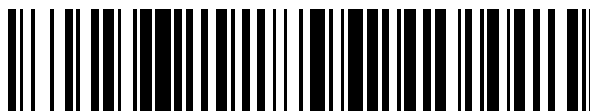


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 409 843**

51 Int. Cl.:

**H03M 7/30** (2006.01)

**G10L 19/00** (2013.01)

**G06T 9/00** (2006.01)

**H04N 7/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2009 E 09703930 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2234273**

54 Título: **Método de codificación, método de decodificación, y dispositivo y programa para los mismos, y medio o soporte de registro o grabación**

30 Prioridad:

**24.01.2008 JP 2008013868**

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

**28.06.2013**

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (100.0%)  
3-1, OTEMACHI 2-CHOME CHIYODA-KU  
TOKYO 100-8116, JP**

72 Inventor/es:

**SASAKI, SHIGEAKI;  
MORI, TAKESHI;  
OHMURO, HITOSHI;  
HIWASAKI, YUSUKE;  
KATAOKA, AKITOSHI y  
TSUTSUMI, KIMITAKA**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 409 843 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 de codificación, método de decodificación, y dispositivo y programa para los mismos, y medio o soporte de registro o grabación.

## CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un método de codificación de señales digitales tales como señales de vídeo y señales de audio de habla y música, un método de decodificación, aparatos para ello, programas para ello, y un medio o soporte de registro o grabación

## ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

En un método conocido convencionalmente de codificación de una señal de habla, por ejemplo, con alta eficiencia, una secuencia de muestras de sonido original de entrada se divide en secuencias de señal de entrada en intervalos regulares de alrededor de 5 a 50 ms, conocidas como tramas; se obtiene un valor de normalización para la secuencia de señal de entrada en cada trama; los valores de normalización en la secuencia de señal de entrada de cada trama se normalizan por el valor de normalización, y la secuencia de señal de entrada normalizada resultante se divide según una regla predeterminada; y entonces se realiza la cuantificación de vectores.

Un aparato de codificación según este método de codificación se muestra en la Figura 27, y un aparato de decodificación se muestra en la Figura 28. La operación se describirá brevemente. El aparato de codificación incluye un generador de valores de normalización 101, un normalizador 102, un divisor 103, un cuantificador de vectores 104, y un cuantificador de valores de normalización 105. El generador de valores de normalización 101 recibe una secuencia de señal de entrada  $X = \{X_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$  que incluye una pluralidad de muestras de sonido original en cada trama, donde  $N$  es el número de muestras por trama. La secuencia de señal de entrada  $X$  puede ser una secuencia de muestras en el dominio del tiempo o una secuencia de muestras en un espectro obtenida convirtiendo la secuencia de muestra en el dominio de la frecuencia en cada trama. El generador de valores de normalización 101 saca una raíz cuadrada de un valor medio de las potencias de las muestras en la secuencia de señal de entrada  $X$ , como un valor de normalización  $G$ . El cuantificador de valores de normalización 105 cuantifica el valor de normalización  $G$  obtenido en el generador de valores de normalización 101 y saca un índice de cuantificación de valores de normalización  $I_G$ . En el caso donde el normalizador 102 usa un valor de normalización decodificado  $G'$  obtenido decodificando el índice de cuantificación de valores de normalización  $I_G$ , el cuantificador de valores de normalización 105 saca un valor de normalización decodificado  $G'$  también.

El normalizador 102 recibe una secuencia de señal de entrada  $X$  y el valor de normalización  $G$  obtenido por el generador de valores de normalización 101 o el valor de normalización decodificado  $G'$  obtenido por el cuantificador de valores de normalización 105, normaliza la secuencia de señal de entrada dividiendo cada valor de muestra (valor de amplitud) en la secuencia de señal de entrada  $X$  por el valor de normalización  $G$  o el valor de normalización decodificado  $G'$  o multiplicando el valor de muestra por el recíproco del valor de normalización  $G$  o el recíproco del valor de normalización decodificado  $G'$ , y saca una secuencia de señal de entrada normalizada  $x = \{x_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$ . El divisor 103 divide la secuencia de señal de entrada normalizada  $x$  sacada del normalizador 102 por  $M$  secuencias de señal de entrada divididas  $u_i$  ( $i = 0 \text{ a } M-1$ , donde  $M$  es un entero mayor o igual a 1), según una regla predeterminada, y las saca. Cuando  $M = 1$ , no se hace la división, y  $x = u_0$ , de manera que el divisor 103 se puede omitir. El cuantificador de vectores 104 realiza la cuantificación de vectores de cada una de las secuencias de señal de entrada divididas sacadas desde el divisor 103 y saca un índice de cuantificación de vectores  $k_i$ . El cuantificador de vectores 104 tiene un libro de códigos de vectores 104T que asocia un número finito de, por ejemplo, dos o más, índices con valores de vectores representativos predeterminados, respectivamente. El cuantificador de vectores 104 saca un índice  $k_i$  que corresponde con un valor de vector representativo que tiene la medida de distancia más pequeña a una secuencia de señal de entrada dividida dada  $u_i$ , como un índice de cuantificación de vectores.

El aparato de decodificación incluye un decodificador de vectores 111, una unidad de reconstrucción 112, una unidad de decodificación de valores de normalización 113, y un normalizador inverso 114. Como el cuantificador de vectores 104 en el aparato de codificación, el decodificador de vectores 111 tiene un libro de códigos de vectores 111T, decodifica cada índice de cuantificación de vectores  $k_i$  dado desde el aparato de codificación leyendo un valor de vector representativo que corresponde a  $k_i$  del libro de códigos de vectores 111T, y saca una secuencia de señal de salida dividida  $v_i$ . La unidad de reconstrucción 112 reconstruye una secuencia de señal de salida normalizada y usando la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  de una única trama dada del decodificador de vectores 111, según una regla predeterminada que equaliza la relación entre  $x$  y  $u_i$  en el divisor 103 del aparato de codificación y la relación entre  $y$  y  $v_i$ . La unidad de decodificación de valores de normalización 113 decodifica el índice de cuantificación de valor de normalización  $I_G$  enviado desde el aparato de codificación y saca un valor de normalización decodificado  $G'$ . El normalizador inverso 114 recibe la secuencia de señal de salida de valor de normalización reconstruida  $y$  y el valor de normalización decodificado  $G'$ , realiza la normalización inversa multiplicando la secuencia de señal de salida  $y$  por el valor de normalización decodificado  $G'$ , y saca una secuencia de señal de salida  $Y$ .

En el método de codificación convencional implementado por el aparato de codificación y el aparato de decodificación descrito anteriormente, la variación en el valor de amplitud entre diferentes secuencias de señal de

entrada de diferentes tramas se puede reducir normalizando la señal de entrada de antemano en cada trama, de manera que se puede mejorar la eficiencia de la cuantificación de vectores. Según la bibliografía de Patente 1, la señal del dominio de frecuencia de cada trama está normalizada, y el resultado está sujeto a cuantificación de vectores.

La bibliografía no de Patente 1 indica que, en codificación CELP, cada trama de la señal de entrada en el dominio del tiempo se divide en subtramas, y la cuantificación de vectores se conduce en las potencias de una serie de subtramas. Bibliografía de Patente 1: Solicitud de Patente Japonesa Abierta N° H07-261800 (párrafos [0016] a [0021])

Bibliografía no de Patente 1: Toshio Miki, et al., "Pitch Synchronous Innovation CELP (PSI-CELP)," las Transacciones del IEICE, Vol. J77-A, N° 3, páginas 314-324, marzo de 1994.

También se conoce en el documento de la técnica anterior A. Chmielewski et al. "Real time implementation of forward gain-adaptative vector quantizer". Actas de Conferencia en el Área de Comunicación, 8ª Conferencia Europea sobre Electrotecnia, 1988. EUROCON 88. Fecha de la Conferencia: 13-17 de junio de 1988, páginas 40-43, un cuantificador de vectores de ganancia adaptativa directa, en donde se hace una normalización de la señal de entrada antes de codificar mediante un factor determinado en base a muestras almacenadas temporalmente. Dicho factor se determina en base a la norma media de los M vectores no cuantificados que constituyen una trama.

En otro documento de la técnica anterior SABIN M J ET AL: "Product code vector quantizers for waveform and voice coding", TRANSACCIONES DEL IEEE EN ACÚSTICA, HABLA Y PROCESAMIENTO DE SEÑAL EE.UU, vol. ASSAP-32, n° 3, junio de 1984 (06-1984), páginas 474-488, ISSN: 0096-3518, se describe un método para un cuantificador de forma-ganancia para encontrar los libros de códigos de forma y ganancia minimizando una medida de distorsión.

#### EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

##### PROBLEMAS A SER RESUELTOS POR LA INVENCION

En el método convencional descrito anteriormente, no obstante, el valor de normalización se obtiene mediante el generador de valores de normalización 101 sobre la base de la señal de entrada solo. Incluso si el aparato de decodificación usa el índice de cuantificación de vectores obtenido realizando la cuantificación de vectores de las secuencias de señal de entrada divididas obtenidas dividiendo la secuencia de señal de entrada normalizada y el valor de normalización obtenido a partir de la señal de entrada solo, no sería posible necesariamente producir, a través de decodificación, una señal de salida con un error menor, es decir, con una relación señal a ruido (SNR) mejorada, que representa la cantidad de error entre la señal de entrada del aparato de codificación y la señal de salida del aparato de decodificación. Codificar con un error pequeño de esta manera no se garantiza.

En vista de los problemas descritos anteriormente, es un objeto de la presente invención proporcionar un método de codificación con un error menor, un método de decodificación, aparatos para ello, programas para ello, y un medio o soporte de registro o grabación.

##### MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS

Este objeto se logra con la invención según las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferentes de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Un método de codificación según otro aspecto de la presente invención incluye un paso de normalización para normalizar una señal de entrada en cada trama que contiene una pluralidad de muestras, con un valor de normalización que corresponde a la señal de entrada y calculado a partir de la señal de entrada en la trama para generar una secuencia de señal de entrada normalizada; un paso de cuantificación de señal para cuantificar la secuencia de señal de entrada normalizada para generar un índice de cuantificación de señal; un paso de generación de coeficientes de corrección para generar un coeficiente de corrección que minimiza una medida de distancia entre una secuencia de señal de entrada y una secuencia de señal obtenida mediante normalización inversa de una secuencia de señal que corresponde al índice de cuantificación de señal con el valor de normalización corregido con el coeficiente de corrección; un paso de cuantificación de información de normalización para generar un índice de cuantificación de 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 un paso de salida de código para sacar un código que incluye al menos el índice de cuantificación de señal y el índice de cuantificación de información de normalización.

Un método de codificación según otro aspecto de la presente invención incluye un paso de normalización para normalizar una señal de entrada en cada trama que contiene una pluralidad de muestras, con un valor de normalización que corresponde a la señal de entrada y calculado a partir de la señal de entrada en la trama para generar una secuencia de señal de entrada normalizada; un paso de división para generar una secuencia de señal de entrada dividida dividiendo la secuencia de señal de entrada normalizada según una regla predeterminada en cada trama; un paso de cuantificación de vectores para realizar cuantificación de vectores de la secuencia de señal

de entrada dividida para generar un índice de cuantificación de vectores; un paso de decodificación para generar una secuencia de señal que corresponde al índice de cuantificación de vectores como una secuencia de señal de salida dividida; un paso de generación de coeficientes de corrección para generar un coeficiente de corrección dividiendo un primer coeficiente de corrección por un segundo coeficiente de corrección, el primer coeficiente de corrección que es la suma de los productos internos de la secuencia de señal de entrada dividida y la secuencia de señal de salida dividida y el segundo coeficiente de corrección que es la suma de las sumas de los cuadrados de los vectores de la secuencia de señal de salida dividida; un paso de cuantificación de información de normalización para generar un índice de cuantificación de 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 un paso de salida de código para sacar un código que incluye al menos el índice de cuantificación de vectores y el índice de cuantificación de información de normalización.

Un método de decodificación según otro aspecto de la presente invención incluye un proceso de decodificación del valor de normalización para decodificar un índice de cuantificación de valores de normalización de entrada para generar un valor de normalización de cada trama; un proceso de decodificación de vectores para decodificar un índice de cuantificación de señal de entrada para generar una secuencia de señal de salida normalizada de cada trama; un proceso de decodificación de coeficientes de corrección para decodificar un índice de cuantificación de coeficientes de corrección de entrada para generar un coeficiente de corrección de cada trama; un proceso de corrección del valores de normalización para corregir el valor de normalización con el coeficiente de corrección para generar el valor de normalización corregido; y un proceso de normalización inversa para normalizar a la inversa la secuencia de señal de salida normalizada con el valor de normalización corregido para generar una señal de salida de cada trama.

#### EFFECTOS DE LA INVENCION

Según un método de codificación, un método de decodificación, y los aparatos para ello de la presente invención, se corrige un valor de normalización obtenido a partir de una señal de entrada en cada trama de manera que se minimiza un error de codificación calculado a partir de una entrada y salida usadas cuando se genera un índice de cuantificación de vectores en codificación, implementando por ello la codificación y decodificación con un error pequeño, es decir, con una SNR mejorada.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una primera realización de la presente invención;

La Figura 2 muestra un flujo de operación del aparato de codificación mostrado en la Figura 1;

La Figura 3 muestra un ejemplo de una operación de un divisor 103 mostrado en la Figura 1;

La Figura 4 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una segunda realización de la presente invención;

La Figura 5 muestra un flujo de operación del aparato de codificación mostrado en la Figura 4;

La Figura 6 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una tercera realización de la presente invención;

La Figura 7 muestra un flujo de operación del aparato de codificación mostrado en la Figura 6;

La Figura 8 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una cuarta realización de la presente invención;

La Figura 9 muestra un flujo de operación del aparato de codificación mostrado en la Figura 8;

La Figura 10 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una quinta realización de la presente invención;

La Figura 11 muestra una estructura funcional de un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 10;

La Figura 12 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una sexta realización de la presente invención;

La Figura 13 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una séptima realización de la presente invención;

La Figura 14 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una octava realización de la presente invención;

La Figura 15 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una novena realización de la presente invención;

La Figura 16 muestra una estructura funcional de un aparato de decodificación correspondiente al aparato de codificación mostrado en la Figura 15;

La Figura 17 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una décima realización de la presente invención;

La Figura 18 muestra una estructura funcional de un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 17;

La Figura 19 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una undécima realización de la presente invención;

La Figura 20 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una duodécima realización de la presente invención;

La Figura 21 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una decimotercera realización de la presente invención;

La Figura 22 muestra una estructura funcional de un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 21;

5 La Figura 23 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación según una decimocuarta realización de la presente invención;

La Figura 24 muestra una estructura funcional de un aparato de decodificación correspondiente al aparato de codificación mostrado en la Figura 23;

10 La Figura 25 muestra una estructura funcional general de un aparato experimental usado para simulación;

La Figura 26 muestra los resultados de la simulación;

La Figura 27 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de codificación convencional; y

La Figura 28 muestra un ejemplo de una estructura funcional de un aparato de decodificación convencional.

#### MEJORES MODOS DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

15 Las realizaciones de la presente invención se describirán más adelante con referencia a los dibujos. Iguales elementos en una pluralidad de dibujos se indican mediante caracteres de referencia iguales, y no se repetirá una descripción de esos elementos.

#### Concepto básico de la presente invención

20 Anterior a la descripción de las realizaciones, se dará una descripción del concepto básico de un método de codificación según la presente invención. El valor de normalización G generado por el generador de valores de normalización anteriormente descrito 101 se define por la ecuación (1), por ejemplo.

$$25 \quad G = \sqrt{\|X\|^2 / N} \quad (1)$$

$$X = \{X_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$$

30 Aquí, X es una secuencia de muestras  $X_0$  a  $X_{N-1}$  de la señal de entrada en cada trama, y N es el número de muestras por trama. El valor de normalización G definido por la ecuación (1) es la raíz cuadrada de un valor medio de una potencia de la señal de entrada en cada trama. Para el propósito de simplificar la explicación, se describirá ahora un ejemplo sin una etapa de división. Permitamos a una secuencia de señal de entrada normalizada obtenida mediante normalización después de la división por el valor de normalización G ser  $x = \{x_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$ , y a una secuencia de señal de salida normalizada después de la decodificación por el aparato de decodificación ser  $y = \{y_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$ .

40 Un error d que representa una medida de distancia entre la secuencia de señal de entrada  $X = Gx$  antes de la normalización en cada trama y una secuencia de señal de salida  $Y = Gy$  después de la normalización inversa en el aparato de decodificación se da por la ecuación (2).

$$45 \quad d = \|Gx - Gy\|^2 = G^2 (\|x\|^2 - 2x^t y + \|y\|^2) \quad (2)$$

Aquí, t significa trasposición.

50 La base del método de codificación de la presente invención es como sigue:

El valor de normalización G a ser dado al aparato de decodificación se corrige mediante un coeficiente de corrección  $\gamma$  para minimizar el error d y el valor de normalización corregido  $G^* = \gamma G$  se da al aparato de decodificación, o la secuencia de señal de salida normalizada y se multiplica por el coeficiente de corrección  $\gamma$ , de manera que se obtiene una secuencia de señal de salida con un error minimizado. Por consiguiente, el error d' que representa la medida de distancia entre la secuencia de señal de entrada del aparato de codificación y la secuencia de señal de salida del aparato de decodificación en cada trama, según el método de codificación de la presente invención se puede dar por la siguiente ecuación (3).

$$55 \quad d' = \|Gx - G^* y\|^2 = \|Gx - \gamma Gy\|^2 = G^2 (\|x\|^2 - 2\gamma x^t y + \gamma^2 \|y\|^2) \quad (3)$$

60 El coeficiente de corrección  $\gamma$  que minimiza el error d' se puede determinar obteniendo  $\gamma$  que satisface la siguiente ecuación (4).

$$\frac{\partial d'}{\partial \gamma} = -G^2(2x^t y - 2\gamma\|y\|^2) = 0 \quad (4)$$

Excepto para  $G = 0$ ,  $\gamma$  se puede expresar por la siguiente ecuación (5).

$$\gamma = \frac{x^t y}{\|y\|^2} \quad (5)$$

Sustituyendo  $\gamma$  dada por la ecuación (5) en la ecuación (3), el error  $d'$  según la presente invención se puede transformar como se da por la siguiente ecuación (6).

$$d' = G^2 \left( \|x\|^2 - \frac{(x^t y)^2}{\|y\|^2} \right) \quad (6)$$

Para el propósito de comparar las magnitudes del error de codificación  $d$  por el método convencional y el error de codificación  $d'$  por la presente invención, la diferencia entre ellos se calcula como se da por la siguiente ecuación (7).

$$\begin{aligned} d - d' &= G^2(\|x\|^2 - 2x^t y + \|y\|^2) - G^2 \left( \|x\|^2 - \frac{(x^t y)^2}{\|y\|^2} \right) \\ &= \frac{G^2}{\|y\|^2} \left[ (\|y\|^2)^2 - 2(x^t y)\|y\|^2 + (x^t y)^2 \right] \\ &= \frac{G^2}{\|y\|^2} (\|y\|^2 - x^t y)^2 \end{aligned} \quad (7)$$

La ecuación (7) siempre satisface  $d - d' \geq 0$ , excepto para  $y = 0$ . En otras palabras, el error de codificación  $d'$  mediante la presente invención es menor o igual al error de codificación  $d$  por el método convencional. Por lo tanto, codificar y decodificar con un error menor, es decir, con una SNR mejorada, se puede implementar realizando la codificación y decodificación tomando en consideración el valor de normalización corregido  $G^*$ .

#### Primera realización

La Figura 1 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una primera realización, usando el método de codificación según la presente invención, y la Figura 2 muestra su flujo de operación. Los elementos del aparato operan en cada trama que contiene una pluralidad de muestras. La señal de entrada en cada trama puede ser una señal en el dominio del tiempo o una señal en el dominio de la frecuencia. Un ejemplo descrito más tarde usa una señal en el dominio de la frecuencia como la señal de entrada. El aparato de codificación incluye un generador de valores de normalización, un normalizador, un divisor, un cuantificador de vectores, un cuantificador de valores de vectores, y un corrector de valores de normalización. La estructura del aparato de codificación difiere de la estructura del aparato de codificación convencional mostrado en la Figura 27 en que se añade el corrector de valores de normalización. Los elementos indicados por los mismos caracteres de referencia como en la Figura 27 operan de la misma forma que aquéllos mostrados en la Figura 27. El aparato de codificación de esta realización también se puede implementar mediante un ordenador que incluye una ROM, una RAM, una CPU, y similares, por ejemplo, cuando se lee un programa predeterminado en el ordenador y se ejecuta por la CPU.

El generador de valores de normalización saca, como un valor de normalización  $G$ , una raíz cuadrada de un valor medio de las potencias de las muestras de la señal de entrada en la secuencia de señal de entrada  $X$ . El valor de normalización  $G$  también puede ser un valor medio de valores absolutos, en lugar de la raíz cuadrada del valor medio de las potencias, de las muestras de cada señal de entrada. El valor de normalización también puede ser una desviación estándar de la señal de entrada por trama.

El normalizador saca una secuencia de señal de entrada normalizada  $x = \{x_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$  obtenida dividiendo cada muestra de la secuencia de señal de entrada  $X$  por el valor de normalización  $G$  (paso S102). El divisor divide la secuencia de señal de entrada normalizada  $x$  y saca las secuencias de señal de entrada divididas  $u_i = \{u_{i,j}; i = 0 \text{ a } M-1; j = 0 \text{ a } h(i)\}$ , donde  $h(i)$  es el número de muestras en la secuencia de señal de entrada dividida de orden  $i$  (paso S103). En este ejemplo, la secuencia de señal de entrada normalizada  $x$  es una señal en el dominio de la frecuencia, y se supone que la secuencia de señal de entrada normalizada  $x$  de una trama única incluye 16 componentes espectrales de muestra  $x_0$  a  $x_{15}$  dispuestos en orden ascendente de frecuencia. En este caso,

expresando la secuencia como  $x_n = x_{i+jM}$ , el divisor 103 divide la secuencia de señal de entrada normalizada  $x_n$  ( $n = 0$  a  $N-1$ ) como se da por la siguiente ecuación (8).

$$u_{i,j} = x_{i+jM}; i = 0, \dots, M-1; j = 0, \dots, h(i) - 1 \quad (8)$$

El número de muestras en la secuencia de señal de entrada dividida de orden  $i$   $u_i$  se expresa mediante  $h(i)$ . En este ejemplo, la división se hace para dar el mismo número de muestras en cada secuencia de señal de entrada dividida, lo que significa que  $h(i) = N/M$ . La Figura 3 muestra una secuencia de señal de entrada normalizada  $x$  en una trama única y las secuencias de señal de entrada divididas  $u_i$  cuando la cuenta de la división  $M$  es 4. La secuencia de señal de entrada normalizada  $x$  de una trama única de un espectro de frecuencia de dieciséis componentes se reorganiza a cuatro secuencias de señal de entrada divididas en intervalos de cuatro componentes espectrales. En una primera división, donde  $i = 0$ , las componentes espectrales  $x_0, x_4, x_8$ , y  $x_{12}$  seleccionadas en intervalos de cuatro componentes de frecuencia en orden ascendente de frecuencia de la secuencia de señal de entrada normalizada  $x$  forman una única secuencia de señal de entrada dividida. Para una segunda secuencia de señal de entrada dividida, donde  $i = 1$ , se seleccionan las componentes espectrales  $x_1, x_5, x_9$ , y  $x_{13}$ .

El cuantificador de vectores 104 tiene un libro de códigos de vectores 104T que asocia un número finito de, por ejemplo, dos o más, índices con vectores representativos predeterminados, y saca, como un índice de cuantificación de vectores, un índice  $k_i$  que corresponde a un vector representativo que minimiza la medida de distancia desde cada secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ , que es el vector de entrada a ser cuantificado. Más específicamente, permitamos que el error  $d_i$  expresado por la medida de distancia entre muestras  $u_{i,j}$  de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  y las muestras  $w_{i,j}$  del vector representativo  $w_i$  sea dado por la siguiente ecuación.

$$d_i = \sum_{j=0}^{h(i)-1} (u_{i,j} - w_{i,j})^2 \quad (9)$$

Se puede obtener el índice de cuantificación de vectores  $k_i$  asociado con  $w_i$  que minimiza el error  $d_i$  dado por la ecuación, y el vector representativo  $w_i$  que corresponde a  $k_i$  llega a ser la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$ . En el ejemplo mostrado en la Figura 3, la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  es un vector que tiene cuatro muestras  $u_{i,j}$  ( $j = 0$  a  $3$ ) como sus elementos se cuantifica con referencia al libro de códigos de vectores 104T, y se saca un índice de cuantificación de vectores  $k_i$  (paso S104). Por consiguiente, en este ejemplo, se sacan cuatro índices de cuantificación de vectores  $k_0, k_1, k_2$ , y  $k_3$  en cada trama. Aunque la cuantificación de vectores se ha explicado como ejemplo, la cuantificación de señales para generar índices que dan secuencias de señal de salida divididas  $v_i$  en asociación con las secuencias de señal de entrada divididas  $u_i$  no necesita ser una cuantificación de vectores. Por ejemplo, la cuantificación escalar de las muestras de las secuencias de señal de entrada divididas  $u_i$  se puede realizar para sacar los índices correspondientes. El cuantificador de vectores 104 se puede llamar un cuantificador de señal en un sentido general.

El corrector de valores de normalización 20 recibe la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  sacada del divisor 103 y el índice de cuantificación de vectores  $k_i$  sacado del cuantificador de vectores 104 y corrige el valor de normalización  $G$  para minimizar el error (paso S20). El coeficiente de corrección  $\gamma$  que se usa para corregir el valor de normalización  $G$  se genera sobre la base de la idea dada por la ecuación (5), que minimiza la diferencia entre todas las secuencias de señal de entrada divididas  $u_i$  en la trama multiplicada por el valor de normalización  $G$  y todas las secuencias de señal de salida divididas  $v_i$ , que se obtienen decodificando los índices de cuantificación de vectores  $k_i$ , multiplicado por el valor de normalización corregido  $G^*$ . El valor de normalización  $G$  sacado del generador de valores de normalización 101 se corrige por el coeficiente de corrección  $\gamma$  y entonces se saca. El cuantificador de valores de normalización 105 cuantifica el valor de normalización corregido  $G^*$  y lo saca como un índice de cuantificación normalizado  $l_G$  (paso S105).

El aparato de codificación 10 descrito anteriormente puede realizar la codificación con un error de codificación pequeño debido a que el valor de normalización  $G$  se corrige por el corrector de valores de normalización 20 para minimizar la diferencia entre las secuencias de señal de salida divididas  $v_i$ , que corresponden a los índices de cuantificación de vectores  $k_i$ , multiplicada por el valor de normalización corregido  $G^*$ , y las secuencias de señal de entrada divididas  $u_i$  multiplicadas por el valor de normalización  $G$ .

El corrector de valores de normalización 20 se describirá en detalle. El corrector de valores de normalización 20 incluye un decodificador de vectores 21, un generador de coeficientes de corrección 22, y un calculador de corrección 23.

El decodificador de vectores 21 tiene un libro de códigos de vectores 111T, que es el mismo que el libro de códigos de vectores 104T en el aparato de codificación 10, decodifica el índice de cuantificación de vectores  $k_i$  con referencia al libro de codificación de vectores 111T, y saca la secuencia de señal de salida dividida (vector representativo)  $v_i$ . Como se muestra en la Figura 3, se decodifican cuatro índices de cuantificación de vectores  $k_0$  a  $k_3$  para generar las

secuencias de señal de salida divididas  $v_0$  a  $v_3$  que corresponden a las cuatro secuencias de señal de entrada divididas  $u_0$  a  $u_3$ .

5 El generador de coeficientes de corrección 22 recibe la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  y la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  y calcula un coeficiente de corrección de los valores de normalización  $\gamma$  como se da por la ecuación (10) (paso S22).

$$\gamma = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j} v_{i,j}}{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{h(i)-1} v_{i,j}^2} \quad (10)$$

10 Aquí,  $u_{i,j}$  representa cada muestra  $\{u_{i,j}; i = 0 \text{ a } M-1; j = 0 \text{ a } h(i)-1\}$  de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ , y  $v_{i,j}$  representa cada muestra  $\{v_{i,j}; i = 0 \text{ a } M-1; j = 0 \text{ a } h(i)-1\}$  de la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$ . El subíndice  $i$  representa el número de secuencia de señal dividida;  $M$  representa la cuenta de división; el subíndice  $j$  representa el número de muestra en la secuencia de señal dividida; y  $h(i)$  representa el número de muestras incluidas en la secuencia de señal dividida de orden  $i$ .

15 La ecuación (10) tiene el mismo significado que la ecuación (5), que da un coeficiente de corrección de valores de normalización que minimiza el error  $d$  entre la secuencia de señal de entrada  $X = Gx$  y la secuencia de señal de salida  $Y = Gy$  en cada trama.

20 El calculador de corrección 23 corrige el valor de normalización  $G$  al valor de normalización corregido  $G^*$ , que se obtiene multiplicando el valor de normalización  $G$  sacado del generador de valores de normalización 101 por el coeficiente de corrección de valores de normalización  $\gamma$  sacado desde el generador de coeficientes de corrección 22 (paso S23). El cuantificador de valores de normalización 105 cuantifica el valor de normalización corregido  $G^*$  y lo saca como un índice de cuantificación de valores de normalización  $I_G$ . al aparato de decodificación, no mostrado en la figura, junto con  $M$  índices de cuantificación de vectores  $k_i$  ( $i = 0 \text{ a } M-1$ ).

El aparato de codificación de la presente invención calcula el coeficiente de corrección del valor de normalización  $\gamma$  que minimiza la medida de distancia entre una señal de entrada a ser codificada y una señal de salida decodificada, como se expresa por la ecuación (10), en base a una señal que corresponde a la señal de entrada normalizada, es decir, en esta realización, la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ , y una señal que corresponde a la cuantificación de vectores, es decir, en esta realización, la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  obtenida decodificando el resultado de la cuantificación de vectores. El valor de normalización  $G$  se corrige por el coeficiente de corrección de valores de normalización  $\gamma$ , el valor de normalización corregido  $G^*$  se cuantifica, y el índice de cuantificación  $I_G$  se saca junto con el índice de cuantificación de vectores  $k_i$ ; o el valor de normalización no corregido  $G$  y el coeficiente de corrección  $\gamma$  se cuantifican separadamente, y los respectivos índices de cuantificación  $I_G$  e  $I_\gamma$  se sacan juntos con el índice de cuantificación de vectores  $k_i$ , como en una realización descrita más tarde. Por consiguiente, llega a ser posible codificar con un error menor que antes.

40 El aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación en la Figura 1 puede tener la misma estructura que el aparato de decodificación convencional 110 mostrado en la Figura 28. La unidad de decodificación de valores de normalización 113 decodifica un índice de cuantificación de valores de normalización  $I_G$  para obtener el valor de normalización corregido  $G^*$  y usarlo en lugar del valor de normalización decodificado  $G'$  que corresponde al valor de de normalización no corregido  $G$  en el método convencional, de manera que el aparato de decodificación 110 puede realizar la decodificación con una SNR alta.

45 Según la primera realización, el generador de coeficientes de corrección 22 obtiene el coeficiente de corrección de valores de normalización  $\gamma$  a partir de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  y su secuencia de señal de salida dividida decodificada  $v_i$ , de manera que no es necesario reconstruir la secuencia de señal de entrada dividida a la secuencia de señal antes de la división. Por lo tanto, se puede reducir la cantidad de cálculo en comparación con el método que incluye la reconstrucción.

50 Segunda realización  
El cuantificador de vectores 104 en el aparato de codificación 10 mostrado en la Figura 1 se considerará ahora con referencia a la siguiente ecuación (11), obtenida expandiendo la ecuación (9).

55



$$d_i = \sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j}^2 - 2 \sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j} w_{i,j} + \sum_{j=0}^{h(i)-1} w_{i,j}^2 \quad (11)$$

La suma de los cuadrados de  $w_{i,j}$  (la suma de los cuadrados del vector) en el tercer término en el lado derecho es independiente de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ . Por lo tanto, la suma de los cuadrados de todos los elementos de cada uno de todos los vectores representativos almacenados en el libro de códigos de vectores 104T se puede calcular por adelantado y mantener en el libro de códigos de vectores 104T. La suma de los cuadrados de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  en el primer término es un valor fijo dado. Por lo tanto, cuando el cuantificador de vectores 104 busca un vector representativo  $w_i$  que minimiza el error  $d_i$  que corresponde a la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ , debería encontrar, con referencia a la ecuación (11), un vector representativo  $w_i$  que minimiza la suma del segundo término que representa el producto interno de los vectores y el tercer término que representa la suma de los cuadrados del vector. El segundo término (excluyendo el coeficiente -2) y el tercer término usado cuando el vector  $w_i$  que minimiza el error  $d_i$  se determina como la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  se almacenan como los valores de las siguientes ecuaciones.

$$P_i = \sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j} v_{i,j} \quad (12a)$$

$$Q_i = \sum_{j=0}^{h(i)-1} v_{i,j}^2 \quad (12b)$$

Si los valores almacenados se usan en el cálculo del coeficiente de corrección  $\gamma$  según la ecuación (10), el decodificador de vectores 21 mostrado en la Figura 1 llega a ser innecesario, y la cantidad de cálculo se puede reducir por consiguiente.

Una segunda realización se basa en la idea descrita anteriormente. La Figura 4 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de la segunda realización, y la Figura 5 muestra un flujo de operación. La estructura de esta realización difiere de aquella de la realización mostrada en la Figura 1 en que el decodificador de vectores 21 se ha eliminado; el cuantificador de vectores 104 dota al generador de coeficientes de corrección 22 con el segundo término y el tercer término de la ecuación (11) usada cuando se determina el índice de cuantificación de vectores  $k_i$ , como M valores de  $P_i$  dados por la ecuación (12a) y M valores de  $Q_i$  dados por la ecuación (12b), respectivamente; y el generador de coeficientes de corrección 22 calcula el coeficiente de corrección  $\gamma$ , como se da por la siguiente ecuación.

$$\gamma = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} P_i}{\sum_{i=0}^{M-1} Q_i} \quad (13)$$

El resto de la operación es la misma que en la Figura 1, y se omitirá una descripción.

El flujo de operación mostrado en la Figura 5 difiere del flujo mostrado en la Figura 2 en que el proceso de decodificación de vectores S21 se ha eliminado del paso de corrección de valores de normalización S20; el segundo término y el tercer término de la ecuación (11) usados cuando se determina el índice de cuantificación de vectores de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  en la etapa de cuantificación de vectores S104 se mantuvieron como  $P_i$  y  $Q_i$  ( $i = 0$  a  $M-1$ ); y el coeficiente de corrección  $\gamma$  se calcula como se da por la ecuación (13), en lugar de la ecuación (10), en el proceso de generación de coeficientes de corrección S22. El resto de la operación es la misma que en la Figura 2.

La estructura en la que se genera un coeficiente de corrección sin realizar la decodificación de vectores, descrita en la segunda realización, se puede aplicar a las realizaciones descritas más tarde. El aparato de decodificación convencional mostrado en la Figura 28 se puede usar directamente como un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 4.

#### Tercera realización

La Figura 6 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una tercera realización, que utiliza el método de codificación según la presente invención, y la Figura 7 muestra su flujo de operación. En esta realización, se proporcionan un primer generador de coeficientes de corrección 22a y un segundo generador de coeficientes de

corrección 22b en lugar del generador de coeficientes de corrección 22 en la primera realización mostrada en la Figura 1. En la tercera realización, se proporcionan un primer corrector 23a y un segundo corrector 23b en lugar del calculador de corrección 23 en la primera realización en la Figura 1. Los otros elementos son los mismos que aquéllos en el aparato de codificación mostrado en la Figura 1.

El primer generador de coeficientes de corrección 22a recibe la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  sacada desde el divisor 103 y la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  sacada desde el decodificador de vectores 21, y genera una suma de productos internos de los mismos para  $i = 0$  a  $M-1$ , como un primer coeficiente de corrección  $\beta_1$ , como se da por la ecuación (14) (paso S22a).

$$\beta_1 = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j} v_{i,j} \quad (14)$$

La ecuación (14) es la misma que el numerador de la ecuación (10).

El segundo generador de coeficientes de corrección 22B recibe la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  sacada desde el decodificador de vectores 21, y genera, como un segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$ , una suma total de las sumas de los cuadrados de todas las muestras en la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  para  $i = 0$  a  $M-1$  como se da por la ecuación (15) (paso S22b).

$$\beta_2 = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{h(i)-1} v_{i,j}^2 \quad (15)$$

La ecuación (15) es la misma que el denominador de la ecuación (10).

El primer corrector 23a multiplica el valor de normalización  $G$ , que se ha obtenido a partir de la señal de entrada y sacado del generador de valores de normalización 101, por el primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y saca  $\beta_1 G$  (paso S23a). El segundo corrector 23b divide el valor de normalización  $\beta_1 G$ , que se ha obtenido multiplicando el primer coeficiente de corrección en el primer corrector 23a, por el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$  y saca el resultado como un valor de normalización  $G^*$  (paso S23b). El segundo corrector 23b puede dividir el valor de normalización  $G$  por el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$ , y entonces el primer corrector 23a puede multiplicar el resultado por el primer coeficiente de corrección  $\beta_1$ . Es decir, el orden en que se llevan a cabo los pasos S23a y S23b se puede invertir.

El aparato de codificación estructurado como se muestra en la Figura 6 puede realizar la codificación con una SNR alta de la misma manera que el aparato de codificación mostrado en las Figura 1 y 4. El aparato de decodificación convencional mostrado en la Figura 28 se puede usar directamente como un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación en la Figura 6.

#### Cuarta realización

La Figura 8 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una cuarta realización, que usa el método de codificación según la presente invención, y la Figura 9 muestra su flujo de operación. El corrector de valores de normalización 20 del aparato de codificación incluye un decodificador de vectores 21, una unidad de reconstrucción 61, un generador de coeficientes de corrección 62, y un calculador de corrección 23. Los otros elementos son los mismos que en el aparato de codificación mostrado en la Figura 1, 4, o 6. La unidad de reconstrucción 61 recibe una pluralidad de secuencias de señal de salida divididas  $v_i$  del decodificador de vectores 21 y reconstruye una secuencia de señal de salida normalizada  $y = \{y_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$  según una regla predeterminada (paso S61). Por ejemplo, las secuencias de señal de salida divididas  $v_0$  a  $v_3$  formadas por la división en intervalos de cuatro componentes mostrados en la Figura 3 se reordenan en el mismo orden que las secuencias de señal de entrada normalizadas  $x_0$  a  $x_{15}$ . La secuencia de señal de salida normalizada  $y$  se reconstruye invirtiendo la operación del divisor 103.

El generador de coeficientes de corrección 62 recibe la secuencia de señal de entrada normalizada  $x$  y la secuencia de señal de salida normalizada  $y$  y genera un coeficiente de corrección  $\gamma$  mediante el cálculo dado por la ecuación (16) (paso S62).

$$\gamma = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} x_n y_n}{\sum_{n=0}^{N-1} y_n^2} \quad (16)$$

Aquí,  $\{x_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$  es una secuencia de señal de entrada normalizada;  $\{y_n; n = 0 \text{ a } N-1\}$  es una secuencia de señal de salida normalizada; el subíndice  $n$  es un número de muestras en la secuencia de señal normalizada; y  $N$  es el número de muestras contenidas en la secuencia de señal normalizada, que indica la longitud de la trama.

Como los aparatos de codificación mostrados en las Figura 1, 4, y 6, el aparato de codificación estructurado como se muestra en la Figura 8 puede realizar la codificación con una SNR alta. El aparato de decodificación convencional mostrado en la Figura 28 se puede usar directamente como un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 8.

Quinta realización

Los aparatos de codificación descritos anteriormente corrigen el valor de normalización  $G$  mediante el coeficiente de corrección  $\gamma$  o el primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$ , y sacan el índice de cuantificación  $I_G$  del valor de normalización corregido  $G^*$ . Como en realizaciones descritas más tarde, se puede hacer una configuración de manera que el valor de normalización  $G$  no se corrija sino que se cuantifica directamente, y se saca el índice de cuantificación; el índice de cuantificación del coeficiente de corrección  $\gamma$  también se saca; y el valor de normalización decodificado  $G'$  se corrige mediante un coeficiente de corrección  $\gamma'$  en el lado de decodificación.

La Figura 10 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de tal realización. La quinta realización difiere de la realización mostrada en la Figura 1 en los siguientes puntos: El calculador de corrección 23 se ha eliminado, y el valor de normalización  $G$  se da directamente al cuantificador de valores de normalización 105; se proporciona un cuantificador de coeficientes de corrección 106; y el coeficiente  $\gamma$  generado por el generador de coeficientes de corrección 22 se cuantifica en el cuantificador de coeficientes de corrección 106. El cuantificador de valores de normalización 105 cuantifica el valor de normalización dado  $G$  y saca el índice de cuantificación de valor de normalización  $I_G$ . El cuantificador de coeficientes de corrección 106 cuantifica el coeficiente de corrección dado  $\gamma$  y saca el índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $I_\gamma$ . Los índices  $k$ ,  $I_G$ , e  $I_\gamma$  generados por el aparato de codificación se dan a un aparato de decodificación.

La Figura 11 muestra una estructura funcional del aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 10. La estructura del aparato de decodificación difiere de la estructura convencional mostrada en la Figura 28 en que se añaden un decodificador de coeficientes de corrección 115 y un corrector de valores de normalización 116. El decodificador de coeficientes de corrección 115 decodifica un índice de cuantificación de coeficientes de corrección dado  $I_\gamma$  y da un coeficiente de corrección decodificado  $\gamma'$  al corrector de valores de normalización 116. El corrector de valores de normalización 116 multiplica el valor de normalización decodificado  $G'$  por el coeficiente de corrección decodificado  $\gamma'$  y da un valor de normalización decodificado  $G^*$  a un normalizador inverso 114. El normalizador inverso 114 genera una señal de salida  $Y$  multiplicando la secuencia de señal de salida normalizada y reconstruida por una unidad de reconstrucción 112 por el valor de normalización decodificado corregido  $G^*$ . El resto de la operación es la misma que en la Figura 28.

La Figura 11 muestra un ejemplo de multiplicar la secuencia de señal de salida reconstruida y por el valor de normalización decodificado corregido  $G^* = \gamma' G'$ , que es el producto del valor de normalización decodificado  $G'$  y el coeficiente de corrección decodificado  $\gamma'$ . No obstante, la salida  $v_i$  de un decodificador de vectores 111 se puede multiplicar por el valor de normalización decodificado corregido  $G^*$ , y el resultado de la multiplicación puede ser introducido a la unidad de reconstrucción 112. Alternativamente,  $v_i$  se puede multiplicar por uno del coeficiente de corrección decodificado  $\gamma'$  y el valor de normalización decodificado  $G'$ , y el resultado se puede dar a la unidad de reconstrucción 112; y la salida de la unidad de reconstrucción 112 se puede multiplicar por el otro de los dos para producir una señal de salida  $Y$ . Esto se puede aplicar a los otros aparatos de decodificación.

Sexta realización

La Figura 12 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una sexta realización. Esta realización se proporciona aplicando el método de cálculo de coeficientes de corrección en la Figura 6 a la realización mostrada en la Figura 10. En lugar del generador de coeficientes de corrección 22 en la Figura 10, se proporcionan un primer generador de coeficientes de corrección 22A, un segundo generador de coeficientes de corrección 22B, y un divisor 22C. El primer generador de coeficientes de corrección 22A y el segundo generador de coeficientes de corrección 22B calculan un primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y un segundo coeficiente de

corrección  $\beta_2$ , respectivamente, como se dan por la ecuación (14), de la misma forma que en la Figura 6. El divisor 22C divide el primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  por el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$  para generar un coeficiente de corrección  $\gamma$  y lo da a un cuantificador de coeficientes de corrección 106. El resto de la operación es la misma que en la Figura 10. Los índices  $k$ ,  $l_G$ , e  $l_V$  sacados del aparato de codificación en la Figura 12 se pueden decodificar por el aparato de decodificación en la Figura 11.

Séptima realización

La Figura 13 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una séptima realización. En la realización mostrada en la Figura 12, el coeficiente de corrección  $\gamma$  se obtiene a partir del primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$ , el coeficiente de corrección  $\gamma$  se cuantifica, y el índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $l_V$  se saca. En la realización mostrada en la Figura 13, el índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $l_V$  se obtiene directamente a partir del primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$ .

El coeficiente de corrección cuantificado  $\gamma'$  que corresponde al índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $l_V$  se determina para minimizar el error  $d'$  dado por la ecuación (3). La ecuación (3) se puede reescribir como sigue.

$$d' = G^2 \sum_{i=0}^{M-1h(i)-1} \sum_{j=0}^{M-1h(i)-1} (u_{i,j} - \gamma' v_{i,j})^2$$

$$= G^2 \left( \sum_{i=0}^{M-1h(i)-1} \sum_{j=0}^{M-1h(i)-1} u_{i,j}^2 - 2\gamma' \sum_{i=0}^{M-1h(i)-1} \sum_{j=0}^{M-1h(i)-1} u_{i,j} v_{i,j} + \gamma'^2 \sum_{i=0}^{M-1h(i)-1} \sum_{j=0}^{M-1h(i)-1} v_{i,j}^2 \right)$$

(17)

Si la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$ , que es el resultado de la cuantificación de vectores en la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ , se obtiene,  $\gamma'$  que minimiza el error  $d'$  dado por la ecuación (17) se puede especificar determinando  $\gamma'$  que minimiza la siguiente ecuación.

$$d'' = -2\gamma' \sum_{i=0}^{M-1h(i)-1} \sum_{j=0}^{M-1h(i)-1} u_{i,j} v_{i,j} + \gamma'^2 \sum_{i=0}^{M-1h(i)-1} \sum_{j=0}^{M-1h(i)-1} v_{i,j}^2$$

(18)

Esto significa que el coeficiente de corrección cuantificado  $\gamma'$  se debería determinar para minimizar la ecuación (18). La ecuación (18) se puede reescribir como sigue, usando las ecuaciones (14) y (15).

$$d'' = -2\gamma' \beta_1 + \gamma'^2 \beta_2$$

(19)

La estructura del aparato de codificación mostrado en la Figura 13 difiere de la estructura mostrada en la Figura 12 en los siguientes puntos: El divisor 22C se ha eliminado, y se proporciona un cuantificador de coeficientes de corrección 106a en lugar del cuantificador de coeficientes de corrección 106. El cuantificador de coeficientes de corrección 106a tiene un libro de códigos de coeficientes de corrección 106Ta que mantiene una pluralidad de coeficientes de corrección cuantificados predeterminados  $\gamma'$  en asociación con los índices  $l_V$ . El primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$  desde el primer generador de coeficientes de corrección 22A y el segundo generador de coeficientes de corrección 22B se dan al cuantificador de coeficientes de corrección 106a. El cuantificador de coeficientes de corrección 106a busca a través del libro de códigos de coeficientes de corrección 106Ta un coeficiente de corrección cuantificado  $\gamma'$  que minimiza el error  $d''$  dado por la ecuación (19) y saca su índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $l_V$ . El resto de la operación es la misma que en la Figura 12. El aparato de decodificación mostrado en la Figura 11 se puede usar como un aparato de decodificación correspondiente al aparato de codificación mostrado en la Figura 13.

Octava realización

La Figura 14 muestra una realización modificada del aparato de codificación mostrado en la Figura 13. En lugar de un decodificador de vectores 21, el primer generador de coeficientes de corrección 22A, y el segundo generador de

coeficientes de corrección 22B mostrado en la Figura 13, se proporciona el generador de coeficientes de corrección 22 descrito con referencia a la Figura 4. Un cuantificador de vectores 104 da al generador de coeficientes de corrección 22 los valores  $P_i$  y  $Q_i$  calculados cuando se aplica la cuantificación de vectores a la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ , como se da por las ecuaciones (12a) y (12b). El generador de coeficientes de corrección 22 calcula un primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y un segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$  a partir de  $P_i$  y  $Q_i$ , como se da por la siguiente ecuación, y los da al cuantificador de coeficientes de corrección 106a.

$$\beta_1 = \sum_{i=0}^{M-1} P_i ; \quad \beta_2 = \sum_{i=0}^{M-1} Q_i$$

El resto de la operación es la misma que en la Figura 13. El aparato de decodificación mostrado en la Figura 11 se puede usar como un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación en la Figura 14.

#### Novena realización

La Figura 15 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una novena realización. La estructura de esta realización difiere de la estructura mostrada en la Figura 12 en que se proporcionan un primer cuantificador de coeficientes de corrección 106A y un segundo cuantificador de coeficientes de corrección 106B en lugar del divisor 22C y el cuantificador de coeficientes de corrección 106. El primer cuantificador de coeficientes de corrección 106A y el segundo cuantificador de coeficientes de corrección 106B cuantifican el primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$  dados desde el generador de coeficientes de corrección 22A y el segundo generador de coeficientes de corrección 22B, respectivamente, y saca un primer índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $l_{\beta_1}$  y un segundo índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $l_{\beta_2}$ . El resto de la operación es la misma que en la Figura 12.

La Figura 16 muestra una estructura funcional de un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 15. La estructura difiere de la estructura del aparato de decodificación mostrado en la Figura 11 en que se proporcionan un primer decodificador de coeficientes de corrección 115A, un segundo decodificador de coeficientes de corrección 115B, y un divisor 115C en lugar del decodificador de coeficientes de corrección 115. Un primer índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $l_{\beta_1}$  y un segundo índice de cuantificación de coeficientes de corrección  $l_{\beta_2}$  dados desde el aparato de codificación se decodifican por el primer decodificador de coeficientes de corrección 115A y el segundo decodificador de coeficientes de corrección 115B, respectivamente, y se sacan un primer coeficiente de corrección decodificado  $\beta_1'$  y un segundo coeficiente de corrección decodificado  $\beta_2'$ . El divisor 115C genera el coeficiente de corrección decodificado  $\gamma'$  dividiendo  $\beta_1'$  por  $\beta_2'$  y lo da al corrector de valores de normalización 116. El cálculo por el corrector de valores de normalización 116 y el normalizador inverso 114 se pueden realizar en cualquier orden si cada muestra de  $Y$  y multiplicada por  $\beta_1' \gamma' / \beta_2'$  se puede obtener al fin como una respectiva muestra de  $Y$ . El resto de la operación es la misma que en la Figura 11.

#### Décima realización

En cada una de las realizaciones descritas anteriormente, el aparato de codificación determina el coeficiente de corrección  $\gamma$  o el primer coeficiente de corrección  $\beta_1$  y el segundo coeficiente de corrección  $\beta_2$  en cada trama, y el aparato de decodificación corrige el valor de normalización en cada trama. En una décima realización, un aparato de codificación especifica un coeficiente de corrección  $\gamma_i$  para cada secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ , y un aparato de decodificación multiplica cada secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  por el coeficiente de corrección correspondiente  $\gamma_i'$ , de manera que el error de normalización se hace pequeño.

La Figura 17 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de la décima realización. La estructura difiere de la estructura mostrada en la Figura 10 en que el generador de coeficientes de corrección 22 y el cuantificador de coeficientes de corrección 106 se sustituyen por un generador de secuencias de coeficientes de corrección 22a y un cuantificador de secuencias de coeficientes de corrección 106b. El generador de secuencias de coeficientes de corrección 22a calcula un coeficiente de corrección por división  $\gamma_i$  ( $i = 0$  a  $M-1$ ), como se da por la siguiente ecuación, a partir de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  y la secuencia de señal de salida dividida correspondiente  $v_i$ .

$$\gamma_i = \frac{\sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j} v_{i,j}}{\sum_{j=0}^{h(i)-1} v_{i,j}^2} \quad (20)$$

Si una única trama se divide en M partes, se obtienen M coeficientes de corrección por división  $\gamma_i$  ( $i = 0$  a  $M-1$ ). El cuantificador de secuencias de coeficientes de corrección 106b realiza una cuantificación escalar de la secuencia de coeficientes de corrección por división obtenidos  $\gamma_i$  y saca un índice de cuantificación  $l_{\gamma_i}$  ( $i = 0$  a  $M-1$ ) de cada coeficiente de corrección por división. Alternativamente, el cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106b realiza la cuantificación de vectores de la secuencia de coeficientes de corrección  $\gamma_i$  y saca un índice de cuantificación de vectores de coeficiente de corrección  $l_{\gamma}$ . En este último caso, el cuantificador de secuencias de coeficientes de corrección 106b tiene un libro de códigos de secuencias de coeficientes de corrección 106Tb que asocia el vector representativo de coeficientes de corrección  $\gamma'$  con el índice  $l_{\gamma}$ .

$$\varepsilon = \sum_{i=0}^{M-1} (\gamma_i - \gamma'_i)^2 \quad (21)$$

El cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106b encuentra el vector representativo de coeficientes de corrección  $\gamma'_i$  que minimiza el error  $\varepsilon$  dado por la ecuación precedente, a partir del libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tb, y saca el índice correspondiente  $l_{\gamma}$ .

La Figura 18 muestra una estructura funcional del aparato de decodificación, que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 17. El aparato de decodificación difiere del aparato de decodificación mostrado en la Figura 28 en que se proporciona un decodificador de secuencia de coeficientes de corrección 115b, y un corrector de secuencia de salida dividida 117 se proporciona entre el decodificador de vectores 111 y la unidad de reconstrucción 112. El decodificador de secuencia de coeficientes de corrección 115b decodifica el índice de cuantificación de secuencia de coeficientes de corrección  $l_{\gamma}$  o el índice de cuantificación de vectores de coeficientes de corrección  $l_{\gamma}$ , genera una secuencia de coeficientes de corrección decodificados  $\gamma'_i$ , y la da al corrector de secuencia de salida dividida 117. Si el cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106b del aparato de codificación mostrado en la Figura 17 realiza una cuantificación de vectores, el decodificador de secuencia de coeficientes de corrección 115b tiene un libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 115Tb, que es el mismo que el libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tb, para cuantificación de vectores. El corrector de secuencia de salida dividida 117 multiplica cada secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  por el coeficiente de corrección decodificado correspondiente  $\gamma'_i$  y da el resultado de la multiplicación a la unidad de reconstrucción 112. El resto de la operación es la misma que en la Figura 28.

Undécima realización

La Figura 19 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una undécima realización. Esta realización difiere de la realización mostrada en la Figura 17 en los siguientes puntos: El generador de secuencia de coeficientes de corrección 22a se ha eliminado; en lugar del cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106b, se usa un cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106c para obtener un índice de cuantificación de vector de coeficientes de corrección  $l_{\gamma}$ , que corresponde a una secuencia de coeficientes de corrección cuantificados  $\gamma'_i$  que minimiza el error, directamente desde la secuencia de señal de entrada dividida  $x_{i,j}$  y la secuencia de señal de salida dividida correspondiente  $v_i$ , con referencia a un libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tc. El libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tc del cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106c mantiene una pluralidad de vectores representativos de coeficientes de corrección en asociación con los índices de cuantificación de vector de coeficientes de corrección  $l_{\gamma}$ , y el cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106c determina un índice de cuantificación de vector de coeficientes de corrección  $l_{\gamma}$ , que corresponde a una secuencia de coeficientes de corrección cuantificados  $\gamma'_i$  que minimiza el error  $\varepsilon$  dado por la siguiente ecuación, a partir de la secuencia de señal de entrada dividida dada  $u_i$  y la secuencia de señal de salida dividida correspondiente  $v_i$ , con referencia al libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tc.

$$\varepsilon = \sum_{i=0}^{M-1} \left( \sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j}^2 - 2\gamma'_i \sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j} v_{i,j} + \gamma'^2_i \sum_{j=0}^{h(i)-1} v_{i,j}^2 \right) \quad (22)$$

En este caso, un índice de cuantificación de vector de coeficientes de corrección  $\gamma_i$  que corresponde a la secuencia de  $\gamma_i'$  que minimiza la siguiente ecuación, en lugar de la ecuación (22), se debería buscar a partir del libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tc.

$$\varepsilon' = \sum_{i=0}^{M-1} \left( -2\gamma_i' \sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j} v_{i,j} + \gamma_i'^2 \sum_{j=0}^{h(i)-1} v_{i,j}^2 \right) \quad (23)$$

5 El resto de la operación es la misma que en la Figura 17. El aparato de decodificación mostrado en la Figura 18 se puede usar como un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 19.

Duodécima realización

10 La Figura 20 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una duodécima realización. La realización mostrada en la Figura 20 es una realización modificada del aparato de codificación mostrado en la Figura 19. Cuando la ecuación (23) se transforma usando las ecuaciones (12a) y (12b), se da la siguiente ecuación.

$$\varepsilon' = \sum_{i=0}^{M-1} (-2\gamma_i' P_i + \gamma_i'^2 Q_i) \quad (24)$$

15 Como se ha descrito con referencia a la Figura 4,  $P_i$  y  $Q_i$  se han calculado en cuantificación de vectores de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  por el cuantificador de vectores 104. En esta realización, el decodificador de vectores 21 no se usa, y el cuantificador de vectores 104 da  $P_i$  y  $Q_i$  a un cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106d. Se usa el mismo libro de códigos que el libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tc usado en la Figura 19, y se saca un índice de cuantificación de vector de coeficientes de corrección  $\gamma_i$  que corresponde a una secuencia de coeficientes de corrección cuantificados  $\gamma_i'$ , que minimiza el error  $\varepsilon'$  dado por la ecuación (24). El resto de la operación es la misma que en la Figura 19. Cuando el aparato de decodificación mostrado en la Figura 18 usa el mismo libro de códigos que el libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tc mostrado en la Figura 20 en lugar del libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 115Tb, el aparato de decodificación se puede usar como un aparato de decodificación en esta realización.

Decimotercera realización

30 Los aparatos de codificación mostrados en las Figura 17, 19, y 20 obtienen el coeficiente de corrección  $\gamma_i$  para cada secuencia de señal dividida y sacan su índice de cuantificación. El aparato de decodificación mostrado en la Figura 18 corrige cada secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  mediante el coeficiente de corrección correspondiente. En la decimotercera realización, se genera un valor de normalización de entrada dividido  $g_i$  para cada secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ ; la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  se normaliza con el valor de normalización de entrada dividido  $g_i$ ; y se genera una secuencia de coeficientes de corrección para minimizar el error de normalización.

40 La Figura 21 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una decimotercera realización; se proporcionan un generador de valores de normalización 101, un normalizador 102, un divisor 103, un cuantificador de vectores 104, y un cuantificador de valores de normalización 105 como en los aparatos de codificación de las realizaciones descritas anteriormente. Además, en esta realización, se proporciona un normalizador de entrada dividido 109 entre el divisor 103 y el cuantificador de vectores 104; y se proporcionan un generador de valores de normalización de entrada divididos 108 para generar un valor de normalización de entrada dividido  $g_i$  a ser dado al normalizador de entrada dividido 109, un generador de secuencia de coeficientes de corrección 22a para generar una secuencia de coeficientes de corrección  $\gamma_i$ , un corrector de valores de normalización 23', y un cuantificador de valores de normalización corregidos 105'.

El generador de valores de normalización de entrada divididos 108 calcula el valor de normalización de entrada dividido  $g_i$  a partir de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$ , como se da por la siguiente ecuación, por ejemplo.

$$g_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=0}^{h(i)-1} u_{i,j}^2}{h(i)}} \quad (25)$$

El normalizador de entrada dividido 109 saca, como una secuencia de señal de entrada dividida normalizada  $u_i'$ , una secuencia de muestra obtenidas dividiendo cada muestra de la secuencia de señal de entrada dividida  $u_i$  por el valor de normalización de entrada dividido  $g_i$ . El generador de secuencia de coeficientes de corrección 22a genera una secuencia de coeficientes de corrección  $\gamma_i$  a partir de la secuencia de señal de entrada dividida normalizada  $u_i'$  y la

5 secuencia de señal de salida dividida normalizada  $v_i'$  desde un decodificador de vectores 21. El método de cálculo según la ecuación (20) explicado con referencia a la Figura 17, por ejemplo, se puede usar como un método para calcular la secuencia de coeficientes de corrección  $\gamma_i$ . En ese caso,  $u_i'$  y  $v_i'$  se usan en lugar de  $u_i$  y  $v_i$ .

El corrector de valores de normalización 23' genera un valor de normalización de entrada dividido corregido  $g_i^*$  multiplicando la secuencia de coeficientes de corrección  $\gamma_i$  por el valor de normalización de entrada dividida  $g_i$ . El cuantificador de valores de normalización corregidos 105' cuantifica el valor de normalización de entrada dividido corregido  $g_i^*$  mediante el mismo método que el cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106b mostrado en la Figura 17 y saca el índice de cuantificación de valores de normalización corregidos correspondientes  $I_{g_i^*}$ .

La Figura 22 muestra una estructura funcional de un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 21. La estructura difiere de la estructura del aparato de decodificación mostrado en la Figura 28 en los siguientes puntos: se proporciona un normalizador inverso de secuencia de salida dividida 119 entre el decodificador de vectores 111 y la unidad de reconstrucción 112; y se añade una unidad de decodificación de valores de normalización corregidos 113'. La unidad de decodificación de valores de normalización corregidos 113' decodifica el índice de cuantificación de valores de normalización corregidos  $I_{g_i^*}$  y saca un valor de normalización corregido decodificado  $g_i^{*i}$ . El normalizador inverso de secuencia de salida dividida 119 multiplica la secuencia de señal de salida dividida  $v_i$  por el valor de normalización corregido decodificado  $g_i^{*i}$  y da el resultado a la unidad de reconstrucción 112. El resto de la operación es la misma que en la Figura 28.

#### Decimocuarta realización

La Figura 23 muestra una estructura funcional de un aparato de codificación de una decimocuarta realización. Esta realización difiere de la realización mostrada en la Figura 21 en los siguientes puntos: no está corregido el valor de normalización de entrada dividido  $g_i$ ; se cuantifican separadamente una secuencia de valores de normalización de entrada divididos  $g_i$  y una secuencia de coeficientes de corrección  $\gamma_i$ , y se sacan sus índices. Por consiguiente, se proporcionan un cuantificador de valores de normalización de entrada divididos 105'' y un cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106' en lugar del corrector de valores de normalización 23' y el cuantificador de valores de normalización corregidos 105' en la Figura 21. El cuantificador de valores de normalización de entrada divididos 105'' cuantifica el valor de normalización de entrada dividido  $g_i$  y saca su índice de cuantificación  $I_{g_i}$ . El cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección 106' tiene un libro de códigos de secuencia de coeficientes de corrección 106Tc' que mantiene una pluralidad de vectores representativos de coeficientes de corrección en asociación con los índices de cuantificación de coeficientes de corrección, y cuantifica la secuencia de coeficientes de corrección  $\gamma_i$  con referencia al libro de códigos 106Tc', y saca el índice correspondiente  $I_{\gamma_i}$ . El resto de la operación es la misma que en la Figura 21.

La Figura 24 muestra una estructura funcional de un aparato de decodificación que corresponde al aparato de codificación mostrado en la Figura 23. La estructura difiere de la estructura mostrada en la Figura 22 en que se proporcionan una unidad de decodificación de valores de normalización de entrada divididos 113'', un decodificador de secuencia de coeficientes de corrección 115', y un corrector de valores de normalización divididos 116' en lugar de la unidad de decodificación de valores de normalización corregidos 113'. La unidad de decodificación de valores de normalización de entrada divididos 113'' decodifica un índice de entrada  $I_{g_i}$  y saca un valor de normalización de entrada dividido decodificado  $g_i^i$ . El decodificador de secuencia de coeficientes de corrección 115' tiene un libro de códigos de secuencias de coeficientes de corrección 115Tc, que es el mismo que el libro de códigos de secuencias de coeficientes de corrección 116Tc' del aparato de codificación, y decodifica el índice de entrada  $I_{\gamma_i}$  con referencia al libro de códigos 115Tc' y saca una secuencia de coeficientes de corrección decodificados  $\gamma_i^i$ . El corrector de valores de normalización divididos 116' multiplica los valores de normalización de entrada divididos decodificados  $g_i^i$  por la secuencia de coeficientes de corrección decodificados  $\gamma_i^i$  y saca los valores de normalización de entrada divididos corregidos  $g_i^{*i}$  al normalizador inverso de secuencias de salida divididas 119. El resto de la operación es la misma que en la Figura 22.

Como se indica por las realizaciones descritas anteriormente, el valor de normalización se corrige por el aparato de codificación o el aparato de decodificación según la presente invención. Por consiguiente, en un sistema en el que el valor de normalización se corrige por un aparato de codificación, el aparato de codificación se estructura para cuantificar el valor de normalización corregido por un cuantificador de valores de normalización. En un sistema en el que el valor de normalización se corrige por un aparato de decodificación, el aparato de codificación se estructura para cuantificar el valor de normalización por un cuantificador de valores de normalización o por un cuantificador de valores de normalización y un cuantificador de valores de normalización de entrada divididos y para cuantificar el coeficiente de corrección por un cuantificador de coeficientes de corrección o un cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección. El cuantificador de valores de normalización, el cuantificador de valores de normalización



de entrada divididos, el cuantificador de coeficientes de corrección, y el cuantificador de secuencia de coeficientes de corrección se pueden llamar colectivamente un cuantificador de información de normalización, y el valor de normalización, el valor de normalización de entrada dividido, y el coeficiente de corrección se pueden llamar información de normalización.

5 Resultado de la simulación  
La SNR obtenida por el método de codificación según la presente invención fue evaluada. La Figura 25 muestra una estructura general de un aparato experimental 80 usado en la simulación. El aparato experimental 80 incluye un aparato de codificación 81 y un aparato de decodificación 82.

10 El aparato de codificación 81 tiene un divisor de banda 81a divide una señal de entrada en una señal de baja frecuencia y una señal de alta frecuencia, y luego codifica la señal de baja frecuencia en el dominio del tiempo (mediante un codificador de baja frecuencia 81b) y codifica la señal de alta frecuencia en el dominio de la frecuencia (mediante un codificador de alta frecuencia 81c). El método de codificación según la presente invención mostrado en la Figura 1 se aplica al codificador de alta frecuencia 81c. El aparato de decodificación 82 decodifica el código de baja frecuencia y el código de alta frecuencia usando el método convencional mostrado en la Figura 28, y entonces combina las bandas y saca el resultado.

15 El aparato experimental 80 da valores discretos obtenidos muestreando una señal de habla de 57 segundos a 16 kHz, y la SNR después de la decodificación se compara con la SNR obtenida por el método convencional. La comparación se muestra en la Figura 26. El eje vertical representa la SNR en dB, y el eje horizontal representa el método de codificación. Se confirmó que la SNR obtenida mediante el método de codificación según la presente invención fue de 11,9 dB, que era 0,6 dB mayor que los 11,3 dB obtenidos por el método convencional.

20 La banda se dividió en dos partes debido al experimento. No obstante, cuando se aplica el método de codificación de la presente invención, no hay necesidad de limitar la banda. En los ejemplos descritos anteriormente, el aparato de codificación de la presente invención opera en el dominio de la frecuencia, pero no es una condición necesaria. El método de codificación y el aparato de codificación de la presente invención se pueden aplicar a la codificación de señal en el dominio del tiempo también. En ese caso, el divisor 103 está formado de una batería de filtros o similar, pero el concepto tecnológico de la presente invención se puede aplicar de la misma manera.

25 Ni un método ni un aparato según la presente invención está limitado a las realizaciones anteriormente descritas. Se puede hacer cualquier modificación dentro del alcance de la presente invención. El procesamiento explicado en los métodos y aparatos anteriormente descritos se puede ejecutar secuencialmente en el tiempo en el orden en que se describió o se puede ejecutar en paralelo o separadamente según la capacidad de procesamiento del aparato que ejecuta el procesamiento o como sea necesario.

30 El procesamiento de cada componente del aparato de codificación y el aparato de decodificación de cada una de las realizaciones anteriormente descritas se puede realizar mediante un procesador especial tal como un procesador digital de señal (DSP). Si el procesamiento de cada componente de los aparatos anteriormente descritos se implementa mediante un ordenador, el procesamiento de la función a ser proporcionada por cada aparato se describe en un programa. Ejecutando el programa en el ordenador, el procesamiento se implementa en el ordenador.

35 El programa que describe el procesamiento se puede grabar en un medio o soporte de registro o grabación legible por ordenador. El medio o soporte de registro o grabación legible por ordenador puede ser cualquier tipo de dispositivo de grabación magnético, disco óptico, medio o soporte de registro o grabación magneto-óptico, o memoria de semiconductores, por ejemplo. Más específicamente, se puede usar un disco duro, un disco flexible, una cinta magnética, o similares como el dispositivo de grabación magnética; se puede usar un disco versátil digital (DVD), una memoria de acceso aleatorio en disco versátil digital (DVD-RAM), una memoria de sólo lectura en disco compacto (CD-ROM), un disco compacto grabable (CD-R), un disco compacto regrabable (CD-RW), o similares como el disco óptico; se puede usar un disco magneto-óptico (MO) o similar como un medio o soporte de registro o grabación magneto-óptico; y se puede usar una memoria de sólo lectura programable y borrrable electrónicamente (EEP-ROM) o similar como la memoria de semiconductores, por ejemplo.

40 El programa se puede distribuir vendiendo, transfiriendo, o prestando un medio o soporte de registro o grabación portátil, tal como un DVD o un CD-ROM, con el programa grabado en él, por ejemplo. El programa también se puede distribuir almacenando el programa en un dispositivo de almacenamiento de un ordenador servidor y enviar el programa desde el ordenador servidor a través de una red a otro ordenador.

45 El procesamiento se puede implementar ejecutando el programa predeterminado en el ordenador. Alternativamente, al menos una parte del procesamiento se puede implementar mediante componentes físicos.

REIVINDICACIONES

1. Un método de codificación para codificar una señal de entrada digital de una señal de audio o una señal de vídeo, el método que comprende:

- un paso de normalización para normalizar la señal de entrada digital en cada trama que contiene una pluralidad de muestras, con un valor de normalización calculado a partir de la señal de entrada en la trama para generar una secuencia de señal de entrada normalizada;
- un paso de cuantificación para cuantificar la señal de entrada normalizada para generar un índice de cuantificación de señal;
- un paso de generación de coeficientes de corrección para generar un coeficiente de corrección que minimiza una medida de distancia entre una secuencia de señal de entrada y una secuencia de señal obtenida normalizando a la inversa una secuencia de señal que corresponde al índice de cuantificación de señal con el valor de normalización corregido con el coeficiente de corrección;
- un paso de cuantificación de información de normalización para generar un índice de cuantificación de 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
- un paso de salida de código para sacar un código que incluye al menos el índice de cuantificación de señal y el índice de cuantificación de información de normalización.

2. El método de codificación según la Reivindicación 1, que además comprende un paso de decodificación para generar la secuencia de señal correspondiente al índice de cuantificación de señal como una secuencia de señal de salida normalizada; en donde el coeficiente de corrección se genera dividiendo un primer coeficiente de corrección por un segundo coeficiente de corrección en el paso de generación de coeficientes de corrección, el primer coeficiente de corrección que es el producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y la secuencia de señal de salida normalizada, y el segundo coeficiente de corrección que es la suma de los cuadrados del vector de la secuencia de señal de salida normalizada.

3. El método de codificación según la Reivindicación 1, que además comprende:

- un paso de decodificación para generar la secuencia de señal que corresponde al índice de cuantificación de señal como una secuencia de señal de salida normalizada; y
  - un paso de cálculo de corrección para generar el valor de normalización corregido multiplicando el valor de normalización por un primer coeficiente de corrección y dividiendo el resultado de la multiplicación por un segundo coeficiente de corrección;
- en donde el paso de generación de coeficientes de corrección comprende:

- un primer proceso de generación de coeficientes de corrección para generar un producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y la secuencia de señal de salida normalizada como el primer coeficiente de corrección; y
- un segundo proceso de generación de coeficientes de corrección para generar una suma de los cuadrados del vector de la secuencia de señal de salida normalizada como el segundo coeficiente de corrección.

4. El método de codificación según la Reivindicación 1, en donde el paso de generación de coeficientes de corrección comprende un proceso para generar un producto interno  $\beta_1$  de la secuencia de señal de entrada normalizada y la secuencia de señal de salida normalizada y la suma  $\beta_2$  de los cuadrados de un vector de la secuencia de señal de salida normalizada como el coeficiente de corrección; y el paso de cuantificación de información de normalización comprende un proceso de cuantificación de coeficientes de corrección para buscar un libro de códigos de coeficientes de corrección que mantiene una pluralidad de coeficientes de corrección representativos predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de coeficientes de corrección, para un índice de cuantificación de coeficientes de corrección que corresponde a un coeficiente de corrección cuantificado  $\gamma$  que minimiza la medida de distancia  $d'$  dada por

$$d' = -2\gamma\beta_1 + \gamma^2\beta_2$$

y sacar el índice de cuantificación de coeficientes de corrección.

5. El método de codificación según la Reivindicación 1, en donde el paso de cuantificación de señal comprende un proceso para buscar un libro de códigos de vectores que mantiene una pluralidad de vectores representativos predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de vectores, para un vector representativo que minimiza la medida de distancia obtenida usando un producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y el vector representativo en el libro de códigos de vectores y una suma de cuadrados del vector

representativo en el libro de códigos de vectores; y

en el paso de generación de coeficientes de corrección, el coeficiente de corrección se genera dividiendo el producto interno usado cuando la medida de distancia se minimiza en el paso de cuantificación de señal por la suma de los cuadrados.

5  
 6. El método de codificación según la Reivindicación 1, que además comprende un paso de cálculo de corrección para generar el valor de normalización corregido multiplicando el valor de normalización por un primer coeficiente de corrección y dividiendo el resultado de la multiplicación por un segundo coeficiente de corrección, en donde el paso de cuantificación de señal comprende un proceso de para buscar un libro de códigos de vectores que mantiene una pluralidad de vectores representativos predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de vectores, para un vector representativo que minimiza la medida de distancia obtenida usando un producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y el vector representativo en el libro de códigos de vectores y una suma de los cuadrados del vector representativo en el libro de códigos de vectores, y en el paso de generación de coeficientes de corrección, el producto interno usado cuando la medida de distancia se minimiza en el paso de cuantificación de señal se obtiene como el primer coeficiente de corrección y la suma de los cuadrados se obtiene como el segundo coeficiente de corrección.

7. El método de codificación según la Reivindicación 1, en donde el paso de cuantificación de señal comprende un proceso para buscar un libro de códigos de vectores que mantiene una pluralidad de vectores representativos predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de vectores, para un vector representativo que minimiza la medida de distancia obtenida usando un producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y el vector representativo en el libro de códigos de vectores y una suma de los cuadrados del vector representativo en el libro de códigos de vectores; en el paso de generación de coeficientes de corrección, el coeficiente de corrección se obtiene como un grupo formado de un primer coeficiente  $\beta_1$ , que es el producto interno usado cuando la medida de distancia se minimiza en el paso de cuantificación de señal, y un segundo coeficiente  $\beta_2$ , que es la suma de los cuadrados; y el paso de cuantificación de información de normalización comprende un proceso de cuantificación de coeficientes de corrección para buscar un libro de códigos de coeficientes de corrección que mantiene una pluralidad de coeficientes de corrección cuantificados predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de coeficientes de corrección, para un índice de cuantificación de coeficientes de corrección que corresponde a un coeficiente de corrección cuantificado  $\gamma$  que minimiza la medida de distancia  $d'$  dada por

$$d' = -2\gamma\beta_1 + \gamma^2\beta_2$$

35 y sacar el índice de cuantificación de coeficientes de corrección.

8. El método de codificación según una de las Reivindicaciones 1 a 7, que además comprende un paso de división para generar una secuencia de señal de entrada dividida dividiendo la secuencia de señal de entrada normalizada según una regla predeterminada en cada trama, en donde la secuencia de señal de entrada dividida generada se usa como la secuencia de señal de entrada normalizada en el paso de cuantificación de señal y pasos posteriores.

9. Un método de codificación para codificar una señal de entrada digital de una señal de audio o una señal de vídeo, el método que comprende:

45 un paso de normalización para normalizar la señal de entrada digital en cada trama que contiene una pluralidad de muestras, con un valor de normalización calculado a partir de la señal de entrada en la trama para generar una secuencia de señal de entrada normalizada;

50 un paso de división para generar una secuencia de señal de entrada dividida dividiendo la secuencia de señal de entrada normalizada según una regla predeterminada en cada trama;

un paso de cuantificación de vectores para realizar la cuantificación de vectores de la secuencia de señal de entrada dividida para generar un índice de cuantificación de vectores;

un paso de decodificación para generar una secuencia de señal correspondiente al índice de cuantificación de vectores como una secuencia de señal de salida dividida;

55 un paso de generación de coeficientes de corrección para generar un coeficiente de corrección dividiendo un primer coeficiente de corrección por un segundo coeficiente de corrección, el primer coeficiente de corrección que es una suma de los productos internos de la secuencia de señal de entrada dividida y la secuencia de señal de salida dividida y el segundo coeficiente de corrección que es una suma de los cuadrados de los vectores de la secuencia de señal de salida dividida;

60 un paso de cuantificación de información de normalización para generar un índice de cuantificación de 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

un paso de salida de código para sacar un código que incluye al menos el índice de cuantificación de vectores y el índice de cuantificación de información de normalización.

10. Un aparato de codificación para codificar una señal de entrada digital de una señal de audio o una señal de vídeo, el aparato que comprende:

5 un normalizador (102) configurado para normalizar la señal de entrada digital en cada trama que contiene una pluralidad de muestras, con un valor de normalización calculado a partir de la señal de entrada en la trama para generar una secuencia de señal de entrada normalizada;  
 un cuantificador de señal (104) configurado para cuantificar la secuencia de señal de entrada normalizada para generar un índice de cuantificación de señal;  
 10 un generador de coeficientes de corrección (22; 22a, 22b; 62; 22A, 22B, 22C) configurado para generar un coeficiente de corrección que minimiza una medida de distancia entre una secuencia de señal de entrada y una secuencia de señal obtenida normalizando a la inversa una secuencia de señal que corresponde al índice de cuantificación de señal con el valor normalizado corregido con el coeficiente de corrección;  
 un cuantificador de información de normalización (105; 106; 106a; 106A, 106B; 106b; 106c; 106d; 105')  
 15 configurado para generar un índice de cuantificación de 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 unidad de salida de código configurada para sacar un código que incluye al menos el índice de cuantificación de señal y el índice de cuantificación de información de normalización.

20 11. El aparato de codificación según la Reivindicación 10, que además comprende un decodificador (21) configurado para generar la secuencia de señal que corresponde al índice de cuantificación de señal como una secuencia de señal de salida normalizada,  
 en donde el generador de coeficientes de corrección (22; 22A, 22B, 22C) está configurado para generar el  
 25 coeficiente de corrección dividiendo un primer coeficiente de corrección por un segundo coeficiente de corrección, el primer coeficiente de corrección que es un producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y la secuencia de señal de salida normalizada y el segundo coeficiente de corrección que es una suma de los cuadrados del vector de la secuencia de señal de salida normalizada.

30 12. El aparato de codificación según la Reivindicación 10, que además comprende:  
 un decodificador (21) configurado para generar la secuencia de señal que corresponde al índice de cuantificación de señal como una secuencia de señal de salida normalizada; y  
 en donde el generador de coeficientes de corrección (22) comprende:  
 35 un primer generador de coeficientes de corrección (22a) configurado para generar un producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y la secuencia de señal de salida normalizada como el primer coeficiente de corrección; y  
 un segundo generador de coeficientes de corrección (22b) configurado para generar una suma de los cuadrados del vector de la secuencia de señal de salida normalizada como el segundo coeficiente de corrección;  
 40 en donde el aparato además comprende un calculador de corrección (23a, 23b) configurado para generar el valor de normalización corregido multiplicando el valor de normalización por dicho primer coeficiente de corrección y dividiendo el resultado de la multiplicación por dicho segundo coeficiente de corrección.

45 13. El aparato de codificación según la Reivindicación 10,  
 en donde el generador de coeficientes de corrección (22A, 22B) genera el producto interno  $\beta_1$  de la secuencia de señal de entrada normalizada y la secuencia de señal de salida normalizada y una suma total  $\beta_2$  de las sumas de los cuadrados de los vectores de la secuencia de señal de salida normalizada como el coeficiente de corrección; y  
 el cuantificador de información de normalización (106a) comprende un cuantificador de coeficientes de corrección  
 50 configurado para buscar un libro de códigos de coeficientes de corrección (106Ta) que mantiene una pluralidad de coeficientes de corrección representativos predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de coeficientes de corrección, para un índice de cuantificación de coeficientes de corrección que corresponde a un coeficiente de corrección cuantificado  $\gamma$  que minimiza la medida de distancia  $d'$  dada por

55 
$$d' = -2\gamma\beta_1 + \gamma^2\beta_2$$

y sacar el índice de cuantificación de coeficientes de corrección.

60 14. El aparato de codificación según la Reivindicación 10,  
 en donde el cuantificador de señal (104) se configura para buscar un libro de códigos de vectores (104T) que mantiene una pluralidad de vectores representativos predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de vectores, para un vector representativo que minimiza la medida de distancia obtenida usando un producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y el vector representativo en el libro de códigos de vectores y una suma de los cuadrados del vector representativo en el libro de códigos de vectores; y

el generador de coeficientes de corrección (22) se configura para generar el coeficiente de corrección dividiendo el producto interno usado cuando la medida de distancia se minimiza en el cuantificador de señal por la suma de los cuadrados.

5 **15.** El aparato de codificación según la Reivindicación 10, que además comprende un calculador de corrección (23) configurado para generar el valor de normalización corregido multiplicando el valor de normalización por un primer coeficiente de corrección y dividiendo el resultado de la multiplicación por un segundo coeficiente de corrección, en donde el cuantificador de señal (104) se configura para buscar un libro de códigos de vectores (104T) que mantiene una pluralidad de vectores representativos predeterminados en asociación con los índices de  
10 cuantificación de vectores, para un vector representativo que minimiza la medida de distancia obtenida usando un producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y el vector representativo en el libro de códigos de vectores y una suma de los cuadrados del vector representativo en el libro de códigos de vectores, y el generador de coeficientes de corrección (22) está configurado para obtener el producto interno usado cuando la medida de distancia se minimiza en el cuantificador de señal como el primer coeficiente de corrección y la suma de  
15 los cuadrados como el segundo coeficiente de corrección.

**16.** El aparato de codificación según la Reivindicación 10, en donde el cuantificador de señal (104) está configurado para buscar un libro de códigos de vectores (104T) que mantiene una pluralidad de vectores representativos predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de vectores, para un vector representativo que  
20 minimiza la medida de distancia obtenida usando el producto interno de la secuencia de señal de entrada normalizada y el vector representativo en el libro de códigos de vectores y la suma de los cuadrados del vector representativo en el libro de códigos de vectores; el generador de coeficientes de corrección (22) está configurado para obtener el coeficiente de corrección como un grupo formado de un primer coeficiente  $\beta_1$ , que es el producto interno usado cuando la medida de distancia se  
25 minimiza en el cuantificador de señal, y un segundo coeficiente  $\beta_2$ , que es la suma de los cuadrados; y el cuantificador de información de normalización (106a) comprende un cuantificador de coeficientes de corrección configurado para buscar un libro de códigos de coeficientes de corrección (106Ta) que mantiene una pluralidad de coeficientes de corrección cuantificados predeterminados en asociación con los índices de cuantificación de coeficientes de corrección, para un índice de cuantificación de coeficientes de corrección que corresponde a un  
30 coeficiente de corrección cuantificado  $\gamma$  que minimiza la medida de distancia  $d'$  dada por

$$d' = -2\gamma\beta_1 + \gamma^2\beta_2$$

y sacar el índice de cuantificación de coeficientes de corrección.

35 **17.** El aparato de codificación según una de las Reivindicaciones 10 a 16, que además comprende un divisor (103) configurado para generar una secuencia de señal de entrada dividida dividiendo la secuencia de señal de entrada normalizada según una regla predeterminada en cada trama y sacar la secuencia de señal de entrada dividida como la secuencia de señal de entrada normalizada.

40 **18.** Un aparato de codificación para codificar una señal de entrada digital de una señal de audio o una señal de vídeo, el aparato que comprende:

un normalizador (102) configurado para normalizar la señal de entrada digital en cada trama que contiene una  
45 pluralidad de muestras, con un valor de normalización calculado a partir de la señal de entrada en la trama para generar una secuencia de señal de entrada normalizada;  
un divisor (103) configurado para generar una secuencia de señal de entrada dividida dividiendo la secuencia de señal de entrada normalizada según una regla predeterminada en cada trama;  
un cuantificador de vectores (104) configurado para realizar la cuantificación de vectores de la secuencia de  
50 señal de entrada dividida para generar un índice de cuantificación de vectores;  
un decodificador (21) configurado para generar una secuencia de señal que corresponde al índice de cuantificación de vectores como una secuencia de señal de salida dividida;  
un generador de coeficientes de corrección (22; 22a, 22b; 62; 22A, 22B, 22C) configurado para generar un  
coeficiente de corrección dividiendo un primer coeficiente de corrección por un segundo coeficiente de  
55 corrección, el primer coeficiente de corrección que es una suma de los productos internos de la secuencia de señal de entrada dividida y la secuencia de señal de salida dividida y el segundo coeficiente de corrección que es una suma de las sumas de los cuadrados de los vectores de secuencia de señal de salida dividida;  
un cuantificador de información de normalización (105; 106; 106a; 106b) configurado para generar un índice  
60 de cuantificación de 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 unidad de salida de código configurada para sacar un código que incluye al menos el índice de cuantificación de vectores y el índice de cuantificación de información de normalización.

19. Un método de decodificación que comprende:

un proceso de decodificación de valor de normalización para decodificar un índice de cuantificación de valor de normalización para generar un valor de normalización de cada trama;  
 un proceso de decodificación de vectores para decodificar un índice de cuantificación de señal de entrada para generar una secuencia de señal de salida normalizada de cada trama;  
 un proceso de decodificación de coeficientes de corrección para decodificar un índice de cuantificación de coeficientes de corrección de entrada para generar un coeficiente de corrección de cada trama;  
 un proceso de corrección de valor de normalización para corregir el valor de normalización con el coeficiente de corrección para generar un valor de normalización corregido; y  
 un proceso de normalización inversa para normalizar a la inversa la secuencia de señal de salida normalizada con el valor de normalización corregido para generar una señal de salida digital de una señal de audio o una señal de vídeo de cada trama.

20. El método de decodificación según la Reivindicación 19, que además comprende un proceso de reconstrucción para disponer muestras en una pluralidad de secuencias de señal de salida divididas según una regla predeterminada para generar la secuencia de señal de salida normalizada, en donde, en el proceso de decodificación de vectores, el índice de cuantificación de señal de entrada se decodifica para generar la pluralidad de secuencias de señal de salida divididas en cada trama.

21. Un aparato de decodificación que comprende:

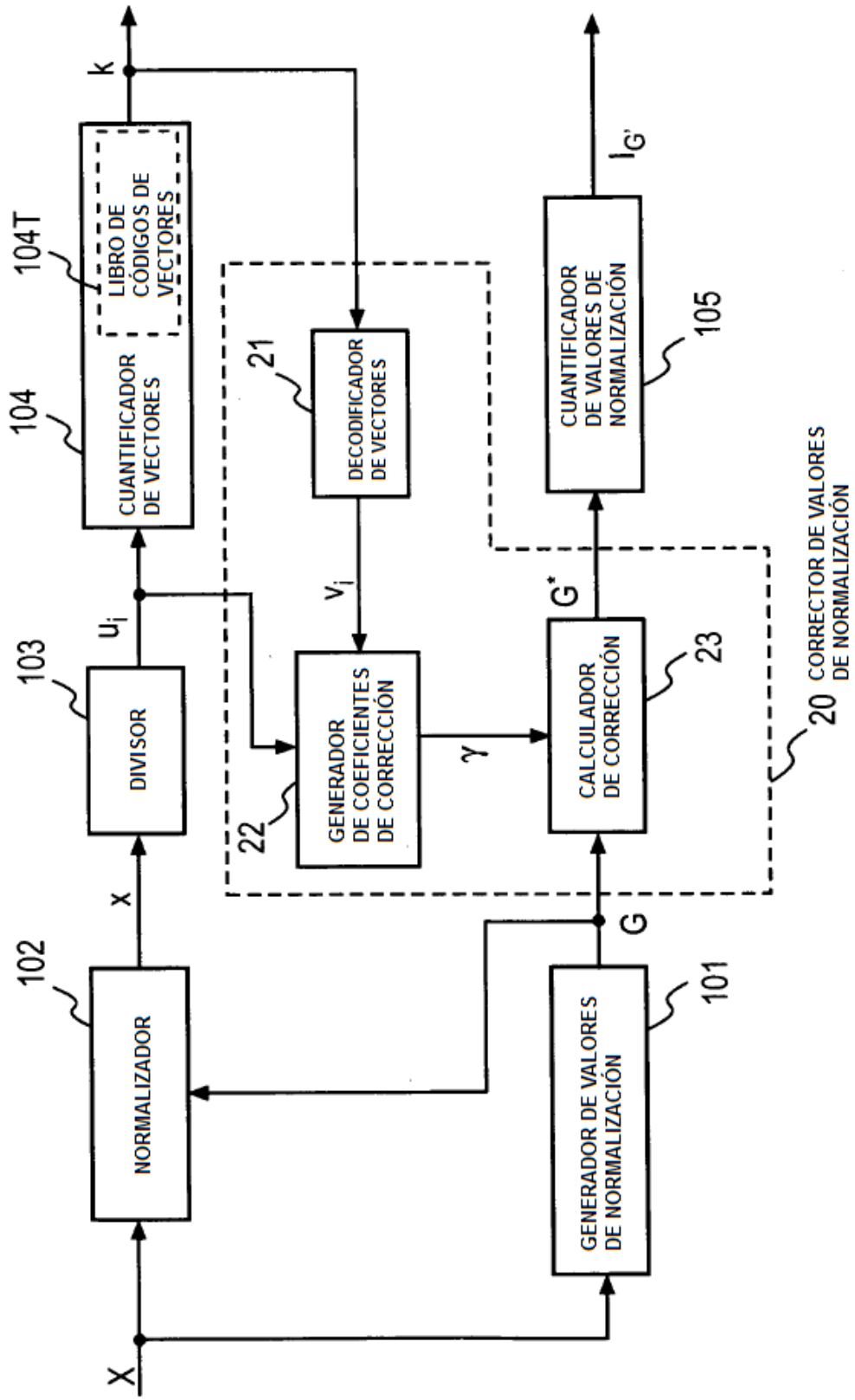
una unidad de decodificación de valor de normalización (113) configurada para decodificar un índice de cuantificación de valor de normalización de entrada para generar un valor normalizado de cada trama;  
 un decodificador de vectores (111) configurado para decodificar un índice de cuantificación de señal de entrada para generar una secuencia de señal de salida normalizada de cada trama;  
 un decodificador de coeficientes de corrección (115) configurado para decodificar un índice de cuantificación de coeficientes de corrección de entrada para generar un coeficiente de corrección de cada trama;  
 un corrector de valores de normalización (116) configurado para corregir el valor de normalización con el coeficiente de corrección para generar un valor de normalización corregido; y  
 un normalizador inverso (114) configurado para normalizar a la inversa la secuencia de señal de salida normalizada con el valor de normalización corregido para generar una señal de salida digital de una señal de audio o una señal de vídeo de cada trama.

22. El aparato de decodificación según la Reivindicación 21, que además comprende una unidad de reconstrucción (112) configurada para disponer una secuencia de señal de salida para generar la secuencia de señal de salida normalizada según una regla predeterminada.

23. Un programa para implementar, mediante un ordenador, los pasos del método según cualquiera de las Reivindicaciones 1, 9 y 19.

24. Un medio o soporte de registro o grabación legible por ordenador que tiene el programa según la Reivindicación 23 grabado al respecto.

FIG. 1



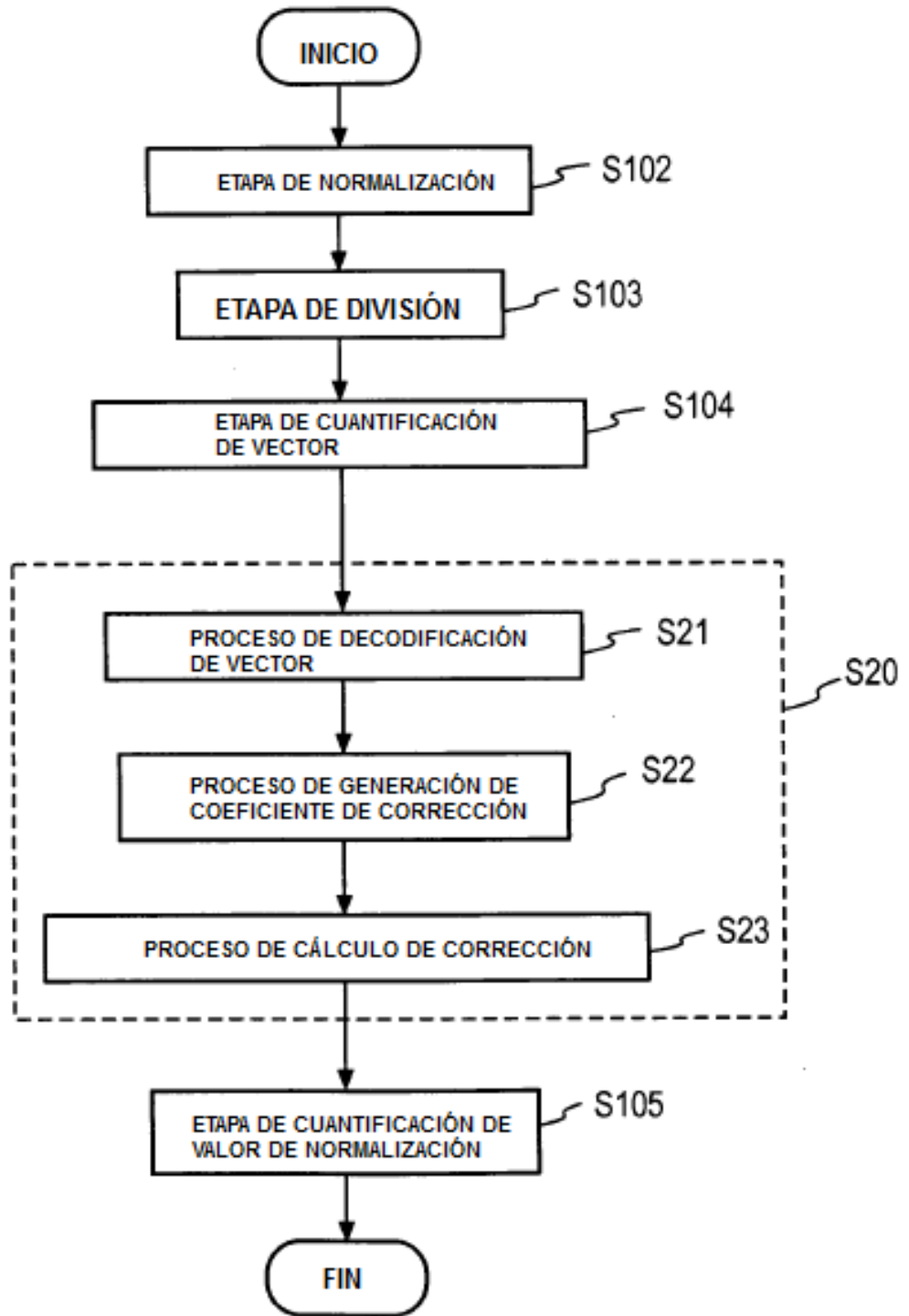


FIG. 2



FIG. 3

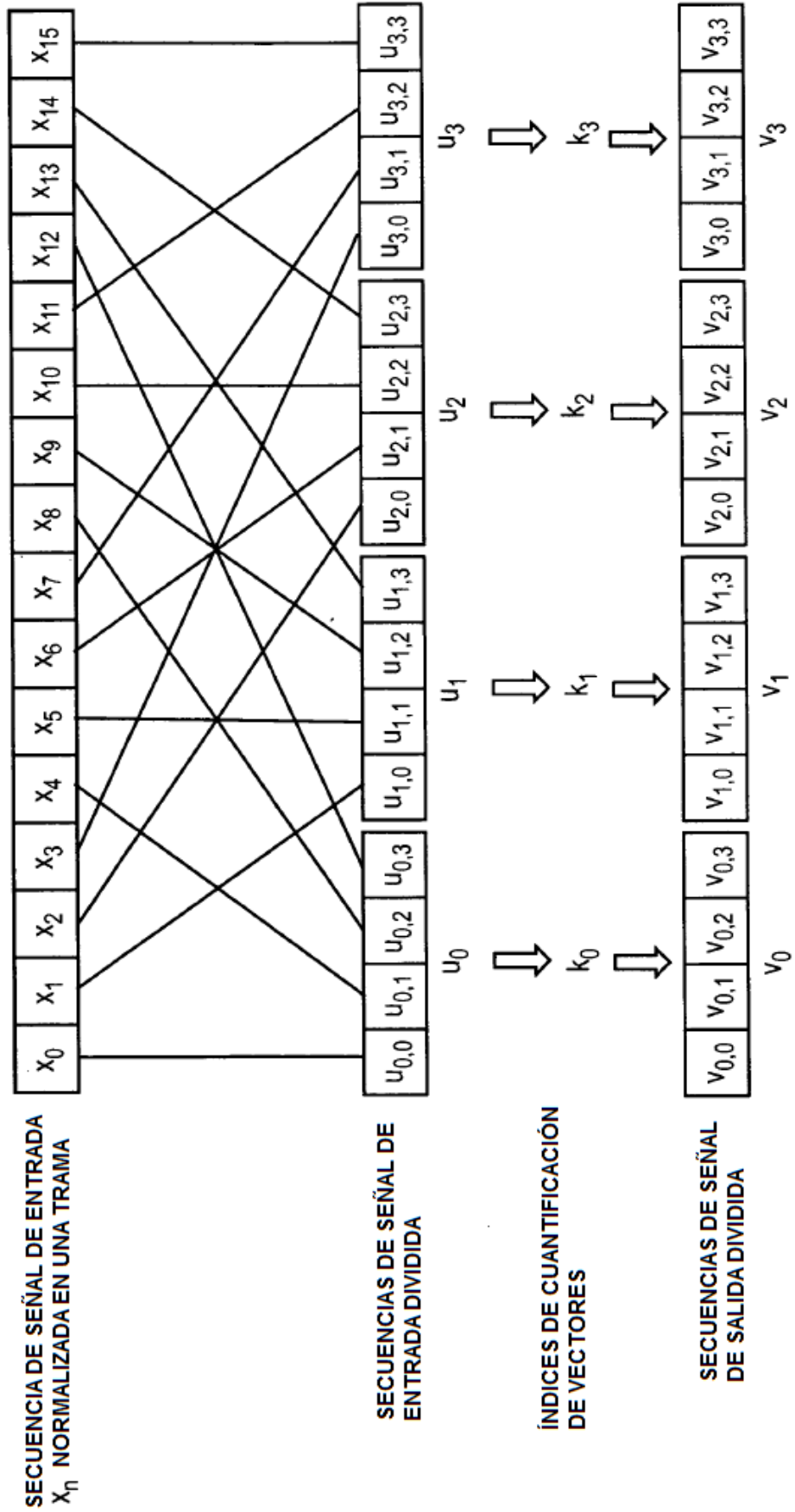
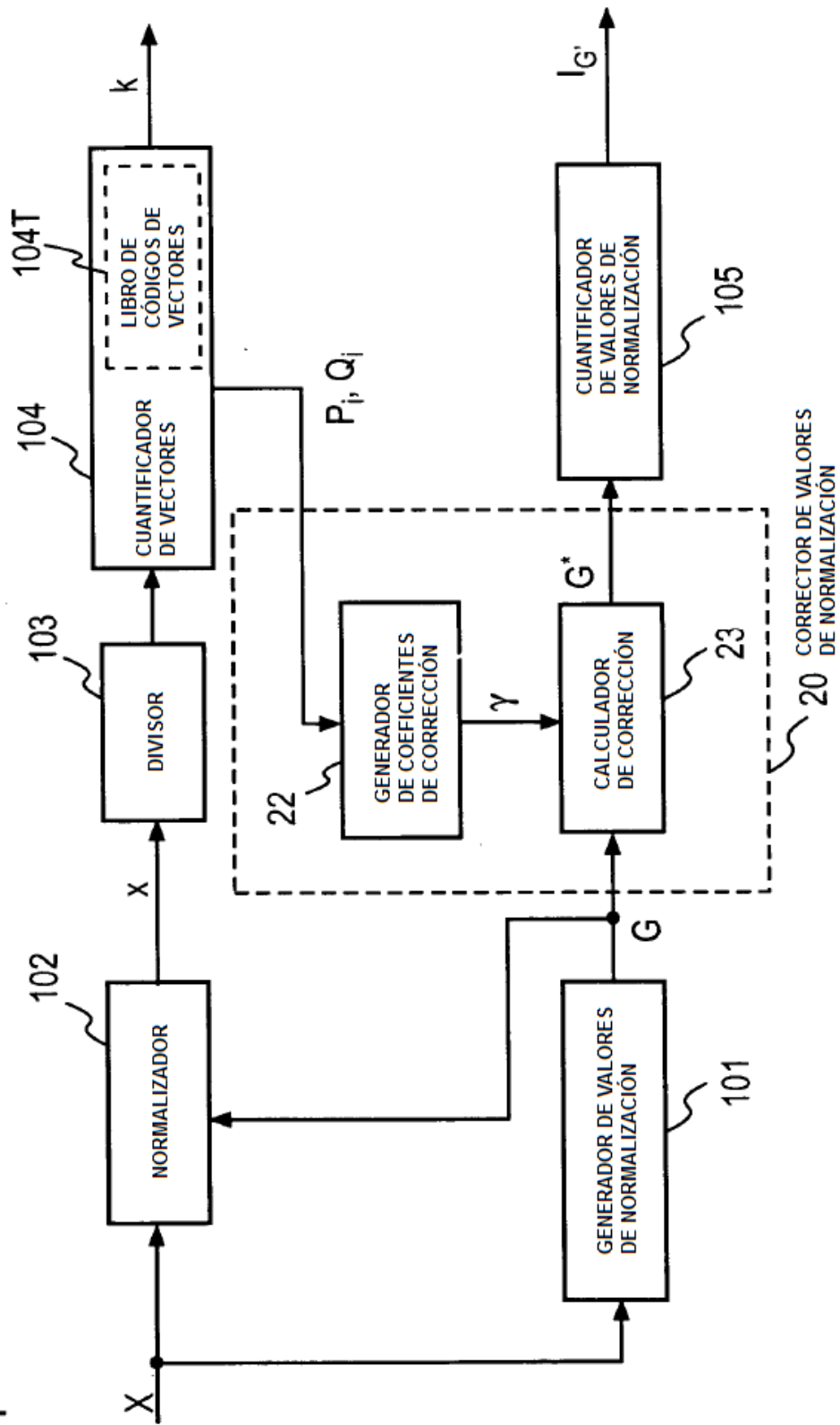


FIG. 4



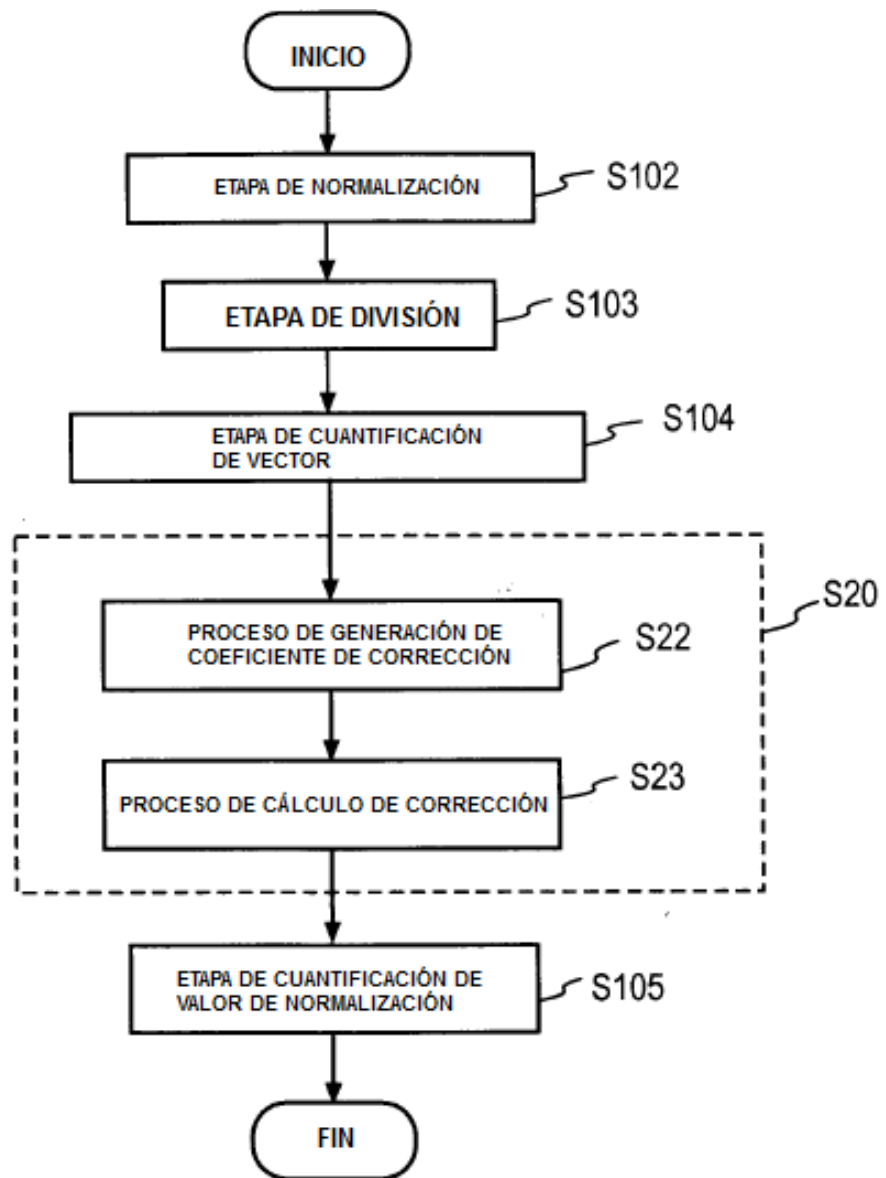
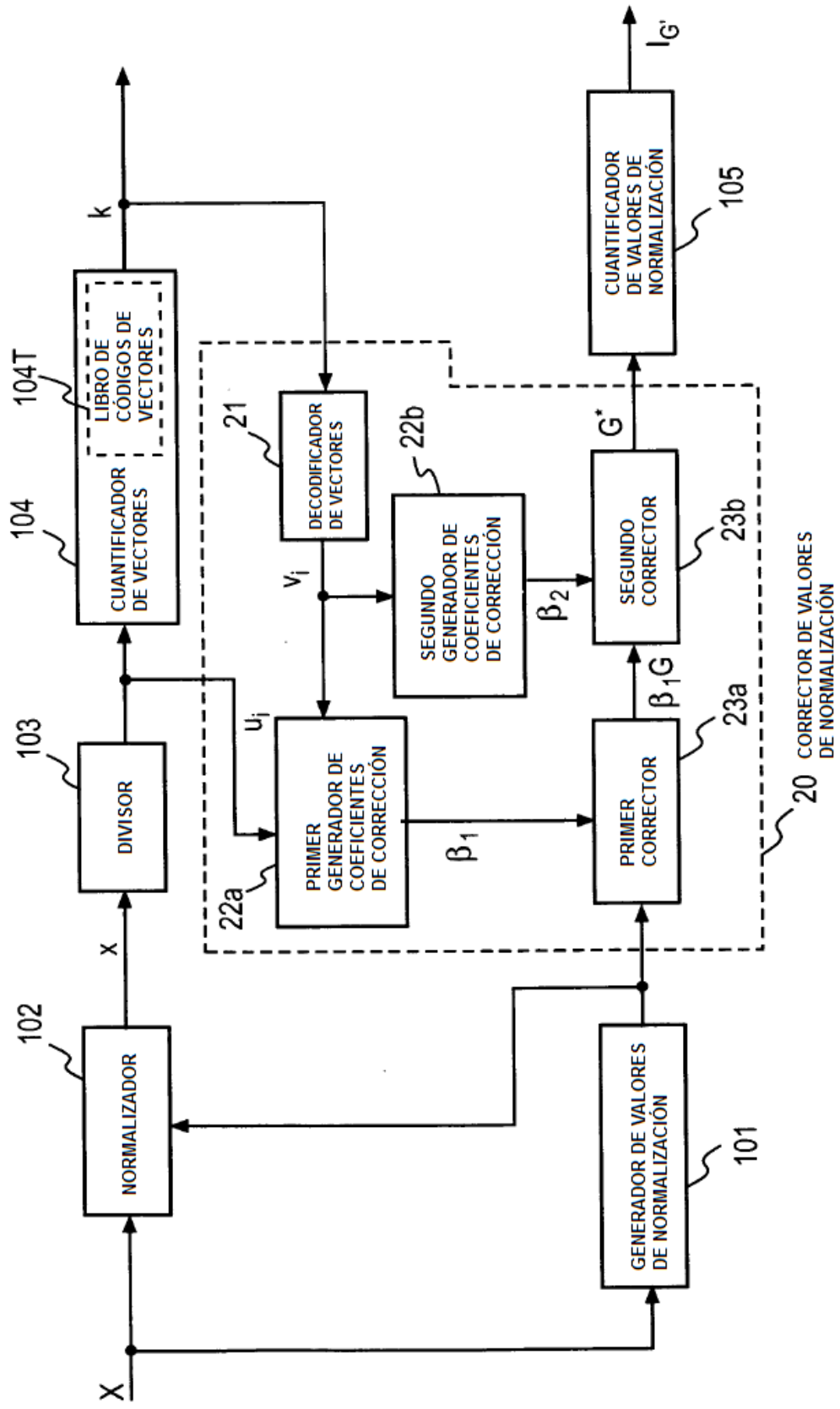


FIG. 5

FIG. 6



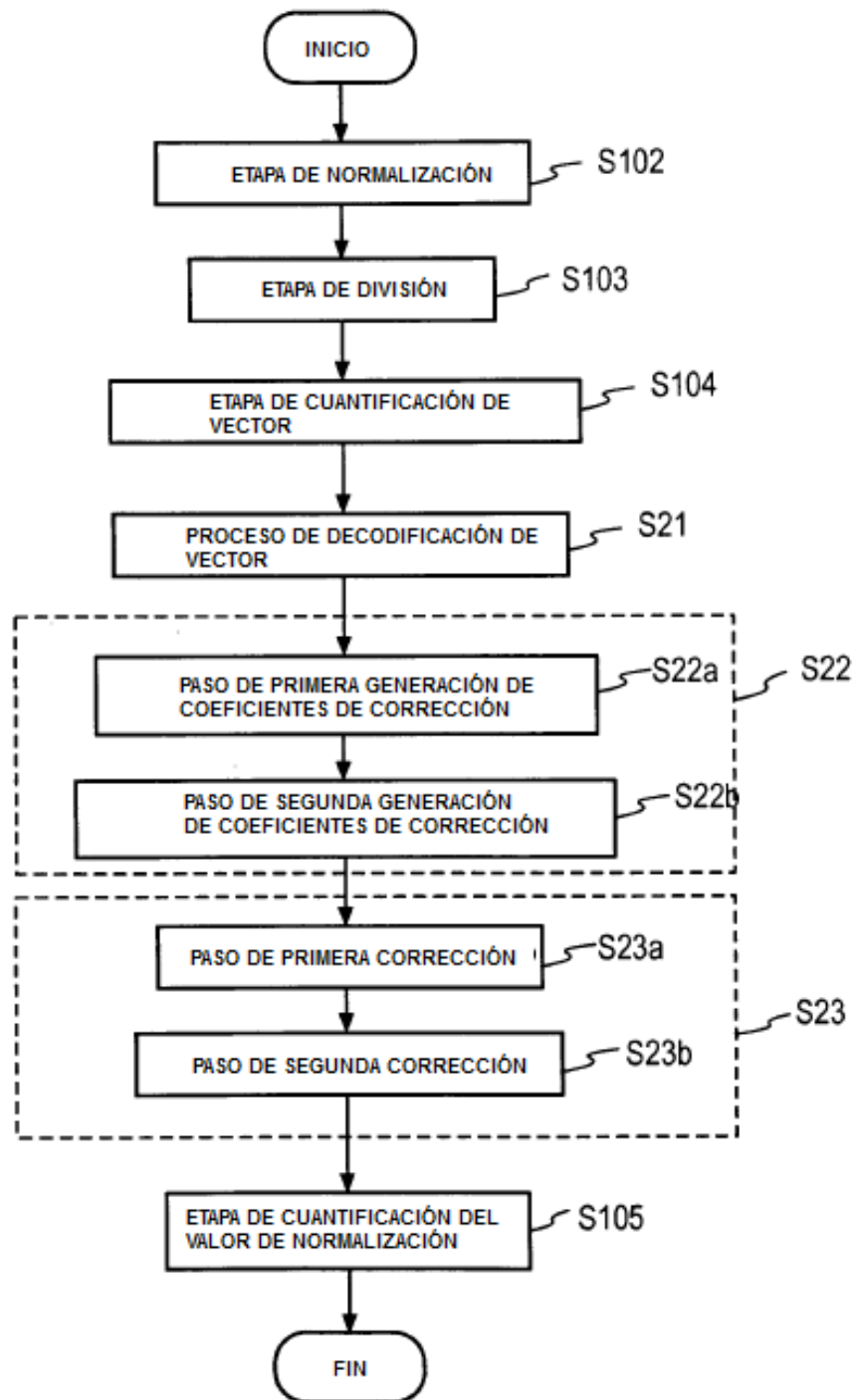
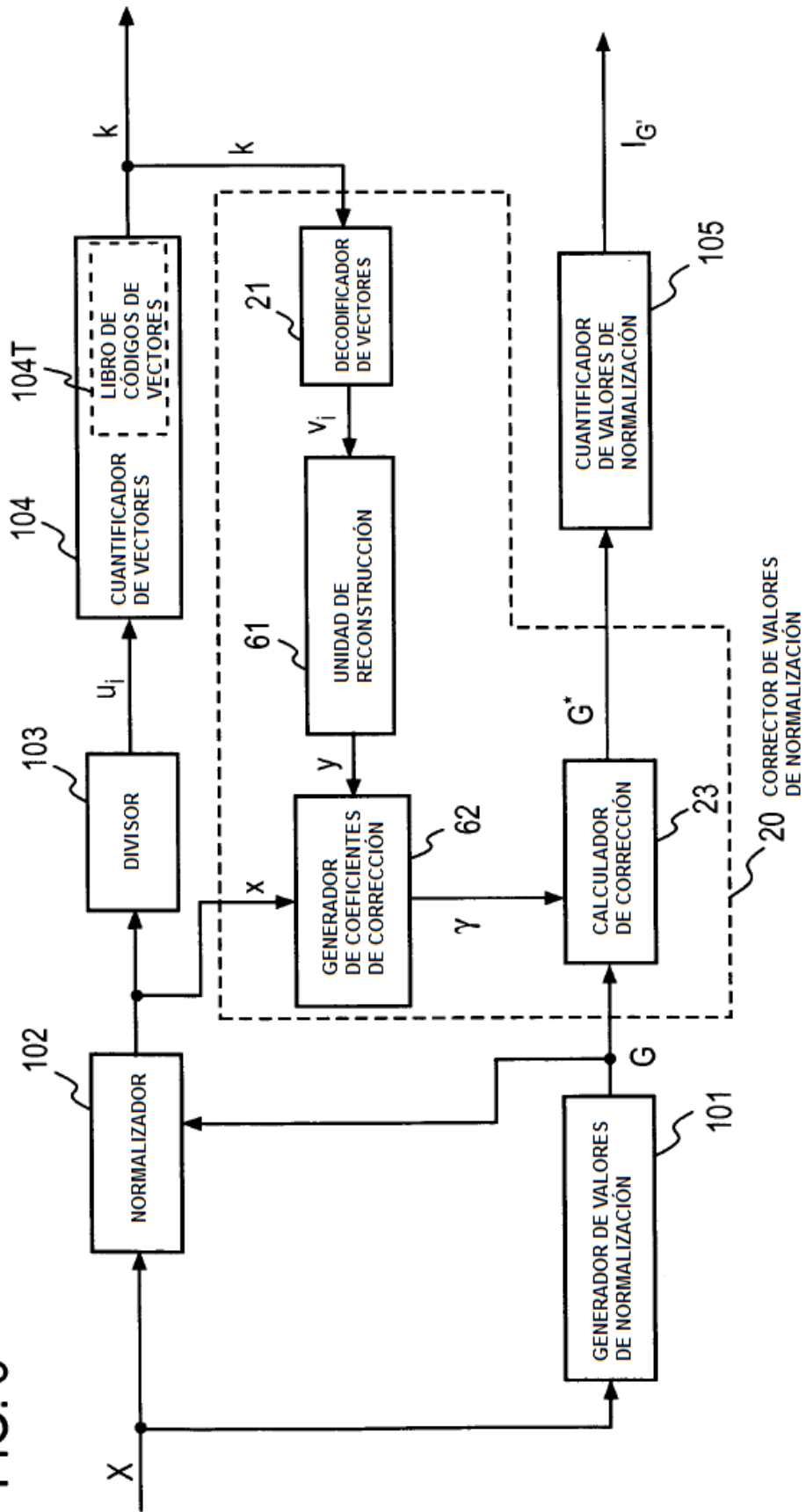


FIG. 7

FIG. 8



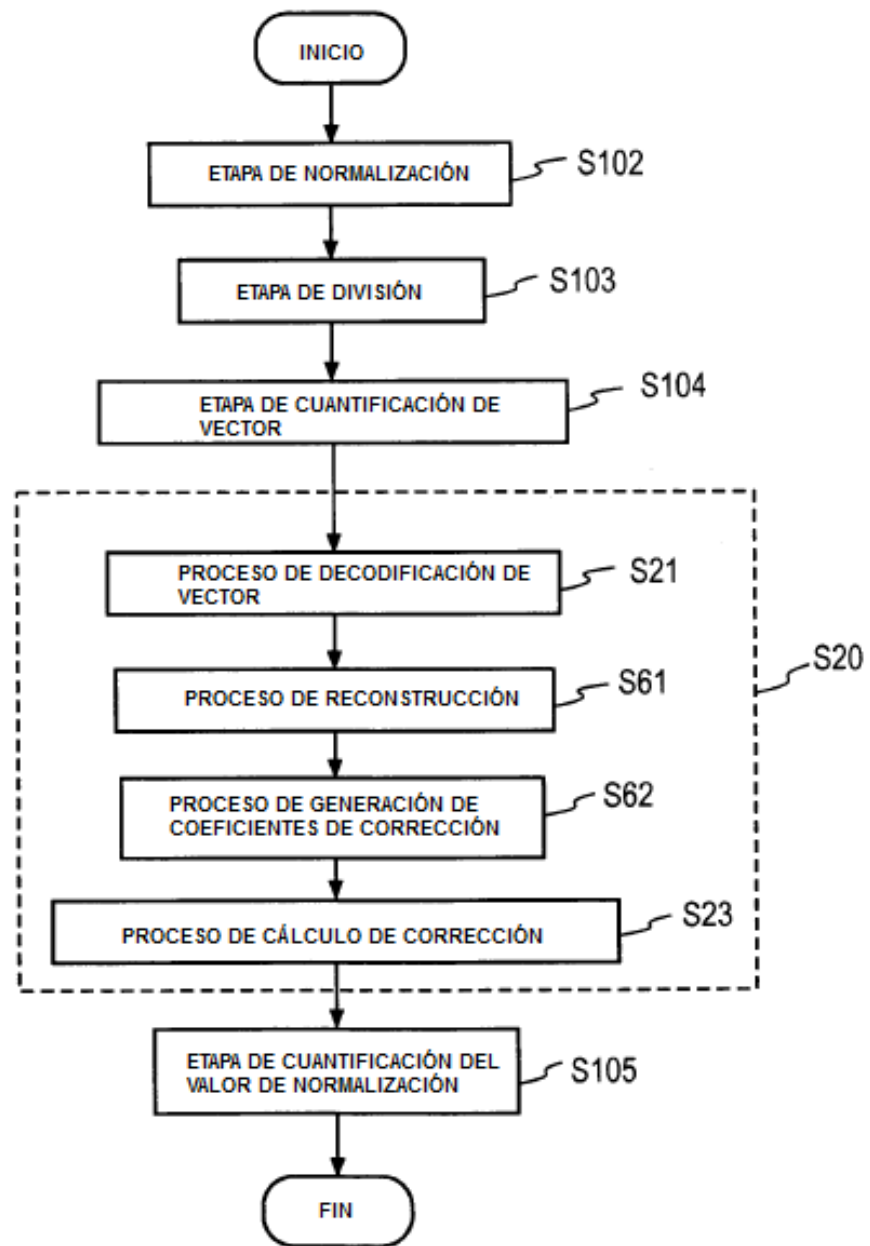


FIG. 9

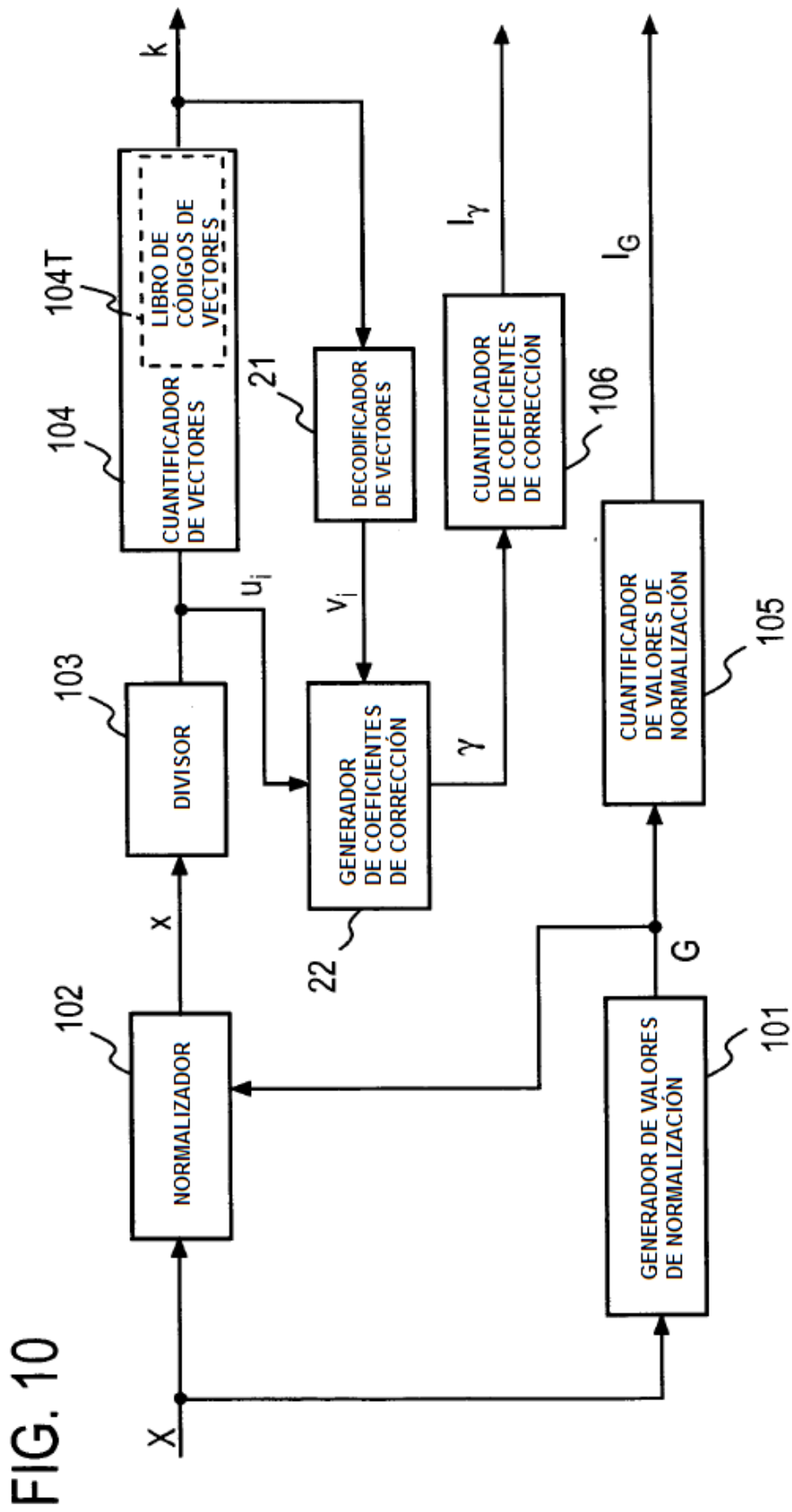
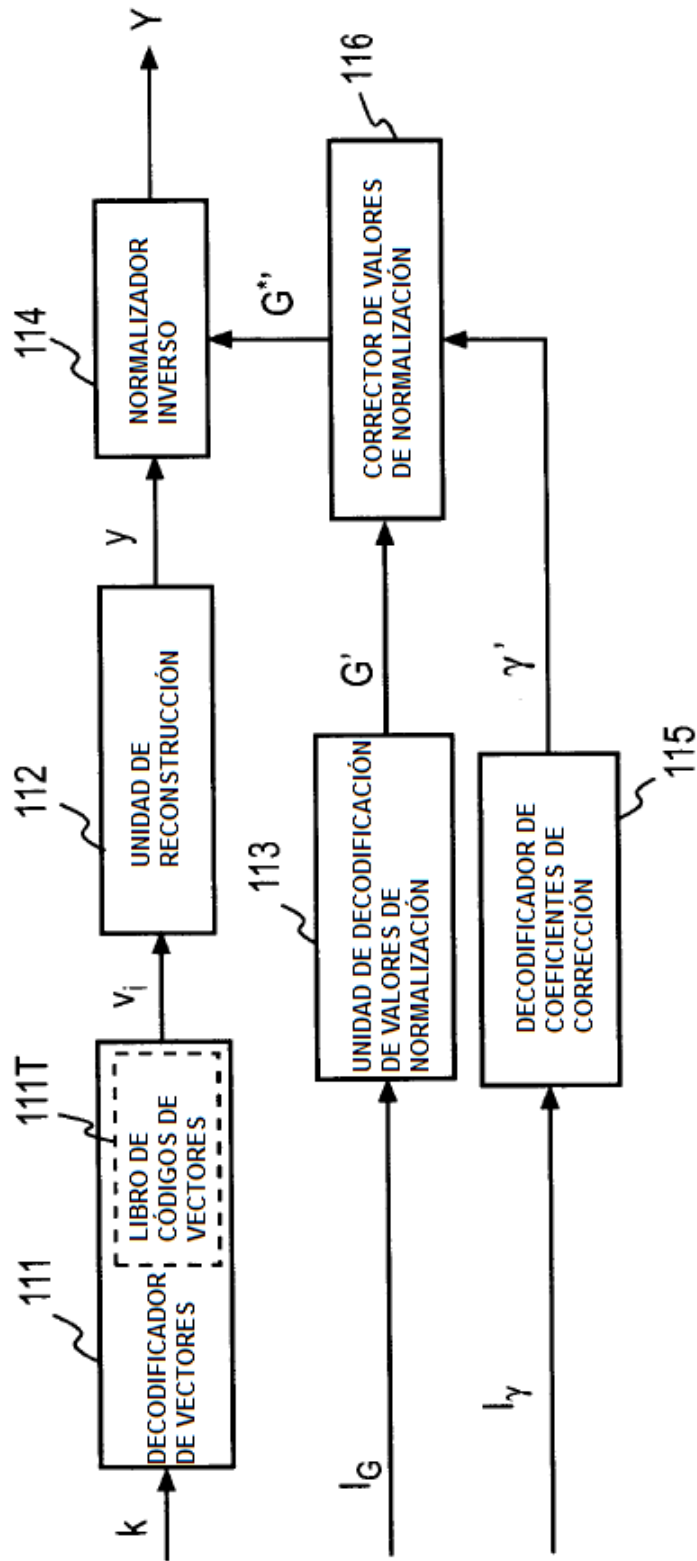




FIG. 11



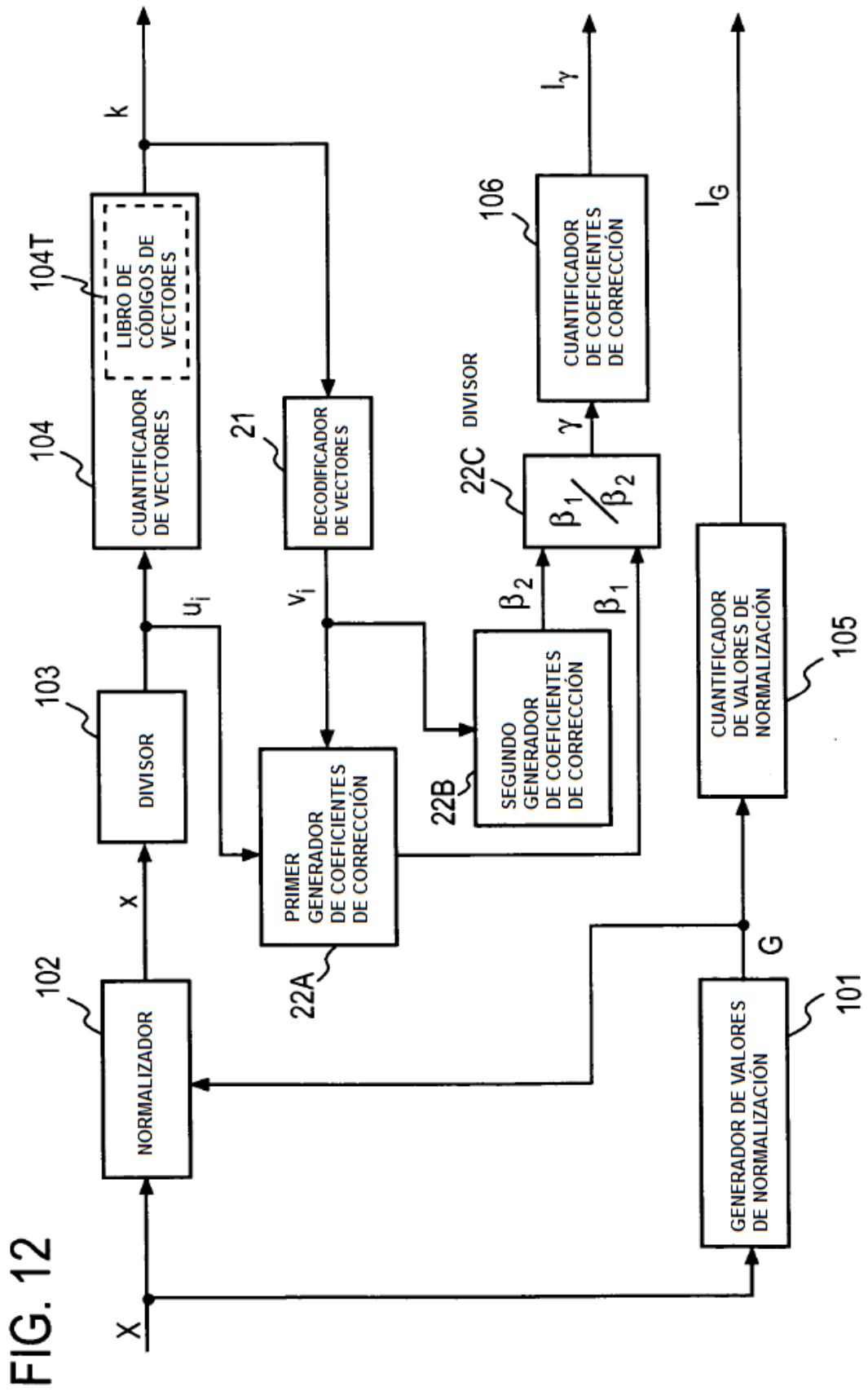


FIG. 13

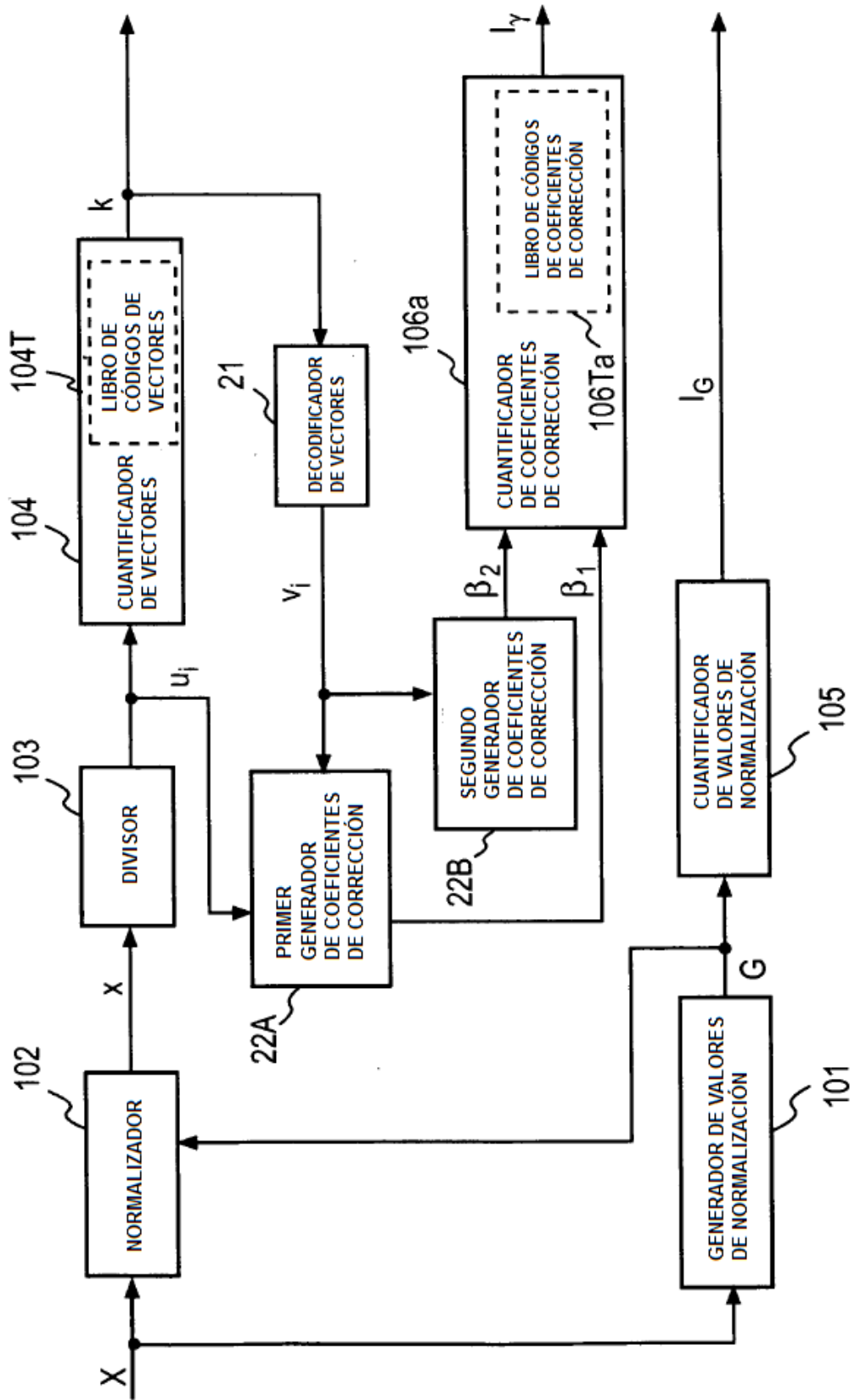


FIG. 14

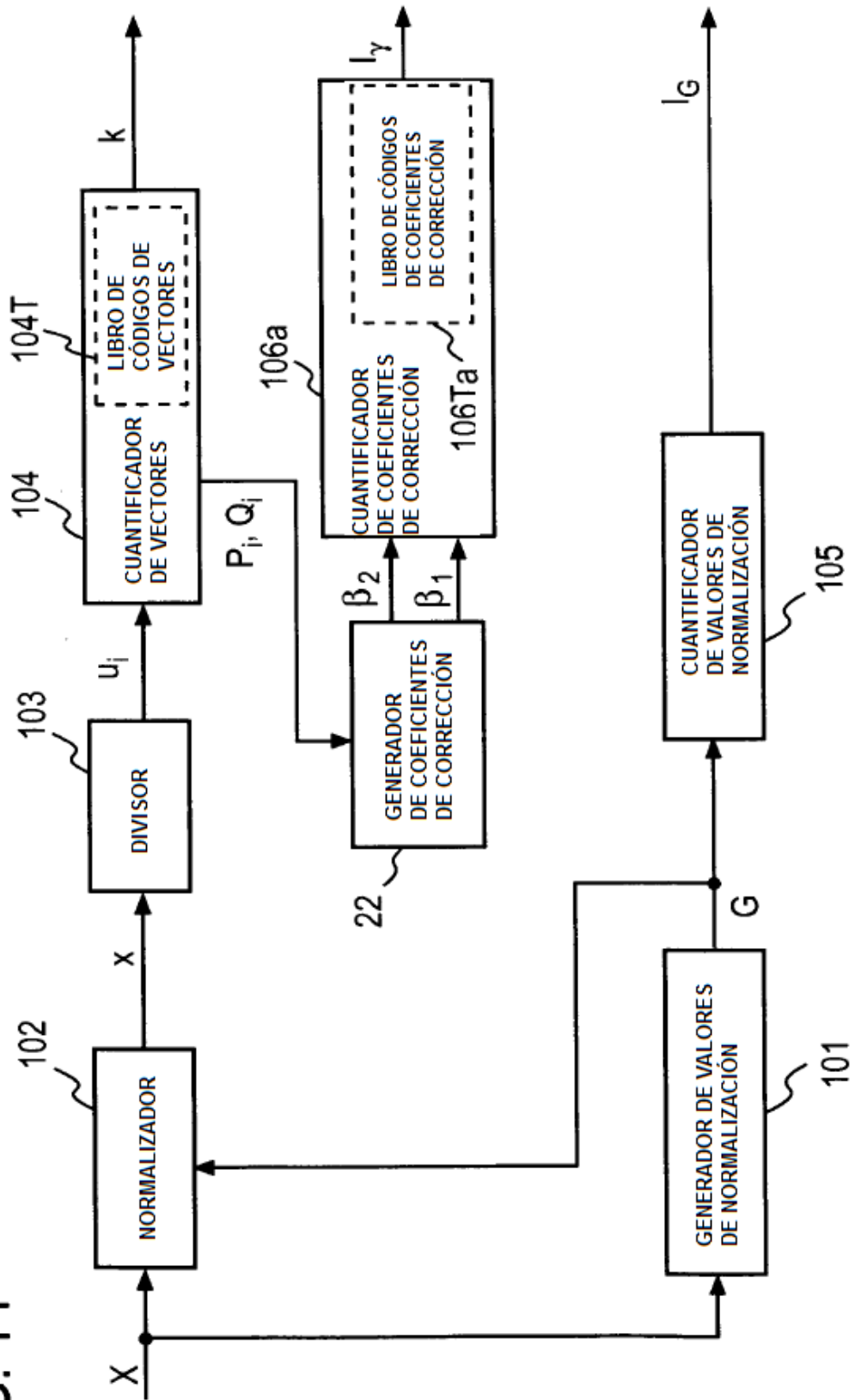




FIG. 16

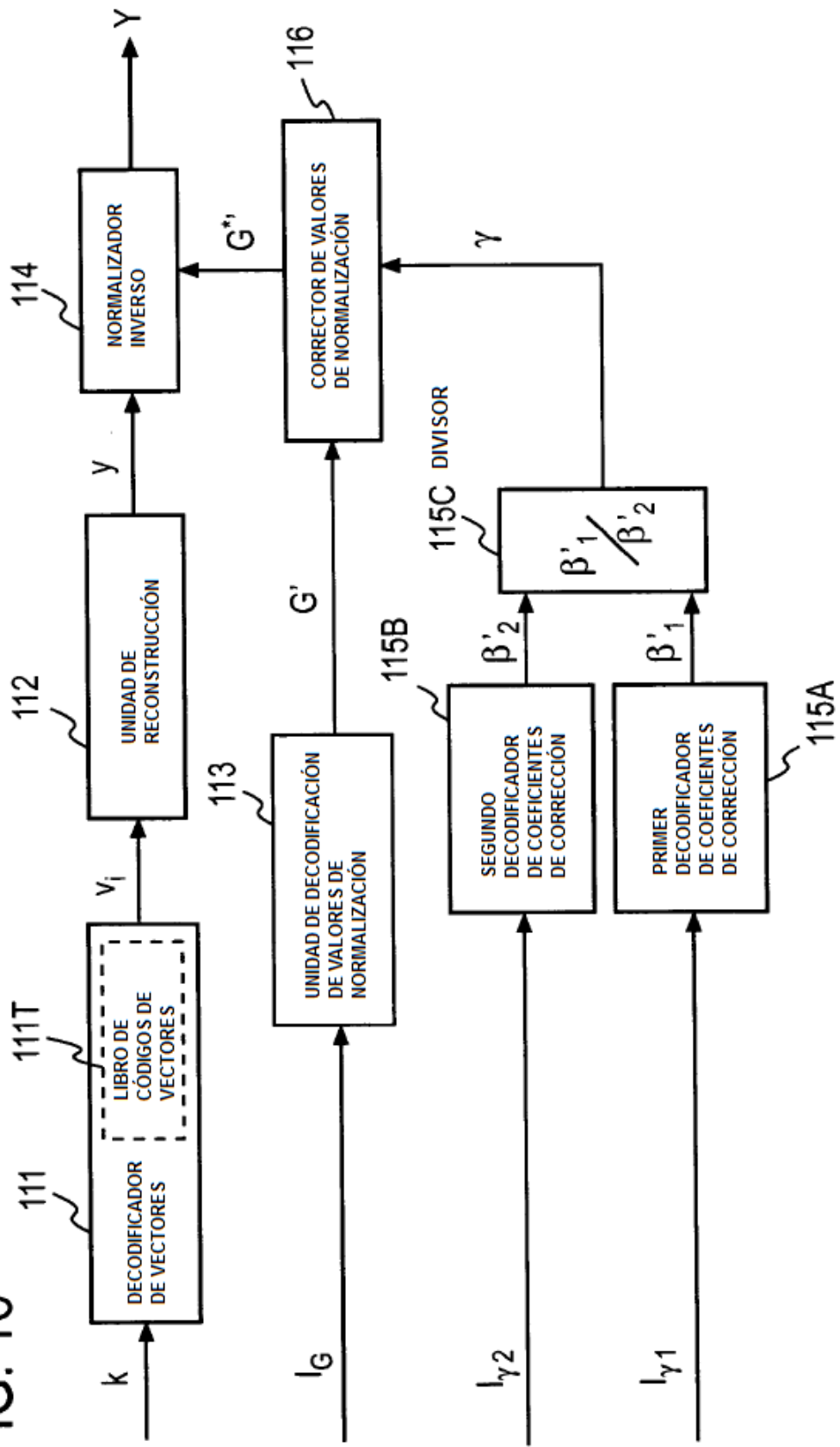


FIG. 17

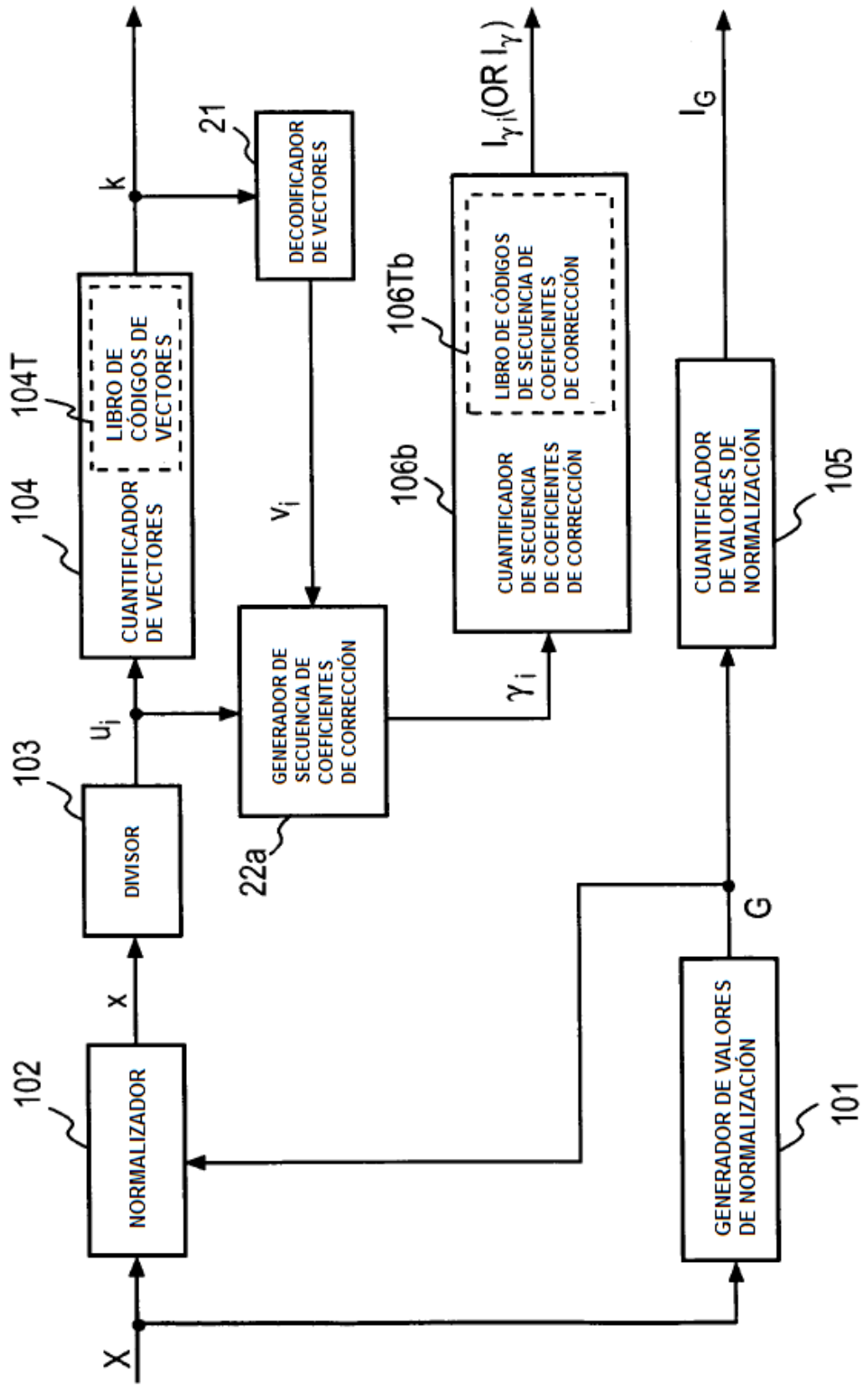


FIG. 18

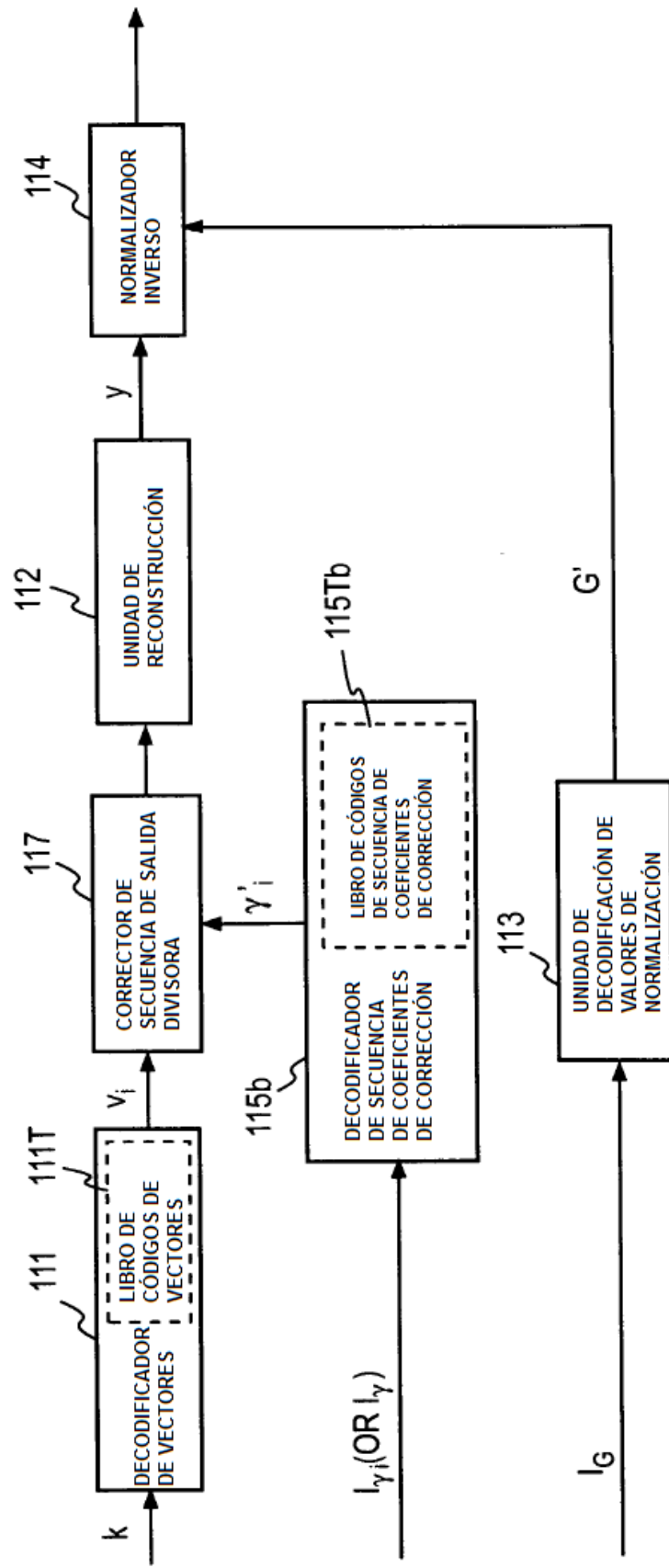




FIG. 19

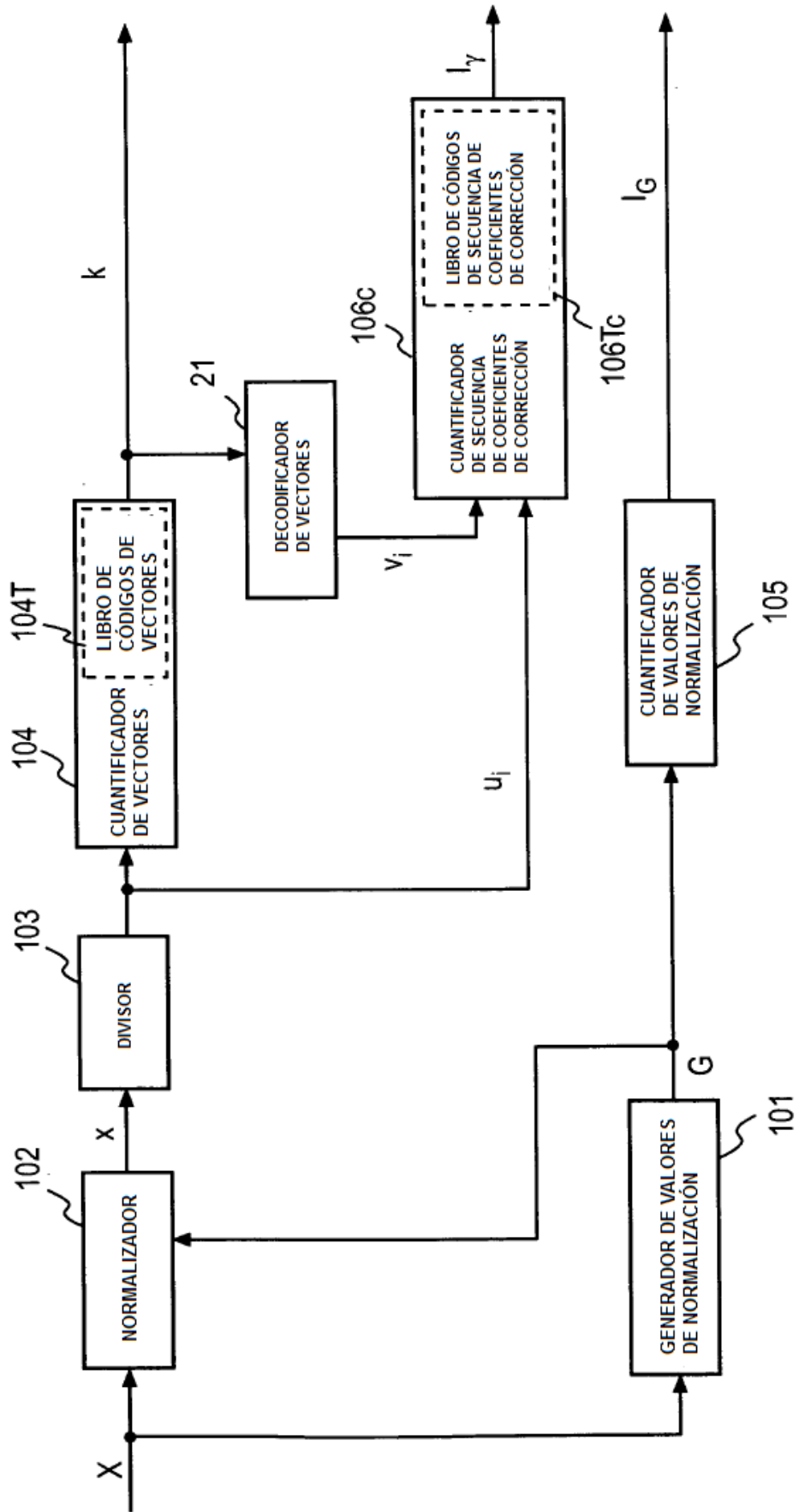


FIG. 20

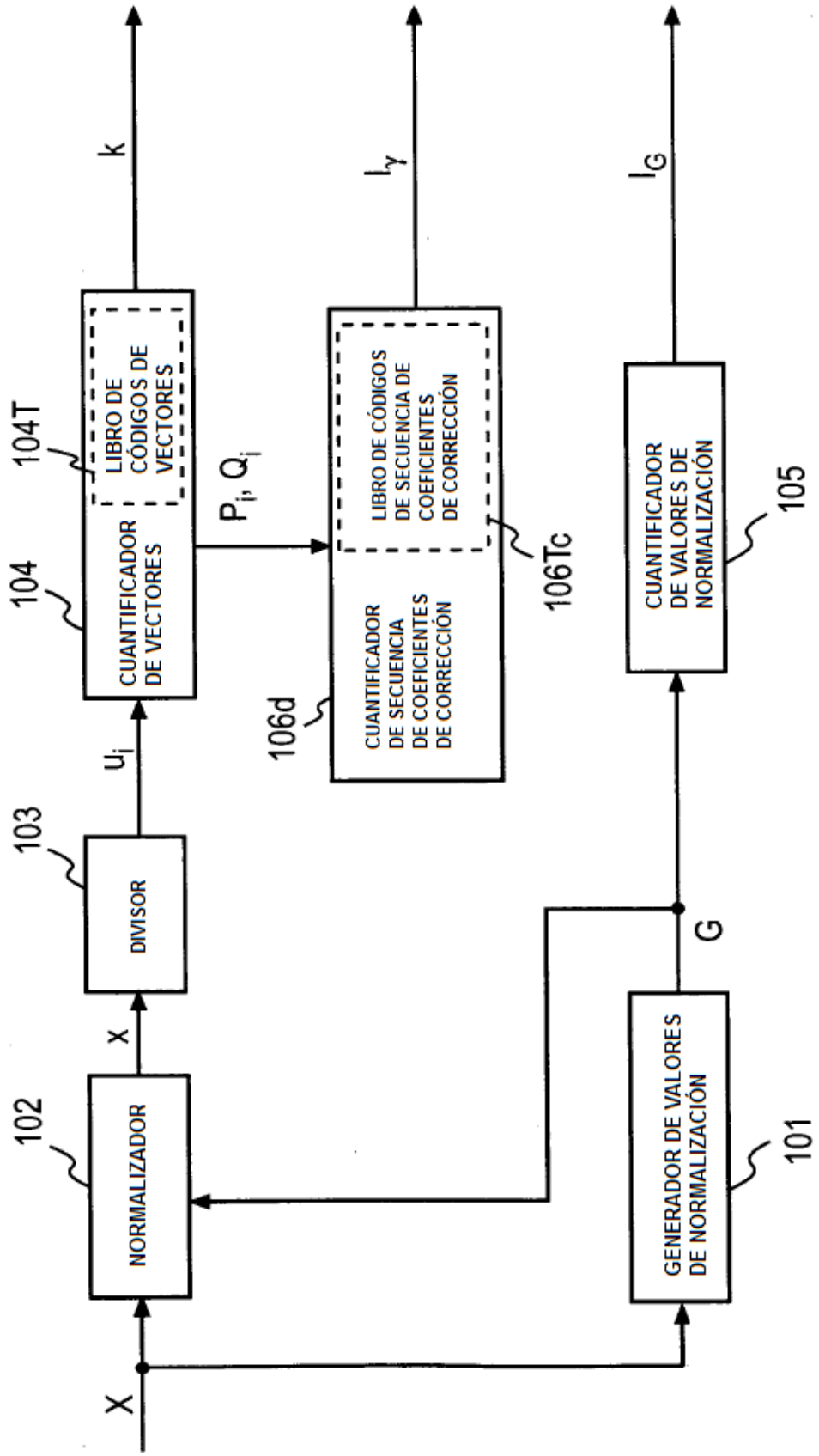


FIG. 21

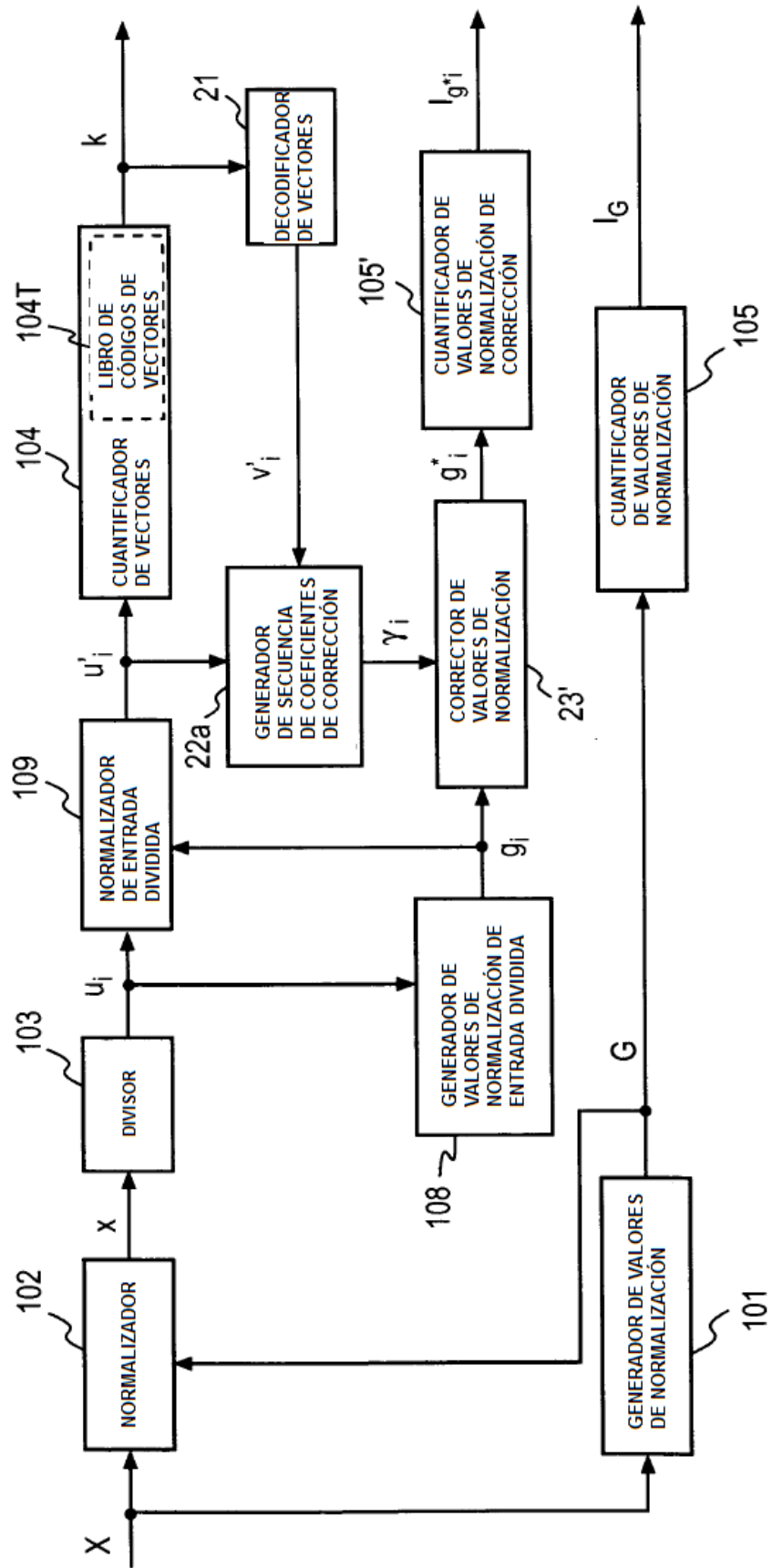


FIG. 22

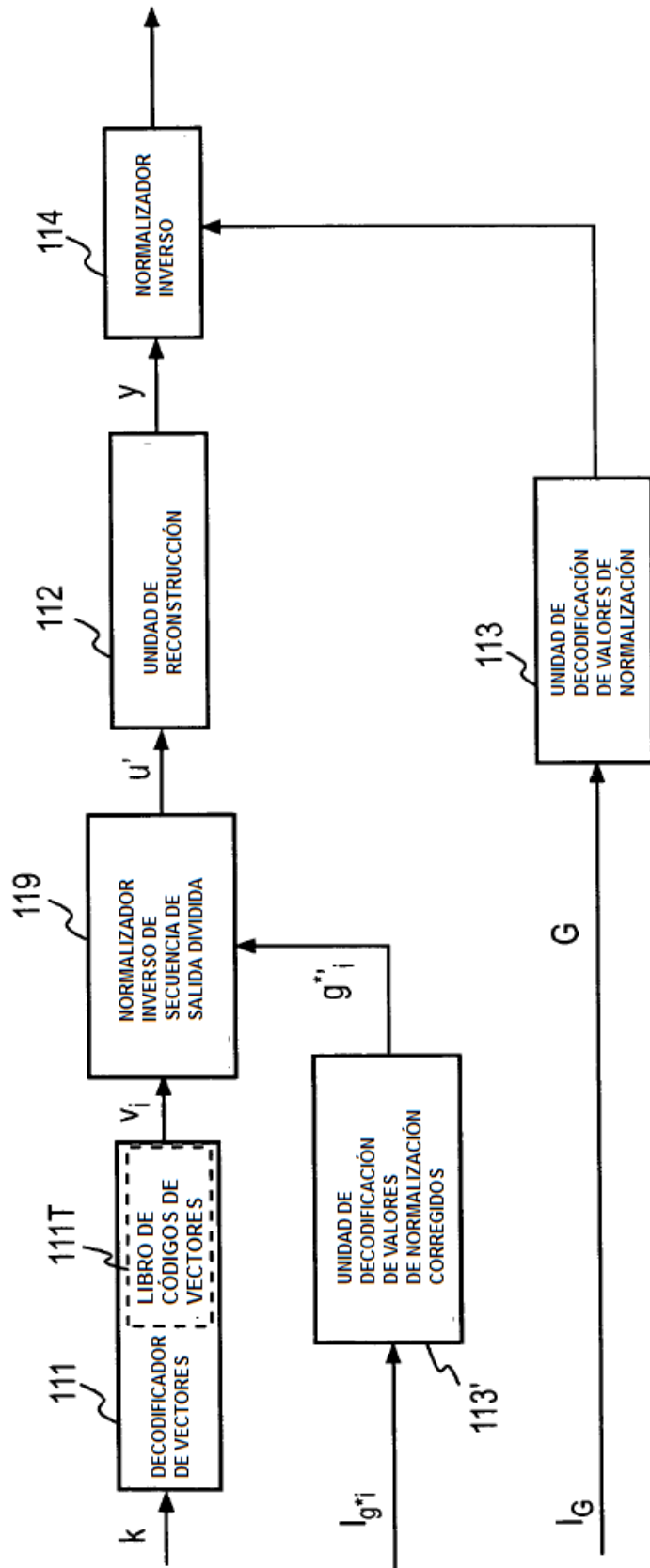


FIG. 23

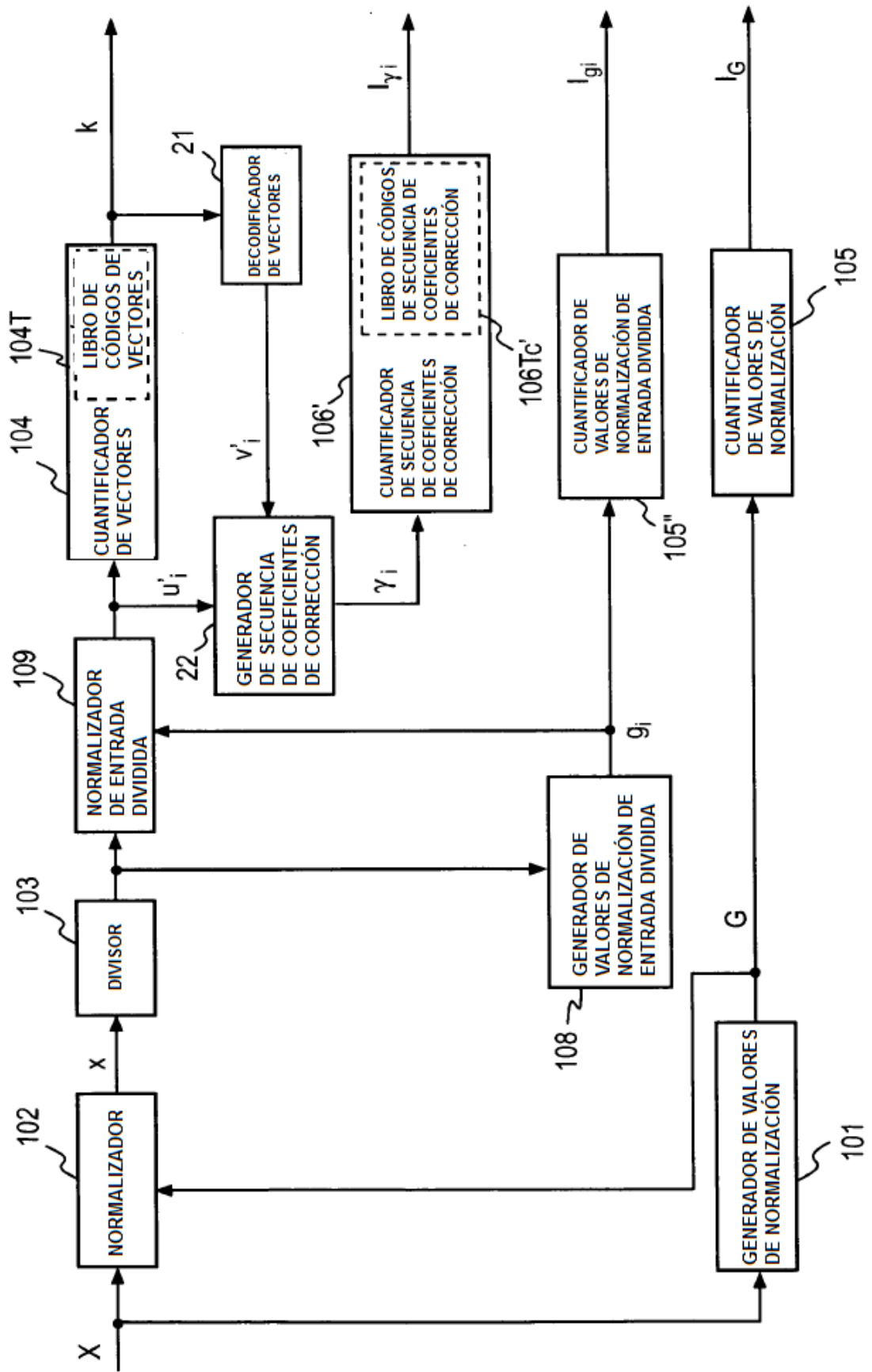


FIG. 24

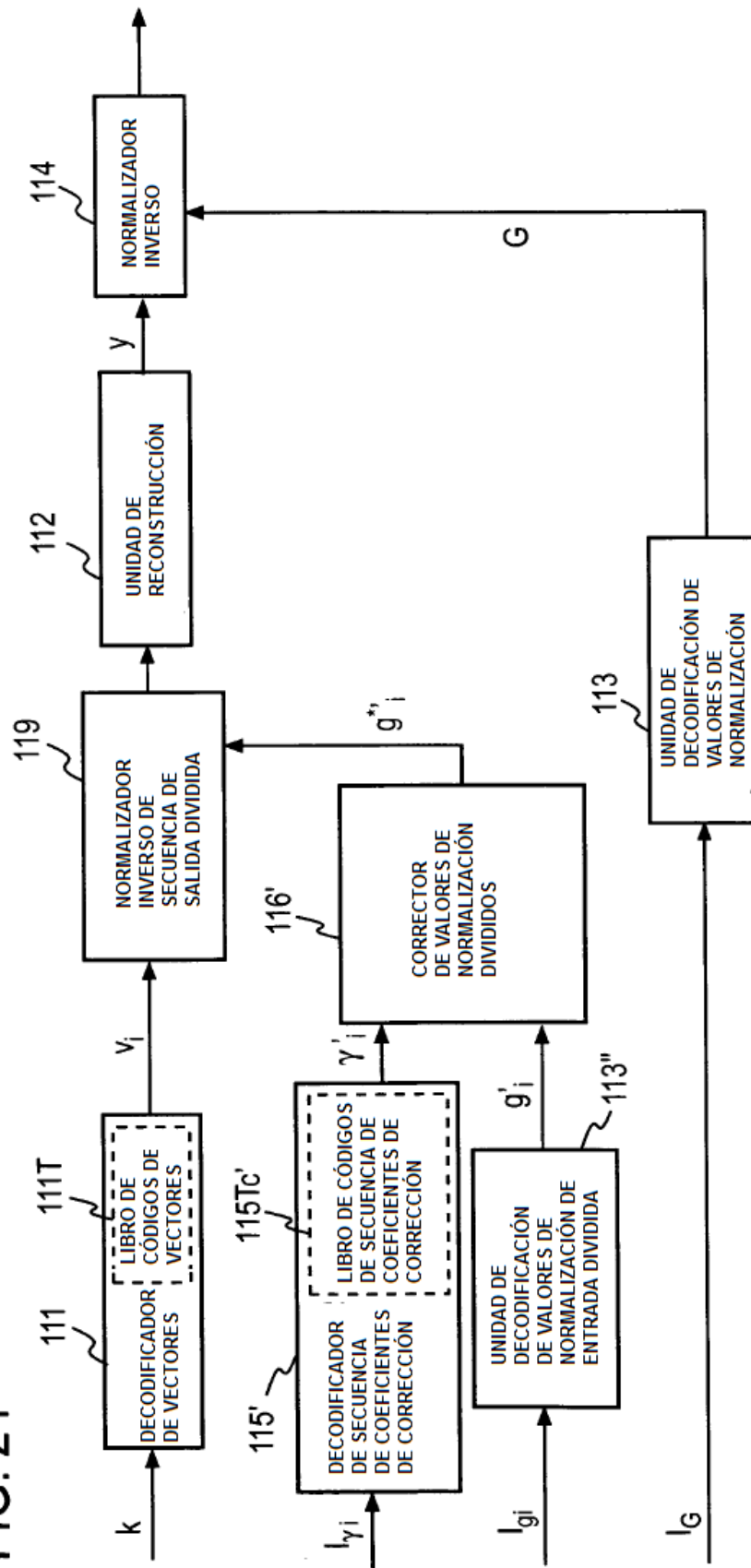


FIG. 25

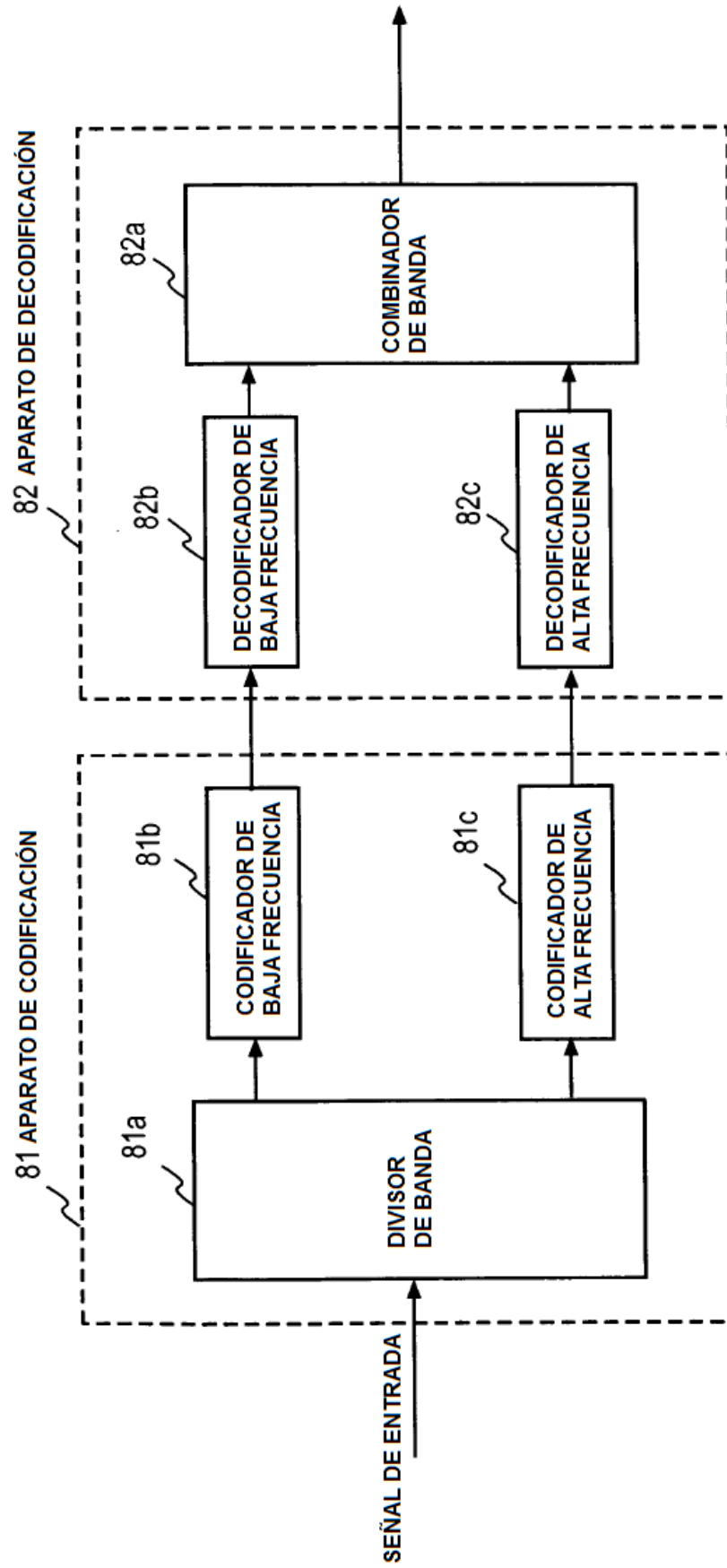


FIG. 26

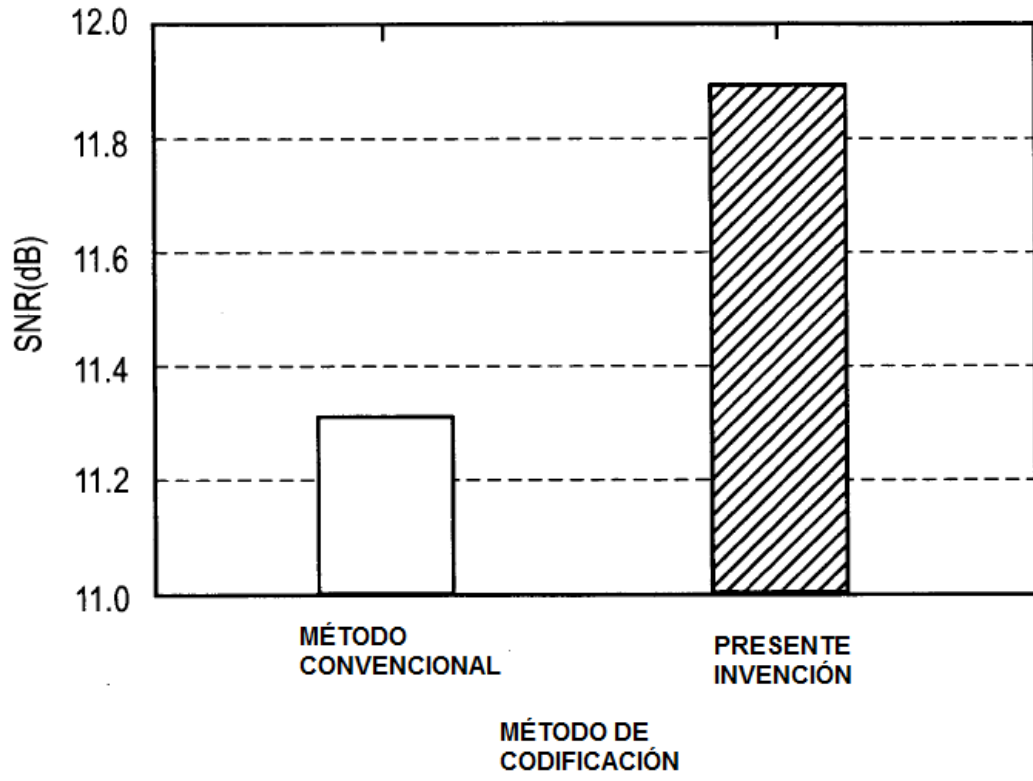




FIG. 27

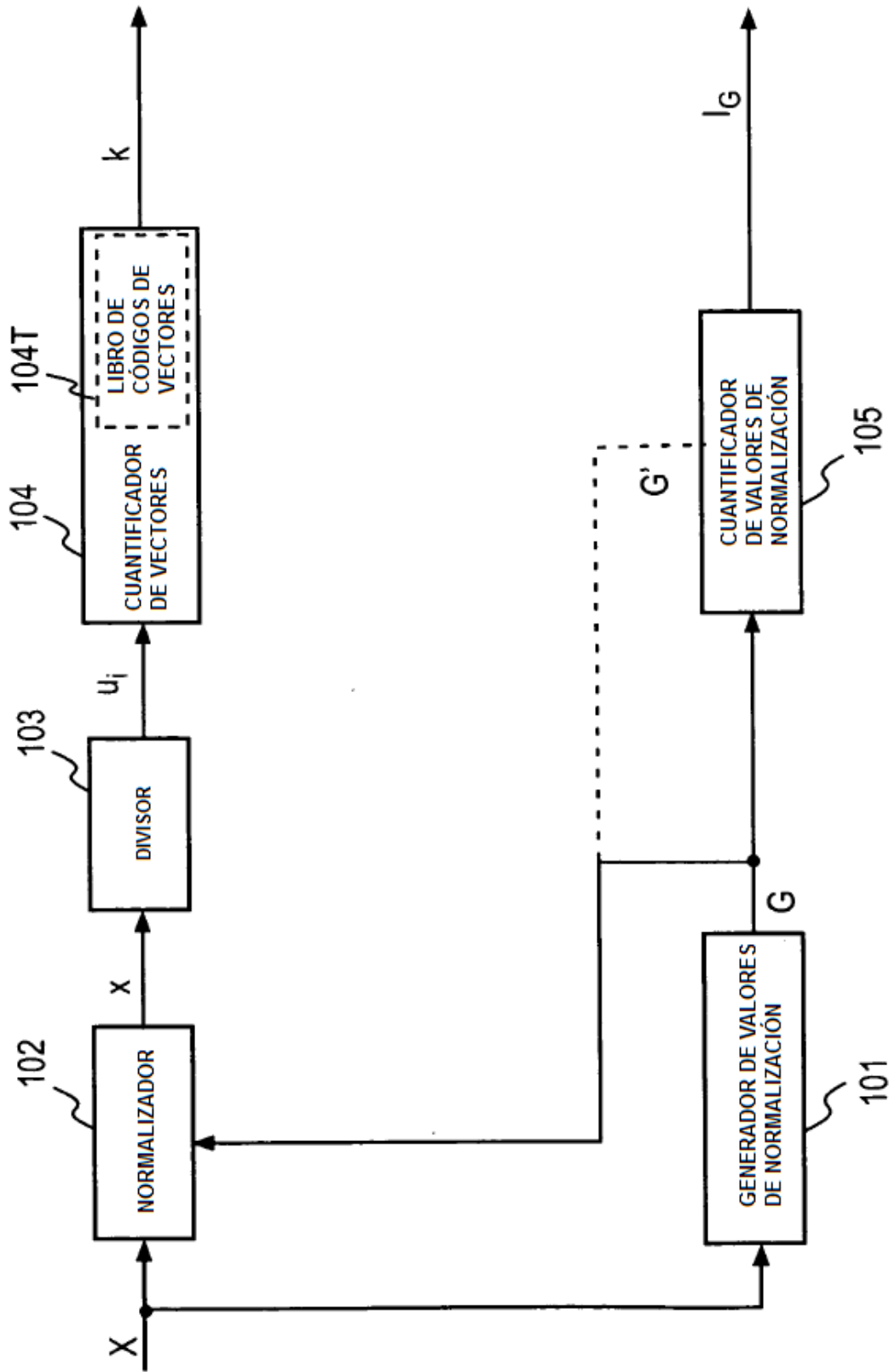


FIG. 28

