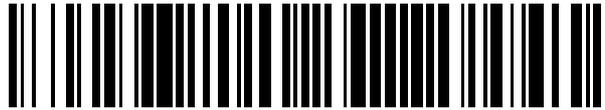


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 307**

51 Int. Cl.:

G10L 19/00 (2013.01)

G10L 19/20 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2007 E 07725316 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015 EP 2038879**

54 Título: **Codificador de audio y decodificador de audio que tiene una característica de deformación dinámicamente variable**

30 Prioridad:

30.06.2006 US 428297
30.06.2006 EP 06013604

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2016

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)**
Hansastraße 27c
80686 München, DE

72 Inventor/es:

HERRE, JUERGEN;
GRILL, BERNHARD;
MULTRUS, MARKUS;
BAYER, STEFAN;
KRAEMER, ULRICH;
HIRSCHFELD, JENS;
WABNIK, STEFAN y
SCHULLER, GERALD

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Mónica

ES 2 559 307 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).

Codificador de audio y decodificador de audio que tiene una característica de deformación dinámicamente variable

DESCRIPCIÓN

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a procesamiento de audio usando filtros deformados y, particularmente a codificación de audio para múltiples fines.

10 Antecedentes de la invención y técnica anterior

En el contexto de tecnología de codificación de audio y del habla de baja tasa de bits, se han empleado tradicionalmente varias técnicas de codificación diferentes para conseguir codificación de baja tasa de bits de tales señales con la mejor calidad subjetiva posible a una tasa de bits dada. Los codificadores para música general / señales de sonido tienen por objeto optimizar la calidad subjetiva conformando la forma espectral (y temporal) del error de cuantificación de acuerdo con una curva umbral de enmascaramiento que se estima desde la señal de entrada por medio de un modelo perceptual ("codificación de audio perceptual"). Por otro lado, la codificación del habla a tasas de bits muy bajas se ha mostrado que funciona muy eficazmente cuando está basada en un modelo de producción del habla humana, es decir emplear Codificación Predictiva Lineal (LPC) para modelar los efectos resonantes del tracto vocal humano junto con una codificación eficaz de la señal de excitación residual.

Como una consecuencia de estos dos diferentes enfoques, los codificadores de audio generales (como MPEG-1 Capa 3, o MPEG-2/4 Codificación de Audio Avanzada, AAC) normalmente no funcionan tan bien para señales del habla a tasas de datos muy bajas como los codificadores del habla basados en LPC especializados debido a la carencia del aprovechamiento de un modelo de fuente del habla. A la inversa, los codificadores del habla basados en LPC normalmente no consiguen resultados convincentes cuando se aplican a señales de música generales debido a su incapacidad para conformar de manera flexible la envolvente espectral de la distorsión de codificación de acuerdo con una curva de umbral de enmascaramiento. Es el objeto de la presente invención proporcionar un concepto que combine las ventajas de tanto codificación basada en LPC como codificación de audio perceptual en una única estructura y por lo tanto que describa la codificación de audio unificada que es eficaz para tanto señales de audio general como del habla.

La siguiente sección describe un conjunto de tecnologías relevantes que se han propuesto para codificación eficaz de señales de audio y del habla.

Codificación de audio perceptual (Figura 9)

Tradicionalmente, los codificadores de audio perceptuales usan un enfoque basado en banco de filtros para codificar eficazmente señales de audio y conformar la distorsión de cuantificación de acuerdo con una estimación de la curva de enmascaramiento.

La Figura 9 muestra el diagrama de bloques básico de un sistema de codificación perceptual monofónico. Un banco de filtros de análisis se usa para mapear las muestras de dominio de tiempo en componentes espectrales submuestreados.

Dependiendo del número de componentes espectrales, el sistema también se denomina como un codificador de subbanda (pequeño número de subbandas, por ejemplo 32) o un codificador basado en banco de filtros (gran número de líneas de frecuencia, por ejemplo 512). Se usa un modelo perceptual ("psico-acústico") para estimar el umbral de enmascaramiento dependiente del tiempo real. Los componentes espectrales ("subbanda" o "dominio de frecuencia") se cuantifican y codifican de tal manera que el ruido de cuantificación se oculta bajo la señal transmitida real y no es perceptible después de decodificación. Esto se consigue variando la granularidad de la cuantificación de los valores espectrales a través del tiempo y frecuencia.

Como una alternativa al concepto de codificación perceptual basado completamente en banco de filtros, la codificación basada en el enfoque *pre-/ post-filtrado* se ha propuesto mucho más recientemente como se muestra en la Figura 10.

En [Edl00], se ha propuesto un codificador de audio perceptual que separa los aspectos de reducción de irrelevancia (es decir, conformación de ruido de acuerdo con criterios perceptuales) y reducción de redundancia (es decir, obtener una representación de información matemáticamente más compacta) usando un denominado pre-filtro en lugar de una cuantificación variable de los coeficientes espectrales a través de la frecuencia. El principio se ilustra en la siguiente figura. La señal de entrada se analiza mediante un modelo perceptual para calcular una estimación de la curva umbral de enmascaramiento a través de la frecuencia. El umbral de enmascaramiento se convierte en un conjunto de coeficientes de pre-filtro de manera que la magnitud de su respuesta de frecuencia es inversamente

proporcional al umbral de enmascaramiento. La operación de pre-filtro se aplica a este conjunto de coeficientes a la señal de entrada que produce una señal de salida en la que todos los componentes de frecuencia se representan de acuerdo con su importancia perceptual ("blanqueamiento perceptual"). Esta señal se codifica posteriormente mediante cualquier tipo de codificador de audio que produce una distorsión de cuantificación "blanca", es decir, no aplica ninguna conformación de ruido perceptual. Por lo tanto, la transmisión / almacenamiento de la señal de audio incluye tanto el flujo de bits del codificador como una versión codificada de los coeficientes de pre-filtrado. En el decodificador, el flujo de bits del codificador se decodifica en una señal de audio intermedia que se somete a continuación a una operación de post-filtrado de acuerdo con los coeficientes de filtro transmitidos. Puesto que el post-filtrado realiza el proceso de filtrado inverso con relación al pre-filtro, aplica una ponderación espectral a su señal de entrada de acuerdo con la curva de enmascaramiento. De esta manera, el ruido de codificación espectralmente plano ("blanco") aparece perceptualmente conformado en la salida del decodificador, según se pretende.

Puesto que en un esquema de este tipo la conformación de ruido perceptual se consigue mediante la etapa de pre-/post-filtrado en lugar de la cuantificación de coeficientes espectrales dependiente de la frecuencia, el concepto puede generalizarse para incluir el mecanismo de codificación no basado en banco de filtros para representar la señal de audio pre-filtrada en lugar de un codificador de audio basado en banco de filtros. En [Sch02] esto se muestra para el núcleo de codificación de dominio de tiempo usando etapas de codificación predictiva y de entropía.

[Edl00] B. Edler, G. Schuller: "Audio coding using a psychoacoustic pre- and post-filter", ICASSP 2000, volumen 2, 5-9 de junio de 2000 páginas: II881 - II884 vol.2

[Sch02] G. Schuller, B. Yu, D. Huang, y B. Edler, "Perceptual Audio Coding using Adaptive Pre- and Post-Filters and Lossless Compression", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, septiembre de 2002, págs. 379-390.

Para posibilitar la conformación de ruido espectral apropiada usando técnicas de pre-/post-filtrado, es importante adaptar la resolución de frecuencia del pre-/post-filtro a la del sistema auditivo humano. De manera ideal, la resolución de frecuencia seguiría escalas de frecuencia perceptuales bien conocidas, tales como la escala de frecuencia BARK o ERB [Zwi]. Esto es especialmente deseable para minimizar el orden del modelo de pre-/post-filtro y por lo tanto la complejidad computacional asociada y la tasa de transmisión de información secundaria.

La adaptación de la resolución de frecuencia de pre-/post-filtro puede conseguirse mediante el concepto de *deformación de frecuencia* bien conocido [KHL97]. Esencialmente, los retardos unidad en una estructura de filtro se sustituyen mediante filtros paso todo (de primer orden o superior) que conduce a una deformación no uniforme ("deformación") de la respuesta de frecuencia del filtro. Se ha mostrado que incluso usando un filtro paso todo de

primer orden (por ejemplo, $\frac{z^{-1} - \lambda}{1 - \lambda z^{-1}}$), es posible una aproximación bastante precisa de las escalas de frecuencia

perceptuales mediante una elección apropiada de los coeficientes paso todo [SA99]. Por lo tanto, los sistemas más conocidos no hacen uso de filtros paso todo de orden superior para deformación de frecuencia. Puesto que se determina completamente un filtro paso todo de primer orden mediante un único parámetro escalar (que se denominará como el "factor de deformación" $-1 < \lambda < 1$), que determina la deformación de la escala de frecuencia. Por ejemplo, para un factor de deformación de $\lambda=0$, la no deformación es eficaz, es decir el filtro opera en la escala de frecuencia regular. Cuanto mayor se elige el factor de deformación, más se centra la resolución de frecuencia en la parte de frecuencia inferior del espectro (ya que es necesario aproximar una escala de frecuencia perceptual), y se aleja de la parte de frecuencia superior del espectro). Esto se muestra en la Figura 5 para tanto coeficientes de deformación positivos como negativos.

Usando un pre-/post-filtro deformado, los codificadores de audio típicamente usan un orden de filtro entre 8 y 20 a tasas de muestreo comunes como 48 kHz o 44,1 kHz [WSKH05].

Se han descrito diversas otras aplicaciones de filtrado deformado, por ejemplo, modelado de respuestas de impulso margen [HKS00] y modelado paramétrico de un componente de ruido en la señal de audio (bajo el nombre equivalente filtrado Laguerre / Kautz) [SOB03]

[Zwi] Zwicker, E. y H. Fastl, "Psychoacoustics, Facts and Models", Springer Verlag, Berlín

[KHL97] M. Karjalainen, A. Härmä, U.K. Laine, "Realizable warped IIR filters and their properties", IEEE I-CASSP 1997, págs. 2205 - 2208, vol.3

[SA99] J.O. Smith, J.S. Abel, "BARK and ERB Bilinear Transforms", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, volumen 7, Edición 6, noviembre de 1999, págs. 697 - 708

[HKS00] Härmä, Aki; Karjalainen, Matti; Savioja, Lauri; Välimäki, Vesa; Laine, Unto K.; Huopaniemi, Jyri, "Frequency-Warped Signal Processing for Audio Applications", Journal of the AES, volumen 48 número 11 págs. 1011-1031; noviembre de 2000

5 [SOB03] E. Schuijers, W. Oomen, B. den Brinker, J. Bree-baart, "Advances in Parametric Coding for High-Quality Audio", 114th Convention, Ámsterdam, Países Bajos 2003, preimpresión 5852

10 [WSKH05] S. Wabnik, G. Schuller, U. Krämer, J. Hirschfeld, "Frequency Warping in Low Delay Audio Coding", IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 18-23 de marzo de 2005, Filadelfia, PA, Estados Unidos

Codificación del habla basada en LPC

15 Tradicionalmente, la codificación de habla eficaz se ha basado en Codificación Predictiva Lineal (LPC) para modelar los efectos resonantes del tracto vocal humano junto con una codificación eficaz de la señal de excitación residual [VM06]. Tanto los parámetros de LPC como de excitación se transmiten desde el codificador al decodificador. Este principio se ilustra en la siguiente figura (codificador y decodificador).

20 Con el tiempo, se han propuesto muchos métodos con respecto a una representación eficaz y perceptualmente convincente de la señal residual (excitación), tal como Excitación Multi-Pulso (MPE), Excitación de Pulso Regular (RPE) y Predicción Lineal con Excitación por Código (CELP).

25 La Codificación Predictiva Lineal intenta producir una estimación del valor de muestra actual de una secuencia basándose en la observación de un cierto número de valores pasados como una combinación lineal de las observaciones pasadas. Para reducir la redundancia en la señal de entrada, el filtro de LPC del codificador "blanquea" la señal de entrada en su envolvente espectral, es decir, su respuesta de frecuencia es un modelo de la inversa de la envolvente espectral de la señal. A la inversa, la respuesta de frecuencia del filtro de LPC del decodificador es un modelo de la envolvente espectral de la señal. Específicamente, el análisis predictivo lineal auto-regresivo (AR) bien conocido se conoce para modelar la envolvente espectral de la señal por medio de una aproximación de todos los polos.

30 Típicamente, los codificadores del habla de banda estrecha (es decir, codificadores del habla con una tasa de muestreo de 8 kHz) emplean un filtro de LPC con un orden entre 8 y 12. Debido a la naturaleza del filtro de LPC, una resolución de frecuencia uniforme es eficaz a través de todo el intervalo de frecuencia. Esto no corresponde a una escala de frecuencia perceptual.

Codificación de LPC deformada

40 Al advertir que una sensibilidad de frecuencia no uniforme, como se ofrece mediante las técnicas de deformación, puede ofrecer ventajas también para codificación del habla, ha habido propuestas para sustituir el análisis de LPC regular por el análisis predictivo deformado. Específicamente, [TML94] propone un codificador del habla que modela la envolvente espectral del habla mediante coeficientes cepstral $c(m)$ que se actualizan muestra a muestra de acuerdo con la señal de entrada que varía en el tiempo. La escala de frecuencia del modelo se adapta para aproximar la escala MEL perceptual [Zwi] usando un filtro paso todo de primer orden en lugar del retardo unidad habitual. Se usa un valor fijo de 0,31 para el coeficiente de deformación a la tasa de muestreo de codificador de 8 kHz. El enfoque se ha desarrollado adicionalmente para incluir un núcleo de codificación de CELP para representar la señal de excitación en [KTK95], usando de nuevo un valor fijo de 0,31 para el coeficiente de deformación a la tasa de muestreo del codificador de 8 kHz.

50 Incluso aunque los autores reivindican buen rendimiento del esquema propuesto, la codificación del habla del estado de la técnica no adoptó las técnicas de codificación predictiva deformada.

55 Se conocen otras combinaciones de codificación de LPC deformada y CELP, por ejemplo [HLM99], para la que se usa un factor de deformación de 0,723 a una tasa de muestreo de 44,1 kHz.

[TMK94] K. Tokuda, H. Matsumura, T. Kobayashi y S. Imai, "Speech coding based on adaptive mel-cepstral analysis," Proc. IEEE ICASSP'94, págs. 197-200, abril de 1994.

60 [KTK95] K. Koishida, K. Tokuda, T. Kobayashi y S. Imai, "CELP coding based on mel-cepstral analysis", Proc. IEEE ICASSP'95, págs. 33-36, 1995.

[HLM99] Aki Härmä, Unto K. Laine, Matti Karjalainen, "Warped low-delay CELP for wideband audio coding", 17th International AES Conference, Florencia, Italia, 1999

[VM06] Peter Vary, Rainer Martin, "Digital Speech Transmission: Enhancement, Coding and Error Concealment", publicado por John Wiley & Sons, LTD, 2006, ISBN 0-471-56018-9

Codificación de LPC deformada generalizada

5 La idea de realizar codificación del habla en una escala de frecuencia deformada se desarrolló adicionalmente durante los siguientes años. Específicamente, se advirtió que una deformación convencional completa del análisis espectral de acuerdo con una escala de frecuencia perceptual puede no ser apropiado para conseguir la mejor calidad posible para codificar señales del habla. Por lo tanto, se propuso un *análisis cepstral mel-generalizado* en [KTK96] que permite desvanecer las características del modelo espectral entre las del análisis mel-cepstral anteriormente propuesto (con una escala de frecuencia completamente deformada y un análisis cepstral), y las características de un modelo de LPC tradicional (con una escala de frecuencia uniforme y un modelo de todos los polos de la envolvente espectral de la señal). Específicamente, el análisis generalizado propuesto tiene dos parámetros que controlan estas características:

- 15 • El parámetro γ , $-1 \leq \gamma \leq 0$ se desvanece continuamente entre un tipo cepstral y un tipo LPC de análisis, donde $\gamma=0$ corresponde a un análisis de tipo cepstral y $\gamma=-1$ corresponde a un análisis de tipo LPC.
- 20 • El parámetro α , $|\alpha| < 1$ es el factor de deformación. Un valor de $\alpha=0$ corresponde a una escala de frecuencia completamente uniforme (como en LPC convencional), y un valor de $\alpha=0,31$ corresponde a una deformación de frecuencia perceptual completa.

El mismo concepto se aplicó a codificación del habla de banda ancha (a una tasa de muestreo de 16 kHz) en [KHT98]. Debería observarse que el punto de operación (γ ; α) para un análisis generalizado de este tipo se elige a priori y no se varía con el tiempo.

[KTK96] K. Koishida, K. Tokuda, T. Kobayashi y S. Imai, "CELP coding system based on mel-generalized cepstral analysis," Proc. ICSLP'96, págs. 318-321, 1996.

[KHT98] K. Koishida, G. Hirabayashi, K. Tokuda y T. Kobayashi, "A wideband CELP speech coder at 16 kbit/s based on mel-generalized cepstral analysis," Proc. IEEE ICASSP'98, págs. 161 - 164, 1998.

Una estructura que comprende tanto un filtro de codificación como dos núcleos de codificación alternos se ha descrito anteriormente en la bibliografía ("Codificador WB-AMR+" [BLS05]). No existe ninguna idea de usar un filtro deformado, o incluso un filtro con características de deformación que varía en el tiempo.

[BLS05] B. Bessette, R. Lefebvre, R. Salami, "UNIVERSAL SPEECH/AUDIO CODING USING HYBRID ACELP/TCX TECHNIQUES", Proc. IEEE ICASSP 2005, págs. 301 - 304, 2005.

40 La desventaja de todas estas técnicas de la técnica anterior es que todas ellas están especializadas a un algoritmo de codificación de audio específico. Cualquier codificador del habla que use filtros de deformación está adaptado óptimamente para señales del habla, pero comete compromisos cuando se trata de codificar de señales de audio general tales como señales de música.

45 Por otro lado, los codificadores de audio general están optimizados para ocultar perfectamente el ruido de cuantificación por debajo del umbral de enmascaramiento, es decir, están adaptados óptimamente para realizar una reducción de irrelevancia. Para este fin, tienen una funcionalidad para tener en cuenta la resolución de frecuencia no uniforme del mecanismo de escucha humano. Sin embargo, debido al hecho de que son codificadores de audio general, no pueden hacer uso específicamente de cualquier conocimiento a priori sobre un tipo específico de patrones de señal que son la razón para obtener las tasas de bits muy bajas conocidas a partir de, por ejemplo, los codificadores del habla.

55 Adicionalmente, muchos codificadores del habla son codificadores de dominio de tiempo que usan libros de códigos fijos y variables, mientras que la mayoría de los codificadores de audio general son, debido al asunto del umbral de enmascaramiento, que es una medida de frecuencia, codificadores basados en banco de filtros de modo que es altamente problemático introducir ambos codificadores en una única trama de codificación/decodificación de una manera eficaz, aunque existan también codificadores de audio general basados en dominio de tiempo.

60 La publicación "Combined speech and audio coding by discrimination", L. Tancerel, et al., Speech Coding, 2000, Proceedings of the IEEE Workshop, 17-20 de septiembre de 2000, Piscataway, NJ, Estados Unidos, páginas 154-156, desvela una arquitectura de codificador que tiene una entrada acoplada a un conmutador. La salida del conmutador está acoplada a una entrada de un codificador de CELP y otra salida del conmutador está acoplada a una entrada de un codificador de transformada. El conmutador está controlado mediante un dispositivo de discriminación de habla/música (SMD). Adicionalmente, un bit de modo se multiplexa en un flujo de bits de salida

que tiene también una salida del codificador de CELP y una salida del codificador de transformada.

La publicación "Speech Enhancement Using Warped Discrete Cosine Transform", J.-H. Chang, et al, Speech Coding 2002, IEEE Workshop Proceedings, 6-9 de octubre de 2002, Piscataway, NJ, Estados Unidos, páginas 175-177, desvela un enfoque para mejorar un habla degradada bajo entornos de ruido de fondo basándose en una transformada de coseno discreta deformada (WDCT). Una fila de una matriz de DCT $M \times M$ se interpreta como un filtro de paso banda que tiene una cierta frecuencia central con la frecuencia de muestreo normalizada a 1. Para deformar el eje de frecuencia, se realiza una transformación paso todo sustituyendo z^{-1} por un filtro paso todo $A(z)$ de modo que el paso banda resultante tiene una característica de filtro de respuesta infinita al impulso (IIR). Basándose en las características espectrales de la señal de audio, se realiza una determinación de parámetro de control de deformación basándose en el parámetro de control de deformación y se mejora el habla degradada.

Sumario de la invención

Es el objeto de la presente invención proporcionar un concepto de codificación de fin general mejorado que proporcione alta calidad y baja tasa de bits no únicamente para patrones de señal específicos sino incluso para señales de audio general.

Este objeto se consigue mediante un codificador de audio de la reivindicación 1, un decodificador de audio de la reivindicación 11, una señal de audio codificada de la reivindicación 14, un método para codificar una señal de audio de la reivindicación 15, un método para decodificar una señal de audio codificada de la reivindicación 16, o un programa informático de la reivindicación 17.

La presente invención está basada en el hallazgo de que un pre-filtro que tiene una característica de deformación variable en el lado del codificador de audio es el rasgo clave para integrar diferentes algoritmos de codificación en una única trama de codificador. Estos dos diferentes algoritmos de codificación son diferentes entre sí. El primer algoritmo de codificación está adaptado a un patrón de señal específico tal como señales del habla, pero también son una opción otros patrones específicamente armónicos, patrones con tono o patrones transitorios, mientras que el segundo algoritmo de codificación es adecuado para codificar una señal de audio general. El pre-filtro en el lado del codificador o el post-filtro en el lado del decodificador hacen posible integrar el módulo de codificación específico de señal y el módulo de codificación general en una única estructura de codificador/decodificador.

En general, la entrada para el módulo de codificador de audio general o el módulo de codificador específico de señal pueden deformarse a un grado superior o inferior o ninguno. Esto depende de la señal específica y de la implementación de los módulos de codificador. Por lo tanto, puede señalizarse la interrelación de qué característica de filtro de deformación pertenece a qué módulo de codificación. En varios casos el resultado puede ser que la característica de deformación más fuerte pertenece al codificador de audio general y la característica de deformación más ligera o ninguna pertenece al módulo específico de señal. Esta situación puede establecerse - en algunas realizaciones - de manera fija o puede ser el resultado de señalar dinámicamente el módulo de codificador para una cierta porción de señal.

Aunque el algoritmo de codificación adaptado para patrones de señal específicos normalmente no se basa en gran medida en usar el umbral de enmascaramiento para reducción de irrelevancia, este algoritmo de codificación no necesita necesariamente ningún pre-procesamiento de deformación ni únicamente un pre-procesamiento de deformación "ligero". Esto significa que el primer algoritmo de codificación adaptado para un patrón de señal específico usa ventajosamente un conocimiento a priori sobre el patrón de señal específico pero no se basa mucho en el umbral de enmascaramiento y, por lo tanto, no necesita acercarse a la resolución de frecuencia no uniforme del mecanismo de escucha humano. La resolución de frecuencia no uniforme del mecanismo de escucha humano se refleja mediante bandas de factor de escala que tienen diferentes anchos de banda a lo largo de la escala de frecuencia. Esta escala de frecuencia no uniforme se conoce también como la escala BARK o ERB.

Procesar y conformar ruido usando una resolución de frecuencia no uniforme es únicamente necesario cuando el algoritmo de codificación se basa en gran medida en la reducción de irrelevancia utilizando el concepto de un umbral de enmascaramiento, pero no se requiere para un algoritmo de codificación específico que está adaptado a un patrón de señal específico y usa un conocimiento a priori para procesar de manera altamente eficaz un patrón de señal específico de este tipo. De hecho, cualquier procesamiento de deformación de frecuencia no uniforme puede ser dañino para la eficacia de un algoritmo de codificación adaptado al patrón de señal específico de este tipo, puesto que tal deformación influiría el patrón de señal específico que, debido al hecho de que el primer algoritmo de codificación está optimizado en gran medida para un patrón de señal específico, puede degradar fuertemente la eficacia de codificación del primer algoritmo de codificación.

Al contrario de lo mismo, el segundo algoritmo de codificación puede producir únicamente una tasa de bits de salida aceptable junto con una calidad de audio aceptable, cuando se toma cualquier medida que tiene en cuenta la resolución de frecuencia no uniforme del mecanismo de escucha humano de modo que puede extraerse beneficio

óptimo a partir del umbral de enmascaramiento.

5 Puesto que la señal de audio puede incluir patrones de señal específicos seguido por audio general, es decir, una señal que no tiene este patrón de señal específico o que únicamente tiene este patrón de señal específico hasta un pequeño punto, el pre-filtro inventivo únicamente deforma a un fuerte grado, cuando hay una porción de señal que no tiene el patrón de señal específico, mientras que para una señal que no tiene el patrón de señal específico, no se aplica deformación en absoluto o únicamente una pequeña característica de deformación.

10 Particularmente, para el caso donde el primer algoritmo de codificación es cualquier algoritmo de codificación que se basa en codificación predictiva lineal, y donde el segundo algoritmo de codificación es un codificador de audio general basado en una arquitectura de pre-filtro/post-filtro, el pre-filtro puede realizar diferentes tareas usando el mismo filtro. Cuando la señal de audio tiene el patrón de señal específico, el pre-filtro funciona como un filtro de análisis de LPC de modo que el primer algoritmo de codificación está únicamente relacionado con la codificación de la señal residual o la señal de excitación de LPC.

15 Cuando hay una porción de señal que no tiene el patrón de señal específico, el pre-filtro se controla para que tenga una fuerte característica de deformación y, preferentemente, para realizar filtrado de LPC basándose en el umbral de enmascaramiento psico-acústico de modo que la señal de salida pre-filtrada se filtra mediante el filtro deformado en frecuencia y de tal manera que las porciones espectrales psico-acústicamente más importantes se amplifican con respecto a las porciones espectrales psico-acústicamente menos importantes. A continuación, puede usarse un cuantificador sencillo, o, indicado en general, puede tener lugar la cuantificación durante la codificación sin tener que distribuir el ruido de codificación no uniformemente a través del intervalo de frecuencia en la salida del filtro deformado. La conformación de ruido del ruido de cuantificación tendrá lugar automáticamente mediante la acción de post-filtrado obtenida mediante el filtro deformado que varía en el tiempo en el lado del decodificador, que es -
20 con respecto a la característica de deformación - idéntico al pre-filtro del lado del codificador y, debido al hecho de que este filtro es inverso al pre-filtro en el lado del decodificador, produce automáticamente el conformado de ruido para obtener una reducción de irrelevancia máxima mientras mantiene una alta calidad de audio.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Se explican posteriormente realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a las Figuras adjuntas, en las que:

- 35 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un codificador de audio preferido;
- La Figura 2 es un diagrama de bloques de un decodificador de audio preferido;
- La Figura 3a es una representación esquemática de la señal de audio codificada;
- 40 La Figura 3b es una representación esquemática de la información secundaria para la primera y/o la segunda porción de tiempo de la Figura 3a;
- La Figura 4 es una representación de un pre-filtro o post-filtro FIR de la técnica anterior, que es adecuado para uso en la presente invención;
- 45 La Figura 5 ilustra la característica de deformación de un filtro dependiente del factor de deformación;
- La Figura 6 ilustra un procesador de audio inventivo que tiene un filtro lineal que tiene una característica de deformación que varía con el tiempo y un controlador;
- 50 La Figura 7 ilustra una realización preferida del codificador de audio inventivo;
- La Figura 8 ilustra una realización preferida para un decodificador de audio inventivo;
- 55 La Figura 9 ilustra un algoritmo de codificación basado en banco de filtros de la técnica anterior que tiene un codificador y un decodificador;
- La Figura 10 ilustra un algoritmo de codificación de audio basado en pre/post-filtro de la técnica anterior que tiene un codificador y un decodificador; y
- 60 La Figura 11 ilustra un algoritmo de codificación de LPC de la técnica anterior que tiene un codificador y un decodificador.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

Las realizaciones preferidas de la presente invención proporcionan un método uniforme que permite codificar tanto señales de audio general como señales del habla con un rendimiento de codificación que - al menos - coincide con el rendimiento de los mejores esquemas de codificación conocidos para ambos tipos de señales. Está basado en las siguientes consideraciones:

- Para codificación de señales de audio general, es esencial conformar la envolvente espectral de ruido de acuerdo con una curva umbral de enmascaramiento (de acuerdo con la idea de “codificación de audio perceptual”), y por lo tanto es deseable una escala de frecuencia perceptualmente deformada. Sin embargo, puede haber ciertas señales de audio (por ejemplo, armónicos) donde una resolución de frecuencia uniforme rendiría mejor que una perceptualmente deformada debido a que la primera puede resolver mejor su estructura precisa espectral individual.
- Para la codificación de señales del habla, el rendimiento de codificación del estado de la técnica puede conseguirse por medio de predicción lineal regular (no deformada). Puede haber ciertas señales del habla para las que alguna cantidad de deformación mejora el rendimiento de codificación.

De acuerdo con la idea inventiva, este dilema se resuelve mediante un sistema de codificación que incluye un filtro de codificador que puede iniciar gradualmente de manera suave sus características entre una operación completamente deformada, ya que es generalmente preferente para codificación de señales de música, y una operación no deformada, ya que es generalmente preferente para codificación de señales del habla. Específicamente, el enfoque inventivo propuesto incluye un *filtro lineal con un factor de deformación que varía con el tiempo*. Este filtro se controla mediante una entrada extra que recibe el factor de deformación deseado y modifica la operación del filtro en consecuencia.

Una operación de un filtro de este tipo permite que el filtro actúe como tanto un modelo para la curva de enmascaramiento (post-filtro para codificación de música, con desvanecimiento activo, $\lambda = \lambda_0$), y como un modelo de la envolvente espectral de la señal (filtro de LPC inverso para codificación del habla, con deformación desactivada, $\lambda=0$), dependiendo de la entrada de control. Si el filtro inventivo está equipado para manejar también una serie de factores de deformación intermedios $0 \leq \lambda \leq \lambda_0$ entonces son posibles también adicionalmente características entre ellos flexibles.

Naturalmente, el mecanismo de filtrado de decodificador inverso está equipado de manera similar, es decir, un filtro de decodificador lineal con un factor de deformación que varía en el tiempo y que puede actuar como un pre-filtro perceptual así como un filtro de LPC.

Para generar una señal filtrada bien comportada para codificarse posteriormente, es deseable no cambiar instantáneamente entre dos valores diferentes del factor de deformación, sino aplicar una transición flexible del factor de deformación con el tiempo. Como un ejemplo, una transición de 128 muestras entre operación no deformada y perceptualmente deformada de manera completa evita discontinuidades indeseables en la señal de salida.

Usando un filtro de este tipo con deformación variable, es posible crear un codificador de habla / audio combinado que consiga tanto calidad de codificación del habla y de audio óptima de la siguiente manera (véase la Figura 7 o 8):

- La decisión acerca del modo de codificación a usarse (“Modo de habla” o “Modo de música”) se realiza en un módulo separado llevando a cabo un análisis de la señal de entrada y puede basarse en técnicas conocidas para discriminar señales del habla de las de música. Como resultado, el módulo de decisión produce una decisión acerca del modo de codificación / y un factor de deformación óptimo asociado para el filtro. Adicionalmente, dependiendo de esta decisión, determina un conjunto de coeficientes de filtro adecuados que son apropiados para la señal de entrada en el modo de codificación elegido, es decir, para codificación del habla, se realiza un análisis de LPC (sin deformación, o un factor bajo de deformación) mientras que para codificación de música, se estima una curva de enmascaramiento y su inversa se convierte en coeficientes espectrales deformados.
- El filtro con las características de deformación que varían en el tiempo se usa como un filtro de codificador / decodificador común y se aplica a la señal dependiendo de la decisión de modo de codificación / factor de deformación y el conjunto de coeficientes de filtro producidos mediante el módulo de decisión.
- La señal de salida de la etapa de filtrado se codifica mediante un núcleo de codificación del habla (por ejemplo, codificador de CELP) o un núcleo de codificador de audio genérico (por ejemplo, un codificador de banco de filtro/subbanda, o un codificador de audio predictivo), o ambos, dependiendo del modo de codificación.
- La información a transmitir / almacenar comprende la decisión de modo de codificación (o una indicación del

factor de deformación), los coeficientes de filtro en alguna forma codificada, y la información suministrada mediante el habla / excitación y el codificador de audio genérico.

5 El decodificador correspondiente funciona en consecuencia: recibe la información transmitida, decodifica las partes del habla y de audio genérico de acuerdo con la información de modo de codificación, las combina en una única señal intermedia (por ejemplo, añadiéndolas), y filtra esta señal intermedia usando el modo de codificación / factor de deformación y coeficientes de filtro para formar la señal de salida final.

10 Posteriormente, se analizará una realización preferida del codificador de audio inventivo en relación con la Figura 1. El codificador de audio de la Figura 1 opera para codificar una entrada de señal de audio en la línea 10. La señal de audio se introduce en un pre-filtro 12 para generar una señal de audio pre-filtrada que aparece en la línea 14. El pre-filtro tiene una característica de deformación variable, siendo la característica de deformación variable controlable en respuesta a una señal de control que varía en el tiempo en la línea 16. La señal de control indica una característica de deformación pequeña o ninguna o una característica de deformación comparativamente alta. Por lo tanto, la
15 señal de control de deformación que varía en el tiempo puede ser una señal que tiene dos estados diferentes tales como "1" para una deformación fuerte o un "0" para no deformación. El objetivo pretendido para aplicar deformación es obtener una resolución de frecuencia del pre-filtro similar a la escala BARK. Sin embargo, son posibles también diferentes estados de la señal / ajuste de la característica de deformación.

20 Adicionalmente, el codificador de audio inventivo incluye un controlador 18 para proporcionar la señal de control que varía en el tiempo, en el que la señal de control que varía en el tiempo depende de la señal de audio como se muestra mediante la línea 20 en la Figura 1. Adicionalmente, el codificador de audio inventivo incluye un procesador de codificación controlable 22 para procesar la señal de audio pre-filtrada para obtener una salida de señal de audio codificada en la línea 24. Particularmente, el procesador de codificación 22 está adaptado para procesar la señal de
25 audio pre-filtrada de acuerdo con un primer algoritmo de codificación adaptado a un patrón de señal específico, o de acuerdo con un segundo algoritmo de codificación diferente adecuado para codificar una señal de audio general. Particularmente, el procesador de codificación 22 está adaptado para controlarse mediante el controlador 18 preferentemente mediante una señal de control de codificador separada en la línea 26 de modo que una porción de señal de audio que se filtra usando el factor de deformación comparativamente alto se procesa usando el segundo
30 algoritmo de codificación para obtener la señal codificada para esta porción de señal de audio, de modo que una porción de audio que se filtra usando únicamente una pequeña característica de deformación o ninguna se procesa usando el primer algoritmo de codificación.

35 Por lo tanto, como se muestra en la tabla de control 28 para la señal en la línea de control 26, en algunas situaciones cuando se procesa una señal de audio, se realiza únicamente una pequeña deformación o ninguna mediante el filtro para una señal que se filtra de acuerdo con el primer algoritmo de codificación, mientras que, cuando se aplica una deformación a escala completa perceptualmente de manera preferente mediante el pre-filtro, la porción de tiempo se procesa usando el segundo algoritmo de codificación para señales de audio general, que están basadas preferentemente en ocultar ruido de cuantificación por debajo de un umbral de enmascaramiento psico-acústico. Naturalmente, la invención cubre también el caso de para una porción adicional de la señal de audio, que
40 tiene el patrón específico de señal, se aplica una característica de alta deformación mientras que para una porción incluso adicional que no tiene el patrón de señal específico, se usa una característica de baja deformación o ninguna. Esto puede determinarse, por ejemplo, mediante un análisis mediante decisión del codificador de síntesis o mediante cualquier otro algoritmo conocido en la técnica. Sin embargo, el control de módulo de codificador puede establecerse también de manera fija dependiendo del factor de deformación transmitido o el factor de deformación puede deducirse desde una indicación de módulo de codificador transmitido. Adicionalmente, ambos elementos de información pueden transmitirse como información secundaria, es decir, el módulo de codificador y el factor de
45 deformación.

50 La Figura 2 ilustra un decodificador inventivo para decodificar una entrada de señal de audio codificada en la línea 30. La señal de audio codificada tiene una primera porción codificada de acuerdo con un primer algoritmo de codificación adaptado a un patrón de señal específico, y tiene una segunda porción codificada de acuerdo con un segundo diferente algoritmo de codificación adecuado para codificar una señal de audio general. Particularmente, el decodificador inventivo comprende un detector 32 para detectar un algoritmo de codificación subyacente a la primera o la segunda porción. Esta detección puede tener lugar extrayendo información secundaria desde la señal de audio
55 codificada como se ilustra mediante la línea discontinua 34, y/o puede tener lugar examinado el flujo de bits que entra en un procesador de decodificación 36 como se ilustra mediante la línea discontinua 38. El procesador de decodificación 36 es para decodificación en respuesta al detector como se ilustra mediante la línea de control 40 de modo que para tanto la primera como segunda porciones se selecciona el algoritmo de codificación correcto.

60 Preferentemente, el procesador de decodificación opera para usar el primer algoritmo de codificación para decodificar la primera porción de tiempo y para usar el segundo algoritmo de codificación para decodificar la segunda porción de tiempo de modo que la primera y la segunda porciones de tiempo decodificadas se emiten en la línea 42. La línea 42 lleva la entrada en un post-filtro 44 que tiene una característica de deformación variable.

Particularmente, el post-filtro 44 es controlable usando una señal de control de deformación que varía en el tiempo en la línea 46 de modo que este post-filtro tiene únicamente característica de deformación pequeña o ninguna en un primer estado y tiene una característica de deformación alta en un segundo estado.

5 Preferentemente, el post-filtro 44 se controla de manera que la primera porción de tiempo decodificada usando el primer algoritmo de codificación se filtra usando la característica de deformación pequeña o ninguna y la segunda porción de tiempo de la señal de audio decodificada se filtra usando la característica de deformación comparativamente fuerte de modo que se obtiene una señal de salida de decodificador de audio en la línea 48.

10 Cuando se observan la Figura 1 y la Figura 2, el primer algoritmo de codificación determina las etapas relacionadas con el codificador a realizarse en el procesador de codificación 22 y las correspondientes etapas relacionadas con el decodificador para implementarse en el procesador de decodificación 36. Adicionalmente, el segundo algoritmo de codificación determina las etapas del segundo algoritmo de codificación relacionadas con el codificador a usarse en el procesador de codificación y las correspondientes etapas de decodificación relacionadas con el segundo algoritmo
15 de codificación a usarse en el procesador de decodificación 36.

Adicionalmente, el pre-filtro 12 y el post-filtro 44 son, en general, inversos entre sí. Las características de deformación de estos filtros se controlan de manera que el post-filtro tiene la misma característica de deformación que el pre-filtro o al menos una característica de deformación similar dentro de un 10 por ciento de intervalo de
20 tolerancia.

Naturalmente, cuando el pre-filtro no está deformado debido al hecho de que existe, por ejemplo, una señal que tiene el patrón de señal específico, entonces el post-filtro tampoco tiene que ser un filtro deformado.

25 Sin embargo, el pre-filtro 12 así como el post-filtro 44 pueden implementar cualquier otra operación de pre-filtro o de post-filtro requerida en relación con el primer algoritmo de codificación o con el segundo algoritmo de codificación como se señalará más tarde.

La Figura 3a ilustra un ejemplo de una señal de audio codificada como se obtiene en la línea 24 de la Figura 1 y
30 como puede encontrarse en la línea 30 de la Figura 2. Particularmente, la señal de audio codificada incluye una primera porción de tiempo en forma codificada, que se ha generado mediante el primer algoritmo de codificación como se señala en 50 e información secundaria 52 correspondiente para la primera porción. Adicionalmente, el flujo de bits incluye una segunda porción de tiempo en forma codificada como se muestra en 54 e información secundaria 56 para la segunda porción de tiempo. Se ha de observar en este punto que el orden de los elementos en la Figura 3a puede variar. Adicionalmente, la información secundaria no tiene que multiplexarse necesariamente entre la información principal 50 y 54. Estas señales pueden incluso provenir de fuentes separadas como se dicta mediante requisitos o implementaciones externos.

La Figura 3b ilustra información secundaria para la realización de señalización explícita de la presente invención para señalar explícitamente el factor de deformación y el modo de codificador, que puede usarse en 52 y 56 de la Figura 3a. Esto se indica por debajo del flujo de información secundaria de la Figura 3b. Por lo tanto, la información secundaria puede incluir una indicación de modo de codificación que señala explícitamente el primer o el segundo algoritmo de codificación subyacentes a esta porción a la que pertenece la información secundaria.

45 Adicionalmente, puede señalizarse un factor de deformación. La señalización del factor de deformación no es necesaria, cuando todo el sistema puede usar únicamente dos características de deformación diferentes, es decir, característica de no deformación como la primera posibilidad y una característica de deformación perceptualmente a escala completa como la segunda posibilidad. En este caso, puede fijarse un factor de deformación y no tiene que transmitirse necesariamente.

50 Sin embargo, en realizaciones preferidas, el factor de deformación puede tener más de estos dos valores extremos de modo que se usa una señalización explícita del factor de deformación tal como mediante valores absolutos o valores codificados diferencialmente.

55 Adicionalmente, si se prefiere que el pre-filtro no se deforme únicamente sino que implemente también tareas dictadas mediante el primer algoritmo de codificación y el segundo algoritmo de codificación, que conduce a una funcionalidad más eficaz del primer y del segundo algoritmos de codificación.

60 Cuando el primer algoritmo de codificación es un algoritmo de codificación basado en LPC, entonces el pre-filtro realiza también la funcionalidad del filtro de análisis de LPC y el post-filtro realiza en el lado del decodificador la funcionalidad de un filtro de síntesis de LPC.

Cuando el segundo algoritmo de codificación es un codificador de audio general que no tiene una funcionalidad de conformación de ruido específica, el pre-filtro es preferentemente un filtro de LPC, que pre-filtra la señal de audio de

modo que, después del pre-filtrado, las porciones psico-acústicamente más importantes se amplifican con respecto a las porciones psico-acústicamente menos importantes. En el lado del decodificador, el post-filtro se implementa como un filtro para regenerar una situación similar a una situación antes de pre-filtrado, es decir, un filtro inverso que amplifica porciones menos importantes con respecto a porciones más importantes de modo que la señal después del post-filtrado es - al margen de los errores de codificación - similar a la señal de audio original introducida en el codificador.

Los coeficientes de filtro para el pre-filtro anteriormente descrito se transmiten también preferentemente mediante información secundaria desde el codificador al decodificador.

Típicamente, el pre-filtro así como el post-filtro se implementarán como un filtro FIR deformado, una estructura del cual se ilustra en la Figura 4, o como un filtro digital IIR deformado. El filtro de la Figura 4 se describe en detalle en [KHL 97]. Ejemplos de filtros IIR deformados se muestran también en [KHL 97]. Todos estos filtros digitales tienen en común que tienen elementos de retardo deformados $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots$. Una estructura de filtro se transforma a un filtro deformado, cuando un elemento de retardo en una estructura de filtro sin deformar (no mostrado en este punto) se sustituye por un filtro paso todo, tal como un filtro paso todo de primer orden $D(z)$, como se ilustra en ambos lados de las estructuras de filtro en la Figura 4. Una implementación computacionalmente eficaz de la estructura izquierda se muestra a la derecha de la Figura 4, donde se muestra el uso explícito del factor de deformación λ y la implementación de la misma.

Por lo tanto, la estructura de filtro a la derecha de la Figura 4 puede implementarse fácilmente en el pre-filtro así como en el post-filtro, en el que el factor de deformación se controla mediante el parámetro λ , mientras la característica de filtro, es decir, los coeficientes de filtro del análisis/síntesis de LPC o pre-filtrado o post-filtrado para amplificar/amortiguar porciones psico-acústicamente más importantes se controla estableciendo los parámetros de ponderación $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots$ a valores apropiados.

La Figura 5 ilustra la dependencia de la característica de deformación de frecuencia en el factor de deformación λ para λ entre -0,8 y +0,8. No se obtendrá deformación en absoluto, cuando λ se establece a 0,0. Se obtiene una deformación psico-acústicamente a escala completa estableciendo λ entre 0,3 y 0,4. En general, el factor de deformación óptimo depende de la tasa de muestreo elegida y tiene un valor de entre aproximadamente 0,3 y 0,4 para tasas de muestreo entre 32 y 48 kHz. La resolución de frecuencia no uniforme obtenida entonces usando el filtro deformado es similar a la escala BARK o ERB. Pueden implementarse características de deformación sustancialmente más fuertes, pero estas son únicamente útiles en ciertas situaciones, que pueden ocurrir cuando el controlador determina que estos factores de deformación superiores son útiles.

Por lo tanto, el pre-filtro en el lado del codificador tendrá preferentemente factores de deformación positivos λ para aumentar la resolución de frecuencia en el intervalo de baja frecuencia y para reducir la resolución de frecuencia en el intervalo de alta frecuencia. Por lo tanto, el post-filtro en el lado del decodificador tendrá también los factores de deformación positivos. Por lo tanto, se muestra un filtro de deformación que varía en el tiempo inventivo preferido en la Figura 6 en 70 como una parte del procesador de audio. El filtro inventivo es, preferentemente, un filtro lineal, que se implementa como un pre-filtro o un post-filtro para filtrar para amplificar o amortiguar porciones psico-acústicamente más/menos importantes o que se implementa como un filtro de análisis/síntesis de LPC que depende de la señal de control del sistema. Se ha de observar en este punto que el filtro deformado es un filtro lineal y no cambia la frecuencia de un componente tal como una onda seno introducida en el filtro. Sin embargo, cuando se supone que el filtro antes de la deformación es un filtro paso bajo, el diagrama de la Figura 5 se ha de interpretar como se expone a continuación.

Cuando la onda seno de ejemplo tiene una frecuencia original normalizada de 0,6, entonces el filtro aplicaría - para un factor de deformación igual a 0,0 - la ponderación de fase y amplitud definida mediante la respuesta de impulso de filtro de este filtro no deformado.

Cuando se establece un factor de deformación de 0,8 para este filtro paso bajo (ahora el filtro se hace un filtro deformado), la onda seno que tiene una frecuencia normalizada de 0,6 se filtrará de manera que la salida se pondera mediante la ponderación de fase y amplitud que el filtro no deformado tiene para una frecuencia normalizada de 0,97 en la Figura 5. Puesto que este filtro es un filtro lineal, la frecuencia de la onda seno no cambia.

Dependiendo de la situación, cuando el filtro 70 está únicamente deformado, entonces tiene que aplicarse un factor de deformación o, generalmente, el control de deformación 16, o 46. Los coeficientes de filtro β_i se deducen a partir del umbral de enmascaramiento. Estos coeficientes de filtro pueden ser coeficientes de pre- o post-filtro, o coeficientes de filtro de análisis/síntesis de LPC, o cualquier otro coeficiente de filtro útil en relación con cualquier primer o segundo algoritmos de codificación.

Por lo tanto, un procesador de audio incluye, además del filtro que tiene características de deformación variables, el controlador 18 de la Figura 1 o el controlador implementado como el detector de algoritmo de codificación 32 de la

Figura 2 o un analizador de señal de entrada de audio general que busca un patrón de señal específico en la entrada de audio 10/42 de modo que puede establecerse una cierta característica de deformación, que se ajusta al patrón de señal específico de modo que puede obtenerse una deformación variable adaptada en tiempo de la entrada de audio sea una entrada de audio codificada o decodificada. Preferentemente, los coeficientes de pre-filtro y los coeficientes de post-filtro son idénticos.

La salida del procesador de audio ilustrado en la Figura 6 que consiste en el filtro 70 y el controlador 74 puede almacenarse a continuación para cualquier fin o puede procesarse mediante el procesador de codificación 22, o mediante un dispositivo de reproducción de audio cuando el procesador de audio está en el lado de decodificador, o puede procesarse mediante cualquier otro algoritmo de procesamiento de señal.

Posteriormente, se analizarán las Figuras 7 y 8, que muestran realizaciones preferidas del codificador inventivo (Figura 7) y del decodificador inventivo (Figura 8). Las funcionalidades de los dispositivos son similares a las de los dispositivos de la Figura 1, Figura 2. Particularmente, la Figura 7 ilustra la realización, en la que el primer algoritmo de codificación es un algoritmo de codificación similar a un codificador del habla, en el que el patrón de señal específico es un patrón del habla en la entrada de audio 10. El segundo algoritmo de codificación 22b es un codificador de audio genérico tal como el codificador de audio basado en banco de filtros sencillo como se ilustra y analiza en relación con la Figura 9, o el algoritmo de codificación de audio de pre-filtro/post-filtro como se ilustra en la Figura 10.

El primer algoritmo de codificación corresponde al sistema de codificación del habla de la Figura 11, que, además de un filtro de análisis/síntesis de LPC 1100 y 1102 incluye también un codificador residual/de excitación 1104 y un decodificador de excitación 1106 correspondiente. En esta realización, el filtro deformado que varía en el tiempo 12 en la Figura 7 tiene la misma funcionalidad que el filtro de LPC 1100, y el análisis de LPC implementado en el bloque 1108 en la Figura 11 se implementa en el controlador 18.

El codificador residual/de excitación 1104 corresponde al núcleo de codificador residual/de excitación 22a en la Figura 7. De manera similar, el decodificador de excitación 1106 corresponde al decodificador residual/de excitación 36a en la Figura 8, y el filtro deformado que varía en el tiempo 44 tiene la funcionalidad del filtro de LPC inverso 1102 para una primera porción de tiempo que se codifica de acuerdo con el primer algoritmo de codificación.

Los coeficientes de filtro de LPC generados mediante el bloque de análisis de LPC 1108 corresponden a los coeficientes de filtro mostrados en 90 en la Figura 7 para la primera porción de tiempo y los coeficientes de filtro de LPC introducidos en el bloque 1102 en la Figura 11 corresponden a los coeficientes de filtro en la línea 92 de la Figura 8. Adicionalmente, el codificador de la Figura 7 incluye una interfaz de salida de codificador 94, que puede implementarse como un multiplexor de flujo de bits, pero que puede implementarse también como cualquier otro dispositivo que produzca un flujo de datos adecuado para transmisión y/o almacenamiento. En consecuencia, el decodificador de la Figura 8 incluye una interfaz de entrada 96, que puede implementarse como un demultiplexor de flujo de bits para de-multiplexar la información de porción de tiempo específica como se analiza en relación con la Figura 3a y para extraer también la información secundaria requerida como se ilustra en la Figura 3b.

En la realización de la Figura 7, ambos núcleos de codificación 22a, 22b, tienen una entrada común 96, y se controlan mediante el controlador 18 mediante las líneas 97a y 97b. Este control asegura que, en un cierto instante de tiempo, únicamente uno de ambos núcleos de codificador 22a, 22b emite información principal y secundaria a la interfaz de salida. Como alternativa, ambos núcleos de codificación podrían funcionar completamente en paralelo, y el controlador de codificador 18 aseguraría que únicamente la salida del núcleo de codificación se introduce en el flujo de bits, que se indica mediante la información de modo de codificación mientras se descarta la salida del otro codificador.

De nuevo como alternativa, ambos decodificadores pueden operar en paralelo y las salidas de los mismos pueden añadirse. En esta situación, se prefiere usar una característica de deformación media para el pre-filtro del lado de codificador y para el post-filtro del lado de decodificador. Adicionalmente, esta realización procesa, por ejemplo, una porción del habla de una señal tal como un cierto intervalo de frecuencia o - en general - porción de señal mediante el primer algoritmo de codificación y el resto de la señal mediante el segundo algoritmo de codificación general. A continuación las salidas de ambos codificadores se transmiten desde el codificador al lado del decodificador. La combinación del lado de decodificador asegura que la señal se vuelva a unir antes de que se post-filtre.

Cualquier tipo de controles específicos pueden implementarse siempre que aseguren que la señal de audio codificada de salida 24 tiene una secuencia de primera y segundas porciones como se ilustra en la Figura 3 o una combinación correcta de porciones de señal tal como una porción del habla y una porción de audio general.

En el lado del decodificador, la información de modo de codificación se usa para decodificar la porción de tiempo usando el algoritmo de decodificación correcto de modo que se obtiene un patrón escalonado en el tiempo de primeras porciones y segundas porciones en las salidas de los núcleos de decodificador 36a, y 36b, que se multiplexan, a continuación, en una única señal de dominio de tiempo, que se ilustra esquemáticamente usando el

símbolo sumador 36c. A continuación, en la salida del elemento 36c, hay una señal de audio de dominio de tiempo, que únicamente tiene que post-filtrarse de modo que se obtiene la señal de audio decodificada.

5 Como se ha analizado anteriormente en el sumario después de la sección de breve descripción de los dibujos, tanto el codificador en la Figura 7 así como el decodificador en la Figura 8 pueden incluir un interpolador 100 o 102 de modo que puede implementarse una transición suave mediante una cierta porción de tiempo, que incluye al menos dos muestras, pero que preferentemente incluye más de 50 muestras e incluso más de 100 muestras. Esto asegura que se eviten artefactos de codificación, que pueden producirse por cambios rápidos del factor de deformación y de los coeficientes de filtro. Puesto que, sin embargo, el post-filtro así como el pre-filtro operan completamente en el dominio de tiempo, no hay problemas relacionados con implementaciones específicas basadas en bloque. Por lo tanto, se puede cambiar, cuando se considera de nuevo la Figura 4, los valores para β_0 , β_1 , β_2 , ... y λ de muestra a muestra de modo que es posible un desvanecimiento desde, por ejemplo, un estado completamente deformado a otro estado que no tiene deformación en absoluto. Aunque se podrían transmitir parámetros interpolados, que podría ahorrar el interpolador en el lado de decodificador, se prefiere no transmitir valores interpolados sino transmitir los valores antes de la interpolación puesto que se requieren menos bits de información secundaria para la última opción.

20 Adicionalmente, como ya se ha indicado anteriormente, el núcleo de codificador de audio genérico 22b como se ilustra en la Figura 7 puede ser idéntico al codificador 1000 en la Figura 10. En este contexto, el pre-filtro 12 realizará también la funcionalidad del pre-filtro 1002 en la Figura 10. El modelo perceptual 1004 en la Figura 10 se implementará a continuación en el controlador 18 de la Figura 7. Los coeficientes de filtro generados mediante el modelo perceptual 1004 corresponden a los coeficientes de filtro en la línea 90 en la Figura 7 para una porción de tiempo, para la que está activo el segundo algoritmo de codificación.

25 De manera análoga, el decodificador 1006 en la Figura 10 se implementa mediante el núcleo de decodificador de audio genérico 36b en la Figura 8, y el post-filtro 1008 se implementa mediante el filtro deformado que varía en el tiempo 44 en la Figura 8. Los coeficientes de filtro preferentemente codificados generados mediante el modelo perceptual se reciben, en el lado de decodificador, en la línea 92, de modo que una línea titulada "coeficientes de filtro" que entra en el post-filtro 1008 en la Figura 10 corresponde a la línea 92 en la Figura 8 para la segunda porción de tiempo del algoritmo de codificación.

30 Sin embargo, en comparación con dos codificadores que funcionan en paralelo de acuerdo con las Figuras 10 y 11, que son ambas no perfectas debido a la calidad de audio y tasa de bits, los dispositivos de codificador inventivo y los dispositivos de decodificador inventivo usan únicamente un único filtro pero controlable y realizan una discriminación en la señal de audio de entrada para hallar si la porción de tiempo de la señal de audio tiene el patrón específico o es solo una señal de audio general.

35 Con respecto al analizador de audio en el controlador 18, puede usarse una diversidad de diferentes implementaciones para determinar, si una porción de una señal de audio es una porción que tiene el patrón de señal específico o si esta porción no tiene este patrón de señal específico, y, por lo tanto, tiene que procesarse usando el algoritmo de codificación de audio general. Aunque se han analizado realizaciones preferidas, en las que el patrón de señal específico es una señal del habla, pueden determinarse otros patrones específicos de señal y pueden codificarse usando tales primeros algoritmos de codificación específicos de señal tales como el algoritmo de codificación para señales armónicas, para señales de ruido, para señales tonales, para señales como tren de pulsos, etc.

40 Los detectores sencillos son detectores de análisis mediante síntesis, que, por ejemplo, intentan diferentes algoritmos de decodificación, junto con diferentes detectores de deformación para hallar el mejor factor de deformación junto con los mejores coeficientes de filtro y el mejor algoritmo de codificación. Tales detectores de análisis mediante síntesis son, en algunos casos, bastante caros a nivel computacional. Esto no importa en una situación, en la que hay un pequeño número de codificadores y un alto número de decodificadores, puesto que el decodificador puede ser muy sencillo en ese caso. Esto es debido al hecho de que únicamente el codificador realiza esta tarea computacional compleja, mientras que el decodificador puede usar de manera sencilla la información secundaria transmitida.

55 Otros detectores de señal están basados en algoritmos de análisis de patrón sencillos, que buscan un patrón de señal específico en la señal de audio y señalizan un resultado positivo, cuando un grado de coincidencia supera un cierto umbral. Se proporciona más información sobre tales detectores en [BLS05].

60 Un ejemplo incluye un codificador de audio que comprende adicionalmente una etapa de salida para emitir información en el umbral de enmascaramiento como información secundaria a la señal de audio codificada. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el procesador de codificación opera, cuando se aplica el segundo algoritmo de codificación, para cuantificar la señal de audio pre-filtrada usando un cuantificador que tiene una característica de cuantificación que introduce un ruido de cuantificación que tiene una distribución espectral plana.

Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el procesador de codificación opera, cuando se aplica un segundo algoritmo de codificación, para cuantificar muestras de dominio de tiempo pre-filtradas, o muestras de sub-banda, coeficientes de frecuencia o muestras residuales deducidas a partir de la señal de audio pre-filtrada. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el controlador opera para proporcionar la señal de control que varía en el tiempo de manera que una operación de deformación aumenta una resolución de frecuencia en un intervalo de baja frecuencia y reduce la resolución de frecuencia en un intervalo de alta frecuencia para la característica de deformación comparativamente alta del pre-filtro, en comparación con la característica de deformación pequeña o ninguna del pre-filtro. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el controlador incluye un analizador de señal de audio para analizar la señal de audio para determinar la señal de control que varía en el tiempo. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el controlador opera para generar una señal de control que varía en el tiempo que tiene, además de un primer estado extremo que indica una característica de deformación pequeña o ninguna, y un segundo estado extremo que indica la característica de deformación máxima, cero, uno o más estados intermedios que indican una característica de deformación entre los estados extremos. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, que comprende adicionalmente un interpolador, en el que el interpolador opera para controlar el pre-filtro de manera que la característica de deformación se desvanece entre dos estados de deformación señalizados mediante la señal de control que varía en el tiempo a través de un periodo de tiempo de desvanecimiento que tiene al menos dos muestras de dominio de tiempo. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el periodo de tiempo de desvanecimiento incluye al menos 50 muestras de dominio de tiempo entre una característica de filtro que produce deformación pequeña o ninguna y una característica de filtro que produce una deformación comparativamente alta que da como resultado una resolución de frecuencia deformada similar a una escala BARK o ERB. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el interpolador opera para usar un factor de deformación que da como resultado una característica de deformación entre dos características de deformación indicadas mediante la señal de control que varía en el tiempo en el periodo de tiempo de desvanecimiento. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el pre-filtro es un filtro digital que tiene una estructura de FIR deformado o de IIR deformado, incluyendo la estructura elementos de retardo, estando formado un elemento de retardo de manera que el elemento de retardo tiene una característica de filtro paso todo de primer orden o de orden superior. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que la característica de filtro paso todo está basada en la siguiente característica de filtro:

$$(z^{-1} - \lambda) / (1 - \lambda z^{-1}),$$

en el que z^{-1} indica un retardo en el dominio de tiempo discreto, y en el que λ es un factor de deformación que indica una característica de deformación más fuerte para las magnitudes de factor de deformación más cercanas a "1" y que indican una característica de deformación más pequeña para magnitudes del factor de deformación más cercanas a "0". Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que la estructura de FIR o de IIR comprende adicionalmente elementos de ponderación, teniendo cada elemento de ponderación un factor de ponderación asociado, en el que los factores de ponderación se determinan mediante los coeficientes de filtro para el pre-filtro, incluyendo los coeficientes de filtro coeficientes de filtro de análisis o de síntesis de LPC, o análisis determinado por umbral de enmascaramiento o coeficientes de filtro de síntesis. Otro ejemplo incluye un codificador de audio, en el que el pre-filtro tiene un orden de filtro entre 6 y 30. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que un factor de deformación deducido a partir de la información extraída y usado para controlar el post-filtro tiene un signo positivo. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que la señal codificada comprende adicionalmente información sobre coeficientes de filtro que depende de un umbral de enmascaramiento de una señal original subyacente a la señal codificada, y en el que el detector opera para extraer la información sobre los coeficientes de filtro desde la señal de audio codificada, y en el que el post-filtro está adaptado para controlarse basándose en la información extraída sobre los coeficientes de filtro de modo que una señal post-filtrada es más similar a una señal original que la señal antes de post-filtrado. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el procesador de decodificación está adaptado para usar un algoritmo de codificación del habla como el primer algoritmo de codificación. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el procesador de decodificación está adaptado para usar un algoritmo de decodificación residual/de excitación como el primer algoritmo de codificación. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el algoritmo de decodificación residual/de excitación incluye como una porción del primer algoritmo de codificación, incluyendo el algoritmo de codificación residual/de excitación, un algoritmo de codificación de predicción lineal excitada por código (CELP), un algoritmo de codificación por excitación multi-pulso (MPE), o un algoritmo de codificación por excitación de pulso regular (RPE). Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el procesador de decodificación está adaptado para usar algoritmos de decodificación basados en banco de filtros o basados en transformada o basados en dominio de tiempo como un segundo algoritmo de codificación. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el procesador de decodificador incluye un primer núcleo de codificación para aplicar el primer algoritmo de codificación a la señal de audio codificada; segundo núcleo de codificación para aplicar un segundo algoritmo de codificación a la señal de audio codificada, en el que ambos núcleos de codificación tienen una salida, conectándose cada salida a un combinador, teniendo el combinador una salida conectada a una entrada del post-filtro, en el que los núcleos de codificación están controlados de manera que únicamente una porción de tiempo decodificada emitida mediante un algoritmo de codificación seleccionado se reenvía al combinador y al post-filtro o diferentes partes de la misma

5 porción de tiempo de la señal de audio se procesan mediante diferentes núcleos de codificación y el combinador opera para combinar representaciones decodificadas de las diferentes partes. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el procesador de decodificador opera, cuando se aplica el segundo algoritmo de codificación, para des-cuantificar una señal de audio, que se ha cuantificado usando un cuantificador que tiene una característica de cuantificación que introduce un ruido de cuantificación que tiene una distribución espectral plana. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el procesador de codificación opera, cuando se aplica el segundo algoritmo de codificación, para des-cuantificar muestras de dominio de tiempo cuantificadas, muestras de subbanda cuantificadas, coeficientes de frecuencia cuantificados o muestras residuales cuantificadas. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el detector opera para proporcionar una señal de control de post-filtro que varía en el tiempo de manera que una señal de salida de filtro deformado tiene una resolución de frecuencia reducida en un intervalo de alta frecuencia y una resolución de frecuencia aumentada en un intervalo de baja frecuencia para la característica de deformación comparativamente alta del post-filtro, en comparación con una señal de salida de filtro de un post-filtro que tiene una característica de deformación pequeña o ninguna. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, que comprende adicionalmente un interpolador para controlar el post-filtro de manera que la característica de deformación se desvanece entre dos estados de deformación a través de un periodo de tiempo de desvanecimiento que tiene al menos dos muestras de dominio de tiempo. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el post-filtro es un filtro digital filtro que tiene una estructura de FIR deformado o de IIR deformado, incluyendo la estructura elementos de retardo, estando formado un elemento de retardo de manera que el elemento de retardo tiene una característica de filtro paso todo de primer orden o de orden superior. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que la característica de filtro paso todo está basada en la siguiente característica de filtro:

$$(z^{-1} - \lambda) / (1 - \lambda z^{-1}),$$

25 en el que z^{-1} indica un retardo en el dominio de tiempo discreto, y en el que λ es un factor de deformación que indica una característica de deformación más fuerte para magnitudes de factor de deformación más cercanas a "1" y que indica una característica de deformación más pequeña para magnitudes del factor de deformación más cercanas a "0". Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que la estructura de FIR deformado o de IIR deformado comprende adicionalmente elementos de ponderación, teniendo cada elemento de ponderación un factor de ponderación asociado, en el que los factores de ponderación se determinan mediante los coeficientes de filtro para el pre-filtro, incluyendo los coeficientes de filtro coeficientes de filtro de análisis o de síntesis de LPC, o análisis determinado por umbral de enmascaramiento o coeficientes de filtro de síntesis. Otro ejemplo incluye un decodificador de audio, en el que el post-filtro se controla de manera que la primera porción de tiempo decodificada se filtra usando la característica de deformación pequeña o ninguna y la segunda porción de tiempo decodificada se filtra usando una característica de deformación comparativamente alta.

35 Además, dependiendo de ciertos requisitos de implementación de los métodos inventivos, los métodos inventivos pueden implementarse en hardware o en software. La implementación puede realizarse usando un medio de almacenamiento digital, en particular un disco o un CD que tiene señales de control electrónicamente legibles almacenadas en el mismo, que pueden cooperar con un sistema informático programable de manera que se realizan los métodos inventivos. En general, la presente invención es, por lo tanto, un producto de programa informático con un código de programa almacenado en un soporte legible por máquina, estando configurado el código de programa para realizar al menos uno de los métodos inventivos, cuando los productos de programa informático se ejecutan en un ordenador. En otras palabras, los métodos inventivos son, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para realizar los métodos inventivos, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

50 Las realizaciones anteriormente descritas son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en el presente documento serán evidentes para los expertos en la materia. Se pretende, por lo tanto, que esté limitada únicamente por el alcance de las siguientes reivindicaciones de patente y no mediante los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Codificador de audio para codificar una señal de audio, que comprende:

5 un pre-filtro (12) para generar una señal de audio pre-filtrada, teniendo el pre-filtro una característica de deformación de frecuencia variable, siendo la característica de deformación de frecuencia controlable en respuesta a una señal de control que varía en el tiempo, indicando la señal de control una característica de deformación de frecuencia pequeña o ninguna o una característica de deformación de frecuencia comparativamente alta;

10 un controlador (18) para proporcionar la señal de control que varía en el tiempo, dependiendo la señal de control que varía en el tiempo de la señal de audio; y
un procesador de codificación controlable (22) para procesar la señal de audio pre-filtrada para obtener una señal de audio codificada, en el que el procesador de codificación se controla para procesar la señal de audio pre-filtrada de acuerdo con un primer algoritmo de codificación (22a) adaptado a un patrón de señal del habla, o de acuerdo con un segundo algoritmo de codificación (22b) diferente adecuado para codificar una señal de música.

2. El codificador de audio de la reivindicación 1, en el que el procesador de codificación está adaptado para usar un algoritmo de codificación residual/de excitación como una porción del primer algoritmo de codificación, incluyendo el algoritmo de codificación residual/de excitación un algoritmo de codificación predictiva lineal excitada por código (CELP), un algoritmo de codificación de excitación multi-pulso (MPE), o un algoritmo de codificación de excitación de pulso regular (RPE).

3. Codificador de audio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el procesador de codificación está adaptado para usar algoritmo de codificación basado en banco de filtros, basado en banco de filtros o basado en dominio de tiempo como el segundo algoritmo de codificación.

4. El codificador de audio de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un módulo psico-acústico para proporcionar información sobre un umbral de enmascaramiento, y
30 en el que el pre-filtro opera para realizar una operación de filtro basándose en el umbral de enmascaramiento de modo que, en la señal de audio pre-filtrada, se amplifican las porciones psico-acústicamente más importantes con respecto a porciones psico-acústicamente menos importantes.

5. El codificador de audio de la reivindicación 4, en el que el pre-filtro es un filtro lineal que tiene un factor de deformación controlable, determinándose el factor de deformación controlable mediante la señal de control que varía en el tiempo, y
35 en el que los coeficientes de filtro se determinan mediante un análisis basándose en el umbral de enmascaramiento.

6. El codificador de audio de la reivindicación 1, en el que el primer algoritmo de codificación incluye una etapa de codificación residual o de excitación y el segundo algoritmo de codificación incluye una etapa de codificación de audio general.

7. El codificador de audio de la reivindicación 1, en el que el procesador de codificación incluye:

45 un primer núcleo de codificación para aplicar el primer algoritmo de codificación a la señal de audio;
un segundo núcleo de codificación para aplicar el segundo algoritmo de codificación a la señal de audio,
en el que ambos núcleos de codificación tienen una entrada común conectada a una salida del pre-filtro, en el que ambos núcleos de codificación tienen salidas separadas,
50 en el que el codificador de audio comprende adicionalmente una etapa de salida para emitir la señal codificada, y en el que el controlador opera para conectar únicamente una salida del núcleo de codificación indicada mediante el controlador para que esté activa durante una porción de tiempo a la etapa de salida.

8. El codificador de audio de la reivindicación 1, en el que el procesador de codificación incluye:

55 un primer núcleo de codificación para aplicar el primer algoritmo de codificación a la señal de audio;
un segundo núcleo de codificación para aplicar el segundo algoritmo de codificación a la señal de audio;
en el que ambos núcleos de codificación tienen una entrada común conectada a una salida del pre-filtro, en el que ambos núcleos de codificación tienen una salida separada, y
60 en el que el controlador opera para activar el núcleo de codificación seleccionado mediante una indicación de modo de codificación, y para desactivar el núcleo de codificación no seleccionado mediante la indicación de modo de codificación o para activar ambos núcleos de codificación para diferentes partes de la misma porción de tiempo de la señal de audio.

9. El codificador de audio de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una etapa de salida para emitir la

señal de control que varía en el tiempo o una señal deducida de la señal de control que varía en el tiempo mediante cuantificación o codificación como información secundaria a la señal codificada.

5 10. El codificador de audio de la reivindicación 1, en el que el procesador de codificación está adaptado para controlarse mediante el controlador de modo que una porción de señal de audio que se filtra usando la característica de deformación de frecuencia comparativamente alta se procesa usando el segundo algoritmo de codificación para obtener la señal codificada y una señal de audio que se filtra usando la característica de deformación de frecuencia pequeña o ninguna se procesa usando el primer algoritmo de codificación.

10 11. Decodificador de audio para decodificar una señal de audio codificada, teniendo la señal de audio codificada una primera porción (50) codificada de acuerdo con un primer algoritmo de codificación adaptado a un patrón de señal del habla, y que tiene una segunda porción (54) codificada de acuerdo con un segundo algoritmo de codificación diferente adecuado para codificar una señal de música, que comprende:

15 un detector (32) para detectar un algoritmo de codificación subyacente a la primera porción o a la segunda porción;
 un procesador de decodificación (36) para decodificar, en respuesta al detector, la primera porción usando el primer algoritmo de codificación (36a) para obtener una primera porción de tiempo decodificada y para decodificar la segunda porción usando el segundo algoritmo de codificación (36b) para obtener una segunda porción de tiempo decodificada, en el que el primer algoritmo de codificación está adaptado al patrón de señal del habla, y el segundo algoritmo de codificación diferente es adecuado para decodificar la señal de música; y
 20 un post-filtro que tiene una característica de deformación de frecuencia variable que es controlable entre un primer estado que tiene una característica de deformación de frecuencia pequeña o ninguna y un segundo estado que tiene una característica de deformación de frecuencia comparativamente alta.

25 12. El decodificador de audio de la reivindicación 11, en el que el post-filtro se establece de modo que la característica de deformación de frecuencia durante el post-filtrado es similar a una característica de deformación de frecuencia usada durante el pre-filtrado en un intervalo de tolerancia del 10 por ciento con respecto a fuerza de deformación.

30 13. El decodificador de audio de la reivindicación 11, en el que la señal de audio codificada incluye un indicador de modo de codificación o información de factor de deformación, en el que el detector opera para extraer información sobre el modo de codificación o un factor de deformación a partir de la señal de audio codificada, y en el que el procesador de decodificación o el post filtro operan para controlarse usando la información extraída.

35 14. Señal de audio codificada que tiene una primera porción de tiempo (50) codificada de acuerdo con un primer algoritmo de codificación adaptado a un patrón de señal del habla, y que tiene una segunda porción de tiempo (54) codificada de acuerdo con un segundo algoritmo de codificación diferente adecuado para codificar una señal de música, comprendiendo adicionalmente la señal de audio codificada, como información secundaria (52, 56), un factor de deformación de frecuencia que indica una fuerza de deformación de frecuencia subyacente a la primera o a la segunda porción de la señal de audio codificada o información de coeficiente de filtro que indica un pre-filtro usado para codificar la señal de audio o que indica un post-filtro a usarse cuando se decodifica la señal de audio.

45 15. Método para codificar una señal de audio, que comprende:

generar una señal de audio pre-filtrada usando un pre-filtro, teniendo el pre-filtro una característica de deformación de frecuencia variable, siendo la característica de deformación de frecuencia controlable en respuesta a una señal de control que varía en el tiempo, indicando la señal de control una característica de deformación de frecuencia pequeña o ninguna o una característica de deformación de frecuencia comparativamente alta;
 50 proporcionar la señal de control que varía en el tiempo, dependiendo la señal de control que varía en el tiempo de la señal de audio; y
 procesar la señal de audio pre-filtrada para obtener una señal de audio codificada, de acuerdo con un primer algoritmo de codificación adaptado a un patrón de señal del habla, o de acuerdo con un segundo algoritmo de codificación diferente adecuado para codificar una señal de música, en el que la etapa de procesar se realiza de modo que una porción de señal de audio que se filtra usando una característica de deformación de frecuencia comparativamente alta se procesa usando el segundo algoritmo de codificación y una porción de señal de audio que se filtra usando una característica de deformación de frecuencia pequeña o ninguna se procesa usando el primer algoritmo de codificación.

60 16. Método para decodificar una señal de audio codificada, teniendo la señal de audio codificada una primera porción (50) codificada de acuerdo con un primer algoritmo de codificación adaptado a un patrón de señal del habla, y que tiene una segunda porción (54) codificada de acuerdo con un segundo algoritmo de codificación diferente adecuado para codificar una señal de música, que comprende:

- detectar un algoritmo de codificación subyacente a la primera porción o a la segunda porción;
decodificar, en respuesta a la etapa de detección, la primera porción usando el primer algoritmo de codificación para obtener una primera porción de tiempo decodificada y decodificar la segunda porción usando el segundo algoritmo de codificación para obtener una segunda porción de tiempo decodificada, en el que el primer algoritmo de codificación está adaptado al patrón de señal del habla, y el segundo algoritmo de codificación diferente es adecuado para decodificar la señal de música; y
- 5 post-filtrar usando una característica de deformación de frecuencia variable que es controlable entre un primer estado que tiene una característica de deformación de frecuencia pequeña o ninguna y un segundo estado que
- 10 tiene una característica de deformación de frecuencia comparativamente alta.

17. Programa informático que tiene un código de programa para realizar todas las etapas del método de la reivindicación 15 o 16, cuando se ejecuta en un ordenador.

FIG 1

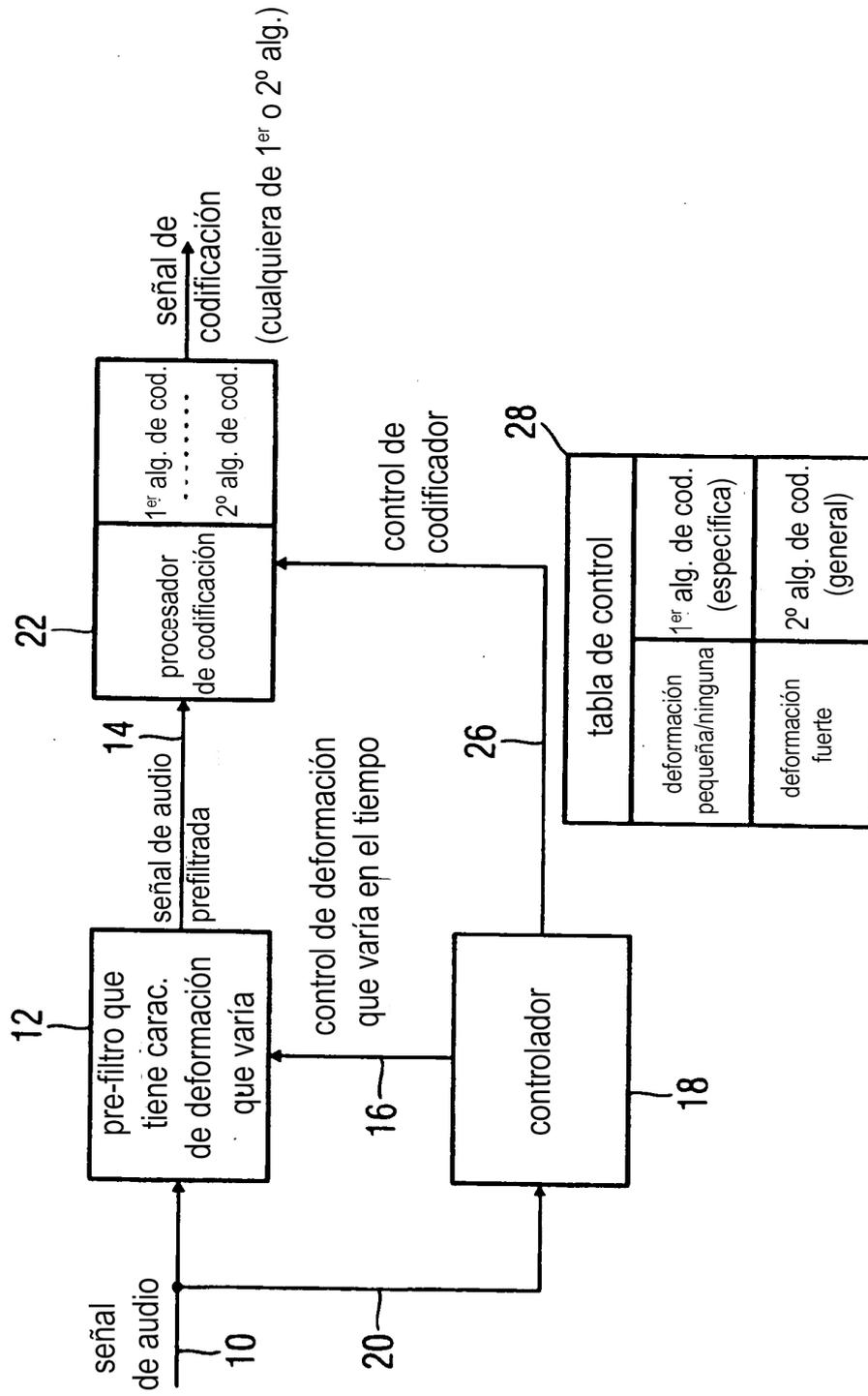


FIG 2

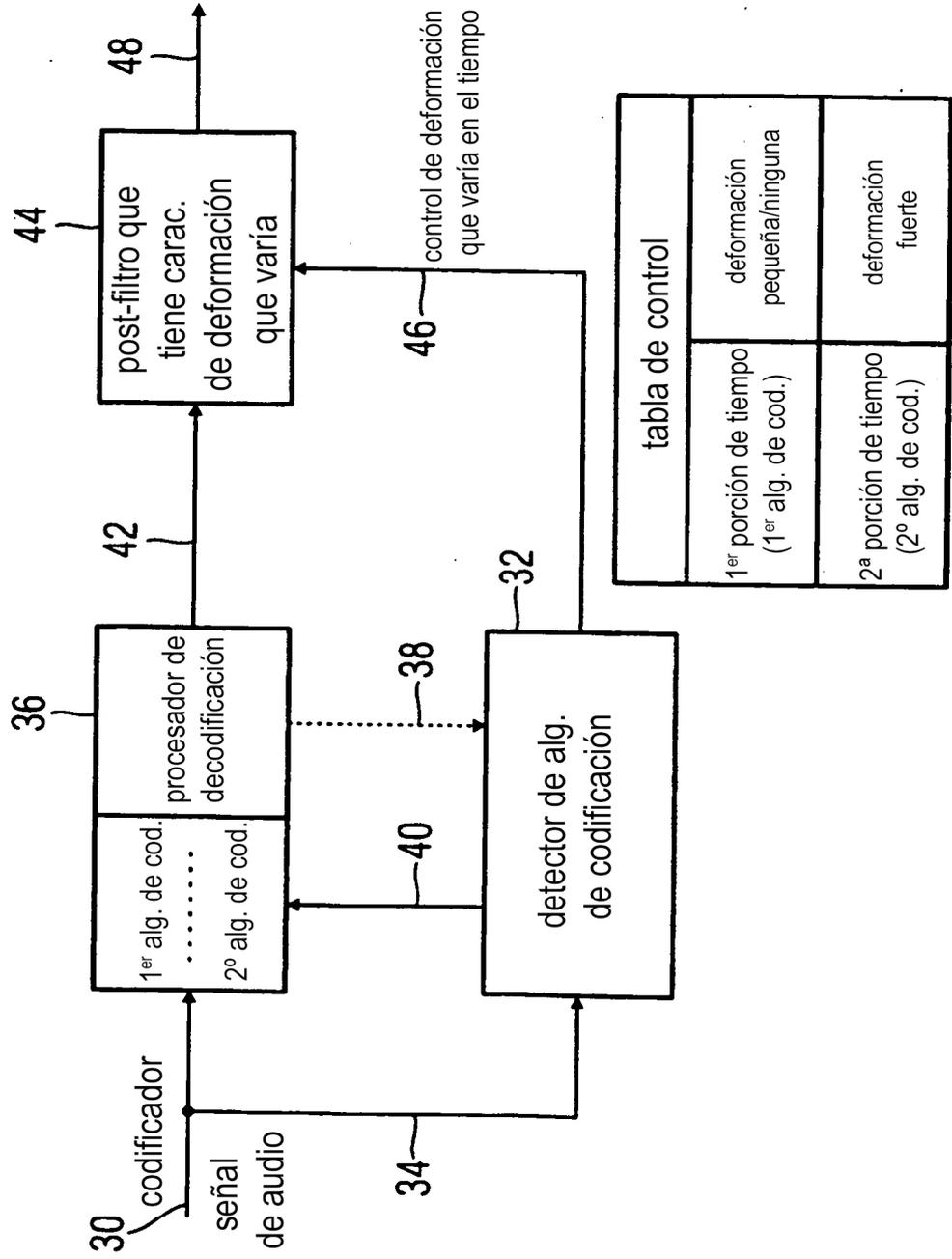


FIG 3A

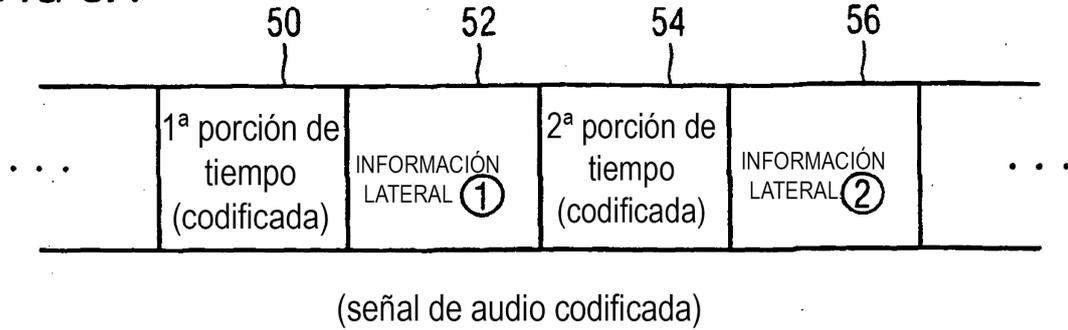


FIG 3B

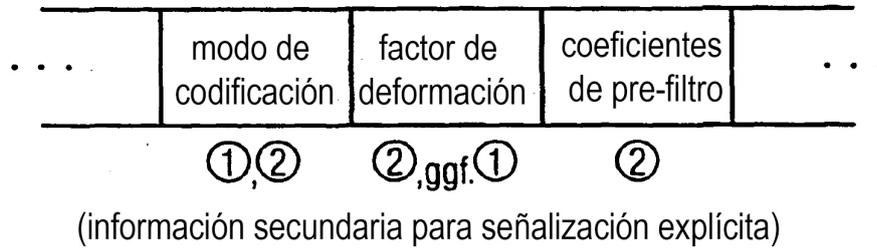
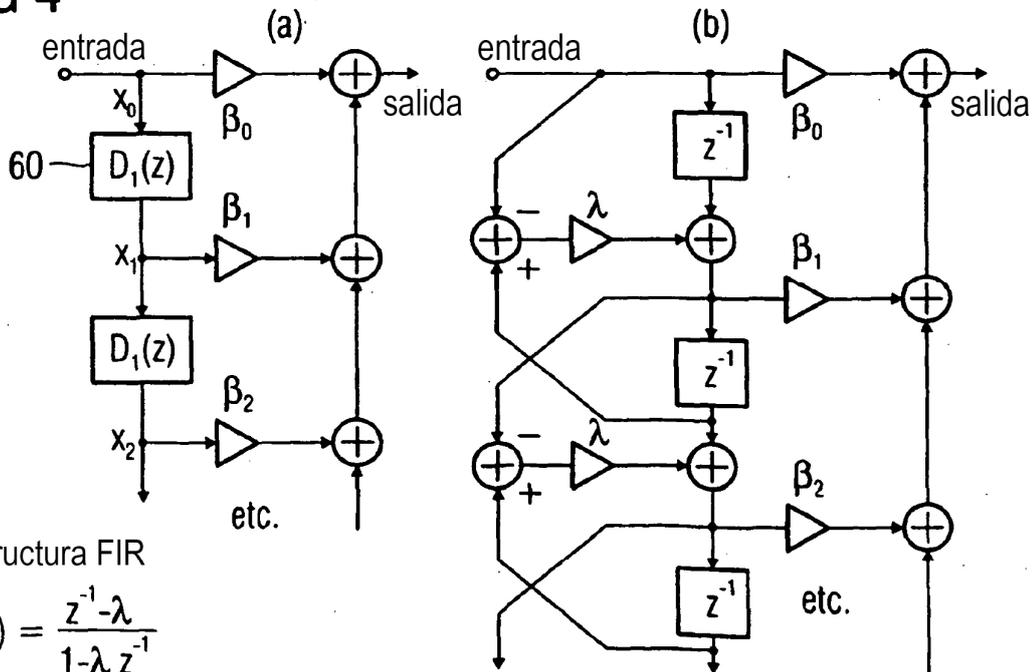


FIG 4



estructura FIR

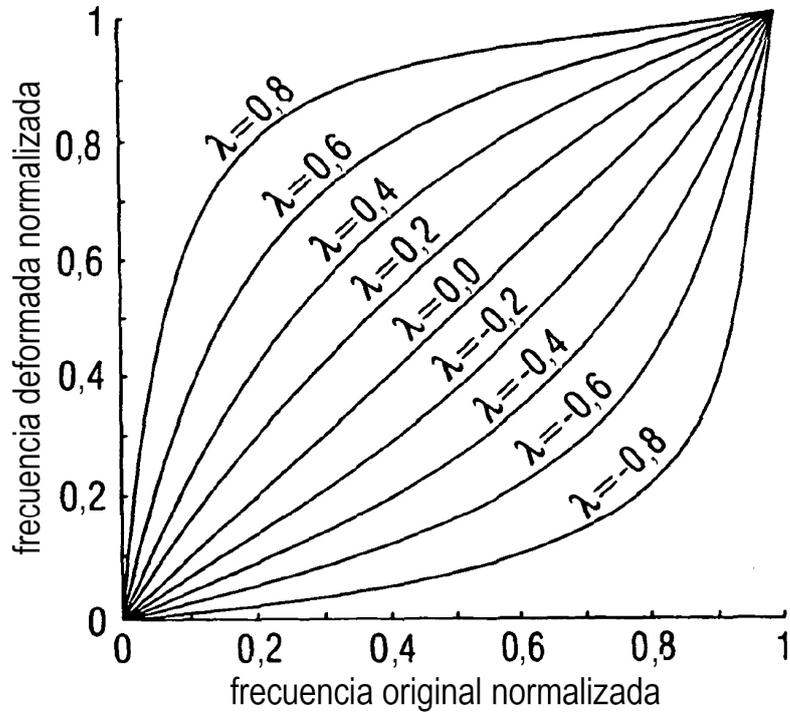
$$D(z) = \frac{z^{-1} - \lambda}{1 - \lambda z^{-1}}$$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots$ coeficientes de prefiltro

z: factor de deformación que varía en el tiempo

(técnica anterior) (que varía en el tiempo)

FIG 5



(técnica anterior)

FIG 6

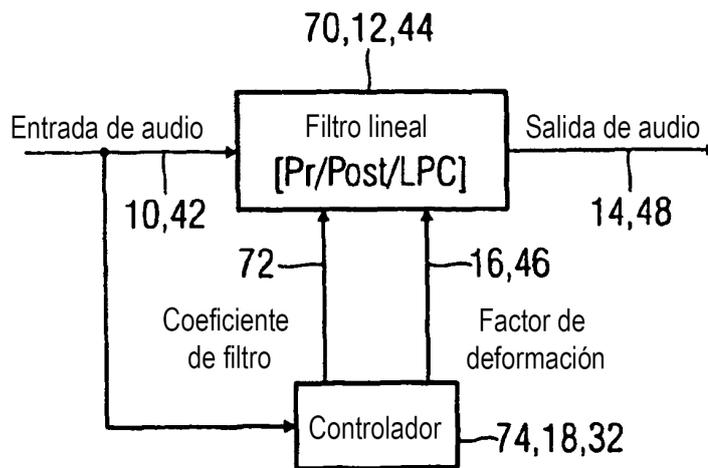


FIG 7

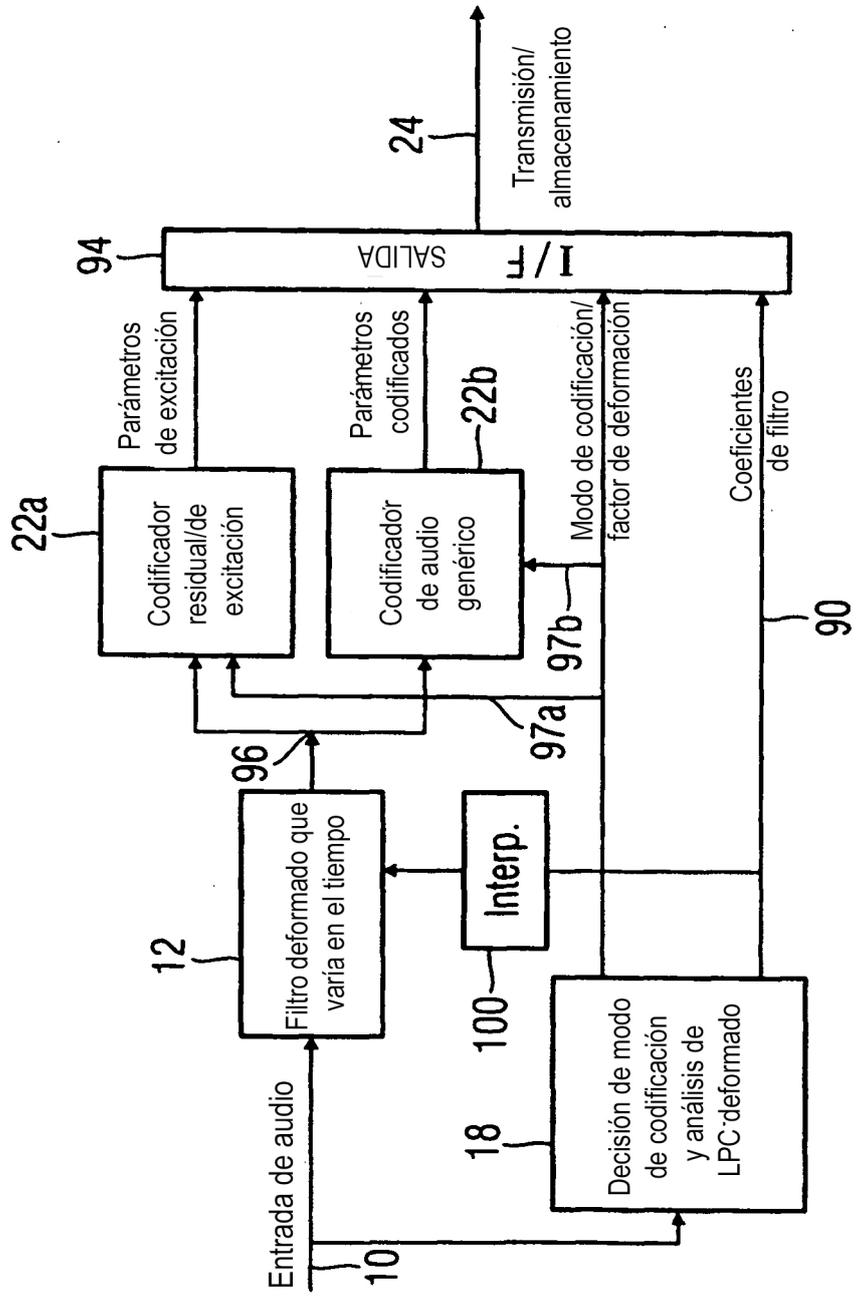


FIG 8

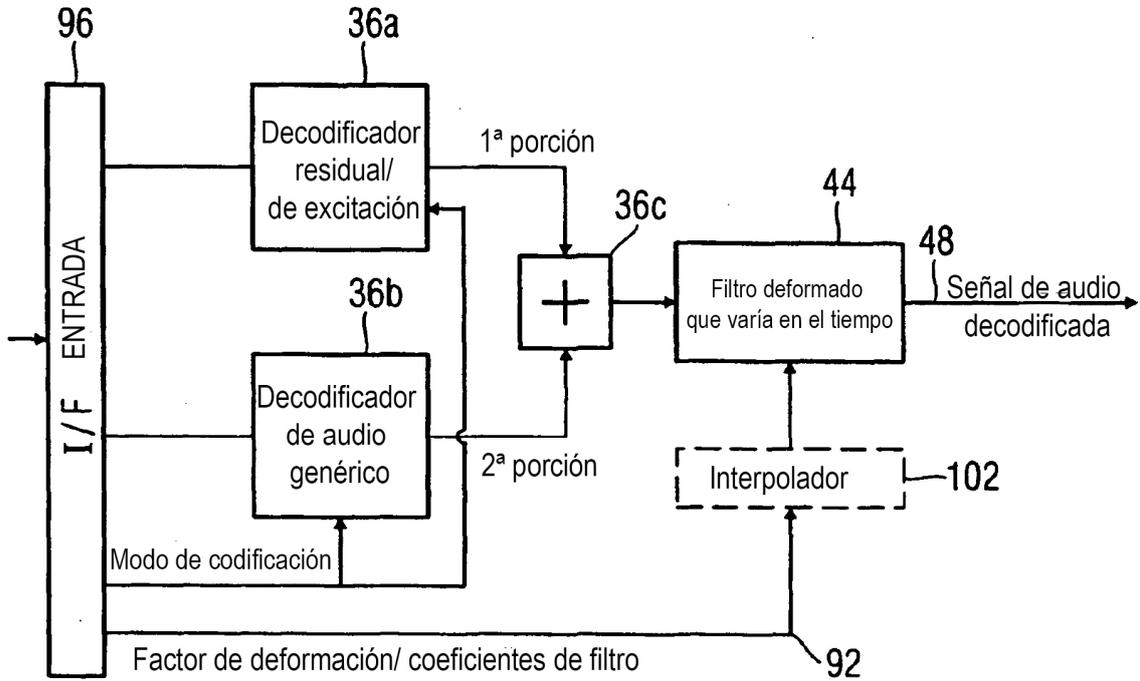
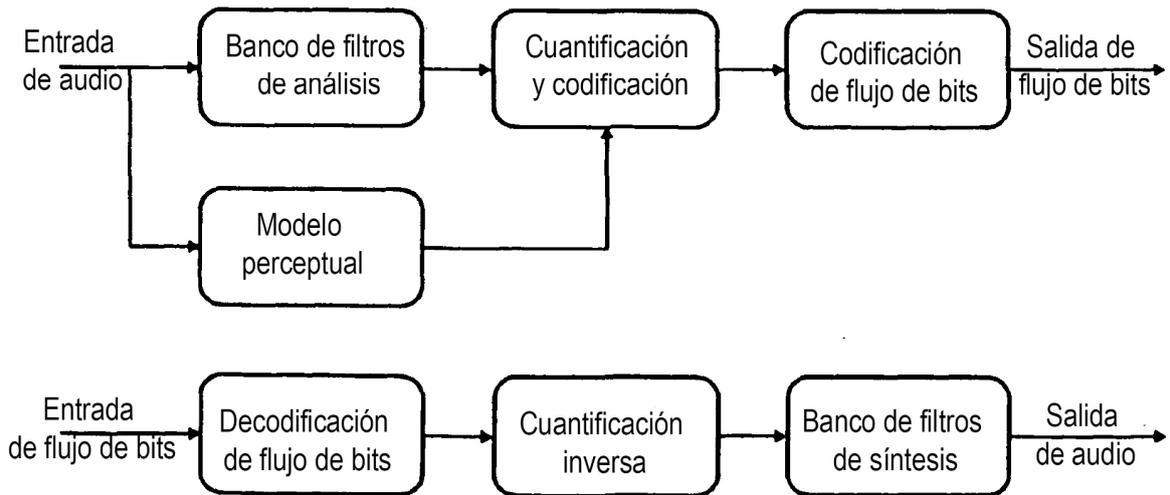
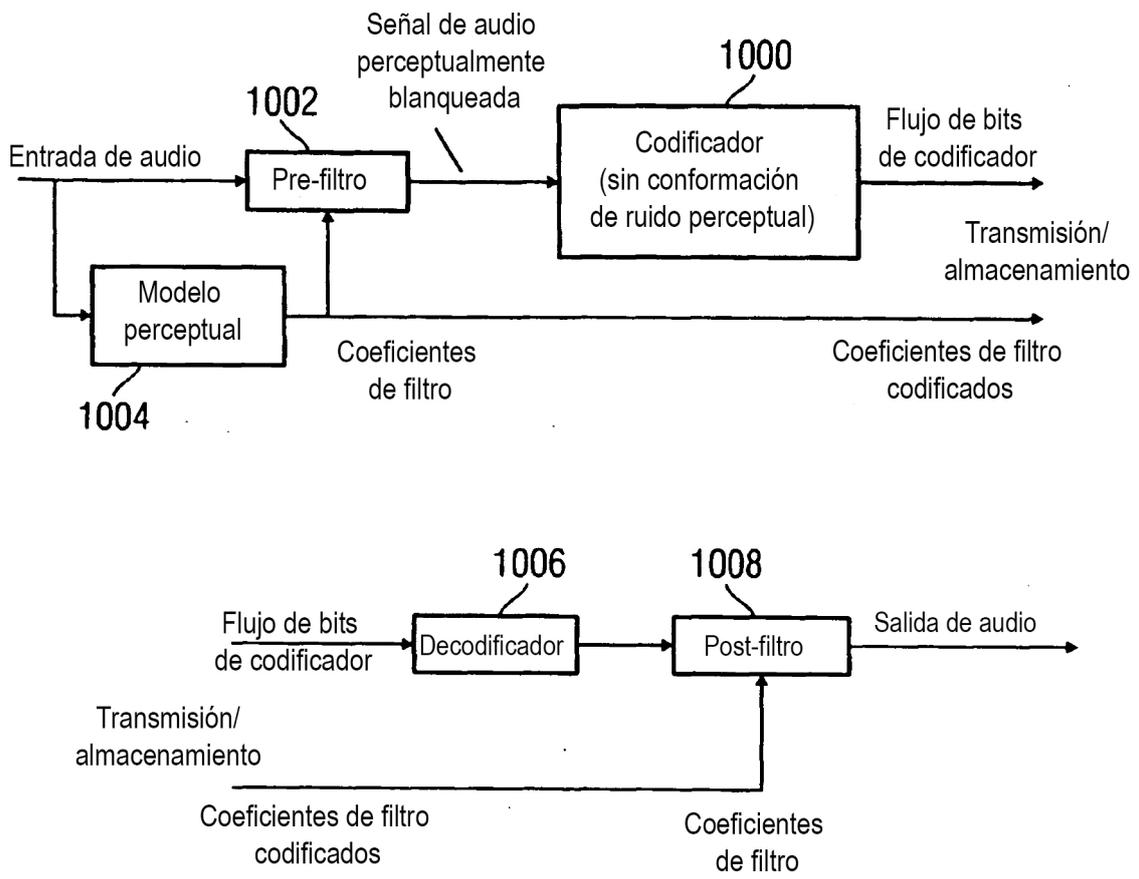


FIG 9



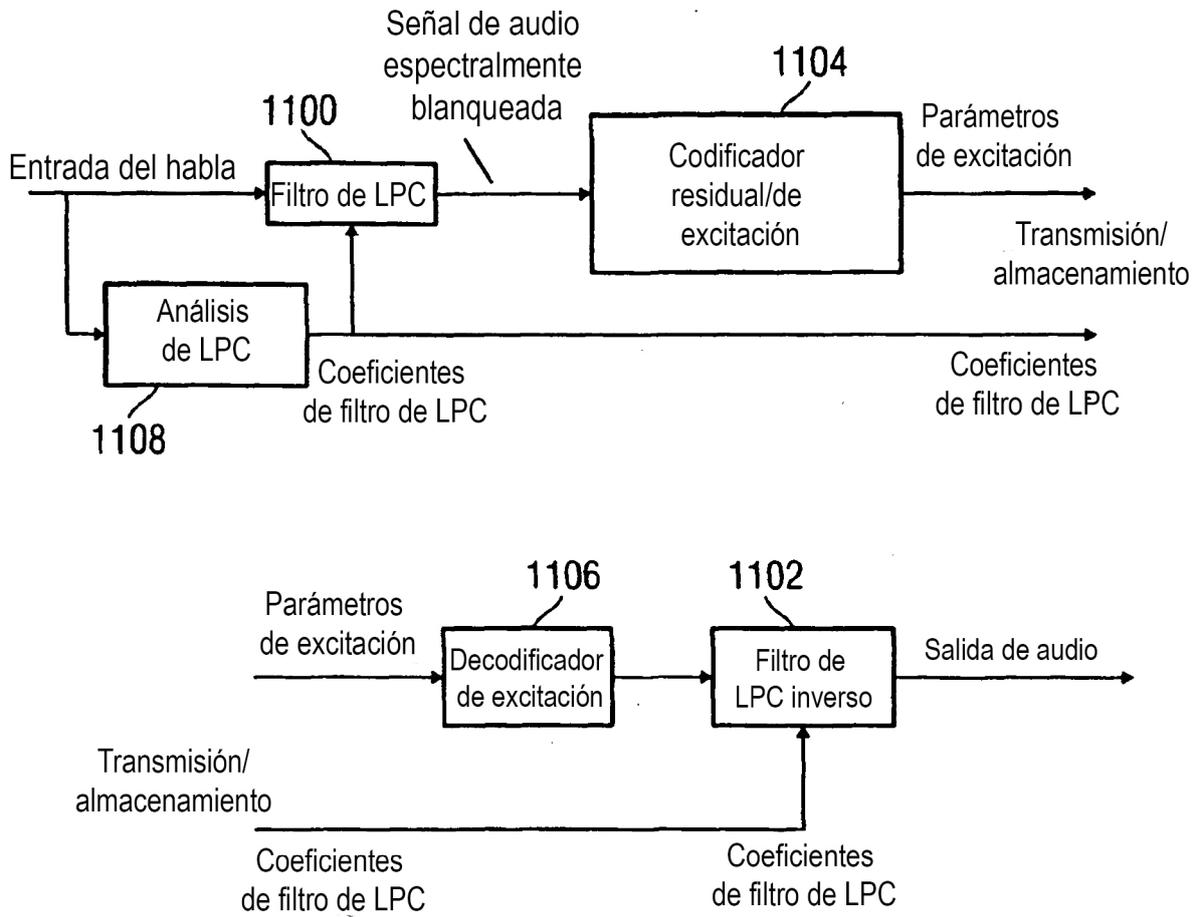
(técnica anterior)

FIG 10



(técnica anterior)

FIG 11



(técnica anterior)