

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 356**

51 Int. Cl.:

G10L 19/00 (2013.01)

G10L 19/038 (2013.01)

G10L 19/107 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2011 PCT/CN2011/083237**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2012 WO12100596**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2011 E 11856688 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2669890**

54 Título: **Método y codificador para la codificación conjunta de vectores de una señal de voz**

30 Prioridad:

26.01.2011 CN 201110028694

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

02.11.2016

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian
Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, CN**

72 Inventor/es:

**MA, FUWEI;
ZHANG, DEJUN;
MIAO, LEI y
QI, FENGYAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 588 356 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

Método y codificador para la codificación conjunta de vectores de una señal de voz

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método de codificación conjunta de vectores y un codificador conjunto de vectores.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Cuando se procesa una señal, generalmente la señal puede dividirse en múltiples vectores. A modo de ejemplo, haciendo referencia a la Figura 1, se clasifica el muestreo de señales, se clasifican varios valores de muestreo como un grupo, que puede referirse como un vector, y el número de este grupo de valores de muestreo se refiere como la dimensión del vector. En un codificador de voz basado en un modelo de predicción lineal excitada por un código (CELP: Code Excited Linear Prediction), en general, varios pulsos se utilizan para indicar una excitación de ruido cuasi-blanco. Con el fin de reducir la complejidad del codificador, generalmente una señal de entrada se divide en varias subtramas a procesarse y durante el procesamiento de un libro de códigos fijado, generalmente una señal de cada subtrama se divide, además, en varias pistas. Sobre la base del conocimiento anterior sobre el vector, puede considerarse que los puntos de muestreo en una pista pueden formar un vector multidimensional. A modo de ejemplo, para una pista que tenga dieciséis posiciones, se supone que un caso de muestreo de señales en una pista se describe utilizando un pulso y un valor puede representarse como [-1, -5, 0, -5, 12, 0, ..., 0]. Desde la perspectiva del pulso, se indica que esta pista tiene cuatro pulsos no cero, es decir, una primera posición tiene un pulso con su amplitud siendo 1 y un símbolo que es "-"; una segunda posición tiene un pulso con una amplitud de 5 y un símbolo que es "-"; una tercera posición tiene un pulso con su amplitud siendo cero y el resto puede deducirse por analogía. Desde la perspectiva del vector, un vector de 16 dimensiones tiene cuatro componentes no cero.

Es bien conocido que, en el campo de la codificación de voz, un codificador de voz basado en el modelo CELP se aplica de forma muy amplia, tal como: G.729, GSM y G.723.1, que están ya ampliamente aplicados en varios procesadores de señales digitales (DSP: Digital Signal Processor), dispositivos integrados, teléfonos móviles y ordenadores personales (PC: Personal Computer). En comparación con otros tipos de codificadores de voz, el codificador/decodificador de voz basado en el modelo CELP puede conseguir una buena calidad de voz en un caso de una tasa de codificación extremadamente baja y tendrá, no obstante, un excelente rendimiento en un caso de tasa de códigos alta.

En la tecnología de codificación de vectores, normalmente un libro de códigos algebraico se utiliza para realizar una codificación de cuantización sobre una señal residual después de un filtrado adaptativo. Después de la información de una posición y un símbolo de un pulso de libro de códigos algebraico óptimo en una pista se obtiene mediante búsqueda, un valor de índice correspondiente se obtiene mediante cálculo de codificación, de modo que un extremo de decodificación puede restablecer una secuencia de pulsos en conformidad con el valor del índice. Bajo la premisa operativa de garantizar un restablecimiento sin pérdidas, para reducir bits, que se necesitan para un valor de índice de codificación, en tanto que sea posible que uno de los principales objetivos de la investigación y desarrollo de un método de codificación de pulsos de libro de códigos algebraico.

A continuación, se describe, a modo de ejemplo, un método de codificación preferible en la codificación de voz denominado como un método de codificación de banda ancha de múltiples tasas adaptativas (AMR_WB+: Adaptive Multi-Rate Wideband), para introducir un método de codificación específico adoptado para un pulso de libro de códigos algebraico existente. En conformidad con la diferencia entre tasas de códigos de codificación, 1 a N pulsos pueden codificarse en cada pista y se supone que cada pista tiene $M=2^m$ posiciones y los procedimientos para codificar uno a seis pulsos en cada pista en AMR_WB+ se describen, respectivamente, como sigue:

① Un solo pulso se codifica en cada pista.

Puesto que cada pista tiene 2^m posiciones, un índice de posición de un pulso en cada pista necesita codificarse con m bits, y un índice de símbolos del pulso necesita codificarse con 1 bit. Un valor de índice para la codificación de un pulso con un símbolo es:

$$I_{1p}(m) = p + s \times 2^m$$

en donde $p \in [0, 2^m - 1]$ es un índice de posición del pulso, s es un índice de símbolo del pulso y cuando un símbolo del pulso es positivo, s se establece a 0 y cuando el símbolo del pulso es negativo, s se establece a 1; $I_{1p} \in [0, 2^{m+1} - 1]$.

El número de bits necesarios para codificar un pulso en cada pista es: $m+1$.

65 ② Dos pulsos se codifican en cada pista.

En conformidad con un resultado de ①, $m+1$ bits se necesitan para codificar un pulso en cada pista, y m bits se necesitan para codificar un índice de posición de otro pulso; puesto que el orden de pulsos no es particularmente necesario, un símbolo de otro pulso puede indicarse mediante una relación de tamaños obtenida disponiendo índices de posiciones de los pulsos. Un valor de índice para codificar dos pulsos es:

$$I_{2p}(m) = p1 + I_{1p0} \times 2^m = p1 + p0 \times 2^m + s \times 2^{2m}$$

en donde $p0$ y $p1 \in [0, 2^m - 1]$ son índices de posición de dos pulsos, respectivamente; s es un índice de símbolo del pulso $p0$; una regla de indicación específica para un símbolo de pulso $p1$ es: $p0 < p1$ que indica que los dos símbolos de los dos pulsos son el mismo y $p0 > p1$ indica que los símbolos de los pulsos son opuestos; $I_{2p} \in [0, 2^{2m+1} - 1]$.

El número de bits necesarios para codificar dos pulsos en cada pista es: $2m+1$.

③ Tres pulsos se codifican en cada pista.

Cada pista está dividida en dos secciones: Sección A y Sección B y cada sección incluye 2^{m-1} posiciones. Una determinada sección incluye al menos dos pulsos y en conformidad con un resultado de ②, $2 \times (m-1) + 1 = 2m-1$ bits se necesitan para codificar la sección; otro pulso realiza la búsqueda en la pista completa, y en conformidad con un resultado de ①, $m+1$ bits se necesitan; además, un bit se necesita, asimismo, para indicar una sección que incluye dos pulsos. Un valor de índice para codificar tres pulsos es:

$$I_{3p}(m) = I_{2p}(m-1) + k \times 2^{2m-1} + I_{1p}(m) \times 2^{2m}$$

en donde k es un índice de Sección; $I_{3p} \in [0, 2^{3m+1} - 1]$.

El número de bits necesarios para codificar tres pulsos en cada pista es: $3m+1$.

④ Cuatro pulsos se codifican en cada pista.

Cada pista está dividida en dos secciones: Sección A y Sección B y cada sección incluye 2^{m-1} posiciones. Casos de combinaciones de los números de pulsos incluidos en cada sección se muestran en la tabla siguiente:

Tipo	Número de pulsos en la Sección A	Número de pulsos en la Sección B	Número de bits necesarios
0	0	4	$4m-3$
1	1	3	$4m-2$
2	2	2	$4m-2$
3	3	1	$4m-2$
4	4	0	$4m-3$

En la tabla anterior, la base del número de bits necesarios, que corresponde a cada tipo es que: para el tipo 0 y tipo 4, un método similar al de ③ se adopta en una sección que tenga cuatro pulsos, pero el número de pulsos para realizar la búsqueda completa es dos, que es equivalente a $I_{2p}(m-2) + k \times 2^{2m-3} + I_{2p}(m-1) \times 2^{2m-2}$; para el tipo 1, es equivalente a $I_{1p}(m-1) + I_{3p}(m-1) \times 2^m$; para el tipo 2, es equivalente a $I_{2p}(m-1) + I_{2p}(m-1) \times 2^{2m-1}$; y para el tipo 3, es equivalente a $I_{3p}(m-1) + I_{1p}(m-1) \times 2^{3m-2}$.

El tipo 0 y el tipo 4 se consideran como una clase de caso posible, del tipo 1 al tipo 3 se utilizan cada uno como un caso y en total, existen cuatro casos; por lo tanto, se necesitan dos bits para indicar un caso correspondiente, por lo que del tipo 1 al tipo 3 todos necesitan $4m-2+2=4m$ bits; además, para el caso que incluye el tipo 0 y el tipo 4, se necesita un bit adicional para distinguirlos y por lo tanto, el tipo 0 y el tipo 4 necesitan $4m-3+2+1=4m$ bits.

El número de bits necesarios para codificar cuatro pulsos en cada pista es: $4m$.

⑤ Cinco pulsos se codifican en cada pista.

Cada pista está dividida en dos secciones: Sección A y Sección B y cada sección incluye 2^{m-1} posiciones. Una determinada sección incluye al menos tres pulsos, y en conformidad con un resultado de ③, se necesitan $3 \times (m-1) + 1 = 3m-2$ bits para codificar la sección; los dos pulsos restantes se buscan en la pista completa y en conformidad con un resultado de ②, se necesitan $2m+1$ bits; además, un bit adicional se necesita para indicar una sección que incluye tres pulsos. Un valor de índice para codificar cinco pulsos es:

$$I_{sp}(m) = I_{3p}(m-1) + k \times 2^{3m-2} + I_{1p}(m) \times 2^{3m-1}$$

El número de bits necesarios para codificar cinco pulsos en cada pista es: 5m.

5 ⑥ Seis pulsos se codifican en cada pista.

Cada pista está dividida en dos secciones: Sección A y Sección B y cada sección incluye 2^{m-1} posiciones. Casos de combinaciones de los números de pulsos incluidos en cada sección se muestra en la tabla siguiente:

Tipo	Número de pulsos en la Sección A	Número de pulsos en la Sección B	Número de bits necesarios
0	0	6	6m-5
1	1	5	6m-5
2	2	4	6m-5
3	3	3	6m-4
4	4	2	6m-5
5	5	1	6m-5
6	6	0	6m-5

10 En la tabla anterior, la base del número de bits necesarios, que corresponde a cada tipo, puede deducirse siguiendo ④, y por ello no se repite aquí de nuevo.

15 El tipo 0 y el tipo 6, el tipo 1 y el tipo 5, el tipo 2 y el tipo 4 se consideran cada uno como un caso posible, el tipo 3 se utiliza como un caso independiente y en total, existen cuatro casos; por lo tanto, dos bits se necesitan para indicar un caso correspondiente y el tipo 3 necesita $6m-4+2=6m-2$ bits; para los casos que incluyen tipo combinado, se necesita un bit adicional para la distinción y por lo tanto, otros tipos, excepto para el tipo 3 requieren $6m-5+2+1=6m-2$ bits.

20 El número de bits necesarios para codificar seis pulsos en cada pista es: 6m-2.

25 Sin embargo, en un método de codificación de pulsos algebraico proporcionado por AMR_WB+, una lógica de codificación similar a la recursión se adopta para dividir un caso de codificación de un gran número de pulsos en varios codificados de codificación de un pequeño número de pulsos para su procesamiento, en donde la complejidad del cálculo es grande y asimismo, con el aumento del número de pulsos codificados en una pista, se acumula gradualmente la redundancia de un índice de codificación, lo que produce fácilmente un uso innecesario de bits de codificación.

30 El documento US 2006/290539 A1 da a conocer un método que comprende una secuencia de al menos una operación de la que al menos una es una operación de entropía-bomba, que incluye: A) la recepción como la entrada de la operación de una secuencia de símbolos extraída de un alfabeto de símbolos; B) dividir la entrada de la operación en una secuencia de bloques cuyos valores pertenecen a un diccionario de valores de bloques de modo que los valores de bloques del diccionario de valores de bloques son así clasificados en clases enumerativas que: i) al menos una clase enumerativa incluye más de uno de los valores de bloques y ii) un valor de índice respectivo está así asociado con cada valor de bloque que pertenece a una clase enumerativa a la que más de un valor de bloque pertenece que algunos valores de bloque que pertenecen a diferentes clases enumerativas que tienen el mismo valor de índice pero el valor de índice de cada valor de bloque lo identifica de forma única dentro de la clase enumerativa a la que pertenece; C) la generación de un componente de salida de clasificación mediante una operación que, al menos si se cumple un criterio de codificación predeterminado, incluye la codificación de entropía de una entrada de codificación derivada de una secuencia de identificadores de clases que especifican la secuencia de clase enumerativa de clases enumerativas a las que pertenecen bloques sucesivos en la secuencia de entrada y D) para cada clase enumerativa que pertenece a la secuencia de clases a la que pertenece más de uno de los valores de diccionario de valores de bloque, la generación como un componente de salida de índice de una secuencia de índices de los valores de bloques sucesivos de la secuencia de entrada cuyos valores pertenecen a esa clase enumerativa, estando los índices así asociados con valores de bloques de los que algunos valores de bloques pertenecen a diferentes clases enumerativas teniendo el mismo valor de índice pero cada valor de índice del valor de cada bloque lo identifica de forma única dentro de la clase enumerativa a la que pertenece.

SUMARIO DE LA INVENCION

50 En conformidad con un primer aspecto de la presente invención, se da a conocer un método de codificación conjunta de vectores capaz de servir de ayuda para economizar bits de codificación.

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Un método de codificación conjunta de vectores para una señal de voz, comprende:

5 el cálculo de un índice de codificación Ind_t de cada vector, en donde un sub-índice t indica un t -ésimo vector, $t \in [0, T-1]$, y T es el número de vectores y es un número entero mayor o igual a 2 y el índice de codificación es un índice utilizado para indicar la distribución de pulsos en la pista, en donde cada vector representa una distribución de pulsos en una pista;

10 la división de al menos un índice Ind_t al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división, al menos una vez, comprende la división del índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor SLF_t establecido, siendo SLF_t un número entero positivo, el índice Ind_{t0} indica un número de serie de un intervalo al que pertenece el índice Ind_t , el índice Ind_{t1} indica un número de serie del índice Ind_t en el intervalo al que pertenece el índice Ind_t , siendo la longitud del intervalo no mayor que el valor de SLF_t , y

$$15 \quad Ind_t \leq Ind_{t0} \times SLF_t + Ind_{t1};$$

en donde la división del índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor SLF_t establecido es concretamente:

20 $Ind_{t0} = \text{Int}(Ind_t / SLF_t)$, en donde $\text{Int}()$ indica un redondeo a un número entero menor, y

$Ind_{t1} = Ind_t \% SLF_t$, en donde $\%$ indica que se adopta un resto;

25 la combinación de un índice dividido de al menos un vector y de índices divididos o índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} ; en donde la combinación de un índice dividido de al menos un vector e índices divididos o índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} es concretamente:

30 para un vector t que proporciona un índice dividido para participar en la combinación, la selección de un índice dividido capaz de representar las características de ocupación de espacio del índice Ind_t para participar en la combinación, en donde el hecho de ser capaz de representar las características de ocupación de espacio del índice Ind_t se refiere a que, en comparación con otros índices divididos, una tasa de ocupación de un margen de valores de un índice dividido seleccionado para un espacio de codificación es la más próxima a una tasa de ocupación de un margen de valores del índice Ind_t para el espacio de codificación; y

35 la realización de una codificación en conformidad con el índice combinado y otros índices divididos no combinados.

La presente invención da a conocer también un codificador correspondiente al método de codificación anterior.

40 En la presente invención, más de dos vectores son conjuntamente codificados y un índice de codificación de al menos un vector se divide y luego se combina entre vectores diferentes, de modo que se pueda recombinar la codificación de espacios inactivos de diferentes vectores, con lo que se ayuda a economizar bits de codificación y puesto que un índice de codificación de un vector se divide y luego índices divididos más cortos (en comparación con un índice antes de la división) se recombina, lo que ayuda a reducir las exigencias para la anchura binaria de las partes operativas en el cálculo de codificación/decodificación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 La Figura 1 es un diagrama esquemático de la división vectorial de una señal;

La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método de codificación según la forma de realización 1, en conformidad con la presente invención;

55 La Figura 3 es un diagrama de flujo esquemático de un método de codificación según la forma de realización 2, en conformidad con la presente invención;

La Figura 4 es un diagrama de flujo esquemático de un método de codificación según la forma de realización 3, en conformidad con la presente invención;

60 La Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de un método de codificación según la forma de realización 4, en conformidad con la presente invención;

65 La Figura 6 es un diagrama de flujo esquemático de un método de codificación según la forma de realización 5, en conformidad con la presente invención;

La Figura 7 es un diagrama de flujo esquemático de un método de decodificación según la forma de realización 6;

La Figura 8 es un diagrama de flujo esquemático de un método de decodificación en conformidad con la forma de realización 7;

5 La Figura 9 es un diagrama estructural lógico esquemático de un codificador según la forma de realización 8, en conformidad con la presente invención;

10 La Figura 10 es un diagrama estructural lógico esquemático de un codificador según la forma de realización 9,

La Figura 11 es un diagrama estructural lógico esquemático de un decodificador según la forma de realización 10;

La Figura 12 es un diagrama estructural lógico esquemático de un decodificador según la forma de realización 11;

15 La Figura 13 es un diagrama esquemático de un procedimiento de codificación conjunta de los 4 bits más altos de 4 pistas sobre la base de una forma de realización de la presente invención; y

La Figura 14 es un diagrama esquemático de un procedimiento de codificación conjunta de los 8 bits más altos en cascada de 2 etapas en 4 pistas sobre la base de otra forma de realización.

20 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

Una forma de realización de la presente invención da a conocer un método de codificación conjunta de vectores, siendo más de dos vectores conjuntamente codificados y un índice de codificación de al menos un vector se divide y luego se combina entre diferentes vectores, con lo que se economizan bits de codificación y se reduce la longitud de datos que participan en el cálculo. Formas de realización de la presente invención dan a conocer, además, un codificador conjunto de vectores, en correspondencia.

30 Con el fin de hacer una descripción concisa y de fácil entendimiento, la distribución de pulsos en una pista se utiliza como un ejemplo para un vector a continuación y la codificación conjunta para múltiples pistas se describe para representar la codificación conjunta para múltiples vectores. Es fácilmente entendible que la presente invención no está limitada a la codificación/decodificación para la distribución de pulsos en pistas y en tanto que se necesite realizar un procesamiento de codificación/decodificación sobre múltiples vectores formados a partir de un grupo de datos, puede adoptarse la solución dada a conocer por la presente invención y los términos "pista" y "pulso" simplemente indican los datos en un vector con un significado concreto y no constituyen una limitación sustancial.

40 En un codificador de voz, la información sobre las posiciones y símbolos (si están relacionados) de todos los pulsos en cada pista se obtiene mediante una búsqueda del libro de códigos y la información necesita transferirse completamente a un extremo de decodificación, de modo que la información sobre las posiciones y los símbolos (si están relacionados) de todos los pulsos puede recuperarse, de forma única, en el extremo de decodificación y asimismo, con el fin de reducir una tasa binaria lo más posible, se espera utilizar bits lo menos posible para transferir la información.

45 Puede conocerse mediante un análisis teórico que el número de permutaciones y combinaciones de posiciones y símbolos (si están relacionados) de todos los pulsos en una misma pista es un valor mínimo de un espacio de libro de códigos, y el número de bits de codificación correspondiente es un valor límite inferior teórico. El número total de posiciones y el número de total de pulsos en una pista están fijados. En lo que respecta un caso en el que el número total de posiciones y el número total de pulsos en una pista son valores diferentes, el número de permutaciones y combinaciones de posiciones y símbolos de todos los pulsos no es siempre una potencia entera de 2 y por lo tanto, el valor límite inferior teórico del número de bits de codificación no es siempre un número entero y en este caso, el número real de bits de codificación para una codificación de pista única es al menos la sección entera del valor límite inferior teórico más 1, de modo que es inevitable la ocurrencia de un espacio de libro de códigos inactivo parcial. A modo de ejemplo, la tabla 1 proporciona un valor límite inferior teórico y un valor límite inferior real del número de bits de codificación y una situación de un espacio inactivo, que están en una pista con el número total de posiciones que es 16 en un caso en que el número total N de pulsos necesarios para la codificación es 1 a 7 (teniéndose en cuenta que un pulso tiene un símbolo).

Tabla 1

N	Número total de permutaciones y combinaciones	Número de bits (bit) necesarios		Número de combinaciones inactivas	Proporción de combinaciones inactivas
		Valor límite inferior teórico	Valor límite inferior real para codificación de pista única		
1	32	5	5	0	0

N	Número total de permutaciones y combinaciones	Número de bits (bit) necesarios		Número de combinaciones inactivas	Proporción de combinaciones inactivas
		Valor límite inferior teórico	Valor límite inferior real para codificación de pista única		
2	512	9	9	0	0
3	5472	12.4179	13	2720	33.2%
4	44032	15.4263	16	21504	32.8%
5	285088	18.1210	19	239200	45.6%
6	1549824	20.5637	21	547328	26.1%
7	7288544	22.7972	23	1100064	15.1%

Puede deducirse de la tabla 1 que, en una mayoría de casos, el valor límite inferior real sigue dando lugar a un importante desperdicio del espacio del libro de códigos y por lo tanto, la presente invención propone que, estando más de dos pistas conjuntamente codificadas, un índice de codificación de al menos una pista se divida en al menos dos índices divididos y luego, un índice dividido de una pista e índices divididos o índices de codificación de otras pistas se combinen y luego se utilicen para la codificación.

Este método está basado en una idea como sigue: la codificación conjunta para más de dos pistas puede permitir espacios del libro de códigos inactivos en una codificación de pista única a combinarse y una vez combinada, los espacios inactivos son suficientes, pudiéndose reducir un bit de codificación real. Sin embargo, si los índices de codificación en más de dos pistas se combinan directamente, una longitud de codificación final puede ser grande, o incluso puede superar la anchura binaria (tal como 64 bits) generalmente utilizada para la operación y en este momento, se necesita diseñar códigos de procedimiento de procesamiento de cálculo dedicados para operaciones de codificación o decodificación tales como adición, sustracción, multiplicación y división, con lo que se obtiene un aumento de la complejidad del procesamiento.

Por lo tanto, se tiene en cuenta que un índice de codificación de al menos una pista es objeto de división, la combinación interpistas se realiza con al menos un índice dividido y de este modo, los espacios inactivos interpistas pueden combinarse en una cierta medida y asimismo, se reduce también la longitud de un valor que participa en la operación.

El análisis teórico para el principio de la codificación conjunta de múltiples pistas de la presente invención da a conocer anteriormente, y a continuación, varias soluciones preferibles que se ilustran en detalle con formas de realización específicas, respectivamente.

Forma de realización 1: Un método de codificación de pulsos conjunto de pistas, según se ilustra en la Figura 2, incluye las etapas siguientes:

A1: Calcular un índice de codificación Ind_t de cada pista, en donde un sub-índice t indica una t-ésima pista, $t \in [0, T-1]$, y T es el número de pistas y es un número entero mayor o igual a 2.

Varios métodos existentes pueden adoptarse para el cálculo del índice Ind_t de cada pista. A modo de ejemplo, para el método de cálculo del índice de codificación de pista única dado a conocer en la solicitud de patente China (con fecha de publicación de 29 de octubre de 2008) con número de publicación CN101295506, puede hacerse especial referencia a la línea 18, página 13 a la línea 9, página 15 (forma de realización 2, Figura 14 y Figura 15) en la especificación del documento de solicitud de patente y para un método de cálculo de decodificación correspondiente, puede hacerse a la línea 23, página 16 a la línea 12, página 17 (forma de realización 4) en la especificación del documento de solicitud de patente. También a modo de ejemplo, para el método de cálculo del índice de codificación de pista única dado a conocer en la solicitud de patente China (con fecha de publicación de 18 de marzo de 2009) con número el número de publicación siendo CN101388210, puede hacerse referencia especial a la línea 23, página 8 a la línea 7, página 10 (forma de realización 2, Figura 7) en la especificación del documento de solicitud de patente y para un método de cálculo de decodificación correspondiente, puede hacerse referencia a la línea 10, página 21 a la línea 27, página 21 (forma de realización 6) en la especificación del documento de solicitud de patente.

Con el fin de economizar mejor los bits de codificación, durante la selección de un método de cálculo del índice Ind_t , un método de cálculo capaz de alcanzar el valor límite inferior teórico del número de bits de codificación de pista única puede seleccionarse en tanto que sea posible. Además, un método de cálculo que permite que sea continuo el margen de valores del índice Ind_t o que sea continuo lo más posible se utiliza también de forma preferentemente, con el fin de utilizar el espacio inactivo. Conviene señalar que, en tanto que ambos extremos de codificación y de decodificación puedan determinar un método de cálculo adoptado por una pista, pistas diferentes pueden adoptar métodos de cálculo del índice Ind_t diferentes.

A2: Dividir al menos un índice Ind_t al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez sea equivalente a dividir el índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor establecido SLF_t .

5 La división de Ind_t puede entenderse como sigue: que la información del índice se soporta por un parámetro que se convierte en la información de índice que se soporta por más de dos parámetros. A modo de ejemplo, el hecho de que originalmente un parámetro con el margen de valores de $[0, 99]$ indica un centenar de casos en que pueden dividirse en esos dos parámetros con el margen de valores siendo $[0, 9]$ indicando normalmente un centenar de casos.

10 El índice Ind_t puede dividirse en múltiples índices divididos tales como $Ind_{t0}, Ind_{t1}, Ind_{t2}, Ind_{t3}, \dots$, y así sucesivamente. En el cálculo real, un índice dividido necesitado por la presente invención puede obtenerse dividiendo directamente el índice Ind_t o puede obtenerse dividiendo de nuevo una sección dividida por el índice Ind_t ; sea cual fuere el caso, la división para obtener el índice dividido (es decir, un índice dividido utilizado para una combinación posterior) necesitado por la presente invención puede entenderse equivalentemente como un proceso de dividir el índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} , uno de los cuales es un índice dividido utilizado para una combinación posterior, y el otro puede entenderse como una sección que incluye la información restante del índice Ind_t .

15 Por lo tanto, el factor SLF_t puede entenderse como sigue: el margen de valores del índice Ind_t original se divide en varios intervalos, siendo la longitud de cada intervalo no superior al valor de SLF_t , siendo SLF_t un número entero positivo y Ind_{t0} indica un número de serie de un intervalo al que pertenece el índice Ind_t e Ind_{t1} indica un número de serie del índice Ind_t en el intervalo al que pertenece el índice Ind_t (evidentemente, $Ind_{t1} \leq SLF_t$), y:

$$25 \quad Ind_t \leq Ind_{t0} \times SLF_t + Ind_{t1};$$

30 Cuando el signo de 'menos que' se toma en la fórmula anterior, ello significa que un espacio proporcionado conjuntamente por Ind_{t0} e Ind_{t1} puede ser mayor que un espacio originalmente ocupado por el índice Ind_t ; puesto que, en general, el espacio de codificación inactivo del índice Ind_t tiene algunos restos, si el espacio conjunto de Ind_{t0} e Ind_{t1} es ligeramente mayor, en general la economía de bits de codificación final puede no resultar desfavorablemente influida.

35 Por supuesto, el caso más económico es que la división sea capaz de realizarse en tanto que sea posible en conformidad con el tamaño del espacio del índice Ind_t , esto es:

$Ind_{t0} = \text{Int}(Ind_t / SLF_t)$, en donde $\text{Int}()$ indica un redondeo al número entero inferior y

40 $Ind_{t1} = Ind_t \% SLF_t$, en donde $\%$ indica que se forma un resto.

En este caso, el margen de valores del índice Ind_t es continuo, en comparación con el margen de valores del índice Ind_t , que es inactivo en el espacio conjuntamente proporcionado por Ind_{t0} e Ind_{t1} que solamente un diferencia entre un valor máximo de Ind_{t1} y SLF_t cuando Ind_{t0} toma un valor máximo.

45 Diferentes pistas pueden adoptar SLF_t , diferentes y si múltiples índices divididos se dividen en una misma pista, cada división puede utilizar también un SLF_t , diferente en tanto que SLF_t utilizado por una determinada división de índices divididos por una determinada pista se determine a tal respecto.

50 A3: Combinar un índice dividido de al menos una pista y los índices divididos o índices de codificación de otras pistas para generar un índice combinado Ind_{SLF} .

55 En correspondencia con la "división", la "combinación" puede entenderse como sigue: que la información de índice se soporta por más de dos parámetros que se convierten en la información de índice que se soporta por un solo parámetro. Evidentemente, el margen de valores de un parámetro después de la combinación es mayor que, o al menos igual a un producto de margen de valores de cada parámetro antes de la combinación. La combinación de múltiples parámetros puede indicarse por una fórmula como sigue:

$$60 \quad AI = (((a_1 \times A_{1-1} + a_{1-1}) \dots) \times A_2 + a_2) \times A_1 + a_1) \times A_0 + a_0$$

60 en donde AI indica un parámetro después de la combinación, a_i indica $i+1$ parámetros antes de la combinación, $i \in [0, I]$, y A_i indican el número de todos los valores de a_i . Esta manera de la combinación es la más compacta, siendo el margen de valores de un parámetro después de la combinación igual a un producto de los márgenes de valores de cada parámetro antes de la combinación y toda la combinación de parámetros aquí mencionada puede adoptar esta manera operativa. Por supuesto, pueden adoptarse también otras maneras de la combinación. A modo de ejemplo, el margen de valores de un parámetro después de la combinación puede ser mayor que un producto de márgenes

de valores de cada parámetro antes de la combinación en tanto que un parámetro después de la combinación pueda retener completamente información de cada parámetro antes de la combinación; si el espacio de valor de un parámetro después de la combinación no se supera excesivamente en comparación con un producto de espacio de valor de cada parámetro antes de la combinación, en general la economía de bits de codificación final no puede influirse de forma desfavorable.

En la presente invención, un índice combinado generado incluye al menos un índice dividido de una pista y además, los índices divididos o los índices de codificación de otras pistas pueden participar en la combinación. Conviene señalar que la presente invención no limita el número de índices combinados y si una pista proporciona múltiples índices divididos para participar en la combinación, los índices divididos pueden combinarse respectivamente en índices combinados diferentes.

A4: Realizar una codificación en conformidad con un índice combinado y otros índices divididos no combinados.

① El índice combinado y cada índice dividido no combinado pueden codificarse de forma directa, respectivamente. Puesto que cada sección de combinación en el índice combinado incluye una parte de un espacio inactivo de una pista, es posible economizar bits de codificación de forma fija.

② Además, una manera de codificación de longitud variable puede adoptarse también para un índice combinado, con el fin de economizar más bits de codificación del índice combinado, es decir:

comparar el índice combinado Ind_{SLF} y ajustar un valor umbral THR, en donde,

$$THR \leq 2^{(K_{SLF})} - Ind_{SLF,max}$$

$2^{(K_{SLF})}$ indica una potencia de 2 de K_{SLF} , siendo K_{SLF} la longitud de la secuencia binaria del índice $Ind_{SLF,max}$, y el índice $Ind_{SLF,max}$ indica un valor máximo del índice Ind_{SLF} ;

si el índice Ind_{SLF} es menor que el umbral THR, se realiza la codificación del índice Ind_{SLF} utilizando un primer número de bits de codificación; de no ser así, se realiza la codificación del índice Ind_{SLF} añadido con un valor de compensación THR_0 utilizando un segundo número de bits de codificación, en donde se tiene la relación $THR \leq THR_0 \leq 2^{(K_{SLF})} - Ind_{SLF,max}$, siendo el primer número menor que el segundo número, el segundo número es menor o igual a K_{SLF} , y el primer número y el segundo número son ambos números enteros positivos.

Para el principio, la deducción y descripción específicas del método anterior para economizar bits, se hace referencia a la solicitud de patente China con número de aplicación siendo CN200910150637.8 (siendo la fecha de solicitud de la patente el 19 de junio de 2009).

③ El índice combinado puede dividirse y luego combinarse con otros índices divididos no combinados y luego, procederse a su codificación.

Es decir, el índice combinado se divide en T1 índices recombinados Ind_{t0}' en conformidad con un margen de valores establecidos, en donde T1 es menor o igual al número de pistas que generan el índice combinado (el número de valores de t puede ser aquí menor que el número T de valores de t lo que indica originalmente una t-ésima pista, pero puesto que se utiliza un índice recombinado para la recombinación con un índice dividido no combinado de una pista t correspondiente, el sub-índice t se sigue utilizando continuamente para indicar que está en correspondencia con una pista), un margen de valores de al menos un índice Ind_{t0}' es mayor que un margen de valores del índice dividido, que participa en la combinación, de la pista t correspondiente y un margen de valores de al menos un índice Ind_{t0}' es menor que un margen de valores del índice dividido, que participa en la combinación, de la pista t correspondiente. En este caso, la división de un índice combinado puede realizarse con referencia a la división de un índice de codificación en la etapa A2, pero se necesita dividir T1 índices recombinados, pudiéndose basar cada división en el mismo o diferente margen de valores y la limitación anterior al margen de valores del índice recombinado dividido permite la convergencia del espacio inactivo por el índice combinado a concentrarse en determinados índices recombinados en una cierta medida durante la división, con lo que se facilita la económica de bits de codificación.

Cada índice recombinado y un índice dividido no combinado de una pista correspondiente se combinan respectivamente y luego se codifican, y si existe una pista sin que le sea asignado un índice recombinado, se codifica un índice dividido no combinado de la pista. Para la combinación de un índice recombinado y un índice dividido de una pista correspondiente, puede hacerse referencia al proceso de combinación de índices combinados antes citados. Puesto que el índice combinado agrega el espacio inactivo, en un caso en que los bits de codificación de una pista original para un índice recombinado asignado no se incrementa, la división del índice combinado se completa antes de que a algunas pistas pueda asignarse un índice recombinado y en este caso, solamente puede codificarse el índice dividido no combinado de la pista.

Por supuesto, si existe otra pista que no proporcione un índice dividido y cuyo índice de codificación no participe en

la combinación, la pista puede considerarse como una pista de codificación independiente y no se examina en la presente invención.

5 Forma de realización 2: Un método de codificación de pulsos conjunto de pistas. Esta forma de realización da a conocer una solución preferible para seleccionar índices divididos a combinarse sobre la base de la forma de realización 1, según se ilustra en la Figura 3, que incluye las etapas siguientes:

B1: Calcular un índice de codificación Ind_t de cada pista.

10 B2: Dividir al menos un índice Ind_t al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez es equivalente a la división de Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor SLF_t establecido.

La etapa B1 y la etapa B2 pueden realizarse con referencia a la etapa A1 y etapa A2 de la forma de realización 1.

15 B3: Combinar un índice dividido de al menos una pista e índices divididos o índices de codificación de otras pistas para generar un índice combinado Ind_{SLF} , y, cuando se selecciona un índice dividido que participa en la combinación, seleccionar, para una pista t , un índice dividido capaz de representar las características de ocupación del espacio del índice Ind_t para participar en la combinación.

20 El hecho de ser capaz de representar las características de ocupación de espacio del índice Ind_t se refiere a que, en comparación con otros índices divididos, una tasa de ocupación de un margen de valores de índice dividido seleccionado para un espacio de codificación es la más próxima a una tasa de ocupación de un margen de valores del índice Ind_t para el espacio de codificación.

25 En la presente invención, puesto que los espacios inactivos de diferentes pistas se combinan para ayudar a economizar bits de codificación, con el fin de conseguir un mejor efecto de utilizar el espacio inactivo, se espera que el margen de valores del índice dividido que representa la pista t para realizar la combinación pueda mantener la proporción inactiva del espacio de codificación del margen de valores del índice Ind_t en tanto que sea posible, lo que significa que el margen de valores de la sección restante del índice Ind_t está más próximo a la utilización completa del espacio de codificación, como tal, próximo a una potencia entera de 2.

B4: Realizar una codificación en conformidad con el índice combinado y otros índices divididos no combinados.

35 La etapa B4 puede ejecutarse con referencia a la etapa A4 de la forma de realización 1.

La adopción de la solución de esta forma de realización puede garantizar, además, el efecto de que un índice combinado economiza bits de codificación.

40 Forma de realización 3: Un método de codificación de pulsos conjunto de pistas. Esta forma de realización da a conocer una solución preferible para dividir un índice de codificación sobre la base de la forma de realización 1, según se ilustra en la Figura 4, que incluye las etapas siguientes:

C1: Calcular un índice de codificación Ind_t de cada pista.

45 La etapa C1 puede ejecutarse con referencia a la etapa A1 de la forma de realización 1.

50 C2: Dividir al menos un índice Ind_t al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez es equivalente a dividir el índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} en conformidad con factor SLF_t establecido, $Ind_{t0} = \text{Int}(Ind_t / SLF_t)$, y $Ind_{t1} = Ind_t \% SLF_t$, en donde, $SLF_t = 2^{(K_t)}$, o $SLF_t = \text{Int}(Ind_{t,max} / 2^{(K_t)})$, siendo K_t un número entero positivo y el índice $Ind_{t,max}$ indica un valor máximo del índice Ind_t .

① Cuando $SLF_t = 2^{(K_t)}$,

55
$$Ind_{t0} = \text{Int}(Ind_t / 2^{(K_t)}), \text{ y}$$

$$Ind_{t1} = Ind_t \% 2^{(K_t)}.$$

60 En este caso, el margen de valores del índice Ind_{t1} puede utilizar completamente un espacio de codificación, siendo inactivo solamente una diferencia entre un valor máximo de Ind_{t1} y $2^{(K_t)}$ cuando el índice Ind_{t0} adopta un valor máximo, y el margen de valores del índice Ind_{t0} conserva completamente las características de ocupación de espacio del índice Ind_t . Evidentemente, cuanto más pequeño sea el valor de K_t , tanto más próximas son las características de espacio de Ind_{t0} a las de Ind_t y cuanto K_t es 0, el índice Ind_{t0} se degenera en el índice Ind_t .

② Cuando $SLF_t = \text{Int}(\text{Ind}_{t,\text{max}} / 2^{K_t})$,

este caso es simplemente opuesto al de ①, y realmente, es equivalente al de los índices Ind_{t_0} e Ind_{t_1} en ① intercambian posiciones, el margen de valores del índice Ind_{t_0} puede utilizar completamente el espacio de codificación y el margen de valores del índice Ind_{t_1} conserva completamente las características de ocupación de espacio del índice Ind_t . Evidentemente, cuanto más pequeño sea el valor de K_t , tanto más próximas las características de espacio de Ind_{t_1} son con respecto a Ind_t , y cuando K_t es 0, el índice Ind_{t_1} se degenera en el índice Ind_t .

5 C3: Combinar un índice dividido de al menos una pista y los índices divididos o índices de codificación de otras pistas para generar un índice combinado Ind_{SLF} .

Puede conocerse, en conformidad con el análisis realizado en la forma de realización 2, que si un índice combinado necesita conseguir un mejor efecto de economizar bits de codificación, es necesario seleccionar un índice dividido que mantenga las características de espacio del índice Ind_t en tanto que sea posible y por lo tanto, para la pista t que proporciona un índice dividido para participar en la combinación,

si $SLF_t = 2^{K_t}$, es adecuado seleccionar el índice Ind_{t_0} para participar en la combinación y

20 si $SLF_t = \text{Int}(\text{Ind}_{t,\text{max}} / 2^{K_t})$, es adecuado seleccionar el índice Ind_{t_1} para participar en la combinación.

Además, puede conocerse en conformidad con el análisis realizado en la etapa C2 que, cuanto más pequeño sea el valor de K_t , tanto mejor serán conservadas las características de espacio por el índice dividido seleccionado para participar en la combinación. Sin embargo, la longitud de un índice combinado correspondiente se aumenta, y por lo tanto, la longitud del índice dividido que participa en la combinación puede determinarse en conformidad con la condición de una pista real (tal como la longitud del índice de codificación original y la extensión inactiva del espacio). Durante el diseño real, las proporciones de espacios inactivos, que pueden conservarse por los índices divididos utilizados para la combinación y que corresponden a diferentes valores de K_t , pueden calcularse uno a uno y un valor K_t que puede mantener un espacio inactivo de una alta proporción y no causar que un índice dividido participe en la combinación siendo excesivamente largo se selecciona a este respecto. A modo de ejemplo, puede seleccionarse que $K_t = K_{t,\text{max}} - 2$, o $K_t = K_{t,\text{max}} - 3$, o $K_t = K_{t,\text{max}} - 4$, en donde $K_{t,\text{max}}$ es la longitud de una secuencia binaria del índice $\text{Ind}_{t,\text{max}}$.

35 C4: Realizar la codificación en conformidad con el índice combinado y otros índices divididos no combinados.

La etapa C4 puede ejecutarse con referencia a la etapa A4 de la forma de realización 1.

La manera de dividir el índice Ind_t , dada a conocer en esta forma de realización, puede garantizar que uno de los índices divididos conserve las características de ocupación de espacio del índice Ind_t en tanto que sea posible, de modo que el índice combinado pueda economizar mejor bits de codificación.

Forma de realización 4: Un método de codificación de pulsos conjunto de pistas. Esta forma de realización da a conocer una solución simple, cómoda y fácil para dividir un índice de codificación sobre la base de la forma de realización 1, según se ilustra en la Figura 5, que incluye las etapas siguientes:

45 D1: Calcular un índice de codificación Ind_t de cada pista.

La etapa D1 puede ejecutarse con referencia a la etapa A1 de la forma de realización 1.

50 D2: Dividir al menos un índice Ind_t al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez sea equivalente a dividir el índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t_0} e Ind_{t_1} en conformidad con un factor SLF_t establecido y la práctica específica es la de seleccionar un valor de un bit situado en una posición establecida de Ind_t como Ind_{t_0} , y valor de bits en las posiciones restantes como Ind_{t_1} .

55 En esta forma de realización, un índice dividido se obtiene directamente a partir del índice Ind_t en conformidad con una manera de división binaria. Evidentemente, en este caso, $SLF_t = 2^{K_t}$, en donde el número de bits en la posición establecida es K_{t_0} , el número de bits en la posición restante es K_t , $K_{t_0} + K_t = K_{t,\text{max}}$, siendo $K_{t,\text{max}}$ la longitud de la secuencia binaria del índice $\text{Ind}_{t,\text{max}}$ y el índice $\text{Ind}_{t,\text{max}}$ indica un valor máximo del índice Ind_t .

60 Se entiende fácilmente que, cuando los bits establecidos que forman un determinado índice dividido no son continuos, ello significa que el margen de valores del índice Ind_t es asignado de forma discontinua, en varios intervalos con una longitud de SLF_t pero las características de ocupación del índice dividido para el espacio de codificación no resultan influidas por el hecho de que un margen de valores incluido sea continuo, o no, y solamente depende de si los intervalos están completamente ocupados.

65 Conviene señalar que, cuando un parámetro se divide en una manera a nivel de bits, una posición de un bit se

describe en conformidad con la longitud de secuencia binaria del valor máximo del parámetro. A modo de ejemplo, si la longitud de la secuencia binaria del índice $Ind_{t,max}$ es 10, un valor del índice Ind_t puede ser simplemente 2 en un determinado momento (a menos que no se ilustre especialmente de otro modo, siendo los valores utilizados todos ellos decimales) y la longitud de secuencia binaria efectiva del índice Ind_t son solamente 2 bits, pero cuando el parámetro se divide en una manera a nivel de bits, una posición necesaria para dividir un bits es todavía calculada comenzando desde los 10 bits de orden superior.

Además, puede deducirse a diferencia de la situación ① descrita en la etapa C2 de la forma de realización 3 que la situación ① es realmente equivalente a la de la secuencia binaria con una longitud siendo de $K_{t,max}$, comenzando el valor de K_{t0} bits a partir del bit de orden superior del índice Ind_t que se selecciona como el índice Ind_{t0} , y un valor de bits restantes se selecciona como Ind_{t1} , es decir, el índice Ind_t se divide en dos segmentos en conformidad con una prioridad binaria y un valor de cada segmento es correspondiente a un índice dividido.

D3: Combinar un índice dividido de al menos una pista en índices divididos o índices de codificación de otras pistas para generar índice combinado Ind_{SLF} , y la práctica específica es la de seleccionar un índice dividido de Ind_t que incluya al menos valores de los dos bits superiores para participar en la combinación.

Puede conocerse en conformidad con el análisis en la forma de realización 2 que si se necesita un índice combinado para conseguir un mejor efecto de economizar bits de codificación, es necesario seleccionar un índice dividido que conserve las características de espacio del índice Ind_t en la mayor medida posible, y cuando el índice Ind_t se divide en una manera a nivel de bits, evidentemente, varios bits superiores son los más capaces de reflejar las características de espacio del índice Ind_t y por lo tanto, no importa si los bits que forman un índice dividido sean continuos, o no, incluyendo un índice dividido valores de los dos bits superiores que se seleccionan preferentemente para participar en la combinación. Por supuesto, una situación más preferible es, cuando el índice Ind_t se divide en conformidad con la prioridad binaria de la secuencia binaria, que un índice dividido correspondiente a un segmento dividido localizado en un bit de orden superior sea seleccionado para participar en la combinación, tal como Ind_{t0} en la situación ① descrita en la etapa C2 de la forma de realización 3.

D4: Realizar la codificación en conformidad con el índice combinado y otros índices divididos no combinados.

La etapa D4 puede ejecutarse con referencia a la etapa A4 de la forma de realización 1. Además, si se adopta una manera en la que el índice combinado sea dividido, combinándose luego con otros índices divididos no combinados y luego codificados, la división del índice combinado puede realizarse también con referencia a la etapa D2 anterior, es decir,

dividir la longitud total K_{SLF} de la secuencia binaria del índice combinado en T1 secciones en conformidad con una longitud establecida, en donde T1 es menor o igual al número de pistas que generan el índice combinado, un valor de cada sección está en correspondencia con un índice Ind_{t0}' , siendo K_{SLF} la longitud de la secuencia binaria del $Ind_{SLF,max}$, y el índice $Ind_{SLF,max}$ indica un valor máximo del índice Ind_{SLF} . A modo de ejemplo, la división de K_{SLF} en conformidad con un valor de K_{t0} usado por la pista t que genera el índice combinado en donde el número de bits divididos por cada índice Ind_{t0}' en correspondencia es menor o igual al valor de K_{t0} utilizado por una pista t correspondiente.

A modo de ejemplo, si existen cuatro pistas, y cada pista extrae respectivamente los cuatro bits superiores de un índice de codificación como un índice dividido para participar en la combinación, después de la combinación, el índice combinado puede dividirse análogamente con cuatro bits como un segmento, y se utiliza como un índice recombinado para sustituir a los cuatro bits superiores de un índice de codificación original. El índice combinado combina un espacio inactivo, y la longitud de secuencia binaria puede ser menor que $4+4+4+4$, con lo que el índice recombinado obtenido por una determinada pista puede tener solamente 3 bits o incluso menos, lo que hace que se economicen bits de codificación de manera fija. Conviene señalar que cuando los índices divididos se combinan en un índice combinado, la operación de economizar bits está completada, por lo que cuando el índice combinado se divide en una manera a nivel de bits, no se necesita ninguna regla especial, y en tanto que un extremo de codificación y un extremo de decodificación adopten una misma regla, se pueden segmentar bits continuamente o no se pueden extraer de forma continua.

Esta forma de realización da a conocer una manera de división simple, cómoda y fácil del índice Ind_t , que puede no solamente garantizar que uno de los índices divididos conserve las características de ocupación de espacio del índice Ind_t en la medida de lo posible, sino que también se pone en práctica de forma conveniente.

Forma de realización 5: Un método de codificación de pulsos conjunto de pistas. Esta forma de realización da a conocer un método de codificación de pulsos conjunto de pistas dispuestas en cascada de capas sobre la base de la forma de realización 1, según se ilustra en la Figura 6, que incluye las etapas siguientes:

E1: Pistas del grupo participan en la codificación conjunta, en donde cada grupo incluye al menos dos pistas.

A modo de ejemplo, dieciséis pistas participan en la codificación conjunta, formando cada cuatro pistas un grupo y

en total, se constituyen cuatro grupos.

E2: Dividir y combinar un índice de codificación en cada grupo con referencia a la manera descrita en la forma de realización 1.

5 Es decir, se calcula un índice de codificación de cada pista; al menos dos índices de codificación son divididos; cada índice de codificación se divide al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez es equivalente a dividir un índice de codificación en dos índices divididos de una sola etapa en conformidad con un factor de una sola etapa establecido, un índice dividido de una sola etapa indica números serie de varios intervalos con una longitud no superior a un valor establecido, el otro índice dividido de una etapa indica un número de serie del índice de codificación en el intervalo al que pertenece el índice de codificación; y los índices divididos de una sola etapa procedentes de al menos dos pistas se combinan para generar un índice combinado de una sola etapa.

15 E3: Comenzando desde $m=2$, repetir la operación siguiente de generar un índice combinado de m -etapas hasta $m=M$; dividir al menos dos índices combinados de $(m-1)$ -etapas, en donde $m \in [2, M]$, siendo M un número entero mayor o igual a 2; dividir cada índice combinado de $(m-1)$ -etapas al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez es equivalente a dividir un índice combinado de $(m-1)$ -etapas en dos índices divididos de m -etapas en conformidad con un factor de m -etapas y combinar índices divididos de m -etapas a partir de al menos dos índices combinados de $(m-1)$ -etapas para generar un índice combinado de m -etapas.

20 Considerando el índice combinado de $(m-1)$ -etapas necesario para dividirse como el índice de codificación en cada forma de realización antes citada, el procedimiento de división y combinación anterior para cada etapa puede realizarse con referencia a la descripción correspondiente y por ello no se repite aquí de nuevo. A modo de ejemplo, con referencia a la forma de realización 4, el índice dividido de una sola etapa utilizado para generar el índice combinado de una etapa puede ser un valor interceptado a partir de un bit establecido de un índice de codificación correspondiente que comienza desde el bit de orden superior y el índice dividido de m -etapas utilizado para generar el índice combinado de $(m-1)$ -etapas puede ser un valor interceptado desde un bit establecido de un índice combinado de $(m-1)$ -etapas comenzando desde el bit superior.

30 E4: Realizar la codificación en conformidad con el índice combinado de M -etapas y otros índices divididos de una etapa a $(M-1)$ -etapas.

35 De forma similar a la etapa A4 en la forma de realización 1, el índice combinado de M -etapas y otros índices divididos de una etapa a $(M-1)$ -etapas no combinados pueden codificarse de forma directa, respectivamente. O, además, el índice combinado de M -etapas puede dividirse y luego combinarse con otros índices divididos de $(M-1)$ -etapas no combinados y luego codificados, por lo que aquí no se repite de nuevo.

40 Conviene señalar que, aunque el procedimiento de codificación anterior, con el fin de hacer la descripción más clara y proporcionarse con una operabilidad cíclica, el procedimiento de división y combinación de cada etapa se describe de forma coherente, y en realidad puede ser también la misma que la descrita en la forma de realización 1. Un índice dividido se permite que participe en la combinación y también un índice de codificación (para combinación de primera etapa) o índice combinado (para combinación de segunda etapa anterior) se permite para participar directamente en la combinación, o incluso puede permitirse a un índice dividido participar en la combinación, tal como un índice dividido de una etapa no combinado participa en la generación de un índice combinado de tres etapas) con el salto operativo de una etapa, pero en estos casos, se necesita establecer una regla de división y combinación para cada etapa, de modo que el extremo de codificación y el extremo de decodificación se mantengan compatibles.

50 Esta forma de realización es aplicable a la codificación conjunta para pistas excesivas, tales como 16 o 32 o incluso más pistas, en un caso de múltiples pistas, aun cuando cada pista solamente extraiga varios de bits de índices divididos para combinarse, el índice combinado se hace también excesivamente largo y, en este caso, se adopta la manera de procedimiento en cascada de capas anterior, a través del procedimiento de división y combinación de múltiples capas, lo que puede asegurar que los espacios inactivos estén completamente combinados y el índice combinado no se haga excesivamente largo.

55 Forma de realización 6: Un método de decodificación de pulsos conjunto de pistas. El método de decodificación dado a conocer en esta forma de realización decodifica el código conjunto obtenido en conformidad con el método de codificación de la forma de realización 1 a la forma de realización 4 y un procedimiento de decodificación es un procedimiento inverso para un procedimiento de codificación, según se ilustra en la Figura 7, que incluye las etapas siguientes.

60 F1: Adquirir un código conjunto y adquirir, a partir del código conjunto, un índice combinado y un índice dividido no combinado que corresponde a una pista.

65 El proceso de extraer cada índice a partir del código conjunto puede realizarse en conformidad con el proceso inverso de realizar una operación en cada índice durante la codificación.

A modo de ejemplo, si un extremo de codificación codifica directamente un índice combinado y codificada índice dividido no combinado, respectivamente, cada índice se decodifica de forma directa.

5 También, a modo de ejemplo, si el extremo de codificación adopta una manera de codificación de longitud variable para el índice combinado, la longitud de codificación del índice combinado se determina y luego se decodifica en correspondencia (con referencia a la solicitud de patente China con número de publicación siendo CN200910150637.8).

10 Además, a modo de ejemplo, si el extremo de codificación divide el índice combinado, que luego se combina con otros índices divididos no combinados y a continuación se codifica, un código correspondiente a cada pista se extrae a partir del código conjunto y un índice recombinado y un índice dividido no combinado se dividen a partir de un código de cada pista; si existe un código que no incluye ningún índice recombinado, un índice dividido no combinado correspondiente a una pista en correspondencia se obtiene directamente y luego, todos los índices recombinados se dividen en un índice combinado en conformidad con la manera de división del extremo de codificación.

F2: Dividir el índice combinado en índices divididos correspondientes a la pista o dividir el índice combinado en un índice dividido y un índice de codificación que corresponden a la pista.

20 Esta etapa se realiza inversamente con referencia a la manera en la que el extremo de codificación genera el índice combinado.

A modo de ejemplo, si el extremo de codificación genera un índice combinado en una manera expresada por $AI = (((a_1 \times A_{i-1} + a_{i-1}) \dots) \times A_2 + a_2) \times A_1 + a_1) \times A_0 + a_0$, durante la decodificación, un valor de a_0 puede obtenerse calculando $AI \% A_0$, con lo que puede obtenerse entonces un valor de a_1 calculando $\text{Int}(AI/A_0) \% A_1$, y el resto puede deducirse por analogía, hasta que se obtengan todos los valores de a_i .

30 F3: Para cada pista que participe en la división del índice de codificación, segmentar, en conformidad con una manera de división de un extremo de codificación, un índice dividido que no participa en la combinación y un índice dividido que participa en la combinación de la pista para generar el índice de codificación de la pista.

Por supuesto, para las pistas que no estén divididas pero que utilicen directamente un índice de codificación para participar en la combinación, la etapa F2 puede obtener el índice de codificación de dichas pistas y se puede omitir esta etapa.

35 F4: Restablecer una secuencia de pulsos en la pista en conformidad con el índice de codificación de la pista para cada pista.

40 El extremo de codificación utiliza la manera en la que se combinan los índices divididos, por lo que, de modo similar, un extremo de decodificación puede obtener el beneficio de reducir el requisito de anchura binaria para el procesamiento de valores.

45 Forma de realización 7: Un método de decodificación de pulsos conjunto de pistas. El método de decodificación dado a conocer en esta forma de realización decodifica el código conjunto obtenido en conformidad con el método de codificación en cascada de capas de la forma de realización 5, y un procedimiento de decodificación es un procedimiento inverso de un procedimiento de codificación, según se ilustra en la Figura 8, que incluye las etapas siguientes:

50 G1: Adquirir un código conjunto, y la adquisición, a partir del código conjunto, de un índice combinado de M-etapas, un índice dividido de m-etapas no combinado correspondiente a cada índice combinado de (m-1)-etapas y un índice dividido de una etapa no combinado correspondiente a cada pista en donde M es un número entero mayor o igual a 2, y $m \in [2, M]$.

55 Haciendo referencia a la etapa F1 de la forma de realización 6, el proceso de extracción de índices se realiza en conformidad con el proceso de inverso de realizar una operación en cada índice durante la codificación de forma similar y por ello no se repite aquí de nuevo.

60 G2: Comenzando desde $m=M$, repetir la siguiente operación de generar un índice combinado de (m-1)-etapas hasta $m=2$; dividir cada índice combinado de m-etapas en un índice dividido de m-etapas correspondiente a cada índice combinado de (m-1)-etapas para generar el índice combinado de m-etapas; y para cada índice combinado de (m-1)-etapas, segmentar en conformidad con una manera de división de un extremo de codificación, un índice dividido de m-etapas que no participa en la combinación y un índice dividido de m-etapas que participa en la combinación del índice combinado de (m-1)-etapas para generar el índice combinado de (m-1)-etapas.

65 G3: Dividir cada índice combinado de una etapa en un índice dividido de una etapa correspondiente a cada pista en un grupo de pistas para generar el índice combinado de una etapa y para cada pista en cada grupo de pistas,

segmentar, en conformidad con la manera de división del extremo de codificación, un índice dividido de una etapa que no participe en la combinación y un índice dividido de una etapa que participa en la combinación de la pista para generar un índice de codificación.

5 G4: Restablecer una secuencia de pulsos en la pista en conformidad con el índice de codificación para cada pista en cada grupo de pistas.

10 Forma de realización 8: Un codificador de pulsos conjunto de vectores 10. El codificador dado a conocer en esta forma de realización puede utilizarse para realizar el método de codificación dado a conocer en la forma de realización 1 a la forma de realización 4, según se ilustra en la Figura 9, que incluye:

una unidad de cálculo del índice de codificación 101, configurada para calcular un índice de codificación Ind_t de cada vector, en donde un sub-índice indica un t-ésimo vector, $t \in [0, T-1]$ y T es un número entero mayor o igual a 2;

15 una unidad de división de índice de vector 102, configurada para dividir al menos un índice Ind_t al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez es equivalente a dividir el índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t_0} e Ind_{t_1} en conformidad con un factor SLF_t establecido, siendo SLF_t un número entero positivo, el índice Ind_{t_0} indica un número de serie de un intervalo al que pertenece el índice Ind_t , el índice Ind_{t_1} indica un número de serie del Ind_t en el intervalo al que pertenece el índice Ind_t , siendo una longitud del intervalo no superior a SLF_t , y se verifica $Ind_t \leq Ind_{t_0} \times SLF_t + Ind_{t_1}$;

una unidad de combinación de índices 103, configurada para combinar un índice dividido de al menos un vector e índices divididos o índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF_t} ; y

25 una unidad de codificación 104, configurada para realizar una codificación en conformidad con el índice combinado generado por la unidad de combinación de índices 103 y otros índices divididos no combinados divididos por la unidad de división de índices de vectores 102.

Además, la unidad de codificación 104 puede incluir:

30 una sub-unidad de recombinación 1041, configurada para dividir el índice combinado en T1 índices recombinados Ind_{t_0}' en conformidad un margen de valores establecido, en donde T1 es menor o igual al número de vectores que genera el índice combinado, un margen de valores de al menos un índice Ind_{t_0}' es mayor que un margen de valores del índice dividido, que participa en la combinación, del vector t correspondiente y un margen de valores de al menos un índice Ind_{t_0}' es menor que el margen de valores del índice dividido, que participa en la combinación, del vector t correspondiente; y

35 una sub-unidad de codificación 1042, configurada para combinar cada índice recombinado y un índice dividido no combinado de un vector correspondiente, respectivamente, y luego codificarlo, y si existe un vector sin que le sea asignado un índice recombinado, codificar un índice dividido no combinado del vector.

45 Forma de realización 9: Un codificador de pulsos conjunto de vectores 20. El codificador dado a conocer en esta forma de realización puede utilizarse para realizar el método de codificación dado a conocer en la forma de realización 5, según se ilustra en la Figura 10, que incluye:

50 una unidad de cálculo de índice de vector 201, configurada para agrupar vectores que participan en la codificación conjunta, en donde cada grupo al menos incluye dos vectores; en cada grupo, calcular un índice de codificación de cada vector, dividir al menos dos índices de codificación; dividir cada índice de codificación al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez es equivalente a dividir un índice de codificación en dos índices divididos de una etapa en conformidad con un factor de una etapa establecido, un índice dividido de una etapa indica números de serie de varios intervalos con una longitud no mayor que un valor establecido, el otro índice dividido de una etapa indica un número de serie del índice de codificación en un intervalo al que pertenece el índice de codificación y combinar índices divididos de una etapa a partir de al menos dos vectores para generar un índice combinado de una etapa;

55 una unidad de cálculo en cascada 202, configurada para: comenzando desde $m=2$, repetir la operación siguiente de generar un índice combinado de m-etapas hasta $m=M$; dividir al menos dos índices combinados de (m-1)-etapas, en donde $m \in [2, M]$, siendo M un número entero mayor o igual a 2; dividir cada índice combinado de (m-1)-etapas al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez es equivalente a dividir un índice combinado de (m-1)-etapas en dos índices divididos de m-etapas en conformidad con un factor de m-etapas establecido; y combinar los índices divididos de m-etapas a partir de al menos dos índices combinados de (m-1)-etapas para generar un índice combinado de m-etapas; y

65 una unidad de codificación 203, configurada para realizar una codificación en conformidad con el índice combinado de M-etapas y otros índices divididos no combinados de una etapa a (M-1)-etapas.

Durante la puesta en práctica, la unidad de cálculo en cascada 202 puede multiplexar una sección en la unidad de cálculo de índice de vectores 201, en donde la sección se utiliza para dividir y combinar un índice de codificación.

5 Forma de realización 10: Un decodificador de pulsos conjunto de vectores 30. El decodificador dado a conocer en esta forma de realización puede utilizarse para realizar el método de decodificación de la forma de realización 6, según se ilustra en la Figura 11, que incluye:

10 una unidad de decodificación 301, configurada para adquirir un código conjunto y para adquirir, a partir del código conjunto, un índice combinado y un índice dividido no combinado correspondiente a un vector;

una unidad de división de índices 302, configurada para dividir el índice combinado adquirido por la unidad de decodificación 301 en índices divididos correspondientes al vector, o dividir el índice combinado en un índice dividido y un índice de codificación que corresponden al vector;

15 una unidad de restablecimiento de índice de vectores 303, configurada para: para cada vector que participe en la división del índice de codificación, segmentar, en conformidad con una manera de división de un extremo de codificación, un índice dividido que no participa en la combinación y un índice dividido que participa en la combinación del vector para generar el índice de codificación del vector; y

20 una unidad de restablecimiento de vectores 304, configurada para restablecer el vector en conformidad con el índice de codificación del vector para cada vector.

Además, la unidad de decodificación 301 puede incluir:

25 una sub-unidad de decodificación 3011, configurada para extraer, a partir del código conjunto, un código correspondiente a cada vector; dividir un índice recombinado y un índice dividido no combinado a partir del código de cada vector; y si existe un código que no incluye ningún índice recombinado, obtener directamente un índice dividido no combinado correspondiente a un vector en correspondencia; y

30 una sub-unidad de segmentación 3012, configurada para segmentar todos los índices recombinados en un índice combinado en conformidad con la manera de división del extremo de codificación.

35 Forma de realización 11: Un decodificador de pulsos conjunto de vectores 40. El decodificador dado a conocer en esta forma de realización puede utilizarse para realizar el método de decodificación de la forma de realización 7, según se ilustra en la Figura 12, que incluye:

40 una unidad de decodificación 401, configurada para adquirir un código conjunto, y para adquirir, a partir del código conjunto, un índice combinado de M-etapas, un índice dividido de m-etapas no combinado correspondiente a cada índice combinado de (m-1)-etapas y un índice dividido de una etapa no combinado correspondiente a cada vector, en donde M es un número entero mayor o igual a 2 y $m \in [2, M]$;

45 una unidad de recuperación en cascada 402, configurada para: comenzando desde $m=M$, repetir la operación siguiente de generar un índice combinado de (m-1)-etapas hasta $m=2$; dividir cada índice combinado de m-etapas en un índice dividido de m-etapas correspondiente a cada índice combinado de (m-1)-etapas para generar el índice combinado de m-etapas, y para cada índice combinado de (m-1)-etapas, segmentar, en conformidad con una manera de división de un extremo de codificación, un índice dividido de m-etapas que no participa en la combinación y un índice dividido de m-etapas que participa en la combinación del índice combinado de (m-1)-etapas para generar el índice combinado de (m-1)-etapas;

50 una unidad de restablecimiento de índices de vectores 403, configurada para dividir cada índice combinado de una etapa en un índice dividido de una etapa correspondiente a cada vector en un grupo de vectores para generar el índice combinado de una etapa; y para cada vector en cada grupo de vectores, segmentar, en conformidad con la manera de división del extremo de codificación, un índice dividido de una etapa que no participa en la combinación y un índice dividido de una etapa que participa en la combinación del vector para generar un índice de codificación; y

55 una unidad de restablecimiento de vectores 404, configurada para restablecer el vector en conformidad con el índice de codificación para cada vector en cada grupo de vectores.

60 Durante la puesta en práctica, la unidad de recuperación en cascada 402 puede multiplexar una sección en la unidad de restablecimiento de índices de vectores 403, en donde la sección se utiliza para dividir y segmentar un índice combinado de una etapa.

65 Con el fin de entender mejor el contenido de la presente invención, se dan a conocer a continuación dos ejemplos específicos basados en la codificación conjunta de pistas de la presente invención.

Ejemplo 1: Se supone que cuatro pistas participan en una codificación conjunta, y cinco pulsos con símbolos se

codifican en cada pista (el número de pulsos codificados en cada pista puede variar también). Cada pista divide un índice dividido que participa en la combinación en una manera de interceptar los cuatro bits superiores de un índice de codificación (el número de bits interceptados por cada pista puede variar también). Según se ilustra en la Figura 13, el procedimiento de codificación es como sigue:

5 ① Codificación de los índices Ind_0 , Ind_1 , Ind_2 , e Ind_3 de cuatro pistas se calculan respectivamente, y si el número total de posiciones de pistas es 16, el margen de valores de un índice de codificación de cinco pulsos es 0 a 285088 y el número de bits necesarios es 19.

10 ② Los cuatro bits superiores de cada índice de codificación se interceptan para utilizarse como el índice dividido Ind_{i0} que participa en la combinación y los 15 bits restantes se utilizan como el índice dividido Ind_{i1} que no participa en la combinación. Es decir, es equivalente a $SLF_i=2^{15}$.

15 ③ Los índices Ind_{00} , Ind_{10} , Ind_{20} , e Ind_{30} se combinan para generar el índice combinado Ind_{SLF} , y puesto que el número de valores del índice de codificación de cinco pulsos es 285088, que se divide por $SLF_i=2^{15}=32768$ para obtener un cociente que sea 8.7001953125, el margen de valores de Ind_{i0} es 0 a 8, es decir, el número de valores de Ind_{i0} es 9 (el número de valores de Ind_{i0} con otro número de pulsos puede deducirse por analogía, por lo que no se repite aquí de nuevo) y por lo tanto,

20
$$Ind_{SLF} = ((Ind_{30} \times 9 + Ind_{20}) \times 9 + Ind_{10}) \times 9 + Ind_{00}$$

Puede conocerse que el margen de valores del índice Ind_{SLF} es 0 a 6560 y una longitud de secuencia binaria es 13.

25 ④ En este caso, los índices Ind_{SLF} , Ind_{01} , Ind_{11} , Ind_{21} , e Ind_{31} pueden codificarse de forma directa, una longitud de codificación total es 13+15+15+15+15 y se economizan tres bits en comparación con una codificación de pista única.

Además, el índice Ind_{SLF} puede dividirse y luego combinarse con Ind_{i1} y luego codificarse, es decir, el índice Ind_{SLF} se divide con cuatro bits como un grupo (la división del índice combinado en conformidad con la longitud del índice dividido que participa en la combinación puede representar intuitivamente el efecto de economizar bits y por supuesto, la división puede realizarse también en conformidad con otras longitudes; los bits de cada índice recombinao pueden variar y los bits que forman un mismo índice recombinao pueden ser innecesariamente continuos, lo que incluye sobre el efecto de economizar bits), se obtienen los índices Ind_{30}' , Ind_{20}' , Ind_{10}' , y Ind_{00}' y evidentemente, la longitud del último índice recombinao Ind_{30}' es solamente 1 bit; y

35 a continuación, cada índice recombinao se combina con un índice dividido no combinado de una pista correspondiente, es decir, los cuatro bits superiores del índice de codificación de la pista correspondiente se sustituyen con cada índice recombinao para obtener nuevos índices de codificación Ind_3' , Ind_2' , Ind_1' , y Ind_0' , y evidentemente, la longitud del nuevo índice de codificación Ind_0' es solamente 16 bits y por lo tanto, se economizan tres bits de manera fija.

40 Ejemplo 2: Se supone que cuatro pistas se dividen en dos grupos (dos pistas forman un grupo y el número de pistas incluidas en cada grupo puede variar también) para participar en una codificación conjunta en cascada de dos etapas y cinco pulsos con símbolos se codifican en cada pista (el número de pulsos codificados en cada pista puede variar también). Cada pista divide un índice dividido que participa en la combinación en una manera de interceptación de los ocho bits superiores de un índice de codificación (el número de bits interceptados en cada pista puede variar también). Según se ilustra en la Figura 14, el procedimiento de codificación es como sigue:

50 ① Los índices de codificación Ind_0 , Ind_1 , Ind_2 , y Ind_3 de dos pistas respectivas en dos grupos se calculan respectivamente, en donde Ind_0 , e Ind_1 son índices de codificación de dos pistas del primer grupo, e Ind_2 , e Ind_3 son índices de codificación de dos pistas del segundo grupo. Si el número total de posiciones de pistas es 16, el margen de valores del índice de codificación de cinco pulsos es 0 a 285088 y el número de bits requeridos 19.

55 ② Los 8 bits superiores de un índice de codificación en el primer grupo y en el segundo grupo son interceptados para utilizarse como un índice dividido de una etapa $Ind_{1,10}$ que participa en la combinación (el primer sub-índice 1 indica el número de etapas y es el mismo a continuación) y los 11 bits restantes se utilizan como un índice dividido de una etapa $Ind_{1,11}$ que no participa en la combinación. Es decir, es equivalente al del factor de una etapa $SLF_{1,t}=2^{11}$.

60 ③ Los índices $Ind_{1,00}$ e $Ind_{1,10}$ se combinan para generar un índice combinado de una etapa $Ind_{1,SLF,0}$, y los índices $Ind_{1,20}$ e $Ind_{1,30}$ se combinan para generar un índice combinado de una etapa $Ind_{1,SLF,1}$; el número de valores del índice de codificación de cinco pulsos es 285088, que se divide por $SLF_i=2^{11}=2048$ para obtener un cociente que es 139.203125, de modo que el margen de valores del índice $Ind_{1,10}$ sea 0 a 139, es decir, el número de valores de $Ind_{1,10}$ es 140, y por lo tanto:

65
$$Ind_{1,SLF,0} = Ind_{1,10} \times 140 + Ind_{1,00}$$

$$\text{Ind}_{1,\text{SLF},1} = \text{Ind}_{1,30} \times 140 + \text{Ind}_{1,20}$$

5 Puede conocerse que el número de valores de los índices combinados de una etapa $\text{Ind}_{1,\text{SLF},0}$ e $\text{Ind}_{1,\text{SLF},1}$ es 19600, y una longitud de secuencia binaria es 15 y por lo tanto, cada índice combinado de una etapa economiza un bit y la codificación conjunta de una etapa economiza dos bits.

10 ④ La operación de codificación conjunta de dos etapas continúa realizándose sobre la base de los índices $\text{Ind}_{1,\text{SLF},0}$ e $\text{Ind}_{1,\text{SLF},1}$ (cuando se realiza una codificación conjunta de múltiples etapas, un índice combinado de la etapa anterior puede considerarse como un índice de codificación en una codificación conjunta de una etapa para dividirse similarmente y combinarse y por lo tanto, un sub-índice t es posteriormente utilizado continuamente para indicar un t-ésimo índice combinado de la etapa anterior); los 8 bits superiores del índice $\text{Ind}_{1,\text{SLF},t}$ se interceptan para utilizarse como un índice dividido de dos etapas $\text{Ind}_{2,\text{SLF},10}$ que participa en la combinación y los 7 bits restantes se utilizan como un índice dividido de dos etapas $\text{Ind}_{2,\text{SLF},11}$ que no participa en la combinación. Es decir, es equivalente al factor de dos etapas $\text{SLF}_{2,t} = 2^7$.

15 ⑤ Los índices $\text{Ind}_{2,\text{SLF},00}$ e $\text{Ind}_{2,\text{SLF},10}$ se combinan para generar un índice combinado de dos etapas $\text{Ind}_{2,\text{SLF}}$; puesto que el número de valores del índice $\text{Ind}_{1,\text{SLF},t}$ es 19600, que se divide por $\text{SLF}_{2,t} = 2^7 = 128$ para obtener un cociente que es 153.125, el margen del valor del índice $\text{Ind}_{2,\text{SLF},10}$ es 0 a 153, es decir, el número de valores de $\text{Ind}_{2,\text{SLF},10}$ es 154, y por lo tanto,

$$\text{Ind}_{2,\text{SLF}} = \text{Ind}_{2,\text{SLF},10} \times 154 + \text{Ind}_{2,\text{SLF},00}$$

25 Puede conocerse que el número de valores del índice combinado de dos etapas $\text{Ind}_{2,\text{SLF}}$ es 23716 y la longitud de la secuencia binaria es 15, con lo que la codificación conjunta de dos etapas economiza de nuevo un bit.

30 ⑥ En este caso, los índices $\text{Ind}_{2,\text{SLF}}$, $\text{Ind}_{2,\text{SLF},01}$, $\text{Ind}_{2,\text{SLF},11}$, $\text{Ind}_{1,01}$, $\text{Ind}_{1,11}$, $\text{Ind}_{1,21}$, e $\text{Ind}_{1,31}$ pueden codificarse directamente, una longitud de codificación total es $15+7+7+11+11+11+11=73$, y se economizan tres bits en total en comparación con una codificación de pista única.

35 Además, el índice $\text{Ind}_{2,\text{SLF}}$ puede dividirse y luego combinarse con $\text{Ind}_{1,\text{SLF},11}$ y a continuación, codificarse, es decir, el índice $\text{Ind}_{2,\text{SLF}}$ se divide con 8 bits como un grupo (la división del índice combinado de m-etapas en conformidad con la longitud del índice dividido de m-etapas que participa en la combinación puede representar intuitivamente el efecto de economizar bits y por supuesto, la división puede realizarse también en conformidad con otras longitudinales; los bits de cada índice recombinado pueden variar y los bits que forman un mismo índice recombinado pueden ser innecesariamente continuos, lo que no influye sobre el efecto de economizar bits), los índices $\text{Ind}_{2,\text{SLF},10'}$ e $\text{Ind}_{2,\text{SLF},00'}$ se obtienen y evidentemente, la longitud del último índice recombinado $\text{Ind}_{2,\text{SLF},00'}$ es solamente de 7 bits; y

40 entonces, cada índice recombinado se combina con un índice dividido de dos etapas no combinado de un índice combinado de una etapa correspondiente, es decir, los cuatro bits superiores del índice combinado de una etapa correspondiente se sustituyen con cada índice recombinado para obtener nuevos índices combinados de una etapa $\text{Ind}_{1,\text{SLF},1'}$ e $\text{Ind}_{1,\text{SLF},0'}$, y evidentemente, la longitud del nuevo índice combinado de una etapa $\text{Ind}_{1,\text{SLF},0'}$ es solamente de 14 bits.

45 En este caso, los índices $\text{Ind}_{1,\text{SLF},1'}$, $\text{Ind}_{1,\text{SLF},0'}$, Ind_{01} , Ind_{11} , Ind_{21} , e Ind_{31} pueden codificarse directamente, siendo la longitud de codificación total de $15+14+11+11+11+11=73$, y se economizan tres bits en total en comparación con la codificación de pista única.

50 Además, los índices $\text{Ind}_{1,\text{SLF},1'}$ e $\text{Ind}_{1,\text{SLF},0'}$ pueden dividirse y luego combinarse con $\text{Ind}_{1,11}$ y luego codificarse, es decir,

55 el índice $\text{Ind}_{1,\text{SLF},1'}$ se divide con 8 bits como un grupo para obtener los índices $\text{Ind}_{1,30'}$ e $\text{Ind}_{1,20'}$, y evidentemente, la longitud del índice recombinado $\text{Ind}_{1,20'}$ es solamente de 7 bits; el índice $\text{Ind}_{1,\text{SLF},0'}$ se divide con 8 bits como un grupo para obtener los índices $\text{Ind}_{1,10'}$ e $\text{Ind}_{1,00'}$, y evidentemente, la longitud del índice recombinado $\text{Ind}_{1,00'}$ es solamente de 6 bits, y

60 a continuación, cada índice recombinado se combina con un índice dividido de una etapa no combinado de un índice de codificación correspondiente, es decir, los cuatro bits superiores del índice de codificación del índice de codificación correspondiente se sustituyen con cada índice recombinado para obtener nuevos índices de codificación Ind_3' , Ind_2' , Ind_1' , e Ind_0' , y evidentemente, la longitud del índice Ind_2' es solamente de 18 bits, la longitud del índice Ind_0' es solamente de 17 bits y por lo tanto, se economizan tres bits de manera fija.

65 La tabla 2 proporciona un caso en el que durante una codificación conjunta de cuatro pistas, la codificación conjunta de los cuatro bits superiores economizan bits en un caso de diferente número de pulsos (pulso con un símbolo) en una pista y otros casos en el que un índice dividido o conjunto de múltiples pistas intercepta diferentes bits que

pueden deducirse por analogía.

Tabla 2

Número de pulsos en 4 pistas	Valor límite inferior para bits de codificación de pista única	Margen de codificación conjunta de los cuatro bits superiores y el número de bits		Número total de bits de codificación conjunta	Número de bits economizados
		Margen de valores	Número de bits de codificación		
3,3,3,3	52	0~14640	14	50	2
3,3,3,4	55	0~14640	14	53	2
3,3,4,4	58	0~14640	14	56	2
3,4,4,4	61	0~14640	14	59	2
4,4,4,4	64	0~14640	14	62	2
4,4,4,5	67	0~11978	14	65	2
4,4,5,5	70	0~9800	14	68	2
4,5,5,5	73	0~8019	13	70	3
5,5,5,5	76	0~6560	13	73	3
5,5,5,6	78	0~8747	14	76	2
5,5,6,6	80	0~11663	14	78	2
5,6,6,6	82	0~15551	14	80	2
6,6,6,6	84	0~20735	15	83	1
6,6,6,7	86	0~24191	15	85	1
6,6,7,7	88	0~28223	15	87	1
6,7,7,7	90	0~32927	16	90	0
7,7,7,7	92	0~38415	16	92	0

5 Puede deducirse que se pueden economizar efectivamente bits de codificación utilizando el método de codificación conjunta de la presente invención. Los bits economizados utilizando una codificación conjunta pueden utilizarse para reducir una tasa de código de transmisión y pueden utilizarse también para la cuantización de coeficientes de ISF, la precisión del periodo de intervalos y la ganancia de otros módulos, con el fin de utilizarse para mejorar la calidad de la codificación.

10 A modo de ejemplo, el número de pulsos en una pista puede aumentarse (se aumenta el número de pulsos de códigos de excitación ACELP) en un caso en una tasa de código invariable, con el fin de mejorar la calidad de codificación. A modo de ejemplo, varios libros de códigos fijos de alta tasa de codificación de ACELP para AMR-WB+, después de utilizar la codificación conjunta de los cuatro bits superiores ilustrada en la tabla 2, puede añadirse con varios pulsos a una tasa de código original y sus detalles son como sigue:

① 3 pulsos se añaden en 18.25 kbps

	(AMR-WB+) Número de pulsos en 4 pistas	bits		(codificación conjunta de cuatro bits superiores)Número de pulsos en 4 pistas	bits
	4,4,4,4	64	->	4,5,5,5	70
18.25 kbps	4,4,4,4	64		4,4,4,4	62
	4,4,4,4	64		4,4,4,4	62
	4,4,4,4	64		4,4,4,4	62

② 6 pulsos se añaden a 19.85 kbps

	(AMR-WB+) Número de pulsos en 4 pistas	bits		(codificación conjunta de cuatro bits superiores)Número de pulsos en 4 pistas	bits
	4,4,5,5	72	->	5,5,5,5	73

ES 2 588 356 T3

	(AMR-WB+) Número de pulsos en 4 pistas	bits		(codificación conjunta de cuatro bits superiores)Número de pulsos en 4 pistas	bits
19.85 kbps	4,4,5,5	72		5,5,5,5	73
	4,4,5,5	72		5,5,5,5	73
	4,4,5,5	72		4,4,5,5	68

③ 6 pulsos se añaden a 19.85 kbps

	(AMR-WB+) Número de pulsos en 4 pistas	bits		(codificación conjunta de cuatro bits superiores)Número de pulsos en 4 pistas	bits
19.85 kbps	4,4,5,5	72	->	5,5,5,5	73
	4,4,5,5	72		5,5,5,5	73
	4,4,5,5	72		4,5,5,5	70
	4,4,5,5	72		4,5,5,5	70

5

④ 7 pulsos se añaden a 19.85 kbps

	(AMR-WB+) Número de pulsos en 4 pistas	bits		(codificación conjunta de cuatro bits superiores)Número de pulsos en 4 pistas	bits
	4,4,5,5	72	->	5,5,6,6	78
19.85 kbps	4,4,5,5	72		4,5,5,5	70
	4,4,5,5	72		4,5,5,5	70
	4,4,5,5	72		4,5,5,5	70

⑤ 8 pulsos se añaden a 23.05 kbps

	(AMR-WB+) Número de pulsos en 4 pistas	bits		(codificación conjunta de cuatro bits superiores)Número de pulsos en 4 pistas	bits
	6,6,6,6	88	->	7,7,7,7	92
23.05 kbps	6,6,6,6	88		7,7,7,7	92
	6,6,6,6	88		6,6,6,6	83
	6,6,6,6	88		6,6,6,6	83

10

Los expertos en esta técnica deben entender que la totalidad o una parte de las etapas de los métodos en conformidad con las formas de realización pueden ponerse en práctica mediante un programa informático que proporcione instrucciones a un hardware pertinente. El programa puede memorizarse en un soporte de memorización legible por ordenador y el soporte de memorización puede incluir una memoria de solamente lectura, una memoria de acceso aleatorio, un disco magnético o un disco óptico.

15

Un método de codificación conjunta de vectores y un codificador conjunto de vectores dados a conocer en la forma de realización de la presente invención se describieron en detalle con anterioridad. Formas de realización específicas se utilizan para ilustrar los principios y la manera de puesta en práctica de la presente invención. Las descripciones anteriores de las formas de realización son simplemente para entender mejor el método y las ideas básicas de la presente invención, que se definen por las reivindicaciones adjuntas.

20

25

REIVINDICACIONES

1. Un método de codificación conjunta de vectores para una señal de voz, que comprende:

5 el cálculo (A1, B1) de un índice de codificación Ind_t de cada vector, en donde un sub-índice t designa un t -ésimo vector, $t \in [0, T-1]$, y T es el número de vectores y es un número entero mayor o igual a 2, y el índice de codificación es un índice utilizado para indicar la distribución de pulsos en la pista, en donde cada vector representa una distribución de pulsos en una pista;

10 la división (A2, B2) de al menos un índice Ind_t al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división comprende al menos una vez la división del índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor establecido SLF_t , siendo el factor SLF_t un número entero positivo, el índice Ind_{t0} indica un número de serie de un intervalo al que pertenece el índice Ind_t , el índice Ind_{t1} indica un número de serie del índice Ind_t en el intervalo al que pertenece el índice Ind_t , no siendo la longitud del intervalo mayor que el factor SLF_t , y

$$15 \quad Ind_t \leq Ind_{t0} \times SLF_t + Ind_{t1};$$

en donde la división (A2, B2) del índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor preestablecido SLF_t es concretamente:

20 $Ind_{t0} = \text{Int}(Ind_t / SLF_t)$, en donde $\text{Int}()$ designa un redondeo al número entero inferior, y

$Ind_{t1} = Ind_t \% SLF_t$, en donde $\%$ designa la utilización de un resto;

25 la combinación (A3, B3) de un índice dividido de al menos un vector y de índices divididos o de índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} ; en donde la combinación (A3, B3) de un índice dividido de al menos un vector y de índices divididos o de índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} ; consiste concretamente en:

30 para un vector t , que proporciona un índice dividido para participar en la combinación, la selección de un índice dividido capaz de representar características de ocupación de espacio del índice Ind_t , para participar en la combinación, en donde ser capaz de representar características de ocupación de espacio del índice Ind_t se refiere a que, en comparación con otros índices divididos, una tasa de ocupación de un margen de valores de un índice dividido seleccionado para un espacio de codificación es el más próximo a una tasa de ocupación de un margen de valores del índice Ind_t para el espacio de codificación; y

la realización (A4, B4) de una codificación en conformidad con el índice combinado y otros índices divididos no combinados.

40 2. El método según la reivindicación 1, en donde

$SLF_t = 2^{(K_t)}$, en donde K_t es un número entero positivo, y la combinación (A3, B3) de un índice dividido de al menos un vector e índices divididos o índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} es concretamente: para un vector t que proporciona un índice dividido para participar en la combinación, la selección del índice Ind_{t0} para participar en la combinación;

o,

50 $SLF_t = \text{Int}(Ind_{t,max} / 2^{(K_t)})$, en donde $Ind_{t,max}$ indica un valor máximo del índice Ind_t , y la combinación (A3, B3) de un índice dividido de al menos un vector y de índices divididos o índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} es: para el vector t que proporciona un índice dividido para participar en la combinación, la selección del índice Ind_{t1} para participar en la combinación.

55 3. El método según la reivindicación 2, en donde $K_t = K_{t,max} - 2$, o $K_t = K_{t,max} - 3$, o $K_t = K_{t,max} - 4$, siendo $K_{t,max}$ una longitud de una secuencia binaria del índice $Ind_{t,max}$.

4. El método según la reivindicación 1, en donde la división (A2, B2) del índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{t0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor establecido SLF_t es concretamente:

60 la selección de un valor de bits del índice Ind_t como el índice Ind_{t0} , estando los bits situados en una posición preestablecida, y la selección de un valor de bits en una posición restante como el índice Ind_{t1} , en donde $SLF_t = 2^{(K_t)}$, siendo el número de los bits en la posición preestablecida el valor K_{t0} , el número de los bits en la posición restante es K_t , $K_{t0} + K_t = K_{t,max}$, $K_{t,max}$ es una longitud de una secuencia binaria del índice $Ind_{t,max}$, y el índice $Ind_{t,max}$ indica un valor máximo del índice Ind_t .

65 5. El método según la reivindicación 4, en donde la combinación de índices divididos de al menos dos vectores

para generar un índice combinado Ind_{SLF} es concretamente:

para un vector t que proporciona un índice dividido para participar en la combinación, la selección, en una secuencia binaria con una longitud $K_{t,max}$, de un índice dividido del índice Ind_t para participar en la combinación, en donde el índice dividido al menos comprende un valor de los dos bits superiores.

6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la realización (A4, B4) de la codificación en conformidad con el índice combinado y otros índices divididos no combinados es:

la división del índice combinado en T1 índices recombinados Ind_{i0}' en conformidad con un margen de valores establecido, en donde T1 es menor que o igual al número de vectores que generan el índice combinado, un margen de valores de al menos un índice Ind_{i0}' es mayor que un margen de valores del índice dividido de un vector t correspondiente, en donde el índice dividido participa en la combinación, y un margen de valores de al menos un índice Tnd_{i0}' es menor que el margen de valores del índice dividido del vector t correspondiente, en donde el índice dividido participa en la combinación; y

la combinación respectiva de cada índice recombinado y de un índice dividido no combinado de un vector correspondiente y luego, la realización de la codificación, y si existe un vector sin que se le asigne un índice recombinado, la codificación de un índice dividido no combinado del vector.

7. El método según la reivindicación 6, en donde la división del índice combinado en T1 índices recombinados Ind_{i0}' , en conformidad con un margen de valores establecidos, es concretamente:

la división de una longitud total K_{SLF} de la secuencia binaria del índice combinado en T1 secciones en conformidad con una longitud establecida, en donde un valor de cada sección corresponde a un índice Ind_{i0}' , K_{SLF} es la longitud de la secuencia binaria de un índice $Ind_{SLF,max}$, y el índice $Ind_{SLF,max}$ indica un valor máximo del índice Ind_{SLF} .

8. El método según la reivindicación 7, en donde

la división del índice Ind_i en dos índices divididos Ind_{i0} e Ind_{i1} en conformidad con un factor SLF_t establecido, es concretamente: en la secuencia binaria con la longitud siendo $K_{t,max}$, la selección de un valor de K_{i0} bits, comenzando desde el bit superior del índice Ind_t , como el índice Ind_{i0} , y la selección de un valor de bits restantes en tanto como el índice Ind_{i1} , en donde $SLF_t = 2^{(K_i)}$, $K_{i0} + K_{i1} = K_{t,max}$, siendo $K_{t,max}$ la longitud de la secuencia binaria del índice $Ind_{t,max}$, y el índice $Ind_{t,max}$ indica un valor máximo del índice Ind_i ; y

la combinación de un índice dividido de al menos un vector y los índices divididos o índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} es concretamente: para un vector t que necesita proporcionar un índice dividido, la selección del índice Ind_{i0} para participar en la combinación; y

la división de la longitud total K_{SLF} de la secuencia binaria del índice combinado en T1 secciones en conformidad con una longitud establecida es concretamente: la división de la longitud K_{SLF} en conformidad con un valor K_{i0} utilizado por el vector t que genera el índice combinado, en donde el número de bits divididos por cada índice Ind_{i0}' en correspondencia, es menor que o igual al valor K_{i0} utilizado por el vector t correspondiente.

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la realización (A4, B4) de la codificación en conformidad con el índice combinado y otros índices divididos no combinados es:

la comparación del índice combinado Ind_{SLF} y el ajuste de un valor umbral THR, en donde,

$$THR \leq 2^{(K_{SLF})} - Ind_{SLF,max}$$

siendo K_{SLF} la longitud de la secuencia binaria de índice $Ind_{SLF,max}$, y el índice $Ind_{SLF,max}$ indica un valor máximo del índice Ind_{SLF} ;

si el índice Ind_{SLF} es menor que el umbral THR, la codificación del índice Ind_{SLF} utilizando un primer número de bits de codificación; de no ser así, la codificación del índice Ind_{SLF} añadido con un valor de compensación THR_0 utilizando un segundo número de bits de codificación, en donde $THR \leq THR_0 \leq 2^{(K_{SLF})} - Ind_{SLF,max}$, siendo el primer número menor que el segundo número, el segundo número es menor o igual a K_{SLF} , y el primer número y el segundo número son ambos números enteros positivos; y

la codificación de otros índices divididos no combinados.

10. Un codificador conjunto de pulsos de vectores destinado a codificar una señal de voz, que comprende:

una unidad de cálculo de índice de codificación (101), configurada para calcular un índice de codificación Ind_t de cada vector, en donde un subíndice t indica un t -ésimo vector, $t \in [0, T-1]$, y T es un número entero mayor o igual a 2,

y el índice de codificación es un índice utilizado para indicar la distribución de pulsos en la pista, en donde cada vector representa una distribución de pulsos en una pista;

5 una unidad de división de índice de vector (102), configurada para dividir al menos un índice Ind_t al menos una vez en al menos dos secciones, en donde la división al menos una vez comprende la división del índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{i0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor SLF_t establecido, en donde la división del índice Ind_t en dos índices divididos Ind_{i0} e Ind_{t1} en conformidad con un factor SLF_t establecido comprende:

10 $Ind_{i0} = \text{Int}(Ind_t / SLF_t)$, en donde $\text{Int}()$ designa un redondeo al número entero inferior, y

$Ind_{t1} = Ind_t \% SLF_t$, en donde $\%$ designa la utilización de un resto,

15 el factor SLF_t es un número entero positivo, el índice Ind_{i0} indica un número de serie de un intervalo al que pertenece el índice Ind_t , el índice Ind_{t1} indica un número de serie del índice Ind_t en el intervalo al que pertenece el índice Ind_t , una longitud del intervalo no es superior al factor SLF_t , y se verifica $Ind_t \leq Ind_{i0} \times SLF_t + Ind_{t1}$;

20 una unidad de combinación de índices (103), configurada para combinar un índice dividido de al menos un vector e índices divididos o índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} ; en donde la combinación de un índice dividido de al menos un vector y de índices divididos o de índices de codificación de otros vectores para generar un índice combinado Ind_{SLF} consiste concretamente en: para un vector t que proporciona un índice dividido para participar en la combinación, la selección de un índice dividido capaz de representar características de ocupación de espacio del índice Ind_t para participar en la combinación, en donde ser capaz de representar características de ocupación de espacio del índice Ind_t se refiere al hecho de que, en comparación con otros índices divididos, una tasa de ocupación de un margen de valores de un índice dividido seleccionado para un espacio de codificación es la más próxima de una tasa de ocupación de un margen de valores del índice Ind_t para el espacio de codificación; y

30 una unidad de codificación (104), configurada para realizar una codificación en conformidad con el índice combinado y con otros índices divididos no combinados.

11. El codificador según la reivindicación 10, en donde la unidad de codificación (104) comprende:

35 una sub-unidad de recombinación (1041), configurada para dividir el índice combinado en $T1$ índices recombinados Ind_{i0}' en conformidad con un margen de valores establecido, en donde $T1$ es menor o igual al número de vectores que generan el índice combinado, siendo un margen de valores de al menos un índice Ind_{i0}' mayor que un margen de valores del índice dividido, que participa en la combinación, de un vector correspondiente t y un margen de valores de al menos un índice Ind_{i0}' es menor que el margen de valores del índice dividido, que participa en la combinación, del vector correspondiente t , y

40 una sub-unidad de codificación (1042), configurada para combinar cada índice recombinado y un índice dividido no combinado de un vector correspondiente, respectivamente, y realizar luego una codificación y si existe un vector que no tiene un índice recombinado asignado, codificar un índice dividido no combinado del vector.

45

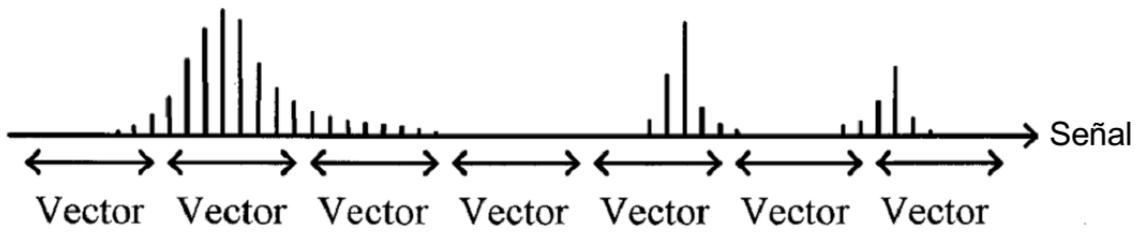


FIG. 1

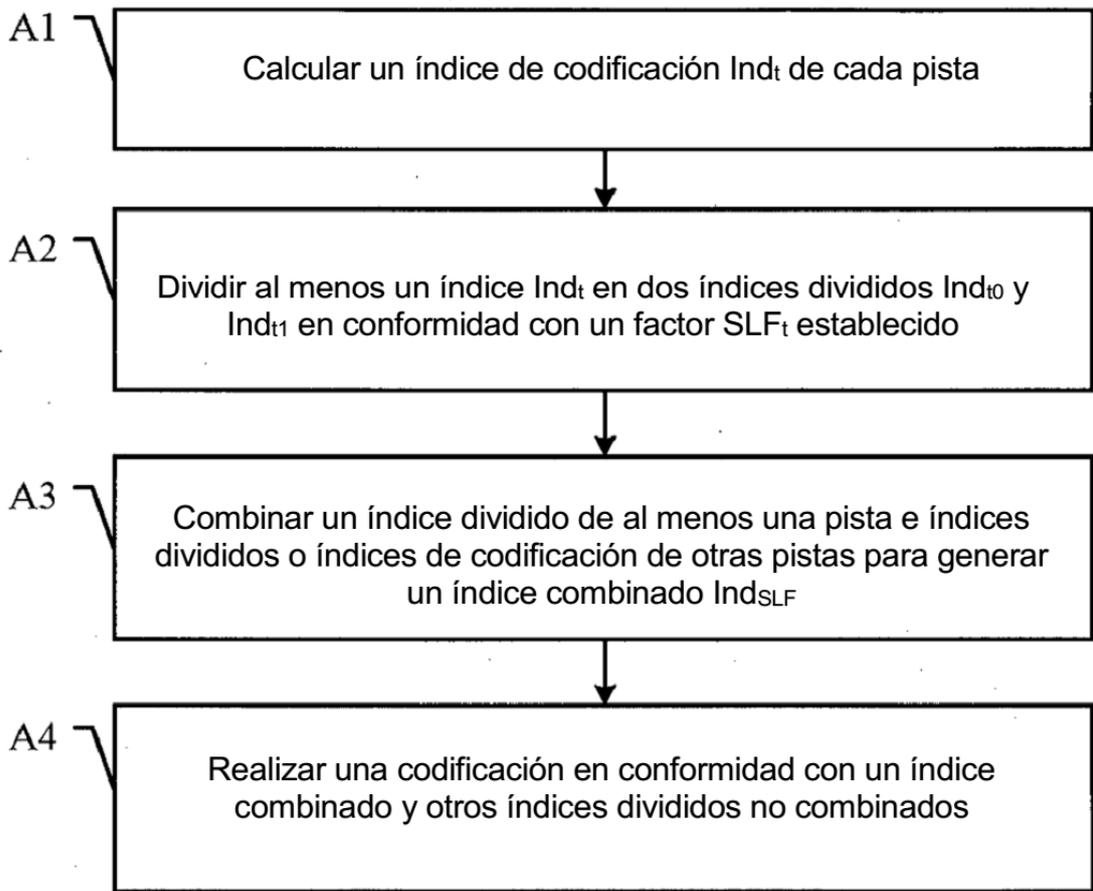


FIG. 2

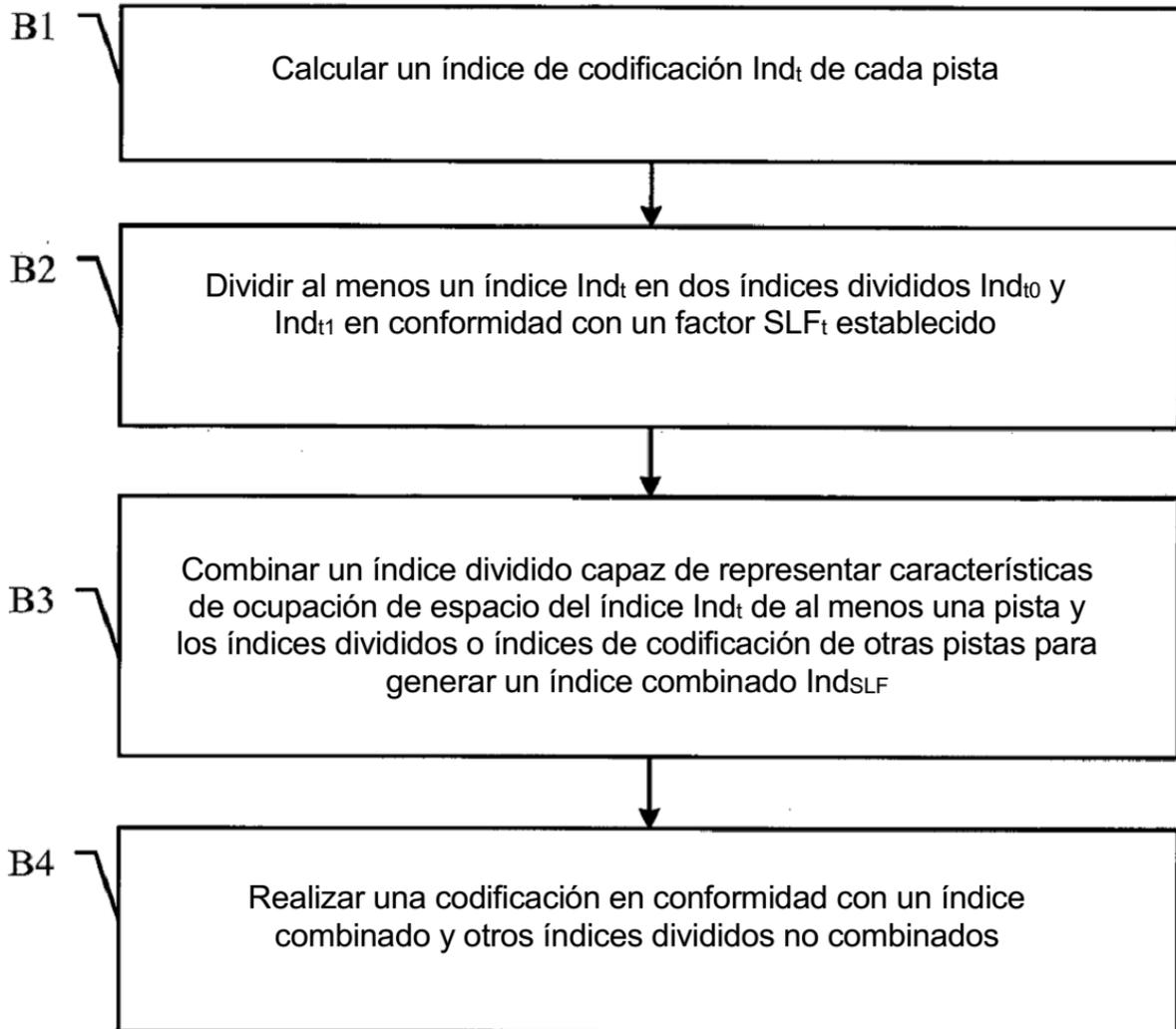


FIG. 3

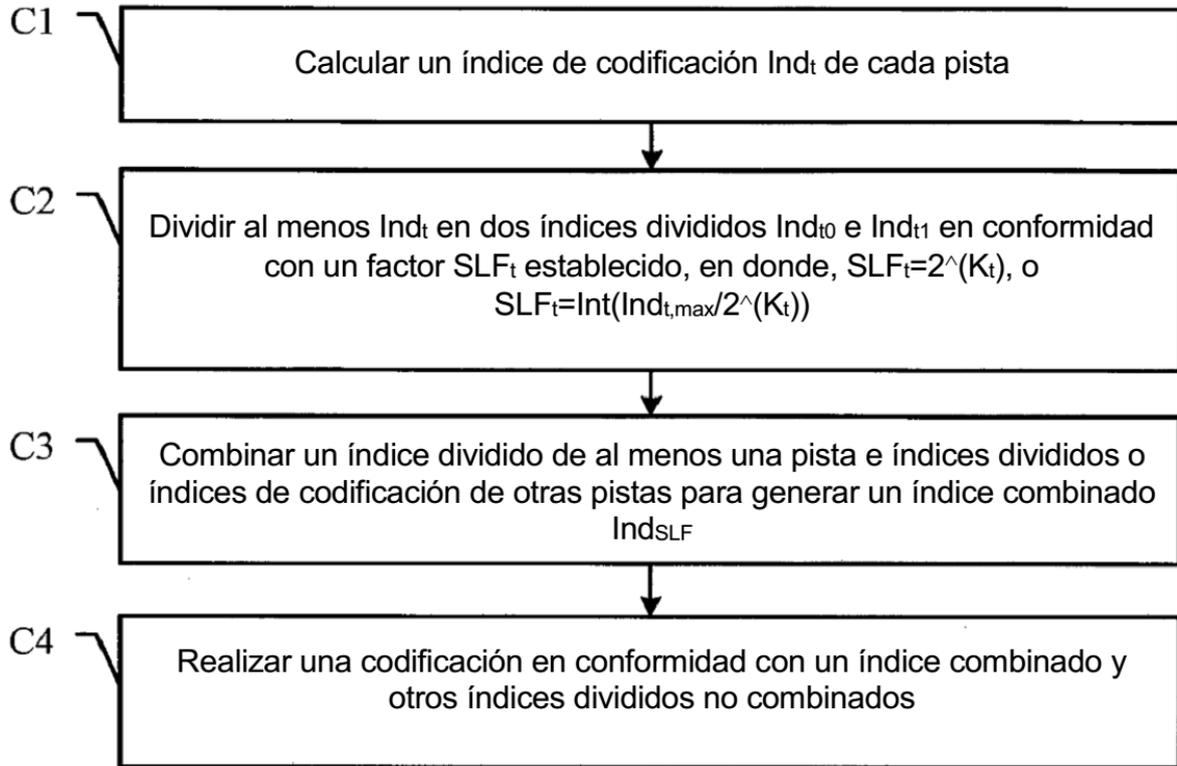


FIG. 4

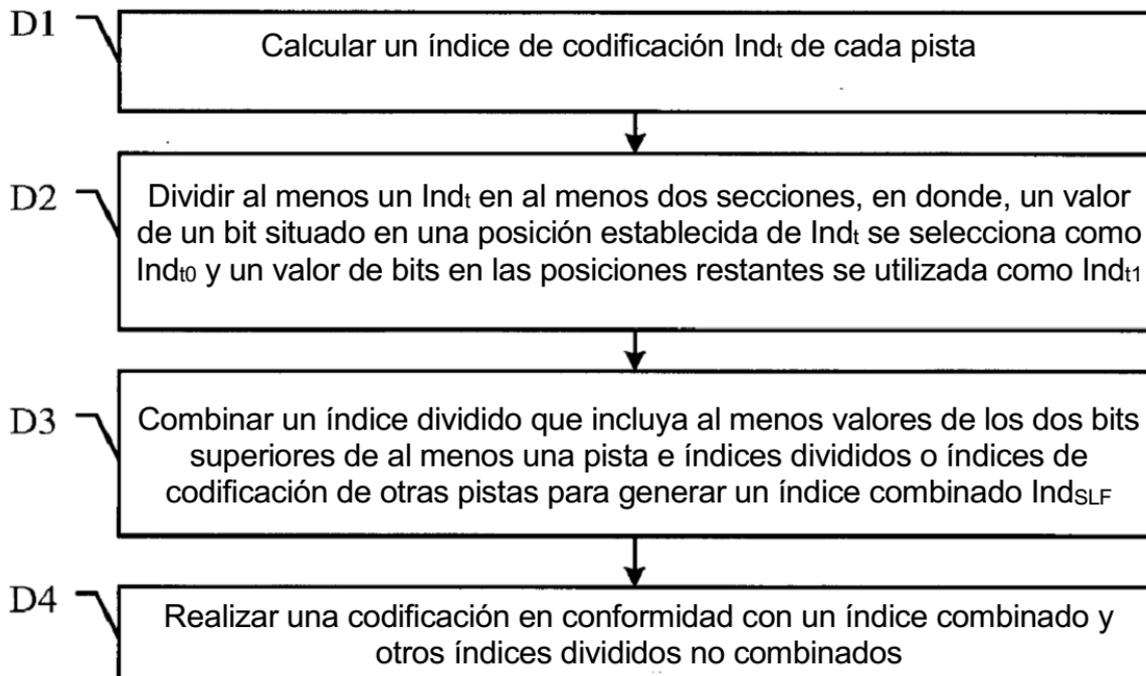


FIG. 5

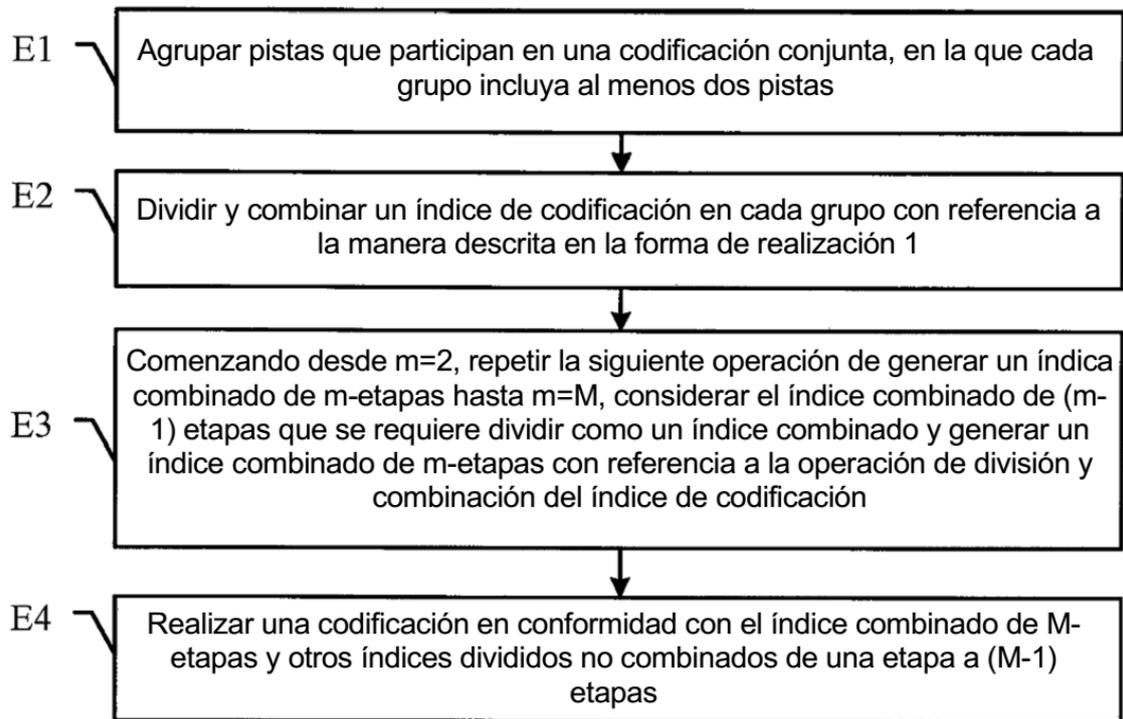


FIG. 6

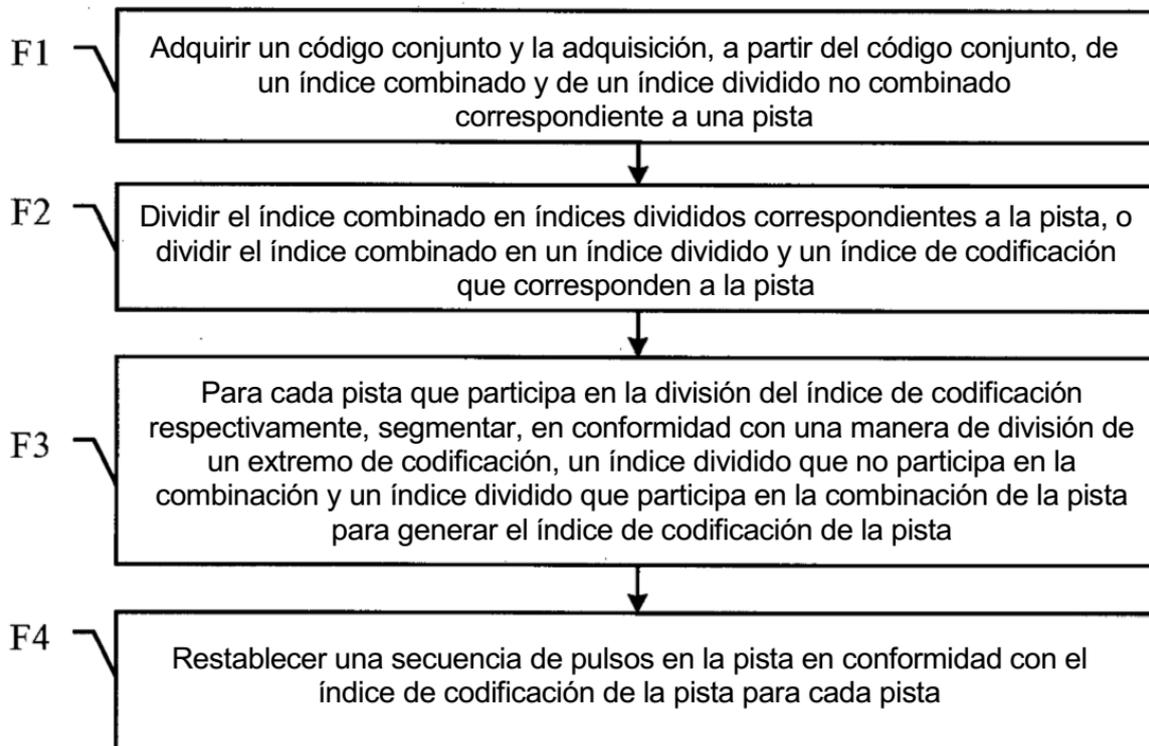


FIG. 7

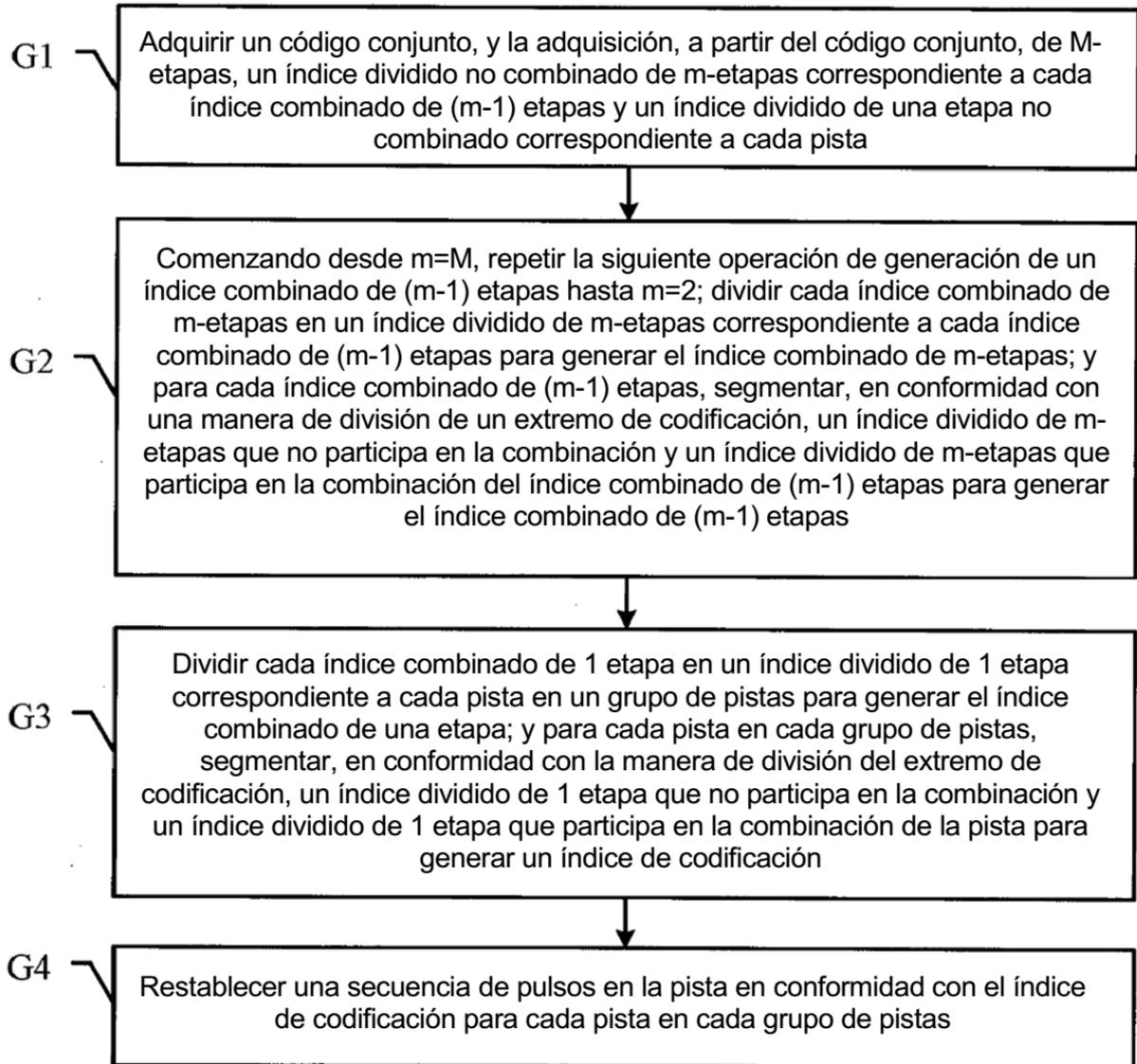


FIG. 8

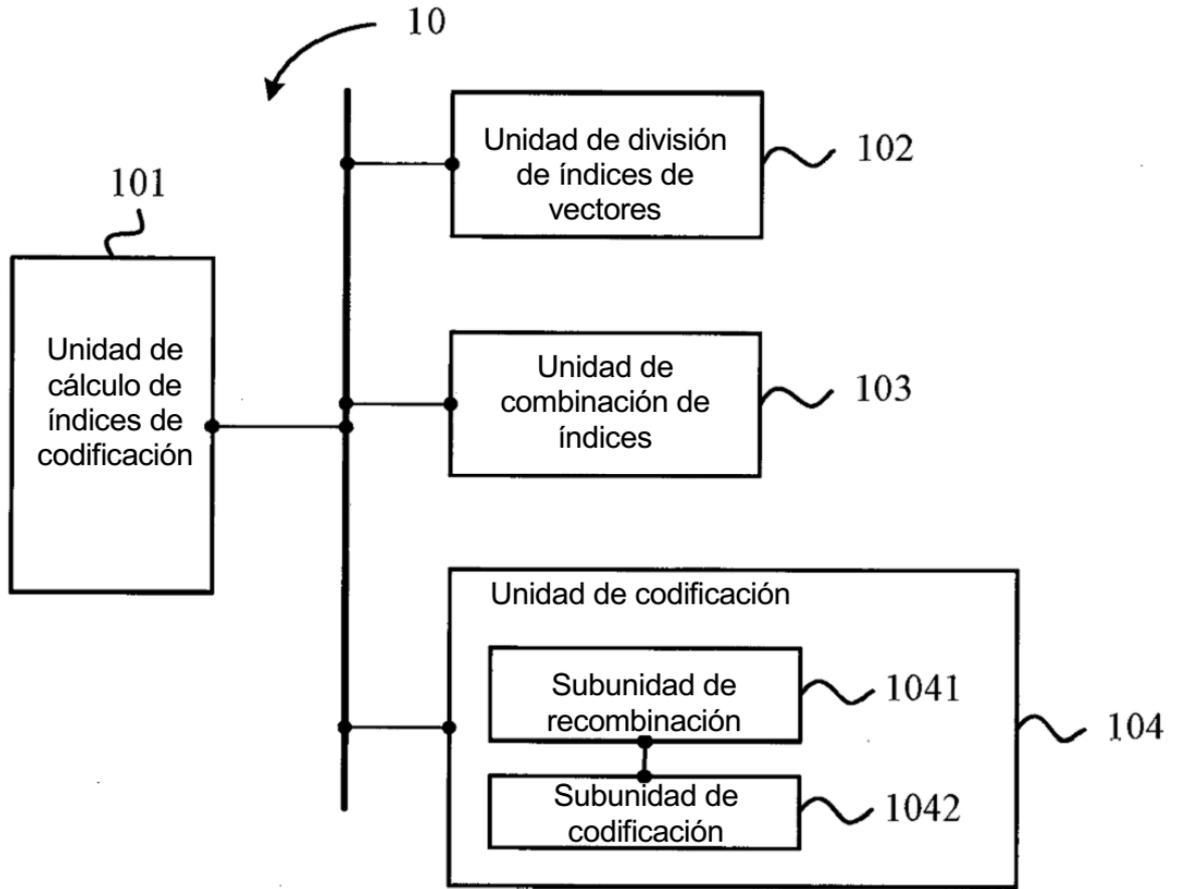


FIG. 9

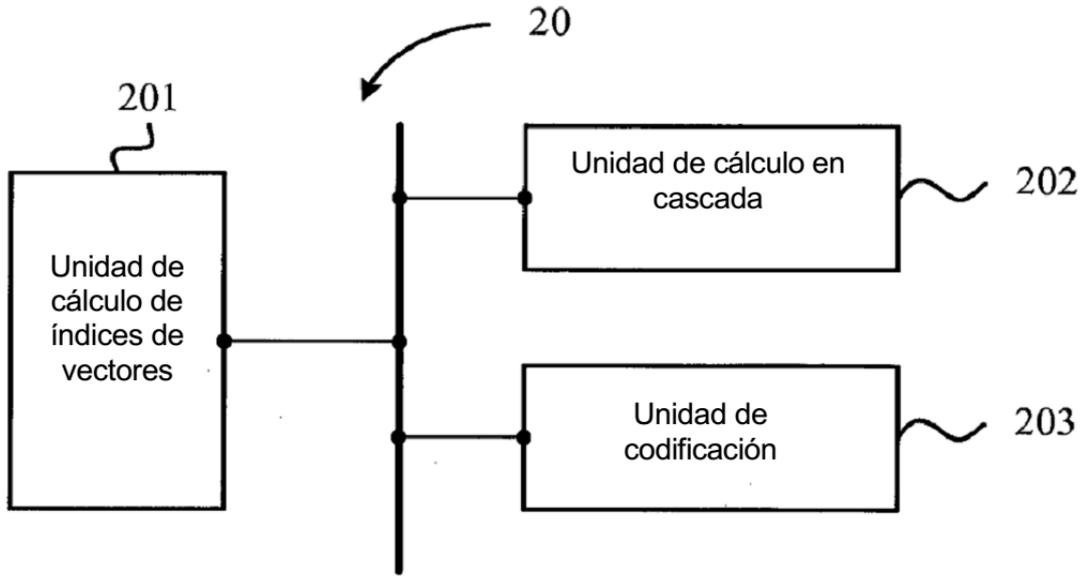


FIG. 10

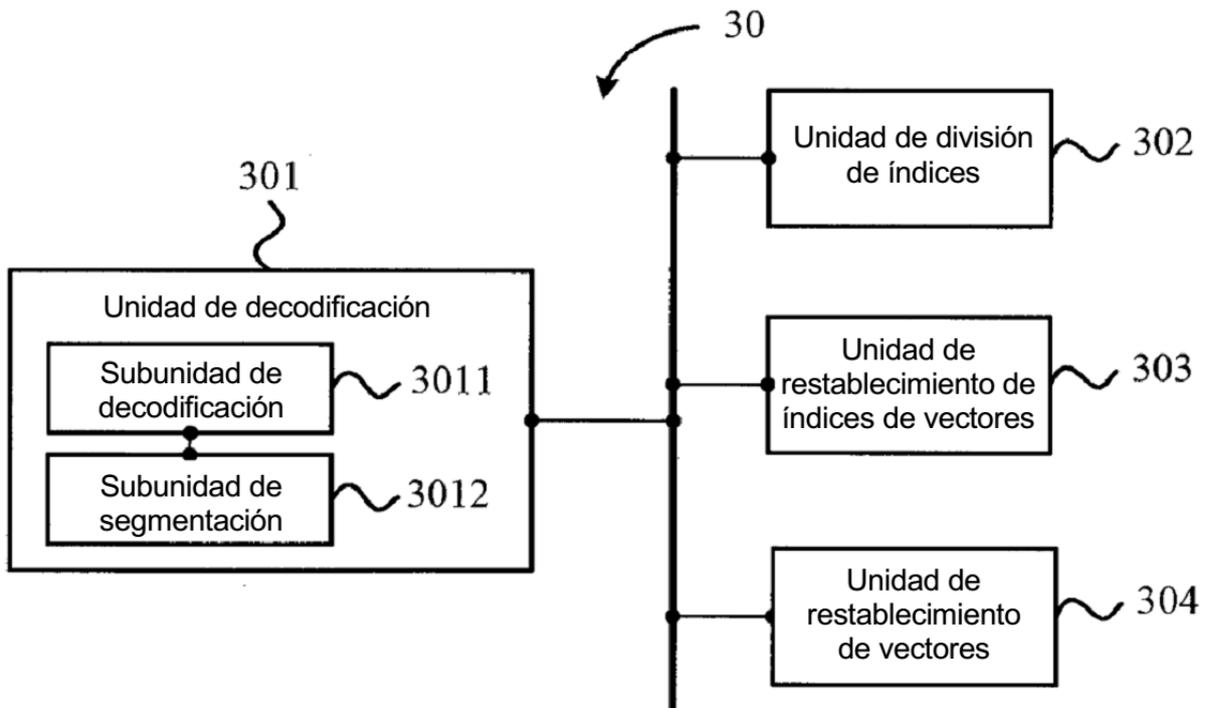


FIG. 11

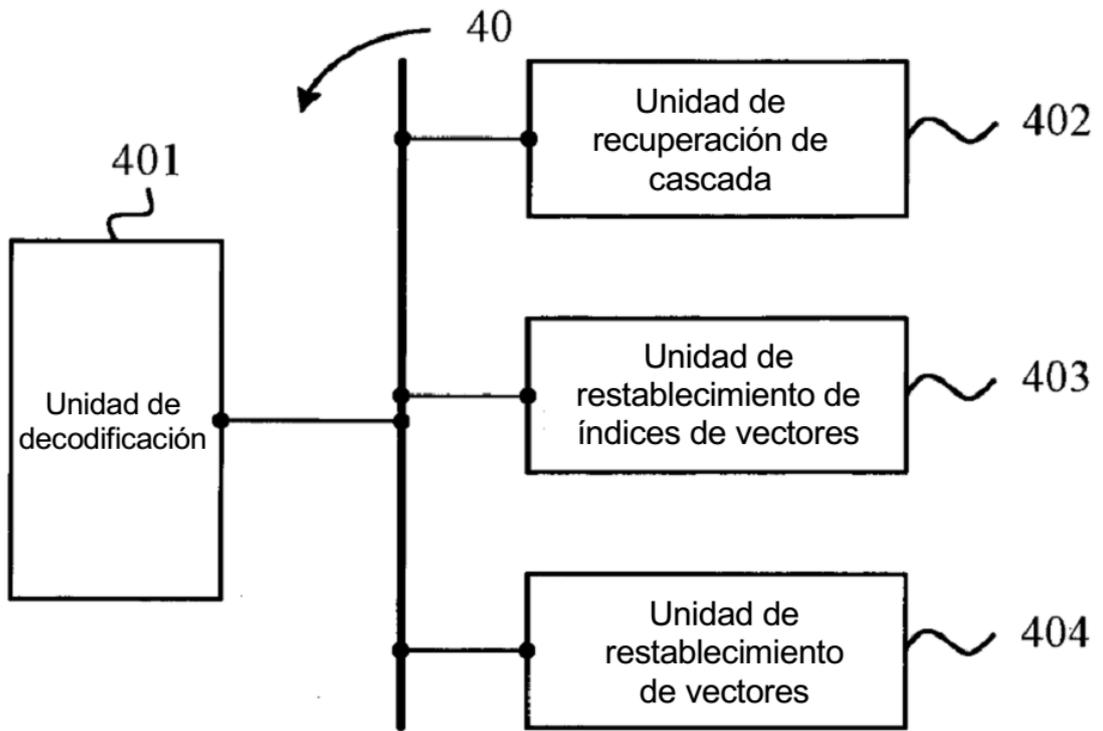


FIG. 12

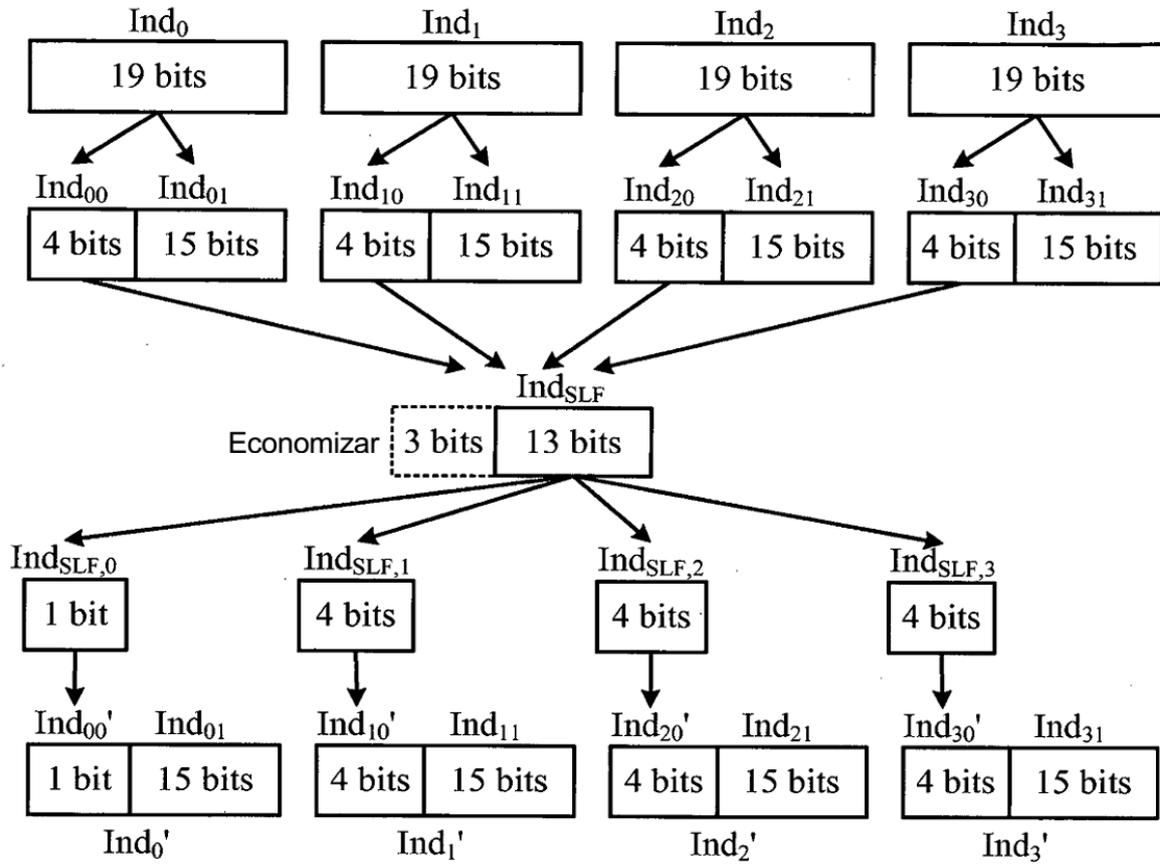


FIG. 13

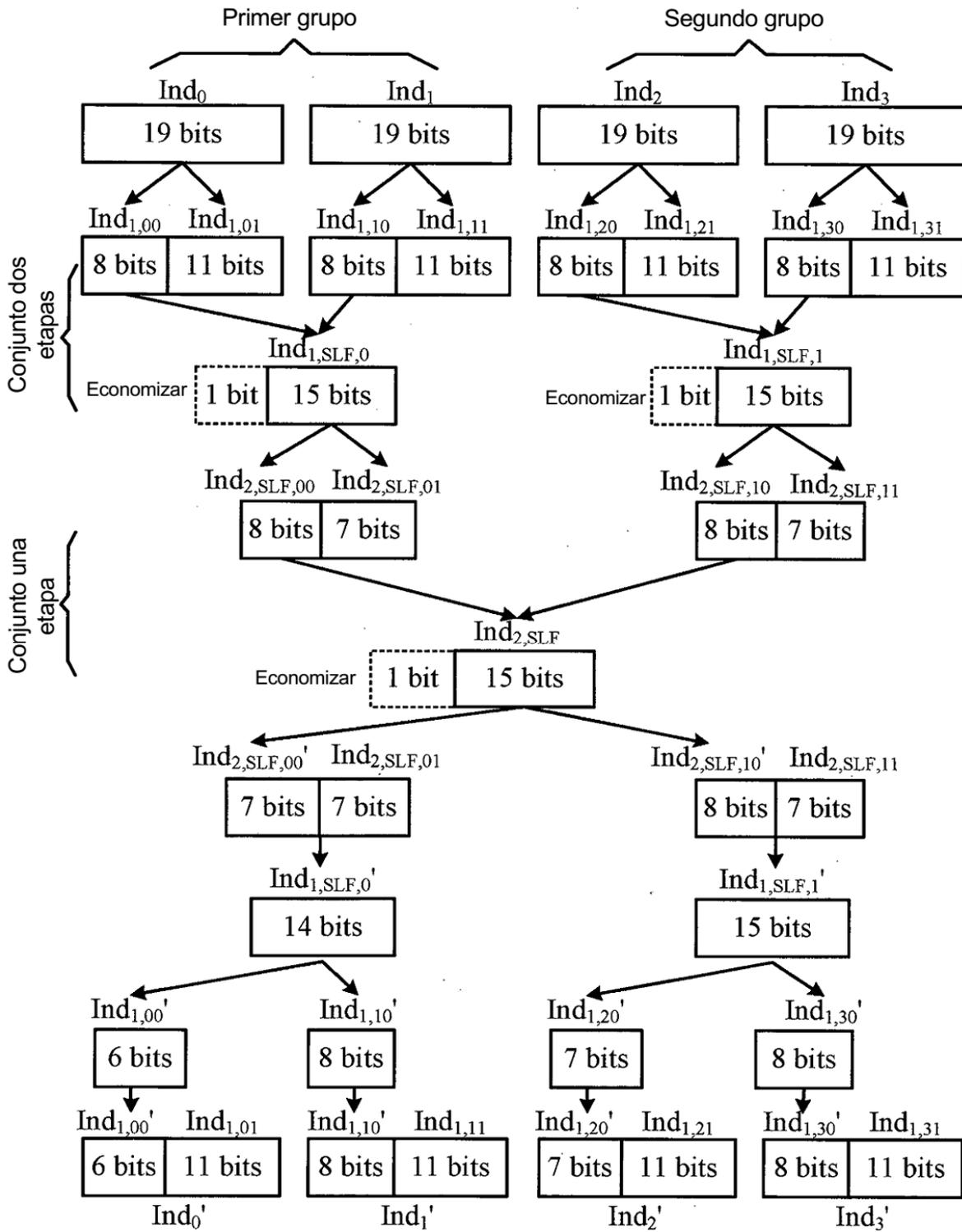


FIG. 14