



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

H.261

(03/93)

**TRANSMISIÓN EN LÍNEA DE SEÑALES
NO TELEFÓNICAS**

**CÓDEC VÍDEO PARA SERVICIOS
AUDIOVISUALES A $p \times 64$ kbit/s**

Recomendación UIT-T H.261

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

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 H.261, revisada por la Comisión de Estudio XV (1988-1993) del UIT-T, fue aprobada por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

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.

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.

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 1994

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.

ÍNDICE

| | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| 1 Objeto..... | 1 |
| 2 Breve especificación | 1 |
| 2.1 Entrada y salida vídeo..... | 2 |
| 2.2 Entrada y salida digital | 2 |
| 2.3 Frecuencia de muestreo | 2 |
| 2.4 Algoritmo de codificación de fuente | 2 |
| 2.5 Velocidad binaria..... | 2 |
| 2.6 Simetría de transmisión | 3 |
| 2.7 Tratamiento de los errores | 3 |
| 2.8 Funcionamiento multipunto..... | 3 |
| 3 Codificador de fuente | 3 |
| 3.1 Formato de fuente | 3 |
| 3.2 Algoritmo de codificación de fuente vídeo..... | 3 |
| 3.3 Control de codificación..... | 6 |
| 3.4 Actualización forzada | 6 |
| 4 Codificador de multiplexación vídeo | 7 |
| 4.1 Estructura de datos..... | 7 |
| 4.2 Disposición de multiplexación vídeo..... | 7 |
| 4.3 Consideraciones sobre el funcionamiento multipunto | 18 |
| 5 Codificador de transmisión | 19 |
| 5.1 Velocidad binaria..... | 19 |
| 5.2 Almacenamiento en tampón de los datos vídeo..... | 19 |
| 5.3 Retardo de la codificación vídeo | 20 |
| 5.4 Corrección intrínseca de errores para la señal vídeo codificada | 20 |
| Anexo A – Especificación de la exactitud de la transformada inversa..... | 21 |
| Anexo B – Decodificador hipotético de referencia | 22 |
| Anexo C – Método de medida del retardo del códec..... | 23 |
| Anexo D – Transmisión de imágenes fijas..... | 24 |

CÓDEC VÍDEO PARA SERVICIOS AUDIOVISUALES A $p \times 64$ kbit/s

(Ginebra, 1990, revisada en Helsinki, 1993)

El CCITT,

considerando

- (a) que existe una demanda significativa de servicios videofónico, de videoconferencia, y otros servicios audiovisuales;
- (b) que mediante la transmisión digital a las velocidades de los canales H_0 , B o sus múltiplos, hasta la velocidad primaria, o a las de los canales H_{11}/H_{12} , pueden proporcionarse los circuitos necesarios para satisfacer esta demanda;
- (c) que algunos países podrían disponer de RDSI que proporcionen un servicio de transmisión conmutada a la velocidad de los canales B, H_0 o H_{11}/H_{12} ;
- (d) que la existencia de diferentes jerarquías digitales y diferentes normas de televisión en diferentes partes del mundo complica los problemas relativos a la especificación de las normas de transmisión y codificación para conexiones internacionales;
- (e) que es probable que aparezcan varios servicios audiovisuales que utilicen los accesos RDSI básico y de velocidad primaria y que debe ser posible la intercomunicación de sus terminales;
- (f) que el códec vídeo constituye un elemento esencial de la infraestructura de los servicios audiovisuales, permitiendo dicha intercomunicación en el marco de la Recomendación H.200;
- (g) que la Recomendación H.120 sobre la videoconferencia con transmisión en grupo digital primario fue la primera de una serie de Recomendaciones en vías de elaboración,

observando

que los adelantos en la investigación y el desarrollo de técnicas de codificación vídeo y de reducción de la velocidad binaria llevan a la utilización de velocidades binarias inferiores, hasta 64 kbit/s, de forma que ésta puede considerarse como la segunda de la serie de Recomendaciones en vías de elaboración,

y advirtiendo

que el objetivo básico del CCITT es el de recomendar soluciones únicas para las conexiones internacionales,

recomienda

que, además de codecs conformes a la Recomendación H.120, en los servicios audiovisuales internacionales, se utilicen codecs que posean las características de codificación de transmisión y de procesamiento de señales descritas a continuación.

NOTAS

- 1 Los codecs de este tipo también son adecuados para algunos servicios de televisión en los que no se necesita la calidad de la difusión de señales de televisión.
- 2 Quedan en estudio los equipos para transcodificar desde y hacia los codecs conformes a la Recomendación H.120.

1 Objeto

Esta Recomendación describe los métodos de codificación y decodificación vídeo del componente de imagen en movimiento de los servicios audiovisuales a las velocidades de $p \times 64$ kbit/s, donde p está comprendido entre 1 y 30.

2 Breve especificación

En la Figura 1 aparece un diagrama de bloques resumido del códec.

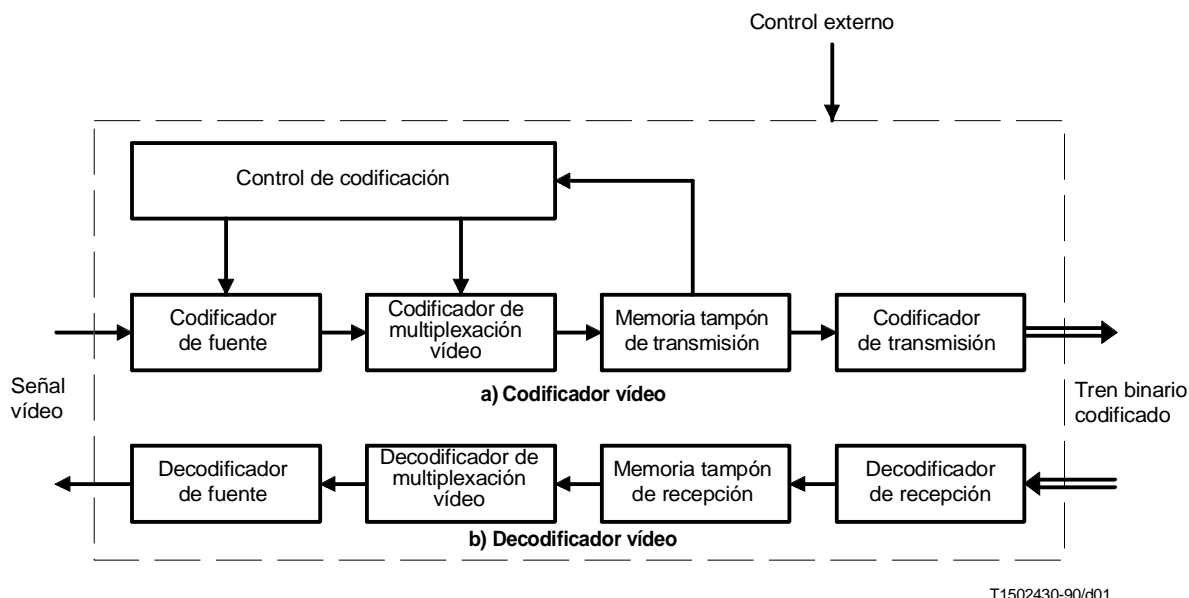


FIGURA 1/H.261
Diagrama de bloques resumido del códec vídeo

2.1 Entrada y salida vídeo

Para poder abarcar con una sola Recomendación la utilización en regiones que emplean normas de televisión de 625 y 525 líneas, y entre dichas regiones, el codificador fuente actúa sobre imágenes basadas en un formato intermedio común (CIF, *common intermediate format*). Las normas de las señales de televisión de entrada y salida, que pueden, por ejemplo, ser compuestas o de componentes analógicas o digitales, no son objeto de Recomendaciones, como tampoco lo son los métodos de realizar cualquier conversión necesaria de y hacia el formato de codificación de fuente.

2.2 Entrada y salida digital

El codificador vídeo proporciona un tren binario digital autocontenido que puede combinarse con otras señales multifacilidades (tal como se define en la Recomendación H.221, por ejemplo). El decodificador vídeo efectúa el proceso inverso.

2.3 Frecuencia de muestreo

Las imágenes se muestrean a un múltiplo entero de la frecuencia de línea vídeo. Este reloj de muestreo y el reloj de red digital son asíncronos.

2.4 Algoritmo de codificación de fuente

Se adopta una combinación de predicción interimágenes para utilizar redundancia temporal y codificación de la transformada de la señal restante para reducir la redundancia espacial. El decodificador tiene la capacidad de compensación de movimiento, permitiendo la incorporación facultativa de esta técnica en el codificador.

2.5 Velocidad binaria

Esta Recomendación está orientada fundamentalmente hacia la utilización de velocidades binarias vídeo entre unos 40 kbit/s y 2 Mbit/s.

2.6 Simetría de transmisión

El códec puede utilizarse para la comunicación visual bidireccional o unidireccional.

2.7 Tratamiento de los errores

El tren de bits transmitido contiene un código BCH (*Bose, Chaudhuri Hocquengham*) (511/493) de corrección de errores sin canal de retorno. Su utilización en el decodificador es facultativa.

2.8 Funcionamiento multipunto

Se incluyen las características necesarias para el funcionamiento multipunto conmutado.

3 Codificador de fuente

3.1 Formato de fuente

El codificador de fuente trabaja con imágenes no entrelazadas que aparecen 30 000/1001 (aproximadamente 29,97) veces por segundo. La tolerancia de la frecuencia de imagen es de ± 50 ppm.

Las imágenes se codifican para obtener la componente de luminancia y las dos componentes diferencia de color (Y , C_R y C_B). Estas componentes y los códigos que representan sus valores muestreados son los que define la Recomendación 601 del CCIR.

Negro = 16

Blanco = 235

Diferencia de color nula = 128

Diferencia de color máxima = 16 y 240.

Estos valores son nominales y el algoritmo de codificación funciona con valores de entrada comprendidos entre 1 y 254.

Se especifican dos formatos de exploración de imagen.

En el primer formato (CIF), la estructura de muestreo de la luminancia es de 352 elementos de imagen por línea, 288 líneas por imagen, en una disposición ortogonal. El muestreo de cada una de las dos componentes de diferencia de color es de 176 elementos de imagen por línea, 144 líneas por imagen, ortogonal. Las muestras de diferencia de color se sitúan de manera que sus límites de bloque coincidan con los límites de bloque de luminancia, como se muestra en la Figura 2. La zona de imagen cubierta por estos números de elementos de imagen y líneas tiene una relación de aspecto de 4:3 y corresponde a la porción activa de la entrada vídeo de norma local.

NOTA – El número de elementos de imagen por línea es compatible con el muestreo de las porciones activas de las señales de luminancia y diferencia de color de fuentes de 525 ó 625 líneas a 6,75 y 3,375 MHz respectivamente. Estas frecuencias tienen una relación simple con las de la Recomendación 601 del CCIR.

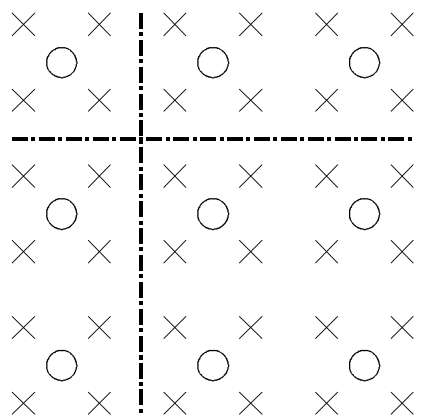
El segundo formato, de un cuarto de CIF (QCIF, *quarter-CIF*), tiene la mitad de elementos de imagen y de líneas que el formato anterior. Todos los codecs deben poder funcionar con QCIF. Algunos codecs pueden también funcionar con CIF.

Deben preverse los medios necesarios para limitar el máximo periodo de transmisión de imagen de los codificadores, dejando de transmitir al menos 0, 1, 2 ó 3 imágenes entre las imágenes transmitidas. La selección de este número mínimo y de CIF o QCIF se hará por medios externos (por ejemplo, mediante la Recomendación H.221).

3.2 Algoritmo de codificación de fuente vídeo

El codificador de fuente se muestra en forma generalizada en la Figura 3. Los principales elementos son la predicción, la transformación de bloques y la cuantificación.

El error de predicción (modo INTER) o la imagen de entrada (modo INTRA) se subdividen en bloques de 8 elementos de imagen por 8 líneas que se segmentan como transmitidos o no transmitidos. Además, cuatro bloques de luminancia y los dos bloques de diferencia de color correspondientes espacialmente se combinan para formar un macrobloque, como se muestra en la Figura 10.



T1508180-92/d02

- × Muestra de luminancia
- Muestra de crominancia
- Borde de bloque

FIGURA 2/H.261

Posición de las muestras de luminancia y crominancia

Los criterios de elección del modo y la transmisión de un bloque no son objeto de recomendación y pueden variar dinámicamente como parte de la estrategia de control de la codificación. Los bloques transmitidos se transforman y los coeficientes resultantes se cuantifican y se codifican con longitud variable.

3.2.1 Predicción

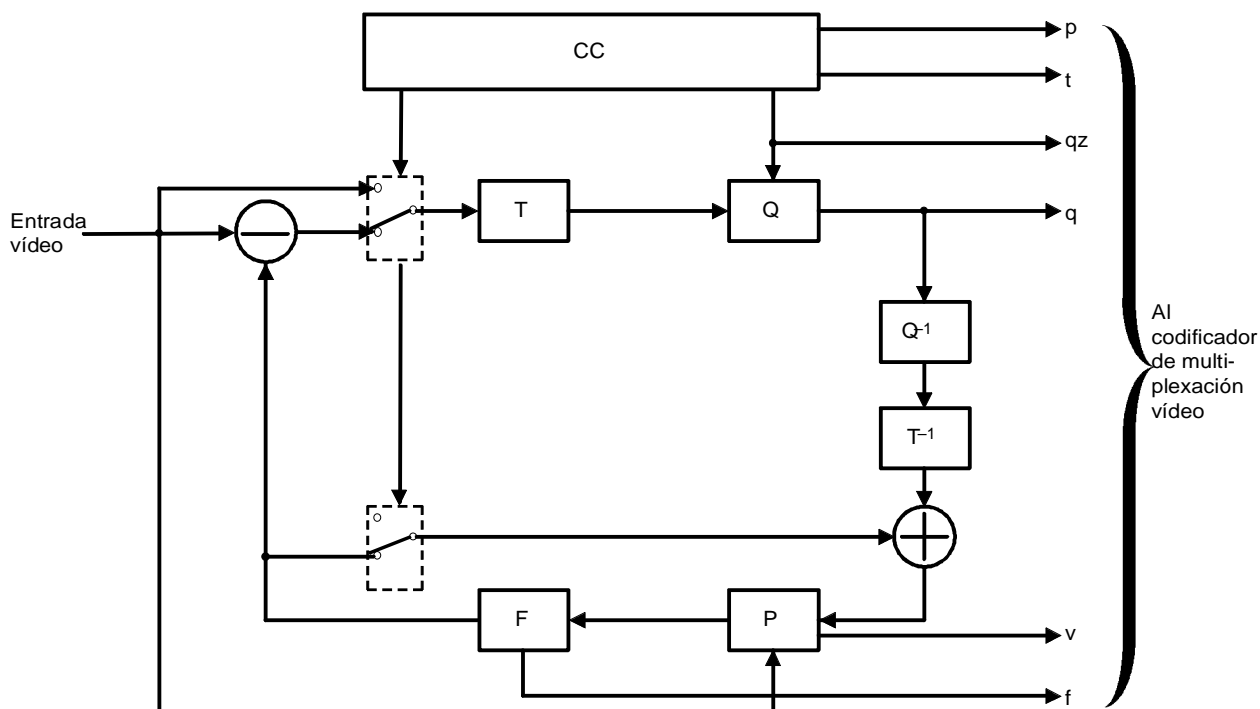
La predicción es interimágenes y puede aumentarse por compensación del movimiento (véase 3.2.2) y mediante un filtro espacial (véase 3.2.3).

3.2.2 Compensación del movimiento

La compensación del movimiento (MC, *motion compensation*) es facultativa en el codificador. El decodificador aceptará un vector por cada macrobloque. Las componentes horizontal y vertical de estos vectores de movimiento tienen valores enteros que no pasan de ± 15 . El vector se utiliza para los cuatro bloques de luminancia del macrobloque. El vector de movimiento para ambos bloques de diferencia de color se obtiene dividiendo por dos los valores de las componentes del vector de macrobloque y haciendo un truncamiento a cero de las partes de magnitud para producir componentes enteros.

Un valor positivo de las componentes horizontal o vertical del vector de movimiento significa que la predicción se ha realizado a partir de elementos de imagen de la imagen anterior situados espacialmente a la derecha o debajo de los elementos de imagen objeto de predicción.

Los vectores de movimiento están limitados de manera que todos los elementos de imagen por ellos referenciados estén dentro de la zona de imagen codificada.



T1502441-90/d03

- T Transformada
- Q Cuantificador
- P Memoria de imagen con retardo variable y compensación del movimiento
- F Filtro de bucle
- CC Control de codificación
- p Bandera de INTRA/INTER
- t Bandera de transmitido o no transmitido
- qz Indicación de cuantificador
- q Índice de cuantificación para los coeficientes de la transformada
- v Vector de movimiento
- f Activación/desactivación de filtro de bucle

FIGURA 3/H.261
Codificador fuente

3.2.3 Filtro de bucle

El proceso de predicción puede modificarse mediante un filtro espacial bidimensional (FIL) que actúa sobre los elementos de imagen de un bloque predicho de ocho por ocho.

El filtro es separable en funciones unidimensionales horizontal y vertical. Ambas son no recursivas con coeficientes de 1/4, 1/2, 1/4 excepto en los bordes del bloque, donde uno de los puntos de toma caería fuera del bloque. En tales casos se modifica el filtro unidimensional para que tenga coeficientes 0, 1, 0. La precisión aritmética se conserva totalmente redondeando a valores enteros de ocho bits en la salida del filtro bidimensional. Los valores cuya parte fraccionaria es un medio se redondean al valor superior.

El filtro se activa/desactiva para los seis bloques de un macrobloque según el tipo de macrobloque (véase MTYPE en 4.2.3).

3.2.4 Dispositivo de transformada (o transformador)

Los bloques transmitidos se codifican mediante una transformada discreta bidimensional de coseno separable de dimensiones 8×8 . La salida procedente de la transformada inversa varía entre -255 y $+255$ para poder ser representada mediante nueve bits. La función de transferencia de la transformada inversa viene dada por:

$$f(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u) C(v) F(u, v) \cos[\pi(2x + 1)u/16] \cos[\pi(2y + 1)v/16]$$

siendo $u, v, x, y = 0, 1, 2, \dots, 7$

donde x, y son las coordenadas espaciales en el dominio de los elementos de imagen,

u, v son las coordenadas en el dominio de la transformada,

$$C(u) = 1/\sqrt{2} \text{ para } u = 0, 1 \text{ en los demás casos,}$$

$$C(v) = 1/\sqrt{2} \text{ para } v = 0, 1 \text{ en los demás casos.}$$

NOTA – En los bloques sometidos a transformación, $x = 0$ e $y = 0$ se refieren a los elementos de imagen más próximos al borde izquierdo y al borde superior de la imagen, respectivamente.

Los procedimientos aritméticos para calcular las transformadas no se definen, pero la transformada inversa debe mantenerse dentro de las tolerancias de error especificadas en el Anexo A.

3.2.5 Cuantificación

El número de cuantificadores es uno para el coeficiente en continua del modo INTRA y 31 para todos los demás coeficientes. Dentro de un macrobloque se utiliza un mismo cuantificador para todos los coeficientes, excepto para cc INTRA. No se definen los niveles de decisión. El coeficiente cc INTRA es, nominalmente, el valor transformado cuantificado linealmente con un paso de valor ocho. Los otros 31 cuantificadores son también lineales nominalmente, pero con una zona muerta central en torno a cero y con un paso de valor par en la gama de 2 a 62.

Los niveles de reconstrucción se definen en 4.2.4.

NOTA – Con valores del paso de cuantificación más pequeños, no se puede representar la gama dinámica completa de los coeficientes de la transformada.

3.2.6 Recorte de la imagen reconstruida

Para evitar la distorsión de cuantificación de las amplitudes de los coeficientes de transformada que cause desbordamiento aritmético en los bucles del codificador y decodificador, se insertan funciones de recorte. La función de recorte, se aplica a la imagen reconstruida que se forma sumando la predicción y el error de predicción modificados por el proceso de codificación. Este recortador actúa sobre los valores de los elementos de imagen resultantes inferiores a 0 o superiores a 255, cambiándolos a 0 y 255 respectivamente.

3.3 Control de codificación

Pueden variarse algunos parámetros para controlar la velocidad de generación de datos vídeo codificados. Incluyen procesamiento antes del codificador de fuente, el cuantificador, criterio de significado de bloque y submuestreo temporal. Las proporciones de tales medidas en la estrategia de control global no son objeto de recomendación.

Al ser invocado, el submuestreo temporal se realiza descartando imágenes completas.

3.4 Actualización forzada

Esta función se realiza forzando la utilización del modo INTRA del algoritmo de codificación. El esquema de actualización aún no está definido. Para el control de acumulación de errores por desajuste de la transformada inversa debe actualizarse forzosamente un macrobloque al menos una vez por cada 132 veces que se transmita.

4 Codificador de multiplexación vídeo

4.1 Estructura de datos

A menos que se especifique otra cosa, el bit más significativo se transmite primero. Es el bit 1, que es el bit situado más a la izquierda en los cuadros de códigos de la presente Recomendación. Si no se indica otra cosa, todos los bits no utilizados o de reserva se ponen a «1». Los bits de reserva no deben utilizarse mientras el CCITT no especifique sus funciones.

4.2 Disposición de multiplexación vídeo

La multiplexación vídeo se dispone en una estructura jerárquica de cuatro capas. En orden descendente dichas capas son:

- imagen;
- grupo de bloques (GOB, *group of blocks*);
- macrobloque (MB, *macroblock*);
- bloque.

En la Figura 4 se muestra un diagrama de sintaxis del codificador de multiplexación vídeo. Las abreviaturas se definen en subcláusulas.

4.2.1 Capa de imagen

Los datos de cada imagen consisten en un encabezamiento de imagen seguido de datos para GOB. La estructura aparece en la Figura 5. Los encabezamientos de las imágenes desechadas no se transmiten.

4.2.1.1 Código de comienzo de imagen (PCS, *picture start code*) (20 bits)

Palabra de 20 bits. Su valor es 0000 0000 0000 0001 0000.

4.2.1.2 Referencia temporal (TR, *temporal reference*) (5 bits)

Número de 5 bits que puede adoptar 32 valores posibles. Se forma incrementando su valor en el encabezamiento de la imagen transmitida anteriormente en una unidad más el número de imágenes no transmitidas (a 29,97 Hz) desde la última transmitida. Las operaciones aritméticas se llevan a cabo únicamente con los cinco bits menos significativos (LSB, *least significant bits*).

4.2.1.3 Información de tipo (PTYPE) (6 bits)

Información sobre la imagen completa:

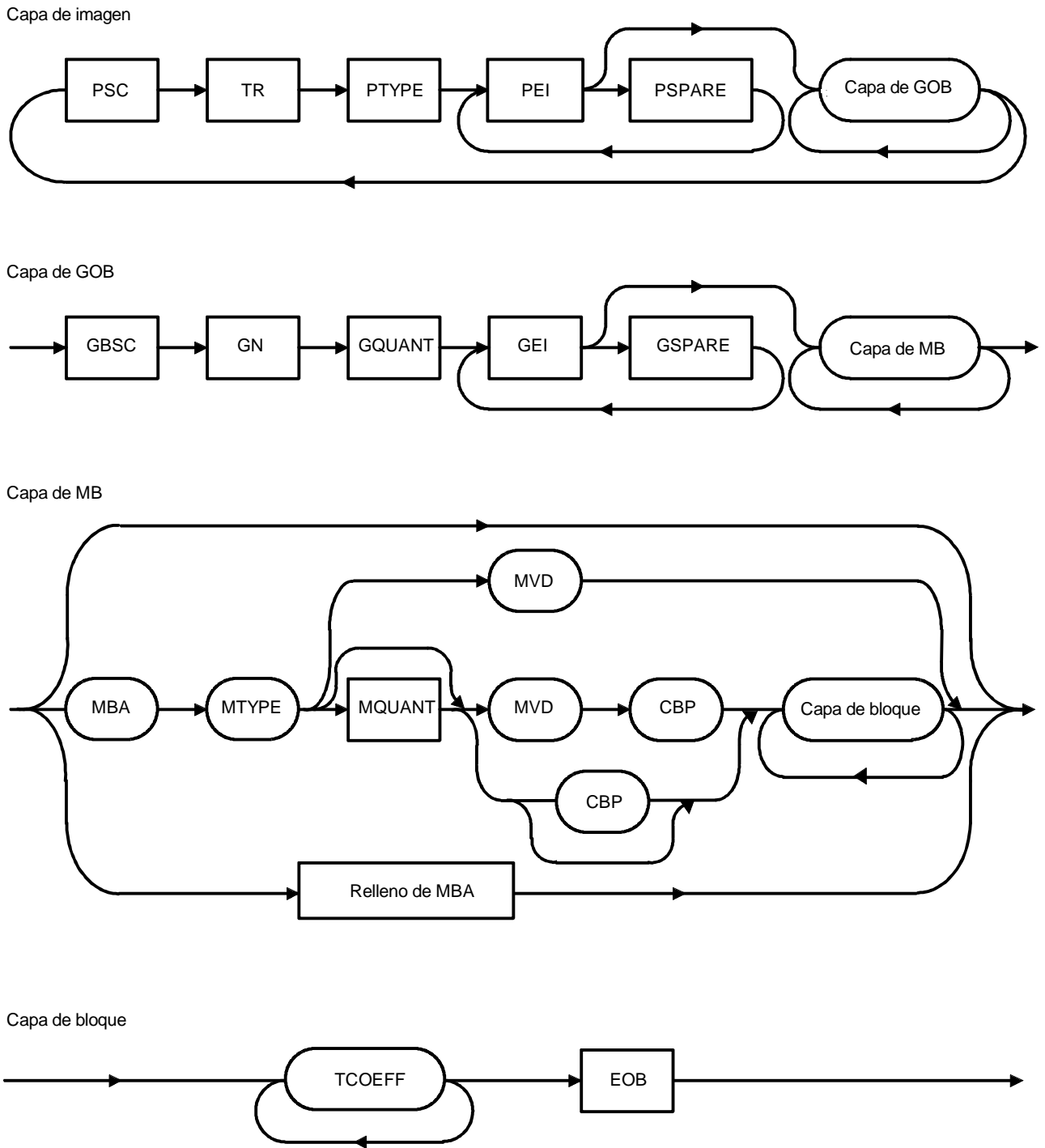
- | | |
|-------|---|
| Bit 1 | Indicador de división de pantalla. «0» no, «1» sí. |
| Bit 2 | Indicador de cámara de documentos. «0» no, «1» sí. |
| Bit 3 | Liberación de imagen congelada. «0» no, «1» sí. |
| Bit 4 | Fuente de formato. «0» QCIF, «1» CIF. |
| Bit 5 | Modo opcional de transmisión de imágenes fijas en alta resolución definido en el Anexo D. «0» no, «1» sí. |
| Bit 6 | De reserva. |

4.2.1.4 Información de inserción suplementaria (PEI) (1 bit)

Un bit que señala la presencia del campo de datos facultativo siguiente.

4.2.1.5 Información de reserva (PSPARE) (0/8/16 . . . bits)

Si el bit PEI está puesto a «1», vienen a continuación 9 bits, siendo los 8 primeros, de datos (PSPARE) y el noveno, otro PEI para indicar si siguen otros 9 bits, y así sucesivamente. Los codificadores no deben insertar PSPARE mientras no lo especifique el CCITT. Los decodificadores deben estar diseñados de tal manera que desechen PSPARE si PEI está puesto a «1». Esto permitirá al CCITT especificar futuras adiciones en PSPARE compatibles con el material ya existente.



T1502451-90/d04

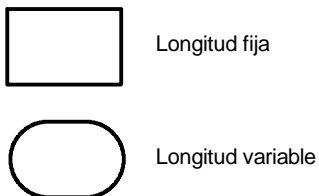
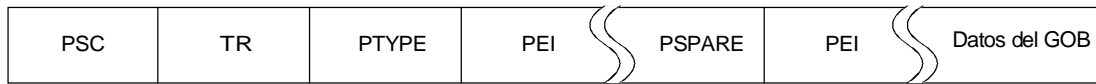


FIGURA 4/H.261
 Diagrama de sintaxis para el codificador de multiplexación vídeo



T1514230-93/d05

FIGURA 5/H.261
Estructura de la capa de imagen

4.2.2 Capa de grupo de bloques

Cada imagen se divide en grupos de bloques (GOB). Un grupo de bloques (GOB) comprende un doceavo de la zona de imagen CIF o un tercio de la zona de imagen QCIF (véase la Figura 6). Un GOB se relaciona con los 176 elementos de imagen por 48 líneas de la señal Y y los 88 elementos de imagen por 24 líneas de cada una de las señales C_B y C_R especialmente correspondientes.

Los datos de cada grupo de bloques consisten en un encabezamiento de GOB seguido de datos para los macrobloques. La estructura aparece en la Figura 7. Cada encabezamiento de GOB se transmite una vez entre los códigos de comienzo de imagen en la secuencia de CIF o QCIF enumerada en la Figura 6, aun si no aparece en ese GOB ningún dato de macrobloque.

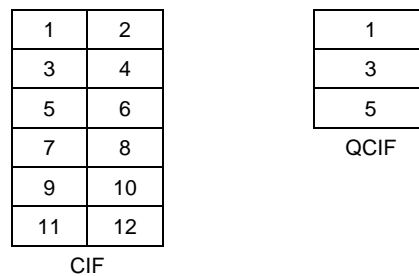
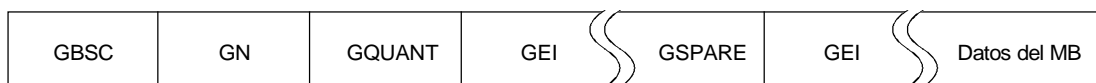


FIGURA 6/H.261
Disposición de los GOB en una imagen



T1514240-93/d06

FIGURA 7/H.261
Estructura de la capa de grupo de bloques

4.2.2.1 Código de comienzo de grupo de bloques (GBSC, group of blocks start code) (16 bits)

Palabra de 16 bits. Su valor es 0000 0000 0000 0001.

4.2.2.2 Número de grupo (GN, group number) (4 bits)

Cuatro bits que indican la posición del grupo de bloques. Los bits constituyen la representación binaria de los números de la Figura 6. Los números de grupo 13, 14 y 15 se reservan para futuras utilidades. El número de grupo 0 se emplea en el PSC.

4.2.2.3 Información de cuantificador (GQUANT) (5 bits)

Palabra de código de longitud fija 5 bits, que indica el cuantificador a utilizar en el grupo de bloques hasta ser sustituido por cualquier MQANT siguiente. Las palabras de código son las representaciones binarias naturales de los valores de QUANT (véase 4.2.4) que, teniendo un paso mitad, están comprendidos en la gama de 1 a 31.

4.2.2.4 Información de inserción suplementaria (GEI) (1 bit)

Un bit que puesto a «1» indica la presencia del campo de datos facultativo siguiente.

4.2.2.5 Información de reserva (GSPARE) (0/8/16 . . . bits)

Si el bit GEI está puesto a «1», vienen a continuación 9 bits, siendo los 8 primeros, de datos (GSPARE), y el noveno, otro bit GEI para indicar si siguen otros 9 bits, y así sucesivamente. Los codificadores no deben insertar GSPARE mientras no lo especifique el CCITT. Los decodificadores deben estar diseñados de tal manera que desechen GSPARE si GEI está puesto a «1». Esto permitirá al CCITT especificar futuras adiciones en GSPARE, compatibles con el material ya existente.

NOTA – Se puede producir una emulación de los códigos de comienzo si la futura especificación de GSPARE no establece restricciones a propósito de los bits de datos finales de GSPARE.

4.2.3 Capa de macrobloque

Cada GOB se divide en 33 macrobloques, como muestra la Figura 8. Un macrobloque se relaciona con los 16 elementos de imagen por 16 líneas de la señal Y y los 8 elementos de imagen por 8 líneas de cada una de las señales C_R y C_B especialmente correspondientes.

Los datos de un macrobloque consisten en un encabezamiento de MB seguido de los datos de los bloques (véase la Figura 9). MQANT, MVD y CBP están presentes cuando lo indica MTYPE.

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |

FIGURA 8/H.261

Disposición de los macrobloques en un GOB

| | | | | | |
|-----|-------|-------|-----|-----|-----------------|
| MBA | MTYPE | MQANT | MVD | CBP | Datos de bloque |
|-----|-------|-------|-----|-----|-----------------|

FIGURA 9/H.261

Estructura de la capa de macrobloque

4.2.3.1 Dirección de macrobloque (MBA, macroblock address) (longitud variable)

Palabra de código de longitud variable que indica la posición de un macrobloque dentro de un grupo de bloques. El orden de transmisión es el indicado en la Figura 8. Para el primer macrobloque transmitido en un GOB, la MBA es dirección absoluta en la Figura 8. Para los siguientes macrobloques, la MBA es la diferencia entre las direcciones absolutas del macrobloque y del último macrobloque transmitido. La tabla de códigos de la MBA figura en el Cuadro 1.

En el cuadro se dispone de una palabra de código suplementaria para el relleno de bits inmediatamente después de un encabezamiento de GOB o de macrobloque codificado (relleno de MBA). Esta palabra de código debe ser descartada por los decodificadores.

También se indica en el Cuadro 1 la palabra código de longitud variable para el código de comienzo.

La MBA va siempre incluida en los macrobloques transmitidos.

Los macrobloques no se transmiten cuando no contienen información para la parte correspondiente de la imagen.

CUADRO 1/H.261

Tabla de códigos de longitud variable para direccionamiento de macrobloques

| MBA | Código | MBA | Código |
|-----|--------------|--------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 17 | 0000 0101 10 |
| 2 | 011 | 18 | 0000 0101 01 |
| 3 | 010 | 19 | 0000 0101 00 |
| 4 | 0011 | 20 | 0000 0100 11 |
| 5 | 0010 | 21 | 0000 0100 10 |
| 6 | 0001 1 | 22 | 0000 0100 011 |
| 7 | 0001 0 | 23 | 0000 0100 010 |
| 8 | 0000 111 | 24 | 0000 0100 001 |
| 9 | 0000 110 | 25 | 0000 0100 000 |
| 10 | 0000 1011 | 26 | 0000 0011 111 |
| 11 | 0000 1010 | 27 | 0000 0011 110 |
| 12 | 0000 1001 | 28 | 0000 0011 101 |
| 13 | 0000 1000 | 29 | 0000 0011 100 |
| 14 | 0000 0111 | 30 | 0000 0011 011 |
| 15 | 0000 0110 | 31 | 0000 0011 010 |
| 16 | 0000 0101 11 | 32 | 0000 0011 001 |
| | | 33 | 0000 0011 000 |
| | | Relleno de MBA | 0000 0001 111 |
| | | Código de comienzo | 0000 0000 0000 0001 |

4.2.3.2 Información de tipo (MTYPE) (longitud variable)

Palabras de código de longitud variable que dan información sobre el macrobloque y sobre los elementos de datos que están presentes. En el Cuadro 2 figuran los tipos de macrobloque, incluidos los elementos y las palabras de código de longitud variable.

MTYPE va siempre incluido en los macrobloques transmitidos.

4.2.3.3 Cuantificador (MQUANT) (5 bits)

MQUANT está presente únicamente si así lo indica MTYPE.

Palabra de código de cinco bits que indica el cuantificador utilizado por este macrobloque y cualquiera de los siguientes macrobloques del grupo de bloques hasta que lo sustituya cualquier otro MQUANT.

Las palabras de código de MQUANT son las mismas que las de GQUANT.

Tabla de códigos de longitud variable (VLC) para MTYPE

| Predicción | MQUANT | MVD | CBP | TCOEFF | VLC |
|------------------|--------|-----|-----|--------|--------------|
| Intra | | | | x | 0001 |
| Intra | x | | | x | 0000 001 |
| Inter | | | x | x | 1 |
| Inter | x | | x | x | 0000 1 |
| Inter + MC | | x | | | 0000 0000 1 |
| Inter + MC | | x | x | x | 0000 0001 |
| Inter + MC | x | x | x | x | 0000 0000 01 |
| Inter + MC + FIL | | x | | | 001 |
| Inter + MC + FIL | | x | x | x | 01 |
| Inter + MC + FIL | x | x | x | x | 0000 01 |

NOTAS

1 Una «x» significa que el elemento se encuentra presente en el macrobloque.

2 Es posible aplicar el filtro en un macrobloque compensado sin movimiento declarándolo como MC + FIL pero con un vector nulo.

4.2.3.4 Datos del vector de movimiento (MVD, motion vector data) (longitud variable)

Los datos del vector de movimiento se incluyen en todos los macrobloques MC. MVD se obtiene a partir del vector de macrobloque, restándole el vector del macrobloque anterior. Para este cálculo se considera que el vector del macrobloque anterior es nulo en las tres situaciones siguientes:

- 1) evaluación de MVD para los macrobloques 1, 12 y 23;
- 2) evaluación de MVD para los macrobloques en los que MBA no representa una diferencia de 1;
- 3) MTYPE del macrobloque anterior no era MC.

MVD consiste en una palabra de código de longitud variable para la componente horizontal, seguida de una palabra de código de longitud variable para la componente vertical. En el Cuadro 3 aparecen los códigos de longitud variable.

El hecho de que la gama de valores del vector de movimiento esté limitada es una ventaja. Cada palabra de código de longitud variable representa un par de valores diferencia. Sólo uno de los valores del par generará un vector de macrobloque que caiga en la gama permitida.

4.2.3.5 Patrón de bloque codificado (CBP, coded block pattern) (longitud variable)

CBP está presente si lo indica MTYPE. La palabra de código proporciona un número de patrón que se refiere a los bloques del macrobloque para los que se transmite por lo menos un coeficiente de la transformada. El número de patrón viene dado por:

$$32 \cdot P_1 + 16 \cdot P_2 + 8 \cdot P_3 + 4 \cdot P_4 + 2 \cdot P_5 + P_6$$

donde $P_n = 1$ si hay coeficientes presentes para el bloque n , y 0 los demás casos. La numeración del bloque aparece en la Figura 10.

En el Cuadro 4 figuran las palabras de código de CBP.

Tabla de códigos de longitud variable (VLC) para MVD

| MVD | Código |
|----------|---------------|
| -16 y 16 | 0000 0011 001 |
| -15 y 17 | 0000 0011 011 |
| -14 y 18 | 0000 0011 101 |
| -13 y 19 | 0000 0011 111 |
| -12 y 20 | 0000 0100 001 |
| -11 y 21 | 0000 0100 011 |
| -10 y 22 | 0000 0100 11 |
| -9 y 23 | 0000 0101 01 |
| -8 y 24 | 0000 0101 11 |
| -7 y 25 | 0000 0111 |
| -6 y 26 | 0000 1001 |
| -5 y 27 | 0000 1011 |
| -4 y 28 | 0000 111 |
| -3 y 29 | 0001 1 |
| -2 y 30 | 0011 |
| -1 | 011 |
| 0 | 1 |
| 1 | 010 |
| 2 y -30 | 0010 |
| 3 y -29 | 0001 0 |
| 4 y -28 | 0000 110 |
| 5 y -27 | 0000 1010 |
| 6 y -26 | 0000 1000 |
| 7 y -25 | 0000 0110 |
| 8 y -24 | 0000 0101 10 |
| 9 y -23 | 0000 0101 00 |
| 10 y -22 | 0000 0100 10 |
| 11 y -21 | 0000 0100 010 |
| 12 y -20 | 0000 0100 000 |
| 13 y -19 | 0000 0011 110 |
| 14 y -18 | 0000 0011 100 |
| 15 y -17 | 0000 0011 010 |

4.2.4 Capa de bloque

Un macrobloque comprende cuatro bloques de luminancia y un bloque para cada una de las dos señales de diferencia de color (véase la Figura 10).

Los datos de un bloque consisten en palabras de código para los coeficientes de la transformada seguidos por un marcador de fin de bloque (EOB, *end of block*) (véase la Figura 11). El orden de transmisión del bloque es el que indica la Figura 10.

4.2.4.1 Coeficientes de la transformada (TCOEFF)

Los datos del coeficiente de la transformada se encuentran siempre presentes en los seis bloques de un macrobloque cuando MTYPE indica el modo INTRA. En otros casos, MTYPE y CBP indican en qué bloques se transmiten datos sobre los coeficientes. Los coeficientes cuantificados de la transformada se transmiten de forma secuencial de acuerdo con el orden indicado en la Figura 12.

Las combinaciones de ceros sucesivos RUN (pasada), que aparecen con más frecuencia y el siguiente valor LEVEL (nivel) se codifican mediante códigos de longitud variable. Otras combinaciones de RUN (pasada), LEVEL (nivel) se codifican con una palabra de 20 bits consistente en 6 bits ESCAPE, 6 bits RUN y 8 bits LEVEL. Para la codificación de longitud variable hay dos tablas de código, uno utilizado por el primer LEVEL transmitido en los bloques INTER, INTER+MC e INTER+MC+FIL y el otro por el resto de los LEVEL, excepto el primero en los bloques INTRA, que se codifica con una longitud fija en 8 bits.

Tabla de códigos de longitud variable (VLC) para CBP

| CBP | Código | CBP | Código |
|-----|-----------|-----|-------------|
| 60 | 111 | 35 | 0001 1100 |
| 4 | 1101 | 13 | 0001 1011 |
| 8 | 1100 | 49 | 0001 1010 |
| 16 | 1011 | 21 | 0001 1001 |
| 32 | 1010 | 41 | 0001 1000 |
| 12 | 1001 1 | 14 | 0001 0111 |
| 48 | 1001 0 | 50 | 0001 0110 |
| 20 | 1000 1 | 22 | 0001 0101 |
| 40 | 1000 0 | 42 | 0001 0100 |
| 28 | 0111 1 | 15 | 0001 0011 |
| 44 | 0111 0 | 51 | 0001 0010 |
| 52 | 0110 1 | 23 | 0001 0001 |
| 56 | 0110 0 | 43 | 0001 0000 |
| 1 | 0101 1 | 25 | 0000 1111 |
| 61 | 0101 0 | 37 | 0000 1110 |
| 2 | 0100 1 | 26 | 0000 1101 |
| 62 | 0100 0 | 38 | 0000 1100 |
| 24 | 0011 11 | 29 | 0000 1011 |
| 36 | 0011 10 | 45 | 0000 1010 |
| 3 | 0011 01 | 53 | 0000 1001 |
| 63 | 0011 00 | 57 | 0000 1000 |
| 5 | 0010 111 | 30 | 0000 0111 |
| 9 | 0010 110 | 46 | 0000 0110 |
| 17 | 0010 101 | 54 | 0000 0101 |
| 33 | 0010 100 | 58 | 0000 0100 |
| 6 | 0010 011 | 31 | 0000 0011 1 |
| 10 | 0010 010 | 47 | 0000 0011 0 |
| 18 | 0010 001 | 55 | 0000 0010 1 |
| 34 | 0010 000 | 59 | 0000 0010 0 |
| 7 | 0001 1111 | 27 | 0000 0001 1 |
| 11 | 0001 1110 | 39 | 0000 0001 0 |
| 19 | 0001 1101 | | |



FIGURA 10/H.261

Disposición de los bloques en un macrobloque



FIGURA 11/H.261

Estructura de la capa de bloque

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 1 | 2 | 6 | 7 | 15 | 16 | 28 | 29 | → Ciclos crecientes por anchura de imagen ↓ Ciclos crecientes por altura de imagen |
| 3 | 5 | 8 | 14 | 17 | 27 | 30 | 43 | |
| 4 | 9 | 13 | 18 | 26 | 31 | 42 | 44 | |
| 10 | 12 | 19 | 25 | 32 | 41 | 45 | 54 | |
| 11 | 20 | 24 | 33 | 40 | 46 | 53 | 55 | |
| 21 | 23 | 34 | 39 | 47 | 52 | 56 | 61 | |
| 22 | 35 | 38 | 48 | 51 | 57 | 60 | 62 | |
| 36 | 37 | 49 | 50 | 58 | 59 | 63 | 64 | |

T1514100-93/d07

FIGURA 12/H.261

Orden de transmisión de los coeficientes de la transformada

En el Cuadro 5 figuran los códigos.

Las combinaciones de pasadas de ceros que aparecen con más frecuencia y el valor siguiente se codifican mediante códigos de longitud variable, tal como se indica en el cuadro que figura a continuación. Este juego incluye el fin de bloque (EOB, *end of block*). Dado que el CBP indica los bloques que no tienen datos de coeficientes, EOB no puede aparecer como primer coeficiente. Por ello, puede eliminarse EOB de la tabla de códigos de longitud variable para el primer coeficiente.

El último bit, «s», indica el signo del nivel: «0» para nivel positivo y «1» para nivel negativo.

Las combinaciones restantes de (pasada, nivel) están codificadas en una palabra de 20 bits que consta de escape de 6 bits, pasada de 6 bits y nivel de 8 bits. La utilización de esta palabra de 20 bits para codificar las combinaciones enumeradas en la tabla de código no está prohibida.

CUADRO 5/H.261

Cuadro de palabras de código de longitud variable para TCOEFF

| Pasada | Nivel | Código |
|--------|-------|--|
| EOB | | 10 |
| 0 | 1 | 1s ^{a)} Si es el primer coeficiente |
| 0 | 1 | 11s no es el primer coeficiente |
| 0 | 2 | 0100 s |
| 0 | 3 | 0010 1s |
| 0 | 4 | 0000 110s |
| 0 | 5 | 0010 0110 s |
| 0 | 6 | 0010 0001 s |
| 0 | 7 | 0000 0010 10s |
| 0 | 8 | 0000 0001 1101 s |
| 0 | 9 | 0000 0001 1000 s |
| 0 | 10 | 0000 0001 0011 s |
| 0 | 11 | 0000 0001 0000 s |
| 0 | 12 | 0000 0000 1101 0s |
| 0 | 13 | 0000 0000 1100 1s |
| 0 | 14 | 0000 0000 1100 0s |
| 0 | 15 | 0000 0000 1011 1s |
| 1 | 1 | 011s |
| 1 | 2 | 0001 10s |
| 1 | 3 | 0010 0101 s |
| 1 | 4 | 0000 0011 00s |
| 1 | 5 | 0000 0001 1011 s |
| 1 | 6 | 0000 0000 1011 0s |
| 1 | 7 | 0000 0000 1010 1s |
| 2 | 1 | 0101 s |
| 2 | 2 | 0000 100s |
| 2 | 3 | 0000 0010 11s |
| 2 | 4 | 0000 0001 0100 s |
| 2 | 5 | 0000 0000 1010 0s |
| 3 | 1 | 0011 1s |
| 3 | 2 | 0010 0100 s |
| 3 | 3 | 0000 0001 1100 s |
| 3 | 4 | 0000 0000 1001 1s |
| 4 | 1 | 0011 0s |
| 4 | 2 | 0000 0011 11s |
| 4 | 3 | 0000 0001 0010 s |
| 5 | 1 | 0001 11s |
| 5 | 2 | 0000 0010 01s |
| 5 | 3 | 0000 0000 1001 0s |
| 6 | 1 | 0001 01s |
| 6 | 2 | 0000 0001 1110 s |
| 7 | 1 | 0001 00s |
| 7 | 2 | 0000 0001 0101 s |
| 8 | 1 | 0000 111s |
| 8 | 2 | 0000 0001 0001 s |
| 9 | 1 | 0000 101s |
| 9 | 2 | 0000 0000 1000 1s |
| 10 | 1 | 0010 0111 s |
| 10 | 2 | 0000 0000 1000 0s |
| 11 | 1 | 0010 0011 s |
| 12 | 1 | 0010 0010 s |
| 13 | 1 | 0010 0000 s |
| 14 | 1 | 0000 0011 10s |
| 15 | 1 | 0000 0011 01s |
| 16 | 1 | 0000 0010 00s |
| 17 | 1 | 0000 0001 1111 s |
| 18 | 1 | 0000 0001 1010 s |
| 19 | 1 | 0000 0001 1001 s |
| 20 | 1 | 0000 0001 0111 s |
| 21 | 1 | 0000 0001 0110 s |
| 22 | 1 | 0000 0000 1111 1s |
| 23 | 1 | 0000 0000 1111 0s |
| 24 | 1 | 0000 0000 1110 1s |
| 25 | 1 | 0000 0000 1110 0s |
| 26 | 1 | 0000 0000 1101 1s |
| Escape | | 0000 01 |

a) No se utiliza en macrobloques INTRA.

Pasada es un código de longitud fija de 6 bits

| Pasada | Código |
|--------|---------|
| 0 | 0000 00 |
| 1 | 0000 01 |
| 2 | 0000 10 |
| . | . |
| . | . |
| 63 | 1111 11 |

Nivel es un código de longitud fija de 8 bits

| Amplitud | Código |
|----------|-----------|
| -128 | Proibido |
| -127 | 1000 0001 |
| . | . |
| -2 | 1111 1110 |
| -1 | 1111 1111 |
| 0 | Proibido |
| 1 | 0000 0001 |
| 2 | 0000 0010 |
| . | . |
| 127 | 0111 1111 |

Los niveles de reconstrucción (REC) para todos los coeficientes distintos de cc INTRA están comprendidos entre -2048 y 2047 y se obtienen recortando los resultados de las fórmulas siguientes:

$$\left. \begin{aligned} \text{REC} &= \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{nivel} + 1); & \text{nivel} > 0 \\ \text{REC} &= \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{nivel} - 1); & \text{nivel} < 0 \end{aligned} \right\} \text{QUANT} = \text{«impar»}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{REC} &= \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{nivel} + 1) - 1; & \text{nivel} > 0 \\ \text{REC} &= \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{nivel} - 1) + 1; & \text{nivel} < 0 \end{aligned} \right\} \text{QUANT} = \text{«par»}$$

$$\text{REC} = 0; \text{nivel} = 0$$

NOTA – QUANT varía de 1 a 31 y es transmitido por GQUANT o MQUANT.

Niveles de reconstrucción (REC)

| Nivel | QUANT | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | . | 8 | 9 | . | 17 | 18 | . | 30 | 31 |
| -127 | -255 | -509 | -765 | -1019 | . | -2039 | -2048 | . | -2048 | -2048 | . | -2048 | -2048 |
| -126 | -253 | -505 | -759 | -1011 | . | -2023 | -2048 | . | -2048 | -2048 | . | -2048 | -2048 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| -2 | -5 | -9 | -15 | -19 | . | -39 | -45 | . | -85 | -89 | . | -149 | -155 |
| -1 | -3 | -5 | -9 | -11 | . | -23 | -27 | . | -51 | -53 | . | -89 | -93 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | . | 0 | 0 | . | 0 | 0 | . | 0 | 0 |
| 1 | 3 | 5 | 9 | 11 | . | 23 | 27 | . | 51 | 53 | . | 89 | 93 |
| 2 | 5 | 9 | 15 | 19 | . | 39 | 45 | . | 85 | 89 | . | 149 | 155 |
| 3 | 7 | 13 | 21 | 27 | . | 55 | 63 | . | 119 | 125 | . | 209 | 217 |
| 4 | 9 | 17 | 27 | 35 | . | 71 | 81 | . | 153 | 161 | . | 269 | 279 |
| 5 | 11 | 21 | 33 | 43 | . | 87 | 99 | . | 187 | 197 | . | 329 | 341 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 56 | 113 | 225 | 339 | 451 | . | 903 | 1017 | . | 1921 | 2033 | . | 2047 | 2047 |
| 57 | 115 | 229 | 345 | 459 | . | 919 | 1035 | . | 1955 | 2047 | . | 2047 | 2047 |
| 58 | 117 | 233 | 351 | 467 | . | 935 | 1053 | . | 1989 | 2047 | . | 2047 | 2047 |
| 59 | 119 | 237 | 357 | 475 | . | 951 | 1071 | . | 2023 | 2047 | . | 2047 | 2047 |
| 60 | 121 | 241 | 363 | 483 | . | 967 | 1089 | . | 2047 | 2047 | . | 2047 | 2047 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 125 | 251 | 501 | 753 | 1003 | . | 2007 | 2047 | . | 2047 | 2047 | . | 2047 | 2047 |
| 126 | 253 | 505 | 759 | 1011 | . | 2023 | 2047 | . | 2047 | 2047 | . | 2047 | 2047 |
| 127 | 255 | 509 | 765 | 1019 | . | 2039 | 2047 | . | 2047 | 2047 | . | 2047 | 2047 |

NOTA – Los niveles de reconstrucción son simétricos respecto al signo de nivel salvo para 2047/-2048.

Para los bloques INTRA, el primer coeficiente es el valor del coeficiente en continua de la transformada cuantificado linealmente con un paso de 8 y sin zona muerta. Los valores resultantes se representan con 8 bits. De un bloque negro nominal resulta la secuencia 0001 0000, y de uno nominalmente blanco, 1110 1011. El código 0000 0000 no se utiliza. El código 1000 0000 no se utiliza ya que el nivel de reconstrucción de 1024 se codifica como 1111 1111 (véase el Cuadro 6).

Los coeficientes que siguen al último no nulo no se transmiten. EOB (código de fin de bloque) es siempre el último elemento en los bloques para los que se transmiten coeficientes.

4.3 Consideraciones sobre el funcionamiento multipunto

Las facilidades que a continuación se indican se proporcionan para soportar el funcionamiento multipunto con conmutación.

4.3.1 Petición de imagen congelada

Hace que el decodificador congele la imagen visualizada hasta que se reciba una señal de liberación de imagen congelada o hasta que expire un periodo de temporización de al menos seis segundos. La transmisión de esta señal se hace por medios externos (por ejemplo, según la Recomendación H.221).

4.3.2 Petición de actualización rápida

Hace que el codificador codifique su siguiente imagen en modo INTRA con parámetros de codificación que impidan el desbordamiento de la memoria tampón. La transmisión de esta señal se hace por medios externos (por ejemplo, según la Recomendación H.221).

CUADRO 6/H.261

Niveles de reconstrucción para los coeficientes cc del modo INTRA

| Código de longitud fija (FLC) | Nivel de reconstrucción en la transformada inversa |
|-------------------------------|--|
| 0000 0001 (1) | 8 |
| 0000 0010 (2) | 16 |
| 0000 0011 (3) | 24 |
| . | . |
| . | . |
| 0111 1111 (127) | 1016 |
| 1111 1111 (255) | 1024 |
| 1000 0001 (129) | 1032 |
| . | . |
| . | . |
| 1111 1101 (253) | 2024 |
| 1111 1110 (254) | 2032 |

NOTA – El valor decodificado correspondiente a FLC = «n» es 8n, excepto para FLC = 255, que es 1024.
(FLC, *fixed length code*)

4.3.3 Liberación de imagen congelada

Señal procedente de un codificador que ha respondido a una petición de actualización rápida y que permite al decodificador salir de su modo de imagen congelada y visualizar las imágenes decodificadas de manera normal. Esta señal es transmitida por el bit 3 de PTYPE (véase 4.2.1) en el encabezamiento de imagen de la primera imagen codificada en respuesta a la petición de actualización rápida.

5 Codificador de transmisión

5.1 Velocidad binaria

El reloj de transmisión es externo (por ejemplo, procedente de una interfaz Recomendación I.420).

5.2 Almacenamiento en tampón de los datos vídeo

El codificador debe controlar su tren de bits de salida para cumplir los requisitos del decodificador hipotético de referencia definido en el Anexo B.

Cuando se utiliza CIF, el número de bits originados al codificar una imagen aislada cualquiera no debe exceder de 256 kbit/s.

Con QCIF, el número de bits originados al codificar una imagen aislada cualquiera no debe exceder de 64 kbit/s.

En los dos casos anteriores, la cuenta de bits incluye el código de comienzo de imagen y todos los demás datos relativos a esa imagen incluidos PSPARE, GSPARE y relleno de MBA. La cuenta de bits no incluye los bits de alineación de trama, de corrección de errores, el indicador de relleno (Fi), los bits de relleno ni la información de paridad para la corrección de errores descrita en 5.4.

Deben proporcionarse datos vídeo en cada ciclo válido de reloj. Esto puede hacerse utilizando el indicador de bits de relleno (Fi) y un subsiguiente relleno de todos «unos» en la alineación de trama de bloque corrector de errores (véase la Figura 13) o mediante el relleno de MBA (véase 4.2.3).

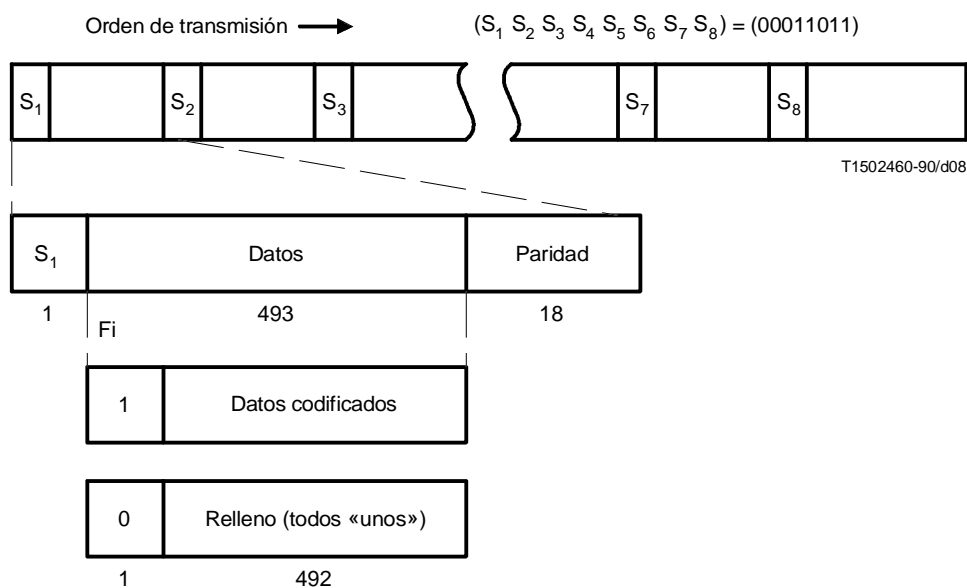


FIGURA 13/H.261
Trama de corrección de errores

5.3 Retardo de la codificación vídeo

Este tema se incluye en la presente Recomendación porque es preciso conocer los retardos del codificador y decodificador vídeo para poder fijar los retardos de compensación audio cuando se aplica la Recomendación H.261 en el marco de un servicio conversacional, a fin de mantener la sincronización con el movimiento de los labios. En el Anexo C se recomienda un método para el establecimiento de los valores de retardo. Pueden utilizarse otros métodos de medición del retardo, pero los mismos deben arrojar resultados similares a los del Anexo C.

5.4 Corrección intrínseca de errores para la señal vídeo codificada

5.4.1 Código de corrección de errores

El tren de bits transmitido contiene un código de corrección intrínseca de errores BCH (511,493). Su uso por el decodificador es facultativo.

5.4.2 Polinomio generador

$$g(x) = (x^9 + x^4 + 1)(x^9 + x^6 + x^4 + x^3 + 1)$$

Ejemplo: para los datos de entrada «01111 . . . 11» (493 bits), los bits resultantes de paridad para la corrección son «011011010100011011» (18 bits).

5.4.3 Alineación de la trama para corrección de errores

Se incluye un esquema de alineación de la trama para corrección de errores, para permitir la identificación, por parte de un decodificador, de la información de paridad de los datos vídeo y de corrección de errores. Se trata de una multitrama de ocho tramas, constando cada una de ellas de un bit de alineación de trama, un bit indicador de relleno (Fi), 492 bits de datos codificados (o de relleno, todos «UNOS») y 18 bits de paridad. El esquema de alineación de trama es:

$$(S_1S_2S_3S_4S_5S_6S_7S_8) = (00011011).$$

Véase en la Figura 13 la disposición de la trama. Se calcula la paridad sobre los 493 bits, incluido el indicador de relleno (Fi).

El indicador de relleno (Fi) puede ser puesto a cero por un codificador. En este caso sólo se envían 492 bits de relleno consecutivos (todos «UNOS») más la paridad y no se transmiten datos codificados. Se puede utilizar esto para satisfacer la exigencia de 5.2, de que se proporcionen datos vídeo en cada ciclo válido de reloj.

5.4.4 Plazo de reconstitución de la realineación de trama del corrector de errores

Para que se considere alcanzada la constitución de la trama deben haberse recibido tres secuencias de alineación de trama consecutivas (24 bits) para corrección de errores. El decodificador debe estar diseñado de manera tal que restablezca la alineación de trama dentro de los 34 000 bits que siguen a un cambio de fase de alineación de trama del corrector de errores.

NOTA – Esto supone que los datos vídeo no contienen tres emulaciones dispuestas correctamente en fase de la secuencia de alineación de trama para corrección de errores durante el periodo de reconstitución.

Anexo A

Especificación de la exactitud de la transformada inversa

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación)

A.1 Se generan valores enteros aleatorios de datos de elementos de imagen en la gama de $-L$ a $+H$ de acuerdo con el generador de números aleatorios adjunto (versión «C»). Se disponen en bloques de 8×8 . Deben generarse conjuntos de datos de 10 000 bloques cada uno para ($L = 256, H = 255$), ($L = H = 5$) y ($L = H = 300$).

A.2 Para cada bloque de 8×8 se calcula la transformada discreta directa de coseno separable, ortonormal y de multiplicación matricial conforme a la siguiente función de transferencia, utilizando una precisión en coma flotante de 64 kbit/s por lo menos:

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u) C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos[\pi(2x + 1)u/16] \cos[\pi(2y + 1)v/16]$$

con $u, v, x, y = 0, 1, 2, \dots, 7$

donde x, y son las coordenadas espaciales en el dominio de los elementos de imagen,

u, v son las coordenadas en el dominio de la transformada,

$$C(u) = 1/\sqrt{2} \text{ para } u = 0, 1 \text{ en los demás casos,}$$

$$C(v) = 1/\sqrt{2} \text{ para } v = 0, 1 \text{ en los demás casos.}$$

A.3 Para cada bloque se redondean a los valores enteros más cercanos los 64 coeficientes resultantes de la transformada. Se recortan a la gama de -2048 a $+2047$, lo que constituye los datos de entrada de 12 bits para la transformada inversa.

A.4 Para cada bloque de 8×8 de datos de 12 bits producido según el paso de A.3, se calcula una transformada discreta inversa de coseno (IDCT, *inverse discrete transform*) separable, ortonormal y de multiplicación matricial con una precisión en coma flotante de 64 kbit/s por lo menos. Se redondean los elementos de imagen resultantes al valor entero más cercano y se recortan para que caigan en la gama de -256 a $+255$. Estos bloques de 8×8 elementos de imagen constituyen los datos de salida de la IDCT de referencia.

A.5 Para cada bloque de 8×8 de datos de 12 bits producido según el paso de A.3, se aplica la IDCT probada para ejecutar la IDCT y se recorta la salida para que caiga en la gama de -256 a $+255$. Estos bloques de 8×8 elementos de imagen constituyen los datos de salida de la IDCT de prueba.

A.6 Para cada uno de los 64 elementos de imagen de salida de la IDCT y de los 10000 conjuntos de datos de bloques generados anteriormente se miden el error máximo, el error medio y el error cuadrático medio entre los datos de referencia y los de prueba.

A.7 En ningún elemento de imagen el valor del error máximo de cresta debe pasar de la unidad.

En ningún elemento de imagen el valor del error cuadrático medio debe pasar de 0,06.

En total, el valor del error cuadrático medio no debe pasar de 0,02.

En ningún elemento de imagen el valor del error medio debe pasar de 0,015.

En total, el valor del error medio no debe pasar de 0,0015.

A.8 Una entrada todos ceros debe producir una salida todos ceros.

A.9 Se vuelven a realizar las medidas utilizando exactamente los mismos valores de datos del paso de A.1, pero cambiando el signo de cada elemento de imagen.

Programa «C» para generación de números aleatorios

```

/* L y H son números enteros largos, es decir de 32 bits */
long rand    (L,H)
long        L,H;
{
    static long randx = 1;          /* largo es 32 bits */
    static double z = (double) 0x7fffffff;

    long i,j;
    double x;                      /* doble es 64 bits */

    randx = (randx * 1103515245) + 12345;
    i = randx & 0x7fffffff;        /* conservar 30 bits */
    x = ((double)i) / z;          /* gama de 0 a 0,99999 ... */
    x * = (L+H+1);                /* gama de 0 a < L+H+1 */
    j = x;                        /* conservar la parte entera */
    return(j - L);                /* gama de -L a H */
}

```

Anexo B

Decodificador hipotético de referencia

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación)

El decodificador hipotético de referencia (HRD, *hypothetical reference decoder*) se define de la siguiente manera:

B.1 El HRD y el codificador tienen la misma frecuencia de reloj y la misma velocidad CIF y funcionan en sincronismo.

B.2 La capacidad de la memoria tampón en recepción del HRD es de $(B + 256 \text{ kbit/s})$. El valor de B es el siguiente:

$B = 4R_{m\acute{a}x}/29,97$ siendo $R_{m\acute{a}x}$ la velocidad binaria vídeo máxima que se va a utilizar en la conexión.

B.3 La memoria tampón del HRD está vacía inicialmente.

B.4 La memoria tampón del HRD se examina a intervalos CIF ($\approx 33 \text{ ms}$). Si en ella hay por lo menos una imagen codificada completa, se eliminan instantáneamente todos los datos de la primera imagen (por ejemplo, en el instante t_{n+1} de la Figura B.1). Inmediatamente después de la eliminación de los datos anteriores, la ocupación de la memoria tampón debe ser inferior a B . Este requisito se aplica al tren de bits de salida del codificador, incluidos los datos de imagen codificados y el relleno de MBA pero no a los bits de alineación de trama de corrección de errores, el indicador de relleno (Fi), los bits de relleno ni a la información de paridad de corrección de errores que se describe en 5.4.

Para cumplir este requisito, el número de bits de la $(n+1)$ ésima imagen codificada, d_{n+1} , debe satisfacer la siguiente relación:

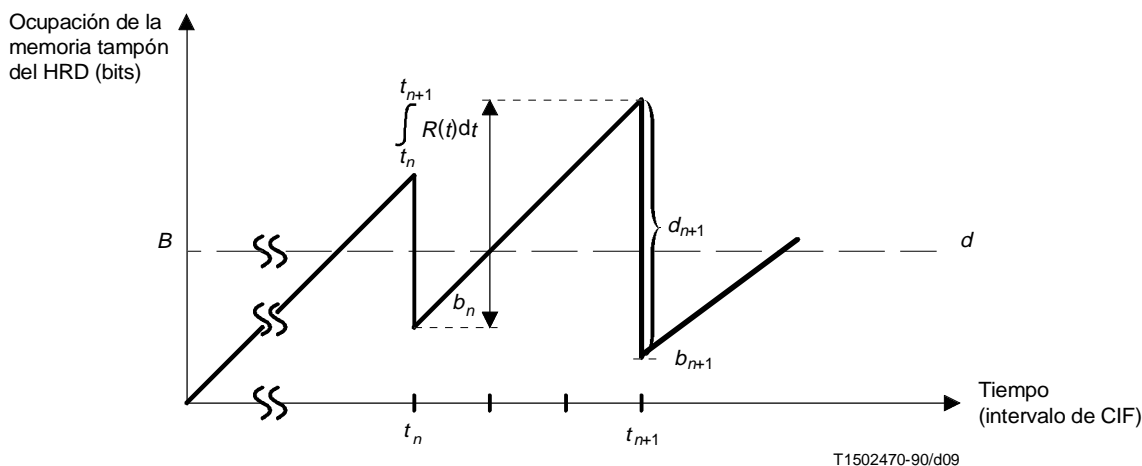
$$d_{n+1} \geq b_n + \int_{t_n}^{t_{n+1}} R(t) dt - B$$

donde

b_n es la ocupación de la memoria tampón inmediatamente después del instante t_n ,

t_n es el instante en que se elimina la imagen codificada n -ésima de la memoria tampón del HRD, y

$R(t)$ es la velocidad binaria vídeo en el instante t .



NOTA – El tiempo $(t_{n+1} - t_n)$ es un número entero de periodos de imagen de CIF (1/29,97, 2/29,97, 3/29,97, ...).

FIGURA B.1/H.261
Ocupación de la memoria tampón del HRD

Anexo C

Método de medida del retardo del códec

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación)

Los retardos del codificador y del decodificador vídeo dependerán de la realización. Además, dependen del formato de imagen (QCIF, CIF) y de la velocidad de datos que se utilice. En este anexo se especifica un método para establecer los valores de retardo de un diseño determinado. El retardo vídeo global se debe establecer atendiendo a la percepción del usuario, para compensar correctamente el retardo de audio, en condiciones de observación típicas.

El punto A es la entrada vídeo del codificador vídeo. El punto B es la salida del canal del terminal vídeo (esto es, incluye toda corrección intrínseca de errores, alineación de trama del canal, etc.). El punto C es la salida vídeo del decodificador.

Se aplica a la entrada del codificador (punto A de la Figura C.1) una secuencia vídeo que dure más de 100 segundos. Esta secuencia ha de tener las siguientes características:

- debe contener una escena de movimiento típica, en consonancia con la finalidad prevista del códec vídeo;
- debe producir una frecuencia de imagen codificada mínima de 7,5 Hz a la velocidad binaria utilizada;
- debe contener una marca de identificación visible, a intervalos, a lo largo de toda la secuencia. La identificación visible ha de cambiar cada 97 tramas de entrada vídeo y estar situada en la zona de imagen representada por el primer GOB de la imagen. Por ejemplo, el primer bloque de la imagen podría cambiar de negro a blanco a intervalos de 97 tramas de entrada vídeo. La marca de identificación debe elegirse de manera tal que pueda ser detectada en el punto B y no influya de manera significativa en la calidad de funcionamiento global de la codificación.

El códec y la secuencia vídeo deben configurarse de tal modo que el tren de bits contenga menos de un 10% de relleno (relleno de MBA + bits de relleno de corrección de errores).

El retardo del codificador se obtiene midiendo el tiempo que transcurre desde que la identificación visible cambia en el punto A hasta que se detecta el cambio en el punto B. El retardo del decodificador se obtiene, de manera similar, haciendo estas medidas en los puntos B y C.

Deben hacerse varias medidas durante la secuencia y obtenerse el periodo medio. Han de efectuarse varias pruebas para asegurarse de que se obtienen valores medios coherentes de los retardos del codificador y del decodificador.

Han de obtenerse resultados medios para cada combinación de formato de imagen y velocidad binaria, dentro de la capacidad del diseño códec de que se trate.

NOTA – Quizás haga falta tomar un nivel mitad para establecer la transición de la marca de identificación en los puntos B y C, debido al tratamiento previo y posterior.

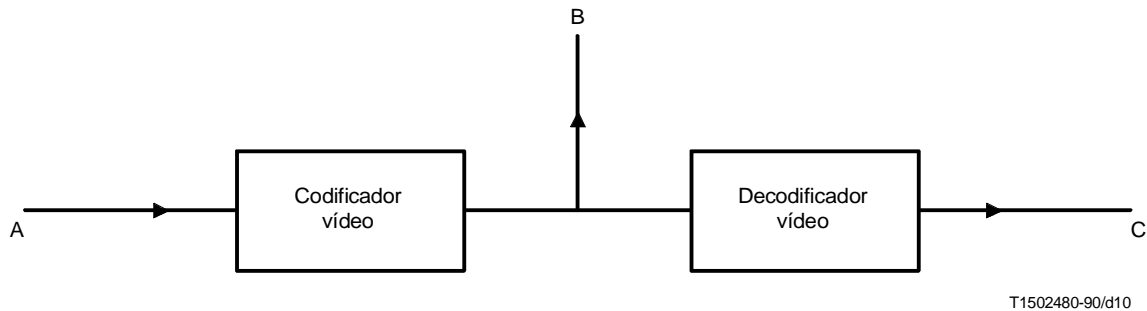


FIGURA C.1/H.261
Puntos de medida

Anexo D

Transmisión de imágenes fijas

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación)

D.1 Introducción

Este anexo describe el procedimiento para transmitir imágenes fijas en el marco de la presente Recomendación. Este procedimiento permite que un codificador vídeo conforme a la presente Recomendación transmita imágenes fijas a una resolución acrecentada por un factor de 4 con respecto a la resolución vídeo normal para lo cual se detiene temporalmente el vídeo de movimiento. Las administraciones pueden utilizar este procedimiento facultativo como un método sencillo y de bajo costo para transmitir imágenes fijas. Sin embargo, se preferirá el método de la Recomendación T.81 (JPEG) una vez que se hayan normalizado los procedimientos para la utilización de dicho método en sistemas audiovisuales.

Este procedimiento puede proporcionar una transmisión de imagen de alta calidad con efectos similares a los de los esquemas progresivo y jerárquico. Para la elaboración de este procedimiento se tuvieron en cuenta principalmente las siguientes consideraciones: cambios mínimos con respecto a la especificación de la Recomendación H.261 (con el consiguiente bajo costo), retrocompatibilidad con respecto a los terminales existentes, y flexibilidad en la calidad de imagen por oposición a la velocidad de transmisión.

NOTA – El codificador fijará a «0» un bit que antes no se utilizaba en PTYPE cuando transmite una imagen fija (los bits no utilizados deben fijarse a «1»). Un decodificador que ignora este bit recibe la imagen como vídeo normal. Un decodificador que pasa a una condición de error cuando detecta este bit con el valor «0» probablemente congele la trama vídeo precedente y únicamente reanude cuando este bit se ponga de nuevo a «1». Un decodificador que tenga esta nueva capacidad podrá visualizar la imagen a una resolución más elevada, transferir la imagen a un dispositivo separado de visualización de gráficos, y retener la imagen cuando se reanuda el vídeo, imprimir la imagen, salvaguardarla, etc.

D.2 Formato de imagen fija

El formato de imagen fija es el formato vídeo transmitido en ese momento, mejorado por un factor de 4. Si el formato vídeo es QCIF, la imagen fija es una trama CIF. Si el formato vídeo es CIF, que contiene 352×288 muestras de luminancia, la imagen fija contendrá 704×576 muestras de luminancia, con el correspondiente aumento del número de muestras de crominancia (una trama conforme a la Recomendación 601 del CCIR).

Para una transmisión conforme a la Recomendación H.261, la imagen fija es submuestreada a 2:1 horizontal y verticalmente para formar cuatro subimágenes en el formato vídeo transmitido en ese momento. La Figura D.1 muestra el patrón de submuestreo sobre la imagen fija. Las muestras señaladas por 0, 1, 2 y 3 forman las cuatro subimágenes 0, 1, 2 y 3, respectivamente.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |

FIGURA D.1/H.261

Patrón de submuestreo

D.3 Multiplicidad de capas de la imagen

Cuando HI_RES es «0», los dos bits de orden inferior de la referencia temporal (TR, *temporal reference*) identifican una de las cuatro subimágenes 0, 1, 2 ó 3. Los tres bits de orden superior de TR deberán ponerse a «0».

El codificador transmite una imagen fija poniendo HI_RES a «0» y transmitiendo las cuatro subimágenes 0, 1, 2 y 3 en orden secuencial. Se permite transmitir más de una trama para cada subimagen, pero no deberá retrocederse una vez que haya comenzado la transmisión de la subimagen siguiente. Para permitir que el codificador reanude el vídeo de movimiento en cualquier momento se vuelve a fijar HI_RES a «1».

NOTA – La memoria de referencia para la trama actual es siempre la trama precedente, independientemente de que ésta sea una trama de vídeo de movimiento o de imagen fija.

D.4 Consideraciones sobre la conexión multipunto

Una imagen fija transmitida dentro del tren de bits de vídeo se puede difundir en una conexión multipunto difundiendo el vídeo. Esta capacidad se proporciona por medio de las instrucciones, forzamiento de visualización de instrucción multipunto (MCV, *multipoint command visualization-forcing*) y cancelar-MCV, definidas en la Recomendación H.230. Un terminal podría forzar a una unidad de control multipunto (MCU, *multipoint control unit*) a difundir su vídeo enviando una instrucción MCV, y, después de ello, a retornar al modo de operación anterior mediante el envío de una instrucción cancelar-MCV. La implementación de estas instrucciones es obligatoria para las MCU, pero facultativa para los terminales.

D.5 Otras consideraciones

- Se permiten todos los modos de codificación vídeo (intratrama, intertramas, compensación de movimiento, etc.).
- La disposición múltiple por debajo de la capa de imagen sigue siendo la misma (grupo de bloques, macrobloques, etc.).
- No deberá rebasarse el número máximo de bits permitido por trama (subimagen), o sea: 256 kbit/s para CIF y 64 kbit/s para QCIF.
- La corrección intrínseca de errores no es afectada.