

RECOMENDACIÓN UIT-R BO.787*

Sistema basado en MAC/paquetes para servicios de radiodifusión por satélite TVAD

(Cuestión UIT-R 100/11)

(1992)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que muchos países han establecido servicios de radiodifusión de televisión en color, basados en el sistema de televisión de 625 líneas y una frecuencia de trama de 50 Hz;
- b) que en Europa se ha propuesto el sistema MAC/paquetes, preconizado en la Recomendación UIT-R BO.650, para el establecimiento de un servicio de radiodifusión por satélite;
- c) que la introducción de un servicio de radiodifusión de televisión de alta definición (TVAD) se ve facilitada en gran medida por la compatibilidad con un servicio de televisión existente;
- d) que el sistema MAC de alta definición está diseñado especialmente para permitir la compatibilidad con el sistema MAC/paquetes, reteniendo plenamente las capacidades de MAC/paquetes, como la embrollación para el acceso condicional y los servicios digitales de sonido y datos;
- e) que hay propuestas para normas de estudio TVAD que se adaptan muy bien al sistema HD-MAC utilizando, por ejemplo, 1 250 líneas y una frecuencia de trama de 50 Hz;
- f) que la señal HD-MAC se utiliza además para la distribución subsiguiente por redes de cable;
- g) que el sistema HD-MAC ha sido probado y utilizado en varios acontecimientos importantes, y que puede que haya administraciones que deseen recibir esas señales,

recomienda

que, para toda administración u organización que desee iniciar un servicio de radiodifusión por satélite TVAD basado en el sistema MAC/paquetes de 1 250 líneas, con una frecuencia de trama de 50 Hz, que permite la compatibilidad con el sistema MAC/paquetes, las señales se conformen a la especificación de la señal HD-MAC contenida en el Anexo 1.

NOTA 1 – La UER está realizando una serie de evaluaciones sobre HD-MAC.

* La Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2001 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

ANEXO 1

Especificación de la señal del sistema HD-MAC/paquetes**Introducción**

El sistema HD-MAC se ha concebido de manera que satisfaga los criterios de calidad más exigentes y para permitir la introducción de los servicios TVAD en los servicios MAC/paquetes existentes o bien directamente como servicios nuevos.

Por ello, la especificación europea de un sistema de televisión de alta definición (TVAD), estudiado en el contexto del proyecto europeo EUREKA 95, se basa, para su plena descripción, en la especificación de la familia MAC/paquetes presentada en la Recomendación UIT-R BO.650.

Los puntos que siguen son una introducción a la especificación del sistema HD-MAC/paquetes. Hay una correspondencia entre dichos puntos y las partes con igual numeración de la especificación MAC/paquetes contenida en el Capítulo 3 de la Publicación especial del UIT-R sobre sistemas de transmisión para el servicio de radiodifusión por satélite.

Para futuras generaciones de sistemas de radiodifusión por satélite se están considerando otros parámetros de transmisión; por ejemplo, un aumento en la sensibilidad de la desviación de frecuencia, la anchura de banda del canal y la desviación de dispersión de energía máxima. Sin embargo, se reconoce que con los cambios de estos parámetros debe asegurarse la compatibilidad con el sistema MAC/paquetes y, cuando proceda, con los Apéndices 30 y 30A del Reglamento de Radiocomunicaciones.

1 Multiplexión por distribución temporal y transmisión de datos

La multiplexión por distribución temporal se utiliza para multiplexar vídeo/sonido/datos de las transmisiones HD-MAC que incluyen dos miembros de la familia MAC/paquetes: los sistemas D-HD-MAC/paquetes y D2-HD-MAC/paquetes. Estos dos sistemas pueden utilizarse en la radiodifusión por satélite y en cualquier medio de transmisión que garantice una anchura de la banda de base de unos 11 MHz (véase el Cuadro 1). En particular, pueden utilizarse con modulación de amplitud y banda lateral residual en redes que tengan una separación de canales de 12 MHz.

1.1 Estructura del múltiplex

La estructura del múltiplex se basa en una trama digital de 40 ms que contiene 625 líneas de 64 μ s cada una. El múltiplex consta de tres componentes principales (véase la Fig. 1):

- la señal de vídeo HD-MAC, descrita en el § 2;
- la ráfaga de datos del intervalo de supresión de líneas (Line Blanking Interval – LBI), que lleva el múltiplex de sonido/datos;
- la ráfaga de datos del intervalo de supresión de tramas (Field Blanking Interval – FBI), que lleva el múltiplex de DATV/datos (DATV: Digitally Assisted Television).

La capacidad disponible en el LBI es equivalente en teoría a 4 canales de sonido de alta calidad (u 8 de calidad media) compatibles con el sistema D2-MAC/paquetes y ocho canales de sonido de alta calidad (o 16 de calidad media) compatibles con el sistema D-MAC/paquetes.

CUADRO 1

Características generales del vídeo de la señal de imagen HD-MAC

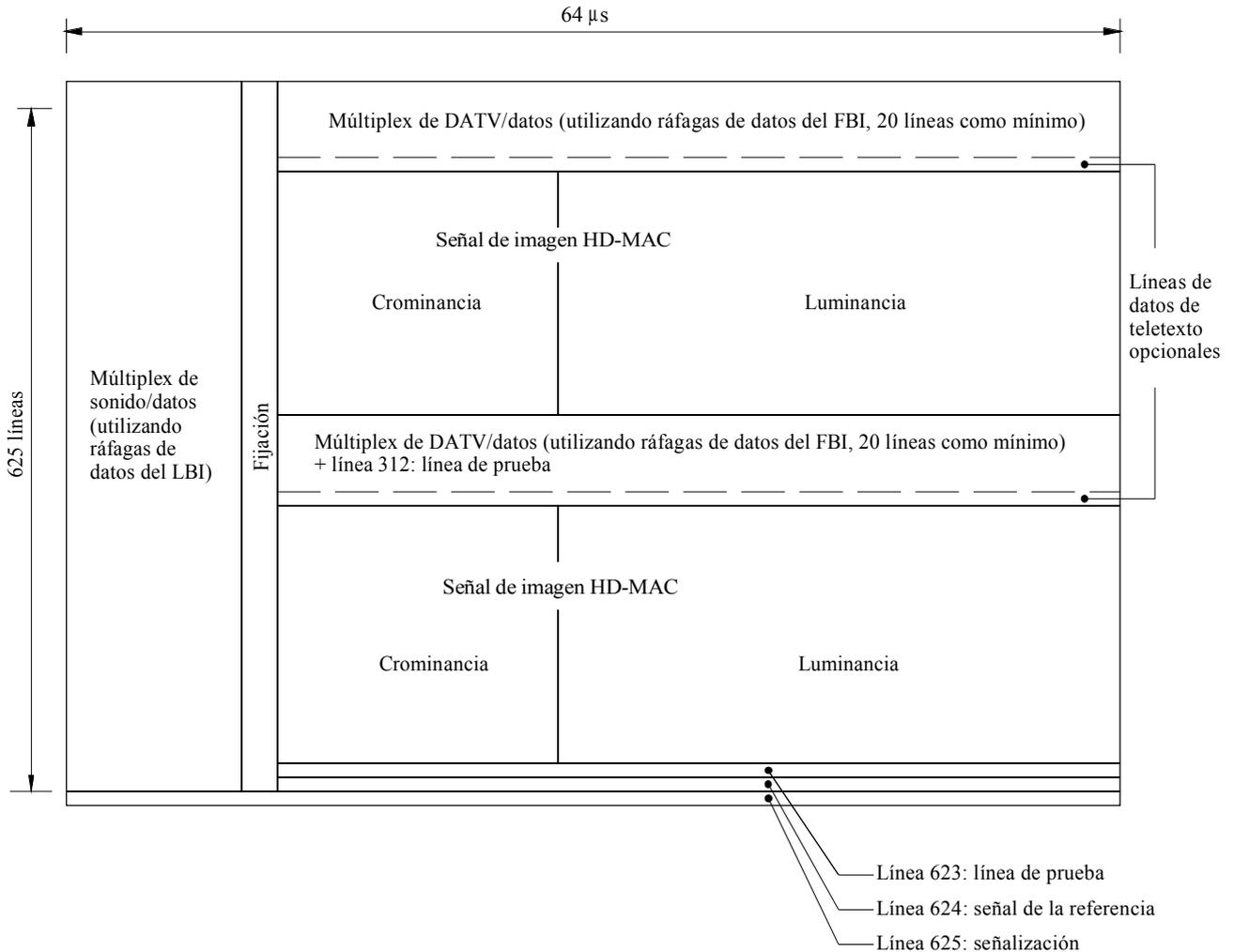
Número de líneas emitidas por imagen:	625
Número de cuadros por segundo:	50
Relación de entrelazado:	2:1
Anchura de banda analógica:	11,14 MHz ⁽¹⁾
Formato de imagen:	16:9 (correspondiente a la información panorámica para visualizaciones compatibles 4:3)
Relaciones de compresión	
luminancia:	3:2
diferencia de color:	3:1
Frecuencia de muestreo:	20,25 MHz ⁽²⁾
Recepción de alta definición	
Resolución de luminancia	
horizontal	
estática y con movimiento seguido:	620 c/apw ⁽³⁾
movimiento no seguido:	310 c/apw
vertical	
estática:	400 c/aph ⁽³⁾
movimiento:	200 c/aph
Recepción compatible	
Muestras por líneas activas	
luminancia:	697
diferencia de color:	349

- (1) En previsión de un filtro Nyquist factible del 10%.
- (2) Frecuencia de muestreo MAC convencional, con desplazamiento de fase.
- (3) Ciclos por anchura/altura de imagen activa obtenible en las realizaciones prácticas.

Dentro del FBI, el múltiplex de DATV/datos ocupa 40 ráfagas de datos por trama de vídeo, 20 por FBI elegidos entre las líneas N.º 1 a N.º 22 y N.º 311 a N.º 334, incluidas estas cuatro pero con exclusión de la línea N.º 312. Se dispone para ambos sistemas de una capacidad de aproximadamente 1,1 Mbit/s en el intervalo de supresión de trama. Esta capacidad se utiliza sobre todo para la transmisión de los datos de televisión con complemento digital (Digitally Assisted Television – DATV) (véase el § 2.4). La capacidad restante queda a disposición de otras aplicaciones, tales como el teletexto u otros servicios de datos.

FIGURA 1

Estructura general de la multiplexión por división en el tiempo de las señales HD-MAC/paquetes



D01

1.2 Sincronización y otras señales

La sincronización es idéntica a la del sistema MAC/paquetes, es decir, mediante palabras de sincronización y una secuencia de sincronización de cuadro. Estas dos señales están diseñadas de manera que identifiquen la paridad de cuadro. Dicha paridad se utiliza para señalar el periodo de codificación de HD-MAC, cuya duración es de 80 ms, con la correspondencia siguiente: el primer cuadro del periodo de codificación de HD-MAC es el primer cuadro de una trama impar, el cuarto cuadro del periodo de codificación HD-MAC es el segundo cuadro de una trama par (donde los cuadros hacen referencia a una imagen entrelazada normal de 625 líneas).

Las líneas N.º 312 y N.º 623 se reservan permanentemente, dentro del intervalo de supresión de trama, para la emisión de señales de prueba. Esas señales son compatibles con las especificaciones de equipos de medida de MAC/paquetes. Además, la primera parte de la línea N.º 312 está llena, en dos tramas, por una secuencia pseudoaleatoria de 512 bits, cuya primera función es contribuir al proceso de ecualización.

Las otras señales son las mismas que en la señal MAC/paquetes. En todas las líneas excepto en la N.º 625, se proporciona un periodo de fijación. La línea N.º 625 se utiliza para señalar y lleva, en particular, la descripción de la estructura del múltiplex por distribución temporal. Se ha introducido un nuevo parámetro para identificar el múltiplex de DATV/datos.

1.3 Codificación y multiplexión de datos con la imagen

La parte datos se transmite utilizando la codificación duobinaria, al igual que para los miembros correspondientes de la familia MAC/paquetes (véase la Recomendación UIT-R BO.650).

Para la ráfaga de datos del LBI, la velocidad binaria instantánea es de 10,125 Mbit/s en el sistema D2 y de 20,25 Mbit/s en el sistema D. Para la ráfaga de datos del FBI, la velocidad binaria instantánea es de 20,25 Mbit/s en ambos sistemas.

Los datos de las multiplexiones del FBI y del LBI se transmiten en paquetes. El formato de los paquetes es idéntico al definido para sonido y otras aplicaciones en la especificación de MAC/paquetes. Un paquete es un bloque de 751 bits dividido en dos partes: el encabezamiento del paquete y la zona de datos. El encabezamiento del paquete lleva un código de dirección única que se atribuye a un componente de servicio determinado, tal como un sonido o los datos DATV. La longitud total de la zona de datos es de 91 octetos, el primero de los cuales se utiliza generalmente como octeto del tipo de paquete, que puede emplearse para identificar diferentes utilizaciones de paquetes.

La trasposición de bits se aplica a todos los datos transmitidos en forma de paquetes para minimizar el efecto de los errores múltiples en los bits. Después de la trasposición de bits, se realiza la dispersión de energía agregando (módulo 2) una secuencia de aleatorización a los datos antes de la conversión D/A. Además, los datos útiles de los paquetes pueden ser aleatorizados mediante adición en módulo 2 de una secuencia pseudoaleatoria. Esta aleatorización se utiliza en el modo de acceso condicional.

El múltiplex se obtiene añadiendo la componente analógica a la señal de datos duobinarios, fijada en nivel cero durante el periodo en el que no se transmite la componente digital.

2 Señal HD-MAC

El esquema de codificación HD-MAC BR (BR significa en general reducción de anchura de banda, excepto en el caso del decodificador en que significa restablecimiento de anchura de banda) se basa en la utilización del concepto de DATV. La señal HD-MAC resultante se compone, por tanto, de la señal de vídeo HD-MAC y de los datos DATV. La señal de vídeo HD-MAC es el resultado de la compresión MAC de la señal de anchura de banda reducida. La especificación se ha establecido para asegurar una buena compatibilidad con los receptores MAC.

2.1 Características generales del vídeo de la señal de imagen HD-MAC

Figuran en el Cuadro 1.

2.2 Señal de vídeo de anchura de banda reducida

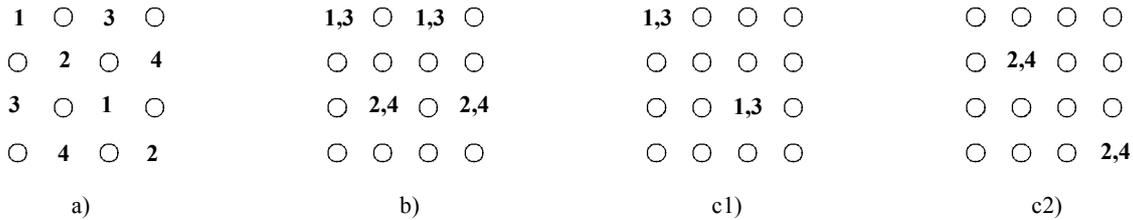
El codificador HD-MAC BR utiliza tres vías más para la codificación de la luminancia, en todas las cuales se emplean matrices de submuestreo en tresbolillo (Fig. 2):

- una vía de 80 ms con resolución de alta definición para zonas fijas;

- una vía de 40 ms con compensación de movimiento para velocidades de hasta 12 muestras por cada 40 ms;
- una vía de 20 ms para movimiento rápido y cambios de imagen súbitos, inactiva cuando se está en el modo película de 25 imágenes/s.

FIGURA 2

Diagramas de submuestreo de luminancia en una rejilla de muestreo de 1 250/50/2 con frecuencia de muestreo de 54 MHz



- a) Diagrama de submuestreo espacial-temporal de 80 ms
 b) Diagrama de submuestreo espacial-temporal de 40 ms
 c1) Diagrama de submuestreo espacial-temporal de 20 ms para cuadros impares
 c2) Diagrama de submuestreo espacial-temporal de 20 ms para cuadros pares

0787-02

En la Fig. 3 se da la gama transmisible de frecuencias espaciales para todos los modos. Para llevar la información contenida en un sistema de alta definición de 1 250 líneas a través de un canal de MAC/paquetes de 625 líneas se utiliza un proceso denominado «imbricación». En las vías de 80 y 20 ms se utiliza la imbricación intracuadros (o imbricación de líneas): el contenido de dos líneas de origen intracuadros se transmite como una línea MAC/paquetes, entrelazando las muestras de alta definición. Las propiedades de un canal de emisión MAC/paquetes permiten la separación de estas muestras en el receptor. En la vía de 40 ms se utiliza la imbricación intercuadros, enviándose el contenido de un cuadro de origen alternativamente en el cuadro de emisión impar y en el de emisión par (salto de cuadros).

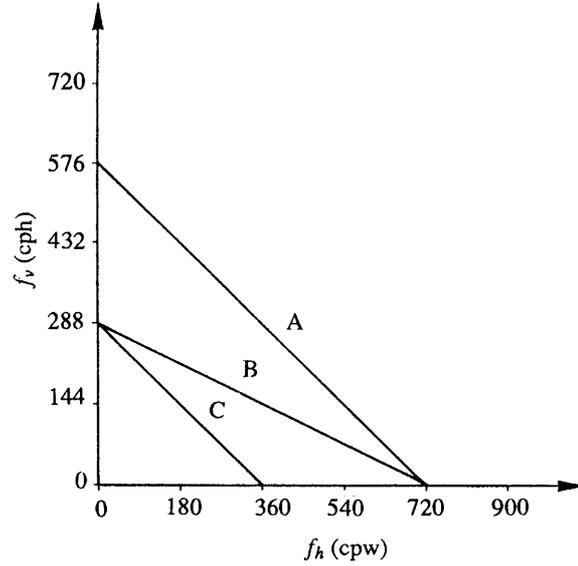
La vía de 40 ms es de movimiento compensado. Se emite un vector de movimiento por cada bloque de 16 muestras por 16 líneas en la rejilla de alta definición de los datos DATV. La reconstrucción de los cuadros que faltan se efectúa interpolando el cuadro disponible de acuerdo con la dirección del movimiento local.

El codificador de reducción de anchura de banda HD-MAC emplea tres vías de codificación de la diferencia de color, utilizando la primera y la tercera una matriz de submuestreo en tresbolillo y la segunda una matriz de muestreo ortogonal (Fig. 4):

- una vía de 80 ms con resolución de alta definición para zonas fijas;
- una vía de 40 ms para movimiento lento y cambios de imagen, para velocidades de hasta 6 muestras por ms;
- una vía de 20 ms para movimiento rápido y cambios de imagen súbitos, inactiva cuando se está en el modo película a 25 imágenes/s.

FIGURA 3

Gama transmisible en el dominio de la frecuencia espacial para los diagramas de muestreo de luminancia descritos en la Fig. 2

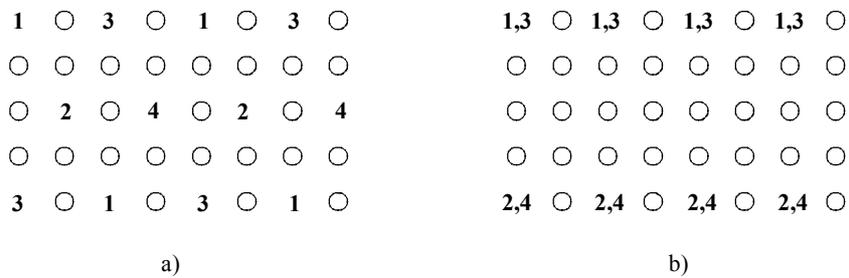


Curvas A: Modo 80 ms
 B: Modo 40 ms
 C: Modo 20 ms

0787-03

FIGURA 4

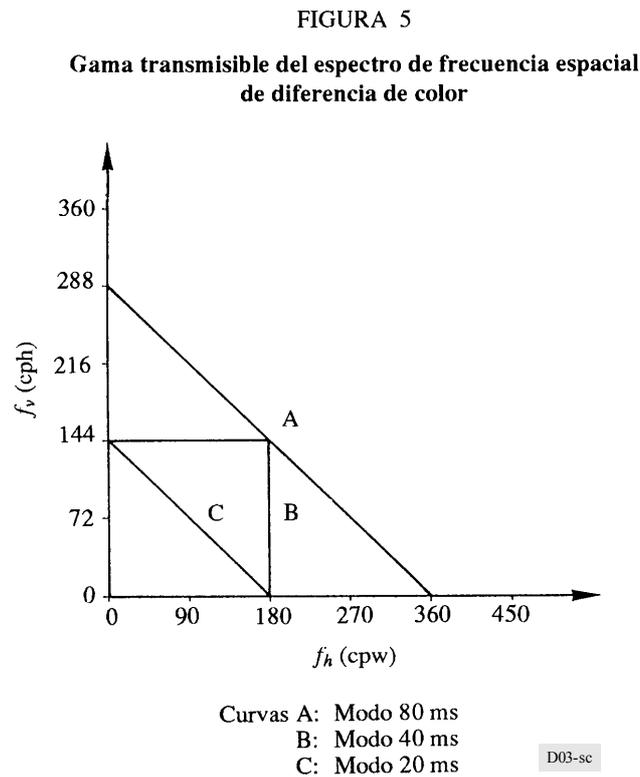
Diagramas de submuestreo de diferencia de color en una rejilla de muestreo 1 250/50/2 con frecuencia de muestreo de 27 MHz



a) Diagrama de submuestreo espacial-temporal de 80 y 20 ms
 b) Diagrama de submuestreo espacial-temporal de 40 ms

0787-04

En la Fig. 5 se da la gama transmisible de frecuencias espaciales para todos los modos. Se utiliza la imbricación intracuosos con las vías de 80 y 20 ms y la imbricación intercuosos con la vía de 40 ms. La compensación de movimiento no se emplea con la señal de diferencia de color: para velocidades entre 7 y 12 muestras por cada 40 ms, la luminancia se procesa siguiendo una vía de 40 ms y la diferencia de color siguiendo una vía de 20 ms.



Antes de la emisión se efectúan diversas contramedidas técnicas para obtener una calidad de imagen compatible satisfactoria:

- una atenuación en la dirección vertical, para reducir el plegado espacial y el parpadeo entre líneas;
- una suavización en la dirección del movimiento, para reducir el efecto de desalineación en las zonas de imágenes tratadas en el modo de 40 ms;
- una atenuación espacio-temporal dependiente de la frecuencia en la dirección temporal, para reducir la ondulación de los bordes en las zonas de imagen de baja actividad temporal.

En el decodificador HD-MAC se llevan a cabo los procesos recíprocos.

2.3 Señal de vídeo HD-MAC

La señal de vídeo transmitida en cada línea contiene la señal de luminancia comprimida y una de las señales comprimidas de diferencia de color (que alternan de línea en línea). La velocidad de muestreo para la emisión es de 20,25 MHz como para la señal MAC. Sin embargo, para distinguir entre las fases de muestreo por debajo del límite de Nyquist, cada segundo y cuarto cuadros se retrasan todas las muestras de vídeo en $T/2 \approx 24,7$ ns. Después de la compresión MAC, se efectúa una preacentuación no lineal seguida de un filtrado Nyquist (descrito en el § 7) en torno a la frecuencia Nyquist de 10,125 MHz.

La embrollación de la señal de vídeo HD-MAC, para acceso condicional, es posible de conformidad con la especificación de MAC/paquetes.

2.4 Datos DATV

La información para el tratamiento de la imagen se aplica por bloques. El tamaño del bloque es de 16 muestras por 16 líneas en la rejilla de alta definición y una imagen completa se divide en 6480 bloques. Para cada bloque, la información básica consta de la decisión de vía (proceso de 80, 40 ó 20 ms) y, en el caso de decisión del modo 40 ms, de un vector de movimiento.

Esta información básica se comprime para su transmisión por el canal DATV como se indica a continuación. Sólo son posibles cinco rutas temporales en un periodo de codificación de 80 ms cuantificado y las decisiones de vías son constantes durante un periodo de trama (40 ms) por coherencia: 4 cuadros de 80, 4 cuadros de 40, 2 cuadros de 40 seguidos por 2 cuadros de 20, 2 cuadros de 20 seguidos por 2 cuadros de 40 y 4 cuadros de 20. Los vectores de movimiento de los bloques de 40 ms, constantes por definición en una trama, se codifican en dos tramas. En la primera trama se dan valores absolutos (margen de ± 6 muestras por cada 20 ms, horizontal y vertical: 169 valores) y la mejor aproximación se da por referencia a los bloques inmediatos de la trama precedente en la segunda trama (sólo 9 posibilidades, 8 cuando el bloque de la primera trama se procesa en un modo de 20 ms; si ninguno de estos 9 (8) vectores se ajusta, ello significa que hay un cambio local súbito que debe ser procesado siguiendo la vía de 20 ms).

Como consecuencia, la información DATV que contiene la señal de conmutación de vía y la descripción del vector del movimiento permite 1700 posibilidades, codificadas en palabras de código con una longitud de 11 bits. El periodo de codificación de 6480 bloques por 80 ms da lugar a una velocidad binaria de 891 kbit/s. La información de conmutación de diferencia de color se obtiene a partir de los datos DATV de luminancia.

Se añade información adicional, incluida una secuencia de características, y otra información de tratamiento y protección contra errores mediante un código de Fire, (90,82). El resultado se transmite por paquetes en el múltiplex DATV/datos del FBI, utilizando el formato de paquetes descrito en el § 1.3. La velocidad máxima es de 56 paquetes/trama, equivalente a una velocidad binaria neta de 1,008 Mbit/s. Todos los datos DATV relativos a un periodo de codificación de 80 ms se transmiten durante el periodo de 80 ms precedente.

3 Sonido

El sonido se codifica en la actualidad de acuerdo con la especificación de MAC/paquetes para asegurar una recepción compatible. A continuación se mencionan las características principales de la codificación:

- frecuencia de muestreo: 32 kHz para alta calidad, 16 kHz para calidad media;

- métodos de codificación: lineal de 14 bits/muestra o casi instantáneo de 10 bits/muestra;
- protección contra errores: primer nivel mediante un bit de paridad por muestra, segundo nivel mediante el código de Hamming de 5 bits por muestra.

Se dispondrá de otros métodos de codificación sonora de alta compresión para proporcionar un mayor número de canales de sonido, incluidos el sonido periférico necesario para el servicio TVAD, en la misma capacidad de MAC/paquetes compatible.

4 Teletexto

El teletexto se codifica de conformidad con la especificación de MAC/paquetes, utilizando líneas libres del FBI o capacidad disponible en el múltiplex de paquetes.

5 Identificación de servicios

El canal de identificación de servicios se codifica de acuerdo con la especificación de MAC/paquetes. Se introduce un parámetro nuevo para describir el canal de datos DATV dentro del múltiplex de DATV/datos.

6 Acceso condicional

Todos los métodos de control de acceso proporcionados para el funcionamiento MAC/paquetes pueden utilizarse para HD-MAC/paquetes.

7 Parámetros de modulación

7.1 Señal de banda de base

La codificación de la señal de vídeo HD-MAC, basada en el submuestreo, implica el mantenimiento de la independencia entre muestras consecutivas a 20,25 MHz, por parte del canal de transmisión global. Esta condición se cumple si el canal de la banda de base equivalente satisface el primer criterio de Nyquist en la proximidad de 10,125 MHz.

En las muestras HD-MAC se aplica un proceso adicional, a saber, la preacentuación no lineal. El aumento de la anchura de banda de la banda de base a 11,14 MHz por un lado, y la disminución de la distancia de observación de televisión, por otro, llevan a una mayor sensibilidad a la interferencia y al ruido que en el caso de MAC convencional. En la actualidad, la preacentuación no lineal se aplica digitalmente, como se explica a continuación:

7.1.1 Red de preacentuación no lineal

Esta especificación está de acuerdo con la de D-MAC/paquetes. El diagrama de bloques se muestra en la Fig. 6. La preacentuación no lineal (E7) se aplica solamente a muestras de vídeo.

<i>Filtro de paso alto</i>	F1: ritmo del reloj:	20,25 MHz
	Respuesta de fase:	lineal

F1 es un filtro digital de 7 derivaciones con los coeficientes siguientes:

$$\begin{aligned}C_0 &= 180/256 \\C_1 &= C_{-1} = -58/256 \\C_2 &= C_{-2} = -25/256 \\C_3 &= C_{-3} = -7/256\end{aligned}$$

que están dimensionados a escala para una ganancia de AC unitaria en teoría.

Elemento de demora T: 3 periodos de reloj

La *función no lineal* N_1 está definida por la relación $V_o = f(V_i) - V_i$

donde:

$$\begin{aligned}V_o &: \text{ salida de la red} \\V_i &: \text{ entrada en la red.}\end{aligned}$$

$f(V_i)$ está definido por la relación $V = f(V_i)$

donde:

$$V_i = \frac{V}{C} + \frac{1}{B} \ln \left[\frac{V + \sqrt{V^2 + (2AC)^2}}{2AC} \right]$$

con:

$$\begin{aligned}A &= 0,011 \\B &= 19,8 \\C &= 1,5225\end{aligned}$$

La *función no lineal* N_2 está definida por la relación:

$$V_o = V_i \left[\frac{1-C}{C} \right] + \frac{1}{B} \ln \left[\frac{V_i + \sqrt{V_i^2 + (2AC)^2}}{2AC} \right]$$

donde:

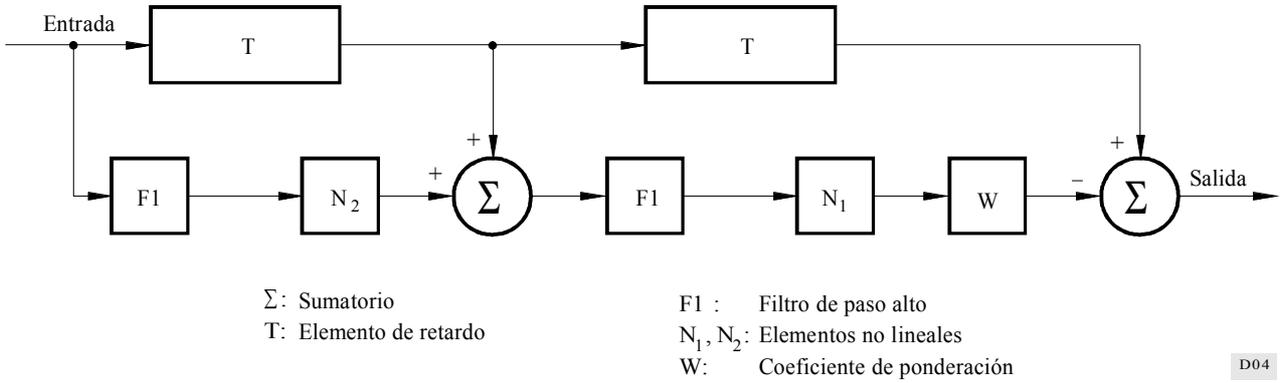
$$\begin{aligned}V_o &: \text{ salida de la red} \\V_i &: \text{ entrada en la red.}\end{aligned}$$

En las Figs. 7 y 8 se ilustran las funciones no lineales N_1 y N_2 . Obsérvese que los niveles de entrada y salida, V_i y V_o , están expresados como valores normalizados en relación con la gama de entradas de la red de preacentuación no lineal, en la que la gama $(-0,5, 0,5)$ corresponde a la diferencia entre niveles constantes del blanco y del negro.

La red de preacentuación se elige compleja para facilitar una realización más sencilla de la red de desacentuación.

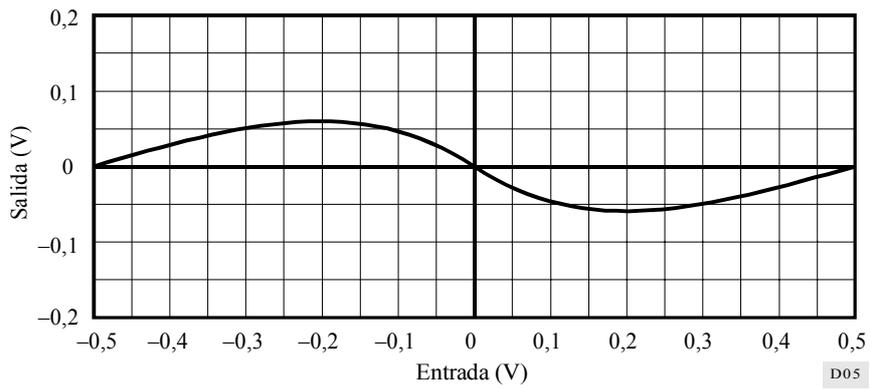
La preacentuación se aplica solamente a muestras de vídeo activas y las transiciones entre el modo E7 y el modo distinto de E7 son transiciones controladas. Se incluye la red de ponderación como se muestra en la Fig. 6.

FIGURA 6
Red de preacentuación no lineal



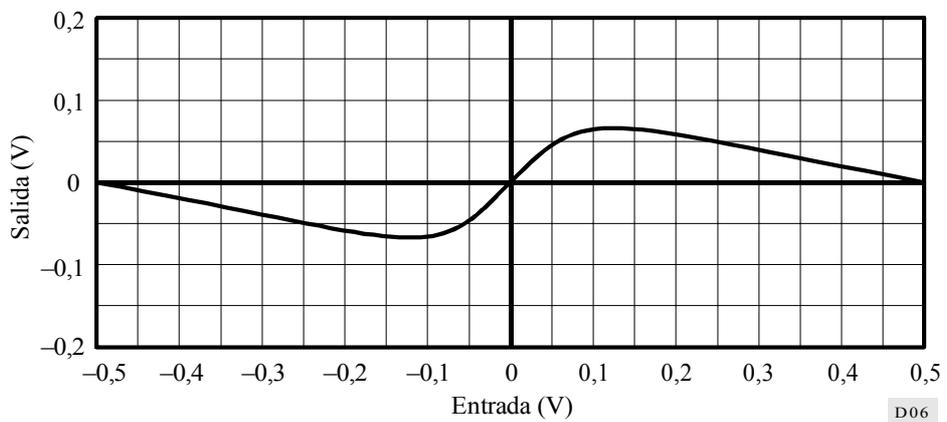
D04

FIGURA 7
Función no lineal N_1



D05

FIGURA 8
Función no lineal N_2



D06

Para las líneas de vídeo activas N.º 23 a N.º 310 y N.º 335 a N.º 622, incluidas estas cuatro, las ponderaciones de transición son las siguientes:

Ponderación de transición	Números de las muestras	
	Señal MAC embrollada	Señal MAC no embrollada
0	1 a 225 inclusive	1 a 231 inclusive
1/8	226	232
1/2	227	233
7/8	228	234
1	229 a 1 287 inclusive	235 a 1 287 inclusive
7/8	1 288	1 288
1/2	1 289	1 289
1/8	1 290	1 290
0	1 291 a 1 296 inclusive	1 291 a 1 296 inclusive

7.1.2 Filtrado Nyquist

El filtrado de Nyquist se aplica después de la preacentuación no lineal indicada más arriba.

El factor de corte global del 10% y la equicompartición del correspondiente filtrado Nyquist de tan solo la señal de vídeo HD-MAC entre el transmisor y el receptor son idénticas para radiodifusión por satélite y distribución por cable.

El filtro semi-Nyquist tiene una función de transferencia teórica definida por la siguiente expresión (véase la Fig. 9a):

$$\begin{aligned}
 H(f) &= 1 && \text{para } |f| < \frac{1}{2T}(1 + \alpha) \\
 H(f) &= \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{sen} \pi T \left(\frac{1}{2T} - |f| \right)} && \text{para } \frac{1}{2T}(1 - \alpha) \leq |f| \leq \frac{1}{2T}(1 + \alpha) \\
 H(f) &= 0 && \text{para } |f| < \frac{1}{2T}(1 + \alpha)
 \end{aligned}$$

donde:

$$1/T = 20,25 \text{ MHz y } \alpha = 0,1.$$

Véase en la Fig. 9b para la función de transferencia teórica y la plantilla que ha de utilizarse para la función de transferencia en una realización de equipo en el lado de emisión.

Las especificaciones dadas de filtro y parámetros están sujetas a una confirmación ulterior.

FIGURA 9a
Respuesta teórica del filtro semi-Nyquist de corte progresivo del 10%

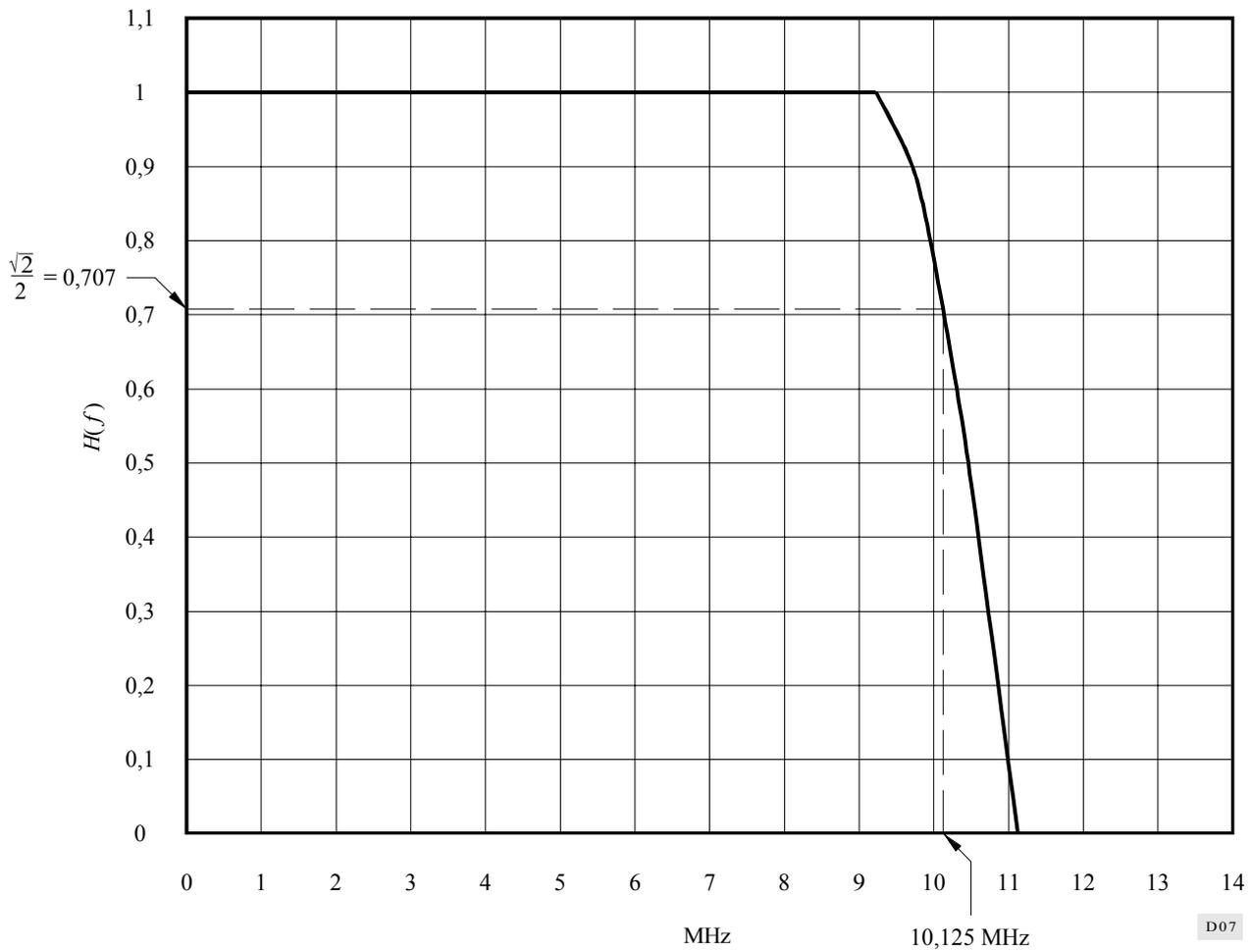
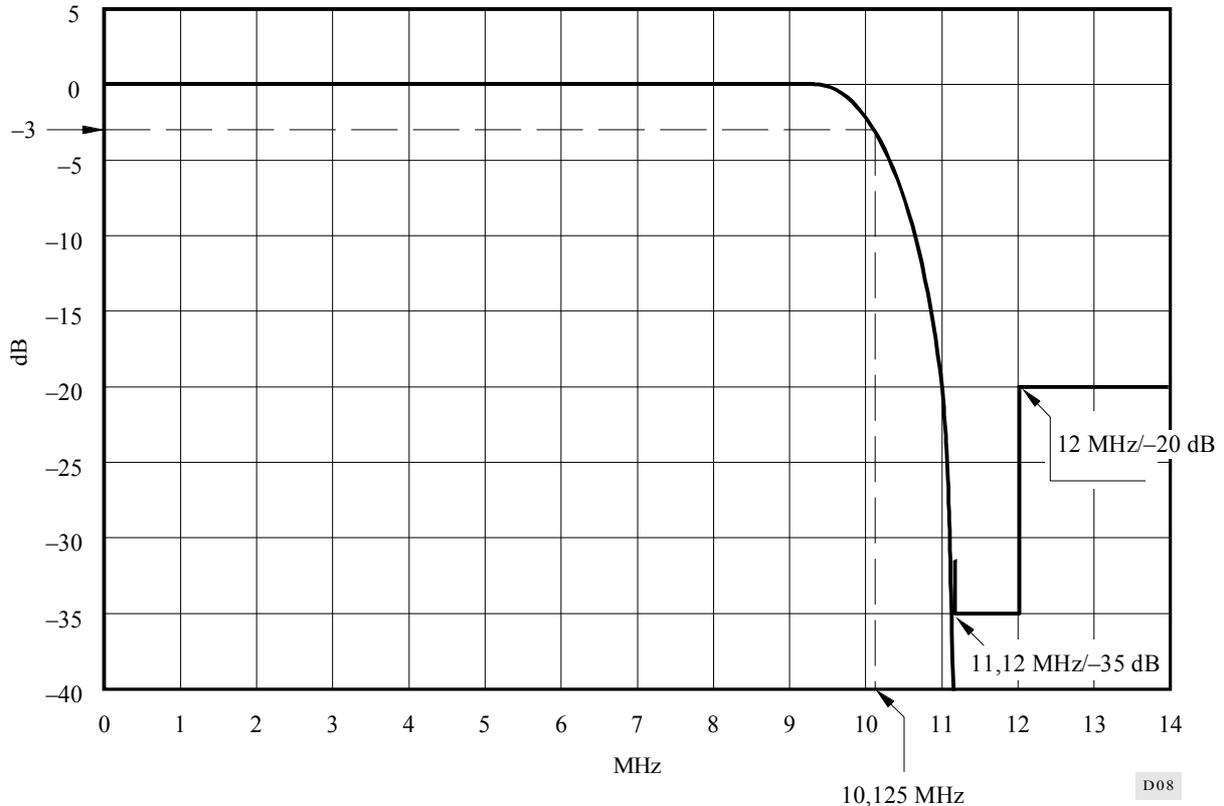


FIGURA 9b

Plantilla para la función de transferencia del filtro digital semi-Nyquist de emisión



7.2 Parámetros de modulación para el servicio de radiodifusión por satélite

Figuran resumidos en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Parámetros de modulación para el servicio de radiodifusión por satélite

Anchura de banda nominal de la señal de imagen:	10,125 MHz a -3 dB
Anchura de banda nominal de canal:	27 MHz
Modulación:	MF
Polaridad de la modulación en frecuencia:	Positiva
Componente CC:	Protegida
Características de preacentuación:	Proceso no lineal aplicado solamente a las muestras HD-MAC y proceso lineal aplicado a toda la señal múltiplex (igual que para MAC)
Desviación de frecuencia:	13,5 MHz a la frecuencia de transición de la red de preacentuación lineal (1,37 MHz)
Dispersión de energía:	Onda triangular con sincronismo de trama (excursión correspondiente de la portadora: 600 kHz de cresta a cresta)

7.2.1 Método de modulación

Se utiliza la modulación de frecuencia para la totalidad de la señal de la banda de base del sistema D- o del sistema D2-HD-MAC/paquetes. Se aplica la preacentuación lineal a toda la señal de la banda de base; se añade la dispersión de energía y se utiliza la señal para modular en frecuencia una portadora.

Una transición del negro al blanco de la señal de luminancia corresponde a un aumento de la frecuencia a la entrada del receptor.

7.2.2 Sensibilidad de la desviación de frecuencia

La sensibilidad de la desviación de frecuencia nominal será de 13,5 MHz/V en la frecuencia de transición de la red de preacentuación lineal. Teniendo en cuenta el efecto de la preacentuación lineal (véase el § 7.2.3), esto corresponde a una desviación en las frecuencias bajas de 9,54 MHz para la señal imagen (transición del negro al blanco de la señal de luminancia).

7.2.3 Preacentuación lineal

La señal de la banda de base del sistema D- o del D2-HD-MAC/paquetes será sometida a preacentuación antes de la transmisión mediante una red cuya característica de transferencias (mostrada en la Fig. 10) viene definida por la expresión:

$$H(f) = A \left(\frac{1 + j \left(\frac{f}{f_1} \right)}{1 + j \left(\frac{f}{f_2} \right)} \right)$$

Las características de la red de preacentuación lineal vienen dadas por:

$$A = 1/\sqrt{2}$$

$$f_1 = 0,84 \text{ MHz}$$

$$f_2 = 1,5 \text{ MHz}$$

7.2.4 Dispersión de energía

Se añadirá una señal de dispersión de energía a la totalidad de la señal de la banda de base (véase la Fig. 11). La señal de dispersión consistirá en una onda triangular de 25 Hz síncrona con el cuadro, y producirá una excursión de 600 kHz, cresta a cresta, después de la modulación de la portadora en el canal de radiofrecuencia.

La desviación de dispersión al comienzo de una línea corresponde a una reducción de 300 kHz de la frecuencia portadora.

7.2.5 Restitución de la componente de corriente continua (CC)

La restitución de la componente continua de la señal de la banda de base total se efectúa a la entrada del modulador de frecuencia. La frecuencia de la portadora correspondiente a una diferencia de color nula viene dada por: $f_0 + f_d$

donde:

f_0 : frecuencia central del canal

f_d : desviación de frecuencia instantánea producida por la señal de dispersión de energía.

FIGURA 10
 Red de preacentuación de una señal MAC lineal

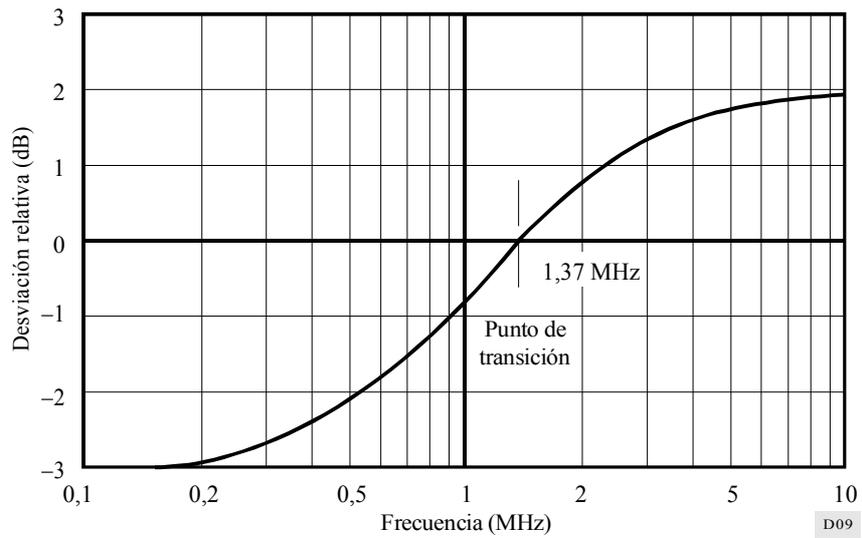
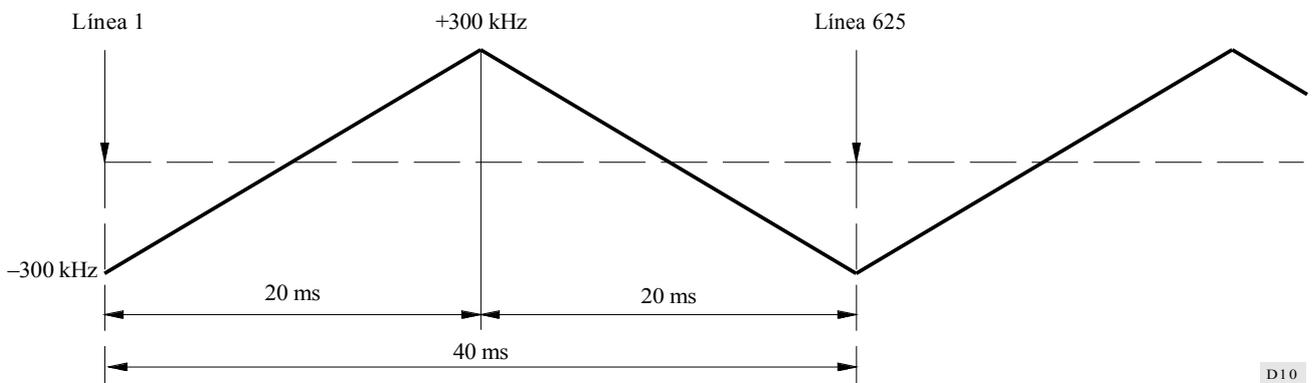


FIGURA 11
 Forma de onda de la señal de dispersión, agregada a la señal de la banda de base

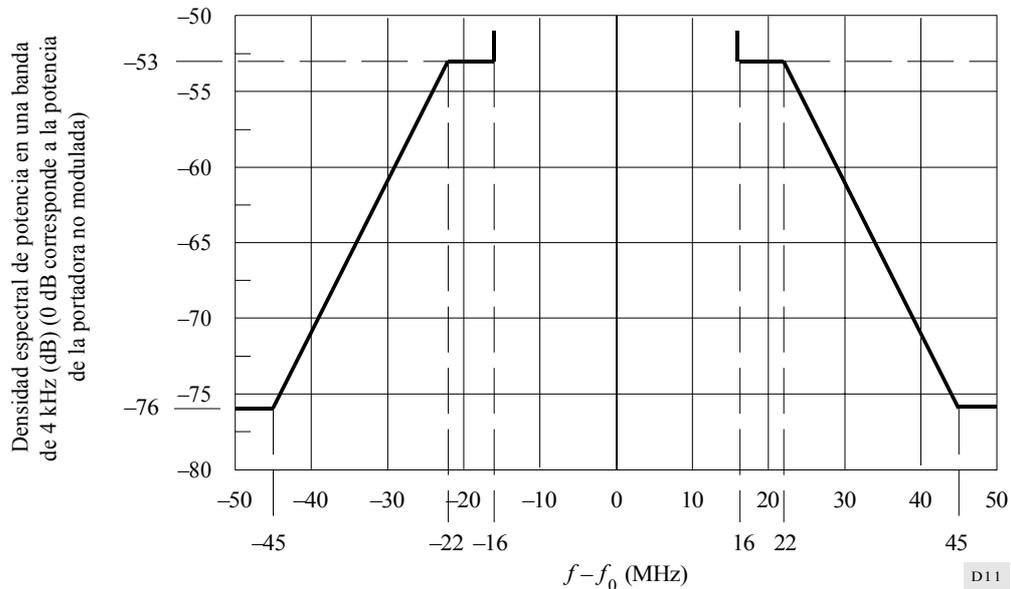


7.2.6 Radiación fuera de banda para la señal de datos

Medida en la banda de 4 kHz, la señal radiada debe cumplir con el gálibo que se da en la Fig. 12.

FIGURA 12

Gálibo de la señal global a la salida del satélite



7.3 Parámetros de modulación para la distribución por cable

7.3.1 Parámetros de modulación

7.3.1.1 Método de modulación

Para la señal de la banda de base múltiplex temporal se utilizará modulación de amplitud de banda lateral residual.

7.3.1.2 Sentido de la modulación

La modulación será de sentido negativo.

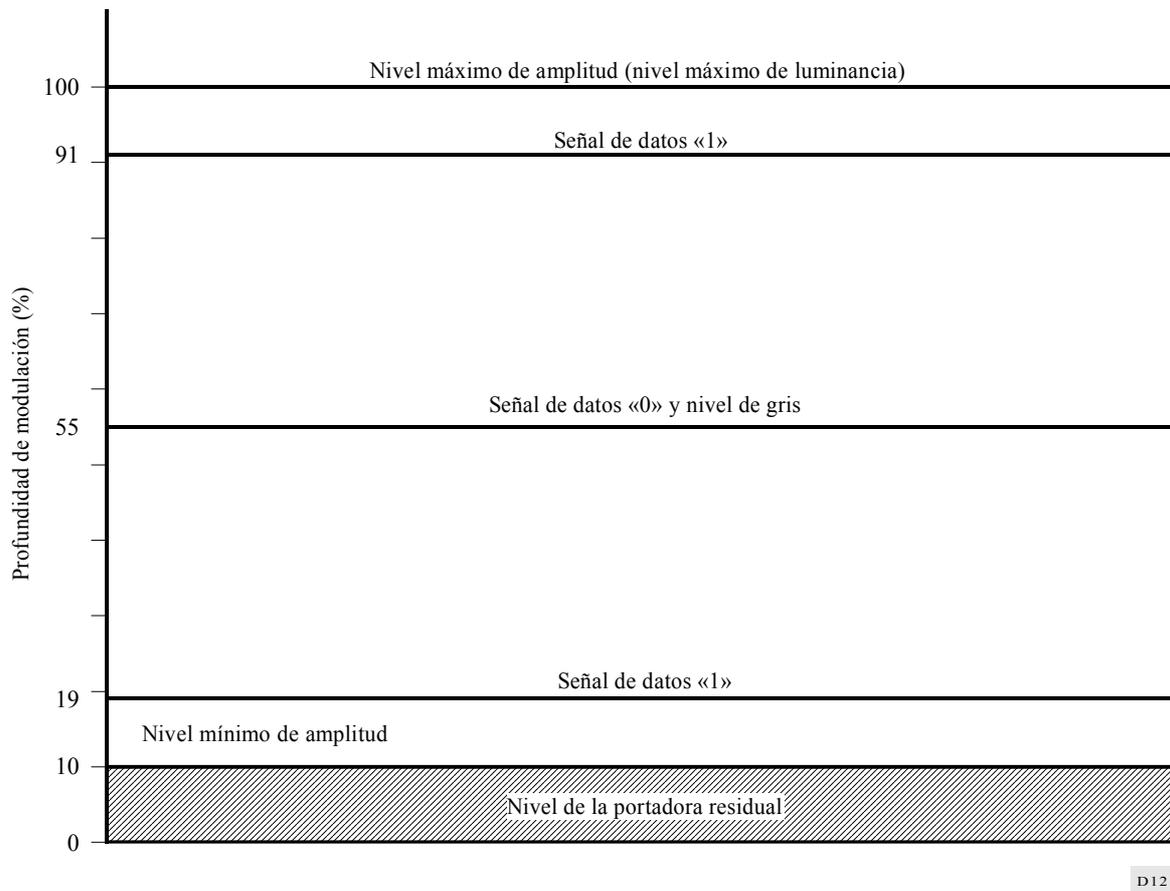
7.3.1.3 Profundidad de la modulación

Se da un valor de 100% a la amplitud de cresta de la portadora de vídeo. El nivel mínimo de la portadora de vídeo corresponderá al 10%. En estas condiciones el nivel «1» en la señal de datos corresponde a una modulación del 19% y del 91%, en tanto que el nivel «0» corresponde a una modulación del 55% (véase la Fig. 13).

7.3.1.4 Separación entre canales

Como norma común se recomienda una separación entre canales de 12 MHz.

FIGURA 13
Niveles de modulación (antes del filtrado en la emisión)



7.3.2 Especificación del filtro FI

El filtrado Nyquist en la portadora de vídeo (portadora Nyquist) se hace totalmente en el modulador de amplitud de banda lateral residual de HD-MAC.

El filtrado Nyquist en el segundo punto Nyquist a 10,125 MHz (Nyquist de alta definición) se efectúa a nivel de la banda de base, dividido por igual entre el lado transmisor (codificador HD-MAC) y el lado receptor (entrada de HD-MAC).

7.3.2.1 Filtrado del modulador

Filtrado Nyquist en la zona de la portadora de vídeo

La banda lateral residual se filtra con una respuesta que es antisimétrica con respecto a la frecuencia de la portadora de vídeo en una escala lineal.

Característica de amplitud

En la Fig. 14 se da la plantilla recomendada de la característica de amplitud del filtro FI de emisión. El valor nominal de la inclinación de la característica Nyquist es de ± 500 kHz (lineal). Para los detalles véase la plantilla.

Característica de fase

El filtro tendrá linealidad de fase.

En la Fig. 15 se da la plantilla recomendada de la característica de fase.

FIGURA 14
Filtro FI modulador: plantilla de respuesta en amplitud

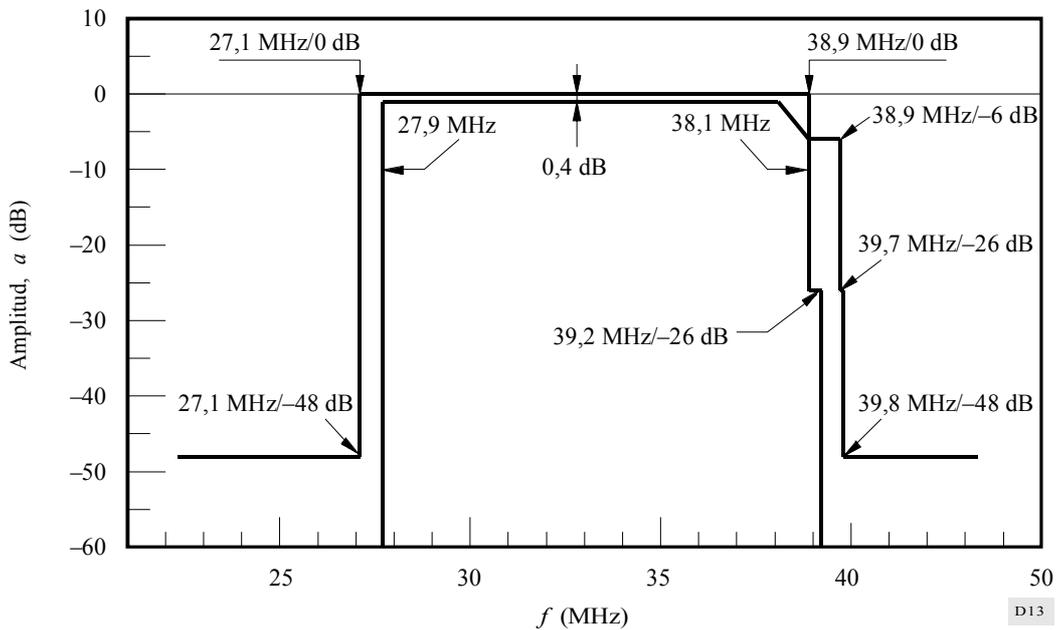
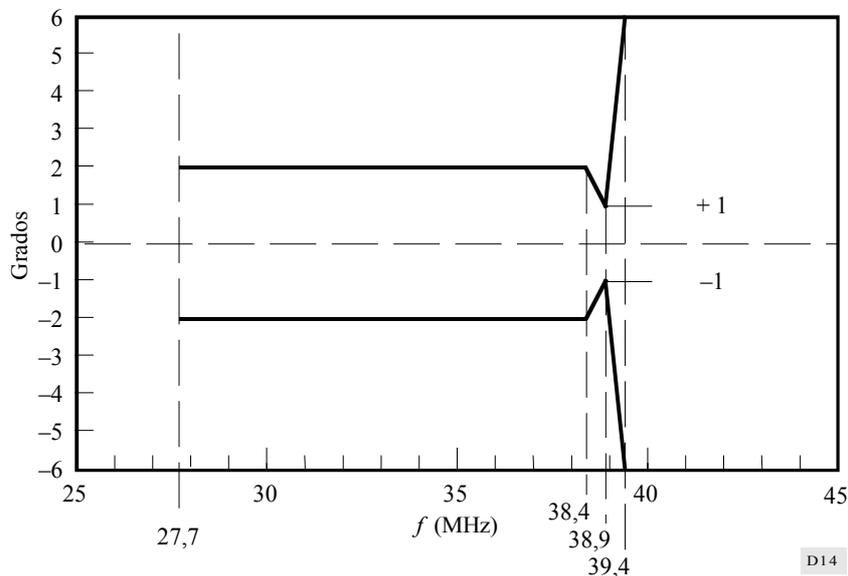


FIGURA 15
Filtro FI modulador: plantilla de respuesta en fase



7.3.2.2 Filtrado del receptor

Característica de amplitud

La característica de amplitud de la banda de paso será esencialmente plana hasta 11,14 MHz, es decir $(1 + n/100)10,125$ MHz, en relación con la secuencia de la portadora de vídeo ($n = 10\%$, inclinación del filtro Nyquist en el punto de 10,125 MHz).

En la Fig. 16 se da la plantilla recomendada de la característica de amplitud de un filtro FI de recepción de HD-MAC.

Característica de fase

El filtro tendrá linealidad de fase.

En la Fig. 17 se da la plantilla recomendada de la característica de fase.

FIGURA 16

Filtro FI de recepción: plantilla de respuesta en amplitud

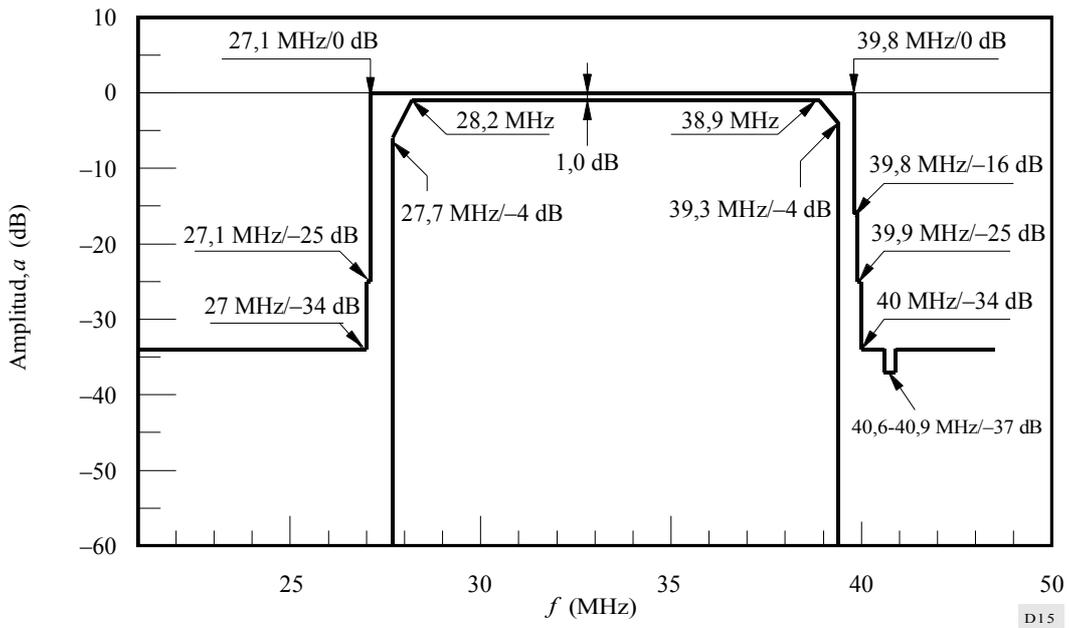


FIGURA 17

Filtro FI de recepción: plantilla de respuesta en fase

