



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# J.52

(07/96)

SERIE J: TRANSMISIONES DE SEÑALES  
RADIOFÓNICAS Y DE TELEVISIÓN

Transmisión digital de señales radiofónicas

---

**Transmisión digital de señales de programas  
sonoros de alta calidad utilizando uno, dos o  
tres canales a 64 kbit/s por señal monofónica  
(y hasta seis por señal estereofónica)**

Recomendación UIT-T J.52

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE J  
TRANSMISIONES DE SEÑALES RADIOFÓNICAS Y DE TELEVISIÓN

Recomendaciones generales	J.1-J.9
Recomendaciones generales relativas a los circuitos para transmisiones radiofónicas	J.10-J.19
Características de funcionamiento de los circuitos radiofónicos	J.20-J.29
Características de los equipos y líneas utilizados para establecer circuitos radiofónicos	J.30-J.39
Características de los equipos de codificación de las señales radiofónicas analógicas	J.40-J.49
<b>Transmisión digital de señales radiofónicas</b>	<b>J.50-J.59</b>
Características de los circuitos para transmisiones de televisión	J.60-J.69
Sistemas para transmisiones de televisión por líneas metálicas e interconexión con radioenlaces	J.70-J.79
Transmisión digital de señales de televisión	J.80-J.89
Recomendaciones específicas a las transmisiones de televisión	J.90-J.99
Transmisión de señales de vídeo, audio y de datos multiplexadas y de señales de nuevos sistemas	J.100-J.109
Servicios interactivos	J.110-J.119

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

## PREFACIO

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

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

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T J.52 ha sido revisada por la Comisión de Estudio 9 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 11 de julio de 1996.

---

### NOTA

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

© UIT 1997

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

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
0 Alcance.....	1
1 Características generales .....	1
2 Formatos de interfaz de red.....	2
3 Sincronización y alineación de trama.....	4
4 Control de errores.....	12
5 Transmisión de datos.....	21
Anexo A – Transmisión digital de señales de programas sonoros de calidad media utilizando un canal a 64 kbit/s (o parte del mismo) .....	24
Apéndice I – Comportamiento del método de corrección de errores sin canal de retorno .....	27

## SUMARIO

El sistema descrito en esta Recomendación hace posible la transmisión de señales sonoras, codificadas mediante los nuevos métodos recomendados por la Comisión de Estudio 10 del UIT-R y normalizadas con arreglo a ISO/CEI 11172-3, por 1 a 6 canales B de la RDSI-BE o por conexiones permanentes con trama de 2048 kbit/s (o 1544 kbit/s). En el caso de transmisión a través de la RDSI-BE, se utiliza la Recomendación H.221 para agregar hasta seis canales B, manteniendo al mismo tiempo la integridad de la secuencia de bits. El texto revisado contiene aclaraciones que reflejan la experiencia adquirida con la implementación de la versión actual de la Recomendación y un nuevo capítulo sobre transmisión de datos asociados a programas en un campo de datos auxiliares de la trama ISO.

## INTRODUCCIÓN

La ISO y la CEI han aprobado la norma internacional 11172-3 para la reducción de la velocidad binaria de las señales de programas sonoros digitales de alta calidad. Con este sistema es posible transmitir señales monofónicas de programas sonoros de alta calidad con velocidades binarias situadas en la gama de 64 a 192 kbit/s. Las señales estereofónicas se codifican en trenes de bits individuales con velocidades binarias situadas en la gama de 128 a 384 kbit/s. Si las señales sonoras codificadas con arreglo a ISO/CEI 11172-3 han de transmitirse por redes de telecomunicaciones, será necesario tener en cuenta las propiedades de las redes. El UIT-T ha aprobado algunas Recomendaciones que describen la estructura y función de los canales a 64 kbit/s para aplicaciones audiovisuales (la Recomendación H.200 contiene una lista de esas Recomendaciones).

La RDSI-BE permite el ensamblaje de canales individuales con una velocidad binaria de 64 kbit/s. Si la velocidad binaria es superior a 64 kbit/s (el doble, el triple, etc.), se necesitan medidas para mantener la secuencia de bits. El equipo que se describe seguidamente permite la transmisión de señales sonoras con codificación de la fuente en canales de la RDSI-BE o en conexiones con velocidades binarias de 2048 kbit/s (o 1544 kbit/s).





## 1.2 Señales entrantes (nivel MIC)

El codificador de la fuente proporciona un tren de bits conforme a ISO 11172-3 (capa I, capa II o capa III). La capa I no se recomienda para aplicaciones de radiodifusión; la estructura de los bloques de la capa II y la capa III con una longitud de bloque de 24 ms (en el caso de una frecuencia de muestreo de 48 kHz) puede verse en la Figura 2.

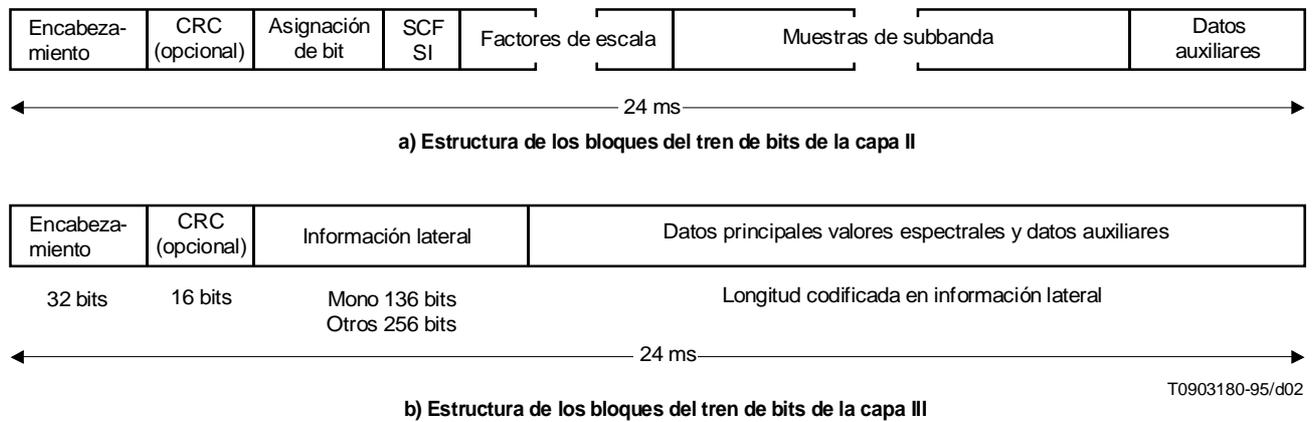


FIGURA 2/J.52

De ser posible, este tren de bits ha de transmitirse sin modificaciones. En la mayoría de los casos esto es imposible por las siguientes razones:

- se necesitan bits de alineación de trama adicionales para la transmisión por los canales RDSI-BA;
- si es menester incluir control de errores a fin de corregir los errores de bit, ha de utilizarse otro nivel jerárquico de codificación.

En el Cuadro 1 se indican las longitudes de trama definidas en ISO 11172-3.

Si el bit de relleno del encabezamiento está puesto a 1, la trama contiene un intervalo de tiempo adicional (1 byte para las capas II y III, 4 bytes para la capa I). La velocidad binaria está codificada con 4 bits (índice de velocidad binaria). La codificación de la velocidad binaria es diferente para las tres capas (véase ISO 11172-3). La capa I y la frecuencia de muestreo de 44,1 kHz no se recomiendan para aplicaciones de radiodifusión.

## 2 Formatos de interfaz de red

Se distingue entre las conexiones por marcación (RDSI) y las conexiones permanentes. Esta distinción consiste en el diferente encaminamiento de varios canales B que constituyen un canal sonoro virtual de más de 64 kbit/s, lo que requiere una compensación por diferencia de retardo en caso de conexiones por marcación.

Se necesitan dos formatos de transmisión:

- la transmisión de *una* señal monofónica/estereofónica utilizando de 1 a 6 canales a 64 kbit/s o un canal H<sub>0</sub> único en una red RDSI conmutada;
- la transmisión de *una o más* señales monofónicas/estereofónicas utilizando, por ejemplo, canales H<sub>0</sub> o H<sub>1</sub> para conexiones permanentes.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Para la transmisión de *una* señal mono/estéreo a una velocidad binaria de 1 a 6 × 64 kbit/s en conexiones permanentes, puede utilizarse la opción de circuito arrendado de la Recomendación X.21. En este caso, la estructura de trama de la Recomendación H.221 es facultativa.

CUADRO 1/J.52

Posibles longitudes de trama en bytes (sin relleno)

Frecuencia de muestreo (Hz)	32 000			44 100			48 000		
Capa	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Velocidad binaria (bit/s)									
32 000	48	144	144	32	104	104	32	96	96
40 000	–	–	180	–	–	130	–	–	120
48 000	–	216	216	–	156	156	–	144	144
56 000	–	252	252	–	182	182	–	168	168
64 000	96	288	288	68	208	208	64	192	192
80 000	–	360	360	–	261	261	–	240	240
96 000	144	432	432	104	313	313	96	288	288
112 000	–	504	504	–	365	365	–	336	336
128 000	192	576	576	136	417	417	128	384	384
160 000	240	720	720	172	522	522	160	480	480
192 000	288	864	864	208	626	626	192	576	576
224 000	336	1008	1008	240	731	731	224	672	672
256 000	384	1152	1152	276	835	835	256	768	768
288 000	432	–	–	312	–	–	288	–	–
320 000	480	1440	1440	348	1044	1044	320	960	960
352 000	528	–	–	380	–	–	352	–	–
384 000	576	1728	–	416	1253	–	384	1152	–
416 000	624	–	–	452	–	–	416	–	–
448 000	672	–	–	484	–	–	448	–	–

NOTA – Una raya «–» en el cuadro significa que la combinación de frecuencia de muestreo, velocidad binaria y capa no está especificada en ISO/CEI 11172-3.

**2.1 Conexiones por marcación (red RDSI con conmutación)**

Con arreglo a la Recomendación I.412 existen las siguientes posibilidades:

- a) *estructuras de interfaz de canal B*
  - i) estructura de interfaz básica: 2 canales B + 1 canal D (16 kbit/s);
  - ii) estructuras de interfaz de canal B a velocidad primaria:
    - velocidad primaria de 1544 kbit/s: 23 B + 1 D (64 kbit/s);
    - velocidad primaria de 2048 kbit/s: 30 B + 1 D (64 kbit/s);
- b) *estructuras de interfaz de canal H:*
  - i) estructura de interfaz de canal H<sub>0</sub> a velocidad primaria:
    - velocidad primaria de 1544 kbit/s: 4 H<sub>0</sub>  
3 H<sub>0</sub> + D
    - velocidad primaria de 2048 kbit/s: 5 H<sub>0</sub> + D

Han de proporcionarse medios apropiados para los siguientes parámetros:

- sincronización de relojes entre el codificador de la fuente y la red;
- sincronización de tiempo (compensación de las diferencias de retardo) entre varios canales B.

## 2.2 Conexiones permanentes

Se utilizan señales a 2048 kbit/s o 1544 kbit/s. La estructura de trama se ajusta a la Recomendación G.704.

Deben considerarse los siguientes parámetros:

- sincronización de relojes entre el codificador de la fuente y la red;
- integridad de la secuencia de octetos dentro de la misma trama;
- asignación de intervalos de tiempo.

## 3 Sincronización y alineación de trama

### 3.1 Conexiones por marcación

Para todos los canales a 64 kbit/s de la estructura de interfaz básica en las conexiones por marcación, debe utilizarse la estructura de trama de la Recomendación H.221, en combinación con la Recomendación H.242. Con la utilización de la estructura de trama de la Recomendación H.221 existe una posibilidad de obtener la sincronización de relojes y la sincronización de tiempo entre un máximo de seis canales B. Esta se proporciona de modo permanente, también en el caso de un cambio del encaminamiento durante la transmisión.

Además, la adición de la estructura de trama H.221 a conexiones por marcación (canal  $H_0$  o 1 a 6 canales B) suministra un canal de control armonizado con otros equipos audiovisuales de la RDSI-BE.

El procedimiento para la **inicialización** de la comunicación al comienzo de una llamada debe ajustarse a la Recomendación H.242 salvo en que, si no se requiere la intercomunicación con terminales de voz a 3 kHz, no es necesario transmitir audio según G.711 durante el periodo transcurrido hasta que se completa la secuencia A. Las capacidades a transmitir durante la secuencia A incluyen valores apropiados del Cuadro A.2/H.221, y una sola instrucción procedente de ese cuadro introduce una conmutación de modo al modo de transmisión sonora requerido.

Se llama particularmente la atención sobre la cláusula 13/H.242 para los casos de transmisión dentro de una red restringida (canales múltiples de 56 kbit/s) y de interfuncionamiento entre redes restringidas y no restringidas. Los terminales de ambos tipos de redes transmitirán dentro de su conjunto de capacidades los valores pertinentes del atributo (110) del Cuadro A.1/H.221.

#### 3.1.1 Estructura de interfaz básica

Para obtener la sincronización conforme a la Recomendación H.221, se necesitan 1,6 kbit/s suplementarios [consistentes en una señal de alineación de trama (FAS, *frame alignment signal*), y una señal de asignación de bits (BAS, *bit-allocation signal*)] por canal de 64 kbit/s, en el primer intervalo de tiempo del canal  $H_0$ .

Para la transmisión de señales de sonido de alta calidad a velocidad binaria reducida, se ha ampliado la Recomendación H.221.

#### 3.1.2 Realización de velocidades binarias no expresamente incluidas en el cuadro de velocidades binarias de ISO/CEI 11172-3

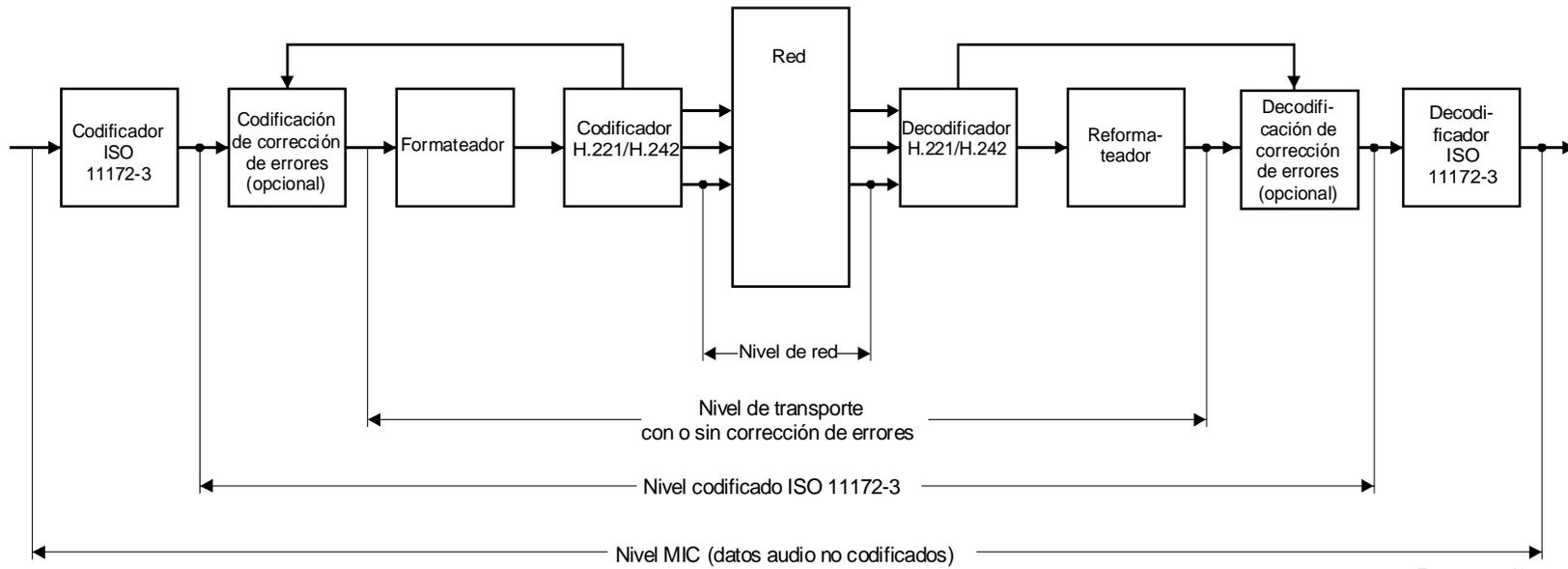
En la Figura 3 están representadas las diferentes secciones del sistema de transmisión. La red proporciona canales de datos de 64 kbit/s cada uno. Si se emplea la estructura de trama H.221 con protección de errores adicional, el codificador ISO 11172-3 no puede utilizar toda la capacidad de canales para los datos de audio.

El tren de bits de ISO/CEI 11172-3 se subdivide en tramas audio correspondientes a una secuencia de 384 muestras audio MIC para la capa I y 1152 muestras audio MIC para la capa II y la capa III. La longitud de la trama audio (véase el Cuadro 1) depende del índice de velocidad binaria, la frecuencia de muestreo y el estado del bit de relleno, información que se suministra en el encabezamiento de la trama audio. La Norma ISO/CEI 11172-3 permite 14 velocidades binarias diferentes, expresamente enumeradas e indicadas mediante el llamado valor de índice de velocidad binaria. Utilizando el índice de velocidad binaria «0000» se puede elegir un formato adicional, el «formato libre», es decir, una longitud de trama audio definida por el usuario.

Pueden seguirse dos procedimientos para obtener una velocidad binaria no incluida de manera explícita en los cuadros de velocidades binarias de ISO/CEI 11172-3. Dichos procedimientos son:

- utilización del campo de datos auxiliares (recomendado para las capa I y II);
- conmutación dinámica de la velocidad binaria (recomendado para la capa III);

El uso de formato libre no se recomienda.



T0903160-95/d03

FIGURA 3/J.52  
**Sistema de transmisión con formato de transporte y con control de errores opcional**

### 3.1.2.1 Utilización del campo de datos auxiliares (recomendado para las capas I y II)

El último campo de una trama de ISO/CEI 11172-3 es el campo de «datos auxiliares», formado por todos los bits que no se utilizan para audio. Se puede garantizar una longitud mínima de este campo limitando la asignación de bits en el codificador. La velocidad binaria deseada se puede obtener seleccionando una velocidad binaria superior a la deseada, habida cuenta de la limitación de ISO/CEI, y eliminando un cierto número de bytes de cada trama. La trama resultante se llama en adelante «trama acortada». Después de la transmisión, se inserta de nuevo el número correcto de bytes de valor 0 para reconstituir las tramas audio conformes a MPEG, llamadas en adelante «tramas largas».

En lo que sigue, se describe un método exacto de obtener la longitud de la trama corta para cada trama de ISO/CEI 11172-3, dadas una determinada velocidad binaria deseada y una determinada frecuencia de muestreo. Una trama de ISO/CEI 11172-3 consta siempre de un número entero de intervalos, de un byte en la capa II y de cuatro bytes en la capa I. El número de intervalos de una trama corta se ha de calcular utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Capa II: } N = 144 \frac{\text{velocidad binaria deseada}}{\text{frecuencia de muestreo}}$$

$$\text{Capa I: } N = 12 \frac{\text{velocidad binaria deseada}}{\text{frecuencia de muestreo}}$$

Si con el cálculo anterior se obtiene un número no entero, se trunca el resultado y se precisa relleno. En este caso, el número de intervalos de una trama variará entre  $N$  y  $N + 1$ . El bit de relleno se pone a «0» si el número de intervalos es igual a  $N$  y, en otro caso, se pone a «1».

El relleno debería ser aplicado al tren de bits de tal manera que la longitud acumulada de las tramas codificadas, después de un cierto número de tramas audio, no se desvíe en más de (+0, -1 intervalos) del valor cuyo cálculo se indica a continuación, en donde *velocidad binaria* es la velocidad binaria deseada:

$$\text{Longitud de trama acumulada} = \sum_{\text{primera trama}}^{\text{trama en curso}} \frac{(\text{tamaño de trama})(\text{velocidad binaria})}{\text{frecuencia de muestreo}}$$

siendo el tamaño de trama igual a 384 para la capa I y 1152 para la capa II.

Para determinar si se utiliza o no el relleno se puede aplicar el método siguiente, descrito en sintaxis C:

for 1st audio frame:

rest = 0

padding = no;

for each subsequent audio frame:

if (Layer = 1) dif = (12 \* bit rate) % sampling frequency;

else dif = (144 \* bit rate) % sampling frequency;

rest = rest - dif;

if (rest < 0) {

padding = yes;

rest = rest + sampling frequency;

}

else padding = no;

Si el bit de relleno se modifica (P1 → P2 en la Figura 4), se ha de calcular de nuevo el valor de la verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*) de ISO.

Se señala que el tren de bits resultante de tramas cortas se parece mucho a un tren de bits de formato libre de ISO/CEI 11172-3. Las diferencias se hallan en el valor del índice de velocidad binaria (que es «0000» en el modo formato libre) y en los cuadros de asignación de bits para algunas combinaciones de frecuencia de muestreo y velocidad

binaria. Conviene señalar que en una realización integrada de codificador audio MPEG, formateador y codificador de la Recomendación H.221, es posible aplicar un codificador audio MPEG especial que genere directamente las tramas cortas.

En el extremo de recepción, la salida del decodificador de la Recomendación H.221 serán las tramas cortas. Para regenerar las tramas largas ha de aplicarse el procedimiento que se indica a continuación. El número de intervalos y la secuencia de relleno de las tramas largas se ha de calcular de la misma manera que se ha descrito antes para las tramas cortas, pero ahora con la velocidad binaria que corresponde al índice de velocidad binaria en el encabezamiento de ISO/CEI 11172-3. En el bit de relleno de las tramas cortas se ha de sobrescribir el valor del bit de relleno calculado para la trama larga (este valor será siempre de cero para frecuencias de muestreo de 32 y 48 kHz) y la trama corta se ha de completar con intervalos de valor hasta alcanzar la longitud total de la trama larga.

Cuando sea preciso cambiar el bit de relleno (P2 → P3 en la Figura 4), se aplicará el siguiente procedimiento:

- si la verificación CRC de ISO no indica errores, se calcula de nuevo CRC de ISO en base al bit de relleno de la trama larga regenerada;
- de no ser así, se transmite la CRC de ISO tal como ha sido recibido.

Conviene señalar que en una realización integrada de decodificador de la Recomendación H.221, reformateador y decodificador ISO, podría no ser necesario reconstruir las tramas largas, sino aplicar un decodificador audio MPEG especial que actúe directamente sobre las tramas cortas. Si se han de transmitir datos auxiliares, tales como los datos asociados al programa (PAD, *programme associated data*), datos de control de errores o CRC de factores de escala junto con los datos audio, la asignación de bits del codificador se habrá de limitar todavía más para permitir la inserción de estos datos en las tramas cortas.

La Figura 4 muestra cómo pueden obtenerse velocidades binarias no enumeradas expresamente a partir de una trama conforme a MPEG.

### 3.1.2.2 Conmutación dinámica de la velocidad binaria (recomendada para la capa III)

Para la capa III, la longitud de la trama audio puede modificarse dinámicamente de una trama a otra. Empleando este método, pueden utilizarse, en promedio, velocidades binarias adicionales que no están enumeradas en el cuadro de velocidades binarias de ISO/CEI 11172-3. La secuencia de tramas con diferentes velocidades binarias que es necesaria para realizar la velocidad binaria requerida, denominada periodo de conmutación (P), ha de determinarse en el codificador. Para ello ha de aplicarse la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad binaria}_{\text{/kbit/s}} = \text{Longitud de trama media}_{\text{/bits}} \times \text{Frecuencia de muestreo}_{\text{/kHz}} / 1152$$

Por ejemplo, para una velocidad binaria de 62,4 kbit/s y una frecuencia de muestreo de 48 kHz debe utilizarse una secuencia de una trama que contenga 168 bytes = 1344 bits (correspondiente a una velocidad binaria de 56 kbit/s) y cuatro tramas que contengan 192 bytes (correspondientes a una velocidad binaria de 64 kbit/s). Esta secuencia resulta en una longitud de trama media de 187,2 bytes = 1497,6 bits. En el Cuadro 3 se indica el periodo de conmutación (P), la longitud de una trama corta (L1) y la de una trama larga (L2). I1 e I2 son, respectivamente, el número de tramas de longitud L1 y L2 dentro de un periodo de conmutación P. Cuando se emplean los modos de control de errores 2 y 3, se ha de tener en cuenta la suma de los bits utilizados en la codificación según la Recomendación H.221 y en el control de errores para la velocidad binaria media.

Si se utiliza una trama larga, algunos bits pueden almacenarse en la memoria interna y utilizarse para la trama siguiente, si es necesario, a fin de alcanzar una velocidad binaria media constante para la codificación.

Ejemplo: velocidad binaria media de 62,4 kbit/s, frecuencia de muestreo de 48 kHz

Índice de velocidad binaria	Bits utilizados para la codificación	Bits almacenados/tomados de la memoria intermedia
«64 000»	1497	39
«64 000»	1497	39
«64 000»	1498	38
«64 000»	1498	38
«56 000»	1498	-154

Se ha de tomar en consideración una secuencia de conmutación casi arbitraria, especialmente en el modo de funcionamiento asíncrono.

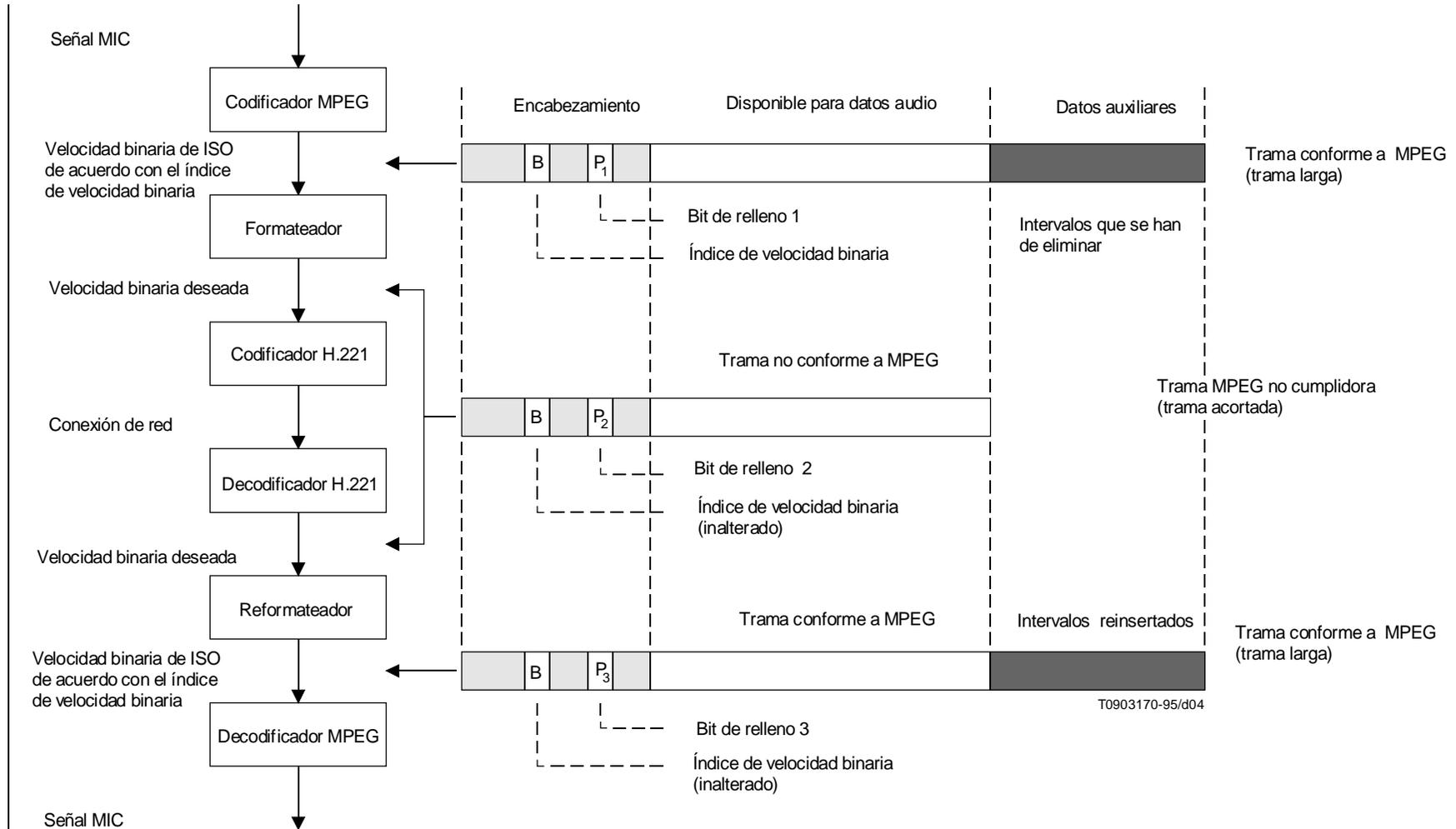


FIGURA 4/J.52

Método del campo de datos auxiliares para realizar una velocidad binaria no enumerada expresamente (obligatorio para J.52)

### 3.1.2.3 Ejemplo

Los Cuadros 2 y 3 contienen los detalles para una adaptación de las velocidades binarias expresamente enumeradas en ISO/CEI 11172-3 a la velocidad binaria del canal disponible aplicando los métodos «utilización del campo de datos auxiliares» y «conmutación dinámica de la velocidad binaria». El contenido de los cuadros es como sigue:

- *Canales:* Número de canales a 64 kbit/s utilizados.
- *Modo:*
  - Dentro de banda Se utiliza estructura de trama de la Recomendación H.221 dentro de cada subcanal.
  - Dentro de banda 56k Se utiliza estructura de trama de la Recomendación H.221 dentro de cada canal a 56 kbit/s.
- *Velocidad binaria deseada* Velocidad de datos disponible para los datos audio de ISO/CEI 11172-3.

En el Cuadro 2 se dan los valores siguientes.

- L Longitud de trama larga (tal como se define en la Norma ISO/CEI 11172-3)
- S Longitud de una trama acortada

CUADRO 2/J.52

**Adaptación de las velocidades binarias expresamente enumeradas en ISO/CEI 11172-3 a la velocidad binaria deseada (ejemplos para la capa II)**

Canales	Modo	Velocidad de datos deseada	Frecuencia de muestreo					
			32 kHz		44,1 kHz		48 kHz	
			L	S	L	S	L	S
1	Dentro de banda	62 400	192	187	208	203	288	280
2	Dentro de banda	124 800	384	374	417	407	576	561
3	Dentro de banda	187 200	576	561	626	611	864	842
4	Dentro de banda	249 600	768	748	835	815	1152	1123
5	Dentro de banda	312 000	960	936	1044	1018	1440	1404
6	Dentro de banda	374 400	1152	1123	1253	1222	1728	1684
2	Dentro de banda 56k	108 800	336	326	365	355	504	489

En el Cuadro 3 se dan los valores siguientes:

- L1 Longitud de trama nominal para una trama corta (como se define en ISO/CEI 11172-3)
- L2 Longitud de trama nominal para una trama larga (como se define en ISO/CEI 11172-3)
- I1 Número de tramas que utilizan L1
- I2 Número de tramas que utilizan L2
- P Periodo de conmutación de longitud de trama
- dL Longitud de trama media

El Cuadro 3 es válido para una frecuencia de muestreo de 48 kHz.

### 3.2 Transmisión en conexiones permanentes

La estructura de una trama de 2048 kbit/s consiste en 32 intervalos de tiempo (TS, *time slots*) con una capacidad de 64 kbit/s cada uno. La estructura de una trama de 1544 kbit/s consiste en 24 TS, con la misma capacidad de 64 kbit/s.

CUADRO 3/J.52

**Adaptación de las velocidades binarias expresamente enumeradas en ISO/CEI 11172-3 a la velocidad binaria deseada (ejemplos para la capa III)**

Canales	Modo	Velocidad de datos deseada	L1 (bytes)	I1	L2 (bytes)	I2	P	dL
1	Dentro de banda	62 400	168	1	192	4	5	187,2
2	Dentro de banda	124 800	336	1	384	4	5	374,4
3	Dentro de banda	187 200	480	3	576	17	20	561,6
4	Dentro de banda	249 600	672	1	768	4	5	748,8
5	Dentro de banda	312 000	768	1	960	7	8	936
2	Dentro de banda 56	108 800	288	1	336	4	5	326,4

Para la alineación de trama se utiliza el TS 0. En las tramas a 2 Mbit/s, el TS 16 se reserva para la señalización y otros propósitos vinculados con la red. En caso de señalización asociada al canal, es posible la transmisión de canales de datos de baja velocidad (asociados con canales de sonido) en el TS 16.

Cuando se emplean los modos de control de errores 1, 2 ó 3, debe contarse con capacidad para redundancia. Esta capacidad:

- o bien se toma del campo de datos auxiliares (véase 3.1.2.1);
- o bien se proporciona mediante la conmutación dinámica de la velocidad binaria (véase 3.1.2.2).

En las conexiones a 2 Mbit/s (o 1,5 Mbit/s) existen dos modos de funcionamiento, un modo multiplex flexible y un modo multiplex fijo. En el modo multiplex flexible, sólo el intervalo de tiempo TS 1 tiene la trama H.221 y todos los demás TS están exentos de trama y pueden transmitir la plena capacidad de 64 kbit/s. En el modo multiplex fijo, todos los TS pueden transmitir la capacidad íntegra de 64 kbit/s sin trama H.221. Los canales están asignados en un orden fijo.

### 3.2.1 Multiplex flexible

En este modo multiplex flexible se utiliza la extensión de bytes múltiples (MBE, *multiple byte extension*) (véase la Recomendación H.221). El TS 1 tiene una estructura de trama conforme a la Recomendación H.221. No ha de utilizarse para la transmisión de señales de sonido, pero contiene FAS y BAS y puede emplearse para la transmisión de un canal de la Recomendación G.722 y/o datos de baja velocidad (LSD, *low-speed data*). Las señales audio se transmiten en los TS 2 a 15 y 17 a 31 para sistemas de 32 intervalos de tiempo, o en los TS 2 a 23 para los de 24.

Cada TS, con excepción del TS 1, es un canal no entramado a 64 kbit/s con la plena capacidad, lo que significa que es posible transmitir:

- 64 kbit/s en un TS;
- 128 kbit/s en dos TS;
- 192 kbit/s en tres TS, etc.

Cuando se transmiten más de 64 kbit/s, dos o más TS constituyen un canal virtual.

En la Recomendación H.221 se proporcionan los detalles relativos al control y la señalización (intercambio de capacidades, intercambio de instrucciones).

### 3.2.2 Multiplex fijo

El modo multiplex fijo se establece por medio de tramas a 2048 kbit/s conforme a la Recomendación G.704 y en principio los intervalos de tiempo podrían asignarse individualmente.

En caso de que se transmita a más de 64 kbit/s, dos o más intervalos de tiempo constituyen un canal virtual.

Si la trama es conforme a la Recomendación G.735 o a la Recomendación UIT-T G.737 se recomiendan las siguientes asignaciones de intervalos de tiempo (véanse los Cuadros 4-1 y 4-2):

CUADRO 4-1/J.52

	A	B	C	D	E
1	1 – 17	4 – 20	7 – 23	10 – 26	13 – 29
2	2 – 18	5 – 21	8 – 24	11 – 27	14 – 30
3	3 – 19	6 – 22	9 – 25	12 – 28	15 – 31

NOTA – Los quince canales a 128 kbit/s posibles en un tren de 2048 kbit/s se numeran de A1 a E3. De preferencia deberían utilizarse para la transmisión estereofónica los pares de canales A1-A2, A2-A3, A3-B1, ... E2-E3 o bien como un canal a 256 kbit/s.

TABLEAU 4-2/J.52

	A	B	C	D	E
a	1 – 2 – 3	4 – 5 – 6	7 – 8 – 9	10 – 11 – 12	13 – 14 – 15
b	17 – 18 – 19	20 – 21 – 22	23 – 24 – 25	26 – 27 – 28	29 – 30 – 31

NOTA – Los diez canales a 192 kbit/s posibles en un tren a 2048 kbit/s se numeran de Aa a Eb. De preferencia deberían utilizarse para la transmisión estereofónica los pares de canales Aa-Ab, Ba-Bb, Ca-Cb, Da-Db y Ea-Eb o bien como un canal a 384 kbit/s.

Si la trama es conforme a la Recomendación G.738 se recomiendan las siguientes asignaciones de intervalos de tiempo para el establecimiento de canales a 320 kbit/s (véase el Cuadro 4-3):

CUADRO 4-3/J.52

A	B	C	D	E	F
1 – 2 – 3 – 4 – 5	6 – 7 – 8 – 9 – 10	11 – 12 – 13 – 14 – 15	17 – 18 – 19 – 20 – 21	22 – 23 – 24 – 25 – 26	27 – 28 – 29 – 30 – 31

### 3.3 Sincronización de las frecuencias de muestreo para la frecuencia de reloj

En los sistemas de transmisión en tiempo real, es de gran importancia la correcta sincronización del codificador y el decodificador. Puede emplearse un modo de funcionamiento síncrono o asíncrono.

#### 3.3.1 Modo de funcionamiento síncrono

De ordinario, el sistema de transmisión proporciona el reloj maestro en ambos lados, es decir, que los relojes de muestreo a la entrada y a la salida del sistema están sincronizados por el reloj de transmisión (véase la Figura 5). Por consiguiente, con entradas audio digitales, la fuente audio ha de sincronizarse con este último, o ha de utilizarse un convertidor de velocidad de muestreo.

#### 3.3.2 Modo de funcionamiento asíncrono

El reloj de muestreo de la entrada audio es asíncrono con respecto al reloj de la red. El códec ha de adaptar al reloj de la red la relación entre la frecuencia de muestreo y la velocidad binaria.

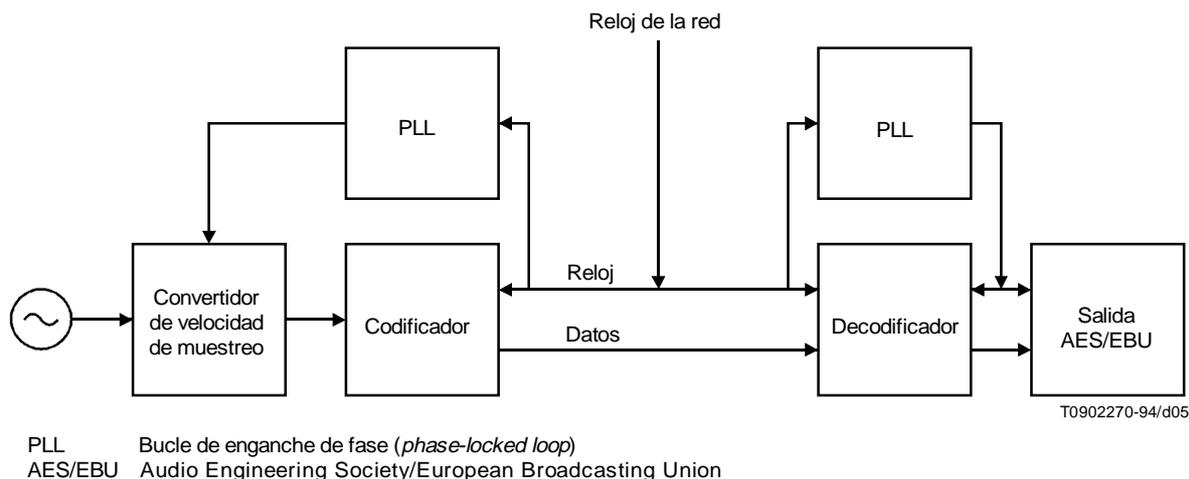


FIGURA 5/J.52  
**Modo de funcionamiento síncrono**

Con la capa III, puede emplearse cualquier velocidad binaria. Por tanto, es posible un funcionamiento totalmente asíncrono. El codificador cuenta el número de bits de datos que se han transmitido dentro de un cierto periodo de tiempo y lo compara con el número objetivo (la velocidad de datos nominal multiplicada por el periodo de tiempo). Si el número de bits de datos es demasiado bajo, el codificador utilizará para la vez siguiente una trama con una velocidad de datos menor, y viceversa. Aplicando un método similar, el decodificador controla la frecuencia de muestreo para hacer coincidir su valor con el del codificador (véase la Figura 6).

Si se emplea la estructura de trama de la Recomendación H.221, también es posible el modo de funcionamiento asíncrono para la capa II, utilizando relleno (con excepción de la velocidad de datos de 320 kbit/s).

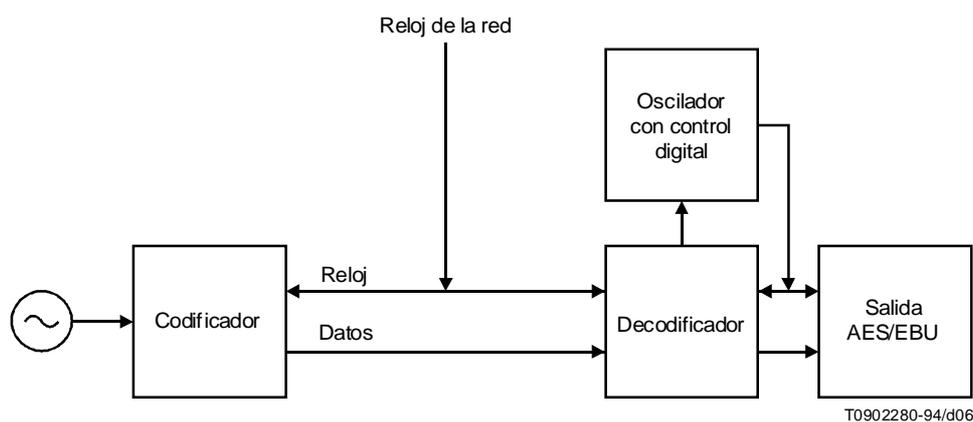


FIGURA 6/J.52  
**Modo de funcionamiento asíncrono**

#### 4 Control de errores

El empleo del código de control de errores ISO en la señal audio con codificación de la fuente es obligatorio para la aplicación de transmisión (los bits de la CRC permiten la detección de errores en el encabezamiento y en las partes más importantes de la información de extremo).

Si se aplica la Recomendación H.221, ha de utilizarse el procedimiento de verificación por redundancia cíclica de 4 bits (CRC 4). Tanto la CRC de ISO como la CRC 4 permiten detectar errores, pero no corregirlos. De ser menester, puede aplicarse además un procedimiento de corrección de errores.

Se proporcionan los siguientes cuatro modos de control de errores:

- Modo 0: Sólo CRC de ISO
- Modo 1: Control de errores desigual                      redundancia típica  $r \approx 1,0\%$
- Modo 2: Control de errores uniforme bajo              redundancia típica  $r \approx 2,5\%$
- Modo 3: Control de errores uniforme alto              redundancia típica  $r \approx 10\%$

El control de errores se realiza mediante:

- la corrección de errores por un código Reed-Solomon,
- la ocultación de errores con la CRC 16.

Si el código Reed-Solomon (código RS) está sobrecargado, ha de emplearse la ocultación de errores basada en la CRC 16 de la ISO. Los modos de control de errores 1, 2 y 3 utilizan el mismo sistema de codificación.

- Longitud del símbolo:  $m = 8$  bits (1 byte)
- Longitud de palabra de código:  $N$  byte (variable)
- Dimensión de código:  $K = N - 4$  bytes
- Polinomio generador de campo:  $f(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$
- Polinomio generador de código: 
$$g(x) = \prod_{i=1}^4 (x + \alpha^{125+i})$$
  
$$= x^4 + \alpha^{201}x^3 + \alpha^{246}x^2 + \alpha^{201}x + 1$$

Un byte de datos ( $d_7, d_6, \dots, d_1, d_0$ ) se identifica con el elemento:

$$d_7\alpha^7 + d_6\alpha^6 + \dots + d_1\alpha + d_0 \text{ en (Galois Field) (256)}$$

Para el cálculo del código RS y la transmisión de la redundancia, se transmiten en primer lugar el byte más significativo y el bit más significativo de un byte ( $d_7$ ).

#### 4.1 Corrección de errores desigual (sólo capa II)

En cualquier trama la corrección de errores se aplica a:

- los bits 16 a 31 del encabezamiento;
- los bits de control CRC;
- los bits de asignación de bits;
- el número máximo de bits en:
  - la información de selección del factor de escala;
  - los factores de escala.

Las demás partes de la señal no están protegidas.

Las señales de un canal único siempre utilizan una palabra de código Reed-Solomon por trama. Las señales de canales estereofónicos y dobles de bajas velocidades binarias utilizan también una palabra de código Reed-Solomon por trama, y en el caso de altas velocidades binarias, dos (véanse los Cuadros 5, 6 y 7).

Si hay dos palabras de código, éstas se intercalan byte por byte de acuerdo con el esquema siguiente: el primer byte transmitido es el primer byte de la palabra de código 1, y el segundo, el primer byte de la palabra de código 2; el tercer byte transmitido es el segundo byte de la palabra de código 1, y así sucesivamente. Esto significa que la información propiamente dicha no es objeto de intercalación.

Redundancia de código  $r_{\text{code}} = \frac{4}{N} 100 (\%)$

Redundancia por trama  $r_{\text{trama}} = 4 \frac{\text{palabras de código por trama}}{\text{bytes por trama}} 100 (\%)$

CUADRO 5/J.52

**Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 48 kHz  
(Modo de control de errores desigual – modo 1 – para la capa II únicamente)**

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	Canal único				Canal estereofónico o doble			
		N.º de palabras de código	K (bytes)	$r_{code}$ (%)	$r_{trama}$ (%)	N.º de palabras de código	K (bytes)	$r_{code}$ (%)	$r_{trama}$ (%)
32	96	1	28	12,5	4,2	–	–	–	–
48	144	1	28	12,5	2,8	–	–	–	–
56	168	1	83	4,6	2,4	–	–	–	–
64	192	1	83	4,6	2,1	1	51	7,3	2,1
80	240	1	83	4,6	1,7	–	–	–	–
96	288	1	83	4,6	1,4	1	51	7,3	1,4
112	336	1	83	4,6	1,2	2	81	4,7	2,4
128	384	1	83	4,6	1,0	2	81	4,7	2,1
160	480	1	83	4,6	0,8	2	81	4,7	1,7
192	576	1	83	4,6	0,7	2	81	4,7	1,4
224	672	–	–	–	–	2	81	4,7	1,2
256	768	–	–	–	–	2	81	4,7	1,0
320	960	–	–	–	–	2	81	4,7	0,8
384	1152	–	–	–	–	2	81	4,7	0,7

CUADRO 6/J.52

**Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz  
(Modo de control de errores desigual – modo 1 – para la capa II únicamente)**

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	Canal único				Canal estereofónico o doble			
		N.º de palabras de código	K (bytes)	r <sub>code</sub> (%)	r <sub>trama</sub> (%)	N.º de palabras de código	K (bytes)	r <sub>code</sub> (%)	r <sub>trama</sub> (%)
32	104,5	1	28	12,5	3,8	–	–	–	–
48	156,7	1	28	12,5	2,6	–	–	–	–
56	182,9	1	83	4,6	2,2	–	–	–	–
64	209,0	1	83	4,6	1,9	1	51	7,3	1,9
80	261,2	1	83	4,6	1,5	–	–	–	–
96	313,5	1	91	4,2	1,3	1	51	7,3	1,3
112	365,7	1	91	4,2	1,1	2	81	4,7	2,2
128	418,0	1	91	4,2	1,0	2	81	4,7	1,9
160	522,4	1	91	4,2	0,8	2	81	4,7	1,5
192	626,9	1	91	4,2	0,6	2	89	4,3	1,3
224	731,4	–	–	–	–	2	89	4,3	1,1
256	835,9	–	–	–	–	2	89	4,3	1,0
320	1044,9	–	–	–	–	2	89	4,3	0,8
384	1253,9	–	–	–	–	2	89	4,3	0,6

CUADRO 7/J.52

**Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 32 kHz  
(Modo de control de errores desigual – modo 1 – para la capa II únicamente)**

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	Canal único				Canal estereofónico o doble			
		N.º de palabras de código	K (bytes)	r <sub>code</sub> (%)	r <sub>trama</sub> (%)	N.º de palabras de código	K (bytes)	r <sub>code</sub> (%)	r <sub>trama</sub> (%)
32	144	1	39	9,3	2,8	–	–	–	–
48	216	1	39	9,3	1,9	–	–	–	–
56	252	1	83	4,6	1,6	–	–	–	–
64	288	1	83	4,6	1,4	1	74	5,1	1,4
80	360	1	83	4,6	1,1	–	–	–	–
96	432	1	91	4,2	0,9	1	74	5,1	0,9
112	504	1	91	4,2	0,8	2	81	4,7	1,6
128	576	1	91	4,2	0,7	2	81	4,7	1,4
160	720	1	91	4,2	0,6	2	81	4,7	1,1
192	864	1	91	4,2	0,5	2	89	4,3	0,9
224	1008	–	–	–	–	2	89	4,3	0,8
256	1152	–	–	–	–	2	89	4,3	0,7
320	1440	–	–	–	–	2	89	4,3	0,6
384	1728	–	–	–	–	2	89	4,3	0,5

## 4.2 Corrección de errores uniforme (sólo las capas II y III)

El código RS antes definido se utiliza para proteger una trama completa. El control de errores más potente del modo 3 se obtiene utilizando un mayor número de palabras de código, más cortas, por trama. Las L palabras de código por trama se intercalan, a fin de aumentar la capacidad de corrección de errores cuando se producen ráfagas de éstos. Mediante este simple sistema de codificación sólo se necesita una realización de codificador, una realización de decodificador y un intercalador flexible para todas las aplicaciones consideradas en la presente subcláusula. Véase la Figura 7 para los ejemplos.

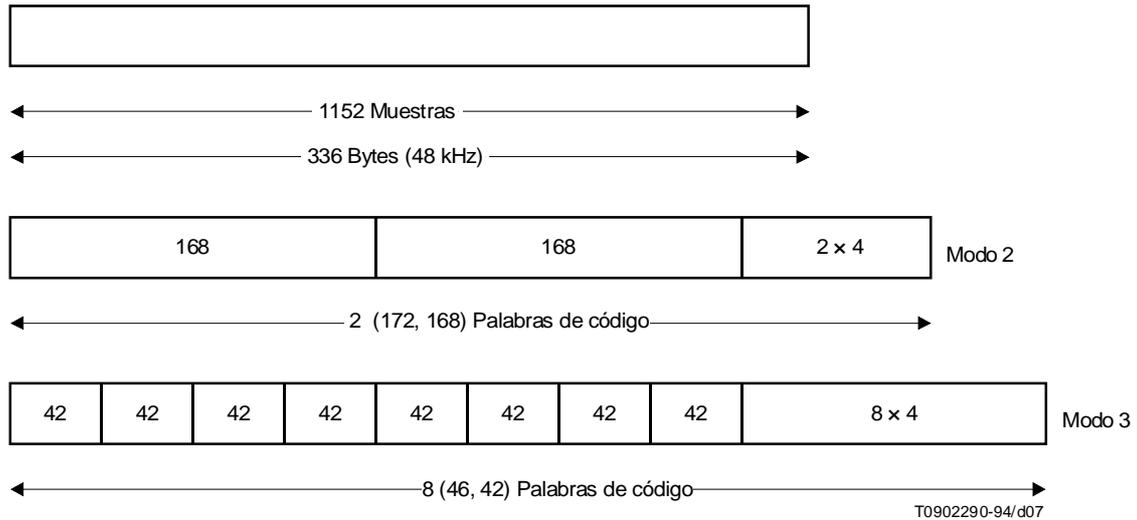


FIGURA 7/J.52

### Ejemplos del sistema de codificación antes de la intercalación

En los Cuadros 8, 9 y 10 se indica la longitud de código N y el número L de palabras de código por trama, para las frecuencias de muestreo de 48 kHz, 44,1 kHz y 32 kHz y para diferentes velocidades binarias.

En muchos casos, se necesitan en cada trama dos longitudes de código diferentes, N y N - 1. El número de palabras de código de longitud N se designa  $L_N$  y el número de palabras de código de longitud N - 1 se designa  $L_{N-1}$ , donde  $L = L_N + L_{N-1}$ . La redundancia es:

$$r = \frac{4L}{N \cdot \text{° de bytes por trama}}$$

Para la capa III, el código RS se calcula en base a la longitud de la trama ISO teniendo en cuenta el bit de relleno. Si se fija el bit de relleno, se produce la siguiente modificación:

$$\text{para } L_{N-1} > 0: \quad L_N = L_N + 1 \quad L_{N-1} = L_{N-1} - 1,$$

$$\text{para } L_{N-1} = 0: \quad N = N + 1 \quad L_N = 1 \quad L_{N-1} = L - 1$$

Los detalles del comportamiento de estos métodos pueden verse en el Apéndice I.

CUADRO 8/J.52

## Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 48 kHz

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	N	Número de palabras de código			r (%)	N	Número de palabras de código			r (%)
			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>	
32	96	100	1	1	0	4,17	52	2	2	0	8,33
40	120	124	1	1	0	3,33	44	3	3	0	10,00
48	144	148	1	1	0	2,78	52	3	3	0	8,33
56	168	172	1	1	0	2,38	46	4	4	0	9,52
64	192	196	1	1	0	2,08	43	5	2	3	10,42
80	240	244	1	1	0	1,67	44	6	6	0	10,00
96	288	148	2	2	0	2,78	46	7	1	6	9,72
112	336	172	2	2	0	2,38	46	8	8	0	9,52
128	384	196	2	2	0	2,08	47	9	6	3	9,38
160	480	164	3	3	0	2,50	44	12	12	0	10,00
192	576	196	3	3	0	2,08	46	14	2	12	9,72
224	672	172	4	4	0	2,38	44	17	9	8	10,12
256	768	158	5	3	2	2,60	45	19	8	11	9,09
320	960	164	6	6	0	2,50	44	24	24	0	10,00
384	1152	169	7	4	3	2,43	44	29	21	8	10,07
Modo 2							Modo 3				

CUADRO 9/J.52

## Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	N	Número de palabras de código			r (%)	N	Número de palabras de código			r (%)
			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>	
32	104,4	108	1	1	0	3,83	56	2	2	0	7,66
40	130,6	134	1	1	0	3,06	48	3	1	2	9,19
48	156,7	160	1	1	0	2,55	43	4	4	0	10,21
56	182,8	186	1	1	0	2,19	50	4	2	2	8,75
64	208,9	212	1	1	0	1,91	46	5	3	2	9,57
80	261,2	135	2	1	1	3,06	48	6	3	3	9,19
96	313,4	161	2	1	1	2,55	44	8	1	7	10,21
112	365,7	187	2	1	1	2,19	45	9	5	4	9,84
128	417,9	213	2	1	1	1,91	46	10	7	3	9,57
160	522,4	178	3	1	0	2,30	45	13	2	11	9,95
192	626,9	161	4	2	2	2,55	46	15	11	4	9,57
224	731,4	187	4	3	1	2,19	45	18	11	7	9,84
256	835,9	171	5	5	0	2,39	44	21	16	5	10,05
320	1044,8	178	6	6	0	2,30	45	26	4	22	9,95
384	1253,8	161	8	5	3	2,55	45	31	13	18	9,89
Modo 2							Modo 3				

CUADRO 10/J.52

Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 32 kHz

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	N	Número de palabras de código			r (%)	N	Número de palabras de código			r (%)
			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>	
32	144	148	1	1	0	2,78	52	3	3	0	8,33
40	180	184	1	1	0	2,22	49	4	4	0	8,89
48	216	220	1	1	0	1,85	48	5	1	4	9,26
56	252	130	2	2	0	3,17	46	6	6	0	9,52
64	288	148	2	2	0	2,78	46	7	1	6	9,72
80	360	184	2	2	0	2,22	44	9	9	0	10,00
96	432	148	3	3	0	2,78	44	11	3	8	10,19
112	504	172	3	3	0	2,38	46	12	12	0	9,52
128	576	196	3	3	0	2,08	46	14	2	12	9,72
160	720	184	4	4	0	2,22	44	18	18	0	10,00
192	864	177	5	4	1	2,31	46	21	3	18	9,72
224	1008	172	6	6	0	2,38	45	25	8	17	9,92
256	1152	169	7	4	3	2,43	44	29	21	8	10,07
320	1440	164	9	9	0	2,50	44	36	36	0	10,00
384	1728	162	11	1	10	2,55	45	43	8	35	9,95
Modo 2							Modo 3				

4.2.1 Cálculo del código RS para la capa II, utilizando el método del campo de datos auxiliares

En este caso se reservan intervalos en la capacidad de las tramas ISO de acuerdo con 3.1.2.1. Véase la Figura 8.

R<sub>h</sub> es el número entero de bytes que se han de eliminar a efectos de la estructura de trama de la Recomendación H.221 y R<sub>rs</sub> es el número entero de bytes que se han de reservar para el cálculo del código RS de acuerdo con los Cuadros 5, 6, 7, 8, 9 y 10. Si no se utiliza la estructura de trama de la Recomendación H.221, R<sub>h</sub> = 0.

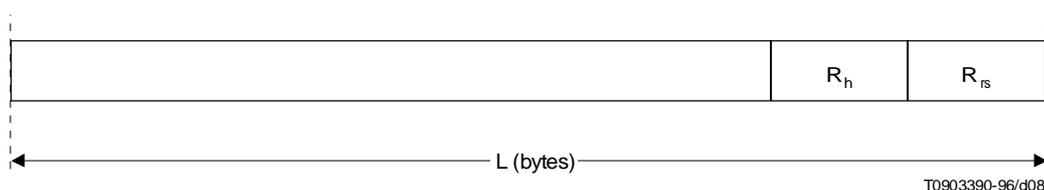


FIGURA 8/J.52

Trama audio con intervalos reservados para J.52 y FEC

El código RS se calcula según el siguiente procedimiento:

- los campos R<sub>h</sub> y R<sub>rs</sub> se fijan a cero;
- el código de redundancia se calcula de acuerdo con la cláusula 4 para las palabras definidas en los Cuadros 5, 6, 7, 8, 9 y 10 en las tramas completas, incluyendo los bytes L definidos en el Cuadro 2. L es la longitud de la trama ISO según el Cuadro 2.

Debido a las diferencias entre longitudes de trama audio y H.221, el byte de relleno se fija de vez en cuando de conformidad con la descripción efectuada en 3.1.2.1.

En el caso de fijación del bit de relleno en la trama, para mantener los parámetros de la corrección de errores sin canal de retorno (FEC, *forward error correction*) del código RS iguales a los parámetros de las tramas que no utilizan el bit de relleno, se fija  $(R_{rs} + R_h) - 1$  intervalo (1 intervalo = 1 byte para la capa II y 4 bytes para la capa I) a cero al final de la trama y se calcula la FEC en la totalidad de la trama (longitud = L bytes de acuerdo con el Cuadro 2).

En este caso se protege también el intervalo adicional perteneciente a la información audio.

#### 4.2.2 Intercalación

Se propone la intercalación por bloques, en la que el primer byte transmitido es el primer byte de la primera palabra de código, el segundo byte transmitido es el primer byte de la segunda palabra de código, etc. En la Figura 8 puede verse el esquema de intercalación.

La intercalación se efectúa de modo tal que el byte  $(i + k \cdot L)$ -ésimo de cada trama sea el  $(k + 1)$ -ésimo byte de información inalterado de la  $i$ -ésima palabra de código con los siguientes convenios:

- i:  $i$ -ésima palabra de código ( $i = 1, 2, \dots, L$ )
- k:  $k$ -ésimo bit de la palabra de código ( $k = 0, 1, \dots, N - 5$ )
- L: Número de palabras de código
- N: Longitud de la palabra de código

La codificación de cada trama comienza con la codificación de las  $L_N$  palabras de código de N bytes de longitud.

El efecto de este esquema de intercalación por bloques y la codificación sistemática es que el orden y los valores de los bytes de información transmitidos no resultan afectados por el proceso de intercalación ni por el de codificación. Los  $4L$  bytes redundantes adicionales, calculados en el codificador RS, se transmiten al final de cada trama.

En la Figura 9 se dan ejemplos de este esquema de intercalación.

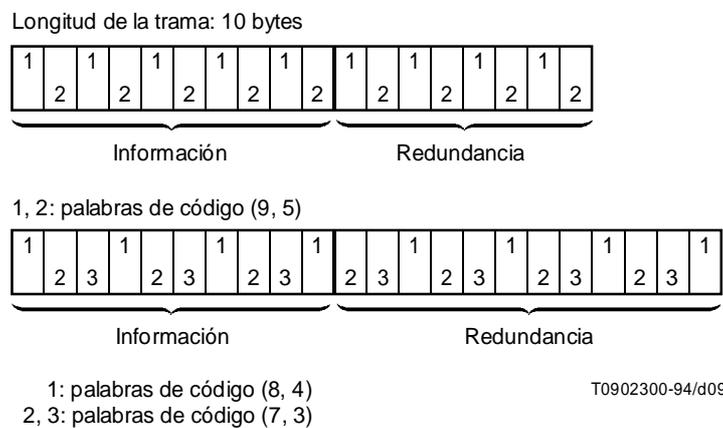


FIGURA 9/J.52  
**Esquema de intercalación**

#### 4.3 Posición de la redundancia

En todos los casos, la redundancia para la corrección de errores se inserta inmediatamente antes del encabezamiento y corresponde a la trama siguiente. Utilizando el método de la conmutación dinámica de velocidades binarias, la longitud de la redundancia situada antes de la trama ISO correspondiente puede variar de una trama a otra. Sólo son posibles dos longitudes diferentes. Para establecer una sincronización adecuada se han de verificar las dos posibles ubicaciones de la palabra de sincronización de ISO. La decisión se ha de tomar en base a la longitud adecuada a la trama siguiente.

## 5 Transmisión de datos

El campo de datos auxiliares se define en la Norma Internacional ISO/CEI 11172-3 como la parte de la trama que no es ni encabezamiento ni datos audio. En el caso de las capas I y II, el campo de datos se halla al final de la trama ISO, mientras que en el caso de la capa III, su posición viene determinada por punteros en la parte información lateral de la trama ISO. La Norma Internacional **no** define ninguna estructura ni recomienda la utilización del campo de datos auxiliares, pero existen formatos específicos de la aplicación o patentados mutuamente incompatibles.

La presente Recomendación define la estructura del campo de datos auxiliares. La utilización de dicha estructura es opcional. El decodificador puede detectar si se utiliza esta estructura comprobando el esquema del byte de identificación al final del campo de datos auxiliares (para más detalles, véase 5.2).

El formato de datos definido aquí puede ser utilizado con o sin estructura de trama de la Recomendación H.221 y/o FEC. El formato soporta un canal de datos transparentes orientado a los bytes, transmisión de las CRC de los factores de escala y otros datos.

### 5.1 Tipos de datos

#### 5.1.1 Canal transparente orientado a los bytes

El canal de datos transparente permite la transferencia por bytes de caracteres de 8 bits, con el bit más significativo (MSB, *most significant bit*) en primer lugar. Los bytes de datos se ponen en orden inverso en el tren de bit, es decir, el último byte de datos de una trama corresponde al primer byte en la interfaz de datos. Las aplicaciones deberían ser tolerantes por lo que se refiere a la pérdida de datos.

#### 5.1.2 CRC de factor de escala

Para la detección de errores en los tres MSB de los factores de escala, se pueden insertar, facultativamente, palabras de control CRC en la trama de la capa I o la capa II de la presente Recomendación. Las palabras de control CRC abarcan los factores de escala de las siguientes subbandas:

- scfcr0: subbandas 0 ... 3 (grupo de subbandas 0);
- scfcr1: subbandas 4 ... 7 (grupo de subbandas 1);
- scfcr2: subbandas 8 ... 15 (grupo de subbandas 2);
- scfcr3: subbandas 16 y superiores (grupo de subbandas 3).

Puesto que el número máximo de subbandas que puede asignarse depende de la capa, la frecuencia de muestreo y la velocidad binaria por canal, los grupos de subbandas 2 y 3 pueden no tener una asignación en algunos casos. En consecuencia, para estos grupos de subbandas, el tren de bits no contiene CRC de factor de escala.

Capa I:

para todas las combinaciones de frecuencia de muestreo y velocidad binaria: 4 scfcr

Capa II:

- sblimit = 8: 2 scfcr (frecuencia de muestreo = 44,1 y 48 kHz, velocidad binaria de 32 y 48 kbit/s por canal);
- sblimit = 12: 3 scfcr (frecuencia de muestreo = 32 kHz, velocidad binaria de 32 y 48 kbit/s por canal);
- sblimit = 27 ó 29: 4 scfcr (frecuencia de muestreo = 32, 44,1 y 48 kHz, velocidad binaria de 56 kbit/s por canal o superior y formato libre).

El método de detección de errores utilizado es «CRC-8», cuyo polinomio generador es:

$$G_2(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

Los bits incluidos en la CRC de comprobación son los tres MSB de todos los factores de escala del grupo de subbandas correspondiente, en el orden de su ocurrencia en el tren de bit.

El estado inicial de la CRC de registro de factor de escala es «0000 0000» binario, es decir, todo ceros (se señala que el estado inicial de la CRC de registro definido por ISO/MPEG es «1111 1111 1111 1111» binario o \$FF FF hexadecimal. La CRC de ISO/MPEG protegé la asignación de bits y la información de selección del factor de escala).

El método de cálculo de la CRC es de nuevo el mismo que para la CRC de ISO y figura en la Norma ISO/CEI 11172-3.

Los scfrc se ponen en orden inverso en el tren de tramas para mantener la posición de scfrc0 y scfrc1 con independencia de la frecuencia de muestreo y la velocidad binaria.

Los scfrc se aplican a los factores de escala en la trama ISO siguiente. Véase el Cuadro 11.

CUADRO 11/J.52

Número de scfrc	Orden en el tren de bits
2	scfrc1, scfrc0
3	scfrc2, scfrc1, scfrc0
4	scfrc3, scfrc2, scfrc1, scfrc0

### 5.1.3 Indicación de tiempo de presentación

La transmisión de las indicaciones de tiempo de presentación (PTS, *presentation time stamp*) de cada trama audio es posible utilizando un bloque de datos de 5 bytes en el campo de datos auxiliares. Los 33 bits menos significativos representan la PTS y los 7 bits más significativos se ponen a 0. Se transmite primero el MSB. La PTS tiene una resolución de 90 kHz y representa el tiempo de la primera muestra en la trama de audio siguiente. Para más detalles véanse 2.4.3.3 y 2.4.4.3 de ISO/CEI 11172-1.

La transmisión trama por trama de la PTS es opcional. La PTS puede ser calculada de nuevo por el decodificador con otros formatos de código horario.

## 5.2 Formato de datos J.52

El formato de datos se autoidentifica para permitir una fácil coexistencia con otros formatos de datos auxiliares preexistentes, tales como los formatos PAD definidos por Eureka 147 DAB o ADR. Véase la Figura 10.

Si se utiliza la protección contra errores igual, el canal de datos está protegido junto con el resto de la trama ISO (o trama acortada en el caso de que se emplee la estructura de trama de la Recomendación H.221).

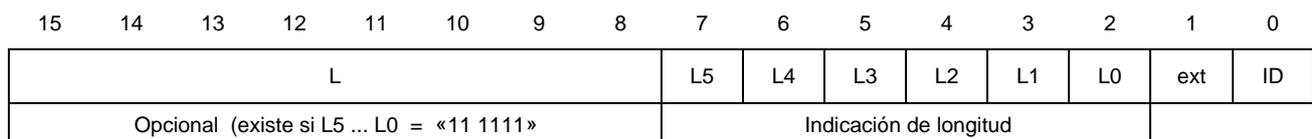
Disponible para datos audio	Datos de extensión	Encabezamiento de extensión	$D_{L-1} \dots$	Datos	$\dots D_0$	Encabezamiento de datos	X
		1 byte (opcional)		L bytes		1 ... 2 bytes	

Para las capas I y II, X indica el encabezamiento de la próxima trama ISO o, en caso de que se utilice FEC, el comienzo del campo de redundancia de FEC. Para la capa III, X indica el comienzo de los datos principales de la próxima trama ISO.  $D_0$  es el primer byte y  $D_{L-1}$  el último byte recibido por la interfaz de datos.

FIGURA 10/J.52

### Formato de datos auxiliares J.52

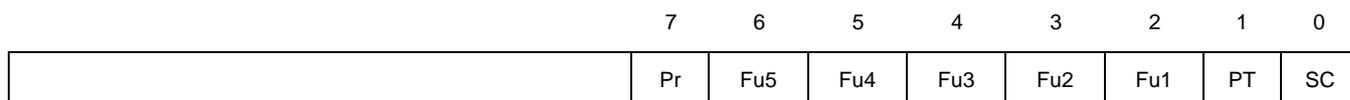
El encabezamiento de datos se define como sigue para todas las capas. Véase la Figura 11.



- ID Identificación, un canal de bits en serie. En las tramas subsiguientes, se repite el esquema «00 0001».
- ext Extensión, indicación de si el tren de bits contiene más datos que el canal de datos transparentes. Es igual a «0» cuando no están presentes datos de extensión e igual a «1» cuando sí lo están.
- L5 ... L0 Indicación de longitud, MSB primero (número de bytes de datos). Si L5 ... L0 = «11 1111», hay un byte de longitud adicional (MSB primero) que puede indicar una longitud de 0 ... 255.

Si el bit «ext» del encabezamiento de datos es igual a «1», un encabezamiento de extensión con el formato indicado en la Figura 12 precede a los bytes de datos transparentes.

FIGURA 11/J.52  
**Encabezamiento de datos J.52**



- SC Indicación de si hay CRC de factor de escala contenidos en el tren de bits. Es igual «0» cuando no están presentes CRC de factor de escala e igual «1» cuando sí lo están.
- PT Identificación de si el tren de bits contiene datos de indicación de hora de presentación. Es igual a «0» cuando no están presentes datos de PTS e igual a «1» cuando sí lo están.
- Fu1 ... Fu5 Bits reservados para utilización futura, no definidos todavía. Son cero por el momento.
- Pr Bit para utilización privada.

FIGURA 12/J.52  
**Encabezamiento de extensión datos J.52**

El campo de datos de extensión tiene el formato indicado en la Figura 13.

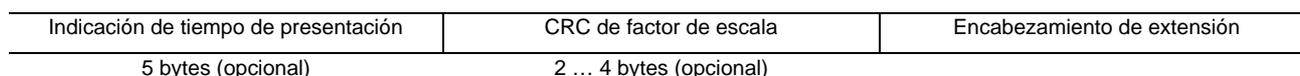


FIGURA 13/J.52  
**Datos de extensión J.52**

## Anexo A

### Transmisión digital de señales de programas sonoros de calidad media utilizando un canal a 64 kbit/s (o parte del mismo)

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

#### A.1 Introducción

La Norma Internacional ISO/CEI 13818-3 contiene una extensión de la Norma ISO/CEI 11172-3 a frecuencias de muestreo inferiores. Dicha extensión permite una calidad audio mejorada a las velocidades binarias más bajas, por ejemplo, por debajo de 64 kbit/s por canal, con frecuencias de muestreo que son la mitad de las frecuencias de muestreo de ISO/CEI 11172-3 (16, 22,05 y 24 kHz).

Si bien la Comisión de Estudio 10 del UIT-R no recomienda todavía (finales de 1995) la codificación de esta parte de ISO/CEI 13818-3, se reconoce la existencia de una demanda del mercado para transmitir tales señales por los canales de transmisión a los que se hace referencia en la presente Recomendación y que para ello sólo se necesita introducir pequeñas modificaciones en la misma. Las adaptaciones necesarias se indican en el presente anexo. La aplicación de las frecuencias de muestreo inferiores no es obligatoria, pero cuando así se decida, se debe hacer de conformidad con la presente especificación.

#### A.2 Posibles velocidades binarias

Véase el Cuadro A.1.

CUADRO A.1/J.52

Índice de velocidad binaria	Velocidad binaria especificada para frecuencia de muestreo = 16, 22,05, 24 kHz (kbit/s)	
	Capa I	Capa II, capa III
«0000»	libre	libre
«0001»	32	8
«0010»	48	16
«0011»	56	24
«0100»	64	32
«0101»	80	40
«0110»	96	48
«0111»	112	56
«1000»	128	64
«1001»	144	80
«1010»	160	96
«1011»	176	112
«1100»	192	128
«1101»	224	144
«1110»	256	160
«1111»	prohibida	prohibida

### A.3 Longitud de trama

Para las capas I y II, la longitud de trama y la secuencia de relleno a las frecuencias de muestreo inferiores (16, 22,05, 24 kHz) se pueden calcular como en ISO/CEI 11172-3:

$$\text{Capa I: longitud de trama} = 12 \frac{\text{Velocidad binaria}}{\text{Frecuencia de muestreo}} \text{ intervalos} \quad (\text{un intervalo es igual a 4 bytes})$$

$$\text{Capa II: longitud de trama} = 144 \frac{\text{Velocidad binaria}}{\text{Frecuencia de muestreo}} \text{ intervalos} \quad (\text{un intervalo es igual a 1 byte})$$

Para la capa III, la longitud de trama se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Capa III: longitud de trama} = 144 \frac{\text{Velocidad binaria}}{2 \text{ (frecuencia de muestreo)}} \text{ intervalos} \quad (\text{un intervalo es igual a 1 byte})$$

### A.4 Realización de las velocidades binarias que no están expresamente enumeradas en el cuadro de velocidades binarias de ISO/CEI 13818-3

La adaptación de las velocidades binarias enumeradas expresamente con arreglo a la capa II de ISO/CEI 13818-3 a la velocidad binaria de canal disponible se efectúa utilizando el método del campo de datos auxiliares al igual que con las frecuencias de muestreo superiores. L y S son la longitud en bytes de una trama larga y una trama corta, respectivamente, ambas sin intervalo de relleno. Véase el Cuadro A.2.

CUADRO A.2/J.52

#### Adaptación de las velocidades binarias enumeradas expresamente con arreglo a ISO/CEI 11172-3 a la velocidad binaria deseada (ejemplo para la capa II)

Canales	Modo	Velocidad de datos útil	Frecuencia de muestreo					
			16 kHz		22,05 kHz		24 kHz	
			L	S	L	S	L	S
1	Dentro de banda	62 400	576	561	417	407	384	374
2	Dentro de banda	124 800	1152	1123	835	815	768	748
2	Dentro de banda 56k	108 800	1008	979	731	710	672	652

La adaptación de las velocidades binarias expresamente enumeradas con arreglo a la capa III de ISO/CEI 13818-3 a la velocidad binaria de canal disponible se efectúa utilizando el método de conmutación dinámica de velocidad binaria, al igual que con las frecuencias de muestreo superiores. Los cuadros para las frecuencias de muestreo de 32, 44,1 y 48 kHz de esta Recomendación se pueden utilizar también para las correspondientes frecuencias de muestreo mitad.

### A.5 Control de errores

Para las frecuencias de muestreo inferiores, no está definido en la actualidad el modo 1 (control de errores desigual). Los modos 2 y 3 (control de errores igual) sólo están definidos para las capas II y III. El método es el mismo que para las frecuencias de muestreo superiores. Los Cuadros A.3, A.4 y A.5 son aplicables a la capa II.

CUADRO A.3/J.52

**Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 16 kHz (para la capa II)**

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	N	Número de palabras de código			r (%)	N	Número de palabras de código			r (%)
			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>	
32	288	148	2	2	0	2,78	46	7	1	6	9,72
40	360	184	2	2	0	2,22	44	9	9	0	10,00
48	432	148	3	3	0	2,78	48	10	2	8	9,26
56	504	172	3	3	0	2,38	46	12	12	0	9,52
64	576	148	4	4	0	2,78	46	14	2	12	9,72
80	720	148	5	5	0	2,78	44	18	18	0	10,00
96	864	148	6	6	0	2,78	46	21	3	18	9,72
112	1008	148	7	7	0	2,78	45	25	8	17	9,92
128	1152	148	8	8	0	2,78	46	28		28	9,72

CUADRO A.4/J.52

**Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 22,05 kHz (para la capa II)**

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	N	Número de palabras de código			r (%)	N	Número de palabras de código			r (%)
			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>	
32	208	212	1	1	0	1,92	46	5	3	2	9,62
40	261	135	2	1	1	3,07	48	6	3	3	9,20
48	313	161	2	1	1	2,56	49	7	5	2	8,95
56	365	126	3	2	1	3,29	45	9	5	4	9,86
64	417	143	3	3	0	2,88	46	10	7	3	9,59
80	522	178	3	3	0	2,30	45	13	2	11	9,96
96	626	161	4	2	2	2,56	46	15	11	4	9,58
112	731	151	5	1	4	2,74	45	18	11	7	9,85
128	835	144	6	1	5	2,87	46	20	15	5	9,58

CUADRO A.5/J.52

**Parámetros de código para una frecuencia de muestreo de 24 kHz (para la capa II)**

Velocidad binaria (kbit/s)	Bytes por trama	N	Número de palabras de código			r (%)	N	Número de palabras de código			r (%)
			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>			L	L <sub>N</sub>	L <sub>N-1</sub>	
32	192	196	1	1	0	2,08	52	4	4	0	8,33
40	240	124	2	2	0	3,33	44	6	6	0	10,00
48	288	148	2	2	0	2,78	46	7	1	6	9,72
56	336	172	2	2	0	2,38	46	8	8	0	9,52
64	384	196	2	2	0	2,08	47	9	6	3	9,38
80	480	164	3	3	0	2,50	44	12	12	0	10,00
96	576	148	4	4	0	2,78	46	14	2	12	9,72
112	672	139	5	2	3	2,98	46	16	16	0	9,52
128	768	158	5	3	2	2,60	45	19	8	11	9,90

Para la capa III, se utilizarán también los Cuadros 8, 9 y 10 de frecuencias de muestreo de 32, 44,1 y 48 kHz de esta Recomendación para las correspondientes frecuencias de muestreo mitad.

**A.6 Transmisión de datos**

La transmisión de datos es la misma que para las frecuencias de muestreo superiores, salvo por el número de CRC de factor de escala (sólo las capas I y II). En el caso de las frecuencias de muestreo inferiores, hay cuatro CRC de factor de escala para todas las combinaciones de frecuencia de muestreo y velocidad binaria.

**Apéndice I**

**Comportamiento del método de corrección de errores sin canal de retorno**

(Este apéndice no es parte integrante de la presente Recomendación)

Dentro de cada palabra de código, pueden corregirse hasta dos ( $t < 2$ ) errores de bit arbitrariamente distribuidos. La capacidad de corrección de errores en ráfagas  $b$  dentro de cada trama depende del número  $L$  de palabras de código y de la cantidad  $t$  de correcciones de errores:

$$b \leq [(Lt - 1) 8 + 1] \text{ bits} \quad \text{para } t > 0$$

En la Figura I.1 se indica la probabilidad de errores de bit,  $P_b$ , después de la decodificación, en función del número  $t$  de errores de símbolo corregidos, la longitud de código  $N$  y la probabilidad de errores de bit BER del canal de transmisión, donde se suponen errores de bit estadísticamente independientes. Para los errores en ráfaga con la misma BER dentro de una trama, el comportamiento es mucho mejor que el indicado en la Figura I.1.

En la Figura I.2 se indica la probabilidad  $P_f$  de que la decodificación de una palabra sea errónea. La probabilidad  $P_F$  de que sea errónea la decodificación de una trama (con  $L$  palabras de código) viene dada por:

$$P_F = 1 - (1 - P_f)^L$$

Ha de señalarse que incluso para  $t = 2$  el decodificador RS puede detectar gran cantidad de configuraciones de errores no corregibles. Es posible aumentar aún más la fiabilidad de la detección de errores reduciendo  $t$ .

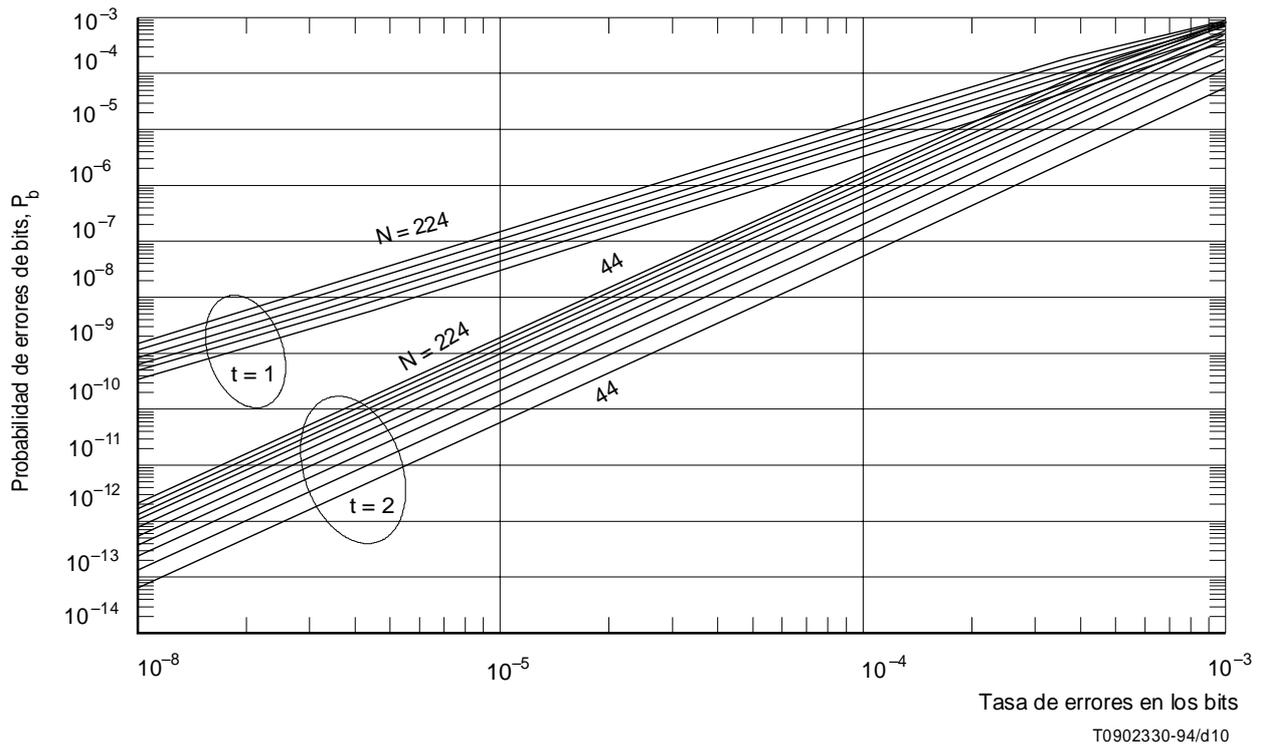


FIGURA I.1/J.52  
**Probabilidad de errores de bit  $P_b$  después de la decodificación,  $N = 44, 64, \dots, 224$**

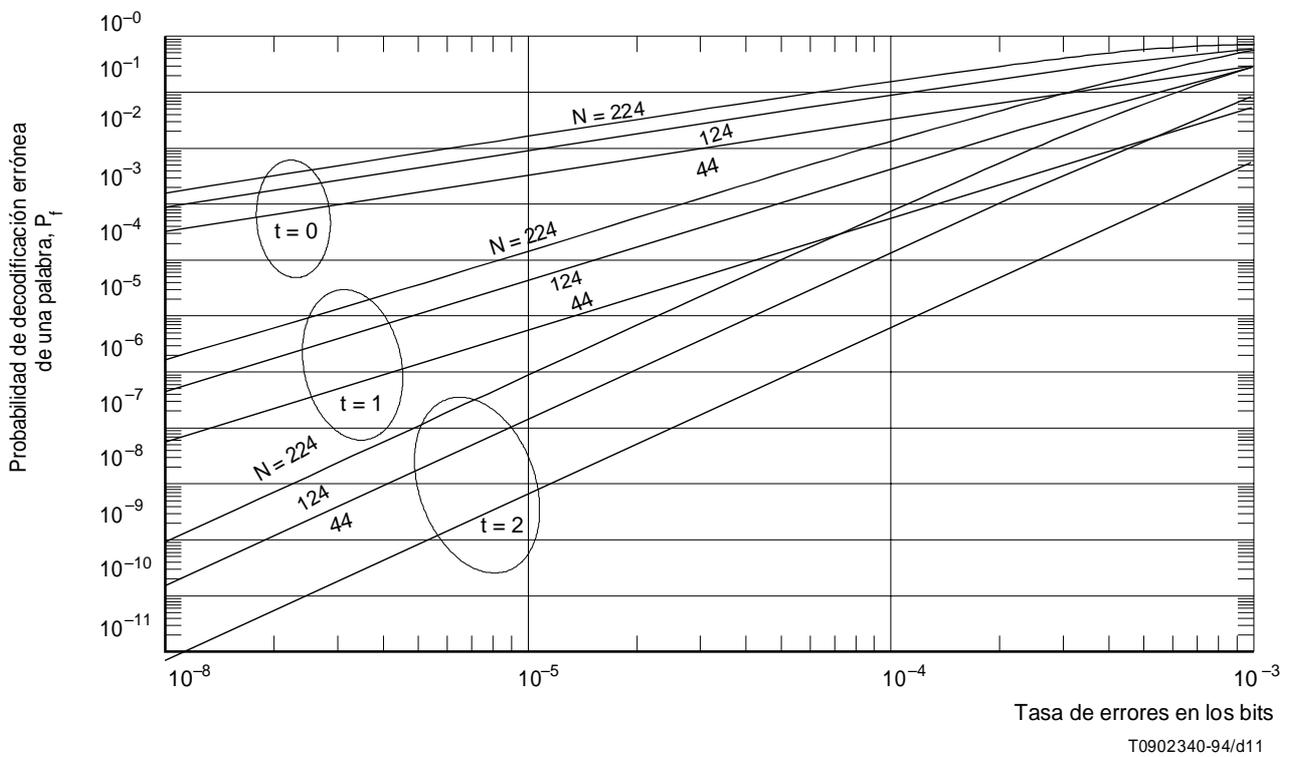


FIGURA I.2/J.52  
**Probabilidad  $P_f$  de decodificación errónea de una palabra de código**

## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

- Serie A Organización del trabajo del UIT-T
- Serie B Medios de expresión
- Serie C Estadísticas generales de telecomunicaciones
- Serie D Principios generales de tarificación
- Serie E Red telefónica y RDSI
- Serie F Servicios de telecomunicación no telefónicos
- Serie G Sistemas y medios de transmisión
- Serie H Transmisión de señales no telefónicas
- Serie I Red digital de servicios integrados (RDSI)
- Serie J Transmisiones de señales radiofónicas y de televisión**
- Serie K Protección contra las interferencias
- Serie L Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
- Serie M Mantenimiento: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
- Serie N Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
- Serie O Especificaciones de los aparatos de medida
- Serie P Calidad de transmisión telefónica
- Serie Q Conmutación y señalización
- Serie R Transmisión telegráfica
- Serie S Equipos terminales de telegrafía alfabética
- Serie T Equipos terminales y protocolos para los servicios de telemática
- Serie U Conmutación telegráfica
- Serie V Comunicación de datos por la red telefónica
- Serie X Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
- Serie Z Lenguajes de programación