

RECOMENDACIÓN UIT-R BS.775-1^{*,**}**Sistema de sonido estereofónico multicanal con y sin acompañamiento de imagen**

(1992-1994)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) las importantes limitaciones inherentes a los sistemas de sonido bicanal y la necesidad de contar con una presentación mejorada;
- b) que los requisitos de las proyecciones cinematográficas difieren de las necesidades en los hogares, especialmente con relación al tamaño de la sala y de la pantalla y a la distribución de los oyentes, pero que pueden reproducirse los mismos programas en el cine o en el hogar;
- c) que la radiodifusión de señales de TVAD y de señales proporcionadas por otros medios de comunicación debe dar la calidad de sonido adecuada para una amplia gama de configuraciones de altavoces domésticos, incluyendo la compatibilidad con los sistemas de escucha monofónica y estereofónica bicanal;
- d) que para el sonido multicanal conviene separar las necesidades de producción, distribución y presentación doméstica, si bien todas ellas están relacionadas entre sí;
- e) que se están llevando a cabo investigaciones sobre transmisión y reproducción de sonido multicanal asociado y no asociado con acompañamiento de imagen (véase el Anexo 2);
- f) que sería beneficioso para el oyente implantar un sistema universal de sonido multicanal aplicable a la radiodifusión sonora y de televisión;
- g) que es necesario establecer compromisos para asegurar que el sistema sea lo más universal y práctico posible;
- h) que para el intercambio de programas y el mezclado ascendente y descendente, dependiendo del material de programa, es útil establecer una jerarquía de sistemas de sonido compatible (véase el Anexo 1) para la radiodifusión y las grabaciones;
- j) que es deseable disponer de servicios auxiliares como los destinados a personas con dificultades en la vista y en el oído;
- k) que los avances logrados en los sistemas de codificación digital de audio permiten actualmente la distribución de canales de audio múltiples de manera eficaz,

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y de la Society of Motion Picture and Television Engineers (Asociación de Ingenieros de Televisión e Imágenes en Movimiento) (SMPTE).

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

recomienda

1 la adopción de un sistema de sonido estereofónico multicanal universal, con la jerarquía indicada en el Anexo 1, con y sin acompañamiento de imagen;

2 la siguiente disposición de altavoces de referencia (véase la Fig. 1):

- tres altavoces frontales junto con dos altavoces posteriores/laterales (Nota 1);
- los altavoces frontales izquierdo y derecho están situados en los extremos de un arco de 60° sobre un círculo cuyo centro es el punto de escucha de referencia (Notas 2 y 3).

Cuando por razones de espacio sea preferible situar los altavoces frontales en línea recta, puede que sea necesario introducir retardos de tiempo de compensación en la señal que alimenta al altavoz central;

- los altavoces laterales/posteriores deben situarse en el interior de los sectores comprendidos entre 100° y 120° a partir del altavoz frontal central de referencia. No es necesaria una ubicación muy precisa, pero dichos altavoces laterales/posteriores no deben encontrarse más próximos al oyente que los altavoces frontales, a menos que se introduzca un retardo de tiempo de compensación (Nota 4);
- los altavoces frontales deben emplazarse idealmente a una altura aproximadamente igual a la de los oídos del oyente. Ello supone una pantalla transparente desde el punto de vista acústico. Cuando se utiliza una pantalla no transparente acústicamente, el altavoz central debe situarse inmediatamente arriba o abajo de la imagen. La altura de los altavoces laterales/posteriores no es tan crítica;

3 la utilización de cinco señales de grabación/transmisión de referencia para los canales izquierdo (L), derecho (R) y central (C), en la parte frontal, y los canales panorámico izquierdo (LS) y panorámico derecho (RS), en la parte posterior/lateral. De forma adicional, el sistema puede incluir una señal de extensión de baja frecuencia para un canal de efecto de baja frecuencia (LFE) (véase el Anexo 7).

Cuando hay que tener en cuenta la capacidad de transmisión u otro tipo de limitaciones, las tres señales frontales pueden combinarse con una señal (monopanorámica, MS) posterior/lateral o ninguna. En el primer caso, la señal MS) se aplica a los altavoces de las señales LS y RS (véase la Fig. 1);

4 la compatibilidad, si es necesaria, con los actuales receptores de bajo coste utilizando uno de los métodos descritos en el Anexo 3;

5 la capacidad de mezclado descendente, si es necesario, para reducir el número de canales, antes de la transmisión o en el receptor y utilizando las ecuaciones indicadas en el Cuadro 2;

6 la conversión ascendente cuando se desee aumentar el número de canales, antes de la transmisión o en el receptor, utilizando las técnicas de conversión ascendente descritas en el Anexo 5;

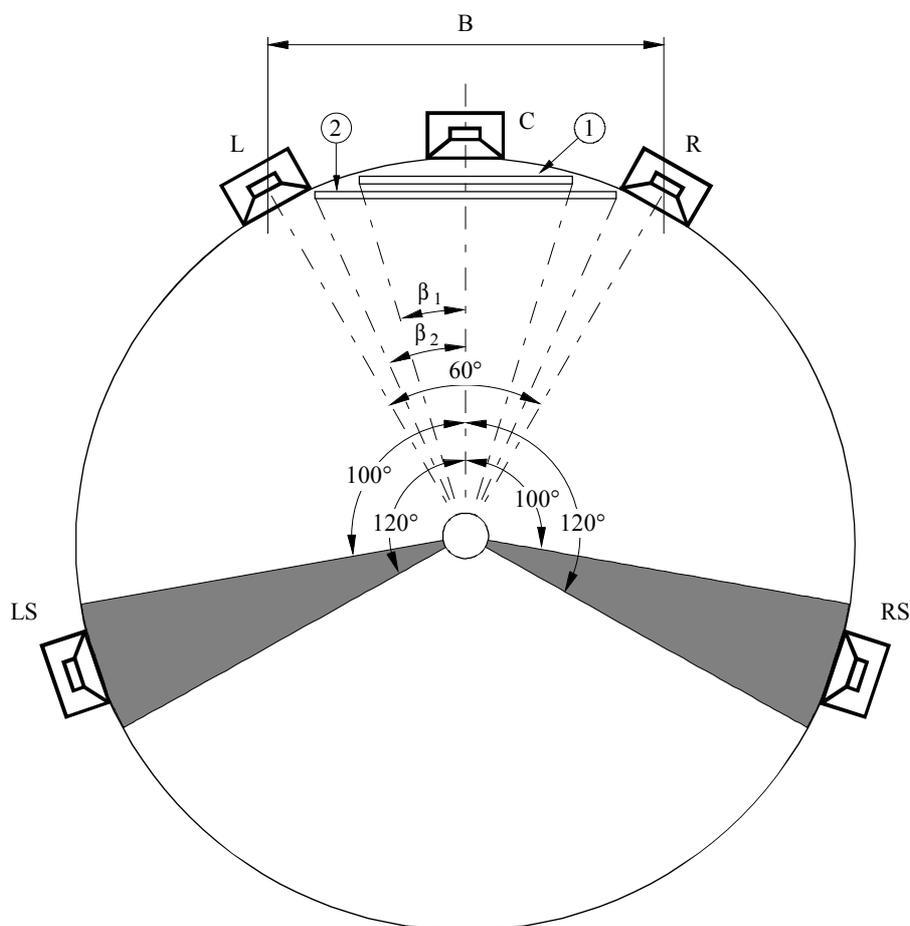
7 la calidad global de acuerdo con los requisitos básicos indicados en el Anexo 2;

8 la incorporación, si es necesario (véase también el § 9), de los dispositivos para:

- transmisión alternativa en diversos idiomas en los servicios principales;
- acomodar uno o más canales independientes que cursen información descriptiva destinada a personas con problemas de vista;
- acomodar uno o más canales independientes a fin de mejorar la inteligibilidad para las personas con problemas de audición;

9 datos adicionales transmitidos con la señal de audio para permitir la utilización flexible de la capacidad de datos atribuible a las señales de audio (véase el Anexo 6).

FIGURA 1
Disposición de los altavoces de referencia L/C/R y LS/RS



Pantalla 1 Distancia de referencia para TVAD = $3 H (2\beta_1 = 33^\circ)$

Pantalla 2 = $2 H (2\beta_2 = 48^\circ)$

H: Altura de la pantalla

B: Línea básica de alta voces

Altavoz	Ángulo horizontal desde el centro (grados)	Altura (m)	Inclinación (grados)
C	0	1,2	0
L, R	30	1,2	0
LS, RS	100 ... 120	$\geq 1,2$	0 ... 15 hacia abajo

D01

NOTA 1 – Opcionalmente, puede haber más de dos altavoces posteriores/laterales siempre en número par que pueden proporcionar una zona de escucha óptima más amplia y una mayor sensación de sonido panorámico.

NOTA 2 – La reproducción óptima del sonido exige una separación angular amplia entre los altavoces izquierdo y derecho en los sistemas de canal estereofónico con dos o tres altavoces frontales (véase la Fig. 1). Es sabido que la técnica actual no permite mostrar las imágenes de televisión que acompañan a los sonidos estereofónicos de esa anchura angular con los mismos ángulos, limitándose a menudo a un ángulo horizontal de 33° respecto a la distancia de referencia,

si bien las imágenes cinematográficas pueden observarse bajo dichos ángulos (véase la Fig. 1). La desadaptación resultante entre la amplitud de los ángulos bajo los que hay que observar la imagen y escuchar el sonido da lugar a utilización de técnicas de mezclado distintas en el cine y en la televisión. Cabe esperar que el empleo de pantallas de televisión mayores favorezca la compatibilidad de las mezclas para las presentaciones de cine y televisión.

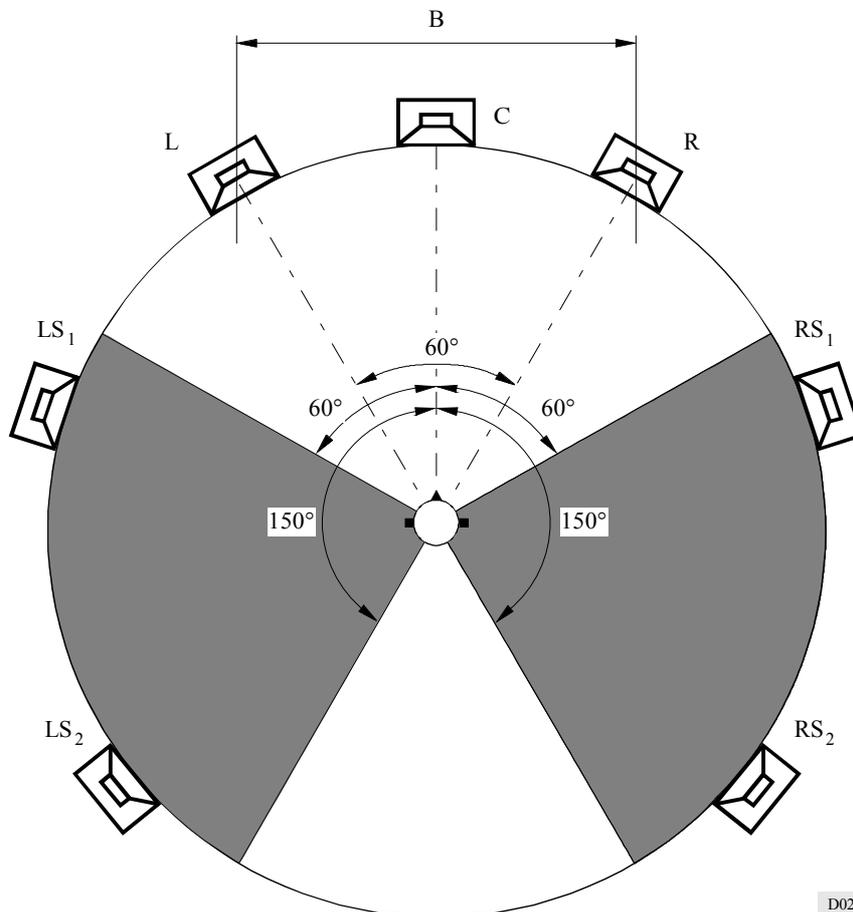
NOTA 3 – Las dimensiones de la anchura básica de altavoces, B (véase la Fig. 1), se definen con referencia a las condiciones de prueba de escucha indicadas en la Recomendación UIT-R BS.1116 «Métodos para la evaluación subjetiva de pequeñas degradaciones en los sistemas de audio incluidos los sistemas de sonido multicanal».

NOTA 4 – Si se utilizan más de dos altavoces posteriores/laterales, deben disponerse de forma simétrica y a intervalos iguales a lo largo del arco comprendido entre 60° y 150° a partir del altavoz frontal central de referencia (véase la Fig. 2).

NOTA 5 – Si se utilizan más de dos altavoces posteriores/laterales, debe aplicarse la señal LS a cada uno de los altavoces posteriores/laterales del lado izquierdo de la sala y la señal RS a cada uno de los altavoces posteriores/laterales del lado derecho de la sala. Para ello, será necesario reducir la ganancia de señal de forma que la potencia total emitida por los altavoces que reciben la señal LS (o RS) sea la misma que si la señal hubiese sido reproducida por un solo altavoz. Para la reproducción en salas de gran tamaño, puede que sea necesario introducir un retardo en las señales que llegan a algunos o a todos los altavoces posteriores/laterales; o como alternativa puede efectuarse una descorrelación en la señales. Sobre dicha descorrelación es necesario realizar más estudios.

FIGURA 2

Disposición opcional de altavoces para un sistema 3/4 (3 frontales y 4 panorámicos)



ANEXO 1

Jerarquía de sistemas de sonido multicanal compatibles para la radiodifusión y la grabación

Sistema	Canal	Código	Disposición de altavoces
Sistema monocanal	M	1/0	M
Mono más monopanorámico	M/MS	1/1	M
Estereofónico de dos canales	L/R	2/0	
Estereofónico de dos canales más 1 canal panorámico	L/R/MS	2/1	
Estereofónico de dos canales más 2 canales panorámicos	L/R/LS/RS	2/2	
Estereofónico de tres canales	L/C/R	3/0	
Estereofónico de tres canales más 1 canal panorámico	L/C/R/MS	3/1	
Estereofónico de tres canales más 2 canales panorámicos	L/C/R/LS/RS	3/2	

⁽¹⁾ En el caso monopanorámico es preferible que las señales aplicadas a LS y RS estén descorrelacionadas.

D03

ANEXO 2

Requisitos básicos

Los siguientes requisitos se refieren al sistema de sonido multicanal especificado con y sin acompañamiento de imagen.

1 La estabilidad directiva de la señal sonora frontal deberá mantenerse dentro de límites razonables en una zona de escucha más amplia que la proporcionada por un sistema estereofónico convencional de dos canales.

- 2 La sensación de realismo espacial (ambiente) deberá ser notablemente superior a la que ofrece un sistema de estereofonía convencional de dos canales. Esto se logrará utilizando altavoces laterales y/o posteriores.
- 3 No es necesario que los altavoces laterales/posteriores sean capaces de proporcionar una imagen de localización del sonido distinta a la proporcionada por los altavoces frontales.
- 4 Deberá mantenerse la compatibilidad descendente con los sistemas de sonido que proporcionan un número de canales inferior (hasta los sistemas de sonido estereofónicos y monofónicos) (véase el Anexo 1).
- 5 Deberá ser posible efectuar un mezclado en tiempo real para la difusión en directo.
- 6 Cuando el número de señales distribuidas sea inferior al de canales de reproducción, se asegurará la conversión ascendente hasta un grado aceptable (véase el Anexo 5).
- 7 La calidad básica del sonido reproducido tras la decodificación no deberá poder distinguirse subjetivamente del sonido de referencia para la mayoría de los tipos de material de programa de audio. La utilización del triple estímulo con prueba de referencia oculta supone una nota notablemente superior a cuatro en la escala de degradación de cinco notas del UIT-R. El material más crítico no deberá obtener una nota inferior a cuatro.
- 8 Los parámetros de calidad objetiva deberán basarse en las Recomendaciones UIT-R BS.644 y UIT-R BS.645, modificados convenientemente por los nuevos métodos de medición para técnicas digitales. (Estos asuntos están siendo estudiados por el UIT-R.)
- 9 Actualmente el UIT-R está estudiando una Recomendación sobre condiciones de prueba de escucha.
- 10 Para las evaluaciones subjetivas véase la Recomendación UIT-R BS.1116.
- 11 La sincronización de las señales de sonido e imagen es actualmente objeto de estudio en el UIT-R.
- 12 En toda circunstancia, se tratará de obtener la máxima economía desde los puntos de vista financiero y de anchura de banda de transmisión.

ANEXO 3

Compatibilidad

1 Compatibilidad regresiva con los receptores existentes

Cuando se amplía un formato de canal 2/0 a un formato de canal 3/2, se han considerado dos métodos para asegurar la compatibilidad hacia atrás con los receptores existentes.

Un método consiste en continuar ofreciendo el servicio de canal 2/0 existente y añadir el nuevo servicio de canal 3/2. Este método recibe el nombre de operación simultánea (“simulcasting”) y su ventaja radica en que el actual servicio 2/0 podría interrumpirse en el futuro en algún punto.

Otro método es la utilización de matrices de compatibilidad. Para lograr la compatibilidad con los receptores existentes pueden emplearse las ecuaciones matriciales mostradas en el Cuadro 1. En este caso, los canales de emisión izquierdo (L) y derecho (R) se utilizan para transportar las señales de matriz A y B compatibles. Para cursar las señales de matriz T, Q₁, y Q₂, se emplean canales de emisión adicionales. La ventaja de este método consiste en que se necesita menos capacidad de datos adicional para incorporar el nuevo servicio.

CUADRO 1

Cinco canales panorámicos: ecuaciones de codificación y decodificación

Ecuaciones de codificación										
	L	R	C	LS	RS					
A =	1,0000	0,0000	0,7071	0,7071	0,0000					
B =	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,7071					
T =	0,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000					
Q ₁ =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071					
Q ₂ =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	-0,7071					
Ecuaciones de decodificación										
	A	B	T	Q ₁	Q ₂	L	R	C	LS	RS
L' =	1,0000	0,0000	-1,0000	-0,5000	-0,5000	=	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R' =	0,0000	1,0000	-1,0000	-0,5000	0,5000	=	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
C' =	0,0000	0,0000	1,4142	0,0000	0,0000	=	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
LS' =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071	=	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
RS' =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	-0,7071	=	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

2 Compatibilidad descendente con receptores de bajo coste

Se han identificado dos métodos para lograr la compatibilidad descendente con los receptores sencillos. El primer método exige la utilización del proceso de matrices descrito en el § 1. El receptor de bajo coste requiere únicamente los canales A y B en el caso del sistema 2/0.

El segundo método es aplicable a un sistema de distribución 3/2 discreto es decir, un sistema que no utiliza una matriz de compatibilidad regresiva. Las señales distribuidas se combinan de forma digital mediante las ecuaciones que figuran en el Anexo 4 y sólo se da el número necesario de señales. En el caso de señales fuente codificadas a baja velocidad binaria, la mezcla descendente de las señales 3/2 puede llevarse a cabo antes de la parte de síntesis del proceso de decodificación (donde radica casi toda la complejidad).

ANEXO 4**Mezclado descendente de señales de audio multicanal****1 Señales fuente 3/2**

El Cuadro 2 muestra un conjunto de ecuaciones que pueden utilizarse para mezclar las cinco señales del sistema 3/2 a fin de obtener los formatos: 1/0; 2/0; 3/0; 2/1; 3/1 y 2/2.

CUADRO 2

Ecuaciones de mezclado descendente para material fuente 3/2

Monofonía – formato 1/0	L	R	C	LS	RS
$C' =$	0,7071	0,7071	1,0000	0,5000	0,5000
Estereofonía – formato 2/0	L	R	C	LS	RS
$L' =$	1,0000	0,0000	0,7071	0,7071	0,0000
$R' =$	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,7071
Tres canales – formato 3/0	L	R	C	LS	RS
$L' =$	1,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,0000
$R' =$	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,7071
$C' =$	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Tres canales – formato 2/1	L	R	C	LS	RS
$L' =$	1,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000
$R' =$	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,0000
$S' =$	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071
Cuatro canales – formato 3/1	L	R	C	LS	RS
$L' =$	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
$R' =$	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
$C' =$	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
$S' =$	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071
Cuatro canales – formato 2/2	L	R	C	LS	RS
$L' =$	1,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000
$R' =$	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,0000
$LS' =$	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
$RS' =$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Cabe señalar que el efecto global de estas ecuaciones de mezclado descendente (y matrización de compatibilidad, véase el Anexo 3) dependerá de otros factores tales como las ecuaciones panorámicas y las características del micrófono. Se recomienda realizar más estudios sobre estas interacciones (véase también el Anexo 8).

ANEXO 5

Conversión ascendente

La conversión ascendente es necesaria en los casos en que el número de canales de producción es inferior al de canales disponibles para la reproducción. Un ejemplo típico es un programa estereofónico de dos canales (2/0) que va a presentarse mediante un sistema de reproducción 3/2.

La conversión ascendente supone la generación de los canales «perdidos» en algún lugar de la cadena de difusión. Cuando se realiza este tipo de conversión, deben respetarse normalmente las directrices indicadas a continuación con objeto de que los productores de programas tengan una disposición de referencia. Estas directrices no excluyen la posibilidad de que los fabricantes de receptores implanten técnicas más sofisticadas.

1 Canales frontales

1.1 Cuando va a presentarse un programa monofónico mediante un sistema de reproducción con tres altavoces frontales, la señal monofónica debe aparecer únicamente por el altavoz central. Cuando sólo se dispone de dos altavoces frontales, la señal monofónica debe aparecer por los altavoces izquierdo y derecho con una atenuación de 3 dB.

1.2 Cuando se va a presentar un programa estereofónico mediante un sistema de reproducción con tres altavoces frontales, las señales izquierda y derecha del programa estereofónico deben aplicarse únicamente a los altavoces izquierdo y derecho, respectivamente.

2 Canales panorámicos

2.1 Cuando un programa no tiene señales panorámicas, no deben activarse los altavoces correspondientes.

2.2 Cuando se va a reproducir una señal panorámica determinada por más de un altavoz, debe realizarse una descorrelación entre cada señal de los altavoces. Además, debe aplicarse la atenuación adecuada a cada señal de altavoz de tal manera que el nivel de presión sonora combinada producido por esos altavoces sea equivalente al producido por un solo altavoz frontal alimentado con la misma señal para una posición de escucha de referencia determinada.

3 Canal de datos

En un canal de datos especial en paralelo con el programa debe transmitirse de forma periódica información auxiliar que describa el modo de transmisión (número y tipo de canales transmitidos). Esta información será necesaria para realizar la conversión ascendente en los receptores.

ANEXO 6

Datos adicionales*

Es necesario enviar algunos datos adicionales al receptor de sonido multicanal, para que pueda identificar la configuración de sonido multicanal utilizada y pueda proporcionar a los altavoces las señales necesarias. Junto con la posibilidad de reconfigurar el sistema de sonido multicanal es necesario utilizar de forma flexible los canales de sonido disponibles para cubrir una amplia gama de aplicaciones.

Aún no se han determinado los detalles de los datos adicionales (velocidad binaria, formato de datos, etc.); sin embargo, se han identificado las siguientes aplicaciones que deben contar con la señalización adecuada en el canal de datos:

- configuraciones de sonido multicanal distintas para señalización y control en el programa principal y la conversión (por ejemplo, 5 canales, 3 canales, 2 canales, monofonía);
- indicación de una señal sonora especial para oyentes con dificultades en el oído;
- indicación de una señal de sonido especial para espectadores con dificultades en la vista;
- indicación de programa de audio separado;

* Se necesita realizar estudios ulteriores y recibir contribuciones de las administraciones.

- transporte de información de control de gama dinámica para comprimir o expandir la gama dinámica;
- transporte de caracteres para un servicio de texto;
- utilización flexible de la capacidad de datos atribuible a las señales de audio.

ANEXO 7

Canal de sonidos graves o canal de efecto de baja frecuencia

El objetivo de este canal opcional es permitir a los oyentes que lo seleccionen ampliar el contenido de baja frecuencia del programa reproducido, tanto en términos de frecuencia como de nivel. Es equivalente al canal de reproducción de sonidos graves propuesto por la industria cinematográfica para sus sistemas de sonido digital.

En la industria cinematográfica, el canal de sonidos graves transporta los efectos sonoros de baja frecuencia y alto nivel aplicados a altavoces específicos de baja frecuencia. De esa forma, la magnitud del contenido de baja frecuencia del resto de canales se restringe de manera que los altavoces principales no tienen que tratar estas señales de efectos especiales. Los canales principales de sonido de la película incorporan señales sonoras normales de baja frecuencia pero no a niveles tan elevados. Por consiguiente, su prestación es suficiente si el usuario no exige estos efectos especiales. Esta combinación presenta la ventaja de que la codificación de señales de alto nivel en el canal de sonidos graves puede optimizarse sin que ello afecte a la codificación de los canales principales.

Aunque es sabido que el número de usuarios privados que decidirán utilizar un canal de sonidos graves será más bien reducido, se espera que existan otras futuras aplicaciones del sistema de sonido de TVAD considerado que utilicen más esta opción, por ejemplo, la distribución de señales a las salas cinematográficas.

Sin embargo, el canal de sonidos graves no debe utilizarse para todo el contenido de baja frecuencia de la presentación de sonido multicanal. Dicho canal no es más que una opción en el receptor y, por consiguiente, debe transportar únicamente la información de mejora adicional.

(De forma similar, los canales panorámicos pueden cursar su propia información de baja frecuencia en vez de combinarse con los canales frontales. Esta mezcla en los canales frontales de los sonidos de baja frecuencia es una opción, en el receptor, para disminuir los requisitos de los altavoces panorámicos.)

El canal de sonidos graves debe ser capaz de tratar señales en la gama de 20 Hz a 120 Hz.

Aún es objeto de estudio el nivel al cual debe reproducirse la señal del canal de sonidos graves, con respecto a las señales de los canales principales. Cabe señalar, sin embargo, que la industria cinematográfica está codificando actualmente dicho canal de forma que se necesita una ganancia positiva de 10 a 12 dB en la reproducción. Evidentemente sería útil contar con una norma común a este respecto.

En la codificación de los canales principales no debe contarse con el enmascaramiento proporcionado por el canal de sonidos graves. No obstante, en la codificación de dicho canal puede suponerse un enmascaramiento debido a los sonidos reproducidos de los canales principales.

ANEXO 8

Matrización de compatibilidad y mezclado descendente

En el Anexo 3 aparecen los métodos para proporcionar compatibilidad regresiva y compatibilidad descendente. El Anexo 4 contiene las ecuaciones de mezclado descendente para material fuente 3/2.

Sin embargo, se considera conveniente utilizar los coeficientes de mezclado descendente alternativos para la señales panorámicas LS/RS, dependiendo del tipo del material de programa.

El organismo de radiodifusión debe indicar cuatro coeficientes de mezclado descendente de señal panorámica alternativos:

0,7071

0,5000

0,0000

Reservado

Deben transmitirse datos adicionales para indicar cuál es el coeficiente que debe utilizarse.
