(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 592 522**

(51) Int. Cl.:

G10L 19/06 (2013.01)
G10L 19/032 (2013.01)
G10L 19/02 (2013.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2012 PCT/SE2012/050520**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2013 WO13066236**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2012 E 12846533 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2774146**

(54) Título: **Codificación de audio basada en representación de coeficientes auto-regresivos**

(30) Prioridad:

02.11.2011 US 201161554647 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2016

(73) Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm, SE

(72) Inventor/es:

GRANCHAROV, VOLODYA y SVERRISSON, SIGURDUR

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 592 522 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Codificación de audio basada en representación de coeficientes auto-regresivos

Campo técnico

La tecnología propuesta se refiere a la codificación de audio basada en una eficaz representación de coeficientes auto-regresivos (AR).

Antecedentes

El análisis AR se utiliza corrientemente tanto en tiempo [1] como en la transformación en el dominio de la codificación de audio [2]. Un enfoque de la codificación se describe en el documento EP 1818913 A1.

Diferentes aplicaciones utilizan vectores AR de diferente longitud (el orden del modelo depende principalmente del ancho de banda de la señal codificada; desde 10 coeficientes para señales con un ancho de banda de 4 kHz, hasta 24 coeficientes para señales con un ancho de banda de 16 kHz. Estos coeficientes AR se cuantifican con la cuantificación multi etapa del vector (VQ), dividida, que garantiza aproximadamente la reconstrucción transparente. Sin embargo, los esquemas de cuantificación convencionales no están diseñados para el caso de coeficientes de modelo AR de altas frecuencias de audio (por ejemplo, por encima de 6 kHz), y funcionan a muy bajas tasas de bits (que no permiten la codificación transparente de los coeficientes). Esto introduce grandes errores perceptuales en la señal reconstruida cuando estos esquemas de cuantificación convencional se utilizan en intervalos de frecuencia y a tasas de bits no óptimas.

Resumen

Es el objetivo de la tecnología propuesta un esquema de cuantificación más eficiente para los coeficientes auto-regresivos.

Este objetivo se logra de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

Un primer aspecto de la tecnología propuesta incorpora un método de codificar una representación paramétrica espectral de los coeficientes auto-regresivos que representan parcialmente una señal de audio. El método incluye las siguientes etapas de:

- codificar una parte de baja frecuencia de la representación paramétrica espectral cuantificando los elementos de la representación paramétrica espectral que corresponden a una parte de baja frecuencia de la señal de audio;

- codificar una parte de alta frecuencia de la representación paramétrica espectral mediante la media ponderada basándose en los elementos cuantificados volcados en torno de una frecuencia cuantificada de reflejo, que separa la parte de baja frecuencia de la parte de alta frecuencia y una tabla de frecuencias determinadas a partir de un libro de códigos de tablas de frecuencias en un procedimiento de búsqueda en lazo cerrado.

Un segundo aspecto de la tecnología propuesta incorpora un codificador para codificar una representación paramétrica espectral de los coeficientes auto-regresivos que representan parcialmente una señal de audio. El codificador incluye:

- un codificador de baja frecuencia configurado para codificar una parte de baja frecuencia de la representación paramétrica espectral por medio de cuantificar los elementos de la representación paramétrica espectral que corresponden a la parte de baja frecuencia de la señal de audio;

- un codificador de alta frecuencia configurado para codificar una parte de alta frecuencia de la representación paramétrica espectral mediante la media ponderada basándose en los elementos cuantificados mostrados en torno a una frecuencia cuantificada de reflejo, que separa la parte de baja frecuencia de la parte de alta frecuencia, y una tabla de frecuencias determinadas partir de un libro de códigos de tablas de frecuencias en un procedimiento de búsqueda en lazo cerrado.

Un tercer aspecto de la tecnología propuesta incorpora un equipo de usuario que incluye el codificador de acuerdo con el segundo aspecto.

La tecnología propuesta proporciona un esquema de baja velocidad de bits para la compresión o codificación de los coeficientes auto-regresivos. En adición a las mejoras perceptuales, la tecnología propuesta también tiene la ventaja de reducir la complejidad computacional en comparación con los métodos de cuantificación de espectro total.

Breve descripción de los dibujos

La tecnología propuesta, junto con los objetivos y ventajas adicionales de la misma, se puede entender mejor al hacer referencia a la siguiente descripción en conjunto con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama de flujo del método de codificación de acuerdo con la tecnología propuesta.

La figura 2 ilustra una realización del método desde el lado del codificador de la tecnología propuesta;

La figura 3 ilustra el volcado de los elementos cuantificados de baja frecuencia LSF (representados por puntos sólidos) a alta frecuencia reflejándolos en el espacio previamente ocupado por la mitad superior del vector LSF;

La figura 4 ilustra el efecto de alisar la tabla en un espectro de la señal;

La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización del codificador de acuerdo con la tecnología propuesta;

La figura 6 es un diagrama de bloques de una realización del codificador de acuerdo con la tecnología propuesta;

La figura 7 es un diagrama de flujo del método de descodificación de acuerdo con la tecnología propuesta;

La figura 8 ilustra un ejemplo del método desde el lado del descodificador de la tecnología propuesta;

La figura 9 es un diagrama de bloques de un ejemplo del descodificador de acuerdo con la tecnología propuesta;

La figura 10 es un diagrama de bloques de un ejemplo del descodificador de acuerdo con la tecnología propuesta;

La figura 11 es un diagrama de bloques de una realización del codificador de acuerdo con la tecnología propuesta;

La figura 12 es un diagrama de bloques de un ejemplo del descodificador de acuerdo con la tecnología propuesta;

La figura 13 ilustra una realización de un equipo de usuario incluyendo un codificador de acuerdo con la tecnología propuesta; y

La figura 14 en ilustra un ejemplo de un equipo de usuario incluyendo un descodificador de acuerdo con la tecnología propuesta.

Descripción detallada

La tecnología propuesta requiere como entrada un vector de los coeficientes AR (otro nombre utilizado corrientemente es coeficientes de predicción lineal (LP)). Estos se obtienen típicamente computando primero las auto-correlaciones r(j) del segmento de audio visualizado $s(n)$, n=1,….,N , es decir :

$$r(j) = \sum^{N} s(n)s(n-j), \qquad j = 0,\ldots,M \qquad (1)$$

En la cual M es un orden del modelo predefinido. A continuación los coeficientes AR se obtienen a partir de la secuencia de auto-correlación r(j) por medio del algoritmo Levinson-Durbin [3].

En un sistema de comunicación de audio los coeficientes AR se tienen que transmitir eficazmente desde el codificador a la parte descodificadora del sistema. En la tecnología propuesta esto se logra cuantificando sólo determinados coeficientes y representando los coeficientes restantes con sólo un pequeño número de bits.

Codificador

La figura 1 es un diagrama de flujo del método de codificación de acuerdo con la tecnología propuesta. La etapa S1 codifica una parte de baja frecuencia de la representación paramétrica espectral cuantificando los elementos de la representación paramétrica espectral que corresponden a una parte de baja frecuencia de la señal de audio. La etapa S2 codifica una parte de alta frecuencia de la representación paramétrica espectral mediante la media ponderada basándose en los elementos cuantificados volcados en torno de una frecuencia cuantificada de reflejo, que separa la parte de baja frecuencia de la parte de alta frecuencia y una tabla de frecuencias determinadas por un libro de códigos de tablas de frecuencias en un procedimiento de búsqueda en lazo cerrado.

La figura 2 ilustra las etapas realizadas en el lado del codificador de una realización de la tecnología propuesta. En primer lugar se convierten los coeficientes AR a una representación de frecuencias Espectrales de Línea (LSF) en la etapa S3, por ejemplo, por medio del algoritmo descrito en [4]. A continuación el vector f de LSF se divide en dos partes, marcadas como partes de baja frecuencia (L) y de alta frecuencia (H) en la etapa S4. Por ejemplo en un vector LSF de dimensión 10 los primeros 5 coeficientes se pueden asignar al subvector f^L de L y los coeficientes restantes al subvector f^H de H.

Aunque la tecnología propuesta se describirá con referencia a una representación LSF, se pueden aplicar también los conceptos generales a una realización alternativa en la cual el vector AR se convierte en otra representación paramétrica espectral, tal como Par Espectral de Línea (LSP) o Pares Espectrales de Inmitancia (ISP) en lugar de LSF.

Sólo el subvector f^L LSF de baja frecuencia se cuantifica en la etapa S5 y sus índices de cuantificación I_{fL} se transmiten al descodificador. Los LSF de alta frecuencia del subvector f^H no se cuantifican, sino que se usan sólo en la cuantificación de una frecuencia de reflejo f_m (a $\hat{f}_m$), y en la búsqueda en lazo cerrado para una tabla óptima de

frecuencias g^{opt} a partir de un conjunto de tablas de frecuencias g^i que forman un libro de códigos de tablas de frecuencias, como se describe con referencia a las ecuaciones (2)-(13) más adelante. Los índices de cuantificación I_m e I_g para la frecuencia de reflejo y para la tabla óptima de frecuencias, respectivamente, representan el vector f^H LSF de alta frecuencia y se transmiten al descodificador. La codificación del subvector f^H de alta frecuencia se denominará ocasionalmente "extrapolación" en la descripción siguiente.

En la realización propuesta, la cuantificación se basa en un conjunto de cuantificadores escalares (SQs) optimizados individualmente sobre las propiedades estadísticas de los parámetros anteriores. En una realización alternativa, los elementos LSF podrían enviarse a un cuantificador de vectores (VQ) o pueden incluso acondicionar un VQ para el conjunto combinado de parámetros (LSF, frecuencia de reflejo y tabla óptima).

Los LSF de baja frecuencia del subvector f^L están en la etapa S6 volcados dentro del espacio abarcado por los LSF de alta frecuencia del subvector f^H. Esta operación se ilustra en la figura 3. Primero se calcula la frecuencia de reflejo cuantificada $\hat{f}_m$ de acuerdo con:

$$\hat{f}_m = Q\left(f(M/2) - \hat{f}(M/2-1)\right) + \hat{f}(M/2-1) \qquad (2)$$

en donde f indica el vector LSF entero, y Q(•) es la cuantificación de la diferencia entre el primer elemento en f^H (concretamente $f(M/2)$) y el último elemento cuantificado en f^L (concretamente $\hat{f}(M/2-1)$), y en donde M indica el número total de elementos en la representación paramétrica espectral.

A continuación se calculan los LSF volcados $f_{flip}(k)$ de acuerdo con:

$$f_{flip}(k) = 2\hat{f}_m - \hat{f}\left(M/2-1-k\right)\ ,\ \ 0 \le k \le M/2-1 \qquad (3)$$

A continuación los LSF volcados se reescalan de forma que se limitarán dentro del intervalo [0,….0,5] (como un alternativa, el intervalo se puede representar en radianes como [0,…π] de acuerdo con:

$$\tilde{f}_{flip}(k) = \begin{cases} \left(f_{flip}(k) - f_{flip}(0)\right)\cdot\left(f_{\max} - \hat{f}_m\right)\Big/\hat{f}_m + f_{flip}(0), & \hat{f}_m > 0.25 \\ f_{flip}(k), & \text{de otro modo} \end{cases} \qquad (4)$$

Las tablas de frecuencia g^i se reescalan para fijarlas en el intervalo entre el último elemento LSF cuantificado $\hat{f}(M/2-1)$, y un punto de máximo valor de la tabla g_{max}, por ejemplo:

$$\tilde{g}^i(k) = g^i(k)\cdot\left(g_{\max} - \hat{f}\left(M/2-1\right)\right) + \hat{f}\left(M/2-1\right) \qquad (5)$$

Estos coeficientes volcados y reescalados $\tilde{f}_{flip}(k)$ (indicados colectivamente $\tilde{f}^H$ en la figura 2) se tratan posteriormente en la etapa S7 alisándolos con las tablas reescaladas de frecuencias $\tilde{g}^i(k)$. El alisado tiene la forma de una suma ponderada entre los LSFs volcados y reescalados $\tilde{f}_{flip}(k)$ y las tablas reescaladas de frecuencias $\tilde{g}^i(k)$, de acuerdo con:

$$f_{smooth}(k) = \left[1-\lambda(k)\right]\tilde{f}_{flip}(k) + \lambda(k)\tilde{g}^i(k) \qquad (6)$$

en donde $\lambda(k)$ y $[1-\lambda(k)]$ son ponderaciones definidas.

Dado que la ecuación (6) incluye un índice libre i, esto quiere decir que se generará un vector $f_{smooth}(k)$ para cada $\tilde{g}^i(k)$. Por consiguiente, la ecuación (6) se puede expresar como:

$$f^i_{smooth}(k) = \left[1-\lambda(k)\right]\tilde{f}_{flip}(k) + \lambda(k)\tilde{g}^i(k) \qquad (7)$$

El alisado se realiza en la etapa S7 en una búsqueda en lazo cerrado sobre todas las tablas de frecuencias g^i, para encontrar una que minimice un criterio predefinido (descrito después de la ecuación (12) más adelante).

Para $M/2 = 5$ las ponderaciones $\lambda(k)$ en la ecuación (7) se pueden elegir como:

$$\lambda = \{\ 0.2,\ 0.35,\ 0.5,\ 0.75,\ 0.8\ \} \qquad (8)$$

En una realización, estas constantes se optimizan perceptualmente (se sugieren diferentes conjuntos de valores, y el conjunto de la máxima calidad, como informe un panel de oyentes, se selecciona finalmente). Generalmente los valores de los elementos en λ aumentan tanto como aumenta el índice k. Dado que un índice más alto corresponde a una frecuencia mayor, las frecuencias más altas del espectro resultante están más influenciadas por $\tilde{g}^j(k)$ que por $\tilde{f}_{flip}$ (véase la ecuación (7)). El resultado de este alisado o media ponderada es un espectro más plano hacia las altas frecuencias (la estructura del espectro introducido potencialmente por $\tilde{f}_{flip}$ se elimina progresivamente hacia las altas frecuencias).

Aquí g_{max} se selecciona próximo pero menor de 0,5. En este ejemplo g_{max} se selecciona igual a 0,49.

El método en este ejemplo utiliza cuatro tablas acondicionadas g^j (son posibles más o menos tablas). Los vectores de la tabla modelo en un intervalo [0….1], pre almacenado en la memoria, son de la forma:

$$\begin{cases} g^1 = \{\ 0.17274857,\ 0.35811835,\ 0.52369229,\ 0.71552804,\ 0.85539771\ \} \\ g^2 = \{\ 0.16313042,\ 0.30782962,\ 0.43109281,\ 0.59395830,\ 0.81291897\ \} \\ g^3 = \{\ 0.17172427,\ 0.33157177,\ 0.48528862,\ 0.66492442,\ 0.82952486\ \} \\ g^4 = \{\ 0.16666667,\ 0.33333333,\ 0.50000000,\ 0.66666667,\ 0.83333333\ \} \end{cases} \quad (9)$$

Si se supone que la posición del último coeficiente cuantificado LSF $f(M/2 - 1)$ es 0,25, los vectores de la tabla re escalada toman la forma de:

$$\begin{cases} \tilde{g}^1 = \{\ 0.2915,\ 0.3359,\ 0.3757,\ 0.4217,\ 0.4553\} \\ \tilde{g}^2 = \{\ 0.2892,\ 0.3239,\ 0.3535,\ 0.3925,\ 0.4451\} \\ \tilde{g}^3 = \{\ 0.2912,\ 0.3296,\ 0.3665,\ 0.4096,\ 0.4491\} \\ \tilde{g}^4 = \{\ 0.2900,\ 0.3300,\ 0.3700,\ 0.4100,\ 0.4500\} \end{cases} \quad (10)$$

Un efecto de alisar los coeficientes LSF volcados y reescalados a los puntos de la tabla se ilustra en la figura 4. Al aumentar el número de vectores de la tabla utilizados en el procedimiento en lazo cerrado, el espectro resultante se acerca más y más al espectro objetivo.

Si g_{max} igual 0,5 el lugar de 0,49, el libro de códigos de la tabla de frecuencias puede en su lugar formarse por:

$$\begin{cases} g^1 = \{\ 0.15998503,\ 0.31215086,\ 0.47349756,\ 0.66540429,\ 0.84043882\ \} \\ g^2 = \{\ 0.15614473,\ 0.30697672,\ 0.45619822,\ 0.62493785,\ 0.77798001\ \} \\ g^3 = \{\ 0.14185823,\ 0.26648724,\ 0.39740108,\ 0.55685745,\ 0.74688616\ \} \\ g^4 = \{\ 0.15416561,\ 0.27238427,\ 0.39376780,\ 0.59287916,\ 0.86613986\ \} \end{cases} \quad (11)$$

Si de nuevo se supone que la posición del último coeficiente cuantificado LSF $f(M/2 - 1)$ es 0,25, los vectores de la tabla reescalada toman la forma de:

$$\begin{cases} \tilde{g}^1 = \{\ 0.28999626,\ 0.32803772,\ 0.36837439,\ 0.41635107,\ 0.46010970\} \\ \tilde{g}^2 = \{\ 0.28903618,\ 0.32674418,\ 0.36404956,\ 0.40623446,\ 0.44449500\} \\ \tilde{g}^3 = \{\ 0.28546456,\ 0.31662181,\ 0.34935027,\ 0.38921436,\ 0.43672154\} \\ \tilde{g}^4 = \{\ 0.28854140,\ 0.31809607,\ 0.34844195,\ 0.39821979,\ 0.46653496\} \end{cases} \quad (12)$$

Obsérvese que las tablas reescaladas $\hat{g}^j$ pueden ser diferentes de trama a trama ya que $f(M/2 - 1)$ en la ecuación de reescalado (5) puede no ser constante sino que varíe con el tiempo. Sin embargo, el libro de códigos formado por las tablas modelo g^j es constante. En este sentido, las tablas reescaladas $\tilde{g}^j$ se pueden considerar como un libro de códigos adaptativo formado a partir de un libro de códigos fijo de tablas modelo g^j.

Los vectores LSF $\int^j_{smooth}$ creados por la suma ponderada en (7) se comparan con el vector objetivo LSF f^H, y la tabla óptima g^j se selecciona como la única que minimiza el error medio cuadrado (MSE) entre estos dos vectores. El índice *opt* de esta tabla óptima se puede expresar matemáticamente como:

$$opt = \arg\min_{i}\left(\sum_{k=0}^{M/2-1}\left(f_{smooth}^{i}(k) - f^{H}(k)\right)^{2}\right) \qquad (13)$$

en donde $f^H(k)$ es un vector objetivo formado por los elementos de la parte de alta frecuencia de la representación paramétrica espectral.

En una realización alternativa se pueden utilizar mediciones de error más avanzadas que imiten la distorsión espectral (SD), por ejemplo, la media armónica inversa u otra ponderación en el dominio LSF.

En una realización, el libro de códigos de las tablas de frecuencias se obtiene con un algoritmo de agrupamiento K-means en un amplio conjunto de vectores LSF, que se ha extraído de una base de datos de conversaciones. Los vectores de la tabla en las ecuaciones (9) y (11) se seleccionan como los únicos que, después del reescalado de acuerdo con la ecuación (5) y de promediarlos ponderadamente con $\tilde{f}_{flip}$ de acuerdo con la ecuación (7), minimicen la distancia al cuadrado a f^H. En otras palabras, estos vectores de la tabla, cuando se usan en la ecuación (7), dan la mejor representación de los coeficientes LSF de alta frecuencia.

La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización del codificador de acuerdo con la tecnología propuesta. El codificador 40 incluye un codificador 10 de baja frecuencia configurado para codificar una parte de baja frecuencia de la representación paramétrica espectral f cuantificando los elementos de la representación paramétrica espectral que corresponden a una parte de baja frecuencia de la señal de audio. El codificador 40 incluye también un codificador 12 de alta frecuencia configurado para codificar una parte de alta frecuencia f^H de la representación paramétrica espectral mediante la media ponderada basada en los elementos cuantificados $\hat{f}^L$ volcados en torno a una frecuencia de reflejo cuantificada que separa la parte de baja frecuencia de la parte de alta frecuencia, y una tabla de frecuencia determinada por un libro de códigos 24 de tablas de frecuencias en un procedimiento de búsqueda en lazo cerrado. Las entidades cuantificadas $\hat{f}^L$, $\hat{f}_m$, g^{opt} están representadas por los índices correspondientes de cuantificación I_{fL}, I_m, I_g, que se transmiten al descodificador.

La figura 6 es un diagrama de bloques de una realización del codificador de acuerdo con la tecnología propuesta. El codificador 10 de baja frecuencia recibe el vector completo LSF f, que está dividido en una parte de baja frecuencia o subvector f^L y una parte de alta frecuencia o subvector f^H por medio de un divisor de vectores 14. La parte de baja frecuencia se envía a un cuantificador 16, que está configurado para codificar la parte de baja frecuencia f^L cuantificando sus elementos, por medio de cuantificación escalar o vectorial, en una parte cuantificada de baja frecuencia o subvector $\hat{f}^L$. Al menos un índice de cuantificación I_{fL} (dependiendo del método utilizado en la cuantificación) se envía para su transmisión al descodificador.

El subvector de baja frecuencia cuantificado $\hat{f}^L$ y el subvector de alta frecuencia aún sin codificar f^H se envían al codificador 12 de baja frecuencia. Un calculador 18 de la frecuencia de reflejo está configurado para calcular la frecuencia de reflejo cuantificada $\hat{f}_m$ de acuerdo con la ecuación (2). Las líneas discontinuas indican que solo se necesitan para esto el último elemento cuantificado $f(M/2 - 1)$ en f^L y el primer elemento $f(M/2)$ en f^H. El índice de cuantificación I_m que representa la frecuencia de reflejo $\hat{f}_m$ se envía para su transmisión al descodificador.

La frecuencia de reflejo cuantificada $\hat{f}_m$ se envía a una unidad de volcado 20 del subvector cuantificado de baja frecuencia configurado para volcar los elementos del subvector cuantificado de baja frecuencia $\hat{f}^L$ en torno a la frecuencia de reflejo cuantificada $\hat{f}_m$ de acuerdo con la ecuación (3). Los elementos volcados $f_{flip}(k)$ y la frecuencia de reflejo cuantificada $\hat{f}_m$ se envían a un reescalador 22 de elementos volcados configurado para reescalar los elementos volcados de acuerdo con la ecuación (4).

Las tablas de las frecuencias $g^i(k)$ se envían desde el libro de códigos 24 de las tablas de frecuencias a un reescalador 26 de la tabla de frecuencias, el cual recibe también el último elemento cuantificado $f(M/2 - 1)$ en $\hat{f}^L$. El reescalador 26 está configurado para realizar el reescalado de acuerdo con la ecuación (5).

Los LSFs volcados y reescalados $\tilde{f}_{flip}(k)$ desde el reescalador 22 de los elementos volcados y las tablas de frecuencia reescaladas $\tilde{g}^i(k)$ desde el reescalador 26 de la tabla de frecuencias se envían a una unidad de ponderación 28, que está configurada para realizar una media ponderada de acuerdo con la ecuación (7). Los elementos alisados resultantes $f^i_{smooth}(k)$ y el vector objetivo de alta frecuencia f^H se envían a una unidad 30 de búsqueda de tablas de frecuencias configurada para seleccionar una tabla de frecuencias g^{opt} de acuerdo con la ecuación (13). El índice correspondiente I_g se transmite al descodificador.

Descodificador

La figura 7 es un diagrama de flujo del método de descodificación de acuerdo con la tecnología propuesta. La etapa S11 reconstruye los elementos de una parte de baja frecuencia de la representación paramétrica espectral correspondiente a una parte de baja frecuencia de la señal de audio de al menos un índice de cuantificación que codifica esa parte de la representación paramétrica espectral. La etapa S12 reconstruye los elementos de una parte de alta frecuencia de la representación paramétrica espectral mediante la media ponderada basada en los

elementos descodificados volcados en torno a una frecuencia de reflejo descodificada, que separa la parte de baja frecuencia de la parte de alta frecuencia, y una tabla de frecuencia descodificada.

Las etapas del método realizadas en el descodificador se ilustran por medio del ejemplo en la figura 8. En primer lugar se reciben los índices de cuantificación I_{fL}, I_m, I_g para los LSFs de baja frecuencia, frecuencia de reflejo óptima y tabla óptima, respectivamente.

En la etapa S13 la parte de baja frecuencia cuantificada $\hat{f}^L$ se reconstruye a partir de un libro de códigos de baja frecuencia utilizando el índice recibido I_{fL}.

Las etapas del método realizadas en el descodificador para reconstruir la parte de alta frecuencia f^H son muy similares a las etapas de tratamiento del codificador ya descritas en las ecuaciones (3)-(7).

Las etapas de volcado y reescalado realizadas en el descodificador (en S14) son idénticas a las operaciones en el codificador descritas exactamente por medio de las ecuaciones (3)-(4).

Las etapas (en S15) de reescalado de la tabla (ecuación (5)), y alisado con ella (ecuación (6)), requieren sólo ligeras modificaciones en el descodificador, porque no se realiza la búsqueda en lazo cerrado (búsqueda sobre *i*). Esto es así porque el descodificador recibe el índice óptimo *opt* procedente del flujo de bits. En su lugar, estas ecuaciones toman la siguiente forma:

$$\tilde{g}^{opt}(k) = g^{opt}(k) \cdot \left(g_{\max} - \hat{f}\left(M/2-1\right)\right) + \hat{f}\left(M/2-1\right) \qquad (14)$$

y

$$f_{smooth}(k) = \left[1-\lambda(k)\right]\tilde{f}_{flip}(k) + \lambda(k)\tilde{g}^{opt}(k) \qquad (15)$$

respectívamente. El vector f_{smooth} representa la parte de alta frecuencia f^H de la señal descodificada.

Finalmente, las partes de baja y alta frecuencia f^L, f^H del vector LSF se combinan en la etapa S16 y el vector resultante $\hat{f}$ se transforma en coeficientes AR en la etapa S17.

La figura 9 es un diagrama de bloques de un ejemplo del descodificador 50 de acuerdo con la tecnología propuesta. Un descodificador 60 de baja frecuencia se configura para reconstruir los elementos $\hat{f}^L$ de una parte de baja frecuencia f^L de la representación paramétrica espectral *f* correspondiente a una parte de baja frecuencia de la señal de audio de al menos un índice de cuantificación I_{fL} que codifica esa parte de la representación paramétrica espectral. Un descodificador 62 de alta frecuencia está configurado para reconstruir los elementos f^H de la parte alta frecuencia f^H de la representación paramétrica espectral mediante la media ponderada basándose en los elementos descodificados $\hat{f}^L$ volcados en torno a una frecuencia de reflejo descodificada $\hat{f}_m$ que separa la parte de baja frecuencia de la parte de alta frecuencia, y una tabla de frecuencias descodificadas g^{opt}. La tabla de frecuencias g^{opt} se obtiene al recuperar la tabla de frecuencias que corresponde a un índice recibido I_g a partir de un libro de códigos 24 de tablas de frecuencias (este es el mismo libro de códigos que el del codificador).

La figura 10 es un diagrama de bloques de un ejemplo del descodificador de acuerdo con la tecnología propuesta. El descodificador de baja frecuencia recibe al menos un índice de cuantificación I_{fL}, que depende de que se use la cuantificación escalar o vectorial, y lo envía a un descodificador 66 del índice de cuantificación, que reconstruye los elementos $\hat{f}^L$ de la parte de baja frecuencia de la representación paramétrica espectral. El descodificador de alta frecuencia 62 recibe un índice de cuantificación de la frecuencia de reflejo I_m, que se envía a un descodificador 66 de la frecuencia de reflejo para descodificar la frecuencia de reflejo $\hat{f}_m$. Los bloques restantes 20, 22, 24, 26 y 28 realizan las mismas funciones que los bloques correspondientes numerados en el codificador ilustrado en la figura 6. Las diferencias esenciales entre el codificador y el descodificador son que la frecuencia de reflejo se descodifica a partir del índice I_m en lugar de calcularse a partir de la ecuación (2), y en que la unidad 30 de búsqueda de tablas de frecuencias en el codificador no hace falta, ya que la tabla de frecuencias óptima se obtiene directamente a partir del libro de códigos 24 de tablas de frecuencias leyendo en sentido ascendente la tabla de frecuencias g^{opt} que corresponde al índice recibido I_g.

Las etapas, funciones, procedimientos y/o bloques descritos en este documento se pueden realizar en hardware utilizando cualquier tecnología convencional, tal como tecnología de circuitos discretos o de circuitos integrados, incluyendo tanto circuitería electrónica de propósito general como circuitería de aplicación específica.

Alternativamente, al menos alguna de las etapas, funciones, procedimientos y/o bloques descritos en este documento se puede realizar en software para ser ejecutada por medio del equipo apropiado de tratamiento. Este equipo puede incluir por ejemplo, uno o varios microprocesadores, uno o varios Procesadores Digitales de Señal (DSP), uno o varios Circuitos Integrados para Aplicaciones Específicas (ASIC), hardware de vídeo acelerado o uno o varios dispositivos lógicos programables adecuados, tales como Conjuntos de Puertas Programables en Campo (FPGA). También son admisibles combinaciones de tales elementos de tratamiento.

Se debe entender también que puede ser posible reutilizar las capacidades de tratamiento general ya existentes en un UE. Esto puede, por ejemplo, hacerse reprogramando el software existente o añadiendo nuevos componente de software.

La figura 11 es un diagrama de bloques de una realización del codificador 40 de acuerdo con la tecnología propuesta. Esta realización se basa en un procesador 110, por ejemplo un microprocesador, que ejecuta el software 120 para cuantificar la parte de baja frecuencia f^L de la representación paramétrica espectral, y software 130 para la búsqueda de una extrapolación óptima representada por la frecuencia de reflejo $\hat{f}_m$ y por el vector de la tabla de frecuencias óptima g^{opt}. Este software se almacena en la memoria 140. El procesador 110 se comunica con la memoria por medio de un bus del sistema. La representación paramétrica espectral entrante la recibe un controlador de entrada/salida (I/O) 150 que controla un bus I/O, al cual están conectados el procesador 110 y la memoria 140. El software 120 puede realizar la funcionalidad del codificador de baja frecuencia 10. El software 130 puede realizar la funcionalidad del codificador de alta frecuencia 12. Los parámetros cuantificados $\hat{f}^L$, $\hat{f}_m$, g^{opt} (o preferiblemente los índices correspondientes I_{fL}, I_m, I_g) obtenidos a partir del software 120 y 130 se envían a la memoria 140 por medio del controlador de I/O 150 sobre el bus I/O.

La figura 12 es un diagrama de bloques de un ejemplo del descodificador 50 de acuerdo con la tecnología propuesta. Este ejemplo se basa en un procesador 210, por ejemplo un microprocesador, que ejecuta el software 220 para descodificar la parte de baja frecuencia f^L de la representación paramétrica espectral y el software 230 para descodificar la parte de alta frecuencia f^H de la representación paramétrica espectral por extrapolación. El software se almacena en la memoria 240. El procesador 210 se comunica con la memoria sobre un bus del sistema. Los parámetros codificados entrantes $\hat{f}^L$, $\hat{f}_m$, g^{opt} (representados por I_{fL}, I_m, I_g) se reciben por medio de un controlador 250 de entrada/salida (I/O) que controla un bus de I/O, al cual están conectados el procesador 210 y la memoria 240. El software 220 puede realizar la funcionalidad del descodificador de baja frecuencia 60. El software 230 puede realizar la funcionalidad del descodificador de alta frecuencia 62. La representación paramétrica descodificada ($\hat{f}^L$ combinada con $\hat{f}^H$) obtenida del software 220 y del software 230 se envían desde la memoria 240 por medio del controlador 250 de I/O sobre el bus de I/O.

La figura 13 ilustra una realización de un equipo de usuario UE que incluye un codificador de acuerdo con la tecnología propuesta. Un micrófono 70 envía una señal de audio a un convertidor A/D 72. La señal digitalizada de audio se codifica por medio de un codificador de audio 74. Sólo se ilustran en el codificador de audio 74 los componentes relevantes para ilustrar la tecnología propuesta. El codificador de audio 74 incluye un calculador 76 de coeficientes AR, un convertidor 78 de AR a representación paramétrica espectral y un codificador 40 de la representación paramétrica espectral. La representación paramétrica espectral codificada (junto con otros parámetros codificados de audio que no se necesitan para ilustrar la presente tecnología) se envía a una unidad de radio 80 para la codificación del canal y la conversión ascendente a la frecuencia de radio y para la transmisión a un descodificador por medio de la antena.

La figura 14 ilustra un ejemplo de un equipo de usuario UE que incluye un descodificador de acuerdo con la tecnología propuesta. Una antena recibe una señal que incluye la representación paramétrica espectral codificada y la envía a la unidad de radio 82 para la conversión descendente desde la frecuencia de radio y para la descodificación del canal. La señal digital resultante se envía a un descodificador de audio 84. Sólo se detallan en el descodificador de audio 84 los componentes relevantes para ilustrar la tecnología propuesta. El descodificador de audio 84 incluye un descodificador 50 de la representación paramétrica espectral y un convertidor 86 de la representación paramétrica espectral a AR. Los coeficientes AR se usan (junto con otros parámetros de audio descodificados que no son necesarios para ilustrar la tecnología presente) para descodificar la señal de audio y las muestras de audio resultantes se envían a una unidad 88 de conversión D/A y amplificación, que envía la señal de audio a un altavoz 90.

En una aplicación de ejemplo el propuesto esquema de cuantificación-extrapolación AR se utiliza en un contexto BWE. En este caso el análisis AR se realiza en una banda de alta frecuencia determinada y los coeficientes AR se utilizan sólo para el filtro de síntesis. El lugar de obtenerse con el correspondiente filtro de análisis, la señal de excitación para esta banda alta se extrapola a partir de una excitación de banda baja codificada independientemente.

En otra aplicación de ejemplo el esquema de cuantificación-extrapolación AR propuesto se utiliza en un esquema de codificación tipo ACELP. Los codificadores ACELP modelan una extensión vocal de un altavoz con un modelo AR. Se genera una señal de excitación $e(n)$ pasando una forma de onda $s(n)$ a través de un filtro blanqueador $e(n) = A(z)s(n)$, en donde, $A(z)=1+a_1z^{-1} + a_2z^{-2} +\ldots a_Mlz^{-M}$, es el modelo AR de orden M. Sobre una base de trama a trama se cuantifica un conjunto de coeficientes AR $a=[a_1, a_2,\ldots a_M]^T$ y una señal de excitación, y los índices de cuantificación se transmiten sobre la red. En el descodificador, la conversación sintetizada se genera sobre una base de trama a trama enviando la señal de excitación reconstruida a través del filtro de síntesis reconstruido $A(z)^{-1}$.

En una aplicación adicional de ejemplo, el esquema de cuantificación-extrapolación AR propuesto se utiliza como un modo eficiente para parametrizar una envolvente del espectro de un códec del audio transformado. Sobre una base de corta duración, la forma de onda se transforma al dominio de frecuencia y la respuesta de frecuencia de los coeficientes AR se utiliza para aproximar la envolvente del espectro y normalizar el vector transformado (para crear

un vector residual). A continuación los coeficientes AR y el vector residual se codifican y se transmiten al descodificador.

Deberán comprender los expertos en la técnica que se pueden hacer diversas modificaciones y cambios en la tecnología propuesta sin apartarse del ámbito de la misma, el cual se define por medio de las reivindicaciones adjuntas.

Abreviaturas

ACELP	Predicción Lineal Excitada de Código Algebráico
ASIC	Circuitos Integrados de Aplicación Específica
AR	Auto-Regresión
BWE	Extensión del Ancho de Banda
DSP	Procesador Digital de Señal
FPGA	Conjunto de Puertas Programables en Campo
ISP	Pares Espectrales de Inmitancia
LP	Predicción Lineal
LSF	Frecuencias Espectrales de línea
LSP	par Espectral de Línea
MSE	Error Medio Cuadrado
SD	Distorsión Espectral
SQ	Cuantificadora Escalar
UE	Equipo de Usuario
VQ	Cuantificación del Vector

Referencias

[1] 3GPPP TS 26090, “Adaptative Multi-Rate (AMR) speech codec; Transcoding functions”, p. 13,2007.

[2] N. Iwakami, et al., High-quality audio-coding at less than 64 kbits/s by using transform-domain weighted interleave vector quantization (TWINVQ), IEEE ICASSP, vol. 5, pp. 3095-3098, 1995.

[3] J.Makhoul, “Linear prediction: A tutorial review”, Proc. IEEE, vol. 63, p. 566, 1975.

[4] P. Kabal and R.P. Ramachandran, “The computation of line spectral frecuencies using Chebyshev polynomials”, IEEE Trans. En ASSP, vol. 34, nº 6, pp. 1419-1426, 1986.

REIVINDICACIONES

1. Un método de codificar una representación paramétrica espectral (*f*) de coeficientes auto-regresivos (a) que representan parcialmente una señal de audio, que incluye las etapas de:

codificar una parte de baja frecuencia (f^L) de la representación paramétrica espectral (*f*) cuantificando los elementos de la representación paramétrica espectral que corresponden a una parte de baja frecuencia de la señal de audio;

codificar una parte de alta frecuencia (f^H) de la representación paramétrica espectral (*f*) mediante la media ponderada basándose en los elementos cuantificados (**^**f^L) volcados en torno a una frecuencia de reflejo cuantificada (**^**f_m), que separa la parte de baja frecuencia de la parte de alta frecuencia y una tabla de frecuencias (g^{opt}) determinada a partir de un libro de códigos de tablas de frecuencias (24) en un procedimiento de búsqueda en lazo cerrado.

2. El método de codificación de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye la etapa de cuantificar la frecuencia de reflejo **^**f_m de acuerdo con:

$$\hat{f}_m = Q\left(f(M/2) - \hat{f}(M/2-1)\right) + \hat{f}(M/2-1),$$

en donde

Q indica la cuantificación de la extensión en el paréntesis contiguo,

M indica el número total de elementos en la representación paramétrica espectral,

f(M/2) indica el primer elemento de la parte de alta frecuencia, y

f(M/2-1) indica el último elemento cuantificado en la parte de baja frecuencia.

3. El método de codificación de acuerdo con la reivindicación 2, que incluye la etapa de volcar los elementos cuantificados de la parte baja frecuencia (f^L) de la representación paramétrica espectral (*f*) en torno a la frecuencia de reflejo cuantificada **^**f_m de acuerdo con:

$$f_{flip}(k) = 2\hat{f}_m - \hat{f}(M/2-1-k)\ ,\ \ 0 \le k \le M/2-1$$

en donde **^***f*(*M/2-1-k*) indica el elemento cuantificado *M/2-1-k*.

4. El método de codificación de acuerdo con la reivindicación 3, que incluye la etapa de reescalar los elementos volcados $f_{flip}(k)$ de acuerdo con:

$$\tilde{f}_{flip}(k) = \begin{cases} \left(f_{flip}(k) - f_{flip}(0)\right)\cdot\left(f_{\max} - \hat{f}_m\right)\Big/\hat{f}_m + f_{flip}(0), & \hat{f}_m > 0.25 \\ f_{flip}(k), & \text{de otro modo.} \end{cases}$$

5. El método de codificación de acuerdo con la reivindicación 4, que incluye la etapa de reescalar las tablas de frecuencias g^i del libro de tablas de frecuencias (24) para fijarlas en el intervalo entre el último elemento cuantificado **^***f*(*M/2-1*) en la parte de baja frecuencia y un punto de máximo valor de la tabla de acuerdo con

$$\tilde{g}^i(k) = g^i(k)\cdot\left(g_{\max} - \hat{f}(M/2-1)\right) + \hat{f}(M/2-1).$$

6. El método de codificación de acuerdo con la reivindicación 5, que incluye la etapa de ponderar la media de los elementos volcados y reescalados $\tilde{f}_{flip}(k)$ y las tablas de frecuencias reescaladas $\tilde{g}^i(k)$ de acuerdo con:

$$f^i_{smooth}(k) = \left[1-\lambda(k)\right]\tilde{f}_{flip}(k) + \lambda(k)\tilde{g}^i(k)$$

en donde *λ(k)* y *[1-λ(k)]* son ponderaciones predefinidas.

7. El método de codificación de acuerdo con la reivindicación 6, que incluye la etapa de seleccionar una tabla de frecuencias g^{opt}, en la que el índice *opt* satisface el criterio:

$$opt = \arg\min_{i}\left(\sum_{k=0}^{M/2-1}\left(f_{smooth}^{i}(k) - f^{H}(k)\right)^{2}\right)$$

en donde $f^{H}(k)$ es un vector objetivo formado por los elementos de la parte de alta frecuencia de la representación paramétrica espectral.

8. El método de codificación de acuerdo con la reivindicación 7, en el que M = 10, g_{max} = 0,5 y las ponderaciones $\lambda(k)$ se definen como λ = {0,2, 0,35, 0,5, 0,75, 0,8}.

9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la codificación se realiza sobre una representación de frecuencias espectrales de línea de los coeficientes auto-regresivos.

10. Un codificador (40) para codificar una representación paramétrica espectral (f) de coeficientes auto-regresivos (a) que representan parcialmente una señal de audio, incluyendo dicho decodificador:

un codificador de baja frecuencia (10) configurado para codificar una parte de baja frecuencia (f^{L}) cuantificando los elementos de la representación paramétrica espectral (f) que corresponden a una parte de baja frecuencia de la señal de audio;

un codificador de alta frecuencia (12) configurado para codificar una parte alta frecuencia (f^{H}) de la representación paramétrica espectral (f) mediante la media ponderada basándose en los elementos cuantificados (**^**f^{L}) volcados en torno a una frecuencia de reflejo cuantificada (**^**f_m), que separa la parte de baja frecuencia de la parte de alta frecuencia y una tabla de frecuencias (g^{opt}) determinada partir de un libro de códigos de tablas de frecuencias (24) en un procedimiento de búsqueda en lazo cerrado.

11. El codificador de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el codificador de alta frecuencia (12) incluye un calculador de la frecuencia de reflejo (18) configurado para calcular la frecuencia de reflejo cuantificada **^**f_m de acuerdo con:

$$\hat{f}_m = Q\left(f(M/2) - \hat{f}(M/2-1)\right) + \hat{f}(M/2-1),$$

en donde

Q indica la cuantificación de la extensión en el paréntesis contiguo,

M indica el número total de elementos en la representación paramétrica espectral,

$f(M/2)$ indica el primer elemento de la parte de alta frecuencia, y

$f(M/2-1)$ indica el último elemento cuantificado en la parte de baja frecuencia.

12. El codificador de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el codificador de alta frecuencia (12) incluye una unidad de volcado del subvector de baja frecuencia cuantificado (20) configurada para volcar los elementos cuantificados de la parte de baja frecuencia (f^{L}) de la representación paramétrica espectral (f) en torno a la frecuencia de reflejo cuantificada **^**f_m, de acuerdo con:

$$f_{flip}(k) = 2\hat{f}_m - \hat{f}\left(M/2-1-k\right),\ \ 0 \le k \le M/2-1$$

en donde $f(M/2-1-k)$ indica el elemento cuantificado $M/2-1-k$.

13. El codificador de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el codificador de alta frecuencia (12) incluye un reescalador (22) de los elementos volcados configurado para reescalar los elementos volcados $f_{flip}(k)$ de acuerdo con:

$$\tilde{f}_{flip}(k) = \begin{cases} \left(f_{flip}(k) - f_{flip}(0)\right)\cdot\left(f_{\max} - \hat{f}_m\right)\Big/\hat{f}_m + f_{flip}(0), & \hat{f}_m > 0.25 \\ f_{flip}(k), & \text{de otro modo.} \end{cases}$$

14. El codificador de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el codificador de alta frecuencia (12) incluye un reescalador de tablas de frecuencias (26) configurado para reescalar las tablas de frecuencias g^{i} a partir del libro de códigos de tablas de frecuencias (24) para fijarlas en el intervalo entre el último elemento cuantificado ^$f(M/2-1)$ en la parte de baja frecuencia y un punto de máximo valor de la tabla g_{max} de acuerdo con:

$$\tilde{g}^i(k) = g^i(k) \cdot \left(g_{\max} - \hat{f}\left(M/2-1\right)\right) + \hat{f}\left(M/2-1\right).$$

15. El codificador de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el codificador de alta frecuencia (12) incluye una unidad de ponderación (28) configurada para realizar la media ponderada de los elementos volcados y reescalados $\tilde{f}_{flip}(k$ y las tablas de frecuencia reescaladas $\tilde{g}^i(k)$ de acuerdo con:

$$f^i_{smooth}(k) = \left[1-\lambda(k)\right]\tilde{f}_{flip}(k) + \lambda(k)\tilde{g}^i(k)$$

en donde $\lambda(k)$ y $[1-\lambda(k)]$ son ponderación predefinidas.

16. El codificador de acuerdo con la reivindicación 15, en el que el codificador de alta frecuencia (12) incluye una unidad buscadora de tablas de frecuencias (30) configurada para seleccionar una tabla de frecuencias g^{opt}, en la que el índice *opt* satisfaga al criterio de:

$$opt = \arg\min_i \left(\sum_{k=0}^{M/2-1} \left(f^i_{smooth}(k) - f^H(k) \right)^2 \right)$$

en donde $f^H(k)$ es un vector objetivo formado por los elementos de la parte de alta frecuencia de la representación paramétrica espectral.

17. El codificador de acuerdo con la reivindicación 16, en el que M = 10, g_{max} = 0,5 y las ponderaciones (k) se definen como λ = {0,2, 0,35, 0,5, 0,75, 0,8}.

18. El codificador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 10-17, que está configurado para realizar la codificación sobre una representación de frecuencias espectrales de línea de los coeficientes auto-regresivos.

19. Un equipo de usuario que incluye un codificador (40) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 10-18.

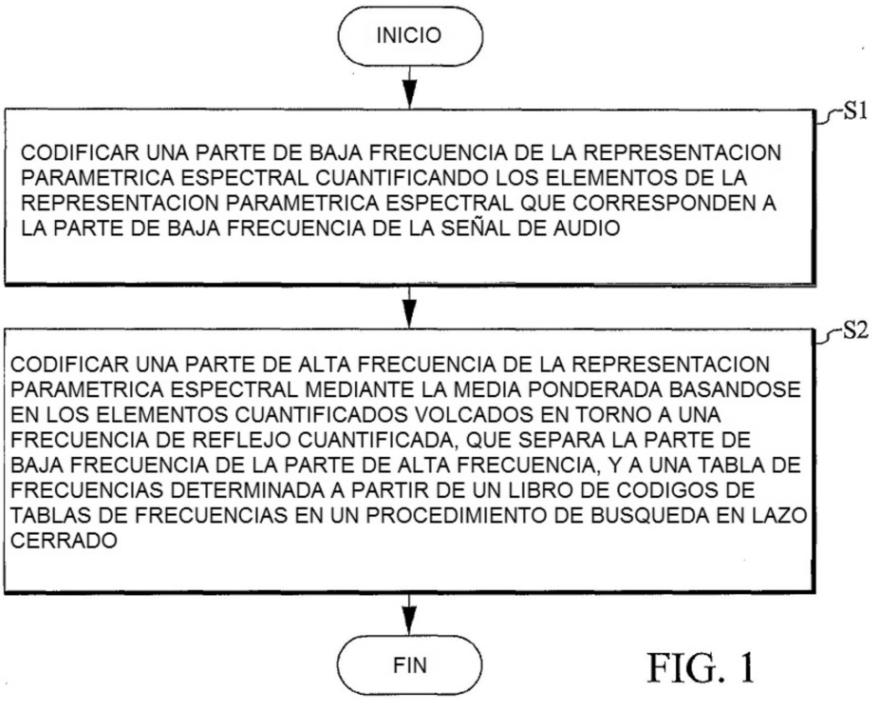
INICIO
S1
CODIFICAR UNA PARTE DE BAJA FRECUENCIA DE LA REPRESENTACION PARAMETRICA ESPECTRAL CUANTIFICANDO LOS ELEMENTOS DE LA REPRESENTACION PARAMETRICA ESPECTRAL QUE CORRESPONDEN A LA PARTE DE BAJA FRECUENCIA DE LA SEÑAL DE AUDIO
S2
CODIFICAR UNA PARTE DE ALTA FRECUENCIA DE LA REPRESENTACION PARAMETRICA ESPECTRAL MEDIANTE LA MEDIA PONDERADA BASANDOSE EN LOS ELEMENTOS CUANTIFICADOS VOLCADOS EN TORNO A UNA FRECUENCIA DE REFLEJO CUANTIFICADA, QUE SEPARA LA PARTE DE BAJA FRECUENCIA DE LA PARTE DE ALTA FRECUENCIA, Y A UNA TABLA DE FRECUENCIAS DETERMINADA A PARTIR DE UN LIBRO DE CODIGOS DE TABLAS DE FRECUENCIAS EN UN PROCEDIMIENTO DE BUSQUEDA EN LAZO CERRADO
FIN

FIG. 1

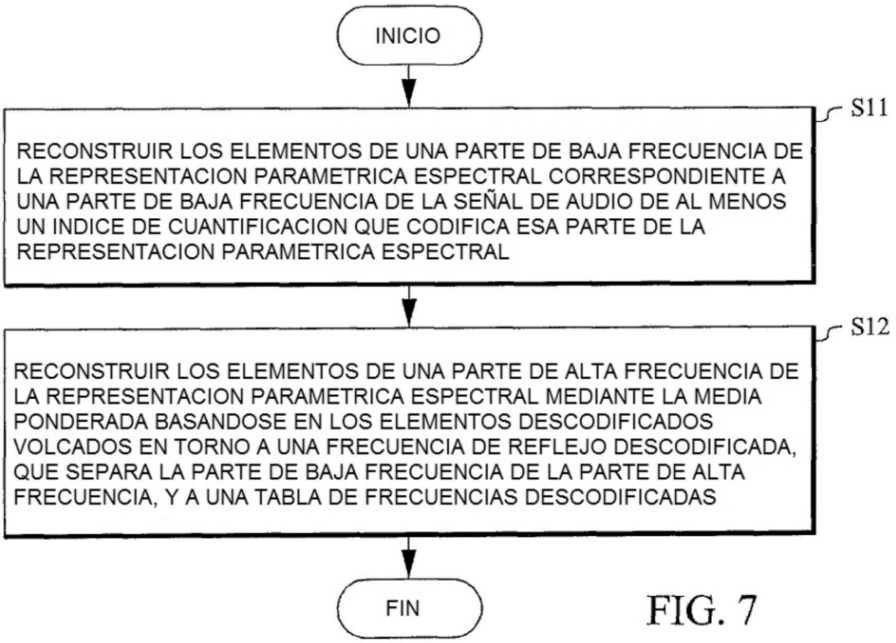
INICIO
S11
RECONSTRUIR LOS ELEMENTOS DE UNA PARTE DE BAJA FRECUENCIA DE LA REPRESENTACION PARAMETRICA ESPECTRAL CORRESPONDIENTE A UNA PARTE DE BAJA FRECUENCIA DE LA SEÑAL DE AUDIO DE AL MENOS UN INDICE DE CUANTIFICACION QUE CODIFICA ESA PARTE DE LA REPRESENTACION PARAMETRICA ESPECTRAL
S12
RECONSTRUIR LOS ELEMENTOS DE UNA PARTE DE ALTA FRECUENCIA DE LA REPRESENTACION PARAMETRICA ESPECTRAL MEDIANTE LA MEDIA PONDERADA BASANDOSE EN LOS ELEMENTOS DESCODIFICADOS VOLCADOS EN TORNO A UNA FRECUENCIA DE REFLEJO DESCODIFICADA, QUE SEPARA LA PARTE DE BAJA FRECUENCIA DE LA PARTE DE ALTA FRECUENCIA, Y A UNA TABLA DE FRECUENCIAS DESCODIFICADAS
FIN

FIG. 7

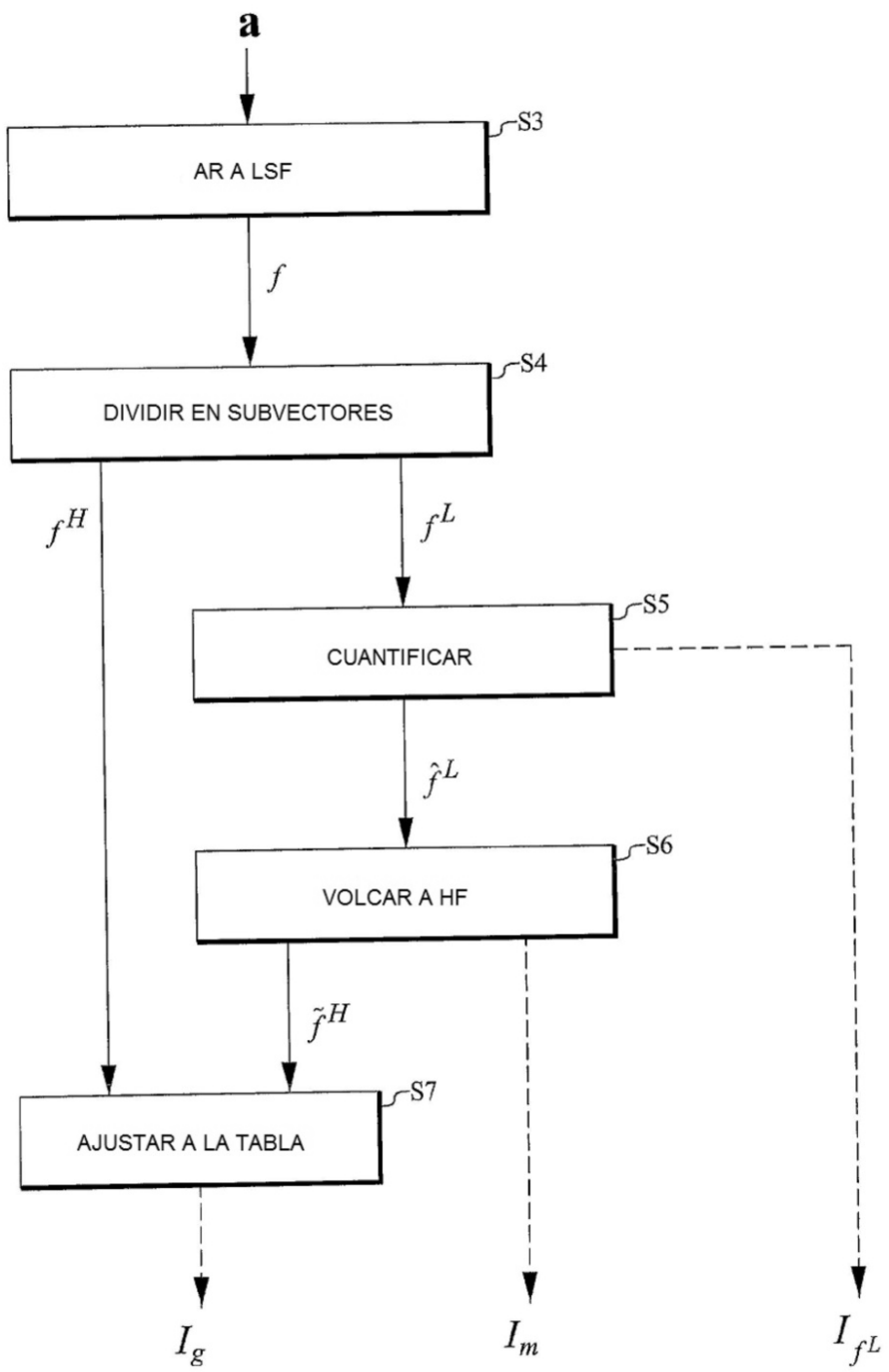
a
AR A LSF
S3
f
DIVIDIR EN SUBVECTORES
S4
f^H
f^L
CUANTIFICAR
S5
$\hat{f}^L$
VOLCAR A HF
S6
$\tilde{f}^H$
AJUSTAR A LA TABLA
S7
I_g
I_m
I_{f^L}

FIG. 2

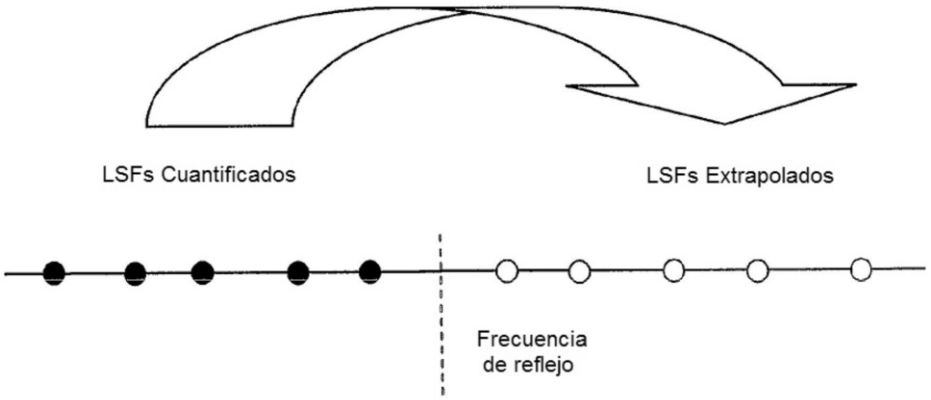
LSFs Cuantificados
LSFs Extrapolados
Frecuencia
de reflejo

FIG. 3

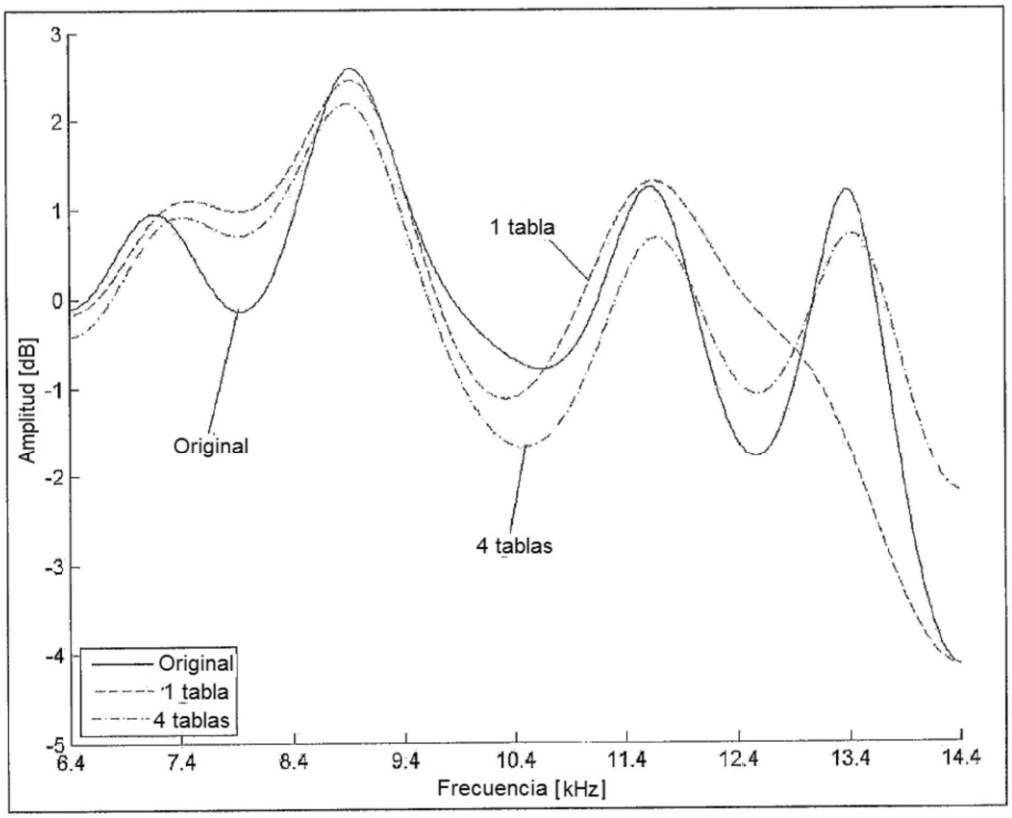
Amplitud [dB]
Frecuencia [kHz]
1 tabla
Original
4 tablas
Original
1 tabla
4 tablas

FIG. 4

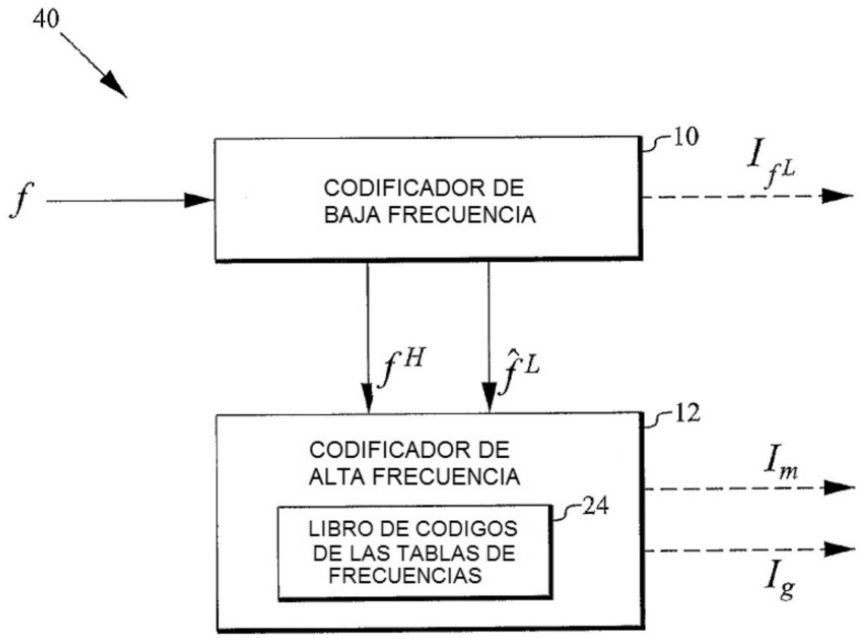
40
f
CODIFICADOR DE
BAJA FRECUENCIA
10
I_{fL}
f^H
$\hat{f}^L$
CODIFICADOR DE
ALTA FRECUENCIA
12
LIBRO DE CODIGOS
DE LAS TABLAS DE
FRECUENCIAS
24
I_m
I_g

FIG. 5

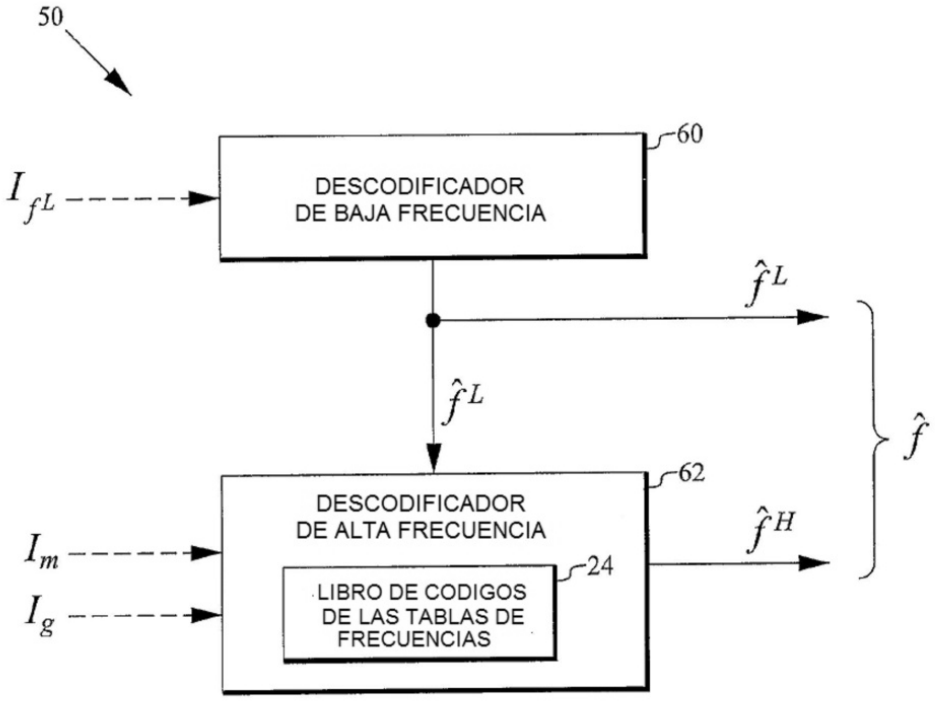
50
I_{fL}
DESCODIFICADOR
DE BAJA FRECUENCIA
60
$\hat{f}^L$
$\hat{f}^L$
$\hat{f}$
DESCODIFICADOR
DE ALTA FRECUENCIA
62
$\hat{f}^H$
I_m
I_g
LIBRO DE CODIGOS
DE LAS TABLAS DE
FRECUENCIAS
24

FIG. 9

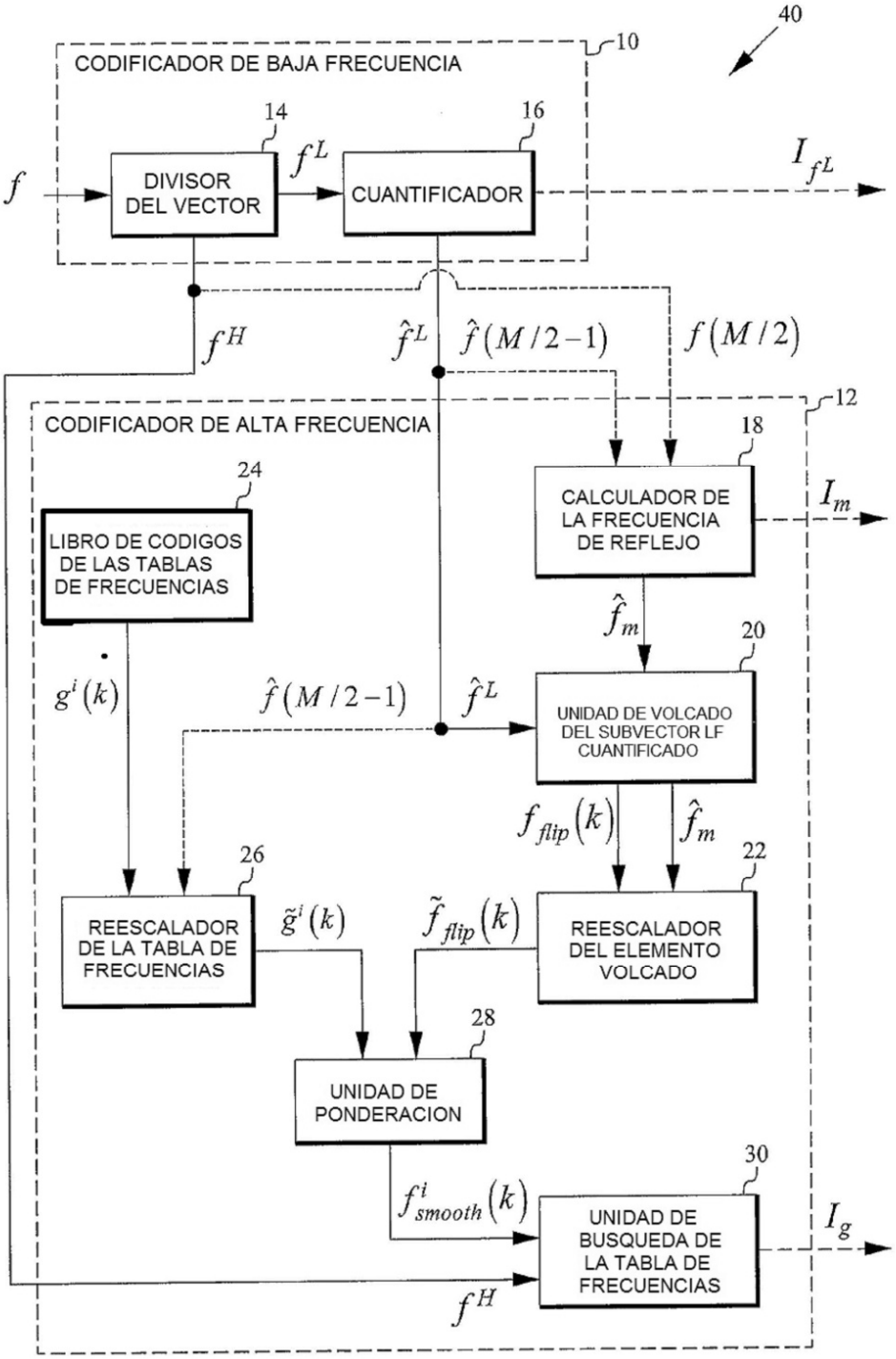
40
CODIFICADOR DE BAJA FRECUENCIA
10
14
16
DIVISOR DEL VECTOR
CUANTIFICADOR
f
f^L
I_{f^L}
f^H
$\hat{f}^L$
$\hat{f}(M/2-1)$
$f(M/2)$
CODIFICADOR DE ALTA FRECUENCIA
12
18
CALCULADOR DE LA FRECUENCIA DE REFLEJO
I_m
24
LIBRO DE CODIGOS DE LAS TABLAS DE FRECUENCIAS
$\hat{f}_m$
20
$g^i(k)$
$\hat{f}(M/2-1)$
$\hat{f}^L$
UNIDAD DE VOLCADO DEL SUBVECTOR LF CUANTIFICADO
$f_{flip}(k)$
$\hat{f}_m$
26
22
REESCALADOR DE LA TABLA DE FRECUENCIAS
$\tilde{g}^i(k)$
$\tilde{f}_{flip}(k)$
REESCALADOR DEL ELEMENTO VOLCADO
28
UNIDAD DE PONDERACION
30
$f^i_{smooth}(k)$
UNIDAD DE BUSQUEDA DE LA TABLA DE FRECUENCIAS
I_g
f^H

FIG. 6

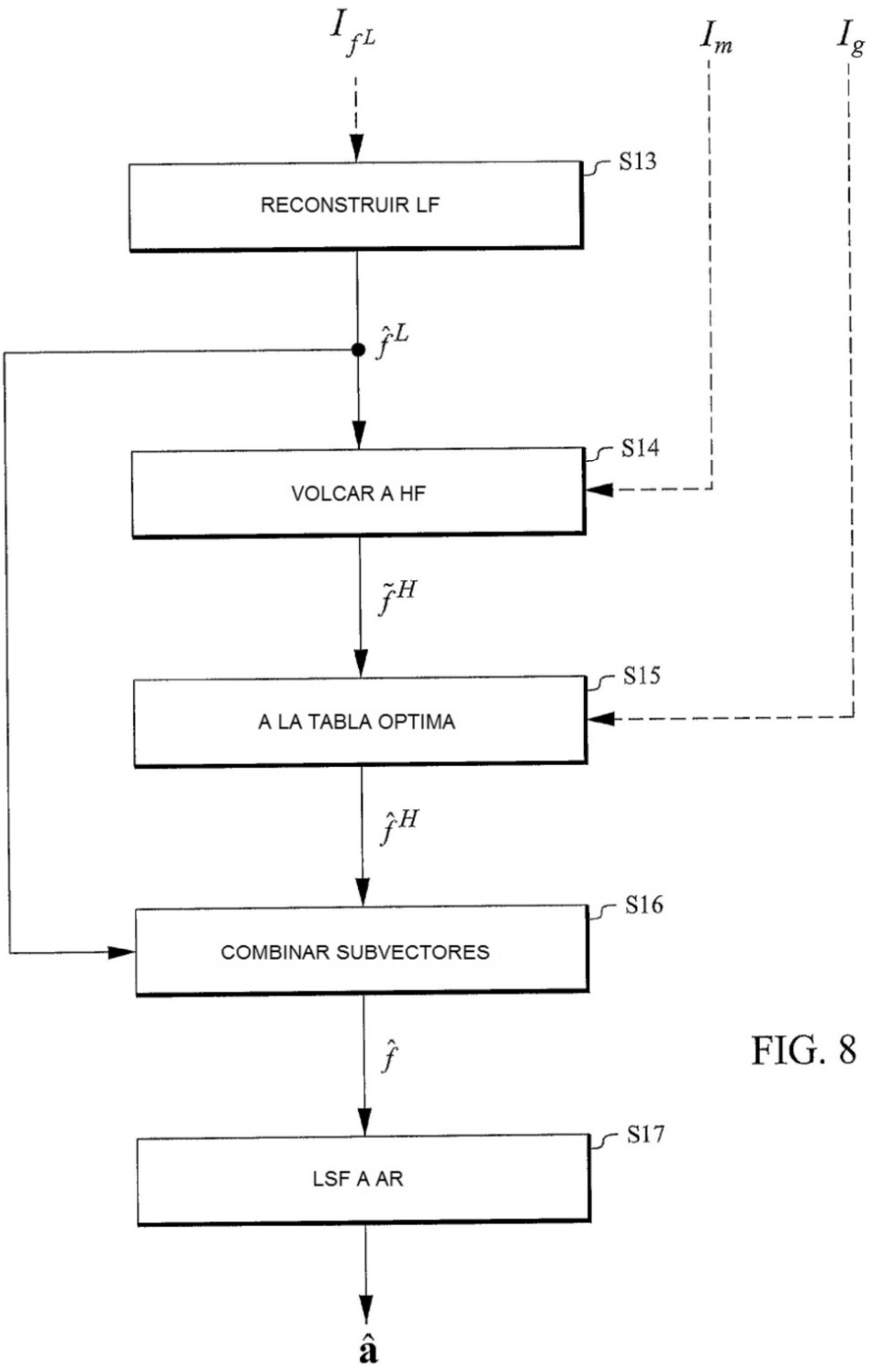
I_{f^L}
I_m
I_g
S13
RECONSTRUIR LF
$\hat{f}^L$
S14
VOLCAR A HF
$\tilde{f}^H$
S15
A LA TABLA OPTIMA
$\hat{f}^H$
S16
COMBINAR SUBVECTORES
$\hat{f}$
S17
LSF A AR
$\hat{\mathbf{a}}$

FIG. 8

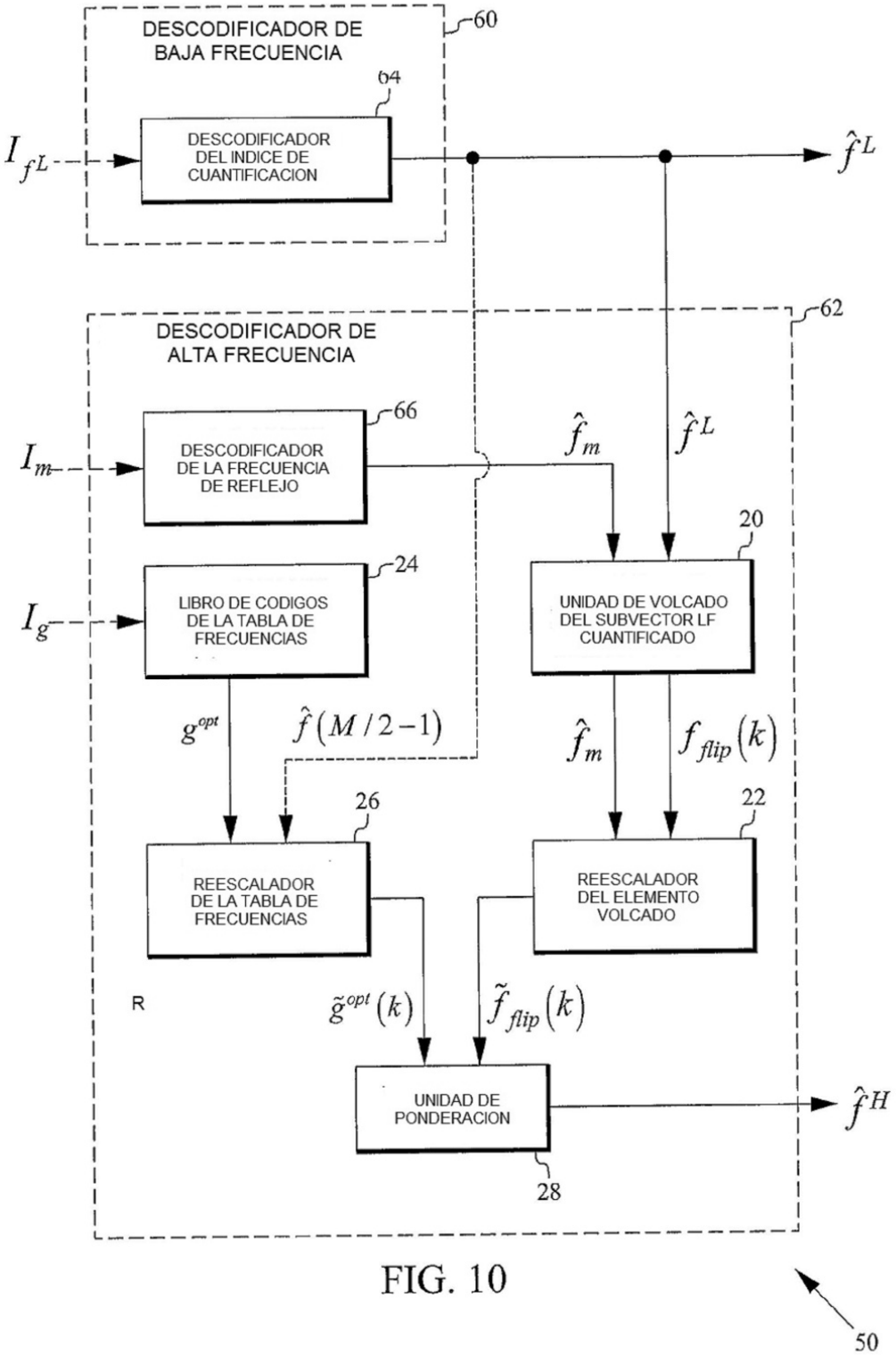
DESCODIFICADOR DE BAJA FRECUENCIA
60
64
DESCODIFICADOR DEL INDICE DE CUANTIFICACION
I_{fL}
$\hat{f}^L$
DESCODIFICADOR DE ALTA FRECUENCIA
62
66
DESCODIFICADOR DE LA FRECUENCIA DE REFLEJO
I_m
$\hat{f}_m$
$\hat{f}^L$
20
UNIDAD DE VOLCADO DEL SUBVECTOR LF CUANTIFICADO
24
LIBRO DE CODIGOS DE LA TABLA DE FRECUENCIAS
I_g
g^{opt}
$\hat{f}(M/2-1)$
$\hat{f}_m$
$f_{flip}(k)$
26
22
REESCALADOR DE LA TABLA DE FRECUENCIAS
REESCALADOR DEL ELEMENTO VOLCADO
R
$\tilde{g}^{opt}(k)$
$\tilde{f}_{flip}(k)$
UNIDAD DE PONDERACION
$\hat{f}^H$
28
50

FIG. 10

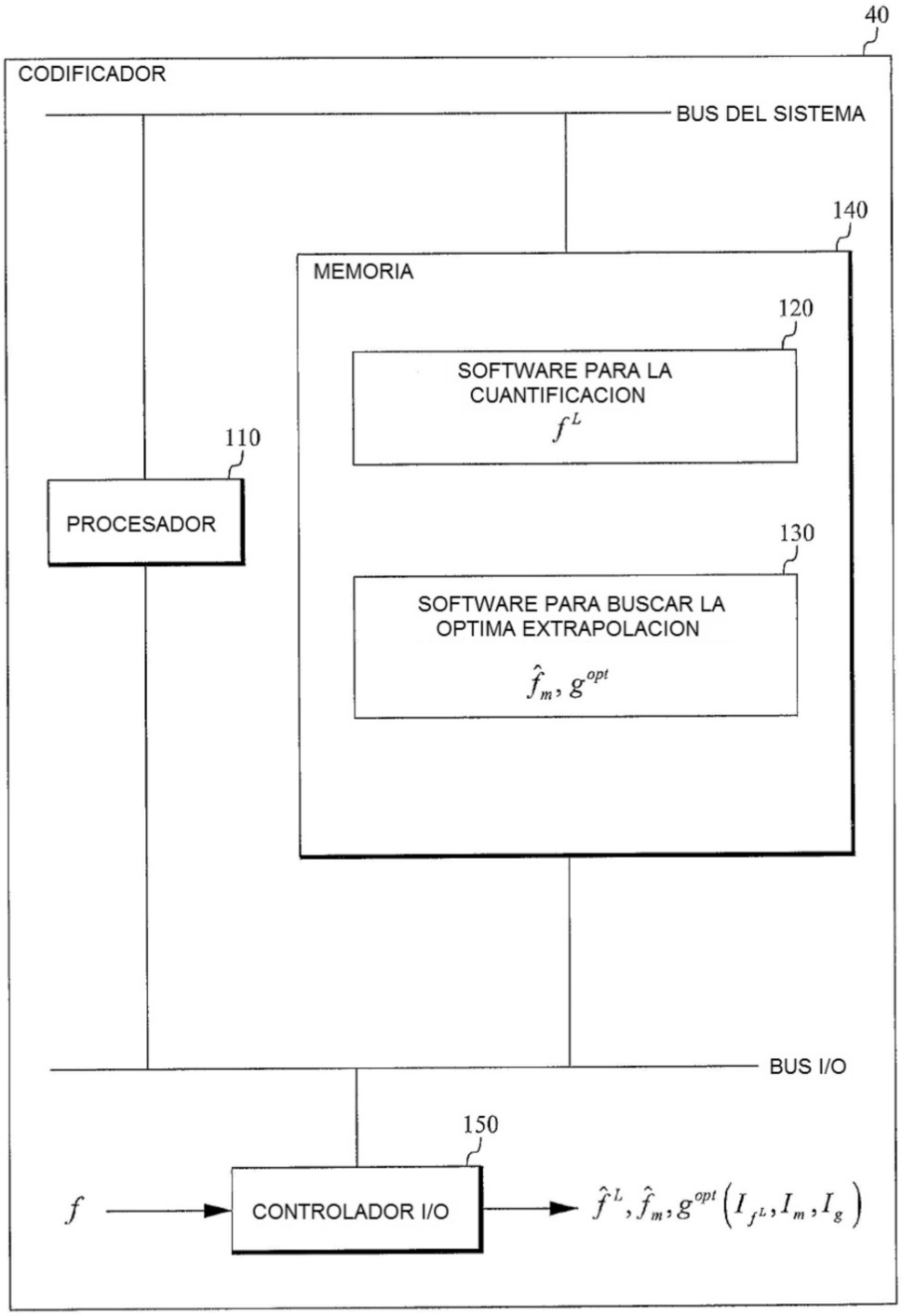
40
CODIFICADOR
BUS DEL SISTEMA
140
MEMORIA
120
SOFTWARE PARA LA CUANTIFICACION
f^L
110
PROCESADOR
130
SOFTWARE PARA BUSCAR LA OPTIMA EXTRAPOLACION
$\hat{f}_m, g^{opt}$
BUS I/O
150
f
CONTROLADOR I/O
$\hat{f}^L, \hat{f}_m, g^{opt}\left(I_{f^L}, I_m, I_g\right)$

FIG. 11

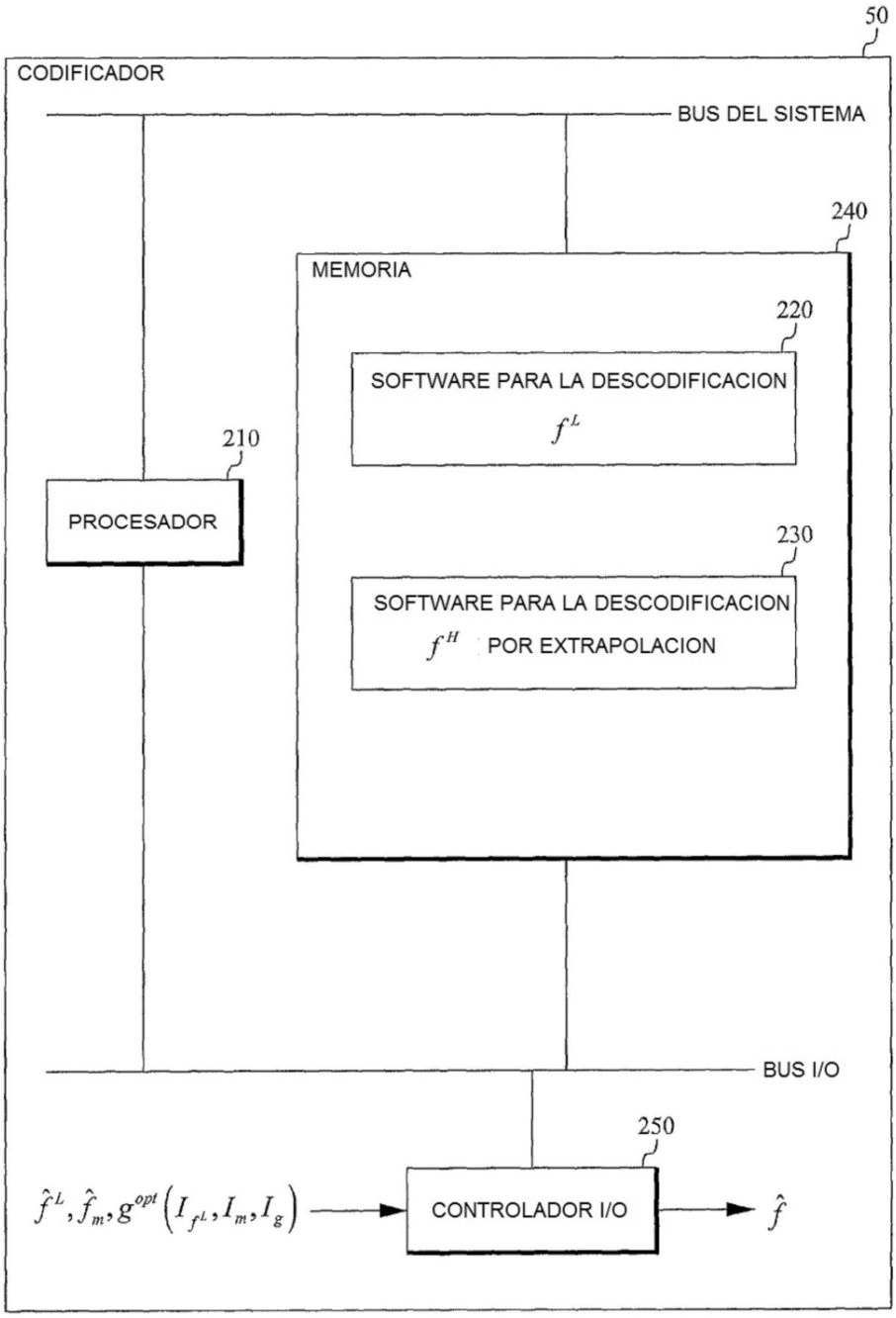
50
CODIFICADOR
BUS DEL SISTEMA
240
MEMORIA
220
SOFTWARE PARA LA DESCODIFICACION
f^L
210
PROCESADOR
230
SOFTWARE PARA LA DESCODIFICACION
f^H POR EXTRAPOLACION
BUS I/O
250
$\hat{f}^L, \hat{f}_m, g^{opt}\left(I_{f^L}, I_m, I_g\right)$
CONTROLADOR I/O
$\hat{f}$

FIG. 12

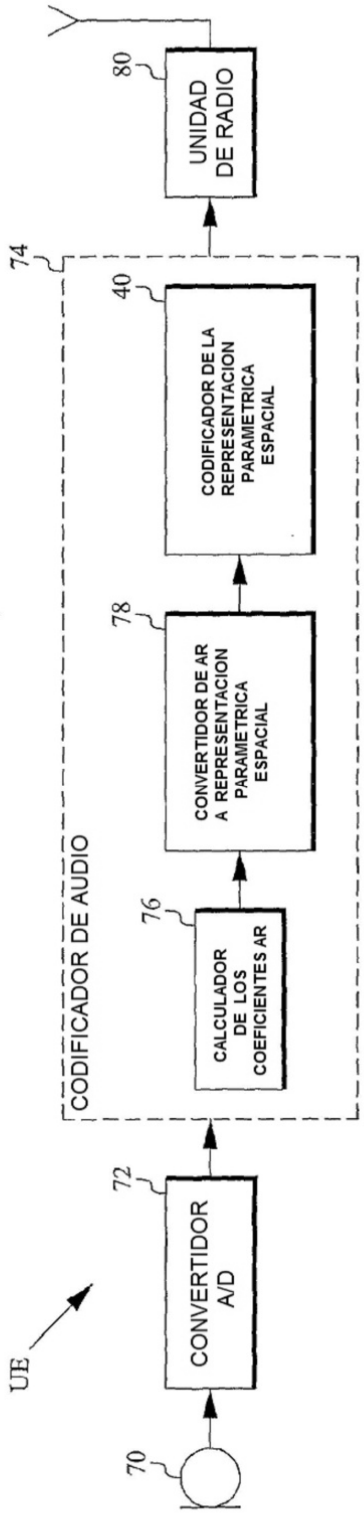
UE
70
CONVERTIDOR A/D
72
CODIFICADOR DE AUDIO
74
CALCULADOR DE LOS COEFICIENTES AR
76
CONVERTIDOR DE AR A REPRESENTACION PARAMETRICA ESPACIAL
78
CODIFICADOR DE LA REPRESENTACION PARAMETRICA ESPACIAL
40
UNIDAD DE RADIO
80

FIG. 13

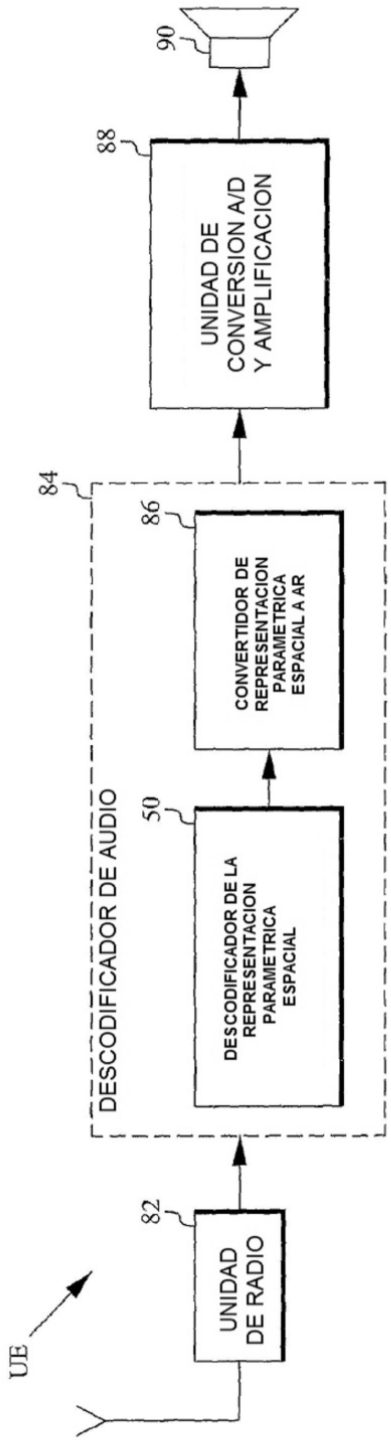
UE
UNIDAD DE RADIO
82
DESCODIFICADOR DE AUDIO
84
DESCODIFICADOR DE LA REPRESENTACION PARAMETRICA ESPACIAL
50
CONVERTIDOR DE REPRESENTACION PARAMETRICA ESPACIAL A AR
86
UNIDAD DE CONVERSION A/D Y AMPLIFICACION
88
90

FIG. 14