

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 179**

51 Int. Cl.:

G10L 19/12 (2013.01)

G10L 19/02 (2013.01)

G10L 19/24 (2013.01)

G10L 19/09 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2011 E 11768309 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2559028**

54 Título: **Libro de códigos de innovación combinado flexible y escalable para ser usado en codificador y decodificador CELP**

30 Prioridad:

14.04.2010 US 324191 P

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

26.11.2015

73 Titular/es:

**VOICEAGE CORPORATION (100.0%)
750 Lucerne Road Suite 250
Town of Mount Royal, Quebec H3R 2H6, CA**

72 Inventor/es:

BESSETTE, BRUNO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 552 179 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

Libro de códigos de innovación combinado flexible y escalable para ser usado en codificador y decodificador CELP

Campo

5 La presente descripción está relacionada con dispositivos de libro de códigos de innovación combinado y con métodos correspondientes para ser usados en un codificador y decodificador de Predicción Lineal Excitada por Código (CELP).

Antecedentes

10 El modelo CELP es muy utilizado para codificar señales sonoras, por ejemplo voz, a bajas velocidades de transferencia de bits. En CELP, la señal sonora se modeliza como una excitación procesada por medio de un filtro de síntesis variable con el tiempo. Aunque el filtro de síntesis variable con el tiempo puede adoptar muchas formas, a menudo se utiliza un filtro "todo-polos" recursivo lineal. Al inverso de este filtro de síntesis variable con el tiempo, el cual es por lo tanto un filtro no recursivo "todo-ceros" lineal, se le denomina filtro de "Predicción a Corto Plazo" (STP) dado que comprende coeficientes calculados de tal manera que se minimice un error de predicción entre una muestra $s[i]$ de la señal sonora y una suma ponderada de muestras anteriores $s[i-1]$, $s[i-2]$, ..., $s[i-m]$ de la señal sonora, donde m es el orden del filtro. Otra denominación utilizada frecuentemente para el filtro STP es filtro de "Predicción Lineal" (LP).

15 Si un residuo del error de predicción del filtro LP se aplica como entrada al filtro de síntesis variable con el tiempo con estado inicial apropiado, la salida del filtro de síntesis es la señal sonora original, tal como por ejemplo la voz. A bajas velocidades de transferencia de bits, no es posible transmitir un residuo del error de predicción exacto. Por consiguiente, el residuo del error de predicción se codifica para conformar una aproximación que recibe el nombre de excitación. En codificadores CELP tradicionales, la excitación se codifica como la suma de dos contribuciones; la primera contribución se produce a partir de un libro de códigos denominado adaptativo y la segunda contribución se produce a partir de un libro de códigos denominado de innovación o fijo. El libro de códigos adaptativo es esencialmente un bloque de muestras de la excitación pasada con ganancia apropiada. El libro de códigos de innovación o fijo está relleno de vectores de código que tienen la tarea de codificar el residuo del error de predicción d el filtro LP y del libro de códigos adaptativo.

20 El libro de códigos de innovación o fijo se puede diseñar utilizando muchas estructuras y restricciones. Sin embargo, en los sistemas de codificación de voz modernos, se utiliza a menudo el modelo de Predicción Lineal con Excitación por Código Algebraico (ACELP). El modelo ACELP es bien conocido por las personas con experiencia ordinaria en la técnica de codificación de voz y, por consiguiente, no se describirá en detalle en la presente especificación. En resumen, cada uno de los vectores de código de un libro de códigos de innovación ACELP contiene unos pocos pulsos diferentes de cero, los cuales se pueden considerar como pertenecientes a diferentes pistas intercaladas de posiciones de pulso. El número de pistas y de pulsos diferentes de cero por pista depende normalmente de la velocidad de transferencia de bits del libro de códigos de innovación ACELP. La tarea de un codificador ACELP es buscar las posiciones y los signos de pulso para minimizar un criterio de error. En ACELP, esta búsqueda se realiza utilizando un procedimiento de análisis por síntesis, en el cual el criterio de error se calcula no en el dominio de excitación sino más bien en el dominio de síntesis, es decir, después de que un vector de códigos ACELP dado se haya filtrado por medio del filtro de síntesis variable con el tiempo. Se han propuesto algoritmos de búsqueda ACELP eficientes para permitir una búsqueda rápida incluso con libros de códigos de innovación ACELP muy grandes.

30 <El documento de YANG ET AL.: "Transform-Based CELP Vocoders with Low-Delay Low-Complexity and Variable-Rate Features", INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS (IEICE) TRANSACTIONS ON INFORMATION AND SYSTEMS, vol. E85-D, n° 6, Junio 2002, páginas 1003-1014, describe un codificador que codifica la señal de excitación mediante una predicción de altura tonal (*pitch*) adaptativa y cuantificación DCT de la señal residual.>

35 La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático que muestra los principales componentes y el principio de funcionamiento de un decodificador 100 ACELP. Haciendo referencia a la Figura 1 el decodificador 100 ACELP recibe parámetros 101 de altura tonal decodificados y parámetros 102 ACELP decodificados. Los parámetros 101 de altura tonal decodificados incluyen un retardo de altura tonal que se aplica al libro de códigos 103 adaptativo para producir un vector de códigos adaptativo. Como se indica anteriormente en este documento, el libro de códigos 103 adaptativo es esencialmente un bloque de muestras procedentes de la excitación pasada y el vector de códigos adaptativo se encuentra interpolando la excitación pasada en el retardo de altura tonal utilizando una ecuación que incluye a la excitación pasada. Los parámetros de altura tonal decodificados también incluyen una ganancia de altura tonal aplicada al vector de códigos adaptativo procedente del libro de códigos 103 adaptativo utilizando un amplificador 112 para conformar la primera contribución 113, adaptativa, del libro de códigos. El libro de códigos 103 adaptativo y el amplificador 112 conforman una estructura de libro de códigos adaptativo. Los parámetros ACELP decodificados comprenden parámetros del libro de códigos de innovación ACELP que incluyen un índice del libro de códigos que se aplica al libro de códigos 104 de innovación para proporcionar un vector de códigos de innovación

correspondiente. Los parámetros ACELP decodificados también comprenden una ganancia del libro de códigos de innovación que se aplica al vector de códigos de innovación procedente del libro de códigos 104 por medio de un amplificador 105 para conformar la segunda contribución 114 del libro de códigos de innovación. El libro de códigos 104 de innovación y el amplificador 105 conforman una estructura 110 de libro de códigos de innovación. La excitación 115 total se conforma entonces mediante la suma, en un sumador 106, de la primera contribución 113 del libro de códigos adaptativo y de la segunda contribución 114 del libro de códigos de innovación. A continuación se procesa la excitación total 115 por medio de un filtro 107 de síntesis LP para producir una síntesis 111 de la señal sonora original, por ejemplo voz. La memoria del libro de códigos 103 adaptativo se actualiza para una siguiente trama utilizando la excitación de la trama actual (flecha 108); el libro de códigos 103 adaptativo se desplaza entonces al procesamiento de los parámetros de altura tonal decodificados de la siguiente subtrama (flecha 109). Al modelo CELP básico anteriormente descrito se le pueden hacer varias modificaciones. Por ejemplo, se puede procesar la señal de excitación a la entrada del filtro de síntesis para mejorar la señal. También se puede aplicar post-procesamiento a la salida del filtro de síntesis. Además, las ganancias de los libros de códigos adaptativos y algebraicos se pueden cuantificar de forma conjunta.

Aunque son muy eficientes para codificar voz a bajas velocidades de transferencia de bits, los libros de códigos ACELP pueden no ganar en calidad con la misma rapidez que otras técnicas tales como codificación por transformada y cuantificación vectorial cuando aumenta el tamaño del libro de códigos ACELP. Cuando se mide en dB/bit/muestra, la ganancia a mayores velocidades de transferencia de bits (por ejemplo, a velocidades de transferencia de bits mayores que 16 kbit/s) obtenida utilizando más pulsos diferentes de cero por pista en un libro de códigos de innovación ACELP no es tan grande como la ganancia (en dB/bit/muestra) de codificación por transformada y cuantificación vectorial. Esto se puede observar cuando se considera que ACELP esencialmente codifica la señal sonora como una suma de respuestas impulsivas con retardo y escaladas del filtro de síntesis. A menores velocidades de transferencia de bits (por ejemplo, a velocidades de transferencia de bits menores de 12 kbit/s), la técnica ACELP captura rápidamente los componentes esenciales de la excitación. Pero a mayores velocidades de transferencia de bits, son útiles una mayor granularidad y, en particular, un mejor control sobre cómo se gastan los bits adicionales a través de los diferentes componentes de frecuencia de la señal.

Por lo tanto, existe una necesidad de una estructura de libro de códigos de innovación mejor adaptada para su uso a mayores velocidades de transferencia de bits.

Resumen

Más en concreto, la presente descripción está relacionada con:

Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado, como se describe en la reivindicación 13;

Un método de decodificación de libro de códigos de innovación combinado, como se describe en la reivindicación 22;

Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado, como se describe en la reivindicación 1;

Un codificador CELP que comprende el dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado anteriormente mencionado;

Un codificador de innovación combinado, como se describe en la reivindicación 11; y

Un decodificador CELP que comprende el libro de códigos de innovación combinado anteriormente descrito.

Los rasgos anteriores y otros de los dispositivos de libro de códigos de innovación combinado y métodos correspondientes resultarán más evidentes tras la lectura de la siguiente descripción no restrictiva de realizaciones ilustrativas de los mismos, que se proporciona sólo a modo de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos adjuntos:

La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un decodificador CELP que comprende estructuras de libro de códigos adaptativo y de innovación y que utiliza, en este ejemplo no limitativo, ACELP;

La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un decodificador CELP que comprende un libro de códigos de innovación combinado conformado por una primera etapa de decodificación que opera en el dominio de la frecuencia y una segunda etapa de decodificación que opera en el dominio del tiempo que utiliza, por ejemplo, un libro de códigos de innovación ACELP;

La Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de una porción de un codificador CELP que utiliza un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado; y

La Figura 4 es una gráfica que muestra un ejemplo de respuesta en frecuencia para un filtro $F(z)$ de pre-énfasis, en el cual la dinámica del filtro de pre-énfasis se muestra como la diferencia (en dB) entre las amplitudes menor y mayor de la respuesta en frecuencia.

Descripción detallada

- 5 Haciendo referencia al decodificador 200 de la Figura 2, una estructura de libro de códigos de innovación CELP, por ejemplo la estructura 110 de libro de códigos de innovación ACELP de la Figura 1, se modifica de tal manera que las ventajas y la eficiencia de codificación de ACELP se conservan a menores velocidades de transferencia de bits al mismo tiempo que se proporcionan mejores prestaciones y escalabilidad a mayores velocidades de transferencia de bits. Por supuesto, se podría utilizar un modelo CELP diferente al ACELP.
- 10 Más concretamente, la Figura 2 muestra un “libro de códigos de innovación combinado” 201 flexible y escalable que es el resultado de la modificación de la estructura 110 de libro de códigos de innovación ACELP de la Figura 1. Como se ilustra, el libro de códigos 201 de innovación combinado comprende una combinación de dos etapas: una primera etapa 202 de decodificación que opera en el dominio de la transformada y una segunda etapa 203 de decodificación que utiliza un libro de códigos ACELP en el dominio del tiempo.
- 15 Antes de describir con mayor detalle el decodificador 200 de la Figura 2, se describirá parcialmente el codificador 300 ACELP haciendo referencia a la Figura 3.

Filtrado de Predicción Lineal

- Haciendo referencia a la Figura 3, el codificador 300 ACELP comprende un filtro LP 301 que procesa la señal 302 sonora de entrada que se quiere codificar. El filtro LP 301 puede presentar, por ejemplo, en la transformada en z , la siguiente función de transferencia:
- 20

$$A(z) = \sum_{i=0}^M a_i z^{-i}$$

donde los a_i representan a los coeficientes de predicción lineal (coeficientes LP) con $a_0 = 1$, y M es el número de coeficientes de predicción lineal (orden del análisis LP). Los coeficientes LP a_i se determinan en un analizador LP (no mostrado) del codificador 300 ACELP.

- 25 El filtro 301 LP produce en su salida un residuo LP 303.

Búsqueda de Libro de Códigos Adaptativo

- La señal 303 residual LP procedente del filtro LP 301 se utiliza en un módulo 304 de búsqueda de libro de códigos adaptativo del codificador 300 ACELP para encontrar una contribución 305 del libro de códigos adaptativo. El módulo 304 de búsqueda de libro de códigos adaptativo también produce los parámetros 320 de altura tonal transmitidos al decodificador 200 (Figura 2), incluyendo el retardo de altura tonal y la ganancia de altura tonal. La búsqueda de libro de códigos adaptativos, también conocida como búsqueda de altura tonal en bucle cerrado, suele incluir calcular una señal denominada señal objetivo y encontrar los parámetros minimizando el error entre la señal original y la señal de síntesis en un dominio perceptualmente ponderado. Por lo demás, se cree que la búsqueda de libro de códigos adaptativo de un codificador ACELP es bien conocida por las personas con experiencia ordinaria en la técnica y, por consiguiente, no se describirá con mayor detalle en la presente especificación.
- 30
- 35

- El codificador 300 ACELP también comprende un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado que incluye una primera etapa 306 de codificación que opera en el dominio de la transformada, y que recibe el nombre de pre-cuantificador, y una segunda etapa 307 de codificación que opera en el dominio del tiempo y que utiliza, por ejemplo, ACELP. Como se ilustra en la Figura 3 en una realización ilustrativa, la primera etapa o pre-cuantificador 306 comprende un filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis que enfatiza las bajas frecuencias, un calculador 309 de Transformada de Coseno Discreta (DCT) y un Cuantificador Vectorial Algebraico (AVQ) 310 (que incluye una ganancia global del AVQ). La segunda etapa 307 comprende un módulo 311 de búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP. Se debería observar que el uso de DCT y AVQ son sólo ejemplos; se pueden usar otras transformadas y también se pueden usar otros métodos para cuantificar los coeficientes de transformada.
- 40

- 45 Como se ha descrito anteriormente, el pre-cuantificador 306 puede utilizar, por ejemplo, una DCT como representación en frecuencia de la señal sonora y un Cuantificador Vectorial Algebraico (AVQ) para cuantificar y codificar los coeficientes en el dominio de la frecuencia de la DCT. El pre-cuantificador 306 se utiliza más como una etapa de pre-acondicionamiento que como un cuantificador de primera etapa, especialmente a menores velocidades de transferencia de bits. Más concretamente, utilizando el pre-cuantificador 306, el módulo 311 de búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP (segunda etapa 307 de codificación) se aplica a un segundo residuo 312 de excitación (Figura 3) con dinámica espectral más regular que la de un primer residuo 313 de excitación del libro de códigos adaptativo. En ese sentido, el pre-cuantificador 306 absorbe la gran dinámica de la señal en tiempo y en
- 50

frecuencia, debido en parte al trabajo imperfecto de la búsqueda de libro de códigos adaptativo, y deja a la búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP la tarea de minimizar el error de codificación en el dominio ponderado LP (en un típico bucle de análisis por síntesis realizado en el codificador 300 ACELP y bien conocido por las personas con experiencia ordinaria en la técnica de codificación de voz).

5 **Producción de la señal 313 residual de altura tonal**

El codificador 300 ACELP comprende un restador 314 para restar la contribución 305 de libro de códigos adaptativo a la señal 303 residual LP, para producir el primer residuo 313 de excitación del libro de códigos adaptativo que se envía al pre-cuantificador 306. El residuo $r_1[n]$ de excitación del libro de códigos adaptativo viene dado por

$$r_1[n] = r[n] - g_p v[n]$$

10 donde $r[n]$ es el residuo LP, g_p es la ganancia de libro de códigos adaptativo, y $v[n]$ es la excitación del libro de códigos adaptativo (normalmente interpolada después de la excitación).

Pre-cuantificación

Se describirá ahora el funcionamiento del pre-cuantificador 306 haciendo referencia a la Figura 3.

Filtrado de pre-énfasis

15 En una subtrama dada alineada con la subtrama de la búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP en la segunda etapa 307 de codificación, el primer residuo 313 de excitación del libro de códigos adaptativo (Figura 3) se pre-énfatisa con un filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis. La Figura 4 muestra un ejemplo de respuesta en frecuencia del filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis, en el cual la dinámica del filtro de pre-énfasis se muestra como la diferencia (en dB) entre las amplitudes menor y mayor de la respuesta en frecuencia. Un ejemplo de filtro $F(z)$ de pre-énfasis viene dado por la ecuación

$$F(z) = 1/(1 - \alpha z^{-1})$$

la cual corresponde a la ecuación en diferencias

$$y[n] = x[n] + \alpha y[n - 1]$$

25 donde $x[n]$ es el primer residuo 313 de excitación del libro de códigos adaptativo, enviado al filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis, $y[n]$ es el primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo, pre-énfatisado, y el coeficiente α controla un nivel de pre-énfasis. En este ejemplo no limitativo, si el valor de α se establece entre 0 y 1, el filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis tendrá una ganancia mayor a menores frecuencias y una ganancia menor a mayores frecuencias, lo cual producirá un primer residuo $y[n]$ de excitación del libro de códigos adaptativo con frecuencias menores amplificadas. El filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis aplica una pendiente (*tilt*) espectral al primer residuo 313 de excitación del libro de códigos adaptativo, para realzar las frecuencias más bajas de este residuo.

Cálculo DCT

Un calculador 309 aplica, por ejemplo, una DCT al primer residuo $y[n]$ de excitación del libro de códigos adaptativo, pre-énfatisado, procedente del filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis utilizando, por ejemplo, una ventana sin solape rectangular. En este ejemplo no limitativo, se utiliza DCT-II, la cual se define como

$$Y[k] = \sum_{n=0}^{N-1} y[n] \cos \left[\frac{\pi}{N} (n + 0,5)k \right]$$

35

Cuantificación Vectorial Algebraica (AVQ)

Un cuantificador, por ejemplo el AVQ 310, cuantifica y codifica los coeficientes en el dominio de la frecuencia de la DCT $Y[k]$ (primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo de-énfatisado, sometido a transformada DCT) procedentes del calculador 309. Un ejemplo de implementación AVQ se puede encontrar en la Patente de EEUU N° 7.106.228. Los coeficientes 315 de la DCT en el dominio de la frecuencia cuantificados y codificados procedentes del AVQ 310 se transmiten como parámetros pre-cuantificados al decodificador (Figura 2). Por ejemplo, el AVQ 310 puede producir una ganancia global y coeficientes de la DCT cuantificados escalados como parámetros pre-cuantificados.

45 Dependiendo de la velocidad de transferencia de bits, se establece una relación señal-ruido objetivo para el AVQ 310 (AVQ_SNR (Figura 4)). Cuanto mayor sea la velocidad de transferencia de bits, mayor valor se establece para este SNR. La ganancia global del AVQ 310 se establece entonces de tal manera que sólo se cuantificarán bloques de coeficientes de la DCT con una amplitud media mayor que spectral_max - AVQ_SNR, donde spectral_max es la

5 amplitud máxima de la respuesta en frecuencia del filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis. Los demás coeficientes de la DCT no cuantificados se hacen iguales a 0. En otra estrategia, el número de bloques cuantificados de coeficientes de la DCT depende del presupuesto de velocidad de transferencia de bits (*bit rate budget*); por ejemplo, el AVQ puede codificar coeficientes de transformada relacionados sólo con frecuencias menores, dependiendo del presupuesto de bits (*bit budget*) disponible.

Produciendo la señal 312 residual de excitación

Cálculo de la DCT Inversa

10 Para obtener la señal 312 residual de excitación para la segunda etapa 307 de codificación (búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP en este ejemplo; también se podría utilizar otra estructura CELP), los coeficientes 315 de la DCT cuantificados por el AVQ procedentes del AVQ 310 son sometidos a una transformación DCT inversa en el calculador 316.

Filtrado de De-énfasis

15 A continuación, los coeficientes 315 sometidos a una transformación DCT inversa se procesan por medio de un filtro $1/F(z)$ 317 de de-énfasis para obtener una contribución 318 en el dominio del tiempo a partir del pre-cuantificador 306. El filtro $1/F(z)$ 317 de de-énfasis tiene una función de transferencia inversa a la del filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis. En el ejemplo no limitativo para el filtro $F(z)$ 308 de pre-énfasis proporcionado anteriormente en este documento, la ecuación en diferencias del filtro de de-énfasis $1/F(z) = 1 - \alpha z^{-1}$ viene dada por:

$$y[n] = x[n] - \alpha x[n - 1]$$

20 donde, en el caso del filtro de de-énfasis, $x[n]$ es el residuo de excitación cuantificado pre-enfatizado (procedente del calculador 316), $y[n]$ es el residuo de excitación cuantificado de-enfatizado (contribución 318 en el dominio del tiempo), y el coeficiente α ya se ha definido anteriormente en este documento.

Resta para producir el segundo residuo de excitación

25 Por último, un restador 319 resta el residuo de excitación de-enfatizado $y[n]$ (contribución 318 en el dominio del tiempo) a la contribución 305 de libro de códigos adaptativo encontrada por medio de la búsqueda de libro de códigos adaptativo en la subtrama actual para proporcionar el segundo residuo 312 de excitación.

Búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP

30 El segundo residuo 312 de excitación es codificado por el módulo 311 de búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP en la segunda etapa 307 de codificación. Por lo demás, se cree que la búsqueda de libro de códigos de innovación de un codificador ACELP es bien conocida por las personas con experiencia ordinaria en la técnica y, por consiguiente, no se describirá con mayor detalle en la presente especificación. Los parámetros 333 del libro de códigos de innovación ACELP a la salida del calculador 311 de búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP se transmiten como parámetros ACELP al decodificador (Figura 2). Los parámetros 333 de codificación comprenden un índice del libro de códigos de innovación y una ganancia del libro de códigos de innovación.

Funcionamiento del libro de códigos 201 de innovación combinado

35 Haciendo referencia de nuevo al decodificador 200 de la Figura 2, la primera etapa de decodificación del libro de códigos 201 de innovación combinado, que recibe el nombre de-cuantificador 202, comprende un decodificador AVQ y un calculador 204 de DCT inversa, y un filtro inverso $1/F(z)$ 205, correspondiente al filtro 317 del codificador 300 de la Figura 3. La contribución procedente del de-cuantificador 202 se obtiene como se explica a continuación.

Decodificación AVQ

40 En primer lugar, el decodificador (204) en el dominio de la transformada, AVQ en este ejemplo, (204) recibe parámetros de codificación pre-cuantificados decodificados, por ejemplo conformados por los coeficientes 315 de la DCT cuantificados por el AVQ (los cuales pueden incluir la ganancia global del AVQ) procedentes del AVQ 310 de la Figura 3. Más específicamente, el decodificador AVQ de-cuantifica los parámetros de codificación pre-cuantificados decodificados recibidos por el decodificador 200.

45

Cálculo de la DCT Inversa

El calculador (204) de la DCT inversa aplica entonces una transformada inversa, por ejemplo la DCT inversa, a los parámetros de-cuantificados y escalados procedentes del decodificador AVQ Y'[k]. La DCT-II inversa se utiliza en este ejemplo no limitativo, definido como

$$y'[n] = \frac{2}{N} \left\{ 0,5Y'[0] + \sum_{k=1}^{N-1} Y'[k] \cos \left[\frac{\pi}{N} (n + 0,5) k \right] \right\}$$

5

Filtrado de De-enfatizado (1/F(z))

Los parámetros $y'[n]$ decodificados por el AVQ y sometidos a transformación DCT inversa procedentes del decodificador/calculador 204 se procesan a continuación por medio del filtro 1/F(z) 205 de de-énfasis para producir una contribución 208 de excitación de innovación de primera etapa procedente del de-cuantificador 202.

Decodificación de parámetros ACELP

La codificación en el calculador 311 de búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP de la Figura 3 (segunda etapa 307 de codificación) también puede incorporar un filtro de pendiente (no mostrado), el cual puede estar, pero no tiene por qué estarlo necesariamente, controlado por la información procedente del calculador 309 de DCT y del AVQ 310 de la primera etapa 306 de codificación. En el decodificador 200 de la Figura 2, parámetros ACELP decodificados son recibidos por la segunda etapa 203 de decodificación. El parámetro ACELP decodificado comprende los parámetros 313 del libro de códigos de innovación ACELP a la salida del calculador 311 de búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP, los cuales se transmiten al decodificador (Figura 2) y comprenden un índice del libro de códigos de innovación y una ganancia del libro de códigos de innovación. La segunda etapa de decodificación del libro de códigos 201 de innovación combinado de la Figura 2 comprende un libro de códigos 206 ACELP que responde al índice de libro de códigos de innovación para producir un vector de códigos amplificado por la ganancia de libro de códigos de innovación utilizando el amplificador 207. A la salida del amplificador 207 se produce una segunda contribución 209 a la excitación del libro de códigos de innovación ACELP. Esta contribución 209 a la excitación del libro de códigos de innovación ACELP se procesa por medio de la inversa del filtro de pendiente anteriormente mencionado en caso de que esté incorporado en el codificador (no mostrado), de la misma manera que en el de-cuantificador 202 en relación de filtro 1/F(z) 205 inverso. El filtro de pendiente que se utilice puede ser el mismo que el filtro F(z) pero en general será diferente de F(z).

25

Adición de contribuciones de excitación

Por último, el decodificador 200 comprende un sumador 210 para sumar la contribución 113 de libro de códigos adaptativo, la contribución 208 de excitación procedente del de-cuantificador 202 y la contribución 209 de excitación del libro de códigos de innovación para conformar una señal 211 de excitación total.

30

Filtrado de síntesis

La señal 211 de excitación se procesa por medio de un filtro 212 de síntesis LP para recuperar la señal 213 sonora.

Haciendo referencia a la Figura 3, el calculador 309 de DCT y el AVQ 310 del pre-cuantificador 306 se concentra en codificar partes del espectro residual de excitación que exceden un umbral dado la dinámica. No tiene como objetivo el blanqueado del segundo residuo 312 de excitación para la segunda etapa 307 de codificación como ocurriría en un cuantificador de dos etapas típico. Por lo tanto, en el codificador 300, el segundo residuo 312 de excitación que es codificado por la segunda etapa 307 (módulo 311 de búsqueda de libro de códigos de innovación ACELP) es un residuo de excitación con dinámica espectral controlada, siendo la dinámica espectral "sobrante" en cierta manera absorbida por el pre-cuantificador 306 en la primera etapa de codificación. A medida que va aumentando la velocidad de transferencia de bits, tanto el AVQ_SNR (Figura 4) como el número de bloques DCT cuantificados, comenzado por el componente DC, aumentan en la primera etapa. En otro ejemplo, el número de bloques DCT cuantificados depende del presupuesto de velocidad de transferencia de bits disponible.

40

Sin embargo, cuanto mayor sea la velocidad de transferencia de bits, más bits son utilizados, en proporción, por el pre-cuantificador 306 en la primera etapa de codificación, lo cual produce como resultado un ruido de codificación total que es conformado progresivamente para que siga la envuelta espectral del filtro LP ponderado.

45

Aunque la presente invención se ha descrito en la descripción anterior en relación a realizaciones ilustrativas de la misma, estas realizaciones se pueden modificar a voluntad dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas sin apartarse del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado para un codificador de sonido CELP, que comprende:
- 5 un pre-cuantificador de un primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo, operando el pre-cuantificador en el dominio de la transformada; y
- un módulo de libro de códigos de innovación CELP que responde a un segundo residuo de excitación producido a partir del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo.
2. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el residuo de excitación del libro de códigos adaptativo se obtiene restando una contribución de libro de
- 10 códigos adaptativo a partir de un residuo LP.
3. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el cual el pre-cuantificador comprende un calculador de una transformada del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo al dominio de la frecuencia.
4. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con la reivindicación 3, en
- 15 el cual el pre-cuantificador comprende un cuantificador del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo, transformado.
5. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 y 4, que comprende además un filtro de pre-énfasis del primer residuo de excitación del libro de
- 20 códigos adaptativo antes del cálculo de la transformada de dicho primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo.
6. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual el filtro de pre-énfasis enfatiza bajas frecuencias del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo.
7. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las
- 25 reivindicaciones 4 a 6, que comprende un calculador de una transformada inversa del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo, cuantificado y transformado, un filtro de de-énfasis del residuo de excitación del libro de códigos adaptativo sometido a transformada inversa para producir una contribución en el dominio del tiempo, y un restador de la contribución en el dominio del tiempo procedente de una contribución de libro de códigos adaptativo para producir el segundo residuo de excitación.
8. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las
- 30 reivindicaciones 1 a 7, en el cual el pre-cuantificador cuantifica sólo coeficientes de transformada en el dominio de la frecuencia que tienen una energía que supera un umbral especificado, de tal manera que la dinámica espectral del segundo residuo de excitación se reduce o se mantiene dentro de un rango deseado.
9. Un dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las
- 35 reivindicaciones 4 a 8, en el cual el cuantificador codifica coeficientes de transformada relacionados sólo con frecuencias menores, dependiendo de un presupuesto de bits disponible.
10. Un codificador CELP que comprende el dispositivo de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Un libro de códigos de innovación combinado para un decodificador de sonido CELP, que comprende:
- 40 un de-cuantificador de parámetros de codificación pre-cuantificados que los convierte en una primera contribución de excitación de innovación, en el cual a) el de-cuantificador comprende un calculador de la transformada inversa que responde a los parámetros de codificación, b) el de-cuantificador comprende un decodificador para de-cuantificar los parámetros de codificación pre-cuantificados, c) el calculador de la transformada inversa responde a los parámetros de codificación de-cuantificados, y d) el de-cuantificador comprende un filtro de de-énfasis al que se suministran los
- 45 parámetros de codificación de-cuantificados, sometidos a transformada inversa, para producir la primera contribución de excitación de innovación; y
- una estructura de libro de códigos de innovación CELP que responde a parámetros de libro de códigos de innovación CELP para producir una segunda contribución de excitación de innovación.
12. Un decodificador CELP que comprende el libro de códigos de innovación combinado como se define en la
- 50 reivindicación 11.
13. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado para un codificador de sonido CELP, que comprende:

precuantificar un primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo, realizándose la pre-cuantificación en el dominio de la transformada; y

buscar un libro de códigos de innovación CELP en respuesta a un segundo residuo de excitación producido a partir del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo.

5 14. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende la obtención del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo restando una contribución de libro de códigos adaptativo a un residuo LP.

10 15. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 y 14, en el cual la pre-cuantificación del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo comprende calcular una transformada del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo al dominio de la frecuencia.

16. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con la reivindicación 15, en el cual la pre-cuantificación del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo comprende cuantificar el primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo, transformado.

15 17. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 y 16, que comprende además un filtrado de pre-énfasis del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo antes del cálculo de la transformada del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo.

20 18. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con la reivindicación 17, en el cual el filtrado de pre-énfasis comprende enfatizar bajas frecuencias del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo.

25 19. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, que comprende calcular una transformada inversa del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo, cuantificado y transformado, realizar un filtrado de de-énfasis del residuo de excitación del libro de códigos adaptativo sometido a transformada inversa, y restar la contribución en el dominio del tiempo a una contribución de libro de códigos adaptativo para producir el segundo residuo de excitación.

30 20. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, en el cual la pre-cuantificación del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo comprende pre-cuantificar sólo coeficientes de transformada en el dominio de la frecuencia que tengan una energía que supere un umbral especificado, de modo que la dinámica espectral del segundo residuo de excitación se reduzca o se mantenga dentro de un rango deseado.

35 21. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, en el cual la cuantificación del primer residuo de excitación del libro de códigos adaptativo, transformado, comprende codificar coeficientes de transformada relacionados sólo con frecuencias menores, dependiendo del presupuesto de bits disponible.

22. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado para un decodificador de sonido CELP, que comprende:

40 de-cuantificar parámetros de codificación pre-cuantificados convirtiéndolos en una primera contribución de excitación de innovación, en el cual a) la de-cuantificación de los parámetros de codificación pre-cuantificados comprende calcular una transformada inversa de los parámetros de codificación, b) la de-cuantificación de los parámetros de codificación pre-cuantificados comprende decodificar los parámetros de codificación pre-cuantificados para producir parámetros de codificación de-cuantificados, c) el cálculo de una transformada inversa de los parámetros de codificación comprende calcular la transformada inversa de los parámetros de codificación de-cuantificados y d) el método comprende un filtrado de de-énfasis de los parámetros de codificación de-cuantificados, sometidos a transformada inversa, para producir la primera contribución de excitación de innovación; y

aplicar parámetros de libro de códigos de innovación a una estructura de libro de códigos de innovación CELP para producir una segunda contribución de excitación de innovación.

50 23. Un método de codificación de libro de códigos de innovación combinado de acuerdo con la reivindicación 22, en el cual la decodificación de los parámetros de codificación pre-cuantificados comprende la decodificación AVQ de dichos parámetros de codificación pre-cuantificados.

Figura 1

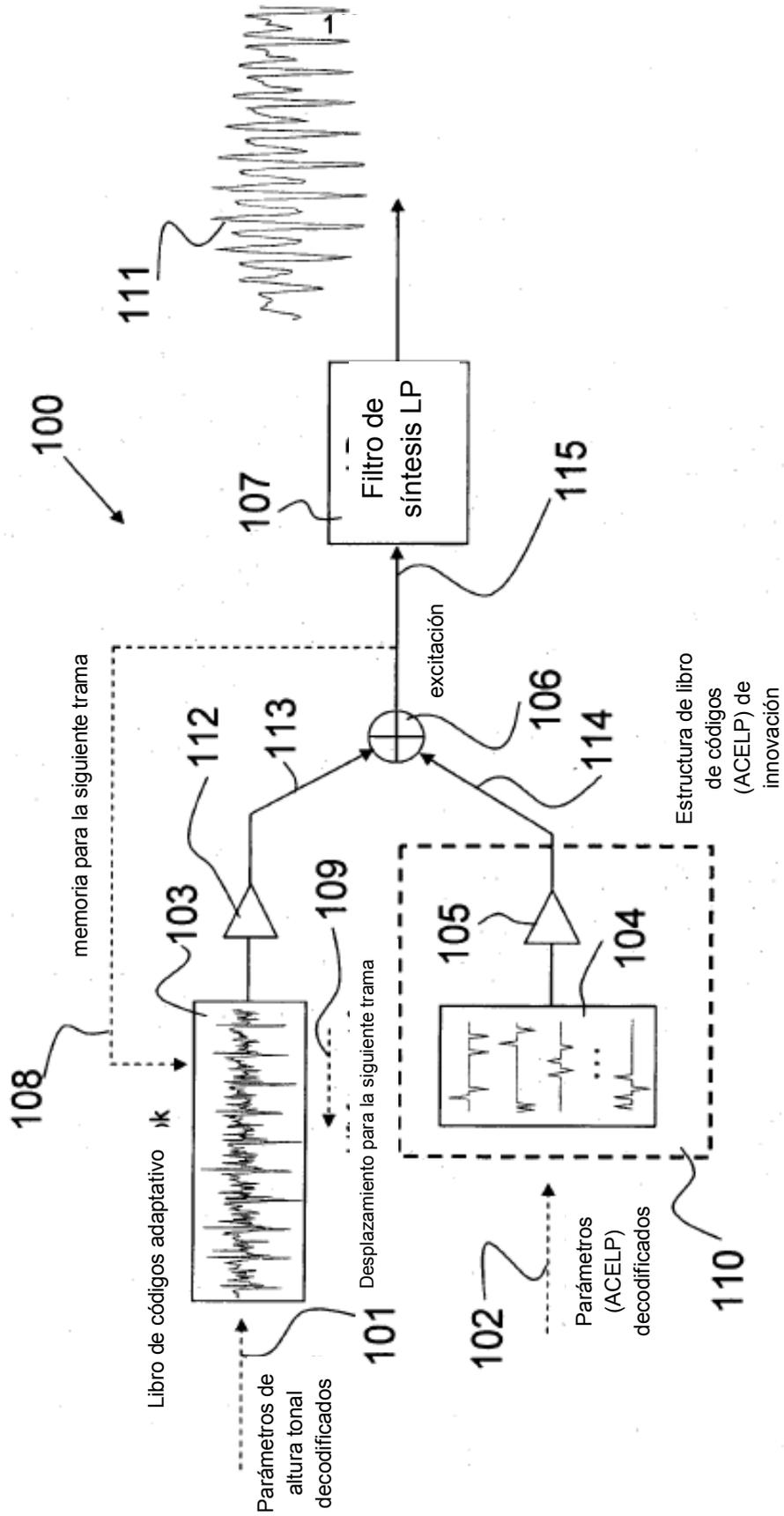


Figura 2

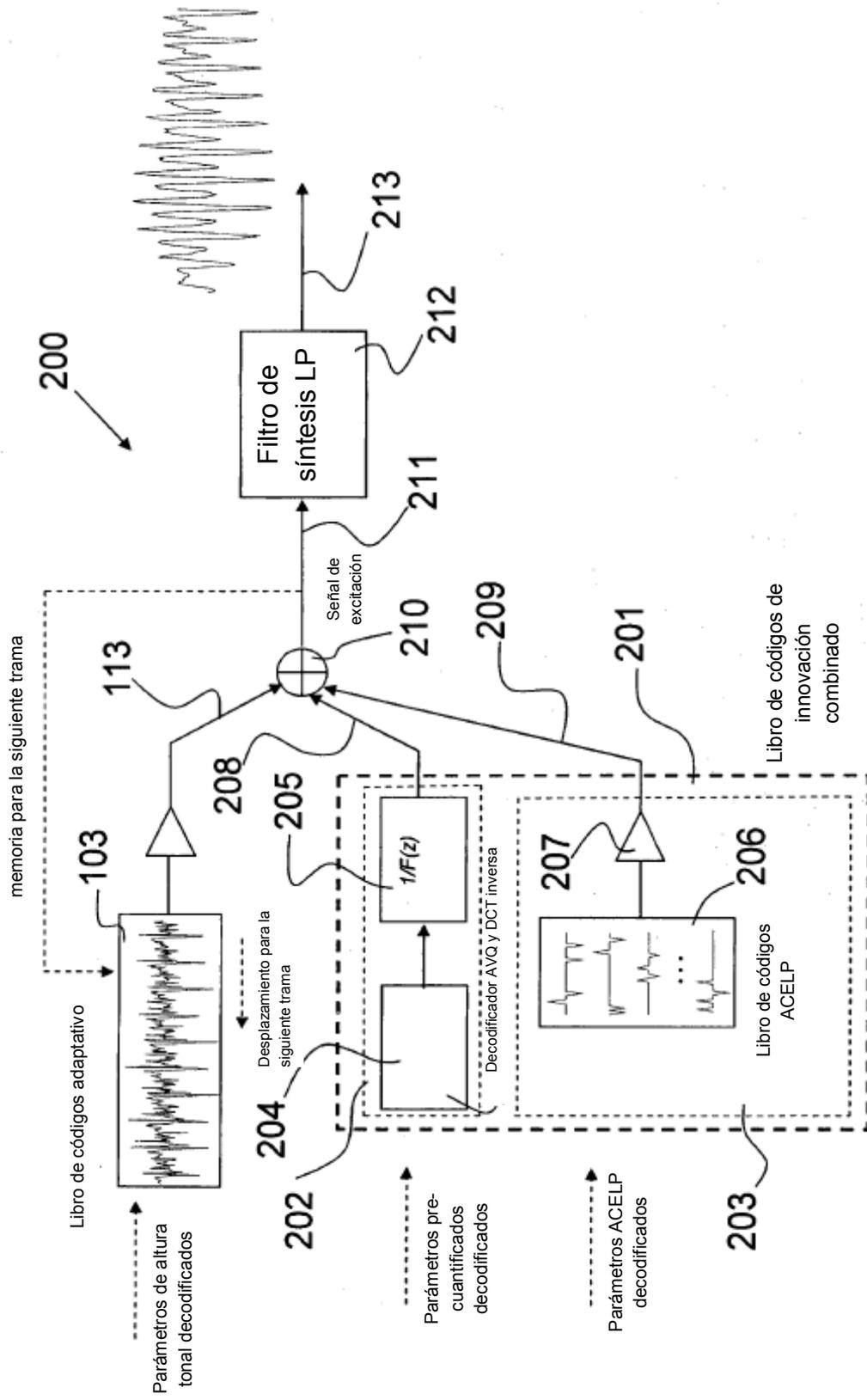


Figura 3

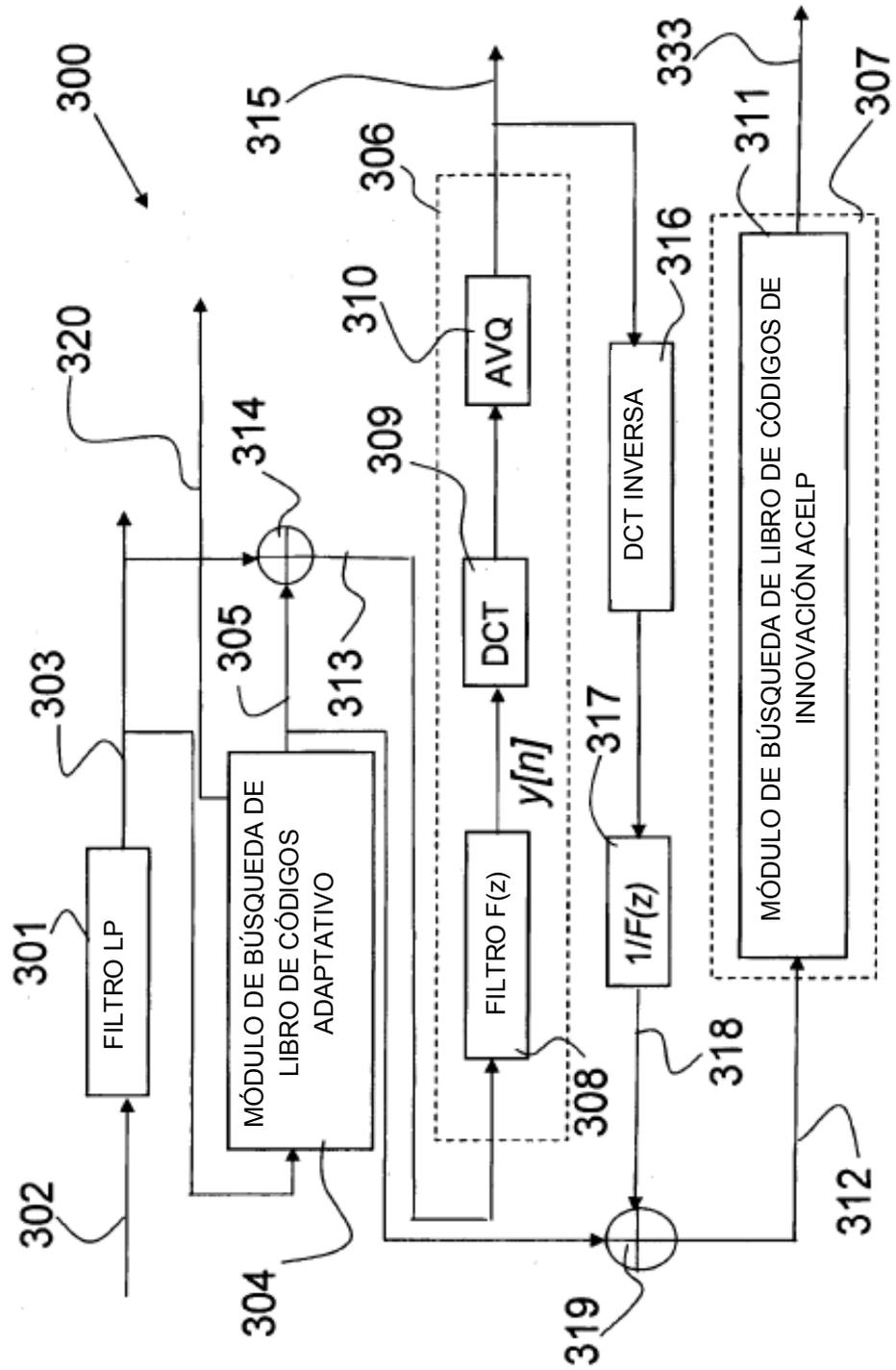


Figura 4

