

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 902**

51 Int. Cl.:

**G10L 19/02** (2013.01)

**G10L 19/038** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2011 E 11803546 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2573766**

54 Título: **Método codificador, método decodificador, dispositivo codificador, dispositivo decodificador, programa y medio de grabación**

30 Prioridad:

**05.07.2010 JP 2010152971**

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

**29.05.2015**

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (100.0%)  
3-1 Otemachi 2-chome Chiyoda-ku  
Tokyo 100-8116, JP**

72 Inventor/es:

**FUKUI, MASAHIRO;  
SASAKI, SHIGEAKI;  
HIWASAKI, YUSUKE;  
KOYAMA, SHOICHI y  
TSUTSUMI, KIMITAKA**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 536 902 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 codificador, método decodificador, dispositivo codificador, dispositivo decodificador, programa y medio de grabación

5 CAMPO TÉCNICO  
La presente invención versa sobre una tecnología para codificar o decodificar secuencias de señales de señales acústicas, señales de vídeo y otras señales, tales como voz y música, mediante cuantificación vectorial.

10 TÉCNICA ANTECEDENTE  
En un dispositivo de codificación dado a conocer en la Bibliografía de patente 1, una señal de entrada es dividida en primer lugar por un valor de normalización para llevar a cabo la normalización. Se cuantifica el valor de normalización y se genera un índice de cuantificación. La señal de entrada normalizada es cuantificada vectorialmente, y se genera un índice de un vector de cuantificación representativo. El índice de cuantificación  
15 generado y el vector de cuantificación representativo generado son enviados a un dispositivo de decodificación. El dispositivo de decodificación decodifica el índice de cuantificación y genera un valor de normalización. También se decodifica el índice del vector de cuantificación representativo y se genera una secuencia de muestras. Una secuencia de los valores obtenidos multiplicando cada muestra de la secuencia de muestras generada por el valor de normalización sirve de secuencia decodificada de muestras de señales.

20 Por otra parte, se usan de forma generalizada como métodos de cuantificación vectorial sumamente eficientes que generan poco ruido de cuantificación el método de cuantificación vectorial esférica (SVQ) (remitirse, por ejemplo a la Bibliografía no de patente 1) y otros métodos de cuantificación vectorial que cuantifican varias señales de entrada conjuntamente dentro de un número predeterminado de bits de cuantificación.

25 En el método SVQ, se normalizan muestras de señales de entrada tales como coeficientes de la transformada discreta de coseno modificada (MDCT) usando un valor de normalización cuantificado, y las muestras normalizadas son cuantificadas conjuntamente en unidades de sub-bandas. Aquí, se asigna dinámicamente el número de bits (bits de cuantificación) a un código correspondiente a cada sub-banda según la importancia perceptiva de cada sub-banda. Suponiendo que las señales de entrada estén dispersas, el método SVQ cuantifica preferentemente los  
30 elementos principales de las señales de entrada. Por lo tanto, las señales de entrada que tengan energía dispersa en el dominio frecuencial (señales dispersas), tales como señales armónicas y vocales, pueden ser cuantificadas con gran precisión.

35 Sin embargo, el método SVQ aumenta la frecuencia para que un componente frecuencial incluido en las señales de entrada no esté incluido en las señales decodificadas de los valores cuantificados (las señales decodificadas carecen del componente frecuencial) cuando se cuantifican las muestras para señales de entrada que tienen energía en muchas frecuencias. Cuando las señales decodificadas carecen de un componente frecuencial, la presencia o la ausencia del componente frecuencial en las señales decodificadas varía de forma discontinua en el  
40 tiempo a alta frecuencia. Los seres humanos son sensibles a esas variaciones temporalmente discontinuas en presencia o ausencia de un componente frecuencial. Si las señales de entrada son señales acústicas, estas variaciones pueden ser percibidas como ruido, al que se denomina ruido musical. Si las señales de entrada son señales de vídeo, puede producirse ruido de bloqueo, que es equivalente al ruido musical en las señales acústicas. El ruido musical y el ruido de bloqueo serán denominados más abajo "ruido musical y similares".

45 Un método de cuantificación vectorial algebraica (AVQ) (remitirse, por ejemplo a la Bibliografía no de patente 2) es un método de cuantificación vectorial en el que las señales decodificadas carecen de un componente frecuencial a una frecuencia menor que con el método SVQ. Como el método SVQ, el método AVQ da por sentado que las señales están dispersas, pero el método AVQ puede proporcionar valores cuantificados con los que pueden restaurarse más componentes frecuenciales que con el método SVQ.  
50

La Bibliografía de patente 2 detalla un método de codificación que comprende: una etapa de normalización para la normalización de una señal de entrada en cada trama que contiene varias muestras, con un valor de normalización correspondiente a la señal de entrada y calculado de la señal de entrada de la trama para generar una secuencia de  
55 señales de entrada normalizadas; una etapa de cuantificación de señales de cuantificación de la secuencia de señales de entrada normalizadas para generar un índice de cuantificación de señales; una etapa de generación de un coeficiente de corrección para la generación de un coeficiente de corrección que minimiza la medida de distancia entre una secuencia de señales de entrada y una secuencia de señales obtenida por normalización inversa de una secuencia de señales correspondiente al índice de cuantificación de señales con el valor de normalización corregido  
60 con el coeficiente de corrección; una etapa de cuantificación de la información de normalización de generación de un índice de cuantificación de la información de normalización cuantificando el coeficiente de corrección y el valor de normalización o el valor de normalización corregido con el coeficiente de corrección; y una etapa de producción de código para la producción de un código que incluye al menos el índice de cuantificación de señales y el índice de cuantificación de la información de normalización.  
65

Aquí, la Bibliografía de patente 2 detalla la etapa de cuantificación de señales, que corresponde a la etapa de cuantificación vectorial de la presente invención; sin embargo, la Bibliografía de patente 2 carece de la etapa de asignación de bits y de la etapa de selección de grupos de coeficientes de la presente invención.

5 Es decir, aunque la Bibliografía de patente 2 da a conocer que una sola trama se divide en M partes, que corresponden a sub-bandas (véanse, por ejemplo, las realizaciones décima y undécima), no divulga la etapa de asignación de bits para la asignación de bits en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva humana a uno o más conjuntos de posiciones de muestras entre varias sub-bandas.

10 Con respecto a la etapa de selección de grupos de coeficientes, la Bibliografía de patente 2 (véase, por ejemplo, la undécima realización) da a conocer la realización de la cuantificación escalar del coeficiente de corrección (es decir, la ganancia) y del valor de normalización correspondiente a la secuencia de señales de entrada, siendo idéntico el valor de normalización para la secuencia de señales de entrada, que corresponde a un conjunto de posiciones de muestras. Sin embargo, la Bibliografía de patente 2 no divulga la etapa de selección de grupos de coeficientes que  
15 lleva a cabo la cuantificación vectorial de coeficientes (es decir, ganancias) correspondientes a las respectivas posiciones de las muestras.

Bibliografía de patente 1: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública nº H7- 261800.  
Bibliografía de patente 2: Solicitud de patente internacional publicada WO 2009/093714 A1.

20 Bibliografía no de patente 1: Propuesta ITU-T G.729.1, SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS, Digital terminal equipments - Coding of analogue signals by methods other than PCM, G.729-based embedded variable bit-rate coder: An 8-32 kbit/s scalable wideband coder bitstream interoperable with G.729.

25 Bibliografía no de patente 2: Propuesta ITU-T G.718, SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS, Digital terminal equipments - Coding of voice and audio signals, Frame error robust narrow-band and wideband embedded variable bit-rate coding of speech and audio from 8 - 32 kbit/s.

### 30 EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

#### PROBLEMAS QUE HA DE RESOLVER LA INVENCION

La precisión de la cuantificación de la amplitud por parte del método AVQ es, no obstante, menor que la del método SVQ. Aunque las señales decodificadas carecen de un componente frecuencial a baja frecuencia, la baja precisión  
35 de la cuantificación de la amplitud podría causar ruido musical y similares. Este problema no se limita al método AVQ, y es común cuando se producen ruido musical y similares, dependiendo de la precisión de la cuantificación. Este problema puede producirse no solo cuando las señales de entrada son señales del dominio frecuencial, sino también cuando las señales de entrada son señales del dominio temporal.

40 La presente invención proporciona una tecnología para reducir el ruido musical y similares que pueden producirse dependiendo de la precisión de la cuantificación.

#### MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS

45 En vista de los anteriores problemas, la presente invención proporciona un método de codificación, un método de decodificación, un dispositivo de codificación, un dispositivo de decodificación, un programa para hacer que un ordenador ejecute las etapas del método de codificación, un medio legible por ordenador para almacenar dicho programa, un programa para hacer que un ordenador ejecute las etapas del método de decodificación y un medio legible por ordenador para almacenar dicho programa, que tienen las características de las respectivas  
50 reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se describen realizaciones preferentes de la invención.

En la codificación, varias muestras son cuantificadas vectorialmente colectivamente para obtener un índice de cuantificación vectorial y el valor cuantificado de cada una de las varias muestras; se asignan bits en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva a uno o más conjuntos de posiciones  
55 de muestras entre varios conjuntos de posiciones de muestras, teniendo cada conjunto varias posiciones de muestras y dándosele un orden de prioridad basado en las características de percepción auditiva, no siendo mayor el número de bits que el número de bits obtenido de restar el número de bits usados para un código correspondiente al índice de cuantificación vectorial del número de bits asignados para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial; y se produce información de índices que indica un grupo de coeficientes que minimiza la  
60 suma del error entre el valor de cada muestra incluida en cada uno de los conjuntos de posiciones de muestras a los que se asignan los bits y el valor obtenido multiplicando el valor cuantificado de cada muestra incluida en el conjunto de posiciones de muestras por un coeficiente correspondiente a la posición de la muestra, de todas las posiciones de muestras incluidas en el conjunto de posiciones de muestras, entre varios grupos de coeficientes predeterminados correspondientes a las posiciones de las muestras.

65

En la decodificación, se obtienen varios valores correspondientes a un índice de cuantificación vectorial de entrada como valores decodificados correspondientes, respectivamente, a varias posiciones de muestras; y, con un conjunto de posiciones de muestras a las que se asignan bits en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva humana que se considera como un objetivo de procesamiento entre varios conjuntos de posiciones de muestras que constituyen las varias posiciones de muestras, y correspondiendo el uso de un grupo de coeficientes predeterminados a las varias posiciones de muestras y estando indicado por información de índices de entrada, estando incluidos los valores obtenidos multiplicando los valores decodificados y los coeficientes correspondientes a las posiciones de muestras en el conjunto de posiciones de muestras considerado el objetivo de procesamiento.

#### EFFECTOS DE LA INVENCION

En la codificación, dado que se produce información de índices que indica un grupo que incluye varios coeficientes de gradiente para ajustar los valores cuantificados de varias muestras, puede reducirse el error de cuantificación en la decodificación y, en consecuencia, pueden reducirse el ruido musical y similares.

En la decodificación, dado que se ajustan varios valores decodificados usando un grupo que incluye varios coeficientes de gradiente indicados por la información de índices, puede reducirse el error de cuantificación y, en consecuencia, pueden reducirse el ruido musical y similares.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama funcional de bloques de un dispositivo de codificación y de un dispositivo de decodificación;  
 la Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método de codificación;  
 la Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de la etapa E4;  
 la Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra el ejemplo de la etapa E4;  
 la Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de decodificación;  
 la Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de la etapa D3;  
 la Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra el ejemplo de la etapa D3;  
 la Figura 8 ilustra un ejemplo de la relación entre señales de entrada, valores cuantificados y coeficientes de gradiente (ganancias de corrección de la inclinación).

#### DESCRIPCION DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

Ahora se describirá con detalle una realización de la presente invención.

##### (Configuración)

Según se muestra en la Figura 1, en esta realización un dispositivo 11 de codificación incluye, por ejemplo, un calculador 112 de valores de normalización, un cuantificador 113 de valores de normalización, un cuantificador vectorial 115 y un calculador 116 de gradientes. El calculador 116 de gradientes corresponde a una unidad de asignación de bits y a una unidad de selección de grupos de coeficientes.

Según se muestra en la Figura 1, en esta realización un dispositivo 12 de decodificación incluye, por ejemplo, un decodificador 121 de valores de normalización, un decodificador vectorial 122 y una unidad 124 de ajuste del gradiente. El dispositivo 11 de codificación puede incluir, por ejemplo, un convertidor 111 de dominio frecuencial, cuando sea necesario. El dispositivo 12 de decodificación puede incluir, por ejemplo, un convertidor 125 de dominio temporal y una unidad 126 de aplanamiento.

##### (Codificación)

El dispositivo 11 de codificación ejecuta las etapas de un método de codificación ilustrado en la Figura 2.

Se introducen señales de entrada  $X(k)$  en el calculador 112 de valores de normalización, el cuantificador vectorial 115 y el calculador 116 de gradientes. Aquí, las señales de entrada  $X(k)$  son señales del dominio frecuencial que pueden ser obtenidas transformando señales del dominio temporal  $x(n)$ , que son señales de series cronológicas, tales como señales acústicas, al dominio frecuencial. Las señales de entrada  $X(k)$  en el dominio frecuencial pueden ser introducidas directamente en el dispositivo 11 de codificación. Alternativamente, el convertidor 111 de dominio frecuencial puede transformar las señales de entrada  $x(n)$  del dominio temporal al dominio frecuencial para generar las señales de entrada  $X(k)$  en el dominio frecuencial. Cuando el convertidor 111 de dominio frecuencial genera las señales de entrada  $X(k)$  en el dominio frecuencial, el convertidor 111 de dominio frecuencial transforma las señales de entrada  $x(n)$  del dominio temporal en las señales de entrada  $X(k)$  del dominio frecuencial, por ejemplo, mediante una transformada discreta de coseno modificada (MDCT). Aquí,  $n$  indica el número (número de momentos diferenciados) de las señales en el dominio temporal, y  $k$  indica el número (número de frecuencias diferenciadas) de las señales (muestras) en el dominio frecuencial. Un valor  $n$  mayor corresponde a un momento posterior. Un valor  $k$  mayor corresponde a una frecuencia más elevada. Cuando una única trama incluye  $L$  muestras, las señales del dominio temporal  $x(n)$  son transformadas al dominio frecuencial en unidades de tramas, y se generan las señales de entrada  $X(k)$  ( $k = 0, 1, \dots, L-1$ ) que forman  $L$  componentes frecuenciales en el dominio frecuencial. Aquí, se da a  $L$  un entero positivo mayor que 1, tal como 64 u 80. Cuando se usa MDCT, las señales de entrada de series cronológicas

son transformadas al dominio frecuencial en unidades de tramas, cada una de las cuales incluye L muestras, y la trama que ha de transformarse se desplaza 1/2 trama, o L/2 muestras, cada vez.

5 El calculador 112 de valores de normalización calcula un valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$ , que es un valor que representa  $C_0$  muestras predeterminadas en L muestras de las señales de entrada  $X(k)$ , en cada trama (etapa E1). Aquí,  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  es el carácter  ${}_{\tau}X_0$  con una barra superior, siendo  $\tau$  un entero exclusivo no inferior a 0, asignado a cada sub-banda formada de las  $C_0$  muestras predeterminadas de las L muestras de una sola trama.

10  $C_0$  es L o un divisor común de L distinto de 1 o L. Poner  $C_0$  a un divisor común de L distinto de 1 o L significa que el grupo de L muestras se divide en sub-bandas (correspondientes a conjuntos de posiciones de muestras), y se obtiene un valor de normalización para cada grupo de  $C_0$  muestras que constituye cada sub-banda. Por ejemplo, cuando  $L = 64$  y cuando ocho componentes frecuenciales constituyen una sub-banda, se forman ocho sub-bandas, y se calcula un valor de normalización para cada sub-banda. Cuando  $C_0$  es L,  $\tau = 0$  y el valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  representa L muestras. En otras palabras, cuando  $C_0$  es L, se calcula para cada trama un único valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$ . Cuando  $C_0$  es un divisor común de L distinto de 1 o L,  $\tau$  es un entero  $\tau = 0, \dots, (L/C_0) - 1$  correspondiente a cada sub-banda en la única trama, y el valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  es un valor que representa las  $C_0$  muestras incluidas en la subtrama correspondiente a  $\tau$ . Es decir, cuando  $C_0$  es un divisor común de L distinto de 1 o L, se calculan para cada trama  $L/C_0$  valores de normalización  ${}_{\tau}X_0$  ( $\tau = 0, \dots, (L/C_0) - 1$ ), independientemente del valor de  $C_0$ ,  $k = \tau \cdot C_0, \dots, (\tau + 1) \cdot C_0 - 1$ . El valor  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  calculado por el calculador 112 de valores de normalización es enviado al cuantificador 113 de valores de normalización.

[Ejemplos del valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$ ]

25 El valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  es un valor representativo de  $C_0$  muestras. En otras palabras, el valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  es un valor que corresponde a  $C_0$  muestras. Un ejemplo del valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  es la siguiente raíz cuadrada a un valor de potencia promedio de las  $C_0$  muestras.

$${}_{\tau}\bar{X}_0 = \sqrt{\frac{\sum_{k=\tau \cdot C_0}^{(\tau+1) \cdot C_0 - 1} X(k)^2}{C_0}}$$

Otro ejemplo del valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  es el siguiente valor, que se obtiene dividiendo por  $C_0$  la raíz cuadrada a un valor de potencia total de las  $C_0$  muestras.

$${}_{\tau}\bar{X}_0 = \frac{\sqrt{\sum_{k=\tau \cdot C_0}^{(\tau+1) \cdot C_0 - 1} X(k)^2}}{C_0}$$

30 Otro ejemplo adicional del valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  es el siguiente valor de amplitud media de las  $C_0$  muestras.

$${}_{\tau}\bar{X}_0 = \frac{\sum_{k=\tau \cdot C_0}^{(\tau+1) \cdot C_0 - 1} |X(k)|}{C_0}$$

El valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  no está limitado a los ejemplos dados en lo que antecede (la descripción de Ejemplos del valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}_0$  termina aquí).

35

El cuantificador 113 de valores de normalización cuantifica el valor de normalización  ${}_{\tau}\bar{X}$  para obtener un valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$  y obtiene un índice de cuantificación del valor de normalización correspondiente al valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$  (etapa E2). Aquí,  ${}_{\tau}\bar{X}$  es el carácter  ${}_{\tau}X$  con una barra superior. El valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$  es enviado al cuantificador vectorial 115, y se envía al dispositivo 12 de decodificación un código (corriente de bits) correspondiente al índice de cuantificación del valor de normalización.

El cuantificador vectorial 115 genera un índice de cuantificación vectorial cuantificando vectorialmente de forma colectiva varias muestras  $X(k)$  de las  $L$  muestras de las señales de entrada  $X(k)$  de cada trama. El índice de cuantificación vectorial es un índice que indica un vector de cuantificación representativo. Aquí, el cuantificador vectorial 115 normaliza varias  $X(k)$  usando el valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$  y obtiene varias muestras normalizadas  $X(k)'$ . Por ejemplo, el cuantificador vectorial 115 obtiene  $X(k)'$  dividiendo  $X(k)$  por  ${}_{\tau}\bar{X}$  o multiplicado  $X(k)$  por el recíproco de  ${}_{\tau}\bar{X}$ . El cuantificador vectorial 115 realiza la cuantificación vectorial seleccionando el vector de cuantificación representativo más cercano al vector compuesto de las varias muestras  $X(k)'$  entre varios vectores de cuantificación representativos almacenados en una memoria de libro de códigos de vectores, que no se muestra en los dibujos, y produciendo un índice de cuantificación vectorial que indica, por ejemplo, el vector de cuantificación representativo seleccionado. El cuantificador vectorial 115 cuantifica vectorialmente de forma conjunta, por ejemplo,  $C_0$  muestras  $X(k)'$ . El cuantificador vectorial 115 lleva a cabo la cuantificación vectorial usando un método de cuantificación vectorial tal como el método AVQ (remitirse, por ejemplo, a la Bibliografía no de patente 2), pero puede usarse cualquier otro método de cuantificación vectorial. Cuando  $C_0$  es el número de muestras de la sub-banda, se puede llevar a cabo la cuantificación vectorial en una sub-banda con una prioridad baja dada según las características de percepción auditiva humana. Se da una prioridad más alta, por ejemplo, a una sub-banda correspondiente a una frecuencia cuya percepción resulte más fácil para los seres humanos. Por ejemplo, se da una mayor prioridad a una sub-banda que tenga un mayor valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$ .

El número de bits de un código obtenido mediante cuantificación vectorial varía dependiendo de las señales de entrada. Para algunas señales de entrada, el número de bits de un código (el índice de cuantificación vectorial o similar) obtenido por medio de la cuantificación vectorial puede ser menor que el número de bits asignado para la cuantificación vectorial, y puede quedar sin usar parte de los bits asignados para la cuantificación vectorial. "Los bits asignados para la cuantificación vectorial" significa bits asignados para un código (un código correspondiente al índice de cuantificación vectorial) obtenido mediante la cuantificación vectorial, entre códigos enviados desde el dispositivo 11 de codificación al dispositivo 12 de decodificación. El "número de bits asignados para la cuantificación vectorial" significa el número de bits de los bits asignados para la cuantificación vectorial. El "número de bits asignados para la cuantificación vectorial" puede determinarse para cada trama, o puede determinarse para cada sub-banda. Además, el "número de bits asignados para la cuantificación vectorial" puede variar dependiendo de la señal de entrada, o puede ser constante con independencia de la señal de entrada. El cuantificador vectorial 115 calcula el número de bits que no se usan en la cuantificación vectorial propiamente dicha, entre los bits asignados para la cuantificación vectorial, como el número de bits no usados,  $U$ . En esta realización, el número de bits no usados,  $U$ , se calcula en cada trama (en unidades de  $L$  muestras). Por ejemplo, el cuantificador vectorial 115 obtiene el número de bits no usados,  $U$ , restando del número de bits asignados para la cuantificación vectorial en una trama diana que haya de ser procesada el número total de bits del índice de cuantificación vectorial obtenido mediante la cuantificación vectorial de  $L$  muestras incluidas realmente en la trama. Aquí,  $U$  es un entero no inferior a 0.

El cuantificador vectorial 115 obtiene, además, varios valores cuantificados  $\hat{X}(k)$ , que son valores decodificados localmente del índice de cuantificación vectorial, y les da salida. Por ejemplo, el cuantificador vectorial 115 produce los valores obtenidos mediante la desnormalización de los componentes  $X(k)'$  del vector de cuantificación representativo indicado por el índice de cuantificación vectorial, usando el valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$ , como los valores cuantificados  $\hat{X}(k)$  de  $X(k)$ . Por ejemplo, el cuantificador vectorial 115 da salida a los productos de  $X(k)'$  y  ${}_{\tau}\bar{X}$  como valores cuantificados  $\hat{X}(k)$ . Aquí, los valores cuantificados  $\hat{X}(k)$  son iguales a los valores decodificados  $\hat{X}(k)$  obtenidos por el dispositivo 12 de decodificación. Los valores cuantificados  $\hat{X}(k)$  de una sub-banda que no es sometida a cuantificación vectorial se vuelven 0. Aquí,  $\hat{X}$  indica  $X$  con un circunflejo como superíndice directamente encima de la misma.

El cuantificador vectorial 115 envía el índice de cuantificación vectorial, el número de bits no usados, U, y los valores cuantificados  $\hat{X}(k)$  al calculador 116 de gradientes (etapa E3).

5 El calculador 116 de gradientes contiene  $M_{MAX}$  grupos de  $C_0$  coeficientes de gradiente (ganancias de corrección de la inclinación), por ejemplo, en una memoria, que no es mostrada en los dibujos. Aquí,  $M_{MAX}$  es un entero no menor que 2. Por ejemplo, el calculador 116 de gradientes contiene una matriz de gradientes y dada por la Ecuación (1), en la que se proporciona un vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m = [\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)]$  (un grupo de varios coeficientes de gradiente) compuesto de  $C_0$  coeficientes de gradiente (ganancias de corrección de la inclinación)  $\gamma_m(k')$  ( $k' = 0 \dots, C_0 - 1$ ) como un vector de fila en la fila emésima ( $m = 0, \dots, M_{MAX} - 1$ ).

10

$$\gamma = \begin{bmatrix} \gamma_0(0) & \dots & \gamma_0(k) & \dots & \gamma_0(C_0 - 1) \\ \vdots & \ddots & & & \vdots \\ \gamma_m(0) & & \gamma_m(k) & & \gamma_m(C_0 - 1) \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ \gamma_{M_{MAX}-1}(0) & \dots & \gamma_{M_{MAX}-1}(k) & \dots & \gamma_{M_{MAX}-1}(C_0 - 1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

El calculador 116 de gradientes obtiene el número de fila  $m'$  del vector de coeficientes de gradiente que minimiza el error entre un primer vector compuesto de valores correspondientes a  $C_0$  muestras de entrada  $X(k)$  ( $k = \tau \cdot C_0, \dots, (\tau + 1) \cdot C_0 - 1$ ) y un segundo vector compuesto de valores correspondientes a  $C_0$  valores ajustados obtenidos multiplicando los  $C_0$  valores de entrada cuantificados  $\hat{X}(k)$  ( $k = \tau \cdot C_0, \dots, (\tau + 1) \cdot C_0 - 1$ ) por los elementos  $\gamma_m(k')$  ( $k' = 0, \dots, C_0 - 1$ ) del vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$ , y escribe información de índices idx que indica el número de fila  $m'$  en la región de los bits que no son usados (referido a una región de bits no usados), de entre los bits asignados para la cuantificación vectorial.

20

En otras palabras, el calculador 116 de gradientes halla, de entre una matriz de gradientes  $\gamma$  que tiene vectores de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$ , compuesto cada uno de varios coeficientes de gradiente  $\gamma_m(k')$  como vectores de fila, el vector de coeficientes de gradiente que minimiza el error entre un primer vector compuesto de valores correspondientes a varias muestras  $X(k)$  y un segundo vector compuesto de valores correspondientes a los valores ajustados obtenidos multiplicando los varios valores cuantificados  $\hat{X}(k)$  por los elementos del vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$ , produce información de índices idx que indica el número de fila  $m'$  de ese vector de coeficientes de gradiente, y la coloca en la región de bits no usados del código (corriente de bits) correspondiente al índice de cuantificación vectorial (etapa E4).

30 Con esta etapa, el dispositivo 11 de codificación puede enviar información para ajustar el error de cuantificación de la amplitud al dispositivo 12 de decodificación, usando de forma efectiva la región de bits no usados, y puede reducir el ruido musical y similares generados según la precisión de la cuantificación.

Los  $C_0$  coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  que constituyen el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  están correlacionados entre sí. En otras palabras, cada vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  es un vector compuesto de varios coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  correlacionados mutuamente. Ocurre con frecuencia que las muestras  $X(\tau \cdot C_0), \dots, X((\tau + 1) \cdot C_0 - 1)$  estén distribuidas asimétricamente en una línea recta o una curva en un plano ( $k, X(k)$ ) que tiene  $k$  en su primer eje y  $X(k)$  en su segundo eje. Usando el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  compuesto de los coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$ , teniendo en consideración tales características de  $X(\tau \cdot C_0), \dots, X((\tau + 1) \cdot C_0 - 1)$ , se puede ajustar con gran precisión el error de cuantificación. Por ejemplo, se da por sentado que los coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$

40

correspondientes al mismo número de fila  $m$  están distribuidos asimétricamente en una línea recta o una curva específica en un plano  $(k', \gamma_m(k'))$  que tiene  $k'$  (valor correspondiente a una frecuencia correspondiente al coeficiente de gradiente  $\gamma_m(k')$ ) en su primer eje y  $\gamma_m(k')$  (valor del coeficiente de gradiente) en su segundo eje. En otras palabras, se supone, por ejemplo, que el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  es un vector compuesto de varios coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  distribuidos asimétricamente en una línea recta o una curva específica en el plano  $(k', \gamma_m(k'))$  que tiene el valor  $k'$  correspondiente al orden del elemento en el vector en su primer eje y el valor  $\gamma_m(k')$  de un elemento vectorial en su segundo eje. Más específicamente, se supone, por ejemplo, que los coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  correspondientes al mismo número de fila  $m$  están colocados en una línea recta o una curva específica en el plano  $(k', \gamma_m(k'))$ . En otras palabras, se supone que se proporciona un vector compuesto de los coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  en una línea recta o una curva específica en el plano  $(k', \gamma_m(k'))$  como el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$ . Las líneas rectas o las curvas específicas en el plano  $(k', \gamma_m(k'))$  son distintas, dependiendo, por ejemplo, del número de fila  $m$ . A continuación se muestra un ejemplo de la matriz de gradientes  $\gamma$ . El ejemplo mostrado está caracterizado por  $C_0 = 8$  y  $M_{\text{MAX}} = 3$ . En el ejemplo, los coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(7)$  están colocados en una línea recta dada para cada número de fila  $m$  ( $m = 0, 1, 2$ ).

$$\gamma = \begin{bmatrix} 1,35 & 1,25 & 1,15 & 1,05 & 0,95 & 0,85 & 0,75 & 0,65 \\ 1,175 & 1,125 & 1,075 & 1,025 & 0,975 & 0,925 & 0,875 & 0,825 \\ 0,65 & 0,75 & 0,85 & 0,95 & 1,05 & 1,15 & 1,25 & 1,35 \end{bmatrix}$$

Ejemplos del primer vector incluyen un vector compuesto de los  $C_0 X(k)$ , un vector compuesto de la magnitud  $|X(k)|$  de los  $C_0 X(k)$ , y un vector compuesto de los  $C_0 X(k)$  o los  $|X(k)|$  multiplicados por una constante o una variable. Ejemplos del segundo vector incluyen un vector compuesto de  $C_0$  valores ajustados, un vector compuesto de la magnitud de los  $C_0$  valores ajustados, y un vector compuesto de  $C_0$  valores ajustados o su magnitud multiplicados por una constante o una variable. Ejemplos de valores ajustados incluyen el producto de  $\hat{X}(k)$  y  $\gamma_m(k')$ , el producto de la magnitud  $|\hat{X}(k)|$  de  $\hat{X}(k)$  y  $\gamma_m(k')$ , la magnitud del producto de  $\hat{X}(k)$  y  $\gamma_m(k')$ , un valor que indique la magnitud del producto de  $\hat{X}(k)$  y  $\gamma_m(k')$ , y un valor correspondiente al producto de  $\hat{X}(k)$  y  $\gamma_m(k')$ .

Un ejemplo del error entre el primer vector y el segundo vector es la distancia entre el primer vector y el segundo vector. La distancia no está especialmente definida y puede ser la distancia Manhattan, la distancia euclídea, variaciones de esas distancias y similares. Ejemplos de vector de coeficientes de gradiente que minimice el error entre el primer vector y el segundo vector incluyen un vector de coeficientes de gradiente que minimice el error entre el primer vector y el segundo vector y un vector de coeficientes de gradiente que minimice el error entre el primer vector y el segundo vector en condiciones dadas de búsqueda o dentro de un intervalo de búsqueda dado.

La región de bits no usados puede ser identificada por la posición de referencia (por ejemplo, la primera dirección) de una región determinada de bits no usados y el número introducido de bits no usados,  $U$ . El límite superior del número de bits de la información de índices  $idx$  que pueden ser escritos en la región de bits no usados es el número de bits no usados,  $U$ . Por lo tanto, la información de índices  $idx$  correspondiente a todos los números de fila no siempre puede ser escrita en la región de bits no usados. Por ello, el calculador 116 de gradientes especifica el intervalo de números de fila que pueden ser identificadas por la información de índices  $idx$  que puede ser escrita en la región de bits no usados como intervalo de búsqueda. En otras palabras, el calculador 116 de gradientes selecciona solamente un número de fila indicado por la información de índices  $idx$  que puede ser escrita en la región de bits no usados. Por ejemplo, el calculador 116 de gradientes identifica un número de fila  $m'$  según se da a continuación, entre los  $m_{\text{MAX}}$  números de fila  $m = 0, \dots, m_{\text{MAX}} - 1$  que pueden ser identificadas por la información de



índices idx que puede ser escrita en la región de bits no usados, y escribe información de índices idx correspondiente al número de fila m' en la región de bits no usados.

$$m' = \arg \min_m \|\chi - A_m \cdot \hat{\chi}\|$$

5 El símbolo  $\|\cdot\|$  indica la norma de  $\cdot$ ;  $\arg \min_m \|\cdot\|$  significa que la minimización de  $\|\cdot\|$  en m se vuelve m';  $\arg \min_m$  significa  $\arg \min$  con el subíndice m; y  $\chi = [X(\tau \cdot C_0), \dots, X((\tau+1) \cdot C_0 - 1)]$ ,  $\hat{\chi} = [\hat{X}(\tau \cdot C_0), \dots, \hat{X}((\tau+1) \cdot C_0 - 1)]$ ; y  $A_m$  significa una matriz diagonal que tiene vectores de coeficientes de gradiente  $\gamma_m = [\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)]$  ( $m = 0, \dots, m_{MAX} - 1$ ) correspondientes al número de fila m como sus elementos diagonales, según se muestra a continuación.

10

$$A_m = \begin{bmatrix} \gamma_m(0) & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \gamma_m(C_0 - 1) \end{bmatrix}$$

15 Cuando  $C_0$  es el número de muestras en una sub-banda ( $\tau > 0$ ), el calculador 116 de gradientes coloca la información de índices idx que indica el número de fila m' del vector de coeficientes de gradiente en la región de bits no usados para cada sub-banda. En este caso, para almacenar información de índices idx correspondiente a cada sub-banda, la región de bits no usados debe ser dividida para las sub-bandas. El calculador 116 de gradientes determina la región de bits en la que se coloca la información de índices idx de cada sub-banda en la región de bits no usados en un orden de prioridad predeterminado basado, por ejemplo, en las características de percepción auditiva humana.

15

20 El calculador 116 de gradientes determina el tamaño de la región de bits en la que se coloca la información de índices idx correspondiente a cada sub-banda (correspondiente a un conjunto de posiciones de muestras), por ejemplo, según el nivel de prioridad dado a la sub-banda. Por ejemplo, se da mayor prioridad a una sub-banda correspondiente a una frecuencia cuya percepción resulte más fácil para los seres humanos. Por ejemplo, el calculador 116 de gradientes coloca preferentemente la información de índices idx de una sub-banda con mayor prioridad en la región de bits no usados. Específicamente, el calculador 116 de gradientes hace mayor la región de bits en la que se coloca la información de índices idx correspondiente a una sub-banda de mayor prioridad que la región de bits en la que se coloca la información de índices idx correspondiente a una sub-banda de menor prioridad. En otras palabras, el número de bits asignados a una primera sub-banda de las sub-bandas no es menor que el número de bits asignados a una segunda sub-banda que tenga una prioridad menor que la primera sub-banda. Por ejemplo, el calculador 116 de gradientes no asigna una región de bits para colocar la información de índices idx correspondiente a una sub-banda que no haya sido cuantificada vectorialmente en el cuantificador vectorial 115. Por ejemplo, dado que los valores cuantificados  $\hat{X}(k)$  de una sub-banda que no haya sido cuantificada vectorialmente son todos 0, el calculador 116 de gradientes no asigna una región de bits para colocar la información de índices idx de una sub-banda si la suma de las amplitudes o las energías de los elementos  $\hat{X}(k)$  incluidos es 0. Por ejemplo, para la sub-banda que no haya sido cuantificada vectorialmente, tampoco es necesario el procesamiento para identificar la información de índices idx.

25

30

35

Según se ha descrito más arriba, el calculador 116 de gradientes asigna al menos algunos de los bits que no se usan realmente para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial, de los bits asignados para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial, a varias muestras en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva, y produce la información de índices idx que tiene el número de bits asignados a las varias muestras.

40

En otras palabras, el calculador 116 de gradientes asigna bits cuyo número es igual o menor que el número de bits obtenido restando el número de bits usados para un código correspondiente al índice de cuantificación vectorial del número de bits asignados para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial, a uno o más conjuntos de posiciones de muestras de entre varios conjuntos de posiciones de muestras, incluyendo cada conjunto varias posiciones de muestras y dándosele un orden de prioridad basado en las características de percepción auditiva, en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva, y produce la información de índices idx que indica un grupo de coeficientes que minimiza la suma del error entre el valor de cada muestra perteneciente a cada una del conjunto de posiciones de muestras a las que se asignan los bits, y el producto del

45

50

valor cuantificado de la muestra perteneciente al conjunto de posiciones de muestras y un coeficiente correspondiente a la posición de la muestra, de todas las posiciones de muestras pertenecientes al conjunto de posiciones de muestras, de entre varios grupos de coeficientes predeterminados correspondientes a las posiciones de las muestras. Las posiciones de muestras en esta realización son posiciones en el eje de frecuencias, correspondientes a números de frecuencias diferenciadas k.

Ahora, la información de índices idx puede ser transmitida simplemente usando la región de bits no usados.

[Ejemplo 1 de la etapa E4]

En este ejemplo, el calculador 116 de gradientes ejecuta las etapas mostradas en las Figuras 3 y 4 para escribir la información de índices idx que indica el número de fila del vector seleccionado de coeficientes de gradiente en la región de bits no usados.

El calculador 116 de gradientes inicializa los valores i, h y u a 0, H y U, respectivamente (etapa E41), y prosigue a la etapa E42. Cuando  $C_0$  indica el número de muestras en la sub-banda, H indica el número de sub-bandas en una sola trama que ha sido cuantificada vectorialmente en el cuantificador vectorial. Cuando  $C_0$  indica el número de muestras, L, en una sola trama, H se vuelve 1.

El calculador 116 de gradientes compara i con G ( $G = L/C_0$ ) (etapa E42) y, si se satisface  $i < G$ , prosigue a la etapa E43 o, si no se satisface  $i < G$ , finaliza el procesamiento de la etapa E4. Cuando  $C_0$  indica el número de muestras en la sub-banda, G indica el número total de sub-bandas en una sola trama. Cuando  $C_0$  indica el número de muestras, L, en una sola trama,  $G = 1$ . Cuando se compara  $\delta$  con  $\eta$ , el método de comparación no está limitado, y puede usarse cualquier método de comparación que pueda decidir la relación de magnitudes entre  $\delta$  y  $\eta$ . Por ejemplo, el procesamiento que compara  $\delta$  con  $\eta$  para averiguar si se satisface  $\delta < \eta$  puede decidir si se satisface  $\delta < \eta$ , si se satisface  $0 < \eta - \delta$ , si se satisface  $\delta \geq \eta$  o si se satisface  $0 \geq \eta - \delta$ .

En la etapa E43, el calculador 116 de gradientes compara u con 0 (etapa E43) y, si no se satisface  $u > 0$ , finaliza el procesamiento de la etapa E4 o, si se satisface  $u > 0$ , hace  $b = o(i)$  (etapa E44). Cuando  $C_0$  indica el número de muestras en la sub-banda, o(i) indica el elemento iésimo (índice) ( $i = 0$  a  $(L/C_0) - 1$ ) en un conjunto S en el que hay dispuestos en orden de prioridad descendente 0 o más índices enteros, cada uno de los cuales identifica una sub-banda en una sola trama. Por ejemplo, cuando el número total  $L/C_0$  de sub-bandas en una sola trama es 8 y las sub-bandas son identificadas con los números del 0 al 7 en un conjunto  $S = \{1, 0, 3, 2, 5, 4, 6, 7\}$ , o(i) indica el elemento iésimo desde el comienzo del conjunto  $S = \{1, 0, 3, 2, 5, 4, 6, 7\}$ . Se denomina al primer elemento elemento de orden cero. En este ejemplo, la sub-banda identificada con 0 tiene la mayor prioridad, y la sub-banda identificada con 7 tiene la menor prioridad. Los niveles de prioridad de las sub-bandas incluidas en una sola trama pueden ser determinados dinámicamente según la señal de entrada  $X(k)$  o pueden ser determinados de forma fija. Cuando los niveles de prioridad son determinados dinámicamente, se asigna el nivel de mayor prioridad, por ejemplo, a la sub-banda correspondiente al mayor valor de normalización cuantificado  $\bar{X}$ . Cuando los niveles de prioridad son determinados de forma fija, el nivel de prioridad de cada sub-banda se determina, por ejemplo, en consideración de las características de percepción auditiva humana (por ejemplo, los niveles de mayor prioridad son asignados a las sub-bandas correspondientes a las frecuencias más bajas). Cuando  $C_0$  indica el número de muestras, L, en una sola trama, o(i) = 0.

El calculador 116 de gradientes compara flg(b) con 0 (etapa E45). Si no se satisface  $flg(b) > 0$  (si  $flg(b) = 0$ ), i es incrementado en 1 (se actualiza el valor i poniendo  $i + 1$  como nuevo valor de i) (etapa E421), y el procedimiento prosigue a la etapa E42. Aquí, flg(b) es una bandera de cuantificación que indica si el cuantificador vectorial 115 ha llevado a cabo la cuantificación vectorial de una sub-banda (conjunto de muestras que ha de ser procesado) identificada por b. Para que b identifique una sub-banda que ha sido cuantificada vectorialmente,  $flg(b) = \eta$  ( $\eta > 0$ , por ejemplo,  $\eta = 1$ ). Para que b identifique una sub-banda que no ha sido cuantificada vectorialmente,  $flg(b) = 0$ .

Cuando la energía total de los valores cuantificados  $\hat{X}(k)$  de la sub-banda identificada por b es 0,  $flg(b) = 0$ ; si no,  $flg(b) = 1$ .

Si en la etapa E45 se satisface  $flg(b) > 0$  ( $flg(b) = \eta$ ), el calculador 116 de gradientes compara u - h con 0 (equivalente a comparar u y h) (etapa E46); y, si se satisface  $u - h > 0$ , se hace  $m_{MAX} = 3$  y  $a = 2$  (etapa E47). Si no se satisface  $u - h > 0$ , se hace  $m_{MAX} = 1$  y  $a = 1$  (etapa E48). Si el número de bits restantes, u, que no están asignados a ninguna sub-banda, de entre los bits que no son usados para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial, no es mayor que el número de sub-bandas, h, a las que no se asignan bits, se asigna un primer número de bits ( $a = 1$ ) a la sub-banda que tenga la mayor prioridad entre las sub-bandas a las que no se asignan los bits. Si el número de bits restantes, u, es mayor que el número de sub-bandas, h, se asigna un segundo número de bits ( $a = 2$ ) que es mayor que el primer número de bits ( $a = 1$ ) a la sub-banda que tenga la mayor prioridad entre las sub-bandas a las que no se asignan los bits. Aquí,  $m_{MAX}$  especifica el intervalo de búsqueda de la matriz de gradientes  $\gamma$ . El intervalo de búsqueda se convierte en los vectores de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  de la matriz de gradientes  $\gamma$  que tengan

números de fila  $m = 0$  hasta  $m_{MAX} - 1$ . En este ejemplo, el valor máximo  $M_{MAX}$  (Ecuación (1)) del número de fila de la matriz de gradientes  $\gamma$  es 2 o mayor; "a" indica el límite superior del número de bits de la información de índices  $idx$  que indica el número de fila  $m$  del vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  en el intervalo de búsqueda. Con "a" bits, pueden transmitirse  $2^a$  valores, pero se asigna a  $idx = 0$  uno de los  $2^a$  valores, indicando que no se realiza corrección alguna.

El calculador 116 de gradientes decreenta  $h$  (actualiza el valor  $h$  poniendo  $h - 1$  como nuevo valor de  $h$ ) (etapa E49) y efectúa el cálculo dado por la siguiente ecuación (etapa E410).

$$e_{MIN} = \sum_{j=0}^{C_0-1} \left| X(b \cdot C_0 + j) - \hat{X}(b \cdot C_0 + j) \right| \quad (2)$$

El calculador 116 de gradientes inicializa los valores de  $m$  e  $idx$  a 0 (etapa E411) y prosigue a la etapa E412.

En la etapa E412, el calculador 116 de gradientes compara  $m$  con  $m_{MAX}$  (etapa E412). Si se satisface  $m < m_{MAX}$ , se efectúa el cálculo dado por la siguiente ecuación (etapa E413). Acto seguido, se compara  $e_{MIN}$  con  $e$  (etapa E414). Si no se satisface  $e_{MIN} > e$ ,  $m$  es incrementado en 1 (etapa E416), y el procedimiento prosigue a la etapa E412. Si se satisface  $e_{MIN} > e$ , el calculador 116 de gradientes actualiza  $idx$  y  $e_{MIN}$  a  $idx = m + 1$  y  $e_{MIN} = e$ , respectivamente (etapa E415), incrementa  $m$  en 1 (etapa E416), y prosigue a la etapa E412.

$$e_{MIN} = \sum_{j=0}^{C_0-1} \left| X(b \cdot C_0 + j) - \gamma_m \cdot \hat{X}(b \cdot C_0 + j) \right| \quad (3)$$

Si no se satisface  $m < m_{MAX}$  en la etapa E412, el calculador 116 de gradientes escribe  $idx$  en la región de bits no usados, actualiza el valor  $u$  poniendo  $u - a$  como nuevo valor de  $u$  (etapa E417), y prosigue a la etapa E418. Aquí, el calculador 116 de gradientes escribe  $idx$  en los "a" bits no usados en la región de bits no usados. Debería realizarse una preparación, de modo que el dispositivo 12 de decodificación pueda encontrar, según "a", el  $idx$  necesario en la región de bits no usados. Por ejemplo, el orden de asignación de las regiones no usadas en la región de bits no usados puede estar determinado de antemano, y el calculador 116 de gradientes puede determinar en ese orden la región en la que se almacena el  $idx$ .

En la etapa E418, el calculador 116 de gradientes decide si no se satisface  $idx > 0$  (si  $idx = 0$ ) (etapa E418); y, si se satisface  $idx > 0$  (no se satisface  $idx = 0$ ), se actualizan los varios valores cuantificados  $\hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1)$  según se muestra a continuación (etapa E419),  $i$  es incrementado en 1 (etapa E421), y el procedimiento prosigue a la etapa E42.

$$\left[ \hat{X}_{UD}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}_{UD}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right] = \left[ \gamma(0)_{idx-1} \cdot \hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \gamma(C_0 - 1)_{idx-1} \cdot \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right]$$

Si no se satisface  $idx > 0$  (se satisface  $idx = 0$ ), el calculador 116 de gradientes no actualiza los varios valores cuantificados  $\hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1)$ , que son valores de decodificación locales (etapa E420), pero incrementa  $i$  en 1 (etapa E421), y prosigue a la etapa E42.

$$\left[ \hat{X}_{UD}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}_{UD}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right] = \left[ \hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right]$$

Según se ha descrito más arriba, el calculador 116 de gradientes produce información de índices  $idx$  que puede ser expresada por los bits asignados a la sub-banda que ha de ser procesada (un conjunto de muestras que ha de ser procesado).

[Ejemplo 2 de la etapa E4]

La etapa E4 puede ser ejecutada, por ejemplo, según se describe a continuación, tal como se ilustra en las Figuras 3 y 4.

Una vez que se ejecutan las etapas E41 a E45, si se decide en la etapa E45 que no se satisface  $flg(b) > 0$  (se satisface  $flg(b) = 0$ ), el calculador 116 de gradientes incrementa  $i$  en 1 (etapa E421) y prosigue a la etapa E42. Si se decide en la etapa E45 que se satisface  $flg(b) > 0$  (se satisface  $flg(b) = \eta$ ), el calculador 116 de gradientes hace  $m_{MAX} = 1$  y  $a = 1$  (etapa E48) y prosigue a la etapa E46.

En la etapa E46, el calculador 116 de gradientes compara  $u - h$  con 0 (equivalente a comparar  $u$  con  $h$ ); y, si se satisface  $u - h > 0$  (etapa E46), se hace  $m_{MAX} = 3$  y  $a = 2$  (etapa E47), y el procedimiento prosigue a la etapa E49. Si

no se satisface  $u - h > 0$ , el procedimiento prosigue a la etapa E49 sin cambiar  $m_{MAX}$  ni "a". La parte restante del procedimiento es igual que en el Ejemplo 1 de la etapa E4. Aquí, el calculador 116 de gradientes produce la información de índices  $idx$  que puede ser expresada con los bits asignados a la sub-banda que ha de ser procesada (conjunto de muestras que ha de ser procesado).

5

[Ejemplo 3 de la etapa E4]

En los Ejemplos 1 y 2 de la etapa E4, puede efectuarse el cálculo siguiente en lugar de la Ecuación (2).

$$e_{MIN} = \sum_{j=0}^{C_0-1} \left| X(b \cdot C_0 + j) - \hat{X}(b \cdot C_0 + j) \right|$$

10 En los Ejemplos 1 y 2 de la etapa E4, puede efectuarse el cálculo siguiente en lugar de la Ecuación (3).

$$e_{MIN} = \sum_{j=0}^{C_0-1} \left| X(b \cdot C_0 + j) - \gamma_m \cdot \hat{X}(b \cdot C_0 + j) \right|$$

La descripción de Ejemplos de la etapa E4 termina aquí.

15 El código (corriente de bits) correspondiente a un índice modificado de cuantificación vectorial que incluye el índice de cuantificación vectorial y la información de índices  $idx$  escrita en la región de bits no usados es enviado al dispositivo 12 de decodificación.

(Decodificación)

20 El dispositivo 12 de decodificación ejecuta las etapas de un método de decodificación ilustrado en la Figura 5.

20

El decodificador 121 de valores de normalización obtiene un valor de normalización decodificado  ${}_{\tau} \bar{X}$  correspondiente al índice de cuantificación del valor de normalización introducido en el dispositivo 12 de decodificación (etapa D1). El valor de normalización decodificado  ${}_{\tau} \bar{X}$  es enviado al decodificador vectorial 122.

25 Se supone que los valores de normalización correspondientes a varios índices de cuantificación de valores de normalización están almacenados en una memoria de libro de códigos, que no se muestra en los dibujos. El decodificador 121 de valores de normalización busca en la memoria de libro de códigos usando el índice de cuantificación del valor de normalización de entrada como clave y obtiene el valor de normalización correspondiente al índice de cuantificación del valor de normalización como valor de normalización decodificado  ${}_{\tau} \bar{X}$ .

30

El decodificador vectorial 122 obtiene varios valores correspondientes al índice de cuantificación vectorial incluido en el índice modificado de cuantificación vectorial introducido en el dispositivo 12 de decodificación, como varios valores decodificados  $\hat{X}(k)$ . El decodificador vectorial 122 calcula el número de bits no usados, U, usando el índice de cuantificación vectorial (etapa D2).

35

40 En esta realización, se supone que los vectores de cuantificación representativos correspondientes a los varios índices de cuantificación vectorial están almacenados en la memoria de libro de códigos de vectores, que no se muestra en los dibujos. El decodificador vectorial 122 busca en la memoria de libro de códigos de vectores usando el vector de cuantificación representativo correspondiente al índice de cuantificación vectorial de entrada como clave y obtiene el vector de cuantificación representativo correspondiente al índice de cuantificación vectorial. El decodificador vectorial 122 produce los valores decodificados  $\hat{X}(k)$  obtenidos mediante la desnormalización de los elementos  $X(k)'$  del vector de cuantificación representativo con el valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau} \bar{X}$ . Por ejemplo, el decodificador vectorial 122 da salida a los productos de  $X(k)'$  y  ${}_{\tau} \bar{X}$  como valores decodificados  $\hat{X}(k)$ .

45 El decodificador vectorial 122 calcula el número de bits no usados, U, que no se usan realmente en la cuantificación vectorial, de entre los bits asignados para la cuantificación vectorial. En esta realización, el decodificador vectorial 122 calcula el número de bits no usados, U, en cada trama (en unidades de L muestras). Por ejemplo, el decodificador vectorial 122 calcula el número de bits no usados, U, restando del número de bits asignados para la cuantificación vectorial en la trama diana que haya de ser procesada el número total de bits del índice de cuantificación vectorial correspondiente a la trama.

50

Los valores decodificados  $\hat{X}(k)$  y el número de bits no usados, U, son enviados a la unidad 124 de ajuste del gradiente.

La unidad 124 de ajuste del gradiente contiene la misma matriz de gradientes  $\gamma$  (véase la Ecuación (1)) que se usa en el dispositivo 11 de codificación, por ejemplo en una memoria, que no se muestra en los dibujos. La unidad 124 de ajuste del gradiente lee la información de índices  $idx$  de la región de bits no usados incluida en el índice modificado de cuantificación vectorial introducido en el dispositivo 12 de decodificación y ajusta los  $C_0$  valores decodificados  $\hat{X}(k)$  ( $k = \tau \cdot C_0, \dots, (\tau + 1) \cdot C_0 - 1$ ) usando los elementos  $\gamma_{m'}(k')$  ( $k' = 0, \dots, C_0 - 1$ ) del vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_{m'}$  del número de fila  $m'$  indicado por  $idx$ . En otras palabras, la unidad 124 de ajuste del gradiente ajusta los varios valores decodificados  $\hat{X}(k)$  usando los elementos  $\gamma_{m'}(k')$  del vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_{m'}$  del número de fila  $m'$  indicado por la información de índices  $idx$  en la matriz de gradientes y que tiene, como vectores de fila, los vectores de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  compuestos de varios coeficientes de gradiente  $\gamma_m(k')$  (etapa D3). La unidad 124 de ajuste del gradiente obtiene, por ejemplo, los productos de los valores decodificados  $\hat{X}(k)$  y los elementos  $\gamma_{m'}(k')$  del vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_{m'}$  del número de fila  $m'$  indicado por la información de índices  $idx$ , como valores ajustados  $\hat{X}_{UD}(k)$  de los valores decodificados  $\hat{X}(k)$ . La unidad 124 de ajuste del gradiente produce los valores ajustados  $\hat{X}_{UD}(k)$ . En otras palabras, la unidad 124 de ajuste del gradiente gestiona, como objetivo del procesamiento, un conjunto de posiciones de muestras a las que se han asignado los bits en el orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva, de entre los varios conjuntos de posiciones de muestras que constituyen varias posiciones de muestras, usa un grupo de coeficientes predeterminados correspondientes a las varias posiciones de muestras, indicado por la información de índices de entrada  $idx$ , y da salida a los productos de los coeficientes y los valores decodificados, correspondientes a las respectivas posiciones de muestras incluidas en el conjunto de posiciones de muestras que ha de ser procesado.

[Ejemplo 1 de la etapa D3]

En este ejemplo, la unidad 124 de ajuste del gradiente lleva a cabo las etapas ilustradas en las Figuras 6 y 7 y ajusta los valores decodificados  $\hat{X}(k)$ .

La unidad 124 de ajuste del gradiente inicializa los valores  $i$ ,  $h$  y  $u$  a 0,  $H$  y  $U$ , respectivamente (etapa D31), y prosigue a la etapa D32. La unidad 124 de ajuste del gradiente compara  $i$  con  $G$  ( $G = L/C_0$ ) (etapa D32) y, si se satisface  $i < G$ , prosigue a la etapa D33 o, si no se satisface  $i < G$ , finaliza el procesamiento de la etapa D3.

En la etapa D33, la unidad 124 de ajuste del gradiente compara  $u$  con 0 (etapa D33) y, si no se satisface  $u > 0$ , finaliza el procesamiento de la etapa D3 o, si se satisface  $u > 0$ , hace  $b = o(i)$  (etapa D34). Aquí,  $o(i)$  en el dispositivo 11 de codificación es idéntico a  $o(i)$  en el dispositivo 12 de decodificación.

La unidad 124 de ajuste del gradiente compara  $flg(b)$  con 0 (etapa D35) y, si no se satisface  $flg(b) > 0$  (se satisface  $flg(b) = 0$ ), la unidad 124 de ajuste del gradiente incrementa  $i$  en 1 (etapa D315) y prosigue a la etapa D32. Aquí,  $flg(b)$  es una bandera de cuantificación que indica si el cuantificador vectorial 115 ha llevado a cabo la cuantificación vectorial de la sub-banda identificada por  $b$ . Para que  $b$  identifique una sub-banda que ha sido cuantificada vectorialmente,  $flg(b) = \eta$  ( $\eta > 0$ , por ejemplo,  $\eta = 1$ ). Para que  $b$  identifique una sub-banda que no ha sido cuantificada vectorialmente,  $flg(b) = 0$ . Por ejemplo, cuando la energía total de los valores decodificados  $\hat{X}(k)$  de la sub-banda identificada por  $b$  es 0, se hace  $flg(b) = 0$ ; si no, se hace  $flg(b) = 1$ .

Si se satisface  $flg(b) > 0$  (se satisface  $flg(b) = \eta$ ) en la etapa D35, la unidad 124 de ajuste del gradiente compara  $u - h$  con 0 (equivalente a comparar  $u$  con  $h$ ) (etapa D36). Si se satisface  $u - h > 0$ , se hace  $m_{MAX} = 3$  y  $a = 2$  (etapa D37); si no se satisface  $u - h > 0$ , se hace  $m_{MAX} = 1$  y  $a = 1$  (etapa D38).

La unidad 124 de ajuste del gradiente decreenta  $h$  (etapa D39) y lee, según "a", la información de índices  $idx$  de la región de bits no usados incluida en el índice modificado de cuantificación vectorial (etapa D310). La unidad 124 de ajuste del gradiente actualiza el valor  $u$  poniendo  $u - a$  como nuevo valor de  $u$  (etapa D311). La unidad 124 de ajuste del gradiente decide si no se satisface  $idx > 0$  (si se satisface  $idx = 0$ ) (etapa D312); y, si se satisface  $idx > 0$  (no se satisface  $idx = 0$ ), se actualizan los varios valores decodificados  $\hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}((b + 1) \cdot C_0 - 1)$  según se muestra a continuación (etapa D313),  $i$  es incrementado en 1 (etapa D315), y el procedimiento prosigue a la etapa D32.

$$\left[ \hat{X}_{UD}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}_{UD}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right] = \left[ \gamma(0)_{idx-1} \cdot \hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \gamma(C_0 - 1)_{idx-1} \cdot \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right]$$

Si no se satisface  $idx > 0$  (se satisface  $idx = 0$ ), la unidad 124 de ajuste del gradiente no actualiza los varios valores decodificados  $\hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1)$  (etapa D314), pero incrementa  $i$  en 1 (etapa D315) y prosigue a la etapa D32, según se muestra a continuación.

$$\left[ \hat{X}_{UD}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}_{UD}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right] = \left[ \hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right]$$

[Ejemplo 2 de la etapa D3]

La etapa D3 puede ser ejecutada, por ejemplo, según se describe a continuación, tal como se ilustra en las Figuras 6 y 7.

Una vez que se ejecutan las etapas D31 a D35, si se decide en la etapa D35 que no se satisface  $flg(b) > 0$  (se satisface  $flg(b) = 0$ ), la unidad 124 de ajuste del gradiente incrementa  $i$  en 1 (etapa D315) y prosigue a la etapa D32. Si se decide en la etapa D35 que se satisface  $flg(b) > 0$  (se satisface  $flg(b) = \eta$ ), la unidad 124 de ajuste del gradiente hace  $m_{MAX} = 1$  y  $a = 1$  (etapa D38') y prosigue a la etapa D36.

En la etapa D36, la unidad 124 de ajuste del gradiente compara  $u - h$  con 0 (equivalente a comparar  $u$  con  $h$ ) (etapa D36) y, si se satisface  $u - h > 0$ , se hace  $m_{MAX} = 3$  y  $a = 2$  (etapa D37), y prosigue a la etapa D39 o, si no se satisface  $u - h > 0$ , prosigue a la etapa D39 sin cambiar  $m_{MAX}$  ni "a". La parte restante del procedimiento es igual que en el Ejemplo 1 de la etapa D3. (La descripción de Ejemplos de la etapa D3 termina aquí).

Si son necesarias señales decodificadas en el dominio temporal, se introducen en el convertidor 125 de dominio temporal los valores ajustados  $\hat{X}_{UD}(k)$  producidos en la unidad 124 de ajuste del gradiente, y el convertidor 125 de dominio temporal transforma  $\hat{X}_{UD}(k)$  en señales del dominio temporal  $z(n)$ , por ejemplo, mediante una transformada inversa de Fourier.

(Características de esta realización)

Según se ha descrito más arriba, dado que, en esta realización, el dispositivo 12 de decodificación ajusta varios valores decodificados  $\hat{X}(k)$  usando el vector de coeficientes de gradiente seleccionado por el dispositivo 11 de codificación, pueden reducirse el ruido musical y similares causados por el error de cuantificación.

En esta realización, se especifica como vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  un vector compuesto de coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  que están correlacionados entre sí. Por ejemplo, el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  es un vector compuesto de varios coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  distribuidos asimétricamente, por ejemplo, en una línea recta o en una curva específica en el plano  $(k, \gamma_m(k))$ . Las señales de entrada, tales como las señales de audio o señales acústicas, forman a menudo una envolvente lineal o curvada. Al usar el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  que refleja tales características de las señales de entrada, puede suprimirse la cantidad de la información de índices  $idx$  mientras se sigue ajustando el error de cuantificación con gran precisión. En el ejemplo mostrado en la Figura 8, la magnitud  $|X(k)|$  de las señales de entrada en sub-bandas  $k = 0, \dots, 7$  disminuye a medida que  $k$  aumenta. Al ajustar  $|X(0)|, \dots, |X(7)|$  usando el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  compuesto de coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(7)$  distribuidos asimétricamente en una línea recta con un gradiente negativo en el plano  $(k, \gamma_m(k))$ , pueden reducirse sus errores procedentes de las magnitudes  $|\hat{X}(0)|, \dots, |\hat{X}(7)|$  de los valores cuantificados. Al usar el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma_m$  adecuado para las características de las señales de entrada en cada sub-banda, puede reducirse eficientemente el error de cuantificación.

Se transmite la información de índices  $idx$  para identificar el vector de coeficientes de gradiente  $\gamma'_m$  seleccionado por el dispositivo 11 de codificación usando de forma eficaz la región de bits no usados, eliminando la necesidad de una región adicional para transmitir la información de índices  $idx$ .

5 El límite superior del número de bits que pueden ser escritos en la región de bits no usados es el número de bits no usados,  $U$ , y la información de índices  $idx$  correspondiente a todas las sub-bandas no siempre se escribe en la región de bits no usados. En esta realización, la información de índices  $idx$  correspondiente a una sub-banda que tenga alta prioridad se escribe preferentemente en la región de bits no usados. Esto reduce, por ejemplo, el error de cuantificación en una sub-banda que sea importante en las características de percepción auditiva humana, permitiendo que se reduzcan el ruido musical y similares.

(Resultados del experimento)

A continuación se darán los resultados de un experimento que muestra los efectos de esta realización.

15 En el experimento, se obtuvieron las relaciones señal-ruido (SNR) entre las señales de entrada y las señales decodificadas en las dos situaciones siguientes.

Situación 1: Tecnología convencional (se obtuvieron señales decodificadas decodificando un código obtenido cuantificando vectorialmente las señales de entrada, como en la Bibliografía de patente 1).

20 Situación 2: Tecnología de esta realización (se obtuvieron señales decodificadas decodificando un código obtenido llevando a cabo una cuantificación vectorial y un cálculo de gradientes de las señales de entrada, como en esta realización).

25 Las SNR fueron calculadas a partir de tramas en las que el número  $U$  de sus bits que quedaron sin usar para la cuantificación vectorial fue 1 o mayor. Se usaron tres tipos de señales de entrada: voz, música japonesa y música occidental. La siguiente tabla muestra los resultados.

Tabla 1

30

	Voz	Música japonesa	Música occidental
Tecnología convencional	6,253 dB	5,42 dB	5,5384 dB
Tecnología de esta realización	6,7041 dB	5,7976 dB	5,7341 dB

En comparación con la tecnología convencional, la tecnología de esta realización mejoró las SNR de los tres tipos de señales de entrada —voz, música japonesa y música occidental— en aproximadamente 0,35 dB de media.

35 (Modificaciones)

La presente invención no está limitada a la realización descrita en lo que antecede. Por ejemplo, si el dispositivo 12 de decodificación incluye la unidad 126 de aplanamiento, la unidad 126 de aplanamiento recibe el valor ajustado

$\hat{X}_{UD}(k)$  obtenido en la etapa D3 (Figura 5) y, si un valor  $\hat{X}'_{UD}(k)$  más antiguo que el valor ajustado  $\hat{X}_{UD}(k)$

no es 0, produce una suma ponderada del valor ajustado más antiguo  $\hat{X}'_{UD}(k)$  y el valor ajustado actual

40  $\hat{X}_{UD}(k)$  como un valor aplanado  $\hat{X}_{POST}(k)$ . Si  $\hat{X}'_{UD}(k)$  es 0, la unidad 126 de aplanamiento no obtiene la suma ponderada de los valores ajustados, lo que significa que la unidad 126 de aplanamiento no aplanan los valores ajustados, sino que produce  $\hat{X}_{UD}(k)$  como  $\hat{X}_{POST}(k)$  (etapa D4' en la Figura 5). Los valores ajustados más antiguos  $\hat{X}'_{UD}(k)$  incluyen un valor ajustado obtenido en la etapa D3 para la trama inmediatamente anterior a la

trama correspondiente al valor ajustado  $\hat{X}_{UD}(k)$  y el valor aplanado obtenido en la etapa D4' para la trama

45 inmediatamente anterior a la trama correspondiente al valor ajustado  $\hat{X}_{UD}(k)$ .

$\hat{X}_{POST}(k)$  está dado por las ecuaciones siguientes, en las que  $\alpha$  y  $\beta$  son factores de ajuste y se determinan apropiadamente dependiendo de los requisitos y las especificaciones. Por ejemplo,  $\alpha = 0,85$  y  $\beta = 0,15$ .  $\square(\cdot)$  indica un signo de más o menos de  $\cdot$ .

$$\begin{cases} \hat{X}_{POST}(k) = \hat{X}_{UD}(k) & \text{si } \hat{X}_{UD}(k)' = 0 \\ \hat{X}_{POST}(k) = \left\{ \alpha \cdot |\hat{X}_{UD}(k)| + \beta \cdot |\hat{X}_{UD}(k)'| \right\} \cdot \phi(\hat{X}_{UD}(k)) & \text{en los demás casos} \end{cases}$$

En consecuencia, pueden reducirse el ruido musical y similares causados por la discontinuidad en el tiempo en las características de la amplitud de  $\hat{X}_{UD}(k)$ . Si son necesarias señales decodificadas en el dominio temporal, se introducen en el convertidor 125 de dominio temporal los valores  $\hat{X}_{POST}(k)$  producidos en la unidad 126 de aplanamiento. El convertidor 125 de dominio temporal transforma  $\hat{X}_{POST}(k)$  en señales del dominio temporal z(n), por ejemplo, mediante una transformada inversa de Fourier.

Además,  $\alpha$  y  $\beta$  pueden variar según los requisitos y las especificaciones.

No es preciso que las señales de entrada X(k) sean señales del dominio frecuencial y pueden ser señales cualesquiera, tales como señales del dominio temporal. Puede aplicarse la presente invención para la codificación y la decodificación de cualquier señal distinta de las señales del dominio frecuencial. En este caso, los coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  correspondientes a al mismo número de fila m son distribuidos asimétricamente en una línea recta o una curva específica en el plano  $(k', \gamma_m(k'))$  que tiene, por ejemplo, k' (valor correspondiente a un instante correspondiente al coeficiente de gradiente  $\gamma_m(k')$ ) en su primer eje y  $\gamma_m(k')$  (valor del coeficiente de gradiente) en su segundo eje. Más específicamente, los coeficientes de gradiente  $\gamma_m(0), \dots, \gamma_m(C_0 - 1)$  correspondientes al mismo número de fila son colocados, por ejemplo, en una línea recta o una curva específica en el plano  $(k', \gamma_m(k'))$ . En esta modificación, k y k' son números de momentos diferenciados correspondientes a un momento diferenciado, y las posiciones de las muestras son posiciones en el eje temporal correspondientes a los números k de momentos diferenciados. Si k y k' son números de momentos diferenciados, un valor mayor de k o k' corresponde a un momento posterior.

La etapa E3 puede ser ejecutada de modo que en cada trama se determine un valor de normalización  $F_{GANANCIA}$  para las señales de entrada X(k), el cuantificador vectorial 115 use un valor obtenido normalizando el valor X(k) de cada muestra de las señales de entrada con el valor de normalización  $F_{GANANCIA}$  en vez de X(k) y use un valor obtenido normalizando el valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$  con el valor de normalización  $F_{GANANCIA}$  en vez de  ${}_{\tau}\bar{X}$ .

Cuando se ejecuta la etapa E3, X(k) puede ser sustituido, por ejemplo, con  $X(k)/F_{GANANCIA}$ , y  ${}_{\tau}\bar{X}$  puede ser sustituido con  ${}_{\tau}\bar{X}/F_{GANANCIA}$ . En ese caso, no es necesario el calculador 112 de valores de normalización, y puede introducirse en el cuantificador 113 de valores de normalización un valor obtenido normalizando X(k) con el valor de normalización  $F_{GANANCIA}$ , en vez del valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$ . A continuación, el cuantificador vectorial 115 puede ejecutar la etapa E3 usando un valor cuantificado de un valor obtenido normalizando X(k) con el valor de normalización  $F_{GANANCIA}$  en vez del valor de normalización cuantificado  ${}_{\tau}\bar{X}$ . El índice de cuantificación del valor de normalización puede corresponder a un valor cuantificado de un valor obtenido mediante la normalización con el valor de normalización  $F_{GANANCIA}$ .

En la realización descrita en lo que antecede, el calculador 116 de gradientes del dispositivo 11 de codificación decide si se satisface  $idx > 0$  y, si se satisface  $idx > 0$ , actualiza varios valores cuantificados  $\hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1)$  o, si no se satisface  $idx > 0$ , no actualiza los valores (etapas E418 a E421 en la Figura 4). La unidad 124 de ajuste del gradiente del dispositivo 12 de decodificación decide si se satisface  $idx > 0$  y, si se satisface  $idx > 0$ , actualiza varios valores cuantificados  $\hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1)$  o, si no se satisface  $idx > 0$ , no actualiza los valores (etapas D312 a D314 en la Figura 7). Como modificación, se añade un vector de fila (vector de coeficientes de gradiente)  $\gamma_{-1} = [\gamma_{-1}(0), \dots, \gamma_{-1}(C_0 - 1)] = [1, \dots, 1]$  del número de fila  $m = -1$ , compuesto únicamente de elementos "1" a la matriz de gradientes y dada por la Ecuación (1), y el calculador



116 de gradientes y la unidad 124 de ajuste del gradiente pueden calcular lo siguiente, con independencia de si se satisface  $idx > 0$ .

$$\left[ \hat{X}_{UD}(b \cdot C_0), \dots, \hat{X}_{UD}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right] = \left[ \gamma(0)_{idx-1} \cdot \hat{X}(b \cdot C_0), \dots, \gamma(C_0 - 1)_{idx-1} \cdot \hat{X}((b+1) \cdot C_0 - 1) \right]$$

Los valores ejemplares específicos del número de fila  $m$  y la información de índices  $idx$  no limitan la presente invención. Los números de  $m$  e  $idx$  dados arriba pueden aumentar o disminuir, y algunos de los números pueden no usarse.

En la realización descrita en lo que antecede, la información de índices  $idx$  se guarda en la región de bits no usados de  $U$  bits no usados, pero la información de índices  $idx$  puede no guardarse en la región de bits no usados.

La información de índices  $idx$  puede almacenarse en otra región finita de bits que tenga  $U$  bits incluidos en el código. En ese caso, el procedimiento puede ser ejecutado con la región de bits no usados sustituida por la región finita de bits y los  $U$  bits no usados sustituidos con  $U$  bits en la región finita de bits.

El procedimiento descrito en lo que antecede puede ser ejecutado en el orden en el que se describe o puede ser ejecutado en paralelo o por separado, según las prestaciones del aparato que ejecute el procedimiento o según la necesidad. Pueden efectuarse otras modificaciones sin apartarse del alcance de la invención.

Soporte físico, programa y medio de grabación

El dispositivo 11 de codificación y el dispositivo 12 de decodificación están configurados por medio de un ordenador conocido o de uso general que incluye, por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU) y una memoria de acceso aleatorio (RAM) y un programa especial en el que esté escrito el procedimiento descrito en lo que antecede. En ese caso, el programa especial es leído por la CPU, y la CPU ejecuta el programa especial para implementar cada función. El programa especial puede ser configurado por una sola cadena de programa o puede llevar a cabo el objetivo leyendo otro programa u otra biblioteca.

El programa puede ser grabado en un medio de grabación legible por ordenador. Ejemplos del medio de grabación legible por ordenador incluyen un aparato de grabación magnética, un disco óptico, un medio de grabación magneto-óptica y una memoria de semiconductores. Ejemplos del medio de grabación legible por ordenador son los medios de grabación no transitorios. El programa es distribuido, por ejemplo, vendiendo, transfiriendo o prestando un DVD, un CDROM u otro medio de grabación transportable en el que esté grabado el programa. El programa puede estar almacenado en una memoria de un ordenador servidor y puede ser distribuido transfiriendo el programa desde el ordenador servidor a otro ordenador a través de una red.

El ordenador que ejecuta el programa almacena en su propia memoria el programa grabado en un medio de grabación transportable o el programa transferido desde el ordenador servidor. Cuando se ejecuta el procedimiento, el ordenador lee el programa almacenado en su propia memoria y ejecuta el procedimiento según el programa leído. El programa también puede ser ejecutado con otros métodos: El ordenador puede leer el programa directamente del medio de grabación transportable y ejecutar el procedimiento según el programa; y cada vez que el programa sea transferido desde el ordenador servidor al ordenador, el procedimiento puede ser ejecutado según el programa transferido.

Al menos una parte de las unidades de procesamiento del dispositivo 11 de codificación o del dispositivo 12 de decodificación puede estar configurada por medio de un circuito integrado especial.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS NÚMEROS DE REFERENCIA

- 11: Dispositivo de codificación
- 111: Convertidor de dominio frecuencial
- 112: Calculador de valores de normalización
- 113: Cuantificador de valores de normalización
- 115: Cuantificador vectorial
- 116: Calculador de gradientes
- 12: Dispositivo de decodificación
- 121: Decodificador de valores de normalización
- 122: Decodificador vectorial
- 124: Unidad de ajuste del gradiente
- 125: Convertidor de dominio temporal
- 126: Unidad de aplanamiento

## REIVINDICACIONES

## 1. Un método de codificación que comprende:

5 una etapa de cuantificación vectorial para la cuantificación vectorial colectiva de varias muestras para obtener un índice de cuantificación vectorial y el valor cuantificado de cada una de las varias muestras, siendo las muestras señales del dominio frecuencial basadas en señales acústicas;

10 una etapa de asignación de bits para la asignación de bits en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva humana a uno o más conjuntos de posiciones de muestras entre varios conjuntos de posiciones de muestras, siendo los conjuntos sub-bandas, comprendiendo cada conjunto varias posiciones de muestras y dándosele un orden de prioridad basado en las características de percepción auditiva humana, no siendo mayor el número de bits que el número de bits obtenido de restar el número de bits usados para un código correspondiente al índice de cuantificación vectorial del número de bits asignados para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial; y

15 una etapa de selección de grupos de coeficientes de producción de información de índices que indica un grupo de coeficientes que minimiza la suma del error entre el valor de cada muestra incluida en cada uno de los conjuntos de posiciones de muestras a los que se asignan los bits en la etapa de asignación de bits y el valor obtenido multiplicando el valor cuantificado de cada muestra incluida en el conjunto de posiciones de muestras por un coeficiente correspondiente a la posición de la muestra, de todas las posiciones de muestras incluidas en el conjunto de posiciones de muestras, entre varios grupos de coeficientes predeterminados correspondientes a las posiciones de las muestras.

2. El método de codificación según la Reivindicación 1 en el que el número de bits asignados a un primer conjunto de posiciones de muestras entre los conjuntos de posiciones de muestras no es inferior al número de bits asignados a un segundo conjunto de posiciones de muestras entre los conjuntos de posiciones de muestras que tienen prioridad menor que la del primer conjunto de posiciones de muestras.

3. El método de codificación según la Reivindicación 1 en el que la etapa de asignación de bits comprende las etapas de:

30 cuando el número de bits restantes que quedan sin asignar a ninguno de los conjuntos de posiciones de muestras, entre los bits que no se usan para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial, no es mayor que el número de conjuntos de posiciones de muestras a los que no se asignan bits, entre los varios conjuntos de posiciones de muestras, asignar un primer número de bits al conjunto de posiciones de muestras que tenga la prioridad más alta entre los conjuntos de posiciones de muestras a los que no se asignan bits; y

35 cuando el número de bits restantes es mayor que el número de conjuntos de posiciones de muestras a los que no se asignan bits, entre los varios conjuntos de posiciones de muestras, asignar un segundo número de bits que es mayor que el primer número de bits al conjunto de posiciones de muestras que tenga la prioridad más alta entre los conjuntos de posiciones de muestras a los que no se asignan bits.

4. El método de codificación según una de las Reivindicaciones 1 a 3 en el que cada uno de los grupos de coeficientes está formado de coeficientes dispuestos en una línea recta en un plano que tiene valores de frecuencia o de tiempo correspondientes a las posiciones de muestras con las que están asociados los coeficientes en un primer eje del mismo y los valores de los coeficientes en un segundo eje del mismo; y

45 los coeficientes de cada uno de los varios grupos de coeficientes están dispuestos en el plano en una línea recta que tiene un gradiente diferente del de las líneas rectas para los otros grupos.

5. El método de codificación según una de las Reivindicaciones 1 a 3 en el que cada uno de los grupos de coeficientes está formado de coeficientes distribuidos asimétricamente en una línea recta o una curva específica en un plano que tiene valores de frecuencia o de tiempo correspondientes a las posiciones de muestras con las que están asociados los coeficientes en un primer eje del mismo y los valores de los coeficientes en un segundo eje del mismo; y

50 los coeficientes de los varios grupos de coeficientes están dispuestos asimétricamente en el plano en líneas rectas que no son paralelas al primer eje o en curvas específicas.

## 6. Un método de decodificación que comprende:

60 una etapa de decodificación vectorial de obtención de varios valores correspondientes a un índice de cuantificación vectorial de entrada como valores decodificados correspondientes, respectivamente, a varias posiciones de muestras; y

una etapa de multiplicación de coeficientes de producción, con un conjunto de posiciones de muestras a las que se asignan bits en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva humana que se considera como un objetivo de procesamiento entre varios conjuntos de posiciones de muestras que constituyen las varias posiciones de muestras, siendo los conjuntos sub-bandas, y

65

correspondiendo el uso de un grupo de coeficientes predeterminados a las varias posiciones de muestras y estando indicado por información de índices de entrada, estando incluidos los valores obtenidos multiplicando los valores decodificados y los coeficientes correspondientes a las posiciones de muestras en el conjunto de posiciones de muestras considerado el objetivo de procesamiento.

5  
7. El método de decodificación según la Reivindicación 6 en el que el grupo de coeficientes está formado de coeficientes dispuestos en una línea recta en un plano que tiene valores de frecuencia o de tiempo correspondientes a las posiciones de muestras con las que están asociados los coeficientes en un primer eje del mismo y los valores de los coeficientes en un segundo eje del mismo; y  
10 los coeficientes de cada uno de los varios grupos de coeficientes están dispuestos en el plano en una línea recta que tiene un gradiente diferente del de las líneas rectas para los otros grupos.

15 8. El método de decodificación según la Reivindicación 6 en el que el grupo de coeficientes está formado de coeficientes distribuidos asimétricamente en una línea recta o una curva específica en un plano que tiene valores de frecuencia o de tiempo correspondientes a las posiciones de muestras con las que están asociados los coeficientes en un primer eje del mismo y los valores de los coeficientes en un segundo eje del mismo; y  
los coeficientes de los varios grupos de coeficientes están dispuestos asimétricamente en el plano en líneas rectas que no son paralelas al primer eje o en curvas específicas.

20 9. Un dispositivo (11) de codificación que comprende:

un cuantificador vectorial (115) adaptado para cuantificar vectorialmente varias muestras colectivamente para obtener un índice de cuantificación vectorial y el valor cuantificado de cada una de las varias muestras, siendo las muestras señales del dominio frecuencial basadas en señales acústicas;  
25 una unidad (116) de asignación de bits adaptada para asignar bits en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva humana a uno o más conjuntos de posiciones de muestras entre varios conjuntos de posiciones de muestras, siendo los conjuntos sub-bandas, comprendiendo cada conjunto varias posiciones de muestras y dándosele un orden de prioridad basado en las características de percepción auditiva humana, no siendo mayor el número de bits que el número de bits  
30 obtenido de restar el número de bits usados para un código correspondiente al índice de cuantificación vectorial del número de bits asignados para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial; y  
una unidad (116) de selección de grupos de coeficientes adaptada para producir información de índices que indica un grupo de coeficientes que minimiza la suma del error entre el valor de cada muestra incluida en  
35 cada uno de los conjuntos de posiciones de muestras a los que la unidad de asignación de bits asigna los bits y el valor obtenido multiplicando el valor cuantificado de cada muestra incluida en el conjunto de posiciones de muestras por un coeficiente correspondiente a la posición de la muestra, de todas las posiciones de muestras incluidas en el conjunto de posiciones de muestras, entre varios grupos de coeficientes predeterminados correspondientes a las posiciones de las muestras.

40 10. El dispositivo de codificación según la Reivindicación 9 en el que el número de bits asignados a un primer conjunto de posiciones de muestras entre los conjuntos de posiciones de muestras no es inferior al número de bits asignados a un segundo conjunto de posiciones de muestras entre los conjuntos de posiciones de muestras que tienen prioridad menor que la del primer conjunto de posiciones de muestras.

45 11. El dispositivo de codificación según la Reivindicación 9 en el que, cuando el número de bits restantes que quedan sin asignar a ninguno de los conjuntos de posiciones de muestras, entre los bits que no se usan para el código correspondiente al índice de cuantificación vectorial, no es mayor que el número de conjuntos de posiciones de muestras a los que no se asignan bits, entre los varios conjuntos de posiciones de muestras, la unidad de  
50 asignación de bits asigna un primer número de bits al conjunto de posiciones de muestras que tenga la prioridad más alta entre los conjuntos de posiciones de muestras a los que no se asignan bits; y  
cuando el número de bits restantes es mayor que el número de conjuntos de posiciones de muestras a los que no se asignan bits, entre los varios conjuntos de posiciones de muestras, la unidad de asignación de bits asigna un  
segundo número de bits que es mayor que el primer número de bits al conjunto de posiciones de muestras que  
55 tenga la prioridad más alta entre los conjuntos de posiciones de muestras a los que no se asignan bits.

12. El dispositivo de codificación según una de las Reivindicaciones 9 a 11 en el que cada uno de los grupos de coeficientes está formado de coeficientes dispuestos en una línea recta en un plano que tiene valores de frecuencia o de tiempo correspondientes a las posiciones de muestras con las que están asociados los coeficientes en un  
60 primer eje del mismo y los valores de los coeficientes en un segundo eje del mismo; y  
los coeficientes de cada uno de los varios grupos de coeficientes están dispuestos en el plano en una línea recta que tiene un gradiente diferente del de las líneas rectas para los otros grupos.

13. El dispositivo de codificación según una de las Reivindicaciones 9 a 11 en el que cada uno de los grupos de coeficientes está formado de coeficientes distribuidos asimétricamente en una línea recta o una curva específica en  
65 un plano que tiene valores de frecuencia o de tiempo correspondientes a las posiciones de muestras con las que

están asociados los coeficientes en un primer eje del mismo y los valores de los coeficientes en un segundo eje del mismo; y

los coeficientes de los varios grupos de coeficientes están dispuestos asimétricamente en el plano en líneas rectas que no son paralelas al primer eje o en curvas específicas.

5 **14.** Un dispositivo (12) de decodificación que comprende:

un decodificador vectorial (122) adaptado para obtener varios valores correspondientes a un índice de cuantificación vectorial de entrada como valores decodificados correspondientes, respectivamente, a varias

10 posiciones de muestras; y

una unidad (124) de multiplicación de coeficientes adaptada para producir, con un conjunto de posiciones de muestras a las que se asignan bits en un orden de prioridad predeterminado basado en las características de percepción auditiva humana que se considera como un objetivo de procesamiento entre varios conjuntos de posiciones de muestras que constituyen las varias posiciones de muestras, siendo los conjuntos sub-bandas, y correspondiendo el uso de un grupo de coeficientes predeterminados a las varias posiciones de muestras y estando indicado por información de índices de entrada, estando incluidos los valores obtenidos multiplicando los valores decodificados y los coeficientes correspondientes a las posiciones de muestras en el conjunto de posiciones de muestras considerado el objetivo de procesamiento.

15

20 **15.** El dispositivo de decodificación según la Reivindicación 14 en el que el grupo de coeficientes está formado de coeficientes dispuestos en una línea recta en un plano que tiene valores de frecuencia o de tiempo correspondientes a las posiciones de muestras con las que están asociados los coeficientes en un primer eje del mismo y los valores de los coeficientes en un segundo eje del mismo; y

25 los coeficientes de cada uno de los varios grupos de coeficientes están dispuestos en el plano en una línea recta que tiene un gradiente diferente del de las líneas rectas para los otros grupos.

**16.** El dispositivo de decodificación según la Reivindicación 14 en el que el grupo de coeficientes está formado de coeficientes distribuidos asimétricamente en una línea recta o una curva específica en un plano que tiene valores de frecuencia o de tiempo correspondientes a las posiciones de muestras con las que están asociadas los coeficientes

30 en un primer eje del mismo y los valores de los coeficientes en un segundo eje del mismo; y

los coeficientes de los varios grupos de coeficientes están dispuestos asimétricamente en el plano en líneas rectas que no son paralelas al primer eje o en curvas específicas.

35 **17.** Un programa adaptado para hacer que un ordenador ejecute las etapas del método de codificación según la Reivindicación 1.

**18.** Un programa adaptado para hacer que un ordenador ejecute las etapas del método de decodificación según la Reivindicación 6.

40 **19.** Un medio de grabación legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo un programa adaptado para hacer que un ordenador ejecute las etapas del método de codificación según la Reivindicación 1.

**20.** Un medio de grabación legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo un programa adaptado para hacer que un ordenador ejecute las etapas del método de decodificación según la Reivindicación 6.

45

FIG. 1

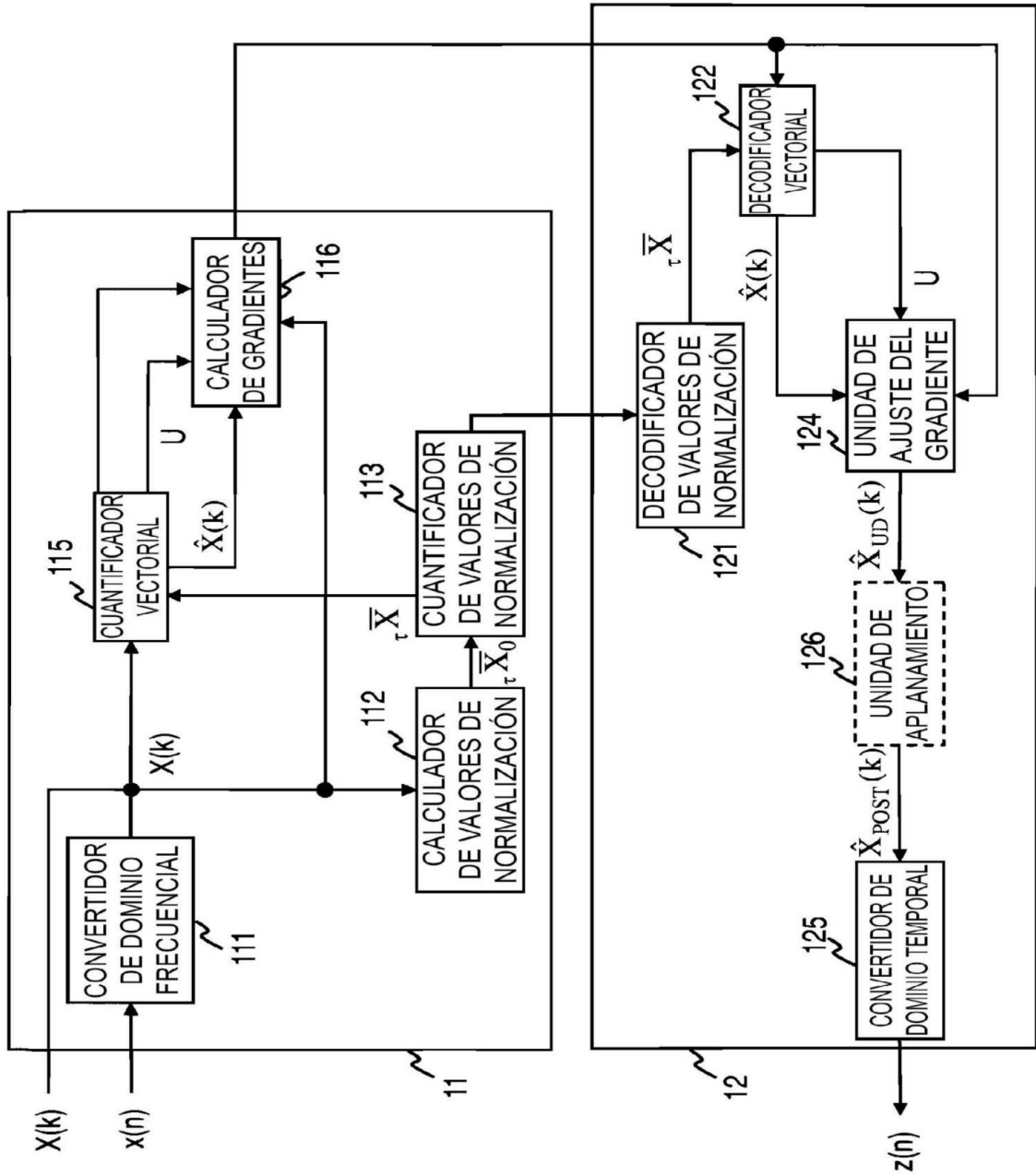


FIG. 2

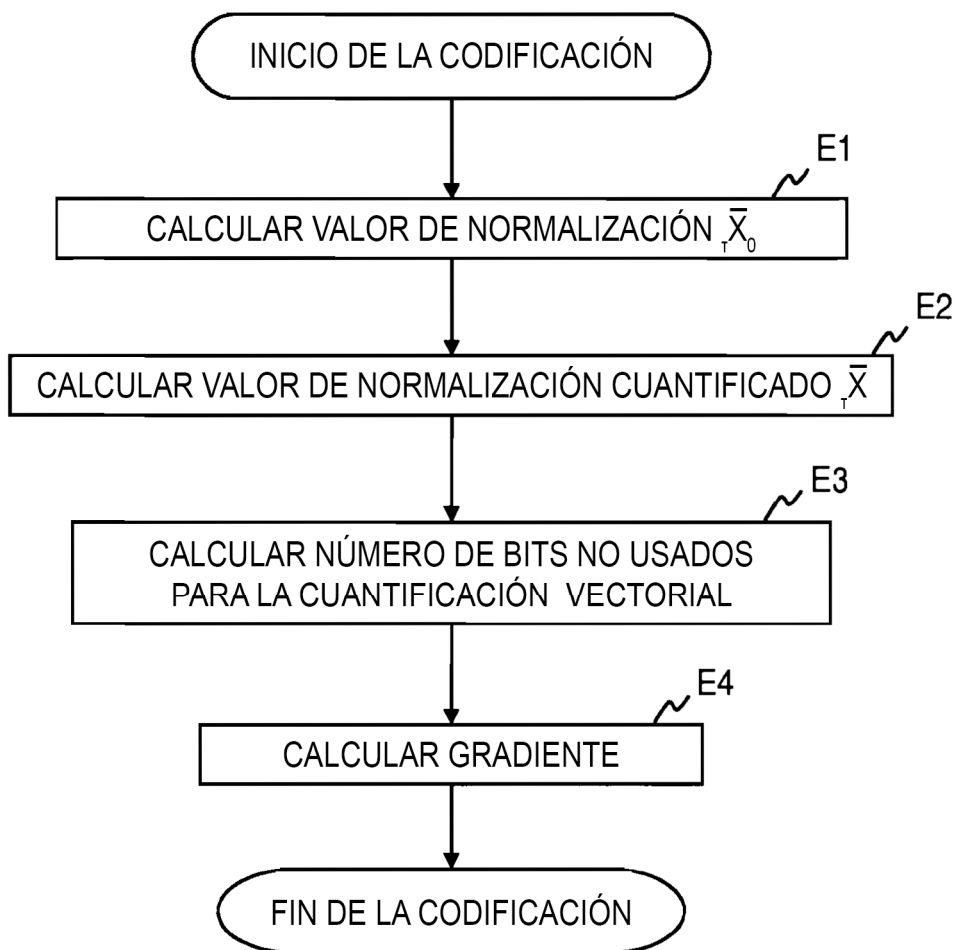
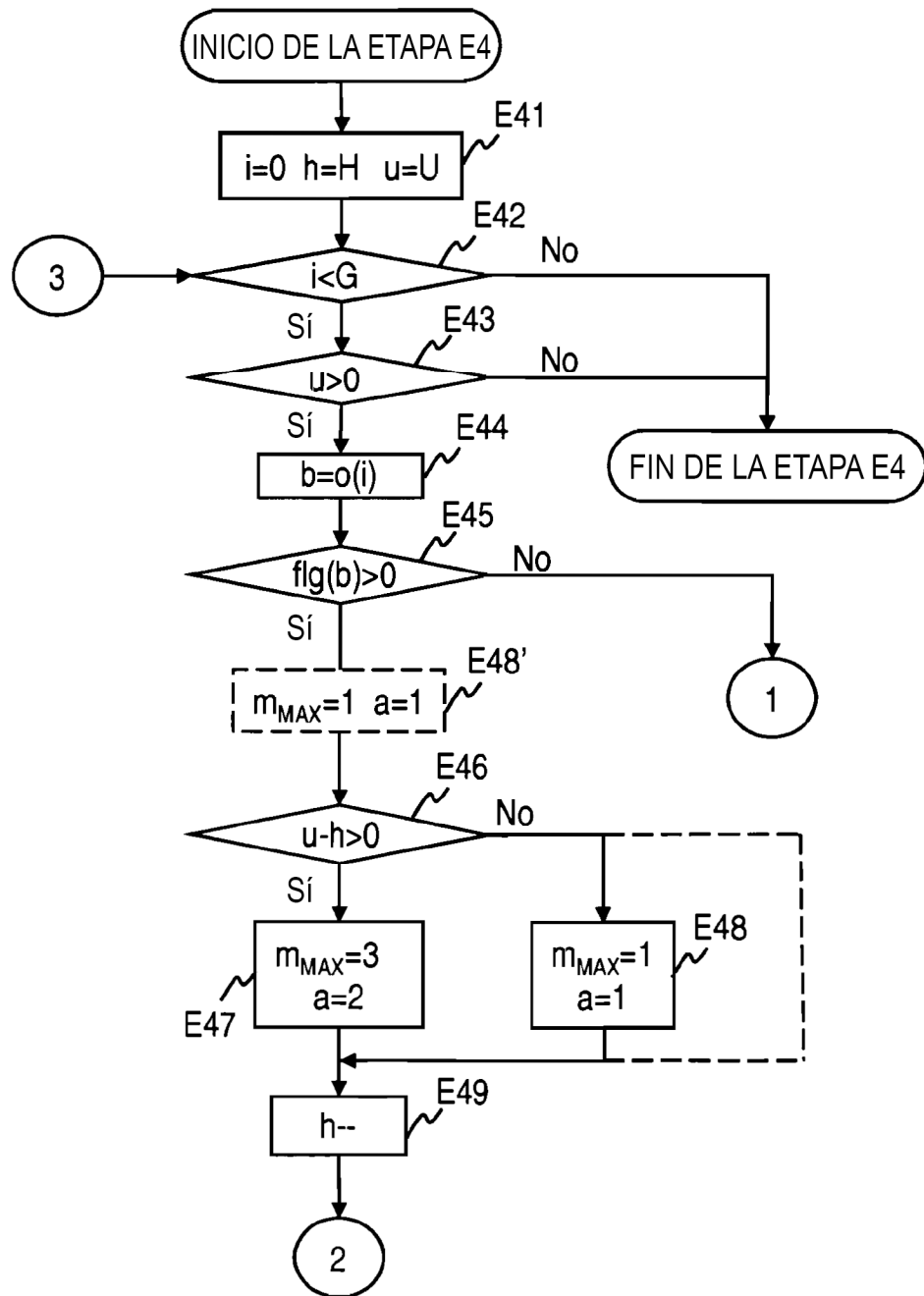


FIG. 3



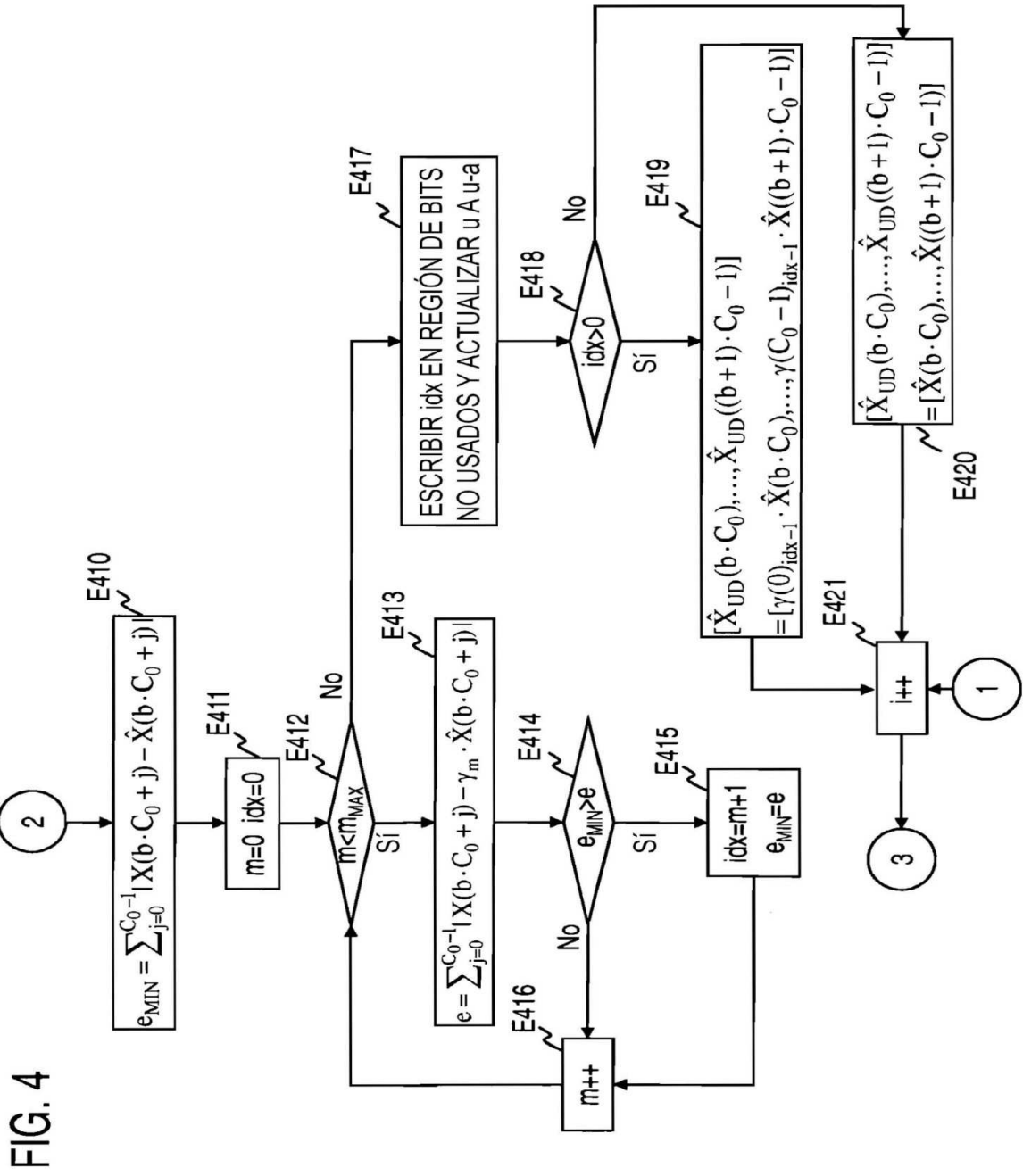




FIG. 5

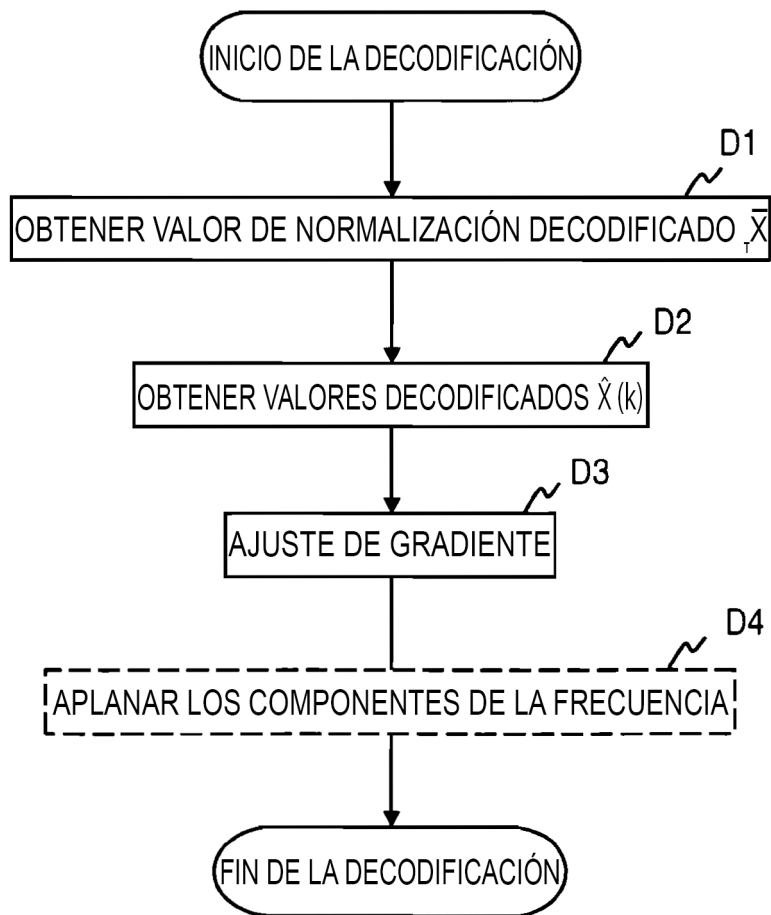


FIG. 6

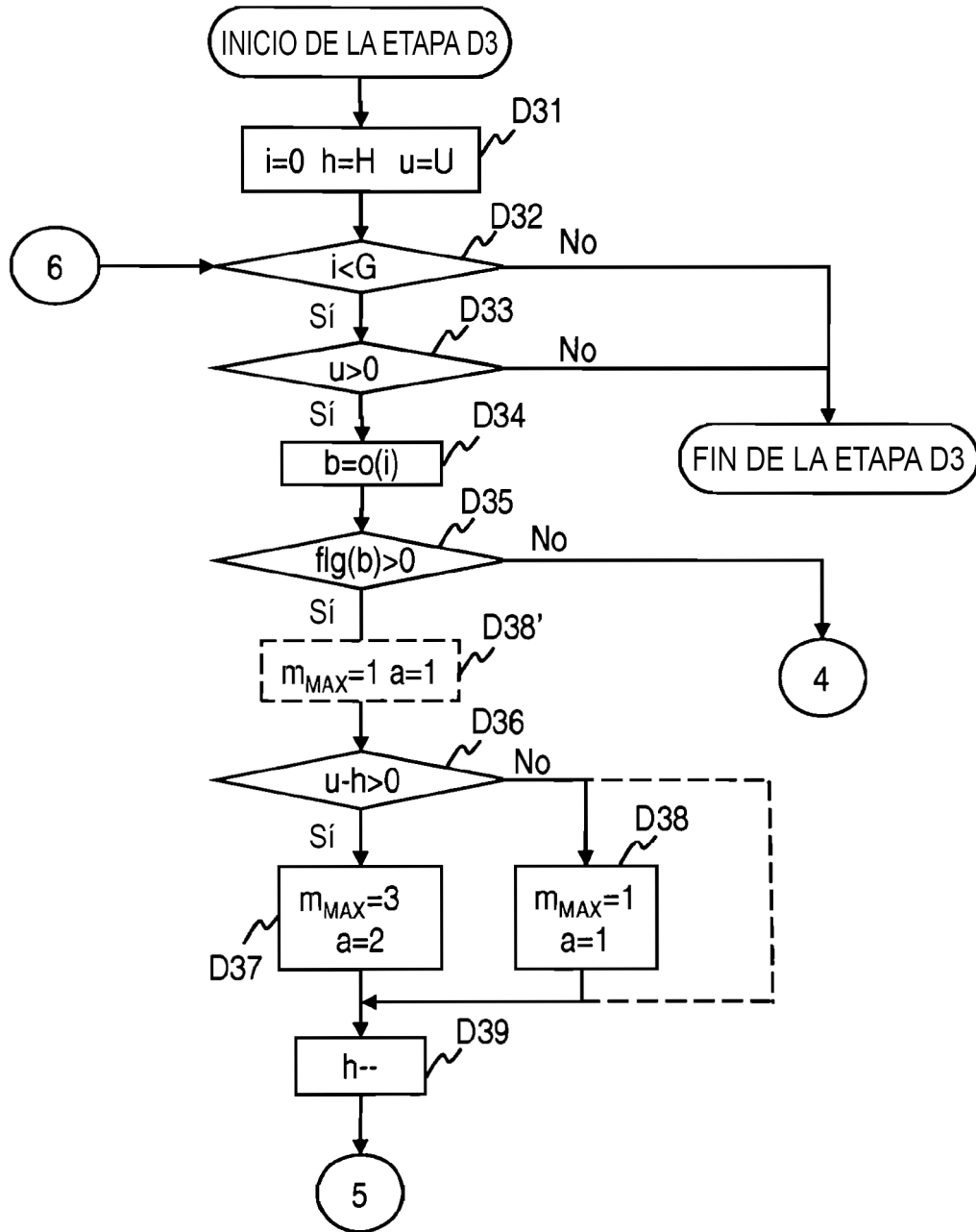


FIG. 7

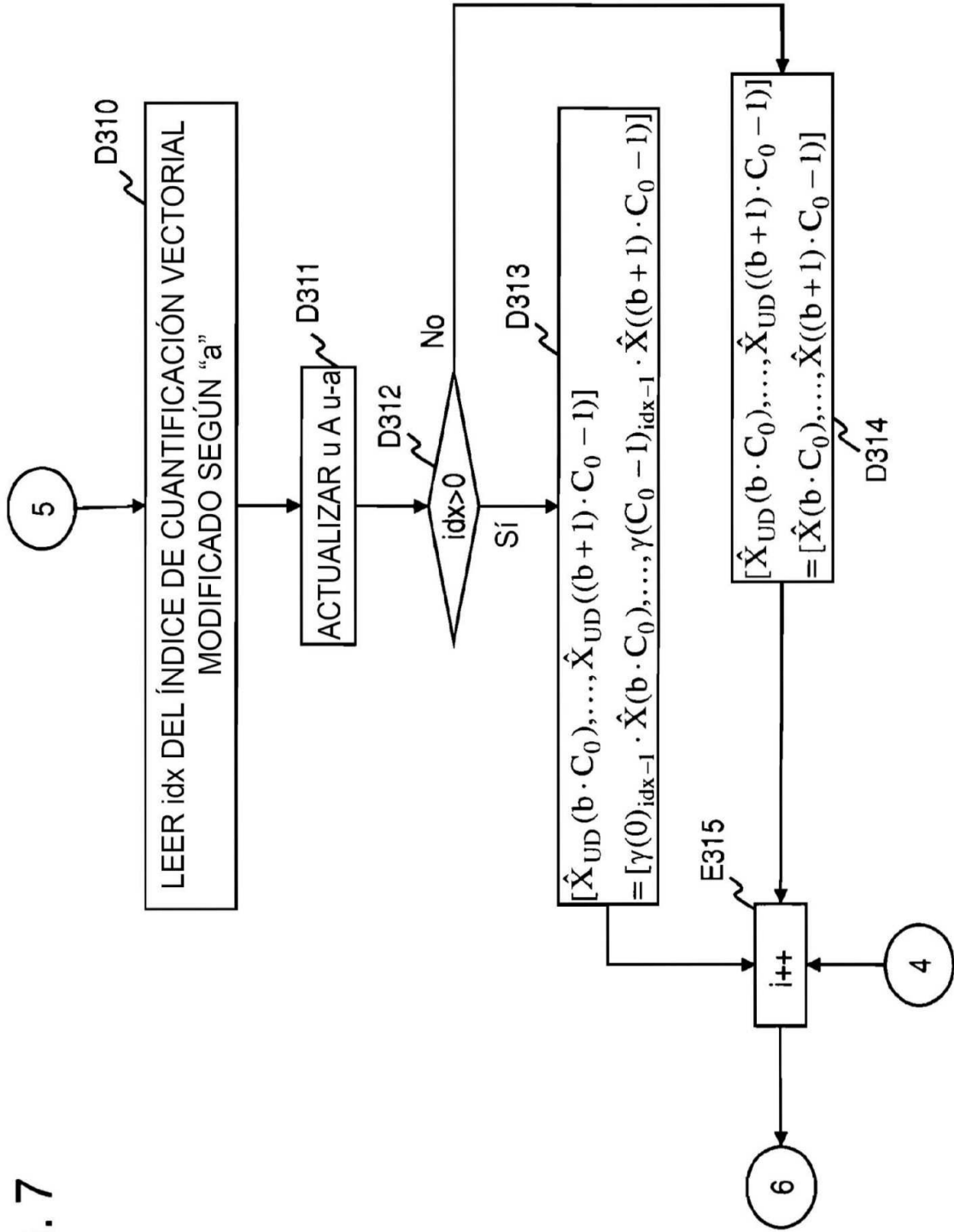


FIG. 8

