

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 183**

51 Int. Cl.:

H04N 19/176 (2014.01)

H04N 19/124 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2012 PCT/US2012/023497**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2012 WO12121820**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2012 E 12702743 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2681914**

54 Título: **Modulación por codificación de pulsos con cuantificación en codificación de vídeo**

30 Prioridad:

04.03.2011 US 201161449413 P
31.01.2012 US 201213362928

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2018

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration, 5775 Morehouse
Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

SOLE ROJALS, JOEL y
KARCZEWICZ, MARTA

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 692 183 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Modulación por codificación de pulsos con cuantificación en codificación de vídeo

5 **CAMPO TÉCNICO**

[0001] Esta divulgación se refiere a codificación de vídeo y, más particularmente, a técnicas para la modulación por codificación de pulsos (PCM) con cuantificación de datos de vídeo.

10 **ANTECEDENTES**

[0002] Las capacidades de vídeo digital pueden incorporarse a una amplia gama de dispositivos, incluidos televisores digitales, sistemas de radiodifusión directa digital, sistemas de radiodifusión inalámbrica, asistentes digitales personales (PDA), ordenadores portátiles o de sobremesa, cámaras digitales, dispositivos de grabación digitales, reproductores de medios digitales, dispositivos de videojuegos, consolas de videojuegos, teléfonos móviles o de radio por satélite, dispositivos de teleconferencia y similares. Los dispositivos de vídeo digital implementan técnicas de compresión de vídeo, tales como las descritas en las normas definidas por MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Parte 10, Codificación Avanzada de Vídeo (AVC), la norma de Codificación de Vídeo de Alta eficiencia (HEVC), actualmente en desarrollo, y las extensiones de dichas normas, para transmitir, recibir y almacenar información de vídeo digital de forma más eficaz.

[0003] Las técnicas de compresión de vídeo incluyen la predicción espacial y/o la predicción temporal para reducir o eliminar la redundancia inherente en las secuencias de vídeo. Para la codificación de vídeo basada en bloques, una trama o un segmento de vídeo puede dividirse en bloques. Cada bloque se puede dividir adicionalmente. Los bloques en una trama o segmento intracodificado (I) se codifican usando la predicción espacial con respecto a muestras de referencia en bloques vecinos en la misma trama o segmento. Los bloques en una trama o segmento intercodificado (P o B) pueden usar la predicción espacial con respecto a muestras de referencia en bloques vecinos en la misma trama o segmento, o la predicción temporal con respecto a muestras de referencia en otras tramas de referencia. La predicción espacial o temporal da como resultado un bloque predictivo para un bloque a codificar. Los datos residuales representan diferencias de píxeles entre el bloque original a codificar y el bloque predictivo.

[0004] Un bloque intercodificado se codifica de acuerdo con un vector de movimiento que apunta a un bloque de muestras de referencia que forman el bloque predictivo, y los datos residuales que indican la diferencia entre el bloque codificado y el bloque predictivo. Un bloque intracodificado se codifica de acuerdo con un modo de intracodificación y los datos residuales. Para una mayor compresión, los datos residuales pueden transformarse desde el dominio de los píxeles al dominio de la transformada, dando como resultado unos coeficientes de transformación residuales, que posteriormente se pueden cuantificar. Los coeficientes de transformación cuantificados, inicialmente dispuestos en una formación bidimensional, pueden escanearse en un orden particular con el fin de producir un vector unidimensional de coeficientes de transformación para la codificación por entropía.

[0005] Chono K y otros, "Pulse code modulation mode for HEVC" ["Modo de modulación por codificación de pulsos para HEVC"], documento JCTVC-D044 de JCT-VC del 15/01/11 describe la codificación de modo PCM en código HEVC utilizando una sintaxis de un solo bit en la cabecera PU para señalar la codificación PCM.

[0006] El documento US 7,143,432 se refiere a un circuito de reducción de profundidad de bits para procesar tramas completas de datos de acuerdo con una profundidad de bits deseada.

[0007] El documento US 2008-0226183 divulga un proceso de cuantificación adaptativa, en el que el sistema puede adaptarse para codificar datos usando PCM o PCM diferencial para cualquier píxel dado.

[0008] La publicación de la Divulgación Anónima de Investigación "Algorithm for Adaptive Block Transform" ["Algoritmo para la Transformada de Bloque Adaptativa"], vol. 416 no. 44 del 01/12/98 se refiere a un algoritmo que selecciona una opción de transformación para un bloque en base a las características del bloque.

RESUMEN

[0009] En general, esta divulgación describe dispositivos y procedimientos para codificación de vídeo usando la modulación por codificación de pulsos (PCM) con cuantificación. El PCM con cuantificación incluye el paso de cuantificar muestras de vídeo para que la distorsión, en algunas circunstancias, se pueda agregar al vídeo codificado. De esta forma, los bloques de vídeo codificados con PCM con cuantificación aparecen de manera más uniforme con los bloques de vídeo adyacentes que se han codificado con otras técnicas de compresión con pérdida, como la codificación por interpredicción o la codificación por intrapredicción.

65

5 [0010] Un codificador de vídeo, por ejemplo, primero puede cuantificar las muestras de vídeo de entrada con una etapa de cuantificación antes de la codificación PCM de las muestras cuantificadas. La etapa de cuantificación agrega, en general, distorsión al vídeo y define la profundidad de bits de salida de las muestras codificadas por PCM con cuantificación. Esta etapa de cuantificación y/o profundidad de bits de salida se puede señalar a un descodificador en el flujo de bits de vídeo codificado. Como ejemplo, se puede incluir una indicación de la profundidad de bits de salida como un elemento sintáctico de 4 bits en la cabecera de la secuencia de un flujo de bits codificado.

10 [0011] Un descodificador de vídeo, como otro ejemplo, puede recibir el flujo de bits de vídeo codificado que incluye muestras de vídeo codificadas por PCM con cuantificación. Estas muestras se descodifican primero usando la desmodulación por codificación de pulsos y luego se cuantifican inversamente con la misma etapa de cuantificación utilizada para codificar el vídeo. Como un ejemplo, el descodificador de vídeo puede extraer esta etapa de cuantificación del flujo de bits de vídeo codificado.

15 [0012] En un ejemplo, la divulgación describe un procedimiento para codificar datos de vídeo que comprende muestras de codificación de un bloque de datos de vídeo que usa la modulación por codificación de pulsos con cuantificación de acuerdo con una profundidad de bits de salida. La modulación por codificación de pulsos con cuantificación incluye cuantificar las muestras del bloque de datos de vídeo de acuerdo con una etapa de cuantificación que define una cantidad de cuantificación para producir la profundidad de bits de salida, y modular por codificación de pulsos las muestras cuantificadas. La divulgación también describe un procedimiento para descodificar datos de vídeo que comprende descodificar las muestras del bloque codificado de datos de vídeo usando la desmodulación por codificación de pulsos y cuantificar inversamente las muestras descodificadas de acuerdo con una etapa de cuantificación.

25 [0013] En otro ejemplo, la divulgación describe un aparato configurado para codificar datos de vídeo. El aparato incluye una unidad de codificación de vídeo configurada para codificar muestras de un bloque de datos de vídeo usando la modulación por codificación de pulsos con cuantificación de acuerdo con una profundidad de bits de salida. La unidad de codificación de vídeo incluye una unidad de cuantificación configurada para cuantificar las muestras del bloque de datos de vídeo de acuerdo con una etapa de cuantificación que define una cantidad de cuantificación para producir la profundidad de bits de salida, y una unidad de modulación configurada para codificar las muestras cuantificadas usando la modulación por codificación de pulsos. La divulgación también describe un aparato configurado para descodificar datos de vídeo. El aparato incluye una unidad de descodificación de vídeo configurada para descodificar muestras del bloque codificado de datos de vídeo que han sido codificadas con modulación por codificación de pulsos con cuantificación de acuerdo con una profundidad de bits de salida. La unidad de descodificación de vídeo incluye una unidad de desmodulación configurada para descodificar las muestras del bloque codificado de datos de vídeo usando desmodulación por codificación de pulsos y una unidad de cuantificación inversa configurada para cuantificar inversamente las muestras descodificadas de acuerdo con una etapa de cuantificación.

40 [0014] En otro ejemplo, la divulgación describe un producto de programa informático que comprende un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenadas instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que un procesador de un dispositivo para codificar vídeo codifique muestras de un bloque de datos de vídeo usando modulación por codificación de pulsos con cuantificación de acuerdo con una profundidad de bits de salida. Las instrucciones para codificar muestras de un bloque de datos de vídeo usando modulación por codificación de pulsos con cuantificación incluyen instrucciones para cuantificar las muestras del bloque de datos de vídeo de acuerdo con una etapa de cuantificación que define una cantidad de cuantificación para producir la profundidad de bits de salida, y modular por codificación de pulsos las muestras cuantificadas. La divulgación también describe un producto de programa informático para descodificar datos de vídeo que incluye instrucciones para descodificar muestras del bloque codificado de datos de vídeo que han sido codificados con modulación por codificación de pulsos con cuantificación de acuerdo con una profundidad de bits de salida. Las instrucciones para descodificar muestras de un bloque de datos de vídeo incluyen instrucciones para descodificar las muestras del bloque codificado de datos de vídeo usando la desmodulación por codificación de pulsos y para cuantificar inversamente las muestras descodificadas de acuerdo con una etapa de cuantificación.

55 [0015] Los detalles de uno o más modos de realización de la invención se exponen en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características, objetivos y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción y dibujos y de las reivindicaciones.

60 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0016]

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de codificación y descodificación de vídeo de ejemplo.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un codificador de vídeo de ejemplo.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra una unidad de PCM con cuantificación de ejemplo de un codificador de vídeo.

5 La FIG. 4 representa un flujo de bits de vídeo codificado de ejemplo con una cabecera de secuencia.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques que ilustra un descodificador de vídeo de ejemplo.

10 La FIG. 6 es un diagrama de bloques que ilustra una unidad de descodificación de PCM con cuantificación de ejemplo de un descodificador de vídeo.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de codificación de ejemplo.

15 La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de descodificación de ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[0017]** Los dispositivos de vídeo digital implementan técnicas de compresión de vídeo para transmitir y recibir información de vídeo digital de manera más eficiente. La compresión de vídeo puede aplicar técnicas de predicción espacial (es decir, intratrama) y/o temporal (es decir, intratrama) para reducir o eliminar la redundancia inherente en las secuencias de vídeo.

25 **[0018]** Para la codificación de vídeo de acuerdo con la norma de codificación de vídeo de alta eficiencia (HEVC), una trama de vídeo puede dividirse en unidades de codificación, unidades de predicción y unidades de transformación. Una unidad de codificación se refiere, en general, a una región de imagen que sirve de unidad básica a la que se aplican diversas herramientas de codificación para la compresión de vídeo. Una unidad de codificación tiene típicamente forma cuadrada, y se puede considerar que es similar a un denominado macrobloque, por ejemplo, bajo otras normas de codificación de vídeo tales como ITU-T H.264. Una unidad de codificación puede dividirse en unidades de codificación cada vez más pequeñas según un esquema de división de árbol cuaternario.

35 **[0019]** Para lograr una mejor eficiencia de codificación, una unidad de codificación puede tener tamaños variables dependiendo del contenido de vídeo. Además, una unidad de codificación se puede dividir en bloques más pequeños para la predicción o la transformación. En particular, cada unidad de codificación puede dividirse adicionalmente en unidades de predicción y unidades de transformación. Las unidades de predicción pueden considerarse similares a las llamadas divisiones de macrobloque bajo otras normas de codificación de vídeo. Las unidades de transformación se refieren a bloques de datos residuales a los que se aplica una transformada para producir coeficientes de transformación.

40 **[0020]** Una unidad de codificación, por lo general, tiene una componente de luminancia, denominada Y, y dos componentes de crominancia, denominadas U y V. Según el formato de muestreo de vídeo, el tamaño de las componentes U y V, en términos del número de muestras, puede ser el mismo o diferente al tamaño de la componente Y.

45 **[0021]** Para codificar un bloque (por ejemplo, una unidad de predicción de datos de vídeo), se obtiene primero un predictor para el bloque. El predictor puede obtenerse bien a través de la intrapredicción (I) (es decir, predicción espacial) o de la interpredicción (P o B) (es decir, predicción temporal). Por lo tanto, algunas unidades de predicción pueden intracodificarse (I) usando la predicción espacial con respecto a los bloques de referencia vecinos en la misma trama, u otras unidades de predicción pueden intercodificarse (P o B) con respecto a los bloques de referencia en otras tramas.

50 **[0022]** Tras la identificación de un predictor, se calcula la diferencia entre el bloque de datos de vídeo original y su predictor. Esta diferencia también se denomina residuo de predicción, y se refiere a las diferencias de píxeles entre los píxeles en el bloque a codificar y el bloque de referencia, es decir, el predictor. Para lograr una mejor compresión, el residuo de predicción, en general, se transforma, por ejemplo, usando una transformada de coseno discreta (DCT), una transformada entera, una transformada de Karhunen-Loeve (K-L) u otra transformada.

55 **[0023]** La transformación convierte los valores de diferencia de píxeles en el dominio espacial para transformar los coeficientes en el dominio de la transformada, por ejemplo, un dominio de frecuencia. Los coeficientes de transformación normalmente están dispuestos en una matriz bidimensional (2-D) para cada unidad de transformación. Para una compresión adicional, los coeficientes de transformación pueden cuantificarse. A continuación, un codificador por entropía aplica la codificación por entropía, cada codificación de longitud variable adaptable del contexto (CAVLC), codificación aritmética binaria adaptable al contexto (CABAC), o similar, a los coeficientes de transformación cuantificados.

5 **[0024]** En algunos casos, cuando se usan las técnicas descritas anteriormente, es posible que el codificador de vídeo actúe como un expansor de datos en lugar de un compresor de datos. Aunque un codificador logra, en general, una muy buena compresión para la mayoría de los contenidos de vídeo, las partes aisladas de una trama de vídeo que contiene contenido atípico en el dominio de la transformada pueden producir grandes cantidades de datos codificados. En consecuencia, para algunos contenidos de vídeo, el codificador puede no cumplir el objetivo de comprimir datos de vídeo, y en su lugar puede producir datos excesivos. En estos casos, un codificador de vídeo puede mejorar la compresión general del vídeo al aplicar la codificación por modulación por codificación de pulsos (PCM) en lugar de la codificación predictiva. La codificación PCM generalmente es un proceso de codificación sin pérdida que codifica las muestras individuales de datos de vídeo sin compresión basada en la predicción.

15 **[0025]** La norma de codificación de vídeo MPEG-2, como ejemplo, especifica un límite superior en la cantidad de bits codificados que se pueden generar para un macrobloque codificado de datos de vídeo. Un límite superior ayuda en el diseño del descodificador al especificar una cantidad particular de datos que se obtienen y luego se procesan para la descodificación de macrobloques. La generación de bits de codificación en exceso de este límite superior sería incompatible con el diseño del descodificador MPEG-2.

20 **[0026]** En el modo Intra PCM especificado por la norma ITU-T H.264/MPEG-4 AVC (en lo sucesivo H.264), el codificador transmite valores de muestra de un macrobloque sin predicción, codificación de transformación y codificación por entropía. Es decir, en el modo Intra PCM para macrobloques, el codificador simplemente codifica los valores de píxel en la región del macrobloque utilizando, por ejemplo, 8 bits por muestra. El codificador genera los valores de píxeles codificados por PCM como valores de bytes sin formato. El modo Intra PCM permite a los codificadores ajustar el número de bits de cada macrobloque a un valor predeterminado o menos sin complicados cálculos.

25 **[0027]** El uso de la codificación del modo Intra PCM en H.264 se indica mediante un elemento sintáctico de modo macrobloque. Cuando se utiliza la codificación del modo Intra PCM, los valores de muestra de cada macrobloque asociado se transmiten sin predicción, codificación de transformación y codificación por entropía. Obsérvese que, cuando la codificación por entropía es una codificación aritmética binaria adaptable al contexto (CABAC), la codificación aritmética binaria (BAC) finaliza y se inicializa antes de transmitir los valores de muestra.

35 **[0028]** El modelo actual de HEVC no tiene una herramienta comparable a Intra PCM en H.264. Un problema es que las características de HEVC son diferentes a las de H.264. En H.264, la cantidad de datos está limitada a un nivel de macrobloque, que tiene un tamaño de 16x16 píxeles. Por el contrario, HEVC tiene unidades de codificación y unidades de predicción de hasta 64x64 píxeles, o posiblemente más grandes. Como resultado, la restricción para limitar la cantidad de datos por unidad es más alta, para cumplir con algunos requisitos de red que se encuentran en la práctica, en HEVC que en H.264.

40 **[0029]** Otro problema del modo Intra PCM en H.264 es que no tiene pérdidas. Con la codificación sin pérdidas, los datos codificados tienen una reconstrucción perfecta en el lado del descodificador. Por lo tanto, un macrobloque completamente sin distorsión puede aparecer en una trama codificada de otra forma con pérdidas. Esto puede ser visualmente impactante, o al menos perceptible visualmente, debido a las diferencias visuales entre los datos sin pérdidas y los datos con pérdidas adyacentes.

45 **[0030]** Otro problema más de HEVC es que puede admitir contenido de 8 bits, 10 bits, 12 bits o incluso profundidades de bits mayores. Por lo tanto, la señalización de una unidad de codificación de 64x64 (o más) con 12 bits por muestra puede dar como resultado una cantidad indeseable de datos para el modo PCM.

50 **[0031]** Esta divulgación introduce el concepto de un modo PCM con cuantificación para su uso en procesos de codificación de vídeo, tales como los definidos de acuerdo con las normas H.264 y HEVC. En el modo PCM con cuantificación, el codificador de vídeo cuantifica los bloques de píxeles de entrada antes de la aplicación de la codificación PCM. De manera similar, cuando los datos de vídeo han sido codificados usando el modo PCM con cuantificación, un descodificador de vídeo primero desmodularía por pulsos los datos de vídeo codificados y luego aplicaría la cuantificación inversa. Las unidades de codificación (HEVC), las unidades de predicción (HEVC), las unidades de transformación (HEVC), los macrobloques (H.264) y las divisiones (H.264) se mencionarán, en general, en esta divulgación como bloques.

60 **[0032]** El modo PCM con cuantificación puede admitir dos objetivos. En primer lugar, la codificación PCM con cuantificación puede permitir que un codificador especifique una limitación flexible en la cantidad máxima de datos para una unidad de codificación en diferentes situaciones, tales como diferentes niveles, perfiles, velocidades de trama, parámetros de cuantificación (QP), resoluciones o similares. Sin tal limitación, la codificación PCM podría superar el nivel de bits de codificación disponibles para un bloque. Esta flexibilidad se puede lograr aplicando etapas de cuantificación específicas del contexto para controlar la profundidad de bits de salida y, por lo tanto, la cantidad máxima de datos producidos para los datos de vídeo codificados por PCM. En segundo lugar, al introducir la pérdida en el proceso de PCM, la codificación por PCM con cuantificación puede

reducir o eliminar la apariencia visual indeseable de una trama de vídeo que incluye tanto partes con pérdidas como sin pérdidas de manera sencilla.

5 **[0033]** La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema 10 de codificación y decodificación de vídeo a modo de ejemplo que puede configurarse para utilizar técnicas para la modulación/desmodulación por
 10 codificación de pulsos con cuantificación de acuerdo con ejemplos de esta divulgación. Como se muestra en la FIG. 1, el sistema 10 incluye un dispositivo de origen 12 que transmite vídeo codificado a un dispositivo de destino 14 a través de un canal de comunicación 16. El vídeo codificado también se pueden almacenar en un medio de almacenamiento 34 o en un servidor de archivos 36, y se puede acceder a los mismos mediante el dispositivo de destino 14, según se desee. El dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 14 pueden comprender cualquiera de entre una amplia variedad de dispositivos, que incluyen ordenadores de sobremesa, ordenadores plegables (es decir, portátiles), ordenadores de tableta, decodificadores, teléfonos móviles tales como los denominados teléfonos inteligentes, televisores, cámaras, dispositivos de visualización, reproductores de medios digitales, consolas de videojuegos o similares. En muchos casos, dichos dispositivos pueden estar
 15 equipados para la comunicación inalámbrica. Por lo tanto, el canal de comunicación 16 puede comprender un canal inalámbrico, un canal cableado o una combinación de canales inalámbricos y cableados, adecuados para la transmisión de datos de vídeo codificados. De manera similar, puede accederse al servidor de archivos 36 mediante el dispositivo de destino 14, a través de cualquier conexión de datos estándar, incluida una conexión a Internet. Esto puede incluir un canal inalámbrico (por ejemplo, una conexión Wi-Fi), una conexión cableada (por ejemplo, DSL, módem de cable, etc.), o una combinación de ambos que sea adecuada para acceder a datos de vídeo codificados almacenados en un servidor de archivos.

25 **[0034]** Las técnicas para la modulación/desmodulación por codificación pulsos con cuantificación, de acuerdo con los ejemplos de esta divulgación, pueden aplicarse a la codificación de vídeo, en soporte de cualquiera entre una diversidad de aplicaciones de multimedia, tales como radiodifusiones aéreas de televisión, transmisiones de televisión por cable, transmisiones de televisión por satélite, transmisiones de vídeo en tiempo real, por ejemplo, mediante Internet, codificación de vídeo digital para su almacenamiento en un medio de almacenamiento de datos, decodificación de vídeo digital almacenado en un medio de almacenamiento de datos, u otras aplicaciones. En algunos ejemplos, el sistema 10 se puede configurar para admitir la transmisión de vídeo unidireccional o bidireccional para dar soporte a aplicaciones tales como la transmisión de vídeo en tiempo real, la reproducción de vídeo, la radiodifusión de vídeo y/o la videotelefonía.

35 **[0035]** En el ejemplo de la FIG. 1, el dispositivo de origen 12 incluye una fuente de vídeo 18, un codificador de vídeo 20, un modulador/desmodulador 22 y un transmisor 24. En el dispositivo de origen 12, la fuente de vídeo 18 puede incluir una fuente tal como un dispositivo de captura de vídeo, tal como una videocámara, un archivo de vídeo que contenga vídeo previamente capturado, una interfaz de alimentación de vídeo para recibir vídeo desde un proveedor de contenido de vídeo y/o un sistema de gráficos de ordenador para generar datos de gráficos de ordenador como el vídeo de origen, o una combinación de dichas fuentes. Como ejemplo, si la fuente de vídeo 18 es una videocámara, el dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 14 pueden formar los denominados teléfonos con cámara o videotelefonos. Sin embargo, las técnicas descritas en esta divulgación pueden ser aplicables a la codificación de vídeo en general, y pueden aplicarse a aplicaciones inalámbricas y/o cableadas.

45 **[0036]** El vídeo capturado, pre-capturado o generado por ordenador puede ser codificado por el codificador de vídeo 20. La información de vídeo codificada puede modularse mediante un módem 22 de acuerdo con una norma de comunicación, tal como un protocolo de comunicación inalámbrica, y transmitirse al dispositivo de destino 14 a través del transmisor 24. El módem 22 puede incluir diversos mezcladores, filtros, amplificadores u otros componentes diseñados para la modulación de señales. El transmisor 24 puede incluir circuitos diseñados para transmitir datos, incluyendo amplificadores, filtros y una o más antenas.

50 **[0037]** El vídeo capturado, precapturado, o generado por ordenador que es codificado mediante el codificador de vídeo 20 también puede almacenarse en un medio de almacenamiento 34 o en un servidor de archivos 36 para un consumo posterior. Los medios de almacenamiento 34 pueden incluir discos Blu-ray, DVD, CD-ROM, memoria flash o cualquier otro medio de almacenamiento digital adecuado para almacenar el vídeo codificado. Entonces se puede acceder al vídeo codificado almacenado en el medio de almacenamiento 34 mediante el dispositivo de destino 14 para la decodificación y la reproducción.

60 **[0038]** El servidor de archivos 36 puede ser cualquier tipo de servidor capaz de almacenar un vídeo codificado y transmitir ese vídeo codificado al dispositivo de destino 14. Los ejemplos de servidores de archivos incluyen un servidor web (por ejemplo, para una página web), un servidor FTP, unos dispositivos de almacenamiento en red (NAS), una unidad de disco local o cualquier otro tipo de dispositivo capaz de almacenar datos de vídeo codificados y transmitirlos a un dispositivo de destino. La transmisión de datos de vídeo codificados desde el servidor de archivos 36 puede ser una transmisión en tiempo real, una transmisión de descarga o una combinación de ambas. Puede accederse al servidor de archivos 36 mediante el dispositivo de destino 14 a través de cualquier conexión de datos estándar, que incluya una conexión a Internet. Esto puede incluir un canal inalámbrico (por ejemplo, una conexión Wi-Fi), una conexión cableada (por ejemplo, DSL, módem por cable,
 65

Ethernet, USB, etc.), o una combinación de ambos que sea adecuada para acceder a datos de vídeo codificados almacenados en un servidor de ficheros.

5 **[0039]** El dispositivo de destino 14, en el ejemplo de la FIG. 1 incluye un receptor 26, un módem 28, un descodificador de vídeo 30 y un dispositivo de visualización 32. El receptor 26 del dispositivo de destino 14 recibe información a través del canal 16, y el módem 28 desmodula la información para producir un flujo de bits desmodulado para el descodificador de vídeo 30. La información comunicada por el canal 16 puede incluir una variedad de información sintáctica generada por el codificador de vídeo 20 para su uso por el descodificador de vídeo 30 en la codificación de los datos de vídeo. Dicha sintaxis también puede incluirse con los datos de vídeo
10 codificados, almacenados en los medios de almacenamiento 34 o en el servidor de archivos 36. Cada uno del codificador de vídeo 20 y del descodificador de vídeo 30 pueden formar parte de un respectivo codificador-descodificador (CÓDEC) que sea capaz de codificar o descodificar datos de vídeo.

15 **[0040]** El dispositivo de visualización 32 puede estar integrado con, o ser externo a, el dispositivo de destino 14. En algunos ejemplos, el dispositivo de destino 14 puede incluir un dispositivo de visualización integrado y también estar configurado para interconectarse con un dispositivo de visualización externo. En otros ejemplos, el dispositivo de destino 14 puede ser un dispositivo de visualización. En general, el dispositivo de visualización 32 muestra los datos de vídeo descodificados ante un usuario, y puede comprender cualquiera de una variedad de dispositivos de visualización, tales como una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de plasma, una
20 pantalla de diodos orgánicos emisores de luz (OLED) u otro tipo de dispositivo de visualización.

25 **[0041]** En el ejemplo de la FIG. 1, el canal de comunicación 16 puede comprender cualquier medio de comunicación inalámbrico o cableado, tal como un espectro de radiofrecuencia (RF) o una o más líneas de transmisión física, o cualquier combinación de medios inalámbricos y cableados. El canal de comunicación 16 puede formar parte de una red basada en paquetes, tal como una red de área local, una red de área amplia o una red global tal como Internet. El canal de comunicación 16 representa en general cualquier medio de comunicación adecuado o un conjunto de diferentes medios de comunicación, para transmitir datos de vídeo desde el dispositivo de origen 12 al dispositivo de destino 14, incluida cualquier combinación adecuada de medios por cable o inalámbricos. El canal de comunicación 16 puede incluir encaminadores, conmutadores,
30 estaciones base o cualquier otro equipo que pueda ser útil para facilitar la comunicación desde el dispositivo de origen 12 al dispositivo de destino 14.

35 **[0042]** El codificador de vídeo 20 y el descodificador de vídeo 30 pueden funcionar de acuerdo con una norma de compresión de vídeo, tal como la norma de Codificación de Vídeo de Alta Eficacia (HEVC), actualmente en fase de desarrollo, y pueden ajustarse al Modelo de Prueba HEVC (HM). De forma alternativa, el codificador de vídeo 20 y el descodificador de vídeo 30 pueden funcionar de acuerdo con otras normas patentadas o industriales, tales como la norma ITU-T H.264, de forma alternativa denominada MPEG-4, Parte 10, Codificación de Vídeo Avanzado (AVC), o ampliaciones de dichas normas. Sin embargo, las técnicas de esta divulgación no están limitadas a ninguna norma de codificación particular. Otros ejemplos incluyen MPEG-2 e ITU-T H.263.

40 **[0043]** Aunque no se muestra en la FIG. 1, en algunos aspectos, el codificador de vídeo 20 y el descodificador de vídeo 30 pueden estar integrados, cada uno de ellos, en un codificador y descodificador de audio, y pueden incluir unidades MUX-DEMUX adecuadas, u otro tipo de hardware y software, para gestionar la codificación tanto de audio como de vídeo en un flujo de datos común o en flujos de datos diferentes. Si procede, en algunos
45 ejemplos, las unidades MUX-DEMUX pueden ajustarse al protocolo de multiplexado ITU H.223 o a otros protocolos, tales como el protocolo de datagramas de usuario (UDP).

50 **[0044]** El codificador de vídeo 20 y el descodificador de vídeo 30 pueden implementarse cada uno como cualquiera de una variedad de circuitos de codificadores adecuados, tales como uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), matrices de puertas programables in situ (FPGA), lógica discreta, software, hardware, firmware o cualquier combinación de los mismos. Cuando las técnicas se implementan parcialmente en software, un dispositivo puede almacenar instrucciones para el software en un medio adecuado no transitorio, legible por ordenador, y ejecutar las instrucciones en hardware mediante uno o más procesadores para realizar las técnicas de esta divulgación.
55 Cada uno del codificador de vídeo 20 y del descodificador de vídeo 30 pueden estar incluidos en uno o más codificadores o descodificadores, cualquiera de los cuales puede estar integrado como parte de un codificador/descodificador (CÓDEC) combinado en un respectivo dispositivo.

60 **[0045]** El codificador de vídeo 20 puede implementar cualquiera o todas las técnicas de esta divulgación para usar un modo de PCM con cuantificación en un proceso de codificación de vídeo. Asimismo, el descodificador 30 de vídeo puede implementar cualquiera o todas estas técnicas para usar un modo PCM con cuantificación en un proceso de descodificación de vídeo. Un codificador de vídeo, tal como se describe en esta divulgación, puede referirse a un codificador de vídeo o a un descodificador de vídeo. De forma similar, un codificador de vídeo y un descodificador de vídeo pueden denominarse unidades de codificación de vídeo y unidades de descodificación de vídeo, respectivamente. Asimismo, la codificación de vídeo puede referirse a la codificación de vídeo o a la
65 descodificación de vídeo.

[0046] La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un codificador de vídeo 20 que puede usar técnicas para un modo PCM con cuantificación en un proceso de codificación de vídeo como se describe en esta divulgación. El codificador de vídeo 20 se describirá en el contexto de la codificación HEVC con fines de ilustración, pero sin limitación de esta divulgación en cuanto a otras normas o procedimientos de codificación que pueden beneficiarse de un modo PCM con cuantificación. Además de la codificación de vídeo PCM con cuantificación, el codificador de vídeo 20 puede realizar intracodificación e intercodificación de unidades de codificación dentro de tramas de vídeo.

[0047] La intracodificación se basa en la predicción espacial para reducir o eliminar la redundancia espacial en el vídeo en una trama de vídeo dada. La intercodificación se basa en la predicción temporal para reducir o eliminar la redundancia temporal entre una trama actual y tramas previamente codificadas de una secuencia de vídeo. Intramodo (modo I) puede referirse a cualquiera de varios modos de compresión de vídeo de base espacial. Intermodos tales como la predicción unidireccional (modo P) o la predicción bidireccional (modo B) pueden referirse a cualquiera de varios modos de compresión de vídeo de base temporal.

[0048] Como se muestra en la FIG. 2, el codificador de vídeo 20 recibe un bloque de vídeo actual dentro de una trama de vídeo que se va a codificar. En el ejemplo de la FIG. 2, el codificador de vídeo 20 incluye una unidad de compensación de movimiento 44, una unidad de estimación de movimiento 42, una unidad de intrapredicción 46, una unidad de PCM con cuantificación 47, una memoria intermedia de trama de referencia 64, un sumador 50, una unidad de transformación 52, una unidad de cuantificación con transformación 54, y una unidad de codificación por entropía 56. La unidad de transformación 52 ilustrada en la FIG. 2 es la unidad que aplica la transformación real a un bloque de datos residuales, y no debe confundirse con un bloque de coeficientes de transformación, que también se puede denominar una unidad de transformación (TU) de una CU. Para la reconstrucción del bloque de vídeo, el codificador de vídeo 20 también incluye una unidad de cuantificación inversa con transformación 58, una unidad de transformación inversa 60 y un sumador 62. También puede incluirse un filtro de eliminación de bloques (no mostrado en la FIG. 2) para filtrar límites de bloque a fin de eliminar distorsiones de efecto pixelado del vídeo reconstruido. Si se desea, el filtro de desbloqueo filtrará típicamente la salida del sumador 62.

[0049] Durante el proceso de codificación, el codificador de vídeo 20 recibe una trama o un segmento de vídeo que se va a codificar. La trama o el segmento pueden dividirse en múltiples bloques de vídeo, por ejemplo, unidades de codificación máximas (LCU). La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 realizan una codificación interpredictiva del bloque de vídeo recibido con respecto a uno o más bloques en una o más tramas de referencia, para proporcionar una compresión temporal. La unidad de intrapredicción 46 puede realizar una codificación intrapredictiva del bloque de vídeo recibido con respecto a uno o más bloques vecinos en la misma trama o segmento que el bloque que se vaya a codificar, para proporcionar compresión espacial. La unidad PCM con cuantificación 47 realiza una codificación PCM con cuantificación en los bloques de vídeo de entrada de acuerdo con las técnicas de esta divulgación.

[0050] La unidad de selección de modo 40 puede seleccionar uno de los modos de codificación, PCM intra, inter o con cuantificación, por ejemplo, basándose en el error (es decir, distorsión) y/o los resultados de compresión para cada modo. Si se seleccionan los modos inter o intra, la unidad de selección de modo 40 proporciona el bloque intracodificado o intercodificado resultante al sumador 50 para generar datos de bloque residual y al sumador 62 para reconstruir el bloque codificado para usar en una trama de referencia. Algunas tramas de vídeo pueden designarse como tramas I, donde todos los bloques en una trama I se codifican en un modo de intrapredicción. En algunos casos, la unidad de intrapredicción 46 puede realizar la codificación de intrapredicción de un bloque en una trama P o B, por ejemplo, cuando la búsqueda de movimiento realizada por la unidad de estimación de movimiento 42 no dé como resultado una predicción suficiente del bloque.

[0051] La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 pueden estar altamente integradas, pero se ilustran por separado con fines conceptuales. La estimación de movimiento es el proceso de generar vectores de movimiento, que estimen el movimiento para los bloques de vídeo. Un vector de movimiento, por ejemplo, puede indicar el desplazamiento de una unidad de predicción en una trama actual con respecto a una muestra de referencia de una trama de referencia. Una muestra de referencia puede ser un bloque del que se descubre que se corresponde estrechamente con la parte de la CU que incluye la PU que se está codificando, en términos de diferencias de píxeles, que puede determinarse mediante la suma de una diferencia absoluta (SAD), la suma de diferencias al cuadrado (SSD) u otras métricas de diferencia. La compensación de movimiento, realizada por la unidad de compensación de movimiento 44, puede implicar la obtención o generación de valores para la unidad de predicción en base al vector de movimiento determinado por la estimación de movimiento.

[0052] La unidad de estimación de movimiento 42 calcula un vector de movimiento para una unidad de predicción de una trama intercodificada mediante la comparación de la unidad de predicción con las muestras de referencia de una trama de referencia almacenada en la memoria intermedia de tramas de referencia 64. En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede calcular valores para posiciones de píxeles sub-enteros de

tramas de referencia almacenadas en la memoria intermedia de trama de referencia 64. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede calcular valores de posiciones de un cuarto de píxel, posiciones de un octavo de píxel u otras posiciones de fracciones de píxel de la trama de referencia. Por lo tanto, la unidad de estimación de movimiento 42 puede realizar una búsqueda de movimiento en relación con las posiciones de píxeles completos y las posiciones de fracciones de píxeles, y generar un vector de movimiento con una precisión de fracción de píxel. La unidad de estimación de movimiento 42 envía el vector de movimiento calculado a la unidad de codificación por entropía 56 y a la unidad de compensación de movimiento 44. La parte de la trama de referencia identificada por un vector de movimiento puede denominarse muestra de referencia. La unidad de compensación de movimiento 44 puede calcular un valor de predicción para una unidad de predicción de una CU actual, por ejemplo, mediante la recuperación de la muestra de referencia identificada por un vector de movimiento para la PU.

[0053] La unidad de intrapredicción 46 puede realizar la codificación de intrapredicción en el bloque recibido, como una alternativa a la codificación de interpredicción realizada por la unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44. La unidad de intrapredicción 46 puede codificar el bloque recibido respecto a bloques vecinos, previamente codificados, por ejemplo, bloques arriba, arriba y a la derecha, arriba y a la izquierda, o a la izquierda del bloque actual, suponiendo un orden de codificación de izquierda a derecha y de arriba a abajo para los bloques. El módulo de intrapredicción 46 se puede configurar con una variedad de diferentes modos de intrapredicción. Por ejemplo, la unidad de intrapredicción 46 puede configurarse con un cierto número de modos de predicción direccional, por ejemplo, 33 modos de predicción direccional, en función del tamaño de la CU que está siendo codificada.

[0054] El módulo de intrapredicción 46 puede seleccionar un modo de intrapredicción, por ejemplo, calculando valores de error para diversos modos de intrapredicción y seleccionando un modo que produzca el valor de error más bajo. Los modos de predicción direccional pueden incluir funciones para combinar valores de píxeles vecinos espacialmente y aplicar los valores combinados para formar uno o más píxeles de un bloque predictivo para una PU. Una vez que se han calculado los valores para todas las posiciones de píxeles en la PU, la unidad de intrapredicción 46 puede calcular un valor de error para el modo de predicción en base a las diferencias de píxeles entre la PU y el bloque predictivo. La unidad de intrapredicción 46 puede seguir probando modos de intrapredicción hasta que se descubra un modo de intrapredicción que produzca un valor de error aceptable. La unidad de intrapredicción 46 puede enviar luego la PU al sumador 50.

[0055] El codificador de vídeo 20 forma un bloque residual restando los datos de predicción calculados por la unidad de compensación de movimiento 44, o la unidad de intrapredicción 46, del bloque de vídeo original que se está codificando. El sumador 50 representa el componente o los componentes que realizan esta operación de resta. El bloque residual puede corresponder a una matriz bidimensional de valores de diferencia de píxeles, donde el número de valores en el bloque residual es el mismo que el número de píxeles en la PU correspondiente al bloque residual. Los valores en el bloque residual pueden corresponder a las diferencias, es decir, el error, entre los valores de los píxeles ubicados conjuntamente en la PU y en el bloque original que se vaya a codificar. Las diferencias pueden ser diferencias de crominancia o de luminancia dependiendo del tipo de bloque que se codifique.

[0056] La unidad de transformación 52 puede formar una o más unidades de transformada (TU) a partir del bloque residual. La unidad de transformación 52 aplica una transformada, tal como una transformada de coseno discreta (DCT), una transformada direccional, o una transformada conceptualmente similar, a la TU, produciendo un bloque de vídeo que comprende coeficientes de transformación. La unidad de transformación 52 puede enviar los coeficientes de transformación resultantes a la unidad de cuantificación con transformación 54. La unidad de cuantificación con transformación 54 puede entonces cuantificar los coeficientes de transformación. La unidad de codificación por entropía 56 puede realizar entonces un escaneo de los coeficientes de transformación cuantificados en la matriz de acuerdo con un orden de escaneo especificado para producir una matriz unidimensional. Esta divulgación describe la unidad de codificación por entropía 56 realizando el escaneo. Sin embargo, debería entenderse que, en otros ejemplos, otras unidades de procesamiento, tales como la unidad de cuantificación con transformación 54, podrían realizar el escaneo. La unidad de codificación por entropía 56 luego codifica por entropía la matriz 1D de coeficientes de transformación para producir un flujo de bits codificado por entropía.

[0057] La unidad de codificación por entropía 56 puede aplicar codificación por entropía tal como CAVLC o CABAC a los coeficientes escaneados. Además, la unidad de codificación por entropía 56 puede codificar la información de vector de movimiento (MV) y cualquiera de una variedad de elementos sintácticos útiles para descodificar los datos de vídeo en el descodificador de vídeo 30. El descodificador de vídeo 30 puede usar estos elementos sintácticos para reconstruir los datos de vídeo codificados. Tras la codificación por entropía mediante la unidad de codificación por entropía 56, el vídeo codificado resultante puede transmitirse a otro dispositivo, tal como el descodificador de vídeo 30, o archivar para su posterior transmisión o recuperación.

[0058] La unidad de cuantificación inversa con transformación 58 y la unidad de transformación inversa 60 aplican la cuantificación inversa y la transformación inversa, respectivamente, para reconstruir el bloque residual

en el dominio de los píxeles, por ejemplo, para su uso posterior como un bloque de referencia. La unidad de compensación de movimiento 44 puede calcular un bloque de referencia añadiendo el bloque residual a un bloque predictivo de una de las tramas de la memoria intermedia de tramas de referencia 64. La unidad de compensación de movimiento 44 también puede aplicar uno o más filtros de interpolación al bloque residual reconstruido para calcular valores de píxeles subenteros para su uso en la estimación de movimiento. El sumador 62 añade el bloque residual reconstruido al bloque predictivo compensado por movimiento, generado por la unidad de compensación de movimiento 44 para generar un bloque de vídeo reconstruido para su almacenamiento en la memoria intermedia de tramas de referencia 64. El bloque de vídeo reconstruido puede usarse por la unidad de estimación de movimiento 42 y por la unidad de compensación de movimiento 44 como bloque de referencia para intercodificar un bloque en una trama de vídeo posterior.

[0059] La unidad de PCM con cuantificación 47 recibe bloques de vídeo (por ejemplo, unidades de codificación) de la unidad de selección de modo 40 cuando se selecciona el modo de PCM con cuantificación. Como se describió anteriormente, el modo PCM con cuantificación se puede seleccionar cuando se determina que otros modos de codificación (por ejemplo, codificación intrapredicción o codificación interpredicción) actuarían como un expansor de datos en lugar de un compresor de datos para una o más unidades de codificación de una trama de vídeo. Por ejemplo, la unidad de selección de modo 40 puede probar los diversos modos de codificación en el bloque y determinar si los modos satisfacen o no una métrica de velocidad-distorsión deseada. Si la prueba indica que un cierto modo de codificación da como resultado que se asigne una cantidad excesiva de bits de codificación para alcanzar una cantidad máxima de distorsión deseada, la unidad de selección de modo 40 puede seleccionar el modo de PCM con cuantificación. Como tal, en lugar de realizar una técnica de predicción en bloques de vídeo, como se describió anteriormente, el codificador usaría la unidad PCM con cuantificación 47 para realizar un proceso de codificación PCM con cuantificación en cada muestra (es decir, píxel) del bloque y transmitiría esos bloques codificados por PCM con cuantificación en el flujo de bits codificado de los datos de vídeo.

[0060] El uso de la codificación PCM puede señalizarse a un decodificador de vídeo en un flujo de bits codificado de vídeo. Un indicador PCM (indicador pcm) puede señalizarse a nivel de la unidad de predicción para indicar que se utilizó la codificación PCM. Si el modo de predicción es intra, el tamaño de la división es $2N \times 2N$, y el tamaño del bloque es mayor o igual que el tamaño mínimo del bloque PCM, se señala el indicador pcm. Se debe observar que si el indicador pcm es igual a uno, entonces se pueden señalar varios bits 0 en el flujo de bits para el relleno hasta el comienzo del siguiente byte (por ejemplo, para tener una alineación de bytes). Los elementos sintácticos adicionales relativos a la codificación PCM pueden señalizarse en el conjunto de parámetros de secuencia (SPS). Por ejemplo, los elementos sintácticos que indican la profundidad de bits PCM (o la etapa de cuantificación) para ambos componentes de luminancia y crominancia de los píxeles (por ejemplo, pcm_bit_depth_luma_minus1 y pcm_bit_depth_chroma_minus1).

[0061] La FIG. 3 muestra un diagrama de bloques de la unidad PCM con cuantificación 47 de acuerdo con un aspecto de la divulgación. Como se menciona anteriormente, esta divulgación presenta técnicas para aplicar codificación PCM con cuantificación a muestras de vídeo (es decir, píxeles) en un bloque de datos de vídeo. La codificación PCM con cuantificación se puede lograr introduciendo una etapa de cuantificación antes de la codificación PCM. En este contexto, la cuantificación es un proceso de compresión mediante el cual los valores de entrada a una cierta profundidad de bits m (por ejemplo, datos de píxeles representados por 10 bits) se correlacionan con un valor de salida con una profundidad de bits menor n (por ejemplo, 6 bits). Por lo tanto, la profundidad de bits de entrada m es mayor que la profundidad de bits de salida n . Este proceso implicará inherentemente redondear algunos de los valores de entrada, y como tal, introduce pérdida en la compresión.

[0062] Como se muestra en la FIG. 3, las muestras de vídeo son recibidas por la unidad de PCM con cuantificación 47 y primero son cuantificadas mediante una unidad de cuantificación 49. En este caso, la cuantificación de muestras de vídeo define la profundidad de bits de salida final del vídeo codificado por PCM con cuantificación. Debe entenderse que dicha cuantificación en el "dominio de los píxeles" (es decir, para definir la profundidad de bits) se puede usar para cuantificar los valores de entrada de píxeles, y es diferente del parámetro de cuantificación en el "dominio de transformación" (QP) que se usa típicamente para cuantificar los coeficientes de transformada residual, tal como mediante la unidad de cuantificación con transformación 54 mostrada en la FIG. 2. Las muestras de entrada pueden cuantificarse mediante la unidad de cuantificación 49 usando esta etapa de cuantificación en el dominio de píxeles para definir la profundidad de bits de salida. Como se analizará con más detalle con referencia a las FIGs. 5-6, un decodificador puede cuantificar inversamente las muestras codificadas utilizando la etapa de cuantificación y una desviación de redondeo. La desviación de redondeo puede ser especificada por el codificador en el flujo de bits o puede imponerse para ser solo la mitad de la etapa de cuantificación (o alguna otra fracción especificada de la etapa de cuantificación).

[0063] Una unidad 53 de selección de etapa de cuantificación puede configurarse para seleccionar la etapa de cuantificación. De forma alternativa, la unidad de etapa de cuantificación 49 puede configurarse para usar una etapa de cuantificación predeterminada. Se puede almacenar una etapa de cuantificación predeterminada en la memoria 55 de selección de etapa de cuantificación. La unidad 53 de selección de etapa de cuantificación puede seleccionar la etapa de cuantificación en base a cualquiera de una variedad de criterios, incluidas las

características del bloque de datos de vídeo a codificar por el proceso PCM con cuantificación o las características de bloques de datos de vídeo espacialmente cerca del bloque de datos de vídeo a codificar en el proceso de PCM con cuantificación.

5 **[0064]** Por ejemplo, la etapa de cuantificación puede seleccionarse para producir datos de vídeo codificados que satisfacen una cantidad máxima de datos permitidos para un bloque dado. Una etapa de cuantificación mayor, y por lo tanto una profundidad de bits de salida menor, dará como resultado datos codificados por PCM con cuantificación de un tamaño de datos menor. Por el contrario, una etapa de cuantificación menor y, por lo tanto, una mayor profundidad de bits de salida, dará como resultado datos codificados por PCM con cuantificación de un tamaño de datos mayor. Como tal, la etapa de cuantificación puede ser un parámetro seleccionable que define la profundidad de bits de salida. La etapa de cuantificación puede tener el formato de la propia profundidad de bits de salida, o puede indicarse como un número de desplazamientos a la derecha utilizados para realizar la cuantificación que luego da como resultado una muestra de vídeo codificada por PCM con cuantificación a una cierta profundidad de bits de salida. Como se expondrá con más detalle a continuación, la profundidad de bits de salida y/o la etapa de cuantificación pueden indicarse en el flujo de bits codificado de modo que un descodificador puede recibir la etapa de cuantificación y/o la profundidad de bits de salida y descodificar los datos de vídeo PCM en el flujo de bits codificado.

20 **[0065]** Como otro ejemplo, la etapa de cuantificación puede seleccionarse para reducir la diferencia de aspecto entre los datos de vídeo codificados por PCM y los datos con pérdidas producidos por la codificación predictiva en bloques espacialmente cercanos. En particular, la etapa de cuantificación puede seleccionarse de manera que una cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados por PCM sea similar a la cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados de manera predictiva. La cantidad de distorsión puede determinarse por el codificador 20 explícitamente o estimarse, por ejemplo, en base a un parámetro de cuantificación (QP) utilizado por la unidad de cuantificación con transformación 54 para codificar de modo predictivo datos de vídeo.

30 **[0066]** Otros criterios que puede usar la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación para seleccionar la etapa de cuantificación incluyen la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para la unidad de codificación pertinente, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente, la velocidad de trama, el tipo de trama (por ejemplo, trama intra (I) o inter (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, los datos internos o los datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o el perfil en el que se codifica la secuencia de vídeo pertinente.

35 **[0067]** La calidad deseada del bloque PCM está relacionada con la calidad general de una trama particular. Cuanto mejor sea la calidad (por ejemplo, tipo de trama, profundidad de bits) de la trama, más calidad se desea para el modo PCM. Además, si la resolución es muy grande y el bloque PCM es pequeño, hay mucho menos impacto visual que si fuera al revés. Como un ejemplo, el vídeo para aplicaciones de videoconferencia es típicamente de PCM de menor calidad que el vídeo para DVD. Además, existe una mayor necesidad en videoconferencia de reducir los bits gastados en PCM. Considerar combinaciones de estos criterios puede producir mejores resultados que considerar un solo criterio.

45 **[0068]** En cada uno de estos ejemplos, las etapas de cuantificación pueden seleccionarse basándose en un algoritmo ejecutado por la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación. Como otro ejemplo, se pueden almacenar múltiples etapas de cuantificación predeterminadas que son apropiadas para diferentes situaciones contextuales en una memoria 55 de selección de etapa de cuantificación a la que se puede acceder mediante la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación.

50 **[0069]** En un ejemplo, la unidad de cuantificación 49 puede realizar la cuantificación en las muestras de vídeo simplemente desplazando a la derecha los datos de entrada. El proceso de cuantificación con desplazamiento a la derecha, en efecto, elimina los bits menos significativos de cada una de las muestras de entrada (es decir, píxeles). En este ejemplo, la etapa de cuantificación puede ser dada a la unidad de cuantificación 49 por la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación como un número entero que indica la cantidad de desplazamiento a la derecha. Por ejemplo, un desplazamiento de 2 a la derecha de los datos de entrada es lo mismo que dividir por 4. Con una entrada de píxeles de 8 bits, un desplazamiento de 2 a la derecha de los datos de entrada implicaría una cantidad máxima de datos que es un 75% inferior, es decir, de 8 bits por muestra a 6 bits por muestra. En otro ejemplo, se añade una desviación al valor de píxel antes de aplicar el desplazamiento a la derecha. En otro ejemplo, la cuantificación (o desplazamiento a la derecha) realizada por la unidad de cuantificación 49 puede basarse en la profundidad de bits de las muestras de vídeo de entrada. Cuanto mayor es la profundidad de bits de la muestra de vídeo de entrada, más se puede cuantificar sin artefactos visibles. Por lo tanto, la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación puede configurarse para seleccionar una etapa de cuantificación mayor para los datos de entrada de 10 bits que para los datos de entrada de 8 bits.

65 **[0070]** Después de la cuantificación, la unidad 51 de modulación por codificación de pulsos modula las muestras de vídeo cuantificadas. El modo intra-PCM convencional para H.264 simplemente pasa los valores digitales de los píxeles sin comprimir en el flujo de bits codificado. Como tal, intra-PCM para H.264 no tiene

pérdidas. De acuerdo con esta divulgación, la unidad 51 de modulación por codificación de pulsos modula los valores digitales de las muestras de vídeo después de la cuantificación (es decir, una forma de compresión con pérdidas). Como tal, la etapa de cuantificación seleccionada por la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación define la profundidad de bits de salida de las muestras de vídeo codificadas por la unidad de modulación por codificación de pulsos. Como se indicó anteriormente, en algunas circunstancias, la etapa de cuantificación puede tener el formato de la propia profundidad de bits de salida, o puede estar indicada como un número de desplazamientos a la derecha que define la profundidad de bits de salida.

[0071] El codificador puede señalar la profundidad de bits de salida, la desviación de redondeo y/o la etapa de cuantificación como elementos sintácticos en el flujo de bits codificado. En este contexto, los elementos sintácticos de señalización en el flujo de bits codificado no requieren la transmisión en tiempo real de dichos elementos del codificador a un descodificador, sino que significa que dichos elementos sintácticos están codificados en el flujo de bits y están accesibles al descodificador de cualquier forma. Esto puede incluir transmisión en tiempo real (por ejemplo, en videoconferencia) así como almacenar el flujo de bits codificado en un medio legible por ordenador para uso futuro por un descodificador (por ejemplo, en transmisión, descarga, acceso a disco, acceso a tarjeta, DVD, Blu-ray, etc.). Como se mencionó anteriormente, la etapa de cuantificación puede indicar la propia profundidad de bits de salida o puede representar el número de desplazamientos a la derecha que se realizó para cuantificar las muestras de vídeo de entrada. Bien la profundidad de bits de salida o la etapa de cuantificación puede señalizarse al descodificador para que el descodificador aplique el proceso apropiado para descodificar los datos codificados.

[0072] En un ejemplo, la etapa de cuantificación puede ser un valor predeterminado que se usa para todas las situaciones tanto por el codificador como por el descodificador. En otro ejemplo, como se analizó anteriormente, la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación puede determinar la etapa de cuantificación en base a las características de los bloques de vídeo de entrada y/o de los bloques de vídeo circundantes. El descodificador puede inferir un cierto valor de la etapa de cuantificación de datos de vídeo codificados por PCM con cuantificación en base a las mismas características utilizadas por el codificador para seleccionar la etapa de cuantificación.

[0073] Como otro ejemplo, la profundidad de bits de salida y/o la etapa de cuantificación pueden señalizarse al descodificador en el flujo de bits codificado. Además, una desviación de redondeo puede ser especificada por el codificador en el flujo de bits o puede estar predeterminada para ser la mitad de la etapa de cuantificación (o alguna otra fracción especificada de la etapa de cuantificación). Una forma de señalar la profundidad de bits de salida, la desviación de redondeo y/o la etapa de cuantificación es mediante la codificación de un elemento sintáctico que indica la profundidad de bits de las muestras de PCM con cuantificación. La FIG. 3 representa la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación como codificación de la etapa de cuantificación seleccionada en el flujo de bits codificado. Sin embargo, este proceso puede ser llevado a cabo por la unidad de cuantificación 49, la unidad de modulación por codificación de pulsos 51 u otra unidad de la unidad de PCM con cuantificación 47 o el codificador 20.

[0074] En otro ejemplo, el elemento sintáctico puede enviarse a la cabecera de la secuencia, al nivel de conjunto de parámetros de secuencia (por ejemplo, el nivel de conjunto de parámetros de imagen), a un nivel de segmento o a otros niveles de sintaxis en el flujo de bits codificado. La FIG. 4 representa un flujo de bits de vídeo codificado de ejemplo con una cabecera de secuencia. La cabecera de secuencia 67 incluye un elemento sintáctico 65 de profundidad de bits que indica la profundidad de bits de salida del vídeo codificado por PCM con cuantificación. Como un ejemplo, el elemento sintáctico 65 de profundidad de bits puede ser un elemento sintáctico de 4 bits que indique una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. Se debe tener en cuenta que se puede elegir un elemento sintáctico de cualquier longitud para indicar la profundidad de bits de salida. En el ejemplo de la FIG. 4, el elemento sintáctico 65 indica la profundidad de bits de salida de las muestras codificadas y, en consecuencia, el proceso a seguir en el descodificador. El elemento sintáctico también se puede señalar en un conjunto de parámetros de secuencia (SPS), un conjunto de parámetros de imagen (PPS) o una cabecera de segmento.

[0075] En otro ejemplo, la propia etapa de cuantificación (por ejemplo, un número de desplazamientos a la derecha) puede ser señalada por el codificador al descodificador, en la cabecera de la secuencia, en la cabecera de la trama o inmediatamente después de la señalización del modo PCM para la unidad de codificación, unidad de predicción o bloque. El codificador puede señalar la etapa de cuantificación en el flujo de bits cuando se señala el modo PCM para el primer bloque en el que se ha seleccionado el modo PCM con cuantificación en la trama. El resto de los bloques de modo PCM con cuantificación en la trama supondría la misma etapa de cuantificación que la señalizada para el primer bloque de modo PCM en la trama.

[0076] En otro ejemplo, los posteriores bloques de modo PCM con cuantificación encontrados en una trama pueden indicar una delta de la etapa de cuantificación utilizada para ese bloque a partir de una etapa de cuantificación de referencia. En algunos ejemplos, la cuantificación de referencia puede ser la etapa de cuantificación utilizada en el bloque anterior donde se utilizó el modo PCM con cuantificación. En este ejemplo, la etapa de cuantificación de referencia sería la primera etapa de cuantificación señalada en el flujo de bits para el

primer bloque para el que se utilizó PCM con cuantificación. Entonces, la etapa de cuantificación para cada uno de los posteriores bloques de modo PCM en la trama se puede señalar como un valor delta relativo a la etapa de cuantificación señalada anteriormente.

5 **[0077]** Por lo tanto, cada bloque de modo PCM en una trama o segmento puede tener una etapa de cuantificación que se señala explícitamente de forma individual para el bloque, comparte la misma etapa de cuantificación señalada inicialmente para un primer bloque de modo PCM en una trama o segmento, o tiene una etapa de cuantificación que es señalada por un delta relativo a la etapa de cuantificación señalada inicialmente para un primer bloque de modo PCM en una trama o segmento.

10 **[0078]** Debe observarse que, aunque se muestran como unidades funcionales separadas para facilitar la ilustración, la estructura y funcionalidad de la unidad de cuantificación 49, la unidad 51 de modulación por codificación de pulsos, la unidad 53 de selección de etapa de cuantificación y la memoria 55 de selección de etapa de cuantificación pueden estar altamente integradas las unas con las otras.

15 **[0079]** La FIG. 5 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un descodificador de vídeo 30, que descodifica una secuencia de vídeo codificado. En el ejemplo de la FIG. 5, el descodificador de vídeo 30 incluye una unidad de descodificación por entropía 70, una unidad de descodificación por PCM con cuantificación 71, una unidad de compensación de movimiento 72, una unidad de intrapredicción 74, una unidad 76 de cuantificación con transformada inversa, una unidad de transformación inversa 78, una memoria intermedia de trama de referencia 82 y un sumador 80. El descodificador 30 de vídeo puede, en algunos ejemplos, realizar una pasada de descodificación en general recíproca a la pasada de codificación descrita con respecto al codificador 20 de vídeo descrito con referencia a la FIG. 2. La unidad de compensación de movimiento 72 puede generar datos de predicción basados en vectores de movimiento recibidos de la unidad de descodificación por entropía 70. La unidad de intrapredicción 74 puede generar datos de predicción para un bloque actual de una trama actual en base a un modo de intrapredicción señalizada y datos de bloques previamente descodificados de la trama actual.

20 **[0080]** En algunos ejemplos, la unidad de descodificación por entropía 70 (o la unidad 76 de cuantificación con transformada inversa) puede escanear los valores recibidos utilizando un escaneo que duplica el orden de escaneo utilizado por la unidad de codificación por entropía 56 (o la unidad de cuantificación con transformación 54) del codificador de vídeo 20. Aunque el escaneo de coeficientes se pueda realizar en la unidad de cuantificación con transformación inversa 76, el escaneo se describirá, con fines ilustrativos, siendo realizado por la unidad de descodificación por entropía 70. Además, aunque se muestran como unidades funcionales independientes para facilitar la ilustración, la estructura y la funcionalidad de la unidad de descodificación por entropía 70, la unidad de cuantificación con transformación inversa 76 y otras unidades del descodificador de vídeo 30 pueden estar altamente integradas entre sí.

30 **[0081]** La unidad de descodificación por entropía 70 puede configurarse para aplicar el orden de escaneo para convertir el vector 1D de coeficientes de transformación en una matriz 2D de coeficientes de transformación. La unidad de descodificación por entropía 70 usa la inversa de la orden de escaneo para escanear el vector 1D en la matriz 2D. La matriz 2D de coeficientes de transformación producidos por la unidad de descodificación por entropía 70 puede cuantificarse y, en general, puede coincidir con la matriz 2D de coeficientes de transformación escaneados por la unidad de codificación por entropía 56 del codificador de vídeo 20 para producir el vector 1D de coeficientes de transformación.

35 **[0082]** La unidad de cuantificación con transformación inversa 76 cuantifica de manera inversa, es decir, descuantifica, los coeficientes de transformación cuantificados proporcionados en el flujo de bits y descodificados por la unidad de descodificación por entropía 70. El proceso de cuantificación inversa puede incluir un proceso convencional, por ejemplo, similar a los procesos propuestos para la HEVC o definido por la norma de descodificación H.264. El proceso de cuantificación inversa también puede incluir el uso de un parámetro de cuantificación, QP, calculado por un codificador de vídeo 20 para la unidad de codificación, para determinar un grado de cuantificación y, asimismo, el grado de cuantificación inversa que debería aplicarse. La unidad 76 de cuantificación con transformación inversa puede cuantificar inversamente los coeficientes de transformación, ya sea antes o después de que los coeficientes se conviertan de un vector 1D a una matriz 2D.

40 **[0083]** La unidad de transformación inversa 78 aplica una transformada inversa, por ejemplo, una DCT inversa, una transformada entera inversa, una KLT inversa, una transformada rotacional inversa, una transformada direccional inversa u otra transformada inversa. En algunos ejemplos, la unidad de transformación inversa 78 puede determinar una transformada inversa en base a la señalización desde el codificador de vídeo 20, o por inferencia de la transformada desde una o más características de codificación tales como el tamaño de bloque, el modo de codificación o similares. En algunos ejemplos, la unidad de transformación inversa 78 puede determinar una transformación para aplicar al bloque actual basándose en una transformada señalizada en el nodo raíz de un árbol cuaternario para una unidad de codificación máxima que incluye el bloque actual. En algunos ejemplos, la unidad de transformación inversa 78 puede aplicar una transformación inversa en cascada.

65

- 5 **[0084]** La unidad de compensación de movimiento 72 genera bloques compensados por movimiento, posiblemente realizando una interpolación basada en filtros de interpolación. Los identificadores de los filtros de interpolación que vayan a usarse para la estimación de movimiento con una precisión de subpíxel pueden incluirse en los elementos sintácticos. La unidad de compensación de movimiento 72 puede usar filtros de interpolación como los usados por el codificador de vídeo 20 durante la codificación del bloque de vídeo para calcular valores interpolados para píxeles subenteros de un bloque de referencia. La unidad de compensación de movimiento 72 puede determinar los filtros de interpolación usados por el codificador de vídeo 20 de acuerdo con la información sintáctica recibida y usar los filtros de interpolación para generar bloques predictivos.
- 10 **[0085]** La unidad de compensación de movimiento 72 y la unidad de intrapredicción 74, en un ejemplo de HEVC, pueden usar parte de la información de sintaxis (por ejemplo, proporcionada por un árbol cuaternario) para determinar los tamaños de las unidades de codificación máximas usadas para codificar la trama o tramas de la secuencia de vídeo codificada, información de división que describe cómo se divide cada unidad de codificación de una trama de la secuencia de vídeo codificada (y asimismo, cómo se dividen las unidades de subcodificación), modos que indican cómo se codifica cada división (por ejemplo, intra o interpredicción, y para intrapredicción un modo de codificación de intrapredicción), una o más tramas de referencia (y/o listas de referencia que contienen identificadores para las tramas de referencia) para cada unidad de predicción intercodificada, y otra información para descodificar la secuencia de vídeo codificada.
- 15 **[0086]** El sumador 80 combina los bloques residuales con los bloques de predicción correspondientes generados por la unidad de compensación de movimiento 72 o por la unidad de intrapredicción 74 para formar bloques descodificados. Si se desea, también puede aplicarse un filtro de desbloqueo para filtrar los bloques descodificados con el fin de eliminar distorsiones de efecto pixelado. Los bloques de vídeo descodificado se almacenan luego en la memoria intermedia 82 de tramas de referencia, que proporciona bloques de referencia para la compensación de movimiento posterior y también produce vídeo descodificado para su presentación en un dispositivo de visualización (como el dispositivo de visualización 32 de la FIG. 1).
- 20 **[0087]** La unidad 71 de descodificación por PCM con cuantificación está configurada para descodificar el vídeo codificado cuando el codificador 20 utilizó el modo de PCM con cuantificación. La unidad 71 de descodificación por PCM con cuantificación desmodula primero por codificación de pulsos el vídeo codificado. A continuación, la unidad 71 de descodificación por PCM con cuantificación cuantifica inversamente el vídeo desmodulado por codificación de pulsos usando la misma etapa de cuantificación utilizada en el proceso de codificación y una desviación de redondeo. La etapa de cuantificación se puede señalar directamente en el flujo de bits de vídeo codificado o se puede inferir a partir de una profundidad de bits de salida que se señala en el flujo de bits de vídeo codificado.
- 25 **[0088]** La FIG. 6 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de la unidad 71 de descodificación por PCM con cuantificación. La unidad de descodificación por PCM con cuantificación puede incluir una unidad 73 de desmodulación por codificación de pulsos, una unidad 75 de etapa de cuantificación inversa, una unidad 77 de selección de etapa de cuantificación y una memoria 79 de selección de etapa de cuantificación. Debe observarse que, aunque se muestran como unidades funcionales independientes para facilitar la ilustración, la estructura y funcionalidad de la unidad 73 de desmodulación por codificación de pulsos, la unidad 75 de etapa de cuantificación inversa, la unidad 77 de selección de etapa de cuantificación y la memoria 79 de selección de etapa de cuantificación pueden estar altamente integradas las unas con las otras.
- 30 **[0089]** Inicialmente, la unidad 73 de desmodulación por codificación de pulsos desmodula el vídeo codificado por PCM con cuantificación. Esta etapa invierte esencialmente la modulación por codificación de pulsos aplicada por el codificador. A continuación, la unidad 75 de cuantificación inversa cuantifica inversamente el vídeo desmodulado usando la misma etapa de cuantificación usada para codificar vídeo así como una desviación de redondeo.
- 35 **[0090]** La unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede recuperar un elemento sintáctico que indica la etapa de cuantificación y/o la profundidad de bits de salida del flujo de bits codificado. Como un ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la profundidad de bits de salida puede señalarse como un elemento sintáctico de 4 bits que indica una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. En otro ejemplo, la profundidad de bits de salida puede ser señalada explícitamente, en lugar de indirectamente. De forma alternativa, el descodificador puede inferir, un cierto valor de la etapa de cuantificación de muestras PCM basándose en los mismos criterios o características de vídeo utilizados por el codificador para seleccionar la etapa de cuantificación, como la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para el pertinente unidad de codificación, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente o el tipo de trama (por ejemplo, trama intra (I) o inter (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, datos internos o datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o perfil en el que está codificada la secuencia de vídeo. Como otro ejemplo, la unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede acceder simplemente a una etapa de cuantificación predeterminada almacenada en la memoria 79 de selección de etapa de cuantificación.
- 40 **[0091]** La unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede recuperar un elemento sintáctico que indica la etapa de cuantificación y/o la profundidad de bits de salida del flujo de bits codificado. Como un ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la profundidad de bits de salida puede señalarse como un elemento sintáctico de 4 bits que indica una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. En otro ejemplo, la profundidad de bits de salida puede ser señalada explícitamente, en lugar de indirectamente. De forma alternativa, el descodificador puede inferir, un cierto valor de la etapa de cuantificación de muestras PCM basándose en los mismos criterios o características de vídeo utilizados por el codificador para seleccionar la etapa de cuantificación, como la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para el pertinente unidad de codificación, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente o el tipo de trama (por ejemplo, trama intra (I) o inter (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, datos internos o datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o perfil en el que está codificada la secuencia de vídeo. Como otro ejemplo, la unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede acceder simplemente a una etapa de cuantificación predeterminada almacenada en la memoria 79 de selección de etapa de cuantificación.
- 45 **[0092]** La unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede recuperar un elemento sintáctico que indica la etapa de cuantificación y/o la profundidad de bits de salida del flujo de bits codificado. Como un ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la profundidad de bits de salida puede señalarse como un elemento sintáctico de 4 bits que indica una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. En otro ejemplo, la profundidad de bits de salida puede ser señalada explícitamente, en lugar de indirectamente. De forma alternativa, el descodificador puede inferir, un cierto valor de la etapa de cuantificación de muestras PCM basándose en los mismos criterios o características de vídeo utilizados por el codificador para seleccionar la etapa de cuantificación, como la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para el pertinente unidad de codificación, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente o el tipo de trama (por ejemplo, trama intra (I) o inter (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, datos internos o datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o perfil en el que está codificada la secuencia de vídeo. Como otro ejemplo, la unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede acceder simplemente a una etapa de cuantificación predeterminada almacenada en la memoria 79 de selección de etapa de cuantificación.
- 50 **[0093]** La unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede recuperar un elemento sintáctico que indica la etapa de cuantificación y/o la profundidad de bits de salida del flujo de bits codificado. Como un ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la profundidad de bits de salida puede señalarse como un elemento sintáctico de 4 bits que indica una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. En otro ejemplo, la profundidad de bits de salida puede ser señalada explícitamente, en lugar de indirectamente. De forma alternativa, el descodificador puede inferir, un cierto valor de la etapa de cuantificación de muestras PCM basándose en los mismos criterios o características de vídeo utilizados por el codificador para seleccionar la etapa de cuantificación, como la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para el pertinente unidad de codificación, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente o el tipo de trama (por ejemplo, trama intra (I) o inter (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, datos internos o datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o perfil en el que está codificada la secuencia de vídeo. Como otro ejemplo, la unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede acceder simplemente a una etapa de cuantificación predeterminada almacenada en la memoria 79 de selección de etapa de cuantificación.
- 55 **[0094]** La unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede recuperar un elemento sintáctico que indica la etapa de cuantificación y/o la profundidad de bits de salida del flujo de bits codificado. Como un ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la profundidad de bits de salida puede señalarse como un elemento sintáctico de 4 bits que indica una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. En otro ejemplo, la profundidad de bits de salida puede ser señalada explícitamente, en lugar de indirectamente. De forma alternativa, el descodificador puede inferir, un cierto valor de la etapa de cuantificación de muestras PCM basándose en los mismos criterios o características de vídeo utilizados por el codificador para seleccionar la etapa de cuantificación, como la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para el pertinente unidad de codificación, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente o el tipo de trama (por ejemplo, trama intra (I) o inter (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, datos internos o datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o perfil en el que está codificada la secuencia de vídeo. Como otro ejemplo, la unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede acceder simplemente a una etapa de cuantificación predeterminada almacenada en la memoria 79 de selección de etapa de cuantificación.
- 60 **[0095]** La unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede recuperar un elemento sintáctico que indica la etapa de cuantificación y/o la profundidad de bits de salida del flujo de bits codificado. Como un ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la profundidad de bits de salida puede señalarse como un elemento sintáctico de 4 bits que indica una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. En otro ejemplo, la profundidad de bits de salida puede ser señalada explícitamente, en lugar de indirectamente. De forma alternativa, el descodificador puede inferir, un cierto valor de la etapa de cuantificación de muestras PCM basándose en los mismos criterios o características de vídeo utilizados por el codificador para seleccionar la etapa de cuantificación, como la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para el pertinente unidad de codificación, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente o el tipo de trama (por ejemplo, trama intra (I) o inter (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, datos internos o datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o perfil en el que está codificada la secuencia de vídeo. Como otro ejemplo, la unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede acceder simplemente a una etapa de cuantificación predeterminada almacenada en la memoria 79 de selección de etapa de cuantificación.
- 65 **[0096]** La unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede recuperar un elemento sintáctico que indica la etapa de cuantificación y/o la profundidad de bits de salida del flujo de bits codificado. Como un ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, la profundidad de bits de salida puede señalarse como un elemento sintáctico de 4 bits que indica una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. En otro ejemplo, la profundidad de bits de salida puede ser señalada explícitamente, en lugar de indirectamente. De forma alternativa, el descodificador puede inferir, un cierto valor de la etapa de cuantificación de muestras PCM basándose en los mismos criterios o características de vídeo utilizados por el codificador para seleccionar la etapa de cuantificación, como la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para el pertinente unidad de codificación, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente o el tipo de trama (por ejemplo, trama intra (I) o inter (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, datos internos o datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o perfil en el que está codificada la secuencia de vídeo. Como otro ejemplo, la unidad 77 de selección de etapa de cuantificación puede acceder simplemente a una etapa de cuantificación predeterminada almacenada en la memoria 79 de selección de etapa de cuantificación.

[0091] Dada la etapa de cuantificación señalada, predeterminada o deducida, la unidad 75 de cuantificación inversa puede realizar la cuantificación inversa usando la etapa de cuantificación y una desviación de redondeo señalada, inferida o predeterminada. Para realizar la cuantificación inversa, la unidad 75 de cuantificación inversa puede simplemente añadir bits (es decir, un número igual de desplazamientos a la izquierda al número de desplazamientos a la derecha utilizados en el codificador) a las muestras desmoduladas y aplicar la desviación de redondeo seleccionada para generar el vídeo descodificado.

[0092] La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de codificación a modo de ejemplo. El procedimiento 100 codifica bloques de vídeo de acuerdo con un proceso de codificación por PCM con cuantificación descrito anteriormente con referencia a las FIGs. 2-4. En el procedimiento 100, un codificador de vídeo 20 selecciona una etapa de cuantificación para definir una profundidad de bits de salida (120). En base a esta profundidad de bits de salida, el codificador de vídeo 20 realiza una codificación por PCM con cuantificación (121). La primera etapa de la codificación por PCM con cuantificación es cuantificar muestras de un bloque de datos de vídeo de acuerdo con la etapa de cuantificación seleccionada (122). La etapa 122 puede incluir cuantificar las muestras del bloque de datos de vídeo ejecutando una serie de desplazamientos a la derecha de las muestras del bloque de datos de vídeo, en la que el número de desplazamientos a la derecha se basa en la etapa de cuantificación. A continuación, el codificador de vídeo 20 modula por codificación de pulsos las muestras cuantificadas (124). Como etapa opcional, el codificador de vídeo 20 también puede generar una indicación de la profundidad de bits de salida y señalar esa indicación en el flujo de bits de vídeo codificado (126).

[0093] Como se analizó anteriormente, la profundidad de bits de salida es un parámetro definible. En ese sentido, puede definirse por la selección de la etapa de cuantificación utilizada para el proceso de cuantificación. La etapa de cuantificación puede ser un valor predeterminado o puede seleccionarse basándose en una o más características de los datos de vídeo. Como otro ejemplo, la etapa de cuantificación puede seleccionarse para reducir la diferencia de aspecto entre los datos de vídeo codificados por PCM y los datos con pérdida producidos mediante codificación predictiva. En particular, la etapa de cuantificación puede seleccionarse de manera que una cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados por PCM sea similar a la cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados de manera predictiva. La cantidad de distorsión puede determinarse explícitamente o estimarse, por ejemplo, basándose en un parámetro de cuantificación (QP) utilizado por la unidad 54 de cuantificación con transformación para datos de vídeo codificados de manera predictiva. Otros criterios y características que pueden usarse para seleccionar la etapa de cuantificación incluyen la resolución espacial de la trama, la cuantificación (QP) para la unidad de codificación pertinente, la estructura de codificación de una unidad de codificación pertinente, la velocidad de la trama, el tipo de trama (por ejemplo, intratrama (I) o intertrama (P o B)), la profundidad de bits de los datos de entrada, datos internos o datos de salida, la aplicación de vídeo particular, o el nivel o perfil en el que se codifica la secuencia de vídeo pertinente. La etapa de cuantificación puede ser común a múltiples bloques de datos de vídeo o puede seleccionarse para cada bloque individual de datos de vídeo.

[0094] La etapa 126 puede generar una indicación de la profundidad de bits de salida y/o la etapa de cuantificación propiamente dicha y señalar esa indicación en un flujo de bits de datos de vídeo codificados. La indicación de la profundidad de bits de salida y/o la etapa de cuantificación permite que un descodificador invierta el proceso de cuantificación. En particular, la profundidad de bits de salida puede señalarse en una cabecera de la secuencia como un elemento sintáctico de 4 bits que indica una reducción o expansión de la profundidad de bits de 1 a 16 bits. Además, la etapa 126 también puede indicar una desviación de redondeo en el flujo de bits de vídeo para indicar a un descodificador cómo realizar el proceso de cuantificación inversa. Si se usan etapas de cuantificación individuales para diferentes bloques de datos de vídeo, el codificador 20 puede representar las etapas de cuantificación individuales como valores delta relativos a una etapa de cuantificación base.

[0095] La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de descodificación de ejemplo. El procedimiento 150 descodifica bloques de vídeo de acuerdo con un proceso de descodificación por PCM con cuantificación descrito anteriormente con referencia a las FIGs. 5 y 6. En el procedimiento 150, un descodificador de vídeo 30 determina primero una etapa de cuantificación (160). A continuación, el descodificador de vídeo realiza un proceso de descodificación por PCM con cuantificación 161. El proceso de descodificación por PCM con cuantificación incluye descodificar el bloque de vídeo codificado con desmodulación por codificación de pulsos (162). A continuación, usando la etapa de cuantificación determinada y una desviación de redondeo, el descodificador de vídeo 30 cuantifica de forma inversa el bloque de vídeo desmodulado.

[0096] En la etapa 160, la etapa de cuantificación puede determinarse usando un valor preseleccionado, recibiendo una indicación de la profundidad de bits de salida y/o la etapa de cuantificación en el flujo de bits de salida, o de las características de los propios datos de vídeo de la misma manera que se selecciona la etapa de cuantificación en el proceso de codificación.

[0097] En uno o más ejemplos, las funciones descritas en esta divulgación pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementa en software, las funciones pueden ser realizadas por una unidad de procesamiento basada en hardware, como uno o más

procesadores, que ejecutan software en forma de instrucciones o código legibles por ordenador. Dichas instrucciones o código pueden almacenarse o transmitirse a través de un medio legible por ordenador y ejecutarse mediante una unidad de procesamiento basada en hardware. Los medios legibles por ordenador pueden incluir medios de almacenamiento legibles por ordenador, que corresponden a un medio tangible no transitorio tal como unos medios de almacenamiento de datos o unos medios de comunicación que incluyen cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro, por ejemplo, de acuerdo con un protocolo de comunicación. De esta manera, los medios legibles por ordenador pueden corresponder, en general, a (1) unos medios de almacenamiento tangibles legibles por ordenador que son no transitorios, o (2) un medio de comunicación tal como una señal o una onda portadora. Los medios de almacenamiento de datos pueden ser medios disponibles cualesquiera a los que se puede acceder desde uno o más ordenadores o uno o más procesadores para recuperar instrucciones, código y/o estructuras de datos para la implementación de las técnicas descritas en esta divulgación. Un producto de programa informático puede incluir un medio legible por ordenador.

[0098] A modo de ejemplo, y sin carácter limitativo, dichos medios de almacenamiento legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, memoria Flash, CD-ROM o cualquier otro medio de almacenamiento de datos ópticos, magnéticos o de estado sólido, incluido el almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador. Además, cualquier conexión recibe debidamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si las instrucciones se transmiten desde un sitio web, un servidor u otro origen remoto usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Sin embargo, debería entenderse que los medios de almacenamiento legibles por ordenador y los medios de almacenamiento de datos tangibles no incluyen conexiones, ondas portadoras, señales u otros medios transitorios, sino que, en cambio, están dirigidos a medios de almacenamiento tangibles no transitorios. El término disco, tal como se utiliza en el presente documento, incluye un disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital (DVD), un disco flexible y un disco Blu-ray, donde algunos discos habitualmente reproducen datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de los anteriores también deben incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0099] Las instrucciones pueden ser ejecutadas por uno o más procesadores, tales como uno o más procesadores de señales digitales (DSP), microprocesadores de propósito general, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), matrices de puertas programables in situ (FPGA) u otros circuitos lógicos integrados o discretos equivalentes. Por consiguiente, el término «procesador», como se utiliza en el presente documento, puede referirse a cualquiera de las estructuras anteriores o a cualquier otra estructura adecuada para la implementación de las técnicas descritas en el presente documento. Además, en algunos aspectos, la funcionalidad descrita en el presente documento puede proporcionarse dentro de módulos de hardware y/o software dedicados configurados para la codificación y la decodificación, o incorporarse en un códec combinado. Asimismo, las técnicas podrían implementarse por completo en uno o más circuitos o elementos lógicos.

[0100] Las técnicas de esta divulgación pueden ser realizadas por una amplia variedad de dispositivos o aparatos, que incluyen ordenadores de sobremesa, ordenadores plegables (por ejemplo, ordenadores portátiles), ordenadores de tableta, decodificadores, teléfonos móviles tales como los llamados teléfonos inteligentes, televisores, cámaras, dispositivos de visualización, reproductores de medios digitales, consolas de videojuegos o similares. En muchos casos, dichos dispositivos pueden estar equipados para la comunicación inalámbrica. Además, dichas técnicas pueden implementarse mediante un circuito integrado (IC) o un conjunto de circuitos integrados (por ejemplo, un conjunto de chips). Un dispositivo configurado para llevar a cabo las técnicas de la presente divulgación puede incluir cualquiera de los dispositivos mencionados anteriormente y, en algunos casos, puede ser un codificador de vídeo o un decodificador de vídeo, o un codificador-descodificador de vídeo combinado, es decir, un CODEC de vídeo, que puede estar formado por una combinación de hardware, software y firmware. En esta divulgación se describen diversos componentes, módulos o unidades para destacar los aspectos funcionales de los dispositivos configurados para realizar las técnicas divulgadas, pero no requieren necesariamente la realización mediante diferentes unidades de hardware. En cambio, como se ha descrito anteriormente, diversas unidades pueden combinarse en una unidad de hardware de códec o proporcionarse por medio de un grupo de unidades de hardware interoperativas, que incluyen uno o más procesadores como se ha descrito anteriormente, conjuntamente con software y/o firmware adecuados.

[0101] Se han descrito diversos modos de realización de la invención. Estos y otros modos de realización están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para codificar datos de vídeo, comprendiendo el procedimiento:
 - 5 codificar uno o más bloques de una trama de datos de vídeo usando codificación intrapredictiva con relación a uno o más bloques vecinos en la misma trama; y
 - 10 codificar muestras de uno o más otros bloques de píxeles de la trama de datos de vídeo usando un modo de PCM con cuantificación de acuerdo con una profundidad de bits de salida en la que las muestras del uno o más otros bloques de píxeles se cuantifican de acuerdo con una etapa de cuantificación en la que la etapa de cuantificación se selecciona de manera que una cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados por PCM es similar a la cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados de forma predictiva antes de la aplicación de la codificación por PCM siendo la codificación por PCM la codificación de valores de píxeles sin predicción, la codificación con transformación y la codificación por entropía.
 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la profundidad de bits de salida es un parámetro definible.
 - 20 3. El procedimiento según la reivindicación 2, que comprende además:
 - seleccionar la etapa de cuantificación para las muestras cuantificadas para definir la profundidad de bits de salida.
 - 25 4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que la etapa de cuantificación se basa en la profundidad de bits de las muestras de entrada de manera que para una profundidad de bits mayor de las muestras de entrada se usa una etapa de cuantificación mayor.
 - 30 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que cuantificar las muestras del bloque de datos de vídeo de acuerdo con una etapa de cuantificación comprende un número de desplazamientos a la derecha de las muestras del bloque de datos de vídeo, en el que el número de desplazamientos a la derecha se basa en la etapa de cuantificación.
 - 35 6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la codificación de muestras de un bloque de datos de vídeo usando modulación por codificación de pulsos con cuantificación comprende:
 - cuantificar muestras de múltiples bloques de datos de vídeo de acuerdo con una etapa de cuantificación común; y
 - 40 modular por codificación de pulsos las muestras cuantificadas en los múltiples bloques de datos de vídeo.
 - 45 7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la codificación de muestras de un bloque de datos de vídeo usando modulación por codificación de pulsos con cuantificación comprende:
 - cuantificar muestras de un primer bloque de datos de vídeo de acuerdo con una primera etapa de cuantificación;
 - 50 cuantificar muestras de un segundo bloque de datos de vídeo de acuerdo con una segunda etapa de cuantificación diferente de la primera etapa de cuantificación; y
 - modular por codificación de pulsos las muestras cuantificadas en los bloques primero y segundo de datos de vídeo.
 - 55 8. El procedimiento según la reivindicación 7, que comprende además:
 - representar la primera etapa de cuantificación y la segunda etapa de cuantificación como valores delta relativos a una etapa de cuantificación base.
 - 60 9. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
 - generar una indicación de la profundidad de bits de salida e incluir la indicación en un flujo de bits codificado.
 - 65 10. El procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además:

incluir la indicación de la profundidad de bits de salida en una cabecera de la secuencia como un elemento sintáctico.

- 5 **11.** Un procedimiento para decodificar datos de vídeo, comprendiendo el procedimiento:

descodificar uno o más bloques de una trama de datos de vídeo usando codificación intrapredictiva con relación a uno o más bloques vecinos en la misma trama; y

10 descodificar muestras de uno o más otros bloques codificados de píxeles de la trama de datos de vídeo que se han codificado con un modo de PCM con cuantificación de acuerdo con una profundidad de bits de salida en la que las muestras del uno o más otros bloques de píxeles se cuantifican de acuerdo con una etapa de cuantificación en la que la etapa de cuantificación se selecciona de manera que una cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados por PCM es similar a la cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados de forma predictiva antes de la aplicación de la codificación por PCM, siendo la codificación por PCM la codificación de valores de píxeles sin predicción, la codificación por transformación y la codificación por entropía.

12. Un aparato configurado para codificar datos de vídeo, comprendiendo el aparato:

20 medios para codificar uno o más bloques de una trama de datos de vídeo usando codificación intrapredictiva con relación a uno o más bloques vecinos en la misma trama; y

25 medios para codificar muestras de uno o más otros bloques de píxeles de la trama de datos de vídeo utilizando la cuantificación de las muestras de un bloque de datos de vídeo de acuerdo con una etapa de cuantificación en la que la etapa de cuantificación se selecciona de manera que una cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados por PCM es similar a la cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados de manera predictiva antes de la aplicación de la codificación PCM;

30 medios para la codificación por PCM de las muestras cuantificadas, siendo la codificación por PCM la codificación de valores de píxel sin predicción, la codificación por transformación y la codificación por entropía.

- 35 **13.** Un aparato configurado para decodificar datos de vídeo, comprendiendo el aparato:

medios para decodificar uno o más bloques de una trama de datos de vídeo usando codificación intrapredictiva con relación a uno o más bloques vecinos en la misma trama; y

40 medios para decodificar una o más otras muestras de bloques codificados de de píxeles de la trama de datos de vídeo utilizando desmodulación por codificación de pulsos que se han codificado con un modo de PCM con cuantificación según una profundidad de bits de salida, en el que las muestras del uno o más otros bloques de píxeles se cuantifican de acuerdo con una etapa de cuantificación en el que la etapa de cuantificación se selecciona de modo que una cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados por PCM sea similar a la cantidad de distorsión presentada por los datos de vídeo codificados de manera predictiva antes de la aplicación de la codificación por PCM, siendo la codificación por PCM la codificación de valores de píxel sin predicción, la codificación por transformación y la codificación por entropía; y

50 medios para cuantificar inversamente las muestras decodificadas de acuerdo con una etapa de cuantificación.

- 55 **14.** Un producto de programa informático que comprende un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenadas en él instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que un procesador de un dispositivo para codificar vídeo lleve a cabo el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

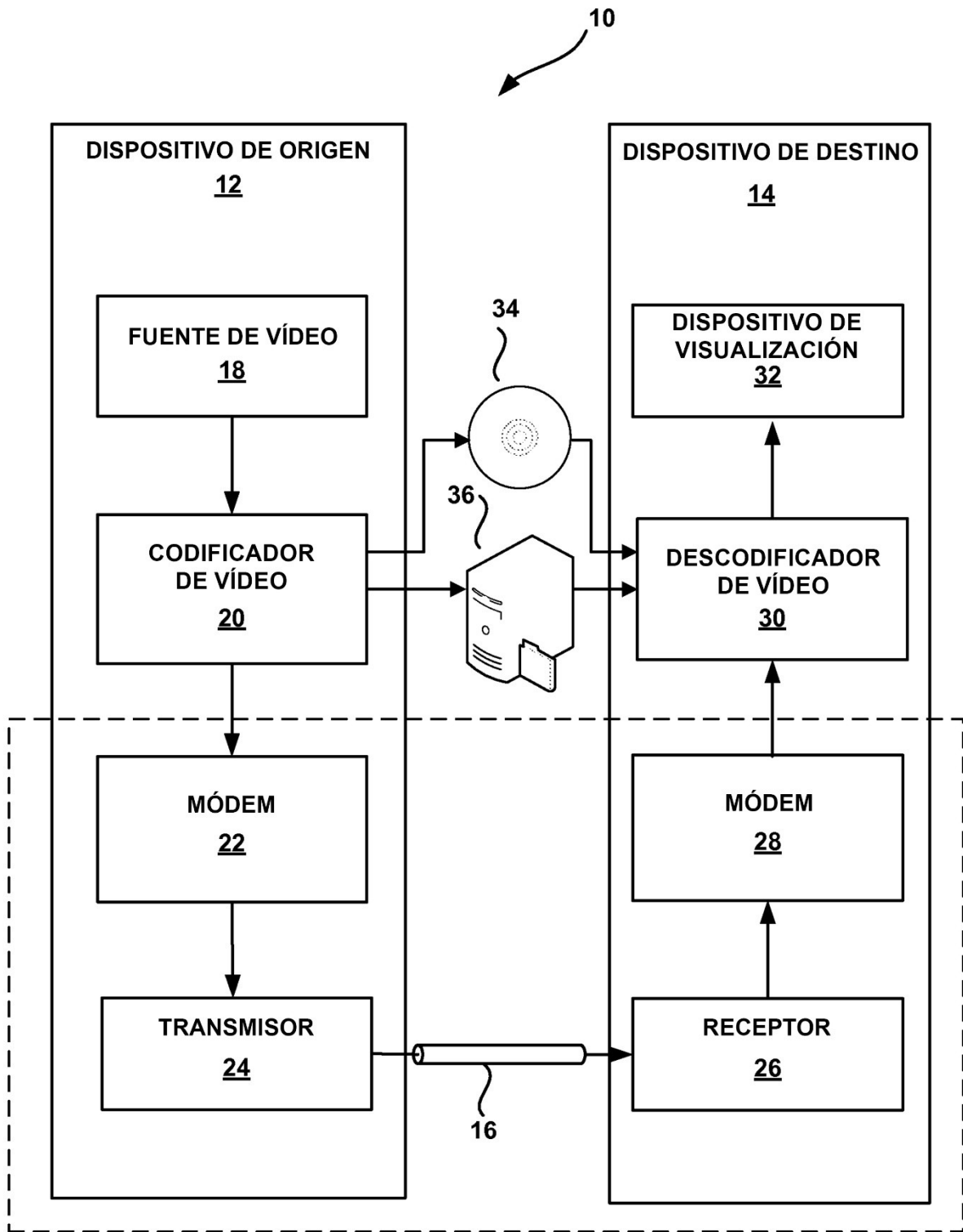


FIG. 1

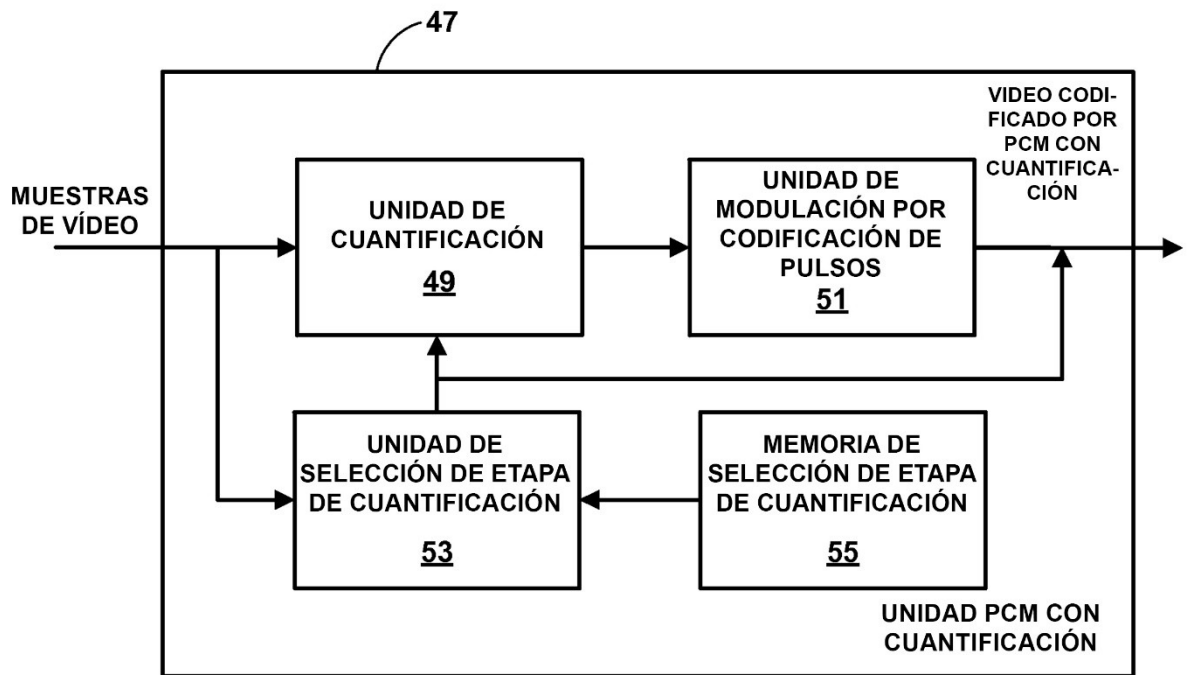


FIG. 3

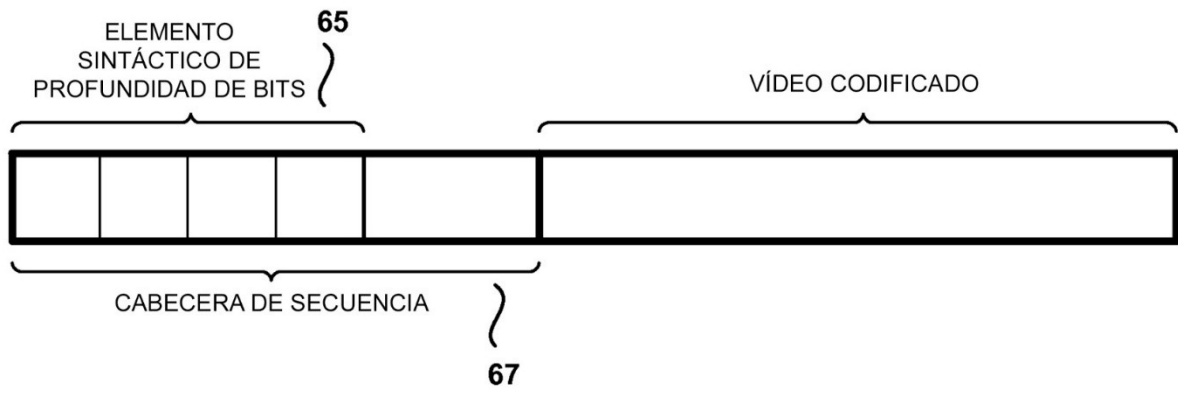


FIG. 4

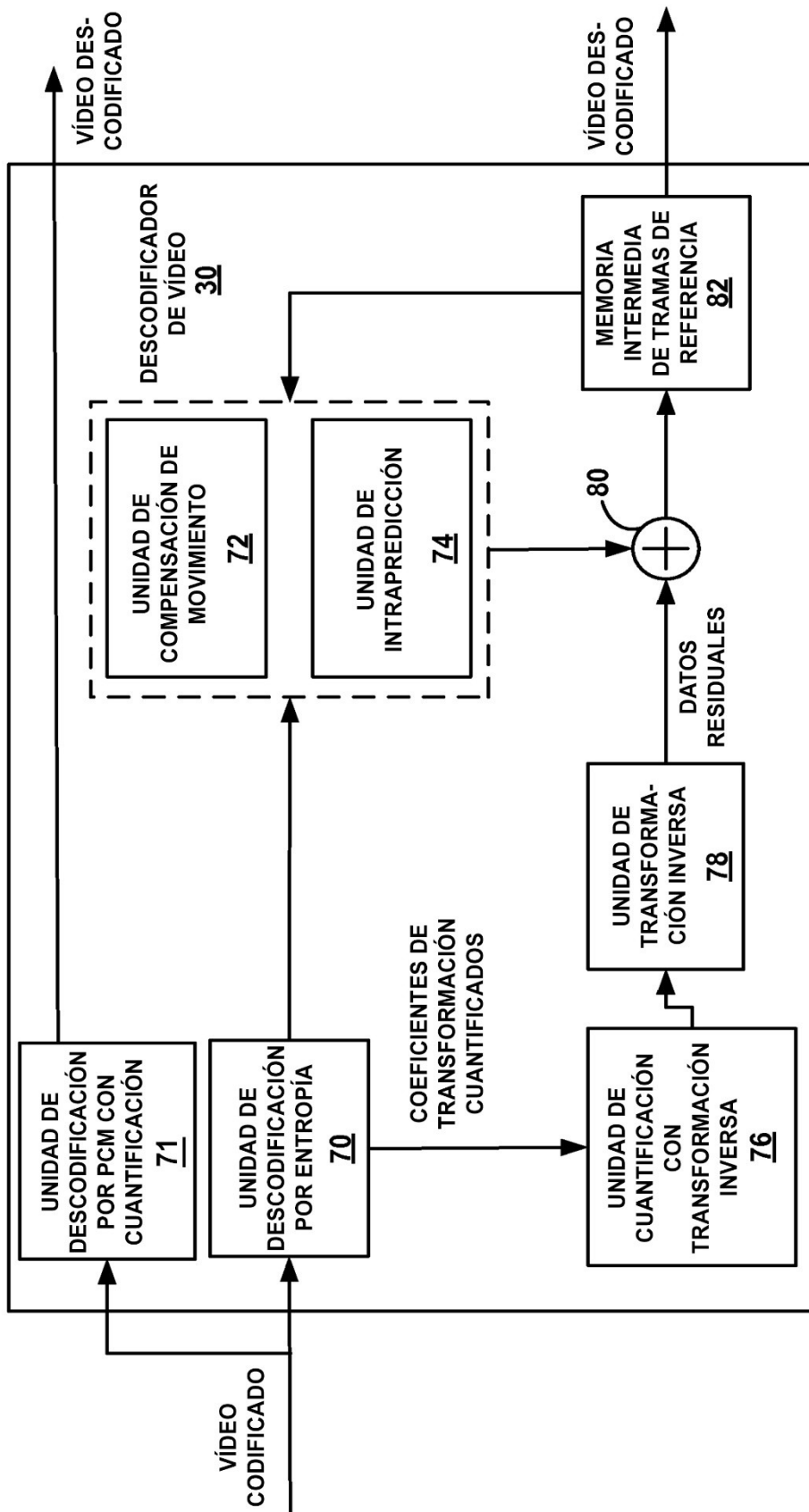


FIG. 5

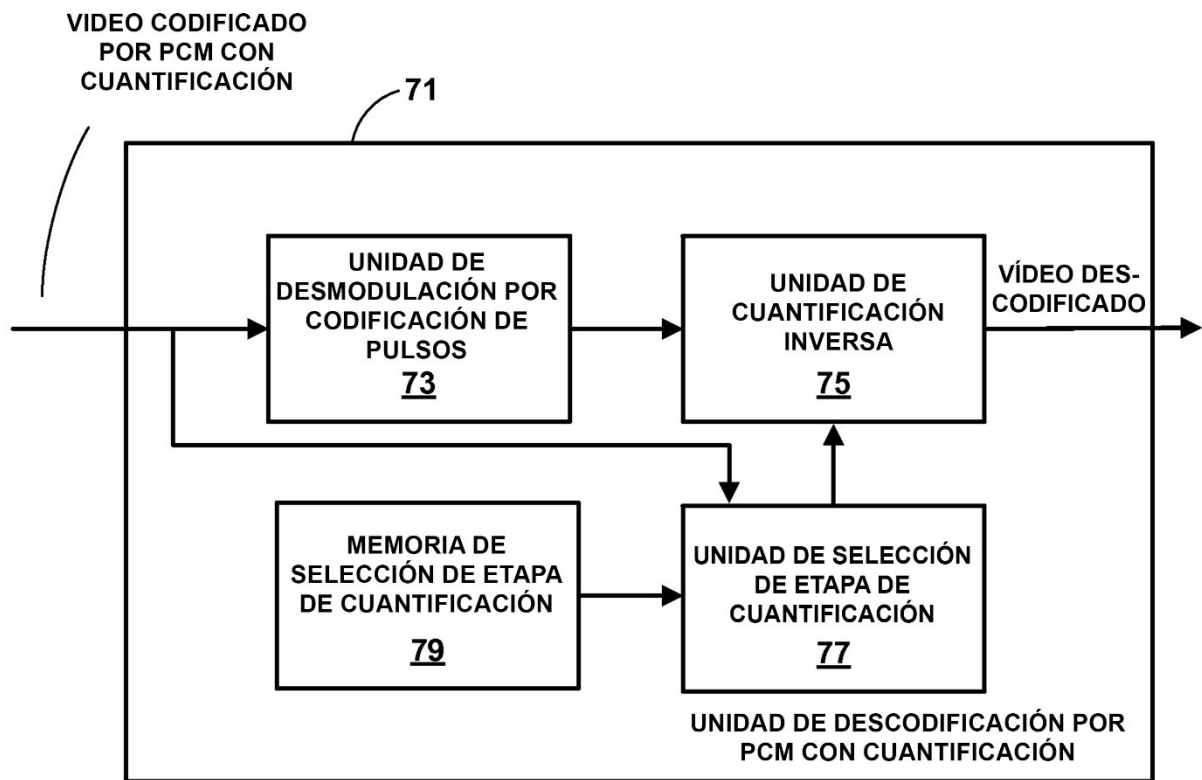


FIG. 6

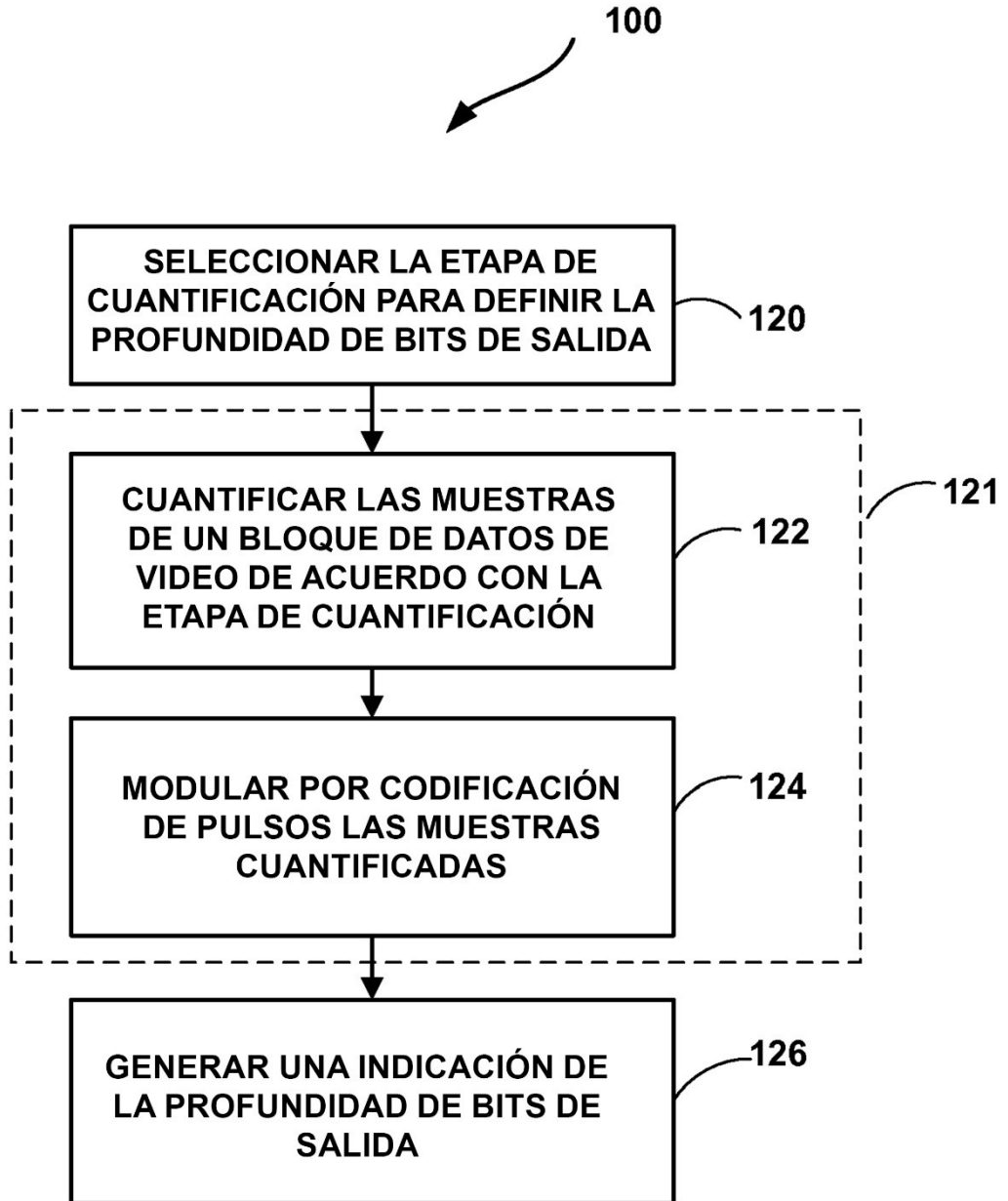


FIG. 7

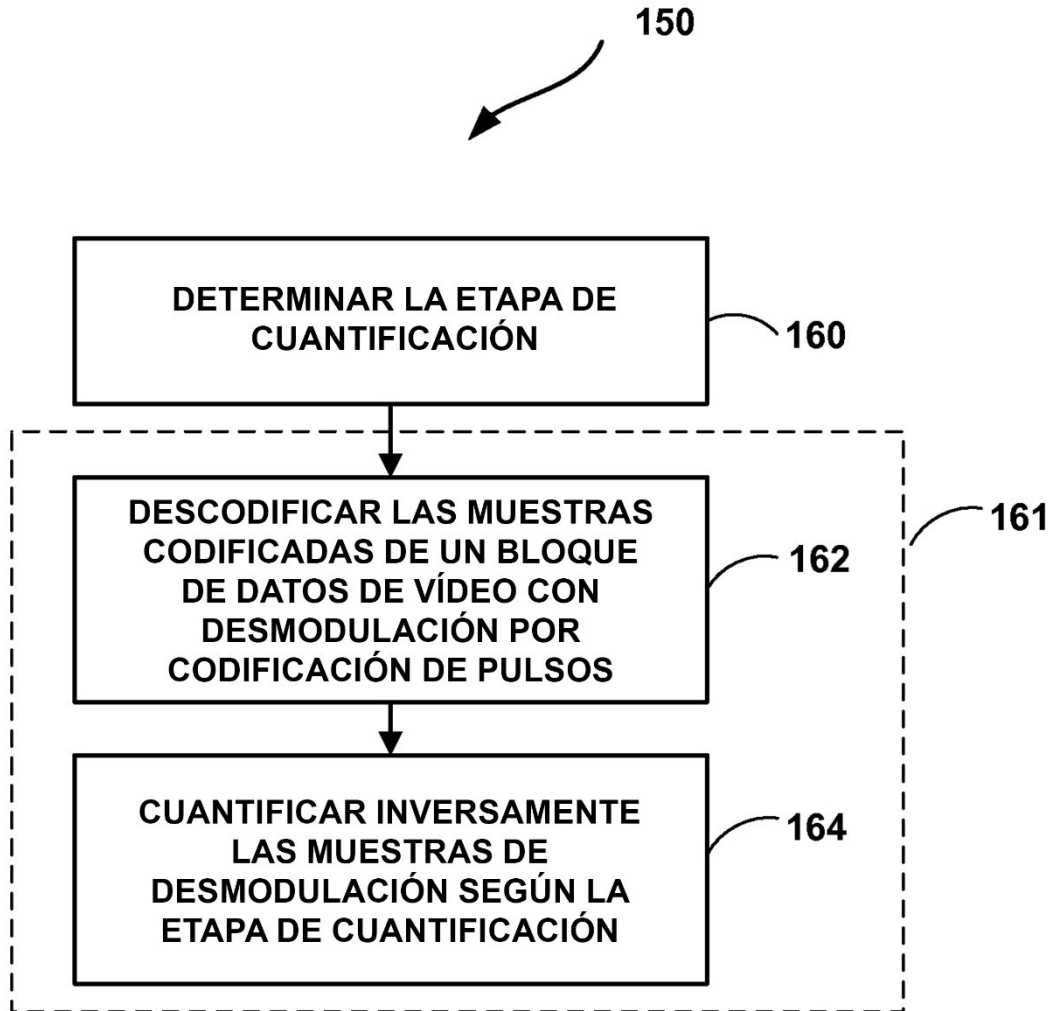


FIG. 8