

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 643**

51 Int. Cl.:

**H04N 19/129** (2014.01)  
**H04N 19/176** (2014.01)  
**H04N 19/46** (2014.01)  
**H04N 19/196** (2014.01)  
**H04N 19/134** (2014.01)  
**H04N 19/146** (2014.01)  
**H04N 19/157** (2014.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2011 PCT/US2011/064964**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12087713**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2011 E 11806073 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2656607**

54 Título: **Exploración dependiente de modo de coeficientes de un bloque de datos de vídeo**

30 Prioridad:

**22.12.2010 US 201061426349 P**  
**22.12.2010 US 201061426372 P**  
**27.01.2011 US 201161436835 P**  
**08.07.2011 US 201113179321**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.12.2018**

73 Titular/es:

**VELOS MEDIA INTERNATIONAL LIMITED**  
**(100.0%)**  
**Unit 32, the Hyde Building The Park,**  
**Carrickmines**  
**Dublin 18, IE**

72 Inventor/es:

**ZHENG, YUNFEI;**  
**COBAN, MUHAMMED ZEYD;**  
**SOLE ROJALS, JOEL y**  
**KARCZEWICZ, MARTA**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI , Peter**

**ES 2 693 643 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

Exploración dependiente de modo de coeficientes de un bloque de datos de vídeo

### Campo técnico

5 Esta divulgación se refiere a técnicas de codificación de vídeo basadas en bloques usadas para comprimir datos de vídeo y, más particularmente, a técnicas de exploración usadas para serializar datos de bloque de vídeo durante el procedimiento de codificación.

### Antecedentes

10 Pueden incorporarse capacidades de vídeo digitales en un amplia gama de dispositivos de vídeo, incluyendo televisiones digitales, sistemas de radiodifusión directa digitales, dispositivos de comunicación inalámbrica tales como microteléfonos inalámbricos, sistemas de radiodifusión inalámbricos, asistentes digitales personales (PDA), ordenadores portátiles o de sobremesa, ordenadores tipo tableta, cámaras digitales, dispositivos de grabación digital, dispositivos de videojuegos, consolas de videojuegos, reproductores multimedia personales y similares. Tales dispositivos de vídeo pueden implementar técnicas de compresión de vídeo, tales como las descritas en MPEG-2, MPEG-4 o ITU-T H.264/MPEG-4, Parte 10, Codificación de vídeo avanzada (AVC), con el fin de comprimir datos de vídeo. Las técnicas de compresión de vídeo llevan a cabo una predicción espacial y/o temporal para reducir o eliminar la redundancia inherente en secuencias de vídeo. Nuevos estándares de vídeo, tales como el estándar de codificación de vídeo de alta eficiencia (HEVC) que está desarrollándose por el "Joint Collaborative Team - Video Coding" (JCTVC), que es una colaboración entre MPEG e ITU-T, continúan emergiendo y evolucionando. El estándar HEVC emergente se denomina a veces H.265.

20 Estos y otros estándares y técnicas de cifrado de vídeo usan un cifrado de vídeo basado en bloques. La técnicas de cifrado de vídeo basadas en bloques dividen los datos de vídeo de una trama de vídeo (o parte de la misma) en bloques de vídeo y luego codifican los bloques de vídeo usando técnicas de compresión basadas en bloques predictivas. Los bloques de vídeo pueden dividirse adicionalmente en particiones de bloque de vídeo. Los bloques de vídeo (o particiones de los mismos) pueden denominarse unidades codificadas (CU) y pueden codificarse usando una o más técnicas de codificación específicas de vídeo así como técnicas de compresión de datos generales.

30 Con el estándar HEVC emergente, pueden dividirse unidades codificadas mayores (Largest Coded Units, LCU) en CU cada vez más pequeñas según un esquema de partición de árbol cuaternario. Las CU pueden predecirse basándose en denominadas unidades de predicción (PU), que pueden tener tamaños de partición correspondientes al tamaño de las CU o más pequeños que el tamaño de las CU, de manera que pueden usarse múltiples PU para predecir una CU dada. Las CU pueden intracifrarse basándose en datos predictivos dentro de la misma trama o sector para aprovechar la redundancia espacial dentro de una trama de vídeo. Alternativamente, las CU pueden intercifrarse basándose en datos predictivos a partir de otra trama o sector, para aprovechar la redundancia temporal a lo largo de tramas de una secuencia de vídeo. Tras el cifrado predictivo (intra o interpredictivo), entonces puede llevarse a cabo la codificación de transformación, tal como transformaciones cosenoidales discretas (Discrete Cosine Transforms, DCT), transformaciones de números enteros o similares. Con HEVC, puede producirse la codificación de transformación con respecto a las unidades de transformación (TU), que también pueden tener tamaños de transformación variables en el estándar HEVC. También pueden llevarse a cabo una cuantificación de los coeficientes de transformación, exploración de los coeficientes de transformación cuantificados y cifrado por entropía. La información de sintaxis se comunica por señales con datos de vídeo codificados, por ejemplo, en una cabecera de sector de vídeo o cabecera de bloque de vídeo, con el fin de informar al descodificador sobre cómo descodificar los datos de vídeo.

45 CHUJOH (TOSHIBA) T ET AL: "Video coding technology proposal by Toshiba", 1. JCT-VC MEETING; 15-4-2010-23-4-2010; DRESDEN; (JOINTCOLLABORATIVE TEAM ON VIDEO CODING OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-TSG.16 ); URL: [HTTP://WFTP3.ITU.INT/AV-ARCH/JCTVC-SITE/](http://WFTP3.ITU.INT/AV-ARCH/JCTVC-SITE/), n.º XP030007558, 18 de abril de 2010 (18-04-2010), XP030007559, ISSN: 0000-0049 da a conocer un orden de exploración adaptativa de coeficientes de transformación, en la que el orden de exploración para una combinación particular de modo de intracifrado y tamaño de transformación se determina usando tablas de consulta. Los elementos de sintaxis que especifican el tamaño de transformación y modo de intrapredicción especifican implícitamente el orden de exploración a usar. Sin embargo, no da a conocer i) la definición de un subconjunto de órdenes de exploración para cada combinación de modo de intracifrado y tamaño de transformación, siendo el subconjunto un subconjunto de un conjunto que contiene todos los órdenes de exploración posibles correspondientes a todas las combinaciones de modo de intracifrado y tamaño de transformación posibles y ii) la selección del orden de exploración a partir del subconjunto.

### Sumario

55 Esta divulgación describe técnicas en las que diferentes órdenes de exploración se definen y se usan para diferentes modos de intrapredicción basándose en el tipo de modo de intrapredicción y el tamaño de bloque de transformación usado en la transformación de un bloque de coeficientes de transformación dado. En un ejemplo, la selección de un orden de exploración puede realizarse entre órdenes de exploración en horizontal, vertical y por filas, aunque también pueden soportarse otros órdenes de exploración. Un orden de exploración deseable, por ejemplo, en el

5 sentido de una métrica de distorsión de tasa para los datos de vídeo codificados, puede decidirse por el codificador buscando entre órdenes de exploración en zigzag, horizontal y vertical, y comparando los resultados de cifrado. El mejor orden de exploración puede seleccionarse y usarse para la codificación, y luego comunicarse por señales dentro del flujo de bits (por ejemplo, como un elemento de sintaxis de nivel de bloque) al descodificador. La mejora de rendimiento que puede resultar del uso de diferentes órdenes de exploración puede añadir complejidad al codificador debido a la búsqueda exhaustiva del mejor orden de exploración. Sin embargo, para equilibrar la complejidad añadida, puede limitarse el número de órdenes de exploración posibles y puede usarse un esquema de señalización conmutable para indexar los órdenes de exploración posibles para propósitos de comunicar por señales el orden de exploración seleccionado para un bloque de vídeo. Tanto un ejemplo fijo como un ejemplo conmutable de las técnicas se explican con mayor detalle a continuación.

10 En un ejemplo, esta divulgación describe un método de codificar coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, tal como se define en la reivindicación 1.

En otro ejemplo, esta divulgación describe un método de descodificar coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, tal como se define en la reivindicación 5.

15 En otro ejemplo, esta divulgación describe un dispositivo de codificación de vídeo que codifica coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, tal como se define en la reivindicación 7.

En otro ejemplo, esta divulgación describe un dispositivo de descodificación de vídeo que descodifica coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, tal como se define en la reivindicación 11.

20 Las técnicas descritas en esta divulgación pueden implementarse en hardware, software, firmware o combinaciones de los mismos. Si se implementa en hardware, un aparato puede realizarse como un circuito integrado, un procesador, lógica discreta o cualquier combinación de los mismos. Si se implementa en software, el software puede ejecutarse en uno o más procesadores, tales como un microprocesador, circuito integrado para aplicaciones específicas (Application Specific Integrated Circuit, ASIC), matriz de puertas programable en campo (FPGA) o procesador de señales digitales (DSP). El software que ejecuta las técnicas puede almacenarse inicialmente en un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible y cargarse y ejecutarse en el procesador.

25 Por consiguiente, esta divulgación también contempla un medio de almacenamiento legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan, provocan que un procesador codifique coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, en el que las instrucciones provocan que el procesador lleve a cabo el método según la reivindicación 1.

30 Además, esta divulgación describe un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan, provocan que un procesador descodifique coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, en el que las instrucciones provocan que el procesador lleve a cabo el método según la reivindicación 5.

35 Los detalles de uno o más aspectos de la divulgación se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción a continuación. Otras características, objetos y ventajas de las técnicas descritas en esta divulgación resultarán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de codificación y descodificación de vídeo que puede implementar una o más de las técnicas de esta divulgación.

40 La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un codificador de vídeo a modo de ejemplo de acuerdo con uno o más ejemplos de esta divulgación.

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un descodificador de vídeo a modo de ejemplo de acuerdo con uno o más ejemplos de esta divulgación.

La figura 4 es un diagrama conceptual de bloques de vídeo divididos según un esquema de partición de árbol cuaternario.

45 La figura 5 es un árbol de decisiones que representa decisiones de partición que dan como resultado la partición de árbol cuaternario mostrada en la figura 4.

Las figuras 6A-6C son diagramas conceptuales que ilustran órdenes de exploración a modo de ejemplo, que incluyen una exploración en zigzag (figura 6A), una exploración en horizontal (figura 6B) y una exploración en vertical (figura 6C).

50 La figura 7 es un diagrama conceptual que ilustra modos de predicción a modo de ejemplo de acuerdo con el estándar HEVC emergente.

La figura 8 es otro diagrama conceptual de bloques de vídeo divididos según un esquema de partición de árbol

cuaternario.

Las figuras 9-13 son tablas que pueden usarse para implementar técnicas de esta divulgación.

Las figuras 14-16 son diagramas de flujo que ilustran técnicas de acuerdo con esta divulgación.

**Descripción detallada**

- 5 Esta divulgación se refiere a técnicas de exploración llevadas a cabo en coeficientes de un bloque de datos de vídeo. Los coeficientes pueden comprender denominados coeficientes significativos y coeficientes de valor cero, que son indicadores o valores binarios (es decir, 0 ó 1) que definen si coeficientes de transformación residuales son significativos (es decir, distintos de cero) o no (es decir, cero). Los coeficientes significativos pueden definir un mapa de significación que define cuáles de los coeficientes de transformación residuales de un bloque de vídeo son significativos y cuáles no son significativos. Pueden definirse valores de nivel conjuntamente con los coeficientes significativos con el fin de definir los valores reales de coeficientes de transformación residuales distintos de cero. En este caso, los coeficientes significativos y coeficientes de valor cero definen si los coeficientes de transformación residuales son significativos (es decir, distintos de cero) o no (es decir, cero), y los valores de nivel definen los valores reales para coeficientes de transformación que son significativos.
- 10
- 15 Los coeficientes de transformación residuales pueden comprender un bloque de coeficientes de transformación en el dominio de frecuencia, que representa una distribución de energía asociada con un conjunto de valores de píxel residuales. Los valores de píxel residuales pueden comprender un bloque de valores que representan las diferencias residuales entre un bloque de datos de vídeo que están codificándose, y un bloque de datos de vídeo predictivos usados para la codificación predictiva, en el dominio espacial. Los valores de píxel residuales pueden cuantificarse o no cuantificarse en diferentes casos, y las técnicas de esta divulgación pueden aplicarse a cualquiera o a ambos casos. El bloque de datos predictivos puede ser datos intrapredictivos de la misma trama o sector que la del bloque de vídeo que está cifrándose, o puede ser datos interpredictivos definidos a partir de una trama o sector diferente con respecto a la del bloque de vídeo que está cifrándose. Una transformación, tal como una transformación cosenoidal discreta (DCT) o procedimiento conceptualmente similar, puede aplicarse a los valores de píxel residuales para producir coeficientes de transformación en un dominio de frecuencia. Un mapa de significación de coeficientes significativos puede crearse para representar si los coeficientes de transformación son significativos (es decir, distintos de cero) o no (es decir, cero).
- 20
- 25
- 30 En codificación de vídeo, normalmente se llevan a cabo técnicas de exploración para serializar un bloque de coeficientes desde una representación bidimensional hasta una representación unidimensional. En muchos casos, tras la transformación, es más probable que sean significativos los coeficientes residuales que se ubican cerca de la esquina superior derecha de un bloque de vídeo, aunque la ubicación de coeficientes de alta energía puede ubicarse en otra parte, debido a la direccionalidad de la transformación. La denominada exploración en zigzag puede ser una técnica de exploración eficaz para serializar un bloque de coeficientes significativos (o un bloque de los coeficientes de transformación residuales) desde una representación bidimensional hasta una representación unidimensional para agrupar los coeficientes, por ejemplo, cerca de la parte frontal de la representación unidimensional serializada. Sin embargo, otras técnicas de exploración (tales como la exploración en horizontal, exploración en vertical, combinaciones de exploración en zigzag y horizontal, combinaciones de exploración en zigzag y vertical, exploración adaptativa u otros patrones de exploración más complejos) pueden ser más eficaces en algunos casos. Algunos modos de intracifrado dan a menudo como resultado distribuciones de coeficientes significativos que se desvían hacia el borde vertical izquierdo del bloque o el borde superior del bloque del bloque. En tales casos, el uso de un orden de exploración diferente (por ejemplo, no en zigzag) puede mejorar la eficiencia de cifrado del cifrado de vídeo para mejorar la compresión de vídeo.
- 35
- 40
- 45 Esta divulgación describe técnicas en las que diferentes órdenes de exploración se definen y se usan para diferentes modos de intrapredicción basándose en el tipo de modo de intrapredicción y el tamaño de bloque de transformación usados en la transformación de un bloque de coeficientes de transformación dado. En un ejemplo, la selección puede ser de entre órdenes de exploración en horizontal, vertical y por filas, aunque también pueden soportarse otros órdenes de exploración. El orden de exploración deseado, por ejemplo, en el sentido de tasa de transmisión bits de cifrado frente a distorsión en el procedimiento de codificación, puede determinarse en el codificador buscando entre órdenes de exploración en zigzag, horizontal y vertical, y comparando los resultados en cuanto a compresión y calidad de vídeo. El orden de exploración seleccionado por el codificador puede transmitirse como un índice dentro del flujo de bits (por ejemplo, como sintaxis de nivel de bloque) al decodificador. La mejora de rendimiento que puede resultar del uso de diferentes órdenes de exploración puede añadir complejidad al codificador debido a la búsqueda exhaustiva del mejor orden de exploración. Por este motivo, técnicas adicionales pueden limitar el nivel de búsqueda para mitigar tal complejidad en el codificador.
- 50
- 55 En un ejemplo, se propone una técnica de cifrado de coeficiente de transformación fija dependiente de modo para cifrado intrabloque. La técnica de cifrado de coeficiente de transformación fija dependiente de modo puede asociar el orden de exploración (también denominado "orden para la exploración") con un modo de intrapredicción, lo que significa que el orden de exploración para un modo de intrapredicción puede fijarse para un tamaño de transformación dado. El codificador puede evitar una búsqueda exhaustiva de entre varios órdenes de exploración

con el fin de reducir la complejidad como si sólo existieran unos pocos órdenes de exploración posibles, y al mismo tiempo, las técnicas pueden aprovechar algunos de los beneficios asociados con una búsqueda exhaustiva de todos los órdenes de exploración posibles. Fijar el orden de exploración para ambas, codificación/descodificación, puede ser particularmente deseable para soportar una implementación paralela por los dispositivos tanto de codificación como de descodificación.

Las técnicas de esta divulgación pueden aplicarse a un cifrado intrabloques. En H.264/ A VC y el modelo de prueba del estándar HEVC emergente, pueden usarse métodos de extrapolación direccionales para predecir un intrabloque. Debido a la predicción direccional (es decir, basada en intradatos dentro del mismo sector de vídeo), el bloque residual (en el dominio de píxel) presenta habitualmente características direccionales, que luego se heredan en el bloque de coeficiente transformado (en el dominio de transformación). Por este motivo, un esquema de exploración dependiente de modo para coeficientes de transformación (o simplemente para coeficientes significativos de un mapa de significación) puede ser muy útil para mejorar la eficiencia de cifrado.

En otro ejemplo, puede usarse una técnica de cifrado de coeficiente de transformación conmutable dependiente de modo. En este caso, pueden definirse candidatos de orden de exploración principales para cada modo de predicción, para cada tamaño de transformación o para combinaciones de modo de predicción y tamaño de transformación. Los candidatos en el conjunto (es decir, los candidatos de orden de exploración principales) pueden diferir basándose tanto en el modo de predicción como en el tamaño de bloque usado. En este caso, el mejor orden de exploración para un bloque puede determinarse por el codificador de entre los candidatos en el conjunto especificado para el modo de predicción, pero el número de candidatos puede ser menor que el número total de órdenes de exploración posibles. La técnica puede añadir algo de complejidad al codificador, pero puede limitar la complejidad a un número fijo de órdenes de exploración de candidato principales. El descodificador puede definir el mismo conjunto de candidatos principales que los definidos en el codificador, de modo que el descodificador puede interpretar apropiadamente los elementos de sintaxis para impedir el orden de exploración apropiado a usar.

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de codificación y descodificación de vídeo a modo de ejemplo 10 que puede implementar técnicas de esta divulgación. Tal como se muestra en la figura 1, el sistema 10 incluye un dispositivo de origen 12 que transmite vídeo codificado a un dispositivo de destino 16 por medio de un canal de comunicación 15. El dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 16 pueden comprender cualquiera de una gama amplia de dispositivos. En algunos casos, el dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 16 pueden comprender microteléfonos de dispositivo de comunicación inalámbrica, tales como los denominados radioteléfonos celulares o por satélite. Sin embargo, las técnicas de esta divulgación, que se aplican generalmente a técnicas de exploración en codificación de vídeo y descodificación de vídeo, no se limitan necesariamente a aplicaciones o entornos inalámbricos, y pueden aplicarse a dispositivos no inalámbricos que incluyen capacidades de codificación y/o descodificación de vídeo. El dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 16 son simplemente ejemplos de dispositivos de cifrado que pueden soportar las técnicas descritas en el presente documento. Otros dispositivos de vídeo que pueden usar técnicas de esta divulgación pueden incluir televisiones digitales, sistemas de radiodifusión directa digitales, una amplia gama de dispositivos de comunicación inalámbrica, sistemas de radiodifusión inalámbricos, asistentes digitales personales (PDA), ordenadores portátiles o de sobremesa, ordenadores tipo tableta, cámaras digitales, dispositivos de grabación digital, dispositivos de videojuegos, consolas de videojuegos, reproductores multimedia personales y similares.

En el ejemplo de la figura 1, el dispositivo de origen 12 puede incluir una fuente de vídeo 20, un codificador de vídeo 22, un modulador/desmodulador (módem) 23 y un transmisor 24. El dispositivo de destino 16 puede incluir un receptor 26, un módem 27, un descodificador de vídeo 28 y un dispositivo de visualización 30. Según esta divulgación, el codificador de vídeo 22 del dispositivo de origen 12 puede configurarse para llevar a cabo técnicas de exploración de esta divulgación durante un procedimiento de codificación de vídeo con el fin de serializar coeficientes de un bloque de datos de vídeo desde un formato de bloque bidimensional hasta un formato unidimensional. Pueden generarse elementos de sintaxis en el codificador de vídeo 22 con el fin de comunicar por señales cómo se exploraron los coeficientes, de modo que el descodificador de vídeo 28 puede llevar a cabo una exploración recíproca (es decir, inversa). En algunos ejemplos, tanto el codificador de vídeo 22 como el descodificador de vídeo 28 pueden configurarse para determinar un conjunto de candidatos de orden de exploración principales, por ejemplo, basándose en información contextual. En otros ejemplos, el codificador de vídeo 22 puede determinar el orden de exploración y codificar simplemente el orden de exploración en información de sintaxis, para su uso por el descodificador de vídeo 28.

El codificador de vídeo 22 de dispositivo de origen 12 puede codificar datos de vídeo recibidos desde la fuente de vídeo 20 usando las técnicas de esta divulgación. La fuente de vídeo 20 puede comprender un dispositivo de captura de vídeo, tal como una cámara de vídeo, un archivo de vídeo que contiene vídeo capturado previamente, o un vídeo alimentado desde un proveedor de contenido de vídeo. Como una alternativa adicional, la fuente de vídeo 20 puede generar datos basados en gráficos de ordenador como vídeo de origen, o una combinación de vídeo en directo, vídeo archivado y vídeo generado por ordenador. En algunos casos, si la fuente de vídeo 20 es una cámara de vídeo, el dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 16 pueden formar denominados teléfonos con cámara o videófonos. En cada caso, el vídeo capturado, precapturado o generado por ordenador puede codificarse por el codificador de vídeo 22.

Una vez que los datos de vídeo se codifican por el codificador de vídeo 22, la información de vídeo codificada puede entonces modularse por el módem 23 según un estándar de comunicación, por ejemplo, tal como acceso múltiple por división de código (CDMA), multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o cualquier otro estándar o técnica de comunicación. Entonces, los datos codificados y modulados pueden transmitirse al dispositivo de destino 16 por medio del transmisor 24. El módem 23 puede incluir diversos mezcladores, filtros, amplificadores u otros componentes diseñados para modulación de señal. El transmisor 24 puede incluir circuitos diseñados para transmitir datos, incluyendo amplificadores, filtros y una o más antenas. El receptor 26 del dispositivo de destino 16 recibe información por el canal 15, y el módem 27 desmodula la información. De nuevo, el procedimiento de descodificación de vídeo llevado a cabo por el descodificador de vídeo 28 puede incluir técnicas de exploración recíprocas a las usadas por el codificador de vídeo 22.

El canal de comunicación 15 puede comprender cualquier medio de comunicación inalámbrico o por cable, tal como un espectro de radiofrecuencias (RF) o una o más líneas de transmisión físicas, o cualquier combinación de medios inalámbricos y por cable. El canal de comunicación 15 puede formar parte de una red basada en paquetes, tal como una red de área local, una red de área extensa o una red global tal como Internet. El canal de comunicación 15 representa generalmente cualquier medio de comunicación adecuado, o grupo de diferentes medios de comunicación, para transmitir datos de vídeo desde el dispositivo de origen 12 hasta el dispositivo de destino 16.

El codificador de vídeo 22 y el descodificador de vídeo 28 pueden funcionar sustancialmente según un estándar de compresión de vídeo tal como el estándar HEVC emergente. Sin embargo, las técnicas de esta divulgación pueden aplicarse también en el contexto de una variedad de otros estándares de codificación de vídeo, incluyendo algunos estándares antiguos, o estándares nuevos o emergentes.

Aunque no se muestra en la figura 1, en algunos casos, el codificador de vídeo 22 y el descodificador de vídeo 28 pueden integrarse cada uno con un codificador y descodificador de audio, y pueden incluir unidades MUX-DEMUX apropiadas, u otro hardware y software, para encargarse de la codificación tanto de audio como de vídeo en un flujo de datos común o flujos de datos independientes. Si es aplicable, las unidades MUX-DEMUX pueden ajustarse al protocolo de multiplexación ITU H.223, u otros protocolos tales como el protocolo de datagrama de usuario (UDP).

El codificador de vídeo 22 y el descodificador de vídeo 28 pueden implementarse cada uno como uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), lógica discreta, software, hardware, firmware o combinaciones cualesquiera de los mismos. Cada uno del codificador de vídeo 22 y el descodificador de vídeo 28 pueden incluirse en uno o más codificadores o descodificadores, cualquier de los cuales puede integrarse como parte de un codificador/descodificador combinado (CODEC) en un respectivo dispositivo móvil, dispositivo de abonado, dispositivo de radiodifusión, servidor o similar. En esta divulgación, el término cifrador se refiere a un codificador o un descodificador, y los términos cifrador, codificador y descodificador se refieren todos ellos a máquinas específicas diseñadas para el cifrado (codificación o descodificación) de datos de vídeo de acuerdo con esta divulgación.

En algunos casos, los dispositivos 12, 16 pueden funcionar de una manera sustancialmente simétrica. Por ejemplo, cada uno de los dispositivos 12, 16 pueden incluir componentes de codificación y descodificación de vídeo. Por tanto, el sistema 10 puede soportar una transmisión de vídeo unidireccional o bidireccional entre los dispositivos de vídeo 12, 16, por ejemplo, para emisión de vídeo en tiempo real, reproducción de vídeo, difusión de vídeo o videotelefonía.

Durante el procedimiento de codificación, el codificador de vídeo 22 puede ejecutar varias operaciones o técnicas de cifrado. En general, el codificador de vídeo 22 funciona en bloques de vídeo dentro de tramas de vídeo individuales (u otras unidades de vídeo definidas independientemente tales como sectores) con el fin de codificar los bloques de vídeo. Tramas, sectores, porciones de tramas, grupos de imágenes u otras estructuras de datos pueden definirse como unidades de información de vídeo que incluyen una pluralidad de bloques de vídeo. Los bloques de vídeo pueden tener tamaños fijos o variables, y pueden diferir en tamaño según un estándar de cifrado especificado. En algunos casos, cada trama de vídeo puede incluir una serie de sectores que pueden descodificarse independientemente, y cada sector puede incluir una serie de bloques de vídeo, que pueden disponerse en bloques incluso más pequeños.

Los macrobloques son un tipo de bloque de vídeo definido por el estándar ITU H.264 y otros estándares. Los macrobloques se refieren normalmente a bloques de datos de 16 por 16. El estándar ITU-T H.264 soporta la intrapredicción en diversos tamaños de bloque, tales como 16 por 16, 8 por 8 ó 4 por 4 para componentes de luma, y 8 por 8 para componentes de crominancia, así como la interpredicción en diversos tamaños de bloque, tales como 16 por 16, 16 por 8, 8 por 16, 8 por 8, 8 por 4, 4 por 8 y 4 por 4 para componentes de luma y tamaños a escala correspondientes para componentes de crominancia.

El estándar HEVC emergente define nuevos términos para bloques de vídeo. En particular, con HEVC, los bloques de vídeo (o particiones de los mismos) pueden denominarse "unidades codificadas" (CU). Con el estándar HEVC, las unidades codificadas mayores (LCU) pueden dividirse en CU cada vez más pequeñas según un esquema de partición de árbol cuaternario, y las diferentes CU que se definen en el esquema pueden dividirse adicionalmente en

las denominadas unidades de predicción (PU). Las LCU, CU y PU son todas ellas bloques de vídeo dentro del significado de esta divulgación. También pueden usarse otros tipos de bloques de vídeo, de acuerdo con el estándar HEVC u otros estándares de codificación de vídeo. Por tanto, la frase “bloque de vídeo” se refiere a cualquier tamaño de bloque de vídeo. Además, bloques de vídeo puede referirse a veces a bloques de datos de vídeo en el dominio de píxel, o bloques de datos en un dominio de transformación tal como un dominio de transformación cosenoidal discreta (DCT), un dominio similar a la DCT, un dominio de ondícula o similar.

Además, bloques de vídeo (o bloques de datos de vídeo) puede referirse también a bloques de denominados coeficientes significativos. En efecto, las técnicas de exploración de esta divulgación pueden ser particularmente útiles en la exploración de tales coeficientes significativos. Los coeficientes significativos pueden comprender indicadores o valores binarios (es decir, 0 ó 1) que definen si los coeficientes de transformación residuales (de nuevo, que pueden cuantificarse o no cuantificarse) son significativos (es decir, distintos de cero) o no (es decir, cero). También pueden usarse valores de nivel junto con los coeficientes significativos para definir los valores reales de coeficientes de transformación residuales. Los coeficientes de transformación residuales pueden comprender un bloque de coeficientes en el dominio de frecuencia, que representa una distribución de energía asociada con un conjunto de valores de píxel residuales. Los valores de píxel residuales, a su vez, pueden comprender un bloque de valores que representa las diferencias residuales entre un bloque de datos de vídeo que están codificándose, y un bloque de datos de vídeo predictivos usado para la codificación predictiva. El bloque de datos predictivos puede ser datos intrapredictivos de la misma trama o sector que la del bloque de vídeo que está cifrándose, o puede ser datos interpredictivos definidos a partir de una trama o sector diferente con respecto a la del bloque de vídeo que está cifrándose. Las técnicas de exploración de esta divulgación pueden usarse para seleccionar el orden de exploración para bloques de coeficientes significativos que están intracifrados, aunque también pueden usarse técnicas similares para bloques intercifrados.

El codificador de vídeo puede llevar a cabo un cifrado predictivo en el que un bloque de vídeo que está cifrándose se compara con uno o más candidatos predictivos con el fin de identificar un bloque predictivo. Este procedimiento de cifrado predictivo puede ser intra (en cuyo caso los datos predictivos se generan basándose en intradatos contiguos dentro de la misma trama o sector de vídeo) o inter (en cuyo caso los datos predictivos se generan basándose en datos de vídeo en tramas o sectores previos o posteriores). De nuevo, las técnicas de exploración de esta divulgación pueden usarse para seleccionar el orden de exploración para bloques de coeficientes significativos que están intracifrados, aunque pueden usarse también técnicas similares para bloques intercifrados.

Tras generar el bloque predictivo, las diferencias entre el bloque de vídeo actual que está cifrándose y el bloque predictivo se cifran como un bloque residual, y se usa sintaxis de predicción (tal como un vector de movimiento en el caso de intercifrado, o un modo de predicción en el caso de intracifrado) para identificar el bloque predictivo. El bloque residual (es decir, un bloque de valores residuales) puede transformarse para producir un bloque de coeficientes de transformación, y los coeficientes de transformación pueden cuantificarse. Sin embargo, las técnicas de esta divulgación pueden aplicarse también en el caso de coeficientes de transformación no cuantificados. Las técnicas de transformación pueden comprender un procedimiento de DCT o un procedimiento conceptualmente similar, transformaciones de números enteros, transformaciones de ondículas u otros tipos de transformaciones. En un procedimiento de DCT, como ejemplo, el procedimiento de transformación convierte un conjunto de valores de píxel (por ejemplo, valores residuales que indican diferencias entre valores actuales y valores predictivos) en coeficientes de transformación, que pueden representar la energía de los valores de píxel en el dominio de frecuencia. El estándar HEVC permite transformaciones según unidades de transformación (TU), que pueden ser diferentes para diferentes CU. Las TU se dimensionan normalmente según el tamaño de CU definido para una LCU dividida, aunque este puede no ser siempre el caso. Normalmente, se aplica cuantificación en los coeficientes de transformación, y generalmente implica un procedimiento que limita el número de bits asociados con cualquier coeficiente de transformación dado.

Tras la transformación y la cuantificación, puede realizarse cifrado por entropía en los bloques de vídeo residuales transformados y cuantificados. Elementos de sintaxis, tales como información de sintaxis de filtro, tamaño de partición, vectores de movimiento, modos de predicción u otra información, pueden incluirse también en el flujo de bits cifrado por entropía. En general, el cifrado por entropía comprende uno o más procedimientos que comprimen colectivamente una secuencia de coeficientes de transformación cuantificados y/u otra información de sintaxis. Pueden llevarse a cabo técnicas de exploración en los coeficientes de transformación cuantificados con el fin de definir uno o más vectores unidimensionales serializados de coeficientes a partir de bloques de vídeo bidimensionales. Entonces, los coeficientes explorados se cifran por entropía junto con cualquier información de sintaxis, por ejemplo, por medio de codificación de longitud variable adaptativa al contenido (CAVLC), codificación aritmética binaria adaptativa al contexto (CABAC) u otro procedimiento de cifrado por entropía.

En algunos casos de acuerdo con esta divulgación, los coeficientes de transformación cuantificados se codifican codificando en primer lugar un mapa de significación que comprende un conjunto de coeficientes significativos dentro de un bloque de transformación, y luego codificando niveles o valores de coeficientes de transformación distintos de cero. De nuevo, los coeficientes significativos pueden comprender indicadores o valores binarios (es decir, 0 ó 1) que definen si los coeficientes de transformación residuales son significativos (es decir, distintos de cero) o no (es decir, cero). También puede codificarse información adicional para definir el valor o nivel real asociado con los coeficientes significativos en el mapa de significación. Las técnicas de exploración de esta divulgación

pueden aplicarse a la exploración del mapa de significación.

Como parte del procedimiento de codificación, pueden descodificarse bloques de vídeo codificados con el fin de generar los datos de vídeo que se usan para el cifrado basado en predicción posterior de bloques de vídeo posteriores. A menudo, esto se denomina un bucle de descodificación del procedimiento de codificación, y generalmente imita la descodificación que se lleva a cabo por un dispositivo descodificador. En el bucle de descodificación de un codificador o un descodificador, pueden emplearse técnicas de filtrado con el fin de mejorar la calidad de vídeo, por ejemplo, suavizar bordes de píxel y eliminar posiblemente artefactos del vídeo descodificado. Este filtrado puede ser en el bucle o tras el bucle. Con filtrado en el bucle, el filtrado de datos de vídeo reconstruidos se produce en el bucle de cifrado, lo que significa que los datos filtrados se almacenan por un codificador o un descodificador para su uso posterior en la predicción de datos de imagen posteriores. En cambio, con el filtrado tras el bucle, el filtrado de datos de vídeo reconstruidos se produce fuera del bucle de cifrado, lo que significa que versiones no filtradas de los datos se almacenan por un codificador o un descodificador para su uso posterior en la predicción de datos de imagen posteriores. El filtrado de bucle sigue a menudo un procedimiento de filtrado de desbloqueo independiente, que aplica normalmente filtrado a píxeles que están en o cerca de bordes de bloques de vídeo adyacentes con el fin de eliminar artefactos en forma de bloque que se manifiestan en los bordes de bloque de vídeo.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un codificador de vídeo 50 de acuerdo con esta divulgación. El codificador de vídeo 50 puede corresponder al codificador de vídeo 22 del dispositivo 20, o a un codificador de vídeo de un dispositivo diferente. Tal como se muestra en la figura 2, el codificador de vídeo 50 incluye una unidad de predicción 32, sumadores 48 y 51 y una memoria 34. El codificador de vídeo 50 también incluye una unidad de transformación 38 y una unidad de cuantificación 40, así como una unidad de cuantificación inversa 42 y una unidad de transformación inversa 44. El codificador de vídeo 50 también incluye una unidad de cifrado por entropía 46 y una unidad de filtro 47, que puede incluir filtros de desbloqueo y filtros tras el bucle y/o en el bucle. Los datos de vídeo codificados y la información de sintaxis que define la manera de la codificación pueden comunicarse a la unidad de codificación por entropía 46. La unidad de codificación por entropía 46 incluye una unidad de exploración, que puede llevar a cabo las técnicas de exploración de esta divulgación.

En particular, una unidad de exploración 45 puede ejecutar un método de codificar coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo. El bloque de datos de vídeo puede comprender una CU dentro de una LCU, en la que la LCU está dividida en un conjunto de CU según un esquema de partición de árbol cuaternario, de acuerdo con el estándar HEVC emergente. Al codificar los coeficientes, la unidad de exploración 45 puede seleccionar un orden de exploración para los coeficientes (por ejemplo, coeficientes significativos) basándose en un modo de intracifrado usado por la unidad de predicción 42 para predecir el bloque de datos de vídeo y un tamaño de bloque de transformación usado por la unidad de transformación 38 para transformar el bloque de datos de vídeo. La unidad de exploración 45 puede generar un elemento de sintaxis para comunicar el orden de exploración seleccionado para el bloque de datos de vídeo. Tal como se explica con mayor detalle a continuación, la unidad de exploración 45 puede seleccionar el orden de exploración a partir de una primera tabla de consulta para bloques de luma, y puede seleccionar el orden de exploración a partir de una segunda tabla de consulta para bloques de crominancia. Las diferentes tablas de consulta pueden almacenarse en la memoria 34, que puede ser accesible mediante la unidad de exploración 45, o pueden almacenarse en otra memoria accesible por la unidad de exploración 45.

En algunos casos, en lugar de seleccionar el orden de exploración a partir de cada orden de exploración posible, la unidad de exploración 45 puede definir un conjunto de candidatos de orden de exploración principales y seleccionar a partir del conjunto de candidatos de orden de exploración principales. En este caso, el descodificador puede configurarse para definir el mismo conjunto de candidatos de orden de exploración principales que los definidos en el codificador. Por consiguiente, la señalización entre el codificador y descodificador puede ser un esquema de señalización conmutado en el que un valor de índice puede definir cuál de los candidatos de orden de exploración principales se usa. El descodificador puede recibir el valor de índice, definir el mismo conjunto de candidatos de orden de exploración principales y aplicar el valor de índice para determinar cuál de los candidatos de orden de exploración principales debe usarse.

En un ejemplo de señalización conmutada, la unidad de exploración 45 define un conjunto de candidatos de orden de exploración principales para cada uno de una pluralidad de modos de intracifrado posibles basándose en un conjunto de candidatos de orden de exploración posibles, selecciona el orden de exploración a partir del conjunto de candidatos de orden de exploración principales para el modo de intracifrado usado para predecir el bloque de datos de vídeo, y genera el elemento de sintaxis para identificar el orden de exploración seleccionado a partir del conjunto de candidatos principales asociados con el modo de intracifrado usado para predecir el bloque de datos de vídeo.

En otro ejemplo de señalización conmutada, la unidad de exploración 45 define un conjunto de candidatos de orden de exploración principales para cada uno de una pluralidad de tamaños de bloque de transformación posibles basándose en un conjunto de candidatos de orden de exploración posibles, selecciona el orden de exploración a partir del conjunto de candidatos de orden de exploración principales para el modo de intracifrado usado para predecir el bloque de datos de vídeo, y genera el elemento de sintaxis para identificar el orden de exploración seleccionado a partir del conjunto de candidatos principales asociados con el modo de intracifrado usado para predecir el bloque de datos de vídeo.

En todavía otro ejemplo de señalización conmutada, la unidad de exploración 45 define un conjunto de candidatos de orden de exploración principales para combinaciones de modos de intracifrado posibles y tamaños de bloque de transformación posibles basándose en un conjunto de candidatos de orden de exploración posibles definidos para las combinaciones de modos de intracifrado posibles y tamaños de bloque de transformación posibles, selecciona el orden de exploración a partir del conjunto de candidatos de orden de exploración principales para el modo de intracifrado usado para predecir el bloque de datos de vídeo, y genera el elemento de sintaxis para identificar el orden de exploración seleccionado a partir del conjunto de candidatos principales asociados con el modo de intracifrado usado para predecir el bloque de datos de vídeo.

Generalmente, durante el procedimiento de codificación, el codificador de vídeo 50 recibe un bloque de vídeo que va a cifrarse, y la unidad de predicción 32 realiza técnicas de cifrado predictivo. El bloque de vídeo puede comprender una CU tal como se explicó de manera resumida anteriormente, o puede comprender de manera general cualquier bloque de datos de vídeo de acuerdo con una técnica o estándar de cifrado de vídeo basado en bloques. Para el intercifrado, la unidad de predicción 32 compara el bloque de vídeo que va a codificarse con diversos bloques en una o más tramas o sectores de referencia de vídeo (por ejemplo, una o más "listas" de datos de referencia) con el fin de definir un bloque predictivo. De nuevo, para el intracifrado, la unidad de predicción 32 genera un bloque predictivo basándose en datos contiguos dentro de la misma unidad codificada. La unidad de predicción 32 emite el bloque de predicción y el sumador 48 resta el bloque de predicción del bloque de vídeo que está cifrándose con el fin de generar un bloque residual.

Alternativamente, para el intercifrado, la unidad de predicción 32 puede comprender unidades de estimación de movimiento y compensación de movimiento que identifican un vector de movimiento que apunta a un bloque de predicción y genera el bloque de predicción basándose en el vector de movimiento. Normalmente, la estimación de movimiento se considera el procedimiento de generar el vector de movimiento, que estima el movimiento. Por ejemplo, el vector de movimiento puede indicar el desplazamiento de un bloque predictivo dentro de una trama predictiva con respecto al bloque actual que está cifrándose dentro de la trama actual. La compensación de movimiento se considera normalmente el procedimiento de buscar o generar el bloque predictivo basándose en el vector de movimiento determinado por la estimación de movimiento. En algunos casos, la compensación de movimiento para intercifrado puede incluir interpolaciones a una resolución de subpíxeles, que permite el procedimiento de estimación de movimiento para estimar el movimiento de bloques de vídeo a tal resolución de subpíxeles.

Después de que la unidad de predicción 32 emita el bloque de predicción, y después de que el sumador 48 reste el bloque de predicción del bloque de vídeo que está cifrándose con el fin de generar un bloque residual, la unidad de transformación 38 aplica una transformación al bloque residual. La transformación puede comprender una transformación cosenoidal discreta (DCT) o una transformación conceptualmente similar tal como la definida por el estándar ITU H.264 o el estándar HEVC. Las denominadas estructuras "de mariposa" pueden definirse para llevar a cabo las transformaciones, o también puede usarse la multiplicación basada en matrices. En algunos ejemplos, de acuerdo con el estándar HEVC, el tamaño de la transformación puede variar para diferentes CU, por ejemplo, dependiendo del nivel de partición que se produce con respecto a una LCU dada. Pueden definirse unidades de transformación (TU) con el fin de establecer el tamaño de transformación aplicado por la unidad de transformación 38. También pueden usarse transformaciones de ondículas, transformaciones de números enteros, transformaciones de subbanda u otros tipos de transformaciones. En cualquier caso, la unidad de transformación aplica la transformación al bloque residual, produciendo un bloque de coeficientes de transformación residuales. La transformación, en general, puede convertir la información residual de un dominio de pixel a un dominio de frecuencia.

Entonces, la unidad de cuantificación 40 cuantifica los coeficientes de transformación residuales para reducir adicionalmente la tasa de transmisión de bits. La unidad de cuantificación 40, por ejemplo, puede limitar el número de bits usados para cifrar cada uno de los coeficientes. Tras la cuantificación, la unidad de cifrado por entropía 46 puede explorar y codificar por entropía los datos. De nuevo, esta exploración puede aplicarse a denominados coeficientes significativos, que definen si cada uno de los coeficientes cuantificados y transformados son significativos (es decir, distintos de cero). Por tanto, la unidad de exploración 45 puede recibir un conjunto de coeficientes cuantificados y transformados, generar un mapa de significación (así como los niveles o valores asociados con coeficientes significativos cualesquiera), y seleccionar y aplicar un orden de exploración al mapa de significación. La unidad de cifrado por entropía 46 puede aplicar entonces cifrado por entropía a los coeficientes explorados y otros valores y elementos de sintaxis en el flujo de bits codificado.

En particular, tal como se observó anteriormente, la unidad de exploración 45 puede ejecutar un método de codificar coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, que puede comprender el conjunto de coeficientes significativos que forman el mapa de significación. Al codificar los coeficientes, la unidad de exploración 45 puede seleccionar un orden de exploración para los coeficientes (por ejemplo, coeficientes significativos) basándose en un modo de intracifrado usado por la unidad de predicción 32 para predecir el bloque de datos de vídeo y un tamaño de bloque de transformación usado por la unidad de transformación 38 para transformar el bloque de datos de vídeo. La unidad de exploración 45 puede generar un elemento de sintaxis para comunicar el orden de exploración seleccionado para el bloque de datos de vídeo. La unidad de transformación 38 y la unidad de predicción 32 pueden suministrar la información contextual (por ejemplo, el modo y el tamaño de bloque) como información de sintaxis a la

unidad de cifrado por entropía 46.

Una vez que se explora el mapa de significación por la unidad de exploración 45, la unidad de codificación por entropía 46 codifica los coeficientes de transformación cuantificados (por ejemplo, codificando diferentes elementos que definen el mapa de significación y los niveles asociados con coeficientes distintos de cero cualesquiera) según una metodología de cifrado por entropía. Los ejemplos de técnicas de cifrado por entropía que pueden usarse por la unidad de cifrado por entropía 46 incluyen codificación de longitud variable adaptativa al contexto (CAVLC) y codificación aritmética binaria adaptativa al contexto (CABAC). Los elementos de sintaxis incluidos en el flujo de bits cifrado por entropía pueden incluir sintaxis de predicción desde la unidad de predicción 32, tales como vectores de movimiento para el intercifrado o modos de predicción para el intracifrado. Los elementos de sintaxis incluidos en el flujo de bits cifrado por entropía también pueden incluir información de filtro desde la unidad de filtro 47, y el tamaño de bloque de transformación aplicado al bloque de vídeo, por ejemplo, desde la unidad de transformación 38.

La CAVLC es un tipo de técnica de cifrado por entropía soportada por el estándar ITU H.264 y el estándar HEVC emergente, que puede aplicarse en una base vectorizada por la unidad de cifrado por entropía 46. La CAVLC usa tablas de codificación de longitud variable (VLC) de una manera que comprime de manera eficaz "tiradas" serializadas de coeficientes y/o elementos de sintaxis. La CABAC es otro tipo de técnica de cifrado por entropía soportada por el estándar ITU H.264 o el estándar HEVC, que puede aplicarse en una base vectorizada por la unidad de cifrado por entropía 46. La CABAC puede implicar varias etapas, incluyendo binarización, selección de modelo de contexto y cifrado aritmético binario. En este caso, la unidad de cifrado por entropía 46 cifra coeficientes y elementos de sintaxis según la CABAC. También existen muchos otros tipos de técnicas de cifrado por entropía, y es probable que emerjan nuevas técnicas de cifrado por entropía en el futuro. Esta divulgación no está limitada a ninguna técnica de cifrado por entropía específica.

Tras el cifrado por entropía por la unidad de codificación por entropía 46, el vídeo codificado puede transmitirse a otro dispositivo o archivarse para su transmisión o recuperación posterior. De nuevo, el vídeo codificado puede comprender los vectores cifrados por entropía y diversas informaciones de sintaxis (incluyendo la información de sintaxis que informa al descodificador sobre el orden de exploración). Tal información puede usarse por el descodificador para configurar apropiadamente el procedimiento de descodificación. La unidad de cuantificación inversa 42 y la unidad de transformación inversa 44 aplican cuantificación inversa y transformación inversa, respectivamente, para reconstruir el bloque residual en el dominio de píxel. El sumador 51 añade el bloque residual reconstruido al bloque de predicción producido por la unidad de predicción 32 para producir un bloque de vídeo reconstruido para su almacenamiento en la memoria 34. Sin embargo, antes de tal almacenamiento la unidad de filtro 47 puede aplicar filtrado al bloque de vídeo para mejorar la calidad de vídeo. El filtrado aplicado por la unidad de filtro 47 puede reducir artefactos y suavizar bordes de píxel. Además, el filtrado puede mejorar la compresión generando bloques de vídeo predictivos que comprenden correspondencias próximas a los bloques de vídeo que está cifrándose.

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un descodificador de vídeo 60, que descodifica una secuencia de vídeo que se codifica de la manera descrita en el presente documento. Las técnicas de exploración de esta divulgación pueden llevarse a cabo por el descodificador de vídeo 60 en algunos ejemplos. Una secuencia de vídeo recibida en el descodificador de vídeo 60 puede comprender un conjunto codificado de tramas de imagen, un conjunto de sectores de trama, un grupo de imágenes (GOP) comúnmente cifrado o una amplia variedad de unidades de información de vídeo que incluyen bloques de vídeo codificados (tal como CU o macrobloques) e información de sintaxis para definir cómo descodificar tales bloques de vídeo. En algunos casos, la unidad de exploración inversa 55 puede aplicar simplemente el orden de exploración que se comunica por señales en el flujo de bits codificado. Sin embargo, en el ejemplos de señalización conmutada, la unidad de exploración inversa 55 puede necesitar determinar los candidatos de orden de exploración principales de la misma manera que la unidad de exploración 45 de codificador 50 determinó los candidatos de orden de exploración principales.

El descodificador de vídeo 60 incluye una unidad de descodificación por entropía 52, que lleva a cabo la función de descodificación recíproca de la codificación realizara por la unidad de codificación por entropía 46 de la figura 2. En particular, la unidad de descodificación por entropía 52 puede llevar a cabo la descodificación de CAVLC o CABAC, o cualquier otro tipo de descodificación por entropía usada por el codificador de vídeo 50. Sin embargo, antes de tal descodificación por entropía la unidad de descodificación por entropía 52 recurre a la unidad de exploración inversa 55 para reconvertir el bloque de datos de vídeo (por ejemplo, el mapa de significación) de un formato serializado unidimensional de vuelta a un formato de bloque bidimensional. También pueden descodificarse los valores de nivel asociados con coeficientes significativos cualesquiera en el mapa de significación.

En un ejemplo de acuerdo con señalización conmutada, al menos una parte de un método de descodificar coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo se lleva a cabo por la unidad de exploración inversa 55. En particular, la unidad de exploración inversa 55 puede recibir un elemento de sintaxis con el bloque de datos de vídeo, en el que el elemento de sintaxis define un orden de exploración a partir de un conjunto de candidatos de orden de exploración principales. La unidad de exploración inversa 55 puede definir el conjunto de candidatos de orden de exploración principales basándose en uno o ambos de un modo de intracifrado usado para predecir el bloque de datos de vídeo y un tamaño de bloque de transformación usado en la transformación del bloque de datos de vídeo, y explorar de manera inversa el bloque de datos de vídeo desde una representación serializada del bloque

de datos de vídeo hasta una representación bidimensional del bloque de datos de vídeo basándose en el elemento de sintaxis con respecto al conjunto definido de candidatos de orden de exploración principales. De nuevo, los coeficientes pueden comprender coeficientes significativos y coeficientes de valor cero, y el bloque de datos de vídeo puede comprender un mapa de significación que define los coeficientes significativos y los coeficientes de valor cero. Pueden definirse y comunicarse niveles para aquellos coeficientes de transformación que se identifiquen como significativos.

El descodificador de vídeo 60 también incluye una unidad de predicción 54, una unidad de cuantificación inversa 56, una unidad de transformación inversa 58, una memoria 62 y un sumador 64. En particular, al igual que el codificador de vídeo 50, el descodificador de vídeo 60 incluye una unidad de predicción 54 y una unidad de filtro 57. La unidad de predicción 54 del descodificador de vídeo 60 puede incluir elementos de compensación de movimiento y posiblemente uno o más filtros de interpolación para una interpolación de subpíxeles en el procedimiento de compensación de movimiento. La unidad de filtro 57 puede filtrar la salida del sumador 64 y puede recibir información de filtro descodificada por entropía para definir los coeficientes de filtro aplicados en el filtrado de bucle.

La señalización de orden de exploración puede producirse por bloques, por ejemplo, para macrobloques en el H.264 o para CU en HEVC. De acuerdo con el estándar HEVC emergente, un sector de datos de vídeo puede corresponder a un conjunto de LCU que define parte o la totalidad de una trama de vídeo. Las LCU pueden hacer referencia a unidades codificadas dentro del entramado de HEVC, que a su vez pueden subdividirse en CU más pequeñas según la partición de árbol cuaternario. Con la partición de árbol cuaternario, una LCU de forma cuadrada se divide en cuatro unidades codificadas de forma cuadrada, y las unidades codificadas pueden subdividirse también en unidades codificadas más pequeñas según la partición de árbol cuaternario. Pueden asociarse indicadores a cada CU para indicar si se usó una partición de árbol cuaternario adicional. Una LCU puede subdividirse en cuatro CU y las cuatro CU pueden dividirse adicionalmente cada una en CU más pequeñas. El estándar HEVC puede soportar hasta tres niveles de partición de árbol cuaternario de la LCU original, o posiblemente más. Tras la partición de la LCU en diversas CU, las diferentes CU pueden dividirse adicionalmente para dar PU, que son los tamaños predictivos usados para predecir la CU. Las PU pueden adoptar formas cuadradas u otras formas rectangulares.

Las figuras 4 y 5 muestran un ejemplo de cómo un bloque de vídeo dentro de un sector (por ejemplo, una LCU) puede dividirse en subbloques (por ejemplo, CU más pequeñas). Tal como se muestra en la figura 4, los subbloques de árbol cuaternario indicado por "ON" pueden filtrarse por filtros de bucle, mientras que los subbloques de árbol cuaternario indicados por "OFF" no pueden filtrarse. La decisión de si filtrar o no un bloque o subbloque dado puede determinarse en el codificador comparando el resultado filtrado y el resultado no filtrado con respecto al bloque original que está cifrándose. La figura 5 es un árbol de decisiones que representa decisiones de partición que da como resultado la partición de árbol cuaternario mostrada en la figura 4. Las figuras 4 y 5 pueden considerarse individual o colectivamente como un mapa de filtro que puede generarse en un codificador y comunicarse a un descodificador al menos una vez por sector de datos de vídeo codificados. El orden de exploración usado para cualquier unidad de transformación definida para una CU dada puede determinarse en el codificador de vídeo y comunicarse al descodificador de vídeo como parte de la sintaxis de nivel de bloque.

Con el estándar HEVC emergente, pueden usarse transformaciones (tales como transformaciones cosenoidales discretas, transformaciones de números enteros, transformaciones Karhunen-Loeve o similares) para descomponer los coeficientes de un bloque residual de datos al dominio de frecuencia. Luego, puede codificarse un "mapa de significación", que muestra la distribución de coeficientes significativos (es decir, distintos de cero) en el bloque de transformación. También pueden codificarse los niveles (es decir los valores actuales) asociados con los coeficientes significativos. Una unidad de exploración (tal como la unidad de exploración 45 de la figura 2) puede usarse para llevar a cabo estas etapas de codificación.

Para codificar de manera eficiente el mapa de significación, puede usarse un orden de exploración en zigzag con una suposición general de que la mayoría de los coeficientes distintos de cero están ubicados probablemente en la zona de baja frecuencia (esquina superior izquierda) de un bloque de transformación. Sin embargo, para mejorar adicionalmente la eficiencia de cifrado de coeficientes de transformación, pueden usarse órdenes de exploración adicionales (tales como exploración en horizontal y vertical) en casos en los que esto mejora la eficiencia de cifrado. La exploración en horizontal, por ejemplo, puede seguir un orden de exploración por filas. También pueden definirse y usarse órdenes de exploración adaptativa y más compleja, de acuerdo con las técnicas de esta divulgación.

En esta divulgación, la unidad de exploración 45 implementa diferentes órdenes de exploración para diferentes modos de intrapredicción basándose en el tipo de modo de intrapredicción y el tamaño de bloque de transformación usados en la transformación de un bloque de coeficientes de transformación dado. En un ejemplo, la selección puede ser de entre órdenes de exploración en horizontal, vertical y por filas. El orden de exploración deseado, por ejemplo, en el sentido de distorsión de tasa, puede decidirse por el codificador de vídeo 50 (por ejemplo, por la unidad de exploración 45) buscando entre órdenes en zigzag, horizontal y vertical (u otros órdenes de exploración, si se desea). El orden de exploración seleccionado puede transmitirse dentro del flujo de bits (por ejemplo, como sintaxis de nivel de bloque) al descodificador.

De acuerdo con el estándar HEVC, la unidad de transformación 38 puede soportar transformaciones dimensionadas de manera diferente. Por ejemplo, pueden soportarse todas las transformaciones de 128 X 128, transformaciones de

64 X 64, transformaciones de 32 X 32, transformaciones de 16 X 16, transformaciones de 8 X 8, transformaciones de 4 X 4 y transformaciones de 2 X 2. Esta divulgación, en un ejemplo, describe una técnica de cifrado de coeficiente de transformación fija dependiente de modo que puede ser específicamente deseable para intrabloques. La técnica de cifrado de coeficiente de transformación fija dependiente de modo puede asociar el orden de exploración con el modo de intrapredicción, lo que significa que el orden de exploración para un modo de intrapredicción puede fijarse para un tamaño de transformación dado. La unidad de exploración 45 puede evitar una búsqueda exhaustiva entre varios órdenes de exploración con el fin de reducir la complejidad como si sólo existieran unos pocos órdenes de exploración posibles, y al mismo tiempo, la unidad de exploración 45 puede aprovechar algunos de los beneficios asociados con órdenes de exploración múltiples. Fijar el orden de exploración tanto para la codificación como para la descodificación puede ser particularmente deseable para una implementación fácil y paralela.

En un ejemplo, las técnicas de esta divulgación pueden centrarse en el cifrado intrabloque. En H.264/AVC y el modelo de prueba del estándar HEVC emergente, pueden usarse métodos de extrapolación direccionales para predecir un intrabloque. Debido a la predicción direccional (es decir, basándose en intradatos dentro del mismo sector de vídeo), el bloque residual (en el dominio de píxel) presenta habitualmente características direccionales, que luego se heredan en el bloque de coeficiente transformado (en el dominio de transformación). Por este motivo, puede ser muy útil un esquema de exploración dependiente de modo para coeficientes de transformación (o simplemente para coeficientes significativos de un mapa de significación) para mejorar la eficiencia de cifrado.

Aunque el siguiente ejemplo comenta tres órdenes de exploración, también pueden definirse y usarse órdenes de exploración adicionales. Los tres órdenes de exploración a modo de ejemplo pueden incluir: la exploración en zigzag (figura 6A), la exploración en horizontal (figura 6B) y la exploración en vertical (figura 6C). También pueden usarse variaciones tales como combinaciones de exploración en zigzag y exploración en vertical u horizontal, así como órdenes de exploración más complejos (y posiblemente adaptativa).

En la figura 7 se muestran direcciones de intrapredicción e índice de modo a modo de ejemplo, de acuerdo con el modelo de prueba de HEVC. El bloque puede tener un tamaño de entre 2x2 y 128x128. Una función de mapeo  $F^*$  en la ecuación (1) a continuación, puede construirse para mapear un modo de intrapredicción (predMode) de un bloque con tamaño (blkSize) a un orden de exploración (scanIdx) de entra patrones de exploración en zigzag, horizontal y vertical (u otros órdenes de exploración). Las técnicas pueden definir los valores de scanIdx para los tres órdenes de exploración tal como se exponen en la tabla 1 proporcionada en la figura 9.

$scanIdx = F(predMode, blkSize)$  Ecuación (1)

La función de mapeo puede comprender un modelo matemático o una tabla de mapeo, que puede almacenarse tanto en el codificador 50 como en el descodificador 60. En un ejemplo, la función de mapeo puede implementarse como una tabla de mapeo tal como se expone en la tabla 2 de la figura 10. En este caso, el índice de intramodo de 1-33 (es decir, predMode) y el tamaño de la transformación (es decir, blkSize) pueden ser índices para la tabla que se mapean a un valor de orden de exploración de la tabla 1 proporcionada en la figura 9. La tabla 1 proporcionada en la figura 9 puede ser una tabla fija almacenada en el codificador y el descodificador, y los índices de modo de la tabla pueden seleccionarse basándose en pruebas empíricas de diversas secuencias de vídeo diferentes.

La tabla 2 de la figura 10 puede comprender una tabla aplicada con respecto a "bloques de luma". Para bloques de crominancia, puede usarse un enfoque de tabla de consulta similar para determinar direcciones de exploración usando la tabla a continuación. La tabla de consulta de crominancia puede tener muchos menos modos, ya que los bloques de crominancia sólo pueden soportar 4 intramodos, en un ejemplo de acuerdo con el estándar HEVC emergente. La tabla 3 de la figura 11 puede comprender la tabla de consulta de crominancia correspondiente con respecto a la tabla de consulta de luma (tabla 2) de la figura 10.

En un ejemplo adicional, una técnica de cifrado de coeficiente de transformación conmutable dependiente de modo puede usarse por la unidad de exploración 45 y la unidad de exploración 55. En este caso, pueden definirse candidatos de orden de exploración principales para cada modo de predicción, para cada tamaño de transformación o para las diferentes combinaciones de modo de predicción y tamaño de transformación. En este caso, el mejor orden de exploración para un bloque puede determinarse por la unidad de exploración 45 de entre los candidatos principales en el conjunto para un modo de predicción dado, pero el número de candidatos puede ser menor que el número total de órdenes de exploración posibles. Esta técnica puede añadir cierta complejidad al codificador 50 (y al descodificador 60), pero al mismo tiempo, puede limitar la complejidad a un número fijo de órdenes de exploración candidatos. Además, los candidatos pueden ser diferentes dependiendo del modo de intrapredicción, el tamaño de bloque de transformación o tanto el modo de intrapredicción como el tamaño de bloque de transformación.

La tabla 4 en la figura 12 ilustra un mapeo a modo de ejemplo de órdenes de exploración posibles a valores de índice. Las unidades de exploración 45 y 55 pueden identificar una función de puntuación para cada orden de exploración "Fs(\*)" según la ecuación (2) y esta función de puntuación puede calcular cómo de probable es que pueda seleccionarse un orden de exploración para ser el candidato del bloque con tamaño blkSize y modo de predicción predMode.

$$s(\text{scanIdx}) = F_s(\text{predMode}, \text{blkSize}, \text{scanIdx})$$

Ecuación (2)

Basándose en el valor de puntuación  $s$ , calculado por la ecuación (2), las unidades de exploración 45 y 55 pueden definir los tres candidatos principales para cada modo de predicción  $\text{predMode}$  asociado con un tamaño de bloque de transformación dado  $\text{blkSize}$ . La tabla 5 de la figura 13 proporciona un ejemplo de una tabla de candidatos que se genera por el procedimiento anterior para un tamaño de bloque dado. Según esta técnica, la unidad de exploración 45 puede comunicar por señales uno de tres estados ( $\text{candidato0}$ ,  $\text{candidato1}$  y  $\text{candidato2}$ ) en este esquema conmutable, pero los candidatos pueden mapearse a diferentes órdenes de exploración, dependiendo del modo. La unidad de exploración 55 puede aplicar la misma tabla de candidatos de modo que los tres estados se mapean apropiadamente a los candidatos correctos.

Por consiguiente, con la tabla de candidatos generada, puede usarse un esquema conmutable para buscar el mejor orden de exploración en el sentido del coste de distorsión de tasa de entre los candidatos para un bloque que tiene un modo de predicción particular y un tamaño de bloque particular. El mejor orden de exploración puede comunicarse por señales en el flujo de bits como sintaxis de bloque de vídeo. Puesto que el conjunto de candidatos es habitualmente más pequeño que el conjunto de todos los órdenes de exploración permitidos, la cantidad de información de señalización puede reducirse significativamente con respecto a un esquema que señala una elección con respecto a todos los órdenes de exploración candidatos posibles.

La figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra una técnica de acuerdo con esta divulgación. La figura 14 se describirá a partir de la perspectiva del codificador de vídeo 50 de la figura 2, aunque otros dispositivos pueden llevar a cabo técnicas similares. En particular, la figura 14 muestra un método de codificar coeficientes (por ejemplo, coeficientes significativos) asociados con un bloque intracifrado de datos de vídeo. La unidad de exploración 45 determina un modo de intracifrado (1401) y determina un tamaño de bloque de transformación que se usó en el procedimiento de codificación (1402). En particular, la unidad de transformación 38 y la unidad de predicción 32 pueden comunicar información de sintaxis a la unidad de exploración 45 para facilitar estas determinaciones. La unidad de transformación 38 puede comunicar el tamaño de transformación a la unidad de exploración 45 y la unidad de predicción puede comunicar el modo de intracifrado a la unidad de exploración 45. La unidad de exploración 45 puede seleccionar entonces un orden de exploración basándose en el modo de intracifrado y el tamaño de bloque de transformación (1403), y generar un elemento de sintaxis para comunicar el orden de exploración seleccionado (1404). Tras el cifrado por entropía por la unidad de cifrado por entropía 46, el codificador de vídeo 50 puede emitir el elemento de sintaxis con los datos de vídeo codificados (1405). De esta manera, el orden de exploración puede codificarse como parte de un flujo de bits de vídeo codificado, y emitirse para su comunicación a otro dispositivo de modo que el otro dispositivo puede determinar cómo llevar a cabo la exploración recíproca (inversa) durante un procedimiento de descodificación.

La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra una técnica de señalización conmutada de acuerdo con esta divulgación. La figura 15 se describirá a partir de la perspectiva del codificador de vídeo 50 de la figura 2, aunque otros dispositivos pueden llevar a cabo técnicas similares. Tal como se muestra en la figura 15, la unidad de exploración 45 define un conjunto de candidatos de orden de exploración principales (1501), y selecciona un orden de exploración a partir del conjunto de candidatos de orden de exploración principales basándose en un modo de intracifrado, un tamaño de bloque de transformación o tanto el modo de intracifrado como el tamaño de bloque de transformación usados para codificar el bloque de datos de vídeo (1502). El conjunto de candidatos de orden de exploración principales puede programarse en la unidad de exploración 45 para modos de intracifrado, tamaños de bloque de transformación o combinaciones de modo de intracifrado y tamaño de bloque de transformación. Al definir un conjunto de candidatos de orden de exploración principales, el número de posibilidades puede limitarse para limitar los cálculos y limitar la cantidad de sobrecarga de señalización. La unidad de exploración 45 genera un elemento de sintaxis para comunicar el orden de exploración seleccionado (1503), y tras el cifrado por entropía por la unidad de cifrado por entropía 46, el codificador de vídeo 50 puede emitir el elemento de sintaxis con los datos de vídeo codificados (1504).

Con el fin de soportar la técnica de la figura 15 tanto el codificador de vídeo 50 como el descodificador de vídeo 60 pueden configurarse para definir el mismo conjunto de candidatos de orden de exploración principales en situaciones diferentes. El elemento de sintaxis que define el orden de exploración depende del conjunto de candidatos de orden de exploración principales, que el codificador de vídeo 50 y el descodificador de vídeo 60 pueden definir cada uno de una manera similar.

La figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra una técnica de señalización conmutada desde la perspectiva del descodificador de vídeo 60, de acuerdo con esta divulgación. Aunque la figura 16 se describe desde la perspectiva del descodificador de vídeo 60 de la figura 3, otros dispositivos pueden llevar a cabo técnicas similares. Tal como se muestra en la figura 16, la unidad de descodificación por entropía 52 recibe un elemento de sintaxis para un bloque de datos de vídeo (por ejemplo, un bloque de coeficientes significativos). La unidad de exploración inversa 55 define un conjunto de candidatos de orden de exploración principales basándose en uno o ambos del modo de intracifrado usado en el cifrado de los datos de vídeo y el tamaño de bloque de transformación usado (1602). Esto permite que la unidad de exploración inversa 55 interprete apropiadamente el elemento de sintaxis recibido, que puede comprender un valor de índice con respecto al conjunto de candidatos de orden de exploración principales. Por consiguiente, la unidad de exploración inversa 55 realiza una exploración inversa basándose en el elemento de

sintaxis con respecto al conjunto de candidatos de orden de exploración principales (1603).

5 Las técnicas de esta divulgación pueden realizarse en una amplia variedad de dispositivos o aparatos, incluyendo un microteléfono inalámbrico y un circuito integrado (CI) o un conjunto de CI (es decir, un conjunto de chips). Cualquiera de los componentes, módulos o unidades se han descrito con el fin de enfatizar aspectos funcionales y no requieren necesariamente una realización por unidades de hardware diferentes.

10 Por consiguiente, las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Cualquiera de las características descritas como módulos o componentes pueden implementarse juntas en un dispositivo lógico integrado o de manera independiente como dispositivos lógicos discretos pero interoperables. Si se implementan en software, las técnicas pueden realizarse al menos en parte por un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan, llevan a cabo uno o más de los métodos descritos anteriormente. El medio de almacenamiento de datos legible por ordenador puede formar parte de un producto de programa informático, que puede incluir materiales de acondicionamiento.

15 El medio legible por ordenador puede comprender un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM) tal como memoria de acceso aleatorio síncrona y dinámica (SDRAM), memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM), memoria de sólo lectura eléctricamente borrrable y programable (EEPROM), memoria FLASH, medios de almacenamiento de datos magnéticos u ópticos, y similares. Las técnicas pueden realizarse adicional o alternativamente al menos en parte por un medio de comunicación legible por ordenador que porta o comunica código en forma de instrucciones o estructuras de datos y que puede accederse, leerse y/o ejecutarse por un ordenador.

20 Las instrucciones pueden ejecutarse por uno o más procesadores, tales como uno o más procesadores de señales digitales (DSP), microprocesadores con fines generales, circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC), matrices lógicas programables en campo (FPGA) u otro conjunto de circuitos lógicos discretos o integrados equivalente. El término "procesador", tal como se usa en el presente documento, puede hacer referencia a cualquiera de la estructura anterior o 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 software o módulos de hardware dedicados configurados para codificar y descodificar, o incorporarse en un codificador-descodificador de vídeo combinado (CODEC). Asimismo, las técnicas pueden implementarse por completo en uno o más circuitos o elementos lógicos.

30 Se han descrito diversos aspectos de la divulgación. La invención se define en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de codificación de coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, en el que los coeficientes se obtienen transformando el bloque de datos de vídeo, comprendiendo el método:
  - 5 para cada combinación de modo de intracifrado posible y tamaño de bloque de transformación posible, definir un conjunto de candidatos de orden de exploración principales, siendo cada conjunto de candidatos de orden de exploración principales un subconjunto de los candidatos de orden de exploración posibles definidos para cualquier combinación de modos de intracifrado posibles y tamaños de bloque de transformación posibles;
  - 10 para un bloque de datos de vídeo cifrado usando un modo de intracifrado particular y que tiene un tamaño de bloque de transformación, seleccionar el conjunto de candidatos de orden de exploración principales definidos para un bloque predicho usando el modo de intracifrado particular y que tiene el tamaño de bloque de transformación particular,
  - y seleccionar el orden de exploración a partir del conjunto seleccionado de candidatos de orden de exploración principales, en el que los coeficientes se exploran con el orden de exploración seleccionado; y
  - 15 generar un elemento de sintaxis para comunicar el orden de exploración seleccionado a partir del conjunto seleccionado de candidatos principales.
2. El método según la reivindicación 1, en el que los coeficientes comprenden coeficientes significativos y coeficientes de valor cero que definen un mapa de significación.
3. El método según la reivindicación 2, en el que los coeficientes significativos comprenden indicadores de un bit que identifican coeficientes de valor distinto de cero.
4. El método según la reivindicación 1, en el que el bloque de datos de vídeo comprende una unidad codificada (CU) dentro de una unidad codificada mayor (LCU), en el que la LCU está dividida en un conjunto de CU según un esquema de partición de árbol cuaternario.
5. Un método de descodificación de coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo, en el que los coeficientes se obtienen transformando el bloque de datos de vídeo, comprendiendo el método:
  - 25 para cada combinación de modos de intracifrado posibles y tamaños de bloque de transformación posibles, definir un conjunto de candidatos de orden de exploración principales, siendo cada conjunto de candidatos de orden de exploración principales un subconjunto de los candidatos de orden de exploración posibles definidos para combinaciones cualesquiera de modo de intracifrado posible y tamaño de bloque de transformación posible;
  - 30 para un bloque recibido de datos de vídeo cifrado usando un modo de intracifrado particular y que tiene un tamaño de bloque de transformación, seleccionar el conjunto de candidatos de orden de exploración principales definidos para un bloque predicho usando el modo de intracifrado particular y que tiene el tamaño de bloque de transformación particular;
  - 35 recibir un elemento de sintaxis con el bloque de datos de vídeo, en el que el elemento de sintaxis define un orden de exploración a partir del conjunto seleccionado de candidatos de orden de exploración principales; y
  - 40 explorar de manera inversa los coeficientes asociados con el bloque de datos de vídeo desde una representación serializada de los coeficientes asociados con el bloque de datos de vídeo hasta una representación bidimensional de los coeficientes asociados con el bloque de datos de vídeo usando el orden de exploración a partir del conjunto seleccionado de candidatos de orden de exploración principales identificados por el elemento de sintaxis recibido.
6. El método según la reivindicación 5, en el que los coeficientes comprenden coeficientes significativos y coeficientes de valor cero que definen un mapa de significación.
7. Un dispositivo de codificación de vídeo que codifica coeficientes asociados con un bloque de vídeo en el que los coeficientes se obtienen transformando el bloque de datos de vídeo, comprendiendo el dispositivo de codificación de vídeo:
  - 45 una unidad de predicción que lleva a cabo cifrado de intrapredicción del bloque de datos de vídeo basándose en un modo de intracifrado;
  - 50 una unidad de transformación que determina un tamaño de transformación y lleva a cabo una transformación en el bloque de datos de vídeo según el tamaño de transformación; y,

una unidad de exploración que:

5 para cada combinación de modo de intracifrado posible y tamaño de bloque de transformación posible, define un conjunto de candidatos de orden de exploración principales, siendo cada conjunto de candidatos de orden de exploración principales un subconjunto de los candidatos de orden de exploración posibles definidos para cualquier combinación de modos de intracifrado posibles y tamaños de bloque de transformación posibles; para un bloque de datos de vídeo cifrado usando un modo de intracifrado particular y que tiene el tamaño de bloque de transformación, selecciona el conjunto de candidatos de orden de exploración principales definidos para un bloque predicho usando el modo de intracifrado particular y que tiene un tamaño de bloque de transformación particular;

10 selecciona el orden de exploración a partir del conjunto seleccionado de candidatos de orden de exploración principales, en el que los coeficientes se exploran con el orden de exploración seleccionado; y

15 genera un elemento de sintaxis para identificar el orden de exploración seleccionado a partir del conjunto seleccionado de candidatos principales.

8. El dispositivo de codificación de vídeo según la reivindicación 7, en el que los coeficientes comprenden coeficientes significativos y coeficientes de valor cero que definen un mapa de significación.

9. El dispositivo de codificación de vídeo según la reivindicación 8, en el que los coeficientes significativos comprenden indicadores de un bit que identifican coeficientes de valor distinto de cero.

20 10. El dispositivo de codificación de vídeo según la reivindicación 7, en el que el bloque de datos de vídeo comprende una unidad codificada (CU) dentro de una unidad codificada mayor (LCU), en el que la LCU está dividida en un conjunto de CU según un esquema de partición de árbol cuaternario.

25 11. Un dispositivo de descodificación de vídeo que descodifica coeficientes asociados con un bloque de datos de vídeo en el que los coeficientes se obtienen transformando el bloque de datos de vídeo, comprendiendo el dispositivo de descodificación de vídeo:

30 una unidad de exploración que, para cada combinación de modos de intracifrado posibles y tamaños de bloque de transformación posibles, define un conjunto de candidatos de orden de exploración principales, siendo cada conjunto de candidatos de orden de exploración principales un subconjunto de los candidatos de orden de exploración posibles definidos para cualquier combinación de modo de intracifrado posible y tamaño de bloque de transformación posible; y,

35 una unidad que, para un bloque de datos de vídeo recibido cifrado usando un modo de intracifrado particular y que tiene un tamaño de bloque de transformación, selecciona el conjunto de candidatos de orden de exploración principales definidos para un bloque predicho usando el modo de intracifrado particular y que tiene el tamaño de bloque de transformación particular, y que recibe un elemento de sintaxis con el bloque de datos, en el que el elemento de sintaxis define un orden de exploración a partir del conjunto seleccionado de candidatos de orden de exploración principales,

40 en el que la unidad de exploración lleva a cabo exploración inversa de los coeficientes asociados con el bloque de datos de vídeo desde una representación serializada de los coeficientes asociados con el bloque de datos de vídeo hasta una representación bidimensional de los coeficientes asociados con el bloque de datos de vídeo usando el orden de exploración del conjunto seleccionado de candidatos de orden de exploración principales identificados por el elemento de sintaxis recibido.

12. El dispositivo de descodificación de vídeo según la reivindicación 11, en el que los coeficientes comprenden coeficientes significativos y coeficientes de valor cero que definen un mapa de significación.

13. El dispositivo de descodificación de vídeo según la reivindicación 11, que comprende además:

45 una unidad de predicción que lleva a cabo descodificación de intrapredicción del bloque de datos de vídeo basándose en el modo de intracifrado; y

una unidad de transformación inversa que lleva a cabo una transformación inversa con respecto al bloque de datos de vídeo basándose en el tamaño de bloque de transformación.

50 14. El dispositivo de codificación de vídeo según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10 o el dispositivo de descodificación según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que el dispositivo de descodificación de vídeo comprende uno o más de:

un circuito integrado;

un microprocesador; y

un dispositivo de comunicación inalámbrica que incluye un descodificador de vídeo; y en el que el dispositivo de codificación de vídeo comprende uno o más de:

un circuito integrado;

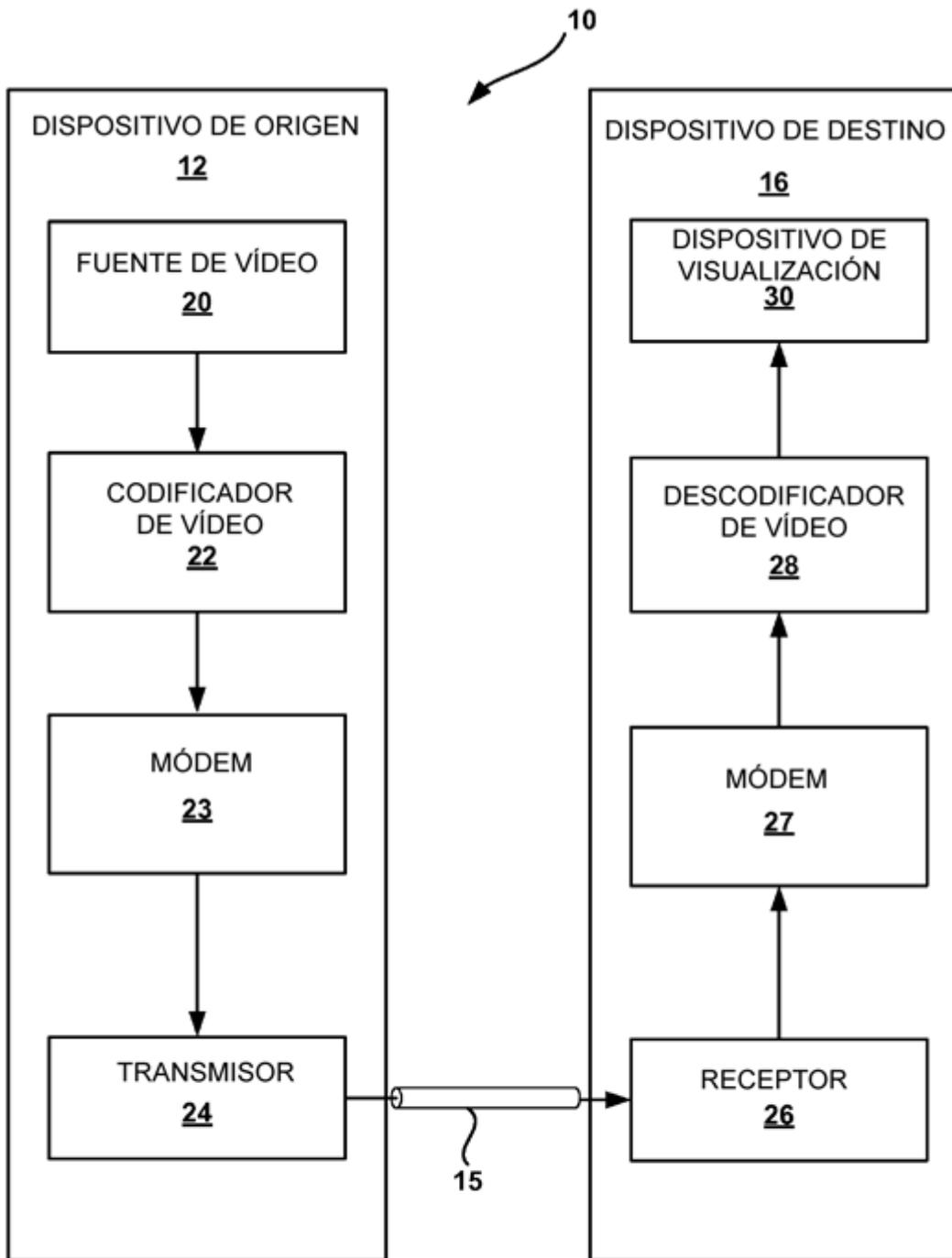
5 un microprocesador, y

un dispositivo de comunicación inalámbrica que incluye un codificador de vídeo.

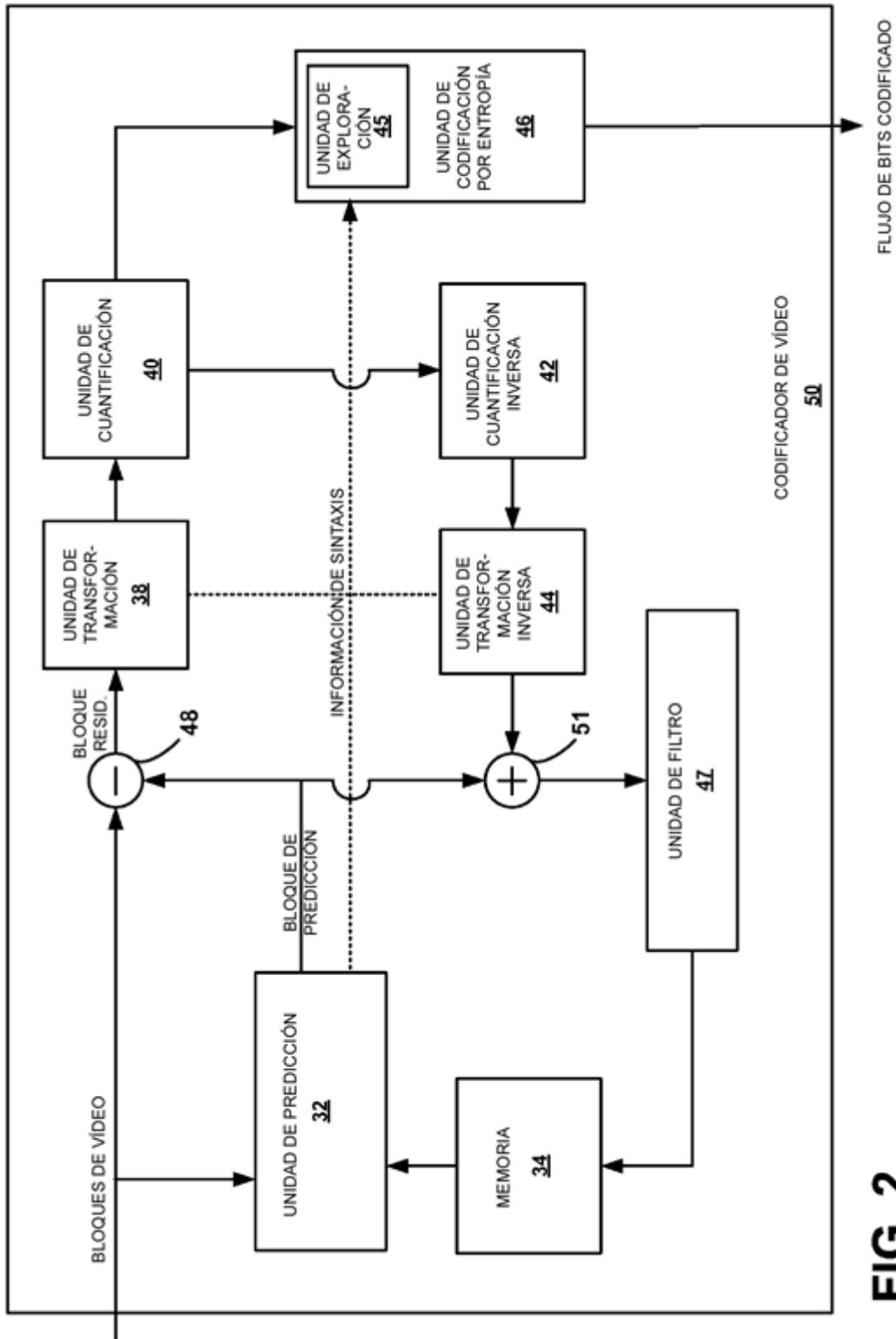
15. Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador, provocan que el procesador codifique o descodifique coeficientes asociados con un bloque de vídeo, en el que los coeficientes se obtienen transformando el bloque de datos de vídeo, en el que las instrucciones

10

provocan que el procesador lleve a cabo el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.



**FIG. 1**



**FIG. 2**

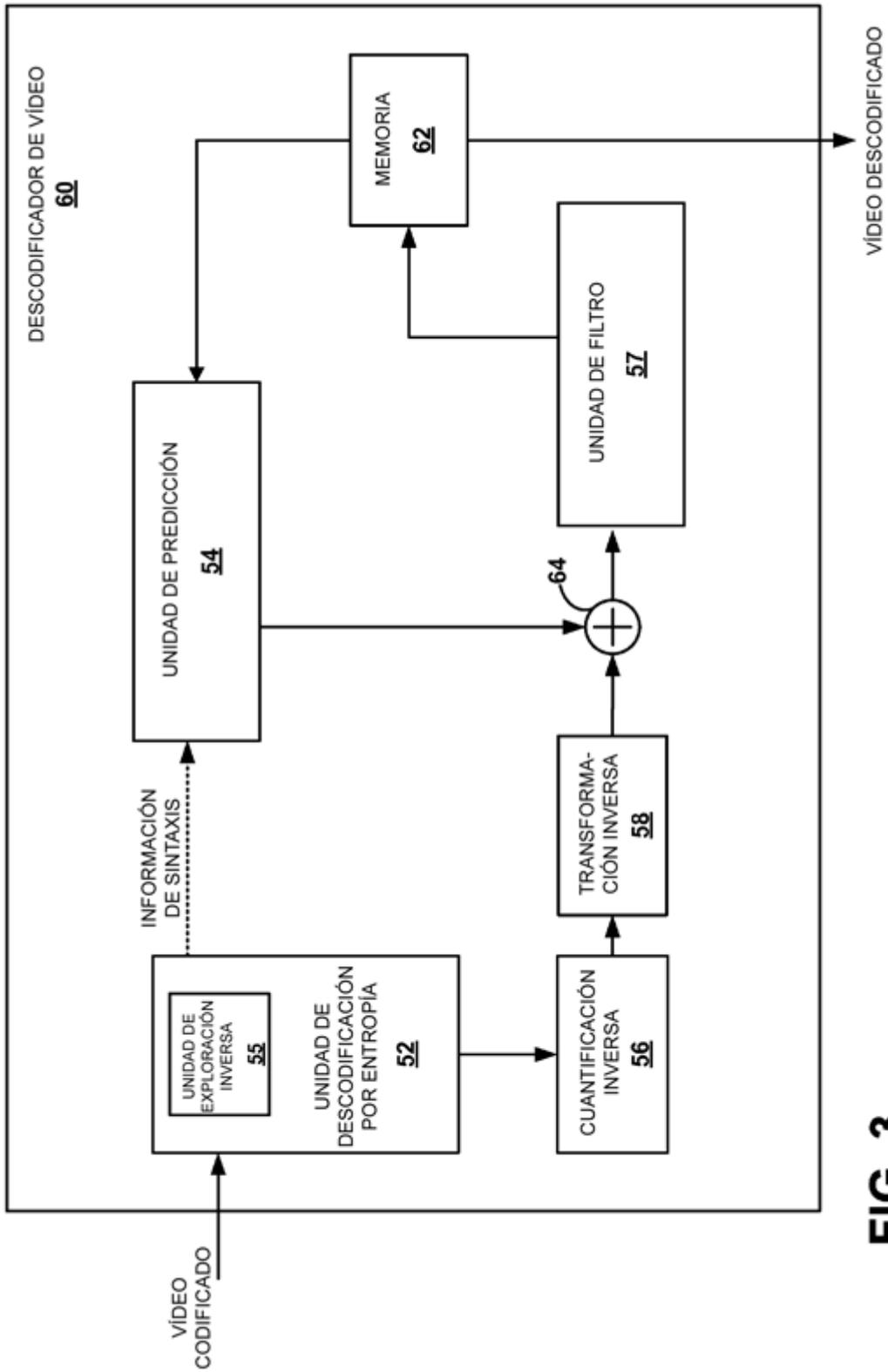


FIG. 3

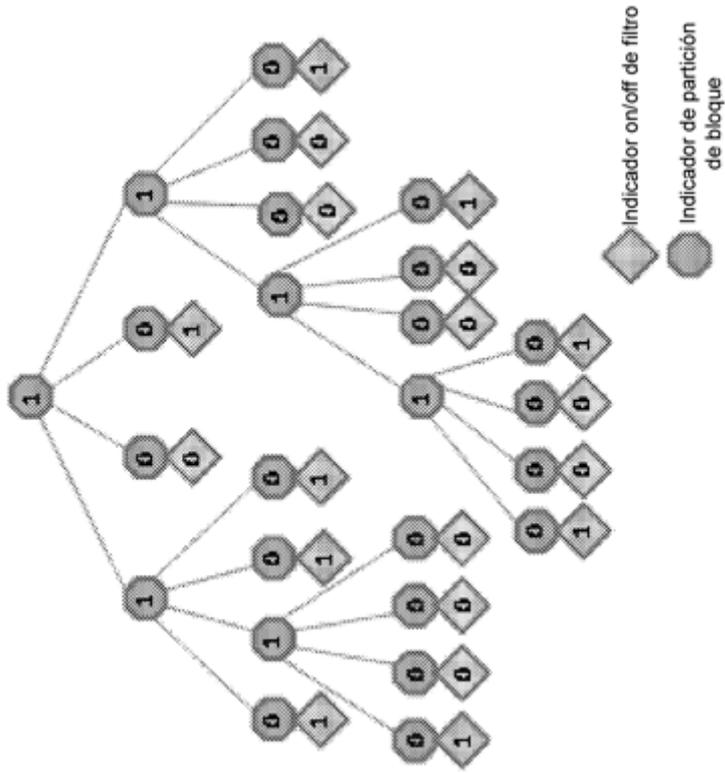


FIG. 5

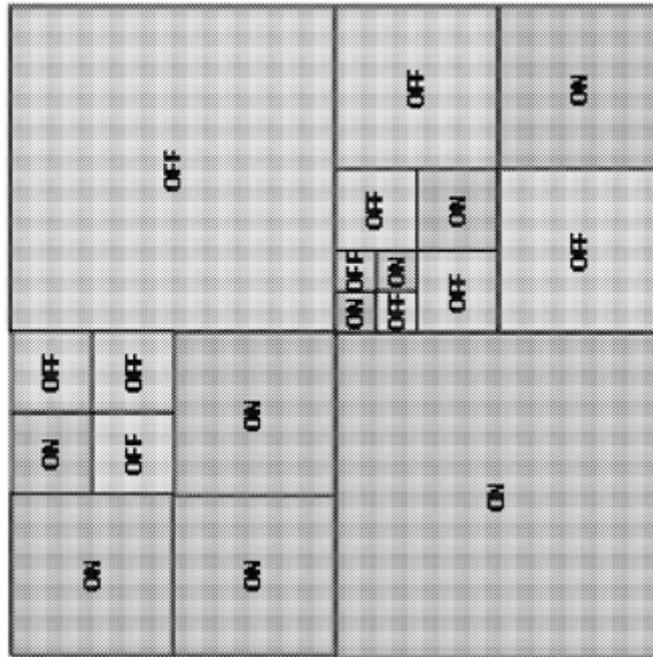


FIG. 4

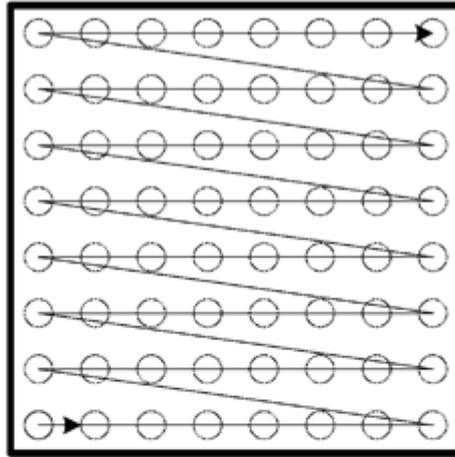


FIG. 6C

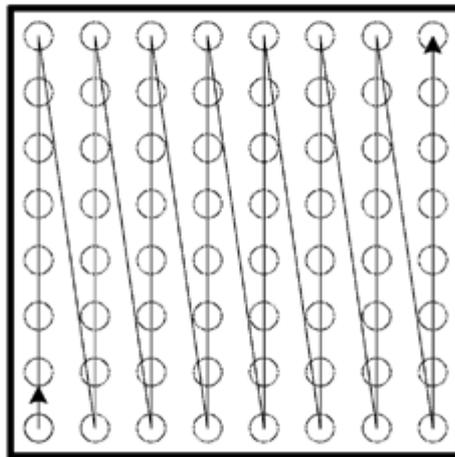


FIG. 6B

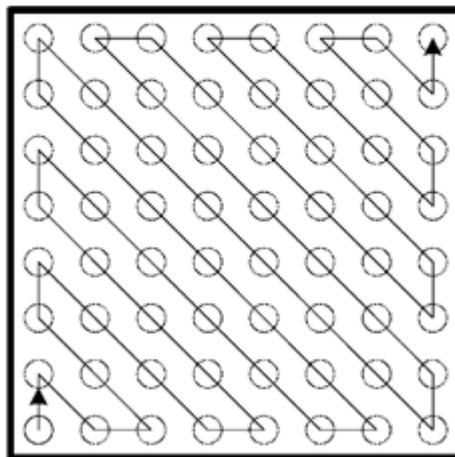


FIG. 6A

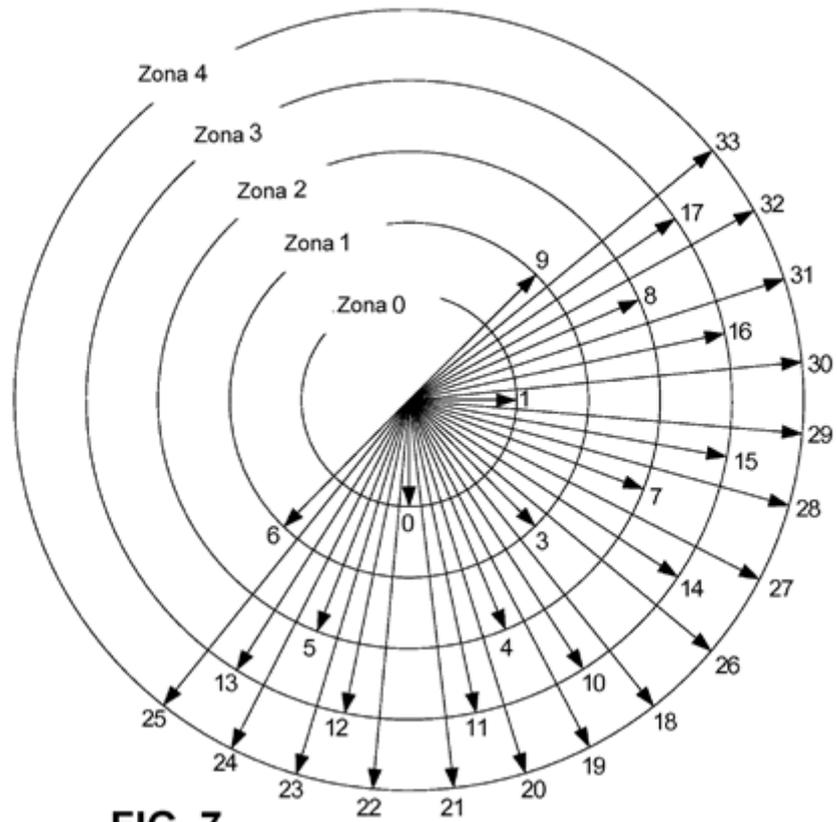


FIG. 7

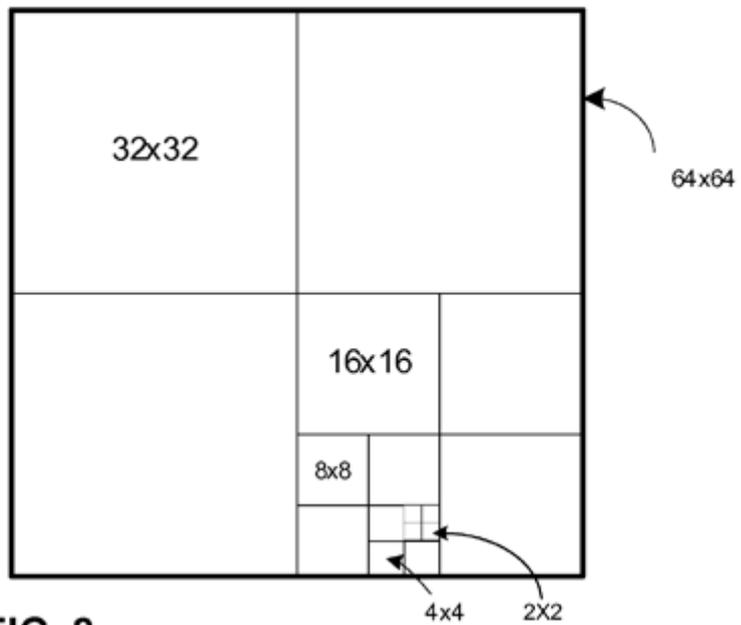


FIG. 8

**TABLA 1**

<i>scanIdx</i>	Valor
Zigzag	0
Horizontal	1
Vertical	2

**FIG. 9**

**TABLA 2**

<i>scanIdx</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33				
128x128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
64x64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
32x32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16x16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8x8	1	2	0	0	1	1	0	2	2	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	
4x4	1	2	0	0	1	1	0	2	2	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	
2x2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FIG. 10**

**TABLA 3**

Modo TU	0	1	2	3	4
32x32	0	0	0	0	Igual que bloque luma correspondiente
16x16	0	0	0	0	Igual que bloque luma correspondiente
8x8	0	0	0	0	Igual que bloque luma correspondiente
4x4	1	2	0	0	Igual que bloque luma correspondiente
2x2	1	2	0	0	Igual que bloque luma correspondiente

**FIG. 11**

**TABLA 4**

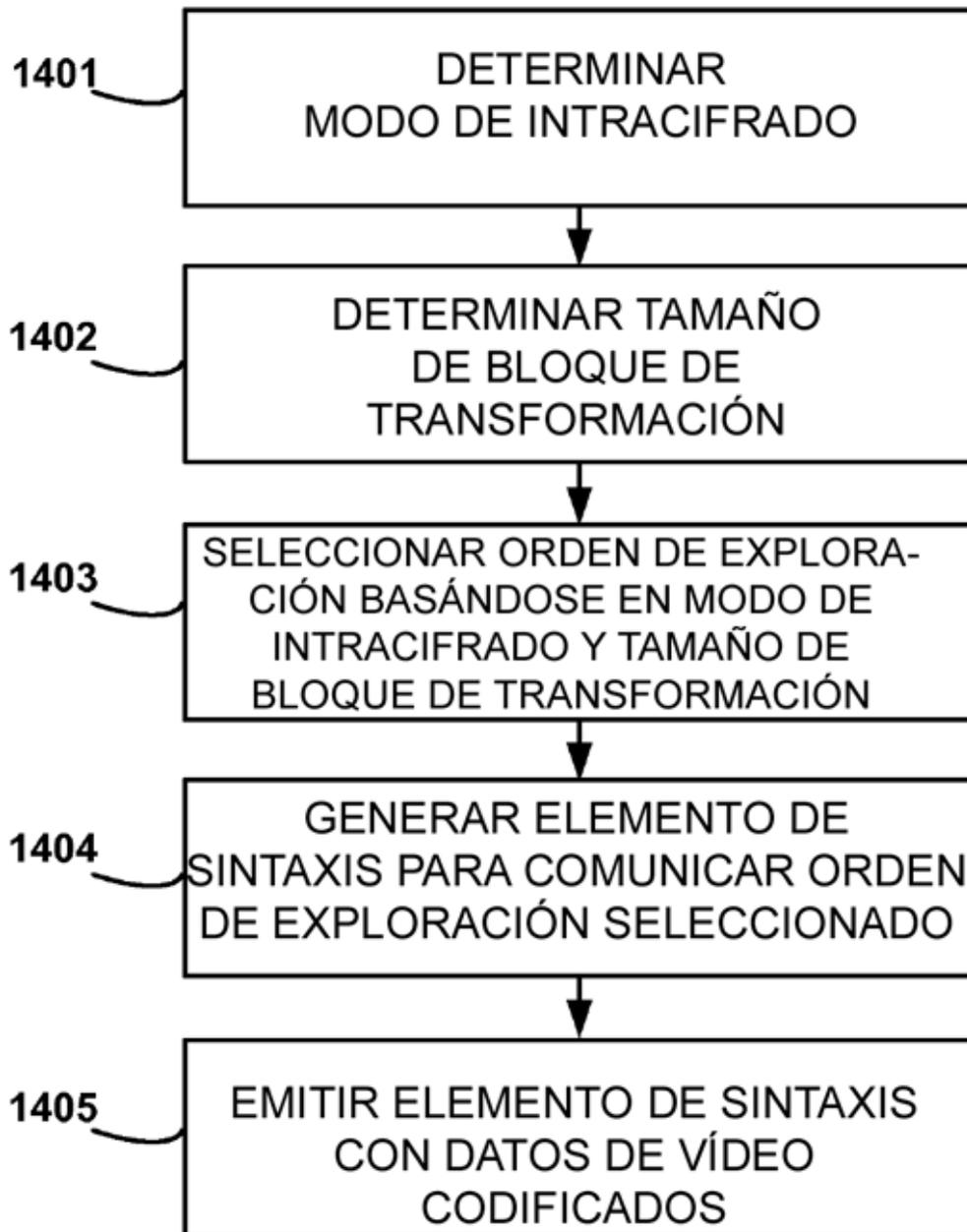
<i>scanIdx</i>	Valor
Zigzag	0
Horizontal	1
Vertical	2
Horizontal_parcial	3
Vertical_parcial	4

**FIG. 12**

**TABLA 5**

precizările candidatilor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
candidat00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
candidat01	1	2	3	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	5	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
candidat02	3	4	3	5	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

**FIG. 13**



**FIG. 14**

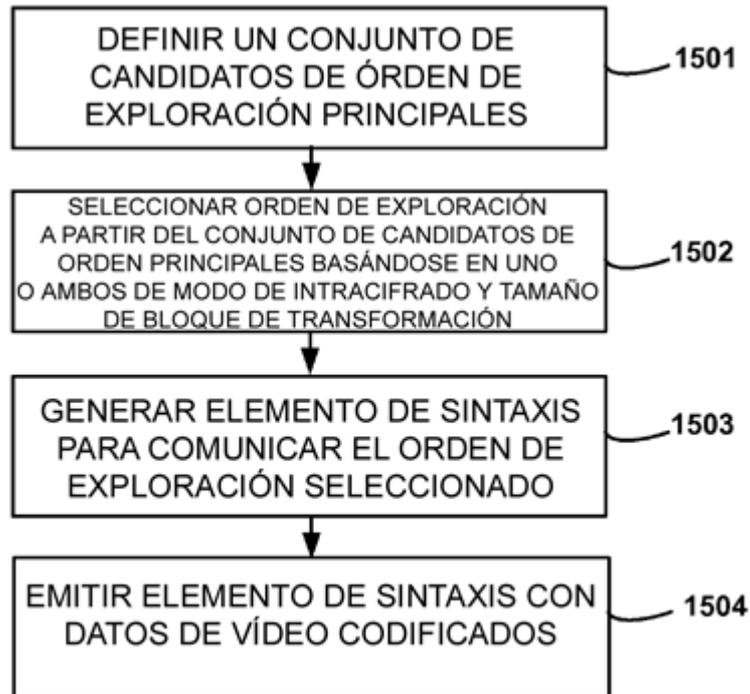


FIG. 15

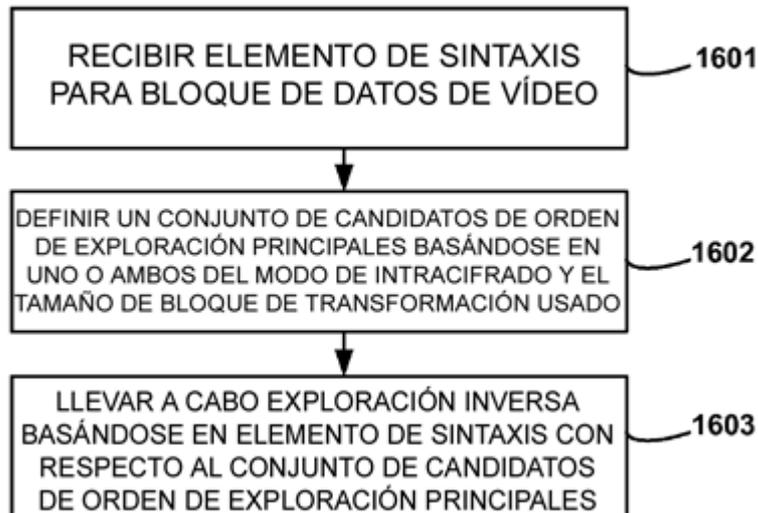


FIG. 16