



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

H.120

(11/1988)

SERIE H: SISTEMAS AUDIOVISUALES Y
MULTIMEDIOS

Características de los sistemas videotelefónicos

**CÓDECS PARA VIDOCONFERENCIA CON
TRANSMISIÓN DE GRUPO DIGITAL PRIMARIO**

Reedición de la Recomendación H.120 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo III.6 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación H.120 del CCITT se publicó en el fascículo III.8 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (véase a continuación).

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 1988, 2007

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

Recomendación H.120

CÓDECS PARA VIDOCONFERENCIA CON TRANSMISIÓN DE GRUPO DIGITAL PRIMARIO

(Málaga-Torremolinos, 1984; modificada en Melbourne, 1988)

El CCITT,

considerando

- (a) que es cada vez más evidente la demanda de un servicio de videoconferencia;
- (b) que los circuitos para satisfacer esta demanda pueden conseguirse eficazmente con transmisión de grupo digital primario;
- (c) que la existencia de diferentes jerarquías digitales y diferentes normas de televisión en diferentes países complica los problemas de la especificación de las normas de codificación y de transmisión en las conexiones internacionales;
- (d) que debe tenerse en cuenta la utilización eventual de redes de transmisión digital con conmutación,

observando

que se realizan rápidos avances en la investigación y desarrollo de técnicas de codificación de vídeo y de reducción de la velocidad binaria, que pueden dar lugar a que se propongan ulteriores Recomendaciones sobre el servicio de videoconferencia a velocidades binarias que sean múltiplos o submúltiplos de 384 kbit/s en periodos de estudio posteriores, por lo que la presente Recomendación puede considerarse como la primera de una serie de Recomendaciones en evolución,

y advirtiendo

que es un objetivo básico del CCITT recomendar una solución única para las conexiones internacionales en la medida de lo posible,

recomienda

que en las conexiones de videoconferencia internacionales se empleen códecs que tengan las características de tratamiento de la señal y de interfaz descritas en los § 1, 2 y 3.

Nota – No se excluyen los códecs de otros tipos no descritos en esta Recomendación.

Introducción

El § 1 de esta Recomendación especifica el códec, desarrollado para la explotación con la norma de televisión de 625 líneas y 50 tramas/s y el grupo digital primario a 2048 kbit/s. Su arquitectura se ha elegido de forma que permita variaciones en el diseño detallado de algunos de los elementos funcionales que tienen la máxima influencia en la calidad de imagen. Esto permite la incorporación de futuros adelantos, orientados a mejorar el funcionamiento, sin afectar a la capacidad de interfuncionamiento de los diferentes codificadores y decodificadores. Por esta razón, no se dan detalles de elementos tales como detectores de movimiento o filtros espaciales y temporales. Esta Recomendación se limita a dar los detalles necesarios para permitir que un decodificador interprete y decodifique correctamente las señales recibidas.

Los anexos relativos al § 1 (que figuran al final de esta Recomendación) incluyen detalles de algunas características facultativas adicionales que pueden preverse para complementar el diseño básico.

Bajo el título general de códecs que no necesitan conversión separada de normas de televisión cuando se utilizan conexiones interregionales, el § 2 describe una versión del códec a 525 líneas, 60 tramas/s y 1544 kbit/s, que también permite la conversión automática de normas de televisión cuando se conecta a la versión del códec descrita en el § 1 mediante una unidad de remultiplexación (para la conversión entre las estructuras de trama definidas en los § 2.1 y 2.3 de la Recomendación G.704) en la unión de los trayectos digitales a 2048 y 1544 kbit/s. Este códec es también adecuado en las regiones donde se utiliza la norma de televisión de 525 líneas y 60 tramas/s y transmisión a 1544 kbit/s.

Deben estudiarse otras realizaciones del § 2, por ejemplo:

- una versión del códec para la explotación a 625 líneas, 50 tramas/s y 2048 kbit/s, apta para el interfuncionamiento con el códec descrito en el § 3;
- una versión del códec para la explotación a 525 líneas, 60 tramas/s y 2048 kbit/s, apta para el interfuncionamiento con el códec descrito en el § 1.

El § 3 describe un códec de aplicación intrarregional para 525 líneas, 60 tramas/s y 1544 kbit/s.

Las estructuras de trama correspondientes a los códecs descritos en esta Recomendación figuran en la Recomendación H.130.

Dado que los códecs son elementos complejos que utilizan técnicas combinadas de codificación de imagen intratrama e intertrama, que suelen conocer sólo los especialistas, se incluye el apéndice I, en el que se exponen sucintamente los principios que intervienen en los códecs de los § 1 y 2.

1 Códec de aplicación intrarregional¹⁾ para 625 líneas, 50 tramas/s y transmisión a 2048 kbit/s, apto para el interfuncionamiento con el códec del § 2

1.1 Objeto

En el § 1 se definen las características esenciales de un códec para la transmisión digital a 2048 kbit/s de señales en el servicio de videoconferencia o videotelefonía de conformidad con la Recomendación H.100. La entrada de vídeo al codificador y la salida del decodificador es una señal de 625 líneas y 50 tramas/s conforme a la norma «clase a» de la Recomendación H.100, o una señal de 313 líneas y 50 tramas/s de la norma «clase b». Se ha previsto también un canal de sonido y canales opcionales de datos. En el apéndice I se describe brevemente el funcionamiento del códec.

La Recomendación comienza por una breve especificación del códec (§ 1.2) y una descripción del interfaz de vídeo, seguida de detalles del codificador fuente (§ 1.4) que efectúa la conversión de la señal de analógico a digital, seguida de una recodificación con una reducción sustancial de la redundancia en el modo cara a cara (imágenes animadas). El § 1.5 trata del codificador múltiplex vídeo, que inserta instrucciones y direcciones en la señal vídeo digitalizada para controlar el decodificador de modo que interprete correctamente las señales recibidas. El § 1.6 trata del codificador de transmisión, que da a las diversas señales digitales (vídeo, sonido, datos, señalización) una forma compatible con la Recomendación G.732 para su transmisión por trayectos digitales a 2048 kbit/s. El § 1.7 describe facilidades facultativas de corrección intrínseca de errores. Se ha previsto la inclusión en la estructura de trama digital de otras facilidades facultativas tales como el modo gráficos, encriptación y conferencia multipunto. En los anexos a esta Recomendación se dan detalles de las facilidades de este tipo actualmente existentes.

1.2 Breve especificación

1.2.1 Entrada/salida vídeo

La entrada y la salida vídeo son señales de televisión normalizadas de 625 líneas, 50 tramas/s de color o monocromas. Las señales de color están en, o se convierten a forma de componentes. Las explotaciones en color y monocroma son perfectamente compatibles.

1.2.2 Salida/entrada digital

La salida y la entrada digitales son señales a 2048 kbit/s, compatibles con la estructura de trama de la Recomendación G.704.

1.2.3 Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo de la señal vídeo y las señales de reloj de la red a 2048 kHz son asíncronas.

1.2.4 Técnicas de codificación

Para conseguir una transmisión a baja velocidad binaria se utiliza una codificación de renovación condicional complementada por filtrado digital adaptativo, MIC diferencial y codificación de longitud variable.

¹⁾ El término «intrarregional» se utiliza para describir las conexiones dentro de un grupo de países que comparten una norma común de exploración de televisión y una jerarquía digital común, y que pueden o no hallarse geográficamente próximos. El término «interregional» se utiliza para designar las conexiones entre un grupo de países que tienen diferentes normas de televisión y/o diferentes jerarquías digitales

1.2.5 *Canal de audio*

Se incluye un canal de audio a 64 kbit/s. Por el momento se utiliza la ley de codificación A de la Recomendación G.711, pero se ha previsto la futura utilización de una codificación más eficaz.

1.2.6 *Modo de explotación*

El modo de explotación normal es el modo dúplex.

1.2.7 *Señalización de códec a red*

Se incluye un canal opcional para la señalización de códec a red. Se siguen así las ideas que están surgiendo en el CCITT para la conmutación de trayectos a 2 Mbit/s en la RDSI.

1.2.8 *Canales de datos*

Hay disponibles canales opcionales de datos a 2×64 kbit/s y 1×32 kbit/s. Podrán utilizarse para vídeo, si no se necesitan para datos.

1.2.9 *Corrección intrínseca de errores*

Se dispone facultativamente de corrección intrínseca de errores (sin canal de retorno). Sólo se requiere cuando el valor a largo plazo de la tasa de error en el canal es peor que $1 \cdot 10^{-6}$.

1.2.10 *Facilidades adicionales*

Se ha previsto la futura introducción en la estructura de trama digital de la encriptación, un modo gráficos y facilidades multipunto.

1.2.11 *Retardo de propagación*

Cuando está vacía la memoria tampón del codificador y llena la del decodificador, el retardo del codificador es inferior a 5 ms y el retardo del decodificador es de (130 ± 30) ms a 2 Mbit/s o (160 ± 36) ms cuando sólo se emplea la velocidad de 1,5 Mbit/s²⁾.

1.3 *Interfaz vídeo*

La entrada vídeo normal es una señal de 625 líneas, 50 tramas/s, conforme a la Recomendación 472 del CCIR. Cuando se transmite color, las señales vídeo de entrada (y salida) presentadas a (y procedentes de) los convertidores de analógico a digital se hallan en forma de componentes de diferencia de color. Las componentes de luminancia y de diferencia de color, E_Y , $(E_R - E_Y)$ y $(E_B - E_Y)$ se definen en el Informe 624 del CCIR. El interfaz de entrada (y salida) vídeo analógico, con el códec, puede hallarse en forma de componentes de diferencia de color, componentes de color (R, G, B) o señales de color compuestas. El interfaz vídeo es el recomendado en la Recomendación 656 del CCIR.

Puede utilizarse opcionalmente cualquier otra norma vídeo que pueda convertirse para dar 143 líneas activas por trama.

1.4 *Codificador de fuente*

1.4.1 *Componente de luminancia o monocroma*

1.4.1.1 *Conversión de analógico a digital*

La señal se muestra de forma que se obtengan 256 muestras de imagen por línea activa (320 muestras por línea completa). El esquema de muestreo es ortogonal y repetitivo para líneas, tramas e imágenes. Para la entrada a 625 líneas, la frecuencia de muestreo es de 5,0 MHz, y está sincronizada con la señal vídeo.

Se utiliza una MIC uniformemente cuantificada con ocho bits por muestra.

El nivel de negro corresponde al nivel 16 (00010000).

El nivel de blanco corresponde al nivel 239 (11101111).

2) Estos son valores típicos. Los retardos dependen de los detalles de cada realización.

Están prohibidas las palabras de código MIC no pertenecientes a esta gama (se utilizan los códigos para otros fines). Para los fines de predicción e interpolación, el elemento final de imagen de cada línea activa (es decir, el elemento de imagen 255) se pone al nivel 128 en el codificador y en el decodificador.

En todas las operaciones aritméticas se utiliza aritmética de ocho bits, y se eliminan los bits posteriores a la coma binaria en cada etapa de división.

1.4.1.2 Prefiltrado y posfiltrado

Además del filtrado convencional utilizado antes de la conversión de analógico a digital para eliminar la superposición de las bandas laterales (filtrado antisolape), la señal de 625 líneas se somete a una operación de filtrado transversal digital para reducir la definición vertical de la imagen antes de la codificación de renovación condicional. Como consecuencia de este proceso, se utilizan 143 líneas activas por trama en lugar de las 287½ líneas activas de la señal de 625 líneas, aunque la definición vertical efectiva es mayor que la mitad de la correspondiente a la visualización normal de 625 líneas. Mediante un proceso de interpolación en el decodificador se restablece la forma de onda de la señal de 625 líneas.

1.4.1.3 Codificación de renovación condicional

Un detector de movimiento identifica los conglomerados de elementos de imagen que se consideran en movimiento. El elemento básico es una memoria de trama que almacena dos tramas de 143 líneas, cada una de las cuales tiene 256 puntos direccionables. La memoria se actualiza a la velocidad de imagen, y las diferencias entre la señal de entrada y los valores almacenados correspondientes se utilizan para determinar en el codificador las áreas en movimiento. En el decodificador debe existir una memoria de trama similar, que se actualizará de la misma forma en función de la información de direccionamiento recibida del codificador. No es necesario especificar las técnicas utilizadas para la detección de movimiento, pues no influyen en el interfuncionamiento, aunque sí afectan a la calidad de imagen resultante.

Las áreas en movimiento detectadas se transmiten por MIC diferencial con un máximo de 16 niveles de cuantificación. El primer elemento de imagen de cada área en movimiento se transmite por MIC. Para las palabras de código ζ MIC diferencial (MICD) se utiliza una codificación de longitud variable.

El primer elemento de imagen de cada conglomerado y las líneas MIC completas, cuando se transmiten para proporcionar una actualización sistemática o forzada, se codifican con arreglo al § 1.4.1.1.

1.4.1.3.1 Algoritmo de predicción MICD

El algoritmo utilizado para la predicción MICD es:

$$X = \frac{A + D}{2}, \text{ donde } X \text{ es la muestra que se predice. (Véase la figura 1/H.120.)}$$

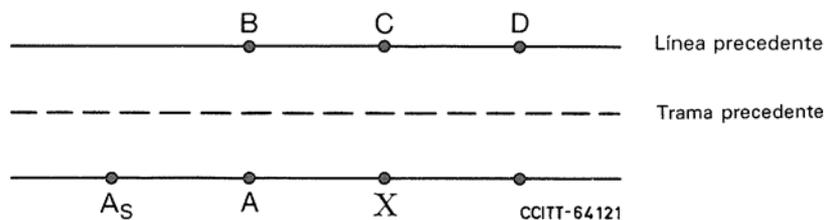


FIGURA 1/H.120

Identificación de muestras

Para fines de predicción, la supresión de línea y de trama se suponen al nivel 128 (de 256).

1.4.1.3.2 Ley de cuantificación y codificación de longitud variable

511 niveles de entrada se cuantifican a un máximo de 16 niveles de salida. El cuantificador no supone el uso de la aritmética en módulo 256.

La ley de cuantificación y los códigos de longitud variable asociados, utilizados para los elementos de imagen de luminancia y de diferencia de color en áreas en movimiento que no se submuestran horizontalmente se incluyen en la tabla de códigos del cuadro 1/H.120.

CUADRO 1/H.120

Tabla de códigos para áreas en movimiento no submuestreadas horizontalmente

Niveles de entrada	Niveles de salida	Código de longitud variable	Código N.º
-255 a -125	-141	1 0 0 0 0 0 0 0 1	17
-124 a -95	-108	1 0 0 0 0 0 0 0 1	16
-94 a -70	-81	1 0 0 0 0 0 0 1	15
-69 a -49	-58	1 0 0 0 0 0 1	14
-48 a -32	-39	1 0 0 0 0 1	13
-31 a -19	-24	1 0 0 0 1	12
-18 a -9	-13	1 0 1	10
-8 a -1	-4	1 1	9
0 a 7	+3	0 1	1
8 a 17	+12	0 0 1	2
18 a 30	+23	0 0 0 1	3
31 a 47	+38	0 0 0 0 1	4
48 a 68	+57	0 0 0 0 0 1	5
69 a 93	+80	0 0 0 0 0 0 1	6
94 a 123	+107	0 0 0 0 0 0 0 1	7
124 a 255	+140	0 0 0 0 0 0 0 0 1	8

El código de fin de conglomerado es el 1 0 0 1, y se designa por el número de código 11. El código de fin de conglomerado se omite al final del último conglomerado de una línea, independientemente de que sea un conglomerado de luminancia o un conglomerado de diferencia de color.

1.4.1.4 *Submuestreo*

Cuando la memoria se satura, se introducen un submuestreo horizontal y un submuestreo de trama.

1.4.1.4.1 *Submuestreo horizontal*

El submuestreo horizontal sólo se efectúa en áreas en movimiento. Normalmente, en este modo de funcionamiento, sólo se transmiten elementos pares en las líneas numeradas como pares y elementos impares en las líneas numeradas como impares. Esto da lugar a un esquema de línea en forma de «cinco de dominó» («quincunx») en áreas en movimiento.

Los elementos omitidos se interpolan en el decodificador promediando los dos elementos adyacentes en sentido horizontal.

Los elementos de imagen interpolados se disponen en las memorias de trama. Un conglomerado de área en movimiento comenzará siempre por un valor MIC y terminará por un elemento de imagen MICD transmitido, incluso durante el submuestreo. Esto significa que en algunos casos es necesario ampliar el conglomerado transmitido en un elemento en comparación con el área en movimiento declarada por el detector de movimiento. Al final de la línea activa, sin embargo, esto no puede producirse, ya que los conglomerados no deben extenderse a la supresión, por lo que puede ser necesario acortar el conglomerado en un elemento.

El submuestreo adaptativo de elementos permite la transmisión de elementos normalmente omitidos, sea para eliminar errores de interpolación o para proporcionar un conmutador más suave al submuestreo y mejorar así la calidad de la imagen. La señalización de los elementos suplementarios se obtiene utilizando, solamente en las líneas submuestreadas horizontalmente, ocho niveles de cuantificación para los elementos transmitidos normalmente, y los ocho niveles restantes para los elementos suplementarios. Además, un conglomerado puede terminar en un elemento normalmente transmitido o en un elemento suplementario.

Durante las líneas submuestreadas horizontalmente, se utilizará la tabla de ley de cuantificación y de códigos de longitud variable para las muestras de luminancia y de diferencia de color de áreas en movimiento que figura en el cuadro 2/H.120.

CUADRO 2/H.120

Tabla de ley de cuantificación y de códigos de longitud variable

Cuantificación		Códigos de longitud variable			
Gama de entrada	Niveles de salida	Elementos normales	Código N.º	Elementos suplementarios	Código N.º
-255 a -41	-50	1 0 0 0 0 0 0 1	15	1 0 0 0 0 0 0 0 0 1	17
-40 a -24	-31	1 0 0 0 0 1	13	1 0 0 0 0 0 0 0 1	16
-23 a -11	-16	1 0 1	10	1 0 0 0 0 0 1	14
-10 a -1	-5	1 1	9	1 0 0 0 1	12
0 a +9	+4	0 1	1	0 0 0 1	3
10 a 22	+15	0 0 1	2	0 0 0 0 0 1	5
23 a 39	+30	0 0 0 0 1	4	0 0 0 0 0 0 0 1	7
40 a 255	+49	0 0 0 0 0 0 1	6	0 0 0 0 0 0 0 0 1	8

En cuanto a la predicción, si el elemento A es un elemento no transmitido de un área en movimiento, se sustituye por As (véase la figura 1/H.120); si el elemento D es parte de un área en movimiento submuestreada y no se transmite en la trama en curso, se sustituye por C.

1.4.1.4.2 *Submuestreo de trama*

Puede omitirse cualquiera de las tramas. En la trama omitida, la interpolación se produce solamente en las partes de la imagen que se estiman en movimiento. Las áreas «estacionarias» se mantienen inalteradas.

Las áreas que se estiman en movimiento se forman a partir de una función lógica «O» aplicada a las áreas en movimiento de las tramas pasadas y futuras, como se indica en la figura 2/H.120, en la que x es un elemento en movimiento si a O b O c O d están en movimiento.

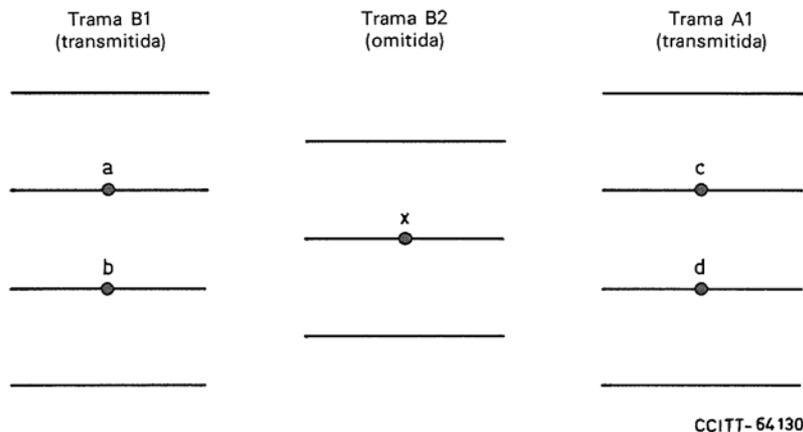


FIGURA 2/H.120

Para la interpolación de trama, las líneas MIC se consideran inmóviles y la supresión de trama se supone que está al nivel de 128 de un total de 256.

En el interpolador para señales monocromas o de luminancia, se realizan las operaciones $\frac{a + b}{2}$ y $\frac{c + d}{2}$ antes de hallar la media combinada. Por tanto,

$$x = \frac{\left[\frac{a + b}{2} \right] + \left[\frac{c + d}{2} \right]}{2}$$

Los valores interpolados se ponen en la memoria de trama.

1.4.2 Componentes de diferencia de color

1.4.2.1 Conversión de analógico a digital

Se muestra la señal para obtener 52 muestras por línea activa (64 muestras por línea completa). El esquema de muestreo es ortogonal y repetitivo para líneas, tramas e imágenes. A la entrada a 625 líneas, la frecuencia de muestro es de 1,0 MHz, y está sincronizada con la señal vídeo.

Las muestras ($E'_R - E'_Y$) y ($E'_B - E'_Y$) se sitúan de modo que el centro de la primera muestra de diferencia de color en cualquier línea esté en el mismo lugar que el centro de la tercera muestra de luminancia (dirigida como número 2). Las señales ($E'_R - E'_Y$) y ($E'_B - E'_Y$) se almacenan y transmiten en líneas alternas de la imagen codificada. La primera línea activa de la trama N.º 1 contiene ($E'_B - E'_Y$) y la primera línea activa de la trama N.º 2 contiene ($E'_R - E'_Y$). La señal de diferencia de color que no se transmite durante ninguna línea se obtiene en el decodificador por interpolación.

El filtrado vertical (véase el § 1.4.2.2) se organiza de manera que las posiciones verticales efectivas de las muestras de diferencia de color de cada una de las 286 líneas activas coincidan con las de las correspondientes muestras de luminancia.

Se utiliza una señal MIC uniformemente cuantificada con ocho bits por muestra.

Las señales ($E'_R - E'_Y$) y ($E'_B - E'_Y$) se cuantifican utilizando ± 111 escalones, correspondiendo la señal cero al nivel 128. Las señales vídeo analógicas están limitadas en amplitud, de modo que las señales digitalizadas no salgan fuera de esa gama (correspondiente a los niveles 16 a 239). Los niveles vídeo se fijan de modo que una señal de barra de color 100/0/75/0 (véase en el Informe 471 del CCIR la explicación de la nomenclatura) ocupará los niveles 17 a 239.

En lo que respecta a la señal de luminancia, se dispone de palabras codificadas MIC prohibidas para fines distintos de los de la transmisión de la amplitud de muestra vídeo.

1.4.2.2 Prefiltrado y posfiltrado

Además del filtrado antisolape convencional utilizado antes de la conversión de analógico a digital, la señal de 625 líneas se somete a una operación de filtrado transversal digital a fin de reducir la definición vertical de la imagen antes de la codificación de renovación condicional. Como consecuencia de ese proceso, se utilizan 72 líneas activas de ($E'_R - E'_Y$) y 71 líneas activas de ($E'_B - E'_Y$) en la trama N.º 2 en lugar de las $287\frac{1}{2}$ líneas activas por trama de la señal de 625 líneas. Asimismo, la trama N.º 1 contiene 72 líneas activas de ($E'_B - E'_Y$) y 71 líneas activas de ($E'_R - E'_Y$). Un proceso de interpolación en el decodificador restablece la forma de onda de la señal de 625 líneas.

1.4.2.3 Codificación de renovación condicional

Las áreas de color en movimiento son detectadas, codificadas y direccionadas separadamente de las áreas de luminancia en movimiento, pero se aplican los mismos principios.

Las áreas en movimiento detectadas se transmiten por MIC diferencial con un máximo de 16 niveles de cuantificación. El primer elemento de imagen en cada área en movimiento se transmite por MIC. Para las palabras de código MIC diferencial (MICD) se utiliza codificación de longitud variable.

Se transmiten líneas MIC completas para proporcionar una actualización sistemática y forzada, coincidente con las líneas MIC de luminancia.

1.4.2.3.1 Algoritmo de predicción MICD

El algoritmo utilizado para las señales de diferencia de color es:

$$X = A \text{ (véase la figura 1/H.120)}$$

1.4.2.3.2 Ley de cuantificación y codificación de longitud variable

Las mismas que para la componente de luminancia (véanse los § 1.4.1.3.2 y 1.4.1.4.1).

1.4.2.4 *Submuestreo*

El submuestreo horizontal se efectúa exactamente del mismo modo que el submuestreo de la señal de luminancia, incluido el submuestreo adaptativo de elementos.

El submuestreo de trama de las señales de diferencia de color es también análogo al submuestreo de la señal de luminancia. Cualquiera de las dos tramas puede omitirse y, en la trama omitida, se produce la interpolación sólo en las partes de la imagen que se estiman en movimiento. Las áreas estacionarias se mantienen inalteradas.

Las áreas que se estiman en movimiento se forman a partir de una función lógica O aplicada a las áreas en movimiento de las tramas pasadas y futuras, del mismo modo que en el caso de la luminancia (§ 1.4.1.4.2).

Para las señales de diferencia de color, el valor interpolado de x es $\frac{(a + c)}{2}$ o $\frac{(b + d)}{2}$ cuando x está en la trama 1 o en la trama 2, respectivamente.

Los submuestreos de trama horizontal se producen simultáneamente con el submuestreo de la señal de luminancia y se señalizan al decodificador del mismo modo.

1.5 *Codificación múltiplex video*

1.5.1 *Memoria tampón*

La capacidad de la memoria tampón se define en emisión solamente, y es de 96 kbits. Su retardo es aproximadamente igual a la duración de una imagen (40 ms).

En recepción, la memoria tampón debe tener al menos esta capacidad, pero en algunas realizaciones del decodificador puede ser mayor.

1.5.2 *Sincronización video*

El método utilizado para la sincronización permite la retención de la estructura de imagen. La información requerida se transmite en forma de código de comienzo de línea (CCL) y código de comienzo de trama (CCT).

1.5.2.1 *Código de comienzo de línea*

El código de comienzo de línea incluye una palabra de sincronización, un código de número de línea y un dígito para indicar la presencia de submuestreo de elementos.

Presenta la forma:

0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 1 0 0 0 | «S» > | Código de número de línea de 3 bits |

«S» es un 1 si el submuestreo horizontal se produce en la línea de televisión siguiente al código de comienzo de línea. «S» es una condición cualquiera en las líneas vacías o MIC.

El código de número de línea incluye los tres dígitos menos significativos del número de línea, donde la línea 0 es la primera línea activa de la trama 1 y la línea 144 es la primera línea activa de la trama 2.

Las líneas 143 y 287 son líneas no codificadas, empleadas para sincronización de trama y continuidad del número de línea.

1.5.2.2 *Código de comienzo de trama*

Existen dos códigos de comienzo de trama, CCT-1 y CCT-2; la primera línea de la trama que sigue a CCT-2 está entrelazada con las dos primeras líneas de la trama que sigue a CCT-1. CCT-1 indica el comienzo de la primera trama, iniciándose con el número de línea 0; CCT-2 indica el comienzo de la segunda trama, iniciándose con el número de línea 144, como se indica en la figura 3/H.120.

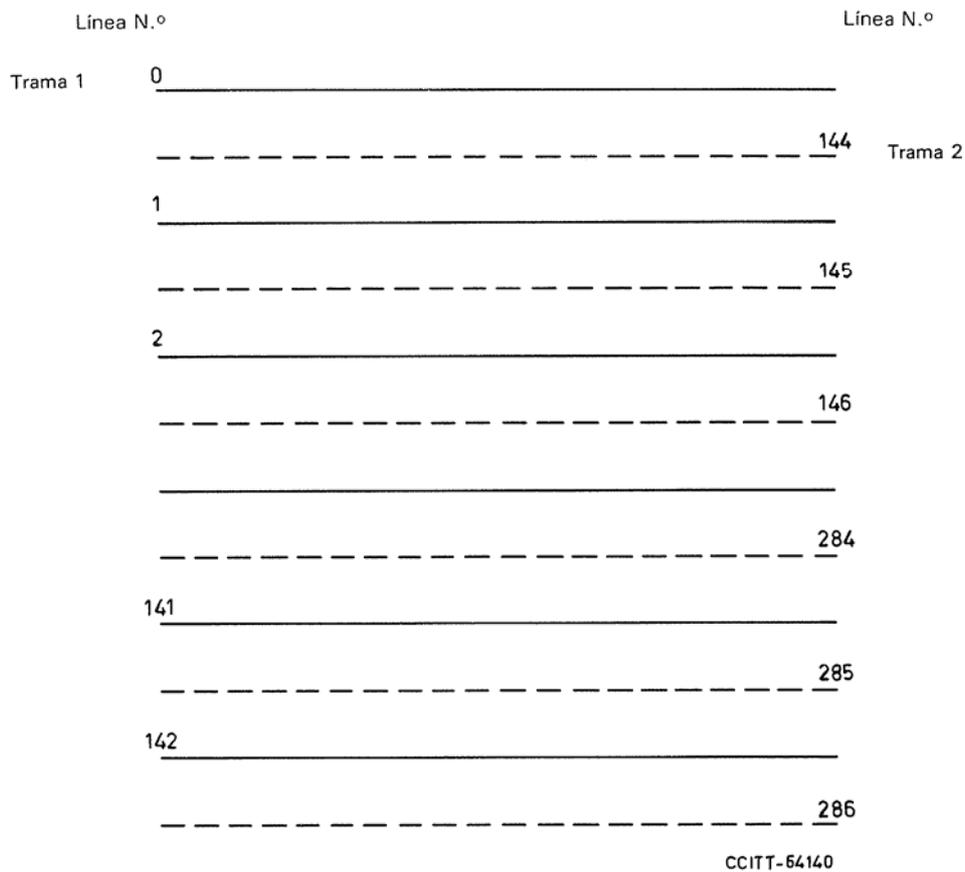


FIGURA 3/H.120

Cada código de comienzo de trama incluye un código de comienzo de línea, seguido por una palabra de ocho bits seguida por el código de comienzo de línea de la primera línea de la próxima trama.

El código de comienzo de trama es el indicado en la figura 4/H.120.

CCL				CCL				
00000000	00001AAA	F	111	0000F11F	00000000	00001000	S	000

FIGURA 4/H.120

Para CCT-1, $F = 1$, y para CCT-2, $F = 0$. $A = 0$ en explotación normal. Si es necesario, se utiliza $A = 1$ para señalar que la ocupación de la memoria tampón es inferior a 6 kbits (utilizado en aplicaciones multipunto con conmutación). S es el dígito de submuestreo definido en el § 1.5.2.1.

El submuestreo de trama se indica por dos códigos de comienzo de trama consecutivos del mismo número. Por ejemplo:



significa que se ha omitido la trama 2 y que sus áreas en movimiento deben interpolarse como se describe en los § 1.4.1.4.2 y 1.4.2.4.

1.5.3 *Direccionamiento de áreas en movimiento*

Las posiciones de los conglomerados de elementos de imagen a lo largo de cada línea que, según se estima, forman parte de áreas en movimiento se direccionan mediante una dirección de comienzo del conglomerado y un código de «fin de conglomerado» (CFC).

La forma de codificación es:

CCL	Valor MIC	Dirección de ocho bits del elemento de imagen MIC	Área en movimiento codificada en MICD de longitud variable	CFC	Valor MIC	Dirección de ocho bits	etc.
-----	-----------	---	--	-----	-----------	------------------------	------

El valor MIC es la amplitud del primer elemento de imagen del conglomerado. Cuando no existen datos de diferencia de color, se omite el CFC en el último conglomerado de luminancia de cada línea, es decir, ambos códigos CCL y CCT significan también fin de conglomerado.

El CFC es 1001.

La dirección indica el número de muestra a lo largo de la línea perteneciente al primer elemento de imagen del conglomerado.

Un conglomerado no puede comenzar en el último elemento de la línea, es decir, 11111111 es una dirección de conglomerado prohibida, ni puede extenderse a la supresión de línea ni siquiera durante el submuestreo.

El intervalo mínimo entre el fin de un conglomerado y el comienzo del siguiente es de cuatro elementos de imagen, y la longitud mínima de un conglomerado es de un elemento de imagen.

1.5.4 *Direccionamiento de los datos de diferencia de color*

Para permitir la inserción de datos de diferencia de color en una línea que contiene elementos de imagen en movimiento, se inserta en la línea un código de escape de color después del conglomerado final de luminancia. Esto permite reutilizar las direcciones para conglomerados de color.

El código de escape es 00001001 (un valor MIC no válido) y sigue al código de fin de conglomerado del último conglomerado de luminancia (si lo hubiere), y si no es así sigue al código de comienzo de línea. Van después las direcciones, los códigos de longitud variable (CLU) y los códigos CFC de los conglomerados de color siguientes, terminando la secuencia con el código de comienzo de línea de la línea siguiente.

La figura 5/H.120 muestra la forma de direccionamiento de las áreas en movimiento de diferencia de color.

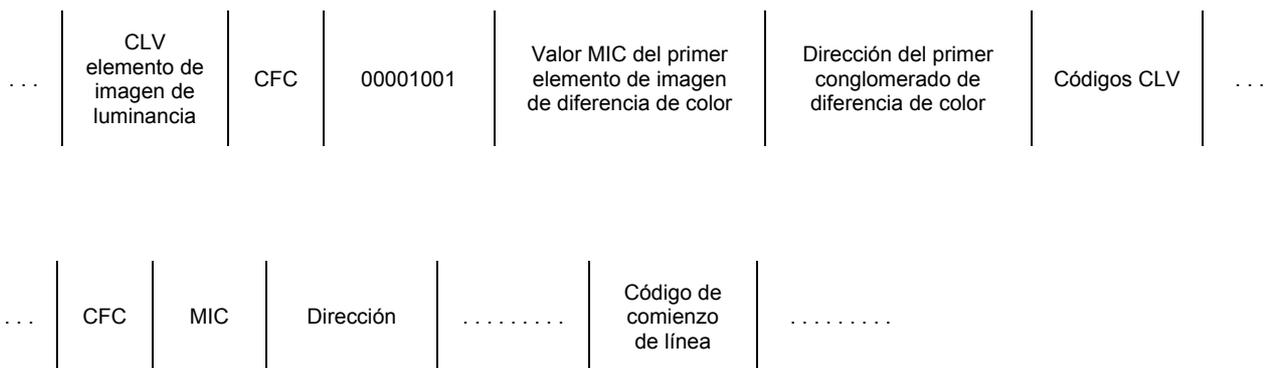


FIGURA 5/H.120

Existen 52 elementos de imagen de diferencia de color por línea, al primero de los cuales se asigna una dirección de valor numérico cuatro. La gama de direcciones va por tanto:

de 00000100 a 00110111

Un conglomerado no puede comenzar en una dirección (00110111) ni puede extenderse más allá de este punto, ni siquiera durante el submuestreo. El intervalo mínimo entre el extremo de un conglomerado de diferencia de color y el comienzo del siguiente es de cuatro elementos de imagen. La longitud de conglomerado mínima es de un elemento de imagen. No se permiten puentes entre conglomerados de luminancia y de diferencia de color.

Un decodificador monocromo eliminará la información comprendida entre el código de escape de color y el código de comienzo de línea siguiente.

1.5.5 Líneas MIC

Las líneas MIC se utilizan para una actualización sistemática o forzada y se indican en la figura 6/H.120

	Código MIC no válido	Dirección de conglomerado no válida	Valor MIC del primer elemento de imagen de línea	254 x 8 bits valores MIC	
CCL	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	X X X X X X X X	X X . . .	1 0 0 0 0 0 0 0

FIGURA 6/H.120

Con señales monocromas, los 256 elementos de la línea se transmiten utilizando MIC de 8 bits.

Con líneas MIC, se ignora en el receptor el dígito de submuestreo «S». Las líneas MIC no pueden submuestrearse horizontalmente.

Para fines de interpolación de trama, las líneas MIC se consideran inmóviles.

Con señales de color, los datos de diferencia de color comprenderán 52 valores MIC de 8 bits que siguen a los 256 elementos de luminancia de 8 bits. El código de escape de color no se transmite. Un decodificador monocromo descartará los elementos de imagen de diferencia de color.

1.6 Codificación de transmisión

El códec agrupa la información de vídeo, audio, señalización y los canales opcionales de datos en una estructura de trama a 2048 kbit/s conforme con la Recomendación G.704. Proporciona también facilidades de justificación para hacer posible que la frecuencia de muestreo vídeo sea independiente del reloj de la red.

1.6.1 Datos en serie

Cuando todos los datos (vídeo, audio y direccionamiento) están serializados, el dígito más significativo va primero. Se utiliza siempre lógica positiva.

1.6.2 Audio

La información audio se codifica en una señal MIC de ley A a 64 kbit/s, como se especifica en la Recomendación G.711.

En el codificador, la diferencia de retardo entre audio y vídeo codificados cuando la memoria tampón está vacía deberá estar comprendida entre ± 5 ms. En el decodificador, los retardos deberán también estar ecualizados. La tolerancia está en estudio.

La salida audio debe silenciarse en caso de pérdida de alineación de trama.

1.6.3 Estructura de trama en transmisión

1.6.3.1 Consideraciones generales

La estructura de trama se define en la Recomendación H.130, que especifica el modo en que está estructurada la trama y para qué fines se utilizan los intervalos de tiempo. No es necesario repetir aquí esta información.

El intervalo de tiempo 2 (tramas impares) se atribuye a la señalización de códec a códec y las funciones de los diversos bits se especifican en la Recomendación H.130. En la mayoría de los casos, la acción que debe emprender el codificador y/o el decodificador según que cada uno de estos bits sea 0 ó 1 se desprende claramente del objeto especificado del bit. Para los pocos casos en los que no ocurre así, se incluye aquí información adicional.

1.6.3.2 Utilización de ciertos bits en cada octeto de las tramas impares del intervalo de tiempo 2

Aunque los estudios para determinar los métodos más adecuados para la conferencia multipunto se encuentran aún en curso, sus resultados preliminares han permitido identificar como necesarias ciertas características y facilidades especiales; por esta razón se han incluido en el códec y la estructura de trama. En la conferencia multipunto del tipo «presencia continua», un canal de transmisión puede a veces ser compartido por dos códecs en ubicaciones diferentes. Para ello es necesaria una reducción de la velocidad binaria de cada fuente, de modo que la velocidad binaria total no rebase la capacidad del canal. Los «bits de facilidades», es decir, los bits 3.1.2 y 3.1.7 (véase la Recomendación H.130) se utilizan para señalar la disponibilidad de esta facilidad y los bits 4.9 y 4.15 señalizan el modo de funcionamiento y los intervalos de tiempo activos utilizados a la salida del codificador de transmisión. Los detalles sobre la interpretación de estos bits se indican en la Recomendación H.130.

Los bits 3.7 a 3.15 proporcionan también facilidades que probablemente serán más útiles en la conferencia multipunto. A continuación se presenta información sobre la utilización de estos bits, así como detalles sobre la utilización de los bits 1 y 2, que son esenciales para el requisito básico de mantener cadenciados el codificador y el decodificador.

Bit 1 – Para justificación de reloj

Las disposiciones de control de frecuencias son las siguientes:

El reloj de muestreo de vídeo se sincroniza a la frecuencia de barrido de línea de la señal vídeo entrante, que tiene una tolerancia permitida de $\pm 2 \cdot 10^{-4}$.

La justificación se controla mediante una frecuencia de comparación de (22 500/11) kHz, que se sincroniza al reloj de vídeo.

El reloj del canal digital tiene una frecuencia de 2048 kHz $\pm 50 \cdot 10^{-6}$.

La fase del reloj de canal se compara con la de la frecuencia de comparación, y cuando la fase del reloj de canal excede la de la frecuencia de comparación en 2π radianes se transmite un 1. Si la diferencia de fase es inferior a 2π radianes, se transmite un 0.

Bit 2 – Para señalar el estado de la memoria tampón

El grado de ocupación de la memoria tampón del codificador, medido en incrementos de 1 K (1 K = 1024 bits), se señala mediante un código binario de ocho bits. El cbit más significativo (MSB) se halla en la trama 1 de la multitrama, el segundo MSB en la trama 2, etc. El estado de la memoria se muestrea al comienzo de la multitrama en la que se transmite su estado.

Bit 3.7 – Petición de actualización rápida

Al recibir de este bit puesto a 1, la memoria tampón de emisión está obligada a disminuir su contenido y a estabilizarse hasta un estado de menos de 6 K evitando que los elementos de imagen codificados penetren en la memoria tampón. El bit A se pone a 1 en el siguiente CCT. Las dos tramas siguientes se tratan como áreas en movimiento completas y el codificador utiliza una disposición para el control de los modos de submuestreo que haga improbable la condición de desbordamiento de la memoria tampón.

Bit 3.9 – Aviso anticipado de interrupción

Este bit (puesto a 1) se utiliza para avisar a un decodificador que la señal que recibe puede interrumpirse tras el comienzo de la supermultitrama siguiente durante un periodo no superior a dos segundos. Al recibir el bit 3.9, puesto a 1, un decodificador visualizará una imagen fija durante un periodo no superior a dos segundos, o hasta que se reciba un código CCT con el bit A puesto a 1.

Bit 3.11 – Señal acústica

Este bit se utiliza para señalar la potencia acústica en el canal de audiofrecuencia. La potencia se integra en un periodo de 16 ms (periodo de la supermultitrama), se cuantifica uniformemente en 8 bits, y se transmite a la velocidad de supermultitrama. El bit 3.11 se utiliza durante operaciones multipunto encriptadas. En los demás casos se pone a cero.

Bit 3.13 – Distribución de datos

Este bit está permanentemente puesto a 0 en todos los codificadores. Cuando se recibe de la red un 1 (introducido, por ejemplo, por una unidad de control multipunto), el codificador liberará los mismos intervalos de tiempo en su señal de salida que los señalizados en el tren entrante por los valores fijados de los bits 4 pertinentes (que identifican el uso de los intervalos de tiempo, véase la Recomendación H.130). Confirmará la acción transmitiendo los mismos valores de bits 4 recibidos. Esta función debe realizarse en un intervalo de 10 periodos de supermultitrama.

Bit 3.15 – Detección de accesos conectados en bucle

Este bit se pone a 1 en todos los códecs. Puede ser utilizado por una unidad de control multipunto para detectar si uno de sus accesos bidireccionales a 2 Mbit/s se ha conectado en bucle externamente.

1.7 *Corrección de errores*

Se ha previsto la utilización facultativa de la corrección intrínseca de errores (sin canal de retorno), necesaria cuando la tasa de error en el canal es superior a $1 \cdot 10^{-6}$ durante periodos apreciables de tiempo. El corrector de errores utilizado es un código BCH³⁾ (4095, 4035) que permite corregir 5 errores. El decodificador corrector de errores permite corregir hasta 5 errores aislados y una ráfaga de hasta 16 errores en cada bloque. Para una probabilidad de error en el canal de $1 \cdot 10^{-4}$, la tasa de error después de aplicada la corrección es de $1,25 \cdot 10^{-8}$. Los 60 bits de paridad requeridos se obtienen suprimiendo el vídeo de los intervalos de tiempo 24 a 31 de la trama N.º 15 de cada multitrama.

Nota – Debe estudiarse la conveniencia de aplicar corrección de errores en la señal, en el enlace o en ambos. Se estudia también si la señal audio debe corregirla el propio corrector de errores o si debe utilizarse un códec de corrección de errores separado.

2 **Códecs que no necesitan conversión separada de normas de televisión cuando se utilizan en conexiones interregionales**

Códec de aplicación intrarregional para 525 líneas, 60 tramas/s y transmisión a 1544 kbit/s, apto para el interfuncionamiento con el códec del § 1.

2.1 *Introducción*

En el § 2 se indican los cambios y adiciones que deben hacerse al texto del § 1 a fin de definir la versión del códec para las normas de televisión de 525 líneas, 60 tramas/s y transmisión a 1544 kbit/s. Las dos versiones pueden interfuncionar a través de una unidad de remultiplexación que puede convertir la estructura de trama del § 2.1 de la Recomendación G.704, en la estructura de trama del § 2.3 de la Recomendación G.704 (con seis intervalos de tiempo vacíos).

Las dos versiones del códec son idénticas en la mayor parte de los aspectos, quedando limitadas las diferencias importantes (aparte de las diferencias evidentes debidas a las distintas señales de entrada y salida) a los prefiltros y posfiltros digitales y a las señales de control de las memorias tampón. Además, los algoritmos detallados de los prefiltros y los posfiltros no necesitan especificarse para permitir el interfuncionamiento. Por consiguiente, se facilita sólo una descripción general de su modo de funcionamiento con algunas especificaciones necesarias.

2.2 *Breve especificación*

2.2.1 *Entrada/salida vídeo*

La entrada y la salida vídeo son señales de televisión, normalizadas de 525 líneas, 60 tramas/s, de color o monocromas. Las señales de color están en forma de componentes. Las explotaciones en color y monocromas son totalmente compatibles.

2.2.2 *Salida/entrada digital*

La salida y la entrada digitales son señales a 1544 kbit/s, compatibles con la estructura de trama de la Recomendación G.704.

2.2.3 *Frecuencia de muestreo*

La frecuencia de muestreo de la señal vídeo y las señales de reloj de la red a 1544 kbit/s son asíncronas.

2.2.4 *Técnicas de codificación*

Para conseguir una transmisión a baja velocidad binaria se utiliza una codificación de renovación condicional complementada por filtrado digital adaptativo, MIC diferencial y codificación de longitud variable.

2.2.5 *Canal de audio*

Se incluye un canal de audio a 64 kbit/s. Por el momento se utiliza la ley de codificación A de la Recomendación G.711, pero se ha previsto la futura utilización de una codificación más eficaz.

3) BCH = Bose, Chaudhuri y Hocquengham.

2.2.6 *Modo de explotación*

El modo de explotación normal es el modo dúplex.

2.2.7 *Señalización de códec a red*

Se incluye un canal opcional para la señalización de códec a red.

2.2.8 *Canales de datos*

Hay disponibles canales opcionales de datos a 2×64 kbit/s y 1×32 kbit/s. Podrán utilizarse para vídeo, si no se necesitan para datos.

2.2.9 *Corrección intrínseca de errores*

Se dispone facultativamente de corrección intrínseca de errores (sin canal de retorno). Sólo se requiere cuando el valor a largo plazo de la tasa de error en el canal es peor que $1 \cdot 10^{-6}$.

2.2.10 *Facilidades adicionales*

Se ha previsto la futura introducción en la estructura de trama digital de la encriptación, un modo gráficos y facilidades multipunto.

2.2.11 Cuando la memoria tampón del codificador está vacía y la del decodificador llena, el retardo del codificador es de $31 (\pm 5)$ ms y el del decodificador de $176 (\pm 31)$ ms.²⁾

2.3 *Interfaz vídeo*

La entrada vídeo normal es una señal de 525 líneas, 60 tramas/s, conforme al Informe 624 del CCIR. Cuando se transmite en color, las señales vídeo de entrada (y salida) están en forma de componentes. Las componentes de luminancia y de diferencia de color, $E`_Y$, $(E`_R - E`_Y)$ y $(E`_B - E`_Y)$ se definen en el Informe 624 del CCIR. El interfaz vídeo es el especificado en la Recomendación 567 del CCIR.

2.4 *Codificador de fuente*

2.4.1 *Componente de luminancia*

2.4.1.1 *Conversión de analógico a digital*

La señal se muestra de forma que se obtengan 256 muestras de imagen por línea activa (320 muestras por línea completa). El esquema de muestreo es ortogonal y repetitivo para líneas, tramas e imágenes. Para la entrada a 525 líneas, la frecuencia de muestreo es de 5,0 MHz, y está sincronizada con la señal vídeo.

Se utiliza una MIC uniformemente cuantificada con ocho bits por muestra.

El nivel del negro corresponde al nivel 16 (00010000).

El nivel del blanco corresponde al nivel 239 (11101111).

Están prohibidas las palabras de código MIC no pertenecientes a esta gama (se utilizan los códigos para otros fines). Para los fines de predicción e interpolación, el elemento final de imagen de cada línea activa (es decir, el elemento de imagen 255) se pone al nivel 128 en el codificador y en el decodificador.

En todas las operaciones aritméticas se utiliza aritmética de ocho bits, y se eliminan bits posteriores a la coma binaria en cada etapa de división.

2.4.1.2 *Prefiltrado y posfiltrado*

2.4.1.2.1 *Filtrado espacial*

Un filtro digital reduce las $242\frac{1}{2}$ líneas activas por trama de la señal de 525 líneas a 143 líneas por trama, igual número que en la versión del códec de 625 líneas. En el codificador, el posfiltro digital utiliza interpolación para restablecer la señal de 525 líneas por imagen.

2.4.1.2.2 *Filtrado temporal*

Se utiliza en el codificador un prefiltro temporal recursivo con características de transferencia no lineales para disminuir el ruido en la señal y aumentar la eficacia de la codificación. La memoria de trama empleada en este filtro puede utilizarse también como elemento de almacenamiento del interpolador de trama, con coeficientes variables, que sirve para reducir la velocidad de la trama transmitida a un valor inferior al de la señal vídeo de entrada. En la transmisión de 525 líneas a 525 líneas, la frecuencia de trama transmitida está sincronizada con el reloj de vídeo y es aproximadamente de 29,67 Hz (29,97 Hz por 3057/3088) en lugar de la frecuencia vídeo nominal de 29,97 Hz. En la transmisión de 525 líneas a 625 líneas, la frecuencia de trama transmitida es de 25 Hz y está sincronizada con el reloj de canal.

Dado que las tramas (de televisión) salen del codificador con más lentitud que entran, el proceso de codificación queda suspendido en una trama cada N -ésima trama de entrada. N es aproximadamente 100 para el funcionamiento de 525 líneas a 525 líneas y 6 para el funcionamiento de 525 líneas a 625 líneas.

En el decodificador, el posfiltro digital incorpora una memoria de trama en algunas versiones del códec de 625 líneas, en donde se usa en el proceso de interpolación de línea. En la versión de 525 líneas, además de su uso para la interpolación de línea, el interpolador temporal con coeficientes variables sirve para proporcionar una trama de salida adicional durante los periodos en los que la decodificación está suspendida temporalmente.

2.5 *Codificación múltiplex vídeo*

2.5.1 *Memoria tampón*

La capacidad de memoria tampón sólo está definida en emisión y es de 160 kbits. De éstos, 96 se utilizan para alisar los datos vídeo en el modo cara a cara, y el resto se emplea para permitir la acción del interpolador de trama (véase el § 2.5.1.1) y responder a los requisitos del modo gráficos.

La memoria tampón de recepción tiene que tener por lo menos esta capacidad, aunque puede ser mayor en algunas realizaciones del decodificador.

2.5.1.1 *Control de la memoria tampón*

El grado de ocupación de la memoria tampón de emisión se utiliza para controlar diversos algoritmos de codificación (submuestreo, etc.) y se señala al decodificador para que éste pueda interpretar correctamente las señales recibidas. En el códec de 525 líneas, la velocidad de transmisión es inferior a la velocidad de entrada vídeo y por ello la memoria tampón tiende a llenarse con más rapidez de lo que podría determinarse por el movimiento de la imagen, sólo para vaciarse de nuevo cuando el interpolador suspende el proceso de codificación.

Para evitar cambios incorrectos de los algoritmos de codificación, la señal de estado de la memoria tampón se modifica para tener en cuenta los coeficientes en progresivo cambio del interpolador en el prefiltro. Entonces funciona la memoria tampón, aunque los datos procedan de una fuente vídeo de una velocidad de trama uniforme e igual a la velocidad de trama transmitida.

2.6 *Codificación de transmisión*

El códec agrupa los canales de vídeo, audio, señalización, y los canales opcionales de datos, en una estructura de trama a 1544 kbit/s que es compatible con la Recomendación G.704.

2.6.1 *Datos en serie*

Véase el § 1.6.1.

2.6.2 *Audio*

Véase el § 1.6.2.

2.6.3 *Estructura de trama en transmisión*

La estructura de trama, compatible con la Recomendación G.704 y compatible igualmente con la de la versión de 625 líneas especificada en el § 1, se indica en el § 2 de la Recomendación H.130.

2.6.3.1 Consideraciones generales

Véase el § 1.6.3.1.

2.6.3.2 Utilización de ciertos bits de cada octeto de las tramas impares del intervalo de tiempo 2

La utilización de ciertos bits del intervalo de tiempo 2 (en las tramas impares) es algo diferente de la indicada para el códec especificado en el § 1. Presenta las diferencias siguientes:

Bit 1 – Para justificación de reloj

Este bit se descarta en los decodificadores de 525 líneas.

Para permitir el interfuncionamiento en los códecs de 625 líneas del § 1, los codificadores de 525 líneas tienen que transmitir un esquema binario fijo que se utiliza para controlar la frecuencia del reloj vídeo en los decodificadores de 625 líneas. No es necesario especificar la forma exacta del esquema repetitivo, pero debe contener siete «unos» y cuatro «ceros» en 11 bits, por ejemplo:

1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1

Bit 2 – Para señalar el estado de la memoria tampón

El grado de ocupación de la memoria tampón del codificador, después de una corrección para el interpolador (véase el § 2.5.1.1), medido en incrementos de 1 K (1 K = 1024 bits) se señala utilizando un código binario de ocho bits. Cuando se trabaja hacia un decodificador de 525 líneas, el estado de la memoria tampón se muestrea cada 3057 periodos de reloj de canal. Cuando se trabaja hacia un decodificador de 625 líneas, el estado de la memoria tampón se muestrea 10 veces durante cada periodo de campo de 525 líneas. Cuando la entrada de la memoria tampón está suspendida durante un periodo de trama, se detiene el muestreo de la memoria tampón. Los valores muestreados del estado de la memoria tampón se almacenan antes de la transmisión. La memoria puede contener entre cero y 23 valores que han sido modificados para tener en cuenta los coeficientes del interpolador en los instantes de muestreo. Los valores de muestra modificados se leen [como bit 2 del intervalo de tiempo 2 (tramas impares)] a una velocidad uniforme; el bit más significativo (MSB) en la trama 1 de la multitrama, el segundo MSB en la trama 2, etc.

Bit 3.7 – Petición de actualización rápida

Al recibir este bit puesto a 1, la memoria tampón de emisión está obligada a disminuir su contenido y a estabilizarse en un estado modificado de menos de 6 K evitando que los elementos de imagen codificados entren a la memoria tampón. El bit A se pone a 1 en el siguiente CCT. Las dos tramas siguientes se tratan como zonas en movimiento completas y el codificador utiliza una configuración para el control de los modos de submuestreo que haga improbable la condición de desbordamiento de la memoria tampón.

3 Códec de aplicación intrarregional para 525 líneas, 60 tramas/s y transmisión a 1544 kbit/s

3.1 Introducción

En el § 3 se describe un códec intertrama de 1,5 Mbit/s, capaz de transmitir y recibir una señal vídeo NTSC única y una señal audio utilizando una técnica de codificación predictiva adaptativa con predicción del movimiento compensado, predicción del fondo y predicción intratrama.

El objetivo de este códec es transmitir efectivamente señales de videotelefonía y videoconferencia, que tienen movimientos relativamente escasos. El interfaz vídeo del códec es una señal de televisión analógica normalizada de 525 líneas y 60 tramas/s correspondiente a la norma de «clase a» de la Recomendación H.100.

3.2 Esquema del códec

Las partes esenciales del diagrama de bloques del códec aparecen en la figura 7/H.120. El codificador comprende tres bloques funcionales básicos: pretratamiento, codificación de fuente vídeo y codificación de transmisión.

En el preprocesador, la señal vídeo NTSC analógica de entrada es digitalizada y decodificada para el color en una componente de luminancia y dos componentes de crominancia. Esas tres componentes son multiplexadas por división en el tiempo en una forma de señal vídeo digital, cuyas componentes de señal innecesarias y cuyos ruidos son eliminados por el prefiltro.

En el codificador de fuente vídeo, la señal vídeo digital se aplica a un codificador predictivo, en el que se utilizan plenamente las técnicas de codificación predictiva intertrama e intratrama para minimizar los errores de predicción transmitidos. La señal de error de predicción se codifica seguidamente por entropía, utilizando sus propiedades estadísticas para disminuir las redundancias. Como la información de error codificada se produce en ráfagas de espaciamiento irregular, se utiliza una memoria tampón. Si la memoria se llena, se reducen el número de niveles de cuantificación de errores de predicción y/o los elementos de imagen que se han de codificar, para evitar cualquier desbordamiento.

En el codificador de transmisión, las señales audio y vídeo codificadas pueden, en primer lugar, encriptarse si se desea. La señal vídeo codificada es entonces codificada para la corrección de errores hacia adelante y aleatorizada. Las tres señales, vídeo codificada, audio codificada y opcional de datos, se multiplexan en un formato digital de 1544 kbit/s con la estructura de trama definida en la Recomendación H.130.

El decodificador efectúa las operaciones inversas.

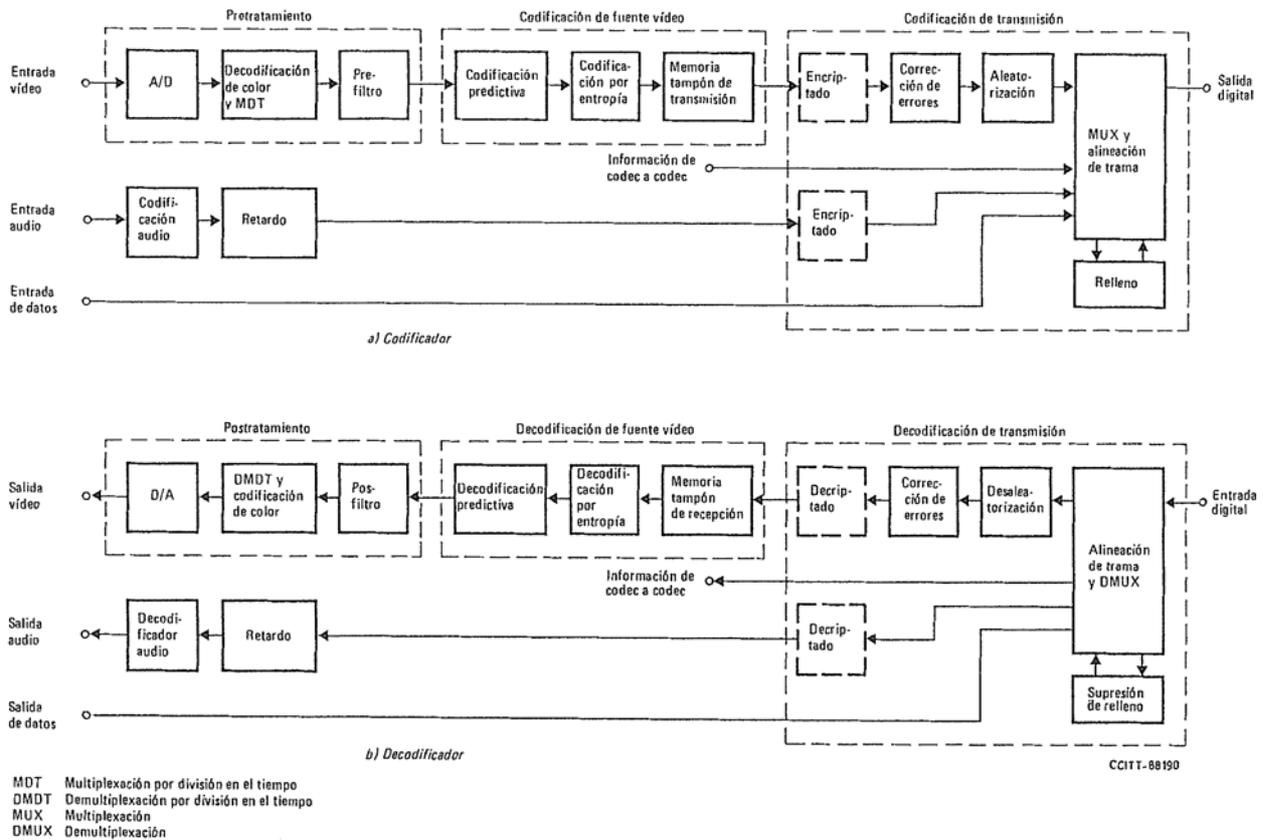


FIGURA 7/H.120

Diagrama de bloques del codec

3.3 Breve especificación

3.3.1 Entrada/salida vídeo

Se utilizan señales NTSC como señal vídeo de entrada/salida, pudiendo aplicarse además señales monocromas.

3.3.2 Salida/entrada digital

Las condiciones de interfaz para la señal digital de salida/entrada satisfacen las especificaciones de la Recomendación G.703. La velocidad de transmisión de las señales es de 1544 kbit/s.

3.3.3 *Frecuencia de muestreo*

La frecuencia de muestreo vídeo es cuatro veces la frecuencia de la subportadora de color (f_{SC}) y es asíncrona respecto al reloj de red de 1544 kHz.

3.3.4 *Formato vídeo digital en multiplexación por división en el tiempo (MDT)*

Una señal NTSC se separa en una componente de luminancia (Y) y dos componentes de cromaticidad (C_1 y C_2). En la codificación de la fuente se emplea una señal multiplexada por división en el tiempo, compuesta de Y, y de C_1 y C_2 comprimidas en el tiempo, como formato vídeo digital normalizado.

3.3.5 *Algoritmo de codificación*

Se utiliza la codificación predictiva adaptativa, suplementada por la codificación con longitud de palabra variable, para conseguir una velocidad binaria de transmisión baja. Se aplican adaptativamente las tres predicciones siguientes a cada elemento de imagen:

- a) predicción intertrama del movimiento compensado para las zonas fijas o de movimiento lento;
- b) predicción del fondo para las zonas de fondo no cubiertas; y
- c) predicción intratrama para las zonas de movimiento rápido.

Los errores de predicción para las señales vídeo y los vectores del movimiento se codifican por entropía utilizando las dos técnicas siguientes:

- i) codificación con longitud de palabra variable para los errores de valor no nulo, y
- ii) codificación por longitud de gama para los errores de valor nulo.

3.3.6 *Canal audio*

Se incluye un canal audio de 64 kbit/s. El algoritmo de codificación de audio es conforme a la Recomendación G.722.

3.3.7 *Canal de datos*

Se dispone de un canal opcional de datos a 64 kbit/s que se utiliza para vídeo si no se necesita para datos.

3.3.8 *Modo de funcionamiento*

El modo normal de funcionamiento es el dúplex, teniéndose también en cuenta otros modos, como el de radiodifusión unidireccional.

3.3.9 *Protección contra errores de transmisión*

Se utiliza un código de corrección de errores BCH junto con un método de restauración por demanda para evitar que los errores sin corregir degraden la calidad de la imagen.

3.3.10 *Otras facilidades*

En la estructura de trama digital se prevé la futura introducción de facilidades como las de encriptación, transmisión en modo gráficos y comunicación multipunto.

3.3.11 *Retardo de tratamiento*

El retardo del codificador más el del decodificador es de unos 165 ms, sin contar el del prefiltro y el posfiltro.

3.4 *Interfaz vídeo*

La señal vídeo de entrada/ salida del códec es una señal NTSC analógica (sistema M) conforme al Informe 624 del CCIR.

3.5 *Pretratamiento y postratamiento*

3.5.1 *Conversión de analógico a digital y de digital a analógico*

Una señal NTSC con limitación de banda de 4,5 MHz se muestrea a la velocidad de 14,3 MHz, el cuádruple de la frecuencia de la subportadora de color (f_{SC}), y se convierte en una señal MIC lineal de ocho bits. El reloj de muestreo se engancha a la sincronización horizontal de la señal NTSC. Dado que la frecuencia de muestreo es asíncrona con el reloj de red, se codifica la información de justificación y se transmite del codificador al decodificador.

Los datos vídeo digitales se expresan en forma de complemento a 2. El nivel de entrada al convertidor A/D se define del siguiente modo:

- el nivel de fondo de la señal de sincronización (-40 unidades IRE) corresponde a -124 (10000100);
- el nivel del blanco (100 unidades IRE) corresponde a 72 (01001000).

(IRE: Institute of Radio Engineers).

Como opción nacional, puede insertarse un atenuador antes del convertidor A/D si cabe tomar en consideración una fluctuación de nivel en las líneas de transmisión analógica que conectan el equipo terminal y el códec.

En el decodificador, la señal NTSC se reproduce convirtiendo la señal MIC de ocho bits en una señal analógica.

3.5.2 *Decodificación y codificación del color*

La señal NTSC digitalizada se separa en la componente de luminancia (Y) y la componente de crominancia de banda portadora (C) por filtrado digital. Las dos señales de crominancia de banda base (C_1 y C_2) se obtienen por demodulación digital de la componente separada de crominancia de banda portadora. La frecuencia de muestreo efectiva después de la decodificación del color se convierte a 7,2 MHz ($2f_{SC}$ y a 1,2 MHz $\frac{1}{3}f_{SC}$, para las señales de luminancia y de crominancia, respectivamente.

La restitución de la señal NTSC se obtiene por modulación digital de las señales C_1 y C_2 añadiéndolas a la señal Y en el decodificador.

Las características del filtro para la codificación y decodificación del color dependen de la realización práctica del soporte físico, pues no afectan al interfuncionamiento entre códecs de distinto diseño. En el anexo E se dan ejemplos de las características recomendadas.

3.5.3 *Señal MDT*

La señal de ζ multiplexación por división en el tiempo (MDT) se forma a partir de las señales de componentes separadas.

Primero, se comprime la duración de las señales C_1 y C_2 a 1/6. Después, cada una de las señales C_1 y C_2 comprimidas en el tiempo, con sus partes de supresión horizontal eliminadas, se insertan en el intervalo de supresión horizontal de la señal Y en líneas alternas. C_1 se inserta en la primera línea de la primera trama y en una línea de cada dos en el resto de la trama, mientras que C_2 se inserta en la segunda línea de la primera trama y después en una línea de cada dos en el resto de la trama.

Las muestras activas para la señal Y son 384 muestras/línea, y 64 muestras/línea para las señales C_1 y C_2 . La señal MDT se forma con esas muestras activas y con siete muestras de ráfaga de color (B), que se insertan en la parte superior de la señal MDT.

Como se muestra en la figura 8/H.120, los puntos de muestreo de las señales C_1 y C_2 coinciden con los de la señal Y en cada sexta muestra. Sólo se transmiten al decodificador las señales C_1 y C_2 de las líneas impares.

En el decodificador, cada señal componente es demultiplexada de nuevo a partir de la señal MDT y se efectúa un proceso de x tuple expansión temporal para las señales C_1 y C_2 .

Nota – Cuando se inserta un atenuador antes del convertidor A/D, como se indica en el § 3,5.1, se recomienda utilizar preacentuación (desacentuación) con una ganancia de compensación para las señales C_1 , C_2 y de ráfaga de color a la entrada del codificador de la fuente (salida del decodificador), a fin de obtener una mejor reproducción de la imagen en las partes coloreadas.

3.5.4 Prefiltrado y posfiltrado

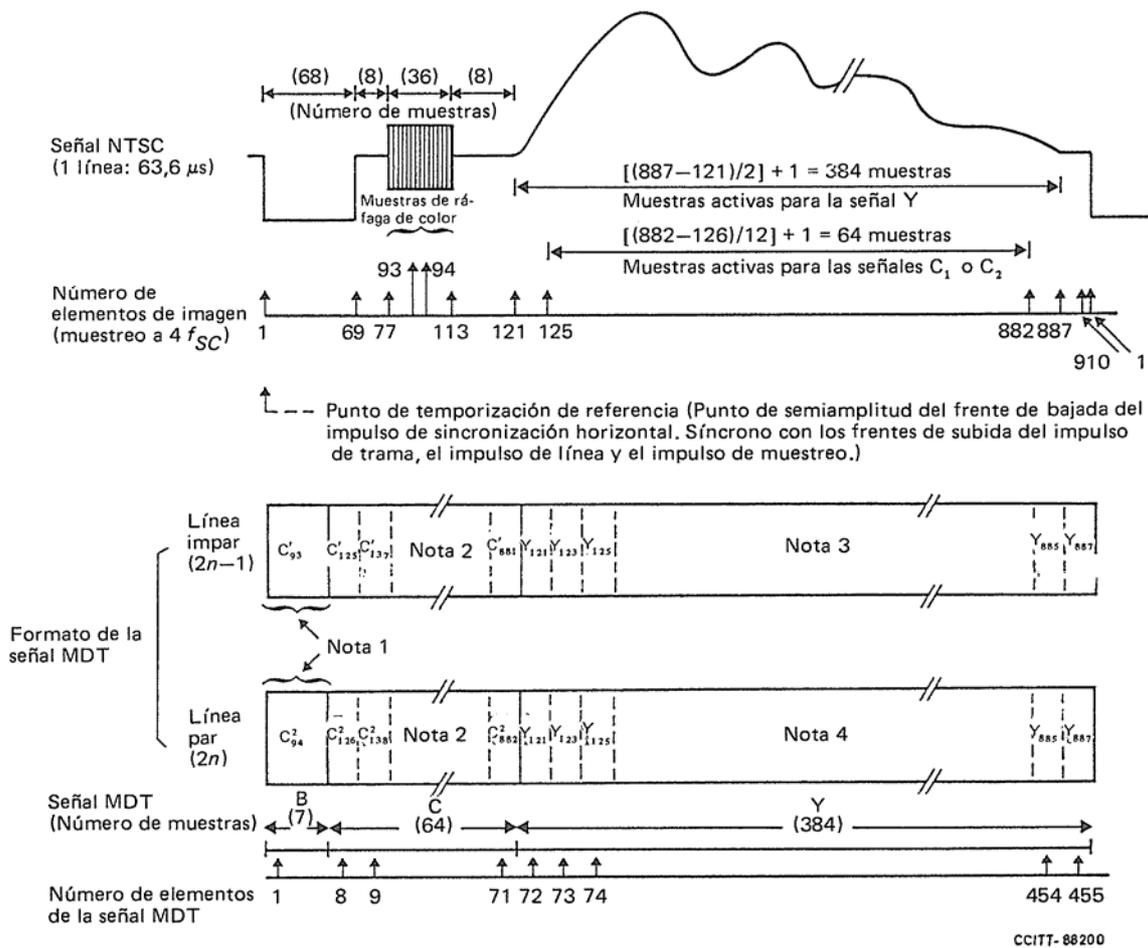
Además del filtrado antisolape convencional utilizado antes de la conversión de analógico a digital, se utilizan los dos procesos de filtrado siguientes como prefiltrado para la codificación de la fuente:

- a) filtrado temporal para reducir el ruido aleatorio contenido en la señal vídeo de entrada;
- b) filtrado espacial para reducir la distorsión por solape en el submuestreo.

En el decodificador deben utilizarse los tres procesos de filtrado siguientes como posfiltrado, además del filtrado convencional paso bajo después de la conversión de analógico a digital:

- i) filtrado espacial para interpolar los elementos de imagen omitidos en el submuestreo;
- ii) filtrado espacio-temporal para interpolar a tramas omitidas en la repetición de trama;
- iii) filtrado temporal para reducir el ruido generado en el curso de la codificación de la fuente.

Aunque esos procesos de filtrado son importantes para mejorar la calidad de la imagen reproducida, sus características son independientes del interfuncionamiento entre códecs de distinto diseño. Por ello, el prefiltrado y el posfiltrado dependen de cada realización de soporte físico.



- Nota 1 - Muestras de línea impar. Una muestra de ráfaga de color se repite siete veces.
 Nota 2 - Muestras de línea impar.
 Nota 3 - Muestras de línea impar.
 Nota 4 - Muestras de línea par.

FIGURA 8/H.120

Formato de la señal MDT

3.6 Codificación de la fuente

3.6.1 Configuración del codificador y el decodificador de la fuente

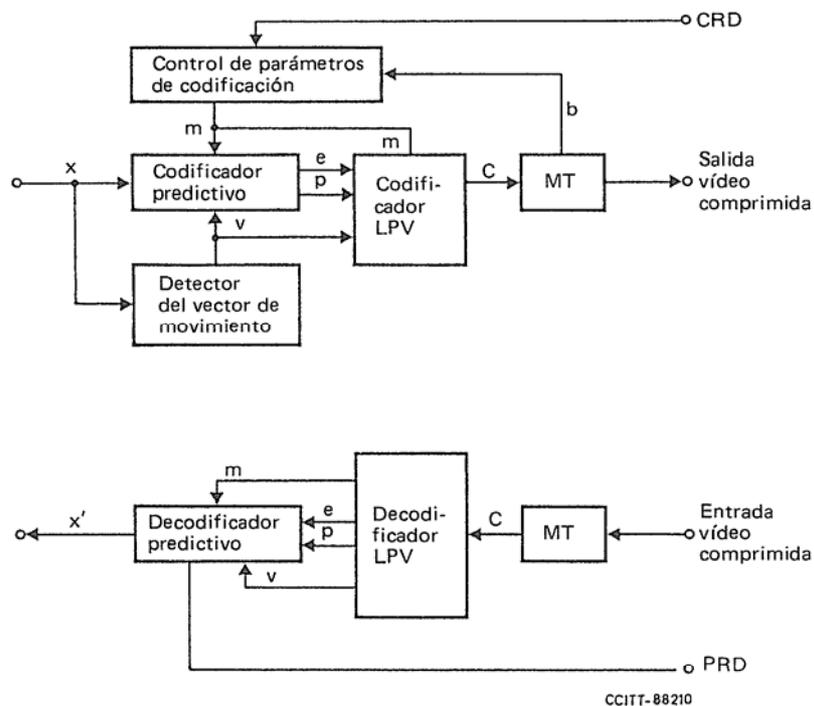
En la figura 9/H.120 se muestran las líneas generales de la configuración del codificador y decodificador vídeo de la fuente de este códec.

El codificador predictivo convierte la señal vídeo de entrada, x , en la señal de error de predicción, e , utilizando el vector del movimiento, v . Esta conversión es controlada por el modo de codificación, m .

El codificador con longitud de palabra variable (LPV) codifica e y v en los datos comprimidos C utilizando el método de codificación de longitud variable. La memoria tampón (MT) de transmisión suaviza los datos irregularmente espaciados C . También se codifica el modo de codificación m .

La información de paridad de la memoria de trama, p , se utiliza para verificar la identidad del contenido de la memoria de trama del codificador y del decodificador. Si se detecta cualquier error de paridad, las memorias de trama del codificador y del decodificador se reinician por medio de la información de petición de restauración por demanda (PRD) y de la información de confirmación de restauración por demanda (CRD).

En el decodificador, el decodificador LPV decodifica e , v , m y p y el decodificador predictivo reproduce la señal vídeo x' .



- x Señal vídeo de entrada
- x' Señal vídeo de salida
- m Modo de codificación
- e Error de predicción
- v Vector de movimiento
- p Información de verificación de paridad
- C Datos comprimidos
- b Información sobre ocupación de la memoria tampón
- LPV Longitud de palabra variable
- MT Memoria tampón
- PRD Información de petición de restauración por demanda
- CRD Información de confirmación de restauración por demanda

FIGURA 9/H.120

Configuraciones del codificador y el decodificador de la fuente

3.6.2 Codificación predictiva

3.6.2.1 Modos de codificación

Existen cinco modos de codificación, resumidos en el cuadro 3/H.120. Todas las muestras se codifican y transmiten en el modo normal, mientras que la mitad de las muestras se omiten en el modo de submuestreo. En el modo de repetición de trama se omiten una o más tramas consecutivas (es la llamada repetición multitrama; véase la nota 1). Si se utilizan combinados el modo de repetición de trama y el modo de submuestreo, sólo se codifican y transmiten una cuarta parte o menos de los elementos de imagen originales.

El submuestreo se efectúa en forma de «cinco de dominó», esto es, transmitiendo sólo los elementos de imagen de número impar por las líneas de número impar y los elementos de imagen de número par por las líneas de número par en cada bloque de líneas (véase la nota 2).

En el modo de repetición de trama, se omiten las tramas pares o las impares. Para las tramas omitidas, el error de predicción, e , y el vector de movimiento, v , se ponen a 0.

Nota 1 – Si se omiten tramas impares y tramas pares de combinación, se produce una gran degradación de la imagen. Por ello se recomienda la omisión de una de cada dos, tres de cada cuatro, o cinco de cada seis tramas.

Nota 2 – Cada bloque de líneas comprende ocho líneas, según se define en el § 3.6.2.5.

CUADRO 3/H.120

Modos de codificación

Modos de codificación		Abreviatura	Funcionamiento
1	Normal	NRM	Muestreo completo
2	Repetición de trama	RPT	Omisión de una o más tramas
3	Submuestreo	SBM	Omisión de 2:1 elemento de imagen
4	Parada	PDA	Suspensión de la codificación
5	Restauración	RST	Renovación de la memoria de trama

3.6.2.2 Predicción adaptativa

Las funciones de predicción se seleccionan de forma adaptativa para cada elemento de imagen, como se muestra en la figura 10/H.120. La selección se efectúa de modo que minimicen los errores de predicción probables. Ello se logra utilizando las dos señales de estado de predicción, que vienen determinadas por señales de referencia de predicción, para los elementos de imagen precedentes situados en las líneas previas y presentes.

Cuando se aplica el submuestreo y/o la repetición de trama, los elementos de imagen omitidos se interpolan en el bucle de predicción.

Las notaciones definidas para el elemento de imagen i son:

X_i : salida del decodificador local,

Y_i : salida del interpolador,

M_i : valor de predicción de intertrama del movimiento compensado,

B_i : valor de predicción del fondo,

I_i : valor de predicción de intertrama,

*: producto lógico, y

+: suma lógica.

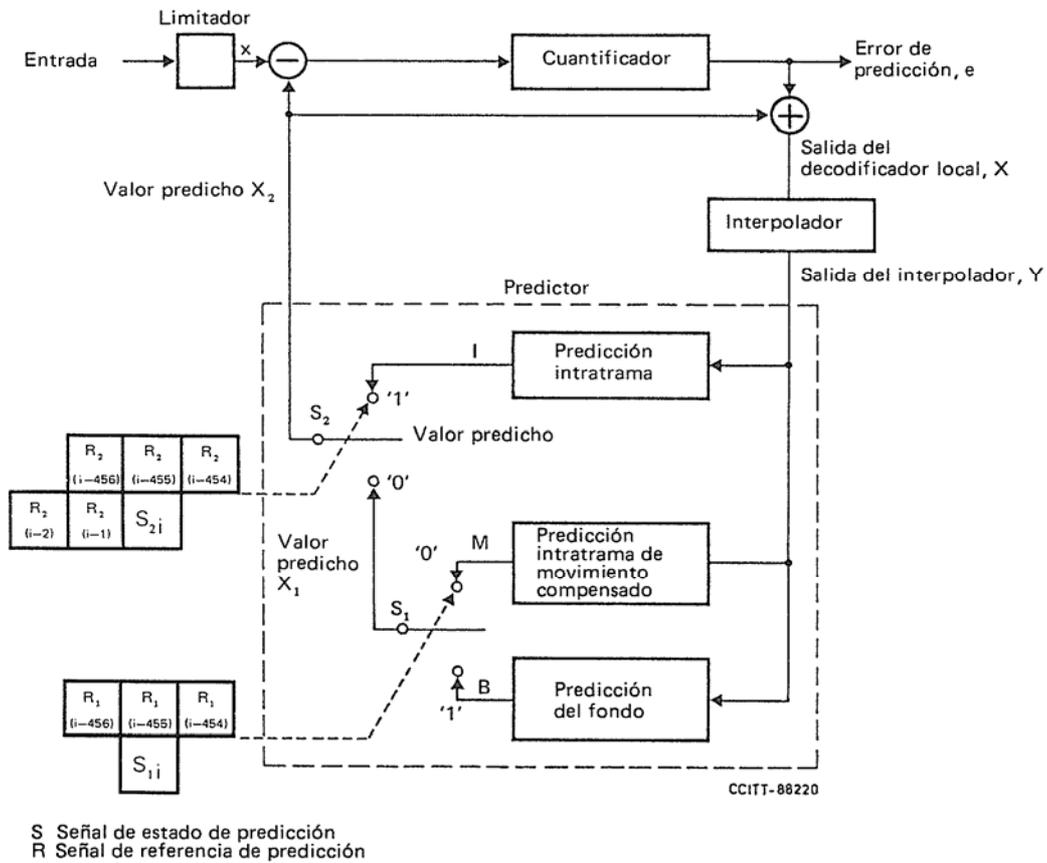


FIGURA 10/H.120

Predicción adaptativa

3.6.2.2.1 Predicción intertrama del movimiento compensado/predicción del fondo

La señal de estado de predicción S_{1i} para el elemento de imagen i viene dada por:

$$S_{1i} = R_1(I - 455) * R_1(i - 456) + R_1(i - 456) * R_1(i - 454) + R_1(i - 454) * R_1(i - 455) \quad (3-1)$$

donde la señal de referencia de predicción $R_1(i)$ es:

$$R_1(i) = \begin{cases} 0, & \text{si } |Y_i - B_i| \geq |Y_i - M_i|, \\ 1, & \text{en los demás casos.} \end{cases} \quad (3-2)$$

Basándose en S_{1i} , la señal de predicción X_{1i} viene dada por:

$$X_{1i} = \begin{cases} M_b & \text{si } S_{1i} = 0, \\ B_b & \text{si } S_{1i} = 1. \end{cases} \quad (3-3)$$

Si el elemento de imagen i se omite debido al submuestreo y/o la repetición de trama o es sometido a una codificación intratrama forzada o está en la ráfaga B , su correspondiente $R_1(i)$ se pone a 0 con independencia de la ecuación (3-2).

3.6.2.2.2 Predicción intertrama/predicción intratrama

La señal de estado de predicción S_{2i} para el elemento de imagen i viene dada por:

$$S_{2i} = R_2(i-1) * R_2(i-455) \quad (3-4)$$

donde la señal de referencia de predicción $R_2(i)$ es:

$$R_2(i) = \begin{cases} 0, & \text{si } |Y_i - I_i| \geq |Y_i - X_{1i}|, \\ 1, & \text{en los demás casos.} \end{cases} \quad (3-5)$$

Basándose en S_{2i} , la señal de predicción X_{2i} viene dada por:

$$X_{2i} = \begin{cases} X_{1b} & \text{si } S_{2i} = 0, \\ I_b & \text{si } S_{2i} = 1. \end{cases} \quad (3-6)$$

Si se omite el elemento de imagen $(i-1)$ debido al submuestreo, se utiliza $R_2(i-2)$ en lugar de $R_2(i-1)$. Por otra parte, si se omite el elemento de imagen $(i-455)$, se utiliza $R_2(i-454) * R_2(i-456)$ en lugar de $R_2(i-455)$. Si el elemento de imagen i es sometido a codificación intratrama forzada, su correspondiente $R_2(i)$ se pone a 1 con independencia de la ecuación (3-5).

Si se omite el elemento de imagen i debido a una repetición de trama, su correspondiente $R_2(i)$ se pone a 0 con independencia de la ecuación (3-5). Cuando el elemento de imagen i no es sometido a codificación intratrama forzada, el $R_2(i)$ de la ráfaga B se pone a 0.

3.6.2.3 Generación del fondo

El valor de predicción del fondo se genera en forma adaptativa en función de la escena, del siguiente modo:

$$b_i = b_i^{-f} + v(k) \operatorname{sgn}(Y_i - b_i^{-f}) u(Y_i - Y_i^{-f}) \quad (3-7)$$

donde

$$u(Y_i - Y_i^{-f}) = \begin{cases} 1, & \text{si } |Y_i - Y_i^{-f}| \leq L, \\ 0, & \text{en los demás casos.} \end{cases} \quad (3-8)$$

$$v(k) = \begin{cases} 1, & \text{para un periodo de trama en cada bloque de } k \text{ tramas} \\ 0, & \text{para } (k-1) \text{ tramas consecutivas después de la trama } v(k) = 1 \end{cases}$$

y

b_i es el valor de predicción del fondo para la trama presente,

b_i^{-f} es el valor de predicción del fondo para la trama precedente,

Y_i^{-f} es la salida del interpolador para la trama presente,

Y_i es la salida del interpolador para la trama precedente,

u es la función de detección de zona de imagen fija,

k es el parámetro de control de la actualización del fondo, y

L es el valor umbral.

Los parámetros k y L se ponen a $k = 8$ y $L = 1$. Conviene señalar que, para simplificar el soporte físico, se utiliza b_i^{-f} , en lugar de b_i , como valor de predicción del fondo B_i . (Véase la figura 11/H.120).

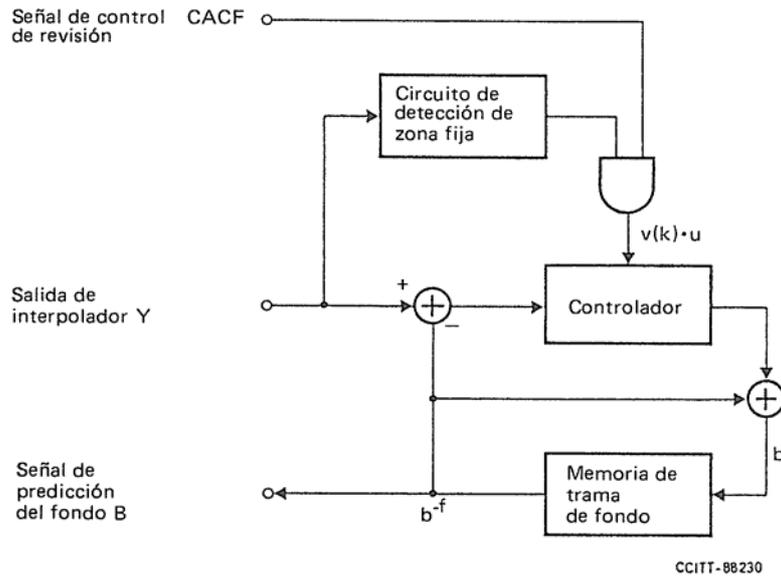


FIGURA 11/H.120

Generación del fondo

3.6.2.4 Predicción intratrama forzada

Este códec utiliza habitualmente el modo de restauración por demanda para evitar que las imágenes defectuosas debido a errores de transmisión permanezcan en la memoria de trama del decodificador. El modo de restauración por demanda se realiza si el bit de trayecto hacia atrás (THA) (bit 3.15.4 en la información de códec a códec) = 0, lo que indica que se dispone del trayecto hacia atrás de decodificador a codificador. Sin embargo, también se proporciona el modo de restauración cíclica, considerando aplicaciones tales como la comunicación radiofónica, en la que no se dispone de trayecto hacia atrás (del decodificador al codificador). Este modo se realiza cuando el bit THA = 1.

Para cualquiera de los dos modos de restauración, la función de predicción es fijada obligatoriamente en predicción intratrama.

En el modo de restauración por demanda, la memoria de trama de movimiento y la memoria de trama de fondo son actualizadas para cada bloque de líneas dentro de un periodo de trama escribiendo simultáneamente la salida del interpolador. Una vez comenzada la restauración por demanda al recibirse una instrucción de petición de restauración por demanda (DRR) en el codificador, se hace caso omiso de la siguiente DRR durante un segundo (véase la nota).

En el modo de restauración cíclica, las dos memorias son actualizadas simultáneamente en dos líneas a la vez, escribiendo la salida del interpolador. Cuando se omite una trama debido a la repetición de trama, la memoria de tramas de fondo es actualizada por la señal que actualiza la memoria de tramas con movimiento. Conviene señalar que la instrucción para el modo de restauración cíclica no se tiene en cuenta en los bloques de línea en que se efectúa una actualización basada en la restauración.

Nota – Si se produce un error de transmisión en la línea del códec A al códec B, el decodificador del códec B detecta la aparición del error y produce una información de petición de restauración por demanda (PRD). Esta PRD pasa al decodificador del códec B y es transmitida como instrucción de petición de restauración por demanda (DRR) al códec A. Cuando el decodificador del códec A recibe DRR, pasa una información de confirmación de restauración por demanda (CRD) al codificador del códec A. Por último, se activa el modo de restauración por demanda junto con la transmisión de una información de modo de restauración por demanda (DRM) del códec A al códec B.

3.6.2.5 *Definición de la supresión de trama, los bloques de líneas y del tratamiento de los elementos de imagen de borde*

3.6.2.5.1 Los tipos de elementos de imagen dispuestos en una línea de barrido horizontal (véase la figura 8/H.120) para los que se definen funciones de predicción son:

- Ráfaga B 7 elementos de imagen,
- Color C 64 elementos de imagen,
- Luminancia Y 384 elementos de imagen.

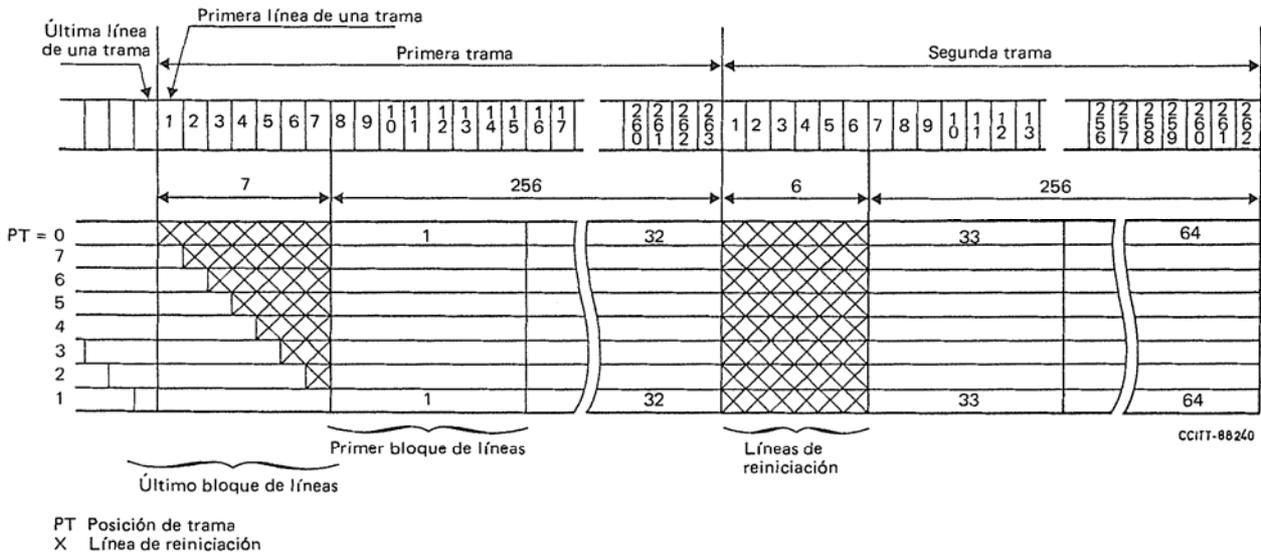
Los periodos de supresión vertical se tratan como líneas activas.

3.6.2.5.2 *Bloque de líneas*

Véase la figura 12/H.120.

En la primera trama, 8 líneas, de la 8.^a a la 15.^a, forman el primer bloque de líneas, y cada ocho líneas que siguen constituyen un bloque de líneas. En la segunda trama, 8 líneas, de la 7.^a a 14.^a forman el 33.^o bloque de líneas. Cada trama tiene 32 bloques de líneas.

El último bloque de líneas de una trama se define como las 8 líneas que incluyen la última línea de la trama o como la línea más cercana a la línea de encabezamiento de la trama. La posición de la última línea vídeo en el último bloque de líneas se codifica como posición de trama.



Nota — Cuando la última línea de una trama corresponde a la enésima línea del último bloque de líneas, $PT = \text{mod}(n,8)$.

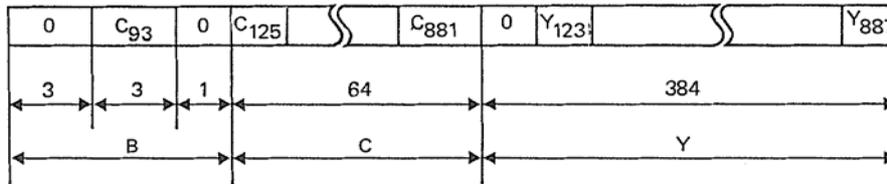
FIGURA 12/H.120

Definiciones de bloque de líneas y de línea de reiniciación

3.6.2.5.3 *Líneas de reiniciación*

Las líneas que quedan excluidas de los bloques de líneas se definen como líneas de reiniciación. Están puestas a 0 en la codificación predictiva y en los bucles de decodificación; los correspondientes valores de predicción X_2 y errores de predicción e en la figura 10/H.120 están puestas a 0. Las líneas de reiniciación están codificadas en predicción en el modo normal con predicción adaptativa y v puesto a 0.

3.6.2.5.4 Los elementos de imagen de borde sufren diafotía debido a la interpolación entre B y C, C e Y, e Y y B. Para evitar esa diafotía, los tres primeros elementos de imagen de B, el último de B y el primero de Y se ponen a 0 en la señal MDT de entrada del codificador fuente, como se indica en la figura 13/H.120.



CCITT-88250

Nota — Esta figura muestra una línea impar en la primera trama. Véase la figura 8/H.120 en lo que respecta a los números de elementos de imagen.

FIGURA 13/H.120

Inserción de ceros para evitar la diafotía debida a la interpolación

3.6.2.5.5 Los elementos de imagen de borde no son tratados específicamente en el codificador y el decodificador. Es decir, las señales vídeo que incluyen líneas de reiniciación y los tres elementos de imagen fijados en B son procesados como si existieran continuamente (véase la nota). Por consiguiente, incluso si un vector de movimiento señala elementos de imagen fuera de la zona de imagen activa, funciona como un control de retardo para la señal vídeo secuencial de entrada.

Nota — Se supone que el extremo derecho de cada línea de imagen está conectado al extremo izquierdo de la línea siguiente y que el extremo inferior de cada trama está conectado al extremo superior de la trama siguiente.

En el modo de predicción intratrama forzada, el valor de predicción para el primer elemento de imagen de cada línea está puesto a 0.

Para la señal de ráfaga, no se aplica predicción adaptativa ni submuestreo y no se transmiten vectores de movimiento.

3.6.2.6 Funciones de predicción e interpolación

En el cuadro 4/H.120 se indican las funciones de predicción e interpolación para todos los modos de codificación. Conviene señalar que los vectores de movimiento para la señal de color pueden ponerse a 0 sin gran pérdida de la eficacia de la codificación.

CUADRO 4/H.120

Funciones de predicción e interpolación

Modo de codificación	Tipo de elemento de imagen	Funciones de predicción P(Z) (Nota 1)			Funciones de interpolación I(Z) (Nota 2)			
		$P_Y(Z)$	$P_C(Z)$	$P_B(Z)$	$I_Y(Z)$	$I_C(Z)$	$I_B(Z)$	
Normal	Codificado	$Z^{-1}; S_2 = 1$ $Z^{-F+V}; S_2 = 0, S_1 = 0$ $P_b(Z)$ (Nota 3); $S_2 = 0, S_1 = 1$		Z^{-F}	1			
Submuestreo	Codificado	Z^{-2} (Nota 4); $S_2 = 1$ $Z^{-F+V}; S_2 = 0, S_1 = 0$ $P_b(Z); S_2 = 0, S_1 = 1$		/	1		/	
	Omitido	(No definido)		/	$\frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{2} (Z^{-1} + Z^{+1}) + \frac{1}{2} (Z^{-H} + Z^{+H}) \right\}$	$\frac{1}{2} (Z^{-1} + Z^{+1})$	/	
Repetición de trama	Omitido	(No definido)		/	$\frac{1}{2} (Z^{-262H} + Z^{-263H})$	Z^{-263H} ; primera trama Z^{-262H} ; segunda trama	/	
Restauración	N R M	Codificado	Z^{-1}			1		
	S B M	Codificado	Z^{-2} (Nota 4)		/	1		/
		Omitido	(No definido)		/	$\frac{1}{2} (Z^{-1} + Z^{+1})$		/

NRM Normal

SBM Submuestreo

Nota 1 – S_1 y S_2 son señales de estado de predicción definidas en el § 3.6.2.2.Nota 2 – Para tratar las fracciones producidas se efectúan las operaciones $(A+B)/2$ y $(A+B+1)/2$, y se utilizan los ocho bits más significativos.

Nota 3 – El fondo se produce como se describe en el § 3.6.2.3.

Nota 4 – Z^{-1} , si el elemento de imagen previo está codificado.

3.6.2.7 Cuantificación

Los errores de predicción para las señales vídeo se cuantifican utilizando una de las cuatro características de cuantificación indicadas en el cuadro 5/H.120, esto es, Q_0 (57 niveles), Q_1 (57 niveles), Q_2 (51 niveles) y Q_3 (37 niveles). Se aplica la misma serie de características de cuantificación cualesquiera que sean las funciones de predicción.

CUADRO 5/H.120
Características de cuantificación

Q_0		Q_1		Q_2		Q_3	
Gama de entrada	Nivel de salida						
0 a 1	0	0 a 3	0	0 a 4	0	0 a 6	0
2	1	4 a 6	3	5 a 8	5	7 a 11	7
3	2	7 a 8	6	9 a 12	10	12 a 17	14
4 a 5	3	9 a 10	9	13 a 17	15	18 a 24	21
6 a 7	5	11 a 13	12	18 a 22	20	25 a 31	28
8 a 9	7	14 a 16	15	23 a 27	25	32 a 38	35
10 a 11	10	17 a 19	18	28 a 32	30	39 a 45	42
12 a 14	13	20 a 22	21	33 a 37	35	46 a 52	49
15 a 17	16	23 a 26	24	38 a 42	40	53 a 59	56
18 a 20	19	27 a 30	28	43 a 47	45	60 a 66	63
21 a 23	22	31 a 34	32	48 a 52	50	67 a 73	70
24 a 26	25	35 a 39	37	53 a 57	55	74 a 80	77
27 a 29	28	40 a 44	42	58 a 62	60	81 a 87	84
30 a 32	31	45 a 49	47	63 a 67	65	88 a 94	91
33 a 37	35	50 a 54	52	68 a 72	70	95 a 101	98
38 a 42	40	55 a 59	57	73 a 77	75	102 a 108	105
43 a 48	45	60 a 64	62	78 a 82	80	109 a 115	112
49 a 54	51	65 a 69	67	83 a 87	85	116 a 123	119
55 a 60	57	70 a 74	72	88 a 92	90	124 a 255	127
61 a 67	64	75 a 79	77	93 a 97	95		
68 a 74	71	80 a 84	82	98 a 102	100		
75 a 81	78	85 a 89	87	103 a 107	105		
82 a 88	85	90 a 94	92	108 a 112	110		
89 a 95	92	95 a 99	97	113 a 118	115		
96 a 102	99	100 a 104	102	119 a 124	121		
103 a 109	106	105 a 109	107	125 a 255	127		
110 a 116	113	110 a 116	113				
117 a 123	120	117 a 123	120				
124 a 255	127	124 a 255	127				

Nota – Las características son simétricas con respecto a cero.

3.6.2.8 *Limitador del bucle de predicción*

No se ha atribuido ningún limitador al bucle de predicción. Por consiguiente, la señal de entrada x para el bucle de predicción está limitada a $-124 \leq x \leq 123$ de modo que la salida del decodificador local X se mantiene en la gama $-128 \leq X \leq 127$.

3.6.2.9 *Verificación de paridad de la memoria de trama*

La paridad se cuenta para cada plano de bit de salida del interpolador durante un periodo de trama vídeo, del 1.º al 64.º bloques de líneas, como se indica en la figura 12/H.120. Si se omiten bloques de líneas en el modo de repetición de trama, la paridad no se cuenta durante esos bloques de líneas omitidos.

Se envían al decodificador ocho bits de paridad impar, que se comparan allí con los bits de paridad de la salida del interpolador del decodificador para detectar los errores sin corregir. Si se halla cualquier diferencia entre los bits de paridad recibidos y los bits de paridad contados, el decodificador solicita al codificador una restauración por demanda.

3.6.2.10 *Suspensión de la operación de codificación*

Cuando se genera tanta información que desborda la memoria tampón de transmisión, se suspende la operación de codificación poniendo e a 0 y v a 0. Ese modo de parada se define sólo en el codificador. Las funciones de interpolación y predicción para este modo se definen como modos NRM (normal), SBM (submuestreo), RPT (repetición de trama) o RST (restauración) según el control del controlador de parámetros de codificación.

3.6.3 *Transmisión del vector de movimiento*

3.6.3.1 *Tamaño de bloque*

Un bloque de compensación del movimiento consta de ocho líneas (verticales) por 16 elementos de imagen (horizontales).

3.6.3.2 *Alcance máximo de seguimiento*

Los vectores de movimiento son seguidos en la gama de $+7$ a -7 líneas (verticales) y $+15$ elementos de imagen a -15 elementos de imagen (horizontales) como máximo. El decodificador debe ser capaz de reproducir cualquier vector comprendido en esa gama máxima.

3.6.3.3 *Definición de la dirección del vector*

El vector de movimiento $v (v_x, v_y)$ se define como

$$v_x = x_a - x_b$$

y (3-9)

$$v_y = y_a - y_b$$

donde las posiciones de bloque en la trama considerada y en la trama precedente correspondiente son (x_a, y_a) y (x_b, y_b) , respectivamente. Las direcciones x e y son idénticas a las del barrido horizontal y vertical. Esta definición significa que el retardo del bucle de predicción intertrama aumenta para v_x, v_y positivos.

3.6.3.4 *Método de detección del movimiento*

Se detecta un vector de movimiento para cada bloque mediante el método de equivalencia de bloques de intertrama. Los detalles de los métodos de detección dependen de la realización del soporte físico (véase la nota).

Nota – Cuando se emplea repetición multitrama, el vector detectado para la trama transmitida precedente puede utilizarse como valor inicial para la detección del vector de la trama considerada que ha de omitirse, y el vector detectado para la trama considerada puede utilizarse como valor inicial para la detección del vector de la trama siguiente, y así sucesivamente.

3.6.4 Control de los parámetros de codificación

3.6.4.1 Método de control

El control de la codificación se efectúa seleccionando las características de cuantificación descritas en el § 3.6.2.7 y los modos de codificación descritos en el § 3.6.2.1.

3.6.4.2 Temporización de control

Los parámetros de codificación son controlados conforme a la temporización y a las órdenes indicadas en el cuadro 6/H.120.

CUADRO 6/H.120

Parámetros de codificación, unidad de control y órdenes

Parámetro de codificación	Unidad de control	Órdenes
Normal	Trama Bloque de líneas (8 líneas) Bloque de líneas (8 × 16 elementos)	CSM = 1, MIF = 1, RPT = 1 y TRANS (SBM: ABIERTO)
Cuantificación	Bloc de lignes	CCU1 y CCU2
Repetición de trama	Bloque de líneas (Nota)	RPT = 0
Submuestreo	Trama	CSM = 0 y RPT = 1
	Bloque	TRANS (SBM: CERRADO) y RPT = 1
Parada	Arbitraria	Error de predicción $e = 0$; vector de movimiento $v = 0$
Restauración por demanda	Bloque de líneas	MRD = 0 y MIF = 0
Restauración cíclica	Dos líneas	MRD = 1, MIF = 0 y MRC 1, 2

Nota – Se omiten 32 bloques de líneas consecutivas, del 1.º al 32.º o del 33.º al 64., para la repetición ordinaria de trama. También pueden utilizarse otros métodos mediante la instrucción RPT controlada en la unidad de bloque de líneas.

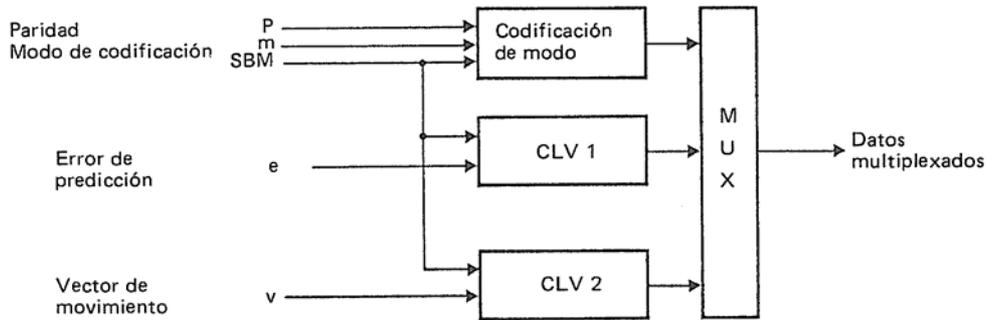
3.6.4.3 Secuencia de control

La secuencia de control se determina en función de la ocupación de la memoria tampón y de otra información de control. Dado que esta secuencia no afecta al interfuncionamiento entre códecs de distinto diseño, su determinación corresponderá a cada realización del soporte físico. Sin embargo, el principio de funcionamiento del códec es que el codificador determine todos los modos de funcionamiento, que son transmitidos con los datos vídeo codificados al decodificador como combinación de instrucciones. El decodificador reproduce en consecuencia la señal vídeo conforme a las instrucciones y los datos recibidos. En el anexo F se muestran ejemplos de secuencias de control.

3.6.5 Codificación por entropía

3.6.5.1 Configuración de la codificación por entropía

En la figura 14/H.120 se muestra la configuración de la codificación por entropía. El codificador comprime los datos del error de predicción e y el vector de movimiento v , que son facilitados por el codificador de la fuente, utilizando codificación de longitud variable. Esos datos comprimidos son multiplexados con los datos m del modo de codificación y aplicados a la memoria tampón de transmisión. En la figura 15/H.120 se indica en líneas generales el formato de los datos multiplexados.

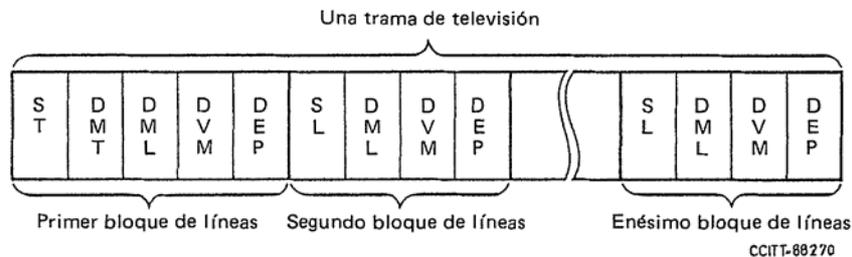


CCITT-88260

SBM Submuestreo
CLV Codificador con longitud de palabra variable

FIGURA 14/H.120

Configuración de la codificación por entropía



CCITT-88270

DEP Datos de error de predicción
DML Datos de modo de línea
DMT Datos de modo de trama
DVM Datos del vector de movimiento
SL Sincronización de línea
ST Sincronización de trama

FIGURA 15/H.120

Formato de los datos multiplexados

3.6.5.2 Instrucciones para los modos de codificación y la estructura de los datos

Las instrucciones para los modos de codificación y la estructura de los datos se definen del siguiente modo:

3.6.5.2.1 Sincronización de trama (ST)

Palabra única que designa el comienzo de una trama vídeo; su valor es 0000000000000010.

3.6.5.2.2 *Datos de modo de trama (DMT)*

El formato de los datos de modo de trama se da en la figura 16/H.120.

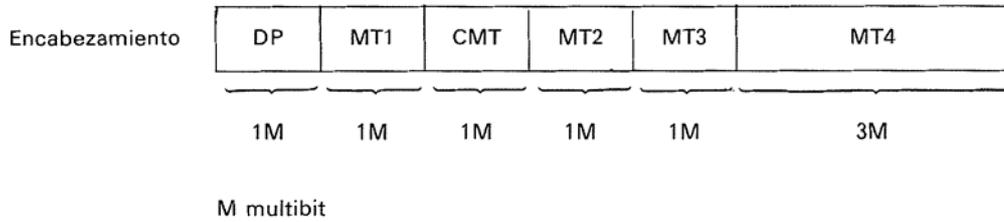


FIGURA 16/H.120

a) *Datos de paridad (DP)*

Paridad impar para cada uno de los planos de ocho bits de la salida del interpolador durante el periodo de trama precedente (con el bit más significativo primero).

b) *Modo de trama 1 (MT1)*

El formato de modo de trama 1 se da en la figura 17/H.120.

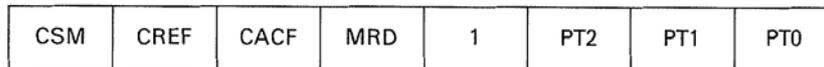


FIGURA 17/H.120

i) *Control de submuestreo (CSM)*

Cuando CSM = 0, el submuestreo se efectúa en toda la trama, excluidas las señales de ráfaga, las líneas de reiniciación y los bloques de líneas con RPT = 0. Véase el § 3.6.2.1.

ii) *Control de revisión de fondo (CREF)*

Cuando CREF = 0, el contenido de la memoria de trama de movimiento se transfiere a la memoria de trama de fondo durante este periodo de trama. Véase el § 3.6.2.4.

iii) *Control de actualización de fondo (CACF)*

Cuando CACF = 0, se actualiza la memoria de trama de fondo. Si CREF está en funcionamiento, tiene prioridad. Véase el § 3.6.2.3.

iv) *Modo de restauración por demanda (MRD)*

Cuando MRD = 0, la codificación se efectúa por el modo de restauración por demanda. Véase el § 3.6.2.4.

v) *Posición de trama (PT2-PT0) (véase la nota)*

Esta palabra de tres bits designa la posición de la línea de encabezamiento de la trama video o la primera línea de la primera trama (con el bit más significativo primero). (Véase la figura 12/H.120.)

Nota – Los bits PT (posición de trama) se emplean para evitar degradaciones cuando las señales de entrada se conmutan de modo asíncrono a otras señales que tienen una fase de sincronismo o una frecuencia de sincronismo. Para esta finalidad, el intervalo horizontal de impulsos de sincronización del códec, esto es, el número de elementos de imagen por línea, debe mantenerse en 455 muestras, incluso en el periodo de transición. Además, debe pasarse por alto la conmutación de señales de entrada que ocurre durante los periodos de reiniciación de línea.

c) *Control de la memoria tampón (CMT)*

El tiempo de permanencia de ST en la memoria tampón de transmisión se codifica como una palabra de ocho bits (con el bit más significativo primero). Véase el § 3.6.6.1.

d) *Modo de trama 2 (MT2)*

El formato de modo de trama 2 se da en la figura 18/H.120.

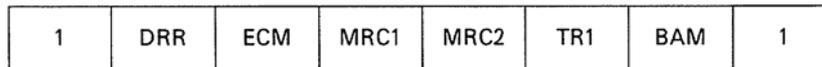


FIGURE 18/H.120

i) *Petición de restauración por demanda (DRR)*

Cuando DRR = 0, el decodificador pide una restauración por demanda al codificador. Véase el § 3.6.2.9.

ii) *Estado de color/monocromo (ECM)*

Color (bit = 1) / monocromo (bit = 0); monocromo es optativo y el modo por defecto (implícito) es el de color.

iii) *MRC1, MRC2: modo de restauración cíclica*

Esta palabra de dos bits designa la posición de las dos líneas de un bloque de líneas que está sujeto a restauración cíclica. Véase la figura 19/H.120 y también el § 3.6.2.4.

iv) *Modo de trama de reserva (TR1)*

v) *Bandera de adición de modo (BAM)*

Cuando BAM = 0, se añade MT4.

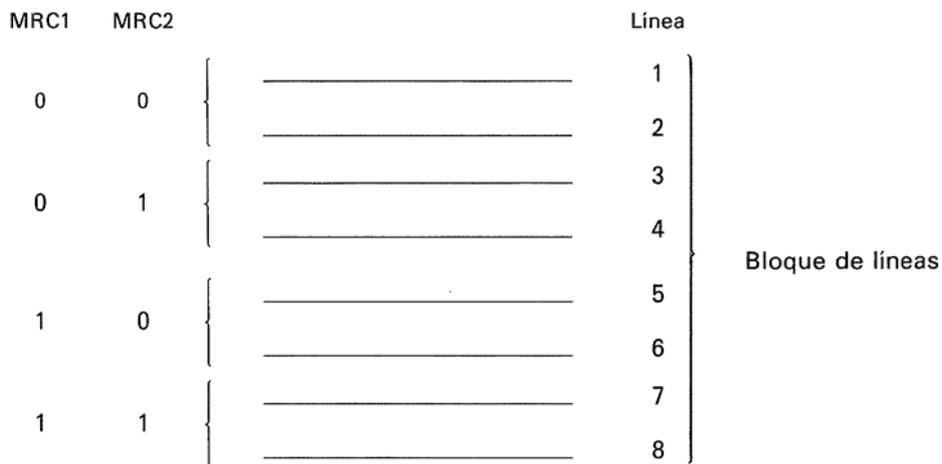
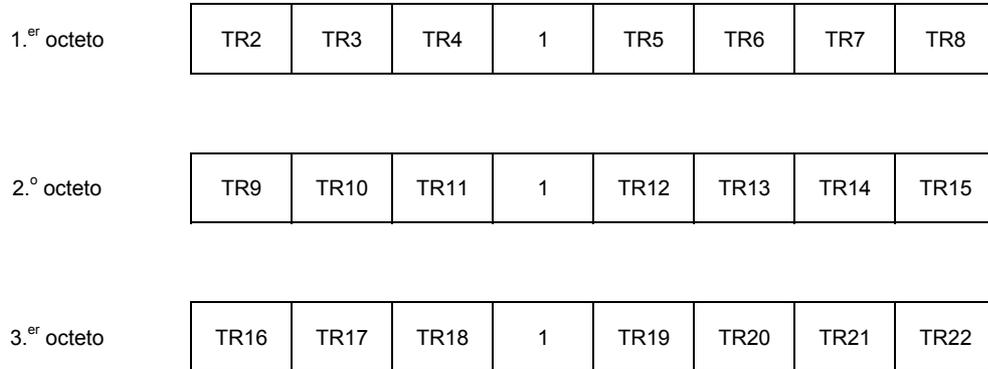


FIGURE 19/H.120

e) *Modo de trama 3 (MT3)*

Palabra de datos de ocho bits para opción nacional. Si no se usa, se inserta un código «todos unos» (11111111).

f) *Modo de trama 4 (MT4)*



TR2-TR22: modo de trama de reserva.

3.6.5.2.3 *Sincronización de línea (SL)*

Palabra única que designa el comienzo de un bloque de líneas; su valor es 0000000000000011.

3.6.5.2.4 *Datos en modo de línea (DML)*

El formato de datos en modo de línea se da en la figura 20/H.120.

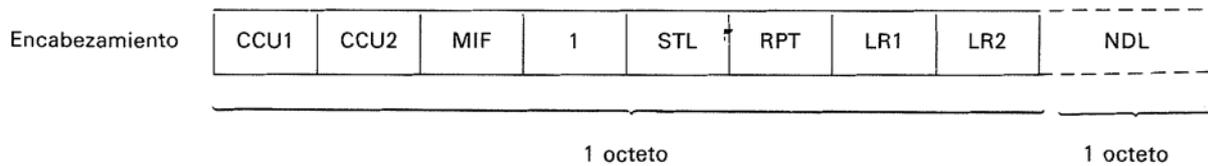


FIGURA 20/H.120

a) *CCU1, CCU2: Características de cuantificación*

CCU1 CCU2 Características (cuadro 5/H.120)

0	0	Q ₀
0	1	Q ₁
1	0	Q ₂
1	1	Q ₃

b) *Modo de predicción intratrama forzada (MIF)*

Cuando MIF = 0, la función de predicción se pone a predicción intratrama, en todo ese bloque de líneas si MRD = 0 y en las dos líneas designadas por MRC1 y MRC2 si MRD = 1. Véase el § 3.6.2.4.

c) *Salto de línea (STL)*

Cuando STL = 0, el siguiente multibit (NDL, número de datos de línea) designa el número de bloques de líneas que se han saltado. Véase el § 3.6.5.5. NDL se codifica del mismo modo que el número de datos del vector (NDV). Cuando NDL = n , ($n + 1$) bloques de líneas consecutivos son iguales. Por consiguiente $0 \leq n \leq 63$.

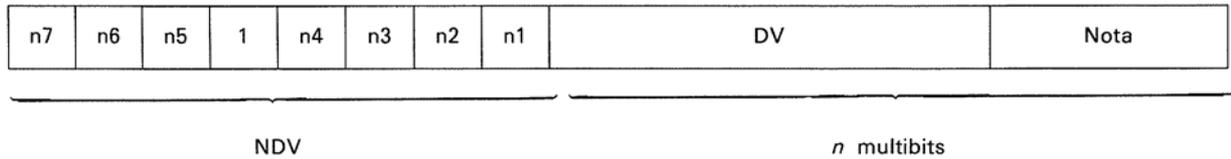
d) *Repetición de trama (RPT)*

Cuando RPT = 0, ese bloque de líneas se omite a causa de la repetición de trama. Esto es válido incluso si MIF = 0. Véase el § 3.6.2.1.

e) *LRI, LR2: Modo de línea de reserva*

3.6.5.2.5 *Datos del vector de movimiento (DVM)*

El formato de datos del vector de movimiento se da en la figura 21/H.120.



Nota – Ficticio, véase el § 3.6.5.4.6.

FIGURE 21/H.120

a) *Número de datos del vector (NDV)*

Designa el número de multibits de los datos del vector (DV) siguiente (en código binario natural, con el bit más significativo primero).

b) *Datos del vector (DV)*

Datos del vector de movimiento con codificación de longitud variable.

3.6.5.2.6 *Datos de error de predicción (DEP)* (codificados con longitud de palabra variable)

El formato de los datos de error de predicción se da en la figura 22/H.120.

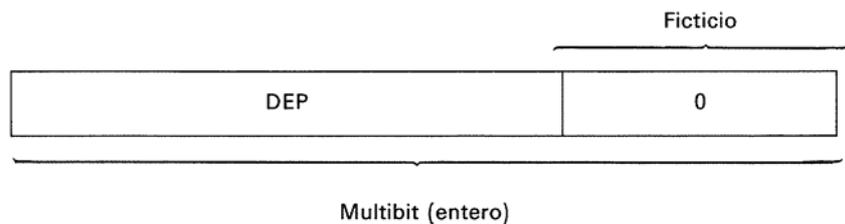


FIGURA 22/H.120

3.6.5.3 Codificación del error de predicción (CLV)

(Véase la figura 14/H.120.)

3.6.5.3.1 Método de codificación

El número de nivel de cuantificación correspondiente a los errores de predicción e se codifica basándose en sus características estadísticas. Para $e \neq 0$, se aplica codificación con longitud de palabra variable, utilizando el código V o el F para indicar el número de nivel de cuantificación. Para $e = 0$, se utiliza el código de gama de repeticiones R para indicar un ciclo (RL) de elementos de imagen con error nulo (véase el cuadro 7/H.120). Obsérvese que si $RL = 1$, se utiliza un código de longitud de palabra V_0 o F_0 para indicar $e = 0$ (véase el cuadro 8/H.120).

CUADRO 7/H.120

Código de longitud variable para errores de predicción de amplitud no nula

Número de nivel	Longitud de código	Código V		Número de nivel	Longitud de código	Código F
V_0	4	0 1 1 1		F_0	4	0 0 0 1
1	2	1 S		1	6	1 1 1 1 1 S
2	5	0 1 1 0	S	2	6	1 1 1 1 0 S
3	7	0 1 0 1	1 1 S	3	6	1 1 1 0 1 S
4	7	0 1 0 1	1 0 S	4	6	1 1 1 0 0 S
5	8	0 1 0 1	0 1 1 S	5	6	1 1 0 1 1 S
6	8	0 1 0 1	0 1 0 S	6	6	1 1 0 1 0 S
7	8	0 1 0 1	0 0 1 S	7	6	1 1 0 0 1 S
8	8	0 1 0 1	0 0 0 S	8	6	1 1 0 0 0 S
9	9	0 1 0 0	1 1 1 1 S	9	6	1 0 1 1 1 S
10	9	0 1 0 0	1 1 1 0 S	10	6	1 0 1 1 0 S
11	9	0 1 0 0	1 1 0 1 S	11	6	1 0 1 0 1 S
12	9	0 1 0 0	1 1 0 0 S	12	6	1 0 1 0 0 S
13	9	0 1 0 0	1 0 1 1 S	13	6	1 0 0 1 1 S
14	9	0 1 0 0	1 0 1 0 S	14	6	1 0 0 1 0 S
15	9	0 1 0 0	1 0 0 1 S	15	6	1 0 0 0 1 S
16	9	0 1 0 0	1 0 0 0 S	16	6	1 0 0 0 0 S
17	10	0 1 0 0	0 1 1 1 1 S	17	6	0 1 1 1 1 S
18	10	0 1 0 0	0 1 1 1 0 S	18	6	0 1 1 1 0 S
19	10	0 1 0 0	0 1 1 0 1 S	19	6	0 1 1 0 1 S
20	10	0 1 0 0	0 1 1 0 0 S	20	6	0 1 1 0 0 S
21	10	0 1 0 0	0 1 0 1 1 S	21	6	0 1 0 1 1 S
22	10	0 1 0 0	0 1 1 1 0 S	22	6	0 1 0 1 0 S
23	10	0 1 0 0	0 1 0 0 1 S	23	6	0 1 0 0 1 S
24	10	0 1 0 0	0 1 0 0 0 S	24	6	0 1 0 0 0 S
25	10	0 1 0 0	0 0 1 1 1 S	25	6	0 0 1 1 1 S
26	10	0 1 0 0	0 0 1 1 0 S	26	6	0 0 1 1 0 S
27	10	0 1 0 0	0 0 1 0 1 S	27	6	0 0 1 0 1 S
28	10	0 1 0 0	0 0 1 0 0 S	28	6	0 0 1 0 0 S

Nota — S denota el signo. S = 0 para positivo, S = 1 para negativo.

CUADRO 8/H.120

Código de longitud de la gama de repeticiones para errores de predicción de amplitud nula

RL (Nota 1)	Longitud de código	Palabra de código, R				Observación
2	5	0 0	0 0 1			
3	5	0 0	0 0 0			
4	6	0 0	1 0 1 0			
5	6	0 0	1 0 0 1			
6	6	0 0	1 0 0 0			
7	7	0 0	1 0 1 1 1			
8 a 11	7	0 0	1 1 0 X X			X = 11 – RL
12	8	0 0	1 1 1 1 0 1			
13	8	0 0	1 1 1 1 0 0			
14 a 17	8	0 0	1 1 1 0 X X			X = 17 – RL
18 a 25	9	0 0	0 1 1 1 X X	X		X = 25 – RL
26 a 33	10	0 0	0 1 1 0 0 X	X X		X = 33 – RL
34 a 37	10	0 0	0 1 0 1 0 0	X X		X = 37 – RL
38 a 64	12	0 0	0 1 0 0 1 X	X X X X		X = 69 – RL
MK1	13	0 0	1 0 1 1 0 Y	Y Y Y Y Y		Y = 0 a 63
MK2	14	0 0	1 1 1 1 1 1	Y Y Y Y Y Y		
MK3	14	0 0	1 1 1 1 1 0	Y Y Y Y Y Y		
MK4 a 7	15	0 0	0 1 1 0 1 X	X Y Y Y Y Y Y		X = 7 – MK
MK8 a 15	16	0 0	0 1 0 1 1 X	X X Y Y Y Y Y Y		X = 15 – MK
MK16 a 19	16	0 0	0 1 0 1 0 1	X X Y Y Y Y Y Y		X = 19 – MK
MK20 a 34	18	0 0	0 1 0 0 0 1	X X X X Y Y Y Y	Y Y	X = 35 – MK
MK35 a 49	19	0 0	0 1 0 0 0 0	1 X X X X Y Y Y	Y Y Y	X = 50 – MK
MK50 a 56	19	0 0	0 1 0 0 0 0	0 1 X X X Y Y Y (Nota 2)	Y Y Y	X = 57 – MK

Nota 1 – $RL = 64 \times (\text{número MK}) + 1 + Y, 0 \leq Y \leq 63$.

Nota 2 – La longitud máxima de la gama de repeticiones es $(455 - 3) \times 8 = 3616$. Los valores de MK e Y correspondientes resultan ser 56 y 31, respectivamente. De ahí, $0 \leq Y \leq 31$ para MK = 56.

3.6.5.3.2 *Secuencia de barrido*

La codificación por entropía para una trama vídeo se efectúa del primero al último bloque de líneas, excluyendo las líneas de reiniciación. La sincronización de trama (ST) y los datos de modo de trama (DMT) se codifican en el primer bloque de líneas. Cuando la última línea coincide con la enésima línea del último bloque de líneas, la posición de trama se pone a $PT = \text{mod}(n, 8)$. PT se transmite al decodificador como parte de los datos de modo de trama (véase la nota 1).

Como los tres primeros elementos de imagen de cada línea están puestos a cero en el codificador predictivo de la fuente y las líneas de reiniciación se definen conforme al § 3.6.2.5.3, los elementos de imagen que han de ser sometidos a codificación por entropía pueden indicarse como en la figura 23/H.120 (véase la nota 2).

La secuencia de barrido es un barrido de bloque, como se muestra en la figura 24/H.120. El primer bloque después de la conversión de barrido comprende cuatro elementos de imagen por ocho líneas = 32 elementos de imagen.

Nota 1 – Sin conmutación asíncrona de las señales de vídeo de entrada, el último bloque de líneas coincide con el 64º bloque de líneas y PT = 0.

Nota 2 – La codificación por entropía no se aplica a las líneas de reiniciación definidas en la figura 12/H.120. El número de líneas de reiniciación de la primera trama varía conforme al valor de PT.

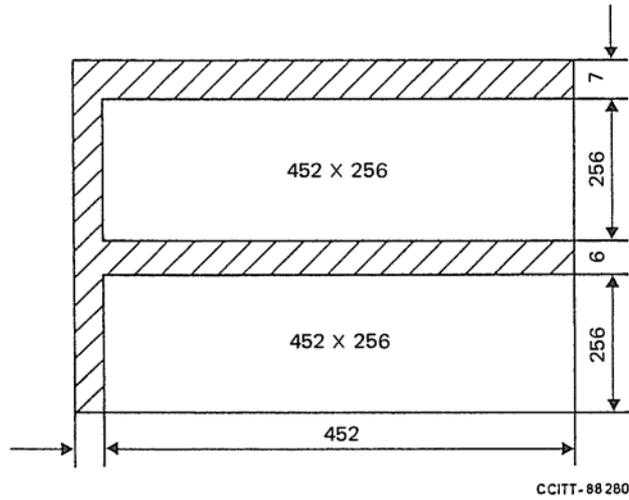


FIGURA 23/H.120

Elementos de imagen codificados por entropía

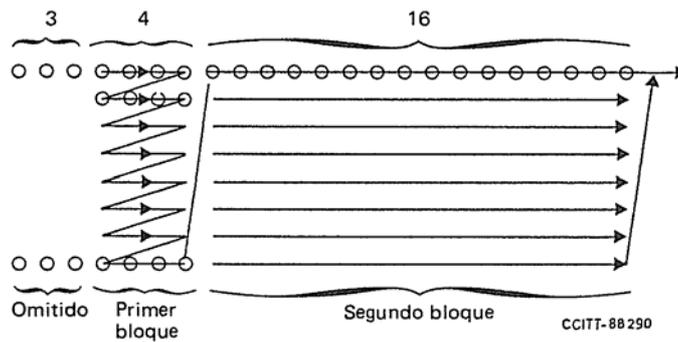


FIGURA 24/H.120

Secuencia de barrido

3.6.5.3.3 Grupo de códigos

Véase el cuadro 9/H.120.

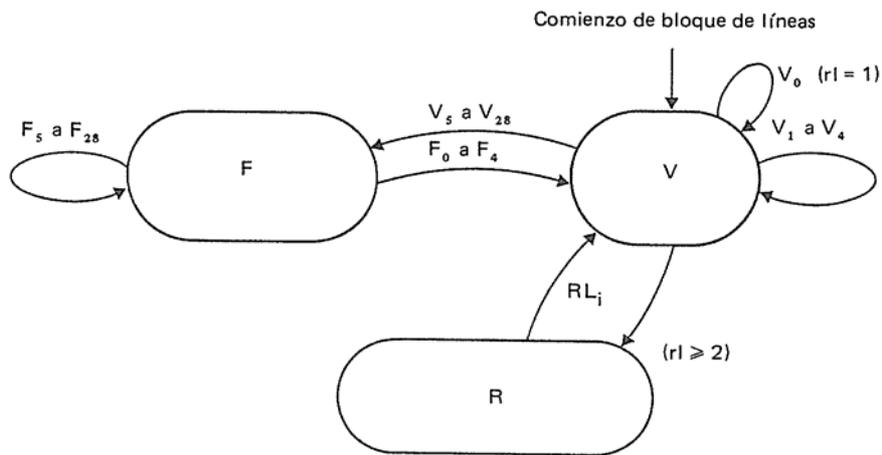
CUADRO 9/H.120

	Símbolo	Número de códigos	Longueur des codes
Código de amplitud N.º 1	F	57	4 ó 6
Código de amplitud N.º 2	V	57	2 a 10
Código de gama de repeticiones	R	3615	5 a 19

- F Código de longitud seudofija para indicar el número de niveles de cuantificación. Este código se introduce para acortar la longitud máxima del código
- V Código de longitud variable para indicar el número de niveles de cuantificación.
- R Código de longitud variable para indicar la longitud de la gama de repeticiones de elementos de imagen con error nulo para $RL \geq 2$.

3.6.5.3.4 Regla de transición de código

La regla está representada en la figura 25/H.120 y en el anexo F se da un ejemplo de codificación de errores de predicción.



CCITT-88300

Nota 1 – RL es la longitud de la gama de repeticiones que ha de codificarse, mientras que rl es el número de elementos de imagen continuos cuyo $e = 0$.

Nota 2 – Los datos de error de predicción comienzan por un código R o V. El código R se utiliza si $rl \geq 2$, mientras que el código V se emplea en los demás casos.

Nota 3 – El código puede pasar a V incluso si $RL \geq 2$ para evitar la infrutilización de la capacidad de la memoria tampón.

FIGURA 25/H.120

Regla de transición de código para los datos de error de predicción

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- a) El código de comienzo es el código V o el R.
- b) La última gama de repeticiones de un bloque de líneas no puede ser transmitida porque la instrucción SL o ST puede utilizarse como terminación de la última gama.
- c) La codificación se efectúa en el supuesto de que no existan los elementos de imagen omitidos debido a un submuestreo.
- d) Se rellena con algunos ceros ficticios la cola de los datos de error de predicción (DEP) para que el número total de bits de los datos de bloque de líneas sea múltiplo de ocho.

3.6.5.3.5 *Asignaciones de código para F y V*

Véase el cuadro 7/H.120.

Las asignaciones de código son comunes a las cuatro características de cuantificación Q₀, Q₁, Q₁ y Q₃.

3.6.5.3.6 *Asignaciones de código para R*

Véase el cuadro 8/H.120.

3.6.5.4 *Codificación del vector de movimiento (CLV 2)*

3.6.5.4.1 *Método de codificación*

Un vector de movimiento se codifica primero por codificación predictiva, cuya salida Δv es sometida a codificación con longitud de palabra variable en todo un bloque de líneas.

3.6.5.4.2 *Codificación predictiva*

El algoritmo de predicción es la predicción del bloque precedente, que es:

$$\Delta v = v - v_1 \tag{3-10}$$

donde v y v₁ representan los vectores de los bloques considerado y precedente. La operación se realiza para cada componente x e y en forma de complemento a 2. Los resultados obtenidos se expresan con cinco bits para la componente x y cuatro bits para la componente y, despreciando los acarrees (con el bit más significativo primero). Obsérvese que el decodificador efectúa la operación inversa v = v₁ + Δv en forma de complemento a 2, despreciando los acarrees.

El vector de movimiento para el primer bloque (supresión horizontal) se pone a (0,0).

3.6.5.4.3 *Codificación de longitud variable*

Para Δv = (0,0) se codifica una longitud de gama de repeticiones cero. Para Δv (0,0) se aplica una codificación de longitud variable con las longitudes de código indicadas en la figura 26/H.120.

La codificación de Δv se realiza para los 28 vectores del 2.º al 29.º bloques.

La última gama de repeticiones de Δv = (0,0) puede no transmitirse porque MDV indica el total de bits de DV.

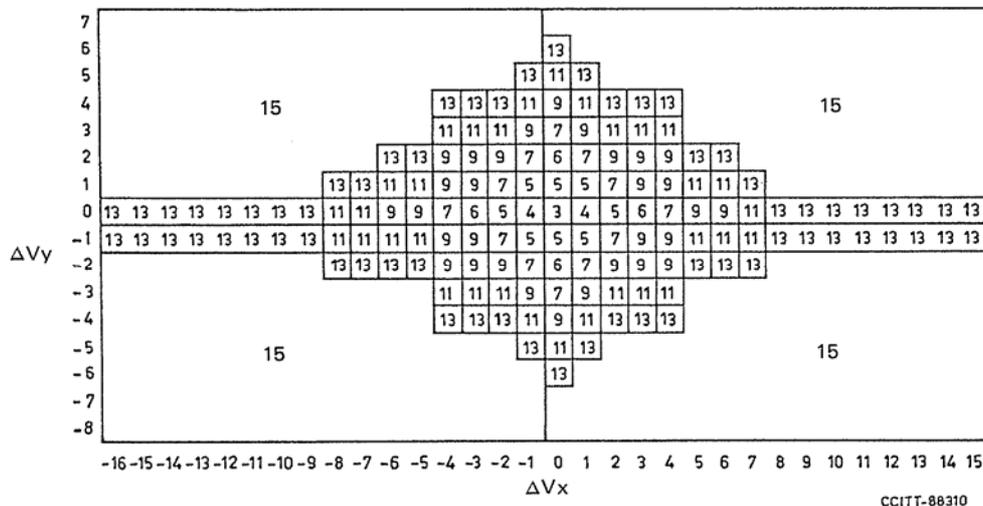


FIGURA 26/H.120

Longitud de palabra para los errores de predicción del vector de movimiento

3.6.5.4.4 *Asignaciones de código*

Los códigos se asignan conforme se indica en el cuadro 10/H.120, donde la longitud de código máxima es 15. Los códigos de longitud variable consisten en 541 códigos, esto es, 512 códigos para Δv, 28 códigos para la longitud de gama de repeticiones, y un código TRANS para la transición del submuestreo CERRADO/ABIERTO.

CUADRO 10/H.120

Código de longitud variable y código de longitud de gama de repeticiones para datos del vector de movimiento

ΔV_x	ΔV_y	Longitud del código	Palabra de código			Número de códigos
± 1	0	4	0 0 1	Sx		2
± 1	± 1	5	1 1	1 SxSy		8
0	± 1	5	1 1	0 1 Sy		
± 2	0	5	1 1	0 0 Sx		
0	± 2	6	1 0 1 1	1 Sy		4
± 3	0	6	1 0 1 1	0 Sx		
± 1	± 2	7	1 0 0	1 1 SxSy		12
± 2	± 1	7	1 0 0	1 0 SxSy		
0	± 3	7	1 0 0	0 1 1 Sy		
± 4	0	7	1 0 0	0 1 0 Sx		
± 3	± 1	9	1 0 1 0	1 1 1 SxSy		30
± 1	± 3	9	1 0 1 0	1 1 0 SxSy		
± 2	± 2	9	1 0 1 0	1 0 1 SxSy		
± 3	± 2	9	1 0 1 0	1 0 0 SxSy		
± 4	± 1	9	1 0 1 0	0 1 1 SxSy		
± 4	± 2	9	1 0 1 0	0 1 0 SxSy		
± 5	0	9	1 0 1 0	0 0 1 1 Sx		
± 6	0	9	1 0 1 0	0 0 1 0 Sx		
0	± 4	9	1 0 1 0	0 0 0 1 Sy		
-8 a 7	-5 a $+5$ (véase la figura 26/H.120)	11	1 0 0 0 0 1	X X X X Sy	[X] = ΔV_x	
-16 a 15	-6 a $+6$ (véase la figura 26/H.120)	13	0 1 0 0 0 0 1	X X X X X Sy	[X] = ΔV_x	64
-16 a 15	-8 a $+7$ (véase la figura 26/H.120)	15	1 0 0 0 0 0	X X X X X Y Y Y Y	[X] = ΔV_x [Y] = ΔV_y	359

RL	Longitud del código	Palabra de código		Número de códigos
1	3	0 0 0		1
2	4	0 1 1 1		1
3 a 6	6	0 1 1 0 X X	X X = 6 - RL	4
7 a 12	7	0 1 0 1 X X X	X X X = 12 - RL	6
13 a 20	8	0 1 0 0 1 X X X	X X X = 20 - RL	8
21 a 28	9	0 1 0 0 0 1 X X X	X X X = 28 - RL	8
TRANS	6	0 1 0 1 1 1		1

Nota 1 - Sx y Sy denotan los signos. S_i = 0 para positivo, S_i = 1 para negativo.

Nota 2 - XX..X e YY..Y se expresan en forma de complemento a 2 (los bits más significativos primero).

3.6.5.4.5 Código de transición para submuestreo (TRANS)

El código TRANS indica la transición entre CERRADO (ON) y ABIERTO (OFF) del submuestreo (SBM). Para el primer bloque de un bloque de líneas, SBM se pone en estado ABIERTO. El submuestreo se pone entonces en estado CERRADO en el bloque que sigue inmediatamente a la inserción del primer código TRANS y vuelve a ABIERTO en el bloque situado inmediatamente después de la inserción del segundo código TRANS. Se continúa con la misma secuencia. El código TRANS se expresa como una palabra de seis bits. Cuando SBM = 0, el código de transición se desprecia en el decodificador.

3.6.5.4.6 Inserción de código ficticio

Cuando los datos del vector (DV) para un bloque de líneas no tienen exactamente un número de bits múltiplo de ocho, se inserta un código ficticio que comporta de uno a siete bits en la cola de los datos del vector.

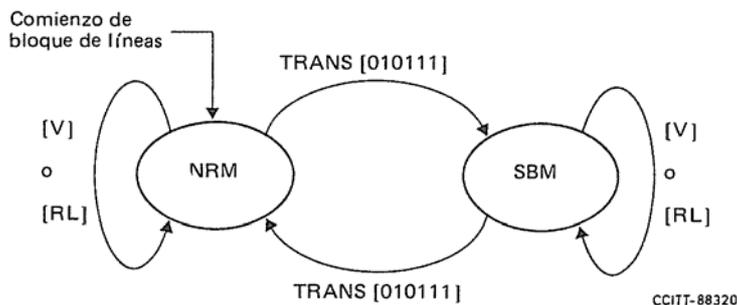
El código ficticio tiene un uno al principio, ceros intermedios y un uno al final (véase el cuadro 11/H.120).

CUADRO 11/H.120

Número de bits ficticios	Código ficticio
1	1
2	11
3	101
4	1001
5	10001
6	100001
7	1000001

3.6.5.4.7 Regla de transición de código

Se indica en la figura 27/H.120, con un ejemplo de codificación del vector de movimiento dado en el anexo F.



Nota — Se aplica el mismo método de codificación del vector de movimiento para los modos NRM y SBM.

FIGURA 27/H.120

Regla de transición de código para los datos del vector de movimiento y cambio del modo normal al modo submuestreo

3.6.5.5 *Salto de bloques de líneas*

Cuando varios bloques de líneas tienen todos los datos de error de predicción e y los datos del vector de movimiento v que son 0 y los datos de modo de línea (CCU1, CCU2, MIF, RPT, LR1, LR2) que son idénticos, su número es codificado por gama de repeticiones en código binario natural como bloques de líneas saltados. Una gama termina cuando encuentra ST o un bloque de líneas con nuevos datos de modo de línea o algún $e \neq 0$ o algún $v \neq 0$. También termina una gama cuando aparece el código de longitud variable V_0 para evitar el desbordamiento.

3.6.6 *Memoria tampón*

3.6.6.1 *Control de la memoria tampón de recepción*

El periodo de permanencia de ST en la memoria tampón de transmisión se cuenta con un reloj de frecuencia de línea vídeo de entrada 1/16 y se transmite al decodificador como una instrucción CMT. El periodo de permanencia se representa en código binario de ocho bits. Asimismo, se cuenta el periodo de permanencia en la memoria tampón de recepción, y el funcionamiento de esa memoria se controla de modo que sea constante el tiempo total de retardo causado por las dos memorias tampón.

Nota – Este método de control es aplicable incluso cuando varía la velocidad de lectura para la memoria tampón de transmisión.

3.6.6.2 *Capacidad de la memoria*

La capacidad de la memoria tampón de transmisión B_S es por definición de 180 kbits, mientras que la capacidad de la memoria tampón receptora B_R debe ser superior a los 220 kbits, teniendo en cuenta la variación de la velocidad de lectura de la memoria tampón de transmisión.

Nota – El retardo debido a las memorias tampón de transmisión y recepción resulta de unos 165 ms para $B_S = 180$ kbits y $B_R = 220$ kbits.

3.6.6.3 *Prevención de la infrautilización de la capacidad*

Si la ocupación de la memoria tampón de transmisión desciende hasta un umbral, se prohíbe la codificación de gama de repeticiones para la predicción de errores y se utiliza el código de longitud variable V_0 .

3.6.6.4 *Prevención del desbordamiento de la capacidad*

Si la ocupación de la memoria tampón de transmisión aumenta hasta otro umbral, se aplica el modo de parada para poner forzosamente a 0 todos los datos de error de predicción y del vector de movimiento.

3.7 *Codificación audio*

Se incluye un canal audio de 64 kbit/s. El algoritmo de codificación audio es conforme a la Recomendación G.722.

Como la codificación y la decodificación vídeo introducen un retardo significativo, según se describe en el § 3.3.11, la señal audio codificada debe retrasarse un tiempo correspondiente en el codificador y el decodificador para obtener la sincronización correcta entre las señales vídeo y audio en el decodificador. El retardo insertado en el codificador audio debe ser la suma de la mitad del retardo de la memoria tampón y del retardo de otros procesos de codificación vídeo, mientras que el retardo insertado en el decodificador audio debe ser la suma de la mitad del retardo de la memoria tampón y de otros retardos del proceso de decodificación vídeo.

3.8 *Codificación de transmisión*

3.8.1 *Consideraciones generales*

El códec agrupa los canales de información vídeo, audio, opcionales de datos y de códec a códec en un tren digital de 1544 kbit/s. Todos los datos serie se transmiten con los dígitos más significativos primero.

3.8.2 *Encriptación*

Las señales vídeo y audio pueden ser encriptadas independientemente, si se desea. Están en estudio sus algoritmos. Las claves y otra información de control pueden transmitirse por el canal de mensajes del canal de información de códec a códec.

3.8.3 *Corrección de errores*

Una señal vídeo codificada (y encriptada) es sometida a corrección de errores hacia adelante por medio de un código BCH de corrección de errores de dos tramas (255, 239) con el siguiente polinomio generador:

$$g(x) = (1 + x^2 + x^3 + x^4 + x^8) (1 + x + x^2 + x^4 + x^5 + x^6 + x^8)$$

Se añade un bit de alineación de trama a cada trama de corrección de errores de 255 bits y se agrupan 16 de esas tramas en una trama mayor, como se indica en la figura 28/H.120. El esquema de alineación de trama es 000101y (y: para uso futuro de la señal de alineación multitrama). Los otros ocho bits se emplean para fines de control; su protocolo está en estudio.

Para corregir las ráfagas de errores de hasta 32 bits se emplea un entrelazado de 16 fases. La regla de asignación de bits se indica también en la figura 28/H.120. Obsérvese que los bits de alineación de trama están excluidos del entrelazado.

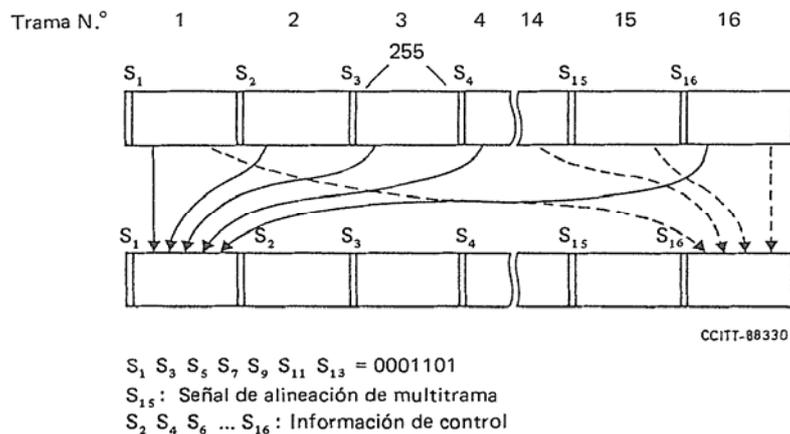


FIGURA 28/H.120

Tramas de corrección de errores y entrelazado

3.8.4 *Aleatorización*

Una señal vídeo cuyos errores se han corregido se aleatoriza con un generador de impulsos pseudoaleatorios de ocho fases a fin de reducir el relleno impuesto por las restricciones de la red. Para cada bit de la trama de corrección de errores se reinicia el aleatorizador. El polinomio generador y el esquema aleatorizado de salida que sigue a un impulso de reiniciación con entrada «todos ceros» son:

$$1 + x^4 + x^5 + x^6 + x^8, \\ 1111010011 \dots 1001111011.$$

3.8.5 *Estructura de trama y relleno*

Se aplica el § 3 de la Recomendación H.130.

ANEXO A

(relativo al § 1 de Recomendación H.120)

Opción gráficos - 625 líneas

A.1 *Introducción*

Para cumplir los requisitos de la Recomendación H.100, puede preverse un modo gráficos opcional que ofrezca una mejor definición a expensas de la posibilidad de transmitir el movimiento. Las siguientes son dos disposiciones adecuadas:

A.2 *Códec de gráficos para videofrecuencia – Modo 1*

A.2.1 *Facilidades*

El modo gráficos proporciona, para las imágenes fijas, la posibilidad de obtener una definición completa de luminancia a 625 líneas y una definición del color mejor que la de los sistemas PAL y SECAM. Tiene una capacidad limitada para la transmisión del movimiento, suficiente para permitir que se señalen los puntos analizados en la pantalla. Cuando el códec está en la sala de conferencias o cerca de la misma, otro modo con parada de imagen permite obtener imágenes animadas, paradas durante unos 1,5 segundos mientras se transmite la información del modo gráficos, para reanudar el procedimiento mientras aparece la imagen parada del modo gráficos en otra pantalla.

La definición del modo gráficos basta para permitir una buena reproducción de media página A4 de texto mecanografiado.

A.2.2 *Codificación*

Las señales de luminancia y diferencia de color se muestrean a 12,5 MHz y 12,5/3 MHz, respectivamente; la frecuencia de muestreo está sincronizada con la frecuencia de línea vídeo.

Las muestras se convierten en señales MIC con seis bits por muestra. A la señal de luminancia se le superpone una señal de dos niveles, con una frecuencia mitad de la de muestreo para reducir la distorsión de cuantificación aproximadamente a la de la codificación de siete bits.

Sólo se muestrea la zona de imagen útil. Por tanto, existen 639 muestras de luminancia a lo largo de la línea y dos tramas de 288 líneas.

Cada tres muestras de luminancia se produce una muestra de diferencia de color. Dos de los seis bits de la muestra de diferencia de color se añaden a cada una de las tres muestras de luminancia asociadas, dando tres palabras de ocho bits para tres muestras de luminancia y una muestra de diferencia de color.

La componente ($E'_R - E'_Y$) está asociada con la primera, tercera, quinta, etc., líneas útiles de la trama N.º 1, hallándose la componente ($E'_B - E'_Y$) en las líneas intermedias; la estructura se invierte en la trama N.º 2.

Las muestras de diferencia de color se retardan con respecto a las muestras de luminancia a las que se agregan para que, una vez codificadas, coincidan con la salida de luminancia. El centro del primer elemento de diferencia de color de una línea ocupa la misma posición que el segundo elemento de luminancia. Análogamente, el centro del elemento de diferencia de color 213 ocupa la misma posición que el elemento de luminancia 638.

La señal de luminancia se limita en amplitud, de manera que sus valores MIC queden circunscritos a la gama:

Nivel del negro	000000
Nivel del blanco (700 mV):	
Transmisión entre	100111 y 111000
Nivel máximo (750 mV).....	111011

Las señales de diferencia de color se limitan a la gama: 000000 a 111111 (0 a 63) con el nivel del negro a 100000 (32). La señal de barra de color 100/0/75/0 (véase en la Recomendación 471 del CCIR la explicación de la nomenclatura) ocupa la gama: 000100 a 111100 (4 a 60). Antes de la transmisión, los códigos de diferencia de color se convierten a la forma del complemento a dos por inversión del bit más significativo. Esto da la gama: 100000 a 011111 (-32 a 31) con el nivel del negro a 000000. La señal de barra de color ocupa entonces la gama: 100100 a 011100 (-28 a 28).

A.2.3 *Transmisión y sincronización*

A.2.3.1 *Consideraciones generales*

Las palabras MIC, formadas como se indica anteriormente, se transmiten para dar una actualización continua de la memoria de imágenes en el receptor. El esquema actualizado, que se ha elegido para dar transiciones suaves en una imagen en movimiento, se transmite cada 19 muestras de luminancia (con los datos asociados de diferencia de color). La selección de una muestra de cada 19 continúa de una línea a la siguiente, como si los 639 elementos de una línea útil fueran seguidos inmediatamente (es decir, sin un intervalo para la supresión de línea) por los 639 elementos activos de la línea siguiente. El empleo de esta secuencia continua de muestras hace innecesario el direccionamiento de línea. El código de sincronización de trama, seguido por la dirección (en la gama 0 a 18) de la primera muestra de luminancia de la primera línea útil, proporciona toda la información de sincronización necesaria.

El código de sincronización de trama comprende ocho octetos de la forma 11110011 ó 11111100, que no son valores MIC válidos. El orden de los últimos dos pares de bits, 0011 ó 1100, en cada uno de los primeros siete octetos, que representan 0 y 1, respectivamente, señala la dirección del primer elemento de la trama. En el octavo octeto, 1100 señala una primera trama (línea inicial, la 23) y 0011 una segunda trama (línea inicial, la 336).

La secuencia de transmisión de las tramas se define por la dirección de la primera muestra de luminancia de la primera línea, y no necesita especificarse, ya que el decodificador reconstruye la imagen a partir de las direcciones recibidas. Una secuencia que se ha revelado satisfactoria y que no produce esquemas con objetos en movimiento (por ejemplo, un dedo que apunta) es la siguiente, donde el número entre paréntesis indica una trama primera o segunda:

1 (2), 13 (1), 6 (2), 18 (1), 3 (2), 10 (1), 15 (2), 4 (1), 0 (2), 8 (1), 12 (2), 5 (1), 14 (2), 9 (1), 17 (2), 2 (1), 11 (2), 7 (1) 16 (2),

seguido por:

1 (1), 13 (2), 6 (1) . . ., en la misma secuencia que antes pero cambiando el número de trama.

Después de 38 tramas, ha quedado renovada la imagen completa y la secuencia se repite desde el comienzo.

A.2.3.2 *Estructura de los datos*

En cada trama transmitida, los datos comprenden ocho octetos de sincronización de trama, seguidos de 9685 ó 9686 octetos de datos de imagen (el número total de elementos de imagen por trama, 639×288 , no es divisible por 19). Las tramas en las que la dirección del primer elemento se halla en la gama 0 a 16 tienen 9686 octetos transmitidos, en tanto que aquellos en los que la dirección del primer elemento es 17 ó 18 tienen 9685 octetos transmitidos.

Cada octeto de datos de imagen incluye seis bits de datos de luminancia y dos bits de datos de diferencia de color. Se transmiten primero los bits más significativos de la muestra de diferencia de color, y los pares de bits de los datos de diferencia de color se sitúan en las posiciones menos significativas del octeto de datos de imagen. Los datos se disponen de manera que la muestra de luminancia del primer elemento de imagen de una línea lleve consigo los dos bits más significativos del 19.º elemento de diferencia de color perteneciente a la línea siguiente. Los bits centrales y los bits menos significativos de este elemento de diferencia de color se agregan a las muestras 20.^a y 39.^a, a lo largo de la línea, respectivamente, siendo éstas las dos siguientes muestras transmitidas.

No se transmiten datos de diferencia de color para la primera línea de la imagen y, en la segunda línea, los primeros 18 elementos de diferencia de color no pueden reconstruirse en el decodificador.

A.2.3.3 *Salida de los datos*

Los datos de gráficos se generan a una velocidad nominal de 3,74 Mbit/s y se transmiten a través de una memoria tampón con una capacidad de más de 160 kbits. La salida al canal de transmisión es de menos de 1 Mbit/s, dependiendo el valor real del número de intervalos de tiempo asignados al vídeo. Cuando el nivel de la memoria tampón al final de una trama excede de 160 kbits, se suspende el muestreo durante dos tramas completas para permitir que la memoria tampón se vacíe.

Si el nivel sigue excediendo de 160 kbits, se suspende el muestreo durante otras dos tramas.

La estructura en octetos de los datos de salida ha de estar alineada con la estructura de los intervalos de tiempo del interfaz de velocidad primaria.

El tiempo de transmisión aproximado de una imagen completa se halla, por tanto, en la gama 1,6 a 4,6 segundos.

A.2.4 *Decodificador*

Los datos recibidos están asociados con las direcciones extraídas del código de sincronización de trama y reunidos en una memoria de imágenes que tiene 639×576 posiciones de octeto direccionables. Los datos se almacenan en la forma multiplexada (datos de luminancia y de diferencia de color) utilizada para la transmisión. El contenido de esa memoria se lee en forma secuencial, las componentes de luminancia y diferencia de color son demultiplexadas y las componentes de diferencia de color son interpoladas en las líneas para dar simultáneamente las componentes $(E'_R - E'_Y)$ y $(E'_B - E'_Y)$, para que coincidan con su luminancia asociada.

A.3 *Códec de gráficos para videoconferencia - Modo 2*

A.3.1 *Facilidades*

El modo gráficos proporciona, para las imágenes fijas, la posibilidad de obtener una definición completa de luminancia y color a 625 líneas. Permite transmitir imágenes fijas de la calidad definida para estudios en la Recomendación 601 del CCIR. El códec de gráficos puede explotarse en dos modos. En el modo vista por vista, la imagen animada se para durante unos cuatro segundos mientras se transmite la imagen de gráficos, reanudándose el movimiento mientras aparece la imagen de gráficos en otra pantalla. En el modo continuo, se para la imagen animada mientras se presentan los gráficos. La imagen de gráficos se transmite continuamente para reproducir el movimiento lento, es decir, para la presentación de imágenes en pizarra. Cuando se ha estabilizado la imagen de gráficos, o cuando ha concluido la presentación de imágenes, se para la imagen de gráficos y se transmite de nuevo la imagen animada.

La definición del modo gráficos 2 es mejor que la obtenida con los sistemas PAL, SECAM y NTSC, y basta para permitir una buena reproducción de media página A4 de texto mecanografiado.

A.3.2 *Codificación*

Las señales de luminancia (E'_Y) y de diferencia de color $(E'_R - E'_Y)$, $(E'_B - E'_Y)$ se muestrean a 13,5 MHz y 6,75 MHz, respectivamente, según los parámetros de codificación de televisión digital para estudios indicados en la Recomendación 601 del CCIR. Las frecuencias de muestreo guardan entre sí la relación de 4 : 2 : 2. La estructura de muestreo es ortogonal, repitiéndose por línea, por trama y por imagen. Las muestras de las señales de diferencia de color ocupan la misma posición que la primera, la tercera, la quinta, . . . muestras de luminancia en cada línea. Todas las muestras son valores MIC uniformemente cuantificados con ocho bits por muestra.

Sólo se muestrea la zona útil de la imagen. Existen 720 muestras de luminancia a lo largo de la línea y dos tramas de 288 líneas.

La señal de luminancia se limita en amplitud, de manera que sus valores MIC queden circunscritos a la gama:

Nivel del negro: 16.

Nivel máximo del blanco: 235.

Cada señal de diferencia de color presenta 225 niveles de cuantificación en la parte central de la escala de cuantificación, en la que la señal cero corresponde al nivel 128.

En la Recomendación 601 del CCIR se proporcionan más detalles.

A.3.3 *Transmisión y sincronización*

A.3.3.1 *Consideraciones generales*

Con las muestras de luminancia y diferencia de color de cada línea se forman conjuntos de cuatro muestras:

$$\left[(E'_B - E'_Y)_n, (E'_Y)_n, (E'_R - E'_Y)_n, (E'_Y)_{n+1} \right],$$

donde

$n = 0, 2, 4, 6, \dots, 718$. Cada conjunto consta de cuatro palabras cada una, con una longitud de ocho bits. En cada línea de la imagen hay 360 conjuntos.

Los conjuntos MIC se transmiten para dar una actualización continua de la memoria de imágenes en el receptor. El esquema actualizado que se ha elegido transmite cada 19.º conjunto. La secuencia de cada 19.º conjunto continúa de una línea a la siguiente, como si los 360 conjuntos de una línea útil fueran seguidos inmediatamente (es decir, sin un intervalo de supresión de línea) por los 360 conjuntos de la línea siguiente. El empleo de esta secuencia continua de muestras hace innecesario el direccionamiento de línea. Un código de sincronización de trama, seguido de la dirección del primer conjunto de la primera línea útil, proporciona toda información de sincronización necesaria. La dirección se halla en la gama 0 a 18.

El código de sincronización de trama comprende ocho octetos de la forma 11110011 ó 11111100. Estas dos palabras de código no se admiten para la señal vídeo codificada. El orden de los dos últimos pares de bits, 0011 ó 1100, de cada uno de los siete primeros octetos, que representan 0 y 1, respectivamente, señala la dirección del primer conjunto de la trama. En el octavo octeto, 1100 señala una primera trama (línea inicial 23) y 001 una segunda trama (línea inicial 336).

La secuencia en la que se transmiten las tramas se define por la dirección del primer conjunto de la primera línea, y no necesita especificarse, ya que el decodificador reconstruye la imagen a partir de las direcciones recibidas.

A.3.3.2 Estructura de los datos

En cada trama transmitida, los datos comprenden ocho octetos de sincronización de trama, seguidos de los conjuntos de datos de imagen. En cada conjunto, se transmite primero $(E'_B - E'_Y)_n$ seguido de $(E'_Y)_n$, $(E'_R - E'_Y)_n$ y $(E'_Y)_{n+1}$. Para la transmisión se produce en el codificador una conversión de paralelo a serie. Figuran en primer lugar los bits más significativos del tren de bits transmitido.

A.3.3.3 Salida de datos

La velocidad binaria de salida al canal de transmisión es inferior a 2 Mbit/s, dependiendo del valor real del número de intervalos de tiempo asignados a vídeo.

La estructura en octetos de los datos de salida ha de ser conforme con la estructura de los intervalos de tiempo del interfaz a velocidad primaria.

El tiempo de transmisión aproximado de una imagen completa es de cuatro segundos.

A.3.4 Decodificador

Los datos recibidos están asociados con las direcciones extraídas del código de sincronización de trama y reunidos en una memoria de imagen con una capacidad de 6,6355 Mbits. El contenido de esa memoria se lee en forma secuencial.

A.3.5 Interfaz

A.3.5.1 Interfaz vídeo

- i) *Interfaz analógico* – Se recomienda un interfaz RVA (rojo, verde, azul), en lugar de un interfaz de señal compuesta (PAL, SECAM), para mantener una señal vídeo de alta calidad.
- ii) *Interfaz digital* – La estructura de los conjuntos definida en el § A.3.3.2 permite definir un interfaz digital conforme a la Recomendación 656 del CCIR para E'_Y , $E'_R - E'_Y$ y $E'_B - E'_Y$.

A.3.5.2 Interfaz digital para la señal de transmisión

El códec de gráficos puede estar o no estar incluido en el códec de imágenes animadas. Un dispositivo externo puede tener un interfaz digital conforme a las Recomendaciones X.21 y V.11 (circuitos arrendados). Los datos de imagen han de retardarse al menos 40 ms con respecto a la señal de control C especificada en la Recomendación X.21.

A.3.6 Señalización del modo gráficos 2

El modo gráficos 2 se señala en la información de códec a códec con el bit 3.1.5 puesto a 1. Véase en la Recomendación H.130 la explicación de la nomenclatura de los bits.

A.3.7 *Compatibilidad con el modo gráficos 1*

En el codificador y decodificador de gráficos, se han incorporado medios adicionales para que el modo gráficos 2 sea compatible con el modo 1. Se señalizan poniendo el bit 3.1.0 a 1 en la información de códec a códec. Si se recibe el bit 3.1.5 de la información de códec a códec puesto a 0 y el bit 3.1.0 se recibe puesto a 1, entonces el códec de gráficos pasa automáticamente al modo 1.

ANEXO B

(relativo al § 1 de la Recomendación H.120)

Opción encriptación - 625 líneas

En estudio.

ANEXO C

(relativo al § 2 de la Recomendación H.120)

Opción gráficos - 625 líneas

C.1 *Introducción*

La versión de 525 líneas de este modo gráficos es muy similar a la versión de 625 líneas del modo 1 especificada en el anexo A. Utiliza la misma técnica de renovación sistemática y, dado que el receptor es totalmente asíncrono con respecto al transmisor, no es necesario ningún ajuste de las diferentes frecuencias de imagen. En lugar de cualquier forma de conversión de normas, el interfuncionamiento entre las versiones de 525 y de 625 líneas se efectúa produciendo una pequeña variación en las dimensiones de la imagen. En la transmisión de 525 a 525 líneas, las dimensiones de la imagen visualizada son las mismas que las obtenidas por la cámara de transmisión. En la transmisión de 525 a 625 líneas, la imagen visualizada se reduce de dimensiones y se rodea por un pequeño borde negro (alrededor del 8%). En la transmisión de 625 a 525 líneas, la imagen visualizada se amplía (equivalente a una sobreexploración de alrededor del 8,5% en cada borde), de manera que no se visualiza una pequeña cantidad de la zona de imagen transmitida.

En su mayor parte, los detalles de este modo gráficos son idénticos a los de la versión de 625 líneas del modo 1 del anexo A, por lo que sólo es necesario especificar en este anexo las diferencias.

C.2 *Facilidades*

Las facilidades son prácticamente las mismas que en la versión de 625 líneas.

C.3 *Codificación*

Las frecuencias de muestreo de luminancia y de diferencia de color son de 10,08 MHz y de 10,08/3 MHz, respectivamente, sincronizadas con la frecuencia de exploración de línea de televisión.

Las disposiciones para la codificación MIC son idénticas a las de la versión de 625 líneas, pero se muestrea una zona mayor que la zona útil de imagen. Existen 639 muestras por línea, igual número que para la versión de 625 líneas; se muestrean 494 ó 516 líneas por imagen. Cuando se muestrea una señal de 525 líneas a 10,08 MHz, sólo se necesitan unas 537 muestras para la parte útil de la línea. Las 102 muestras restantes, puestas al nivel del negro, se disponen uniformemente a cada lado de las muestras de línea.

Para la transmisión a 525 líneas, muestras de la primera línea útil de la trama N.º 1 (línea 14) forman la componente ($E'_B - E'_Y$), en tanto que las de la primera línea útil N.º 2 (línea 277) forman la componente ($E'_R - E'_Y$). Para la transmisión a 625 líneas, muestras de la primera línea útil N.º 1 (línea 9) forman la componente ($E'_R - E'_Y$) y las de la primera línea útil N.º 2 (línea 272) forman la componente ($E'_B - E'_Y$).

C.4 *Transmisión y sincronización*

C.4.1 *Consideraciones generales*

El algoritmo de renovación sistemática basado en la transmisión consecutiva de una muestra de cada 19 se utiliza también en la versión de 525 líneas. Sin embargo, dado que las muestras se extienden casi al periodo de línea completo, el reloj de división por 19 se suspende sólo un periodo de muestra de luminancia durante la supresión de línea. Durante la transmisión a un decodificador de 625 líneas, se incluyen cinco líneas adicionales por trama antes de que la zona de imagen comience, junto con las seis líneas adicionales por trama tras el fin de la zona de imagen, con lo que el número de líneas por trama aumenta de 247 a 258. Los valores de luminancia y de diferencia de color en las líneas suplementarias se ponen al nivel del negro. Además, el reloj de división por 19 se cambia para la división por cinco mientras se seleccionan muestras de las líneas añadidas. Esto induce erróneamente al decodificador de 625 líneas a creer que existen 19 líneas (por trama) de negro por encima de la imagen y 22 líneas por debajo de la imagen, lo que hace el número total de líneas 288 por trama, que es el mismo valor que se da en el anexo A.

El código de sincronización de trama y el método de identificación de tramas son idénticos a los descritos en el anexo A (excepto en que la primera línea de la trama N.º 1 puede ser la línea 14 o la 9, y la de la trama N.º 2 la línea 277 ó 272).

C.4.2 *Estructura de datos*

En la transmisión de 525 a 525 líneas, cada trama transmitida incluye ocho octetos de sincronización de trama seguidos por 8307 octetos de datos de imagen.

En la transmisión de 525 a 625 líneas, cada trama transmitida, incluye ocho octetos de sincronización de trama seguidos por 9685 ó 9686 octetos de datos de imagen, exactamente los mismos que en la versión de 625 líneas del anexo A. En el codificador de 525 líneas se agrupan los datos de imagen a partir de:

- 5 líneas de 639 muestras, una de cada 5 muestras 639 octetos,
- 247 líneas de 639 muestras, una de cada 19 muestras 8207 octetos,
- 6 líneas de 639 muestras, una de cada 5 muestras 766 octetos,

El número de octetos necesario de las seis líneas al fondo de la imagen es de 739 ó 740. Los octetos excedentes (todos al nivel del negro), procedentes de resultados no enteros de la división, son descartados.

Otros detalles de la estructura de datos son los del anexo A.

C.4.3 *Salida de datos*

Los datos de gráficos se generan a una velocidad nominal de unos 4 Mbit/s y se almacenan en la memoria tampón. La salida de la memoria tampón se produce a menos de 2 Mbit/s (según el número de intervalos de tiempo asignados a vídeo). Cuando el nivel de la memoria tampón al final de una trama excede de 160 kbits, se suspende el muestreo durante dos tramas completas para permitir que se vacíe la memoria tampón. Si el nivel es todavía superior a 160 kbits, se suspende el muestreo durante otras dos tramas.

La estructura en octetos de los datos de salida ha de estar alineada con la estructura en intervalos de tiempo del interfaz de velocidad primaria.

El tiempo de transmisión resultante de una imagen completa es del orden de 1,7 a 3 segundos.

C.5 *Decodificador*

Los datos recibidos se asocian con las direcciones obtenidas del código de sincronización de trama y se agrupan en una memoria de imagen que tiene 639×494 posiciones de octetos direccionables. Los datos se almacenan en la forma multiplexada (luminancia y diferencia de color) utilizada para la transmisión. El contenido de la memoria se lee secuencialmente, las componentes de luminancia y de diferencia de color se interpolan en línea para producir las componentes ($E'_R - E'_Y$) y ($E'_B - E'_Y$) simultáneamente y para que coincidan con su luminancia asociada.

La longitud de la línea en la memoria de imagen es de 639 elementos; para una imagen de 525 líneas muestreada a 10,08 MHz, la línea útil necesita sólo 537 elementos. Cuando se aplica supresión de vídeo a las señales de salida, los 102 elementos suplementarios se suprimen y resulta la señal normal de 525 líneas.

Cuando se recibe una señal procedente de un terminal de 626 líneas, se reciben y almacenan 639 elementos por línea. Sin embargo, las primeras 19 líneas útiles y las últimas 22 líneas útiles de cada trama de la señal de 625 líneas no se introducen en la memoria y se descartan. Esto, junto con el efecto de la supresión de línea en la salida horizontal de la memoria, produce una visualización de 525 líneas correspondiente a la imagen de entrada de 625 líneas después de haberse recortado alrededor de una anchura del 8% de los cuatro bordes.

ANEXO D

(relativo al § 2 de la Recomendación H.120)

Opción encriptación - 525 líneas

En estudio.

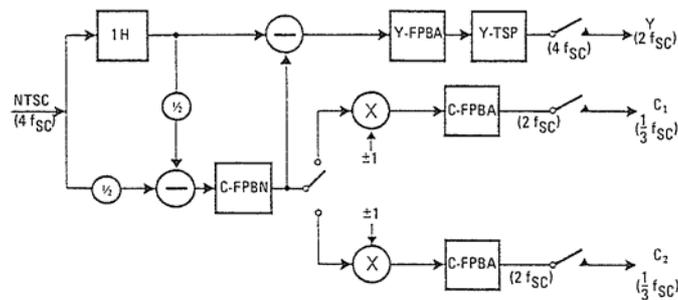
ANEXO E

(relativo al § 3 de la Recomendación H.120)

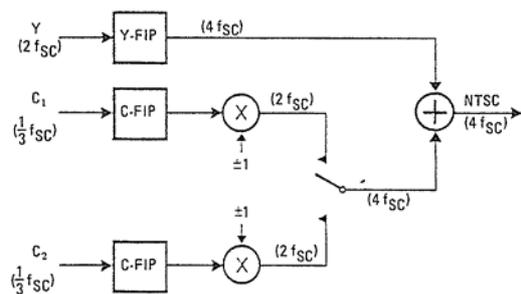
Filtros de decodificación y codificación de color

E.1 Configuración

Véase la figura E-1/H.120.



a) Circuito digital de separación de color



CCITT-88340

b) Circuito digital de composición de color

- H Retardo de línea
- Y-FPBA Filtro paso bajo para la señal Y
- Y-TSP Trampa de subportadora
- C-FPBN Filtro paso banda para la señal C
- C-FPBA Filtro paso bajo para la señal C
- f_{SC} Frecuencia de la subportadora de crominancia
- Y-FIP Filtro de interpolación de la señal Y
- C-FIP Filtro de interpolación de la señal C

FIGURA E-1/H.120

E.2 *Características del filtro básico*

Véase el cuadro E-1/H.120.

CUADRO E-1/H.120

Filtro	Función de transferencia H(z)
C-FPBN	$(-Z^{-2} + 2 - Z^2)/4$
Y-FPBA	$(-3Z^{-3} + 19Z^{-1} + 32 + 19Z - 3Z^3)/64$
Y-TSP	$(Z^{-5} - 3Z^{-3} + 10Z^{-1} + 10Z - 3Z^3 + Z^5)/16$
C-FPBA	$(Z^{-4} + 3Z^{-2} + 4 + 3Z^2 + Z^4)/12$
Y-FIP	$(-3Z^{-3} + 19Z^{-1} + 32 + 19Z - 3Z^3)/64$
C-FIP	$(Z^{-2} + 1 + Z^2)(Z^{-1} + 2+Z)(-Z^{-8} - 2Z^{-6} + 2Z^{-4} + 6Z^{-2} + 6 + 6Z^2 + 2Z^4 - 2Z^6 - Z^8)/192$

E.3 *Características del filtro perfeccionado*

Véase el cuadro E-2/H.120.

CUADRO E-2/H.120

Filtro	Función de transferencia H(z)
C-FPBN	$(Z^{-8} - Z^{-6} + 17Z^{-4} - 23Z^{-2} + 28 - 23Z^2 + 17Z^4 - 9Z^6 + Z^8)/128$
Y-FPBA	$(-Z^{-7} + 4Z^{-5} - 10Z^{-3} + 39Z^{-1} + 64 + 39Z - 10Z^3 + 4Z^5 - Z^7)/128$
Y-TSP	$(Z^{-5} - 3Z^{-3} + 10Z^{-1} + 10Z - 3Z^3 + Z^5)/16$
C-FPBA	$(Z^{-4} + 3Z^{-2} + 4 + 3Z^2 + Z^4)/12$
Y-FIP	$(-Z^{-7} + 4Z^{-5} - 10Z^{-3} + 39Z^{-1} + 64 + 39Z - 10Z^3 + 4Z^5 - Z^7)/128$
C-FIP	$(Z^{-2} + 1 + Z^2)(Z^{-1} + 2 + Z)(-Z^{-8} - 2Z^{-6} + 2Z^{-4} + 6Z^{-2} + 6 + 6Z^2 + 2Z^4 - 2Z^6 - Z^8)/192$

ANEXO F

(relativo al § 3 de la Recomendación H.120)

Ejemplo de secuencia de control de codificación

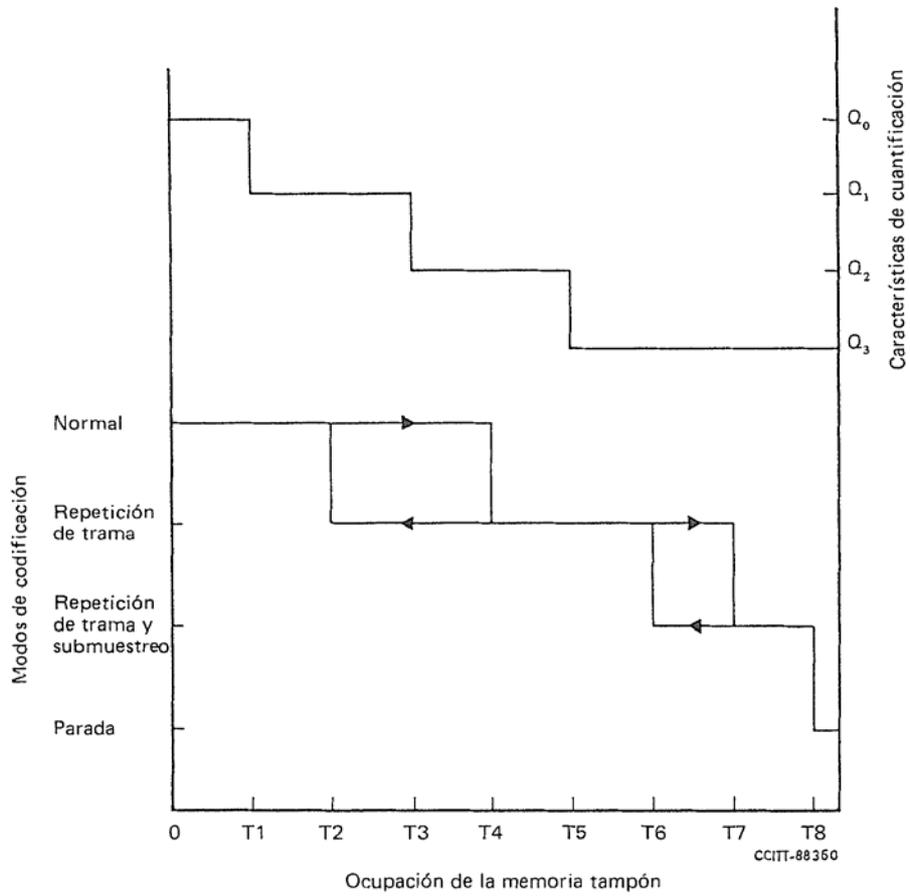


FIGURA F-1/H.120

ANEXO G

(relativo al § 3 de la Recomendación H.120)

Ejemplos de codificación por entropía

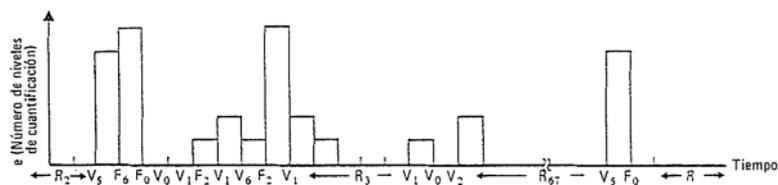


FIGURA G-1/H.120

Codificación de errores de predicción, e

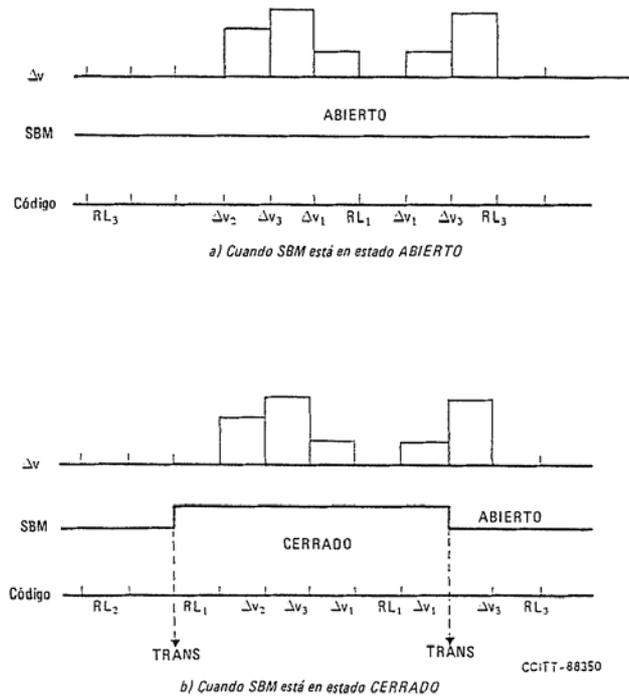


FIGURA G-2/H.120

Codificación del vector de movimiento, v

APÉNDICE I

(a la Recomendación H.120)

Breve descripción del funcionamiento de los códecs de los § 1 y 2

Dado que el códec de renovación condicionales un equipo complejo y relativamente poco conocido, se ha incluido esta breve descripción del modo de funcionamiento a fin de facilitar la comprensión de la Recomendación. Pueden encontrarse descripciones más completas en documentos publicados [1], [2].

Un códec de renovación condicional actúa transmitiendo sólo aquellas partes de la imagen que difieren significativamente de una trama de televisión a la siguiente. Esto hace, normalmente, que los datos se generen en ráfagas separadas por intervalos durante los cuales no se genera ningún dato. Para adaptar la generación de datos no uniforme a un canal que transmite a una velocidad uniforme, se emplea una memoria tampón que «alisa» las fluctuaciones de corta duración, mientras que, en cuanto a las variaciones de larga duración, el algoritmo de codificación es modificado adaptativamente de modo que cambie la velocidad de generación. Cuando hay muchos datos, como ocurre por ejemplo en el caso de imágenes de mucho movimiento, la definición de la zona en movimiento transmitida disminuye, pues se aprovecha la menor capacidad del ojo humano para percibir los detalles cuando aumenta la velocidad del movimiento. Cuando se trata de imágenes de poco movimiento, los datos de la zona en movimiento son suplementados por datos procedentes de zonas estacionarias, de manera tal que la totalidad de la imagen se «renueva» durante varios periodos de imagen. Para esto se necesitan dispositivos de almacenamiento de imagen tanto en el transmisor como en el receptor, y el objetivo consiste en hacer que el contenido del dispositivo de almacenamiento en recepción siga al dispositivo de almacenamiento en transmisión lo más cerca posible.

Puede considerarse que el códec está compuesto de tres secciones fundamentales: el códec de la fuente, el códec múltiplex vídeo y el códec de transmisión. Esta constitución se muestra en la figura I-1/H.120.

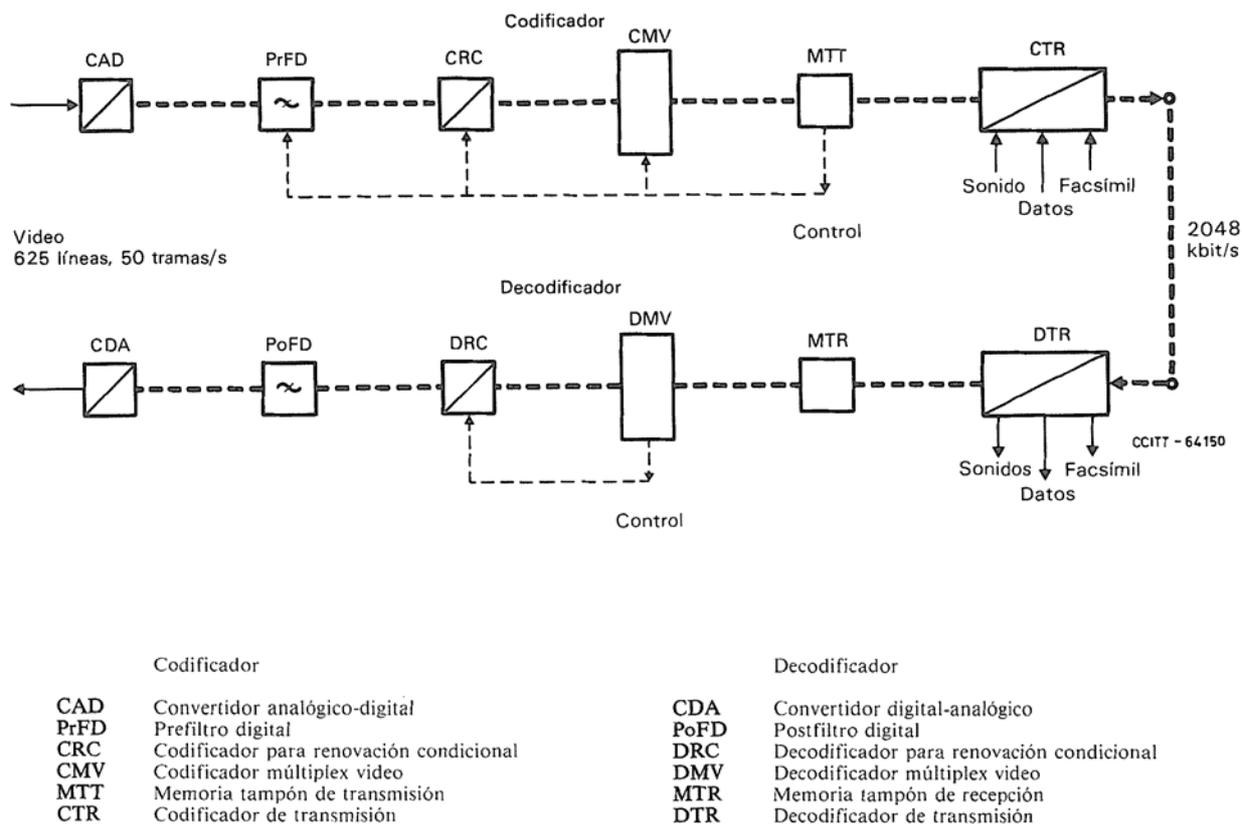


FIGURA I-1/H.120

Diagrama de bloques del codec

En el códec de la fuente, la señal vídeo es primeramente digitalizada y facultativamente prefiltrada. Cuando se utiliza, el prefiltro condiciona la señal para su ulterior tratamiento, pues reduce el ruido, lo que permite un mejor funcionamiento del detector de movimiento y una reducción de los efectos subjetivos del submuestreo. El detector de movimiento, en combinación con el dispositivo de almacenamiento de imagen, determina qué zonas de la imagen se consideran en movimiento. El ruido introduce incertidumbres en la decisión, y cuando se estima que dos o más grupos de elementos de imagen a lo largo de una línea de exploración están en movimiento, y estos grupos se encuentran separados por un pequeño número de elementos de imagen fijos (lo que probablemente se deba al ruido), los grupos en movimiento y los elementos que los separan se combinan para formar un solo conglomerado, con lo que se minimiza la información de direccionamiento que se necesita. Los conglomerados de elementos de imagen en movimiento se codifican entonces por MICD, a la que sigue una codificación (por entropía) de longitud variable en la cual los códigos más cortos se asignan a los errores de predicción MICD que ocurren con más frecuencia.

El códec múltiplex vídeo agrega, a la información vídeo, señales de sincronización de línea y de trama así como informaciones de dirección y otras (por ejemplo, si se transmite con MIC o MICD). Estas informaciones se transmitirán estrechamente asociadas a la información vídeo para asegurar que el decodificador responda correctamente.

La memoria tampón, que en un orden estricto forma parte del codificador de la fuente, acepta las ráfagas de datos irregularmente espaciadas y las entrega para su transmisión a una velocidad uniforme. Mientras esto está ocurriendo, se está supervisando la medida en que se llena la memoria tampón, y esta información se utiliza para modificar la velocidad de generación de datos por el codificador de la fuente. La reducción de la velocidad de datos se logra modificando la respuesta del prefiltro y los umbrales del detector de movimiento, e iniciando un submuestreo de elemento y de trama. Por el contrario, cuando la memoria tampón tiende a vaciarse, se inicia la generación de líneas completas codificadas en MIC para proporcionar una actualización sistemática de los elementos de imagen almacenados.

El códec de transmisión acepta los datos vídeo, agrega un canal a 64 kbit/s para sonido, un canal a 32 kbit/s para la señalización de códec a códec, y canales de datos adicionales facultativos para facsímil, señalización y otros datos. Este códec reúne las distintas señales en una estructura de trama, definida en la Recomendación H.130, la cual es compatible con la Recomendación G.732 y, por tanto, proporciona las facilidades de justificación que permiten que el reloj para el procesamiento vídeo sea independiente del reloj de red.

Referencias

- [1] DUFFY (T. S.) y NICOL (R. C.): “A codec for visual teleconferencing”. *Communications 82*. IEE Conference Publication N.º 209, 1982.
- [2] NICOL (R. C.) CHIARIGLIONE (L.) y SCHAEFER (P.): “The development of the European Videoteleconference Codec”. *Globecom 82*, IEEE global telecommunications conference, 1982.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE H
SISTEMAS AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIOS

Características de los canales de transmisión para usos distintos de los telefónicos	H.10–H.19
Utilización de circuitos de tipo telefónico para telegrafía armónica	H.20–H.29
Utilización de circuitos o cables telefónicos para transmisiones telegráficas de diversos tipos o transmisiones simultáneas	H.30–H.39
Utilización de circuitos de tipo telefónico para telegrafía facsímil	H.40–H.49
Características de las señales de datos	H.50–H.99
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS VIDEOTELEFÓNICOS	H.100–H.199
INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVICIOS AUDIOVISUALES	
Generalidades	H.200–H.219
Multiplexación y sincronización en transmisión	H.220–H.229
Aspectos de los sistemas	H.230–H.239
Procedimientos de comunicación	H.240–H.259
Codificación de imágenes vídeo en movimiento	H.260–H.279
Aspectos relacionados con los sistemas	H.280–H.299
Sistemas y equipos terminales para los servicios audiovisuales	H.300–H.399
Servicios suplementarios para multimedios	H.450–H.499

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

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: 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, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para 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 Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación