

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 693**

51 Int. Cl.:

G10L 19/02 (2013.01)

G10L 19/06 (2013.01)

G10L 19/16 (2013.01)

G10L 19/07 (2013.01)

G10L 19/24 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2011 E 11875412 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2777041**

54 Título: **Un método y un aparato para detectar tasa de muestreo de audio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.06.2016

73 Titular/es:

**NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karaportti 3
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**RÄMÖ, ANSSI, SAKARI;
VASILACHE, ADRIANA y
LAAKSONEN, LASSE, JUHANI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 575 693 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

Un método y un aparato para detectar tasa de muestreo de audio

5 **Campo de la solicitud**

La presente aplicación se refiere a la codificación, y en particular, pero no exclusivamente a la codificación del habla o de audio.

10 **Antecedentes de la solicitud**

Las señales de audio, como el habla o la música, se codifican por ejemplo para posibilitar la transmisión o almacenamiento eficaz de la señales de audio.

15 Los codificadores y decodificadores de audio se usan para representar señales basadas en audio, tales como música y ruido de fondo. Estos tipos de codificadores normalmente no utilizan un modelo del habla para el proceso de codificación, en su lugar usan procesos para representar todos los tipos de señales de audio, incluyendo el habla.

20 Los codificadores y decodificadores (códec) del habla están normalmente optimizados para señales del habla, y pueden operar a una tasa de bits fija o variable.

25 Los códec del habla y de audio pueden configurarse también para operar con tasas de bits variables. A tasas de bits inferiores, un códec de este tipo puede funcionar con señales del habla a una tasa de codificación equivalente a un códec del habla puro. A tasas de bits superiores, el códec puede codificar cualquier señal incluyendo música, ruido de fondo y el habla, con calidad y rendimiento superior.

Los códec del habla y de audio pueden usar codificación predictiva lineal para representar eficazmente correlaciones a corto plazo en la señal.

30 Los códec del habla y de audio normalmente realizan Codificación Predictiva Lineal adoptando un filtro autorregresivo (AR) para modelar las correlaciones a corto plazo en la señal. Los coeficientes del filtro se conocen como coeficientes de Predicción Lineal (LP) donde el número de coeficientes se determina por el orden del filtro AR.

35 Los coeficientes LP pueden determinarse usando análisis predictivo lineal. El análisis puede realizarse de manera regular en el audio o el habla de entrada para diferentes instancias de tiempo, dando como resultado actualizaciones frecuentes para el conjunto de coeficientes de LP.

40 Los coeficientes de LP se transforman normalmente a Frecuencias Espectrales Lineales (LSF) para facilitar el almacenamiento o transmisión a través de un canal de comunicación.

La codificación del habla y de audio de tasa de bits variable puede usar un número variable de coeficientes de LP cuando se codifica la señal del habla de entrada.

45 Adicionalmente un códec del habla y de audio de tasa de bits variable puede soportar también diferentes anchos de banda con el mismo número de coeficientes de LP.

Por ejemplo, un códec del habla y de audio de tasa de bits variable puede variar el orden de codificación de LPC dependiendo del ancho de banda o frecuencia de muestreo de la señal a codificar.

50 Como alternativa, un códec del habla y de audio de tasa de bits variable puede codificar una señal de audio muestreada en una cualquiera de un número de tasas de muestreo usando el mismo o similar orden de codificación de LPC. En consecuencia cualquier cambio al orden de codificación de LP o frecuencia de muestreo requiere que se señalice al decodificador, ya que esto puede dar como resultado un cambio en el modo de decodificación.

55 Los códec de tasa de bits variable pueden transmitir el orden de codificación de LP o tasa de muestreo en forma de una bandera de índice como parte del flujo de bits codificado.

Sin embargo, la transmisión del orden de codificación de LP o tasa de muestreo incurre en la penalización de los bits adicionales en el flujo de bits codificado.

60 El documento EP1785985 desvela un codificador del habla escalable con predicción espectral lineal (LSP) de ancho de banda escalable. En particular se desvela un método para convertir LSP de banda estrecha a LSP de banda ancha.

65

Sumario de la solicitud

5 Esta solicitud parte de la consideración de que los códec del habla y de audio de tasa de bits variable pueden desplegar análisis de codificación predictiva lineal de orden variable con tasas de muestreo variables cuando codifican en la señal de entrada. Por lo tanto como parte del esquema de codificación se requiere que se notifique al decodificador del orden de codificación de LP y/o de la tasa de muestreo. Aunque esta información puede representarse en unos pocos bits, sin embargo, es deseable que se elimine la tara de codificación para señalar el orden de codificación de LP y la tasa de muestreo.

10 Las siguientes realizaciones tienen por objeto tratar el problema anterior.

15 De acuerdo con un aspecto, existe un método que comprende recibir, un conjunto de parámetros de audio codificado para una trama de audio, el conjunto comprende índices que representan al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, la trama de audio cuando se decodifica comprende muestras de audio muestreadas digitalmente a una frecuencia de muestreo, la frecuencia de muestreo es una de una pluralidad de frecuencias de muestreo para un decodificador de audio; convertir los índices a los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados; y determinar la frecuencia de muestreo para la trama de audio comprobando el valor de un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados.

20 La comprobación del valor del coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto puede comprender: comparar el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto con cada uno de una pluralidad de intervalos de frecuencia, un primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia está asociado a una primera frecuencia de muestreo, y un segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia está asociado a una segunda frecuencia de muestreo; determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la primera frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto puede estar en el primer intervalo de frecuencia; y determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la segunda frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto puede estar en el segundo intervalo de frecuencia.

30 El primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia puede abarcar las frecuencias entre un primer límite de baja frecuencia y un primer límite de alta frecuencia, y el segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia puede abarcar las frecuencias entre un segundo límite de baja frecuencia y un segundo límite de alta frecuencia, y las frecuencias abarcadas por el primer intervalo de frecuencia son diferentes del intervalo de frecuencias abarcado por el segundo intervalo de frecuencia.

35 Cada una de la pluralidad de frecuencias de muestreo puede estar asociada cada una a uno de una pluralidad de diferentes modos de operación del decodificador de audio, y la frecuencia de muestreo determinada de la trama de audio puede estar asociada a uno de la pluralidad de diferentes modos de operación del decodificador de audio.

40 La pluralidad de frecuencias de muestreo puede comprender 12,8 kHz y 16 kHz, el intervalo de frecuencia para la frecuencia de muestreo de 12,8 kHz puede tener un límite de baja frecuencia de 3950 Hz y un límite de alta frecuencia de 6350 Hz, y el intervalo de frecuencia para la frecuencia de muestreo de 16 kHz puede tener un límite de baja frecuencia de 6350 Hz y un límite de alta frecuencia de 7950 Hz respectivamente.

45 De acuerdo con otro aspecto se proporciona un aparato que comprende: medios para recibir un conjunto de parámetros de audio codificado para una trama de audio, el conjunto comprende índices que representan al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, la trama de audio cuando se decodifica comprende muestras de audio muestreadas digitalmente a una frecuencia de muestreo, la frecuencia de muestreo es una de una pluralidad de frecuencias de muestreo para un decodificador de audio; medios para convertir los índices a los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados; y medios para determinar la frecuencia de muestreo para la trama de audio teniendo medios para comprobar el valor de un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados.

50 Los medios para comprobar el valor del coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto pueden comprender: medios para comparar el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto con cada uno de una pluralidad de intervalos de frecuencia, un primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia puede estar asociado a una primera frecuencia de muestreo, y un segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia puede estar asociado a una segunda frecuencia de muestreo; medios para determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la primera frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto puede estar en el primer intervalo de frecuencia; y medios para determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la segunda frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto puede estar en el segundo intervalo de frecuencia.

El primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia puede abarcar las frecuencias entre un primer límite de baja frecuencia y un primer límite de alta frecuencia, el segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia puede abarcar las frecuencias entre un segundo límite de baja frecuencia y un segundo límite de alta frecuencia, y las frecuencias abarcadas por el primer intervalo de frecuencia pueden ser diferentes del intervalo de frecuencias abarcado por el segundo intervalo de frecuencia.

Cada una de la pluralidad de frecuencias de muestreo puede estar asociada cada una a uno de una pluralidad de diferentes modos de operación del decodificador de audio, y la frecuencia de muestreo determinada de la trama de audio puede estar asociada a uno de la pluralidad de diferentes modos de operación del decodificador de audio.

La pluralidad de frecuencias de muestreo puede comprender 12,8 kHz y 16 kHz, el intervalo de frecuencia para la frecuencia de muestreo de 12,8 kHz puede tener un límite de baja frecuencia de 3950 Hz y un límite de alta frecuencia de 6350 Hz, y el intervalo de frecuencia para la frecuencia de muestreo de 16 kHz puede tener un límite de baja frecuencia de 6350 Hz y un límite de alta frecuencia de 7950 Hz respectivamente.

Breve descripción de los dibujos

Para entender mejor la presente invención, se hará referencia ahora a modo de ejemplo a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 muestra esquemáticamente un aparato adecuado para emplear algunas realizaciones de la solicitud; La Figura 2 muestra esquemáticamente un sistema de códec de audio adecuado que emplea algunas realizaciones de la solicitud;

La Figura 3 muestra esquemáticamente una parte de codificador del sistema de códec de mostrado en la figura 2 de acuerdo con algunas realizaciones de la solicitud;

La Figura 4 muestra una vista esquemática que representa un histograma de la frecuencia espectral lineal de orden más alto para datos de audio muestreados a 12,8 kHz, y un histograma de la frecuencia espectral lineal de orden más alto para muestras de datos de audio de 16 kHz de acuerdo con algunas realizaciones de la solicitud; y

La Figura 5 muestra esquemáticamente una parte de decodificador del sistema de códec de audio como se muestra en la Figura 2.

Descripción de algunas realizaciones de la solicitud

Lo siguiente describe en más detalle posibles mecanismos de códec para el aprovisionamiento de codificación de LP o de orden de LSF y/o identificación de tasa de muestreo en los códec de audio y del habla. En este sentido se hace referencia en primer lugar a la Figura 1 que muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo o aparato electrónico ejemplar 10, que puede incorporar un códec de acuerdo con las realizaciones de la solicitud.

El aparato 10 puede ser por ejemplo un terminal móvil o equipo de usuario de un sistema de comunicación inalámbrica. En otras realizaciones el aparato 10 puede ser un dispositivo de audio-vídeo tal como una cámara de vídeo, un receptor de televisión (TV), grabador de audio o reproductor de audio tal como un grabador/reproductor de mp3, un grabador multimedia (también conocido como grabador/reproductor mp4), o cualquier ordenador adecuado para el procesamiento de señales de audio.

El aparato 10 en algunas realizaciones comprende un micrófono 11, que está enlazado mediante un convertidor de analógico a digital (ADC) 14 a un procesador 21. El procesador 21 está enlazado mediante un convertidor de digital a analógico (DAC) 32 a los altavoces 33. El procesador 21 está enlazado adicionalmente a un transceptor (RX/TX) 13, a una interfaz de usuario (UI) 15 y a una memoria 22.

El procesador 21 puede configurarse para ejecutar diversos códigos de programa. Los códigos de programa implementados en algunas realizaciones comprenden un código de codificación de audio para codificar una banda de frecuencia inferior de una señal de audio y una banda de frecuencia superior de una señal de audio. Los códigos de programa implementados 23 en algunas realizaciones comprenden adicionalmente un código de decodificación de audio y del habla. Los códigos de programa implementados 23 pueden almacenarse en algunas realizaciones por ejemplo en la memoria 22 para recuperación mediante el procesador 21 cada vez que sea necesario. La memoria 22 podría proporcionar adicionalmente una sección 24 para almacenar datos, por ejemplo datos que se han codificado de acuerdo con las realizaciones de la solicitud.

El código de codificación y decodificación en las realizaciones puede implementarse en hardware o firmware.

La interfaz de usuario 15 posibilita a un usuario introducir comandos al aparato 10, por ejemplo mediante un teclado numérico, y/o para obtener información desde el aparato 10, por ejemplo mediante una pantalla. En algunas realizaciones una pantalla táctil puede proporcionar funciones tanto de entrada como de salida para la interfaz de usuario. El aparato 10 en algunas realizaciones comprende un transceptor 13 adecuado para posibilitar la comunicación con otros aparatos, por ejemplo mediante una red de comunicación inalámbrica.

Se ha de entender de nuevo que la estructura del aparato 10 podría complementarse y variarse de muchas maneras.

5 Un usuario del aparato 10 por ejemplo puede usar el micrófono 11 para introducir el habla u otras señales de audio que se han de transmitir a algún otro aparato o que se han de almacenar en la sección de datos 24 de la memoria 22. Una aplicación correspondiente en algunas realizaciones puede activarse para este fin por el usuario mediante la interfaz de usuario 15. Esta aplicación en estas realizaciones puede realizarse mediante el procesador 21, que provoca que el procesador 21 ejecute el código de codificación almacenado en la memoria 22.

10 El convertidor de analógico a digital (ADC) 14 en algunas realizaciones convierte la señal de audio analógico de entrada en una señal de audio digital y proporciona la señal de audio digital al procesador 21. En algunas realizaciones el micrófono 11 puede comprender una función de micrófono y ADC integrados y proporcionar señales de audio digital directamente al procesador para procesar.

15 El procesador 21 en tales realizaciones a continuación puede procesar la señal de audio digital de la misma manera que se ha descrito con referencia a las Figuras 3 a 5.

20 El flujo de bits resultante puede proporcionarse en algunas realizaciones al transceptor 13 para transmisión a otro aparato. Como alternativa, los datos de audio o del habla codificados en algunas realizaciones pueden almacenarse en la sección de datos 24 de la memoria 22, por ejemplo para una transmisión posterior o para una presentación posterior mediante el mismo aparato 10.

25 El aparato 10 en algunas realizaciones puede recibir también un flujo de bits con datos codificados correspondientemente desde otro aparato mediante el transceptor 13. En este ejemplo, el procesador 21 puede ejecutar el código de programa de decodificación almacenado en la memoria 22. El procesador 21 en tales realizaciones decodifica los datos recibidos, y proporciona los datos decodificados a un convertidor de digital a analógico 32. El convertidor de digital a analógico 32 convierte los datos decodificados digitales en datos de audio analógicos y puede emitir en algunas realizaciones el audio analógico mediante los altavoces 33. La ejecución del código de programa de decodificación puede activarse también en algunas realizaciones mediante una aplicación solicitada por el usuario mediante la interfaz de usuario 15.

30 Los datos codificados recibidos en algunas realizaciones pueden almacenarse también en lugar de una presentación inmediata mediante los altavoces 33 en la sección de datos 24 de la memoria 22, por ejemplo para decodificación y presentación posterior o decodificación y reenvío a otro aparato más.

35 Debería apreciarse que las estructuras esquemáticas descritas en las Figuras 3 a 5 representan únicamente una parte de la operación de un códec de audio como se muestra ejemplarmente implementado en el aparato mostrado en la Figura 1.

40 La operación general de los códec de audio como se emplea mediante las realizaciones de la solicitud se muestra en la Figura 2. La codificación de audio y del habla general comprende un codificador, como se ilustra esquemáticamente en la Figura 2. Ilustrado mediante la Figura 2 está un sistema 102 con un codificador 104, y un almacenamiento o canal de medios 106. Debería entenderse que como se ha descrito anteriormente algunas realizaciones del aparato 10 puede comprender o implementar un codificador 104.

45 El codificador 104 comprime una señal de audio de entrada 110 que produce un flujo de bits 112, que en algunas realizaciones puede almacenarse o transmitirse a través de un canal de medios 106. El flujo de bits 112 puede recibirse en el decodificador 108. El decodificador 108 descomprime el flujo de bits 112 y produce una señal de salida de audio 114. La tasa de bits del flujo de bits 112 y la calidad de la señal de audio de salida 114 en relación a la señal de entrada 110 son las principales características que definen el rendimiento del sistema de codificación 102.

50 La Figura 3 muestra esquemáticamente algunos componentes del codificador 104 de acuerdo con las realizaciones de la solicitud. Los componentes del codificador 104 pueden comprender una entrada 303 dispuesta para recibir una señal de audio.

La señal de audio recibida mediante la entrada 303 puede conectarse a la entrada de un colector de tramas 310.

60 Se ha de entender en las realizaciones que el colector de tramas 310 puede recibir señales de audio que se han muestreado a un número de diferentes tasas de muestreo.

Por ejemplo, en un primer grupo de realizaciones la entrada 303 puede recibir una señal de audio que se ha muestreado al menos con alguna de las siguientes frecuencias de muestreo 8000 Hz, 12800 Hz, 16000 Hz, 25600 Hz, 32000 Hz y 48000 Hz.

65

Como alternativa en otro grupo de realizaciones pueden usarse otros conjuntos de tasas de muestreo tales como 11025, 22050 y 44100 Hz.

5 El colector de tramas 310 puede estar dispuesto también para recibir una señal de entrada adicional que transporta la frecuencia de muestreo de la señal de audio. Con referencia a la Figura 3, la entrada adicional se representa como la conexión 305.

10 En las realizaciones el colector de tramas 310 puede reunir una pluralidad de muestras de Modulación por Pulsos Codificados (PCM) de entrada para formar una trama de muestras de audio. El número de muestras en cada trama puede determinarse mediante la frecuencia de muestreo y el ancho de banda de audio de la señal de audio de entrada. Por ejemplo, en un primer grupo de realizaciones el colector de tramas 310 puede reunir las muestras de audio de entrada en un tamaño de trama de 160, 256 o 320 muestras para frecuencias de muestra de audio de 8 kHz, 12,8 kHz o 16 kHz respectivamente.

15 En algunas realizaciones el colector de tramas 310 puede aplicar una función de ventanas a la trama de muestras de audio. Por ejemplo, en el primer grupo de realizaciones el colector de tramas puede aplicar una función de ventanas de Hamming. Sin embargo, otras realizaciones pueden usar funciones de ventanas tales como: Hanning, Kaiser, Blackman o Bartlett.

20 La salida del colector de tramas 310 puede estar dispuesta para conectarse a la entrada de un analizador de LPC 312.

25 Adicionalmente, el analizador de LPC 312 puede estar dispuesto también para recibir la entrada 305 que transporta la frecuencia de muestreo de la señal de audio. El analizador de LPC 312 puede analizar la trama de audio de entrada para determinar la predicción o los coeficientes de filtro para cualquier etapa de predicción posterior.

30 En un primer grupo de realizaciones los coeficientes de predicción según se determinan mediante el analizador de LPC 312 son los coeficientes de LP. El número de coeficientes de LP, en otras palabras, el orden del predictor, puede ser dependiente de la frecuencia de muestreo de la señal de audio.

35 Por ejemplo, el analizador de LPC 312 puede notificarse mediante la línea de señal 305 de que la señal de audio de entrada está muestreada a una frecuencia de muestreo de 8 kHz. En este ejemplo particular el analizador de LPC puede determinar el orden de predicción para que sea diez, o en otras palabras el analizador de LPC producirá diez coeficientes de LP para cada trama de audio muestreado.

40 En otro ejemplo del primer grupo de realizaciones, puede informarse al analizador de LPC mediante la línea de señal 305 de que la señal de audio está muestreada a una tasa de 16 kHz. En este ejemplo, el analizador de LPC puede determinar el orden de predicción para que sea dieciséis, produciendo de esta manera dieciséis coeficientes de LP para cada trama de audio. De manera similar para la tasa de muestreo de 12,8 kHz, el analizador de LPC puede determinar el orden de predicción para que sea dieciséis, produciendo de esta manera dieciséis coeficientes de LP para cada trama de audio.

45 En algunas realizaciones el análisis de las correlaciones a corto plazo en la trama de audio puede conseguirse mediante análisis de codificación predictiva lineal (LPC). Esta técnica se basa en calcular cualquiera de la autocovarianza o autocorrelación de la trama de audio a través de un intervalo de diferentes retardos de muestra. El intervalo de retardos de muestra puede determinarse mediante el orden de predicción.

50 En un primer grupo de realizaciones el análisis de LPC puede realizarse usando el método de correlación en el cual el resultado de calcular las autocorrelaciones a través del intervalo de diferentes retardos según se determina mediante el orden de predicción puede formarse en una matriz cuadrada simétrica conocida como la matriz de Toeplitz. La matriz de Toeplitz tiene la propiedad de que es simétrica alrededor de la diagonal principal y todos los elementos a lo largo de cualquier diagonal dada son iguales. Para determinar los coeficientes de LP la matriz puede invertirse usando el algoritmo de Levinson-Durbin.

55 En un segundo grupo de realizaciones el análisis de LPC puede realizarse usando el método de autocovarianza.

60 El método de autocovarianza calcula la covarianza de una trama de audio a través de un intervalo de diferentes retardos de muestra. El retardo máximo en términos del número de muestras se determina mediante el orden de predicción. Los cálculos de covarianza para los diferentes retardos de muestra pueden estar dispuestos en forma de una matriz cuyo orden se proporciona mediante el orden de predicción de LPC.

65 Se ha de entender en el segundo grupo de realizaciones que la matriz de covarianza es simétrica alrededor de la diagonal principal. Sin embargo, a diferencia de la matriz de Toeplitz los valores en una diagonal dada no son necesariamente iguales. Como anteriormente, en estas realizaciones los coeficientes de LP pueden encontrarse también invirtiendo la matriz. Sin embargo, a diferencia de la matriz de Toeplitz del primer grupo de realizaciones la matriz puede invertirse usando descomposición de Cholesky.

En otras palabras se proporcionan medios para determinar al menos dos coeficientes de predicción lineal para unas muestras de manera digital de trama de audio a una primera tasa de muestreo.

5 La salida desde el analizador de LPC, en otras palabras los coeficientes de LP pueden estar conectados al convertidor de LPC a LSF 314 junto con la señal de tasa de muestreo 305.

En las realizaciones convertidor de LPC a LSF 314 puede convertir los coeficientes de LP a coeficientes de LSF.

10 La conversión de los coeficientes de LPC a coeficientes de LSF puede realizarse descomponiendo el numerador del modelo de filtro de AR en dos polinomios, donde un primer polinomio puede observarse como que representa el tracto vocal con la glotis cerrada y el segundo polinomio puede observarse como que representa el tracto vocal con la glotis abierta. Los pares espectrales lineales (LSP) pueden determinarse a continuación calculando las raíces de los dos polinomios, que radican el círculo unitario y tienen lugar en pares simétricos. Las raíces pueden calcularse usando una cualquiera de un número de técnicas conocidas en la técnica tales como; el método de series de Chebyshev, el método de filtro de relación, o el método cuadrático medio mínimo adaptativo secuencial.

15 Una vez que se han calculado los LSP pueden convertirse a su representación de LSF. La conversión de LSP a LSF puede conseguirse señalando que se determina el LSF para que sea la posición angular de las raíces entre cero y π .

20 Se ha de apreciar en las realizaciones que el número de coeficientes de LSF en el conjunto de coeficientes de LSF será el mismo que el número de coeficientes de LP en el conjunto de coeficientes de LP. En otras palabras, el número de LSF será el mismo que el orden de predicción. Por ejemplo, si se realizó un análisis de LPC de décimo orden a través de la trama de audio de entrada entonces el conjunto de diez coeficientes de LP se transformarían en un conjunto de diez coeficientes de LSF.

En otras palabras se proporcionan medios para convertir al menos dos coeficientes de predicción lineal a al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineal.

30 Se ha de apreciar adicionalmente en las realizaciones que el conjunto de coeficientes de LSF tiene la propiedad de que puede aumentar de manera monótonica. En otras palabras, las frecuencias angulares de coeficiente de LSF del conjunto de coeficientes de LSF satisface la siguiente ecuación,

$$0 \leq \omega_0 < \omega_1 \cdots < \omega_{q-1} \leq \pi,$$

35 donde q es el orden de predicción, y ω_0 es la frecuencia angular del primer coeficiente de LSF, ω_1 es la frecuencia angular del segundo coeficiente de LSF, y ω_{q-1} es la frecuencia angular del coeficiente de LSF de orden más alto.

40 Se ha de entender en la ecuación anterior que π es equivalente a la frecuencia a la mitad de la tasa de muestreo. Por ejemplo, si la trama de audio de entrada se muestrea mediante el ADC 14 a una tasa de muestreo de 8 kHz, entonces todos los coeficientes de LSF anteriores ω_0 a ω_{q-1} radicarán en el intervalo de frecuencia de 0 a 4 kHz.

45 En las realizaciones puede observarse que puede haber o no solapamiento o muy poco solapamiento entre los intervalos de frecuencia de los coeficientes de LSF de orden más alto para tramas de audio muestreadas a diferentes frecuencias de muestreo.

50 En otras palabras, cuando la frecuencia de muestreo de audio se varía entre un conjunto de tramas de audio y el siguiente puede observarse que hay o no solapamiento o muy poco solapamiento entre las distribuciones estadísticas de los respectivos coeficientes de LSF de orden más alto.

55 Por ejemplo, en un primer grupo de realizaciones el codificador 104 puede estar dispuesto para operar en un modo de operación discontinua (DTX) en el cual el codificador 104 puede encargarse de producir tramas de actualización de ruido agradables como parte de un proceso de generación de ruido agradable (CNG). El codificador 104 puede estar dispuesto para operar con tramas de audio muestreadas en una de dos frecuencias de muestreo, 12,8 kHz y 16 KHz.

La Figura 4 presenta histogramas estadísticos del coeficiente de LSF de orden más alto para tanto datos de audio muestreados a 12,8 kHz, como datos de audio muestreados a 16 kHz.

60 Con referencia a la figura 4 puede observarse que para datos de audio muestreados a 12,8 kHz y para datos de audio muestreados a 16 kHz hay muy poco solapamiento entre sus respectivos histogramas.

65 Por ejemplo, se ha observado que el coeficiente de LSF de orden más alto para audio muestreado a 12,8 kHz puede radicar entre los límites 3950 kHz y 6328 kHz, y el coeficiente de LSF de orden más alto para audio de muestras a 16 kHz puede radicar entre los límites 6380 kHz y 7950 kHz.

Se ha de apreciar en las realizaciones que cuanto mayor es la diferencia entre frecuencias de muestreo de la señal de audio muestreada mayor será la distancia de frecuencia entre las distribuciones de los coeficientes de LSF de orden más alto.

- 5 Se ha de apreciar adicionalmente que las realizaciones que monitorizan el valor del coeficiente de LSF de orden más alto tienen la ventaja de que pueden distinguir entre diferentes frecuencias de muestreo de la trama de audio de entrada.

- 10 Algunas realizaciones pueden desplegar un enfoque de modo variable para codificar la trama de audio de entrada, en el cual el modo de codificación puede cambiarse de una trama de audio a la siguiente de acuerdo con un cambio en la frecuencia de muestreo.

- 15 Normalmente, el enfoque de modo variable puede dar como resultado una codificación de tasa de bits variable de la trama de audio de entrada, en la cual la tasa de bits puede variar de acuerdo con el modo de codificación seleccionado.

Se ha de entender, por lo tanto, que el modo de operación del codificador de audio puede identificarse mediante el valor del coeficiente de LSF de orden más alto.

- 20 Se ha de entender adicionalmente que estas realizaciones pueden aprovecharse de que el modo de codificación no necesita transmitirse o almacenarse como parte del flujo de bits codificado para el decodificador.

- 25 En un primer grupo de realizaciones el codificador puede operar como parte de un entorno de codificación de capa embebida en el cual una capa principal se produce inicialmente. La señal codificada de la capa principal reconstruida se elimina a continuación de la señal de audio de entrada para dejar una señal de audio residual que a continuación se codifica posteriormente usando técnicas de codificación de audio adicionales, produciendo de esta manera capas de codificación adicionales o superiores.

- 30 El codificador de capa principal puede comprender un analizador de LPC 312 y cuantificador de LPC a LSF 314 como se ha descrito anteriormente para las representaciones eficaces de las correlaciones a corto plazo en la señal. El codificador de capa principal puede comprender también la funcionalidad para variar el orden de predicción del analizador de LPC 312, y por lo tanto el número de coeficientes de LP usados en cualquier etapa de predicción de LPC posterior. Adicionalmente, el codificador de capa de principal puede estar dispuesto para recibir tramas de audio en las cuales la frecuencia de muestreo puede ser diferente a través de diferentes tramas de audio.

- 35 El orden de predicción del analizador de LPC 312 y el convertidor de LPC a LSF 314 puede seleccionarse de acuerdo con la frecuencia de muestreo de la trama de audio de entrada. En consecuencia, el codificador de capa principal puede observarse como que tiene diferentes modos de codificación en los cuales el modo varía de acuerdo con frecuencia de muestreo de entrada.

- 40 En este ejemplo del primer grupo de realizaciones el modo de operación del codificador de capa principal puede identificarse mediante el valor del coeficiente de LSF de orden más alto. En consecuencia existe la ventaja de que no hay requisito de incorporar una indicación del modo de codificación de capa principal en el flujo de bits codificado.

- 45 Se ha de apreciar que el ejemplo anterior comprende un sub conjunto de los componentes de codificación que pueden encontrarse en un codificador de capa principal. El codificador de capa principal puede tener componentes de codificación adicionales tales como un predictor a largo plazo y una excitación de libro de códigos secundaria que pueden estar adaptados también de acuerdo con la frecuencia de muestreo de la señal de audio de entrada.

- 50 Con referencia a la Figura 3, la salida del convertidor de LPC a LSF 314 puede pasarse a la entrada de un cuantificador de LSF 316.

- 55 El cuantificador de LSF puede mapear cada coeficiente de LSF para la trama de audio a una de una serie de valores cuantificados definidos finitos para producir un valor de LSF cuantificado. El valor de LSF cuantificado puede a continuación referenciarse mediante un valor de índice. El valor de índice puede convertirse a continuación a un número binario para facilitar su almacenamiento y transmisión.

- 60 Como se ha establecido anteriormente la posición de frecuencia del coeficiente de LSF de orden más alto puede ser dependiente de la frecuencia de muestreo de la trama de audio de entrada.

- Adicionalmente, el intervalo de frecuencias dentro de las que el coeficiente de LSF de orden más alto a una frecuencia de muestreo particular puede ser diferente al intervalo de frecuencias del coeficiente de LSF de orden más alto a una frecuencia de muestreo adicional.

- 65 En otras palabras, el intervalo de frecuencias de un LSF de orden más alto a una primera frecuencia de muestreo puede distinguirse del intervalo de frecuencias de un LSF de orden más alto a una segunda frecuencia de muestreo.

5 En algunas realizaciones el cuantificador de LSF 316 puede configurarse para tener un límite de frecuencia inferior y superior para un coeficiente de LSF de orden más alto para una tasa de muestreo particular. Los límites de frecuencia pueden comprobarse a continuación cuando se produce el valor cuantificado del coeficiente de LSF de orden más alto. Si tras la comprobación, se determina que el LSF de orden más alto cuantificado está fuera de los límites de frecuencia superior e inferior para la tasa de muestreo particular, entonces el LSF de orden más alto puede delimitarse para que radique dentro de dicho intervalo de frecuencia.

10 En algunas realizaciones la operación de delimitación anterior puede tomar la forma de reasignar el LSF de orden más alto a un valor cuantificado que radica en el intervalo de frecuencia asignado para la tasa de muestreo particular. El LSF de orden más alto puede reasignarse a un valor cuantificado basándose en que el valor seleccionado es el valor cuantificado en el intervalo de frecuencias para la tasa de muestreo, y si hay más de dos intervalos de cuantificación en este intervalo, entonces el valor de cuantificación seleccionado puede ser el más cercano al límite de frecuencia superado por el LSF de orden más alto.

15 Por ejemplo, si el valor de LSF de orden más alto cuantificado originalmente es mayor que el límite de frecuencia superior para la frecuencia de muestreo particular entonces el cuantificador de LSF 316 puede reasignar el LSF de orden más alto al valor cuantificado que cumple tanto el criterio de estar dentro del intervalo de frecuencia como de ser el más cercano al límite de frecuencia superior.

20 Como alternativa, el valor de coeficiente de LSF de orden más alto cuantificado puede ser menor que el límite de frecuencia inferior para la frecuencia de muestreo particular. En este caso el cuantificador de LSF 316 puede reasignar el LSF de orden más alto al valor cuantificado que cumple tanto el criterio de estar dentro del intervalo de frecuencia como de ser el más cercano al límite de frecuencia inferior.

25 En algunas realizaciones el coeficiente de LSF de orden más alto para una frecuencia de muestreo particular puede confinarse a un intervalo de frecuencia de acuerdo con la Tabla 1 a continuación.

La Tabla 1 representa los límites de frecuencia alta y baja para el LSF de orden más alto a diferentes frecuencias de muestreo de la señal de audio de entrada.

Frecuencia de muestreo (Hz)	Límite de frecuencia inferior para LSF de orden más alto (Hz)	Límite de frecuencia superior para LSF de orden más alto (Hz)
8000	2000	3950
12800	3950	6350
16000	6350	7950
25600	7950	12750
32000	12750	15950
48000	15950	23950

30 Se ha de entender que los límites de frecuencia alta y baja en la Tabla 1 se han determinado experimentalmente para proporcionar un resultado ventajoso.

35 Se ha de entender adicionalmente que los límites de frecuencia alta y baja para cada coeficiente de LSF de orden más alto pueden seleccionarse de manera que los intervalos de frecuencia no solapen para diferentes frecuencias de muestreo.

40 Se ha de apreciar que la salida del cuantificador de LSF 316 puede ser los índices de cuantificación de LSF para los coeficientes de LSF cuantificados de la trama de audio actual.

45 En otras palabras se proporcionan medios para cuantificar cada uno de al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales para producir al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, en el que un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados radica en un primer intervalo de frecuencia de al menos dos intervalos de frecuencia, en el que el primer intervalo de frecuencia está asociado a la primera tasa de muestreo, y en el que el primer intervalo de frecuencia es distinguible de un segundo intervalo de frecuencia de los al menos dos intervalos de frecuencia, en el que el segundo intervalo de frecuencia está asociado a una frecuencia espectral lineal cuantificada de orden más alto para una trama de audio muestreada digitalmente a una segunda tasa de muestreo.

50 Con referencia a la Figura 3, tras la finalización de la cuantificación de los coeficientes de LSF los índices de cuantificación de LSF para la trama de audio actual pueden pasarse fuera del cuantificador de LSF 316 mediante la conexión 307.

55 Se ha de entender en las realizaciones que los índices de cuantificación de LSF pueden combinarse con parámetros de codificación del habla o de audio adicionales.

En un primer grupo de realizaciones los índices de cuantificación de LSF pueden formar parte del conjunto de parámetros codificados de un codificador de capa principal. En otras palabras los índices de cuantificación de LSF

5 pueden combinarse con otros parámetros del habla o de audio codificados como parte del conjunto de parámetros codificados de la capa principal. Adicionalmente, en el primer grupo de realizaciones el conjunto de parámetros codificados de la capa principal puede combinarse con conjuntos de parámetros codificados adicionales que están relacionados con capas de codificación superior de una estructura de codificación del habla o de audio de tasa variable embebida.

10 Se ha de entender que la codificación del audio o del habla de tasa variable embebida indica un esquema de codificación de audio o del habla, en el que un flujo de bits resultante de la operación de codificación se distribuye en capas sucesivas. Una capa de base o principal que está comprendida de datos codificados primarios generados mediante un codificador principal está formada de los elementos binarios esenciales para la decodificación del flujo binario, y determina una calidad mínima de decodificación. Las capas posteriores hacen posible mejorar progresivamente la calidad de la señal que surge desde la operación de decodificación, donde cada nueva capa proporciona nueva información. Una de las características particulares de la codificación basada en capas es la posibilidad ofrecida de intervenir en cualquier nivel sea cual sea la transmisión o cadena de almacenamiento, para borrar una parte de flujo binario sin tener que incluir ninguna indicación particular al decodificador.

15 En un primer grupo de realizaciones el códec de la capa principal puede basarse en la tecnología de predicción lineal con excitación por código algebraico (ACELP).

20 La información codificada cuantificada puede a continuación enviarse a un formateador de flujo de bits para crear el flujo de bits de salida 112 desde el codificador 104.

25 El decodificador 108 puede recibir el flujo de señal codificada 112 que comprende al menos en parte información codificada que representa los índices de coeficientes de LSF cuantificados junto con otros parámetros del habla o de audio codificados y emite una señal de audio reconstruida 114.

Las partes del decodificador 108 que implementan las realizaciones se muestran en la Figura 5.

30 Con referencia a la Figura 5, el decodificador comprende una entrada 502 mediante la cual puede recibirse el flujo de bits codificado 112. Como parte del flujo de bits recibido 112 puede haber índices de coeficientes de LSF cuantificados que forman parte del conjunto de parámetros codificados para un decodificador del habla o de audio.

35 El decodificador del habla o de audio en las realizaciones puede estar dispuesto para operar a número de muestras variables por trama de audio de salida y a frecuencia de muestreo de salida variable. En otras palabras, el decodificador 108 puede estar dispuesto para emitir una trama de una señal de audio reconstruida en la cual el número de muestras y la tasa de muestreo de la trama pueden variarse de una trama a la siguiente.

40 Adicionalmente el decodificador 108 puede estar dispuesto para operar con un número de diferentes modos de decodificación, donde el modo de decodificación usado puede ser dependiente de la frecuencia de muestreo de la trama de audio.

Aún más, la tasa de bits del conjunto de parámetros codificados puede ser diferente de acuerdo con el modo de codificación usado mediante el codificador.

45 En algunas realizaciones el decodificador del habla o de audio puede ser un decodificador de capa principal cuya salida de audio reconstruida puede combinarse con salidas de señal de audio reconstruidas adicionales desde decodificadores de capa superior. Los bits de capa superior codificados pueden enviarse al decodificador junto con los correspondientes bits de capa principal codificados.

50 Con referencia a la Figura 5, los índices de LSF cuantificados recibidos como parte del flujo de bits codificado 112 pueden estar dispuestos para pasarse a la entrada de un decuantificador de LSF 510.

55 En otras palabras pueden proporcionarse medios para recibir un conjunto de parámetros de audio codificados, en el que el conjunto comprende índices que representan al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, en el que la trama de audio cuando se decodifica comprende muestras de audio muestreadas digitalmente a una frecuencia de muestreo, en el que la frecuencia de muestreo es una de una pluralidad de frecuencias de muestreo para un decodificador de audio.

60 En las realizaciones el decuantificador de LSF 510 puede estar configurado para convertir los índices de LSF cuantificados recibidos a coeficientes de LSF cuantificados.

65 Se ha de apreciar en las realizaciones que el decuantificador de LSF 510 puede producir un número de coeficientes de LSF cuantificados para cada trama de audio. El número de coeficientes de LSF cuantificados puede determinarse en el codificador como el orden de predicción del analizador de LPC 312. Por ejemplo, en el caso del analizador de LPC 312 de un orden de predicción de la magnitud 10, entonces el número de coeficientes de LSF cuantificados producidos mediante el decuantificador de LSF 502 sería también diez.

En otras palabras se pueden proporcionar medios para convertir los índices a los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados.

5 En las realizaciones el decuantificador de LSF 502 puede estar dispuesto para comprobar el valor del LSF cuantificado de orden más alto para determinar el modo de decodificación.

10 En el primer grupo de realizaciones en las que la señal de audio de entrada se codifica desplegando un régimen de codificación en capas, y donde el códec de capa principal puede operar a diferentes tasas de muestreo que corresponde a diferentes modos de codificación. La tasa de muestreo particular y el modo de codificación usado mediante el códec de capa principal pueden identificarse inspeccionando en primer lugar el valor del LSF de orden más alto, y a continuación asignando el valor a un intervalo de frecuencia particular.

15 En otras palabras, el modo de decodificación de un decodificador multimodo puede determinarse mediante el valor del LSF de orden más alto.

20 En un ejemplo del primer grupo de realizaciones en las que el códec de capa principal puede estar dispuesto para operar en uno de dos modos de operación. El primer modo de operación puede ser a una frecuencia de muestreo trama de audio de 12800 Hz, y el segundo modo de operación puede ser a una frecuencia de muestreo de 16000 Hz. Con referencia a la Tabla 1, si el LSF cuantificado de orden más alto recibido para una trama de audio se ha de determinar para que esté en el intervalo de frecuencia de 3950 Hz a 6350 Hz entonces el modo de operación del decodificador de capa principal puede ser el modo para decodificar los parámetros de una trama de audio muestreada a 12800 Hz. Sin embargo, si el LSF cuantificado de orden más alto recibido para una trama de audio se determina que está en el intervalo de frecuencia de 6350 Hz a 7950 Hz entonces el modo de operación del decodificador de capa principal puede ser el modo para decodificar los parámetros de una trama de audio muestreada a 16000 Hz.

30 En otras palabras se proporcionan medios para determinar la frecuencia de muestreo para una trama de audio comprobando el valor de un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados recibidos.

35 La comprobación del valor del coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto puede comprender medios para comparar la comparación del coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto con cada uno de una pluralidad de intervalos de frecuencia, en el que un primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia está asociado a una primera frecuencia de muestreo, y en el que un segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia está asociado a una segunda frecuencia de muestreo; medios para determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la primera frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto radica en el primer intervalo de frecuencia; y medios para determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la segunda frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto radica en el segundo intervalo de frecuencia.

Se ha de entender por lo tanto que el decuantificador de LSF 514 puede configurarse para tener dos salidas.

45 La primera salida puede estar dispuesta para estar conectada a la entrada de un convertidor de LSF a LPC 512 y puede comprender el conjunto de valores de coeficiente de LSF cuantificados.

50 La segunda salida del decuantificador de LSF 510 puede comprender la línea de señalización 504 que puede usarse para transportar el modo de codificación y/o tasa de muestreo a componentes de decodificación posteriores en el decodificador 108.

55 Se ha de entender en las realizaciones que el modo de operación del decodificador puede ser dependiente de la tasa de muestreo de la trama de audio. Por lo tanto, la línea de señalización 504 puede transportar el modo de decodificación llevando directamente el modo de codificación o como alternativa la tasa de muestreo.

En las realizaciones los valores de coeficiente de LSF cuantificados pueden recibirse mediante el convertidor de LSF a LPC 512 y convertirse posteriormente a un conjunto de coeficientes de LP.

60 Para ayudar con el proceso de conversión el convertidor de LSF a LPC 512 puede estar dispuesto para recibir la línea de señalización 504 como una entrada adicional. La línea de señalización puede indicar la frecuencia de muestreo de la trama de audio codificado y por lo tanto determinar el orden del proceso de conversión de LSF a LPC.

65 Como alternativa, en otras realizaciones la línea de señalización puede llevar el modo de codificación que puede usarse para determinar el orden del proceso de conversión de LSF a LPC.

El número de elementos en el conjunto de coeficientes de LP será equivalente al orden de predicción.

Se ha de entender que los coeficientes de LP producidos mediante el convertidor de LSF a LPC 512 corresponderán con una trama de audio de salida.

5 Se ha de entender adicionalmente que la salida del convertidor de LSF a LPC 512 puede usarse para decodificar adicionalmente componentes en el decodificador 108. Por ejemplo, los coeficientes de LP pueden usarse como los coeficientes de filtro para cualquier filtro de LP posterior.

10 Adicionalmente, la línea de señalización 504 puede usarse también mediante componentes de decodificación adicionales para seleccionar el modo de decodificación apropiado para los componentes de decodificación adicionales en el decodificador 108.

15 Los componentes de decodificación del decodificador 108 pueden formar a continuación la señal de audio de salida 114.

20 Aunque los ejemplos anteriores describen realizaciones de la invención que operan en un códec en un aparato 10, debería apreciarse que la invención como se describe a continuación puede implementarse como parte de cualquier códec de audio (o del habla), incluyendo cualquier códec de audio (o del habla) de tasa variable/tasa adaptativa. Por lo tanto, por ejemplo, las realizaciones de la invención pueden implementarse en un códec de audio que puede implementar codificación de audio a través de trayectorias de comunicación fijas o cableadas.

25 Por lo tanto el equipo de usuario puede comprender un códec de audio tal como aquellos descritos en las realizaciones de la invención anterior.

Deberá apreciarse que el término equipo de usuario se pretende para cubrir cualquier tipo de equipo de usuario inalámbrico, tal como teléfonos móviles, dispositivos de procesamiento de datos portátiles o exploradores web portátiles.

30 Elementos adicionales de una red móvil terrestre pública (PLMN) pueden comprender también códec de audio como se ha descrito anteriormente.

35 En general, las diversas realizaciones de la invención pueden implementarse en hardware o circuitos de fin especial, software, lógica o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, algunos aspectos pueden implementarse en hardware, mientras otros aspectos pueden implementarse en firmware o software que puede ejecutarse mediante un controlador, microprocesador u otro dispositivo informático, aunque la invención no está limitada a lo mismo. Aunque pueden ilustrarse y describirse diversos aspectos de la invención como diagramas de bloques, diagramas de flujo, o usando alguna otra representación gráfica, es bien entendido que estos bloques, aparatos, sistemas, técnicas o métodos descritos en el presente documento pueden implementarse en, como ejemplos no limitantes, hardware, software, firmware, circuitos o lógica de fin especial, hardware o controlador de fin general u otros dispositivos informáticos, o alguna combinación de los mismos.

45 Por lo tanto al menos algunas realizaciones del codificador pueden ser un aparato que comprende al menos un procesador y al menos una memoria que incluye código de programa informático, la al menos una memoria y el código de programa informático configurados para, con el al menos un procesador, provocar que el aparato al menos realice: determinar al menos dos coeficientes de predicción lineal para una trama de audio muestreada digitalmente a una primera tasa de muestreo; convertir los al menos dos coeficientes de predicción lineal a al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales; y cuantificar cada uno de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales para producir al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, en el que un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados radican en un primer intervalo de frecuencia de al menos dos intervalos de frecuencia, en el que el primer intervalo de frecuencia está asociado a la primera tasa de muestreo, y en el que el primer intervalo de frecuencia es distinguible de un segundo intervalo de frecuencia de los al menos dos intervalos de frecuencia, en el que el segundo intervalo de frecuencia está asociado a una frecuencia espectral lineal cuantificada de orden más alto para una trama de audio muestreada digitalmente a una segunda tasa de muestreo.

60 En algunas realizaciones del decodificador puede haber un aparato que comprende al menos un procesador y al menos una memoria que incluye código de programa informático la al menos una memoria y el código de programa informático configurados para, con el al menos un procesador, provocar que el aparato al menos realice: recibir, un conjunto de parámetros de audio codificado para una trama de audio, en el que el conjunto comprende índices que representan al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, en el que la trama de audio cuando se decodifica comprende muestras de audio muestreadas digitalmente a una frecuencia de muestreo, en el que la frecuencia de muestreo es una de una pluralidad de frecuencias de muestreo para un decodificador de audio; convertir los índices a los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados; y determinar la frecuencia de muestreo para la trama de audio comprobando el valor de un coeficiente de frecuencia espectral lineal

cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados.

Las realizaciones de esta invención pueden implementarse mediante software informático ejecutable mediante un procesador de datos del dispositivo móvil, tal como en la entidad de procesador, o mediante hardware, o mediante una combinación de software y hardware. Además en este sentido debería indicarse que cualquier bloque del flujo lógico como en las figuras puede representar etapas de programa, o circuitos, bloques y funciones lógicas interconectados, o una combinación de etapas de programa y circuitos, bloques y funciones lógicas.

Por tanto al menos algunas realizaciones del codificador pueden ser un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene almacenado en el mismo informática legible, que, cuando se ejecuta mediante un aparato informático, provoca que el aparato informático realice un método que comprende: determinar al menos dos coeficientes de predicción lineal para una trama de audio muestreada digitalmente a una primera tasa de muestreo; convertir los al menos dos coeficientes de predicción lineal a al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales; y cuantificar cada uno de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales para producir al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, en el que un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados radica en un primer intervalo de frecuencia de al menos dos intervalos de frecuencia, en el que el primer intervalo de frecuencia está asociado a la primera tasa de muestreo, y en el que el primer intervalo de frecuencia es distinguible de un segundo intervalo de frecuencia de los al menos dos intervalos de frecuencia, en el que el segundo intervalo de frecuencia está asociado a una frecuencia espectral lineal cuantificada de orden más alto para una trama de audio muestreada digitalmente a una segunda tasa de muestreo.

Adicionalmente al menos algunas de las realizaciones del decodificador pueden proporcionarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene almacenado en el mismo código legible por ordenador, que, cuando se ejecuta mediante un aparato informático, provoca que el aparato informático realice un método que comprende: recibir, un conjunto de parámetros de audio codificado para una trama de audio, en el que el conjunto comprende índices que representan al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, en el que la trama de audio cuando se decodifica comprende muestras de audio muestreadas digitalmente a una frecuencia de muestreo, en el que la frecuencia de muestreo es una de una pluralidad de frecuencias de muestreo para un decodificador de audio; convertir los índices a los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados; y determinar la frecuencia de muestreo para la trama de audio comprobando el valor de un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados.

La memoria puede ser de cualquier tipo adecuado al entorno técnico local y puede implementarse usando cualquier tecnología de almacenamiento de datos, tal como dispositivos de memoria basados en semiconductores, dispositivos y sistemas de memoria magnética, dispositivos y sistemas de memoria óptica, memoria fija y memoria extraíble, en otras palabras un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio. Los procesadores de datos pueden ser de cualquier tipo adecuado al entorno técnico local, y pueden incluir uno o más de ordenadores de fin general, ordenadores de fin especial, microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), circuitos de nivel de puertas y procesadores basados en arquitectura de procesador multi-núcleo, como ejemplos no limitantes.

Las realizaciones de las invenciones pueden ponerse en práctica en diversos componentes tales como módulos de circuitos integrados. El diseño de circuitos integrados es en términos generales un proceso altamente automatizado. Están disponibles herramientas de software complejas y potentes para convertir un diseño de nivel lógico en un diseño de circuito de semiconductores para grabarse y formarse en un sustrato de semiconductor.

Programas, tales como aquellos proporcionados mediante Synopsys, Inc. de Mountain View, California y Cadence Design, de San Jose, California encaminan automáticamente los conductores y localizan componentes en un chip de semiconductores usando reglas de diseño bien establecidas así como bibliotecas de módulos de diseño pre-almacenados. Una vez que se ha completado el diseño para un circuito de semiconductores, el diseño resultante, en un formato electrónico normalizado (por ejemplo, Opus, GDSII, o similares) puede transmitirse a una instalación de fabricación de semiconductores o "laboratorio de fabricación" para la fabricación.

Como se usa en esta solicitud, el término 'circuitaría' se refiere a todo lo siguiente:

- (a) implementaciones de circuitos de hardware únicamente (tales como implementaciones en circuitaría únicamente analógica y/o digital) y
- (b) a combinaciones de circuitos y software (y/o firmware), tales como: (i) a una combinación de procesador o procesadores o (ii) a porciones de procesador o procesadores/software (incluyendo procesador o procesadores de señales digitales), software, y memoria memorias que funcionan juntos para provocar que un aparato, tal como un teléfono móvil o servidor, realice diversas funciones y
- (c) a circuitos, tales como un microprocesador o microprocesadores o una porción de un microprocesador o microprocesadores, que requieren software o firmware para operación, incluso si el software o firmware no está físicamente presente.

Esta definición de 'circuitería' se aplica a todos los usos de este término en esta solicitud, incluyendo cualquier reivindicación. Como un ejemplo adicional, como se usa en esta solicitud, el término 'circuitería' cubriría también una implementación de meramente un procesador (o múltiples procesadores) o porción de un procesador y sus (o su) software y/o firmware adjunto. El término 'circuitería' cubriría también, por ejemplo y si fuera aplicable al elemento de
5 reivindicación particular, un circuito integrado de banda base o circuito integrado de procesador de aplicaciones para un teléfono móvil o circuito integrado similar en servidor, un dispositivo de red celular u otro dispositivo de red.

La descripción anterior ha proporcionado a modo de ejemplos ejemplares y no limitantes una descripción completa e informativa de la realización ejemplar de esta invención. Sin embargo, diversas modificaciones y adaptaciones
10 pueden hacerse evidentes para los expertos en la materia en las técnicas relevantes en vista de la anterior descripción, cuando se lee en conjunto con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, el alcance de esta invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

5 recibir, un conjunto de parámetros de audio codificado para una trama de audio, en donde el conjunto comprende índices que representan al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, en donde la trama de audio cuando se decodifica comprende muestras de audio muestreadas digitalmente a una frecuencia de muestreo, en donde la frecuencia de muestreo es una de una pluralidad de frecuencias de muestreo para un decodificador de audio;

10 convertir los índices a los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados; y determinar la frecuencia de muestreo para la trama de audio comprobando el valor de un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados.

15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la comprobación del valor del coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto comprende:

comparar el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto con cada uno de una pluralidad de intervalos de frecuencia, en donde un primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia está asociado a una primera frecuencia de muestreo, y en donde un segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia está asociado a una segunda frecuencia de muestreo;

20 determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la primera frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto está en el primer intervalo de frecuencia; y

25 determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la segunda frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto está en el segundo intervalo de frecuencia.

30 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia abarca las frecuencias entre un primer límite de baja frecuencia y un primer límite de alta frecuencia, y en donde el segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia abarca las frecuencias entre un segundo límite de baja frecuencia y un segundo límite de alta frecuencia, y en donde las frecuencias abarcadas por el primer intervalo de frecuencia son diferentes del intervalo de frecuencias abarcado por el segundo intervalo de frecuencia.

35 4. El método de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada una de la pluralidad de frecuencias de muestreo está asociada cada una a uno de una pluralidad de diferentes modos de operación del decodificador de audio, y en donde la frecuencia de muestreo determinada de la trama de audio está asociada a uno de la pluralidad de diferentes modos de operación del decodificador de audio.

40 5. El método de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 4, en el que la pluralidad de frecuencias de muestreo comprende 12,8 kHz y 16 kHz, en donde el intervalo de frecuencia para la frecuencia de muestreo de 12,8 kHz tiene un límite de baja frecuencia de 3950 Hz y un límite de alta frecuencia de 6350 Hz, y en donde el intervalo de frecuencia para la frecuencia de muestreo de 16 kHz tiene un límite de baja frecuencia de 6350 Hz y un límite de alta frecuencia de 7950 Hz respectivamente.

45

6. Un aparato que comprende:

50 medios para recibir un conjunto de parámetros de audio codificado para una trama de audio, en donde el conjunto comprende índices que representan al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados, en donde la trama de audio cuando se decodifica comprende muestras de audio muestreadas digitalmente a una frecuencia de muestreo, en donde la frecuencia de muestreo es una de una pluralidad de frecuencias de muestreo para un decodificador de audio;

55 medios para convertir los índices a los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados; y medios para determinar la frecuencia de muestreo para la trama de audio teniendo medios para comprobar el valor de un coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto de los al menos dos coeficientes de frecuencia espectral lineales cuantificados.

60 7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el que los medios para comprobar el valor del coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto comprenden:

medios para comparar el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto con cada uno de una pluralidad de intervalos de frecuencia, en donde un primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia está asociado a una primera frecuencia de muestreo, y en donde un segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia está asociado a una segunda frecuencia de muestreo;

65 medios para determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la primera frecuencia de

- muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto está en el primer intervalo de frecuencia; y
medios para determinar la frecuencia de muestreo de la trama de audio para que sea la segunda frecuencia de muestreo cuando el coeficiente de frecuencia espectral lineal cuantificado de orden más alto está en el segundo intervalo de frecuencia.
- 5
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el primer intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencias abarca las frecuencias entre un primer límite de baja frecuencia y un primer límite de alta frecuencia, en donde el segundo intervalo de frecuencia de la pluralidad de intervalos de frecuencia abarca las frecuencias entre un segundo límite de baja frecuencia y un segundo límite de alta frecuencia, y en donde las frecuencias abarcadas por el primer intervalo de frecuencia son diferentes del intervalo de frecuencias abarcado por el segundo intervalo de frecuencia.
- 10
9. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 6 a 8, en el que cada una de la pluralidad de frecuencias de muestreo está asociada cada una a uno de una pluralidad de diferentes modos de operación del decodificador de audio, y en donde la frecuencia de muestreo determinada de la trama de audio está asociada a uno de la pluralidad de diferentes modos de operación del decodificador de audio.
- 15
10. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 8 y 9, en el que la pluralidad de frecuencias de muestreo comprende 12,8 kHz y 16 kHz, en donde el intervalo de frecuencia para la frecuencia de muestreo de 12,8 kHz tiene un límite de baja frecuencia de 3950 Hz y un límite de alta frecuencia de 6350 Hz, y en donde el intervalo de frecuencia para la frecuencia de muestreo de 16 kHz tiene un límite de baja frecuencia de 6350 Hz y un límite de alta frecuencia de 7950 Hz respectivamente.
- 20

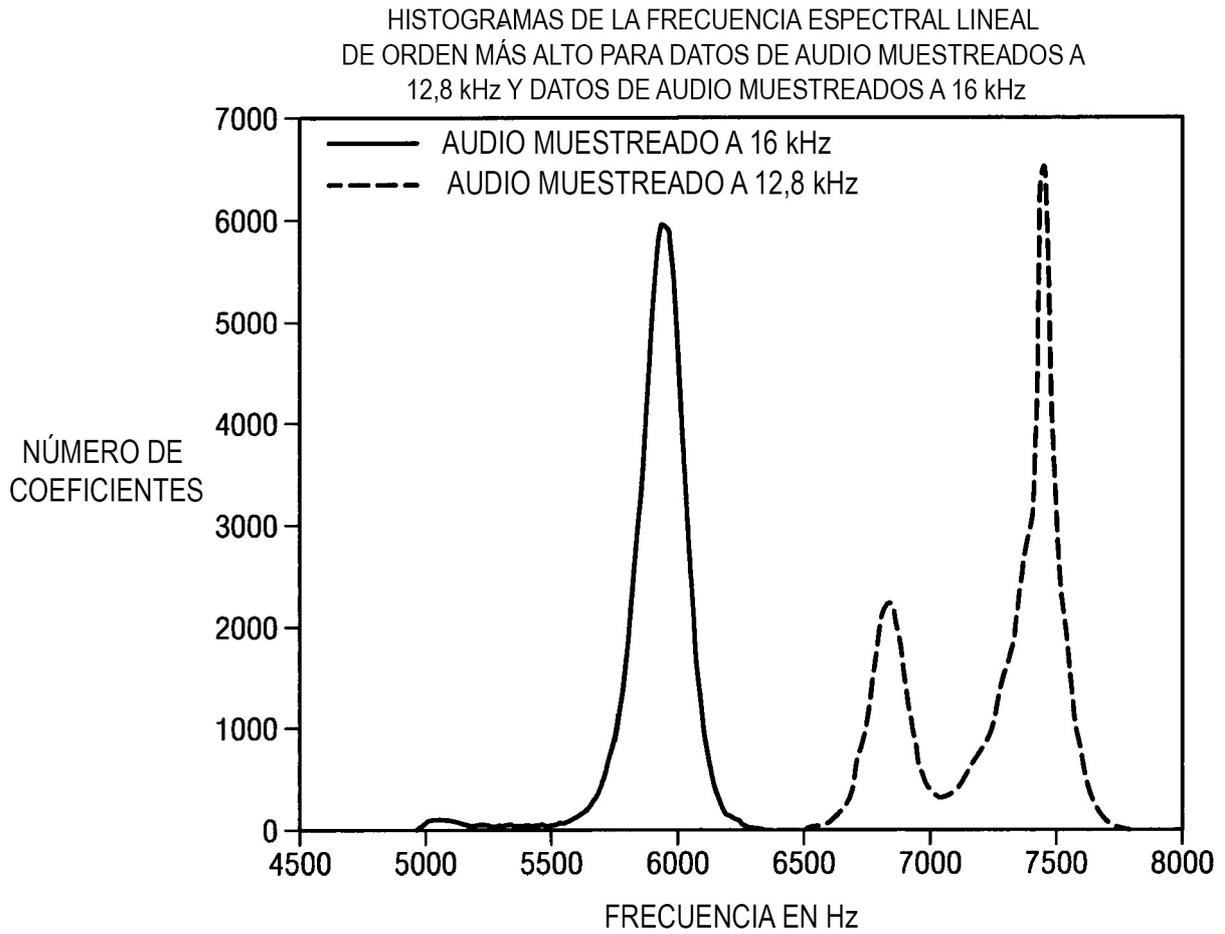


FIG. 4

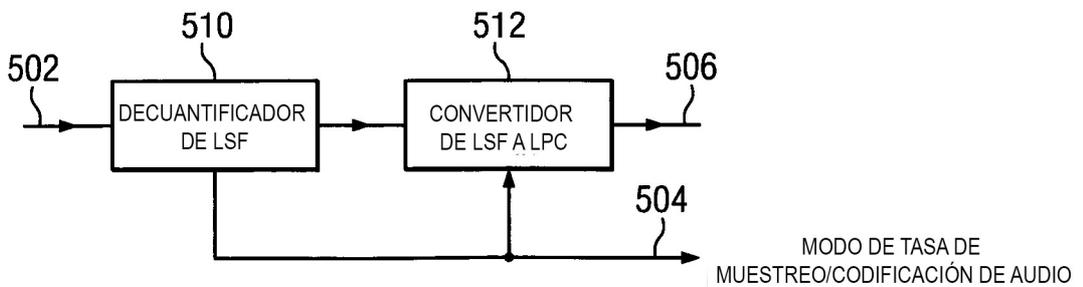


FIG. 5

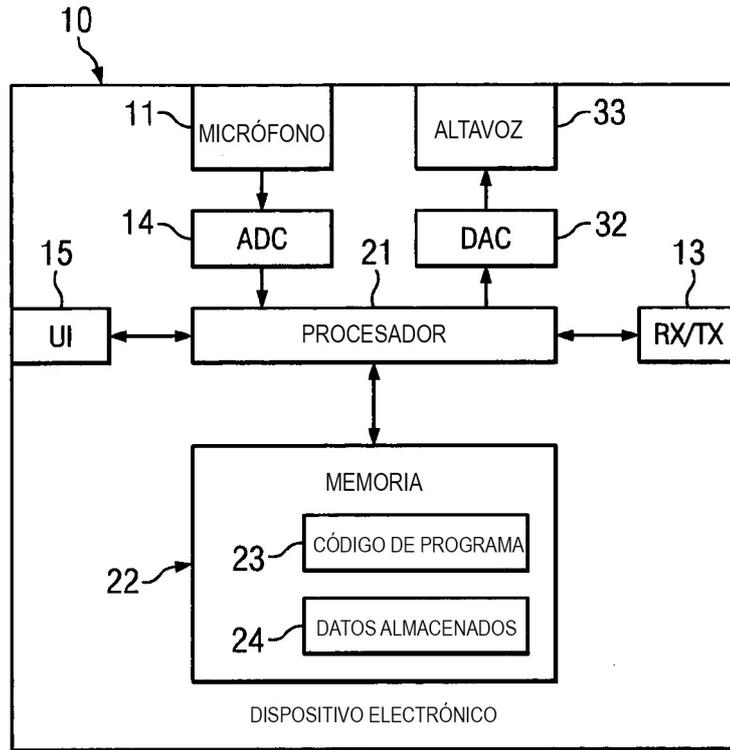


FIG. 1

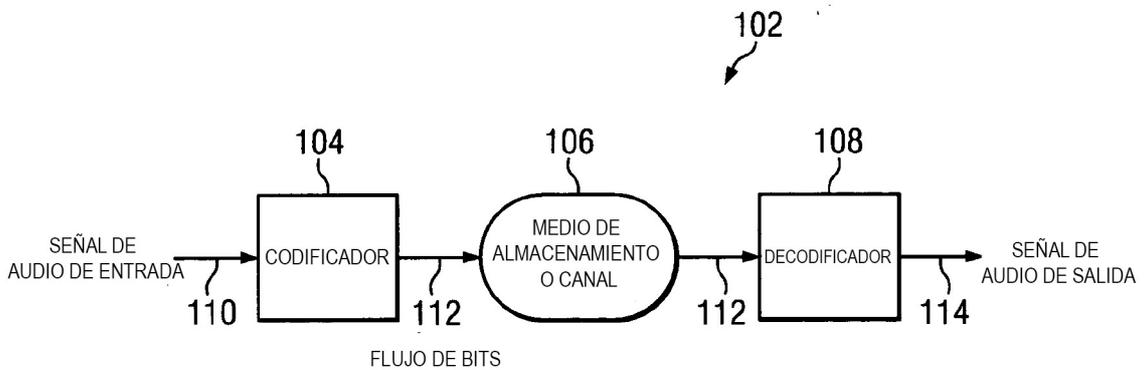


FIG. 2

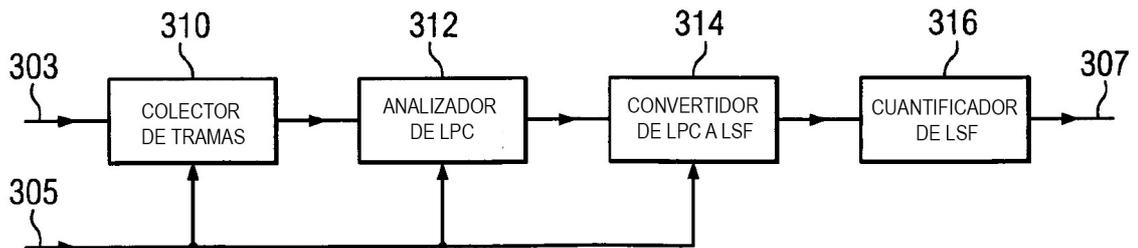


FIG. 3