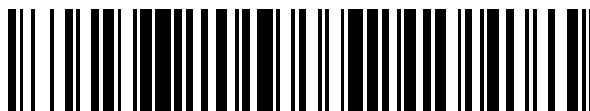


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 598 403**

51 Int. Cl.:

G06T 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2003 PCT/US2003/024152**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.04.2004 WO04036501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2003 E 03796288 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 1525562**

54 Título: **Selección de parámetros en la compresión y descompresión de datos**

30 Prioridad:

**30.07.2002 US 399838 P
29.07.2003 US 630511**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.01.2017

73 Titular/es:

**QUALCOMM, INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**GOVINDASWAMY, SENTHIL;
LEVIN, JEFFREY A. y
LAROCCA, JUDITH**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 598 403 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

Selección de parámetros en la compresión y descompresión de datos

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION***I. Campo de la invención***

10 La invención se refiere, en general, a la compresión de datos y, más específicamente, a la descompresión de datos comprimidos usando un proceso adaptativo de transformación de coseno discreta.

Descripción de la técnica relacionada

15 La compresión es un factor clave de los multimedia. Una compresión digital eficaz puede reducir el coste, así como aumentar la calidad del vídeo exhibido por cualquier canal de comunicación digital. Una aplicación para las técnicas de compresión es la industria del cine.

20 Durante varias décadas, la industria del cine ha dependido de la duplicación, distribución y proyección de la película de celuloide para la entrega de material de programación a cines geográficamente diversos de todo el país y del mundo. En gran medida, los procedimientos y mecanismos para la distribución de material de película se han mantenido relativamente sin cambios desde hace décadas. Generalmente, el proceso actual de duplicación y distribución de películas implica la generación de una copia principal de la película a partir de un negativo de cámara de calidad excepcional, produciendo un negativo de distribución a partir de la copia principal de la película, y produciendo copias de distribución a partir del negativo de distribución. En función de la magnitud del estreno o del número de copias deseadas para la distribución de la película, puede haber más pasos intermedios o múltiples copias producidas en cada etapa. Las copias de distribución (conocidas como "positivos") son a continuación distribuidas por medios físicos a varios cines y se exhiben utilizando un proyector de cine.

30 Aunque el proceso de distribución anterior funciona, hay limitaciones inherentes. Debido a la utilización de material de celuloide para la película y las limitaciones de ancho de banda de los medios cinematográficos, existen restricciones para la capacidad de ofrecer programación de audio multicanal de alta fidelidad. Luego, está el alto coste de fabricación de un gran número de copias de la película, que puede costar varios cientos de dólares por cada copia de cada película de largo metraje. Existe también el gasto, la complejidad y el retardo asociados a la distribución física de grandes envases de película de celuloide a un número grande y creciente de ubicaciones de cines.

35 Por consiguiente, nuevas y emergentes tecnologías se están desarrollando para proporcionar enfoques alternativos a los problemas actuales de distribución de películas. Uno de tales procedimientos es el uso de la transmisión por satélite. Sin embargo, con el fin de transmitir una señal de audio / vídeo (AV) de alta calidad en "tiempo real", el requisito de velocidad de datos (en bits por segundo) es del orden de 1.500 millones de bits por segundo. Esta alta velocidad de datos requiere la capacidad equivalente de todo un satélite para transmitir un único programa, lo cual es prohibitivamente caro. Por lo tanto, las transmisiones por satélite todavía no son comercialmente viables para la distribución de material de AV de alta calidad.

45 Los avances en la tecnología digital también han llevado a un concepto de distribución por el cual el material de programación se almacena electrónicamente en un formato digitalizado. Las imágenes digitalizadas se pueden distribuir en varios medios magnéticos o discos ópticos compactos, o transmitirse a través de sistemas de comunicación por cable, fibra óptica, inalámbricos o por satélite. Estos medios de almacenamiento suelen tener capacidades de almacenamiento que van desde alrededor de 4,5 gigaoctetos (GB) a aproximadamente 18 GB. Sin embargo, una película de dos horas de media, que tiene una velocidad media de bits de imágenes comprimidas de alrededor de 40 Mbps para la pista de imágenes y de unos ocho Mbps para la información de control y audio, requiere aproximadamente 45 GB de espacio de almacenamiento. Por lo tanto, incluso si se implementa un disco DVD-ROM de alta capacidad de almacenamiento, una película de dos horas requiere el uso de varios discos de DVD-ROM para una capacidad adecuada.

55 Para reducir el requisito de velocidad de datos para el almacenamiento de imágenes electrónicas de alta calidad, se están desarrollando algoritmos de compresión. Una técnica de compresión digital dinámica de imágenes, capaz de ofrecer una compresión significativa preservando al mismo tiempo la calidad de las señales de imagen, utiliza bloques y sub-bloques, de tamaño adaptativo, de datos codificados de coeficientes de transformación de coseno discreta (DCT). En lo sucesivo se hará referencia a esta técnica como el procedimiento de transformación de coseno discreta de tamaño de bloque adaptativo (ABSDCT). Los tamaños de bloque adaptativos se eligen para explotar la redundancia que existe para la información dentro de una trama de datos de imagen. La técnica se divulga en la patente estadounidense nº 5.021.891, titulada "Procedimiento y sistema para la compresión de imágenes de tamaño de bloque adaptativo", cedida al cesionario de la presente invención e incorporada en este documento por referencia. Las técnicas de DCT se divulgan también en la patente estadounidense nº 5.107.345, titulada "Procedimiento y sistema para la compresión de imágenes de tamaño de bloque adaptativo", cedida al cesionario de

la presente invención e incorporada en este documento como referencia. Además, el uso de la técnica ABSDCT en combinación con una técnica de transformación en árbol cuádruple discreta se expone en la patente estadounidense nº 5.452.104, titulada "Procedimiento y sistema de compresión de imágenes de tamaño de bloque adaptativo", también cedida al cesionario de la presente invención e incorporada por referencia en este documento. Los sistemas divulgados en estas patentes utilizan codificación intra-trama, en la que cada trama de una secuencia de imágenes se codifica sin tener en cuenta el contenido de ninguna otra trama

En general, la compresión de secuencias de datos comprende la cuantización tras la transformación de coseno discreta. Además, los diferentes parámetros de cuantización se utilizan a menudo para diferentes tamaños de bloque de datos. De manera similar, la descompresión de los flujos de datos comprimidos comprende la cuantización inversa, y se utilizan diferentes parámetros de cuantización para diferentes tamaños de bloque de datos.

En una típica transformación de coseno discreta, el tamaño de cada bloque de datos es fijo y el mismo parámetro de cuantización puede utilizarse para la cuantización y la cuantización inversa de cada bloque de datos. Sin embargo, si se implementa la ABSDCT, los bloques de datos se pueden dividir en diferentes combinaciones de sub-bloques para la transformación de coseno discreta. En consecuencia, en función de cómo se divide un bloque de datos, se utilizan diferentes parámetros de cuantización para la cuantización de cada bloque de datos. De manera similar, en función de cómo se divide un bloque de datos, se utilizan diferentes parámetros de cuantización para la cuantización inversa de cada bloque de datos. Por lo tanto, con el fin de realizar la cuantización inversa durante la descompresión, es necesario conocer los parámetros de cuantización adecuados para cada bloque de datos procesado.

Se reclama atención al documento WO 01/56298 A, que se refiere a un sistema y un procedimiento para la compresión de imágenes basado en la calidad, utilizando bloques y sub-bloques de tamaño adaptativo de datos de coeficientes de transformación de coseno discreta y un factor de escala de cuantización basado en la calidad. Un elemento de asignación de tamaño de bloque en un elemento codificador selecciona el bloque o sub-bloque de un bloque de entrada de datos de píxeles a procesar. Los bloques con varianzas más grandes que un umbral se subdividen, mientras que los bloques con varianzas más pequeñas que un umbral no se subdividen. Un elemento de transformación transforma los valores de píxeles de los bloques seleccionados al dominio de la frecuencia. Los valores del dominio de la frecuencia se cuantizan, ya sea bloque a bloque o trama a trama, utilizando un factor de escala que se correlaciona con la calidad de la imagen. A continuación, los datos se serializan y se codifican en preparación para la transmisión.

Se reclama atención adicional al documento WO 01/35673 A, que se refiere a un sistema y un procedimiento para la compresión de imágenes utilizando bloques y sub-bloques de tamaño adaptativo de datos de coeficientes de transformación de coseno discreta. Un elemento de asignación de tamaño de bloque en el codificador selecciona el bloque o sub-bloque de un bloque de entrada de píxeles a procesar. La selección se basa en la varianza de los valores de los píxeles. Los bloques con varianzas más grandes que un umbral se subdividen, mientras que los bloques con varianzas más pequeñas que un umbral no se subdividen. Un elemento de transformación transforma los valores de píxeles de los bloques seleccionados al dominio de la frecuencia. A continuación, los valores del dominio de la frecuencia pueden cuantizarse, serializarse y codificarse con una longitud variable en preparación para la transmisión.

Asimismo, se reclama atención al documento WO 01/41443 A, que se refiere a un aparato y a un procedimiento para la descodificación de señales codificadas que representen, al menos, información de imagen a partir de un medio de almacenamiento. Un dispositivo de almacenamiento está configurado para recibir el medio de almacenamiento. Un descodificador está configurado para recibir las señales codificadas cifradas comprimidas desde el medio de almacenamiento, y enviar las señales a un descifrador. El descifrador está configurado para descifrar las señales codificadas comprimidas cifradas, y enviar las señales a un descompresor. El descompresor está configurado para recibir las señales codificadas comprimidas desde el descifrador y para descomprimir las señales codificadas comprimidas para permitir la exhibición de la imagen.

RESUMEN DE LA INVENCION

De acuerdo a la presente invención, se proporciona un procedimiento, como se expone en la reivindicación 1, y un aparato, como se expone en la reivindicación 6. Los modos de realización adicionales son reivindicados en las reivindicaciones dependientes.

Los modos de realización divulgados en este documento abordan las necesidades indicadas anteriormente, proporcionando un procedimiento para la seguridad en un sistema de procesamiento de datos. Más específicamente, los modos de realización permiten la selección del parámetro de cuantización adecuado durante la descompresión de datos comprimidos, utilizando la técnica de transformación de coseno discreta de tamaño de bloque adaptativo. La selección se basa en el píxel, la posición de los datos y la asignación de tamaño de los bloques.

En un modo de realización, un aparato y un procedimiento comprenden medios para la descodificación de longitud variable de información comprimida, para generar un(os) bloque(s) de datos descodificados de longitud variable. El

aparat y el procedimiento también comprenden medios para la cuantización inversa del bloque de datos descodificado de longitud variable, usando un parámetro de cuantización seleccionado en base a la información de asignación de tamaño de bloque y a la dirección de los datos dentro del bloque de datos. El aparat y el procedimiento pueden comprender además medios para la transformación inversa de coseno discreta, de tamaño de bloque adaptativo, del bloque de datos inversamente cuantizados, para recuperar los datos originales. Aquí, el parámetro de cuantización puede ser seleccionado por los medios para la cuantización inversa del bloque de datos descodificados de longitud variable. Alternativamente, el aparat y el procedimiento pueden comprender además medios para seleccionar el parámetro de cuantización. Además, el aparat y el procedimiento pueden comprender además un medio para descodificar la dirección de los datos en los índices Y y X, en base a un sistema de índice de Y y X.

En otro modo de realización, las instrucciones se cargan en un medio legible por máquina, en el que un primer conjunto de instrucciones es información comprimida de descodificación de longitud variable, para generar un(os) bloque(s) de datos descodificados de longitud variable. Un segundo conjunto de instrucciones es para seleccionar un parámetro de cuantización en base a la información de asignación de tamaño de bloque y a la dirección de los datos dentro del bloque de datos. Un tercer conjunto de instrucciones es para cuantizar inversamente el bloque de datos descodificados de longitud variable, utilizando el parámetro de cuantización seleccionado.

En otro modo más de realización, un aparat comprende medios para la exhibición de información de imágenes descomprimidas, y medios para la reproducción de información de audio descomprimida. El aparat también comprende un medio para descodificar información comprimida, en el que el medio para la descodificación comprende medios de descompresión de imágenes y un medio de descompresión de audio. El medio de descompresión de imágenes está configurado para descomprimir la información de imágenes comprimidas, convirtiéndola en información de imágenes descomprimidas, en base a la información de asignación de tamaño de bloque y a la dirección de los datos dentro de un bloque de datos. El medio de descompresión de audio está configurado para descomprimir información de audio comprimida, convirtiéndola en información de audio descomprimida.

En un modo de realización adicional, un aparat y un procedimiento comprenden medios para la descodificación de una dirección de un bloque de datos en los índices Y y X, en base a un sistema de índices de Y y X. El aparat y el procedimiento también comprenden medios para recibir información de asignación de tamaño de bloque. El aparat y el procedimiento comprenden además medios para seleccionar un parámetro de cuantización adecuado, en base a la información de asignación de tamaño de bloque y a los índices Y y X. Aquí, el bloque de datos puede ser un bloque de datos de tamaño 16x16, en el que la información de asignación de tamaño de bloque comprende un primer bit que indica si el bloque de datos de tamaño 16x16 se divide en sub-bloques de tamaño 8x8; segundos bits si el primer bit indica que el bloque de tamaño 16x16 se divide en sub-bloques de tamaño 8x8, indicando cada segundo bit si un sub-bloque de tamaño 8x8 correspondiente se divide en sub-bloques de tamaño 4x4; y terceros bits si al menos un segundo bit indica que el correspondiente sub-bloque de tamaño 8x8 se divide en sub-bloques de tamaño 4x4, indicando cada tercer bit si un correspondiente sub-bloque de tamaño 4x4 se divide en sub-bloques de tamaño 2x2.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá en detalle con referencia a los siguientes dibujos, en los que números iguales de referencia se refieren a elementos similares, en los que:

la figura 1 muestra un modo de realización de un sistema de cine digital;

la figura 2 muestra un modo de realización de un codificador;

las figuras 3A a 3D ilustran un modo de realización de divisiones de bloque y sub-bloque para una imagen de un bloque de tamaño 16x16;

las figuras 4A y 4B ilustran un modo de realización de datos de asignación de tamaño de bloque;

las figuras 5A a 5D muestran ejemplos de los datos de asignación de tamaño de bloque;

las figuras 6A a 6C ilustran un modo de realización del sistema de índice Y-X para representar las posiciones de los píxeles de la imagen;

la figura 7 muestra un modo de realización de un compresor de imágenes;

la figura 8 muestra un modo de realización de un descodificador;

la figura 9 muestra un modo de realización de un descompresor de imágenes;

las figuras 10A y 10B ilustran un modo de realización del ordenamiento de datos de asignación de tamaño de bloque;

las figuras 11A y 11B ilustran un modo de realización de la selección de bloque en base a los índices Y y X;

las figuras 12 y 13 muestran diferentes modos de realización de un módulo de selección de parámetros; y

las figuras 14 a 16 muestran diferentes modos de realización de un procedimiento para seleccionar el parámetro adecuado.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En general, el aparato y el procedimiento permiten la selección de los parámetros de cuantización adecuados durante la descompresión, en base a las posiciones de los píxeles en un bloque de datos. En particular, cuando se implementa la compresión de la transformación de coseno discreta de tamaño de bloque adaptativo (ABSDCT), se selecciona el valor de paso Q adecuado para la cuantización inversa de las diferentes combinaciones de sub-bloques. Además, si se utiliza la ponderación de frecuencia, la tabla de FWM adecuada también se selecciona para la cuantización inversa.

Las tecnologías tales como la técnica de compresión ABSDCT ofrecen la posibilidad de un sistema de "cine digital". Definido de forma general, el cine digital se refiere a la distribución y exhibición electrónica de la programación de películas de alta calidad, que se ha convertido en una representación digital electrónica con fines de almacenamiento, transmisión y exhibición. Un sistema de cine digital podría superar muchas de las limitaciones del proceso actual de distribución de películas. Un sistema digital no estaría sujeto a la degradación de la calidad a lo largo del tiempo, experimentada por la película de celuloide. Además, un sistema digital puede eliminar el robo y la duplicación ilegal de películas, permitiendo la implementación de medidas de seguridad dentro del propio sistema digital. Además, la distribución de información de la película, utilizando un formato electrónico digital, en realidad, aumenta el potencial de duplicación rápida y barata, sin degradación de la calidad.

El cine digital puede incluir la generación electrónica, la compresión, el cifrado y el almacenamiento de programación audiovisual, tal como películas en sistemas de cine, cines, complejos de cines y/o sistemas de presentación. En consecuencia, la invención es aplicable a la presentación de la información de imagen y audio en una amplia variedad de lugares tales como un cine o complejo de cines, anfiteatros al aire libre, complejos de auto-cine, auditorios cívicos, escuelas y restaurantes especializados. Para los fines de la explicación, la invención se describirá con referencia a un cine o complejo de cine. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán inmediatamente que la invención puede aplicarse a otros tipos de ubicaciones, sistemas y campos.

También, como se divulga en el presente documento, el término "programa" se refiere a una o más películas para su exhibición en cines, televisiones y / u otros sistemas y / o ubicaciones de presentación. El término "película" se refiere a diversas imágenes en movimiento, incluyendo, pero sin limitarse a, la totalidad, o una parte, de una película, un videoclip, un anuncio, un drama o una combinación de los mismos. Una parte de imagen de películas puede consistir en tramas individuales (es decir, imágenes fijas), una secuencia de imágenes fijas de una sola trama, o secuencias de imágenes en movimiento de corta o larga duración. El término "medio de almacenamiento" representa uno o más dispositivos para almacenar datos, incluyendo memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), medios de almacenamiento de disco magnético, medios de almacenamiento óptico, dispositivos de memoria flash, disco versátil digital (DVD), disco duro extraíble (RHD) y/u otros medios legibles por máquina para almacenar información. El término "medio legible por máquina" incluye, pero sin limitación, dispositivos de almacenamiento portátiles o fijos, dispositivos de almacenamiento óptico, canales inalámbricos y otros diversos dispositivos capaces de almacenar, contener o transportar códigos y/o datos. El término "cifrado" se refiere a diversos medios de procesamiento de flujos de datos digitales de varios orígenes, usando cualquiera entre un cierto número de técnicas criptográficas para aleatorizar, cubrir o directamente cifrar flujos digitales usando secuencias generadas usando valores digitales secretos ("claves"), de tal manera que sea muy difícil recuperar la secuencia de datos original sin conocimiento de los valores de la clave secreta.

Un modo de realización de un sistema de cine digital 100 se ilustra en la figura 1. El sistema de cine digital 100 comprende dos sistemas principales: al menos una instalación o nodo central 102 y al menos un subsistema de presentación o de cine 104. El nodo 102 y el subsistema de cine 104 pueden implementarse mediante un diseño similar al de las solicitudes de patente estadounidense con nº de serie 09/564.174 y 09/563.880, ambas presentadas el 3 de mayo de 2000 y cedidas al mismo cesionario de la presente invención, ambas incorporadas en este documento por referencia.

Generalmente, el nodo 102 incluye un generador de origen 110 para recibir y convertir el material de programa en una versión digital del programa. La información digital se comprime usando un formato o proceso preseleccionado por un codificador 120, y es almacenada en un medio de almacenamiento por un módulo de almacenamiento de nodo 130. Aquí, el material de programa incluye información de imagen e información de audio, o ambas. En consecuencia, la información digital puede incluir información digital de imagen o información digital de audio, o

ambas. Un administrador de red 140 monitoriza y envía información de control al generador de origen 110, al codificador 120 y al módulo de almacenamiento de nodo 130. La información digital también puede ser cifrada por el codificador 120. En tal caso, el nodo 102 puede incluir, optativamente, un administrador de acceso condicional 150 para proporcionar información de codificación electrónica específica, tal que solo las ubicaciones específicas, por ejemplo, los cines, estén autorizados para exhibir programas específicos y/o en momentos específicos.

Es de señalar que, aunque el generador de origen 110 y el codificador 120 son partes del nodo 102, como se muestra en la figura 1, el generador de origen 110, el codificador 120 o ambos, pueden estar situados en instalaciones separadas, tales como un estudio de producción de cine o televisión. Además, algunos datos tal vez no requieran la conversión mediante el generador de origen 110. Por ejemplo, se puede proporcionar información digital al codificador 120 mediante una cámara digital u otro dispositivo de generación de información digital.

El subsistema de cine 104 puede incluir un administrador de cine 160 que controla uno o más módulos de auditorio 170. Cada módulo de auditorio 170 comprende un descodificador 175, un proyector 177 y un sistema de sonido 179. Bajo el control del administrador de cine 160, se recibe información digital comprimida desde el nodo 102, descodificada por el descodificador 175, descifrada (si es necesario) y reproducida por los módulos de auditorio 170 mediante el proyector 177 y el sistema de sonido 179. La información comprimida puede recibirse a través de un medio de almacenamiento o puede transmitirse en tiempo real, según se desee. Además, la información comprimida se puede preparar como una secuencia, tamaño y velocidad de datos, seleccionados antes de ser descodificada.

Por lo general, el flujo de datos introducido en el codificador 120 se compone de tramas de imagen. Una trama de imagen, en general, se puede dividir en tajadas, una tajada se puede dividir en bloques de datos, y un bloque de datos se puede dividir en píxeles, que son las unidades más pequeñas de una imagen. Cada trama de imagen incluye un número entero de tajadas y cada tajada de imagen suele representar la información de imagen para un conjunto de 16 líneas de exploración consecutivas. En tal caso, cada bloque de datos corresponde a un bloque de 16x16 píxeles entre la imagen de la trama. Además, una trama puede separarse en tajadas pares e impares, formando de este modo una media trama par y una media trama impar. En un modo de realización, las medias tramas son los paquetes fundamentales de información de datos comprimidos que son procesados por un descodificador. Además, un píxel de imagen puede representarse comúnmente en el sistema de componentes de color rojo, verde y azul (RGB). Sin embargo, debido a que el ojo humano es más sensible a los cambios de luminancia y menos sensible a los cambios de crominancia, el espacio de color YCbCr se usa habitualmente en la compresión de vídeo para representar píxeles de imagen. El espacio de color YCbCr es una transformación lineal de los componentes RGB, donde Y es el componente de crominancia, y Cb y Cr son los componentes de color. Si una trama se divide en tramas pares / impares, una trama de imagen se compondrá de tres medias tramas pares y tres medias tramas impares correspondientes a los componentes Y, Cb y Cr.

En la descripción anterior, una tajada puede representar un conjunto de líneas de exploración consecutivas, diferentes a 16 líneas de exploración consecutivas. Además, se puede utilizar un espacio de color diferente con el mismo número, o un número distinto, de componentes de color para representar un píxel de imagen. Sin embargo, un tamaño de bloque de 16x16 píxeles y el espacio de color YCbCr se utilizan para fines explicativos.

La figura 2 muestra un modo de realización de un codificador 200 que comprende un compresor de imágenes 210, un compresor de audio 230 y un procesador de trasfondo 250. Cuando el codificador 200 recibe información digital, la información de imagen y audio digital se puede almacenar en memorias temporales de tramas (no mostradas) antes del procesamiento adicional. El compresor de imágenes 210 comprime la información de imagen digital utilizando cualquier número de técnicas de compresión. En un modo de realización, el compresor de imágenes 210 comprime la información de imagen digital usando la técnica ABSDCT descrita en las patentes estadounidenses nº 5.021.891, 5.107.345 y 5.452.104.

En general, cada uno de los componentes de luminancia y crominancia se pasa a un intercalador de bloques (no mostrado). En un modo de realización, como se muestra en las figuras 3A a 3D, un bloque de tamaño 16x16 se presenta al intercalador de bloques, que ordena las muestras de la imagen dentro de los bloques de tamaño 16x16 para producir bloques y sub-bloques de datos compuestos para el análisis de la DCT. Una DCT de tamaño 16x16 se aplica a un primer ordenamiento, cuatro DCT de tamaño 8x8 se aplican a un segundo ordenamiento, 16 DCT de tamaño 4x4 se aplican a un tercer ordenamiento y 64 DCT de tamaño 2x2 se aplican a un cuarto ordenamiento. La operación de la DCT reduce la redundancia espacial inherente al origen de la imagen. Después de que se realice la DCT, la mayor parte de la energía de la señal de imagen tiende a concentrarse en unos pocos coeficientes de la DCT.

Para el bloque de tamaño 16x16 y cada sub-bloque, se analizan los coeficientes transformados para determinar el número de bits necesarios para codificar el bloque o sub-bloque. A continuación, se escoge el bloque, o la combinación de sub-bloques, que requiera el menor número de bits a codificar, para representar el segmento de imagen. Por ejemplo, pueden escogerse dos sub-bloques de tamaño 8x8, seis sub-bloques de tamaño 4x4 y ocho sub-bloques de tamaño 2x2 para representar el segmento de imagen. A continuación, el bloque, o combinación de sub-bloques, escogido se dispone en el orden adecuado.

En un modo de realización, el compresor de imágenes 210 comprende un módulo de ABSDCT 212 que analiza los coeficientes transformados y selecciona el bloque o la combinación de sub-bloques para representar el segmento de imagen. El módulo de ABSDCT 212 también genera información de asignación de tamaño de bloque, que representa la asignación de tamaño de bloque dentro de un bloque de tamaño $n \times n$. Para el bloque de datos de tamaño 16×16 , el módulo de ABSDCT 212 genera datos conocidos como información de PQR, que representa la asignación de tamaño de bloque dentro del bloque de tamaño 16×16 . La información de PQR es un dato de ancho de bits variable que describe en qué medida se subdivide un bloque de tamaño 16×16 . El bit R del campo de PQR representa si el bloque de tamaño 16×16 se subdivide en cuatro bloques de tamaño 8×8 . Como se muestra en la figura 4A, si el bit R es "0", el bloque permanece entero. En este caso no se requiere ninguna información adicional de PQR y el campo de PQR tiene solo 1 bit de longitud. Si el bit R es "1", entonces el bloque de tamaño 16×16 se subdivide en cuatro bloques de tamaño 8×8 , como se muestra en la figura 3B, y existirán al menos cuatro bits adicionales en el campo de PQR.

Los cuatro bits adicionales se conocen como información "Q". Cada bit de Q indica una subdivisión de un bloque de tamaño 8×8 en cuatro bloques de tamaño 4×4 . Para cada bit de Q que se fija, están presentes cuatro bits de "P" más, para indicar si alguno de los bloques de 4×4 se subdivide en bloques de tamaño 2×2 . En consecuencia, la longitud de los datos de PQR puede ser de 1 a 21 bits de longitud, en función de la asignación de tamaño de bloque dentro del bloque de tamaño 16×16 . Si cada bloque de tamaño 8×8 se subdivide en bloques de tamaño 2×2 , entonces, la información de PQR será de 21 bits de longitud. Las figuras 5A a 5D muestran algunos ejemplos de los bloques de tamaño 16×16 con los datos de PQR correspondientes. En la figura 5A, $PQR = 0$ indica que el bloque de tamaño 16×16 no se subdivide. En la figura 5B, $PQR = 0000\ 0100\ 1$ indica que el bloque de tamaño 16×16 se subdivide en cuatro bloques de tamaño 8×8 y uno de los bloques de tamaño 8×8 se subdivide en cuatro bloques de tamaño 4×4 . En la figura 5C, $PQR = 0110\ 0000\ 0101\ 1$ indica que el bloque de tamaño 16×16 se subdivide en cuatro bloques de tamaño 8×8 , uno de los cuales se subdivide en cuatro bloques de tamaño 4×4 y dos de los bloques de tamaño 4×4 se dividen en cuatro bloques de tamaño 2×2 . En la figura 5D, $PQR = 0000\ 1$ indica que el bloque de tamaño 16×16 se subdivide en cuatro bloques de tamaño 8×8 .

El compresor de imágenes 210 puede comprender además un módulo de índice (no mostrado) que determina un sistema de índice para representar las posiciones de los píxeles de la imagen en un bloque de tamaño $n \times n$. Algunos modos de realización pueden proporcionar una pluralidad de sistemas de índice, uno de los cuales es seleccionado por el módulo de índice, en función de la técnica de compresión. En tal caso, el codificador 120 y el decodificador 175 almacenan la pluralidad de sistemas de índice y el módulo de índice transmitiría una señal para indicar el sistema de índice seleccionado. En otros modos de realización, puede utilizarse un sistema de índice fijo para representar las posiciones de los píxeles de la imagen.

La figura 6A muestra un modo de realización de un sistema de índice Y-X que representa posiciones de los píxeles de la imagen en un bloque de tamaño 16×16 con cuatro ordenamientos, como se ha descrito anteriormente. Como se muestra en la figura 6B, cada conjunto Y, X de los índices Y y X de cuatro bits determina un cuadrante de un bloque o sub-bloque correspondiente dentro del bloque de tamaño 16×16 . Por ejemplo, la figura 6C muestra una posición de píxeles de la imagen con los índices Y, X correspondientes. Aquí, los bits Y_3 y X_3 determinan el cuadrante del bloque de 8×8 , los bits Y_2 y X_2 determinan el cuadrante bloque de 4×4 , los bits Y_1 y X_1 determinan el cuadrante 2×2 , y los bits Y_0 y X_0 determinan la ubicación de los píxeles de la imagen de píxeles dentro del sub-bloque de 2×2 .

La figura 7 muestra un modo de realización de un compresor de imágenes 700 que comprende un módulo de ABSDCT 710, un módulo de cuantización 720 y un módulo de codificación de longitud variable (VLC) 730. El módulo de ABSDCT 710 convierte la información de la imagen digital desde el dominio espacial al de la frecuencia, usando la técnica ABSDCT, y genera los coeficientes de la DCT con la correspondiente información de asignación de tamaño de bloque, tal como la información de PQR para el bloque de datos de tamaño 16×16 . El módulo de cuantización 720 cuantiza los coeficientes de la DCT y el VLC 730 comprime los coeficientes de la DCT cuantizados, usando una técnica de codificación de longitud variable. El compresor de imágenes 700 puede comprender además un módulo de índice 740 que genera señales que indican el sistema de índice utilizado durante la compresión.

El módulo de cuantización 720 cuantiza los coeficientes de la DCT utilizando pasos de cuantización (paso Q) en base a la asignación de tamaño de bloque y a la posición, según lo determinado por el sistema de índice. El paso Q puede utilizarse como un nivel de cuantización programable y puede mantenerse mediante el software almacenado en un medio de almacenamiento (no mostrado). En un modo de realización, hay diferentes valores del paso Q para cada componente de color (Y, Cb, Cr) y un conjunto diferente de valores del paso Q para cada tamaño de bloque o sub-bloque (16×16 , 8×8 , 4×4 y 2×2). Además, en un modo de realización, los coeficientes de la DCT pueden cuantizarse utilizando funciones de ponderación tales como máscaras de ponderación de frecuencia (FWM), optimizadas para el ojo humano. Si se utiliza en combinación con la ABSDCT, habría una tabla de FWM diferente para cada tamaño de bloque o sub-bloque (16×16 , 8×8 , 4×4 y 2×2). También habría al menos tres conjuntos diferentes de tablas de FWM, una para cada componente Y, Cb y Cr.

En un modo de realización, la cuantización se implementa mediante dos multiplicadores. El coeficiente de la DCT se puede multiplicar por el paso Q en base al tamaño y la posición del bloque o sub-bloque. A continuación, el resultado

se multiplica por una ponderación de frecuencia, en una posición de píxeles correspondiente, a partir de una tabla de FWM, en base a la asignación de tamaño de bloque.

5 En la codificación de longitud variable de los coeficientes de la DCT cuantizados, el VLC 730 puede incluir un motor de Huffman para la codificación de Huffman de los valores de los coeficientes AC distintos a cero, junto con la longitud de la secuencia de ceros. Es decir, un código de Huffman representa el número de ceros que preceden a un coeficiente de AC distinto a cero y el tamaño (número de bits mínimo requerido para la representación) de dicho coeficiente AC distinto a cero. En consecuencia, los coeficientes de la DCT son codificados con longitud de secuencia para generar los diferentes pares de longitudes de secuencias de ceros y el tamaño correspondiente del posterior coeficiente de AC distinto a cero. Aquí, la exploración en zigzag, u otros patrones de exploración, se pueden utilizar para aumentar las secuencias de ceros. Las tablas se utilizan a continuación para asignar códigos a los diferentes pares codificados de longitud de secuencia, en base a las probabilidades con las que se producen los códigos. Los códigos cortos son asignados a los pares que aparecen con más frecuencia y los códigos más largos son asignados a los pares que aparecen con menos frecuencia. Se adosa al código de Huffman el valor real del coeficiente de AC, y se transmite.

20 Por lo tanto, en un modo de realización, cada paquete de imagen que se transmite puede comprender el campo de valor DC de longitud fija, el campo de PQR de longitud variable y un número variable de campos de valor de AC. El campo de valor de DC contiene el desplazamiento de DC sin signo para el bloque de píxeles. El campo de PQR contiene información de PQR que describe si, y cómo, el bloque de píxeles de tamaño 16x16 se ha subdividido en bloques más pequeños. Este campo puede tener 1, 5, 9, 13, 17 o 21 bits de longitud. Después del PQR, el campo de valor de AC contiene la longitud de secuencia de ceros de la codificación de Huffman y el tamaño de los valores de los coeficientes de AC.

25 Con referencia de nuevo a la figura 2, la parte de audio de la información digital generalmente se pasa al compresor de audio 230 para su compresión. El compresor de audio 230 también puede comprimir la información de la imagen de audio digital, utilizando cualquier número de técnicas de compresión. A continuación, la información digital comprimida es recibida y procesada por el procesador de trasfondo 250. Por ejemplo, la imagen comprimida y la información de audio pueden cifrarse usando una cualquiera entre una serie de técnicas de cifrado conocidas. La información comprimida puede ser multiplexada junto con información de sincronización, y paquetizada. En este caso, la información de sincronización permite que la información transmitida por flujo de imagen y audio se reproduzca de manera alineada en el tiempo en el subsistema de cine 104. En otro modo de realización, la información de imagen y audio también puede tratarse por separado, en lugar de ser multiplexada, y paquetizarse por separado. La información de imagen y audio procesada se puede enviar al medio de almacenamiento de nodo 35 130 para su almacenamiento en un medio de almacenamiento.

40 Cuando un programa se va a ver, la información del programa puede recuperarse y transferirse al módulo de auditorio 170 mediante el administrador de cine 160. Cada módulo de auditorio 170 puede procesar y exhibir un programa diferente a los de otros módulos de auditorio 170 en el mismo subsistema de cine 104, o uno o más módulos de auditorio 170 pueden procesar y exhibir el mismo programa simultáneamente.

45 En el auditorio 170, la información comprimida es descifrada, si es necesario, y es descomprimida por el descodificador 175 utilizando un algoritmo de descompresión que es inverso al algoritmo de compresión utilizado en el codificador 120. Por ejemplo, el proceso de descompresión puede incluir la descodificación de longitud variable, la cuantización inversa, la ABSDCT inversa y la des-intercalación para combinar los bloques de la DCT. La información de la imagen descomprimida se convierte a continuación a un formato de vídeo estándar para su exhibición (que puede ser un formato analógico o bien digital) y puede ser exhibida. La información de audio también se descomprime y se proporciona para su reproducción con la información de imagen.

50 La figura 8 muestra un modo de realización de un descodificador 800. En general, el descodificador 800 procesa la información comprimida / cifrada para ser proyectada visualmente por el proyector 177 sobre una pantalla o superficie, y presentada de forma audible usando el sistema de sonido 179. El descodificador 800 puede comprender un procesador de interfaz de usuario (FE) 810, un descompresor de imágenes 810 y un descompresor de audio 820. El descodificador 800 puede implementarse en uno o más montajes de tarjetas de circuitos, y los montajes de tarjetas de circuitos se pueden instalar en un recinto auto-contenido que se monta sobre el, dentro del adyacente al, proyector 177.

60 En funcionamiento, el procesador de FE 810 identifica y separa los paquetes de control, imagen y audio individuales que llegan desde el administrador de cine 160. Los paquetes de control pueden enviarse al administrador de cine 160 mientras que los paquetes de imagen y de audio se envían, respectivamente, a los descompresores de imagen y audio 820 y 830. Aquí, si se implementa una pluralidad de sistemas de índice para la compresión de los datos de imagen, los paquetes de control pueden incluir información que indica el sistema de índice seleccionado. Las operaciones de lectura y escritura tienden a ocurrir en ráfagas. Por lo tanto, pueden utilizarse grandes memorias temporales para transmitir por flujo datos sin dificultad desde el descodificador 175, directamente al proyector 179. 65 En algunos modos de realización, puede implementarse una tarjeta inteligente criptográfica para la transferencia y el almacenamiento de la información de claves criptográficas, específica de la unidad.

El descompresor de imágenes 820 realiza el descifrado si es necesario, descomprime los paquetes de imágenes comprimidas y vuelve a ensamblar la imagen original para su presentación en la pantalla. La salida de esta operación proporciona generalmente señales RGB analógicas estándar para el proyector de cine digital 177. El descifrado y la descompresión se pueden realizar en tiempo real, permitiendo la reproducción en tiempo real del material de programación.

Los elementos de procesamiento usados para la descompresión pueden implementarse en hardware especializado dedicado, configurado para esta función, tal como un ASIC y/o uno o más montajes de tarjetas de circuitos. Como alternativa, los elementos de procesamiento de descompresión pueden implementarse como elementos estándar y/o hardware generalizado, incluyendo una amplia variedad de procesadores de señales digitales, dispositivos electrónicos programables y / u ordenadores que funcionan bajo el control de software de función especial y/o programación de firmware. Pueden implementarse múltiples ASIC para procesar la información de imágenes en paralelo, para prestar soporte a altas velocidades de datos de imagen.

En el descompresor de imágenes 820, los flujos de datos de imágenes comprimidas se someten a una descompresión de imágenes simétrica a la compresión de imágenes usada en el codificador 120. Por ejemplo, la figura 9 muestra un modo de realización de una descompresión de imágenes 900 que es simétrica con respecto a la compresión de imágenes 700 que se muestra en la figura 7. El descompresor de imágenes 900 puede incluir un módulo de descodificación de longitud variable (VLD) 910 para descomprimir la información de imágenes comprimidas, un módulo de cuantización inversa 920 para cuantizar de forma inversa la información de imágenes descomprimidas y un módulo de ABSDCT inversa 930 para convertir la información de imágenes inversamente cuantizadas, desde el dominio de la frecuencia al dominio espacial, para permitir la exhibición de la imagen. El descompresor de imágenes 900 puede comprender además un descodificador de direcciones 940 para descodificar las ubicaciones de píxeles en base al sistema de índice y a un módulo de selección de parámetros 950, para seleccionar los parámetros de cuantización adecuados.

El módulo de descodificación de longitud variable 910 descodifica la información de imágenes comprimidas para generar bloques de datos descodificados de longitud variable. El módulo de cuantización inversa 920 realiza la cuantización inversa. Dado que la cuantización en el compresor de imágenes 700 se basa en información de asignación de tamaño de bloque, la cuantización inversa en el descompresor de imágenes 900 también se basa en la asignación de tamaño de bloque. En particular, la asignación de tamaño de bloque y la dirección de los datos dentro del bloque de tamaño $n \times n$ se utilizan para determinar el paso Q adecuado. Por otra parte, si la cuantización en el compresor de imágenes 700 se ha realizado usando funciones de ponderación, se utiliza la información sobre la asignación de tamaño de bloque y la dirección de los datos para determinar la tabla de FWM adecuada.

Aunque la figura 9 muestra el módulo de dirección 940 y el módulo de selección de parámetros 950 tal como se implementan por separado del módulo de cuantización 930, puede implementarse el módulo de dirección 940 o el módulo de selección de parámetros 950, o ambos, como una parte del módulo de cuantización 930. Como alternativa, el módulo de dirección 940 y el módulo de selección de parámetros de 950 pueden ser combinados e implementados por separado del módulo de cuantización 930. Además, el módulo de dirección 940 o el módulo de selección de parámetros 950, o ambos, pueden implementarse mediante software, firmware o una combinación de software, firmware y hardware.

Además, la cuantización inversa se puede implementar mediante dos multiplicadores. La posición de los datos y la información de asignación de tamaño de bloque se utilizan por primera vez para seleccionar el valor inverso del paso Q. Un primer multiplicador multiplica los datos por el valor del paso Q. Al mismo tiempo, la posición de los datos y la información de asignación de tamaño de bloque también se utilizan para seleccionar la tabla de FWM adecuada y para consultar el segundo multiplicador de cuantización inversa. A continuación, un segundo multiplicador multiplica el resultado de la primera multiplicación por el valor de FWM.

En un modo de realización, el descodificador de direcciones 940 descodifica la dirección de los datos en base al sistema de índice Y-X, como se describe con referencia a las figuras 6A a 6C. En consecuencia, la selección del (de los) parámetro(s) de cuantización se basa en el sistema de índice Y-X y en la información de asignación de tamaño de bloque. Por ejemplo, para los datos de bloque de tamaño 16×16 , los índices Y y X se utilizan para determinar un valor de PQR variable en base a la ubicación de los datos, y el valor de PQR variable se utiliza para seleccionar el paso Q adecuado y la tabla de FWM. Las figuras 10A y 10B muestran un modo de realización del ordenamiento de los bits de PQR Q0 a Q3 y P0 a P3, en base a la ubicación de los datos, descodificada por el descodificador de direcciones 940, y las figuras 11A y 11B muestran un modo de realización de la selección de bloques de tamaños 8×8 y 4×4 , en base a los índices Y y X.

Como se muestra, Q0 corresponde a $(Y_3, X_3) = (0, 0)$, Q1 corresponde a $(Y_3, X_3) = (0, 1)$, Q2 corresponde a $(Y_3, X_3) = (1, 0)$ y Q3 corresponde a $(Y_3, X_3) = (1, 1)$. P0-0, P0-1, P0-2 y P0-3 corresponden a $(Y_2, X_2) = (0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$ y $(1, 1)$, respectivamente, para $(Y_3, X_3) = (0, 0)$. De forma similar, P1-0, P1-1, P1-2 y P1-3 corresponden a $(Y_2, X_2) = (0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$ y $(1, 1)$ respectivamente, para $(Y_3, X_3) = (0, 1)$; P2-0, P2-1, P2-2 y P2-3 corresponden a $(Y_2, X_2) = (0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$ y $(1, 1)$, respectivamente, para $(Y_3, X_3) = (1, 0)$; y P3-0, P3-1, P3-2 y P3-3 corresponden a

$(Y_2 X_2) = (0,0), (0,1), (1,0)$ y $(1,1)$, respectivamente, para $(Y_3 X_3) = (1,1)$.

En base al sistema de índice Y-X, el descodificador de direcciones 940 determina los índices Y-X para cada una de las posiciones de los píxeles de los datos del bloque de tamaño 16x16. El módulo de selección de parámetros 950 recibe los índices Y-X desde el descodificador de direcciones y también recibe la información de PQR para el bloque de tamaño 16x16. Utilizando los índices Y-X y la información de PQR, el módulo de selección de parámetros 950 determina el valor de PQR y selecciona el paso Q y la tabla de FWM adecuados. A continuación, el módulo de cuantización 930 puede cuantizar los datos de imágenes descomprimidas usando los valores seleccionados del paso Q y de la ponderación de frecuencia.

La figura 12 muestra un modo de realización de un módulo de selección de parámetros 1200 que comprende los multiplexores (MUX) 1210 a 1260 y una formación 1270. La figura 13 muestra otro modo de realización de un módulo de selección de parámetros 1300 que comprende los multiplexores (MUX) 1310 a 1330 y una formación 1370. En el módulo de selección de parámetros 1200 y 1300, la formación 1270 y la formación 1370 comprenden, cada una, campos que representan los bits de Q0 a Q3 y los bits de P0 a P3 para cada bit de Q0 a Q3. En un modo de realización, los valores de las formaciones 1270 y 1370 se fijan inicialmente en un valor por omisión, por ejemplo, cero. Una vez que se recibe la información de PQR, los módulos de selección de parámetros 1200 y 1300 almacenan la información de PQR en los campos correspondientes. Además, el primer valor, o valor R, del valor PQR variable es el bit R de la información de PQR. Por otra parte, el MUX 1210 y el MUX 1310, respectivamente, seleccionan un segundo valor, o valor Q, del valor PQR variable en base a los índices Y_3 y X_3 .

En el módulo de selección de parámetros 1200, cada uno de los MUX 1220 a 1250 selecciona un bit P en base a los índices Y_2 y X_2 . A continuación, el tercer valor, o valor P, del valor PQR variable es seleccionado por el MUX 1260 en base a los índices Y_3 y X_3 . Como alternativa, en el módulo de selección de parámetros 1300, un conjunto de bits P, correspondiente a P0, P1, P2 o P3, son seleccionados por el MUX 1320 en base a los índices Y_3 y X_3 . A continuación, el tercer valor, o valor P, es seleccionado por el MUX 1330 en base a los índices Y_2 y X_2 .

La figura 14 muestra un modo de realización de un procedimiento 1400 para seleccionar el parámetro de cuantización adecuado para un bit de datos de un bloque de datos de tamaño 16x16. El procedimiento 1400 comprende la determinación de un valor de PQR variable basado en los índices Y-X (1410) y la selección del parámetro de cuantización en base al valor de PQR variable (1450). El valor de R se selecciona directamente a partir del primer bit, o bit R, de la información de PQR (1412). El valor de Q se selecciona mediante el MUX 1210, en base a los índices Y_3 y X_3 (1414). Por ejemplo, si $(Y_3, X_3) = (0, 1)$, se selecciona el valor del campo Q1. A continuación, se selecciona el valor de P en base a todos los índices Y_3, X_3 e Y_2, X_2 (1416).

En un modo de realización, cada uno de los MUX 1220 a 1250 selecciona un valor de un campo P en base a los índices Y_2 y X_2 . Por ejemplo, si $(Y_2, X_2) = (1, 1)$, cada uno de los MUX 1220 a 1250 seleccionaría, respectivamente, el valor de los campos P0-3, P1-3, P2-3 y P3-3. A continuación, el valor P es seleccionado por el MUX 1260 a partir de uno de los MUX 1220 a 1250, en base a los índices Y_3 y X_3 . Por ejemplo, para $(Y_3, X_3) = (0, 1)$, se selecciona P1-3 desde el MUX 1230. En un segundo modo de realización, un conjunto de valores P son seleccionados por el MUX 1320 en base a los índices Y_3 y X_3 . Por ejemplo, si $(Y_3, X_3) = (0, 1)$, se seleccionan los valores P que corresponden a P1 y se emitirán los valores de los campos P1-0, P1-1, P1-2 y P1-3. A continuación, el valor P es seleccionado por el MUX 1330 a partir de uno de los campos P, en base a los índices Y_2, X_2 . Por ejemplo, para $(Y_2, X_2) = (1, 1)$, se selecciona el valor del campo P1-3.

A partir de entonces, puede implementarse la selección de la tabla de FWM y del paso Q adecuados, de la forma siguiente. Si PQR = 000, se selecciona un parámetro de tamaño 16x16 (1452 y 1454). Si PQR = 001, se selecciona un parámetro de tamaño 8x8 (1456 y 1458). Si PQR = 011, se selecciona un parámetro de tamaño 4x4 (1460 y 1462). De lo contrario, se selecciona un parámetro de tamaño 2x2 (1464).

La figura 15 muestra otro modo de realización de un procedimiento 1500 para seleccionar el parámetro de cuantización adecuado para un bloque de datos de tamaño 16x16. Aquí, el parámetro de cuantización puede ser el paso Q, o tanto el paso Q como la tabla de FWM, como se ha descrito anteriormente. Para cada dato de píxel del bloque de tamaño 16x16, se toma una determinación en cuanto a si R = 0 o no (1510). Si el valor de R = 0, entonces se selecciona el paso Q y la tabla de FWM de tamaño 16x16 (1520). Si el valor de R ≠ 0, se obtiene el bit Q correspondiente a Y_3 y X_3 (bloque 1530) y se toma una determinación en cuanto a si el valor obtenido de Q = 0 o no (1540). Si el valor de Q = 0, entonces se seleccionan el paso Q y la tabla de FWM de tamaño 8x8 (1550). Si el valor de Q ≠ 0, se obtiene el bit P correspondiente a Y_2 y X_2 para el cuadrante correspondiente a Y_3 y X_3 (1560) y se toma una determinación en cuanto a si el valor obtenido de P = 0 o no (1570). Si el valor de P = 0, entonces se seleccionan el paso Q y la tabla de FWM de tamaño 4x4 (1580). De lo contrario, se selecciona la etapa Q y la tabla de FWM 2x2 (1590).

Como alternativa, la figura 16 muestra otro modo de realización de un procedimiento 1600 para seleccionar el parámetro de cuantización adecuado para unos datos de bloque de tamaño 16x16. Como en el procedimiento 1500, el parámetro de cuantización puede ser el paso Q, o tanto el paso Q como la tabla de FWM. Además, en este modo de realización, se utiliza un medio de almacenamiento para almacenar la tabla de FWM y/o los valores del paso Q,

según lo determinado para cuadrantes o sub-bloques. En primer lugar, se toma una determinación en cuanto a si los datos son los primeros datos de píxeles del bloque de imagen (bloque 1610). Si los datos son los primeros datos de píxeles, se toma una determinación en cuanto a si $R = 0$ o no (bloque 1615). Si $R = 0$, entonces se seleccionan la tabla de FWM de tamaño 16×16 y el paso Q , y se almacenan en el medio de almacenamiento para su uso en los datos restantes del bloque de tamaño 16×16 (bloque 1620). Si los datos no son los primeros datos de píxeles o si $R \neq 0$, se toma una determinación en cuanto a si se conoce el parámetro para la posición de los píxeles de los datos (bloque 1625). Si se conoce, se selecciona el parámetro conocido (bloque 1630). Aquí, se comprueba el medio de almacenamiento para determinar si se ha almacenado una selección de parámetros para la posición de píxel correspondiente. En un modo de realización, el medio de almacenamiento puede ser una tabla de consulta.

Si el parámetro no se conoce, se determina el cuadrante o sub-bloque de tamaño 8×8 en el que se encuentra la posición de píxeles de los datos, utilizando los índices Y_3 y X_3 (bloque 1635). Si el correspondiente $Q = 0$, se seleccionan la tabla de FWM de tamaño 8×8 y el paso Q , y se almacenan para los datos restantes en el cuadrante correspondiente de tamaño 8×8 (bloques 1640 y 1645). Si $Q \neq 0$, el cuadrante o sub-bloque de tamaño 4×4 , en el que se encuentra la posición de píxeles de los datos, se determina usando los índices Y_2 , X_2 e Y_3 , X_3 (bloque 1650). Si el correspondiente $P = 0$, se seleccionan la tabla de FWM de tamaño 4×4 y el paso Q , y se almacenan para los datos restantes en el correspondiente cuadrante de tamaño 4×4 (bloques 1655 y 1660). Si $P \neq 0$, se seleccionan la tabla de FWM de tamaño 2×2 y el paso Q , y se almacenan para los datos en los correspondientes cuadrantes o sub-bloques de tamaño 2×2 del cuadrante de tamaño 4×4 (bloque 1665).

Por lo tanto, pueden seleccionarse los parámetros de cuantización adecuados en base a las posiciones de los píxeles de los datos y a la asignación de tamaño de bloque. En consecuencia, el descompresor de imágenes 900 descodifica con longitud variable y cuantiza inversamente los datos comprimidos, usando los parámetros de cuantización adecuados. Después de la cuantización inversa, se lleva a cabo una ABSDCT inversa para recuperar la información de imágenes original.

Los datos de imágenes descomprimidas pasan por una conversión de digital a analógico, y las señales analógicas se emiten al proyector 177. Como alternativa, se puede utilizar una interfaz digital para transmitir los datos de imágenes digitales descomprimidas al proyector 177, obviando la necesidad del proceso de digital a analógico. El descompresor de audio 830 realiza el descifrado, si es necesario, y re-ensambla el audio original para su presentación en los altavoces de un cine, o en el módulo de sonido de audio 179. La salida de esta operación puede proporcionar señales de audio de nivel de línea estándar al módulo de sonido 179. De manera similar al descompresor de imágenes 820, la descompresión de audio se realiza con un algoritmo simétrico al usado en el nodo central 102 para la compresión de audio. Como se ha expuesto anteriormente, las pistas de audio y de datos pueden sincronizarse temporalmente con los programas de imagen, o pueden presentarse de manera asíncrona sin sincronización temporal directa.

Cabe apreciar que los modos de realización anteriores son simplemente ejemplares y no han de interpretarse como limitadores de la invención. Por ejemplo, la invención puede implementarse mediante hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Cuando se implementan en software o firmware, los elementos de la invención son el código de programa o los segmentos de código para realizar las tareas necesarias. Un segmento de código puede representar un procedimiento, una función, un subprograma, un programa, una rutina, una subrutina, un módulo, un paquete de software, una clase o cualquier combinación de instrucciones, estructuras de datos o sentencias de programa. Un segmento de código puede acoplarse a otro segmento de código o a un circuito de hardware, pasando y/o recibiendo información, datos, argumentos, parámetros o contenidos de memoria. La información, los argumentos, los parámetros, los datos, etc., se pueden pasar, remitir o transmitir mediante cualquier medio adecuado que incluya la compartición de memoria, el paso de mensajes, el paso de testigos, la transmisión por red, etc.

El código de programa, o los segmentos de código, pueden almacenarse en un medio legible por máquina, tal como un medio legible por procesador o un producto de programa de ordenador, o transmitirse mediante una señal de datos de ordenador, realizada en una onda portadora o una señal modulada por una portadora sobre un medio de transmisión o enlace de comunicación. El medio legible por máquina o el medio legible por procesador pueden incluir cualquier medio que pueda almacenar o transferir información en un formato legible y ejecutable por una máquina (por ejemplo, un procesador, un ordenador, etc.). Entre los ejemplos de medio legibles por máquina / procesador se incluyen un circuito electrónico, un dispositivo de memoria de semiconductores, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria flash, una ROM programable y borrable (EPROM), un disquete, un CD-ROM en disco compacto y un disco óptico, un disco duro, un medio de fibra óptica y un enlace de radiofrecuencia (RF). La señal de datos de ordenador puede incluir diversas señales que pueden propagarse por un medio de transmisión, tal como los canales de red electrónica, las fibras ópticas, el aire, los campos electromagnéticos, los enlaces de RF, etc. Los segmentos de código se pueden descargar mediante redes tales como Internet, una Intranet, etc.

Además, el módulo de reproducción 173 y el descodificador 175 pueden integrarse en un único módulo reproductor-descodificador. La codificación puede incluir otros procesos tales como la transformación diferencial de árbol cuádruple. En tal caso, la descodificación incluiría la transformación diferencial inversa de árbol cuádruple. Además, se puede utilizar un valor de bit de 1, en lugar de 0, para indicar que un bloque está subdividido en la información de

5 PQR. De manera similar, los valores de bit de los índices X e Y pueden invertirse. Además, aunque la invención se ha descrito con referencia a un bloque de datos de tamaño $n \times n$, la invención es aplicable a un bloque de tamaño $n \times m$, donde $n \neq m$. Además, la invención es aplicable para la selección de parámetros distintos a los parámetros de cuantización si el parámetro depende del tamaño de bloque de datos, donde haya diferentes tamaños de bloque de datos.

10 Por consiguiente, la descripción de la invención pretende ser ilustrativa, y no limitar el alcance de las reivindicaciones. Como tal, las presentes enseñanzas pueden aplicarse inmediatamente a otros tipos de aparatos, y muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento, que comprende:

5 descodificar con longitud variable información comprimida (DC, PQR, AC) para generar un bloque de datos descodificados de longitud variable;

10 determinar una dirección de datos dentro del bloque de datos descodificados de longitud variable, en el que la determinación de la dirección de los datos comprende la determinación de los índices Y y X para una posición de coeficiente de transformación cuantizado dentro del bloque de datos descodificados de longitud variable, en base a un sistema de índices Y y X, en el que los índices Y y X determinan una ubicación del dominio de la frecuencia en la que se encuentra el coeficiente de transformación cuantizado;

15 determinar (1410) un valor variable en base a una información de asignación de tamaño de bloque (PQR) y a los índices Y y X;

 seleccionar (1450) un parámetro de cuantización (paso Q, FWM) en base al valor variable determinado; y

20 cuantizar de forma inversa los datos dentro del bloque de datos descodificados de longitud variable, utilizando el parámetro de cuantización seleccionado.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el bloque de datos es un bloque de datos de tamaño 16x16, y en el que la información de asignación de tamaño de bloque comprende:

25 un primer bit que indica si el bloque de datos de tamaño 16x16 se divide en sub-bloques de tamaño 8x8; y

 segundos bits, si el primer bit indica que el bloque de tamaño 16x16 se divide en sub-bloques de tamaño 8x8, indicando cada segundo bit si un correspondiente sub-bloque de tamaño 8x8 se divide en sub-bloques de tamaño 4x4.

30 3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la determinación del valor variable comprende:

 determinar (1412) un primer valor del valor variable como el primer bit de la información de asignación de tamaño de bloque;

35 seleccionar (1414) uno de los segundos bits de la información de asignación de tamaño de bloque como un segundo valor del valor variable, en base a los índices Y y X, si la información de asignación de tamaño de bloque comprende segundos bits y, en caso contrario, seleccionar un valor por omisión como el segundo valor del valor variable; y

40 seleccionar (1416) uno de los terceros bits de la información de asignación de tamaño de bloque como un tercer valor del valor variable, en base a los índices Y y X, si la información de asignación de tamaño de bloque comprende terceros bits y, en caso contrario, seleccionar un valor por omisión como el tercer valor del valor variable.

45 4. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la selección del parámetro de cuantización comprende:

 determinar (1510) si el primer bit es un cierto valor de bit;

50 seleccionar (1520) un parámetro de tamaño 16x16 en base a los índices Y y X si el primer bit es un cierto valor de bit, determinar (1540) si un segundo bit, correspondiente a un sub-bloque de tamaño 8x8, es un cierto valor de bit;

55 seleccionar (1550) un parámetro de tamaño 8x8 en base a los índices Y y X si el segundo bit es un cierto valor de bit; y, en caso contrario, seleccionar (1580) un parámetro de tamaño 4x4 en base a los índices Y y X.

5. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la selección del parámetro de cuantización comprende:

60 determinar (1615) si el primer bit es un cierto valor de bit;

 seleccionar y almacenar (1620) un parámetro de tamaño 16x16 para el bloque de tamaño 16x16, si el primer bit es un cierto valor de bit y, en caso contrario, determinar (1625) si se conoce el parámetro de cuantización para la ubicación de los datos dentro del bloque de datos;

65 determinar (1635) el sub-bloque de tamaño 8x8 en el que los datos se localizan en base a los índices Y y

- X, si no se conoce el parámetro de cuantización para la ubicación de los datos;
- determinar (1650) si el segundo bit correspondiente al sub-bloque de tamaño 8x8 es un cierto valor de bit;
- 5 seleccionar y almacenar (1645) un parámetro de tamaño 8x8 para el sub-bloque de tamaño 8x8 si el segundo bit es un cierto valor de bit y, en otro caso, determinar el sub-bloque de tamaño 4x4 en el que se localizan los datos en base a los índices Y y X;
- determinar (1655) si un tercer bit correspondiente al sub-bloque de tamaño 4x4 es un cierto valor de bit; y
- 10 seleccionar y almacenar (1660) un parámetro de tamaño 4x4 para el sub-bloque de tamaño 4x4 si el tercer bit es un cierto valor de bit y, de lo contrario, seleccionar y almacenar un parámetro de tamaño 2x2 para los sub-bloques de tamaño 2x2 del sub-bloque de tamaño 4x4.
- 15 6. Un aparato (900), que comprende:
- medios (910) para la descodificación de longitud variable de información comprimida (DC, PQR, AC) para generar un bloque de datos descodificados de longitud variable;
- 20 medios (940) para determinar una dirección de datos dentro del bloque de datos descodificados de longitud variable, en el que los medios para la determinación están configurados para determinar los índices Y y X para una posición de coeficiente de transformación cuantizado, dentro del bloque de datos descodificados de longitud variable, en base a un sistema de índices Y y X, en el que los índices Y y X determinan una ubicación del dominio de la frecuencia en la que se localiza el coeficiente de transformación cuantizado;
- 25 medios para determinar un valor variable en base a la información de asignación de tamaño de bloque (PQR) y a los índices Y y X;
- medios (950) para seleccionar un parámetro de cuantización (paso Q, FWM) en base al valor variable determinado; y
- 30 medios (920) para cuantizar de forma inversa los datos dentro del bloque de datos descodificados de longitud variable, utilizando el parámetro de cuantización seleccionado.
- 35 7. El aparato (900) de la reivindicación 6, en el que el bloque de datos descodificados de longitud variable es un bloque de datos de tamaño 16x16 y en el que la información de asignación de tamaño de bloque comprende:
- un primer bit que indica si el bloque de datos de tamaño 16x16 se divide en sub-bloques de tamaño 8x8; y
- 40 segundos bits, si el primer bit indica que el bloque de tamaño 16x16 se divide en sub-bloques de tamaño 8x8, indicando cada segundo bit si un correspondiente sub-bloque de tamaño 8x8 se divide en sub-bloques de tamaño 4x4.
- 45 8. El aparato (900) de la reivindicación 7, en el que el medio para determinar el valor variable comprende:
- medios para determinar un primer valor del valor variable como el primer bit de la información de asignación de tamaño de bloque;
- 50 medios para seleccionar uno de los segundos bits de la información de asignación de tamaño de bloque, como un segundo valor del valor variable, en base a los índices Y y X, si la información de asignación de tamaño de bloque comprende segundos bits y, en caso contrario, seleccionar un valor por omisión como el segundo valor del valor variable; y
- medios para seleccionar uno de los terceros bits de la información de asignación de tamaño de bloque como un tercer valor del valor variable, en base a los índices Y y X, si la información de asignación de tamaño de bloque comprende terceros bits y, en caso contrario, seleccionar un valor por omisión como el tercer valor del valor variable.
- 55 9. El aparato (900) de la reivindicación 6, en el que el medio para seleccionar el parámetro de cuantización comprende:
- 60 medios para determinar si el primer bit es un cierto valor de bit;
- medios para seleccionar un parámetro de tamaño 16x16 en base a los índices Y y X si el primer bit es un cierto valor de bit, y
- 65

determinar si un segundo bit correspondiente a un sub-bloque de tamaño 8x8 es un cierto valor de bit;

medios para seleccionar un parámetro de tamaño 8x8 en base a los índices Y y X si el segundo bit es un cierto valor de bit; y, en caso contrario, seleccionar un parámetro de tamaño 4x4 en base a los índices Y y X.

5

10. El aparato (900) según la reivindicación 7, en el que la selección del parámetro de cuantización comprende:

medios para determinar si el primer bit es un cierto valor de bit;

10

medios para seleccionar y almacenar un parámetro de tamaño 16x16 para el bloque de tamaño 16x16, si el primer bit es un cierto valor de bit y, en caso contrario, determinar si se conoce el parámetro de cuantización para la ubicación de los datos dentro del bloque de datos;

15

medios para determinar el sub-bloque de tamaño 8x8 en el que se encuentran los datos, en base a los índices Y y X, si no se conoce el parámetro de cuantización para la ubicación de los datos;

medios para determinar si el segundo bit, correspondiente al sub-bloque de tamaño 8x8, es un cierto valor de bit;

20

medios para seleccionar y almacenar un parámetro de tamaño 8x8 para el sub-bloque de tamaño 8x8 si el segundo bit es un cierto valor de bit y, en caso contrario, determinar el sub-bloque de tamaño 4x4 en el que se encuentran los datos, en base a los índices Y y X;

25

medios para determinar si un tercer bit, correspondiente al sub-bloque de tamaño 4x4, es un cierto valor de bit; y

30

medios para seleccionar y almacenar un parámetro de tamaño 4x4 para el sub-bloque de tamaño 4x4 si el tercer bit es un cierto valor de bit y, de lo contrario, seleccionar y almacenar un parámetro de tamaño 2x2 para los sub-bloques de tamaño 2x2 del sub-bloque de tamaño 4x4.

11. Un medio legible por ordenador que realiza instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, hacen que el procesador lleve a cabo el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

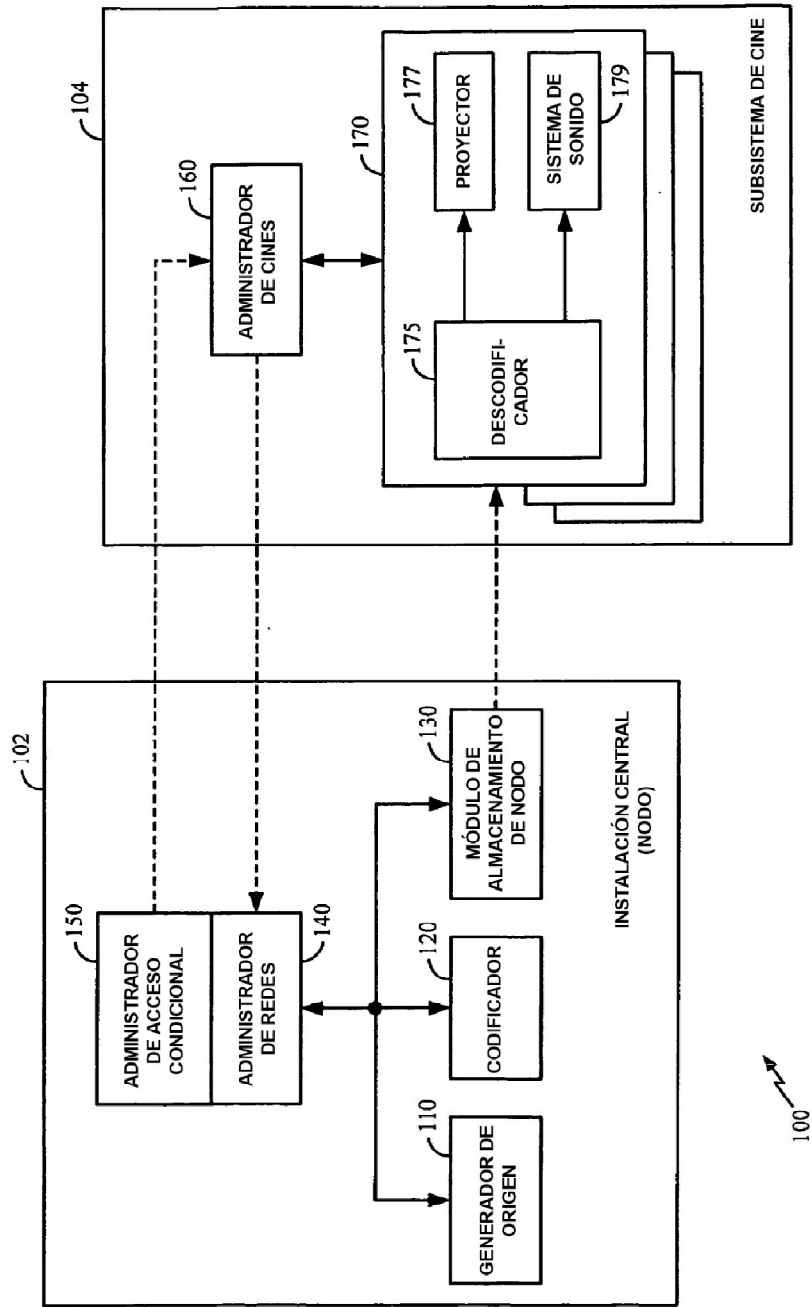


FIG. 1

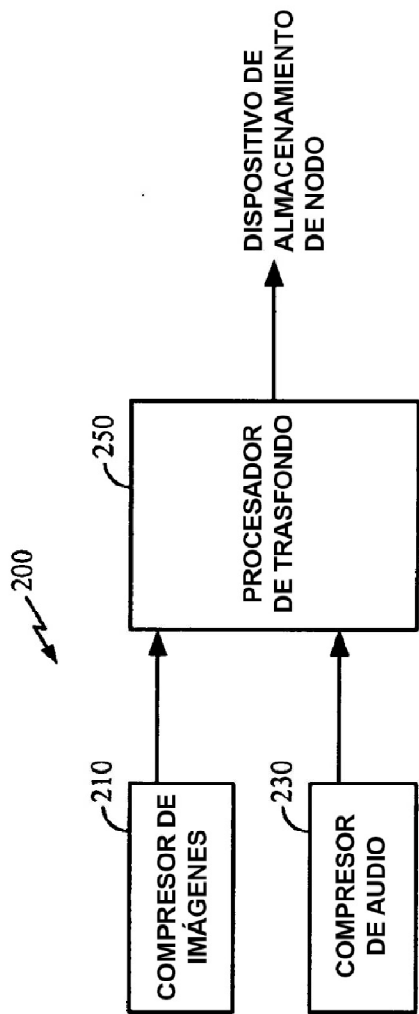


FIG. 2

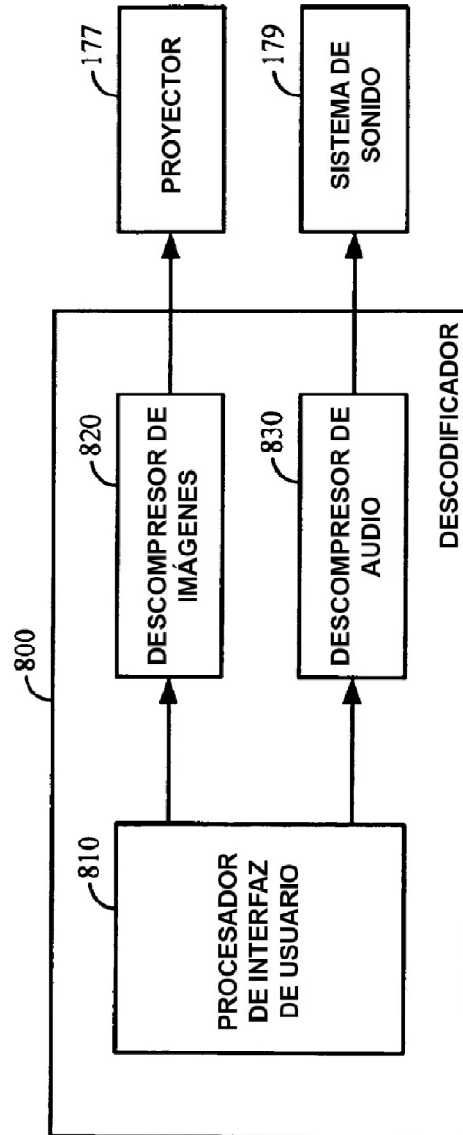
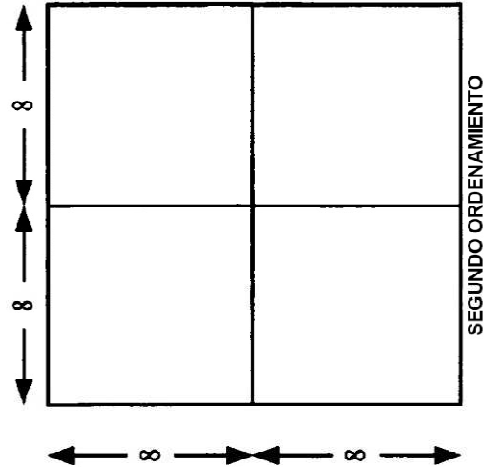
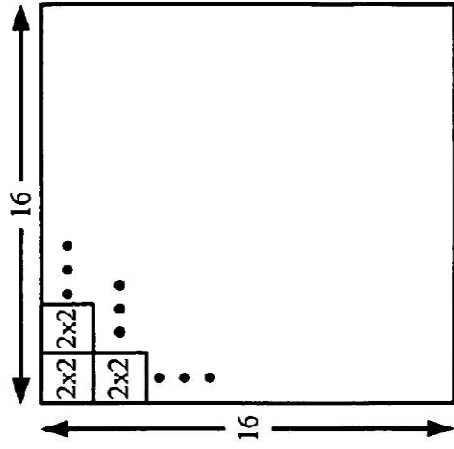


FIG. 8



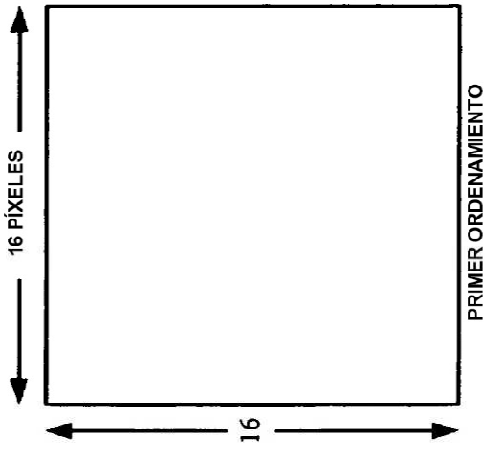
SEGUNDO ORDENAMIENTO

FIG. 3B



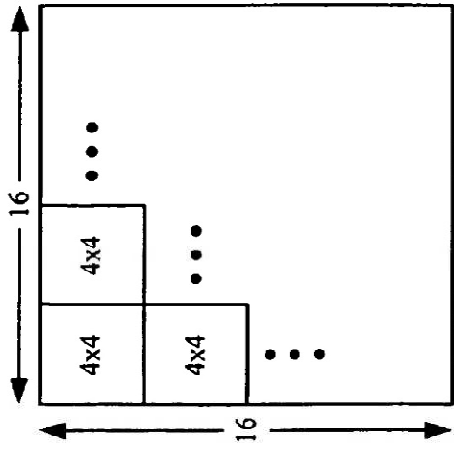
CUARTO ORDENAMIENTO

FIG. 3D



PRIMER ORDENAMIENTO

FIG. 3A



TERCER ORDENAMIENTO

FIG. 3C

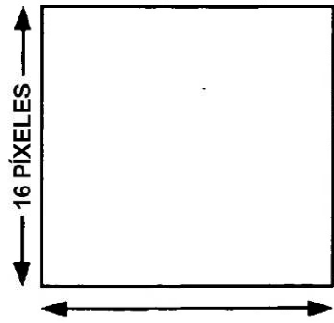


FIG. 4A

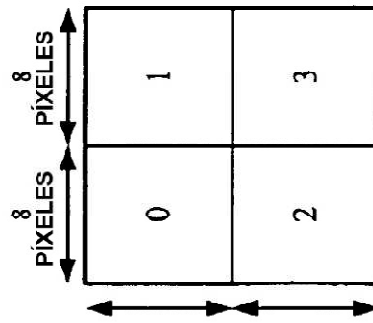


FIG. 4B

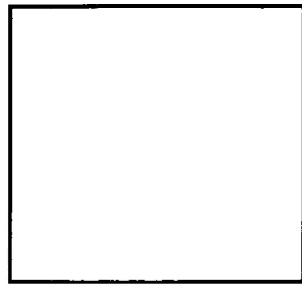


FIG. 5A

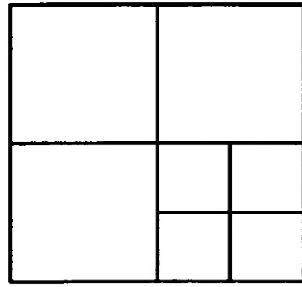


FIG. 5B

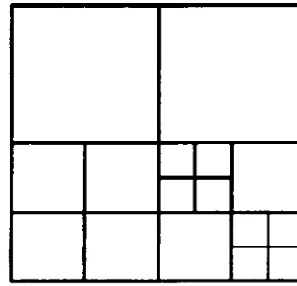


FIG. 5C

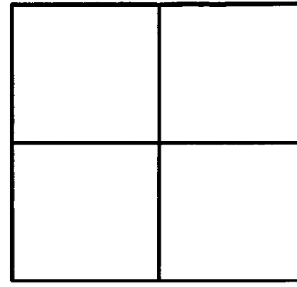


FIG. 5D

$$(Y, X) = (Y_3, Y_2, Y_1, Y_0, X_3, X_2, X_1, X_0)$$

FIG. 6A

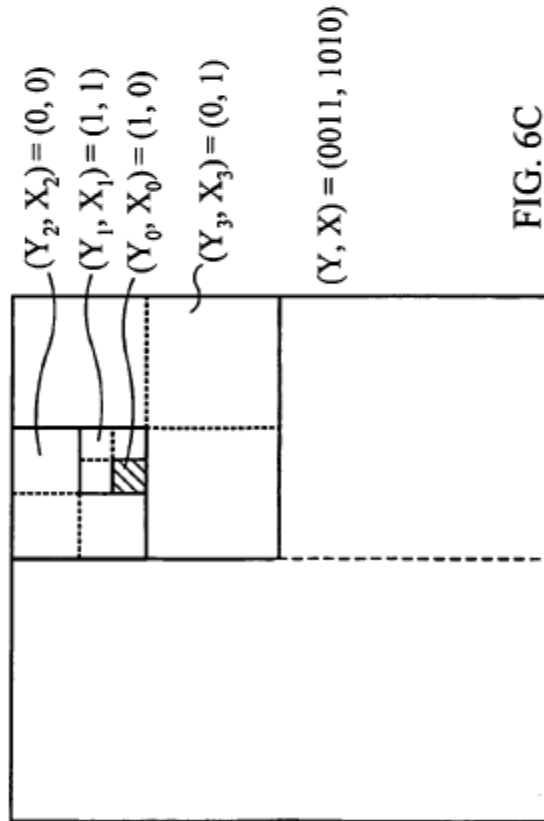


FIG. 6C

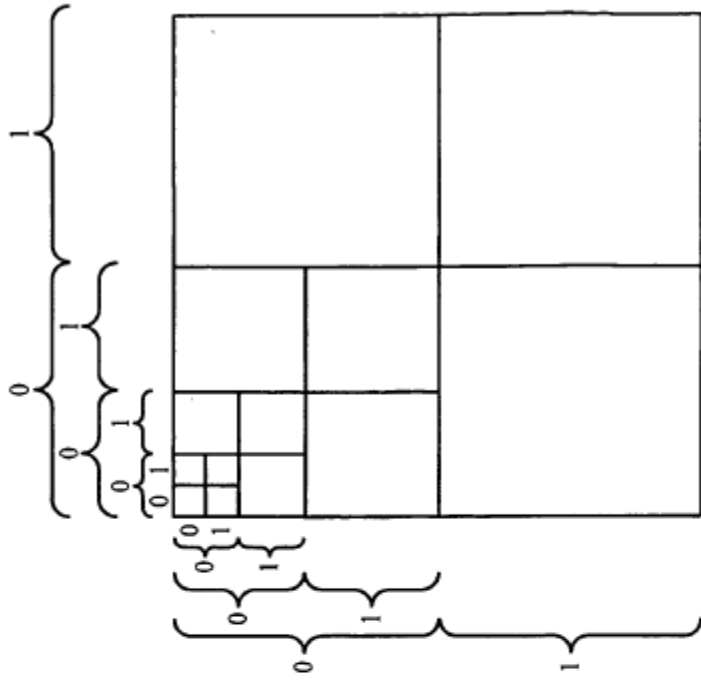


FIG. 6B

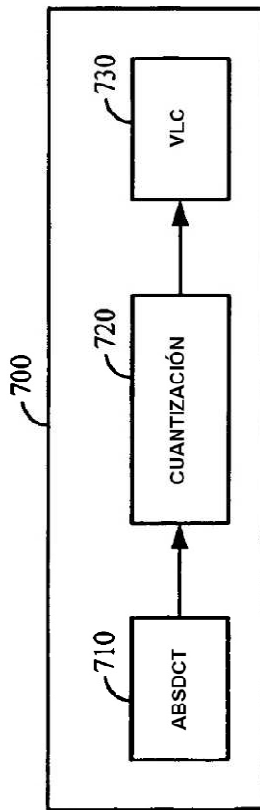


FIG. 7

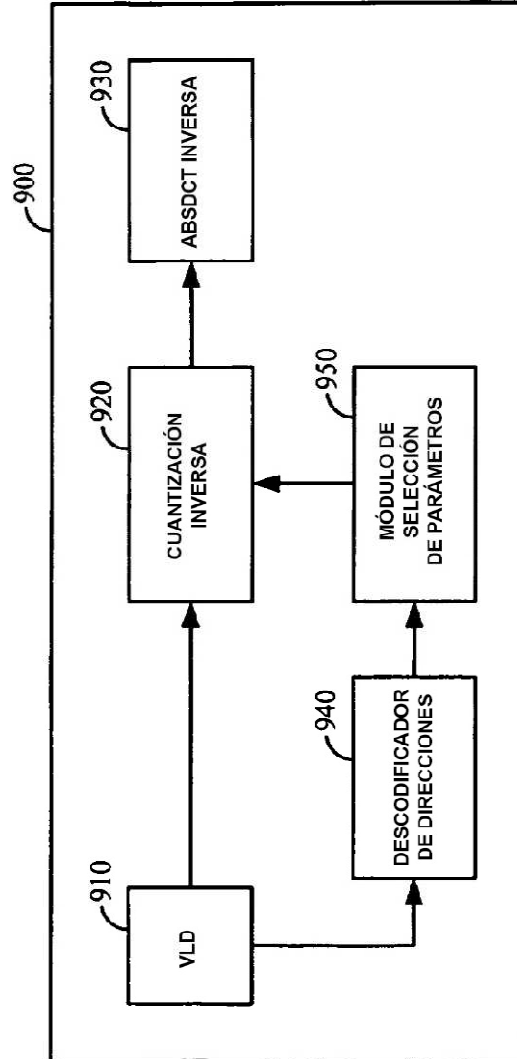


FIG. 9

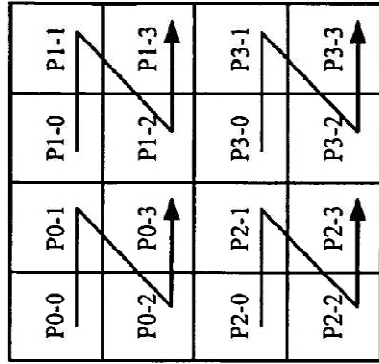


FIG. 10B

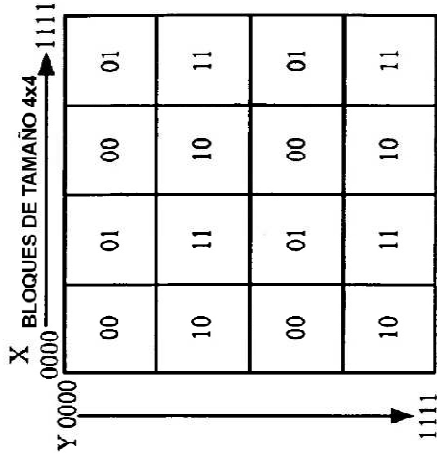


FIG. 11B

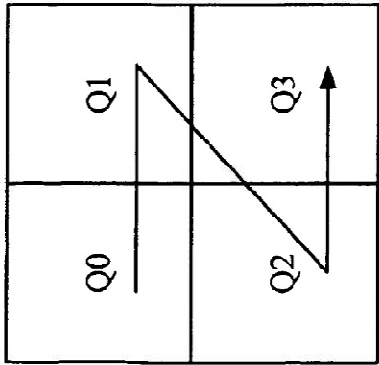


FIG. 10A

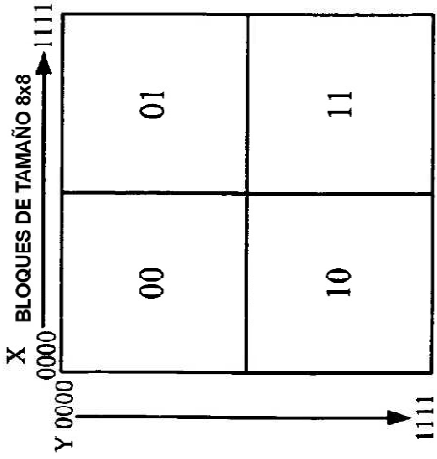


FIG. 11A

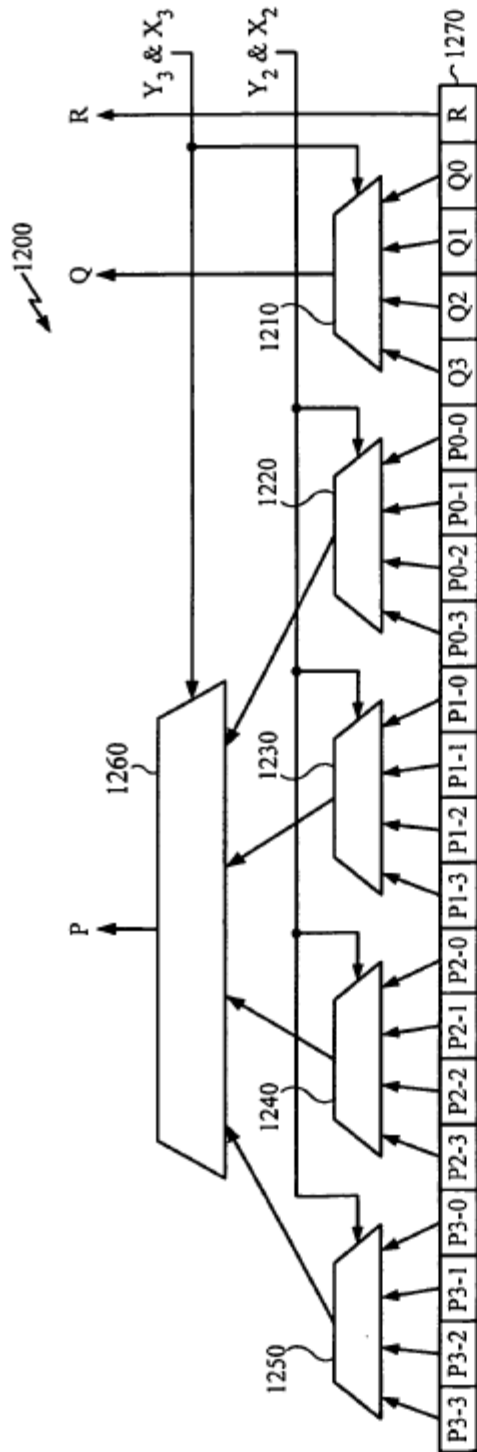


FIG. 12

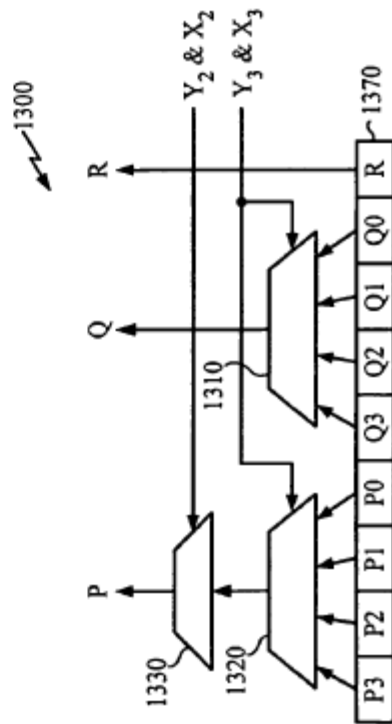


FIG. 13

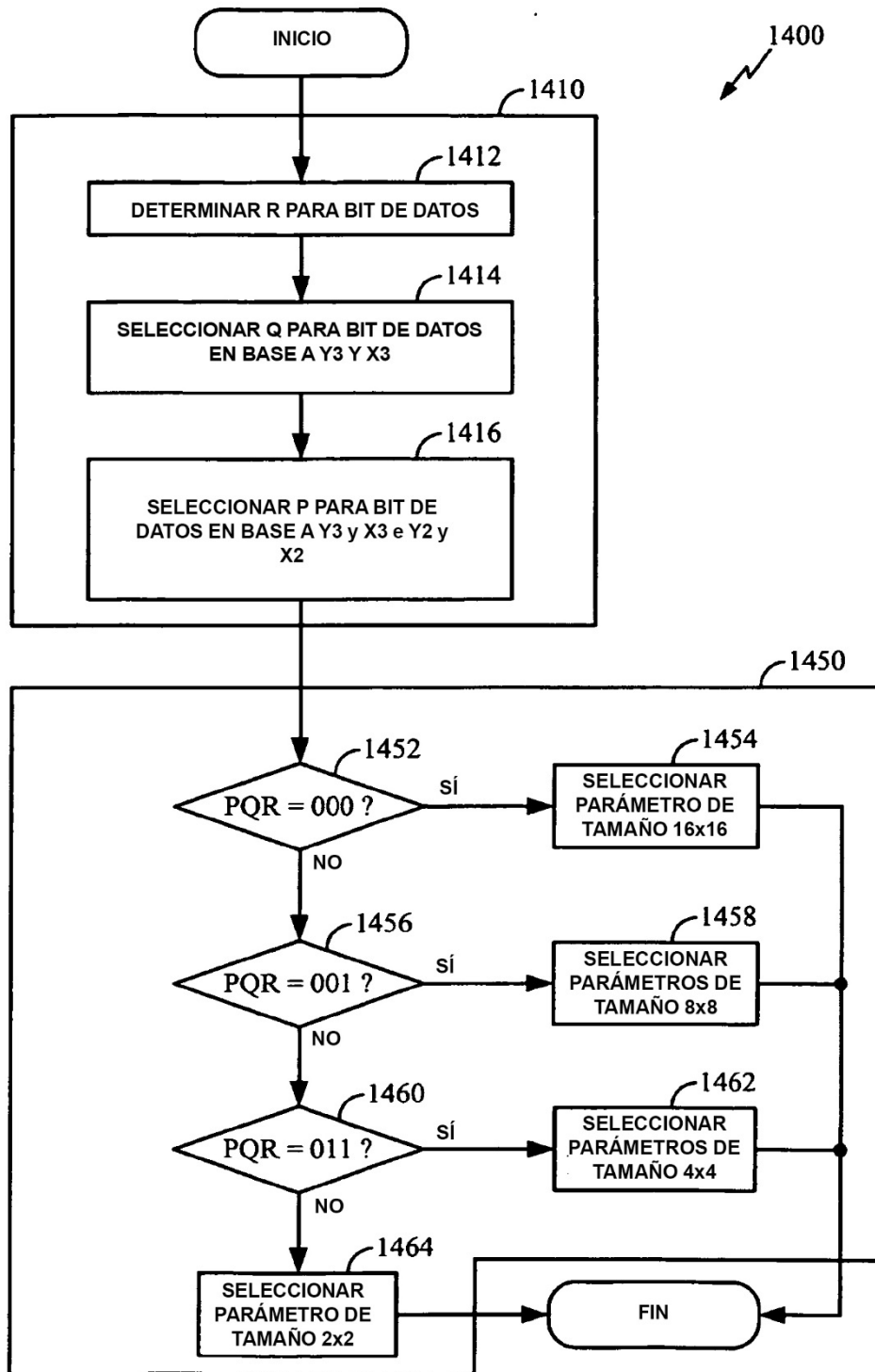


FIG. 14

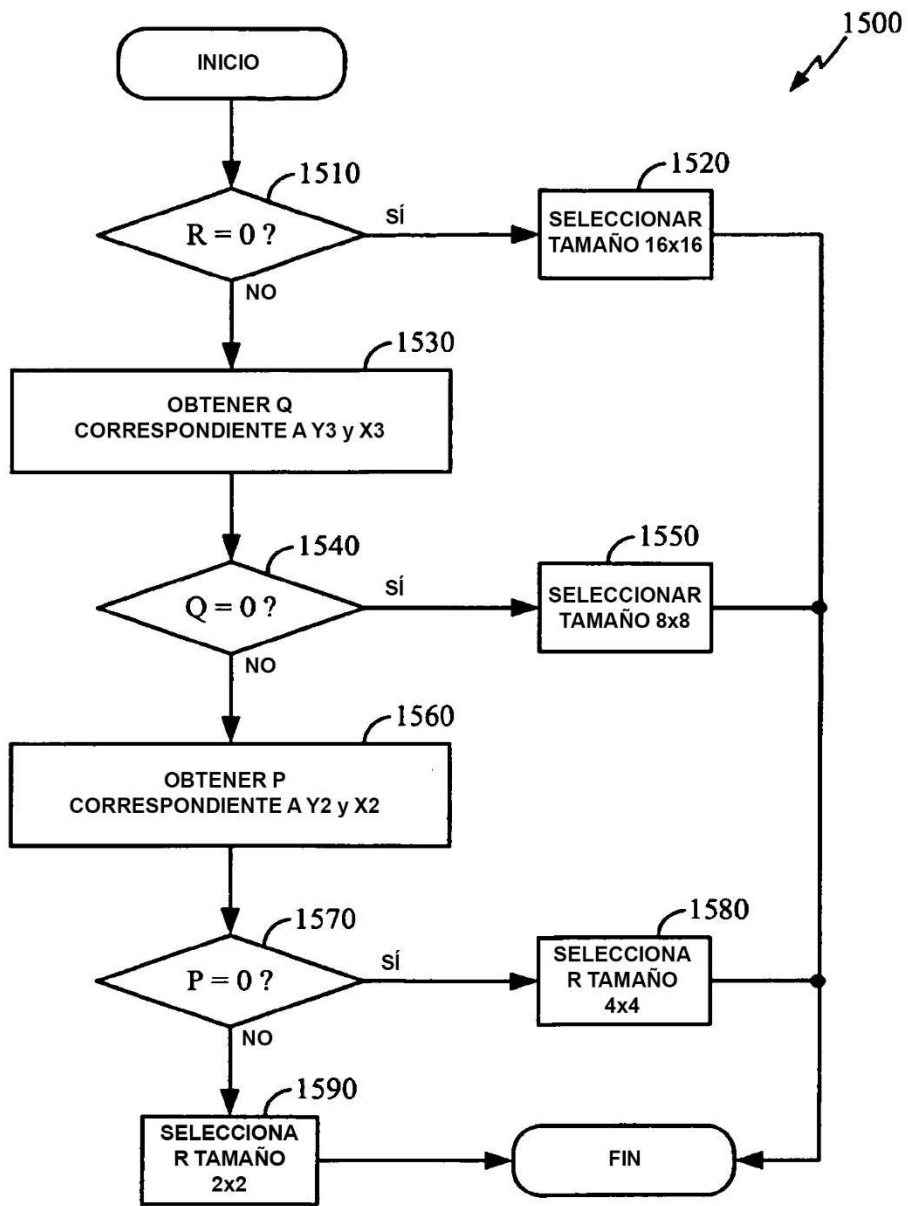


FIG. 15

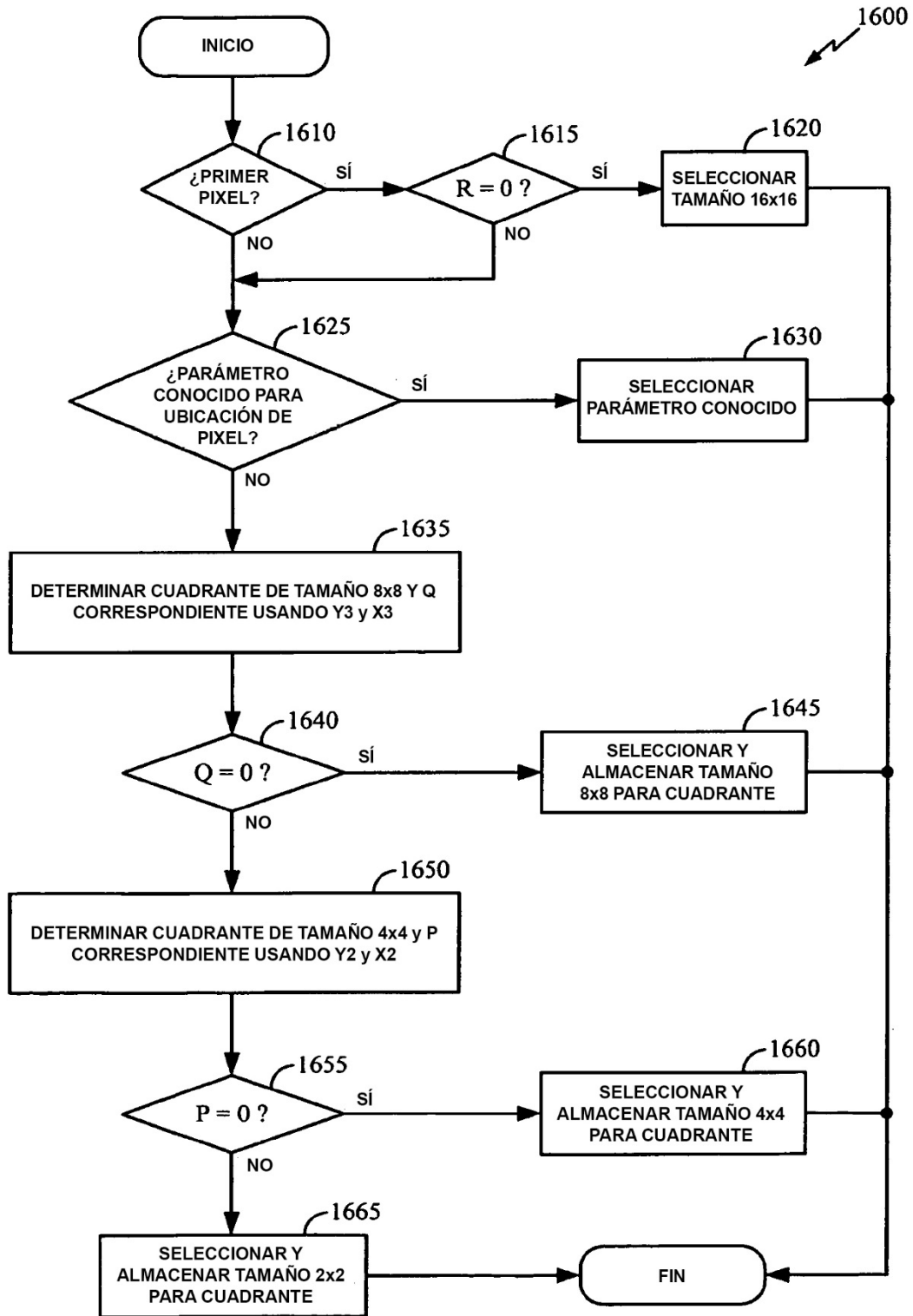


FIG. 16