

RECOMENDACIÓN UIT-R BS.707-4^{*,**}**Transmisión de varios canales de sonido en sistemas de televisión terrenales PAL B, D1, G, H, I y SECAM D, K, K1 y L**

(1990-1994-1995-1998)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) la demanda creciente en el plano mundial de medios adecuados para difundir sonido estereofónico, o sonido multicanal, o datos, o las tres cosas, mediante emisores de sistemas de televisión terrenales;
- b) los desarrollos técnicos en este campo y en particular las ventajas relativas de diferentes métodos analógicos y digitales, conforme se describe en el Informe UIT-R BS.795;
- c) las mejoras logradas en la calidad del sonido de televisión con los recientes desarrollos de los equipos utilizados para la transmisión y recepción de emisiones MF con dos portadoras de sonido;
- d) las mejoras conseguidas en la calidad del sonido de televisión con el sistema NICAM-728 que emplea codificación digital;
- e) la Recomendación UIT-R BO.651 sobre «Codificación digital MIC para la transmisión de señales de sonido de alta calidad en la radiodifusión por satélite (anchura de banda nominal de 15 kHz)»;
- f) la Recomendación UIT-R BO.650 en lo que respecta a la adopción de sistemas MAC/paquetes para la radiodifusión por satélite, en canales definidos por la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones para la planificación del servicio de radiodifusión por satélite (Ginebra, 1977) (CAMR RS-77), y la necesidad de una gran uniformidad entre los sistemas digitales de radiodifusión por satélite y terrenales;
- g) las ventajas del empleo de circuitos analógicos de bajo costo en los receptores de televisión multisonido para la recepción del sistema MF con dos portadoras de sonido;
- h) el desarrollo de circuitos digitales de audio para otras aplicaciones domésticas;
- j) la inmunidad del sistema MF de dos portadoras de sonido en zonas de recepción difícil, especialmente en condiciones de recepción por trayectos múltiples, y su excelente compatibilidad con los receptores, emisores, redes y servicios existentes, incluso con una separación de canales de 7 MHz;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y de la Comisión de Estudio 11 de Radiocomunicaciones.

** La Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2002 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

k) la necesidad de utilizar un sistema de sonido digital en televisión que satisfaga simultáneamente, y con un margen generoso, las limitaciones contradictorias de:

- la inmunidad en las zonas de recepción difíciles, incluido el requisito de que el sonido falle después de la imagen; y
- la compatibilidad entre los nuevos servicios y los existentes incluso cuando la separación entre canales es de 7 MHz;

l) el hecho de que el sistema MF de dos portadoras de sonido se presentó al ex CCIR en 1974 y entró en servicio en 1981, siendo actualmente intensamente utilizado en la República Federal de Alemania y otros países;

m) el hecho de que el sistema NICAM-728 fue presentado al ex CCIR en 1987, se puso en servicio en 1988, y es en la actualidad ampliamente utilizado en Finlandia, Suecia, Dinamarca, Noruega, Nueva Zelanda y el Reino Unido y se proyecta introducirlo en otros países;

n) que urge establecer normas unificadas para permitir la puesta en servicio de sonido estereofónico o multicanal, o de ambos, en los servicios de radiodifusión de televisión,

recomienda

1 que si se introducen varios canales de sonido analógicos en las emisiones de televisión terrenales de los países que utilizan sistemas de televisión PAL, B, G, y H, se utilice el sistema multisonido MF de dos portadoras definido en el Anexo 1;

2 que si se introducen varios canales de sonido digitales en las emisiones de televisión terrenales de los países que utilizan sistemas de televisión PAL B, D1, G, H e I y sistemas de televisión SECAM D, K, K1 y L, se utilice el sistema especificado en el Anexo 2.

NOTA 1 – Se están realizando estudios para definir los parámetros del sistema multisonido que han de recomendarse para otros sistemas de televisión.

NOTA 2 – Los sistemas de transmisión descritos, pueden, en algunos casos, usarse para servicios de datos. En su caso, estos servicios de datos se encontrarán en los anexos que contengan las especificaciones de los sistemas.

NOTA 3 – La interferencia causada por una emisión multisonido a otros sistemas de televisión se detallan en el Informe UIT-R BT.1214.

ANEXO 1

Especificaciones del sistema MF con dos portadoras de sonido

CUADRO 1

**Características de emisión del sistema MF con dos portadoras de sonido
(Sistemas B, G y H)**

Características	1ª portadora de sonido	2ª portadora de sonido
<i>Portadoras de sonido RF</i>		
Diferencia de frecuencia con relación a la portadora de imagen (MHz)	5,5 ⁽¹⁾	5,5 + 0,2421875 ⁽¹⁾
Potencia con relación a la potencia de cresta de la imagen (dB)	-13	-20
Modulación	MF	MF
Excursión de frecuencia (kHz)	± 50	± 50
Anchura de banda en audiofrecuencia (Hz)	40 a 15 000	40 a 15 000
Preacentuación (µs)	50	50
<i>Señales de audiofrecuencia</i>		
Monofónicas	Monofónica 1	Monofónica 1
Estereofónicas	(A + B)/2	B
Doble sonido	Monofónica 1	Monofónica 2
<i>Señales de identificación⁽²⁾</i>		
Frecuencia subportadora (kHz)		54,6875 ⁽³⁾ (3,5 × frecuencia de línea)
Modulación		MA
Profundidad de modulación (%)		50 ⁽⁴⁾
Frecuencia de modulación ⁽³⁾ (Hz)		
Monofónica		0
Estereofónica		117,5 (frecuencia de línea/133)
Doble sonido		274,1 (frecuencia de línea/57)
Excursión de frecuencia de la segunda portadora de sonido por la subportadora (kHz)		± 2,5
Compresión-expansión en audiofrecuencia ⁽⁵⁾	No se ha definido todavía	

(1) La diferencia de frecuencias entre ambas portadoras de sonido es $15,5 \times$ frecuencia de línea = 242,1875 kHz. El enganche de fase de las dos portadoras de sonido con la frecuencia de línea ofrece mejoras, pero no es absolutamente necesario.

(2) En la línea de datos digitales, en el intervalo de supresión de trama vertical, pueden transmitirse también señales de identificación adicionales de los tres modos de sonido.

(3) La subportadora y las frecuencias de identificación están enganchadas en fase con la frecuencia de línea.

(4) La profundidad de modulación restante en MA (50%), se reserva para la identificación en el futuro de la compresión-expansión en audiofrecuencias.

(5) Utilizando un sistema de compresión-expansión compatible se mejoraría la relación señal/ruido del sonido.

ANEXO 2

Resumen de las especificaciones del sistema multisonido digital en sistemas de televisión terrenales B, G, H, I y L

1 Introducción

A continuación se resumen las especificaciones de los sistemas para la difusión de varios canales de sonido digitales en sistemas de televisión terrenales B, D1, D, G, H, I, K, K1 y L.

2 Estructura de la trama

Longitud de la trama:	728 bits
Velocidad de transmisión de las tramas:	1 trama/ms

2.1 Organización de la trama

Palabra de alineación de trama:	8 bits
Información de control:	5 bits
Datos suplementarios:	11 bits
Bloque de codificación del sonido y los datos:	704 bits
<hr/>	
Total:	728 bits

Los 720 bits que siguen a la palabra de alineación de trama forman una estructura idéntica a la de los bloques de señal de sonido compandada, protegida en el primer nivel de los sistemas de la familia MAC/paquetes, por lo que la codificación de las señales de sonido puede realizarla el mismo tipo de decodificador que se utiliza en los citados sistemas MAC. Los primeros 16 bits del bloque, que aún no han sido asignados en la familia MAC/paquetes, se utilizan para señalar información de control (véase el § 3.2) y como bits de datos adicionales (véase el § 3.3).

En las estructuras de trama para los servicios de datos, la palabra de alineación de trama, el bit de bandera y los datos adicionales son los mismos, con los bits de control que se describen en el § 3.2.2, pero las muestras audio se sustituyen por otros datos.

2.2 Entrelazado de bits

El entrelazado se aplica al bloque de codificación de sonido y los datos para reducir el efecto de los errores que afectan a bits sucesivos. Los bits de cada trama se transmiten en el siguiente orden:

Palabra de alineación de trama	5 bits de control C ₀ → C ₄	11 bits de datos suplementarios AD ₀ → AD ₁₀	704 bits de sonido y datos entrelazados 16 bits																
1,2,3,4,5,6,7,8	9,10,11,12,13	14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24	<table border="0"> <tr> <td>25,69,113,157.....</td> <td>685</td> </tr> <tr> <td>26,70,114.....</td> <td>686</td> </tr> <tr> <td>27,71,115.....</td> <td>687</td> </tr> <tr> <td>28,72,116.....</td> <td>688</td> </tr> <tr> <td>- - -.....</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>- - -.....</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>- - -.....</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>68,112,156.....</td> <td>728</td> </tr> </table>	25,69,113,157.....	685	26,70,114.....	686	27,71,115.....	687	28,72,116.....	688	- - -.....	-	- - -.....	-	- - -.....	-	68,112,156.....	728
25,69,113,157.....	685																		
26,70,114.....	686																		
27,71,115.....	687																		
28,72,116.....	688																		
- - -.....	-																		
- - -.....	-																		
- - -.....	-																		
68,112,156.....	728																		
			44 bits																
			4 × 11 bit																
			muestras comprimidas																

2.3 Aleatorización de la dispersión de energía

Después del entrelazado de bits, el tren de bits transmitido se aleatoriza a efectos de conformación del espectro mediante una adición módulo 2 de una secuencia binaria pseudoaleatoria. El código de trama no se aleatoriza.

El generador de la secuencia binaria pseudoaleatoria se reinicializa después de cada palabra de alineación de trama de cada trama, de tal forma que el primer bit de la secuencia se suma al bit que sigue inmediatamente a la palabra de alineación de trama. El polinomio generador de la secuencia binaria pseudoaleatorio es $x^9 + x^4 + 1$ y la palabra de inicialización es 111111111.

3 Codificación de la información

3.1 Palabra de alineación de trama

La palabra de alineación de trama es 01001110, trasmitiéndose en primer lugar el primer bit de la izquierda.

3.2 Información de control

La información de control está compuesta por un bit de indicación de trama C_0 , tres bits de control de aplicación, C_1 , C_2 y C_3 , y un indicador de conmutación al sonido de reserva, C_4 .

3.2.1 Bit de indicación de trama

El bit de indicación de trama, C_0 , se fija al valor «1» durante 8 tramas sucesivas y el valor «0» durante las 8 tramas siguientes, de esa manera queda definida una secuencia de 16 tramas. Esta secuencia de trama se utiliza para sincronizar los cambios en el tipo de información transportada por el canal.

$$C_0 = 1 \quad \text{Tramas 1 a 8}$$

$$C_0 = 0 \quad \text{Tramas 9 a 16}$$

3.2.2 Bits de control de aplicación

Los bits de control de aplicación definen la aplicación del bloque de codificación de sonido y datos de 704 bits tal como se describe a continuación.

Cuando se necesita pasar a una nueva aplicación, estos bits de control se modifican para definir la nueva aplicación en la trama 1 de la última secuencia de 16 tramas de la aplicación en curso. Los bloques de sonido y datos de 704 bits se modifican para la nueva aplicación a partir de la trama 1 de la siguiente secuencia de 16 tramas.

Información de control de la aplicación			Contenido del bloque de sonido y datos de los 704 bits
C_1	C_2	$C_3^{(1)}$	
0	0	0	Señal estereofónica que incorpora alternativamente muestras del canal A y del canal B
0	1	0	Dos señales de sonido monofónico independientes, transmitidas en tramas alternas (denominadas M1 y M2)
1	0	0	Una señal monofónica y un canal de datos transparente de 352 kbit/s transmitido en tramas alternas
1	1	0	Un canal de datos transparente de 704 kbit/s

⁽¹⁾ $C_3 = 1$ permite la señalización de opciones de codificación de la señal de sonido o de datos suplementarios que aún no han sido definidas. Cuando C_3 es igual a 1, los decodificadores que no están equipados para estas opciones suplementarias no suministran señal de sonido.

3.2.3 Indicador de conmutación a sonido de reserva

$C_4 = 0$ La señal de sonido analógico no está transportando el mismo programa que la señal digital.

$C_4 = 1$ La señal de sonido analógico está transportando el mismo programa que la señal estereofónica digital (o la señal monofónica en las tramas M1).

3.3 Datos suplementarios

Los once bits de datos suplementarios denominados AD₀ a AD₁₀, a los que se refiere el § 2.2, se reservan para futuras aplicaciones que aún no han sido definidas.

3.4 Bloques de sonido y datos

Frecuencia de muestreo:	32 kHz
Resolución inicial:	14 bits/muestra
Características de compresión:	cuasi-instantánea, con una compresión de 10 bits/muestra en bloques de 32 muestras (1 ms)
Codificación de las muestras comprimidas:	complemento a 2
Preacentuación:	Recomendación UIT-T J.17
Nivel de sobremodulación de la señal de sonido:	Sistemas B, D1, G, H: +12 dBu0 a 2,0 kHz Sistema I: +14,8 dBu0 a 2,0 kHz Sistema L: +12 dBu0 a 2,0 kHz
Protección contra errores:	1 bit de paridad por muestra
Transmisión del factor de escala:	señalizado en la paridad
Transmisión de la señal de sonido estereofónica:	las muestras impares de cada uno de los bloques transportan el canal A (izquierda), las muestras pares transportan el canal B (derecha)
Transmisión de la señal de sonido monofónica:	la señal monofónica, M1, corresponde a las tramas impares, la señal monofónica, M2, corresponde a las tramas pares. Si se transmite una sola señal monofónica, será la señal M1
Orden de transmisión de los bits:	los bits de cada una de las muestras se transmiten comenzando por el menos significativo, transmitiéndose el bit de paridad a continuación del bit más significativo.

La información de control no se utiliza. No obstante, pueden transmitirse otros tipos de información empleando ese mismo medio, a saber: dos bits de información que modifiquen las muestras 55, 56, 57, 58, 59 y 60, 61, 62, 63, 64, respectivamente. Convendrá que el diseño de los receptores tenga en cuenta esta posibilidad.

4 Parámetros de la modulación

4.1	Señales analógicas	Sistemas B, D1, G, y H	Sistema I	Sistemas D, K, K1, L
4.1.1	Señal de imagen	Como se indica en la Rec. UIT-R BT.470	Como se indica en la Rec. UIT-R BT.470	Como se indica en la Rec. UIT-R BT.470, a excepción de los siguientes parámetros: la anchura nominal de la banda lateral principal se reduce aproximadamente a 5,1 MHz. Con la norma L, los niveles de vídeo de la señal radiada se reducen para dejar una portadora radiada con un nivel residual mínimo del 5%
4.1.2	Señal de sonido analógico	Como se indica en la Rec. UIT-R BT.470, excepto en lo referente a la potencia de la portadora de sonido que se indica a continuación		
4.1.3	Relación de potencia entre la portadora de imagen y la portadora de sonido analógico	Aproximadamente 20:1	Aproximadamente 10:1	Aproximadamente 10:1 y 40:1
4.2	Señal digital	Sistemas B, D1, D, G, H, K, K1 y L		Sistema I
4.2.1	Tipo de modulación	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (MDP-4) con codificación diferencial		
4.2.2	Velocidad binaria	$728 \text{ kbit/s} \pm 10^{-6}$		
4.2.3	Frecuencia portadora	5,85 MHz (sin relación con la velocidad binaria) por encima de la frecuencia de la portadora de imagen		6,552 MHz por encima de la frecuencia portadora de imagen (en algunos países, la frecuencia portadora relativa y la velocidad binaria pueden fijarse una con respecto a la otra)
4.2.4	Nivel de la señal	La relación de potencia entre el nivel máximo de la portadora de imagen y la señal digital modulada es de aproximadamente 100 a 1 para los sistemas B, G, H, e I, y de 500 a 1 para los sistemas D, K, K1 y L.		
4.2.5	Espectro	Antes de ser modulados en cuadratura, los impulsos con una velocidad de símbolos de 364 kHz se filtran mediante un filtro paso bajo con la siguiente respuesta de amplitud-frecuencia. El filtro tiene un retardo de grupo constante.		

Sistemas B, D1, D, G, H, K y L

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{para } f < \frac{1-k}{2t_s} \\ \cos \left[\frac{\pi t_s}{2k} \left(f - \frac{1-k}{2t_s} \right) \right] & \text{para } \frac{1-k}{2t_s} \leq f \leq \frac{1+k}{2t_s} \\ 0 & \text{para } f > \frac{1+k}{2t_s} \end{cases}$$

$$k = 0,4 \quad t_s = \frac{1}{364} \text{ ms}$$

La utilización del mismo filtro en recepción proporciona una característica global con corte progresivo en coseno del 40%

Sistema I

$$H(f) = \begin{cases} \cos \frac{\pi t_s f}{2} & \text{para } f \leq \frac{1}{t_s} \\ 0 & \text{para } f > \frac{1}{t_s} \end{cases}$$

$$t_s = \frac{1}{364} \text{ ms}$$

La utilización del mismo filtro en recepción proporciona una característica global con corte progresivo en coseno del 100%