



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

J.57

(ex CMTT.724)

(06/90)

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

**TRANSMISIONES RADIOFÓNICAS
Y DE TELEVISIÓN**

**TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE SONIDO
DIGITALES CON CALIDAD DE ESTUDIO
POR LOS CANALES H1**

Recomendación UIT-T J.57

(Anteriormente «Recomendación UIT-R CMTT.724»)

PREFACIO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se reúne cada cuatro años, establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que preparan luego Recomendaciones sobre esos temas.

La Recomendación UIT-T J.57 (anteriormente, Recomendación UIT-R CMTT.724) fue elaborada por la antigua Comisión de Estudio CMTT del UIT-R. Véase la Nota 1 que figura más abajo.

NOTAS

1 Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993. En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones UIT-R).

Conforme a la decisión conjunta de la Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (Helsinki, marzo de 1993) y de la Asamblea de Radiocomunicaciones (Ginebra, noviembre de 1993), la Comisión de Estudio CMTT del UIT-R ha sido transferida al UIT-T como Comisión de Estudio 9, salvo para el área de estudio periodismo electrónico por satélite (SNG, *satellite news gathering*) que fue transferida a la Comisión de Estudio 4 del UIT-R.

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1990

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE SONIDO DIGITALES CON CALIDAD DE ESTUDIO POR LOS CANALES H1 ^{*)}

(1990)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que la codificación en la fuente de las señales de sonido digitales en los estudios de radiodifusión se describe en la Recomendación 646;
- b) que el interfaz audio digital de dos canales se especifica en la Recomendación 647;
- c) que el formato de las conexiones de señales de sonido digitales con calidad de estudio debe basarse en esas Recomendaciones;
- d) que deberá mantenerse, en la medida de lo posible, la calidad del sonido y la información auxiliar transmitida por el interfaz de la Recomendación 647;
- e) que las velocidades binarias jerárquicas para las redes digitales se indican en la Recomendación G.702 del CCITT;
- f) que en la Recomendación G.802 del CCITT se indica una jerarquía digital para el interfuncionamiento de redes que utilizan jerarquías de transmisión distintas;
- g) que los niveles de acceso para los canales H1 en la RDSI se indican en la Recomendación I.412 del CCITT;
- h) que es necesario un interfuncionamiento simple entre las distintas jerarquías;
- j) que deben tenerse en cuenta las degradaciones de la red tales como los errores de bits aislados, las ráfagas de errores y los deslizamientos controlados;
- k) que, en algunas aplicaciones, la introducción de un retardo excesivo puede causar problemas en la práctica,

RECOMIENDA:

Que para la transmisión de señales de sonido digitales con calidad de estudio se utilicen los formatos de codificación y de multiplexación indicados en el anexo I.

ANEXO I

FORMATOS DE CODIFICACIÓN Y MULTIPLEXACIÓN

1. Introducción

El formato de transmisión se basa en el interfaz audio digital de dos canales descrito en la Recomendación 647, que deberá considerarse junto con el presente texto.

Los 32 bits de cada subtrama del interfaz de la Recomendación 647 se tratan de la manera siguiente en el formato de contribución:

- Preámbulo (bits 0 a 3): no transmitido
- Bits 4 a 7: no transmitidos
- Palabra de muestra de audio (bits 8 a 27): comprimida
- Bandera de validez (bit 28): no transmitida
- Datos de usuario (bit 29): transmitido transparentemente solamente en el nivel H12
- Estado del canal (bit 30): sujeto a la compresión de datos
- Bit de paridad (bit 31): no transmitido. Sustituido por un bit de paridad para la palabra de muestra audio.

¹⁾ Antiguamente, Recomendación UIT-R CMTT.724.

^{*)} Estados Unidos de América se reserva la aprobación de esta Recomendación.

2. Compatibilidad entre los sistemas basados en los niveles H11 y H12

El nivel H12 proporciona un total de 20 bits por muestra, y el H11 proporciona un total de 16 bits por muestra. Para simplificar el interfuncionamiento entre los canales H11 y H12 la «compansión» (compresión-expansión) de la señal audio es tal que las muestras se comprimen para la transmisión en el canal H11. En el canal H12 pueden transmitirse bits suplementarios, para mejorar la resolución de la codificación audio y proporcionar un canal de datos de usuario.

Los datos esenciales ocupan toda la capacidad disponible del canal H11, y los primeros 24 octetos disponibles de cada trama del canal H12.

3. Ley de codificación

Se aplica una compansión casi instantánea de 20 a 15 bits/muestra. Se utiliza un bloque de compansión de 1 ms con 8 gamas de codificación.

El cuadro de codificación se indica en la fig. 1a y los bits transmitidos en la fig. 1b. Los bits no utilizados se ponen a 1 (uno).

El bloque de compansión de 1 ms introduce un retardo fundamental de 2 ms por códec. En la práctica, el retardo total debe ser ligeramente más largo.

4. Detección de errores en las muestras

Se aplica un bit de paridad a los 7 bits más significativos de cada muestra de sonido transmitida, de modo que el grupo de paridad sea impar.

5. Entrelazado de muestras

El bloque de compansión contiene 96 muestras de sonido (48 por cada señal radiofónica). Las muestras de sonido dentro del bloque de compansión se organizan en 8 tramas sucesivas según la Recomendación G.704 del CCITT. Cada trama contiene 6 muestras de cada señal de sonido, con los bits de paridad correspondientes. Las muestras de sonido adyacentes dentro del bloque de compansión se separan por cuatro tramas correspondientes a la Recomendación G.704. La fig. 2 lo representa esquemáticamente. Las cuatro primeras tramas llevan todas las muestras impares de ambas señales de sonido; las cuatro tramas siguientes llevan todas las muestras pares.

En el caso de que una ráfaga de errores «corrompa» bits consecutivos durante un periodo equivalente a hasta 4 tramas, las muestras erróneas deberán ocultarse por interpolación entre muestras adyacentes (procedentes de la parte del bloque que no ha sido afectada por la ráfaga de errores).

6. Señalización en paridad [Chambers, 1985]

Hay 96 bits de paridad por bloque de compansión de 1 ms. Algunos bits de datos suplementarios se transmiten modificando los bits de paridad de la manera siguiente:

6.1 *Transmisión del factor de escala*

Cada bit de la palabra del factor de escala de 3 bits va en la paridad de 8 muestras de sonido definida en el § 6.4, conforme a la regla siguiente: un bit del factor de escala que sea «0» no modifica la paridad de las 8 muestras; un bit del factor de escala que sea «1» modifica la paridad. En el decodificador, se utiliza un proceso de decisión por mayoría para determinar los bits de factor de escala y restaurar el bit de paridad original. A continuación, se verifican las muestras de manera normal para detectar la presencia de errores.

6.2 *Estado del canal*

El estado del canal comprimido (véase el § 9) se transmite exactamente de la misma manera que los bits del factor de escala.

6.3 *Señales de formación de tramas*

Las señales de alineación de multitrama (MFA – «Multiframe Alignment») (véase el § 7) y las señales de detección de deslizamiento de trama (FSD – «Frame Slip Detection») (véase el § 8) se transmiten modificando la paridad de las muestras individuales. Estas señales no cuentan con la ventaja de la decodificación por decisión mayoritaria pero son predecibles de por sí y puede decodificarse con fiabilidad.

6.4 *Señalización dentro del bloque de compansión*

La fig. 3 muestra el bloque de compansión, después del entrelazado de muestras, en el rectángulo de la parte inferior del diagrama. Cada fila del rectángulo representa una trama de la Recomendación G.704, y está dividida en 12 cuadrados que representan las 12 muestras. El diagrama indica también la modificación de los bits de paridad asociados con las 12 muestras de cada trama por la señalización en paridad mencionada anteriormente.

Bit de signo		Bit menos significativo	Factor de escala
			$S_2 S_1 S_0$
0	1	X	0 0 0
0	0	1	0 0 1
0	0	0	0 1 0
0	0	0	0 1 1
0	0	0	1 0 0
0	0	0	1 0 1
0	0	0	1 1 0
0	0	0	1 1 1
<hr/>			
1	1	1	1 1 1
1	1	1	1 1 0
1	1	1	1 0 1
1	1	1	1 0 0
1	1	1	0 1 1
1	1	1	0 1 0
1	1	0	0 0 1
1	0	X	0 0 0

Bits truncados en los canales H11 └──┘
 Bits truncados en los canales H11 y H12 └──┘

$X = 1 \text{ ó } 0$

FIGURA 1a – *Tabla de codificación*

d01-sc

Bit de signo		Bit menos significativo	Factor de escala
			$S_2 S_1 S_0$
0	1	X	0 0 0
0	1	X	0 0 1
0	1	X	0 1 0
0	1	X	0 1 1
0	1	X	1 0 0
0	1	X	1 0 1
0	1	X	1 1 0
0	X	X	1 1 1
<hr/>			
1	X	X	1 1 1
1	0	X	1 1 0
1	0	X	1 0 1
1	0	X	1 0 0
1	0	X	0 1 1
1	0	X	0 1 0
1	0	X	0 0 1
1	0	X	0 0 0

b_0 b_{14} b_{17}

← Bits transmitidos en los canales H11 →
 ← Bits transmitidos en los canales H12 →

$X = 1 \text{ ó } 0$

FIGURA 1b – *Bits transmitidos*

d02-sc

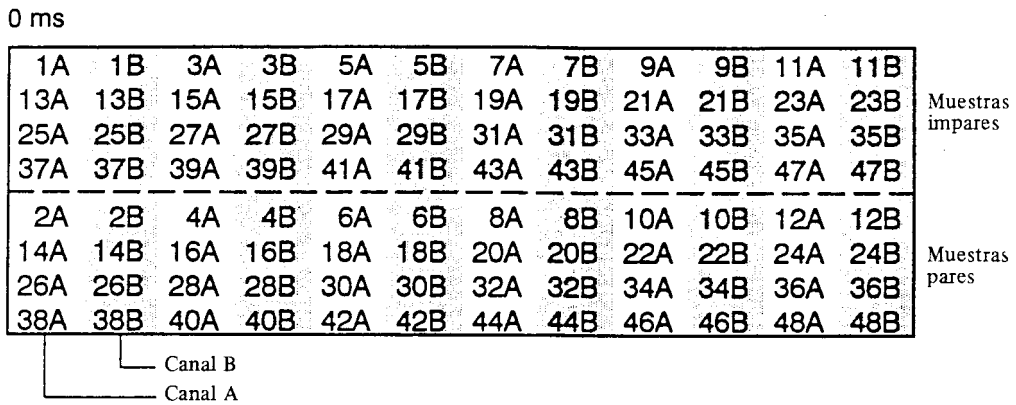


FIGURA 2 - Entrelazado de muestras en el bloque de expansión

1 ms = 1 bloque de expansión

d03-sc

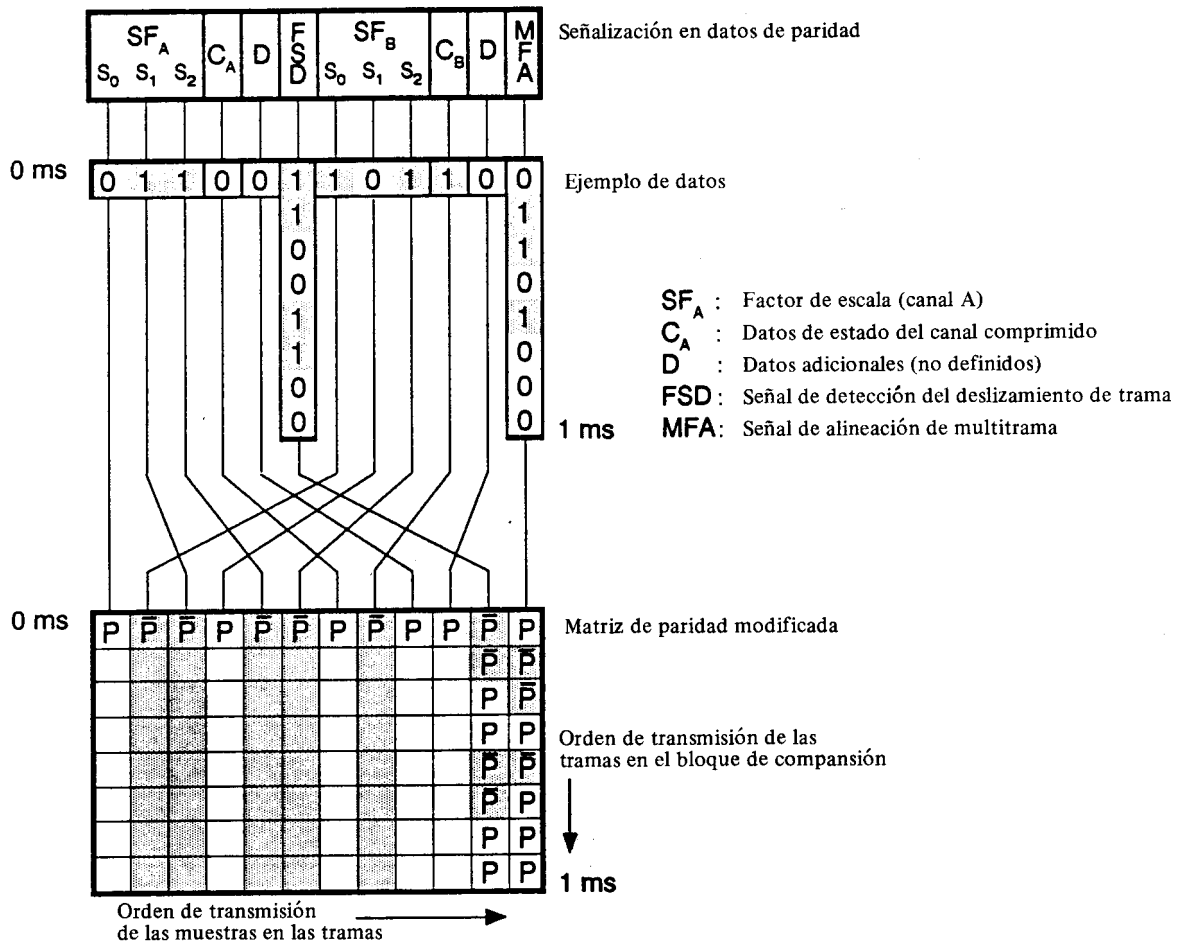


FIGURA 3 - Matriz de señalización en datos de paridad

d04-sc

7. Sincronización y alineación de trama

La frecuencia de muestreo de la señal de sonido debe estar sincronizada con el reloj binario del sistema de transmisión.

La alineación de trama del bloque de compansión y de la multitrama (véase el § 9) se realizan aplicando un código de cadena de 1536 bits, MFA. El generador se indica en la fig. 4a y el circuito correspondiente para el enganche en la fig. 4b [Chambers, 1985].

La palabra de arranque del generador MFA es 10000110100 y corresponde a la primera trama de la multitrama. El generador producirá un impulso de sincronización después de 1536 bits (192 ms) y se reinicializa automáticamente con la palabra de arranque.

El arranque de la multitrama, puede engancharse con el preámbulo del interfaz Z como se indica en la fig. 6.

La sincronización del bloque de compansión de 1 ms se genera decodificando el contenido del registro correspondiente.

La señal MFA se señala en paridad (véase el § 6).

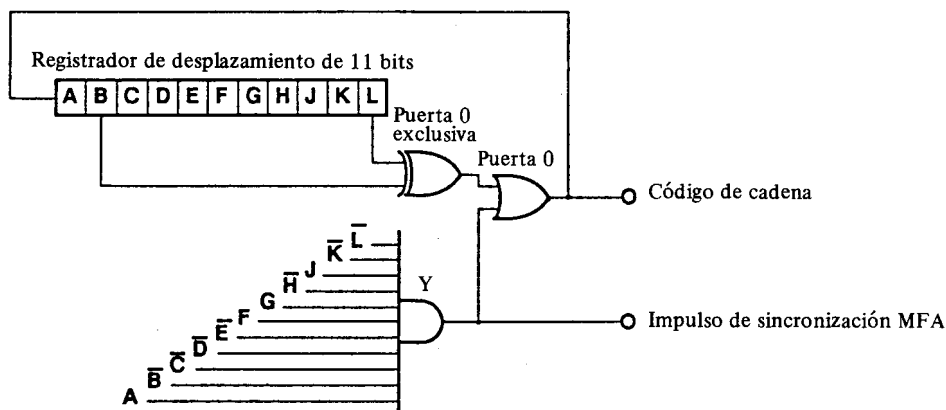


FIGURA 4a – Generador de código de cadena

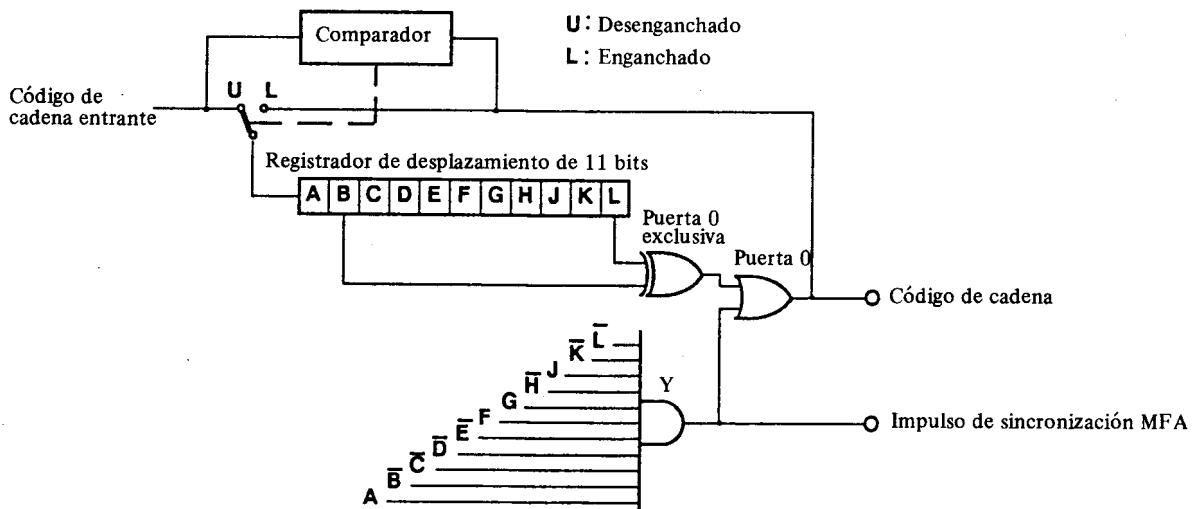


FIGURA 4b – Circuito de sincronización del código de cadena

d06-sc

8. Detección y gestión del deslizamiento de trama

Un deslizamiento controlado está definido como la supresión o repetición de una trama de la Recomendación G.704.

Una configuración de bits fija, FSD, (... 110011001100 ...) se señala en paridad para ayudar a los decodificadores a detectar deslizamientos controlados durante la transmisión. La FSD se transmite como se indica en la fig. 3 (es decir que la FSD se alinea en trama con el bloque de compensación).

Con un bloque de compensación de 1 ms y métodos de formación de tramas tradicionales, se necesitarían normalmente varias de estas tramas (7-8 ms) para detectar un deslizamiento y volver a alinear la trama de compensación.

Con la FSD, sólo se necesitarán unas pocas tramas de la Recomendación G.704 para detectar que se ha producido un deslizamiento, ya que la fase de la secuencia se desplazará +90 ó -90° (según se haya suprimido o repetido la trama). Con una operación módulo 2 en la FSD recibida y en la esperada, es posible detectar, en dos tramas, o más precisamente, en qué «par» (1 y 2, 3 y 4, 5 y 6, ó 7 y 8) de cuadros del bloque de compensación se ha producido el deslizamiento.

En las figs. 5a y 5b se sugiere una estrategia de interpolación después de que se haya detectado el deslizamiento, según la cual el decodificador produce un bloque decodificado de la misma longitud que el bloque recibido. Sólo se indica el canal A; el canal B se trata de manera idéntica (la fig. 2 muestra la secuencia de muestras transmitidas).

Deslizamiento positivo – se repite una trama

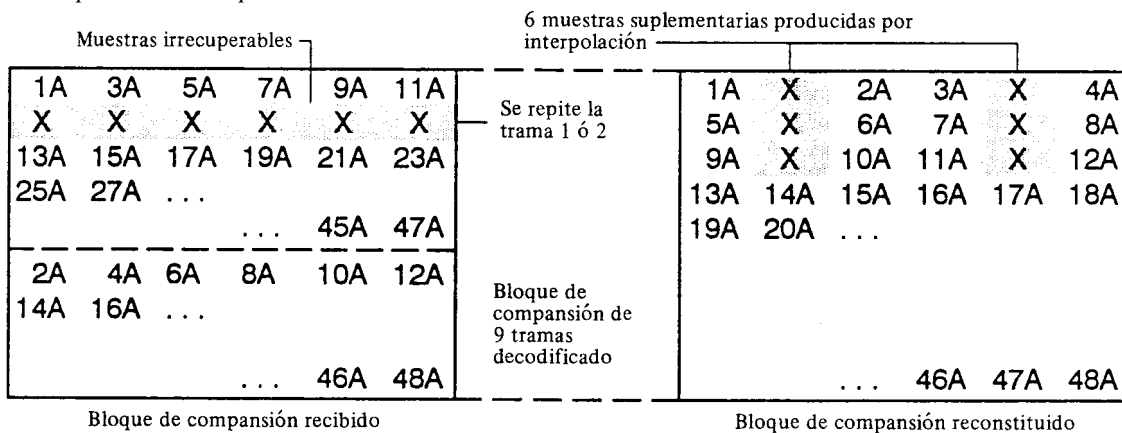


FIGURA 5a – Estrategia de interpolación después de detectarse un deslizamiento positivo

d07-sc

Todavía puede decodificarse correctamente el factor de escala con disposiciones de decodificador adecuadas.

Como todas las muestras de sonido se almacenan durante 1 ms (la longitud del bloque de compensación) en el decodificador, es posible mover el puntero del límite de trama de compensación, de modo que se aplique el factor de escala correcto al número correcto de muestras.

Deslizamiento negativo – se suprime una trama

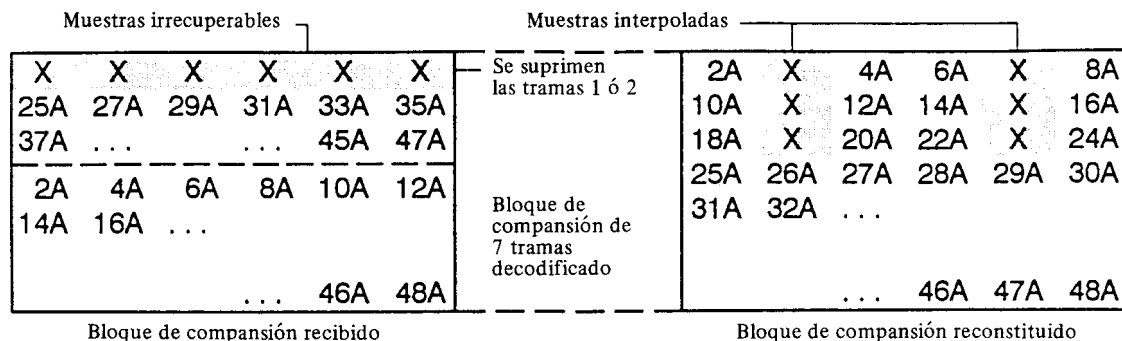


FIGURA 5b – Estrategia de interpolación después de detectarse un deslizamiento negativo

Obsérvese que no puede decirse qué trama se ha suprimido. Por consiguiente, de las 12 muestras transmitidas, 6 no se reciben y 6 no pueden identificarse. En el bloque de compensación reconstituido, se omiten simplemente 6 muestras (para ajustar la longitud del bloque reconstituido) y se sustituyen 6 por interpolación.

d08-sc

9. Estado del canal

Los datos del estado del canal en el interfaz audio digital consisten en un ciclo de 192 bits (24 octetos), que se repite en 4 ms (1 bloque del interfaz).

El estado del canal se señala en paridad de acuerdo con la descripción de los § 6.2 y 6.4. Este método de señalización proporciona un bit de estado del canal para cada señal audio por bloque de compansión de 1 ms, permitiendo que el sistema transmita un bloque de estado del canal cada 192 ms. Esto se indica en la fig. 6.

Como sólo se transmite un bloque de datos de cada 48, los dos contadores (código de dirección de muestra local y de hora del día) pueden aumentarse en el decodificador de manera adecuada.

El arranque de la multitrama se señala con la señal de alineación de multitrama definida en el § 7. Los códigos de tiempo transmitidos en el estado de canal comprimido se refieren a la temporización de la primera muestra de la multitrama.

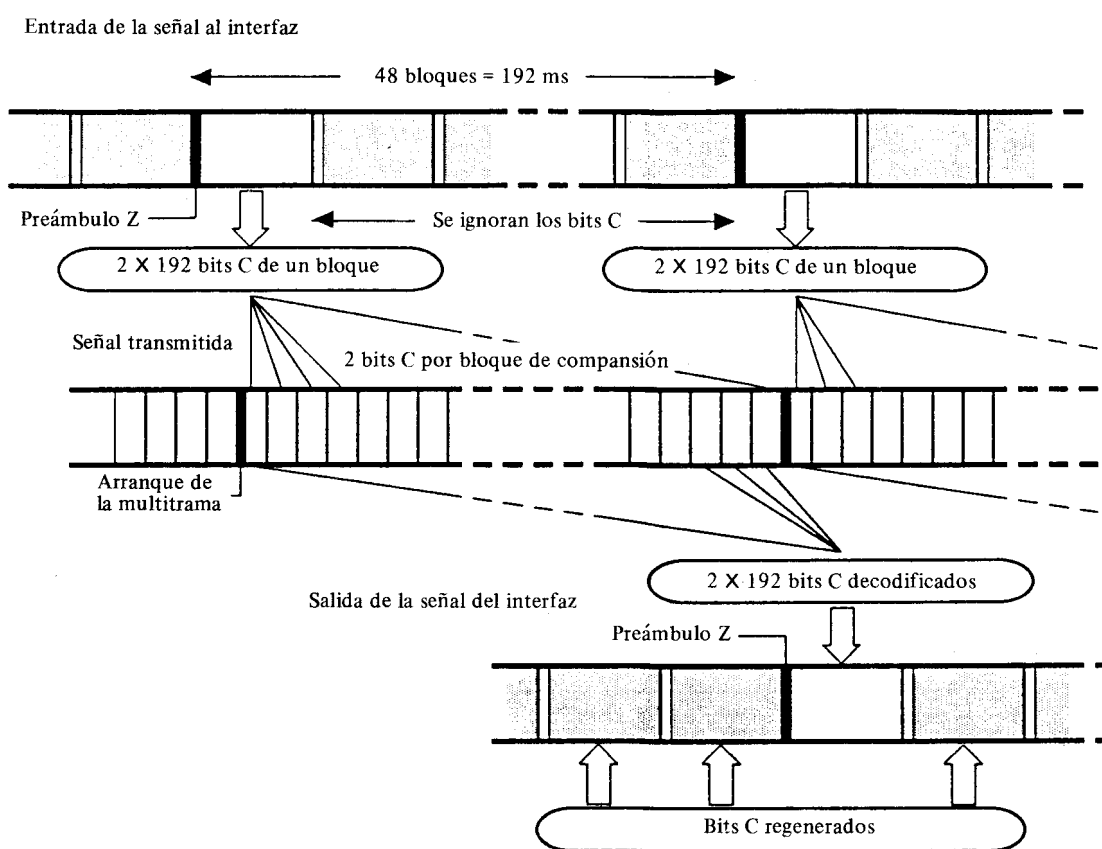


FIGURA 6 – Transmisión de datos de estado del canal

d09-sc

10. Datos de usuario

El bit de datos de usuario de cada subtrama del interfaz se transmite transparentemente solamente en el canal H12.

11. Estructura de trama y entrelazado de bits

La trama de la Recomendación G.704 del canal H11 contiene 192 bits utilizables, y la del canal H12 contiene 240 de esos bits. En ambos tipos de trama pueden ir 12 muestras audio de 15 bits, acompañada cada una por su bit de paridad. Además, la trama H12 puede llevar suficientes bits audio suplementarios para aumentar la longitud de las muestras audio comprimidas a 18 bits, y un bit de datos de usuario por muestra.

La organización de los 24 octetos de datos comunes a ambos canales H11 y H12 es idéntica en ambos tipos de trama, para facilitar la remultiplexación en el interfaz entre los canales H11 y H12. Los datos comunes ocupan toda la capacidad disponible de la trama H11, y los primeros 24 octetos disponibles en la trama H12, según se indica en la fig. 7. Los 6 octetos restantes de la trama H12 llevan bits de usuario y bits audio suplementarios.

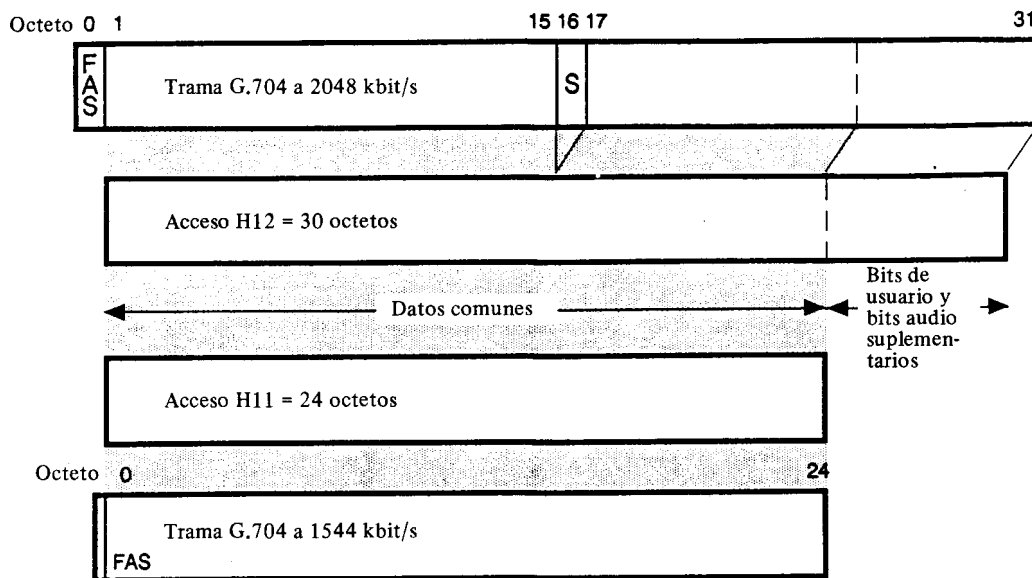


FIGURA 7 – Organización de las tramas H11 y H12

FAS: Señal de alineación de trama
S: Señalización

d10-sc

11.1 Organización de los 24 octetos comunes a los canales H11 y H12

El número de bits disponibles para el entrelazado es de 192. El bloque de muestra con entrelazado de bits puede describirse con una matriz de 8×24 (fig. 8). Los números representan las muestras dentro de cualquier trama de un bloque de compansión, entrelazado según se indica en el § 5 (véase la fig. 2), por orden de transmisión.

Fila/columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	2	1	7	1	8	1	3	1	4	1	9	1	10	2	5	2	6	2	11	2	12
2	2	1	2	2	2	7	2	8	7	3	7	4	7	9	7	10	7	5	7	6	7	11	7	12
3	8	1	8	2	8	7	8	8	8	3	8	4	8	9	8	10	3	5	3	6	3	11	3	12
4	3	1	3	2	3	7	3	8	4	3	4	4	4	9	4	10	4	5	4	6	4	11	4	12
5	9	1	9	2	9	7	9	8	9	3	9	4	9	9	9	10	10	5	10	6	10	11	10	12
6	10	1	10	2	10	7	10	8	5	3	5	4	5	9	5	10	5	5	5	6	5	11	5	12
7	6	1	6	2	6	7	6	8	6	3	6	4	6	9	6	10	11	5	11	6	11	11	11	12
8	11	P1	11	P2	11	P7	11	P8	12	P3	12	P4	12	P9	12	P10	12	P5	12	P6	12	P11	12	P12

Bits protegidos y de paridad Orden de transmisión \rightarrow
Bits no protegidos

Convenio de numeración

- 1 corresponde a los bits de las muestras 1A, 13A, 25A, ... ó 38A
 - 2 corresponde a los bits de las muestras 1B, 13B, 25B, ... ó 38B
 - 3 corresponde a los bits de las muestras 3A, 15A, 27A, ... ó 40A
 - etc.
- } véase la fig. 2

FIGURA 8 – Matriz de entrelazado de bits

d11-sc

Cada columna par representa los siete bits protegidos (b_0 - b_6) y el bit de paridad de una muestra. Estos bits se introducen en la matriz columna por columna. La progresión de muestras es 1-2-7-8-3-4-9-10-5-6-11-12 a fin de aumentar lo más posible la distancia entre dos muestras vecinas de un canal, y mantener juntas el mismo tiempo las muestras con la misma temporización (en modo estéreo). La secuencia de transmisión siempre comienza con el bit menos significativo, y el bit más significativo siempre precede al bit P.

Los 8 bits menos significativos de la palabra de 15 bits (b_7 - b_{14}) se introducen en las columnas impares de la matriz, pero en este caso fila por fila. Estos bits se mantienen cerca uno de otro después del entrelazado, a fin de reducir al mínimo el número de muestras degradadas cuando se producen largas ráfagas de errores. La secuencia de transmisión es: b_7 - b_9 - b_{11} - b_{13} - b_8 - b_{10} - b_{12} - b_{14} . Los bits leídos en las columnas 1, 5, 9, 13, 17 y 21 se invierten antes de la transmisión.

Los primeros 24 octetos disponibles de la trama de la Recomendación G.704 se rellenan utilizando los datos representados en la fig. 8, leyendo la matriz fila por fila. La distancia entre bits de muestra protegidos y los bits de paridad de cada muestra es de 24.

Los octetos 0 y 16 de la trama de la Recomendación G.704 de 2048 kbit/s no se entrelazan.

Nota – Cuando se establece la conexión en circuitos de 1544 kbit/s que no son independientes de la secuencia de bits, la necesidad mínima de densidad de impulsos puede garantizarse forzando a digital «1» los bits de las columnas 7, 15 ó 23, cuando es necesario. Esta operación es equivalente a la «operación z» descrita en el § 2.1 de la Recomendación G.802 del CCITT, y deberá realizarse en el interfaz con esos circuitos.

11.2 Organización de los últimos 6 octetos en el canal H12

Los últimos 3 bits menos significativos y el bit de usuario de cada muestra se transmiten en los 6 octetos restantes de la trama H12 leyendo la matriz fila por fila como se indica en la fig. 9. Como anteriormente, los números representan muestras, y el orden de transmisión es el bit menos significativo primero.

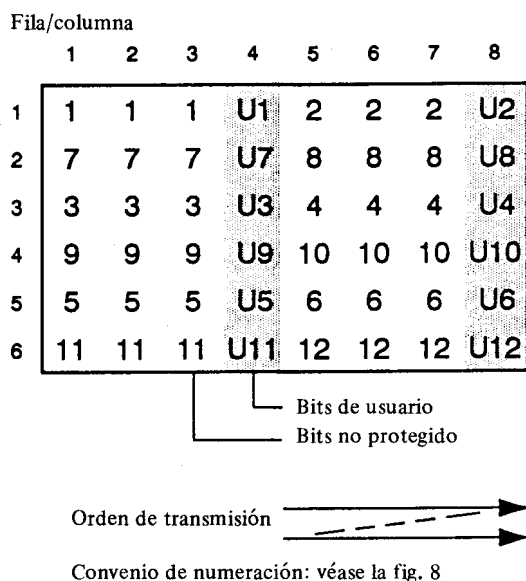


FIGURA 9 – Entrelazado de bits audio suplementarios y de bits de usuario en el canal H12

d12-sc

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAMBERS, J. P. [1985] Signalling in parity: a brief history. British Broadcasting Corporation, BBC RD 1985/15.