

RECOMENDACIÓN UIT-R BO.1294

REQUISITOS FUNCIONALES COMUNES PARA LA RECEPCIÓN DE EMISIONES DE TELEVISIÓN DIGITAL MULTIPROGRAMA POR SATÉLITES QUE FUNCIONAN EN LA GAMA DE FRECUENCIAS 11/12 GHz*

(Cuestión UIT-R 217/11)

(1997)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que existe un creciente interés mundial en la introducción de servicios de televisión digital multiprograma por satélite debido a sus ventajas de calidad de vídeo y sonido, flexibilidad de uso, eficacia del espectro y seguridad de las emisiones;
- b) que la Recomendación UIT-R BO.1211 recomienda que se considere un sistema digital multiprograma de televisión, así como otros sistemas digitales existentes, con objeto de llegar a una norma de ámbito mundial;
- c) que se han desarrollado tres sistemas digitales multiprograma de televisión, cuya utilización está muy extendida, incluido el descrito en la Recomendación UIT-R BO.1211, que sustentan servicios de televisión por satélite en la banda 11/12 GHz;
- d) que estos tres sistemas proporcionan las mismas funciones utilizando arquitecturas muy similares;
- e) que puede ser ventajoso alentar la existencia de la máxima uniformidad posible en la implementación de estos sistemas, a fin de permitir economías de escala máximas para circuitos integrados;
- f) que el UIT-R, en cooperación con la industria, ha analizado la existencia de elementos comunes en los sistemas existentes, definido las funciones de un modelo de referencia genérico e identificado los elementos universales de los diversos subsistemas;
- g) la propuesta de la Unión Mundial de Radiodifusión de aumentar la utilidad de las Recomendaciones UIT-R y el hecho de que en el Informe UIT-R BO.2008 se haga un análisis de viabilidad detallado y figuren datos relativos al costo y a la complejidad,

recomienda

- 1** que se seleccione uno de los sistemas de transmisión descritos en el Anexo 1 cuando se implementen servicios de televisión digital multiprograma vía satélite;
- 2** que los elementos universales de los requisitos funcionales comunes de un receptor-decodificador integrado (IRD – Integrated receiver-decoder) por satélite, descrito en el § 3 del Anexo 1, sirva de base para la implementación de los servicios en las zonas en las que coexistan o puedan coexistir más de un sistema en el futuro,

recomienda además

- 1** que se lleven a cabo ulteriores estudios para considerar las ventajas de la inclusión de otras funciones IRD esenciales por satélite que no se especifican en esta Recomendación.

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión Electrotécnica Internacional/Organización Internacional de Unificación de Normas (CEI/ISO).

ANEXO 1

**Requisitos funcionales comunes para la recepción de emisiones
de televisión digital multiprograma por satélites que
funcionan en la gama de frecuencias 11/12 GHz**

ÍNDICE

Página

1	Introducción	3
2	Modelo de referencia genérico para los requisitos funcionales comunes de un IRD de satélite.....	3
3	Elementos universales de un IRD de satélite	5
3.1	Demodulación y decodificación	6
3.1.1	Demodulador MDP-4.....	7
3.1.2	Filtro adaptado	7
3.1.3	Decodificación convolucional.....	7
3.1.4	Decodificador de bytes de sincronismo	8
3.1.5	Desentrelazador convolucional	8
3.1.6	Decodificador Reed-Solomon.....	8
3.1.7	Eliminación de la dispersión de energía.....	8
3.2	Transporte y demultiplexación	9
3.3	Decodificación de vídeo, audio y datos de la fuente	9
3.3.1	Vídeo.....	9
3.3.2	Audio	9
3.3.3	Datos	10
4	Resumen de características de los sistemas digitales multiprograma de televisión por satélite.....	10
5	Características específicas.....	14
5.1	Espectro de señal de los diferentes sistemas a la salida del modulador.....	14
5.1.1	Espectro de señal para el Sistema A	14
5.1.2	Espectro de señal para el Sistema B.....	16
5.1.3	Espectro de señal para el Sistema C.....	17
5.2	Codificación convolucional	22
5.2.1	Características de codificación convolucional para el Sistema A.....	22
5.2.2	Características de codificación convolucional para el Sistema B	22
5.2.3	Características de codificación convolucional para el Sistema C	23
5.3	Características de sincronización.....	23
5.3.1	Características de sincronización para el Sistema A.....	23
5.3.2	Características de sincronización para el Sistema B	24
5.3.3	Características de sincronización para el Sistema C	24
5.4	Entrelazador convolucional	26
5.4.1	Entrelazador convolucional para el Sistema A	26
5.4.2	Entrelazador convolucional para el Sistema B.....	27
5.4.3	Entrelazador convolucional para el Sistema C.....	28
5.5	Codificador Reed-Solomon	28
5.5.1	Características del codificador Reed-Solomon para el Sistema A	29
5.5.2	Características del codificador Reed-Solomon para el Sistema B	29
5.5.3	Características del codificador Reed-Solomon para el Sistema C	29
5.6	Dispersión de energía	29
5.6.1	Dispersión de energía para el Sistema A.....	29
5.6.2	Dispersión de energía para el Sistema B.....	30
5.6.3	Dispersión de energía para el Sistema C.....	30

5.7	Características de los trenes de trama y de transporte	31
5.7.1	Características de los trenes de trama y de transporte para el Sistema A.....	31
5.7.2	Características de los trenes de trama y de transporte para el Sistema B.....	31
5.7.3	Características de los trenes de trama y de transporte para el Sistema C.....	31
6	Referencias normativas	31
7	Referencias informativas.....	31
8	Lista de acrónimos	32
Apéndice 1 al Anexo 1 – Características de los trenes de transporte del Sistema B		33

1 Introducción

Los sistemas de televisión digital por satélite han demostrado sus ventajas con respecto a la televisión analógica, al permitir una utilización más eficaz del espectro de frecuencias por satélite y establecer un marco más resistente de protección contra la interferencia.

Con el fin de llegar a una sola norma mundial de los sistemas de recepción digital multiprograma por satélite para servicios de televisión, de sonido y de datos, se describen los requisitos funcionales comunes para la recepción de emisiones de televisión digital multiprograma por satélite. Estos requisitos funcionales comunes configuran los elementos universales del receptor-decodificador integrado (IRD). Aunque en el presente Anexo se tratan los satélites que funcionan en la gama de frecuencias 11/12 GHz, no se excluyen otras gamas.

Los elementos universales del IRD de satélite son aptos para recibir emisiones del Sistema A, del Sistema B y del Sistema C.

Se han analizado los elementos comunes y específicos de cada sistema, y se ha llegado a la conclusión de la viabilidad de la implementación de los elementos universales de un IRD de satélite. Este Anexo analiza los elementos comunes entre los sistemas existentes, define y describe las funciones de un modelo de sistema genérico e identifica los procesos y el conjunto mínimo de parámetros de los diversos subsistemas de los elementos universales de un IRD de satélite.

La viabilidad de la implementación de los elementos comunes en un IRD de satélite ha sido demostrada en consulta con la industria.

2 Modelo de referencia genérico para los requisitos funcionales comunes de un IRD de satélite

Se ha producido un modelo de referencia genérico para los requisitos funcionales comunes de un IRD de satélite a fin de analizar la viabilidad de los elementos universales de un IRD de satélite, identificando la aplicabilidad del modelo de referencia genérico a los tres sistemas actualmente en uso.

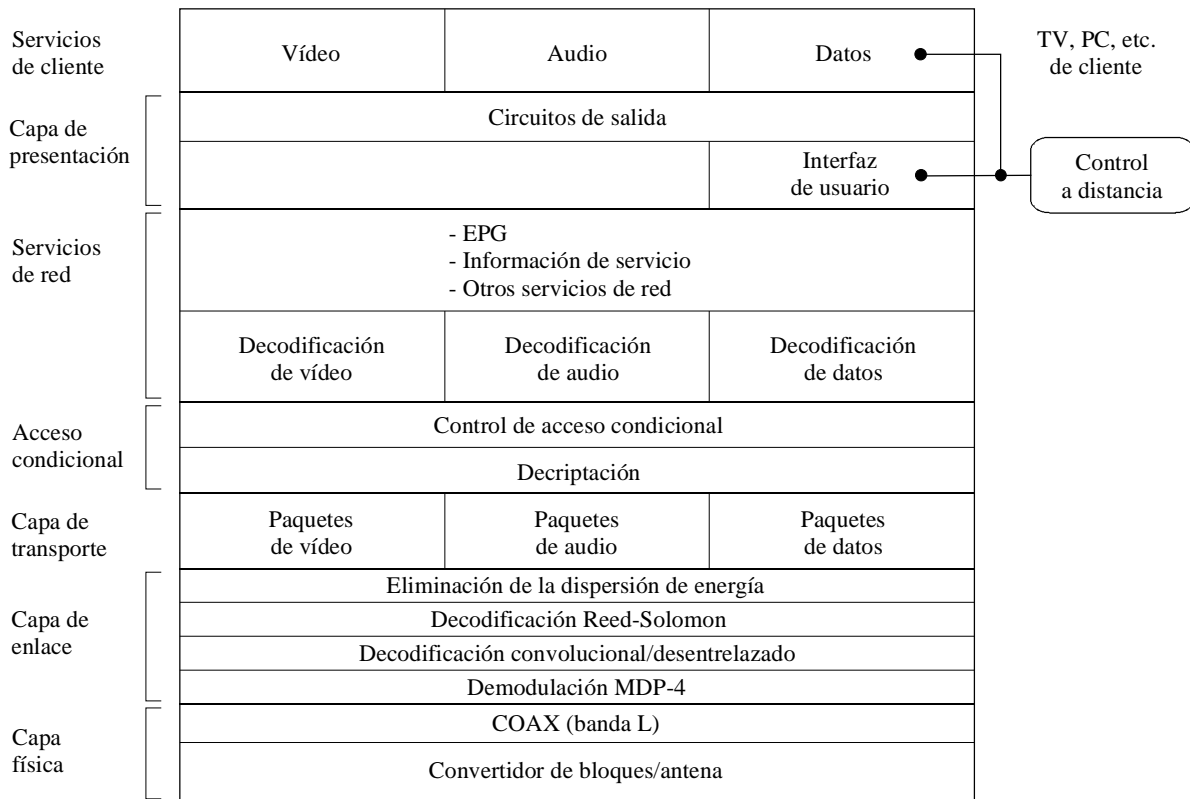
Este modelo genérico se refiere al IRD de tipo doméstico y no pretende especificar las funciones requeridas en los IRD profesionales.

El modelo de referencia genérico se ha definido basándose en las funciones requeridas para cubrir todas las capas de una pila de protocolos IRD. Como referencia, la Fig. 1 presenta la pila de protocolos IRD típica que se basa en las siguientes capas:

- *Capas física y de enlace* que comprenden las funciones típicas de extremo frontal: sintonizador, demodulador MDP-4, decodificación convolucional, desentrelazado, decodificación Reed-Solomon y eliminación de la dispersión de energía.
- *Capa de transporte* encargada de la demultiplexación de los diferentes programas y componentes así como de la despaquetización de la información (vídeo, audio y datos).
- *Acceso condicional* funciones que controlan la operación de las funciones del decodificador externo (interfaz común para acceso condicional como opción).

- *Servicios de red* efectúan la decodificación de vídeo y audio, así como la gestión de funciones de la guía electrónica de programas (EPG – Electronic Program Guide) e información de servicio y, opcionalmente, decodificación de datos.
- *Capa de presentación* responsable, entre otras cosas, de la interfaz de usuario, operación del control a distancia, etc.
- *Servicios de cliente* que comprenden las diferentes aplicaciones basadas en vídeo, audio y datos.

FIGURA 1
Pila de protocolos IRD típica



1294-01

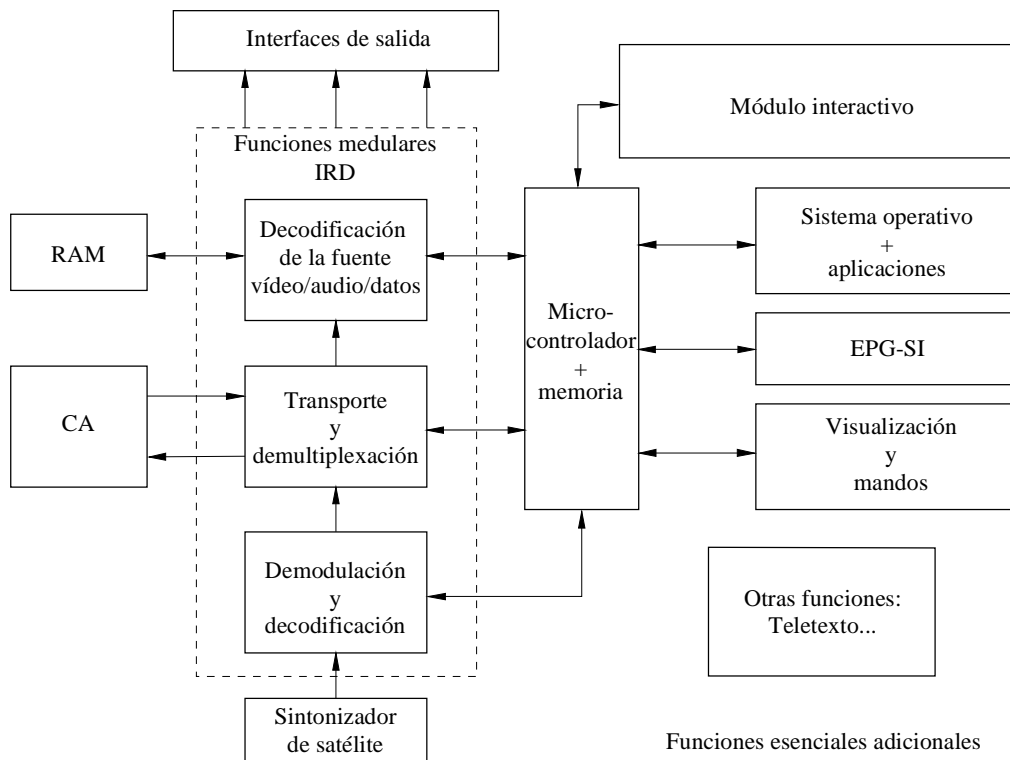
Sobre la base de la pila de protocolos, se obtiene el modelo de referencia genérico para el IRD de satélite (véase la Fig. 2).

Se identifican dos tipos de funciones en el modelo de referencia genérico; funciones medulares IRD y otras funciones esenciales adicionales.

- *Funciones medulares IRD*: comprenden las funciones IRD claves que definen el sistema de televisión digital. Las funciones medulares IRD incluyen:
 - demodulación y decodificación,
 - transporte y demultiplexación,
 - decodificación de la fuente de vídeo, audio y datos.
- *Funciones esenciales adicionales*: se requieren para hacer funcionar el sistema y potenciarlo con características esenciales y/o complementarias. Estas funciones están estrechamente relacionadas con la prestación del servicio. Las siguientes funciones y bloques podrían ser considerados como las funciones esenciales adicionales y pueden diferenciar un IRD de otro:
 - sintonizador de satélite,
 - interfaces de salida,
 - sistema operativo y aplicaciones,

- EPG,
- SI (Información del servicio/sistema (service/system information)),
- CA (Acceso condicional (conditional access)),
- visualización, control a distancia y diferentes mandos,
- ROM, RAM y memoria FLASH,
- módulo interactivo,
- microcontrolador,
- otras funciones como teletexto, subtítulo, etc.

FIGURA 2
Modelo de referencia genérico de un IRD de satélite



1294-02

3 Elementos universales de un IRD de satélite

Un análisis de las funciones medulares y esenciales de los tres sistemas, proporcionado en el § 4, validó la viabilidad de definir elementos universales para un IRD de satélite.

Los elementos universales de un IRD de satélite realizan las siguientes funciones:

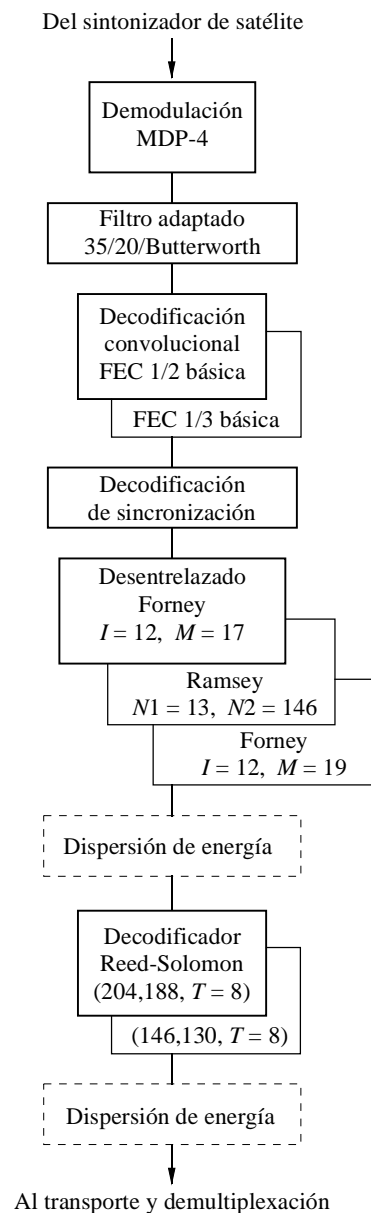
- demodulación y decodificación,
- transporte y demultiplexación,
- decodificación en la fuente de vídeo, audio y datos.

Se entiende que la definición de las funciones esenciales adicionales cae fuera del alcance de esta Recomendación, ya que estas definiciones serían específicas de cada servicio y muy próximas a la implementación específica de cada fabricante, a reserva de cierto número de condiciones exteriores y de servicio. Por tanto, la diversidad potencial de las funciones esenciales adicionales entre los IRD no repercute en los elementos universales del IRD de satélite.

3.1 Demodulación y decodificación

El diagrama de bloques de las funciones de demodulación y decodificación para los elementos universales de un IRD de satélite se presenta en la Fig. 3. Los bloques superpuestos representan funciones con elementos comunes a los tres sistemas, aunque con características diferentes. Los bloques de trazo interrumpido representan funciones no utilizadas por los tres sistemas.

FIGURA 3
Diagrama de bloques de la demodulación y decodificación de canal



FEC: corrección de errores en recepción

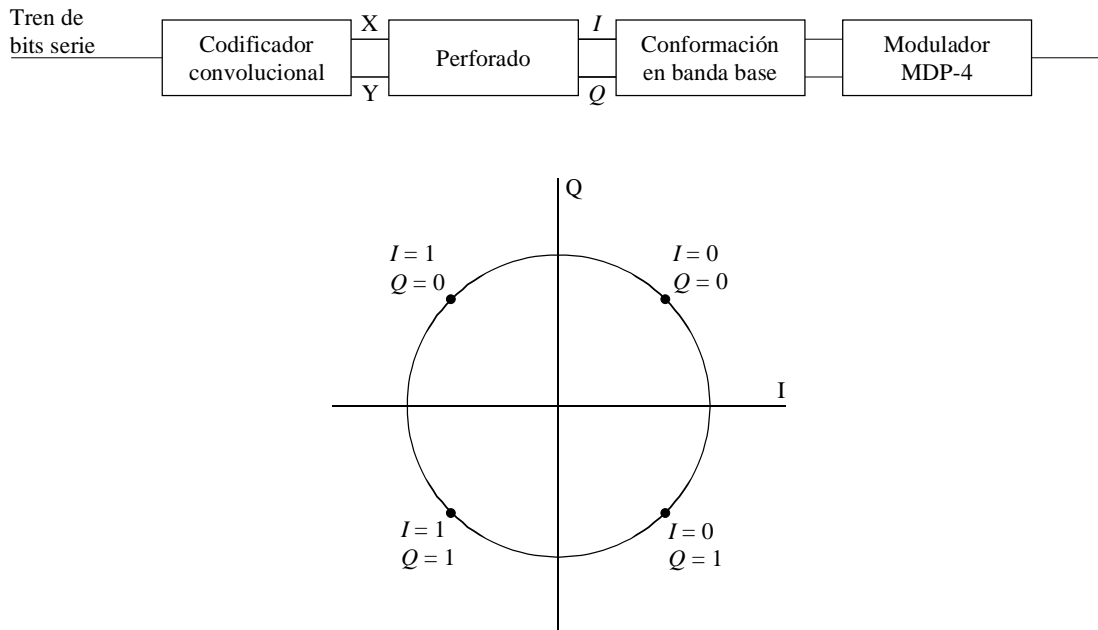
3.1.1 Demodulador MDP-4

Este elemento universal de un IRD de satélite lleva a cabo la función de demodulación coherente en cuadratura y la conversión de analógica/digital, proporcionando una «decisión flexible» de la información *I* y *Q* al decodificador interior.

El elemento universal de un IRD de satélite será capaz de demodular una señal que emplee modulación MDP-4 con codificación Gray y correspondencia absoluta (sin codificación diferencial).

Se utilizará la correspondencia de bits en el espacio de señales indicada en la Fig. 4.

FIGURA 4
Constelación MDP-4



1294-04

3.1.2 Filtro adaptado

Este elemento universal de un IRD de satélite realiza el filtrado de conformación de impulso complementario tipo de acuerdo con el régimen de caída. La utilización de un filtro digital de respuesta a impulso finita (FIR – finite impulse response) puede proporcionar la ecualización de las distorsiones lineales de canal en el IRD.

El elemento universal de un IRD de satélite será capaz de procesar la señal con los siguientes factores de conformación y de caída:

- Raíz cuadrada de coseno alzado: $\alpha = 0,35$ y $0,20$
- Butterworth de 4º orden con limitación de banda: Modos normalizado y de espectro truncado

En el § 5.1 se da información sobre la plantilla para el espectro de señal a la salida del demodulador.

3.1.3 Decodificación convolucional

Este elemento universal de un IRD de satélite efectúa el primer nivel de decodificación de protección contra errores. Funcionará con una proporción de bits erróneos (BER) «de decisión rígida» equivalente del orden de 1×10^{-1} a 1×10^{-2} (según la velocidad de código adoptada), y producirá una BER de salida de aproximadamente 2×10^{-4} o inferior. Esta BER de salida corresponde a un servicio casi sin error (QEF – quasi-error-free) después de la corrección de código exterior. Es posible que esta unidad utilice información de «decisión flexible». Esta unidad se encuentra en disposición de intentar cada una de las velocidades de código y configuraciones de perforación hasta que se consiga el enclavamiento. Además, puede resolver una ambigüedad de fase de demodulación de $\pi/2$.

El código interior tiene las siguientes características:

- Viterbi y perforado,
- longitud de limitación de código $K = 7$.

Este elemento universal de un IRD de satélite será capaz de decodificar los tres códigos convolucionales diferentes. El sistema permitirá la decodificación convolucional con velocidades de código basadas en una velocidad de 1/2 ó 1/3:

- basada en la velocidad básica 1/2: FEC = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 6/7 y 7/8,
- basada en la velocidad básica 1/3: FEC = 5/11, 1/2, 3/4, 2/3, 3/5, 4/5, 5/6 y 7/8.

En el § 5.2 se proporcionan las características específicas.

3.1.4 Decodificador de bytes de sincronismo

Este elemento universal decodificará los bytes de sincronismo. Este decodificador proporciona la información de sincronización para el desentrelazado. También está en disposición de detectar la ambigüedad π del demodulador MDP-4 (no detectable por el decodificador Viterbi).

En el § 5.3 se proporcionan las características específicas.

3.1.5 Desentrelazador convolucional

Este elemento universal permite la aleatorización de las ráfagas de errores a la salida del decodificador interior byte a byte a fin de mejorar la capacidad de corrección de errores en ráfaga del decodificador exterior.

Este elemento universal de un IRD de satélite será capaz de recibir sistemas de entrelazado convolucional Ramsey Tipo II ($M1 = 13$, $N2 = 146$) y Ramsey Tipo III (método Forney) ($I = 12$, $M = 17$ y 19), específicamente definidos en el § 5.4.

3.1.6 Decodificador Reed-Solomon

Este elemento universal de un IRD de satélite proporciona el segundo nivel de protección contra errores. Está en disposición de proporcionar salida QEF (es decir, BER de aproximadamente 1×10^{-10} y 1×10^{-11} en presencia de ráfagas de errores de entrada a una BER de aproximadamente 7×10^{-4} o mejor con entrelazado de bytes. En el caso de profundidad de entrelazado $I = 12$, se supone BER = 2×10^{-4} para QEF.

Este elemento universal de un IRD de satélite decodificará las siguientes características:

- Generador Reed-Solomon: (255,239, $T = 8$).
- Polinomio generador de código Reed-Solomon:

$$(x + \alpha^0) + (x + \alpha^1) + \dots + (x + \alpha^{15})$$

ó:

$$(x + \alpha^1) + (x + \alpha^2) + \dots + (x + \alpha^{16})$$

donde:

$$\alpha = 02_h.$$

- Polinomio generador de campo Reed-Solomon:

$$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + x.$$

En el § 5.5 se proporcionan las características específicas.

3.1.7 Eliminación de la dispersión de energía

Este elemento universal de un IRD de satélite recupera los datos de usuario eliminando el diagrama de aleatorización empleado a efectos de dispersión de energía. Puede implementarse de manera que sea capaz de desaleatorizar señales en las que el proceso de desaleatorización se ha colocado antes o después del decodificador Reed-Solomon. Este elemento universal de un IRD de satélite puede aplicar un puente de derivación a esta característica.

En el § 5.6 se proporcionan las características específicas.

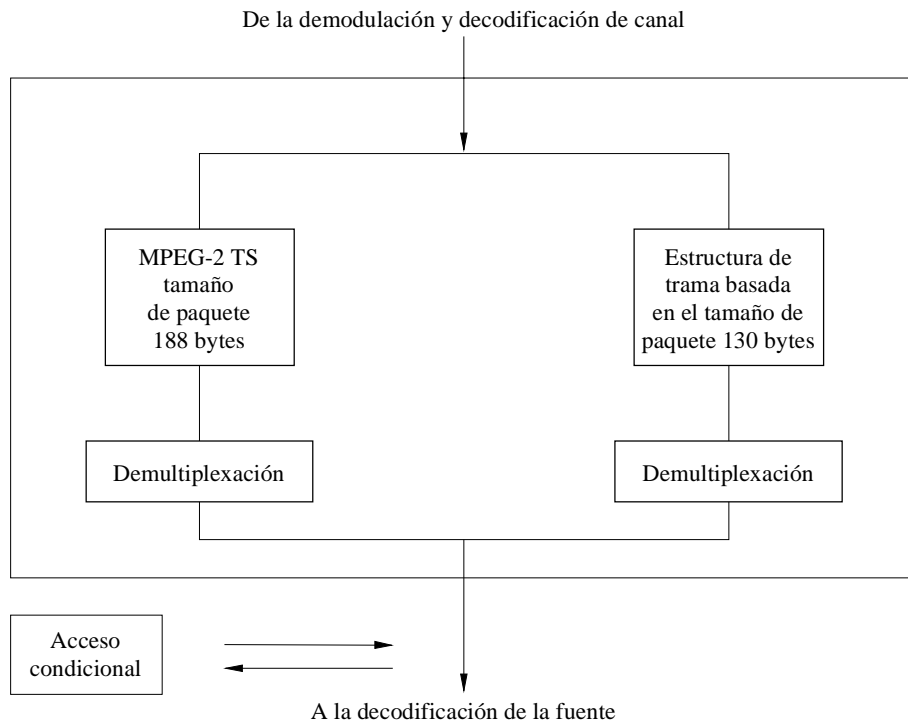
3.2 Transporte y demultiplexación

El diagrama de bloques de las funciones de transporte y demultiplexación para el IRD de satélite se presenta en la Fig. 5.

El sistema será capaz de recibir y demultiplexar paquetes según el multiplexor de transporte MPEG-2 (véase la Norma ISO/CEI 13818-1) así como las características específicas del tren de transporte definidas en el § 5.7.

El acceso condicional cae fuera del alcance de esta Recomendación.

FIGURA 5
Diagrama de bloques para el transporte y la demultiplexación



1294-05

3.3 Decodificación de vídeo, audio y datos de la fuente

El diagrama de bloques de las funciones de la decodificación de vídeo, audio y datos de la fuente para el IRD de satélite se presenta en la Fig. 6.

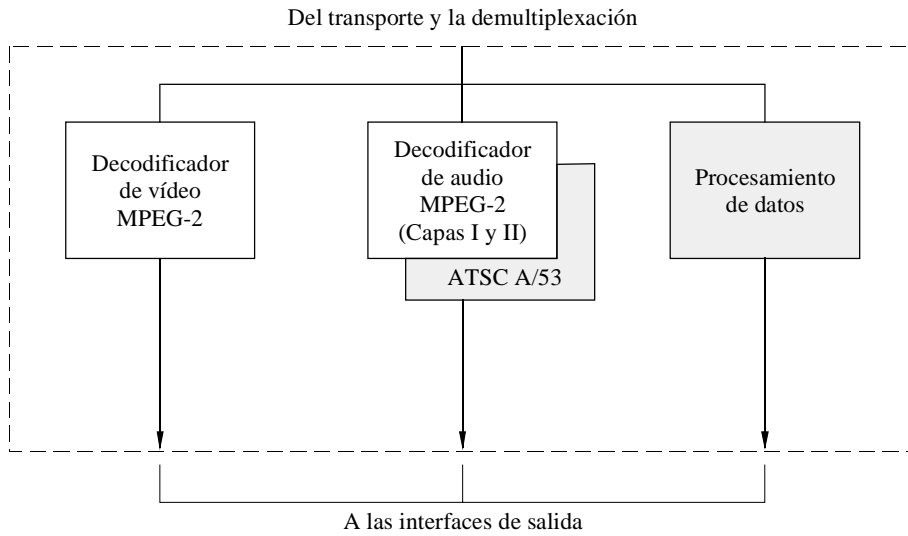
3.3.1 Vídeo

Este elemento universal de un IRD de satélite exigirá, como mínimo, la decodificación de los formatos de vídeo según las señales MPEG-2 de nivel principal del perfil principal que han sido codificadas como se especifica en la Norma ISO/CEI 13818-2.

3.3.2 Audio

Este elemento universal de un IRD de satélite exigirá la decodificación de las señales de audio según los formatos MPEG-2 de Capas I y II (Norma ISO/CEI 13818-3) y ATSC-A/53, Anexo B (véase el Anexo 2 a la Recomendación UIT-R BS.1196).

FIGURA 6
Diagrama de bloques para la decodificación de la fuente



1294-06

3.3.3 Datos

Este bloque trata las funciones para procesar los datos asociados al múltiplex de transporte. Este tema cae fuera del alcance de la Recomendación.

4 Resumen de características de los sistemas digitales multiprograma de televisión por satélite

El Cuadro 1 proporciona información sobre los correspondientes parámetros que caracterizan los sistemas en uso en el mundo. Incluyen las funciones medulares así como otras funciones esenciales.

CUADRO 1

Resumen de características de los sistemas digitales multiprograma de televisión por satélite

<i>Demodulación y decodificación del canal</i>			
Función	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Aleatorización para la dispersión de energía	PRBS: $1 + x^{14} + x^{15}$	Ninguna	PRBS: $1 + x + x^3 + x^{12} + x^{16}$ truncado para un periodo de 4 894 bytes
Aleatorización síncrona	Sí	No disponible	Sí
Secuencia de carga en el registro de secuencia binaria pseudoaleatoria (PRBS)	100101010000000	No disponible	0001 _h
Lugar para la aplicación de la desaleatorización en el IRD	Después del decodificador Reed-Solomon	No disponible	Antes del decodificador Reed-Solomon
Código exterior Reed-Solomon	(204,188, $T = 8$)	(146,130, $T = 8$)	(204,188, $T = 8$)
Generador Reed-Solomon	(255,239, $T = 8$)		
Polinomio generador de código Reed-Solomon	$(x + \alpha^0)(x + \alpha^1) \dots (x + \alpha^{15})$ donde, $\alpha = 02_h$		$(x + \alpha^1)(x + \alpha^2) \dots (x + \alpha^{16})$ donde, $\alpha = 02_h$
Polinomio generador de campo Reed-Solomon	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$		
Entrelazado	Convolutivo, $I = 12, M = 17$ (Forney)	Convolutivo, $N1 = 13, N2 = 146$ (Ramsey Tipo II)	Convolutivo, $I = 12, M = 19$ (Forney)
Codificación interior	Convolutivo		
Longitud de limitación de código	$K = 7$		
Código básico	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{3}$
Polinomio generador	171, 133 (octal)		117, 135, 161 (octal)
FEC	1/2, 2/3, 3/4, 5/6 y 7/8	1/2, 2/3 y 6/7	1/2, 2/3, 3/4, 3/5, 4/5, 5/6, 5/11 y 7/8
Modulación de la señal	MDP-4		
Velocidad de símbolos	Variable	Fija	Variable
Gama de velocidad de símbolos	No especificada	20 MBd	19,5 y 29,3 MBd
Anchura de banda ocupada (-3 dB)	Variable	20 MHz	y MHz, donde, y: velocidad de símbolos
Anchura de banda asignada (-25 dB)	Variable	25,1 MHz	1,33 y (opcionalmente 1,55 y (MHz) para y velocidad de símbolos = 19,5 y 29,3 MBd
Caída de conformación de banda base	0,35 (raíz cuadrada de coseno alzado)	0,20 (raíz cuadrada de coseno alzado)	Butterworth de cuarto orden de anchura de banda limitada, modos espectro normalizado y truncado aproximadamente equivalente a $\alpha = 0,55$ y $\alpha = 0,33$, respectivamente

CUADRO 1 (Continuación)

<i>Transporte y demultiplexación</i>			
Función	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Capa de transporte	MPEG-2	Sistema B	MPEG-2
Tamaño de paquete (bytes)	188	130	188
ID de identificación (bit)	13 (PID)	12 (SCID)	13 (PID)
Contador de continuidad (bit)	4 CC		
Bandera de adaptación (bit)	2 (AD)	4 (Aux)	2 (AD)
Bandera de aleatorización (bit)	2 (S)		
Prioridad (bit)	1 (P)	Ninguno	1 (P)
Límite de haz (bit)	1 (PE)		
Indicador de error (bit)	1 (E)	Campo de error de medios de 4 bytes ⁽¹⁾	1 (E)
Cabida útil (bytes)	184	127	184
Byte de palabra de sincronismo	47 _h	Ninguno	47 _h
Inversión de byte de sincronismo	De 47 _h a B8 _h	Ninguna	De 47 _h a B8 _h
Multiplexación estadística	Sin restricciones	Capaz	Capaz
Reloj de referencia maestro	27 MHz		
Método de sincronización para audio y vídeo	Indicación de hora		
<i>Decodificación de la fuente</i>			
Decodificación de la fuente de vídeo	Sintaxis	MPEG-2	
	Niveles	Al menos el nivel principal	
	Perfiles	Al menos el perfil principal	
Decodificación de la fuente de audio	MPEG-2, Capas I y II	MPEG-1, Capa II (incluida en MPEG-2)	ATSC A/53 o MPEG-2, Capas I y II
Fuente de datos			

CUADRO 1 (Continuación)

<i>Otras características</i>			
Función	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Anchura de banda típica del transpondedor (MHz)	Sin especificar	24/27 MHz	24/27/36 MHz
Gama de frecuencias de enlace descendente de satélite	Originalmente diseñada para 11/12 GHz, sin excluir otras gamas de frecuencias de satélite		Originalmente diseñada para las gamas de frecuencias de satélite 11/12 GHz y 4 GHz
Compatibilidad con el sistema de recepción de televisión con antenas colectivas de satélite (SMATV)	Sí	Se requiere cierto procesamiento en el extremo de cabeza al hacer la transmodulación a la modulación de amplitud en cuadratura (MAQ)	Sí
Compatibilidad con las jerarquías de telecomunicaciones existentes	El tren de transporte podría definirse para que se acomodase con las jerarquías existentes		
Acceso condicional seleccionable	Sí		
Información de servicio	ETS 300 468 (véase [3] en el § 7)	Sistema B	ATSC A/56 + SCTE DVS/011
EPG (guía de programa electrotécnica)	ETS 300 707 (véase [4] en el § 7)	Sistema B	Seleccionable por el usuario
Teletexto	Admitido	Sin especificar	
Subtitulado	Admitido		
Leyenda fija	Sin especificar	Sí	
Normas TV entregadas	Sin especificar	NTSC y PAL M	NTSC y PAL
Relaciones de aspecto	4:3 16:9 (2,12:1 opcionalmente)	4:3 16:9	4:3 16:9
Formatos de resolución de vídeo	Sin restricciones, recomendados: 720 × 576 704 × 576 544 × 576 480 × 576 352 × 576 352 × 288	720 × 480 704 × 480 544 × 480 480 × 480 352 × 480 352 × 240	720(704) × 576 720(704) × 480 528 × 480 528 × 576 352 × 480 352 × 576 352 × 288 352 × 240
Velocidades de trama	Sin especificar	29,97	25 (PAL) 29,97 (NTSC)
Compatibilidad con otros sistemas de entrega MPEG-2	Norma ISO/CEI 13818	Se requiere algún procesamiento	Norma ISO/CEI 13818

(1) Enviado con un encabezamiento de imagen redundante para indicar error incorregible dentro de una imagen. Utiliza código de error de secuencia definido por el MPEG de la ISO.

5 Características específicas

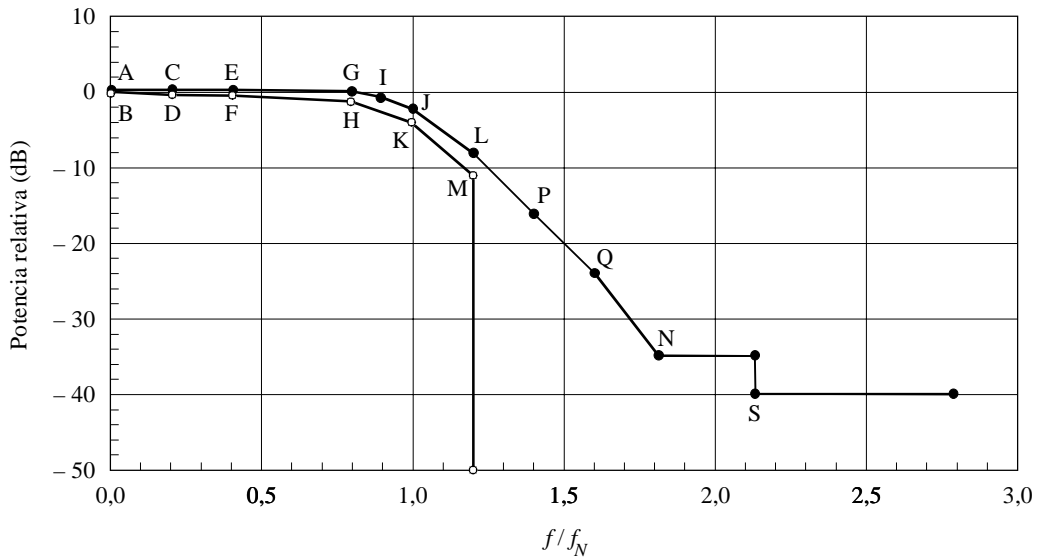
5.1 Espectro de señal de los diferentes sistemas a la salida del modulador

5.1.1 Espectro de señal para el Sistema A

El Sistema A utiliza un factor de caída en raíz cuadrada de coseno alzado de 0,35.

La Fig. 7 presenta una plantilla del espectro de señal a la salida del modulador.

FIGURA 7
Plantilla para la máscara del espectro de la señal a la salida del modulador representada en el dominio de la frecuencia de banda base



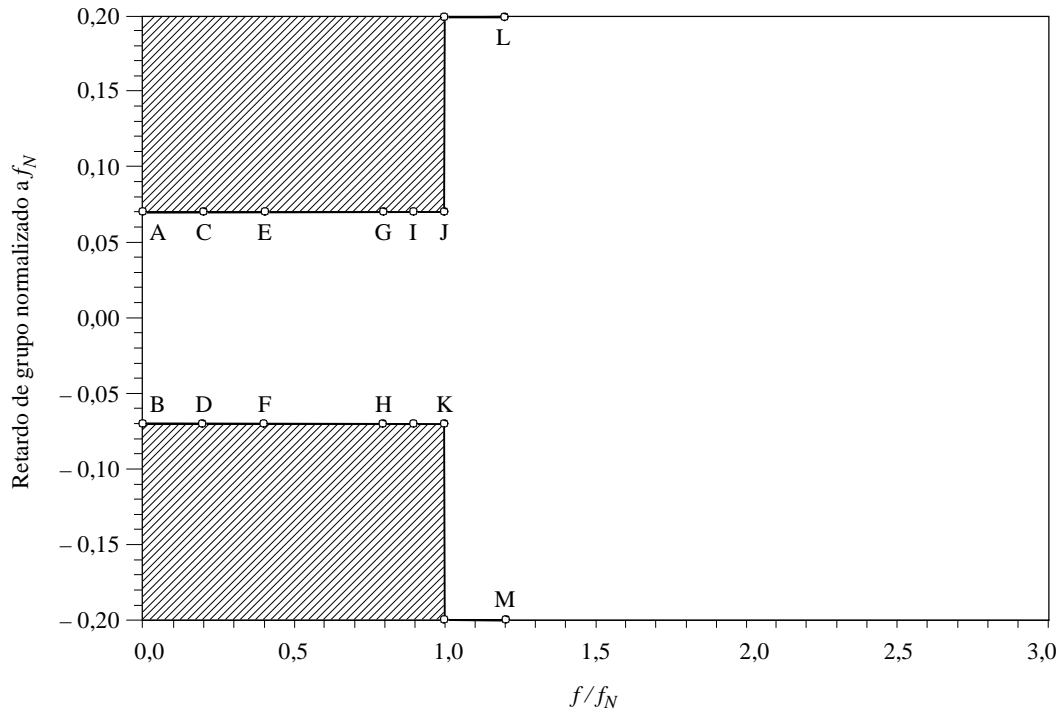
1294-07

La Fig. 7 también representa una posible máscara para la realización del soporte físico del filtro modulador de Nyquist. Los puntos A a S indicados en las Figs. 7 y 8 se definen en el Cuadro 2. La máscara para la respuesta del filtro en frecuencia se basa en la hipótesis de señales de entrada en delta de Dirac ideales, separadas por un periodo de símbolos $T_s = 1/R_s = 1/2f_N$, mientras que en el caso de señales de entrada rectangulares se aplicará a la respuesta del filtro una corrección adecuada en $x/\text{sen } x$.

La Fig. 8 presenta una máscara de retardo de grupo para la realización del soporte físico del filtro modulador de Nyquist.

FIGURA 8

Plantilla del retardo de grupo del filtro modulador



1294-08

CUADRO 2

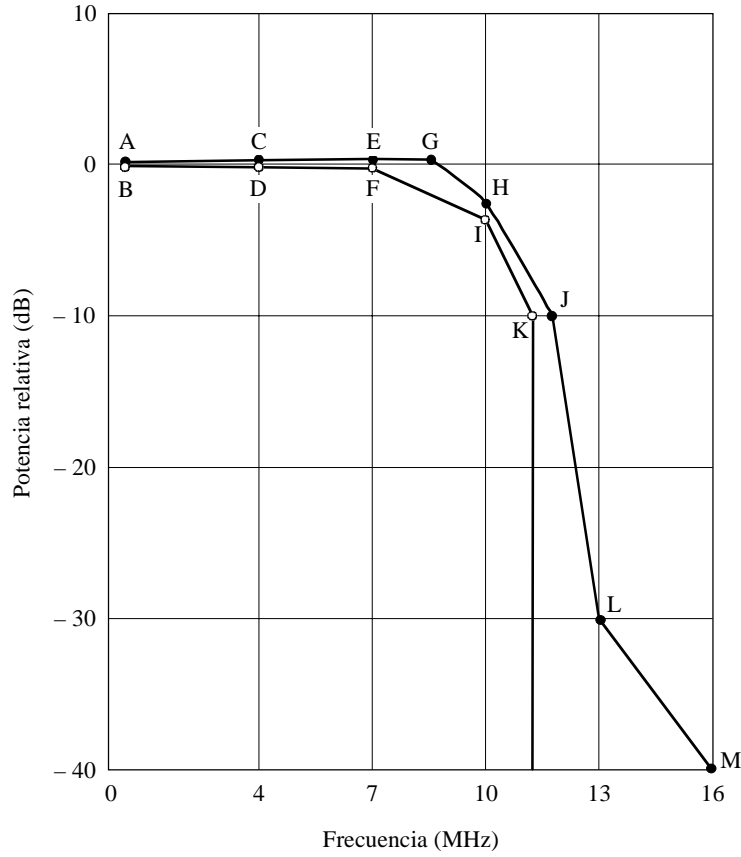
Coordenadas de los puntos indicados en las Figs. 7 y 8

Punto	Frecuencia	Potencia relativa (dB)	Retardo de grupo
A	$0,0 f_N$	+0,25	$+0,07/f_N$
B	$0,0 f_N$	-0,25	$-0,07/f_N$
C	$0,2 f_N$	+0,25	$+0,07/f_N$
D	$0,2 f_N$	-0,40	$-0,07/f_N$
E	$0,4 f_N$	+0,25	$+0,07/f_N$
F	$0,4 f_N$	-0,40	$-0,07/f_N$
G	$0,8 f_N$	+0,15	$+0,07/f_N$
H	$0,8 f_N$	-1,10	$-0,07/f_N$
I	$0,9 f_N$	-0,50	$+0,07/f_N$
J	$1,0 f_N$	-2,00	$+0,07/f_N$
K	$1,0 f_N$	-4,00	$-0,07/f_N$
L	$1,2 f_N$	-8,00	-
M	$1,2 f_N$	-11,00	-
N	$1,8 f_N$	-35,00	-
P	$1,4 f_N$	-16,00	-
Q	$1,6 f_N$	-24,00	-
S	$2,12 f_N$	-40,00	-

5.1.2 Espectro de señal para el Sistema B

El Sistema B utiliza un factor de caída en raíz cuadrada de coseno alzado de 0,2.

FIGURA 9
Espectro de señal para el Sistema B



1294-09

CUADRO 3
Coordenadas de los puntos

Punto	Potencia relativa (dB)	Frecuencia (MHz)
A	0,2	0,05
B	-0,2	0,05
C	0,25	3,5
D	-0,25	3,5
E	0,3	7
F	-0,3	7
G	0,3	8,5
H	-2,5	10
I	-3,5	10
J	-10	11,75
K	-10	11,25
L	-30	13
M	-40	16

5.1.3 Espectro de señal para el Sistema C

En este punto se dan recomendaciones de diseño del Sistema C para la conformación de la señal de banda base y el espectro de salida del modulador.

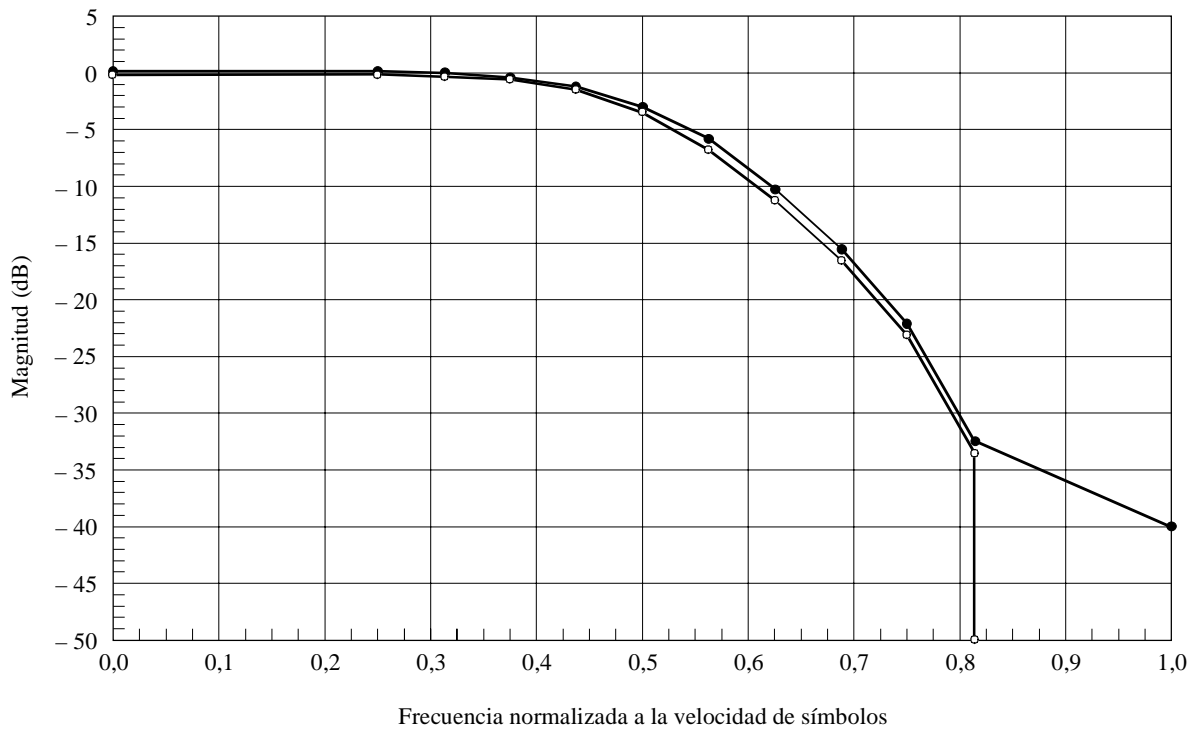
5.1.3.1 Conformación de la señal de banda base

El Sistema C utiliza filtrado Butterworth de cuarto orden en modo normalizado o de espectro truncado, según las exigencias del sistema.

5.1.3.1.1 Respuesta de amplitud

Las Figs. 10a y 10b muestran los objetivos de diseño recomendado en modo normalizado y de espectro truncado, respectivamente, para la densidad espectral de conformación de la señal de banda base normalizada a la velocidad de símbolos de transmisión. Los Cuadros 4a y 4b indican los correspondientes puntos críticos para los modos normalizado y de espectro truncado, respectivamente.

FIGURA 10a
Máscara de densidad espectral para el modo normalizado



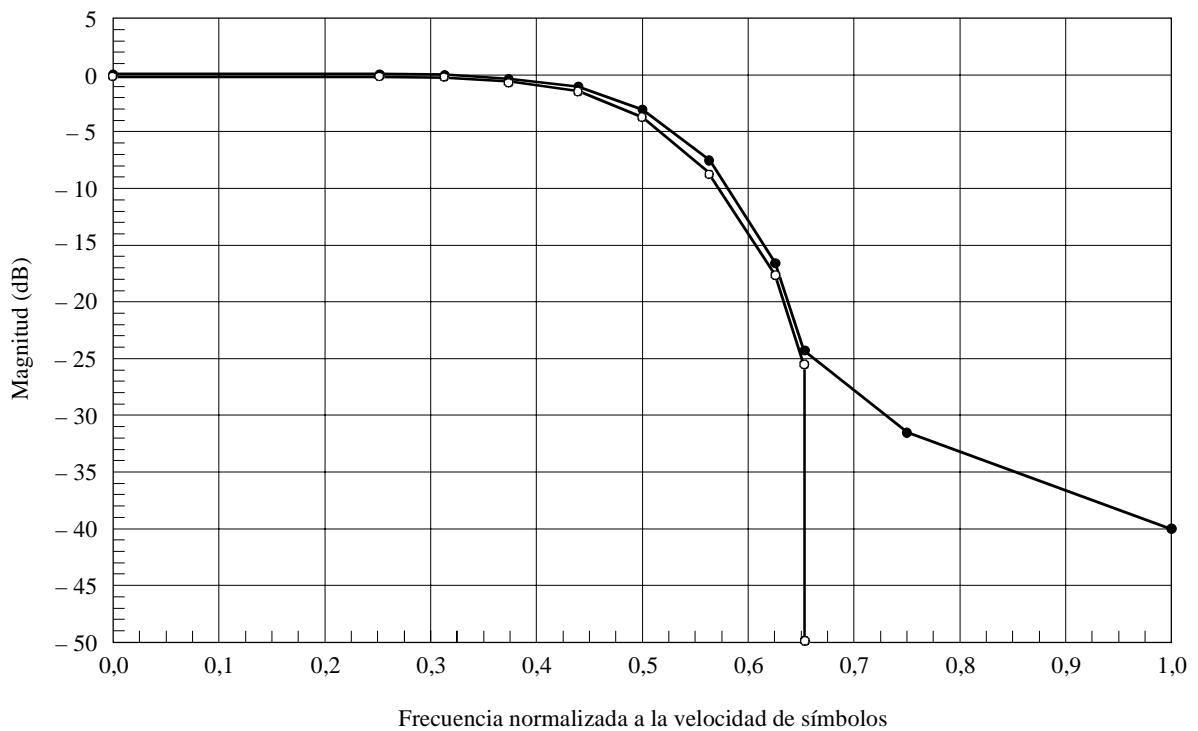
CUADRO 4a

Puntos críticos de la máscara de densidad espectral para el modo normalizado

Frecuencia normalizada a la velocidad de símbolos de transmisión	Puntos críticos superiores de la máscara (dB)	Puntos críticos inferiores de la máscara (dB)
0,0	0,1	-0,1
0,25	0,1	-0,1
0,3125	0,0	-0,2
0,375	-0,35	-0,55
0,4375	-1,25	-1,45
0,50	-3,0	-3,50
0,5625	-5,85	-6,85
0,625	-10,25	-11,25
0,6875	-15,55	-16,55
0,75	-22,05	-23,05
0,8125	-32,3	-33,3
0,8125		-50,0
1,0	-40,0	

FIGURA 10b

Máscara de densidad espectral para el modo de espectro truncado



CUADRO 4b

Puntos críticos de la máscara de densidad espectral para el modo de espectro truncado

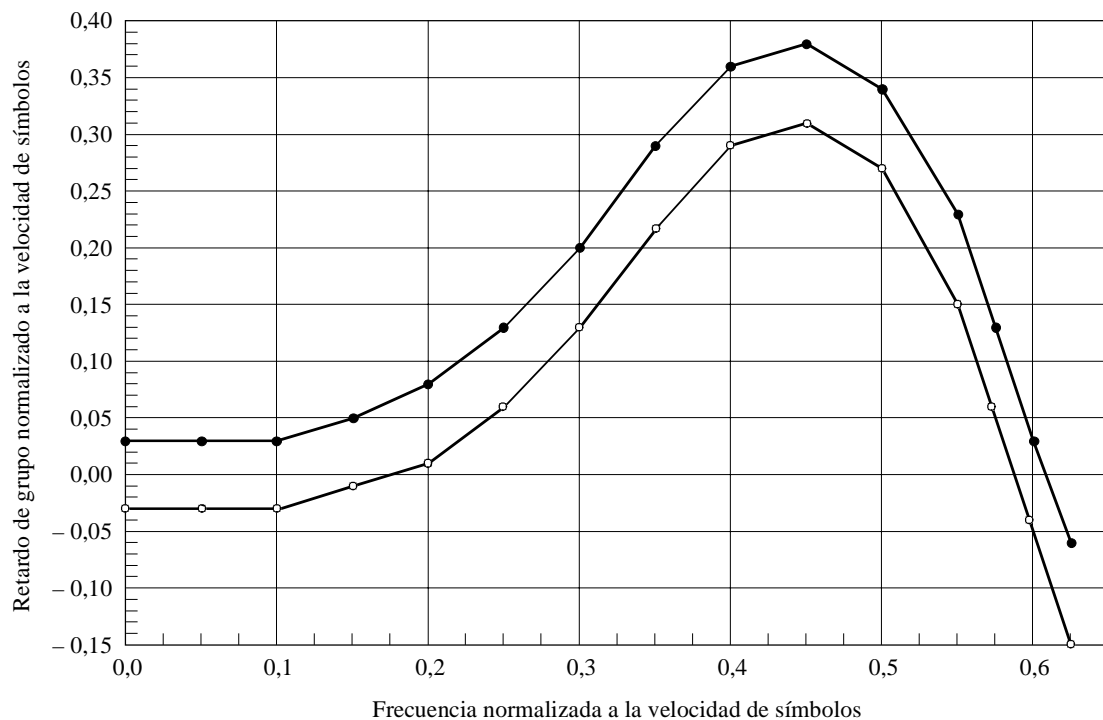
Frecuencia normalizada a la velocidad de símbolos de transmisión	Puntos críticos superiores de la máscara (dB)	Puntos críticos inferiores de la máscara (dB)
0,0	0,1	-0,1
0,25	0,1	-0,1
0,3125	-0,15	-0,35
0,375	-0,35	-0,55
0,4375	-1,0	-1,2
0,50	-2,9	-3,4
0,5625	-7,4	-8,4
0,625	-16,6	-17,6
0,654	-24,5	-25,5
0,654		-50,0
0,75	-31,8	
1,0	-40,0	

5.1.3.1.2 Respuesta de retardo de grupo

Las Figs. 11a y 11b muestran los objetivos de diseño recomendados para el modo normalizado y el modo truncado respectivamente en cuanto al retardo de grupo de conformación de la señal de banda base normalizada a la velocidad de símbolos de transmisión. El Cuadro 5a y el Cuadro 5b tabulan los correspondientes puntos críticos para los modos normalizado y de espectro truncado, respectivamente. El retardo de grupo requerido real puede obtenerse dividiendo los valores del Cuadro por la velocidad de símbolos (Hz); por ejemplo, para la segunda operación a 29,27 Msímbolos/s, el punto de plantilla superior en modo normalizado a un desplazamiento de frecuencia de $0,3 \times 29,27 \text{ MHz} = 8,78 \text{ MHz}$ se deduce del Cuadro 5a que es $(0,20/29,27 \times 10^6 \text{ Hz}) = 6,8 \times 10^{-9} \text{ s} = 6,8 \text{ ns}$.

FIGURA 11a

Máscara de retardo de grupo normalizada para el modo normalizado



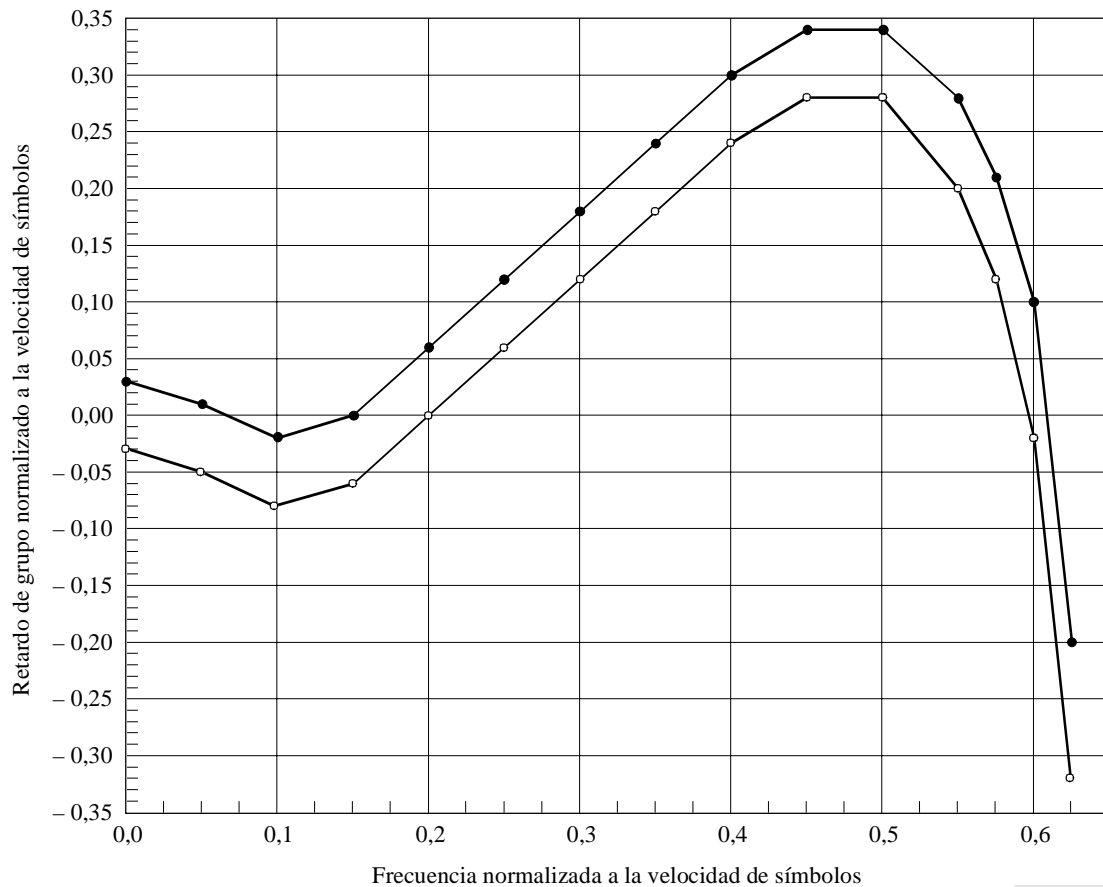
CUADRO 5a

Puntos críticos de retardo de grupo normalizado para el modo normalizado

Frecuencia normalizada a la velocidad de símbolos ($f_{sím}$)	Retardo de grupo superior de la máscara normalizado a la velocidad de símbolos (Retardo \times ($f_{sím}$ (Hz)))	Retardo de grupo inferior de la máscara normalizado a la velocidad de símbolos (Retardo \times ($f_{sím}$ (Hz)))
0,0	0,03	-0,03
0,05	0,03	-0,03
0,10	0,03	-0,03
0,15	0,05	-0,01
0,20	0,08	0,01
0,25	0,13	0,06
0,30	0,20	0,13
0,35	0,29	0,22
0,40	0,36	0,29
0,45	0,38	0,31
0,50	0,34	0,27
0,55	0,23	0,15
0,575	0,13	0,06
0,60	0,03	-0,04
0,625	-0,06	-0,15

FIGURA 11b

Máscara de retardo de grupo normalizada para el modo de espectro truncado



CUADRO 5b

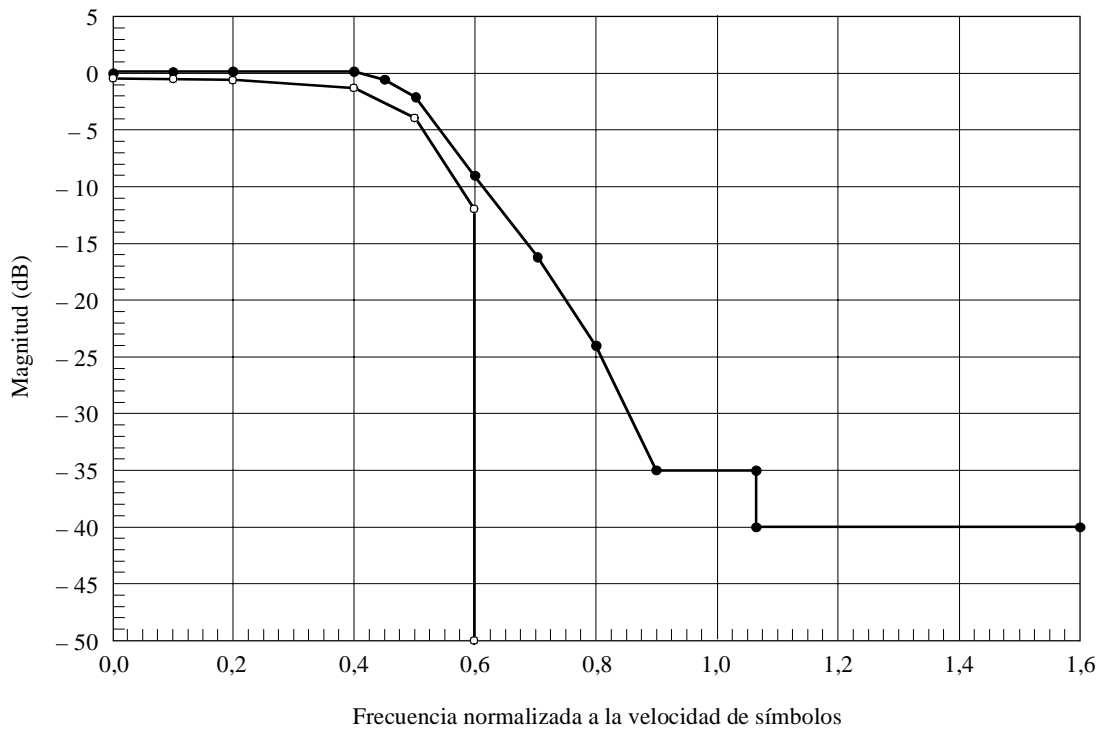
Puntos críticos de retardo de grupo normalizado para el modo de espectro truncado

Frecuencia normalizada a la velocidad de símbolos (f_{sim})	Retardo de grupo superior de la máscara normalizado a la velocidad de símbolos (Retardo $\times (f_{sim} \text{ (Hz)})$)	Retardo de grupo inferior de la máscara normalizado a la velocidad de símbolos (Retardo $\times (f_{sim} \text{ (Hz)})$)
0,0	0,03	-0,03
0,05	0,01	-0,05
0,10	-0,02	-0,08
0,15	0,00	-0,06
0,20	0,06	0,00
0,25	0,12	0,06
0,30	0,18	0,12
0,35	0,24	0,18
0,40	0,30	0,24
0,45	0,34	0,28
0,50	0,34	0,28
0,55	0,28	0,20
0,575	0,21	0,12
0,60	0,10	-0,02
0,625	-0,20	-0,32

5.1.3.2 Respuesta del modulador

La respuesta espectral de salida del modulador recomendada para el Sistema C se muestra en la Fig. 11c y se tabula en el Cuadro 5c.

FIGURA 11c
Máscara espectral del Sistema C



CUADRO 5c

Máscara espectral del Sistema C

Frecuencia normalizada a la velocidad de símbolos de transmisión	Puntos críticos superiores de la máscara (dB)	Puntos críticos inferiores de la máscara (dB)
0,0	0,25	-0,25
0,1		-0,4
0,2		-0,4
0,4	0,25	-1,0
0,45	-0,5	
0,5	-2,0	-4,0
0,6	-9,0	-12,0
0,6		-50,0
0,7	-16,0	
0,8	-24,0	
0,9	-35,0	
1,06	-35,0	
1,06	-40,0	
1,6	-40,0	

5.2 Codificación convolucional

5.2.1 Características de codificación convolucional para el Sistema A

El Cuadro 6a presenta la definición de código perforado para el Sistema A basado en el código básico 1/2.

CUADRO 6a

Características de codificación convolucional para el Sistema A

Código original			Velocidades de código									
			1/2		2/3		3/4		5/6		7/8	
K	$G_1(X)$	$G_2(Y)$	P	d_{libre}	P	d_{libre}	P	d_{libre}	P	d_{libre}	P	d_{libre}
7	171_o	133_o	$X = 1$ $Y = 1$ $I = X_1$ $Q = Y_1$	10	$X = 10$ $Y = 11$ $I = X_1 Y_2 Y_3$ $Q = Y_1 X_3 Y_4$	6	$X = 101$ $Y = 110$ $I = X_1 Y_2$ $Q = Y_1 X_3$	5	$X = 10101$ $Y = 11010$ $I = X_1 Y_2 Y_4$ $Q = Y_1 X_3 X_5$	4	$X = 1000101$ $Y = 1111010$ $I = X_1 Y_2 Y_4 Y_6$ $Q = Y_1 Y_3 X_5 X_7$	3

1: Bit transmitido

0: Bit no transmitido

P : Perforación.

5.2.2 Características de codificación convolucional para el Sistema B

El Cuadro 6b presenta la definición de código perforado para el Sistema B.

CUADRO 6b

Características de codificación convolucional para el Sistema B

Código original			Velocidades de código					
			1/2		2/3		6/7	
<i>K</i>	$G_1(X)$	$G_2(Y)$	<i>P</i>	d_{libre}	<i>P</i>	d_{libre}	<i>P</i>	d_{libre}
7	171 _o	133 _o	$X = 1$ $Y = 1$ $I = X_1$ $Q = Y_1$	10	$X = 10$ $Y = 11$ $I = X_1 Y_2 Y_3$ $Q = Y_1 X_3 Y_4$	6	$X = 100101$ $Y = 111010$ $I = X_1 Y_2 X_4 X_6$ $Q = Y_1 Y_3 Y_5 Y_7$	Por determinar

P: Perforación.

5.2.3 Características de codificación convolucional para el Sistema C

La definición de código perforado para el Sistema C basado en el código básico 1/3 es la siguiente:

Se incluyen en la capa de codificación las siguientes características de codificación convolucional:

- La transmisión de canales múltiplex *I* y *Q* entrelazados bit a bit es sustentada por el codificador convolucional.
- El IRD efectúa la sincronización de nodos y perforación de código convolucional.
- El código convolucional es perforado a partir de una longitud de constricción 7, código de velocidad 1/3. Los generadores de código para el código 1/3 de velocidad son $G(2) = 1001111$ binario (117 octal), $G(1) = 1011101$ binario (135 octal) y $G(0) = 1110001$ binario (161 octal). Los generadores de código se definen desde el bit de entrada menos retardado hasta el más retardado (véase la Fig. 12).
- Las matrices de perforación son las siguientes:
 - La matriz de perforación de velocidad 3/4 es $p_2 = [100]$, $p_1 = [001]$, $p_0 = [110]$ (binario). Para la salida 1, se suprimen todos los segundos y terceros bits de una secuencia de tres; para la salida 2, se suprimen todos los primeros y segundos bits; y para la salida 3 se suprimen todos los terceros bits de salida.
 - La matriz de perforación de velocidad 1/2 es $[0]$, $[1]$, $[1]$ (binario).
 - La matriz de perforación de velocidad 5/11 es $[00111]$, $[11010]$, $[11111]$ (binario).
 - La matriz de perforación de velocidad 2/3 es $[11]$, $[00]$, $[01]$ (binario).
 - La matriz de perforación de velocidad 4/5 es $[0111]$, $[0010]$, $[1000]$ (binario).
 - La matriz de perforación de velocidad 7/8 es $[0000000]$, $[0000001]$, $[1111111]$ (binario).
 - La matriz de perforación de velocidad 3/5 es $[001]$, $[010]$, $[111]$ (binario).
 - La matriz de perforación de velocidad 5/6 es $[00111]$, $[00000]$, $[11001]$ (binario).
- El orden de salida del codificador convolucional es salida de G_2 perforado, seguido por salida de G_1 perforado, seguido por G_0 perforado.
- El primer bit de la secuencia de perforación que sale del codificador se aplica al canal *I* de la señal MDP-4 en un modo de funcionamiento múltiplex combinado; por ejemplo, en el diagrama siguiente (véase la Fig. 12), i_0 , k_1 , i_3 , k_4 , ... se aplican al canal *I*, mientras que k_0 , j_2 , k_3 , j_5 , ... se aplican al canal *Q*.

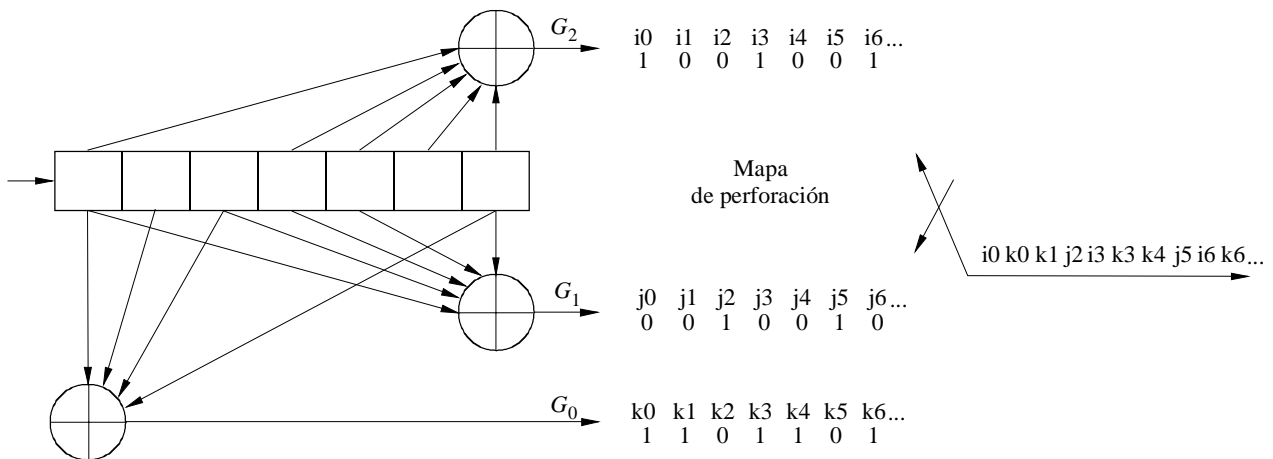
5.3 Características de sincronización

5.3.1 Características de sincronización para el Sistema A

El tren de entrada del sistema se organizará en paquetes de longitud fija, según el multiplexor de transporte MPEG-2 (véase ISO/CEI DIS 13818-1 (véase [1] en el § 6)). La longitud de paquete total del paquete múltiplex (MUX) de transporte del MPEG-2 es de 188 bytes, que incluyen 1 byte de palabra de sincronismo (es decir 47_h). El procesamiento por orden en el lado transmisor comenzará siempre por el MSB (es decir, «0») del byte de palabra de sincronismo (es decir, 01000111).

FIGURA 12

Codificador convolucional (ejemplo a velocidad 3/4)



1294-12

5.3.2 Características de sincronización para el Sistema B

Se añade un solo byte de sincronización a cada bloque codificado (146 bytes). El byte de sincronización se añade después de que se efectúa el entrelazamiento. El byte de sincronización es el valor binario 00011101 y se agrega al comienzo de cada bloque codificado.

5.3.3 Características de sincronización para el Sistema C

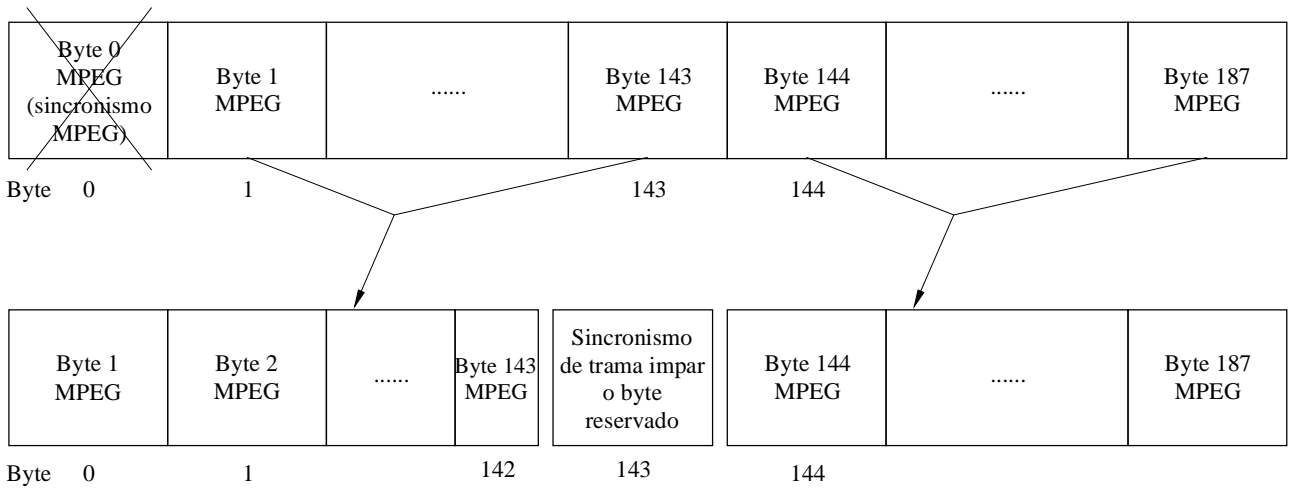
El procesamiento de la transmisión de enlace descendente facilita la sincronización de enlace descendente del sistema de código FEC efectuando la reordenación de paquetes MPEG-2 y la formatación del sincronismo de trama de 16 bits y la palabra reservada. La Fig. 13 muestra el procesamiento de enlace descendente necesario para asegurar que el esquema de sincronismo de trama de 16 bits aparece a la salida del decodificador Viterbi en posiciones de byte consecutivas cada 12 intervalos de bloque Reed-Solomon.

Las siguientes funciones son realizadas por el codificador con fines de sincronización:

- La entrada del reordenador de paquetes de enlace ascendente es un tren de paquetes de transporte MPEG-2 de 188 bytes numerados de 0 a 187. Los paquetes de transporte MPEG-2 pueden numerarse $n = 0, 1, 2$.
- Para paquetes de transporte numerados 0 módulo 12, el número 0 de byte de sincronismo MPEG-2 es sustituido por el byte de sincronismo de trama par 00110110 numerado de izquierda a derecha como MSB a LSB. El MSB se transmite primero por el canal. Si el tren de transporte MPEG en curso es un MUX de canal Q en un modo MUX dividido el byte de sincronismo par es 10100100.
- Para paquetes de transporte numerados 11 módulo 12, el número 0 de byte de sincronismo MPEG-2 es descartado, los números de byte 1 a 143 son desplazados, el byte de sincronismo de trama impar 01011010 (MSB a LSB, MSB primero por el canal) se inserta después del byte 143 MPEG-2 (para el MUX de canal Q en un modo MUX dividido, el byte de sincronismo impar es 01111110), y los bytes 144 a 187 MPEG-2 se agregan para completar la estructura de paquete. La Fig. 14 muestra este procesamiento de paquetes de número impar.
- Para paquetes de transporte de número par no iguales a 0 módulo 12, el número 0 de byte de sincronismo MPEG-2 es sustituido por un byte reservado.
- Para paquetes de transporte de número impar no iguales a 11 módulo 12, el número 0 de byte de sincronismo MPEG-2 se descarta, los bytes número 1 a 143 se desplazan, el byte reservado se inserta después del byte 143 MPEG-2 y los bytes 144 a 187 MPEG se agregan para completar la estructura de paquete.
- El aleatorizador se inicializa en los paquetes de transporte número 0 módulo 24; el aleatorizador se desactiva durante 16 apariciones de bits de byte de sincronismo impares y pares en la salida del entrelazador convolucional cada 12 tiempos de bloque Reed-Solomon.
- Para operación MUX dividido, los datos del tren Q se retardan un tiempo de símbolo con relación a los datos del tren I cuando se aplican al modulador MDP-4. Esto permite una rápida readquisición durante los desvanecimientos de enlace descendente o los deslizamientos de ciclo.

FIGURA 14

Reordenador de paquetes de enlace ascendente para paquetes de numeración par



1294-14

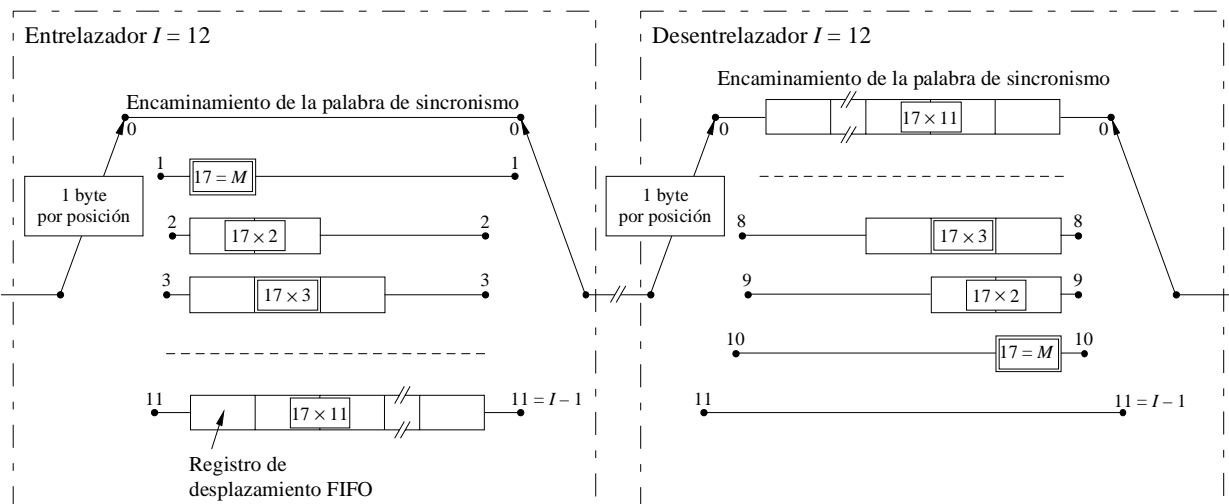
5.4 Entrelazador convolucional

5.4.1 Entrelazador convolucional para el Sistema A

Según el esquema conceptual representado en la Fig. 15a, se aplicará a los paquetes protegidos contra errores un entrelazado convolucional con profundidad $I = 12$ (véase la Fig. 20c). Esto da como resultado una trama entrelazada.

FIGURA 15a

Diagrama conceptual del entrelazador y desentrelazador convolucional



1294-15a

El proceso de entrelazado convolucional se basará en el método de Forney, que es compatible con el método de Ramsey Tipo III, con $I = 12$. La trama entrelazada se compondrá de paquetes superpuestos protegidos contra errores y vendrá delimitada por bytes de sincronismo MPEG-2 no invertidos (preservando así la periodicidad de 204 bytes).

El entrelazador puede estar compuesto de $I = 12$ derivaciones, conectadas cíclicamente al tren de bytes de salida por el conmutador de entrada. Cada derivación consistirá en un registro de desplazamiento «primero en entrar, primero en salir» (FIFO) con células de profundidad $(M \cdot j)$ (siendo $M = 17 = N/I$, $N = 204 =$ longitud de trama protegida contra errores, $I = 12 =$ profundidad de entrelazado, $j =$ índice de derivación). Las células del registro FIFO contendrán un byte, y los conmutadores de entrada y salida estarán sincronizados.

A efectos de sincronización, los bytes de sincronismo y los bytes de sincronismo invertidos se encaminarán siempre en la derivación «0» del entrelazador (lo que corresponde a un retardo nulo).

NOTA 1 – El desentrelazador es similar, en principio, al entrelazador, pero los índices de derivación están invertidos (es decir, $j=0$ corresponde al retardo más largo). La sincronización del desentrelazador puede realizarse encaminando el primer byte de sincronización reconocido en la derivación «0».

5.4.2 Entrelazador convolucional para el Sistema B

El Sistema B utiliza un entrelazador definido por el diagrama de bloques de la Fig. 15b. Este entrelazador es un entrelazador de Ramsey Tipo II (véase la Nota 1) con los siguientes parámetros:

$I = 146$ longitud de bloque del entrelazador, y

$D = 13$ profundidad de entrelazado.

NOTA 1 – RAMSEY J. [mayo de 1970] Realization of optimum interleavers. *IEEE Trans. Inform. Theory*, Vol. IT-16, 338-345.

El entrelazado convolucional introduce un retardo absoluto de lectura a escritura que incrementa linealmente con el índice de bytes dentro de un bloque de bytes I :

$$\text{Retardo de lectura/escritura (bytes)} = (D - 1) k \quad \text{con } k = 0, \dots, I - 1.$$

El entrelazador no añade datos de tara al tren de datos. Consta de un conmutador y un registro de desplazamiento con tomas. El entrelazador comienza en la posición de conmutador 0 al comienzo de cada paquete de datos y funciona con arreglo a los pasos siguientes.

Para cada byte de entrada:

Paso 1: Añadir el byte de entrada en la toma en la posición en curso del conmutador. (0 está presente en la toma cuando no es seleccionado por el conmutador.)

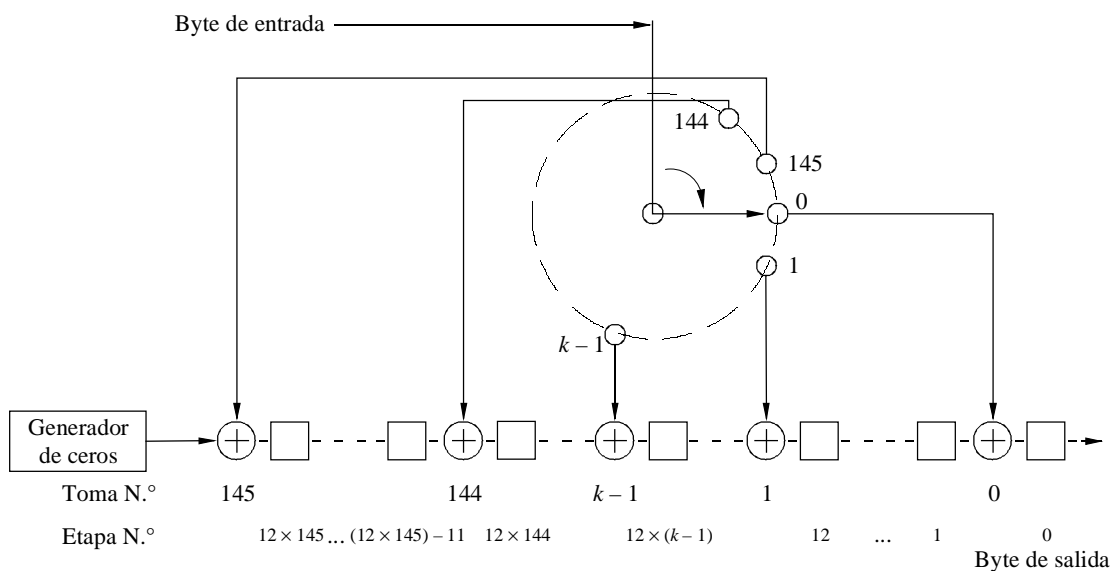
Paso 2: Desplazar el registro de desplazamiento un byte a la derecha.

Paso 3: Pasar el conmutador a la posición de conmutador siguiente.

Paso 4: Muestrear el byte de salida en la posición 0 del registro de desplazamiento.

FIGURA 15b

Diagrama de bloques del entrelazador convolucional del Sistema B

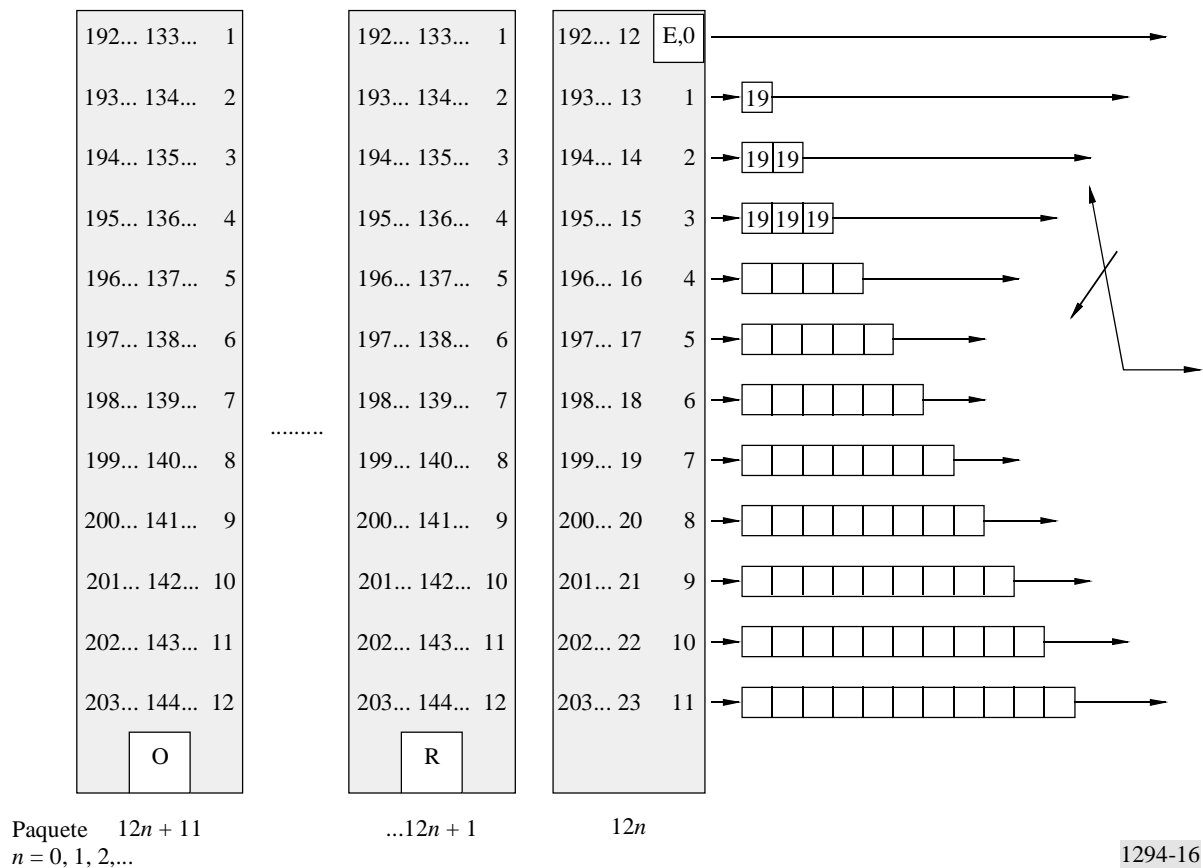


5.4.3 Entrelazador convolucional para el Sistema C

La capa de codificación proporciona entrelazado convolucional de símbolos de salida de un codificador Reed-Solomon de 8 bits. Las siguientes características definen el entrelazado convolucional:

- El entrelazador de profundidad $I = 12$, $J = 19$ está compuesto por una memoria de símbolos Reed-Solomon $I(I - 1)J/2 = 1254$. La estructura del entrelazador será compatible con el tipo de conmutador presentado en la Fig. 16.
- El primer byte de un bloque de salida con codificación Reed-Solomon es introducido y es traído en el brazo conmutador del entrelazador de retardo cero.
- El k -ésimo brazo conmutador consta de $k \cdot J$ retardos de byte para $k = 0, 1, \dots, 11$ y $J = 19$. Un byte de salida es leído desde el k -ésimo FIFO o memoria circular, un byte de entrada es escrito o desplazado en la k -ésima memoria intermedia, y el brazo conmutador avanza al $k + 1$ brazo del entrelazador. Después de leer y escribir desde el último brazo del conmutador, el conmutador avanza al brazo de retardo cero para su salida siguiente.

FIGURA 16
Entrelazador convolucional



5.5 Codificador Reed-Solomon

El decodificador Reed-Solomon será capaz de funcionar con los siguientes parámetros abreviados:

- (204,188, $T = 8$)
- (146,130, $T = 8$).

Los códigos Reed-Solomon abreviados pueden implementarse añadiendo bytes (51 para (204,188), y 109 para (146,130)), todos puestos a cero, antes de los bytes de información a la entrada de un codificador (255,239). Después del procedimiento de codificación Reed-Solomon, se descartarán estos bytes nulos.

5.5.1 Características del codificador Reed-Solomon para el Sistema A

El Sistema A utiliza: (204,188, $T = 8$).

5.5.2 Características del codificador Reed-Solomon para el Sistema B

El Sistema B utiliza: (146,130, $T = 8$).

5.5.3 Características del codificador Reed-Solomon para el Sistema C

El Sistema C utiliza: (204,188, $T = 8$).

El código Reed-Solomon es un código (204,188, $T = 8$) con símbolos de 8 bits, abreviado a partir de una longitud de bloque de 256 símbolos, y corrigiendo hasta $t = 8$ símbolos por bloque.

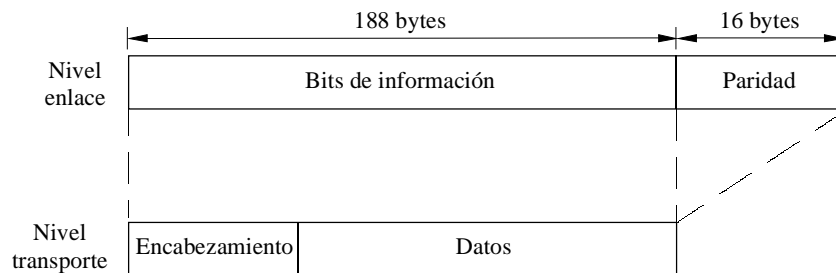
El campo finito GF(256) se construye a partir del polinomio primitivo $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. El polinomio generador para el código corrector de errores t tiene raíces a $x = a^i, i = 1, 2, \dots, 2t$, $g(x) = \prod_{i=1}^{2t} (x + a^i)$.

Para $t = 8$, el polinomio generador es $g(x) = x^{16} + a^{121}x^{15} + a^{106}x^{14} + a^{110}x^{13} + a^{113}x^{12} + a^{107}x^{11} + a^{167}x^{10} + a^{83}x^9 + a^{11}x^8 + a^{100}x^7 + a^{201}x^6 + a^{158}x^5 + a^{181}x^4 + a^{195}x^3 + a^{208}x^2 + a^{240}x + a^{136}$.

Para un código ($N, N - 2t$), una palabra de código de símbolo N se genera introduciendo los símbolos de datos en los primeros ciclos de reloj $N - 2t$, y haciendo luego funcionar el circuito para generar los símbolos de paridad $2t$. Este codificador es claramente sistemático, ya que la salida es idéntica a la entrada de símbolos de datos para los primeros $N - 2t$ ciclos. Algebraicamente, la secuencia de símbolos $d_{N-2t-1}, d_{N-2t-2}, \dots, d_0$ introducida en el codificador representa el polinomio $d(x) = d_{N-2t-1}x^{N-2t-1} + d_{N-2t-2}x^{N-2t-2} + \dots + d_1x + d_0$. El codificador forma la palabra de código $c(x) = x^{2t}d(x) + rmd[d(x)/g(x)]$, y extrae los coeficientes desde el orden más alto al orden más bajo.

El convenio de conversión paralelo-serie de bits de datos a símbolos es el de un registro de desplazamiento de izquierda a derecha con el bit más antiguo formando el LSB y el bit más reciente formando el MSB. El código Reed-Solomon se aplica a paquetes como se muestra en la Fig. 17.

FIGURA 17
Código Reed-Solomon aplicado a un paquete



1294-17

5.6 Dispersión de energía

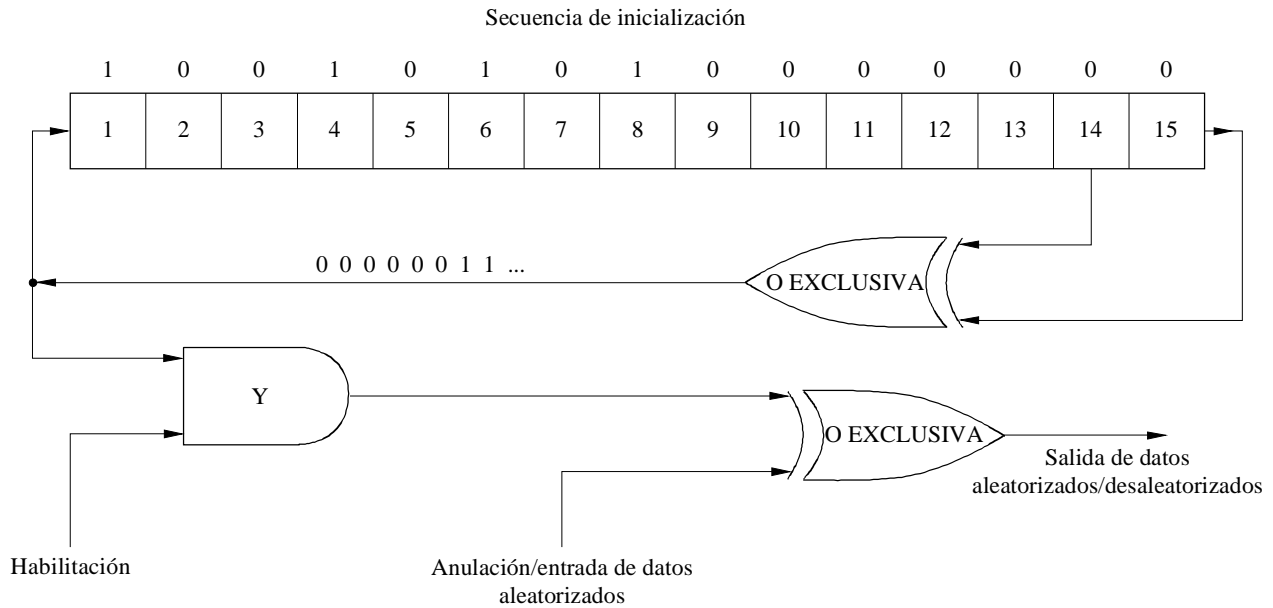
5.6.1 Dispersión de energía para el Sistema A

El Sistema A elimina el patrón de aleatorización después de la decodificación Reed-Solomon. El polinomio para el generador PRBS será $1 + x^{14} + x^{15}$ con una secuencia de carga «100101010000000».

Para cumplir el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y asegurar transiciones binarias adecuadas, los datos del múltiplex MPEG-2 de entrada serán aleatorizados de acuerdo con la configuración representada en la Fig. 18.

FIGURA 18

Diagrama esquemático del aleatorizador/desaleatorizador



Entrada de datos
 (MSB primero): 1 0 1 1 1 0 0 0 x x x | x x x x x ... |
 PRBS: 0 0 0 | 0 0 0 1 1 ... |

1294-18

El polinomio para el generador PRBS será:

$$1 + x^{14} + x^{15}$$

La carga de la secuencia «100101010000000» en los registros PRBS, como se indica en la Fig. 18, se iniciará al comienzo de cada ocho paquetes de transporte. Para proporcionar una señal de inicialización al desaleatorizador, el byte de sincronismo MPEG-2 del primer paquete de transporte de un grupo de ocho paquetes se invierte en los bits de 47_h a B8_h. Este proceso se denomina la «adaptación del múltiplex de transporte».

El primer bit a la salida de un generador PRBS se aplicará al primer bit (es decir, el MSB) del primer byte que sigue al byte de sincronismo MPEG-2 invertido (es decir, B8_h). Para ayudar a otras funciones de sincronización, durante los bytes de sincronismo MPEG-2 de los 7 paquetes de transporte posteriores, la generación de PRBS continuará, pero su salida será neutralizada, dejando estos bits desaleatorizados. De este modo, el periodo de la PRBS será de 1 503 bytes.

El proceso de aleatorización será activo también cuando el tren de bits de entrada del demodulador sea inexistente, o cuando no cumpla el formato del tren de transporte MPEG-2 (es decir, un byte de sincronismo más 187 bytes de paquetes). Se hace así para evitar la emisión de una portadora no modulada desde el modulador.

5.6.2 Dispersión de energía para el Sistema B

El Sistema B no utiliza patrón de aleatorización.

5.6.3 Dispersión de energía para el Sistema C

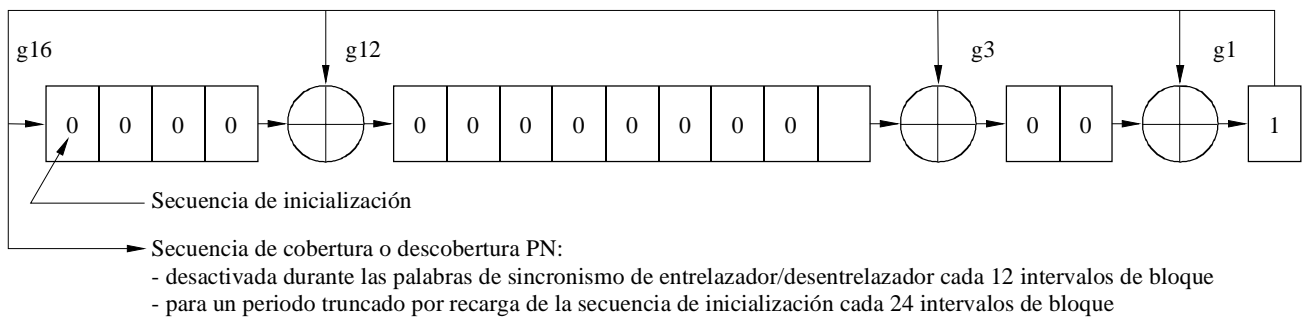
El Sistema C aplica funciones de aleatorización después de la decodificación convolucional. El polinomio para el generador PRBS será $1 + x + x^3 + x^{12} + x^{16}$, con una secuencia de carga «0001_h».

La capa de codificación utiliza aleatorización a la salida del entrelazador y a la entrada del desentrelazador para la dispersión de energía y para asegurar una alta densidad de transición de datos para fines de restablecimiento de la temporización de bits. Las siguientes características definen la aleatorización de datos:

- Los datos de transmisión antes de la codificación convolucional se aleatorizan mediante una operación «O EXCLUSIVA» con una secuencia pseudoaleatoria (PN) de longitud máxima $2^{16} - 1$ truncada que se rearranca cada 24 intervalos de bloque de codificador Reed-Solomon, como muestra la Fig. 19.

- Los patrones de sincronismo FEC de 16 bits que se producen cada 12 intervalos de bloque Reed-Solomon no están aleatorizados. El aleatorizador se temporiza durante los 16 tiempos de bits en que se insertan patrones de sincronismo FEC, pero la salida del aleatorizador no se utiliza en la operación «O EXCLUSIVA» con los datos de transmisión.
- La secuencia PN se genera a partir de un registro de desplazamiento de realimentación lineal de 16 etapas con tomas en las etapas 16, 12, 3 y 1, como muestra la Fig. 19. La entrada del aleatorizador se define como la secuencia de aleatorización PN.
- El aleatorizador se inicializa con el valor 0001_h en el primer bit que sigue a la salida de palabra sincronismo de trama FEC de byte impar/par procedente del entrelazador cada 24 bloques.

FIGURA 19
Diagrama de bloques del aleatorizador



1294-19

5.7 Características de los trenes de trama y de transporte

5.7.1 Características de los trenes de trama y de transporte para el Sistema A

La organización de las tramas se basará en la estructura de paquetes de entrada (véase la Fig. 20a)).

5.7.2 Características de los trenes de trama y de transporte para el Sistema B

Véanse el Apéndice 1.

5.7.3 Características de los trenes de trama y de transporte para el Sistema C

Véanse las características de sincronización (§ 5.3.3).

6 Referencias normativas

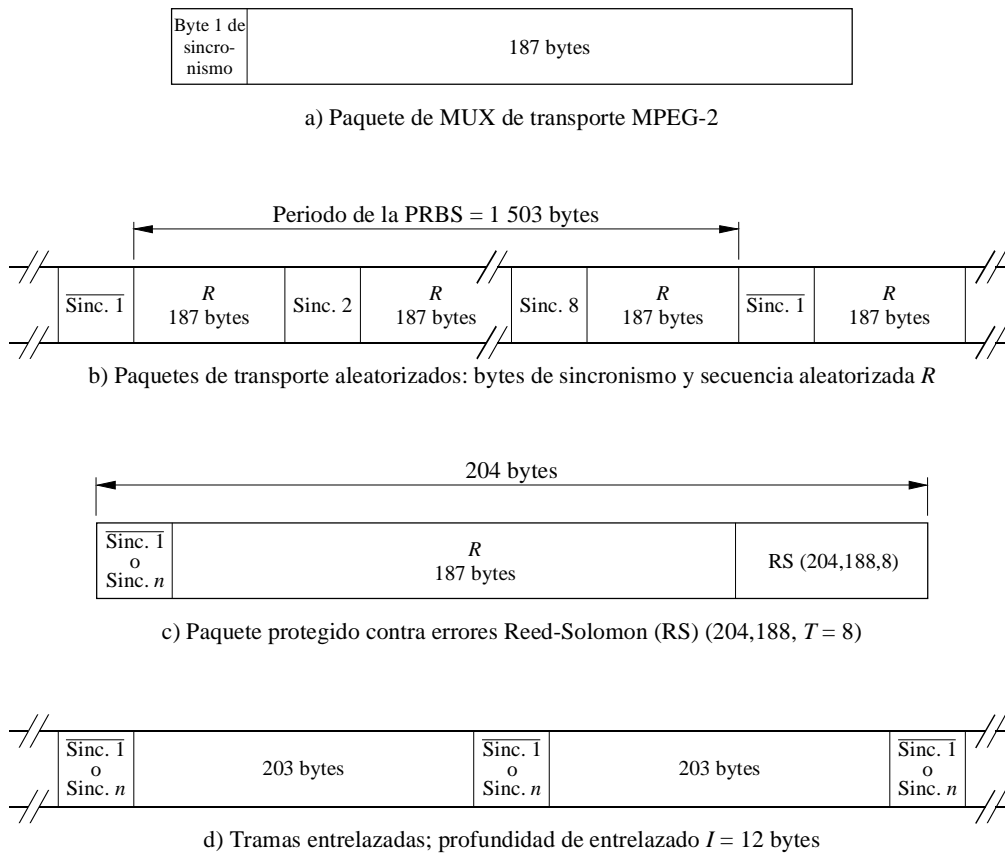
- [1] ISO/CEI [noviembre de 1994]. Norma ISO/CEI DIS 13818. Coding of moving pictures and associated audio, Partes 1, 2 y 3.
- [2] Norma ATSC/A53, Anexo B. Recomendación UIT-R BS.1196, Anexo 2.

7 Referencias informativas

- [3] Norma ETS 300 468. Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Specification for Service Information (SI) in Digital Video Broadcasting (DVB) systems.
- [4] Norma ETS 300 707. Electronic Programme Guide (EPG); Protocol for a TV-guide using electronic data.

FIGURA 20

Estructura de la trama



Sinc. 1: byte de sincronismo complementado no aleatorizado
 Sinc. n : byte de sincronismo no aleatorizado, $n = 2, 3, \dots, 8$

1294-20

8 Lista de acrónimos

AD:	Datos auxiliares (Auxiliary data)
ATM:	Modo de transferencia asíncrono (Asynchronous transfer mode)
ATSC:	Comité de Sistemas de Televisión Avanzados (Advanced television systems committee)
CA:	Acceso condicional (Conditional access)
ETS:	Norma Europea de Telecomunicaciones (European telecommunication standard)
FEC:	Corrección de errores en recepción
IRD:	Receptor decodificador integrado (Integrated receiver-decoder)
MAQ:	Modulación de amplitud en cuadratura
MDP-4:	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
MPEG:	Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento (Motion pictures experts group)
MPEG-2 TS:	Tren de transporte MPEG-2 (MPEG-2 transport stream)

PID:	Identificación de programa (Program identification)
PRBS:	Secuencia binaria pseudoaleatoria (Pseudo-random binary sequence)
QEF:	Casi sin errores (Quasi error-free)
RAM:	Memoria de acceso aleatorio (Random access memory)
ROM:	Memoria de lectura solamente (Read only memory)
RS:	Reed-Solomon
SCID:	Identificación de canal de servicio (Service channel identification)
SCTE:	Society of Cable and Telecommunication Engineers

APÉNDICE 1

AL ANEXO 1

Características de los trenes de transporte del Sistema B*

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción 34
2	Prefijo..... 34
3	Paquetes nulos y paquetes variantes..... 35
4	Paquetes de aplicación de vídeo..... 36
4.1	Paquetes de datos auxiliares 37
4.2	Paquetes del servicio de vídeo básico..... 40
4.3	Paquetes de datos redundantes..... 41
4.4	Paquetes de datos de vídeo no MPEG 42
5	Paquetes de aplicación de audio..... 43
5.1	Paquetes de datos auxiliares 43
5.2	Paquetes del servicio de audio básico..... 43
5.3	Paquetes de datos de audio no MPEG 44
6	Paquetes de guía de programas 45
7	Constricciones del multiplex de transporte 46
7.1	Definición de constricciones del multiplex de trenes elementales..... 46

* Las características de los trenes de transporte de los Sistemas A y C figuran en la Referencia Bibliográfica [1] en el § 6 del Anexo 1.

1 Introducción

Este Anexo define el protocolo de transporte de los trenes de bits del Sistema B. Tiene una estructura de paquete de longitud fija que proporciona la base para la detección de errores, la resincronización lógica y la ocultación de errores en el receptor. El protocolo de transporte del Sistema B consta de dos subcapas distintas: una subcapa «enlace de datos/red», prefijo y una subcapa de «adaptación» de transporte especificada de cada servicio. La subcapa de enlace de datos/red proporciona servicios de transporte genéricos tales como banderas de control de aleatorización, multiplexación asíncrona de células y control de errores. La capa de adaptación está diseñada para un empacamiento eficiente de datos MPEG de longitud variable en células de longitud fija, pero consiguiendo una resincronización lógica rápida y soporte de ocultación de errores en el decodificador después de eventos de error no corregibles.

El formato del protocolo de transporte define células (o paquetes) de datos de longitud fija en las que cada célula incluye un prefijo y un bloque de transporte. El prefijo consta de 4 bits de información de control y 12 bits para identificación del canal de servicio. Capacidades de multiplexación de servicios proporcionan soporte de una combinación de servicios de vídeo, audio y datos. El bloque de transporte incluye datos auxiliares que contienen información de temporización y aleatorización, y datos específicos del servicio, por ejemplo, para servicios de vídeo MPEG: encabezamientos MPEG redundantes y datos MPEG normalizados.

Dentro de este protocolo se proporcionan mecanismos para facilitar un rápido restablecimiento del decodificador después de detectar la pérdida de una o más células en el canal. Identificando información específica y transmitiendo redundantemente datos MPEG clave, el decodificador puede controlar la región de la imagen afectada por los errores.

El § 2 de este Apéndice describe con detalle la parte prefijo de la estructura de transporte. En el § 3 se describen dos paquetes de transporte de aplicaciones especiales, los paquetes nulos y los paquetes de alcance. En los § 4 y 5 se describen los detalles de los paquetes de aplicación de vídeo, y en los paquetes de aplicación de audio, respectivamente. Los paquetes relativos a la guía de programas se describen en el § 6. Esta Recomendación concluye con el § 7, que contiene la descripción de las limitaciones de multiplexación para la gestión de la memoria intermedia de transporte.

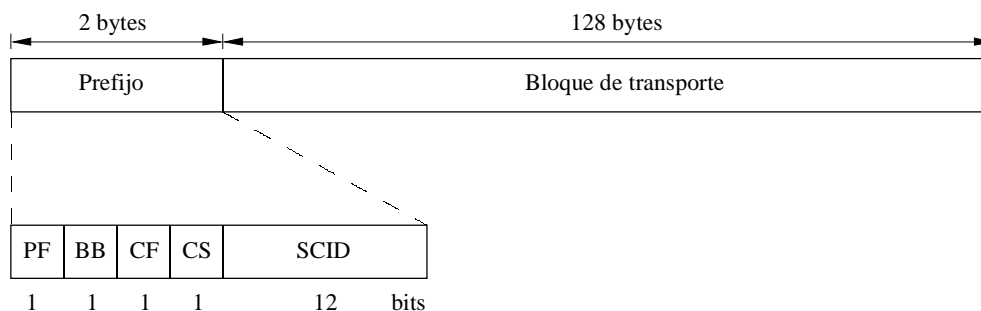
Adviértase que en esta especificación el término «aleatorización» se utiliza genéricamente y significa encriptación cuando se aplica a sistemas digitales.

2 Prefijo

Los paquetes de transporte del Sistema B constarán de 130 bytes, de los cuales los dos primeros se reservarán como bytes de prefijo. El prefijo contiene varias banderas de control de capa de enlace, así como las identidades de canal para muchos servicios de vídeo, audio y datos diferentes. La Fig. 21 ilustra la estructura lógica de una célula de transporte en la que se identifican el prefijo y su relación con el bloque de transporte.

FIGURA 21

Estructura de paquete de transporte del Sistema B



La definición semántica de los campos del prefijo se indica a continuación en el Cuadro 7:

CUADRO 7
Campos de prefijo

PF	Trama de paquete (Packet framing)	Este bit alterna entre 0 y 1 con cada paquete.
BB	Frontera de haz (Bundle boundary)	Este bit tiene significación para el servicio de vídeo solamente: El bit BB se pone a 1 en el primer paquete que contiene un encabezamiento de secuencia de vídeo redundante y a 0 en todos los demás paquetes. El decodificador debe ignorar este bit.
CF	Bandera de control (Control flag)	CF = 1: El bloque de transporte de este paquete no está aleatorizado. CF = 0: El bloque de transporte de este paquete está aleatorizado.
CS	Sincronismo de control (Control sync)	Para paquetes de transporte aleatorizados (es decir, CF = 0), este bit indica la clave a utilizar para la desaleatorización. En los paquetes auxiliares, si la cabida útil del paquete Aux contiene el paquete de palabra de control (CWP – Control word packet), este bit indica que se envía CWP (CS = 0 o CS = 1). La información de clave de desaleatorización, obtenida del CWP, se utiliza para desaleatorizar los paquetes de servicio que tienen el mismo CS (es decir, la clave obtenida del paquete Aux con CS = 0 se utiliza para desaleatorizar paquetes de transporte con CS = 0).
SCID	ID de canal de servicio (Service channel ID)	Este campo de 12 bits (entero sin signo, MSB) identifica unívocamente la aplicación a la cual está destinada la información del bloque de transporte del paquete de transporte. Los siguientes SCID se reservan para fines específicos: SCID = 0x000 – Paquete NULO. SCID = 0xFFFF – Reservado (¡No utilizar!).
	Bloque de transporte	Éstos son los datos de aplicación (128 bytes) a procesar por la aplicación tratada por el SCID.

3 Paquetes nulos y paquetes variantes

Hay dos paquetes de transporte especiales definidos en el Sistema B: paquetes nulos y paquetes variantes.

Los paquetes nulos y los paquetes variantes no estarán encriptados (es decir, CF = 1).

La estructura de paquetes de estos paquetes es la siguiente:

Para los paquetes nulos

PF = x (Alterna de un paquete a otro)

BB = 0

CF = 1

CS = 0

SCID = 0x 000

Por tanto, los dos primeros bytes (prefijo) de los paquetes nulos se leen en notación hexadecimal; 0x 20 00, ó 0x A0 00 según el valor del bit PF.

Para los paquetes variantes

PF = x (Alterna de un paquete a otro)

BB = 0

CF = 1

CS = 0

SCID: determinado por el equipo múltiplex.

Los 128 bytes (bloque de transporte) de los paquetes nulos y los paquetes variantes son idénticos, y se describen a continuación en el Cuadro 8. (El contenido está diseñado para ser espectralmente neutro a fin de mantener el enclavamiento de la sintonización.)

CUADRO 8

Bloque de transporte de paquetes nulos y variantes

Byte N.º	Valor	Byte N.º	Valor	Byte N.º	Valor	Byte N.º	Valor
1 ⁽¹⁾	4 ⁽¹⁾	33	48	65	38	97	125
2	9	34	124	66	137	98	137
3	180	35	121	67	99	99	212
4	6	36	26	68	57	100	61
5	149	37	179	69	113	101	187
6	240	38	128	70	146	102	96
7	167	39	88	71	191	103	192
8	88	40	113	72	245	104	141
9	169	41	223	73	71	105	69
10	6	42	82	74	194	106	15
11	78	43	75	75	159	107	108
12	175	44	112	76	212	108	80
13	172	45	18	77	55	109	184
14	129	46	242	78	154	110	106
15	134	47	249	79	235	111	159
16	185	48	172	80	227	112	231
17	162	49	112	81	129	113	224
18	181	50	199	82	200	114	157
19	137	51	214	83	197	115	197
20	118	52	50	84	13	116	198
21	8	53	93	85	230	117	57
22	149	54	159	86	112	118	60
23	57	55	218	87	19	119	134
24	198	56	180	88	246	120	61
25	147	57	223	89	86	121	11
26	97	58	65	90	128	122	218
27	2	59	141	91	182	123	100
28	83	60	123	92	122	124	50
29	64	61	64	93	127	125	214
30	38	62	184	94	197	126	95
31	41	63	0	95	176	127	53
32	20	64	54	96	233	128	184

⁽¹⁾ Adviértase que este byte corresponde al byte CC/HD en otros paquetes, es decir, CC = 0 HD = 0100_b.

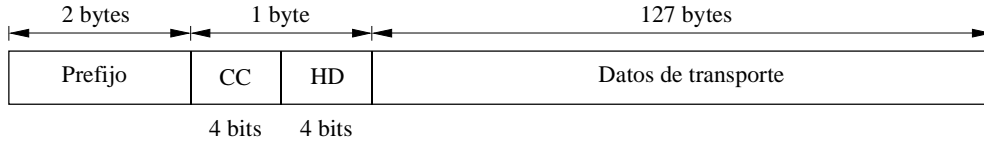
4 Paquetes de aplicación de vídeo

La estructura general de los paquetes de transporte de vídeo se ilustra en la Fig. 22. Dentro de los paquetes de aplicación de vídeo hay cuatro tipos de células de transporte, caracterizadas por el tipo de datos relativos al servicio de vídeo transportados por ellos:

- Paquetes de datos auxiliares (indicaciones de tiempo, paquetes de palabras de control de encriptación).
- Paquetes de servicio de vídeo básico (datos de vídeo MPEG).
- Paquetes de datos redundantes (encabezamientos MPEG redundantes y datos de vídeo MPEG no redundantes).
- Paquetes de datos de vídeo no MPEG (datos no MPEG y datos de vídeo MPEG no redundantes).

Para indicar los diferentes tipos de células y los contadores asociados, el formato de capa de transporte de vídeo tiene 4 bits para un contador de continuidad (CC) y 4 bits para un designador de encabezamiento (HD), como muestra la Fig. 22. En el Cuadro 9 se incluye una descripción detallada de estos campos. Obsérvese que, del paquete de 130 bytes de longitud, los dos primeros bytes se utilizan como prefijo, el tercero contiene los campos CC y HD, y los 127 bytes restantes transportan la cabida útil.

FIGURA 22
Estructura general de un paquete de aplicación de vídeo



1294-22

CUADRO 9

La definición semántica de los campos en el byte CC HD

CC	Contador de continuidad (Continuity counter)	Este campo de 4 bits (entero sin signo, MSB primero) se incrementa en uno con cada paquete que tiene el mismo SCID. Después de que el CC alcance su valor máximo 15 (1111 _b), el CC vuelve a 0. El CC se pone a 0 (0000 _b) y no se incrementará cuando el campo HD contiene «0x 00» (es decir, paquetes auxiliares). Adviértase que de la definición de los paquetes nulos y variantes, el campo CC en los paquetes nulos y variantes se pone a 0. El CC permite a un receptor detectar la discontinuidad de células (debida a errores de células) para un determinado servicio de transporte.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	Este campo de 4 bits indica los 4 tipos de paquete de aplicación de vídeo que son: HD 0000 _b Paquetes de datos auxiliares 01x0 _b Paquetes del servicio de vídeo básico 10x0 _b Paquetes de datos redundantes 11x0 _b Paquetes de datos de vídeo no MPEG x: Este bit puede ser 0 ó 1. Todos los demás valores están reservados para uso futuro.

4.1 Paquetes de datos auxiliares

Los paquetes de datos auxiliares (paquetes Aux) se utilizan para la transmisión de grupos de datos auxiliares (ADG – Auxiliary data groups) y se identifican por HD = 0000_b.

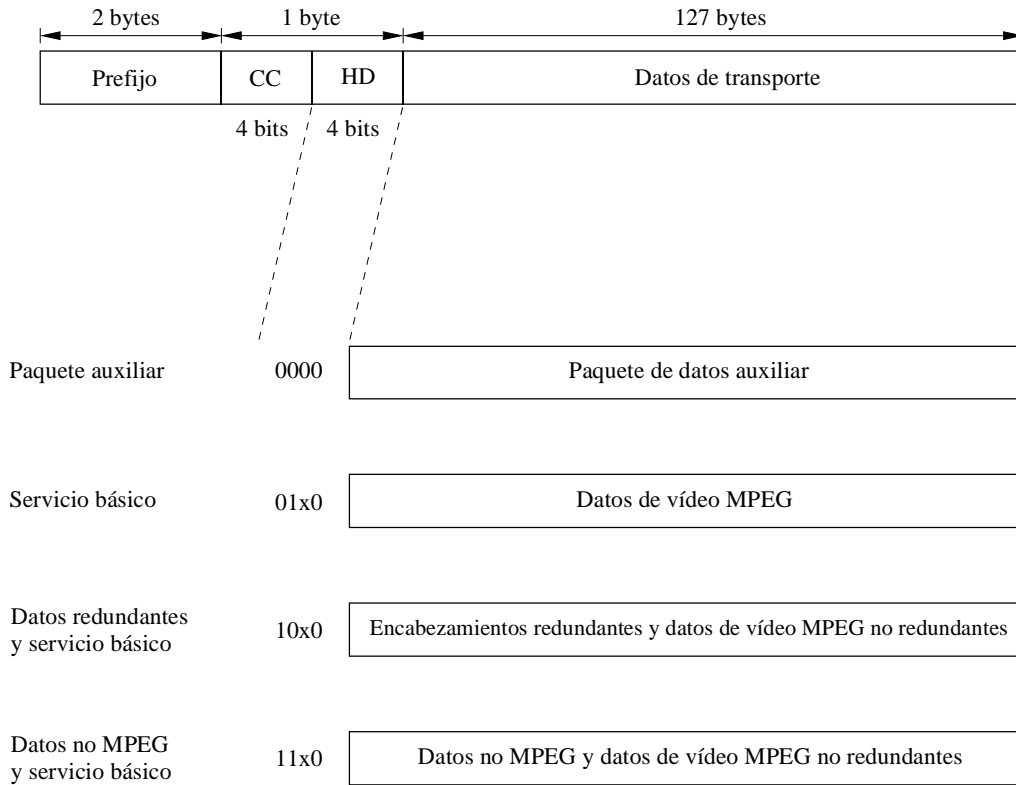
Estos paquetes se transmiten en claro (no aleatorizados) y el bit de bandera de control (CF) del prefijo se pone a 1 para indicarlo.

El ADG puede contener:

- códigos e indicaciones de tiempo de referencia;
- paquetes de palabra de control (CWP) de encriptación.

Un ADG consta de dos partes: prefijo de datos auxiliar (ADP) de 2 bytes y bloque de datos auxiliar (ADB) de longitud variable. Un paquete Aux puede contener uno o más grupos de datos situados próximos entre sí. Si la cabida útil de 127 bytes no está completamente rellena con datos ADG, los bytes restantes (no utilizados) se rellenan con ceros. Además, el bit CFF de cada campo ADP indica si el ADB correspondiente contiene datos válidos definidos. Si este bit se pone a cero, el resto del paquete que empieza inmediatamente después de ese bit CFF será ignorado. Esto significa que se ignorarán los AFID, AFS y ABD del ADG con un bit CFF cero. Además, no puede transmitirse ningún ADG válido en el resto del paquete.

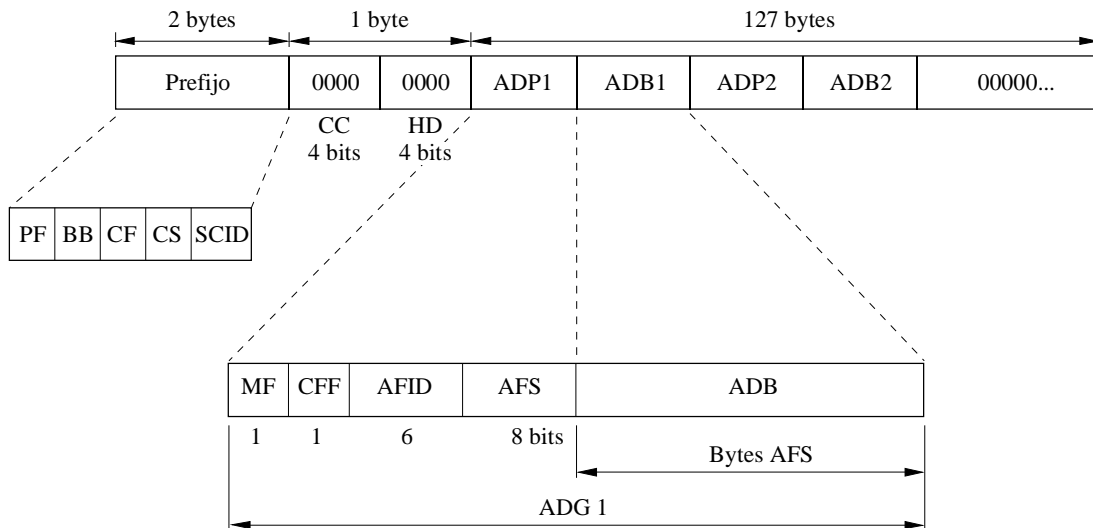
FIGURA 23
Estructuras de paquete de aplicación de vídeo



1294-23

En la Fig. 24 se ilustra un ejemplo de estructura de paquete de datos auxiliar con dos campos ADG. La definición semántica de los campos (pertinentes) en el paquete de datos auxiliar se indica en el Cuadro 10.

FIGURA 24
Estructura de paquete de datos auxiliar



1294-24

CUADRO 10

Definición semántica de los campos (pertinentes) en el paquete de datos auxiliar

BB	Frontera de haz (Bundle boundary)	BB = 0 para paquetes auxiliares.
CF	Bandera de control (Control flag)	CF = 1 para paquetes auxiliares (no aleatorizados).
CS	Sincronismo de control (Control Sync)	Si la cabida útil de paquetes auxiliares contiene un paquete de palabra de control (CWP), este bit indica que CWP es enviado (CS = 0 o CS = 1). La información de clave de aleatorización, que se obtiene del CWP, se utiliza para desaleatorizar los paquetes de servicio que tienen el mismo CS (es decir, la clave obtenida del paquete auxiliar CS = 0 se utiliza para desaleatorizar los paquetes de transporte que tienen CS = 0).
CC	Contador de continuidad (Continuity counter)	CC = 0000 _b para paquetes auxiliares.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	HD = 0000 _b para paquetes auxiliares.
MF	Bandera modificable (Modifiable flag)	MF = 1: El ADB siguiente puede ser modificado. MF = 0: El ADB siguiente no puede ser modificado. El decodificador ignorará esta bandera.
CFF	Bandera de campo en curso (Current field flag)	CFF = 1: Este campo contiene un ADG válido. CFF = 0: Este campo no contiene un ADG válido.
AFID	ID de campo auxiliar (Aux field ID)	Este campo de 6 bits identifica la información de datos auxiliar transportada en este grupo de datos auxiliar. Se definen tres grupos de datos auxiliares diferentes. AFID Definición de ADG. 000000 _b Indicación de hora de referencia solamente. 000001 _b Paquete de palabra de control de encriptación (CWP solamente). 000011 _b Indicación de hora de referencia y CWP. 000010 _b y 000100 _b a 111111 _b : reservados para definición futura.
AFS	Tamaño de campo auxiliar (Auxiliary field size)	Este campo de un bit (entero sin signo, MSB primero) contiene la longitud del bloque de datos auxiliar en bytes.
ADB	Bloque de datos auxiliar (Auxiliary data block)	Información de datos auxiliar de bytes AFS de tamaño.

Hay tres ADG definidos en el Sistema B, identificados por el campo AFID en el prefijo de datos auxiliar.

Indicación de hora de referencia solamente

AFID = 000000_b

AFS = 5 (0x05)

ADB = indicación de hora de 5 bytes: un byte todos ceros seguido por 32 bits que representan una muestra del contador de referencia del sistema de 27 MHz en el codificador. Esta muestra se toma en el momento en que el paquete de datos auxiliar abandona el codificador. Obsérvese que es diferente de las indicaciones de hora de referencia utilizadas por el MPEG. Un incremento de uno en las indicaciones de hora de referencia del Sistema B es igual a un ciclo del reloj de 27 MHz. Un incremento de uno en las indicaciones de hora de referencia MPEG es igual a 300 ciclos del reloj de 27 MHz, o un incremento de un reloj de 90 kHz. Esta muestra se toma en el momento en que el paquete de datos auxiliar abandona el codificador.

CWP de encriptación solamente

AFID = 000001_b

AFS = 120 (0x78)

ADB = bytes del paquete de palabra de control: información necesaria para gestionar la encriptación y el acceso condicional.

Adviértase que el bit CS del prefijo indica qué CWP es enviado en la cabida útil (CS = 0 o CS = 1). La información de clave de desaleatorización, derivada de la CWP, se utiliza para desaleatorizar los paquetes de servicio que tienen el mismo CS (es decir, la clave obtenida del paquete auxiliar con CS = 0 se utiliza para desaleatorizar paquetes de transporte con CS = 0).

*Indicación de hora de referencia y CWP*AFID = 000011_b

AFS = 125 (0x7D)

ADB = indicación de hora de 5 bytes seguida por 120 bytes del CWP.

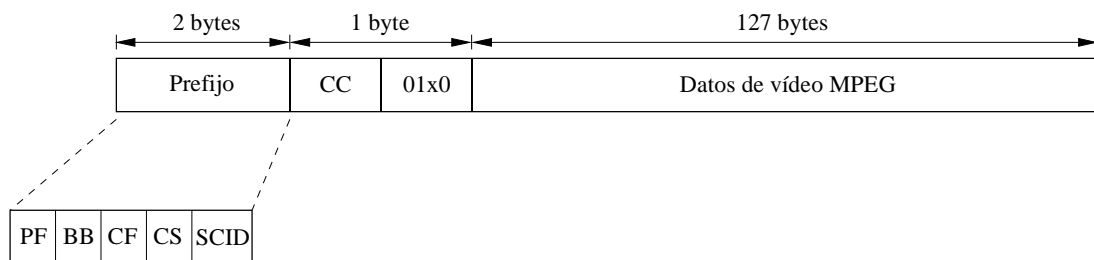
NOTA 1 – Para los programas «multiservicio», es decir los que contienen dos o más combinaciones de servicios de audio y vídeo, y de datos, es habitual (pero no necesario) que los datos auxiliares se produzcan sólo en uno de estos servicios. Como resultado, la información de temporización y/o acceso condicional recibida en un único paquete de datos auxiliar puede aplicarse a más de un servicio dentro del programa considerado. Esto es posible porque:

- La referencia horaria del sistema es común para todos los servicios de un determinado programa.
- A partir del CWP, el sistema de acceso condicional puede indicar autorización para hasta tres servicios dentro de un determinado programa.

4.2 Paquetes del servicio de vídeo básico

Los paquetes de transporte de un servicio de vídeo con el campo HD puesto a 01x0 transportan información del servicio de vídeo básico (es decir, bits de vídeo MPEG). La estructura del paquete de servicio de vídeo básico se ilustra en la Fig. 25. La definición semántica de los campos (pertinentes) de la estructura de un paquete del servicio de vídeo básico se indica en el Cuadro 11.

FIGURA 25
Estructura de un paquete del servicio de vídeo básico



1294-25

CUADRO 11

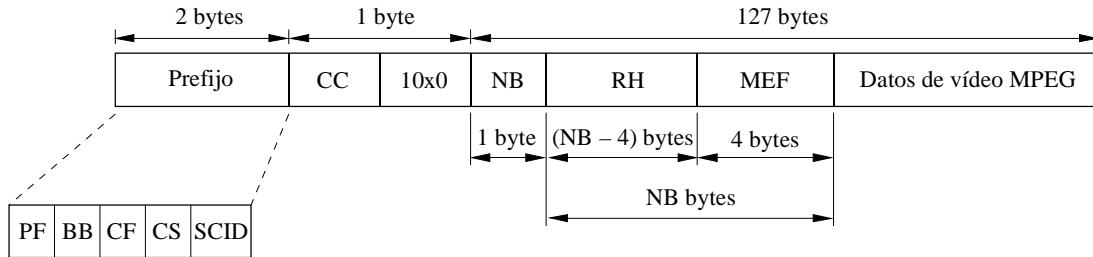
Definición semántica de los campos (pertinentes) en la estructura de paquete del servicio de vídeo básico

BB	Frontera de haz (Bundle boundary)	El bit BB se pone a 1 en el primer paquete de vídeo básico que contiene un encabezamiento de secuencia de vídeo redundante, y a 0 en todos los demás paquetes. El decodificador debe ignorar este bit.
CF	Bandera de control (Control flag)	CF = 1: El bloque de transporte de este paquete no está aleatorizado. CF = 0: El bloque de transporte de este paquete está aleatorizado.
CS	Sincronismo de control (Sync control)	Para paquetes de transporte aleatorizados (es decir, CF = 0), este bit indica la clave a utilizar para la desaleatorización.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	HD = 01x0 _b para paquetes del servicio de vídeo básico. El bit HD(1), indicado por x en HD = 01x0 _b , varía con cada paquete de servicio vídeo básico que contiene un código de comienzo de encabezamiento de imagen no redundante. En estos paquetes, el código de comienzo de encabezamiento de imagen está alineado por paquete para que sean los cuatro primeros bytes de la cabida útil de datos de vídeo MPEG que siguen a los campos CC/HD. No habrá otros paquetes que hagan variar el bit HD(1).
	Datos de vídeo MPEG	127 bytes de datos de vídeo MPEG.

4.3 Paquetes de datos redundantes

Se define un tipo de paquete especial con HD = 10x0 que contiene grupos de imagen (GOP) y encabezamientos de imagen redundantes. En un tren de bits de vídeo pueden o no existir GOP y encabezamientos de imagen redundantes. Por tanto, pueden o no existir paquetes de datos redundantes. La estructura del paquete de datos redundante se ilustra en la Fig. 26. La definición semántica de los campos (pertinentes) de un paquete de datos redundante se indica en el Cuadro 12.

FIGURA 26
Estructura de un paquete de datos redundante



1294-26

CUADRO 12

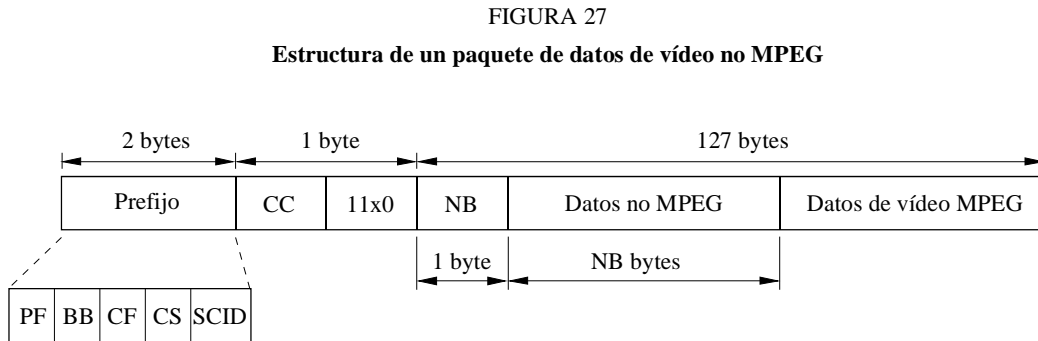
Definición semántica de los campos (pertinentes) en el paquete de datos redundante

BB	Frontera de haz (Bundle boundary)	BB = 0 para paquetes del servicio de vídeo redundantes. El decodificador debe ignorar este bit.
CF	Bandera de control (Control flag)	CF = 1: El bloque de transporte de este paquete no está aleatorizado. CF = 0: El bloque de transporte de este paquete está aleatorizado.
CS	Sincronismo de control (Sync control)	Para paquetes de transporte aleatorizados (es decir, CF = 0), este bit indica la clave a utilizar para la desaleatorización.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	HD = 01x0 _b para paquetes de datos redundantes. El bit HD(1), indicado por x en HD = 10x0 _b , refleja el estado de alternancia del HD del último paquete del servicio de vídeo básico (valor x en HD = 01x0 _b) que tiene el mismo SCID que contiene el código de comienzo de encabezamiento de imagen original.
NB	Número de bytes (Number of bytes)	Este campo de un byte (entero sin signo, MSB primero) representa la longitud total en bytes de los RH y del MEF. El número de bytes indicado en el campo NB tiene que ser mayor o igual que 5 y menor o igual que 126 bytes. Es decir $5 \leq NB \leq 126$.
RH	Encabezamientos redundantes (Redundant headers)	Este campo de (NB-4) bytes consta de GOP y/o encabezamientos de imagen redundantes.
MEF	Campo de error de los medios (Media error field)	Este campo MEF de 4 bytes se pone igual al código de error de secuencia definido por el MPEG de la ISO: 0x 00 00 01 B4 La utilización prevista es que el procesador de transporte envíe los GOP y encabezamientos de datos redundantes y los bytes del campo de error de los medios, al decodificador de vídeo MPEG siempre que es detectado un error de paquete (por el decodificador FEC o por discontinuidad del CC). En otros momentos, el GOP y los encabezamientos de imagen y el campo de medios no son enviados al decodificador de vídeo MPEG. El decodificador de vídeo MPEG detecta la presencia de bytes de errores en los medios y activa un procedimiento de ocultación de errores.
	Datos MPEG	El resto del paquete de datos se rellena con datos de vídeo MPEG normalizados (no redundantes), que son una continuación del tren de datos de vídeo del paquete anterior del mismo SCID que tiene datos de vídeo.

4.4 Paquetes de datos de vídeo no MPEG

Los paquetes de datos no MPEG no se utilizan en funcionamiento normal. Sólo se permite una excepción en el caso del primer paquete emitido de un codificador que cambie del modo de «reserva» al modo «operacional».

La estructura de un paquete de datos no MPEG se ilustra en la Fig. 27. La definición semántica de los campos (pertinentes) en el paquete de datos de vídeo no MPEG se indica en el Cuadro 13.



1294-27

CUADRO 13

Definición semántica de los campos (pertinentes) en el paquete de datos de vídeo no MPEG

BB	Frontera de haz (Bundle boundary)	BB = 0 para el paquete de datos de vídeo no MPEG. El decodificador debe ignorar este bit.
CF	Bandera de control (Control flag)	CF = 1: El bloque de transporte de este paquete no está aleatorizado. CF = 0: El bloque de transporte de este paquete está aleatorizado.
CS	Sincronismo de control (Control sync)	Para paquetes de transporte aleatorizados (es decir, CF = 0), este bit indica la clave a utilizar para la desaleatorización.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	HD = 11x0 _b para paquetes de datos redundantes. El bit HD(1), indicado por x en HD = 11x0 _b , refleja el estado de alternancia del HD del último paquete de servicio de vídeo básico (valor x en HD = 01x0 _b) del mismo SCID.
NB	Número de bytes (Number of bytes)	Este campo de un byte (entero sin signo, MSB primero) representa la longitud en número de bytes del campo de datos no MPEG siguiente. El número de bytes indicado en el campo NB tiene que ser mayor o igual que 5 y menor o igual que 126 bytes. Es decir, 5 ≤ NB ≤ 126.
	Datos no MPEG	Este campo de NB bytes se compone de datos no MPEG, que no pueden ser interpretados por un decodificador de vídeo MPEG.
	Datos MPEG	El resto del paquete de datos no MPEG se rellena con datos de vídeo MPEG normalizados (no redundantes).

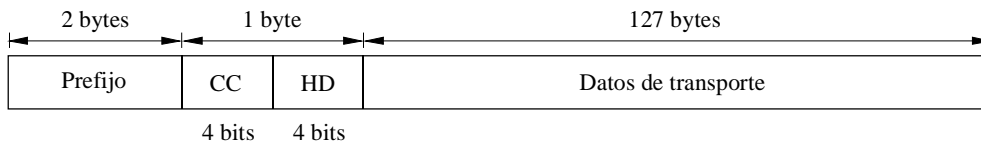
5 Paquetes de aplicación de audio

La estructura general de los paquetes de transporte de audio se ilustra en la Fig. 28. Dentro de los paquetes de aplicación de audio hay tres tipos de células de transporte, caracterizadas por el tipo de datos relacionados con el servicio de audio transportados a través de ellas:

- Paquetes de datos auxiliares (indicaciones de tiempo, paquetes de trabajo de control de encriptación).
- Paquetes del servicio de audio básico (datos de audio MPEG).
- Paquetes de datos de audio no MPEG (datos no MPEG y datos de audio MPEG).

Para indicar los diferentes tipos de células y contadores asociados, el formato de capa de transporte de audio tiene 4 bits para el CC y 4 bits para el HD. En el Cuadro 14 se hace una descripción detallada de estos campos. Obsérvese que, del paquete de 130 bytes de longitud, los dos primeros bytes se utilizan como prefijo, el tercer byte contiene campos CC y HD, y los 127 bytes restantes transportan la cabida útil.

FIGURA 28
Estructura general de un paquete de aplicación de audio



1294-28

CUADRO 14

Definición semántica de los elementos en el byte CC HD

CC	Contador de continuidad (Continuity counter)	Este campo de 4 bits (entero sin signo, MSB primero) se incrementa en uno con cada paquete que tiene el mismo SCID. Después de que alcanza el valor máximo de 15 (1111 _b), el contador de continuidad vuelve a 0. El contador de continuidad se pone a 0 (0000 _b) y no se incrementará cuando el campo HD es igual a «0x 00» (paquetes auxiliares). El CC permite a un receptor detectar discontinuidad de células (debido a errores de célula) en un determinado servicio de transporte.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	Este campo de 4 bits indica los tres tipos de paquetes de aplicación de audio, que son: HD 0000 _b Paquetes de datos auxiliares 0100 _b Paquetes del servicio de audio básico 1100 _b Paquetes de datos de audio no MPEG Todos los demás valores están reservados.

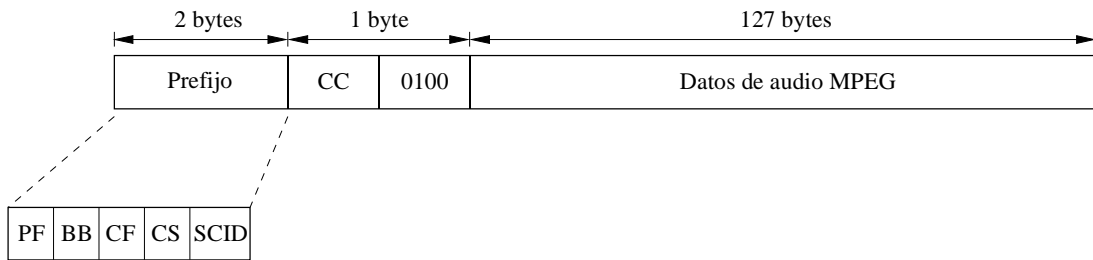
5.1 Paquetes de datos auxiliares

Los paquetes de datos auxiliares para los servicios de audio tienen la misma estructura (sintaxis y semántica) que los paquetes de datos auxiliares para los servicios de vídeo, como se explica en el § 4.1.

5.2 Paquetes del servicio de audio básico

Los paquetes de transporte de un servicio de audio con el campo HD puesto a 0100_b transportan información del servicio de audio básico (es decir, bits de audio MPEG). La estructura del paquete del servicio de audio básico se ilustra en la Fig. 29 y la definición semántica de los campos (pertinentes) se indica en el Cuadro 15.

FIGURA 29
Estructura de un paquete del servicio de audio básico



1294-29

CUADRO 15

Definición semántica de los campos (pertinentes) en el paquete del servicio de audio básico

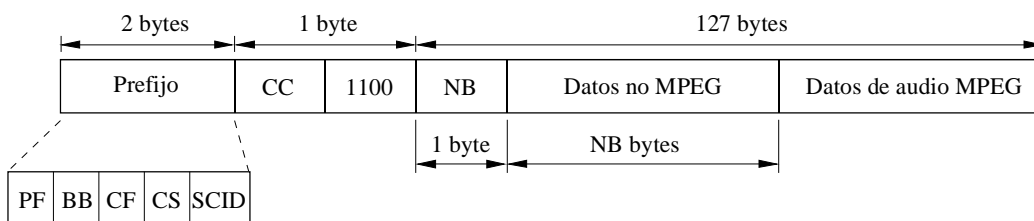
BB	Frontera de haz (Bundle boundary)	BB = 0 para paquetes de servicio audio básico.
CF	Bandera de control (Control flag)	CF = 1: El bloque de transporte de este paquete no está aleatorizado. CF = 0: El bloque de transporte de este paquete está aleatorizado.
CS	Sincronismo de control (Control sync)	Para paquetes de transporte aleatorizados (es decir, CF = 0), este bit indica la clave a utilizar para la desaleatorización.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	HD = 0100 _b para paquetes de servicio audio básico.
	Datos audio MPEG	127 bytes de datos de audio MPEG normalizados.

5.3 Paquetes de datos de audio no MPEG

Los paquetes de datos no MPEG no se utilizan en funcionamiento normal. Sólo se permite una excepción en el caso del primer paquete emitido de un codificador que cambie del modo de «reserva» al modo «operacional».

La estructura de un paquete de datos de audio no MPEG se ilustra en el Fig. 30 y la definición semántica de los campos (pertinentes) se indica en el Cuadro 16.

FIGURA 30
Estructura de un paquete de datos de audio no MPEG



1294-30

CUADRO 16

Definición semántica de los campos (pertinentes) en el paquete de datos de audio no MPEG

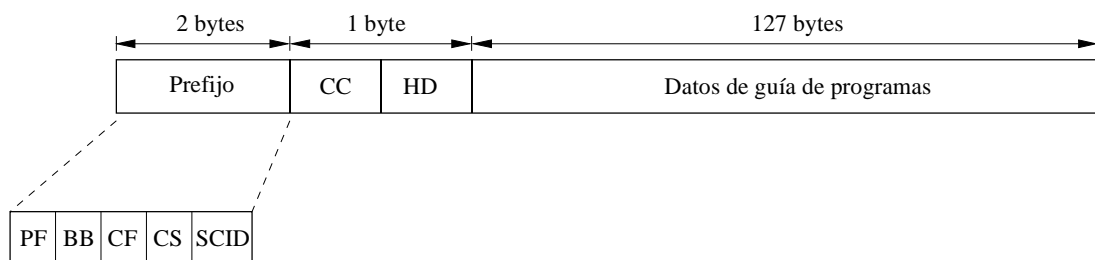
BB	Frontera de haz (Bundle boundary)	BB = 0 para el paquete de datos de audio no MPEG.
CF	Bandera de control (Control flag)	CF = 1: El bloque de transporte de este paquete no está aleatorizado. CF = 0: El bloque de transporte de este paquete está aleatorizado.
CS	Sincronismo de control (Control sync)	Para paquetes de transporte aleatorizados (es decir, CF = 0), este bit indica la clave a utilizar para la desaleatorización.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	HD = 1100 _b para paquetes de audio no MPEG.
NB	Número de bytes (Number of bytes)	Este campo de un byte (entero sin signo, MSB primero) representa la longitud en número de bytes del campo de datos no MPEG siguiente. El número de bytes indicado en el campo NB tiene que ser mayor o igual que 5 y menor o igual que 126 bytes. Es decir, $5 \leq NB \leq 126$.
	Datos no MPEG	Este campo de (NB) byte se compone de datos no MPEG, que no pueden ser interpretados por un decodificador de audio MPEG.
	Datos audio MPEG	El resto del paquete de datos no MPEG se rellena con datos de audio MPEG normalizados.

6 Paquetes de guía de programas

Los paquetes de guía de programas constan de todos los datos necesarios para sintonizar canales y visualizar la información de programas disponible para los espectadores. Los trenes de guía de programas definidos en el Sistema B son:

Trenes de guía de programas general (MPG – Master program guide), guía de programas especial (SPG – Special program guide), paquete de información de compras (PIP – Purchase information parcel) y paquete de información de descripción (DIP – Description information parcel). Estos trenes se transportan en paquetes que tienen la misma estructura ilustrada en la Fig. 31. El bit CF del campo de prefijo se pone a 1 para todos estos trenes (es decir, no aleatorizados). El SCID de los paquetes de guía de programas principal es siempre un valor fijo que es previamente definido por el usuario.

FIGURA 31
Estructura de un paquete de guía de programas



CUADRO 17

Definición semántica de los campos (pertinentes) en el paquete de guía de programas

BB	Frontera de haz (Bundle boundary)	BB = 0 para paquetes de guía de programas.
CF	Bandera de control (Control flag)	CF = 1 para paquetes de guía de programas (no aleatorizados).
SCID	ID de canal de servicio (Service channel ID)	SCID: éste es un valor fijo predefinido por el usuario para identificar datos de la guía de programas principal; el formato es un campo de 12 bits (enteros sin signo, MSB primero). El valor típico es 0x001.
HD	Designador de encabezamiento (Header designator)	HD = 0100 _b para paquetes de guía de programas.

7 Constricciones del múltiplex de transporte

Se identifican las constricciones del múltiplex para la programación de todos los paquetes de transporte en un múltiplex de transporte. Se definen paquetes NULOS para rellenar de otro modo los intervalos no programados en el múltiplex de transporte de manera que se mantenga una velocidad múltiplex de transporte constante en cualquier intervalo de tiempo.

7.1 Definición de constricciones del múltiplex de trenes elementales

Las limitaciones identificadas en este punto se aplican a paquetes de transporte de un determinado SCID que tengan cabida útil de los siguientes tipos de trenes de datos elementales: vídeo, audio, acceso condicional (CA), guía de programas principal (MPG), guías especiales (SPG), paquetes de información de descripción (DIP), paquetes de información de compra (PIP), datos serie a «baja velocidad» («continuos» y «de sesión») y datos de banda ancha a «alta velocidad» (con y sin memorización intermedia).

La naturaleza de la restricción es limitar la frecuencia de aparición de paquetes de un determinado SCID en el múltiplex de transporte, de manera que los paquetes que transportan cabida útil de una velocidad de tren elemental inferior estén programados con menos frecuencia que los paquetes que transportan carga útil de una velocidad de tren elemental superior. La restricción del múltiplex de transporte vincula esencialmente la velocidad de cresta de los datos del tren elemental entregados a un decodificador con la velocidad de origen del tren elemental entregado desde una salida de codificador.

Un múltiplex de transporte se considera válido solamente si cada uno de los tipos de datos del tren de transporte especificado, por SCID, satisface continuamente la prueba de la restricción del múltiplex para las velocidades especificadas.

Constricción del múltiplex

Para cada SCID de los tipos de datos especificados, la velocidad de entrega de paquetes de transporte de los datos del tren elemental se consideran válidos para la velocidad «R» únicamente si se satisface continuamente la siguiente condición:

Los datos del tren elemental se entregan a partir del campo de «cabida útil» de los paquetes de transporte del SCID seleccionado a una memoria intermedia de 508 bytes. Dado que los datos se eliminan de dicha memoria intermedia a una velocidad constante «R» cuando los datos están disponibles, los paquetes de transporte del SCID dado deben programarse de manera que no se desborde la citada memoria intermedia. Se permite que dicha memoria esté vacía.