



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

J.88

(09/99)

SERIE J: TRANSMISIONES DE SEÑALES
RADIOFÓNICAS, DE TELEVISIÓN Y DE OTRAS
SEÑALES MULTIMEDIOS

Transmisión digital de señales de televisión

**Transmisión de señales de televisión con
definición mejorada por enlaces digitales**

Recomendación UIT-T J.88

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE J
**TRANSMISIONES DE SEÑALES RADIOFÓNICAS, DE TELEVISIÓN Y DE OTRAS SEÑALES
MULTIMEDIOS**

Recomendaciones generales	J.1–J.9
Especificaciones generales para transmisiones radiofónicas analógicas	J.10–J.19
Características de funcionamiento de los circuitos radiofónicos	J.20–J.29
Equipos y líneas utilizados para circuitos radiofónicos analógicos	J.30–J.39
Codificadores digitales para señales radiofónicas analógicas	J.40–J.49
Transmisión digital de señales radiofónicas	J.50–J.59
Circuitos para transmisiones de televisión analógica	J.60–J.69
Transmisiones de televisión analógica por líneas metálicas e interconexión con radioenlaces	J.70–J.79
Transmisión digital de señales de televisión	J.80–J.89
Servicios digitales auxiliares para transmisiones de televisión	J.90–J.99
Requisitos operacionales y métodos para transmisiones de televisión	J.100–J.109
Sistemas interactivos para distribución de televisión digital	J.110–J.129
Transporte de señales MPEG-2 por redes de transmisión de paquetes	J.130–J.139
Mediciones de la calidad de servicio	J.140–J.149
Distribución de televisión digital por redes locales de abonados	J.150–J.159

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

RECOMENDACIÓN UIT-T J.88

TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN CON DEFINICIÓN MEJORADA POR ENLACES DIGITALES

Resumen

La presente Recomendación examina un procedimiento con reducción de la velocidad binaria que se ha de aplicar en la transmisión digital de señales compuestas EDTV-II compatible con señales de televisión NTSC [1].

La transmisión digital de las mismas implica la codificación directa de las señales compuestas.

Orígenes

La Recomendación UIT-T J.88 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 9 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 16 de septiembre de 1999.

PREFACIO

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

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

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2000

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

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	1
4 Abreviaturas.....	2
5 Transmisión de señales de televisión con definición mejorada por enlaces digitales.....	3
5.1 Introducción	3
5.2 Descripción del sistema.....	3
Anexo 1 – Especificación técnica de la codificación compuesta directa de señales EDTV-II y NTSC	3
A.1 Estructura del tren de bits de codificación	3
A.2 Proceso de codificación.....	10
A.3 Proceso de decodificación.....	25
Apéndice I – Ejemplos de esquemas por barrido adaptable.....	29
Apéndice II – Ejemplos para VLC de vectores de movimiento.....	31
Apéndice III – Ejemplos de diseño de parámetros de modo mixto y cuantificador.....	33
Apéndice IV – Transformada rápida de Hadamard	41
Apéndice V – Diagramas VLC para coeficientes WHT	44

TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN CON DEFINICIÓN MEJORADA POR ENLACES DIGITALES

(Ginebra, 1999)

1 Alcance

La introducción de un sistema de televisión con definición mejorada denominado EDTV-II (compatible con el sistema NTSC) ha planteado la necesidad de transportar esta señal por enlaces digitales.

Debido al alto costo previsto para los codificadores de televisión con definición mejorada, se ha desarrollado un sistema de codificación específico que permite la transmisión de las señales EDTV-II previstas para distribución primaria y también para contribución en que no es necesario ningún procesamiento posterior.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

[1] UIT-R BT.1298 (1997), *Sistema de transmisión de televisión NTSC mejorada de pantalla ancha*.

[2] Recomendación UIT-T H.222.0 (1995) | ISO/CEI 13818-1:1996, *Tecnología de la información – Codificación genérica de imágenes en movimiento e información de audio asociada: Sistemas*.

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 cuantificador adaptable: El tamaño de pasos del cuantificador está controlado por un tipo de rebanada, la ocupación de la memoria tampón y el HVS (sistema visual humano).

3.2 barrido adaptable: Órdenes de transmisión de coeficientes WHT (transformada de Walsh-Hadamard). Se utilizan cuatro tipos de barrido para transmitir con eficacia la señal de televisión por un número de bits limitado.

3.3 velocidad binaria: Velocidad a la cual el tren de bits comprimido pasa del canal a la entrada de un decodificador.

3.4 bloque: Unidad para la ejecución directa de WHT por la señal EDTV-II compuesta en tamaño de 8 píxels \times 8 líneas.

3.5 modo codificación: Combinación A, combinación B y modo restauración (todos intra).

3.6 desplazamiento de fase de la subportadora color: Desplazamiento de fase de la subportadora de color de 3,58 MHz del bloque de codificación a partir del bloque de movimiento de referencia compensada en la trama anterior.

3.7 compensación de movimiento compuesto: La compensación de movimiento (MC) se efectúa en el dominio WHT y no en el dominio píxel para resolver el desplazamiento de fase de la subportadora de color.

3.8 criticidad: Referencia para la dificultad de la imagen considerada en la unidad de macrobloque.

3.9 muestreo EDTV-II: 14,3 MHz con precisión de 8 bits.

3.10 señales EDTV-II: Componentes compatibles NTSC transmitidos en la parte central de la imagen y componentes de ayuda localizados en las partes superior e inferior de la imagen.

3.11 hueco de Fukinuki: Regiones de frecuencias alrededor de la subportadora de color de la parte central compatible donde las señales NTSC normales tienen menos densidad espectral.

- 3.12 señales de ayuda:** Tres tipos de señales espaciales y temporales mejoradas: señal de ayuda de frecuencia horizontal elevada (HH), señal de ayuda de frecuencia vertical elevada (VH) y señal de ayuda temporal vertical (VT).
- 3.13 macrobloque:** Bloque con un tamaño de 16 píxels × 16 líneas, compuesto por cuatro transformadas de Walsh Hadamard (WHT) de 8 × 8.
- 3.14 modo combinación:** Combinación del modo inter e intra en el mismo bloque macro para aumentar la eficacia de la codificación.
- 3.15 paquete PES:** Estructura de datos utilizada para transportar datos de trenes elementales. Un paquete PES (*packetized elementary stream*) está formado por un encabezamiento de paquete PES seguido por un cierto número de bytes continuos desde un tren de datos elemental. Este paquete es una capa en la sintaxis de la codificación del sistema descrita en 2.4.3.6 de la Rec. UIT-T H.222.0 | ISO/CEI 13818-1 [2].
- 3.16 capa de imagen:** Estructura repetida compuesta por una imagen de encabezamiento I y una pluralidad de imágenes p subsiguientes.
- 3.17 capa de secuencia:** Capa más alta de un tren de bits de codificación por la cual se coordinan los parámetros de codificación y decodificación.
- 3.18 capa de rebanada:** Capa formada por 768 píxels × 16 líneas activas, y abarca una configuración horizontal de macrobloques. La rebanada está subdividida en cuatro tipos: ID y zona de señal de control, zona límite, zona de bloque y zona de imagen activa.
- 3.19 VLC bidimensional:** Código de Huffman que tiene como símbolo la combinación de longitud de recorridos iguales a cero y nivel de resultados de la cuantificación.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas:

Bp	Capacidad máxima de memoria tampón (<i>maximum buffer capacity</i>)
BUFP	Puntero de memoria tampón (<i>buffer pointer</i>)
CF	Trama de color (<i>colour frame</i>)
EDTV	Televisión con definición mejorada (<i>enhanced definition television</i>)
FSW	Palabra de sincronización de trama vídeo (<i>video frame synchronizing word</i>)
GOP	Grupo de imágenes (<i>group of pictures</i>)
HH	Componente de frecuencia horizontal elevada (<i>horizontal high frequency component</i>)
NTSC	<i>National Television System Committee</i>
PC	Compensación de fase (<i>phase compensation</i>)
SSW	Palabra de sincronización de secuencia (<i>sequence synchronizing word</i>)
VH	Componente de frecuencia vertical elevada (<i>vertical high frequency component</i>)
VITS	Señal de prueba en el intervalo vertical (<i>vertical interval test signal</i>)
VLC	Codificación de longitud variable (<i>variable length coding</i>)
VLD	Decodificación de longitud variable (<i>variable length decoding</i>)
VT	Componente de frecuencia temporal vertical (<i>vertical temporal frequency component</i>)
WHT	Transformada de Walsh-Hadamard (<i>Walsh-Hadamard transform</i>)

5 Transmisión de señales de televisión con definición mejorada por enlaces digitales

5.1 Introducción

La presente Recomendación examina un procedimiento de codificación con reducción de la velocidad binaria que se aplica a la transmisión digital de señales compuestas EDTV-II definidas para televisión con definición mejorada compatible NTSC. El sistema de codificación con reducción de la velocidad binaria descrito a continuación es un sistema de codificación compuesto que no necesita ningún proceso de decodificación/recodificación para señales mejoradas y señales con componente de color.

Por consiguiente, el sistema no ocasiona la pérdida de calidad de la imagen provocada por la conversión de señales compuestas en señales componentes necesaria en los procedimientos de codificación de componentes. La velocidad binaria requerida a efectos de contribución y distribución es de aproximadamente 20 Mbit/s.

5.2 Descripción del sistema

Las señales EDTV-II consisten en componentes compatibles NTSC transmitidos en la parte central de la imagen y componentes de ayuda localizados en las partes superior e inferior de la imagen. Se utilizan tres tipos de señales de ayuda: un componente de frecuencia horizontal elevada (HH, *horizontal high frequency component*) multiplexado en regiones de frecuencias alrededor de la subportadora de color (llamada hueco de Fukinuki) de la parte central compatible donde las señales NTSC normales tienen menos densidad espectral, el componente de frecuencia vertical elevada (VH, *vertical high frequency component*) y la señal de ayuda temporal vertical (VT, *vertical temporal frequency component*) comprimida en el dominio espacial y multiplexada en las partes superior e inferior de la imagen. Por consiguiente, las señales compuestas EDTV-II tienen una estructura compleja.

Si bien la codificación de componentes con reducción binaria puede aplicarse a las señales EDTV-II, esto requiere un proceso de decodificación/recodificación para los componentes de color y HH así como para los componentes VH/VT en cada etapa de la cadena de transmisión. Este proceso de decodificación/recodificación ocasiona inevitablemente severas perturbaciones en la calidad de la imagen, en especial en el caso de conexiones en tándem. Esta degradación está causada por el carácter irreversible del proceso de decodificación/recodificación.

El equipo informático necesario para el procedimiento de codificación compuesta se realizó sobre la base de un procedimiento de codificación con transformada de Walsh-Hadamard y compensación de movimiento entre tramas. Con dicho equipo se llevó a cabo una prueba preliminar de evaluación de la calidad de la imagen que demostró que el sistema ofrece una calidad de imagen adecuada para la contribución y distribución primaria de los programas de EDTV-II a una velocidad binaria de transmisión de aproximadamente 20 Mbit/s. Esta prueba de evaluación también demostró que con el sistema se obtiene un nivel de codificación equivalente o superior al códec MPEG-2 para señales compuestas NTSC a una velocidad binaria de transmisión por encima de 15 Mbit/s.

Las consideraciones citadas y los resultados de las pruebas mencionados demuestran que el sistema de codificación compuesto está en condiciones de transmitir señales tales como EDTV-II y NTSC cuando se requiere una calidad relativamente alta.

En el anexo A figura la especificación detallada para un sistema de codificación compuesto adecuado a la transmisión digital de señales EDTV-II, así como de señales NTSC.

Anexo A

Especificación técnica de la codificación compuesta directa de señales EDTV-II y NTSC

A.1 Estructura del tren de bits de codificación

El tren de bits de codificación se convierte al paquete PES para que pueda aplicarse en la Rec. UIT-T H.222.0 | ISO/CEI 13818-1 (sistemas MPEG) [2]. Por lo tanto, el tren binario está configurado en una estructura de tres capas compuesta por una capa de secuencia, una capa de imagen y una capa de rebanada. La unidad del paquete PES es básicamente una rebanada con miras a la generación de código máximo. En la figura A.1-1 se muestra un esquema de la estructura del tren de bits de codificación.

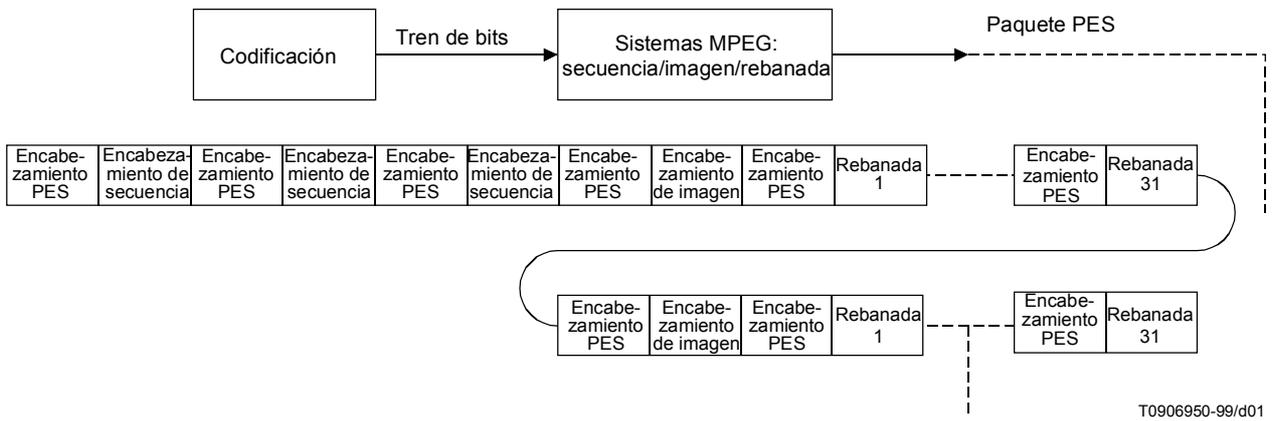
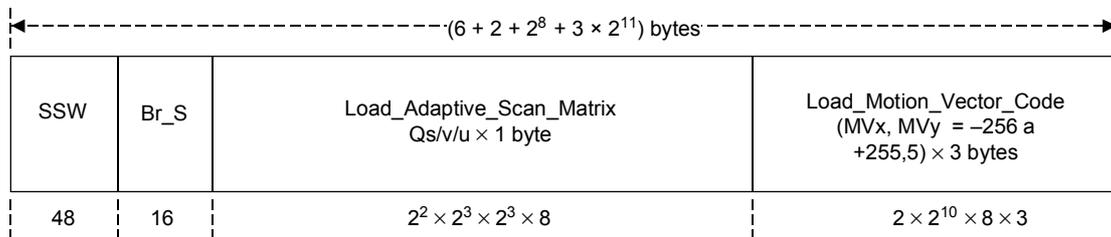


Figura A.1-1/J.88 – Esquema de la estructura del tren de bits de codificación

A.1.1 Capa de secuencia

La capa de secuencia es la capa más alta de un tren de bits de codificación y su finalidad es coordinar los parámetros de codificación y decodificación. En otras palabras, el encabezamiento de secuencia transmite los parámetros necesarios del lado de codificación al lado de decodificación en el tiempo deseado a fin de coordinar automáticamente la codificación y decodificación del salto de canal, la conmutación de sistemas y los problemas de los sistemas. Un encabezamiento de secuencia puede interpolarse a voluntad en cualquier posición mientras la posición sea un espacio blanco entre imágenes mostrado por el encabezamiento de imagen en una capa de imagen, tal como se detalla más adelante. Hay tres tipos de encabezamientos de secuencias de 1 a 3 descritas a continuación:

A.1.1.1 Encabezamiento de secuencia 1



- 1) *SSW: palabra de encabezamiento de secuencia*

SSW es una palabra de sincronización de secuencia. El esquema está compuesto por un bit "1" y 47 bits "0". La palabra SSW se transmite una vez en el momento en que el lado recepción está en condiciones de recibir, establece la sincronización de secuencia y transmite parámetros.

- 2) *Br_S: velocidad binaria (secuencia)*

Con arreglo a una premisa del cambio de parámetros, se ejecuta el cambio de velocidad binaria. El número múltiple de 90 kbit/s está representado por 90 × Br_S kbit/s (0 a 5898,15 Mbit/s).

- 3) *Load_Adaptive_Scan_Matrix*

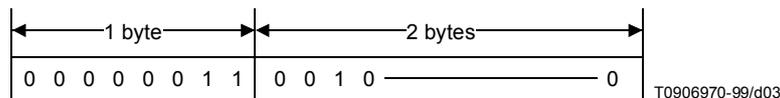
Se transmiten cuatro tipos de parámetros Adaptive_Scan representados por el bit Qs 2, que se describirán en A.2.6 y A.3.2.

El esquema de barrido se transmite en el orden de Qs = 00, 01, 10, 11, y el orden de barrido de cada coeficiente para la exploración de barrido por cuadrículas de la transformación de Hadamard de 8 × 8. Como resultado de ello, la capacidad de los parámetros es 8 bits × 64 coeficientes × 4 esquemas = 2¹¹ bits = 2⁸ bytes.

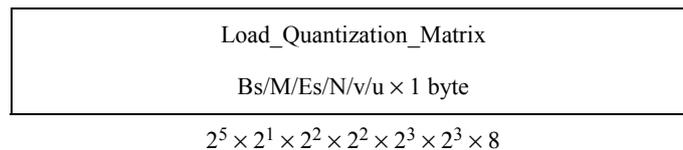
4) *Load_Motion_Vector_Code*

Se transmite el esquema de codificación (código de Huffman) que representa un vector de movimiento horizontal (MV_x , *horizontal motion vector*) y un vector de movimiento vertical (MV_y , *vertical motion vector*). MV_x y MV_y están compuestos por una unidad de medio píxel/media línea de trama, y son recuperable hasta un máximo de $-128,0$ a $+127,5$ píxels/línea de trama. Por lo tanto, el vector de movimiento requiere 1024 esquemas de codificación de -256 a $255,5$ píxels/línea de trama para transmitir el valor diferencial. Este esquema de codificación se transmite en la forma descrita a continuación compuesta por una longitud de código de 1 byte y un esquema de codificación de 2 bytes subsiguiente en el orden $MV_x = -256,0 \geq 0 \geq 255,5$, $MV_y = -256,0 \geq 0 \geq 255,5$ como código de Huffman con la longitud de código máximo de 16 bits o menos. Se supone que los bits que no pertenecen al esquema de codificación son "0", y los bits que no tienen un esquema de codificación para definir la gama de búsqueda son también "0".

Ejemplo en que el esquema de codificación es "001" (longitud de código de 3 bits)

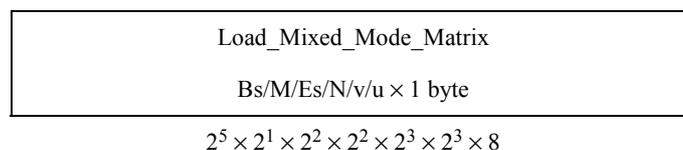


A.1.1.2 Encabezamiento de secuencia 2



Este encabezamiento de secuencia 2 corresponde a datos de 216 bytes de longitud fija subsiguientes al encabezamiento de secuencia 1. Load_Quantization_Matrix transmite un parámetro de cuantificación que se describirá en A.2.6 y A.3.3. El orden de transmisión de la dirección de transmisión del parámetro de cuantificación contenido en un cuadro de parámetros de cuantificación g1 (entrada de 16 bits; equivalente a 1M) está representado por 1 byte de Delta (Bs, M, Es, N, v, u) siendo Bs/M/Es/N/v/u/ = 00 a FF. Por lo tanto, la longitud del paquete PES es la longitud máxima.

A.1.1.3 Encabezamiento de secuencia 3



Este encabezamiento de secuencia 3 corresponde a datos de 216 bytes de longitud fija subsiguientes al encabezamiento de secuencia 2. Load_Mixed_Mode_Matrix transmite parámetros de codificación en modo combinado, que se describirán en A.2.5 y A.3.5. El orden de transmisión de la dirección de transmisión del parámetro en modo combinado contenido en un cuadro de parámetros de cuantificación h1 (entrada de 16 bits; equivalente a 1M) está representado por 1 byte de A (Bs, M, Es, N, v, u) siendo Bs/M/Es/N/v/u/ = 00 a FF. Por lo tanto, el paquete PES es la longitud máxima.

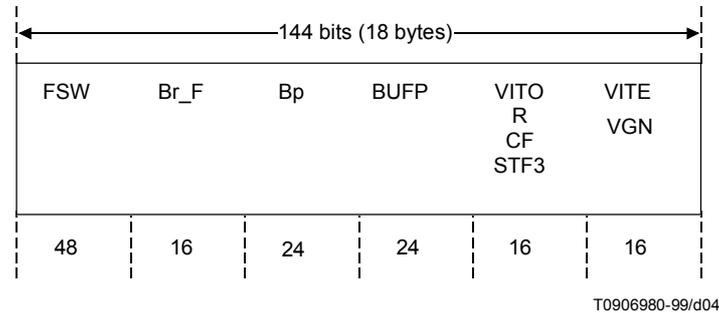
A.1.2 Capa de imagen

La imagen tiene una estructura repetida compuesta por una imagen I de encabezamiento y una pluralidad de imágenes p subsiguientes. La imagen I de encabezamiento está dirigida por una información de restauración R. Esta R se incluye en el encabezamiento de la imagen indicada en la figura A.1-2. El encabezamiento de imagen constituye un paquete PES con un encabezamiento de imagen.

(longitud del paquete PES = 000 000 0001 0010)

A.1.2.1 Encabezamiento de imagen

En la figura A.1-2 se muestra la estructura de un encabezamiento de imagen, cuyos componentes se describen en 1) a 8).



STF Bit de relleno

Figura A.1-2/J.88 – Estructura del encabezamiento de imagen

1) *FSW: Palabra de encabezamiento de trama vídeo*

FSW es una palabra de sincronización de trama y está formada por 47 bits "0" y 1 bit "1" subsiguiente. La palabra FSW se transmite una vez en el momento en que el lado recepción está en condiciones de recibir, establece la sincronización de secuencia y transmite parámetros. Si una vez establecida la sincronización, no se detecta, se considera que está fuera de la sincronización de trama.

2) *Br_F: Velocidad binaria (trama)*

No se cambian los parámetros y se cambia la velocidad binaria sin ninguna interrupción de la imagen. El número múltiple de 90 kbit/s está representado por $90 \times Br_F$ kbit/s (0 a 5898,15 Mbit/s).

3) *Bp: Capacidad máxima de la memoria tampón*

La transmisión se efectúa una vez en el encabezamiento de cada trama. Sólo cuando se reciben distintos esquemas, el cambio de la capacidad máxima de la memoria tampón se considera efectivo, y se efectúa en el lado del decodificador.

Éste es el parámetro que representa la capacidad de la memoria tampón. Una unidad tiene la ponderación de 32 bits, con un máximo de $32 \times 2^{24} = 512$ Mbits.

4) *BUFP: Puntero de memoria tampón*

El puntero de la memoria tampón tiene una unidad de 32 bits y representa la cantidad de la ocupación de la memoria tampón para cada imagen. Es posible representarlo hasta el máximo de $32 \times 2^{24} = 512$ Mbits.

5) *VITO/VITE: Posición VITS (IMPAR/PAR)*

Este componente indica si las líneas impares 10 a 20 (11 líneas) y las líneas pares 273 a 282 (10 líneas) son seleccionadas por 11 bits de VITO y 10 bits de VITE como línea VITS. Por ejemplo, cuando el tercer bit de VITO es "1", se selecciona la línea duodécima (12) como línea VITS, y esta línea se tiene en cuenta a efectos de transmisión.

6) *R: Información de restauración*

La imagen I en el encabezamiento del GOP es dirigida a un decodificador con transmisión de 1 bit. El estado "1" representa el modo restauración y "0" representa el modo codificación adaptable.

7) *CF: Trama de color*

Sea que la imagen tiene el campo 1,2 o el campo 3,4 es dirigida a un decodificador con una transmisión de 1 bit.

8) *VGN: Información de ganancia de imagen*

La señal de entrada está sujeta a una compresión de señal en la gama de 1/2 a 1 con una precisión de 6 bits (1/64).

A.1.2.2 Formato de la imagen compuesta EDTV-II

La frecuencia de muestreo debe ser cuatro veces la de la subportadora de color (3,58 MHz). Para obtener la zona de píxels activos codificada a partir de estos datos de la muestra, se eliminan la señal del periodo de supresión de trama vertical (figura A.1-3) y la señal del periodo de supresión de trama horizontal (figura A.1-4).

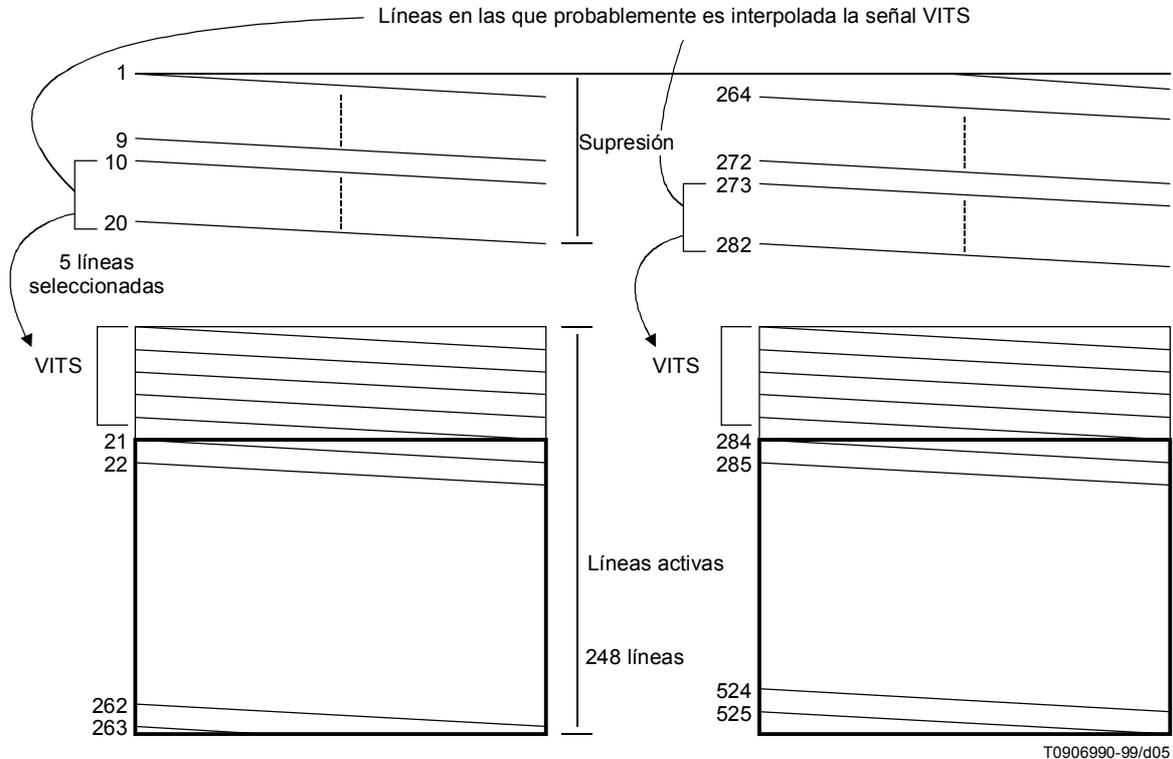


Figura A.1-3/J.88 – Eliminación de la señal del periodo de supresión de trama vertical

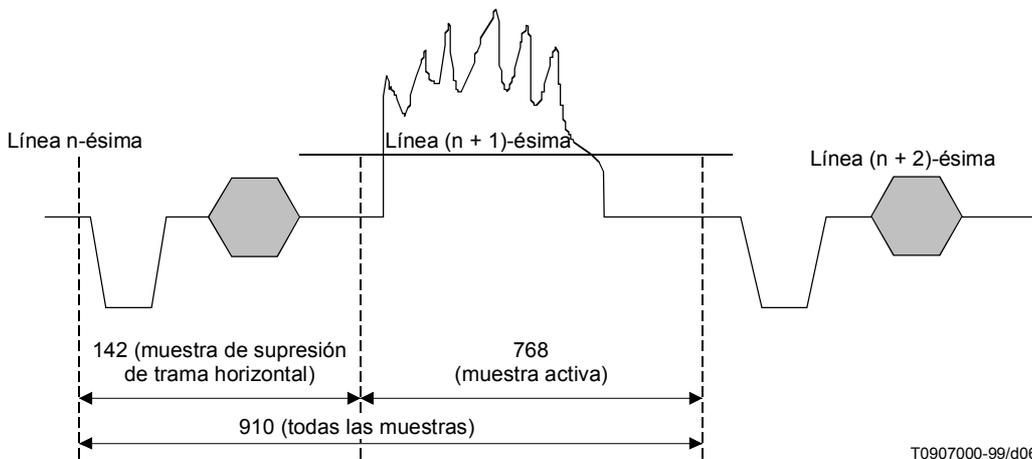


Figura A.1-4/J.88 – Eliminación de la señal del periodo de supresión de trama horizontal

A.1.3 Capa de rebanada

A.1.3.1 Estructura de rebanada

Una rebanada está formada por 768 píxels × 16 líneas activas y abarca una configuración horizontal de macrobloques con un tamaño de 16 × 16 líneas, que es la unidad de transmisión de diversas señales de control y vectores de movimiento. Por lo tanto, una rebanada está formada por 48 macrobloques en la dirección horizontal para los 768 píxels × 496 líneas de la imagen de la cual se han eliminado las señales de supresión de trama vertical y horizontal, tal como se indicó anteriormente, y una rebanada se compone de 31 rebanadas por imagen.

En la figura A.1-5 se muestra la relación entre rebanada y línea en la señal EDTV-II, y la rebanada se subdivide en cuatro tipos (Es): ID y zona de señal de control, zona límite, zona negra y zona de imagen activa.

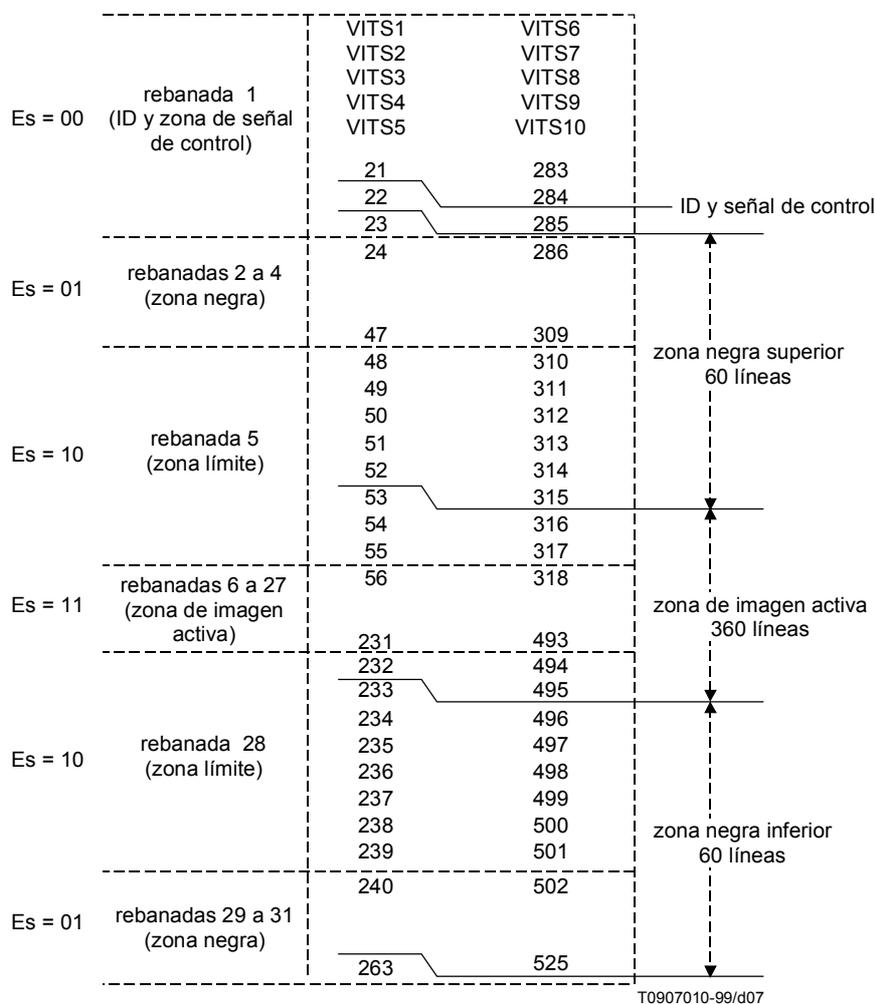


Figura A.1-5/J.88 – Cuatro tipos de rebanada de la señal EDTV-II

En la figura A.1-6 se muestra la estructura de cada rebanada, cuyos componentes se describen en 1) a 7).

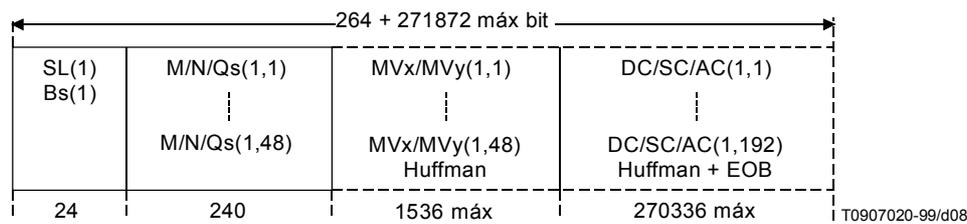


Figura A.1-6/J.88 – Estructura interna de una rebanada

1) $SL(n)$

La $SL(n)$ ubicada en el encabezamiento de la rebanada n -ésima representa la cantidad de información generada a partir de la rebanada. Esta SL se representa utilizando 19 bits. Debido a la cantidad máxima de información generada a partir del código de longitud variable de una rebanada es $272\ 136\ bits < 2^{19}\ bits = 2^{16}\ bytes$, que es el total de los códigos más largos supuestos de todos los coeficientes en una rebanada ($48 \times 64 \times 4$) y vectores de movimiento (48), o sea, 22 y 32 bits respectivamente (que se describirán en A.2.7 y A.3.1, respectivamente), la SL puede expresarla y estar contenida en un paquete PES. Un contador decodifica hasta la longitud de bit indicada por la $SL(n)$, y cuando llega a su fin, comienza a decodificar la rebanada siguiente.

2) $Bs(n)$: Información de memoria tampón

La cantidad de ocupación de la memoria tampón para codificar la n -ésima rebanada se representa utilizando 5 bits (32 pasos).

3) $M(n, m)$: Información de selección del modo codificación

El modo de codificación del m -ésimo macrobloque ($m = 1$ a 48) de la n -ésima rebanada se representa con 1 bit. El estado "0" se utiliza para el modo (combinado) inter y "1" para el modo intra. En A.2.5 se describirá la decisión con respecto al modo.

4) $N(n, m)$: Información de criticidad

La actividad del m -ésimo macrobloque ($m = 1$ a 48) de la n -ésima rebanada se representa con 2 bits (cuatro tipos). El estado "0" para la zona plana, "1" para la zona de gradiente, "2" para la zona de borde y "3" para la zona detalle. En A.2.4 se describirá la determinación de la información sobre criticidad.

5) $Qs(n, m)$: Información de selección de barrido

La selección de barrido de la orden de transmisión del coeficiente de la transformada Hadamard del m -ésimo macrobloque ($m = 1$ a 48) de la n -ésima rebanada se representa con 2 bits (cuatro tipos). En A.3.6 se describirá la determinación de la información de la selección de barrido.

6) $MV(n, m)$: Información del vector de movimiento

La información del vector de movimiento del m -ésimo macrobloque de la n -ésima rebanada se representa por el código de Huffman. En A.2.3 se describirá la detección del vector de movimiento.

7) $DC/SC/AC(n, 1)$: Datos del coeficiente de transformación

Los datos del coeficiente de transformación constituyen un componente DS/SC/AC con codificación de Huffman bidimensional del primer bloque ($1 = 1$ a 192) de la n -ésima rebanada (que se describirá más adelante).

En este caso, los datos de rebanada de 1) a 5) están en forma de longitud fija pero 6) MV y 7) $DC/CS/AC$ están en forma de datos de longitud variable. 2) Bs es la información de control con unidad de rebanada y 3) a 6) son información de control con unidad de macrobloque.

A.1.3.2 Macrobloque

El macrobloque tiene siempre un tamaño de $16\ pixels \times 16\ líneas$ y se compone de cuatro WHT de 8×8 (transformada de Hadamard). El cómputo de los macrobloques en una rebanada se efectúa de izquierda a derecha, o sea, mediante exploración de barrido por cuadrículas; el cómputo de bloques en un macrobloque se efectúa como se indica en la figura A.1-7.

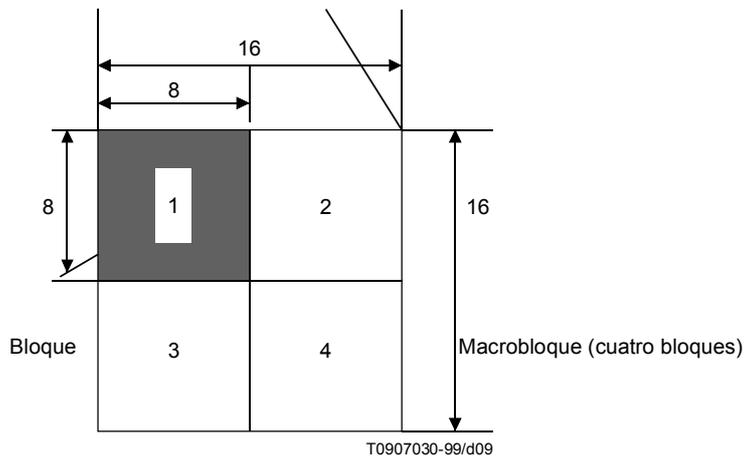


Figura A.1-7/J.88 – Estructura de macrobloque

Debido a que el macrobloque se aplica en la codificación de la transformada de Hadamard basada directamente en la trama, tiene una estructura tal como la que se indica en la figura A.1-8.

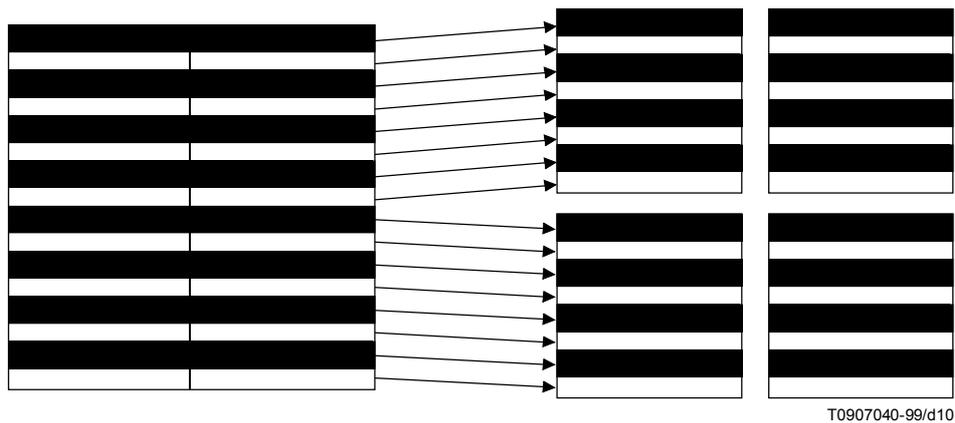


Figura A.1-8/J.88 – Relación entre trama y macrobloque

A.1.3.3 Bloque

El bloque es una unidad para la ejecución directa de WHT en la señal EDTV-II compuesta con un tamaño de 8 píxels \times 8 líneas. Se supone que la codificación de la transformada de Hadamard se efectúa según la base de trama generada a partir de la fusión de campos (figura A.1-9).

A.2 Proceso de codificación

En la figura A.2-1 se muestra la estructura completa del proceso de codificación.

El muestreo de la señal EDTV-II debe efectuarse en 14,3 MHz, con una precisión de 8 bits. El proceso de codificación de estos datos implica básicamente la eliminación del componente redundante tiempo espacio por la codificación compuesta inter/intra de la transformada de Hadamard adaptable con compensación de movimiento. A continuación se describen los elementos asociados con el proceso de codificación.

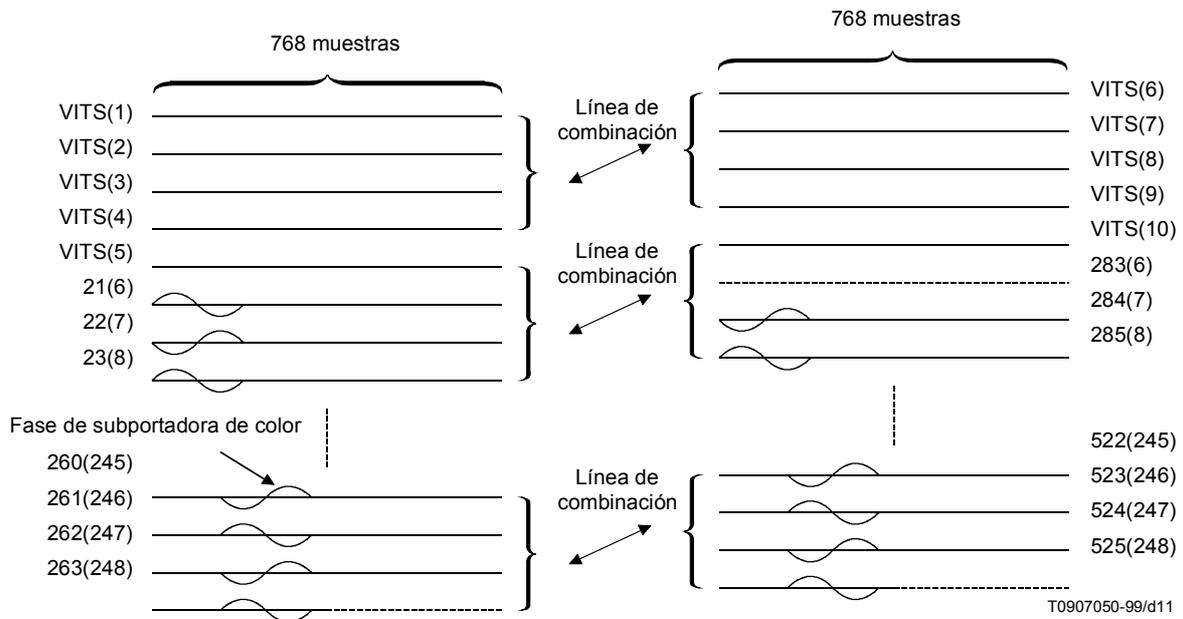


Figura A.1-9/J.88 – Codificación de la WHT en trama basada en la fusión de campos

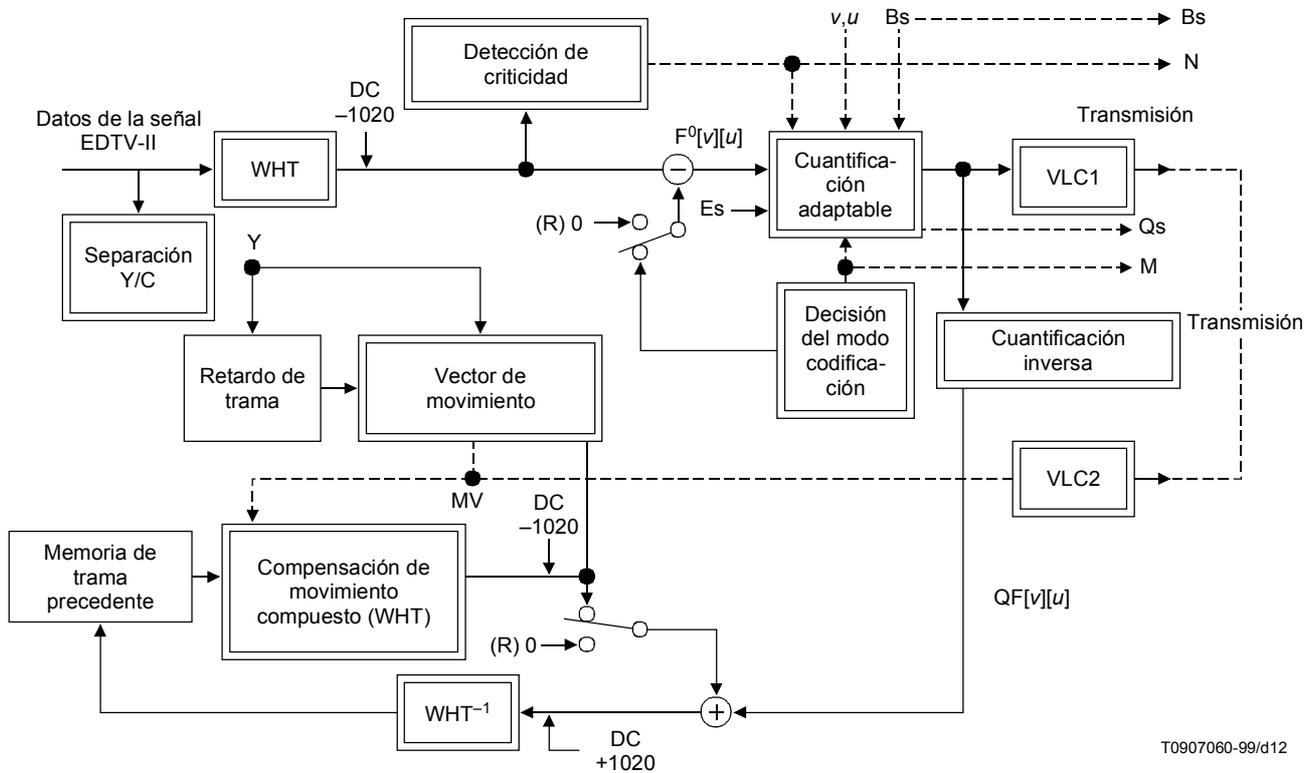


Figura A.2-1/J.88 – Estructura completa del proceso de codificación

A.2.1 Transformada de Hadamard intra trama (WHT)

Un bloque de 8 (píxels) × 8 (líneas) indicado en la figura está formado por la combinación alternativa de 4 líneas (4n + 1), (4n + 2), (4n + 3) y (4n + 4) en un campo impar y 4 líneas (4n + 1), (4n + 2), (4n + 3) y (4n + 4) en un campo par con datos de 768 (píxels) × 496 (líneas) introducidos como píxel activo de codificación (véase A.1.2.2).

$$[V](n, m) = \begin{bmatrix} A(4n + 1, 8m + 1) & A(4n + 1, 8m + 2) & \dots & A(4n + 1, 8m + 8) \\ B(4n + 1, 8m + 1) & B(4n + 1, 8m + 2) & \dots & B(4n + 1, 8m + 8) \\ A(4n + 2, 8m + 1) & A(4n + 2, 8m + 2) & \dots & A(4n + 2, 8m + 8) \\ B(4n + 2, 8m + 1) & B(4n + 2, 8m + 2) & \dots & B(4n + 2, 8m + 8) \\ A(4n + 3, 8m + 1) & A(4n + 3, 8m + 2) & \dots & A(4n + 3, 8m + 8) \\ B(4n + 3, 8m + 1) & B(4n + 3, 8m + 2) & \dots & B(4n + 3, 8m + 8) \\ A(4n + 4, 8m + 1) & A(4n + 4, 8m + 2) & \dots & A(4n + 4, 8m + 8) \\ B(4n + 4, 8m + 1) & B(4n + 4, 8m + 2) & \dots & B(4n + 4, 8m + 8) \end{bmatrix}$$

En la ecuación, A(j, i) representa el valor del i-ésimo píxel en la j-ésima línea de un campo impar, y B(j, i) representa el valor del e-ésimo píxel en la j-ésima línea de un campo par, m es 0 a 95, y n es 0 a 61.

El bloque [V] de 8 (píxels) × 8 (líneas) obtenido por la formación de bloque está sujeto a la transformada de Walsh-Hadamard.

A.2.2 Separación Y/C

La señal compuesta de entrada está sujeta en primer lugar a la separación Y/C en la base de campo. Se recomienda asignar independientemente una función de prefiltrado a una señal Y y a una señal C en la base de campo. En la figura A.2-2 se muestra la función de filtrado. Antes del filtrado, la señal Y se utiliza para la detección de movimiento.

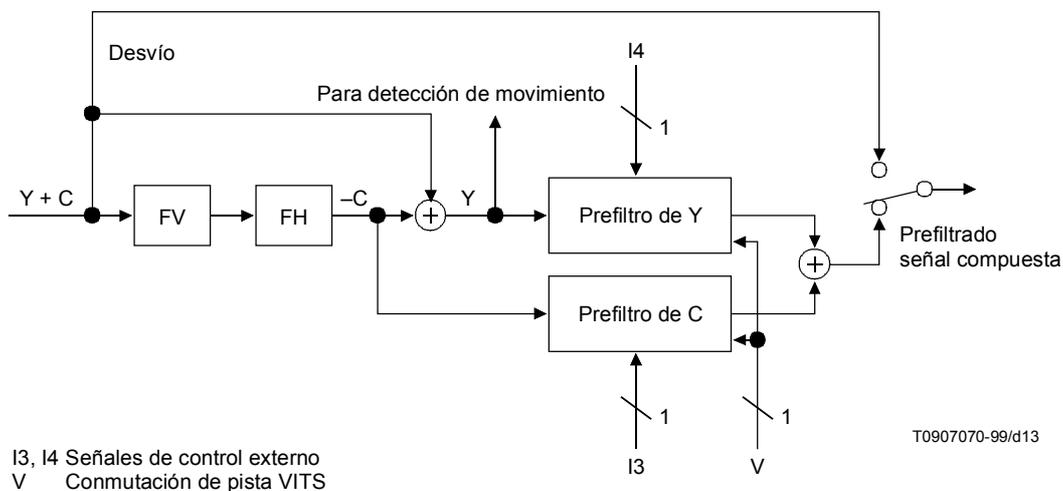


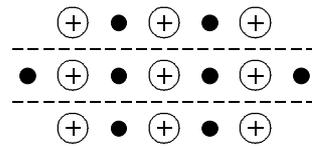
Figura A.2-2/J.88 – Estructura del prefiltrado del tipo separación Y/C

Se recomiendan a continuación los coeficientes de filtro:

- Filtro vertical (FV):
(-0,25 0,0 0,5 0,0 -0,25)
- Filtro horizontal (FH):
(0,03125 0,0 -0,0625 0,0 0,09375 0,0 -0,125
0,0 0,125 0,0 -0,125 0,0 0,125 0,0
-0,125 0,0 0,09375 0,0 -0,0625 0,0 0,03125)

prefiltro de Y (bidimensional)

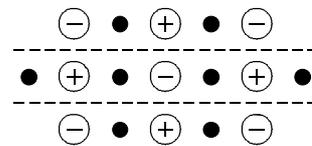
$$\frac{1}{(KY + 2)^2} \begin{bmatrix} 1 & KY & 1 \\ KY & KY^2 & KY \\ 1 & KY & 1 \end{bmatrix}$$



T0907350-99/d14

prefiltro de C (bidimensional)

$$\frac{1}{-(KC - 2)^2} \begin{bmatrix} -1 & KC & -1 \\ KC & -KC^2 & KC \\ -1 & KC & -1 \end{bmatrix}$$



T0907080-99/d15

El valor de KY y KC es variable en la gama de 1 a 64. Es conveniente que KY y KC sean independientemente variables en el cuadro de coeficientes de prefiltro y que estén controlados por la velocidad binaria Br y la información de memoria tampón Bs. KY y KC se ACTIVAN/DESACTIVAN en respuesta a las señales de control externo I3/I4. Cuando el prefiltro está DESACTIVADO, se desvía la señal de entrada.

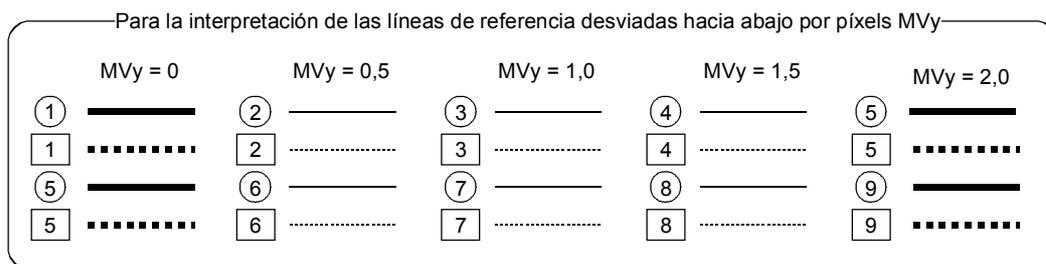
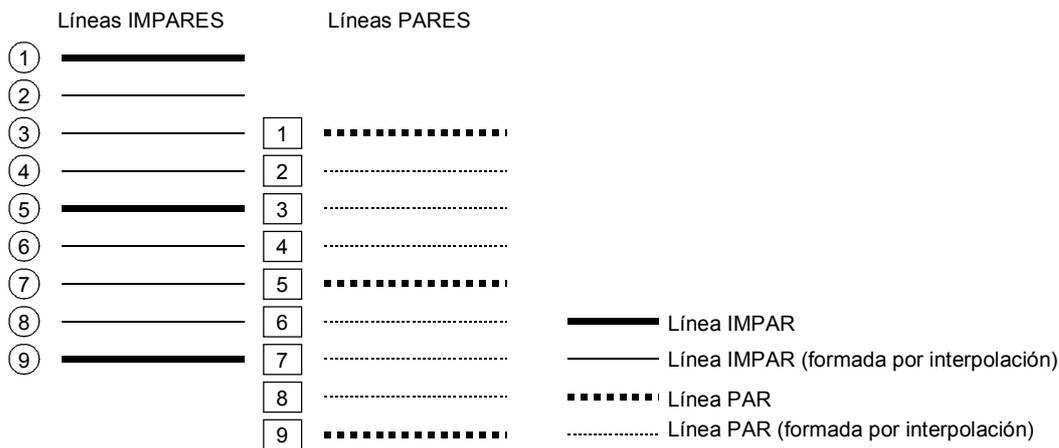
A.2.3 Detección del vector de movimiento

La detección de movimiento es efectuada en la unidad de macrobloque por base de trama a través de la señal original (antes del prefiltro) de Y obtenida por la separación Y/C y por la señal Y de la imagen original de la trama precedente. La gama de la detección de movimiento cubre a lo sumo -128,0 a +127,5 píxels en dirección horizontal y -128,0 a +127,5 líneas de trama en dirección vertical. La precisión es de medio píxel en sentido horizontal y de 1/2 línea de trama en sentido vertical. Según el método para formar medio píxel y 1/2 línea de trama, se recomienda la interpolación de medio píxel en la base de campo y 1/4 de línea de campo, tal como se describe en la figura A.2.3.

En la figura A.2-4 se indican los coeficientes de filtros recomendados para obtener el píxel/línea decimal. El lado derecho y el lado inferior del vector de movimiento (MVx, MVy) se denominan MVx y MVy respectivamente desde el punto de vista del bloque de codificación (trama ordinaria) al bloque de referencia (bloque precedente).

A.2.4 Detección de criticidad

La criticidad, que es la referencia para la dificultad de la imagen, se obtiene en las unidades de macrobloque. El valor absoluto de 64 coeficientes de transformación se comparan con un cierto valor de umbral en la transformada de Hadamard, y los valores más altos que el valor de umbral se computan como coeficiente significativo, el total de los coeficientes significativos se clasifican en cuatro valores de criticidad.



T0907090-99/d16

Figura A.2-3/J.88 – Interpolación de medio píxel y 1/4 de línea campo

Se recomiendan los valores de umbral siguientes.

Valor de umbral para comparación de coeficientes: 7

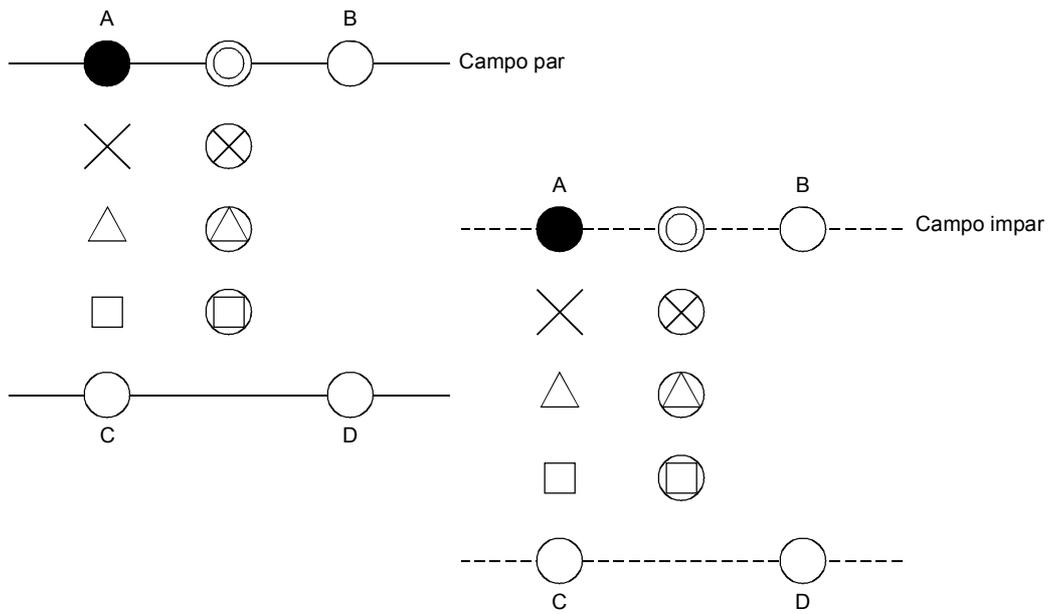
- N = 00 (zona plana): 0 a 20
- N = 01 (zona de gradiente): 21 a 50
- N = 10 (zona de borde): 51 a 85
- N = 11 (zona de detalles): 86 o valores subsiguientes

A.2.5 Decisión del modo codificación

Se proporcionan dos tipos de modos como modos de codificación adaptables. Si hay una señal de indicación de restauración (R), el modo de codificación es el modo restauración = todos modos intra. Si no existe ninguna señal de indicación de restauración (R), se trate tanto del modo combinación A o del modo combinación B, es considerado según el procedimiento indicado en la figura A.2-5. La señal de trama de predicción es introducida en los cuadros de conversión de valores de predicción A y B y, calculando la diferencia a partir de la señal de trama corriente, se selecciona cualquier otro modo.

En la figura A.2-6 se indica la conversión de los valores de predicción de cada modo (véase A.3.6).

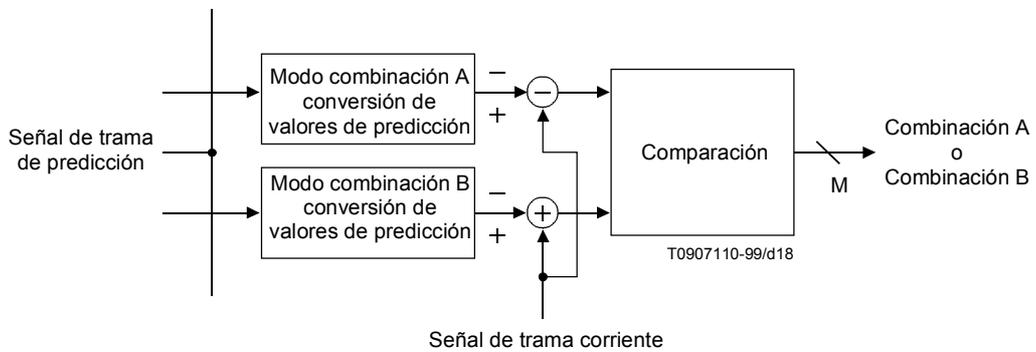
Para el modo combinación A, $M = 0$ y para el modo combinación B, $M = 1$. Según el contenido del cuadro h1, el encabezamiento de secuencia 3 se utiliza para el proceso de codificación. La función h2 se utiliza para multiplicar $A[v][u]$ por la señal de trama de predicción. En ella, v representa la posición del coeficiente vertical (0 a 7) y u representa la posición del coeficiente horizontal (0 a 7).



	A	B	C	D
●	1	0	0	0
⊗	3/4	0	1/4	0
△	1/2	0	1/2	0
□	1/4	0	3/4	0
⊗	5/16	5/16	3/16	3/16
⊗	1/4	1/4	1/4	1/4
⊗	3/16	3/16	5/16	5/16
⊙	1/2	1/2	0	0

T0907100-99/d17

Figura A.2-4/J.88 – Compensación de movimiento de la precisión píxel/línea decimal



T0907110-99/d18

Figura A.2-5/J.88 – Decisión del modo combinación

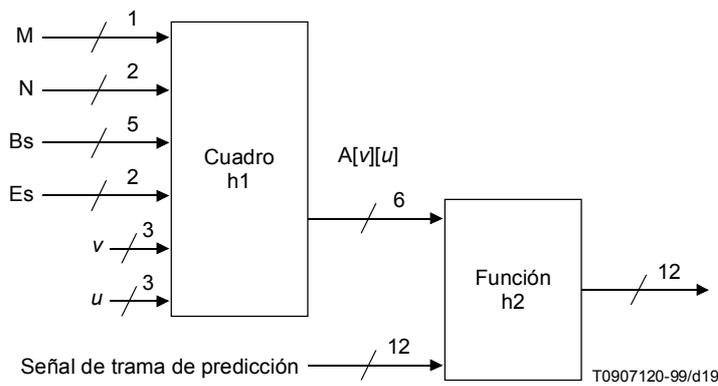


Figura A.2-6/J.88 – Estructura de la conversión de valores de predicción

A.2.6 Cuantificación adaptable/barrido adaptable

En la figura A.2-7 se muestra la estructura de la cuantificación adaptable y el barrido adaptable, incluida una operación inversa.

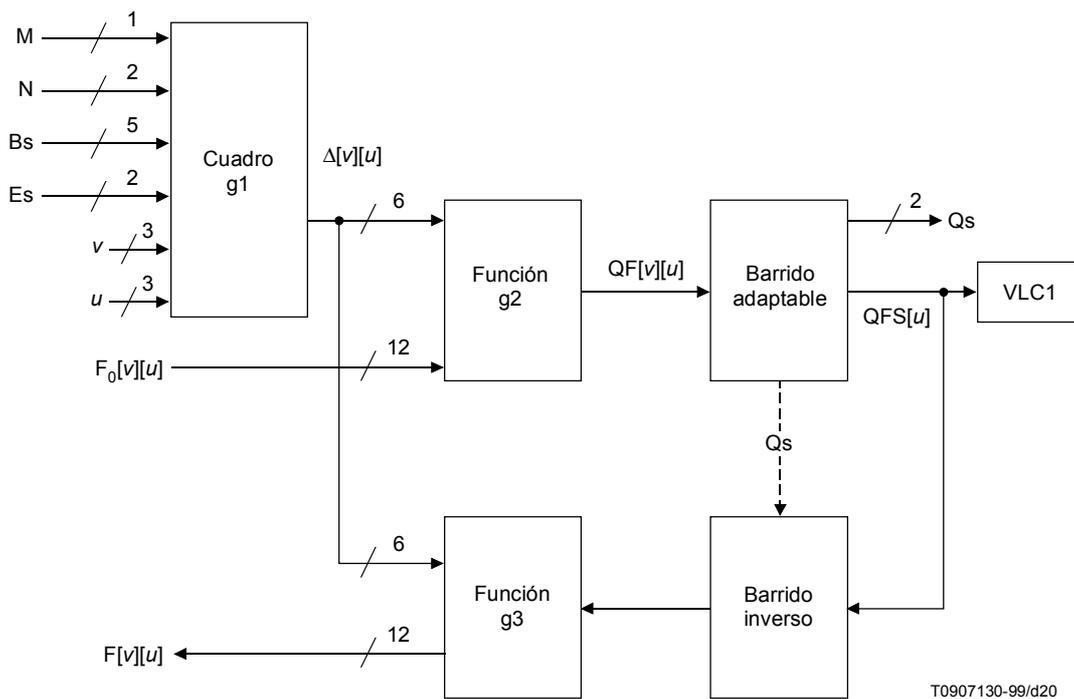


Figura A.2-7/J.88 – Cuantificación adaptable/barrido adaptable

En la cuantificación adaptable, el tamaño del paso del cuantificador $\Delta[v][u]$ se determina utilizando la función g1 mediante el modo de codificación M (1 bit), criticidad N (2 bits), ocupación de la memoria tampón Bs (5 bits) y tipo de rebanada Es (2 bits). A continuación se obtiene $QF[v][u]$ utilizando la función g2.

Según el contenido del cuadro g1, el encabezamiento de frecuencia 2 se utiliza para el proceso de decodificación. La función g2 es básicamente el cociente redondeado de $F_0[v][u]$ dividido por $\Delta[v][u]$.

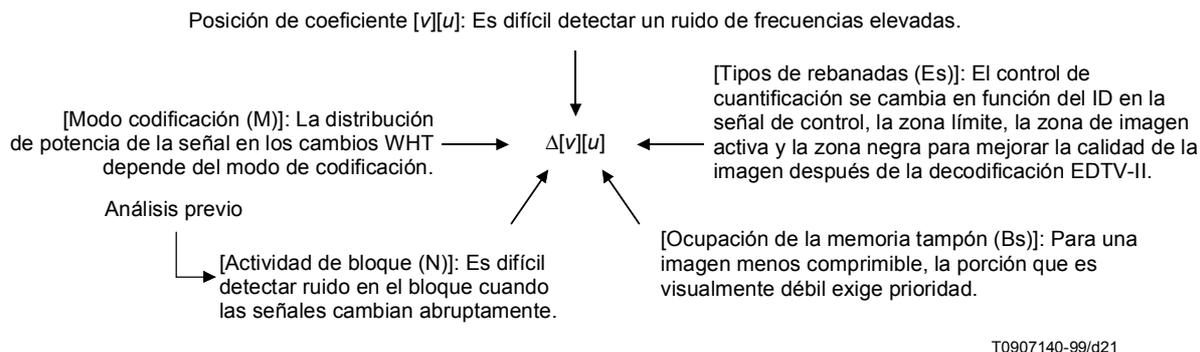


Figura A.2-8/J.88 – Orientaciones de diseño para el cuadro de cuantificación adaptable

A continuación, $QF[v][u]$ que es una gama de coeficientes bidimensionales, se convierte a $QFS[u]$, que son datos unidimensionales, seleccionando el diagrama óptimo entre los cuatro tipos de diagramas de barrido predeterminados. Para la selección, se recomienda un método de selección de diagramas que reduzca al mínimo el número de coeficientes hasta el final de bloque (EOB, *end of block*). El diagrama seleccionado se transmite en respuesta a la información de control de Q_s (2 bits).

$QFS[u]$, se codifica mediante VLC1, que se transmite y devuelve simultáneamente a $QF[v][u]$ por barrido inverso como proceso de decodificación local (véase A.3.3), y luego se devuelve a $F[v][u]$ por la función g_3 ; este valor se utiliza como valor de predicción para la trama siguiente (véase A.3.4).

A.2.7 Codificación de longitud variable

A.2.7.1 Codificación (VLC1) del coeficiente WHT

Para el código de longitud variable correspondiente a los datos codificados, se utiliza un código bidimensional Huffman con una longitud de gama de repetición cero, y un nivel de salida de cuantificación como símbolo. En la asignación de códigos se utiliza un código Huffman con una longitud de código de 3 a 14 bits para 126 símbolos especificados.

El código se asigna a los símbolos residuales en la forma que se describe a continuación. Palabra de código (22 bits) = código de escape (6 bits) + longitud de gama de repeticiones (6 bits) + número de nivel de cuantificación (10 bits).

Para un modo diferente se utiliza una combinación de símbolos y un diagrama de códigos Huffman diferentes.

El código Huffman debe reunir las siguientes condiciones (figura A.2-9).

- 1) El nivel de cuantificación correspondiente a los 126 símbolos especificados debe situarse en una gama de -32 a $+31$.
- 2) Los códigos Huffman con una longitud de código de 12 bits en relación con los diagramas de códigos Huffman correspondientes a los 126 símbolos especificados deben tener un diagrama fijo de 2 bits de bajo orden.

En el apéndice V se muestra el esquema de código de longitud variable (VLC1) para la codificación del coeficiente WHT.

A.2.7.2 Codificación del vector de movimiento (VLC2)

La información sobre el vector de movimiento se transmite en la forma descrita a continuación para cada macrobloque.

- 1) En el caso del modo restauración:

Como la información sobre el vector de movimiento no es necesaria, no se transmite.
- 2) En el caso del macrobloque de extremo izquierdo de cada pista:

El macrobloque de encabezamiento de cada pista transmite el propio vector de movimiento, en lugar de un valor diferencial.
- 3) Otros casos:

El valor diferencial del vector de movimiento del macrobloque precedente se codifica y transmite.

Longitud de la gama de repetición cero	Número de nivel de cuantificación	Palabra de código
0	1	11s
0	2	0100 s
0	3	0010 1s
0	4	0000 110s
0	5	0010 0110 s
0	6	0010 0001 s
0	7	0000 0010 10s
0	8	0000 0001 1101 s
0	9	0000 0001 1000 s
0	10	0000 0001 0011 s
0	11	0000 0001 0000 s
0	12	0000 0000 1101 0s
0	13	0000 0000 1100 1s
0	14	0000 0000 1100 0s
0	15	0000 0000 1011 1s
1	1	011s
1	2	0001 10s
1	3	0010 0101 s
1	4	0000 0011 00s
1	5	0000 0001 1011 s
1	6	0000 0000 1011 0s
1	7	0000 0000 1011 1s

El número de nivel de cuantificación asignado a una gama de repetición cero está restringido a una gama de -32 a +31

T0907150-99/d22

NOTA – Los 2 bits de orden más bajo de una palabra de código que exceda de 12 bits tienen un esquema fijo.

Figura A.2-9/J.88 – Restricción al código Huffman

A.2.8 Compensación de movimiento compuesto

A.2.8.1 Concepto

En la figura A.2-10 se muestra el concepto de aplicación de la codificación inter trama de compensación de movimiento a la señal compuesta NTSC.

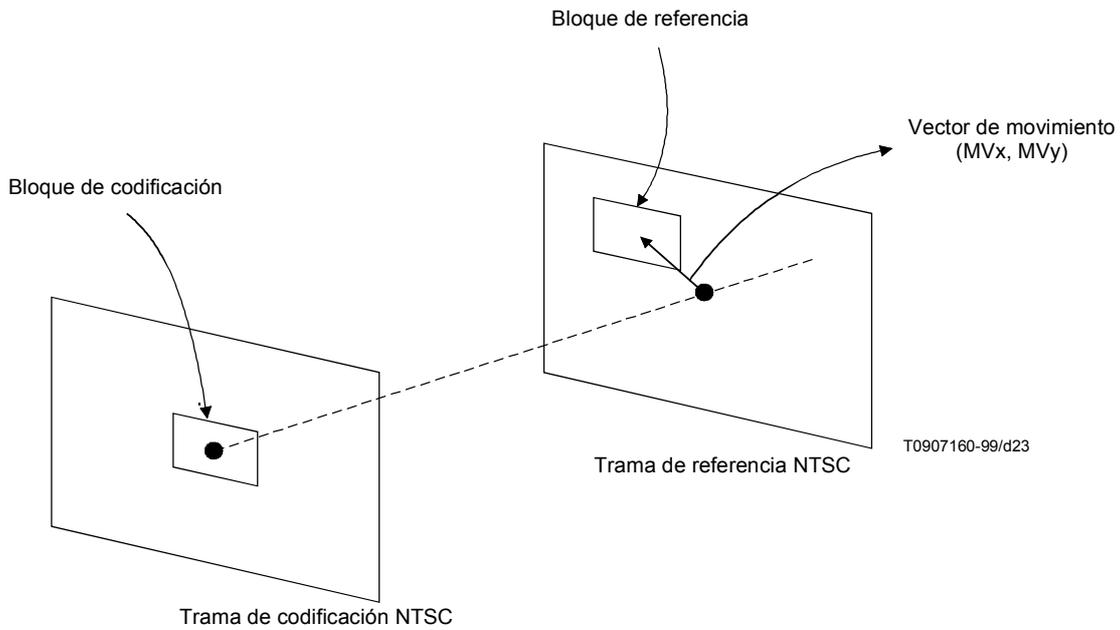


Figura A.2-10/J.88 – Codificación inter trama de compensación de movimiento NTSC

Existe un desplazamiento de fase de la subportadora de color, que depende del valor del vector de movimiento (MV_x, MV_y) entre el bloque de codificación y el bloque de referencia, como se muestra en la figura A.2-10. Tomando en cuenta que NTSC es una señal, se establece la precisión de (MV_x, MV_y) en la precisión de 1 píxel en sentido horizontal y 1 línea de campo en sentido vertical (2 líneas de trama); en virtud del muestreo 4 fsc ($fsc = 3,58$ MHz). Existen 4 tipos de desplazamientos de fase – 0 grado (4), 90 grados (3), 180 grados (1) y 270 grados (2) – de la subportadora de color. El lado derecho está definido en la visualización como MV_x+ y el lado inferior como MV_y+ en el sentido trama de codificación a trama de referencia; en la figura A.2-11 se muestra el desplazamiento de fase, en función del valor de (MV_x, MV_y).

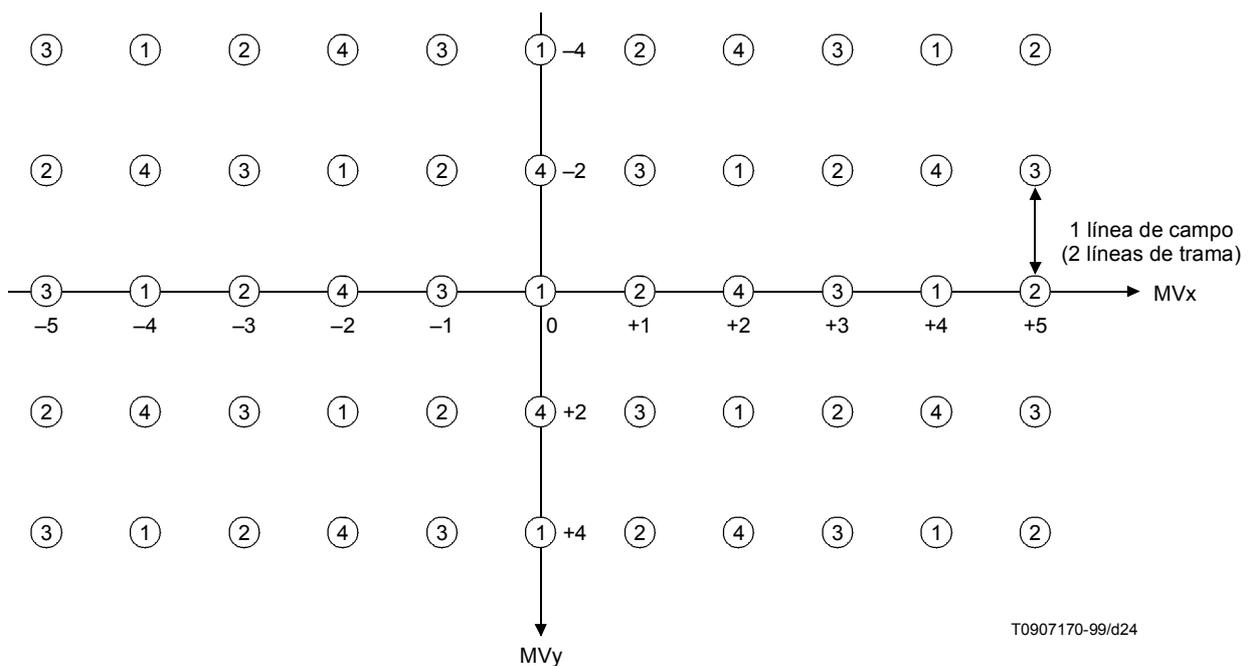


Figura A.2-11/J.88 – Desplazamiento de fase de la subportadora de color en función del vector de movimiento (MV_x, MV_y)

A.2.8.2 Desplazamiento de fase de la subportadora de color en función del vector de movimiento

La relación entre el vector de movimiento (MV_x, MV_y) (MV_x, MV_y entero) y el desplazamiento de fase se expresa con la siguiente ecuación:

$$\{MV_x + MV_y\} = \begin{cases} 4n + 2 \text{ (desplazamiento 0 grado: 4)} \\ 4n \text{ (desplazamiento 180 grados: 1)} \\ 4n + 1 \text{ (desplazamiento 270 grados: 2)} \\ 4n + 3 \text{ (desplazamiento 90 grados: 3)} \end{cases}$$

Para compensar el desplazamiento de fase, se aplica una transformada de Hadamard 8×8 al bloque de codificación y bloque de referencia mostrados en la figura A.2-10.

La matriz del bloque de codificación 8×8 en la base de la trama se designa como trama S y la matriz del bloque de referencia del mismo tamaño se designa como trama S'; en la figura A.2-12 se muestra la formación de bloque. Luego, en la figura A.2-13 se muestra la subportadora de color en la transformada de Hadamard bidimensional, sobre la base de la figura A.2-12.

A.2.8.3 WHT superpuesta para compensación de movimiento con precisión de medio píxel

Como surge claramente de la figura A.2-12, la compensación de fase se lleva a cabo mediante un procesamiento simple de inversión de polaridad y transposición de C1, C2, C3 y C4.

Al igual que para el vector de movimiento con precisión de píxel decimal, los píxels periféricos necesarios para la compensación de movimiento con precisión de medio píxel y de media línea están sujetos a la compensación de fase en una pluralidad de bloques (4 bloques), posteriormente se les aplica el procesamiento de interpolación del coeficiente de transformación de Hadamard con el mismo orden, luego se ejecuta la transformada de Hadamard inversa (igual que H) y por último se forma la matriz de predicción final. Este concepto aparece en la figura A.2-14.

Se describe la estructura para la realización de la función antes descrita. En la figura A.2-15 se muestra un diagrama de bloques.

A.2.8.4 Procesamiento de señal de entrada a salida

La compensación de movimiento con una precisión de medio píxel/media línea es la premisa. En este caso, como se necesita el procesamiento de interpolación, es necesario introducir todos los píxels de referencia próximos. Este concepto aparece en la figura A.2-16. Por consiguiente, se necesita introducir $9 \text{ píxels} \times 10 \text{ líneas} = 90 \text{ píxels}$ por 1 bloque de entrada. Se aplica la transformada de Hadamard (WHT) a cada uno de los $8 \text{ píxels} \times 8 \text{ líneas} = 64 \text{ píxels}$ superpuestos entre A, B, C y D, que aparecen en la figura A.2-16. Se aplica PC (compensación de fase) al coeficiente de transformación, con adaptación al desplazamiento de fase 1, 2, 3 y 4, por el registrador, para obtener datos en serie del vector de movimiento de cada bloque A, B, C y D. En la figura A.2-17 se muestra la expresión de la figura A.2-11 sobre datos en serie.

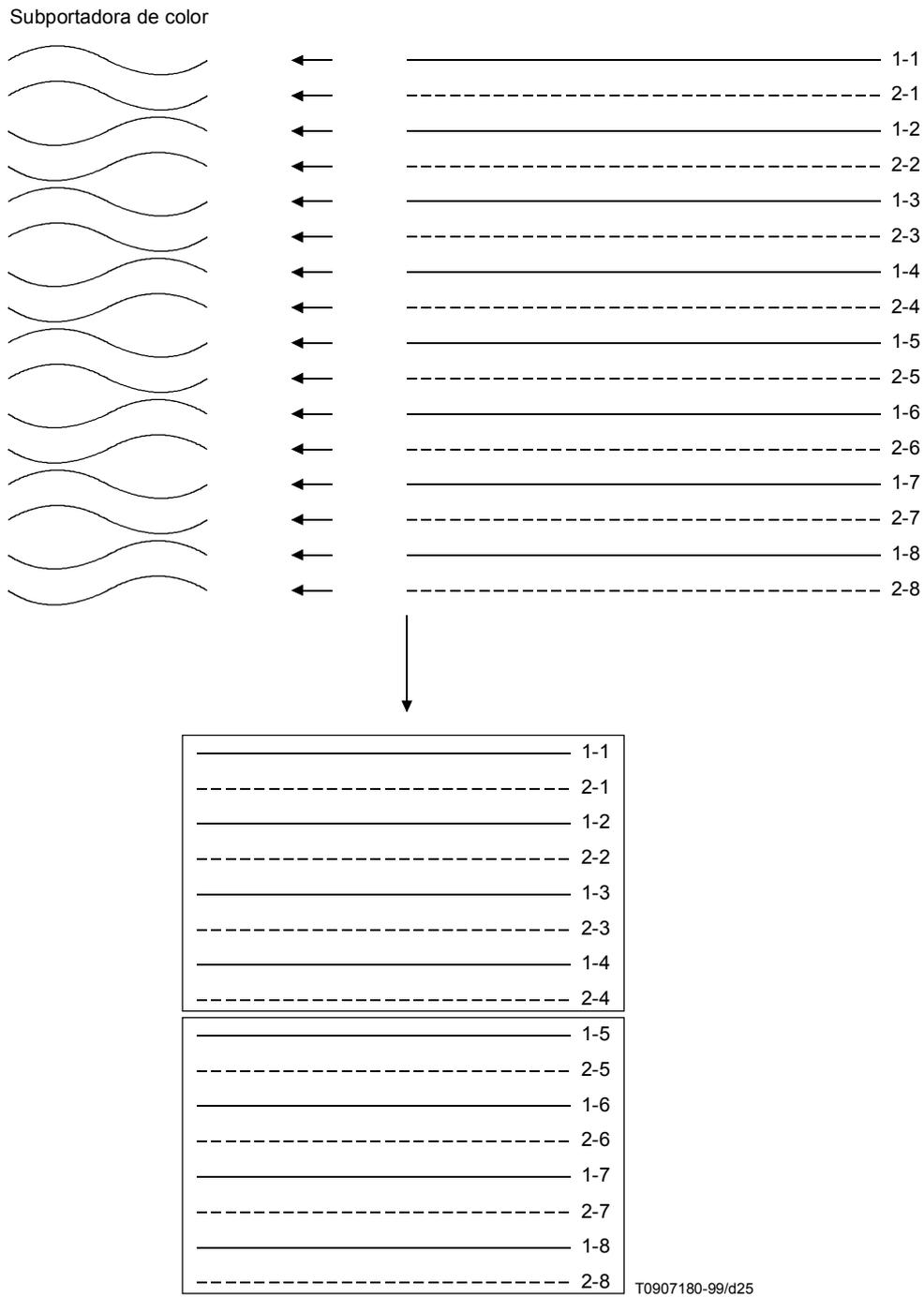


Figura A.2-12/J.88 – Matriz en la base de trama

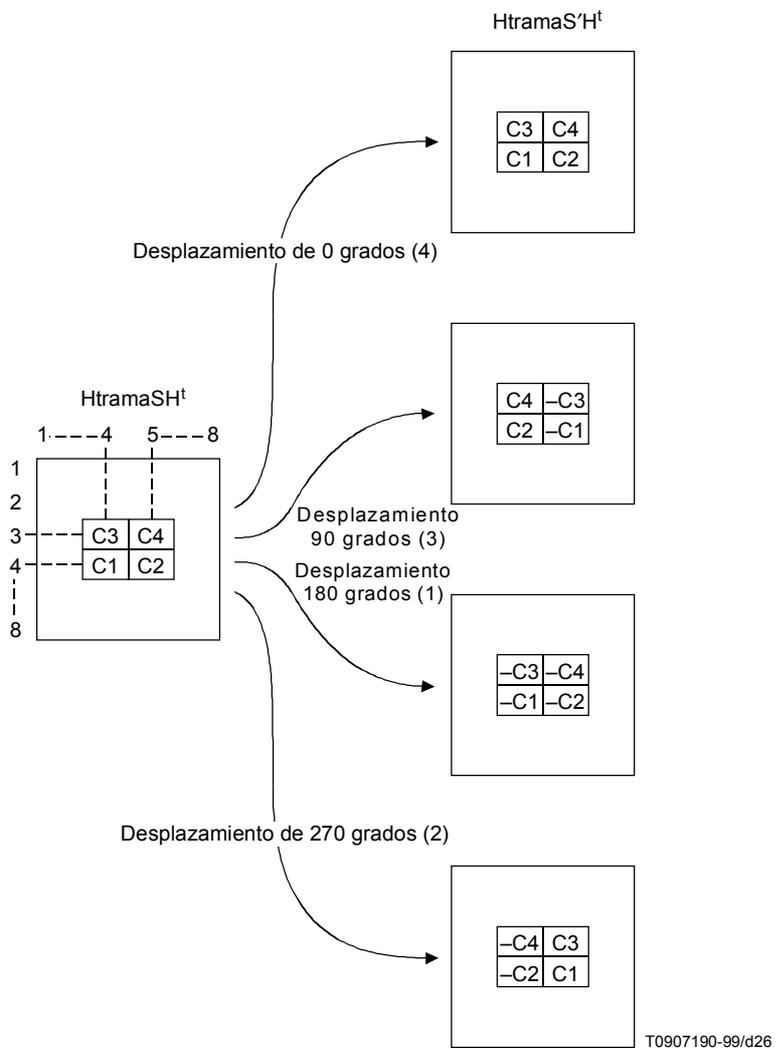


Figura A.2-13/J.88 – Subportadora de color en la transformada de Hadamard bidimensional

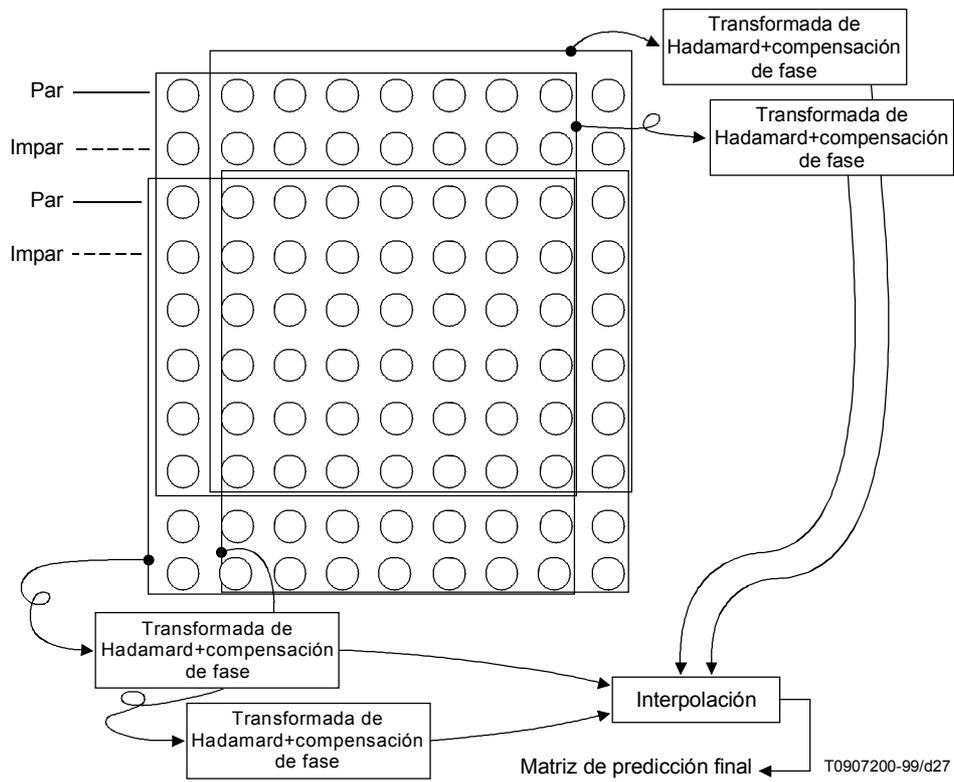


Figura A.2-14/J.88 – Concepto del proceso de interpolación en una estructura de transformación de Hadamard

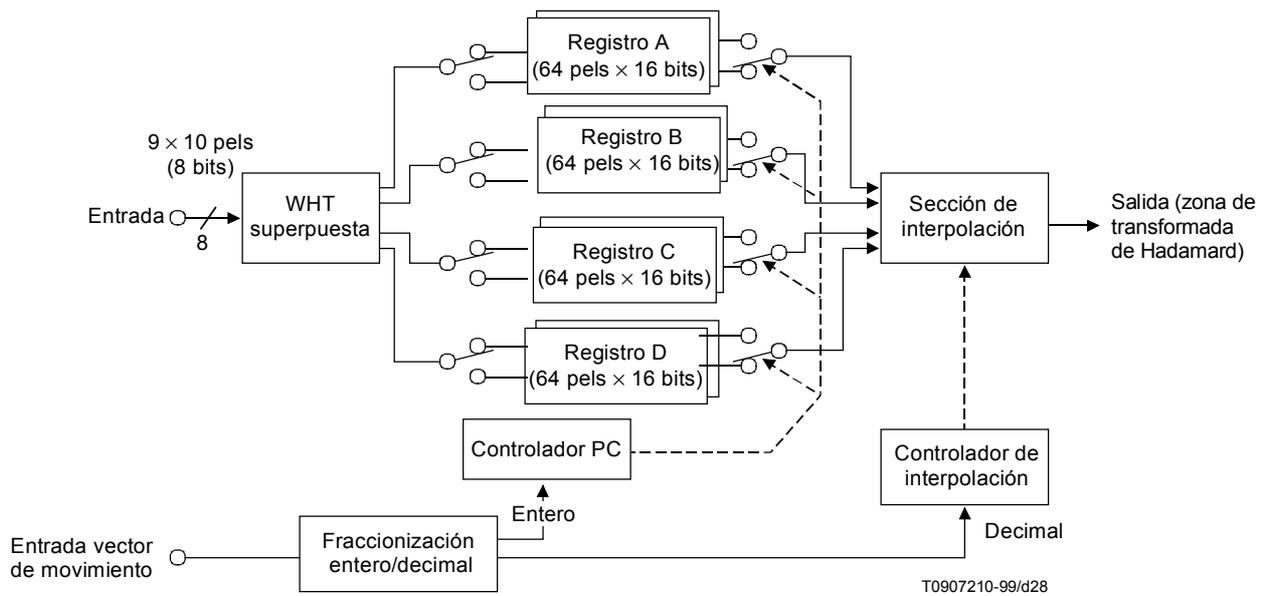


Figura A.2-15/J.88 – Estructura de compensación de movimiento compuesto

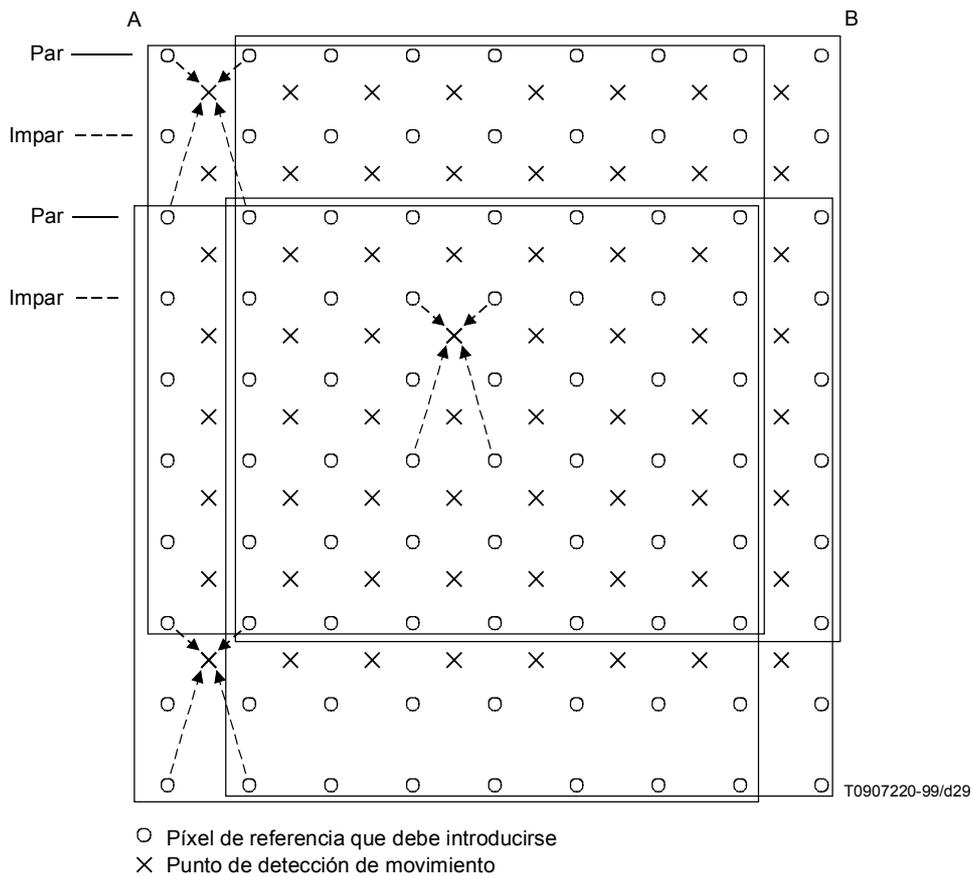


Figura A.2-16/J.88 – Pixel de referencia que debe introducirse y punto de detección de movimiento

Orden de escritura y lectura	1, ..., 19, 20, ..., 51, 52, ..., 64
Escritura	_____, C ₁ , C ₂ , _____, C ₃ , C ₄ , _____
Desplazamiento de 0 grados ④	_____, C ₁ , C ₂ _____, C ₃ , C ₄ , _____
Desplazamiento de 90 grados ③	_____, C ₂ , -C ₁ _____, C ₄ , -C ₃ , _____
Desplazamiento de 180 grados ①	_____, -C ₁ , -C ₂ _____, -C ₃ , -C ₄ , _____
Desplazamiento de 270 grados ②	_____, -C ₂ , C ₁ _____, -C ₄ , -C ₃ , _____

Figura A.2-17/J.88 – Expresión de la compensación de fase (PC) en datos en serie

El desplazamiento de fase en cada registrador A, B, C y D se calcula como se describe a continuación.

Las fracciones de enteros (fracción de entero como expresión complementaria de 2) de MV_x y MV_y son mencionadas como X e Y.

Registro A:

$$\{X + Y\} = \begin{cases} 4n + 2 \rightarrow \textcircled{4} \\ 4n \rightarrow \textcircled{1} \\ 4n + 1 \rightarrow \textcircled{2} \\ 4n + 3 \rightarrow \textcircled{3} \end{cases}$$

Registro B, Registro C:

$$\{X + Y\} = \begin{cases} 4n + 1 \rightarrow \textcircled{4} \\ 4n + 3 \rightarrow \textcircled{1} \\ 4n \rightarrow \textcircled{2} \\ 4n + 2 \rightarrow \textcircled{3} \end{cases}$$

Registro D:

$$\{X + Y\} = \begin{cases} 4n \rightarrow \textcircled{4} \\ 4n + 2 \rightarrow \textcircled{1} \\ 4n + 3 \rightarrow \textcircled{2} \\ 4n + 1 \rightarrow \textcircled{3} \end{cases}$$

El valor medio píxel/media línea se interpola con el coeficiente del mismo orden de los cuatro bloques A, B, C y D, que tengan la misma fase resultante de la compensación de fase para formar el bloque de predicción final. La línea par dista en 1/60 segundos de la línea impar en la figura A.2-16; en el caso de una escena de movimiento rápido, la correlación entre la línea par y la línea impar se vuelve mucho más baja. Para evitar este inconveniente, se aplica la interpolación para medio píxel/media línea en el mismo campo, como se muestra en la figura A.2-18.

A.2.8.5 Precisión de cálculo

En la figura A.2-19 se muestra la precisión de cálculo en la compensación de movimiento compuesta.

En el cálculo de la WHT, el cómputo del bit pleno se apoya ensanchando la anchura de los bits de entrada en 3 bits o más, a fin de formar un bit de salida más ancho. La anchura de bits es la misma, antes y después de la compensación de fase. Todos los coeficientes de interpolación para la interpolación son enteros múltiplos de 1/16 (0 a 16); la interpolación se lleva a cabo por el cálculo de desplazamiento de 4 bits a fin de ensanchar la anchura del bit de entrada en 4 bits, para formar una anchura de bit de salida más ancha, que permite el cálculo del bit pleno. En el cómputo final, la expresión numérica real con precisión de 19 bits se redondea para convertirla en una expresión entera con una precisión de 12 bits.

A.3 Proceso de decodificación

Se especifica el proceso de decodificación para la regeneración de trama a partir de los datos codificados. En la figura A.3-1 se muestra la estructura íntegra de este proceso.

Cuatro tipos de rebanadas se reflejan en el control de la cuantificación inversa y el modo mixto inverso. Como el tipo de rebanadas (Es) está formado por el contador de rebanadas en el decodificador, Es no se transmite como información de control.

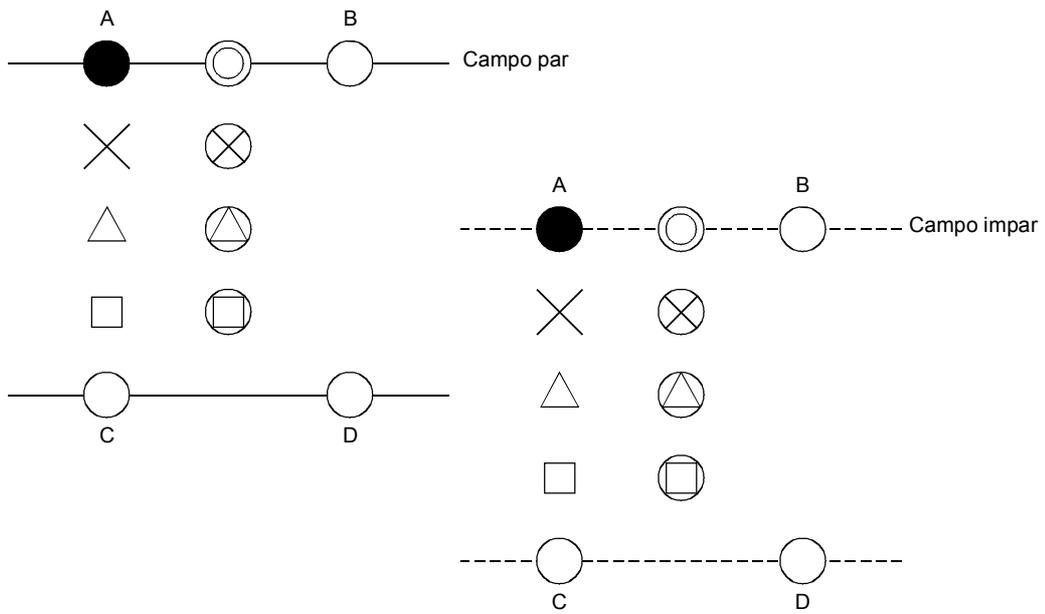
A.3.1 Decodificación de longitud variable (VLD1, VLD2)

Para la codificación de longitud variable de los datos codificados, se utiliza un código Huffman bidimensional que tenga la codificación de longitud de gama de repetición cero y un nivel de salida de cuantificación como símbolo (véase A.2.7).

En la asignación de códigos se utiliza un código Huffman con una longitud de codificación de 3 a 14 bits para 126 símbolos especificados. Se asignan a los símbolos residuales los códigos en la forma en que se describe a continuación: Palabra de código (22 bits) = código de escape (6 bits) + longitud de gama de repetición (6 bits) + número de nivel de cuantificación (10 bits).

Se utilizan diferentes combinaciones de símbolos y esquemas de código Huffman para los diferentes modos de codificación (M). La decodificación de la longitud variable se lleva a cabo conforme a las condiciones antes descritas (VLD1).

Se aplica MICD al vector de movimiento entre los macrobloques en la dirección de barrido reticular de cada MVx y MVy, y se decodifica el valor diferencia transmitido en la forma de código Huffman (VLD2) (véase el apéndice II).



	A	B	C	D
●	1	0	0	0
×	3/4	0	1/4	0
△	1/2	0	1/2	0
□	1/4	0	3/4	0
⊗	5/16	5/16	3/16	3/16
⊕	1/4	1/4	1/4	1/4
⊖	3/16	3/16	5/16	5/16
⊙	1/2	1/2	0	0

T0907230-99/d30

Figura A.2-18/J.88 – Proceso de interpolación para la compensación de movimiento con precisión de medio píxel y media línea



T0907240-99/d31

Figura A.2-19/J.88 – Precisión de cálculo en la compensación de movimiento compuesto

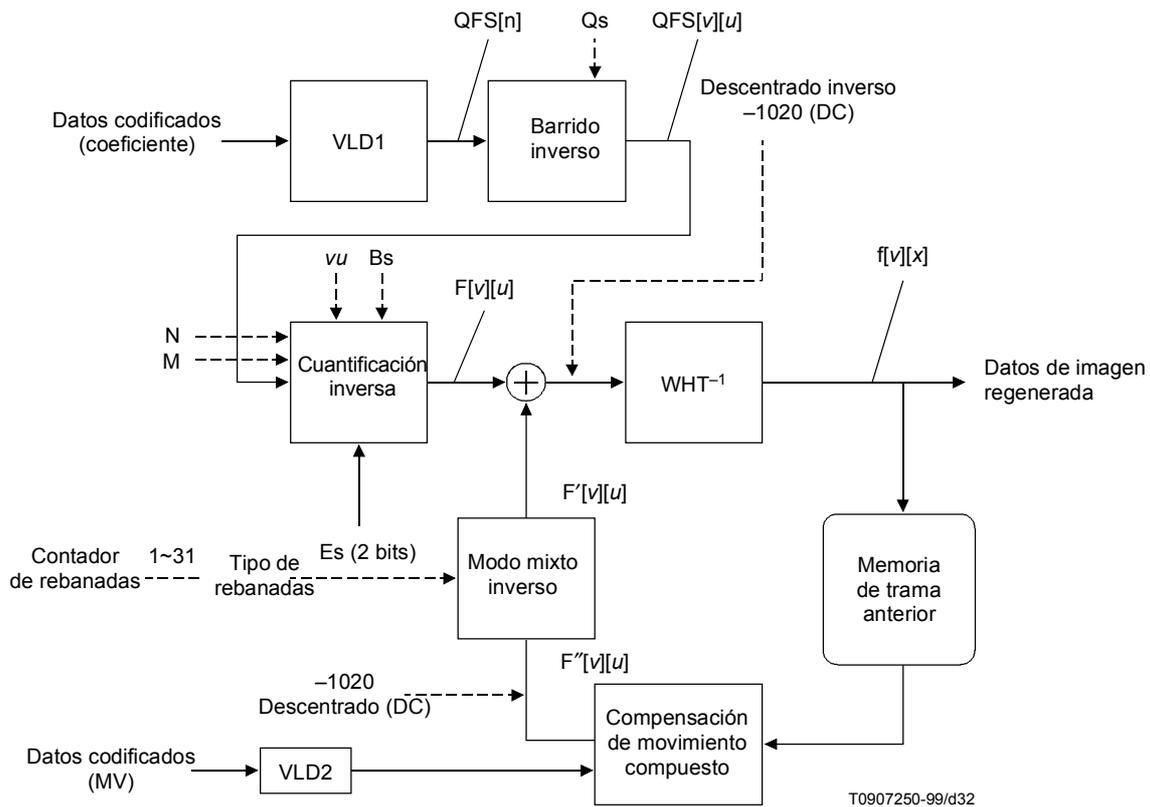


Figura A.3-1/J.88 – Estructura íntegra del proceso de decodificación

A.3.2 Barrido inverso

$QFS[n]$, en forma de datos unidimensionales se convierte en $QF[v][u]$, en forma de una gama de coeficientes bidimensionales, donde u y v están en la gama de 0 a 7.

El barrido inverso se lleva a cabo conforme al siguiente proceso:

para ($v = 0; v < 8; v++$)

para ($u = 0; u < 8; u++$)

$$QF[v][u] = QFS[\text{Barrido}[\text{barrido alternado}[v][u]]]$$

A.3.3 Cuantificación inversa

En el procesamiento de cuantificación inversa, el tamaño de paso de cuantificación $\Delta[v][u]$ se determina utilizando la función $g1$ por el modo de codificación M (1 bit), actividad de macrobloque N (2 bits), ocupación de memoria tampón Bs (5 bits) y tipo de rebanada Es (2 bits). A continuación se obtiene $F[v][u]$ utilizando la función $g3$ (véase la figura A.3-2).

$$\Delta[v][u] = g1(M, N, Bs, Es)$$

$$F[v][u] = g3(\Delta[v][u], QF[v][u])$$

donde $g3$:

$$F[v][u] = \begin{cases} 1023 & (F[v][u] > 1023) \\ QF[v][u]\Delta[v][u] & (-1024 \leq F[v][u] \leq 1023) \\ -1024 & (F[v][u] < -1024) \end{cases}$$

La operación básica de la función $g3$ es la multiplicación de $QF[v][u]$ por $\Delta[v][u]$. En cuanto al contenido de $g1$, se utilizan los parámetros transmitidos en el encabezamiento de secuencia 2 para adaptarse a la codificación.

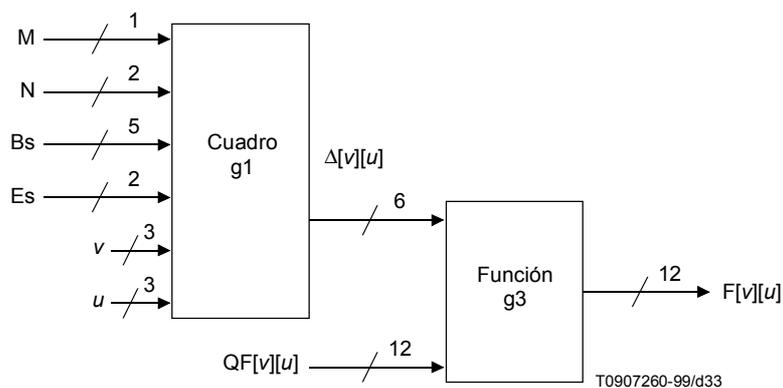


Figura A.3-2/J.88 – Estructura de cuantificación inversa

A.3.4 Transformada de Hadamard inversa (WHT^{-1})

WHT^{-1} se obtiene del siguiente modo:

$$[C] = \frac{1}{8} [H] \otimes [V] \otimes [H]$$

donde $[H] =$

+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	-	-	-	-
+	+	-	-	-	-	+	+
+	+	-	-	+	+	-	-
+	-	-	+	+	-	-	+
+	-	-	+	+	+	+	-
+	-	+	-	-	+	-	+
+	-	+	-	+	-	+	-

A.3.5 Modo mixto inverso

En el modo mixto inverso, el coeficiente de predicción $A[v][u]$ se determina utilizando la función h1 por modo de codificación M (1 bit), actividad de macrobloque N (2 bits), ocupación de memoria tampón Bs (5 bits) y tipo de rebanada (2 bits). A continuación se obtiene $F'[v][u]$, utilizando la función h2.

$$A[v][u] = h1(M, N, Bs, Es)$$

$$F'[v][u] = h2(A[v][u], F''[v][u])$$

donde h2:

$$F'[v][u] = F''[v][u] \cdot A[v][u]$$

La función h2 tiene por objeto multiplicar $F''[v][u]$ por $0 \leq A[v][u] \leq 1$. El modo es intramodo para $A = 0$ e intermodo para $A = 1$. Se controla $A[v][u]$ de manera que se pueda aumentar al máximo la eficacia de predicción desde el punto de vista de la correlación de trama de compensación de movimiento. Para hacerlo, se ejecuta el control con enlace a $\Delta[v][u]$ lo que determina el alcance del ruido de cuantificación resultante con efectos en la correlación. Por consiguiente, en la figura A.3-3 se muestra el método de control.

En cuanto al contenido de h1, se utilizan los parámetros transmitidos en el encabezamiento de secuencia 3 para adaptar la codificación.

A.3.6 Compensación de movimiento compuesto

Véase A.2.8.

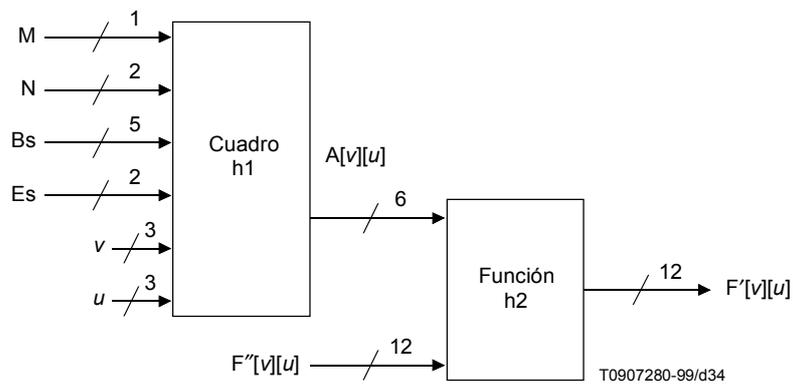


Figura A.3-3/J.88 – Estructura de modo mixto inverso

Apéndice I

Ejemplos de esquemas por barrido adaptable

En lo que respecta al barrido adaptable (véase A.2.6) y el barrido inverso (véase A.3.2), se recomiendan los siguientes ejemplos.

Esquema de barridos QS = 00							
0	3	6	15	22	24	26	29
4	8	17	27	31	33	36	40
7	18	30	14	13	38	42	45
16	28	11	1	2	10	47	53
23	32	35	39	44	48	49	55
25	34	37	43	46	50	51	58
12	21	41	52	54	57	60	61
5	9	19	20	56	59	62	63

Esquema de barridos QS = 01							
0	3	6	11	18	20	22	25
4	8	13	23	51	49	45	43
7	14	26	27	28	47	41	39
12	24	29	1	2	30	48	53
19	31	32	34	50	44	42	55
21	33	35	36	46	40	38	58
10	17	37	52	54	57	60	61
5	9	15	16	56	59	62	63

Esquema de barridos QS = 00							
0	3	6	13	17	19	21	24
4	8	15	22	31	32	34	35
7	16	25	12	11	33	36	37
14	23	10	1	2	9	48	53
18	51	49	45	50	44	42	55
20	47	43	41	46	40	38	58
29	26	39	52	54	57	60	61
5	30	28	27	56	59	62	63

Esquema de barridos QS = 01							
0	3	6	9	13	15	17	20
4	8	11	18	50	48	44	42
7	12	21	25	26	46	40	38
10	19	28	1	2	29	32	53
14	51	49	45	31	34	35	55
16	47	43	41	33	36	37	58
27	22	39	52	54	57	60	61
5	30	24	23	56	59	62	63

Apéndice II

Ejemplos para VLC de vectores de movimiento

Se recomiendan los siguientes ejemplos como código de longitud variable (VLV, *variable length code*) de vectores de movimiento (−16,0 a 15,5 píxeles, líneas de trama). Véanse A.2.7 y A.3.1.

VLC para DPCM	Vector de movimiento
0000 0000 000	−32,0
0000 0000 010	−31,5
0000 0000 100	−31,0
0000 0000 110	−30,5
0000 0001 000	−30,0
0000 0001 010	−29,5
0000 0001 100	−29,0
0000 0001 110	−28,5
0000 0010 000	−28,0
0000 0010 010	−27,5
0000 0010 100	−27,0
0000 0010 110	−26,5
0000 0011 000	−26,0
0000 0011 010	−25,5
0000 0011 100	−25,0
0000 0011 110	−24,5
0000 0100 000	−24,0
0000 0100 010	−23,5
0000 0100 100	−23,0
0000 0100 110	−22,5
0000 0101 000	−22,0
0000 0101 010	−21,5
0000 0101 100	−21,0
0000 0101 110	−20,5
0000 0110 000	−20,0
0000 0110 010	−19,5
0000 0110 100	−19,0
0000 0110 110	−18,5
0000 0111 000	−18,0
0000 0111 010	−17,5
0000 0111 100	−17,0
0000 0111 110	−16,5
0000 1000 000	−16,0

VLC para DPCM	Vector de movimiento
0000 1000 010	−15,5
0000 1000 100	−15,0
0000 1000 110	−14,5
0000 1001 000	−14,0
0000 1001 010	−13,5
0000 1001 100	−13,0
0000 1001 110	−12,5
0000 1010 000	−12,0
0000 1010 010	−11,5
0000 1010 100	−11,0
0000 1010 110	−10,5
0000 1011 000	−10,0
0000 1011 010	−9,5
0000 1011 100	−9,0
0000 1011 110	−8,5
0000 1100 000	−8,0
0000 1100 010	−7,5
0000 1100 100	−7,0
0000 1100 110	−6,5
0000 1101 000	−6,0
0000 1101 010	−5,5
0000 1101 100	−5,0
0000 1101 110	−4,5
0000 1110 00	−4,0
0000 1110 10	−3,5
0000 1111 00	−3,0
0000 1111 10	−2,5
0001 10	−2,0
0001 0	−1,5
0010	−1,0
010	−0,5
1	0,0

011	0,5
0011	1,0
0001 11	1,5
0000 1111 11	2,0
0000 1111 01	2,5
0000 1110 11	3,0
0000 1110 01	3,5
0000 1101 111	4,0
0000 1101 101	4,5
0000 1101 011	5,0
0000 1101 001	5,5
0000 1100 111	6,0
0000 1100 101	6,5
0000 1100 011	7,0
0000 1100 001	7,5
0000 1011 111	8,0
0000 1011 101	8,5
0000 1011 011	9,0
0000 1011 001	9,5
0000 1010 111	10,0
0000 1010 101	10,5
0000 1010 011	11,0
0000 1010 001	11,5
0000 1001 111	12,0
0000 1001 101	12,5
0000 1001 011	13,0
0000 1001 001	13,5
0000 1000 111	14,0
0000 1000 101	14,5
0000 1000 011	15,0
0000 1000 001	15,5
0000 0111 111	16,0

0000 0111 101	16,5
0000 0111 011	17,0
0000 0111 001	17,5
0000 0110 111	18,0
0000 0110 101	18,5
0000 0110 011	19,0
0000 0110 001	19,5
0000 0101 111	20,0
0000 0101 101	20,5
0000 0101 011	21,0
0000 0101 001	21,5
0000 0100 111	22,0
0000 0100 101	22,5
0000 0100 011	23,0
0000 0100 001	23,5
0000 0011 111	24,0
0000 0011 101	24,5
0000 0011 011	25,0
0000 0011 001	25,5
0000 0010 111	26,0
0000 0010 101	26,5
0000 0010 011	27,0
0000 0010 001	27,5
0000 0001 111	28,0
0000 0001 101	28,5
0000 0001 011	29,0
0000 0001 001	29,5
0000 0000 111	30,0
0000 0000 101	30,5
0000 0000 011	31,0
0000 0000 001	31,5

Apéndice III

Ejemplos de diseño de parámetros de modo mixto y cuantificador

Se recomiendan los siguientes esquemas de diseño para parámetros de cuantificador (A.2.6, A.3.3) y parámetros de modo mixto (A.2.5, A.3.5).

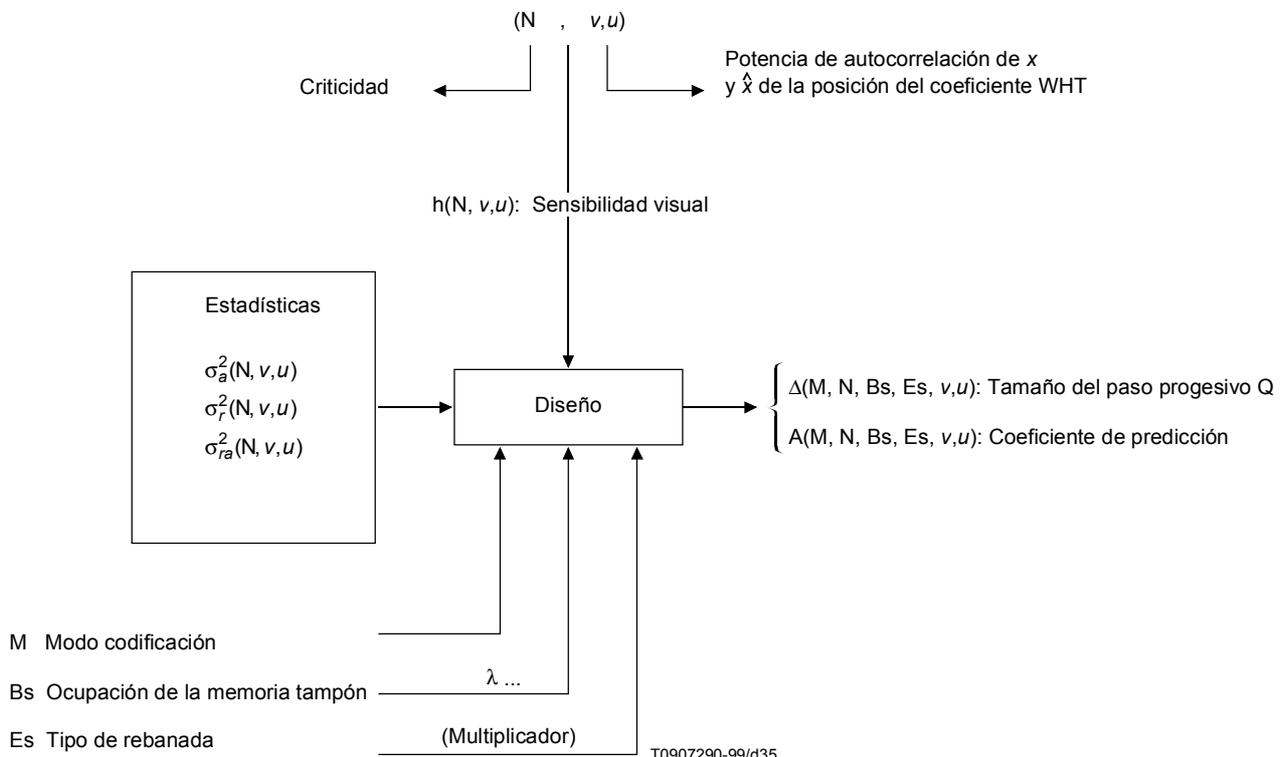
Supóngase que x sea una señal de trama corriente que ha de codificarse, \hat{x} una señal de trama de referencia y e un valor de la diferencia de esos dos valores,

$$e = x - \hat{x}$$

$$E[e^2] = E[(x - \hat{x})^2]$$

$$\sigma_r^2 = 2\sigma_a^2(1 - \rho) = 2(\sigma_a^2 - \sigma_{ra}^2),$$

donde ρ es una correlación entre x y \hat{x} , σ_a^2 es una potencia de señal original, σ_r^2 es una potencia de la señal diferencia y σ_{ra}^2 es una potencia de autocorrelación de x y \hat{x} .



1) $Es = 00$ (Control)

$$A(0, N, Bs, 00, v, u) = 1 \text{ para cualquier } N, Bs, v, u$$

$$A(1, N, Bs, 00, v, u) = 0 \text{ para cualquier } N, Bs, v, u$$

$$\Delta(M, N, Bs, 00, v, u) = 3 \text{ para cualquier } M, N, Bs, v, u$$

2) Es = 01 (Señal de ayuda)

Sea $N = 01$ y $h(01, v, u) = 1,0$ para estadísticas y para cada λ tal como $\lambda = 1,5 \times Bs - 26$ ($Bs = 0, 1, \dots, 31$),

donde $M = 0$,

A es una solución para (III-1), y la A óptima es buscada en $0 \leq A \leq 1$ con una precisión de $1/64$,

Δ es una solución para (III-2) con la A obtenida y Δ óptimo es buscado en $1 \leq \Delta \leq 127$ con una precisión de $2,0$ y un recorte de tres veces el valor de $\Delta(N, 0, 0)$ (= DC).

Donde $M = 1$,

$A = 0$,

Δ es una solución para (III-3) con la A obtenida y Δ óptimo es buscado en $1 \leq \Delta \leq 127$ con una precisión de $2,0$ y un recorte de ocho veces el valor de $\Delta(N, 0, 0)$ (= DC).

3) Es = 10 (Frontera)

Sea $N = 01$ y $h(01, v, u) = 1,0$ para estadísticas y para cada λ tal como $\lambda = 1,5 \times Bs - 21$ ($Bs = 0, 1, \dots, 31$),

donde $M = 0$,

A es una solución para (III-1), y la A óptima es buscada en $0 \leq A \leq 1$ con una precisión de $1/64$,

Δ es una solución para (III-2) con la A obtenida y Δ óptimo es buscado en $1 \leq \Delta \leq 127$ con una precisión de $2,0$ y un recorte de tres veces el valor de $\Delta(N, 0, 0)$ (= DC).

Donde $M = 1$,

$A = 0$,

Δ es una solución para (III-3) con la A obtenida y Δ óptimo es buscado en $1 \leq \Delta \leq 127$ con una precisión de $2,0$ y un recorte de ocho veces el valor de $\Delta(N, 0, 0)$ (= DC).

4) Es = 11 (Principal)

Sea $N = 00, 01, 10, 11$ y $h(01, v, u) = 1,0$ para estadísticas y para cada λ tal como $\lambda = 1,5 \times Bs - 16$ ($Bs = 0, 1, \dots, 31$),

donde $M = 0$,

A es una solución para (III-1), y la A óptima es buscada en $0 \leq A \leq 1$ con una precisión de $1/64$,

Δ es una solución para (III-2) con la A obtenida y Δ óptimo es buscado en $1 \leq \Delta \leq 127$ con una precisión de $2,0$ y un recorte de tres veces el valor de $\Delta(N, 0, 0)$ (= DC).

Donde $M = 1$,

$A = 0$,

Δ es una solución para (III-2) con la A obtenida y Δ óptimo es buscado en $1 \leq \Delta \leq 127$ con una precisión de $2,0$ y un recorte de tres veces el valor de $\Delta(N, 0, 0)$ (= DC).

$$\alpha A^3 + \beta A^2 + \gamma A + \delta = 0 \quad (\text{III-1})$$

donde:

$$\alpha = \frac{2\lambda(\sigma_a^2 + \sigma_r^2 - 2\sigma_{ra}^2)}{(\ln 2)h}$$

$$\beta = -4(\sigma_a^2 + 2\sigma_{ra}^4 - 3\sigma_a^2\sigma_{ra}^2 - \sigma_r^2\sigma_{ra}^2 + \sigma_a^2\sigma_r^2) - \frac{4\lambda(\sigma_a^2 - \sigma_{ra}^2)}{(\ln 2)h}$$

$$\gamma = 4(2\sigma_a^2 + 2\sigma_{ra}^4 + \sigma_a^2\sigma_r^2 - 4\sigma_a^2\sigma_{ra}^2) + \frac{2\lambda\sigma_a^2}{(\ln 2)h}$$

$$\frac{4p \{1 - \exp(-q\Delta) - q\Delta \exp(-q\Delta/2)\}}{q \{1 - \exp(-q\Delta)\}} - n = 0 \quad (\text{III-2})$$

donde:

$$p = \frac{1}{\sqrt{2(n + \sigma^2)}}$$

$$q = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(n + \sigma^2)}}$$

$$\sigma^2 = (1 - A)^2 \sigma_a^2 + 2(1 - A)A\sigma_{ra}^2 + A^2 \sigma_r^2$$

$$n = \frac{\sigma_a^2 - \sigma_{ra}^2}{A} - (\sigma_a^2 + \sigma_r^2 - 2\sigma_{ra}^2)$$

$$\frac{4p \{1 - \exp(-q\Delta) - q\Delta \exp(-q\Delta/2)\}}{q \{1 - \exp(-q\Delta)\}} - n = 0 \quad (\text{III-3})$$

donde:

$$p = \frac{1}{\sqrt{2\sigma_a^2}}$$

$$q = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\sigma_a^2}}$$

Ejemplos de estadísticas: $(\sigma_a^2, \sigma_r^2, \sigma_{ra}^2)$

σ_a^2 (N = 00, v, u)							
141685,49	273,01	63,13	67,89	379,26	27,60	20,69	14,21
737,55	6,19	3,89	4,07	353,54	3,55	3,94	1,91
161,59	4,49	3,56	4,25	362,82	4,81	3,10	1,66
166,20	5,18	4,38	8188,33	26680,72	8,94	3,71	2,42
72,66	4,33	2,73	2,64	3,54	2,50	2,28	1,12
69,87	3,14	2,49	2,35	2,93	2,38	2,55	1,11
67,33	2,89	2,27	2,58	3,26	3,35	2,48	1,13
72,26	2,77	2,88	2,81	4,13	4,13	3,27	1,30

σ_a^2 (N = 01, v, u)							
122636,61	3270,23	943,68	729,11	340,11	204,31	195,06	138,47
1459,28	187,32	107,13	85,24	154,59	40,48	26,99	14,84
561,93	145,75	84,57	128,55	428,81	46,73	20,74	12,34
528,26	128,55	287,97	10943,77	25130,32	217,79	59,70	39,63
178,78	47,00	32,05	30,97	32,59	18,28	10,53	5,07
136,13	43,28	29,52	28,79	24,51	15,27	10,97	3,91
112,17	29,03	25,81	26,30	23,04	15,52	11,36	4,25
102,63	82,79	42,70	57,01	34,00	52,90	19,99	6,84

σ_a^2 (N = 10, v, u)							
91710,61	4079,17	1380,48	1201,00	671,84	395,47	304,16	181,04
5504,97	802,79	402,07	269,16	365,04	165,73	94,93	35,79
2333,62	556,00	331,89	431,75	1297,27	154,90	89,27	35,24
1507,20	363,44	313,90	8257,84	15439,49	440,50	95,77	88,00
694,17	196,79	130,81	109,29	109,62	54,43	31,76	11,52
548,41	157,65	102,73	91,96	91,22	50,95	31,61	10,32
510,61	154,15	95,59	76,43	74,06	48,90	27,67	7,31
306,90	113,40	119,63	107,36	103,86	60,08	36,30	10,37

σ_a^2 (N = 11, v, u)							
46033,57	5377,94	2709,41	2210,38	1572,38	1014,42	576,27	258,89
7304,38	2353,84	1477,81	1008,19	847,24	510,26	309,17	109,03
3610,62	1459,47	1000,93	925,10	1568,21	433,22	240,33	89,94
2188,28	818,27	719,30	6862,91	10760,50	662,72	208,54	133,15
1222,92	714,33	556,14	445,76	391,61	247,58	134,79	43,52
1100,34	574,40	457,66	375,33	328,17	225,20	125,40	34,86
887,81	452,25	360,80	319,69	292,12	199,91	114,09	30,96
501,80	295,10	290,79	300,74	308,23	201,16	98,57	25,80

$\sigma_r^2 (N = 00, v, u)$							
9,96	5,23	5,20	6,74	9,91	6,86	6,01	3,04
9,07	4,13	3,35	4,76	7,41	5,32	4,83	2,08
9,14	5,72	4,30	5,94	9,11	4,79	3,95	1,75
10,04	5,43	4,37	5,93	9,71	6,06	4,11	2,01
6,82	4,48	3,88	3,92	4,47	4,11	3,17	1,48
6,34	4,00	3,76	3,80	4,35	4,28	3,44	1,37
4,80	3,56	3,85	3,69	4,50	4,28	3,66	1,63
5,76	3,27	3,91	3,76	4,52	4,53	3,74	1,50

$\sigma_r^2 (N = 01, v, u)$							
80,86	44,84	36,40	35,39	41,92	39,17	20,84	8,60
69,41	37,05	25,37	22,53	43,79	23,48	14,63	6,43
76,87	41,49	31,09	93,08	78,55	27,86	13,41	7,17
69,35	38,12	32,58	55,45	85,83	36,17	19,79	9,87
73,73	31,66	25,11	18,57	16,78	13,68	9,29	3,43
51,05	18,77	22,24	15,86	16,66	12,97	10,12	3,19
23,02	11,81	14,16	13,88	17,67	14,37	10,37	3,76
22,16	11,67	15,91	13,54	19,38	17,31	11,23	3,79

$\sigma_r^2 (N = 10, v, u)$							
236,74	122,15	96,27	144,44	166,83	84,20	46,98	19,49
281,53	136,44	105,64	139,43	163,16	63,00	35,86	13,16
343,59	128,70	99,14	269,84	279,28	82,56	38,81	16,25
362,95	123,03	133,80	181,57	238,55	143,04	49,94	29,94
353,45	140,79	91,49	86,56	57,23	45,52	29,24	9,61
186,16	69,48	60,56	66,62	53,76	35,21	20,89	6,72
108,12	54,54	45,86	53,53	51,61	35,80	22,05	6,32
55,47	38,63	36,63	50,18	51,90	34,01	21,30	6,17

σ_r^2 (N = 11, v, u)							
393,62	327,97	291,72	408,88	417,00	259,75	143,09	35,04
498,70	322,73	269,81	310,88	348,16	189,06	102,18	27,70
673,23	338,39	310,78	1011,83	889,25	209,59	96,42	35,03
695,33	339,92	392,65	784,14	685,86	386,52	121,12	72,22
781,48	418,44	377,25	326,32	298,77	187,51	101,71	30,44
410,21	241,45	241,96	239,77	224,62	155,19	90,04	23,87
257,98	152,58	157,80	189,69	180,27	131,09	67,84	18,30
115,65	86,40	110,88	153,93	166,93	114,31	70,14	15,00

σ_{ra}^2 (N = 00, v, u)							
-147,34	2,42	2,75	2,74	1,06	3,47	3,81	1,94
7,41	1,85	1,42	2,45	2,71	2,47	2,92	1,11
4,33	2,44	2,30	2,84	4,10	3,01	2,12	0,91
2,02	2,30	2,28	6,19	14,68	4,07	2,54	1,22
1,47	1,65	1,91	1,95	2,59	2,14	1,76	0,72
0,91	1,25	1,69	1,87	2,31	2,01	1,97	0,64
0,24	1,49	1,73	1,79	2,17	2,49	1,97	0,74
0,56	1,19	1,67	1,57	2,03	2,51	1,86	0,63

σ_{ra}^2 (N = 01, v, u)							
-98,65	7,23	12,28	16,74	28,48	21,16	14,01	7,51
68,38	26,17	30,12	17,02	24,05	11,17	11,50	4,64
52,67	31,47	20,33	55,92	46,40	15,94	7,18	4,13
55,88	22,52	21,74	20,49	-26,08	18,16	11,99	5,17
57,78	22,65	17,36	12,42	9,41	7,57	5,46	2,04
38,16	11,66	14,39	10,14	7,94	7,16	6,41	1,92
17,30	6,30	9,06	7,86	8,11	7,63	5,71	2,06
19,09	11,18	14,18	9,33	5,91	8,90	4,90	1,51

σ_{ra}^2 (N = 10, v, u)							
270,44	95,98	23,19	37,17	130,06	43,82	28,90	11,65
322,86	117,69	79,12	58,00	103,12	43,58	23,89	8,23
403,99	105,67	67,83	161,16	159,87	51,20	27,70	10,10
318,06	90,48	63,68	84,56	79,09	94,84	32,74	21,90
308,31	89,61	62,32	55,25	37,86	30,66	19,44	5,72
157,51	42,95	40,61	41,18	35,88	23,41	14,10	4,26
100,88	38,99	29,09	33,19	31,78	20,95	12,49	3,17
28,56	22,89	22,84	28,38	28,02	16,53	11,88	3,20

σ_{ra}^2 (N = 11, v, u)							
215,63	239,86	150,60	233,20	229,63	138,83	66,65	15,96
462,41	267,85	211,23	200,69	238,45	114,55	61,91	18,08
759,47	295,49	235,77	590,67	452,90	144,21	71,63	26,67
631,80	248,12	226,37	447,87	356,88	278,19	88,28	53,05
648,37	324,00	282,16	233,76	211,48	130,67	71,81	21,87
350,83	181,33	166,19	155,59	149,44	101,90	59,85	15,73
215,02	103,80	100,77	111,81	122,75	84,34	43,20	10,98
94,04	52,48	69,36	80,46	96,70	66,93	37,45	7,58

Ejemplos de sensibilidad visual (h):

h(N = 00, v, u)							
1,0000	1,0000	0,7719	0,6314	0,5359	0,5359	0,4384	0,4384
1,0000	0,7719	0,6314	0,4384	0,3384	0,3384	0,3384	0,1813
0,7719	0,6314	0,4384	0,6314	0,7719	0,3384	0,1813	0,1813
0,6314	0,4384	0,6314	1,0000	1,0000	0,7719	0,1813	0,1813
0,5359	0,3384	0,3384	0,3384	0,1813	0,1813	0,1813	0,1813
0,5359	0,3384	0,3384	0,1813	0,1813	0,1813	0,1813	0,1813
0,7719	0,5359	0,1813	0,1813	0,1813	0,1813	0,1813	0,1813
0,7719	0,7719	0,5359	0,1813	0,1813	0,1813	0,1813	0,1813

h(N = 01, v, u)							
0,7268	0,7268	0,6581	0,6094	0,5722	0,5722	0,5298	0,5298
0,7268	0,6581	0,6094	0,5298	0,4798	0,4798	0,4798	0,3777
0,6581	0,6094	0,5298	0,6094	0,6581	0,4798	0,3777	0,3777
0,6094	0,5298	0,6094	0,7268	0,7268	0,6581	0,3777	0,3777
0,5722	0,4798	0,4798	0,4798	0,3777	0,3777	0,3777	0,3777
0,5722	0,4798	0,4798	0,3777	0,3777	0,3777	0,3777	0,3777
0,6581	0,5722	0,3777	0,3777	0,3777	0,3777	0,3777	0,3777
0,6581	0,6581	0,5722	0,3777	0,3777	0,3777	0,3777	0,3777

h(N = 10, v, u)							
0,6072	0,6072	0,5670	0,5377	0,5149	0,5149	0,4882	0,4882
0,6072	0,5670	0,5377	0,4882	0,4559	0,4559	0,4559	0,3866
0,5670	0,5377	0,4882	0,5377	0,5670	0,4559	0,3866	0,3866
0,5377	0,4882	0,5377	0,6072	0,6072	0,5670	0,3866	0,3866
0,5149	0,4559	0,4559	0,4559	0,3866	0,3866	0,3866	0,3866
0,5149	0,4559	0,4559	0,3866	0,3866	0,3866	0,3866	0,3866
0,5670	0,5149	0,3866	0,3866	0,3866	0,3866	0,3866	0,3866
0,5670	0,5670	0,5149	0,3866	0,3866	0,3866	0,3866	0,3866

h(N = 11, v, u)							
0,4125	0,4125	0,3395	0,2919	0,2580	0,2580	0,2218	0,2218
0,4125	0,3395	0,2919	0,2218	0,1826	0,1826	0,1826	0,1142
0,3395	0,2919	0,2218	0,2919	0,3395	0,1826	0,1142	0,1142
0,2919	0,2218	0,2919	0,4125	0,4125	0,3395	0,1142	0,1142
0,2580	0,1826	0,1826	0,1826	0,1142	0,1142	0,1142	0,1142
0,2580	0,1826	0,1826	0,1142	0,1142	0,1142	0,1142	0,1142
0,3395	0,2580	0,1142	0,1142	0,1142	0,1142	0,1142	0,1142
0,3395	0,3395	0,2580	0,1142	0,1142	0,1142	0,1142	0,1142

Apéndice IV

Transformada rápida de Hadamard

Se recomienda el siguiente método para la transformada rápida de Hadamard (FHT).

La matriz $H(8)$ de WHT 8×8 es la siguiente (se omite el valor constante):

$$H(8) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Esta matriz puede escribirse también del siguiente modo:

$$h(8) = [A] \times [A] \times [A]$$

donde:

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

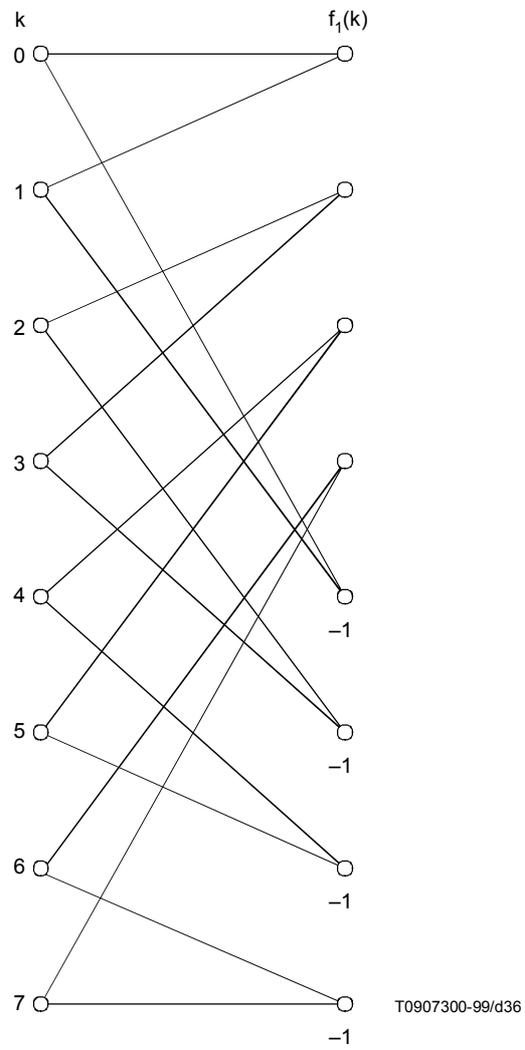


Figura IV.1/J.88 – Diagrama de flujo de $[A]$

Entonces, el diagrama de flujo α de $H(8)$ puede obtenerse mediante la figura IV.2.

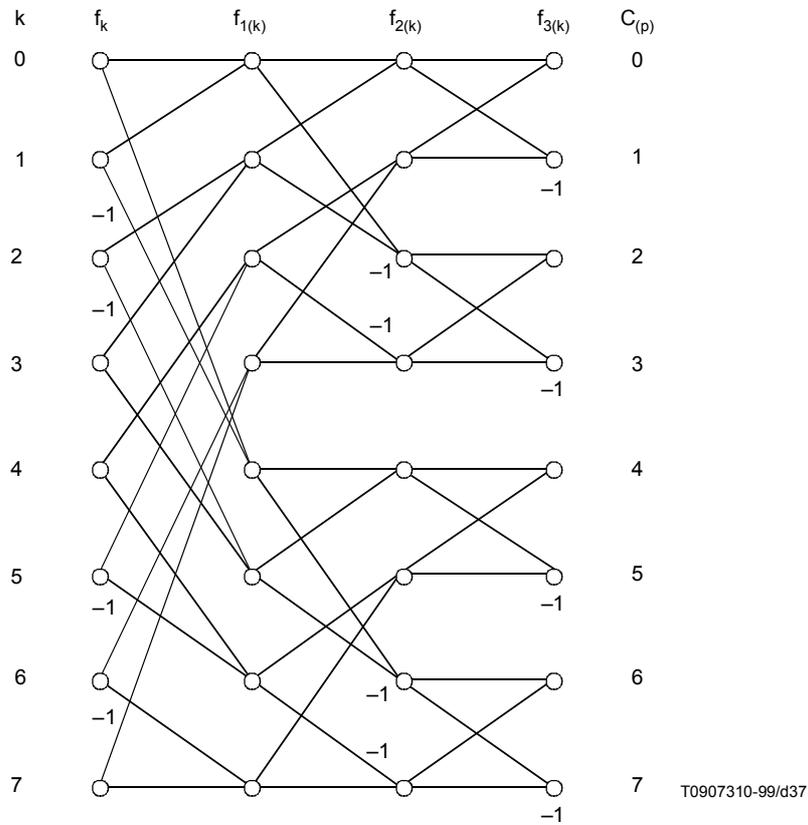


Figura IV.2/J.88 – Diagrama de flujo α de $H(8)$

Por consiguiente, los cálculos horizontales y verticales de la WHT bidimensional son

$$C = H(8) S H^t(8)$$

$$= ([A] [A] [A] ([A] [A] [A] S)^{t)}$$

Estos pueden ejecutarse utilizando α y haciendo una operación de transposición β como se muestra en la figura IV.3.

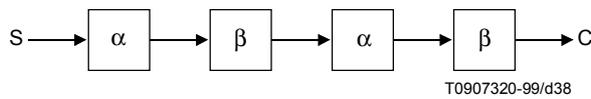


Figura IV.3/J.88 – Tratamiento de la señal de FHT

Apéndice V

Diagramas VLC para coeficientes WHT

Deben utilizarse los siguientes esquemas como VLC (véase A.2.7) y VLD (véase A.3.1) para coeficientes WHT.

VLC1 para coeficientes WHT (Combinación B)

Código de longitud variable	Gama de repetición	Nivel
10	EOB	
0000 01	ESC	
11s	0	1
010s	0	2
0010 0s	0	3
0001 01s	0	4
0001 000s	0	5
0000 1101 0s	0	6
0000 1100 1s	0	7
0000 1100 0s	0	8
0000 1010 01s	0	9
0000 1001 01s	0	10
0000 0011 00s	0	11
0000 0010 11s	0	12
0000 0010 10s	0	13
0000 0010 011s	0	14
0000 0010 010s	0	15
0000 0010 001s	0	16
0000 0001 101s	0	17
0000 0000 1010 s	0	18
0000 0000 0100 s	0	19
0000 0000 0000 1s	0	20
0000 0000 0000 0s	0	21
011s	1	1
0001 11s	1	2
0000 1011 1s	1	3
0000 1000 11s	1	4
0000 1000 01s	1	5
0000 0001 111s	1	6
0000 0000 111s	1	7
0000 0000 0011 s	1	8

VLC1 para coeficientes WHT (Combinación B) (cont.)

Código de longitud variable	Gama de repetición	Nivel
0011 s	2	1
0000 1101 1s	2	2
0000 1001 10s	2	3
0000 1000 00s	2	4
0000 0001 011s	2	5
0000 0001 001s	2	6
0010 1s	3	1
0000 1010 00s	3	2
0000 0010 000s	3	3
0000 0000 1000 s	3	4
0000 0000 0010 s	3	5
0001 10s	4	1
0000 1001 00s	4	2
0000 0000 0111 s	4	3
0000 0000 0110 s	4	4
0001 001s	5	1
0000 0011 11s	5	2
0000 0000 0101 s	5	3
0000 111s	6	1
0000 0011 01s	6	2
0000 0000 0001 s	6	3
0000 1011 0s	7	1
0000 0000 1100 s	7	2
0000 1010 1s	8	1
0000 0000 1011 s	8	2
0000 1001 11s	9	1
0000 1000 10s	10	1
0000 0011 10s	11	1
0000 0001 110s	12	1
0000 0001 100s	13	1
0000 0001 010s	14	1
0000 0001 000s	15	1
0000 0000 1101 s	16	1
0000 0000 1001 s	17	1
10	EOB	
0000 01	ESC	
11s	0	1
0011 s	0	2

VLC1 para coeficientes WHT (Combinación B) (cont.)

Código de longitud variable	Gama de repetición	Nivel
0001 000s	0	3
0000 0011 1s	0	4
0000 0001 110s	0	5
0000 0000 1011 s	0	6
0000 0000 0011 0s	0	7
011s	1	1
0001 11s	1	2
0000 1010 s	1	3
0000 0010 010s	1	4
0000 0000 1100 s	1	5
0000 0000 0001 1s	1	6
0101 s	2	1
0001 010s	2	2
0000 0010 101s	2	3
0000 0001 0001 s	2	4
0000 0000 0010 0s	2	5
0100 s	3	1
0000 110s	3	2
0000 0001 101s	3	3
0000 0000 1010 s	3	4
0010 1s	4	1
0000 1000 0s	4	2
0000 0001 0010 s	4	3
0000 0000 0000 0s	4	4
0010 0s	5	1
0000 0010 110s	5	2
0000 0000 1001 s	5	3
0001 10s	6	1
0000 0010 100s	6	2
0000 0000 1000 s	6	3
0001 011s	7	1
0000 0010 000s	7	2
0000 0000 0101 1s	7	3
0001 001s	8	1
0000 0001 111s	8	2
0000 0000 0101 0s	8	3
0000 111s	9	1
0000 0000 1110 s	9	2

VLC1 para coeficientes WHT (Combinación B) (fin)

Código de longitud variable	Gama de repetición	Nivel
0000 1011 s	10	1
0000 0000 1101 s	10	2
0000 1001 s	11	1
0000 0000 0111 s	11	2
0000 1000 1s	12	1
0000 0000 0011 1s	12	2
0000 0011 0s	13	1
0000 0000 0010 1s	13	2
0000 0010 111s	14	1
0000 0010 011s	15	1
0000 0010 001s	16	1
0000 0001 100s	17	1
0000 0001 011s	18	1
0000 0001 010s	19	1
0000 0001 0011 s	20	1
0000 0001 0000 s	21	1
0000 0000 1111 s	22	1
0000 0000 0110 1s	23	1
0000 0000 0110 0s	24	1
0000 0000 0100 1s	25	1
0000 0000 0100 0s	26	1
0000 0000 0001 0s	27	1
0000 0000 0000 1s	28	1

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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedia
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
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación