



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 292 581**

51 Int. Cl.:
G10L 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01929398 .4**

86 Fecha de presentación : **05.03.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1190415**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **27.03.2002**

54 Título: **Función Laguerre para la codificación de audio.**

30 Prioridad: **15.03.2000 EP 00200939**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **Koninklijke Philips Electronics N.V.**
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL

72 Inventor/es: **Oomen, Arnoldus, W., J. y**
Den Brinker, Albertus, C.

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 292 581 T3

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

DESCRIPCIÓN

Función Laguerre para la codificación de audio.

5 La invención se refiere a la codificación de señales de audio, en la que se codifican componentes de señal transitoria. La invención se refiere además a la decodificación de señales de audio. La invención también se refiere a un codificador de audio, un reproductor de audio, un sistema de audio, una corriente de audio y un medio de almacenamiento.

10 El artículo de Purnhagen y Edler, "Objektbasierter Analyse/Synthese Audio Coder für sehr niedrige Datenraten", ITG Fachbericht 1998, N°. 146, págs. 35-40 da a conocer un dispositivo para la codificación de señales de audio a bajas velocidades de transmisión de bits. Se usa una disposición de análisis-síntesis basado en un modelo, en la que una señal de entrada se divide en tres partes: sinusoides individuales, tonos armónicos, y ruido. La señal de entrada se divide además en tramas fijas de 32 ms. Para todos los bloques y partes de señal, se derivan parámetros basándose en un modelo de fuente. Para mejorar la representación de partes de señal transitoria, se deriva una función envolvente $a(t)$ de la señal de entrada y se aplica sobre sinusoides seleccionadas. La función envolvente consiste en dos segmentos de línea determinados por los parámetros r_{atk} , r_{dec} , t_{max} tal como se muestra en la figura 1.

20 Se presenta un ejemplo adicional de un sistema de codificación de baja velocidad de transmisión de bits en el artículo "ASAC - Analysis/Synthesis Audio Codec for Very Low Bit Rates" de Edler, Purnhagen y Ferekidis; edición preliminar de artículos presentados en la convención AES, 11-05-1996, páginas 1-15, XP001062332 que describe un codificador-decodificador de audio de análisis/síntesis (ASAC, "Analysis/Synthesis Audio Codec" que permite la codificación de señales de audio a velocidades de transmisión de bits muy bajas para aplicaciones como comunicación móvil o acceso a bases de datos multimedia mediante un módem y líneas de teléfono analógicas. Un objeto de la invención es proporcionar codificación de audio que es ventajosa en términos de velocidad de transmisión de bits y percepción. Con este fin, la invención proporciona un método de codificación y decodificación, un codificador de audio, un reproductor de audio, un sistema de audio, una corriente de audio y un medio de almacenamiento tal como se define en las reivindicaciones independientes y en la reivindicación dependiente 10. Se definen realizaciones ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

30 Una primera realización de la invención comprende estimar una posición de una componente de señal transitoria en la señal de audio, hacer corresponder una función de forma en la componente de señal transitoria en la que la componente de señal transitoria está disminuyendo gradualmente tras un aumento inicial, función de forma que tiene un comportamiento inicial según t^n y un comportamiento de disminución tras el comportamiento inicial, según $e^{-\alpha t}$, en la que t es tiempo, y n y α son parámetros que describen una forma de la función de forma. La invención se basa en el conocimiento de que tal función proporciona una mejor representación de las componentes de señal transitoria mientras que la función puede describirse mediante un número pequeño de parámetros, que es ventajoso en términos de velocidad de transmisión de bits y calidad de percepción. La invención es especialmente ventajosa en realizaciones en las que las componentes de señal transitoria se codifican de forma independiente a partir de una componente de señal continua, debido a que especialmente en estas realizaciones es importante una buena representación de las componentes de señal transitoria.

40 Según un aspecto adicional de la invención, la función de forma es una función de Laguerre, que viene dada en tiempo continuo por

$$45 \quad c \cdot t^n e^{-\alpha t} \quad (1)$$

en la que c es el parámetro de escala (que puede tomarse como uno). En una realización práctica, se usa una función de Laguerre discreta en el tiempo.

50 Las componentes de señal transitoria pueden concebirse como un cambio brusco en el nivel de potencia (o amplitud) o como un cambio brusco en el patrón de forma de onda. La detección de componentes de señal transitoria como tales, se conoce en la técnica. Por ejemplo, en J. Kliewer y A. Mertins, "Audio subband coding with improved representation of transient signal segments", Proc. of EUSIPCO-98, Signal Processing IX, Theories and applications, Rodas, Grecia, septiembre de 1998, págs. 2345-2348, se propone un mecanismo de detección de transitorios, que se basa en la diferencia en los niveles de energía antes y después de una posición de partida de ataque. En una realización práctica según la invención, se consideran cambios bruscos en el nivel de amplitud.

60 En una realización preferida de la invención, la función de forma es una función de Laguerre discreta generalizada. Las funciones de Meixner y de tipo Meixner son de uso práctico y proporcionan un resultado sorprendentemente bueno. Se discuten tales funciones en A.C den Brinker, "Meixner-like functions having a rational z-transform", Int. J. Circuit Theory Appl., 23, 1995, págs. 237-246. Los parámetros de estas funciones de forma se derivan de una manera sencilla.

65 En otra realización de la invención, los parámetros de forma incluyen una indicación de escalón en el caso de que la componente de señal transitoria sea un cambio de tipo escalón en la amplitud. La señal tras el cambio de tipo escalón se codifica de forma ventajosa en codificadores-decodificadores continuos.

ES 2 292 581 T3

En otra realización preferida de la invención, la posición de la componente de señal transitoria es una posición de partida. Es conveniente proporcionar la posición de partida de la componente de señal transitoria para un entramado adaptivo, en el que una trama empieza en la posición de partida de una componente de señal transitoria. Se usa la posición de partida para tanto la función de forma como el entramado adaptivo, que da como resultado una codificación eficaz. Si se proporciona la posición de partida, no es necesario determinar la posición de partida combinando dos parámetros tal como sería necesario en el método descrito por Edler.

Los aspectos mencionados anteriormente y otros se harán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación en el presente documento.

En los dibujos:

la figura 1 muestra una función envolvente conocida, tal como se ha tratado ya;

la figura 2 muestra una realización de un codificador de audio según la invención;

la figura 3 muestra un ejemplo de una función de forma según la invención;

la figura 4 muestra un diagrama de los momentos centrales de ejecución de primer y segundo orden de una señal de audio de entrada;

la figura 5 muestra un ejemplo de una función de forma derivada de una señal de audio de entrada;

la figura 6 muestra una realización de un reproductor de audio según la invención; y

la figura 7 muestra un sistema que comprende un codificador de audio y un reproductor de audio;

Los dibujos sólo muestran aquellos elementos que son necesarios para entender la invención.

La figura 2 muestra un codificador 1 de audio según la invención, que comprende una unidad 10 de entrada para obtener una señal $x(t)$ de audio de entrada. El codificador 1 de audio separa la señal de entrada en tres componentes: componentes de señal transitoria, componentes determinísticas continuas, y componentes estocásticas continuas. El codificador 1 de audio comprende un codificador 11 de transitorios, un codificador 13 de sinusoides y un codificador 14 de ruido. El codificador de audio comprende opcionalmente un mecanismo 12 de compresión de ganancia (GC).

En esta realización ventajosa de la invención, se realiza la codificación transitoria antes de la codificación continua. Esto es ventajoso debido a que las componentes de señal transitoria no se codifican de forma eficaz y óptima en los codificadores continuos. Si se usan codificadores continuos para codificar componentes de señal transitoria, se necesita mucho esfuerzo de codificación, por ejemplo, puede suponerse que es difícil codificar una componente de señal transitoria sólo con sinusoides continuas. Por tanto, es ventajosa la eliminación de componentes de señal transitoria de la señal de audio que va a codificarse antes de la codificación continua. Se usa una posición de partida transitoria derivada en el codificador derivada del codificador de transitorios en los codificadores continuos para la segmentación adaptiva (entramado adaptivo) que da como resultado una mejora adicional del rendimiento de la codificación continua.

El codificador 11 de transitorios comprende un detector 110 de transitorios (TD), un analizador 111 de transitorios (TA) y un sintetizador 112 de transitorios (TS). En primer lugar, la señal $x(t)$ se introduce en el detector 110 de transitorios. Este detector 110 estima si existe una componente de señal transitoria y en qué posición. Esta información se alimenta al analizador 111 de transitorios. Esta información puede usarse también en el codificador 13 de sinusoides y el codificador 14 de ruido para obtener una segmentación inducida por señal ventajosa. Si se determina la posición de la componente de señal transitoria, el analizador 111 de transitorios intenta extraer (la parte principal de) la componente de señal transitoria. Hace corresponder una función de forma con un segmento de señal partiendo preferiblemente en una posición de partida estimada, y determina el contenido por debajo de la función de forma, por ejemplo un número (pequeño) de componentes sinusoidales. Esta información está contenida en el código C_T transitorio. Se proporciona el código C_T transitorio al sintetizador 112 de transitorios. La componente de señal transitoria sintetizada se resta de la señal $x(t)$ de entrada en un restador 16, dando como resultado una señal x_1 . En el caso de que se omita GC 12, $x_1 = x_2$. Se proporciona la señal x_2 al codificador 13 de sinusoides en el que se analiza en un analizador 130 de sinusoides (SA), que determina las componentes sinusoidales (determinísticas). Esta información está contenida en el código C_S sinusoidal. A partir del código C_S sinusoidal, se reconstruye la componente de señal sinusoidal mediante un sintetizador 131 de sinusoides (SS). Esta señal se resta en un restador 17 desde la entrada x_2 hasta el codificador 13 de sinusoides, dando como resultado una señal x_3 residual que carece de componentes de señal transitoria (grandes) y componentes sinusoidales determinísticos (principales). Por tanto, se supone que la señal x_3 residual consiste principalmente en ruido. Se analiza para su contenido de potencia según una escala ERB en un analizador 14 de ruido (NA). El analizador 14 de ruido produce un código C_N de ruido. Similar a la situación en el codificador 13 de sinusoides, el analizador 14 de ruido también puede usar la posición de partida de la componente de señal de transitorios como una posición para empezar un nuevo bloque de análisis. Los tamaños de segmento del analizador 130 de sinusoides y el analizador 14 de ruido no son necesariamente iguales.

ES 2 292 581 T3

En un multiplexador 15, se constituye una corriente de audio AS que incluye los códigos C_T , C_S y C_N . Se proporciona la corriente de audio AS a por ejemplo un bus de datos, un sistema de antena, un medio de almacenamiento etc.

5 En lo siguiente, se tratará una representación de los componentes de señal transitoria según la invención. En esta realización, el código para componentes transitorios CT consiste en o bien una forma paramétrica más las componentes de frecuencia principales adicionales (u otro contenido) por debajo de la forma o un código para identificar un cambio de tipo escalón. Según una realización preferida de la invención, la función de forma para un transitorio que está disminuyendo tras un aumento inicial, es preferiblemente una función de Laguerre discreta generalizada. Para otros tipos de componentes de señal transitoria, pueden usarse otras funciones.

10 Un ejemplo de una función de Laguerre discreta generalizada, es una función de Meixner. Una función $g(t)$ de Meixner de orden cero discreta viene dada por:

$$15 \quad g(t) = \sqrt{\frac{(b)_t}{t!}} (1 - \xi^2)^{b/2} \xi^t \quad (2)$$

20 en la que $t = 0, 1, 2, \dots$ y $(b)_t = b(b+1)\dots(b+t-1)$ es un símbolo de Pochhammer. El parámetro b indica un orden de generalización ($b > 0$) y determina la forma inicial de la función: aproximadamente $f \propto t^{(b-1)/2}$ para un t pequeño. El parámetro ξ indica un polo con $0 < \xi < 1$ y determina la disminución para t mayor. La función $g(t)$ es una función positiva para todos los valores de t . Para $b = 1$, se obtiene una función de Laguerre discreta. Además, para $b = 1$, la transformada en z de g es una función racional en z y así puede realizarse como una respuesta de impulso de un filtro de respuesta de impulso infinito (IIR) de primer orden. Para todos los demás valores de b no existe ninguna transformada en z racional. La función $g(t)$ está normalizada en energía, es decir, $\sum_{t=0}^{\infty} g^2(t) = 1$. La función de Meixner de orden cero puede producirse de forma recursiva mediante:

$$30 \quad g(0) = (1 - \xi^2)^{b/2} \quad (3)$$

$$35 \quad g(t) = \sqrt{\frac{b+t-1}{t}} \xi g(t-1) \text{ para } t > 0 \quad (4)$$

40 En otra realización según la invención, se usan funciones de tipo Meixner, debido a que tienen una transformada en z racional. Se muestra un ejemplo de una función de tipo Meixner en la figura 3. Una función $h(t)$ de tipo Meixner de orden cero discreta viene dada por su transformada en z :

$$45 \quad H(z) = C_a \left(\frac{z}{z - \xi} \right)^{a+1} \quad (5)$$

50 en la que $a = 0, 1, 2, \dots$ y C_a viene dado por:

$$55 \quad C_a = \frac{(1 - \xi^2)^{a+1/2}}{\sqrt{\sum_{n=0}^a \binom{a}{n}^2 \xi^{2n}}} = \frac{(1 - \xi^2)^{(a+1)/2}}{\sqrt{P_a \left(\frac{1 + \xi^2}{1 - \xi^2} \right)}} \quad (6)$$

60 en la que P_a es un polinomio de Legendre de orden a , dado por:

$$65 \quad P_a(q) = \frac{1}{2^a a!} \frac{d^a}{dq^a} (q^2 - 1)^a \quad (7)$$

El parámetro a denota el orden de generalización (a es un número entero no negativo) y ξ es el polo con $0 < \xi < 1$. El parámetro a determina la forma inicial de la función: $f \propto t^a$ para t pequeño. El parámetro ξ determina la disminución para t mayor. La función h es una función positiva para todos los valores de t y está normalizada en energía. Para todos

los valores de a , la función h tiene una transformada en z racional y puede realizarse como la respuesta de impulso de un filtro IIR (de orden $a+1$).

La función $h(t)$ puede expresarse en una serie de Laguerre discreta finita según:

$$h(t) = \sum_{m=0}^a B_m \phi_m(t) \quad (8)$$

en la que ϕ_m son funciones de Laguerre discretas, véase el artículo de A.C. den Brinker. B_m viene dado por:

$$B_m = C_a \frac{\xi^m}{(1-\xi^2)^{a+1/2}} \binom{a}{m} \quad (9)$$

Los momentos centrales de ejecución de primer y segundo orden de una función $f(t)$ dada están definidos por:

$$T_1(k) = \frac{\sum_{t=k_0}^{t=k} (t-k_0) f^2(t)}{\sum_{t=k_0}^{t=k} f^2(t)} \quad (10)$$

$$T_2(k) = \sqrt{\frac{\sum_{t=k_0}^{t=k} (t-k_0 - T_1(k))^2 f^2(t)}{\sum_{t=k_0}^{t=k} f^2(t)}} \quad (11)$$

en las que k_0 es la posición de partida de la componente de señal transitoria.

Con una buena estimación de los momentos T_1 y T_2 de ejecución de una señal de audio de entrada (tómese $f(t) = x(t)$ en las ecuaciones 10 y 11), pueden deducirse los parámetros de forma. Desgraciadamente, en datos reales una componente de señal transitoria está seguida normalmente por una fase de excitación continua, lo que afecta a una posible medición de los momentos centrales de ejecución. La figura 4 muestra los momentos centrales de ejecución de primer y segundo orden de una señal de audio de entrada. Parece que los momentos de ejecución aumentan inicialmente de forma lineal desde la supuesta posición de partida y mas tarde tienden a saturarse. Aunque los parámetros de forma pueden deducirse a partir de esta curva, debido a que la saturación no es tan clara como se desea para la extracción de parámetros, es decir, no está lo suficientemente claro a qué k se obtienen buenas estimaciones de T_1 y T_2 . En una realización ventajosa de la invención, se usa una razón en el aumento inicial de los momentos T_1 y T_2 de ejecución para deducir los parámetros de forma. Esta medición es ventajosa para determinar b (y en el caso de la función a de Meixner de orden cero), puesto que b determina el comportamiento inicial de la forma. A partir de una razón entre pendientes de los momentos T_1 y T_2 de ejecución se obtiene una buena estimación para b . A partir de los resultados de simulación se ha obtenido que en buena medida, existe una relación lineal entre la razón pendiente T_1 /pendiente T_2 y el parámetro b , que es, al contrario de una función de Laguerre, ligeramente dependiente del parámetro ξ de disminución. Como una descripción puede usarse (derivada de los experimentos):

$$\text{para Meixner: pendiente } T_1/\text{pendiente } T_2 = b + 1/2 \quad (12)$$

$$\text{para de tipo Meixner: pendiente } T_1/\text{pendiente } T_2 = 2a + 3/2 \quad (13)$$

en las que se ignora una dependencia de ξ . Debido a que T_1 y T_2 son cero para $k = k_0$, pendiente T_1 /pendiente T_2 puede aproximarse por T_1/T_2 para un k adecuado.

El polo ξ de la forma puede estimarse de la siguiente manera. Se ajusta un polinomio de segundo orden a un momento central de ejecución, por ejemplo, T_1 . Este polinomio se ajusta a un segmento de señal de T_1 con el tiempo T de observación de manera que la nivelación se ve claramente, es decir, un término de segundo orden claro en el ajuste polinómico en T . A continuación, se extrapola el polinomio de segundo orden hasta su máximo y se supone que este valor es el nivel de saturación de T_1 . A partir de este valor para T_1 y b , se calcula ξ con el uso de las ecuaciones 2 y 10, con $f(t) = g(t)$. Para una función de tipo Meixner, se calcula ξ a partir del valor para T_1 y a , con el uso de las ecuaciones 8-10, con $f(t) = h(t)$.

Un procedimiento para la estimación del parámetro ξ de disminución es tal como sigue:

empezar con algún valor de T

ES 2 292 581 T3

ajustar un polinomio de segundo orden a los datos en 0 a T, es decir, $T_1(t) \approx c_0 + c_1t + c_2t^2$ para $t = [0, T]$ en el que $c_{0,1,2}$ son parámetros de ajuste

comprobar si el término cuadrático de este polinomio es esencial a $t = T$:

$$T_1(T) < (1 - \varepsilon)(c_0 + c_1T)$$

en la que

ε representa una contribución relativa del término cuadrático en $t = T$.

Si esto se cumple, entonces extrapolar $T_1(t)$ hasta su máximo e igualar esto con T_1 :

$$T_1 = c_0 - \frac{c_1^2}{4c_2}$$

calcular el parámetro ξ de disminución a partir de T_1 y b (o a)

Para funciones de tipo Meixner, el parámetro a de forma se redondea preferiblemente a valores de números enteros.

La figura 5 muestra un ejemplo de una función de forma derivada de una señal de audio de entrada.

Puede realizarse algo de procesamiento previo, como realizar una transformada de Hilbert de los datos con el fin de obtener una primera aproximación de la forma, aunque el procesamiento previo no es esencial para la invención.

Cuando el valor al que los momentos de ejecución se saturan es grande, es decir, en el orden de la longitud de segmento/trama, se descarta la forma (de tipo) Meixner. En el caso de que el transitorio sea un cambio de tipo escalón en la amplitud, la posición del transitorio se retiene para una segmentación apropiada del codificador de sinusoides y el código de ruido.

Tras haber determinado la posición de partida y la forma de un transitorio, se estima el contenido de señal bajo la forma. Se estima un número (pequeño) de sinusoides bajo la forma. Esto se realiza en un procedimiento análisis-por-síntesis tal como se conoce en la técnica. Los datos que se usan para estimar las sinusoides es un segmento que se muestra en ventanas con el fin de abarcar el transitorio pero no ninguna respuesta continua posterior. Por tanto, se aplica una ventana de tiempo a los datos antes de entrar en el método análisis-por-síntesis. En esencia, la señal que se considera se extiende desde la posición de partida hasta alguna muestra en la que se reduce la forma hasta un determinado porcentaje de su máximo. Estos datos mostrados en ventanas pueden transformarse a un dominio de frecuencia, por ejemplo, mediante una transformada de Fourier discreta (DFT). Con el fin de evitar componentes de baja frecuencia, que se extienden presumiblemente por encima del transitorio estimado, también se aplica una ventana en el dominio de frecuencia. A continuación, se determina la respuesta máxima y la frecuencia asociada con esta respuesta máxima. Se modula la forma estimada por esta frecuencia, y se realiza el mejor ajuste posible a los datos según algún criterio predeterminado, por ejemplo, un modelo psicoacústico o en un sentido de mínimos cuadrados. Este segmento transitorio estimado se resta del transitorio original y el se repite el procedimiento hasta que se supera un número máximo de componentes sinusoidales, o no queda casi nada de energía en el segmento. En esencia, se representa un transitorio mediante una suma de funciones de Meixner moduladas. En una realización práctica, se estiman 6 sinusoides. Si el contenido subyacente contiene principalmente ruido, se usa una estimación de ruido o se proporcionan valores arbitrarios para las frecuencias de las sinusoides.

El código C_T transitorio incluye una posición de partida de un transitorio y un tipo de transitorio. El código para un transitorio en el caso de una forma de (tipo) Meixner incluye:

la posición de partida del transitorio

una indicación de que la forma es una función (de tipo) Meixner

parámetros b (o a) de forma y ξ

términos de modulación: parámetros N_F de frecuencia y amplitudes para una forma modulada de $(\cos)\text{seno}$

En el caso de que el transitorio sea esencialmente un aumento brusco en el nivel de amplitud en el que no existe ninguna disminución clara en este nivel (relativamente) poco después de la posición de partida, el transitorio no puede codificarse con una forma (de tipo) Meixner. En ese caso, se retiene la posición de partida con el fin de obtener una segmentación de señal apropiada. El código para transitorios de escalón incluye:

la posición de partida del transitorio

un indicador para el escalón

La realización de las fases de codificación continuas posteriores (sinusoidal y ruido) se mejora usando la posición de transitorios en la segmentación de la señal. El codificador de sinusoides y el codificador de ruido empiezan en una nueva trama en la posición de un transitorio detectado. De esta manera, se impide promediar en partes de señales, que se sabe que muestran comportamiento no estacionario. Esto implica que un segmento delante de un segmento transitorio tiene que acortarse, desplazarse o concatenarse con una trama anterior.

El codificador 1 de audio según la invención comprende opcionalmente un elemento 12 de control de ganancia delante de los codificadores 13 y 14 continuos. Es ventajoso para los codificadores continuos impedir cambios en el nivel de amplitud. Para un transitorio de escalón, se soluciona este problema usando una segmentación según los transitorios. Para transitorios representados con una forma, se soluciona el problema en parte extrayendo el transitorio de la señal de entrada. La señal remanente todavía puede incluir un cambio dinámico significativo en el nivel de amplitud, de forma presumiblemente similar a la forma estimada. Con el fin de aplanar la señal remanente, puede usarse el elemento de control de ganancia. Una velocidad de compresión puede definirse como:

$$gc(t) = \frac{1}{1 + dh(t)} \quad (12)$$

en la que $h(t)$ es la forma estimada y d es el parámetro que describe una velocidad de compresión. El elemento de control de ganancia supone que después de un transitorio, tiene lugar una fase estacionaria con salidas de amplitud que ascienden a aproximadamente 0,2 veces el máximo en la forma estimada. Una razón r está definida por:

$$r = \frac{M_r - 0.2M_e}{0.2M_e} \quad (13)$$

en la que M_r es el máximo de la señal remanente.

El parámetro d de tasa de compresión es igual a r si $r > 2$, si no d se toma como 0. Para la compresión, sólo necesita transmitirse d .

La figura 6 muestra un reproductor 3 de audio según la invención. Una corriente de audio AS', por ejemplo generada por un codificador según la figura 2, se obtiene a partir de un bus de datos, un sistema de antena, un medio de almacenamiento etc. La corriente de audio AS se demultiplexa en un demultiplexador 30 para obtener los códigos C_T' , C_S' y C_N' . Estos códigos se proporcionan a un sintetizador 31 de transitorios, un sintetizador 32 de sinusoides y un sintetizador 33 de ruido respectivamente. A partir del código C_T' transitorio, se calculan los componentes de señal transitoria en el sintetizador 31 de transitorios. En el caso de que el código transitorio indique una función de forma, la forma se calcula basándose en los parámetros recibidos. Además, el contenido de forma se calcula basándose en las frecuencias y amplitudes de las componentes sinusoidales. Si el código C_T' transitorio indica un escalón, entonces no se calcula ningún transitorio. La señal y_T transitoria total es la suma de todos los transitorios.

En el caso de que se use el parámetro d de descompresión, es decir, si se deriva en el codificador 1 y se incluye en la corriente de audio AS', se usa un mecanismo 34 de descompresión. La señal $g(t)$ de ganancia se inicializa en la unidad, y el factor de descompresión de amplitud total se calcula como el producto de todos los factores de descompresión diferentes. En el caso de que el transitorio sea un escalón, no se calcula ningún factor de descompresión de amplitud.

A partir de dos posiciones transitorias posteriores, se calcula una segmentación para la síntesis 32 de sinusoides SS y la síntesis 33 de ruido NS. El código C_S' sinusoidal se usa para generar la señal y_S , descrita como una suma de sinusoides en un segmento dado. Se usa el código C_N' de ruido para generar una señal y_N de ruido. Se añaden segmentos posteriores mediante, por ejemplo, un método de superposición-suma.

La señal total $y(t)$ consiste en la suma de la señal y_T transitoria y el producto de la descompresión g de amplitud y la suma de las señales y_S sinusoidales y la señal y_N de ruido. El reproductor de audio comprende dos sumadores 36 y 37 para sumar las señales respectivas. Se proporciona la señal total a una unidad 35 de salida, que es por ejemplo un altavoz.

La figura 7 muestra un sistema de audio según la invención que comprende un codificador 1 de audio tal como se muestra en la figura 2 y un reproductor 3 de audio tal como se muestra en la figura 6. Un sistema de este tipo ofrece características reproducción y grabación. La corriente de audio AS se proporciona desde el codificador de audio al reproductor de audio a través de un canal 2 de comunicación, que puede ser una conexión inalámbrica, un bus de datos o un medio de almacenamiento. En el caso de que el canal 2 de comunicación sea un medio de almacenamiento, el medio de almacenamiento puede estar fijo en el sistema o puede ser un disco extraíble, tarjeta de memoria, etc. El canal 2 de comunicación puede ser parte del sistema de audio, pero sin embargo estará fuera del sistema de audio a menudo.

ES 2 292 581 T3

5 Debe observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran más que limitan la invención, y los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia colocado entre paréntesis no puede interpretarse como que limita la reivindicación. La palabra “comprender” no excluye la presencia de otros elementos o etapas de las enumeradas en una reivindicación. La invención puede implementarse por medio de hardware que comprende varios elementos distintos, y por medio de un ordenador programado de forma adecuada. En una reivindicación del dispositivo que enumera varios medios, pueden realizarse varios de estos medios por uno y el mismo artículo de hardware. El simple hecho de que se enumeren determinadas medidas en reivindicaciones diferentes dependientes entre sí no indica que no pueda usarse una combinación de estas medidas para obtener una ventaja.

10 En resumen, la invención proporciona codificación y decodificación de una señal de audio que incluye estimar una posición de una componente de señal transitoria en la señal de audio, hacer corresponder una función de forma en la componente de señal transitoria en el caso de que la componente de señal transitoria esté disminuyendo gradualmente tras un aumento inicial, función de forma que tiene un comportamiento inicial sustancialmente exponencial y un comportamiento de disminución sustancialmente logarítmico; e incluir la posición y parámetros que describen la función de forma en una corriente de audio.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 292 581 T3

REIVINDICACIONES

1. Método de codificación (1) de una señal de audio (x), comprendiendo el método las etapas de:

5 estimar (110) una posición de una componente de señal transitoria en la señal de audio, en la que la componente de señal transitoria disminuye gradualmente tras un aumento inicial;

10 hacer corresponder (111, 112) una función de forma en la componente de señal transitoria, función de forma que tiene un comportamiento inicial según t^n y un comportamiento de disminución tras el comportamiento inicial, según $e^{-\alpha t}$, en la que t es tiempo y n y α son parámetros de forma que describen la función de forma; e

incluir (15) la posición y los parámetros de forma en una corriente de audio (AS).

15 2. Método según la reivindicación 1, en el que la función de forma es una función de Laguerre o una función de Laguerre discreta generalizada.

3. Método según la reivindicación 2, en el que la función de forma es una función de Meixner o un función de tipo Meixner.

20 4. Método según la reivindicación 2, en el que al menos uno de los parámetros de forma se determina mediante una razón de pendientes de la ejecución de momentos de primer y segundo orden de la señal (x) de audio.

25 5. Método según la reivindicación 1, en el que la posición de la componente de señal transitoria es una posición de partida de trama de análisis.

6. Método según la reivindicación 1, comprendiendo el método además

30 el aplanamiento de una parte de la señal de audio que se está proporcionando a al menos una etapa de codificación continua usando la función de forma en un mecanismo de control de ganancia.

7. Método de decodificación de una corriente de audio, comprendiendo el método las etapas de:

generar (31) una componente de señal transitoria en una posición dada; y

35 calcular (31) una función de forma de la componente de señal transitoria basándose en parámetros de forma recibidos, función de forma que tiene un comportamiento inicial según t^n y un comportamiento de disminución tras el comportamiento inicial, según $e^{-\alpha t}$, en la que t es tiempo, y n y α son los parámetros de forma.

40 8. Codificador (1) de audio, que comprende:

medios para estimar (110) una posición de una componente de señal transitoria en la señal de audio; en el que la componente de señal transitoria está disminuyendo gradualmente tras un aumento inicial,

45 medios para hacer corresponder (111, 112) una función de forma en la componente de señal transitoria, función de forma que tiene un comportamiento inicial según t^n y un comportamiento de disminución tras el comportamiento inicial según $e^{-\alpha t}$, en la que t es tiempo, y n y α son los parámetros de forma que describen la función de forma, y

50 medios para incluir (15) la posición y parámetros de forma en una corriente de audio (AS).

9. Reproductor (3) de audio, que comprende

medios para generar (31) una componente de señal transitoria en una posición dada; y

55 medios para calcular (31) una función de forma de la componente de señal transitoria basándose en los parámetros de forma recibidos, función de forma que tiene un comportamiento inicial según t^n y un comportamiento de disminución tras el comportamiento inicial según $e^{-\alpha t}$ en la que t es tiempo, y n y α son los parámetros de forma.

60 10. Sistema de audio que comprende un codificador (1) de audio según la reivindicación 8 y un reproductor (3) de audio según la reivindicación 9.

11. Corriente de audio (AS) que comprende:

65 una posición de una componente de señal transitoria; y

ES 2 292 581 T3

parámetros de forma que describen una función de forma de la componente de señal transitoria, función de forma que tiene un comportamiento inicial según t^n y un comportamiento de disminución tras el comportamiento inicial según $e^{-\alpha t}$ en la que t es tiempo, y n y α son los parámetros de forma.

- 5 12. Medio (2) de almacenamiento en el que se ha almacenado una corriente de audio (AS) según la reivindicación
11.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

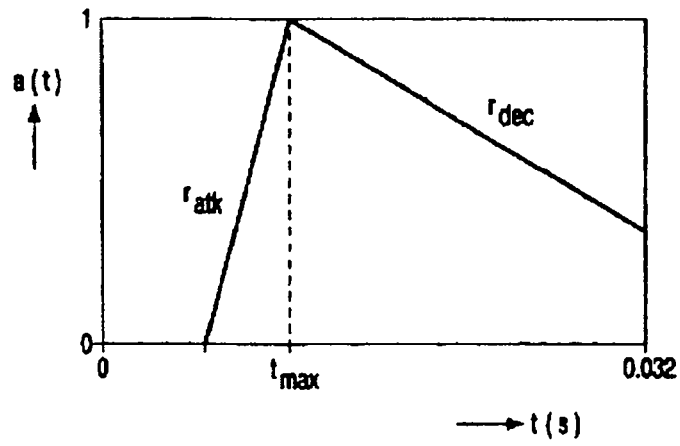


FIG. 1

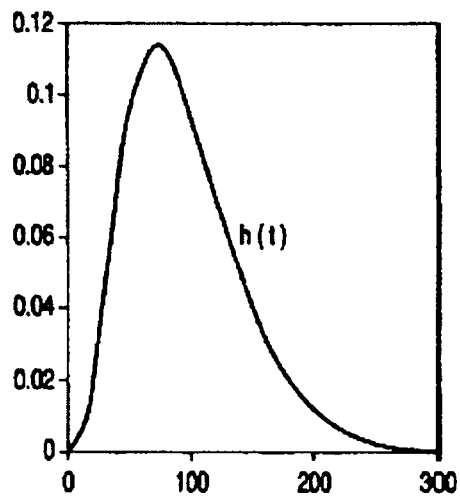


FIG. 3

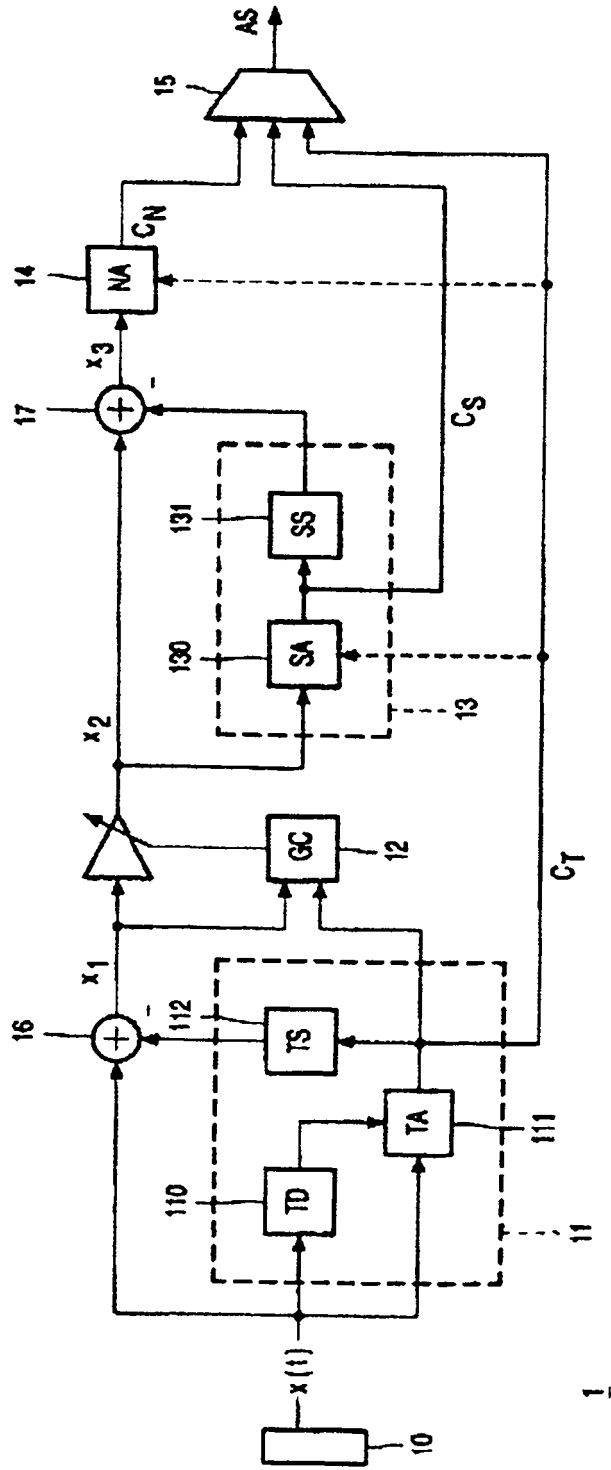


FIG. 2

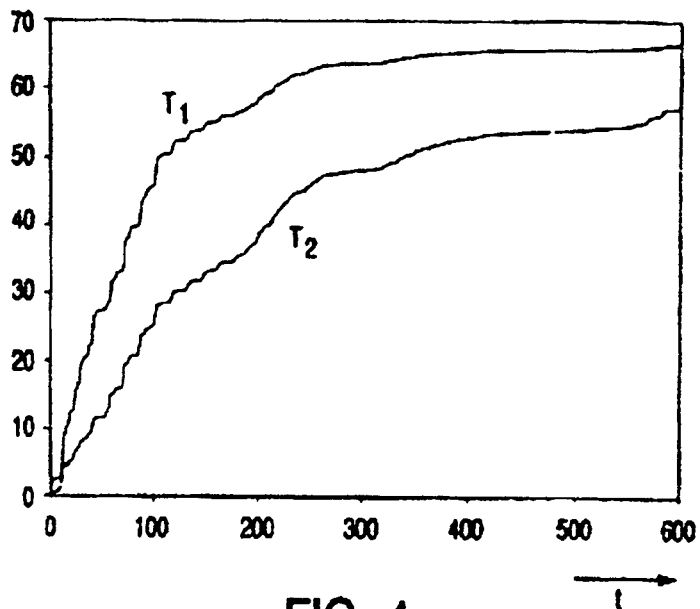


FIG. 4

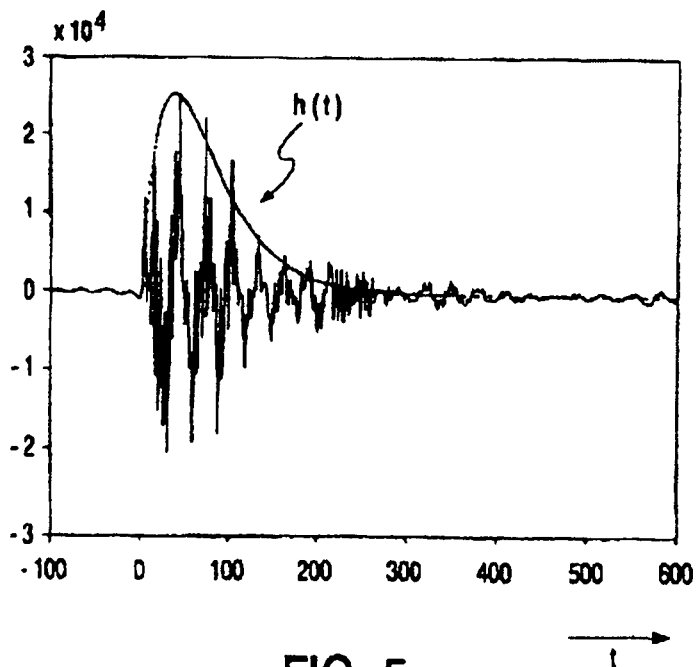


FIG. 5

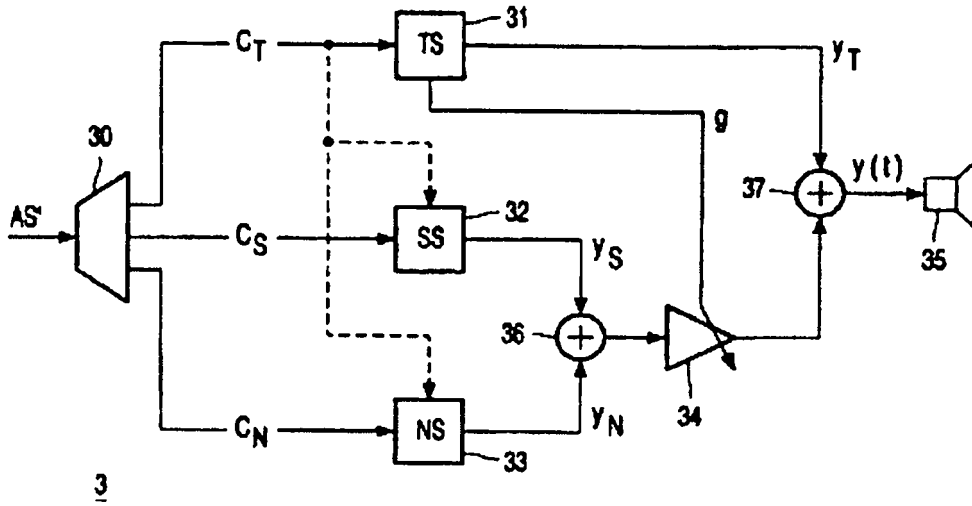


FIG. 6

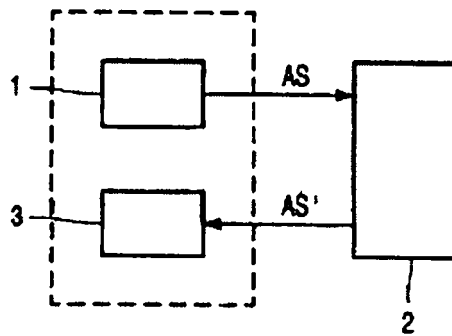


FIG. 7