

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 828**

51 Int. Cl.:

<b>H04N 19/103</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/52</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/139</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/176</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/46</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/192</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/89</b>	(2014.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2012 PCT/EP2012/050391**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.07.2012 WO2012095466**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2012 E 12700129 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2664142**

54 Título: **Codificación y descodificación de video con resiliencia mejorada frente a errores**

30 Prioridad:

**12.01.2011 GB 201100462**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.06.2017**

73 Titular/es:

**CANON KABUSHIKI KAISHA (100.0%)  
30-2 Shimomaruko 3-chome Ohta-ku  
Tokyo 146-8501, JP**

72 Inventor/es:

**GISQUET, CHRISTOPHE y  
LAROCHE, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Carlos**

**ES 2 615 828 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

Codificación y decodificación de video con resiliencia mejorada frente a errores

5 Sector técnico de la invención

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la codificación de una secuencia de imágenes digitales y un procedimiento y dispositivo para la decodificación de un flujo de bits correspondiente.

10 La invención pertenece al sector técnico del procesamiento de señales digitales y, en particular, al sector técnico de la compresión de video utilizando compensación del movimiento para reducir las redundancias espaciales y temporales en las secuencias de video.

15 Descripción de la técnica anterior

15 Muchos formatos de compresión de video, por ejemplo, H.263, H.264, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, SVC, utilizan la transformada del coseno discreta (DCT, Discrete Cosine Transform) basada en bloques y la compensación del movimiento para eliminar redundancias espaciales y temporales. Ambas se pueden denominar formatos predictivos de video. Cada fotograma o imagen de la señal de video se divide en segmentos que son codificados y pueden ser descodificados de manera independiente. Un segmento es habitualmente una parte rectangular del fotograma o, de manera más general, una parte de un fotograma o un fotograma entero. Además, cada segmento está dividido en macrobloques (MB) y cada macrobloque está además dividido en bloques, habitualmente bloques de 8x8 píxeles. Los fotogramas codificados son de dos tipos: fotogramas predictivos temporales (ya sea predictivos a partir de un fotograma de referencia denominado fotogramas-P, o predictivos a partir de dos fotogramas de referencia indicados como fotogramas-B), y fotogramas predictivos no temporales (indicados como intra-fotogramas o fotogramas-I).

20 La predicción temporal consiste en encontrar en un fotograma de referencia, bien un fotograma anterior o un fotograma futuro de la secuencia de video, una parte de imagen o una zona de referencia más próxima al bloque a codificar. Esta etapa es conocida como estimación del movimiento. A continuación, la diferencia entre el bloque a codificar y la parte de referencia es codificada (compensación del movimiento), junto con un elemento de información del movimiento relativo al vector de movimiento que indica la zona de referencia a utilizar para la compensación del movimiento.

30 Con el fin de reducir más el coste de la codificación de la información del movimiento, se ha propuesto codificar un vector de movimiento mediante la diferencia con respecto a un predictor del vector de movimiento, calculado habitualmente a partir de los vectores de movimiento de los bloques adyacentes al bloque a codificar.

35 En H.264, los vectores de movimiento son codificados con respecto a un predictor medio calculado a partir de vectores de movimiento situados en una proximidad causal del bloque a codificar, por ejemplo, de los bloques situados encima y a la izquierda del bloque a codificar. Se codifica solo la diferencia, denominada asimismo vector de movimiento residual, entre el predictor medio y el vector de movimiento del bloque actual.

40 La codificación mediante la utilización de vectores de movimiento residuales ahorra algo de tasa de bits, pero requiere que el decodificador efectúe el mismo cálculo del predictor del vector de movimiento para decodificar el valor del vector de movimiento de un bloque a codificar.

45 Recientemente, se han propuesto otras mejoras, tales como la utilización de una serie de posibles predictores del vector de movimiento. Este procedimiento, denominado competición de vectores de movimiento, consiste en determinar entre varios predictores del vector de movimiento o candidatos, qué predictor del vector de movimiento minimiza el coste de la codificación, habitualmente un coste de distorsión de la tasa, de la información residual del movimiento. La información residual del movimiento comprende el vector de movimiento residual, es decir, la diferencia entre el vector de movimiento real del bloque a codificar y el predictor del vector de movimiento seleccionado, y un elemento de información que indica el predictor del vector de movimiento seleccionado, tal como por ejemplo un valor codificado del índice del predictor del vector de movimiento seleccionado.

50 En la Codificación de video de alta eficiencia (HEVC, High Efficiency Video Coding) actualmente en proceso de estandarización, se ha propuesto la utilización de una serie de predictores del vector de movimiento, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 1:3 denominados predictores espaciales del vector de movimiento  $-V_1-$ ,  $-V_2-$  y  $-V_3-$  tomados de los bloques situados en la proximidad del bloque a codificar, un predictor medio del vector de movimiento calculado en base a los componentes de los tres predictores espaciales del vector de movimiento espaciales  $-V_1-$ ,  $-V_2-$  y  $-V_3-$ , y un predictor temporal del vector de movimiento  $-V_0-$  que es el vector de movimiento del bloque situado en la misma posición en una imagen anterior de la secuencia (por ejemplo, el bloque de la imagen N-1 situado en la misma posición espacial que el bloque 'que está siendo codificado' de la imagen N). Actualmente en HEVC los 3 predictores espaciales del vector de movimiento se toman del bloque situado a la izquierda del bloque a codificar ( $-V_3-$ ), del bloque situado encima ( $-V_2-$ ) y de uno de los bloques situados en las respectivas esquinas del bloque a codificar, según una regla de disponibilidad predeterminada. Este esquema de selección de

predicador del vector de movimiento se denomina Predicción avanzada del vector de movimiento (AMVP, Advanced Motion Vector Prediction). En el ejemplo de la figura 1, se selecciona el vector  $-V_1$  del bloque situado arriba a la izquierda.

5 Finalmente, se obtiene un conjunto de 5 candidatos a predicador del vector de movimiento que mezclan predicadores espaciales y predicadores temporales. Con el fin de reducir la sobrecarga de señalizar el predicador del vector de movimiento en el flujo de bits, el conjunto de predicadores del vector de movimiento se reduce eliminando los vectores de movimiento duplicados, es decir, los vectores de movimiento que tienen el mismo valor. Por ejemplo, en la ilustración de la figura 1,  $-V_1$  y  $-V_2$  son iguales, y  $-V_0$  y  $-V_3$  son también iguales, de manera que solo dos de ellos se deben mantener como candidatos de predicción del vector de movimiento, por ejemplo,  $-V_0$  y  $-V_1$ . En este caso, solo es necesario un bit para indicar el índice del predicador del vector de movimiento al descodificador.

15 Es posible otra reducción del conjunto de predicadores del vector de movimiento, basada en los valores de los predicadores. Una vez que se selecciona el mejor predicador del vector de movimiento y que se ha calculado el vector de movimiento residual, es posible eliminar además del conjunto de predicción los candidatos que no habrían sido seleccionados, conociendo el vector de movimiento residual y el criterio de optimización del coste del codificador. Una reducción suficiente del conjunto de predicadores conduce a una ganancia en la sobrecarga de señalización, dado que la indicación del predicador del vector de movimiento seleccionado puede ser codificada utilizando menos bits. En el límite, el conjunto de candidatos se puede reducir a 1, por ejemplo, si todos los predicadores del vector de movimiento son iguales, y, por lo tanto, no es necesario introducir ninguna información relativa al predicador del vector de movimiento seleccionado en el flujo de bits.

25 El documento WO 2010/146314 A1 da a conocer la codificación de los vectores del movimiento de un bloque actual utilizando competición entre predicadores del vector de movimiento. El número final, objetivo, de predicadores del vector de movimiento a considerar en la competición se limita a un máximo de dos. Un primer conjunto de dos predicadores del vector de movimiento candidatos se selecciona de entre bloques vecinos en el espacio y simultáneos temporalmente. Si este primer conjunto contiene vectores del movimiento iguales, se consideran otros predicadores candidatos tomados de bloques vecinos en el espacio y simultáneos temporalmente. Si no se pudieran encontrar dos predicadores distintos del vector de movimiento, solo se utiliza un predicador del vector de movimiento para codificar el vector de movimiento del bloque actual.

35 En resumen, la codificación de vectores de movimiento por diferencia con un predicador del vector de movimiento, junto con la reducción del número de candidatos a predicador del vector de movimiento conduce a una ganancia de compresión. No obstante, tal como se ha explicado anteriormente, para un determinado bloque a codificar, la reducción del número de candidatos a predicador del vector de movimiento se basa en los valores que adoptan los predicadores del vector de movimiento del conjunto, en particular, los valores de los vectores de movimiento de los bloques de la proximidad del vector de movimiento del bloque en la misma situación. Asimismo, el descodificador necesita poder aplicar el mismo análisis del conjunto de posibles predicadores del vector de movimiento que el codificador, para poder deducir la cantidad de bits utilizados para indicar el predicador del vector de movimiento seleccionado y poder descodificar el índice del predicador del vector de movimiento y finalmente descodificar el vector de movimiento utilizando el vector residual del movimiento recibido. Haciendo referencia al ejemplo de la figura 1, el conjunto de predicadores del vector de movimiento del bloque 'que está siendo codificado', es reducido por el codificador a  $-V_0$  y  $-V_1$ , de manera que el índice se codifica en un solo bit. Si el bloque de la imagen N-1 'situado en la misma posición' se pierde durante la transmisión, el descodificador no puede obtener el valor de  $V_0$  y, por lo tanto, no puede averiguar que  $-V_0$  y  $-V_3$  son iguales. Por lo tanto, el descodificador no puede encontrar cuántos bits se utilizan para la codificación del índice del predicador del vector de movimiento para el bloque 'que está siendo codificado' y, por consiguiente, el descodificador no puede analizar sintácticamente de manera correcta los datos del segmento, dado que no puede encontrar dónde se detiene la codificación del índice y dónde se inicia la codificación de los datos de video.

50 Por lo tanto, el hecho de que el número de bits utilizados para la señalización de los predicadores del vector de movimiento depende de los valores adoptados por los predicadores del vector de movimiento hace que el procedimiento sea muy vulnerable a los errores de transmisión, cuando se transmite el flujo de bits a un descodificador en una red de comunicación con pérdidas. De hecho, el procedimiento requiere el conocimiento de los valores de los predicadores del vector de movimiento para analizar sintácticamente el flujo de bits de manera correcta en el descodificador. En caso de pérdidas de paquetes, cuando se pierden algunos valores residuales del vector de movimiento, es imposible que el descodificador determine cuántos bits se utilizaron para codificar el índice que representa el predicador del vector de movimiento y, de este modo, resulta imposible analizar sintácticamente el flujo de bits de manera correcta. Dicho error se puede propagar, provocando la desincronización del descodificador hasta que el descodificador recibe una siguiente imagen de sincronización, codificada sin predicción.

60 Sería deseable, por lo menos, poder analizar sintácticamente el flujo de bits codificados en un descodificador incluso en caso de pérdidas de paquetes, de manera que sea posible aplicar posteriormente una cierta desincronización o cancelación de error.

65

Se ha propuesto, en el documento JCTVC-C166r1, 'TE11: Estudio de la codificación del vector de movimiento (experimento 3.3a y 3.3c)' por K. Sato, publicado en la 3ª Reunión del Equipo de colaboración conjunta sobre la Codificación de video (JTC-VC) de Guangzhou, 7 a 15 de octubre de 2010, utilizar solamente los predictores del vector de movimiento espaciales procedentes del mismo segmento en el conjunto de predictores. Esta solución resuelve el problema del análisis sintáctico en el descodificador en caso de pérdidas de segmentos. No obstante, la eficiencia de la codificación disminuye significativamente, dado que el predictor del vector de movimiento temporal ya no se utiliza. Por lo tanto, esta solución no resulta satisfactoria en términos de rendimiento de la compresión.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

Es deseable solucionar uno o varios de los inconvenientes de la técnica anterior.

Según un aspecto de la presente invención, se da a conocer un procedimiento para codificar una secuencia de imágenes digitales en un flujo de bits tal como se indica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

Según un aspecto adicional de la presente invención se da a conocer un procedimiento para descodificar un flujo de bits que comprende una secuencia codificada de imágenes digitales según cualquiera de las reivindicaciones adjuntas 10 a 19.

Según otro aspecto adicional de la presente invención se da a conocer un dispositivo para codificar una secuencia de imágenes digitales en un flujo de bits tal como se expone en la reivindicación adjunta 20.

Según otro aspecto más de la presente invención, se da a conocer un dispositivo para descodificar un flujo de bits que comprende una secuencia codificada de imágenes digitales tal como se expone en la reivindicación adjunta 21.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se da a conocer un programa informático según la reivindicación 22. En una realización, el programa informático se almacena en un medio de almacenamiento legible por ordenador.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Resultarán evidentes otras características y ventajas en la descripción siguiente, que se proporciona únicamente a modo de ejemplo no limitativo y hace referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1, ya descrita, muestra esquemáticamente un conjunto de predictores del vector de movimiento utilizados en un esquema de predicción del vector de movimiento;

- la figura 2 es un diagrama de un dispositivo de procesamiento adaptado para implementar una realización de la presente invención;

- la figura 3 es un diagrama de bloques de un codificador según una realización de la invención;

- la figura 4 muestra un diagrama de bloques de un descodificador según una realización de la invención;

- la figura 5 detalla la determinación de un conjunto de predictores del vector de movimiento según una primera realización;

- la figura 6 detalla la determinación de un conjunto de predictores del vector de movimiento según una segunda realización;

- la figura 7 muestra esquemáticamente un segundo conjunto de predictores del vector de movimiento,

- la figura 8 muestra esquemáticamente vectores del movimiento en un sistema de coordenadas.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

La figura 2 muestra un diagrama de un dispositivo de procesamiento -1000- adaptado para implementar una realización de la presente invención. El dispositivo -1000- es por ejemplo un micro-ordenador, una estación de trabajo o un dispositivo portátil ligero.

El dispositivo -1000- comprende un bus de comunicación -1113- al cual están conectadas preferentemente:

- una unidad central de proceso -1111-, tal como un microprocesador, denominada CPU;

- una memoria de solo lectura -1107-, que puede contener programas informáticos para implementar la invención, denominada ROM;

- 5 - una memoria de acceso aleatorio -1112-, denominada RAM, que puede contener el código ejecutable del procedimiento de la invención, así como los registros adaptados para registrar las variables y parámetros necesarios para la implementación del procedimiento de codificación de una secuencia de imágenes digitales y/o el procedimiento de descodificación de un flujo de bits; y
- una interfaz de comunicación -1102- conectada a una red de comunicación -1103- sobre la que se transmiten los datos digitales que se tienen que procesar.
- 10 Opcionalmente, el dispositivo -1000- puede contener asimismo los siguientes componentes:
- medios de almacenamiento de datos -1104- tal como un disco duro, que puede contener los programas que implementan la invención y los datos utilizados o producidos durante la implementación de la invención;
- 15 - una unidad de disco -1105- para un disco -1106-, estando la unidad de disco adaptada para leer datos del disco -1106- o para escribir datos en dicho disco;
- una pantalla -1109- para mostrar datos y/o que sirve como interfaz gráfica con el usuario, por medio de un teclado -1110- o cualquier otro medio de señalización.
- 20 El dispositivo -1000- se puede conectar a diversos periféricos, tales como por ejemplo una cámara digital -1100- o un micrófono -1108-, estando cada uno conectado a una tarjeta de entrada/salida (no mostrada) con el fin de proporcionar datos multimedia al dispositivo -1000-.
- 25 El bus de comunicación permite comunicación e interoperatividad entre los diferentes elementos incluidos en el dispositivo -1000- o conectados al mismo. La representación del bus no es limitativa y, en particular, la unidad central de proceso es que puede comunicar instrucciones a cualquier elemento del dispositivo -1000- directamente o por medio de otro elemento del dispositivo -1000-.
- 30 El disco -1106- puede ser reemplazado por cualquier medio de información tal como por ejemplo un disco compacto (CD-ROM), regrabable o no, un disco ZIP o una tarjeta de memoria y, en términos generales, mediante medios de almacenamiento de información que pueden ser leídos por un microordenador o por un microprocesador, integrados o no en el dispositivo, opcionalmente extraíble y adaptados para almacenar uno o varios programas cuya ejecución permite implementar el procedimiento de codificación de una secuencia de imágenes digitales y/o el procedimiento
- 35 de descodificación de un flujo de bits según la invención.
- El código ejecutable puede ser almacenado bien en una memoria de solo lectura -1107-, en el disco duro -1104- o en un medio digital extraíble, tal como por ejemplo un disco -1106-, según se ha descrito previamente. Según una variante, el código ejecutable de los programas puede ser recibido por medio de la red de comunicación -1103-, a través de la interfaz -1102-, con el fin de ser almacenado en uno de los medios de almacenamiento del dispositivo
- 40 -1000- antes de ser ejecutado, tal como el disco duro -1104-.
- La unidad central de proceso -1111- está adaptada para controlar y dirigir la ejecución de las instrucciones o partes de código del software del programa o programas según la invención, instrucciones que están almacenadas en uno de los medios de almacenamiento mencionados anteriormente. Cuando se enciende, el programa o programas que están almacenados en una memoria no volátil, por ejemplo, en el disco duro -1104- o en la memoria de solo lectura -1107-, son transferidos a la memoria de acceso aleatorio -1112-, que contiene entonces el código ejecutable del programa o programas, así como los registros para almacenar las variables y parámetros necesarios para la implementación de la invención.
- 45
- 50 En esta realización, el dispositivo es un dispositivo programable que utiliza software para implementar la invención. No obstante, alternativamente, la presente invención puede ser implementada en hardware (por ejemplo, en forma de un Circuito integrado de aplicación específica, o ASIC, Application Specific Integrated Circuit).
- 55 La figura 3 muestra un diagrama de bloques de un codificador según una realización de la invención. El codificador está representado mediante módulos conectados, estando cada módulo adaptado para implementar, por ejemplo, en forma de instrucciones de programación para ser ejecutadas por la CPU -1111- del dispositivo -1000-, una etapa correspondiente de un procedimiento una realización de la invención.
- 60 Una secuencia original de imágenes digitales  $i_0$  a  $i_n$  -301- es recibida como entrada por el codificador -30-. Cada imagen digital está representada por un conjunto de muestras, conocidas como píxeles.
- Un flujo de bits -310- es emitido por el codificador -30-.

El flujo de bits -310- comprende una serie de unidades de codificación o segmentos, comprendiendo cada segmento una cabecera del segmento para codificar los valores de los parámetros de codificación utilizados para codificar el segmento y el cuerpo del segmento, que comprende datos de video codificados.

5 Las imágenes digitales de entrada están divididas en bloques (302), cuyos bloques son partes de imagen y pueden ser de tamaños variables (por ejemplo, 4x4, 8x8, 16x16, 32x32). Se selecciona un modo de codificación para cada bloque de entrada. Existen dos familias de modos de codificación, codificación de predicción espacial o intra-codificación y codificación de predicción temporal o inter-codificación. Se someten a prueba los posibles modos de codificación

10 El módulo -303- implementa la intra-predicción, en la cual el determinado bloque a codificar se predice mediante un predictor calculado a partir de los píxeles de la proximidad de dicho bloque a codificar. Una indicación del intra-predictor seleccionado y de la diferencia entre el determinado bloque y su predictor es codificada si se selecciona la intra-codificación.

15 La predicción temporal se implementa mediante los módulos -304- y -305-. En primer lugar, se selecciona una imagen de referencia entre un conjunto de imágenes de referencia -316-, y se selecciona una parte de la imagen de referencia, denominada también área de referencia, que es la zona más próxima al determinado bloque a codificar, mediante el módulo -304- de estimación del movimiento. La diferencia entre la zona de referencia seleccionada y el determinado bloque, denominada también bloque residual, es calculada por el módulo -305- de compensación del movimiento. La zona de referencia seleccionada se indica mediante un vector de movimiento.

20 Si se selecciona la inter-predicción, se codifica la información relativa al vector de movimiento y al bloque residual. Para reducir más el coeficiente de bits, el vector de movimiento se codifica mediante la diferencia con respecto a un predictor del vector de movimiento. Un conjunto de predictores del vector de movimiento, denominado también predictores de información del movimiento, se obtiene a partir del campo -318- de vectores de movimiento mediante un módulo -317- de predicción y codificación de vectores de movimiento.

25 Ventajasamente, se genera el conjunto de predictores del vector de movimiento utilizado para seleccionar un mejor predictor del vector de movimiento para codificar el vector de movimiento actual, tal como se explica con más detalle a continuación con respecto a las figuras 5 y 6. Para un determinado bloque actual a codificar, se configura un número predeterminado  $N_{max}$  de predictores del vector de movimiento y, por consiguiente, el índice del predictor del vector de movimiento seleccionado, que es un elemento de información representativo del predictor del vector de movimiento seleccionado, puede ser codificado utilizando un número de bits predeterminado. Este número de bits predeterminado puede ser obtenido también por el descodificador incluso en caso de pérdidas, por lo tanto, se asegura que el descodificador podrá analizar sintácticamente el flujo de bits incluso en caso de errores o pérdidas. Los predictores del vector de movimiento  $N_{max}$  se seleccionan según las diferentes realizaciones de manera que todos ellos sean diferentes entre sí, con el fin de mejorar la eficiencia de la compresión.

30 La selección del número predeterminado  $N_{max}$  de predictores del vector de movimiento y del correspondiente número de bits para codificar el índice del predictor del vector de movimiento puede ser aplicada, para toda la secuencia o bien para un grupo de imágenes de la secuencia, o a nivel del bloque dependiendo de parámetros de codificación tales como el tamaño de bloque o el modo de codificación. Por ejemplo, un primer número predeterminado de predictores del vector de movimiento  $N_{max1}$  puede ser utilizado para los bloques codificados utilizando inter-predicción para lo cual se codifica un bloque residual, y un segundo número predeterminado de predictores del vector de movimiento  $N_{max2}$  puede ser utilizado para los bloques codificados utilizando el modo SKIP, para lo cual solo se codifica un vector de movimiento, pero ningún bloque residual. Los respectivos números de predictores del vector de movimiento  $N_{max1}$  y  $N_{max2}$  se pueden señalar, por ejemplo, en el flujo de bits introduciéndolos en una cabecera, tal como la cabecera del segmento, o en cualquier campo de metadatos apropiado.

35 El codificador -30- comprende además un módulo de selección del modo de codificación -306-, que utiliza un criterio de coste de codificación, tal como un criterio de distorsión de la tasa, para determinar cuál es el mejor modo entre el modo de predicción espacial y el modo de predicción temporal. Se aplica una transformada -307- se aplica al bloque residual, los datos transformados obtenidos se cuantifican a continuación mediante el módulo -308- y se codifican entrópicamente mediante el módulo -309-. Finalmente, el bloque residual codificado del bloque actual a codificar es introducido en el flujo de bits -310-, junto con la información relativa al predictor utilizado. Para el caso de los bloques codificados en modo 'SKIP', solo se codifica una referencia al predictor en el flujo de bits, sin ningún bloque residual.

40 El codificador -30- lleva a cabo además la descodificación de la imagen codificada con el fin de producir una imagen de referencia para la estimación de movimiento de las imágenes siguientes. El módulo -311- lleva a cabo una cuantificación inversa de los datos cuantificados, seguida de una transformada inversa -312-. El módulo -313- de predicción de movimiento inversa utiliza la información de predicción para determinar qué predictor utilizar para un determinado bloque, y el módulo -314- de compensación del movimiento inversa de hecho, suma el residuo obtenido por el módulo -312- al área de referencia obtenida a partir del conjunto de imágenes de referencia -316-.  
65 Opcionalmente, se aplica un filtro de desbloqueo -315- para eliminar los efectos del bloqueo y mejorar la calidad

visual de la imagen descodificada. El mismo filtro de desbloqueo se aplica en el descodificador, de manera que, si no hay pérdidas de transmisión, el codificador y el descodificador aplican el mismo proceso.

5 La figura 4 muestra un diagrama de bloques de un descodificador según una realización de la invención. El descodificador está representado por módulos conectados, estando cada módulo adaptado para implementar, por ejemplo, en forma de instrucciones de programación para ser ejecutadas por la CPU -1111- del dispositivo -1000-, una etapa correspondiente de un procedimiento que implementa una realización de la invención.

10 El descodificador -40- recibe un flujo de bits -401- que comprende unidades de codificación, estando cada unidad compuesta por una cabecera que contiene información sobre los parámetros de codificación y un cuerpo que contiene los datos de video codificados. Tal como se ha explicado con respecto a la figura 3, los datos de video codificados se codifican entrópicamente, y los índices de los predictores del vector de movimiento se codifican, para un determinado bloque, en un número de bits predeterminado. Los datos de video codificados recibidos son  
15 descodificados (-403-) entrópicamente, descuantificados (-404-) y a continuación se aplica una transformada inversa (404).

20 En particular, cuando los datos recibidos del video codificado corresponden a un bloque residual de un bloque actual a descodificar, el descodificador descodifica asimismo la información de la predicción de movimiento a partir del flujo de bits, con el fin de encontrar la zona de referencia utilizada por el codificador.

25 El módulo -410- aplica la descodificación del vector de movimiento para cada bloque actual codificado mediante la predicción de movimiento, comprendiendo determinar el número  $N_{max}$  de predictores del vector de movimiento utilizados y obtener el índice del predictor del vector de movimiento codificado en un número de bits que dependen de  $N_{max}$ . De manera similar al módulo -317- de la figura 3, el módulo de descodificación -410- del vector de movimiento genera un conjunto de  $N_{max}$  predictores del vector de movimiento. Las realizaciones explicadas a continuación con respecto a las figuras 5 y 6 se aplican de manera similar. Si el flujo de bits es recibido sin pérdidas, el descodificador genera exactamente el mismo conjunto de predictores del vector de movimiento que el codificador. En caso de pérdidas, puede no ser posible generar el conjunto de predictores del vector de movimiento y, por lo tanto, descodificar correctamente el vector de movimiento asociado con el bloque actual. No obstante, el análisis sintáctico del flujo de bits siempre es posible, incluso en caso de pérdidas, dado que el número de bits utilizados para codificar el índice de los predictores del vector de movimiento puede ser obtenido sistemáticamente por el descodificador.  
30

35 Una vez que se ha obtenido el índice del predictor del vector de movimiento para el bloque actual, si no se han producido pérdidas, el valor real del vector de movimiento asociado con el bloque actual puede ser descodificado y utilizado para aplicar una compensación del movimiento inverso (-406-). La zona de referencia indicada por el vector de movimiento descodificado es extraída de una imagen de referencia (-408-) para aplicar finalmente la compensación del movimiento inverso -406-.

40 En caso de que se haya aplicada intra-predicción, el módulo -405- aplica una intra-predicción inversa.

Finalmente, se obtiene un bloque descodificado. Se aplica un filtro de desbloqueo -407-, de manera similar al filtro de desbloqueo -315- aplicado en el codificador. Una señal de video descodificada -409- es proporcionada finalmente por el descodificador -40-.  
45

50 La figura 5 detalla la generación del conjunto de predictores del vector de movimiento o candidatos a vector de movimiento en una primera realización de la presente invención. Todas las etapas del algoritmo representadas en la figura 5 pueden ser implementadas en software y ejecutadas por la unidad central de proceso -1111- del dispositivo -1000-.

La figura 5 representa un diagrama de flujo aplicado para un determinado bloque actual a codificar, que tiene un vector de movimiento asociado que designa un área de referencia en una imagen de referencia.

55 En la etapa -S500-, se obtiene en primer lugar un conjunto inicial de predictores del vector de movimiento L1. El conjunto L1 se compone de N candidatos. En una realización, el conjunto inicial de predictores del vector de movimiento comprende los candidatos a vector de movimiento seleccionados según el esquema de predicción de vector de movimiento AMVP ya descrito haciendo referencia a la figura 1, por ejemplo, los vectores  $-V_0-$  a  $-V_3-$  de la figura 1 y el vector medio calculado a partir de  $-V_1-$ ,  $-V_2-$  y  $-V_3-$ . De acuerdo con ello, N es un máximo de 5.

60 Preferentemente, el conjunto inicial de predictores del vector de movimiento L1 contiene solo vectores de movimiento diferentes entre sí. Tomando el ejemplo de la figura 1, solo se deben mantener en L1 los vectores de movimiento  $-V_0-$ ,  $-V_1-$  y el vector medio, y el número de predictores del vector de movimiento es  $N = 3$ .

65 En una realización alternativa, es posible aplicar cualquier otro esquema para seleccionar vectores de movimiento ya calculados y calcular otros vectores de movimiento a partir de los disponibles (es decir, promedio, medio, etc.) para formar el conjunto inicial de predictores del vector de movimiento L1.

En otra realización alternativa más, el conjunto inicial de predictores del vector de movimiento L1 está vacío y  $N=0$ .

5 En la siguiente etapa -S502-, se obtiene el número objetivo  $N_{max}$  de predictores del vector de movimiento candidatos a utilizar.  $N_{max}$  puede ser predeterminado para toda la secuencia de imágenes digitales a codificar, por ejemplo,  $N_{max}=4$ , o puede ser seleccionado según parámetros de codificación del bloque actual a codificar o de la unidad de codificación (por ejemplo, el segmento) a la cual pertenece el bloque actual a codificar.

10 Por ejemplo, el número  $N_{max}$  puede depender del tamaño de la transformada aplicada al macrobloque al que pertenece el bloque actual que se está procesando: por ejemplo,  $N_{max}=p$  para una transformada aplicada en un bloque de  $2^{p+1} \times 2^{p+1}$ .

15 En una realización, el número de bits  $k$  a utilizar para la codificación del índice del predictor del vector de movimiento está en relación directa con  $N_{max}$ :  $k=INT_{sup}(\log_2(N_{max}))$ , en que  $INT_{sup}(x)$  es el número entero que sigue inmediatamente al valor  $x$ . Preferentemente,  $N_{max}$  debe ser una potencia de 2,  $N_{max}=2^k$ , para utilizar todos los índices que pueden ser codificados en  $k$  bits. Ventajosamente, todos los bits utilizados para la señalización se utilizan para poder designar una diversidad de predictores del vector de movimiento y para mejorar la compresión.

20 Alternativamente, es posible utilizar cualquier tipo de codificación de los índices representativos de los predictores del vector de movimiento, después de que el número de predictores del vector de movimiento diferentes  $N_{max}$  haya sido determinado. En particular, es posible utilizar cualquier tipo de codificación entrópica, tal como codificación Huffman o la codificación aritmética. Asimismo, los índices se pueden codificar, también utilizando un código de tipo prefijo, tal como un código Rice-Golomb o un código unitario.

25 A continuación, se verifica en la etapa -S503- si el número  $N$  de predictores del vector de movimiento del conjunto L1 es mayor que  $N_{max}$ .

30 En caso de respuesta positiva, la prueba -S503- se sigue por la etapa -S504- de selección de un candidato a predictor del vector de movimiento de L1, es seguida por la eliminación del candidato a predictor del vector de movimiento seleccionado de L1 en la etapa -S506- para formar un conjunto modificado de predictores del vector de movimiento L2.

35 La selección de la etapa -S504- es aplicada según un criterio de eliminación, por ejemplo, un criterio de distancia. Por ejemplo, el conjunto L1 comprende predictores del vector de movimiento  $\{-V_1, \dots, -V_N\}$ , en el que cada predictor del vector de movimiento es un vector representado por sus componentes o coordenadas en el eje X y en el eje Y en un sistema de coordenadas, tal como se representa en la figura 8.

40 En una realización, la etapa -S504- determina la distancia entre cada vector  $-V_k$  y cada uno de los otros vectores  $-V_n$  de L1 distintos del propio  $-V_k$ , calculando la distancia como la expresión  $d(V_k, V_n) = |V_{kx} - V_{nx}| + |V_{ky} - V_{ny}|$ , en la que  $|a|$  representa el valor absoluto de  $a$ . Tomando el ejemplo de la figura 8, el vector  $V$  tiene las coordenadas (3, 2), el vector  $V'$  tiene las coordenadas (4, 2) y  $V''$  tiene las coordenadas (3, 3). En este ejemplo,  $d(V, V') = d(V, V'') = 1$ , de manera que  $V'$  y  $V''$  están a la misma distancia del vector  $V$ , mientras que  $d(V', V'') = 2$ .

45 Se puede aplicar alternativamente cualquier otro tipo de medición para el cálculo de las distancias puede ser aplicado alternativamente.

50 La distancia mínima encontrada  $d(V_p, V_q)$  indica los dos vectores más próximos  $-V_p$ ,  $-V_q$ , de entre el conjunto L1, y por lo tanto, uno de estos dos vectores es seleccionado para su eliminación. La selección de uno de estos dos vectores se puede basar en la distancia de cada uno de ellos a los vectores de predicción de movimiento restantes en el conjunto L1 modificado: el vector entre  $-V_p$  y  $-V_q$  que tiene la menor distancia al otro vector del conjunto L1 es seleccionado para su eliminación.

55 El resultado es asegurar que la distancia entre los vectores restantes en el conjunto modificado L2 es la máxima, para permitir la utilización de predictores del vector de movimiento tan variados o diversos como sea posible.

60 Después de la eliminación del vector seleccionado, el valor de  $N$  se reduce (-S508-) y, a continuación,  $N$  se compara con  $N_{max}$  (-S510-). Si el valor de  $N$  no ha alcanzado todavía  $N_{max}$ , (respuesta 'no' a la prueba -S510-) las etapas -S504- a -S510- se repiten. De lo contrario, si  $N$  ha alcanzado  $N_{max}$ , la etapa -S510- está seguida de la etapa -S522- que se describe a continuación.

Si la respuesta a la prueba -S503- es 'no', entonces la prueba -S512- verifica si  $N$  es menor que  $N_{max}$ . En caso de respuesta negativa, es decir, si  $N=N_{max}$ , la prueba -S512- está seguida por la etapa -S522- que se describe a continuación.

Si la respuesta a la prueba -S512- es 'sí', es decir si N es estrictamente menor que  $N_{max}$ , entonces la prueba -S512- está seguida por la etapa -S514- de obtención o generación de un candidato a predictor del vector de movimiento adicional. Ciertamente, empezando a partir del conjunto inicial de predictores del vector de movimiento L1, es posible añadir otros candidatos como predictores del vector de movimiento en un orden predeterminado, para formar un conjunto modificado de predictores del vector de movimiento L2. Tomando el ejemplo de la figura 7, los vectores de movimiento de los bloques -710-, -720-, -730- y -740- pueden ser añadidos como posibles predictores del vector de movimiento. Además, los 2 predictores entre -770-, -760-, -750- que no fueron seleccionados en -S500- se pueden añadir como posibles predictores del vector de movimiento.

Para cada potencial candidato a predictor del vector de movimiento MV, se verifica si el predictor del vector de movimiento MV es diferente de todos los candidatos a predictor del vector de movimiento ya almacenados en el conjunto L2.

Si cada potencial candidato a vector de movimiento considerado, tal como por ejemplo los vectores de movimiento de bloques -710-, -720-, -730-, -740-, -750-, -760- y -770- de la figura 7 es igual a un predictor del vector de movimiento del conjunto L2, en la etapa -S514- se calculan nuevos candidatos 'virtuales' a predictor del vector de movimiento.

Dichos candidatos a predictor del vector de movimiento se denominan virtuales porque no son vectores de movimiento de otros bloques de la imagen actual o de la imagen de referencia. Los predictores virtuales del vector de movimiento son calculados a partir de predictores del vector de movimiento existentes, por ejemplo, sumando diferencias. Por ejemplo, a partir de un vector de movimiento MV del conjunto L2 de coordenadas  $(MV_x, MV_y)$ , es posible calcular cuatro predictores virtuales del vector de movimiento sumando/restando una diferencia 'dif' a sus coordenadas:  $MV'(MV_x \pm off, MV_y \pm off)$ . Habitualmente, la dif puede ser igual a 1 o 2.

Alternativamente, se pueden aplicar otras modificaciones de las componentes del predictor del vector de movimiento MV para obtener predictores virtuales del vector de movimiento, con el fin de obtener predictores del vector de movimiento variados empezando a partir de los predictores del vector de movimiento existentes con el fin de aumentar la eficiencia de la compresión.

Por ejemplo, las componentes del vector de movimiento MV pueden ser modificadas de manera independiente, utilizando respectivamente dos valores difx y dify, y cualquiera de difx u dify pueden ser configurados como 0.

En una realización, tanto difx como dify son proporcionales a la componente correspondiente:  $difx = aMV_x$  y  $dify = bMV_y$ , siendo a y b habitualmente menores de 0,5. Si es necesario, las coordenadas  $MV_x$  y  $MV_y$  modificadas se redondean al valor entero más próximo, para representar un desplazamiento en la malla de píxeles.

En una realización, un vector de movimiento complementario, de una norma predeterminada, es añadido al vector MV, teniendo el vector complementario la misma dirección que el vector de movimiento MV, tal como se representa en la figura 8: el vector complementario -850- se suma al vector -820-.

En otra realización alternativa más, se calcula una varianza de los vectores de movimiento del conjunto L2:

$$var = \sum_{MV \in L2} (MV_x - \overline{MV_x})^2 + (MV_y - \overline{MV_y})^2$$

donde  $\overline{MV_x}$  representa el valor medio de las coordenadas  $MV_x$  de los vectores de L2, y  $\overline{MV_y}$  representa el valor medio de las coordenadas  $MV_y$  de los vectores de L2. A continuación, se selecciona la diferencia dif comparando el valor calculado var con un umbral T predeterminado. T puede ser igual a  $50/L2$ . Si var es menor que T, el valor de la desactivación es pequeño, por ejemplo,  $dif=1$ ; si var es mayor que T, la desviación es ajustada a un valor mayor, por ejemplo,  $dif=3$ . Además, en esta realización también se puede asimismo calcular un valor difx o dify diferenciado para cada componente.

Un predictor del vector de movimiento obtenido en la etapa -S514- es añadido al conjunto de predictores del vector de movimiento L2 en la etapa -S516-, y el número N se incrementa en 1 (etapa -S518-).

A continuación, se verifica en la etapa -S520- que N es igual a  $N_{max}$ . En caso de respuesta negativa, se repiten las etapas -S514- a -S520-.

En caso de respuesta positiva, se ha alcanzado el número objetivo determinado de candidatos a predictor del vector de movimiento  $N_{max}$ , y la etapa -S520- es seguida, en el codificador, por la etapa -S522- de selección de un predictor del vector de movimiento óptimo para el bloque actual del conjunto L2. Por ejemplo, se aplica un criterio de optimización de distorsión de la tasa para seleccionar el predictor óptimo del vector de movimiento  $MV_i$  para codificar el vector de movimiento del bloque actual.

En el codificador, se codifica el residuo del movimiento, es decir, la diferencia entre el vector de movimiento del bloque actual y el predictor del vector de movimiento seleccionado, seleccionándose asimismo una indicación del

predicador del vector de movimiento en la etapa -S524-. Por ejemplo, el índice  $i$  del predicador del vector de movimiento seleccionado  $MV_i$  de L2 es codificado, utilizando  $k = \text{INT}_{\text{sup}}(\log_2(N_{\text{max}}))$  bits.

Alternativamente, se puede aplicar una codificación entrópica del índice  $i$ .

En otra alternativa más, el índice  $i$  puede ser codificado utilizando un código de tipo prefijo, como el código de Rice-Golomb, en el que cada valor  $i$  es codificado utilizando  $i$  '1's seguidos por un '0'.

El algoritmo de la figura 5 puede ser asimismo implementado por un descodificador para generar el conjunto de predicadores del vector de movimiento o los candidatos a vector de movimiento para un determinado bloque, sin las etapas -S52-2 y -S524-.

En el descodificador, el índice  $i$  del predicador del vector de movimiento seleccionado  $MV_i$  para el determinado bloque a descodificar se obtiene a partir del flujo de bits, conociendo  $N_{\text{max}}$  y, por lo tanto, el número de bits  $k$  en los que el índice  $i$  ha sido codificado. Las etapas -S500- a -S518- son implementadas de manera similar para obtener el conjunto de predicadores del vector de movimiento L2, de manera que el índice  $i$  descodificado a partir del flujo de bits designa el predicador del vector de movimiento utilizado de hecho por el codificador.

En caso de pérdidas durante la transmisión, dado que el número  $N_{\text{max}}$  puede ser obtenido de manera sistemática por el descodificador, el flujo de bits recibido puede ser analizado sintácticamente de manera sistemática para extraer el índice  $i$  que designa el predicador del vector de movimiento seleccionado, incluso si, dependiendo de los paquetes perdidos, no se puede obtener en el descodificador el conjunto completo de predicadores del vector de movimiento L2.

La figura 6 detalla la generación del conjunto de predicadores del vector de movimiento o de candidatos a vector de movimiento en una segunda realización de la presente invención. Todas las etapas del algoritmo representadas en la figura 6 pueden ser implementadas en software y ejecutadas por la unidad central de proceso -1111- del dispositivo -1000-.

La figura 6 representa un diagrama de flujo aplicado a un bloque actual dado a codificar, que tiene un vector de movimiento asociado que designa un área de referencia en una imagen de referencia.

En primer lugar, de manera similar a la etapa -S502- de la figura 5, el número objetivo  $N_{\text{max}}$  de candidatos a predicador del vector de movimiento a utilizar se determina en la etapa -S600-.

En una realización,  $N_{\text{max}}$  es de la forma  $2^k$ , de manera que cada valor de índice que puede ser codificado en  $k$  bits corresponde a un posible predicador del vector de movimiento.

Por ejemplo, para utilizar todos los predicadores del vector de movimiento del esquema de AMVP que propone 5 predicadores del vector de movimiento, se requieren 3 bits para codificar el índice de un predicador del vector de movimiento. En este caso, preferentemente  $N_{\text{max}} = 2^3 = 8$ .

Un conjunto inicial de candidatos a predicador del vector de movimiento L1 se obtiene en la etapa -S602-. Por ejemplo, se selecciona el conjunto inicial de  $N=5$  predicadores del vector de movimiento de AMVP.

Se aplica un proceso de reducción en el conjunto inicial de predicadores del vector de movimiento para eliminar duplicados, con el fin de obtener un conjunto reducido de predicadores del vector de movimiento que contiene  $N1$  elementos. Preferentemente, el número de duplicados de cada vector que queda después del proceso de reducción es registrado y almacenado en una memoria para un uso posterior en la etapa -S612- que se describe a continuación.

A continuación, se verifica (prueba -S606-) si  $N1$  es mayor o igual que  $N_{\text{max}}$ , el número objetivo de predicadores del vector de movimiento. Se puede señalar que un resultado positivo a esta prueba solo se produce si el algoritmo se inicia con un primer conjunto de predicadores del vector de movimiento, un número de vectores de movimiento mayor que  $N_{\text{max}}$ . En caso de respuesta positiva, la etapa -S606- está seguida por la etapa -S630- de selección de los primeros  $N_{\text{max}}$  candidatos a predicadores del vector de movimiento del conjunto L1 para formar el conjunto de predicadores del vector de movimiento L2.

En caso de respuesta negativa, es decir, si  $N1$  es menor que  $N_{\text{max}}$ , el conjunto de predicadores del vector de movimiento tiene que ser complementado con predicadores del vector de movimiento adicionales.

En la etapa -S608- se obtiene un segundo conjunto de candidatos a predicador del vector de movimiento L1'.

El segundo conjunto de predicadores del vector de movimiento L1' se compone de los predicadores del vector de movimiento restantes del primer conjunto L1 y por vectores de movimiento adicionales, por ejemplo, correspondientes a los vectores de movimiento del bloque -710-, -720-, -730- y -740- de la imagen de referencia tal

como se representa en la figura 7. Además, los 2 predictores de entre -770-, -760-, -750- que no fueron seleccionados en -S600- se pueden añadir como posibles predictores del vector de movimiento. Cada predictor del vector de movimiento del conjunto L1' tiene un índice correspondiente.

5 A continuación, se aplica un proceso de reducción al segundo conjunto de predictores del vector de movimiento en la etapa -S610-, para obtener un segundo conjunto reducido de predictores del vector de movimiento L1'' de N2 vectores. El proceso de reducción elimina los duplicados, de manera que todos los predictores del vector de movimiento de L1'' son diferentes entre sí. El número de duplicados de cada vector mantenido en L1'' es registrado y almacenado en una memoria para un uso posterior en la etapa -S612- que se describe a continuación.

10 Se comprueba a continuación en la etapa -S628- si el número de predictores del vector de movimiento N2 es mayor o igual que  $N_{max}$ . En caso de respuesta positiva, la etapa -S628- está seguida por la etapa -S630- ya descrita.

15 En caso de respuesta negativa, es necesario añadir más predictores del vector de movimiento al segundo conjunto reducido de predictores del vector de movimiento L1'', para obtener el conjunto final de  $N_{max}$  predictores del vector de movimiento.

20 A continuación de la prueba -S628-, en caso de respuesta negativa, se asigna un valor de importancia a cada candidato a predictor del vector de movimiento restante del segundo conjunto reducido de predictores del vector de movimiento L1'' en la etapa -S612-.

En una realización alternativa, la etapa -S612- sigue directamente a la prueba -S606-, en caso de respuesta negativa a la prueba -S606-.

25 El valor de importancia se calcula en esta realización como el número de duplicados de un predictor del vector de movimiento dado, utilizando el número de duplicados de un predictor del vector de movimiento dado calculado y almacenado durante las etapas -S604- y -S610-. Tomando el ejemplo de la figura 1, dos vectores, -V<sub>0</sub>- y -V<sub>3</sub>- son iguales, de manera que el vector -V<sub>0</sub>- tiene un valor de importancia igual a 2.

30 En una realización alternativa, el valor de importancia se puede calcular en función de la distancia a un vector representativo del conjunto de vectores considerado, como el valor promedio de los vectores del conjunto o la mediana de los vectores del conjunto. A continuación, la importancia puede ser calculada como la inversa de la distancia de un vector dado del conjunto V<sub>n</sub> al vector representativo: cuanto más cerca esté un vector V<sub>n</sub> del vector representativo del conjunto, mayor es la importancia de V<sub>n</sub>.

35 A continuación, los restantes N2 candidatos a predictores del vector de movimiento son ordenados en la etapa -S614- según un orden de valor de importancia decreciente. Si varios predictores del vector de movimiento tienen el mismo valor de importancia, pueden ser ordenados según el orden creciente de sus índices.

40 Los predictores del vector de movimiento reordenados son reasignados según índices crecientes {-V<sub>0</sub>-, -V<sub>1</sub>-, ..., -V<sub>N2-1</sub>-}.

45 En la siguiente etapa -S616-, una variable n es inicializada a 0 y una variable N es inicializada a N2, que es el número actual de predictores del vector de movimiento en el conjunto reordenado.

A continuación, en la etapa -S618- que sigue a la etapa -S616-, los candidatos virtuales de predictor del vector de movimiento son añadidos al conjunto reordenado. En esta realización, los predictores del vector de movimiento son calculados a partir de los predictores del vector de movimiento restantes, ordenados según su importancia. Se considera el predictor del vector de movimiento de índice n del conjunto reordenado V<sub>n</sub> de coordenadas (V<sub>n<sub>x</sub></sub>, V<sub>n<sub>y</sub></sub>). La siguiente lista de 8 predictores virtuales del vector de movimiento, definida por sus coordenadas, puede ser calculada a partir de V<sub>n</sub>, añadiendo sucesivamente +dif y -dif a una de las dos coordenadas de V<sub>n</sub>:

{(V<sub>n<sub>x</sub></sub>+off, V<sub>n<sub>y</sub></sub>), (V<sub>n<sub>x</sub></sub>-off, V<sub>n<sub>y</sub></sub>), (V<sub>n<sub>x</sub></sub>+off, V<sub>n<sub>y</sub></sub>+off), (V<sub>n<sub>x</sub></sub>+off, V<sub>n<sub>y</sub></sub>-off), (V<sub>n<sub>x</sub></sub>-off, V<sub>n<sub>y</sub></sub>+off), (V<sub>n<sub>x</sub></sub>-off, V<sub>n<sub>y</sub></sub>-off), (V<sub>n<sub>x</sub></sub>, V<sub>n<sub>y</sub></sub>+off), (V<sub>n<sub>x</sub></sub>, V<sub>n<sub>y</sub></sub>-off)}.

55 Se puede utilizar cualquier cálculo alternativo de los predictores virtuales del vector de movimiento partiendo del predictor del vector de movimiento V<sub>n</sub>, en particular las alternativas descritas anteriormente con respecto a la etapa -S514- de la figura 5.

60 Esta lista de predictores virtuales del vector de movimiento es añadida al conjunto actual de predictores del vector de movimiento.

Los duplicados son eliminados en la etapa -S620-.

El valor N es actualizado en la etapa -S622- respecto al número restante de predictores del vector de movimiento después de la eliminación de potenciales duplicados.

5 A continuación, se verifica si N es mayor o igual que  $N_{\max}$  en la etapa -S624-. En caso de respuesta negativa, la etapa -S624- está seguida por la etapa -S634- de incremento del valor n en 1, y se repiten las etapas -S618- a -S624-.

10 En caso de respuesta positiva a la etapa -S624-, se han obtenido suficientes predictores del vector de movimiento. La etapa -S624- está seguida por la etapa -S630- de selección de los primeros  $N_{\max}$  candidatos a vector de movimiento para constituir el conjunto final de predictores del vector de movimiento L2 de  $N_{\max}$  vectores.

15 En el codificador, la etapa -S630- está seguida por la etapa -S632-, análoga a la etapa -S522- de la figura 5, de selección de un predictor del vector de movimiento  $MV_i$  óptimo entre el conjunto de predictores del vector de movimiento para el bloque actual, según un criterio predeterminado tal como un criterio de distorsión de la tasa.

La etapa -S632- está seguida por la etapa -S634- de codificación del vector de movimiento del bloque actual que utiliza el predictor del vector de movimiento  $MV_i$ , similar a la etapa -S524- de la figura 5. Por ejemplo, el índice i de los predictores del vector de movimiento  $MV_i$  es codificado utilizando k bits, siendo k calculado a partir de  $N_{\max}$ ,  $k = \text{INT}_{\text{sup}}(\log_2(N_{\max}))$ .

20 Alternativamente, se puede aplicar una codificación entrópica de índice i.

En otra alternativa más, el índice i se puede codificar utilizando un código de tipo prefijo, tal como el código de Rice-Golomb, en el que cada valor i es codificado utilizando i '1's seguidos por un '0'.

25 El algoritmo de la figura 6 puede ser asimismo implementado mediante un descodificador para generar el conjunto de predictores del vector de movimiento o de candidatos a vector de movimiento para un determinado bloque, excepto las etapas -S632- y -S634-, que se omiten en el lado del descodificador.

30 En el descodificador, el índice i del predictor del vector de movimiento seleccionado  $MV_i$  para el determinado bloque a descodificar se obtiene a partir del flujo de bits, conociendo  $N_{\max}$  y por lo tanto el número de bits k en los que se ha codificado el índice i. Las etapas -S600- a -S630- son implementadas de manera similar para obtener el conjunto de predictores del vector de movimiento L2, de manera que el índice i descodificado a partir del flujo de bits designa el predictor del vector de movimiento utilizado realmente por el codificador.

35 En caso de pérdidas durante la transmisión, dado que el número  $N_{\max}$  puede ser obtenido de manera sistemática por el descodificador, el flujo de bits recibido puede ser analizado sintácticamente para extraer el índice i que designa el predictor de vector de movimiento seleccionado, incluso si, dependiendo de la pérdida de paquetes, el conjunto completo de predictores del vector de movimiento L2 no se puede obtener en el descodificador.

40 Las realizaciones descritas anteriormente se basan en particiones de bloque de imágenes de entrada, pero más generalmente, se puede considerar cualquier tipo de partes de la imagen a codificar o descodificar, en particular, partes rectangulares o, de manera más general, partes geométricas.

45 Se pueden considerar otras realizaciones alternativas, tales como por ejemplo empezar con un conjunto grande de candidatos a predictor del vector de movimiento, que comprende un número de vectores N mayor que el número objetivo de predictores del vector de movimiento determinados  $N_{\max}$ , y aplicar un algoritmo de tipo de agrupamiento para reducir el conjunto de vectores. Por ejemplo, se puede aplicar una partición de Voronoï para reducir el conjunto a los  $N_{\max}$  vectores más representativos del conjunto según una distancia predefinida entre los vectores del conjunto.

50

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para codificar una secuencia de imágenes digitales en un flujo de bits, siendo, por lo menos, una parte de una imagen codificada por compensación del movimiento con respecto a una parte de la imagen de referencia,
- 5 en el que, para por lo menos una parte de la imagen a codificar, el procedimiento comprende las etapas de:
- obtener un número objetivo de predictores de información del movimiento a utilizar para dicha parte de imagen a codificar;
  - 10 - generar un conjunto de predictores de información del movimiento que tienen el número objetivo de predictores de la información del movimiento obtenido; y
  - seleccionar un predictor de información del movimiento de entre el conjunto generado de predictores de información del movimiento para codificar la información del movimiento de dicha parte de la imagen a codificar,
  - 15 y en el que la etapa de generar comprende:
    - obtener un primer conjunto de predictores de información del movimiento, estando cada uno de ellos asociado con una parte de imagen que tiene una relación espacial y/o temporal predeterminada con dicha parte de imagen que está siendo codificada, teniendo dicho primer conjunto de predictores de información del movimiento un número de predictores de información del movimiento no mayor que el número objetivo,
    - 20 - modificar dicho primer conjunto de predictores de información del movimiento eliminando uno o varios predictores de información del movimiento duplicados para obtener un conjunto reducido de predictores de información del movimiento que contienen un primer número de predictores de información del movimiento, siendo cada predictor de información del movimiento de dicho conjunto reducido diferente de cualquier otro predictor de información del movimiento de dicho conjunto reducido y
    - 25 - después de obtener dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento, comparar dicho primer número de predictores de información del movimiento con dicho número objetivo obtenido, y
    - si dicho primer número es menor que dicho número objetivo,
    - 30 - obtener uno o varios predictores de información del movimiento adicionales, y
    - añadir dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales a dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento,
    - 35 en el que los predictores de información del movimiento de dicho primer conjunto son predictores de información del movimiento reales, que tienen vectores de movimiento obtenidos a partir de partes de imagen de dicha imagen que está siendo codificada o de una imagen de referencia, y **caracterizado porque** dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales incluyen un predictor virtual de información del movimiento que no tiene un vector de movimiento obtenido a partir de una parte de imagen de dicha imagen que está siendo codificado o de una imagen de referencia, y dicha adición genera el conjunto de predictores de información del movimiento que tiene el número objetivo de predictores de información del movimiento.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los predictores de información del movimiento adicionales incluyen un predictor de información del movimiento real que tiene un vector de movimiento obtenido a partir de una parte de imagen de dicha imagen que está siendo codificado o de una imagen de referencia.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que añadir dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales a dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento para generar de este modo el conjunto de predictores de información del movimiento que tienen el número objetivo obtenido de predictores de información del movimiento incluye: añadir primero uno o varios predictores de información del movimiento real, comprobar a continuación si el número (N2) de los predictores de información del movimiento después de añadir dichos uno o varios predictores de información del movimiento reales adicionales es menor que dicho número objetivo (Nmax) y, en caso afirmativo, añadir el predictor de información del movimiento virtual.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 3, en el que el predictor de información del movimiento virtual se calcula a partir de un predictor de información del movimiento existente.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que se añade un vector complementario a un vector de movimiento de un predictor de información del movimiento existente, teniendo el vector complementario una dirección predeterminada con respecto a la dirección del vector de movimiento del predictor de información del movimiento existente.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la magnitud del vector complementario depende de la magnitud del vector de movimiento del predictor de información del movimiento existente.
- 5 7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, en el que el vector complementario tiene componentes ( $aMV_x$ ,  $bM-V_y$ ) proporcionales a los respectivos componentes correspondientes del vector de movimiento del predictor de información del movimiento existente.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además codificar un  
10 elemento de información representativo de dicho predictor de información del movimiento seleccionado.
9. Procedimiento según se reivindica en cualquier reivindicación precedente, que comprende además señalar en dicho flujo de bits dicho número objetivo.
- 15 10. Procedimiento de descodificación de un flujo de bits que comprende una secuencia codificada de imágenes digitales, siendo, por lo menos, una parte de una imagen codificada por compensación del movimiento con respecto a una imagen de referencia, en el que, para por lo menos una parte de la imagen a descodificar, el procedimiento comprende las etapas de:
- 20 - obtener un número objetivo de predictores de información del movimiento a utilizar para dicha parte de imagen a descodificar;
- generar un conjunto de predictores de información del movimiento que tienen el número objetivo de predictores de la información del movimiento obtenido; y
- 25 - determinar un predictor de información del movimiento de entre el conjunto generado de predictores de información del movimiento, para descodificar la información del movimiento de dicha parte de la imagen a descodificar,
- y en el que la etapa de generar comprende:
- 30 - obtener un primer conjunto de predictores de información del movimiento, asociados, cada uno, con una parte de imagen que tiene una relación espacial y/o temporal predeterminada con dicha parte de imagen que está siendo descodificada, teniendo dicho primer conjunto de predictores de información del movimiento un número de predictores de información del movimiento no mayor que el número objetivo,
- 35 - modificar dicho primer conjunto de predictores de información del movimiento eliminando uno o varios predictores de información del movimiento duplicados para obtener un conjunto reducido de predictores de información del movimiento que contiene un primer número de predictores de información del movimiento, siendo cada predictor de información del movimiento de dicho conjunto reducido diferente de cualquier otro predictor de información del movimiento de dicho conjunto reducido y
- 40 - después de obtener dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento, comparar dicho primer número de predictores de información del movimiento con dicho número objetivo obtenido, y
- 45 - si dicho primer número es menor que dicho número objetivo,
- obtener uno o varios predictores de información del movimiento adicionales, y
- añadir dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales a dicho conjunto reducido de  
50 predictores de información del movimiento,
- en el que los predictores de información del movimiento de dicho primer conjunto son predictores de información del movimiento reales, que tienen vectores de movimiento obtenidos a partir de partes de imagen de dicha imagen que está siendo descodificada o de una imagen de referencia, y caracterizado por que
- 55 los dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales incluyen un predictor virtual de información del movimiento que no tiene un vector de movimiento obtenido de una parte de imagen de dicha imagen que está siendo descodificada o de una imagen de referencia, y dicha adición genera el conjunto de predictores de información del movimiento que tiene el número objetivo de predictores de información del movimiento.
- 60 11. Procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además descodificar un elemento de información representativo de un predictor de información del movimiento seleccionado para dicha parte de imagen a descodificar.
- 65 12. Procedimiento según la reivindicación 11, que comprende además determinar dicho predictor de información del movimiento seleccionado a partir de dicho conjunto generado de predictores de información del movimiento utilizando dicho elemento de información descodificado.

- 5 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que los predictores de información del movimiento adicionales incluyen un predictor real de información del movimiento que tiene un vector de movimiento obtenido a partir de una parte de imagen de dicha imagen que está siendo descodificada o de una imagen de referencia.
- 10 14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que añadir dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales a dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento para generar de este modo el conjunto de predictores de información del movimiento que tiene el número objetivo de predictores de información del movimiento incluye, primero, añadir uno o varios predictores reales de información del movimiento adicionales, comprobar a continuación si el número (N2) de predictores de información del movimiento después de añadir los dichos uno o varios predictores reales de información del movimiento es menor que dicho número objetivo (Nmax) y, en caso afirmativo, añadir por lo menos dicho predictor virtual de información del movimiento.
- 15 15. Procedimiento según la reivindicación 10 o 14, en el que dicho predictor virtual de información del movimiento se calcula a partir de un predictor de información del movimiento existente.
- 20 16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que se añade un vector complementario a un vector de movimiento de un predictor de información del movimiento existente, teniendo el vector complementario una dirección predeterminada en relación con la dirección del vector de movimiento del predictor de información del movimiento existente.
- 25 17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que la magnitud del vector complementario depende de la magnitud del vector de movimiento del predictor de información del movimiento existente.
- 30 18. Procedimiento según la reivindicación 16 o 17, en el que el vector complementario tiene componentes (aMVx, bM-Vy) proporcionales a los respectivos componentes correspondientes del vector de movimiento del predictor de información del movimiento existente.
- 35 19. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 18, que comprende además obtener dicho número objetivo de dicho flujo de bits.
20. Dispositivo para codificar una secuencia de imágenes digitales en un flujo de bits, siendo, por lo menos, una parte de la imagen que está siendo codificado, codificada por compensación del movimiento con respecto a una parte de la imagen de referencia,
- comprendiendo el dispositivo:
- 40 un medio para obtener un número objetivo de predictores de información del movimiento a utilizar para una parte de una imagen a codificar;
- un medio para generar un conjunto de predictores de información del movimiento que tienen el número objetivo obtenido de predictores de información del movimiento; y
- 45 un medio para seleccionar un predictor de información del movimiento de entre el conjunto generado de predictores de información del movimiento, para codificar la información del movimiento de dicha parte de la imagen a codificar
- y en el que el medio para generar comprende:
- 50 un medio para obtener un primer conjunto de predictores de información del movimiento cada uno de los cuales está asociado con una parte de la imagen que tiene una relación espacial y/o temporal predeterminada con dicha parte de la imagen que está siendo codificado, teniendo dicho primer conjunto de predictores de información del movimiento un número de predictores de información del movimiento no mayor que el número objetivo,
- 55 un medio para modificar dicho primer conjunto de predictores de información del movimiento eliminando uno o varios predictores de información del movimiento duplicados para obtener un conjunto reducido de predictores de información del movimiento que contiene un primer número de predictores de información del movimiento, siendo cada predictor de información del movimiento de dicho conjunto reducido diferente de cualquier otro predictor de información del movimiento de dicho conjunto reducido, y que tiene
- 60 un medio que puede funcionar para, después de obtener dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento, comparar dicho primer número de predictores de información del movimiento con dicho número objetivo obtenido, y operable además para
- 65 - si dicho primer número es menor que dicho número objetivo,

- obtener uno o varios predictores de información del movimiento adicionales, y

5 - añadir dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales a dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento, para generar de ese modo el conjunto de predictores de información del movimiento que tiene el número objetivo obtenido de predictores de información del movimiento,

10 en el que los predictores de información del movimiento de dicho primer conjunto son predictores reales de información del movimiento, que tiene vectores de movimiento obtenidos a partir de partes de imagen de dicha imagen que está siendo codificado o de una imagen de referencia, y caracterizado por que

15 dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales incluyen un predictor virtual de información del movimiento que no tiene un vector de movimiento obtenido a partir de una parte de imagen de dicha imagen que está siendo codificado o una imagen de referencia, y dicha adición genera el conjunto de predictores de información del movimiento que tienen el número objetivo obtenido de predictores de información del movimiento.

20 21. Dispositivo para descodificar un flujo de bits, que comprende una secuencia codificada de imágenes digitales, siendo, por lo menos, una parte de una imagen codificada por compensación del movimiento con respecto a una imagen de referencia, comprendiendo el dispositivo:

un medio para obtener un número objetivo de predictores de información del movimiento a utilizar para una parte de una imagen a descodificar;

25 un medio para generar un conjunto de predictores de información del movimiento que tienen el número objetivo obtenido de predictores de información del movimiento; y

un medio para determinar un predictor de información del movimiento de entre el conjunto generado de predictores de información del movimiento, para descodificar la información del movimiento de dicha parte de la imagen a descodificar,

30 y en el que el medio para generar comprende:

35 un medio para obtener un primer conjunto de predictores de información del movimiento estando asociados, cada uno con una parte de la imagen que tiene una relación espacial y/o temporal predeterminada con dicha parte de la imagen que está siendo descodificada, teniendo dicho primer conjunto de predictores de información del movimiento un número de predictores de información del movimiento no mayor que el número objetivo,

40 un medio para modificar dicho primer conjunto de predictores de información del movimiento eliminando uno o varios predictores de información del movimiento duplicados para obtener un conjunto reducido de predictores de información del movimiento que contiene un primer número de predictores de información del movimiento, siendo cada predictor de información del movimiento de dicho conjunto reducido diferente de cualquier otro predictor de información del movimiento de dicho conjunto reducido, y que tiene

45 un medio operable, después de obtener dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento, para comparar dicho primer número de predictores de información del movimiento con dicho número objetivo obtenido, y operable además para

- si dicho primer número es menor que dicho número objetivo,

50 - obtener uno o varios predictores de información del movimiento adicionales, y

- añadir dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales a dicho conjunto reducido de predictores de información del movimiento, para generar de este modo el conjunto de predictores de información del movimiento que tiene el número objetivo obtenido de predictores de información del movimiento,

55 en el que los predictores de información del movimiento de dicho primer conjunto son predictores reales de información del movimiento, que tienen vectores de movimiento obtenidos a partir de partes de imagen de dicha imagen que está siendo descodificada o de una imagen de referencia, y caracterizado por que

60 dichos uno o varios predictores de información del movimiento adicionales incluyen un predictor virtual de información del movimiento que no tiene un vector de movimiento obtenido a partir de una parte de imagen de dicha imagen que está siendo descodificada o de una imagen de referencia, y dicha adición genera el conjunto de predictores de información del movimiento que tienen el número objetivo obtenido de predictores de información del movimiento.

22. Programa informático que, cuando es ejecutado en un ordenador, hace que el ordenador lleve a cabo un procedimiento para codificar una señal digital de video según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, o un procedimiento de descodificación de un flujo de bits, según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 19.

5 23. Medio de almacenamiento legible por ordenador que almacena un programa según la reivindicación 22.

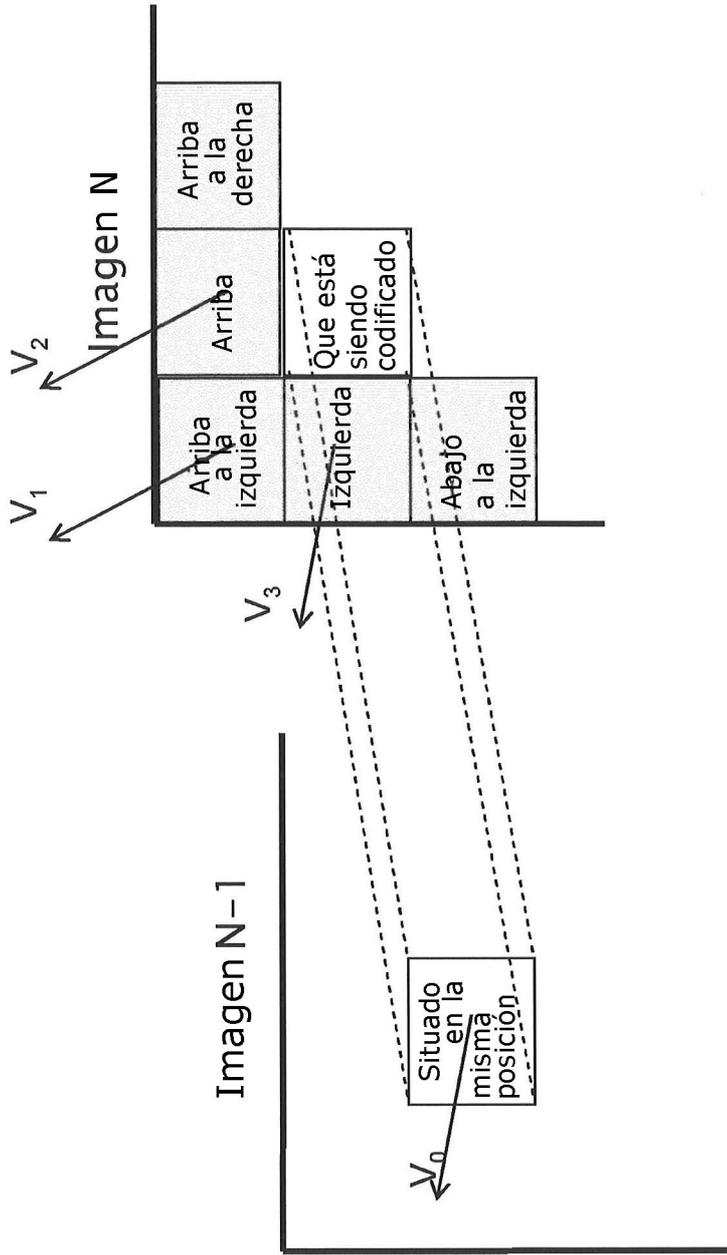


Figura 1

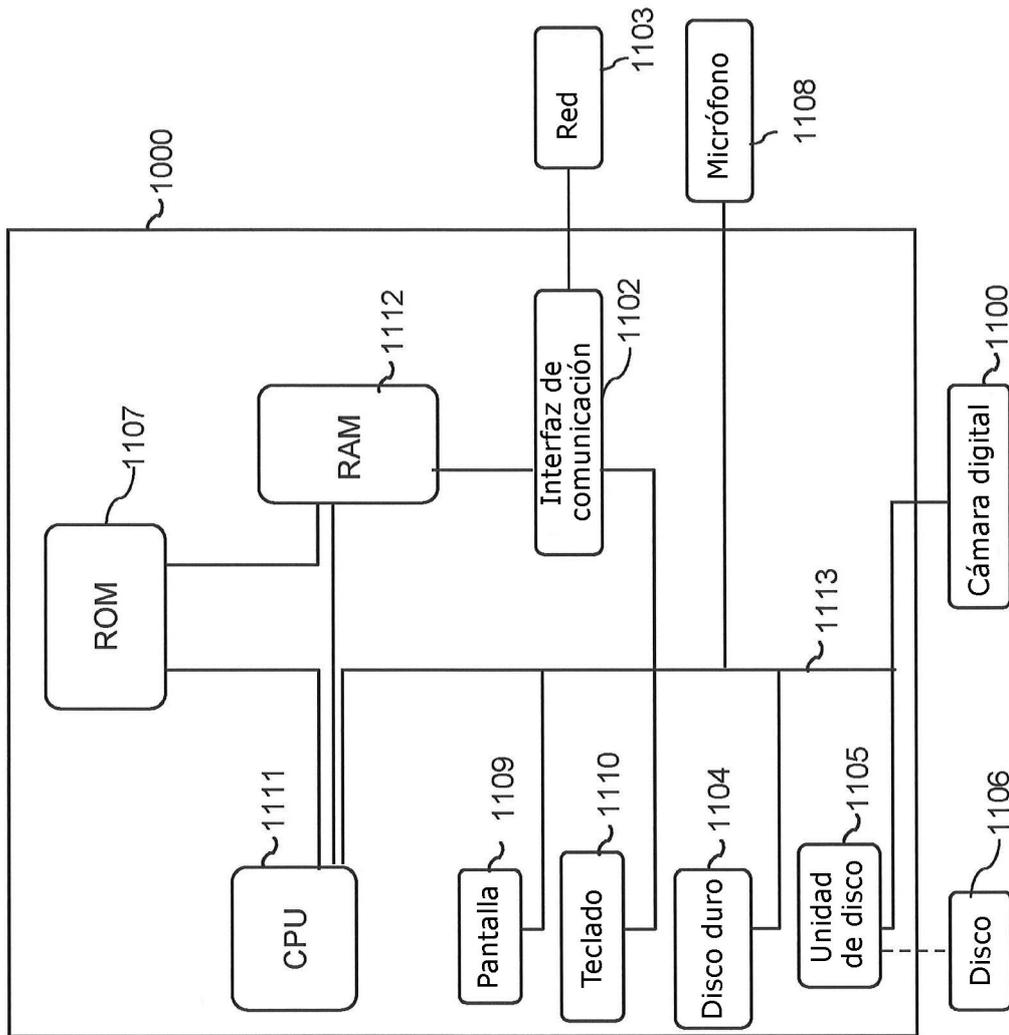


Figura 2

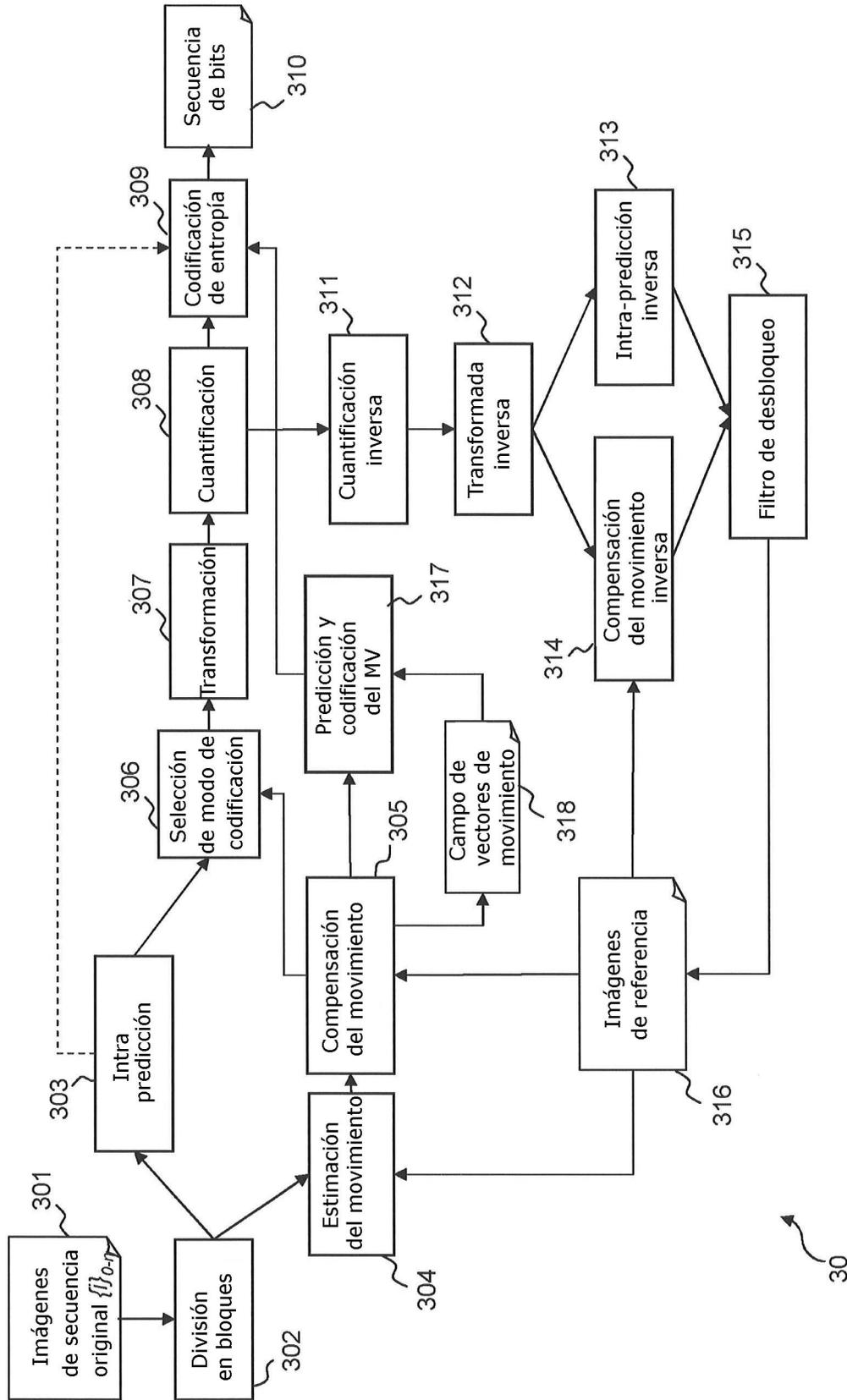


Figura 3

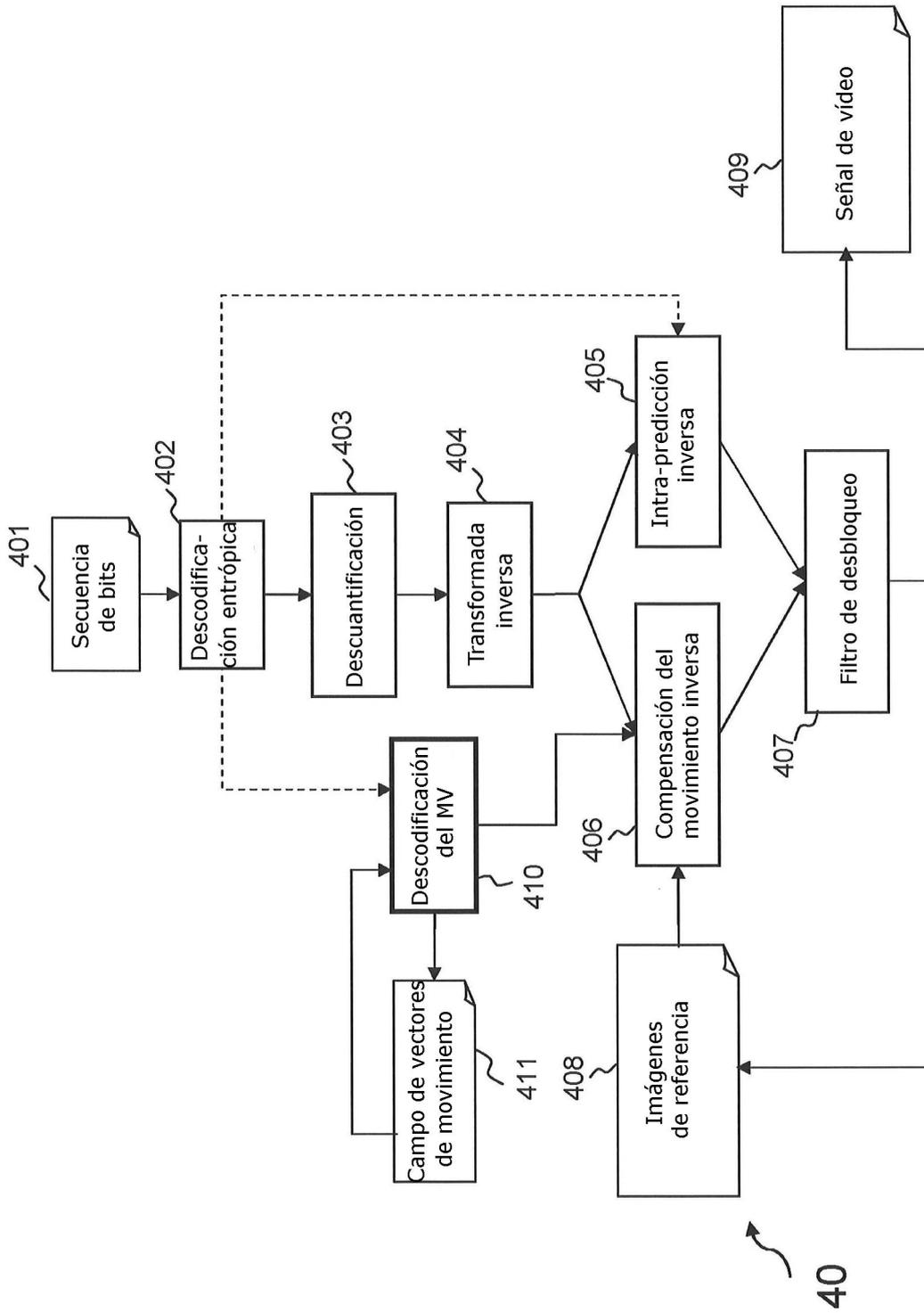


Figura 4

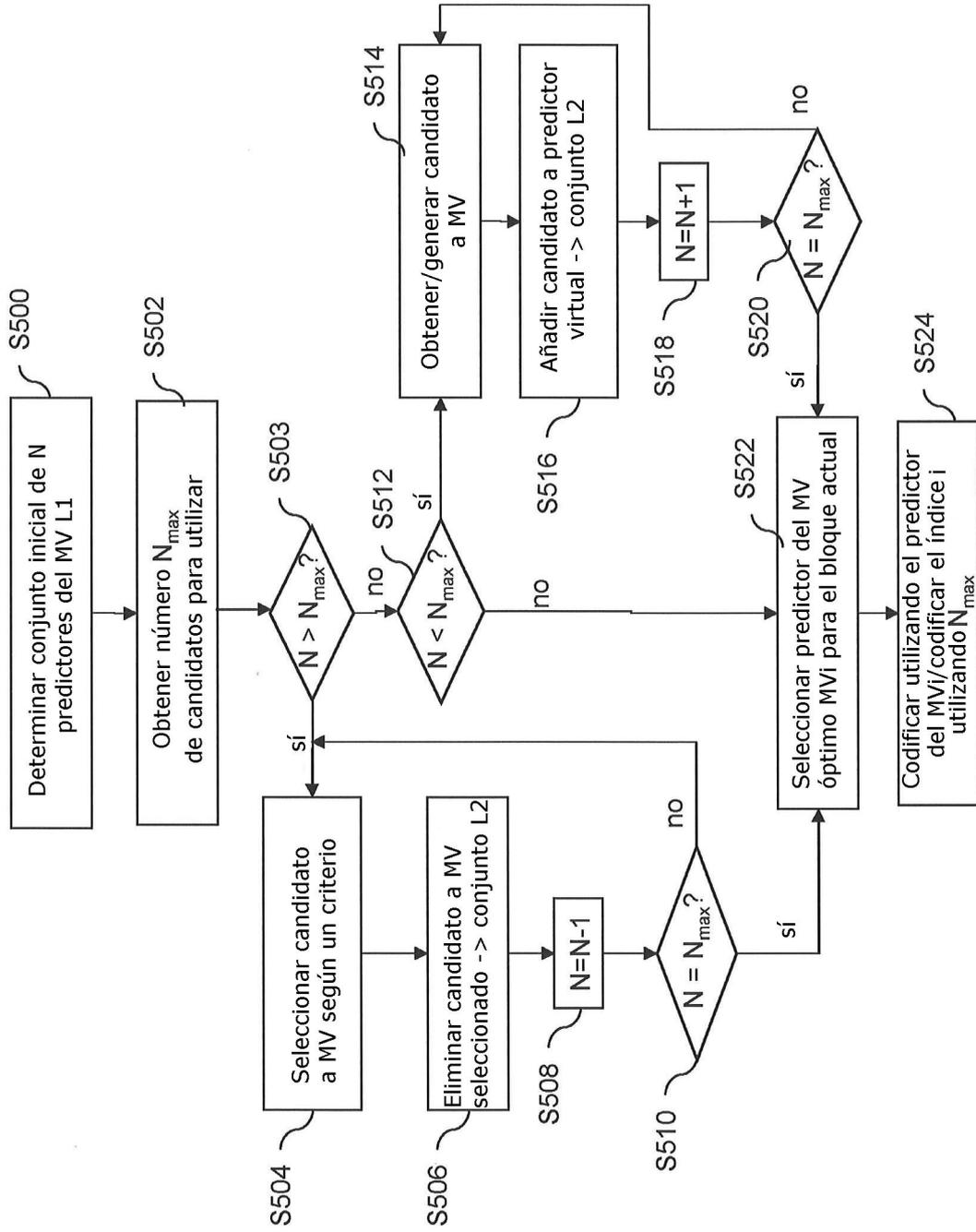


Figura 5

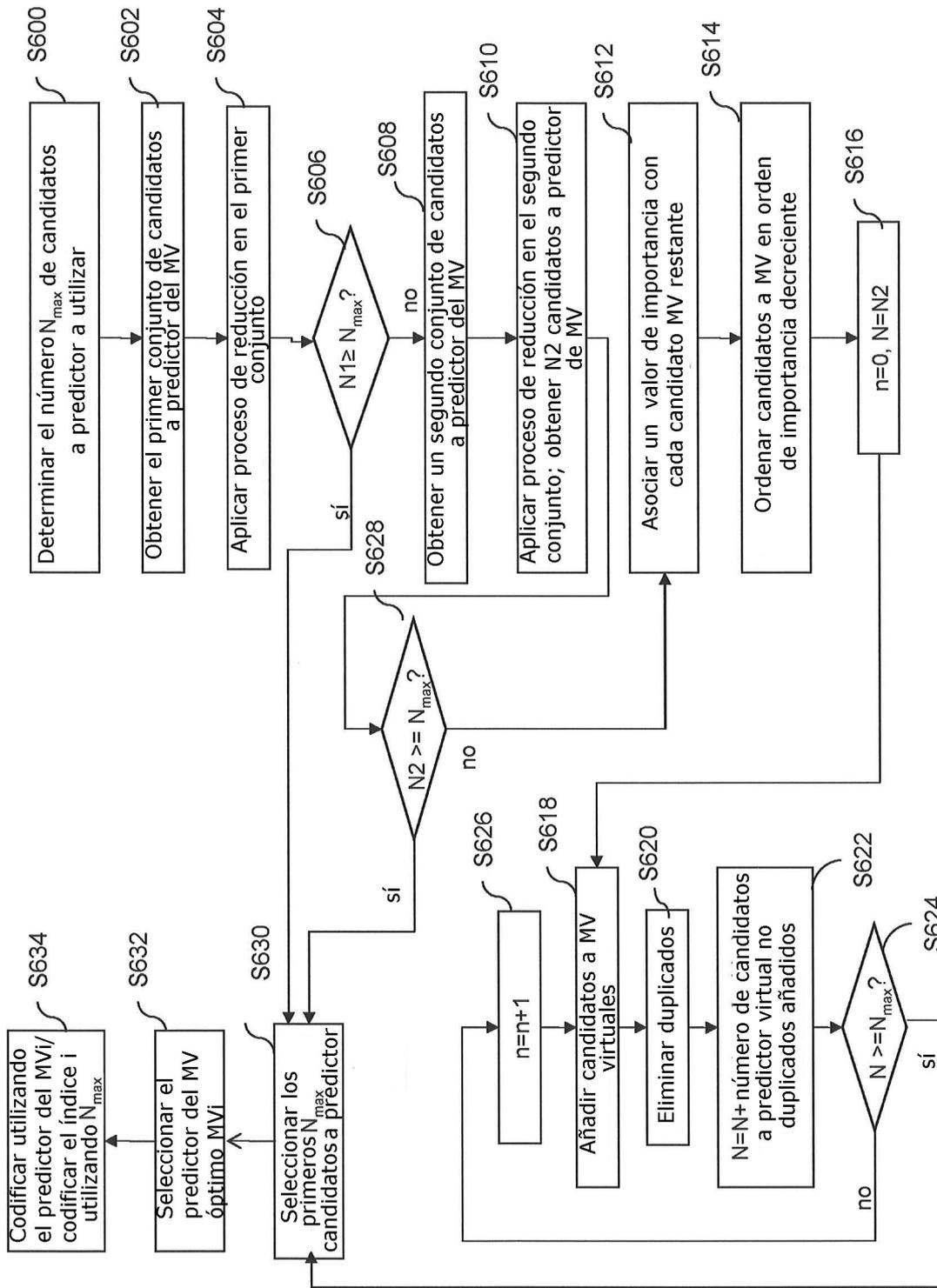


Figura 6

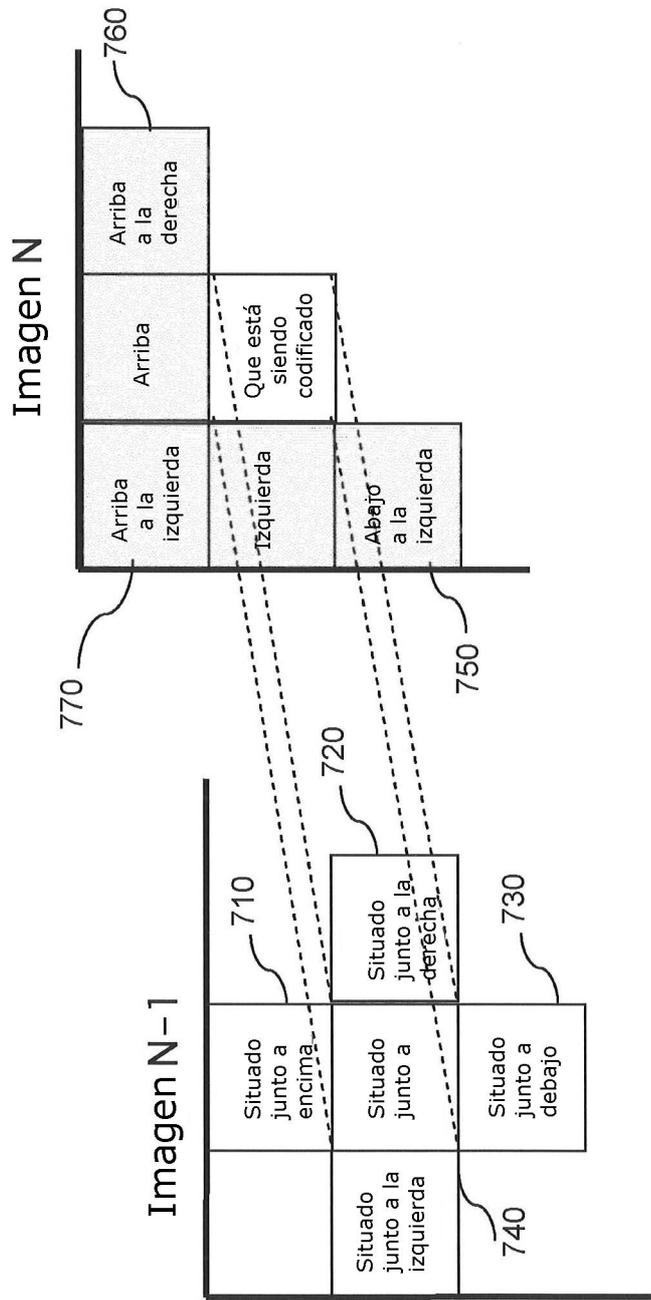


Figura 7

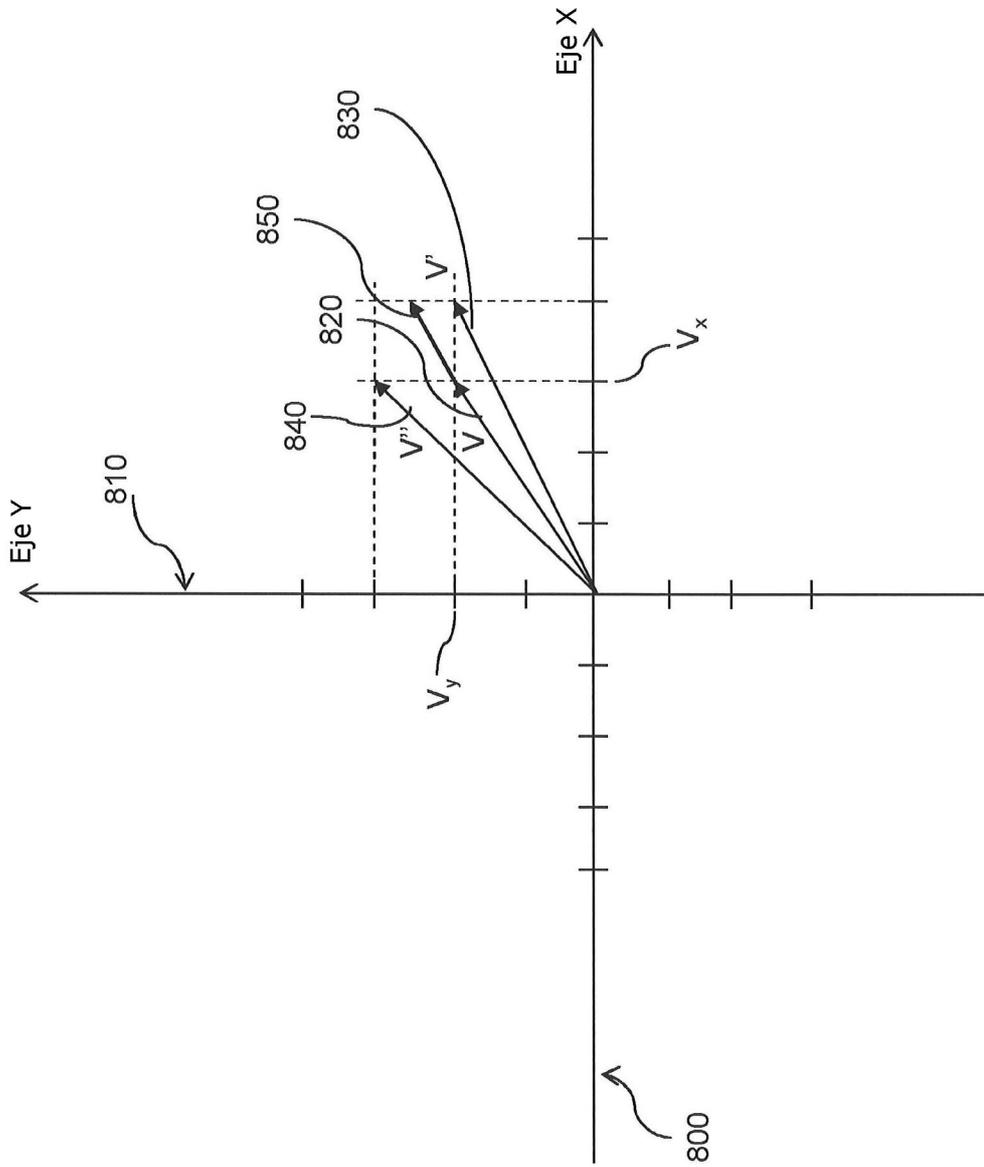


Figura 8