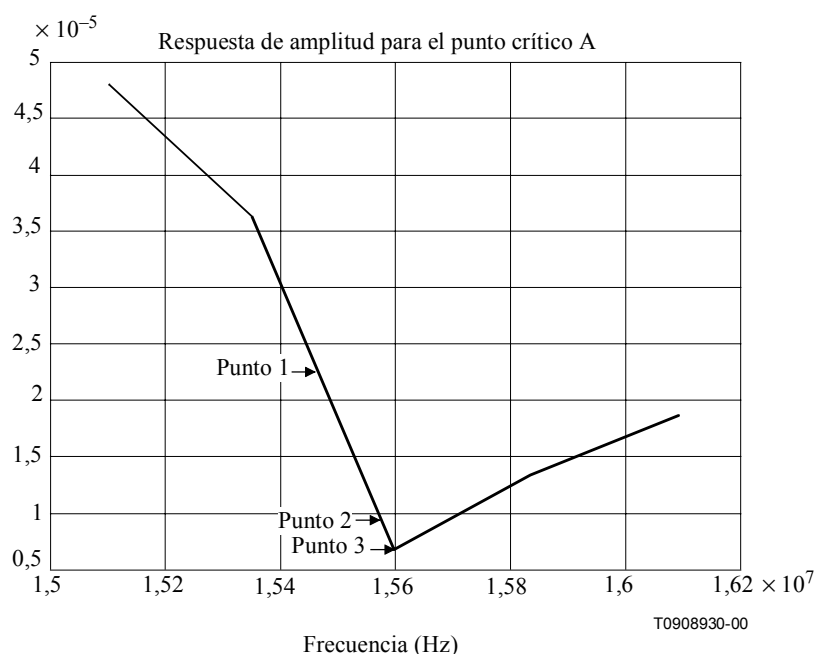


Figura II.2/J.118 – Punto crítico A de la red G – Respuesta de amplitud en función de la frecuencia

En la figura II.3 se muestran las degradaciones de la relación E_b/N_0 de la señal GMSK en presencia de ruido blanco debido a la distorsión de la respuesta de amplitud en la función de transferencia del canal coaxial para los 4 puntos críticos de la red G.

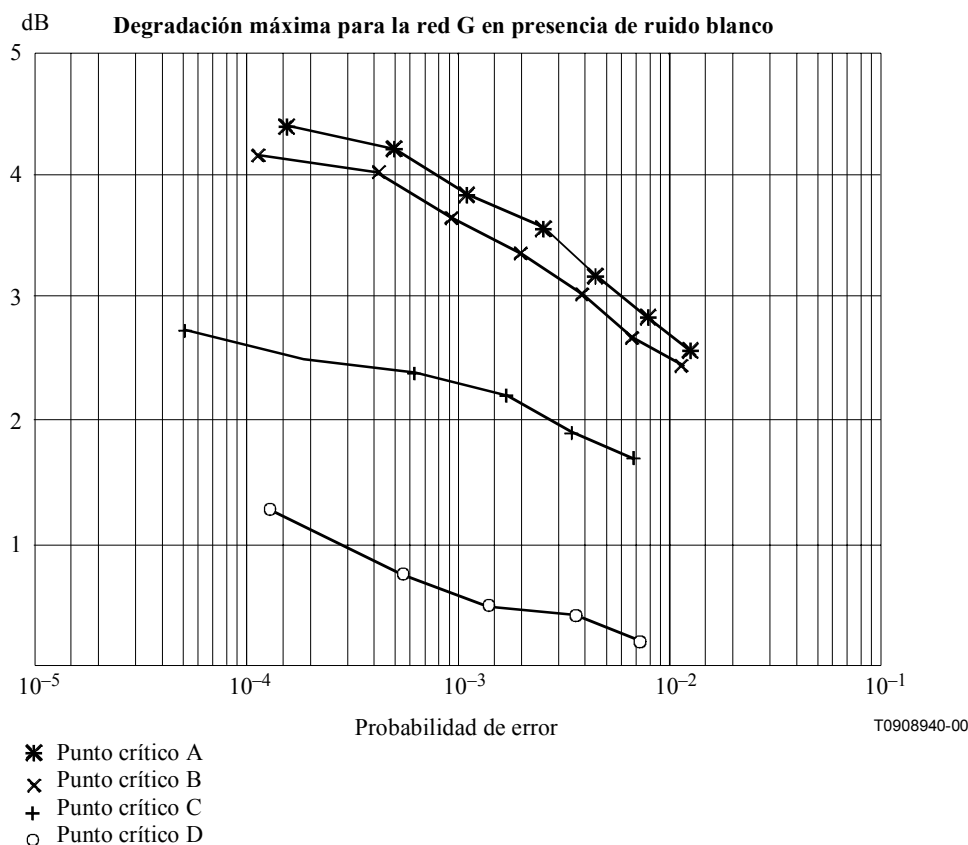


Figura II.3/J.118 – Degradación máxima en presencia de ruido blanco debida al canal coaxial

II.5 Conclusiones

Los resultados de las simulaciones muestran el valor mínimo de la degradación de la relación E_b/N_0 para la señal GMSK en presencia de ruido blanco para el caso más desfavorable y atípico cuando una red SMATV no ha sido instalada adecuadamente (gran desadaptación entre componentes, separadores, acceso de salida, derivaciones, y/o la red no ha sido terminada debidamente).

Por ejemplo, si el receptor para la red G (el caso más desfavorable y una red de hasta 80 usuarios) funciona con probabilidades de error próximas pero no inferiores a 0,05, habrá por lo menos 2 dB de degradación para las portadoras GMSK alrededor de 15,59 y 21,53 MHz si el acceso de salida vecino no está terminado correctamente con 75Ω (0,05 es el valor limitado para la codificación de Reed Solomon para corregir errores). Este valor de degradación se debe considerar como parte de la sensibilidad al ruido de los receptores si las redes SMATV no son instaladas o terminadas correctamente y la portadora GMSK que se ha de utilizar está alrededor de las frecuencias que tienen una gran variación de atenuación.

Por otra parte, si el sistema de comunicaciones para la red G funciona con probabilidades de error muy inferiores a 0,05, habrá degradaciones también en las frecuencias 27,47 y 33,29 MHz.

Sin embargo, si la red SMATV está terminada correctamente en el acceso de salida en el mismo piso, se impedirá la degradación de la red.

Las redes A, B, C, D, E, F y H no tienen una repercusión importante en la señal GMSK.

En particular, para las redes de hasta 40 usuarios el comportamiento es bastante bueno, y la señal GMSK no sufre una degradación importante. Asimismo, la atenuación es siempre menor que 40 dB. Para las redes de hasta 80 usuarios, la atenuación máxima será de 52 dB (caso más desfavorable atípico). En consecuencia, una característica que se ha de tener en cuenta en la implementación de

los receptores es el margen dinámico considerado con una atenuación de amplitud de 20 dB a 52 dB (situación del caso más desfavorable atípico), lo que depende también del tipo de red SMATV.

Por último, los fabricantes de receptores deben tener en cuenta en algunos casos la posible degradación, aunque atípica, del caso más desfavorable y el margen dinámico.

II.6 Bibliografía

- [1] JERUCHIN (M.C.), BALABAN (P.), SHANMUGAN (K.): Simulation of Communications Systems, *Plenum*, Nueva York 1992.
- [2] MUROTA (K.), KINISHITA (K.), HIRADE (K.): GMSK modulation for digital mobile radio telephony, *IEEE Trans. Commun.*, Vol. COM-29, pp. 1044-1050, julio de 1981.
- [3] BENELLI (G.), CASTELLINI (G.), DEL RE (E.), FANTACCI (R.), PIERUCCI (L.), PAGLIANI (L.), Design of a digital MLSE receiver for mobile radio communications, *GLOBECOM 91*, pp. 1469-1473, Phoenix, AZ, diciembre de 1991.
- [4] ELNOUBI (S.M.), Analysis of GMSK with differential Detection in Land Mobile Radio Channels, *IEEE Trans. Veh. Technol.*, Vol. VT-35, pp. 162-167, noviembre de 1986.
- [5] SIMON (M.K.), HINEDI (S.M.), LINDDSEY (W.C.): Digital Communications Techniques, *Prentice Hall*, New Jersey, 1994.
- [6] DE BUDA (R.): Coherent Demodulation of Frequency-Shift Keying with Low Deviation Ratio, *IEEE Trans. Commun.*, pp. 429-435, junio de 1972.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación