



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 284 676**

⑤1 Int. Cl.:
G10L 19/02 (2006.01)
G10L 21/02 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **01963678 .6**
⑧6 Fecha de presentación : **07.09.2001**
⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1327241**
⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2003**

⑤4 Título: **Mejora de percepción aumentada de señales acústicas codificadas.**

③0 Prioridad: **20.10.2000 EP 00850169**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

⑦3 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (publ)
164 83 Stockholm, SE

⑦2 Inventor/es: **Bruhn, Stefan y**
Andersson, Susanne

⑦4 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Mejora de percepción aumentada de señales acústicas codificadas.

5 Antecedentes de la invención y técnica anterior

La presente invención se refiere generalmente a la codificación de una señal fuente acústica tal que una señal correspondiente reconstruida sobre la base de la información codificada tiene una calidad de sonido percibida que es mayor que según las soluciones de codificación conocidas. Más particularmente, la invención se refiere a la codificación de señales fuente acústicas para producir información codificada para transmisión por un medio de transmisión según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 43 y a la decodificación de información codificada que ha sido recibida por vía de un medio de transmisión según los preámbulos de las reivindicaciones 30 y 52. La invención también se refiere a un sistema de comunicación según el preámbulo de la reivindicación 65 y a programas de ordenador según las respectivas reivindicaciones 28 y 41 más soportes legibles por ordenador según las respectivas reivindicaciones 29 y 42.

Una técnica conocida de mejora de señales acústicas es descrita por K. Koishida y otros en “Un codificador de audio regulable en anchura de banda de 16 kilobits/s basado en la norma G.729”, Conferencia sobre ASSP, Junio de 2.000, Estambul (Turquía), páginas 1149-1152.

Hay muchas aplicaciones diferentes para codificadores/decodificadores de voz. Por ejemplo, los esquemas de codificación y decodificación son usados para la transmisión eficiente en velocidad de bits de señales fuente acústicas en sistemas de comunicaciones fijas y móviles y en sistemas de videoconferencia. Los codificadores/decodificadores de voz también pueden ser utilizados en telefonía protegida (secreta) y para almacenamiento de voz.

La tendencia en telefonía fija y móvil así como en videoconferencia es hacia la calida mejorada de la señal de fuente acústica reconstruida. Esta tendencia refleja la expectativa del cliente de que estos sistemas proporcionen una calidad de sonido al menos tan buena como la de la red telefónica fija actual. Un modo de satisfacer esta expectativa es ensanchar la banda de frecuencias para la señal fuente acústica y así transportar más de la información contenida en la señal fuente al receptor. Es cierto que la mayor parte de la energía de una señal de voz está situada espectralmente entre 0 kHz y 4 kHz (o sea, la anchura típica de banda de un codificador/decodificador del estado actual de la técnica). Sin embargo, una cantidad sustancial de la energía también está distribuida en la banda de frecuencias de 4 kHz a 8 kHz. Los componentes de frecuencias en esta banda representan información que es percibida por un oyente humano como “claridad” y una sensación de que el orador “está cerca” del oyente.

La resolución de frecuencia de la audición humana disminuye con las frecuencias crecientes. Por tanto, los componentes de frecuencias entre 4 kHz y 8 kHz necesitan comparativamente pocos bits para modelar con una exactitud suficiente.

Una aproximación al problema de codificar una señal fuente acústica, tal que pueda ser reconstruida por un receptor con una calidad de sonido percibida relativamente buena, es incluir, por ejemplo, un filtro posterior que funciona en serie o en paralelo con los medios codificadores normales, que genera una señal codificada además de la información codificada primaria. Soluciones de codificaciones que implican filtración posterior existen para señales fuente acústicas de banda estrecha (que tienen típicamente una anchura de banda de 0 a 3,5 kHz o 0 a 4 kHz). Sin embargo, si estas soluciones de banda estrecha son usadas para transmitir señales fuente acústicas con anchuras de banda mayores, las señales son reconstruidas con una calidad de sonido comparativamente mala. La razón de esto es que tanto la solución de codificador básico como la solución de mejora son optimizadas para conservar las características de las señales de banda estrecha. De hecho, la codificación de mejora puede, en circunstancias desfavorables, incluso empeorar la situación con respecto a la calidad de sonido percibida.

Además, los codificadores/decodificadores de voz conocidos que funcionan a velocidades inferiores a 16 kilobits/s, en aplicaciones móviles típicamente, muestran generalmente un rendimiento funcional relativamente bajo para sonidos no vocales tales como música.

Así, ninguno de los codificadores/decodificadores o esquemas de codificación actuales proporcionan una solución mediante la que una señal fuente acústica de banda ancha puede ser codificada y reconstruida con una calidad percibida satisfactoria. Además, las soluciones de codificación de banda estrecha mejoradas perceptivamente son exigidas para ciertas aplicaciones.

60 Sumario de la invención

Por tanto, el objeto de la presente invención según las reivindicaciones adjuntas es aliviar los problemas anteriores y hacer posible una codificación eficiente, la transmisión y la reconstrucción de señales fuente acústicas de banda ancha y banda estrecha que tienen una calidad percibida sustancialmente mejorada en comparación con las soluciones conocidas.

Según un aspecto de la invención, el objeto es conseguido por un método para codificar una señal fuente acústica como se describió inicialmente, que está caracterizado por un espectro de mejora que comprende un número mayor

de coeficientes espectrales que el número de valores de muestras en un cuadro de señal objetivo y un cuadro de señal codificada primaria. El número incrementado de coeficientes espectrales en el espectro de mejora con relación al número de valores de muestras en las otras señales proporciona así una base para conseguir la mejora deseada de la calidad de sonido percibida.

5 Según un aspecto adicional de la invención, el objeto es conseguido por un programa de ordenador directamente cargable en la memoria interna de un ordenador, que comprende software para controlar el método descrito en el párrafo anterior cuando dicho programa es ejecutado en el ordenador.

10 Según otro aspecto de la invención, el objeto es conseguido por un soporte legible por ordenador, que tiene un programa grabado en él, donde el programa es para hacer que el ordenador controle el método descrito en el párrafo penúltimo anterior.

15 Según otro aspecto más de la invención, el objeto es conseguido por un método para decodificar información codificada que ha sido transmitida por un medio de transmisión como se describió inicialmente, que está caracterizado por producir una señal codificada mejorada ampliando un cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida para que comprenda tantos valores de muestras como coeficientes espectrales existentes en el espectro de mejora.

20 Según un aspecto adicional más de la invención, el objeto es conseguido por un programa de ordenador directamente cargable en la memoria interna de un ordenador, que comprende software para controlar el método descrito en el párrafo anterior cuando dicho programa es ejecutado en el ordenador.

25 Según un aspecto adicional de la invención, el objeto es conseguido por un soporte legible por ordenador, que tiene un programa grabado en él, donde el programa es para hacer que el ordenador controle el método descrito en el párrafo penúltimo anterior.

30 Según otro aspecto de la invención, el objeto es conseguido por un transmisor para codificar una señal fuente acústica para producir información codificada para transmisión por un medio de transmisión como se describió inicialmente, que está caracterizado porque un espectro de mejora comprende un número mayor de coeficientes espectrales que valores de muestras existentes en un cuadro entrante de señal objetivo y un cuadro entrante de señal codificada primaria. Una unidad de estimación de mejora en el transmisor amplía un cuadro pertinente de señal objetivo y un cuadro pertinente de señal codificada primaria tal que cada uno de ellos comprende tantos valores de muestras como coeficientes espectrales existentes en el espectro de mejora.

35 Según otro aspecto más de la invención, el objeto es conseguido por un receptor para recibir y decodificar información codificada procedente de un medio de transmisión como se describió inicialmente, que está caracterizado porque una unidad de mejora amplía un cuadro entrante de señal codificada primaria reconstruida para que comprenda tantos valores de muestras como coeficientes espectrales existentes en el espectro de mejora.

40 Según otro aspecto más de la invención, el objeto es conseguido por un sistema de comunicación para el intercambio de señales fuente acústicas codificadas entre un nodo primero y un nodo segundo, que comprende el transmisor propuesto, el receptor propuesto y un medio de transmisión para transportar información codificada desde el transmisor al receptor.

45 Por supuesto, el número ampliado propuesto de coeficientes espectrales en el espectro de mejora aumenta la resolución de frecuencia para la señal correspondiente. Esto proporciona una base para muchos efectos beneficiosos, particularmente con respecto a la calidad de sonido percibida. Es decir, una resolución de frecuencia mejorada significa que más de la información perceptivamente importante contenida en la señal fuente puede ser codificada así y enviada al receptor.

50 Además, desde un punto de vista de computación es preferible utilizar cuadros de señal que incluyan un número de valores de muestras que sea adecuado para la transformación rápida de Fourier (FFT: fast Fourier transform), por ejemplo, potencias del número entero dos. La solución propuesta proporciona una libertad perfecta para elegir un tamaño de cuadro ideal con respecto a esto.

55 La invención acomoda así tanto una calidad perceptiva mejorada como una solución eficiente en computación para la transmisión de señales fuente acústicas.

Descripción breve de los dibujos

60 La presente invención ha de ser explicada ahora más exactamente por medio de realizaciones preferidas, que son expuestas como ejemplos, y con referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 muestra un esquema de bloques de un transmisor general según la invención,

65 la Figura 2 muestra un esquema de bloques de un receptor general según la invención,

la Figura 3 muestra un esquema de bloques de un transmisor según una primera realización de la invención,

ES 2 284 676 T3

la Figura 4 muestra un esquema de bloques de un receptor según una primera realización de la invención,

la Figura 5 muestra un esquema de bloques de un transmisor según una segunda realización de la invención,

5 la Figura 6 muestra un esquema de bloques de un receptor según una segunda realización de la invención,

la Figura 7 muestra un diagrama que ilustra como una ventana simétrica es aplicada a un cuadro de señal según una realización de la invención,

10 la Figura 8 muestra un diagrama que ilustra como una ventana asimétrica es aplicada a un cuadro de señal según una realización de la invención,

la Figura 9 ilustra en un organigrama un primer aspecto del método según la invención, y

15 la Figura 10 ilustra en un organigrama un segundo aspecto del método según la invención.

Descripción de realizaciones preferidas de la invención

La Figura 1 presenta un esquema de bloques de un transmisor general para codificar una señal fuente acústica x para producir información codificada S, C_q para transmisión por un medio de transmisión. La Figura 9 ilustra, por medio de un organigrama, los pasos de método correspondientes realizados por el transmisor. El transmisor incluye un codificador primario 101 que tiene una entrada para recibir la señal fuente acústica x . El codificador primario 101 produce, en respuesta a la señal fuente acústica x , una señal objetivo T y una señal codificada primaria P_1 que está destinada a coincidir con la señal objetivo T . Tanto la señal objetivo T como la señal codificada primaria P_1 están divididas en cuadros, cada uno de los cuales comprende un primer número n_1 de valores de muestras. La señal objetivo T es representada así por valores de muestras que son tratados en grupos, cada uno de los cuales constituye un cuadro de señal objetivo. De modo correspondiente, los valores de muestras de la señal codificada primaria P_1 están agrupados entre sí en cuadros de señal codificada. El codificador primario 101 también genera información codificada S a partir de la cual la señal codificada primaria P_1 ha de ser reconstruida por un receptor. Así, la información codificada S representa características importantes de la señal fuente acústica x . Ejemplos de datos que pueden ser incluidos en la información codificada S serán dados con referencia a las Figuras 3 y 5.

Las acciones llevadas a cabo anteriormente por el codificador primario 101 corresponden a los tres primeros pasos 901, 902 y 903 en el organigrama de la Figura 9, es decir, producir una señal objetivo T que tiene un primer número n_1 de valores de muestras/cuadro, producir una señal codificada primaria P_1 que tiene un primer número n_1 de valores de muestras/cuadro y producir la información codificada S . La señal objetivo T , la señal codificada primaria P_1 y la información codificada S son producidas todas en respuesta a la señal fuente acústica x entrante.

Una unidad 102 de estimación de mejora recibe la señal objetivo T y la señal codificada primaria P_1 y, en respuesta a estas señales, produce un espectro C de mejora a partir del cual un receptor ha de mejorar perceptivamente la reconstrucción de la señal fuente acústica x . El espectro C de mejora es generado en forma de cuadros tal que un cuadro particular del espectro C de mejora está basado en valores de muestras de al menos un cuadro de la señal objetivo T y al menos un cuadro de la señal codificada primaria P_1 . Es decir para crear un cuadro del espectro C de mejora, valores de muestras deben ser tomados de más de uno de los cuadros entrantes puesto que un cuadro del espectro C de mejora comprende más valores de muestras que un cuadro de la señal objetivo T o de la señal codificada primaria P_1 . Según una realización preferida de la invención, un cuadro de espectro C de mejora incluye un número de muestras que es una potencia del número entero dos, supóngase 128. Típicamente, un cuadro de la señal objetivo o de la señal codificada primaria incluye 80 muestras (si un cuadro representa 5 ms que es muestreado a una frecuencia de 16 kHz), lo que por tanto significa que hay 48 (o 60%) más valores de muestras en un cuadro de espectro de mejora que valores de muestras existentes en un cuadro de señal objetivo o un cuadro de señal codificada primaria. Esta generación de la señal C de mejora es representada en la Figura 9 como un paso 904 que implica producir un espectro C de mejora que tiene un segundo número n_c de valores de muestras/cuadro. Como se mencionó anteriormente, el segundo número n_c es mayor que el primer número n_1 y es preferiblemente una potencia del número entero dos.

55 Un codificador 103 de mejora recibe el espectro C de mejora y en respuesta a él produce un espectro de mejora codificado C_q que constituye una representación codificada del espectro C de mejora. La codificación del espectro C de mejora en el espectro de mejora codificado C_q pretende adaptar el formato del espectro C de mejora de modo adecuado para transmisión por un medio de transmisión. Típicamente, tal adaptación implica cuantificar el espectro C de mejora tal que es representado por valores discretos de muestras.

La formación del espectro de mejora codificado C_q es indicado en la Figura 9 como un paso 905 y es seguida por un paso 906 en el que tanto la información codificada S , generada por el codificador primario 101, como el espectro de mejora codificado C_q son extraídos para transmisión por el medio de transmisión, que forma un canal de los datos S y C_q entre el transmisor y un receptor.

Después, el procedimiento vuelve por bucle para codificar un cuadro subsiguiente de la señal fuente acústica x .

ES 2 284 676 T3

La longitud de bloque incrementada propuesta del espectro de mejora (o sea, el espectro que acomoda más coeficientes espectrales que valores de muestras existentes en un cuadro de la señal objetivo T o la señal codificada primaria P_1) no es una característica trivial a conseguir en la práctica. De un modo y otro, los cuadros de las señales en las que está basado el espectro C de mejora deben ser ampliados para incluir un número de valores de muestras que sea igual que el número de coeficientes espectrales en el espectro C de mejora.

Según una realización preferida de la invención, los cuadros fundamentales de la señal objetivo y la señal codificada primaria son ampliados añadiendo un número suficiente de muestras de valor nulo al final de un cuadro pertinente, o sea el denominado relleno con ceros. Por consiguiente, si un cuadro de la señal objetivo y la señal codificada primaria incluye 80 valores de muestras y un cuadro del espectro de mejora incluye 256 coeficientes espectrales, 176 muestras de valor nulo son añadidas al final (o al principio) de los valores de muestras originales contenidos en cada cuadro de señal objetivo y cuadro de señal codificada primaria.

Según otra realización preferida de la invención, los cuadros fundamentales de la señal objetivo y la señal codificada primaria son ampliados añadiendo un número suficiente de valores de muestras desde al menos un cuadro anterior a un cuadro pertinente. Por tanto, si un cuadro de la señal objetivo y de la señal codificada primaria incluye 148 valores de muestras y un cuadro del espectro de mejora incluye 256 valores de muestras, 108 valores de muestras de un cuadro anterior son añadidos delante de los valores de muestras originales contenidos en cada cuadro de señal objetivo y cada cuadro de señal codificada primaria.

Con independencia de según cual de los modos presentados anteriormente la señal objetivo T y la señal codificada primaria P_1 son ampliadas, la unidad 102 de mejora lleva a cabo el procedimiento siguiente.

Primero, un cuadro ampliado de señal objetivo es producido ampliando un cuadro pertinente de señal objetivo de la señal objetivo T con valores de muestras hasta un número total de valores de muestras que es igual que el número de coeficientes espectrales contenidos en cada cuadro del espectro C de mejora. Después, el cuadro ampliado así de señal objetivo es transformado en frecuencia para representar un espectro en el dominio de frecuencia.

En paralelo con esto, después o posiblemente antes, una operación correspondiente es realizada con respecto a la señal codificada primaria P_1 . Así, una señal codificada primaria ampliada es producida ampliando un cuadro pertinente de señal codificada primaria con valores de muestras hasta un número total de valores de muestras que es igual que el número de muestras contenidas en cada cuadro del espectro C de mejora. Después, la señal codificada primaria ampliada es transformada en frecuencia para representar un espectro en el dominio de frecuencia.

Finalmente, el espectro C de mejora es producido a partir del cuadro ampliado de señal objetivo y de la señal codificada primaria ampliada. Por ejemplo, esto puede hacerse dividiendo el espectro de la señal objetivo ampliada por el espectro de la señal codificada primaria ampliada.

Según otra realización preferida de la invención, cada una de la señal objetivo T y la señal codificada primaria P_1 es multiplicada por una función W_1 de ventana. La función W_1 de ventana tiene una anchura total que corresponde al número de coeficientes espectrales incluidos en el espectro C de mejora y está centrada sobre un cuadro pertinente de una señal base, o sea la señal objetivo T o la señal codificada primaria P_1 . Sin embargo, la función W_1 de ventana solo tiene una magnitud máxima (típicamente 1) para el primer número n_1 de valores de muestras, o sea, el número de valores de muestras en el cuadro pertinente. La función W_1 de ventana tiene una magnitud gradualmente declinante para los valores de muestras fuera de este margen, o sea, para los valores de muestras desde cuadros vecinos al cuadro pertinente. Aplicar una función de ventana es generalmente conveniente para la estimación de mejora.

La Figura 7 muestra un esquema en el que se representa un ejemplo de una función W_1 de ventana. Aquí, la función W_1 de ventana es simétrica y está centrada sobre un cuadro pertinente F_i que incluye un primer número de valores de muestras (que son indicados a lo largo del eje x como una variable N). La función W_1 de ventana incluye $F_{ext}(i)$, no solo todos los valores de muestras del cuadro pertinente F_i sino que también incluye valores de muestras de un cuadro anterior y de un cuadro siguiente F_{i+1} . Los valores de muestras del cuadro anterior son relativamente fáciles de reutilizar para el cuadro pertinente almacenándolos simplemente en una memoria intermedia. Sin embargo, los valores de muestras del cuadro siguiente F_{i+1} no han sido generados todavía por el codificador primario 101. Por tanto, un retardo de codificación es introducido, correspondiente a la denominada distancia L de adelanto, en el cuadro siguiente F_{i+1} . Los retardos de codificación son indeseados y deberían ser mantenidos en un mínimo puesto que tales retardos pueden causar efectos de eco y también ser molestos de otro modo para un oyente si se hacen excesivos.

Según otra realización preferida de la invención, la función de ventana está situada en cambio sobre el cuadro pertinente tal que además de los valores de muestras del cuadro pertinente, solo valores de muestras históricos forman la base para el espectro de mejora.

La Figura 8 muestra un diagrama en el que se representa un ejemplo de tal función W_2 de ventana. Esta función W_2 de ventana es asimétrica (lo que es preferible pero no necesario) y está situada sobre todo el cuadro F pertinente y se extiende sobre al menos una parte de al menos el cuadro anterior. En este ejemplo se supone que el cuadro pertinente F incluye 80 valores de muestras que varían desde $N = m$ a $N = m + 79$. Por otra parte, se supone que el espectro de mejora incluye 128 coeficientes espectrales que varían desde $N = m - 48$ a $N = m + 79$. Mediante multiplicación por la

ES 2 284 676 T3

función W_2 de ventana, el cuadro pertinente es ampliado así a un cuadro pertinente ampliado F_{ext} que también incluye los valores de muestras situados en el margen de $N = m - 48$ a $N = m + 79$.

La función W_2 de ventana ejemplificada en la Figura 8 es una denominada ventana Hamming-Coseno que tiene la forma de una ventana Hamming para sus m_1 valores de muestras iniciales y una forma correspondiente al primer cuarto de una onda cosinusoidal para sus m_2 valores de muestras posteriores. Naturalmente, otros tipos de funciones de ventana simétricas o asimétricas, tales como Hamming, Hanning, Blackman, Kaiser y Bartlet, también son aplicables según la invención.

Aunque menos ventajosa, también es posible incluir un adelanto cuando una función de ventana asimétrica es aplicada. Por ejemplo, la ventana Hamming-Coseno podría extenderse en este ejemplo para incluir valores de muestras superiores a $m + 79$, o sea, valores de muestras futuros.

Si la ampliación necesaria de la señal objetivo T y la señal codificada primaria P_1 es efectuada por medio de multiplicar sus cuadros de señales por una función de ventana, la unidad 102 de mejora lleva a cabo el procedimiento siguiente.

Primero, una porción pertinente de la señal objetivo T es multiplicada por una función de ventana que comprende tantos valores de muestras como coeficientes espectrales existentes en el espectro de mejora. Después, el cuadro de señal objetivo ampliada resultante es transformado en frecuencia para representar un espectro en el dominio de frecuencia.

En paralelo con esto, después o posiblemente antes, una operación correspondiente es realizada con respecto a la señal codificada primaria P_1 . Así, una señal codificada primaria ampliada es producida multiplicando una porción pertinente de la señal codificada primaria por una función de ventana que comprende tantos valores de muestras como coeficientes espectrales existentes en el espectro de mejora. Después, el cuadro de señal codificada primaria ampliada resultante es transformado en frecuencia para representar un espectro en el dominio de frecuencia.

Finalmente, el espectro C de mejora es producido a partir del cuadro de señal objetivo ampliada y de la señal codificada primaria ampliada. Por ejemplo, esto puede ser efectuado dividiendo el espectro de la señal objetivo ampliada por el espectro de la señal codificada primaria ampliada.

Según otra realización preferida de la invención, la unidad 102 de mejora produce el espectro C de mejora exclusivamente a partir de los valores de muestras de la señal codificada primaria P_1 y de la señal objetivo T , que representan los componentes de frecuencias superiores a una frecuencia umbral particular e inferiores a un límite superior de banda de paso en 7 kHz por ejemplo (si la frecuencia de muestreo es 16 kHz). Es decir una selección apropiada de la frecuencia umbral (en 2 kHz o 3 kHz) produce una calidad de sonido percibida mejorada adicionalmente de una señal fuente acústica reconstruida que ha sido creada sobre la base del espectro C de mejora.

El esquema básico de codificación es diseñado normalmente para crear un espectro C de mejora que pretende modificar la magnitud del espectro de frecuencias de la señal codificada primaria tal que su distancia a la señal objetivo sea minimizada según un cierto criterio (por ejemplo, error cuadrático mínimo). La información de fase de la señal codificada primaria es retenida generalmente inalterada por el espectro C de mejora. Esto puede causar los denominados efectos de bloqueo en los límites de cuadros debidos a posibles discontinuidades de señal en los límites de cuadros donde los valores de fase ya no están de acuerdo con las magnitudes espectrales modificadas.

Sin embargo, si el espectro C de mejora está basado exclusivamente en los componentes de frecuencias superiores de la señal objetivo T y la señal codificada primaria P_1 , estos efectos pueden ser aliviados considerablemente. Entonces, los errores de fase que causan discontinuidades de señal en los límites de cuadros ocurren principalmente para los componentes de frecuencias superiores que tienen un nivel de potencia comparativamente bajo. Por tanto, los errores de fase solo influirán marginalmente en la percepción de la señal fuente acústica reconstruida. Los sonidos de voz sonoros en señales vocales tienen niveles de potencia comparativamente altos con respecto a los componentes de frecuencias bajas mientras que, para componentes de frecuencias superiores, los niveles de potencia son relativamente bajos y así no son afectados sensiblemente por la filtración selectiva propuesta de la señal objetivo T y la señal codificada primaria P_1 . Sin embargo, los sonidos de voz sordos muestran niveles de potencia relativamente altos en la banda de frecuencias superiores. Debido al carácter ruidoso de estos tipos de sonidos, los efectos de bloqueo desempeñan un papel menos importante y, por consiguiente, pueden ser aceptados en un grado mayor.

Una consecuencia de la filtración selectiva según la realización anterior es que solo los componentes de frecuencias en el margen de frecuencias seleccionado son modificados tal que es minimizada la distancia entre sus magnitudes respectivas y los parámetros correspondientes de la señal objetivo. Los componentes de frecuencias fuera del margen de frecuencias seleccionado no son modificados en absoluto. Esto puede causar un problema si hay una diferencia relativamente grande entre el nivel de potencia de la señal objetivo T y el nivel de potencia de la señal codificada primaria P_1 . Por ejemplo, si el codificador primario 101 es un codificador predictivo lineal excitado por código (CELP: Code Excited Linear Predictive, véase la Figura 5) donde la señal codificada primaria P_1 es la señal de excitación y la señal objetivo es el residuo de codificación predictiva lineal (LPC: Linear Predictive Coding), un sonido de voz sordo entrante puede causar que el codificador genere una señal codificada primaria P_1 con un nivel de potencia comparativamente bajo y una señal objetivo T con un nivel de potencia comparativamente alto. Suponiendo que tanto

la señal codificada primaria P_1 como la señal objetivo T tienen espectros de frecuencias espectralmente horizontales (o sea, que representan sustancialmente ruido blanco), el espectro C de mejora también debería tener un espectro de frecuencias espectralmente horizontal. Sin embargo, la filtración selectiva produce un espectro C de mejora que tiene un espectro inclinado (o sea, no horizontal) de frecuencias. En consecuencia, la señal fuente acústica reconstruida

5 tendrá una calidad de sonido innecesariamente mala.

Según otra realización preferida de la invención, el nivel de potencia de la señal objetivo es ajustado por tanto durante la producción del espectro C de mejora tal que la potencia de la señal objetivo T es atenuada a un valor que es sustancialmente igual que la potencia de la señal codificada primaria P_1 para los componentes espectrales inferiores a la frecuencia umbral (por ejemplo, en 2 kHz o 3 kHz como se mencionó antes). Esto alivia el problema tratado al final del penúltimo párrafo puesto que el espectro de frecuencias del espectro C de mejora es mantenido horizontal cuando la señal fuente acústica entrante es un sonido de voz sordo.

10

Alternativamente, el nivel de potencia de la señal codificada primaria P_1 puede ser ajustado durante la producción del espectro C de mejora tal que la potencia de la señal codificada primaria P_1 es amplificada a un valor que es sustancialmente igual que la potencia de la señal objetivo T para los componentes espectrales inferiores a la frecuencia umbral.

15

Según otra realización preferida de la invención, el espectro C de mejora es limitado a tener valores de coeficientes entre un límite inferior y un límite superior. Esta medida representa una solución alternativa de los problemas causados por las discontinuidades de señal en los límites de cuadros.

20

Una limitación de los valores de coeficientes en el espectro C de mejora significa que si una señal codificada primaria reconstruida mejorada por un espectro de mejora reconstruido no tiene componente espectral amplificada en más de 10 dB (o sea, un factor 3,16) o no tiene componente espectral atenuado en más de 10 dB (o sea, un factor 0,316), la variación en los componentes de frecuencias individuales también será mantenida dentro de ciertos límites. Por tanto, el efecto de las discontinuidades entre cuadros será limitado de modo que son perceptivamente irrelevantes.

25

Según otra realización preferida de la invención, el codificador 103 de mejora produce el espectro de mejora codificado C_q aplicando un esquema de cuantificación no uniforme al espectro C de mejora. La generación del espectro de mejora codificado C_q puede, por ejemplo, implicar transformar el espectro C de mejora desde un dominio lineal a un dominio logarítmico. Tal transformación antes de la cuantificación es apropiada desde un punto de vista perceptivo puesto que la audición humana con respecto a la sonoridad (intensidad) acústica es aproximadamente logarítmica.

30

Según otra realización preferida de la invención, la producción del espectro de mejora codificado C_q implica combinar al menos dos componentes de frecuencias distintos del espectro C de mejora en un componente de frecuencia común. Es decir, la audición humana es menos sensible a los errores de cuantificación en la magnitud de señal para componentes de frecuencias superiores. Por tanto, es suficiente cuantificar tales componentes de frecuencias con una resolución menor que la que es usada para componentes de frecuencias en la banda de frecuencias inferiores. La percepción acústica humana puede ser aproximada con los denominados filtros de bandas críticas cuyas anchuras de bandas son esencialmente proporcionales a una escala logarítmica de frecuencia. La escala Bark y la escala Mel constituyen dos ejemplos de tal división de la banda de frecuencias. Una media aritmética o un valor de coeficiente de mediana de los coeficientes en cada banda puede sustituir a los valores de coeficientes individuales en la banda respectiva para obtener una reducción de la cantidad de información en el espectro C de mejora sin reducción sensible de la calidad acústica percibida de la señal reconstruida.

35

Por tanto, el procedimiento realizado por el codificador 103 de mejora incluye un primer paso de dividir al menos una parte de un espectro de frecuencias del espectro C de mejora en una o más bandas de frecuencias, y un segundo paso de obtener un componente de frecuencia común para cada una de las bandas de frecuencias.

50

Según otra realización preferida de la invención, la producción del espectro C_q de mejora implica transformar el espectro C de mejora en un espectro de mejora transformado cepstral y desechar los coeficientes cepstral en la señal de mejora transformada cepstral por encima de un orden particular. Es decir, estos coeficientes cepstral de orden elevado representan una estructura fina perceptivamente irrelevante del espectro C de mejora y, por tanto, pueden ser desechados sin una reducción sensible de la calidad acústica percibida en la señal fuente acústica reconstruida.

55

Según otra realización preferida de la invención, la producción del espectro C_q de mejora implica detectar si un cuadro pertinente de señal de la señal objetivo T o la señal codificada primaria P_1 es estimado que representa un sonido sonoro o un sonido sordo. En el primer caso, el espectro C de mejora es obtenido y cuantificado para un margen de frecuencias relativamente estrecho (supóngase de 2 kHz a 4 kHz) y en el último caso, el espectro C de mejora es obtenido y cuantificado para un margen de frecuencias relativamente ancho (supóngase de 3 kHz a 7 kHz). Es decir, los sonidos de voz sordos tienen un espectro de frecuencias relativamente horizontal (que requiere una resolución uniforme) mientras que los sonidos de voz sonoros tienen un espectro de frecuencias con una pendiente descendente comparativamente empinada en la banda de frecuencias altas (necesitando una resolución mejor para las frecuencias inferiores que para las frecuencias superiores). En el caso de que el codificador/descodificador de voz incluya un libro de código adaptable (por ejemplo, codificador predictivo lineal excitado por código (CELP)), un valor de ganancia actual, g_1 en la Figura 5, puede ser usado para detectar si una señal codificada representa un sonido sonoro o un sonido

60

65

sordo. Por ejemplo, un valor g_1 de ganancia inferior a 0,5 indica un sonido sordo y un valor g_1 de ganancia de 0,5 o mayor indica un sonido sonoro.

Por supuesto, todas las medidas propuestas anteriormente podrían ser implementadas por medio de un programa de ordenador directamente cargable en la memoria interna de un ordenador, que incluye software apropiado para controlar los pasos necesarios cuando el programa es ejecutado en un ordenador. Igualmente, el programa de ordenador puede ser grabado en una clase arbitraria de soporte legible por ordenador.

En la Figura 2 se muestra un esquema de bloques de un receptor general según la invención. La Figura 10 muestra un organigrama de un método correspondiente realizado por el receptor. Estimaciones de información codificada S, C_q , que han sido transmitidas por un medio de transmisión, llegan al receptor. Esto es representado por un primer paso 1001 en la Figura 10.

Después, un descodificador primario 201 recibe una estimación de la información codificada a partir de la que es generada una señal codificada $\hat{S}$ primaria reconstruida $\hat{P}_1$. La señal codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$ es dividida en cuadros de señal codificada primaria reconstruida, cada uno de los cuales comprende un primer número n_1 de valores de muestras. Esto es representado por un segundo paso 1002 en la Figura 10.

De modo correspondiente, un descodificador 202 de mejora recibe una estimación de un espectro de mejora codificado $\hat{C}_q$ y produce un espectro de mejora reconstruido $\hat{C}$. El espectro de mejora reconstruido $\hat{C}$ comprende un segundo número n_c de coeficientes espectrales. Esto corresponde a los cuadros de señal de mejora reconstruida (en el dominio de tiempo), cada uno de los cuales comprende el segundo número n_c de valores de muestras. Según la invención, el segundo número n_c es mayor que el primer número n_1 . Esto es representado por un tercer paso 1003 en la Figura 10.

El espectro de mejora reconstruido $\hat{C}$ y la señal codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$ son enviados a una unidad 203 de mejora que proporciona una señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ en respuesta a ellos. El espectro de la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ también comprende el segundo número n_c de coeficientes espectrales. Para producir la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$, la unidad 203 de mejora amplía cada cuadro ampliando cada cuadro entrante de señal codificada primaria reconstruida para que comprenda el segundo número n_c de valores de muestras según los métodos descritos anteriormente. Después, la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ es obtenida transformando en frecuencia la señal codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$ para obtener un espectro correspondiente, multiplicando este espectro por el espectro de mejora reconstruido $\hat{C}$ y transformando en frecuencia inversa su resultado. Esta operación produce la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ que tiene el segundo número n_c de coeficientes espectrales.

Si un filtro 205 de síntesis siguiente así lo exige, para generar una señal fuente acústica reconstruida $\hat{z}$ con el número correcto de valores de muestras por cuadro, (o sea, el primer número n_1 típicamente), el número de coeficientes espectrales en la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ es reducido (por ejemplo, volviendo a muestrear) para obtener nuevamente un total del primer número n_1 de coeficientes espectrales.

Dependiendo de la capacidades del proceso exigido, la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ es enviada desde aquí al filtro 204 de síntesis con el primer número n_1 o el segundo número n_c de coeficientes espectrales. Una reducción desde el segundo número n_c de valores de muestras al primer número n_1 de valores de muestras es efectuado desechando los valores de muestras en el cuadro pertinente de señal codificada primaria, que corresponden a los valores de muestras añadidos al primero número n_1 . Esto es representado por un cuarto paso 1004 en la Figura 10. Después, el filtro 204 de síntesis produce una señal fuente acústica reconstruida en respuesta a ella. Esto es representado por un quinto paso 1005 en la Figura 10. Después, el procedimiento vuelve en bucle para descodificar un cuadro subsiguiente de señal.

Según una realización preferida de la invención y de modo similar que el método de codificación propuesto, la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ es producida usando valores de muestras de un espectro de mejora reconstruido y valores de muestras de al menos un cuadro de señal codificada primaria reconstruida.

La ampliación del cuadro de señal codificada primaria reconstruida puede implicar la adición de valores de muestras desde al menos un cuadro anterior de señal codificada primaria reconstruida al cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida. Alternativamente, el cuadro de señal codificada primaria reconstruida puede ser ampliado por adición de valores de muestras vacíos al cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida. Tales valores de muestras pueden ser añadidos al final o al principio del cuadro original (denominado relleno con ceros).

Según una realización preferida de la invención, un cuadro ampliado que incluye el segundo número n_c de valores de muestras precedentes de la señal codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$ es producido multiplicando la señal codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$ por una función de ventana que comprende el segundo número n_c de valores de muestras y que está centrada sobre un cuadro pertinente de señal objetivo. La función de ventana puede ser simétrica o asimétrica. Una función de ventana asimétrica es aplicada preferiblemente tal que solo valores de muestras actuales e históricos son incluidos en el cuadro ampliado de la señal codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$. La Figura 8 muestra un ejemplo de una función de ventana asimétrica W_2 adecuada.

Según otra realización preferida de la invención, se usa una función de ventana simétrica. Esta función de ventana tiene una anchura total que corresponde al número de coeficientes espectrales incluidos en el espectro C de mejora (por ejemplo, el segundo número n_C) y está centrada sobre un cuadro pertinente de la señal codificada primaria P_1 . La función de ventana tiene una magnitud máxima (típicamente 1) para el primer número n_1 de muestras, o sea el número de valores de muestras en el cuadro pertinente de la señal codificada primaria P_1 , y una magnitud gradualmente declinante para valores de muestras fuera de este margen, o sea para valores de muestras de cuadros vecinos al cuadro pertinente.

La señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$, que tiene un espectro que incluye el segundo número n_C de coeficientes espectrales, puede ser producida así sobre la base del cuadro ampliado de la señal codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$ y el espectro de mejora reconstruido $\hat{C}$. El segundo número n_C es preferiblemente una potencia del número entero dos porque esto permite el procesamiento adicional eficiente de la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ resultante, por ejemplo por medio de la transformada rápida de Fourier.

Una alternativa teórica para evitar ampliar los cuadros de señal codificada primaria reconstruida antes de ampliar el espectro de mejora reconstruido $\hat{C}$ y después para evitar también reducir el tamaño de cuadro de la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ antes de la filtración de síntesis, sería volver a muestrear el espectro de mejora reconstruido $\hat{C}$ en el primer número n_1 de puntos de muestras tal que una señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ podría ser creada con solo el primer número n_1 de coeficientes espectrales. Sin embargo, esto deterioraría de una manera indeseable la calidad perceptiva conseguida por la longitud mayor de bloque del cuadro de espectro $\hat{C}$ de mejora.

Por supuesto, todas las medidas de descodificación propuestas anteriormente podrían ser implementadas por medio de un programa de ordenador cargable directamente en la memoria interna de un ordenador, que incluye software apropiado para controlar los pasos necesarios cuando el programa es ejecutado en un ordenador. Igualmente, el programa de ordenador puede ser grabado en una clase arbitraria de soporte legible por ordenador.

La Figura 3 muestra un esquema de bloques de un transmisor según una primera realización de la invención. El transmisor es un denominado codificador de análisis por síntesis predictivo lineal (LPAS-encoder: Linear Predictive Analysis-by-Synthesis), en el que el codificador primario 101 incluye un filtro 301 de síntesis inversa. Este filtro 301 recibe una señal fuente acústica x y en respuesta a ella genera una señal objetivo T . El codificador primario 101 incluye además una o más unidades (no mostradas), por ejemplo para realizar el análisis de codificación predictiva lineal (LPC: Linear Predictive Coding), y un generador 311 de excitación. El generador 311 de excitación recibe la señal fuente acústica x y en respuesta a ella produce una señal codificada primaria P_1 y la información codificada S . La información codificada S es transmitida a un receptor para reconstrucción de la señal codificada primaria P_1 .

Una unidad 308 de mejora genera una señal codificada primaria mejorada P_E (que representa una señal de excitación mejorada) que está destinada a simular una señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ generada en un receptor, y realimenta esta señal al generador 311 de excitación. El generador 311 de excitación puede modificar así sus estados internos tal que crea la información codificada S y una señal codificada primaria P_1 que describe mejor la señal fuente acústica x .

El transmisor incluye además una unidad 102 de estimación de mejora que recibe la señal objetivo T y la señal codificada primaria P_1 y, en respuesta a estas señales, produce un espectro C de mejora según el método descrito con referencia a las Figuras 1 y 9 anteriores.

Según una realización preferida de la invención, la señal codificada primaria mejorada P_E es alimentada a la unidad 102 de estimación de mejora como una alternativa a la señal codificada primaria P_1 . Esto es indicado por medio de una línea de puntos en la Figura 3. Los valores de muestras de un cuadro anterior de señal codificada primaria mejorada P_E contribuyen así a la generación de un espectro C de mejora actual.

Un codificador 103 de mejora recibe el espectro C de mejora y en respuesta a él produce un espectro de mejora codificado C_q que constituye una representación codificada del espectro C de mejora. El espectro de mejora codificado C_q representa un formato del espectro C de mejora, que es adecuado para transmitir la señal por un medio de transmisión.

Además de la señal codificada primaria P_1 , la unidad 308 de mejora también recibe el espectro C de mejora. La señal codificada primaria mejorada P_E (señal de excitación mejorada) es producida sobre la base tanto de la señal codificada primaria P_1 como del espectro C de mejora.

En una realización alternativa de la invención, la unidad 308 de mejora es excluida del codificador primario 101. Entonces, el filtro 311 de síntesis, en contraste con lo que se ha descrito antes, no es adaptable con respecto a la señal codificada primaria mejorada P_E .

La Figura 4 muestra un esquema de bloques de un receptor según una primera realización de la invención, que está adaptado para recibir información codificada generada por el transmisor mostrado en la Figura 3. Así, el receptor es un descodificador de análisis por síntesis predictivo lineal (LPAS). Su descodificador primario 201 incluye un generador 412 de excitación que recibe una estimación de la información codificada $\hat{S}$ y en respuesta a ella genera una señal

codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$. Las unidades restantes 202, 203 y 204 en el receptor tienen las mismas funciones y características que las descritas para las unidades que llevan los mismos números de referencia en la Figura 2 anterior.

Según un aspecto de esta primera realización de la invención, la señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ es realimentada como una señal de entrada a la unidad 203 de mejora tal que valores de muestras procedentes de un cuadro anterior de señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ contribuyen a la generación de un cuadro actual de señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$. Esto es indicado por medio de una línea de puntos en la Figura 4.

La Figura 5 muestra un esquema de bloques de un transmisor según una segunda realización de la invención. El transmisor es un denominado codificador predictivo lineal excitado por código (CELP) que incluye un libro 504 de código algebraico.

El codificador primario 101 de este transmisor incluye una unidad 502 de búsqueda a la que es alimentada una señal fuente acústica x . Un filtro 501 de síntesis inversa también recibe la señal fuente acústica x . El filtro 501 de síntesis inversa produce, en respuesta a la señal fuente acústica x , una señal objetivo T que es enviada a una unidad 102 de estimación de mejora.

Además de la señal fuente acústica x , la unidad 502 de búsqueda también recibe una señal fuente acústica reconstruida localmente y que es generada por un filtro 510 de síntesis incluido igualmente en el codificador primario 101. El filtro 510 de síntesis es idéntico a un filtro correspondiente en un receptor destinado a recibir y reconstruir la información codificada generada por el transmisor. El filtro 510 de síntesis simula el receptor y permite así que la unidad 502 de búsqueda ajuste sus parámetros tal que la señal fuente acústica reconstruida localmente y se parece a la señal fuente acústica x lo más posible. La unidad 502 de búsqueda produce un primer puntero s_1 que direcciona un primer vector v_1 en un libro 503 de código adaptable. Un primer amplificador adaptable 505 siguiente proporciona al vector v_1 la amplitud deseada, que también es dispuesta por la unidad 502 de búsqueda mediante un primer valor g_1 de ganancia. Además, la unidad 502 de búsqueda produce un segundo puntero s_2 que direcciona un segundo vector v_2 en el libro 503 de código algebraico. De modo correspondiente, el segundo vector v_2 obtiene la amplitud deseada mediante un segundo amplificador adaptable 506 que es controlado por la unidad 502 de búsqueda por medio de un segundo valor g_2 de ganancia. Un circuito 507 de combinación suma los vectores primero y segundo amplificados $g_1 v_1$ y $g_2 v_2$ y forma una señal codificada primaria P_1 . Esta señal P_1 es realimentada al libro 503 de código adaptable, enviada al filtro 510 de síntesis como una base para la señal fuente acústica reconstruida localmente y y a una unidad 102 de estimación de mejora.

La unidad 102 de estimación de mejora también recibe la señal objetivo T desde el filtro 501 de síntesis inversa y, en respuesta a estas señales, produce un espectro C de mejora según el método descrito con referencia a las Figuras 1 y 9 anteriormente. Un codificador 103 de mejora recibe el espectro C de mejora y, en respuesta a él, produce un espectro de mejora codificado C_q que constituye una representación codificada del espectro C de mejora. El espectro de mejora codificado C_q representa un formato del espectro C de mejora que es adecuado para transmitir la señal por un medio de transmisión a un receptor.

Los parámetros s_1 , s_2 , v_1 y v_2 generados por la unidad 502 de búsqueda, que constituyen la información codificada S en la Figura 1, también son transmitidos por el medio de transmisión a un receptor. La información codificada S puede incluir adicionalmente otra información codificada tal como información de codificación predictiva lineal (no mostrada aquí).

Según una realización alternativa de la invención, una unidad de mejora (correspondiente a 308 en la Figura 3, no mostrada) está incluida entre el libro 503 de código adaptable y el filtro 510 de síntesis, que recibe la señal codificada primaria P_1 y, en respuesta a ella, genera una señal codificada primaria mejorada P_E . En esta realización alternativa, la señal codificada primaria mejorada P_E es generada así localmente y realimentada al libro 503 de código adaptable y al filtro 510 de síntesis, respectivamente, en lugar de la señal codificada primaria P_1 .

La Figura 6 muestra un esquema de bloques de un receptor según una segunda realización de la invención, que está destinado a recibir la información codificada generada por el transmisor mostrado en la Figura 5 y a reconstruir esta información en una estimación de una señal fuente acústica.

El receptor incluye un descodificador primario 201 que comprende un libro 603 de código adaptable, un libro 604 de código algebraico, un primer codificador adaptable 605, un segundo amplificador adaptable 606 y un circuito 607 de combinación. Una estimación del primer puntero $\hat{s}_1$ direcciona a un primer vector v_1 en el libro 603 de código adaptable que, por vía del primer amplificador adaptable 605, obtiene una amplitud mediante una estimación $\hat{g}_1$ del primer valor de ganancia. De modo correspondiente, una estimación del segundo puntero $\hat{s}_2$ direcciona un segundo vector v_2 en el libro 604 de código algebraico, que, por vía del segundo amplificador adaptable 606, obtiene una amplitud mediante una estimación $\hat{g}_2$ del segundo valor de ganancia. El circuito 607 de combinación suma los vectores primero y segundo amplificados $\hat{g}_1 v_1$ y $\hat{g}_2 v_2$ y forma una señal codificada primaria reconstruida $\hat{P}_1$. Esta señal $\hat{P}_1$ es realimentada al libro 603 de código adaptable y enviada a una unidad 203 de mejora.

Un descodificador 202 de mejora recibe una estimación de un espectro de mejora codificado $\hat{C}_q$ y produce un espectro de mejora reconstruido $\hat{C}$ según el procedimiento descrito con referencia a la Figura 2 anteriormente. Igual-

ES 2 284 676 T3

mente, la unidad 203 de mejora produce una señal codificada primaria reconstruida mejorada $\hat{P}_E$ y un filtro 204 de síntesis siguiente genera una señal fuente acústica reconstruida $\hat{z}$.

5 Por supuesto, cualquiera de los transmisores y receptores propuestos pueden ser combinados para formar un sistema de comunicación para intercambiar señales fuente acústicas codificadas entre un nodo primero y un nodo segundo. Tal sistema incluye, además del transmisor y el receptor, un medio de transmisión para transportar información codificada desde el transmisor al receptor.

10 El término “comprende/comprender”, cuando es usado en esta memoria descriptiva, es tomado para especificar la presencia de características, números enteros, pasos o componentes indicados. Sin embargo, el término no excluye la presencia o la adición de una o más características, números enteros, pasos o componentes adicionales o grupos de ellos.

15 La invención no está restringida a las realizaciones descritas en las figuras sino que puede ser variada libremente dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para codificar una señal fuente acústica (x) para producir información codificada para transmisión por un medio de transmisión, que comprende:
 - producir, en respuesta a la señal fuente acústica (x), una señal objetivo (T) que está dividida en cuadros, cada uno de los cuales comprende un primer número (n_1) de valores de muestras,
 - producir, en respuesta a la señal fuente acústica (x), una señal codificada primaria (P_1) que está destinada a coincidir con la señal objetivo (T), estando la señal codificada primaria (P_1) dividida en cuadros, cada uno de los cuales comprende el primer número (n_1) de valores de muestras.
 - producir, en respuesta a la señal fuente acústica (x), información codificada (S) a partir de la cual la señal codificada primaria (P_1) ha de ser reconstruida ($\hat{P}_1$),
 - producir, en respuesta a la señal codificada primaria (P_1) y la señal objetivo (T), un espectro (C) de mejora indicativo de lo bien que la señal codificada primaria (P_1) coincide con la señal objetivo (T), y
 - producir, en respuesta al espectro (C) de mejora, un espectro de mejora codificado (C_q) que constituye una representación codificada del espectro (C) de mejora,

caracterizado porque

 - un cuadro de espectro de mejora del espectro (C) de mejora comprende un segundo número (n_c) de coeficientes espectrales, siendo el segundo número (n_c) mayor que el primer número (n_1), y porque el paso de producir un espectro de mejora realiza una ampliación de un cuadro entrante de señal objetivo para que comprenda el segundo número (n_c) de valores de muestras y una ampliación de un cuadro entrante de señal codificada primaria para que comprenda el segundo número (n_c) de valores de muestras.- 2. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el espectro (C) de mejora es producido en forma de cuadros tal que un cuadro del espectro de mejora está basado en valores de muestras de al menos un cuadro ($F_i, F_{i+1}; F, F_{ext}$) de la señal objetivo (T) y de al menos un cuadro ($F_i, F_{i+1}; F, F_{ext}$) de la señal codificada primaria (P_1).
- 3. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el segundo número (n_c) es una potencia del número entero dos.
- 4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por
 - producir un cuadro ampliado de señal objetivo ampliando un cuadro pertinente de señal objetivo de la señal objetivo (T) con valores de muestras hasta un número total de valores de muestras que es igual que el segundo número (n_c).
 - transformar en frecuencia el cuadro ampliado de señal objetivo,
 - producir una señal codificada primaria ampliada ampliando un cuadro pertinente de señal codificada primaria con valores de muestras hasta un número total de valores de muestras que es igual que el segundo número (n_c),
 - transformar en frecuencia la señal codificada primaria ampliada, y
 - producir el espectro (C) de mejora a partir del cuadro ampliado de señal objetivo y de la señal codificada primaria ampliada.
- 5. Un método según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la ampliación de valores de muestras implica la adición de valores de muestras desde un cuadro anterior de señal al cuadro pertinente de señal.
- 6. Un método según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la ampliación de valores de muestras implica la adición de valores de muestras desde un cuadro anterior de señal codificada primaria mejorada al cuadro pertinente de señal de la señal codificada primaria mejorada.
- 7. Un método según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la ampliación de valores de muestras implica la adición de valores vacíos al cuadro pertinente de señal.
- 8. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por
 - multiplicar la señal objetivo (T) por una función (W_1, W_2) de ventana que comprende el segundo número (n_c) de valores de muestras y que está centrada sobre un cuadro pertinente (F_i) de señal objetivo,
 - transformar en frecuencia la señal objetivo (T),

multiplicar la señal codificada primaria (P_1) por una función (W_1 , W_2) de ventana que comprende el segundo número (n_c) de valores de muestras y que está centrada sobre un cuadro pertinente (F_1) de señal codificada primaria, y

transformar en frecuencia la señal codificada primaria (P_1).

9. Un método según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la función (W_1) de ventana es simétrica.

10. Un método según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la función (W_2) de ventana es asimétrica.

11. Un método según la reivindicación 10, **caracterizado** porque la función (W_2) de ventana es una ventana Hamming-Coseno que es aplicada a un tercer número ($m-48 \rightarrow m+79$) de valores de muestras de un cuadro anterior de señal y a todos los valores de muestras del cuadro actual (F) de señal.

12. Un método según la reivindicación 11, **caracterizado** porque la ventana Hamming-Coseno (W_2) incluye exclusivamente valores de muestras del cuadro anterior de señal y del cuadro actual (F) de señal.

13. Un método según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la función de ventana incluye

un primer margen que comprende el primer número (n_1) de valores de muestras para los que la función de ventana tiene una magnitud constante, correspondiendo el primer margen al cuadro pertinente de señal codificada primaria, y

un segundo margen de valores de muestras fuera del primer margen, para los que la función de ventana tiene una magnitud gradualmente declinante.

14. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por

producir el espectro (C) de mejora exclusivamente a partir de valores de muestras de la señal codificada primaria (P_1) y de la señal objetivo (T), que representan los componentes de frecuencias superiores a una frecuencia umbral.

15. Un método según la reivindicación 14, **caracterizado** porque, durante la producción del espectro (C) de mejora, ajusta el nivel de potencia de la señal objetivo (T) tal que el nivel de potencia de la señal objetivo (T) es atenuado a un valor que es sustancialmente igual que el nivel de potencia de la señal codificada primaria (P_1) para una banda de frecuencias representada por los componentes de frecuencias inferiores a la frecuencia umbral.

16. Un método según la reivindicación 14, **caracterizado** porque, durante la producción del espectro (C) de mejora, ajusta el nivel de potencia de la señal codificada primaria (P_1) tal que el nivel de potencia de la señal codificada primaria (P_1) es amplificado a un valor que es sustancialmente igual que el nivel de potencia de la señal objetivo (T) para una banda de frecuencias representada por los componentes de frecuencias inferiores a la frecuencia umbral.

17. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, **caracterizado** porque el espectro (C) de mejora es limitado a tener valores de coeficientes entre un límite inferior y un límite superior.

18. Un método según la reivindicación 17, **caracterizado** porque el límite inferior representa una atenuación de 10 dB y el límite superior representa una amplificación de 10 dB.

19. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el espectro de mejora codificado (C_q) constituye una cuantificación no uniforme del espectro (C) de mejora.

20. Un método según la reivindicación 19, **caracterizado** porque la producción del espectro de mejora codificado (C_q) implica transformar el espectro (C) de mejora desde un dominio lineal a un dominio logarítmico.

21. Un método según la reivindicación 19, **caracterizado** porque la producción del espectro de mejora codificado (C_q) implica combinar al menos dos componentes de frecuencias distintos del espectro (C) de mejora en un componente de frecuencia común.

22. Un método según la reivindicación 21, **caracterizado** por

dividir al menos una parte de un espectro de frecuencias del espectro (C) de mejora en al menos una banda de frecuencias, y

obtener un componente de frecuencia común para cada una de al menos una banda de frecuencias.

23. Un método según una de las reivindicaciones 21 y 22, **caracterizado** porque el componente de frecuencia común representa un valor de media aritmética de los al menos dos componentes de frecuencias distintos.

24. Un método según una de las reivindicaciones 21 y 22, **caracterizado** porque el componente de frecuencia común representa un valor de mediana de los al menos dos componentes de frecuencias distintos.

25. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 24, **caracterizado** porque la producción del espectro de mejora codificado (C_q) implica

transformar el espectro (C) de mejora en una señal de mejora transformada cepstral, y

desechar los coeficientes cepstral de la señal de mejora transformada cepstral superiores a un orden particular.

26. Un método según la reivindicación 19, **caracterizado** porque la producción del espectro de mejora codificado (C_q) implica

detectar si se estima que un cuadro pertinente de señal representa un sonido sonoro o un sonido sordo,

cuantificar el espectro (C) de mejora para un margen de frecuencias relativamente estrecho si se detecta un sonido sonoro, y

cuantificar el espectro (C) de mejora para un margen de frecuencias relativamente ancho si se detecta un sonido sordo.

27. Un método según la reivindicación 26, **caracterizado** porque

un sonido sordo es detectado si la ganancia de libro de código adaptable tiene un valor de ganancia (g_1) menor que 0,5, y

un sonido sonoro es detectado si la ganancia de libro de código adaptable tiene un valor de ganancia (g_1) de 0,5 o superior.

28. Un programa de ordenador directamente cargable en la memoria interna de un ordenador, comprendiendo software que controla todos los pasos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27 cuando dicho programa es ejecutado en un ordenador.

29. Un soporte legible por ordenador que tiene un programa grabado en él, donde el programa es para hacer que un ordenador controle todos los pasos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, cuando dicho programa está cargado en dicho ordenador.

30. Un método para descodificar información codificada que ha sido transmitida por un medio de transmisión, comprendiendo:

producir una señal codificada primaria reconstruida ($\hat{P}_1$) en respuesta a una estimación de la información codificada ($\hat{S}_1$) que ha sido recibida desde el medio de transmisión, estando la señal codificada primaria reconstruida ($\hat{P}_1$) dividida en cuadros de señal codificada primaria reconstruida, cada uno de los cuales comprende un primer número (n_1) de valores de muestras,

producir un espectro de mejora reconstruido ($\hat{C}$) en respuesta a una estimación de un espectro de mejora codificado ($\hat{C}_q$) que ha sido recibido desde el medio de transmisión, estando el espectro de mejora reconstruido ($\hat{C}$) dividido en cuadros de espectro de mejora reconstruido, cada uno de los cuales comprende un segundo número (n_c) de coeficientes espectrales,

producir una señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$) en respuesta a la señal codificada primaria reconstruida ($\hat{P}_1$) y al espectro de mejora reconstruido ($\hat{C}$), y

producir una reconstrucción de la señal fuente acústica ($\hat{Z}$) en respuesta a la señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$), **caracterizado** porque

el segundo número (n_c) es mayor que el primer número (n_1), y

la producción de la señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$) implica la ampliación de un cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida para que comprenda el segundo número (n_c) de valores de muestras.

31. Un método según la reivindicación 30, **caracterizado** porque un cuadro de señal objetivo reconstruida de la señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$) es producido usando valores de muestras de un cuadro de espectro de mejora reconstruido y valores de muestras de al menos un cuadro de señal codificada primaria reconstruida.

32. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 30 y 31, **caracterizado** porque el segundo número (n_c) es una potencia del número entero dos.

33. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 30 a 32, **caracterizado** porque la señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$) es producida

5 ampliando un cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida con valores de muestras hasta un número total de valores de muestras que es igual que el segundo número (n_C) para formar un cuadro ampliado de señal codificada primaria reconstruida,

10 multiplicar la transformada en frecuencia del cuadro ampliado de señal codificada primaria reconstruida por un cuadro pertinente de espectro de mejora reconstruido para formar un espectro de la señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$), y

transformar en frecuencia inversa el espectro de la señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$).

15 34. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 30 a 33, **caracterizado** porque la ampliación del cuadro de señal codificada primaria reconstruida implica la adición de valores de muestras desde un cuadro anterior de señal codificada primaria reconstruida al cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida.

20 35. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 30 a 33, **caracterizado** porque la ampliación del cuadro de señal codificada primaria reconstruida implica la adición de valores de muestras desde un cuadro anterior de señal codificada primaria mejorada reconstruida al cuadro pertinente de señal de la señal codificada primaria mejorada reconstruida.

25 36. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 30 a 33, **caracterizado** porque la ampliación del cuadro de señal codificada primaria reconstruida implica la adición de valores de muestras vacíos al cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida.

30 37. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 33 a 36, **caracterizado** porque una señal codificada mejorada es generada por una operación que implica la multiplicación del cuadro ampliado de señal codificada primaria reconstruida por una función (W_1 ; W_2) de ventana que comprende el segundo número (n_C) de valores de muestras y que está centrada sobre un cuadro pertinente (F_i) de señal objetivo.

38. Un método según la reivindicación 37, **caracterizado** porque la función (W_1) de ventana es simétrica.

35 39. Un método según la reivindicación 37, **caracterizado** porque la función (W_2) de ventana es asimétrica.

40. Un método según la reivindicación 37, **caracterizado** porque la función de ventana incluye

40 un primer margen que comprende el primer número (n_1) de valores de muestras para los que la función de ventana tiene una magnitud constante, correspondiendo el primer margen al cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida, y

un segundo margen de valores de muestras fuera del primer margen, para los que la función de ventana tiene una magnitud gradualmente declinante.

45 41. Un programa de ordenador directamente cargable en la memoria interna de un ordenador, comprendiendo software que controla todos los pasos de cualquiera de las reivindicaciones 30 a 40 cuando dicho programa es ejecutado en un ordenador.

50 42. Un soporte legible por ordenador, que tiene un programa grabado en él, donde el programa es para hacer que un ordenador controle todos los pasos de cualquiera de las reivindicaciones 30 a 40, cuando dicho programa está cargado en dicho ordenador.

55 43. Un transmisor para codificar una señal fuente acústica (x) para producir información codificada para transmisión por un medio de transmisión, comprendiendo:

un codificador primario (101) que tiene

una entrada para recibir la señal fuente acústica (x),

60 una primera salida para suministrar una señal objetivo (T) que está dividida en cuadros de señal objetivo, cada uno de los cuales comprende un primer número (n_1) de valores de muestras,

65 una segunda salida para suministrar una señal codificada primaria (P_1) que está destinada a coincidir con la señal objetivo (T), estando la señal codificada primaria (P_1) dividida en cuadros de señal objetivo, cada uno de los cuales comprende un primer número (n_1) de valores de muestras,

ES 2 284 676 T3

una tercera salida para suministrar información codificada (S) a partir de la cual la señal codificada primaria (P_1) ha de ser reconstruida por un receptor,

una unidad (102) de estimación de mejora que tiene

una primera entrada para recibir la señal objetivo (T),

una segunda entrada para recibir la señal codificada primaria (P_1), y

una salida para suministrar un espectro (C) de mejora a partir del cual un receptor ha de mejorar perceptiblemente una reconstrucción () de la señal fuente acústica (x), y

un codificador (103) de mejora que tiene

una entrada para recibir el espectro (C) de mejora, y

una salida para suministrar un espectro de mejora codificado (C_q) que constituye una representación cuantificada del espectro (C) de mejora,

caracterizado porque un cuadro de espectro de mejora del espectro (C) de mejora comprende un segundo número (n_c) de coeficientes espectrales, siendo el segundo número (n_c) mayor que el primer número (n_1), y

porque la unidad (102) de estimación de mejora realiza la ampliación de un cuadro entrante de señal objetivo para que comprenda el segundo número (n_c) de valores de muestras y la ampliación de un cuadro entrante de señal codificada primaria par que comprenda el segundo número (n_c) de valores de muestras.

44. Un transmisor según la reivindicación 43, **caracterizado** porque la unidad (102) de estimación de mejora produce un cuadro de espectro de mejora usando valores de muestras de al menos un cuadro de señal codificada primaria y usando valores de muestras de al menos un cuadro de señal objetivo.

45. Un transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 43 y 44, **caracterizado** porque el segundo número (n_c) es una potencia del número entero dos.

46. Un transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 43 a 45, **caracterizado** porque la unidad (102) de estimación de mejora amplía un cuadro entrante de señal añadiendo valores de muestras desde un cuadro anterior de señal al cuadro entrante de señal.

47. Un transmisor según la reivindicación 43, **caracterizado** porque la unidad (102) de estimación de mejora produce un cuadro de espectro de mejora usando valores de muestras de al menos un cuadro anterior de señal codificada primaria mejorada.

48. Un transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 43 a 45, **caracterizado** porque la unidad (102) de estimación de mejora amplía un cuadro entrante de señal añadiendo valores de muestras vacíos al cuadro entrante de señal.

49. Un transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 43 a 48, **caracterizado** porque el codificador primario (101) comprende un filtro (301; 501) de síntesis inversa que tiene una entrada para recibir la señal fuente acústica (x) y una salida para suministrar la señal objetivo (T).

50. Un transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 43 a 49, **caracterizado** porque el codificador primario (101) comprende un generador (311) de excitación que tiene una entrada para recibir la señal fuente acústica (x), una primera salida para suministrar la señal codificada primaria (P_1) y una segunda salida para suministrar la información codificada (S).

51. Un transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 43 a 49, **caracterizado** porque el codificador primario (101) comprende al menos un libro de código (503; 504) para suministrar la señal codificada primaria (P_1) por vía de realimentación y adaptación sucesiva controlada por una unidad (502) de búsqueda.

52. Un receptor para recibir y descodificar información codificada (S, C_q) procedente de un medio de transmisión, comprendiendo:

un descodificador primario (201) que tiene una entrada para recibir una estimación de la información codificada ($\hat{S}$) que ha sido recibida desde el medio de transmisión, y una salida para suministrar una señal codificada primaria reconstruida ($\hat{P}_1$) que está dividida en cuadros de señal codificada primaria reconstruida, cada uno de los cuales comprende un primer número (n_1) de valores de muestras,

un descodificador (202) de mejora que tiene una entrada para recibir un espectro de mejora codificado ($\hat{C}_q$), y una salida para suministrar un espectro de mejora reconstruido ($\hat{C}$) que está dividido en cuadros de espectro de mejora reconstruido, cada uno de los cuales comprende un segundo número (n_c) de coeficientes espectrales,

5 una unidad (203) de mejora que tiene una primera entrada para recibir el espectro de mejora reconstruido ($\hat{C}$), una segunda entrada para recibir la señal codificada primaria reconstruida ($\hat{P}_1$) y una salida para suministrar una señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$), y

10 un filtro (204) de síntesis que tiene una entrada para recibir la señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$) y una salida para suministrar una reconstrucción ($\hat{z}$) de la señal fuente acústica (x),

caracterizado porque

15 el segundo número (n_c) es mayor que el primer número (n_1), y

la unidad (203) de mejora amplía un cuadro entrante de señal codificada primaria reconstruida ($\hat{P}_1$) para que comprenda el segundo número (n_c) de valores de muestras.

20 53. Un receptor según la reivindicación 52, **caracterizado** porque la unidad (203) de mejora produce un cuadro de señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$) usando coeficientes espectrales de un cuadro de espectro de mejora reconstruido y valores de muestras de al menos un cuadro de señal codificada primaria reconstruida.

25 54. Un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 52 y 53, **caracterizado** porque el segundo número (n_c) es una potencia del número entero dos.

55. Un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 53 a 54, **caracterizado** porque la unidad (203) de mejora

30 produce un cuadro de señal codificada primaria ampliada reconstruida ampliando un cuadro pertinente de señal codificada reconstruida con valores de muestras hasta un número total de valores de muestras que es igual que el segundo número (n_c), y

35 produce una señal codificada primaria reconstruida mejorada ($\hat{P}_E$) multiplicando un espectro del cuadro ampliado de señal codificada primaria ampliada reconstruida por un cuadro pertinente de espectro de mejora reconstruido.

56. Un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 52 a 55, **caracterizado** porque la unidad (203) de mejora amplía un cuadro entrante de señal codificada primaria reconstruida añadiendo valores de muestras desde un cuadro anterior de señal codificada primaria reconstruida al cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida.

57. Un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 52 a 55, **caracterizado** porque la unidad (203) de mejora amplía un cuadro entrante de señal codificada primaria reconstruida añadiendo valores de muestras desde un cuadro anterior de señal codificada primaria reconstruida al cuadro pertinente de señal de la señal codificada primaria mejorada reconstruida.

58. Un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 52 a 55, **caracterizado** porque la unidad (203) de mejora amplía un cuadro entrante de señal codificada primaria reconstruida añadiendo valores de muestras vacíos al cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida.

59. Un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 52 a 55, **caracterizado** porque la unidad (203) de mejora produce un cuadro de señal objetivo reconstruida multiplicando el cuadro ampliado de señal codificada primaria reconstruida por una función (W_1 ; W_2) de ventana que comprende el segundo número (n_c) de valores de muestras y que está centrada sobre un cuadro pertinente de señal objetivo.

60. Un receptor según la reivindicación 59, **caracterizado** porque la función (W_1) de ventana es simétrica.

61. Un receptor según la reivindicación 59, **caracterizado** porque la función (W_2) de ventana es asimétrica.

62. Un receptor según la reivindicación 59, **caracterizado** porque la función de ventana incluye

un primer margen que comprende el primer número (n_1) de valores de muestras para los que la función de ventana tiene una magnitud constante, correspondiendo el primer margen al cuadro pertinente de señal codificada primaria reconstruida, y

ES 2 284 676 T3

un segundo margen de valores de muestras fuera del primer margen, para los que la función de ventana tiene una magnitud gradualmente declinante.

63. Un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 52 a 62, **caracterizado** porque el descodificador primario (201) comprende un generador (412) de excitación que tiene una entrada para recibir la estimación de la información codificada ($\hat{S}$) y una salida para suministrar la señal codificada primaria reconstruida ($\hat{P}_1$).

64. Un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 52 a 62, **caracterizado** porque el descodificador primario (201) comprende

al menos una entrada para recibir la estimación de la información codificada ($\hat{s}_1, \hat{s}_2, \hat{g}_1, \hat{g}_2$),

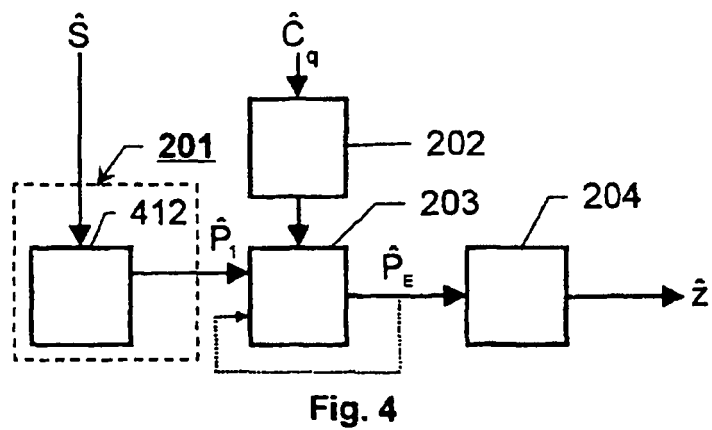
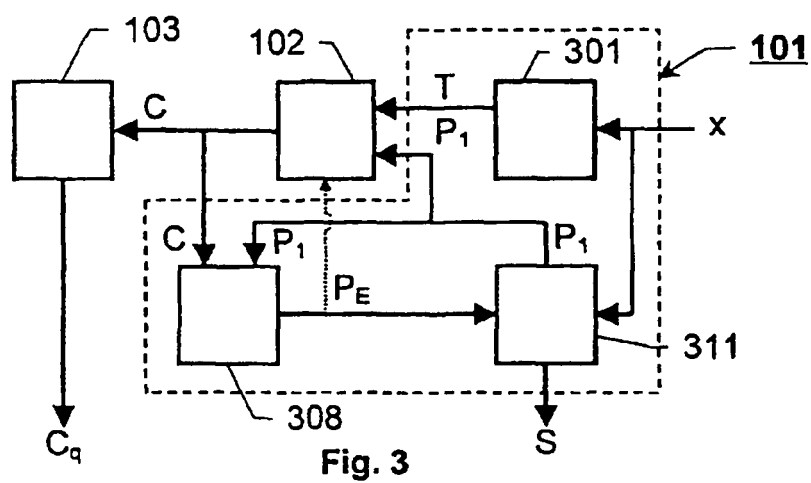
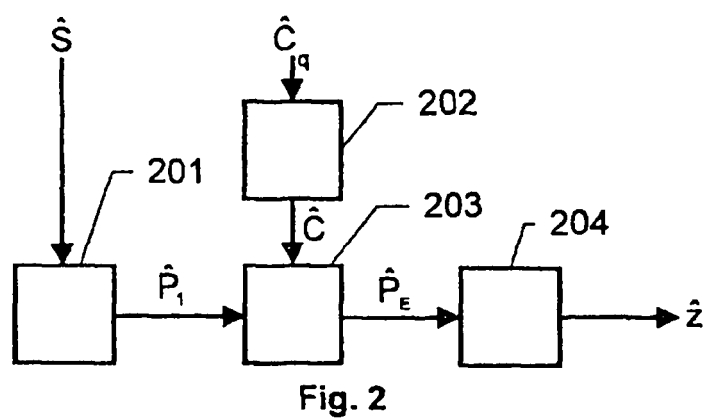
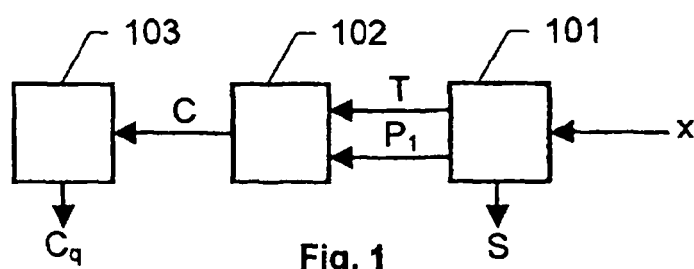
al menos un libro de código (603; 604) para suministrar la señal codificada primaria reconstruida ($\hat{P}_1$) sobre la base de la estimación de la información codificada ($\hat{s}_1, \hat{s}_2, \hat{g}_1, \hat{g}_2$).

65. Un sistema de comunicación para intercambiar señales fuente acústicas codificadas entre un primer nodo y un segundo nodo, **caracterizado** porque el sistema comprende

un transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 43 a 51,

un receptor según una cualquiera de las reivindicaciones 52 a 64, y

un medio de transmisión para transportar información codificada desde el transmisor al receptor.



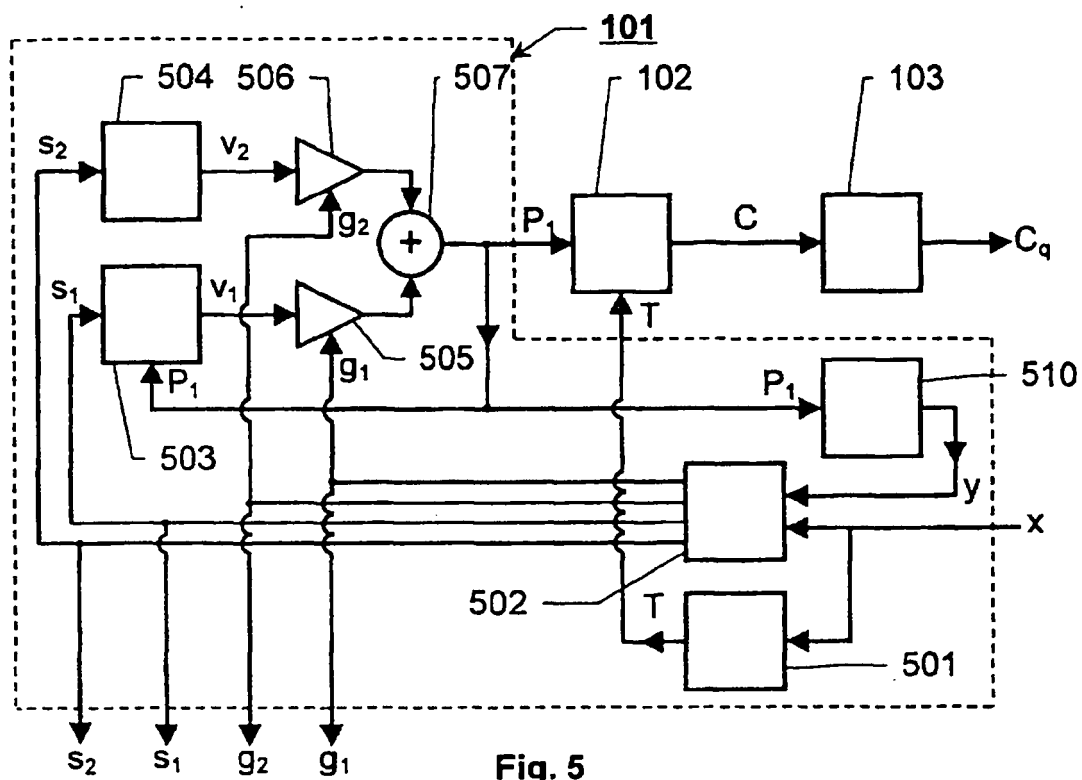


Fig. 5

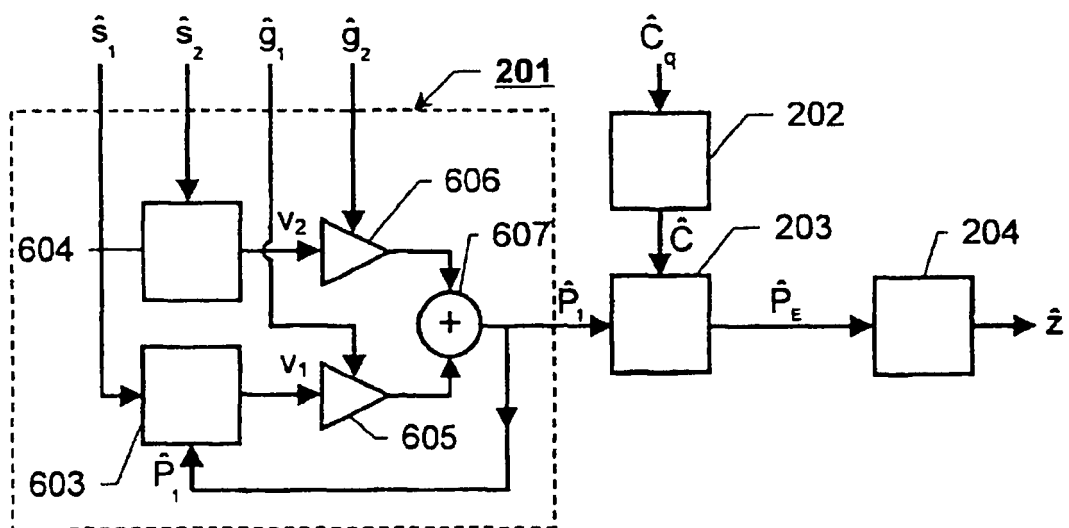


Fig. 6

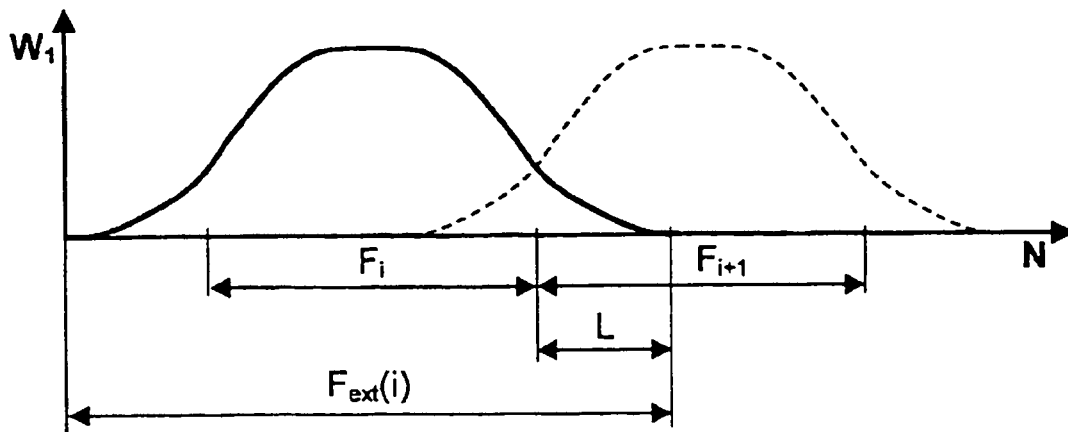


Fig. 7

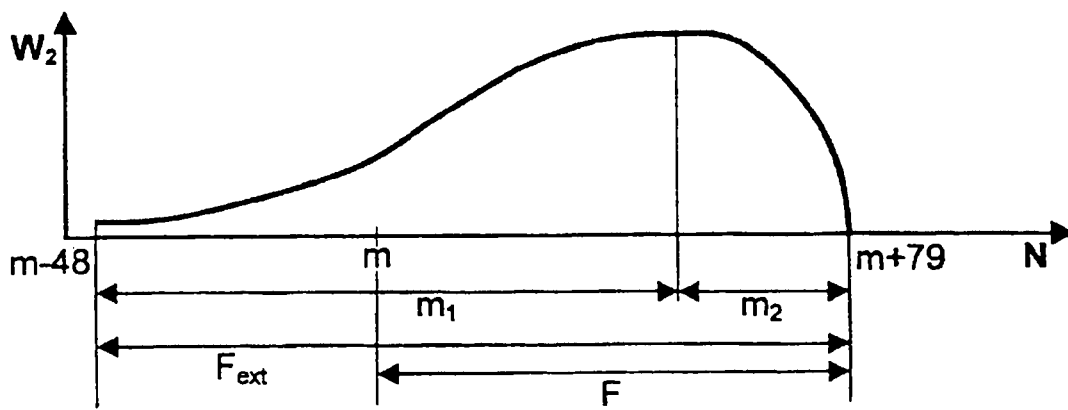


Fig. 8

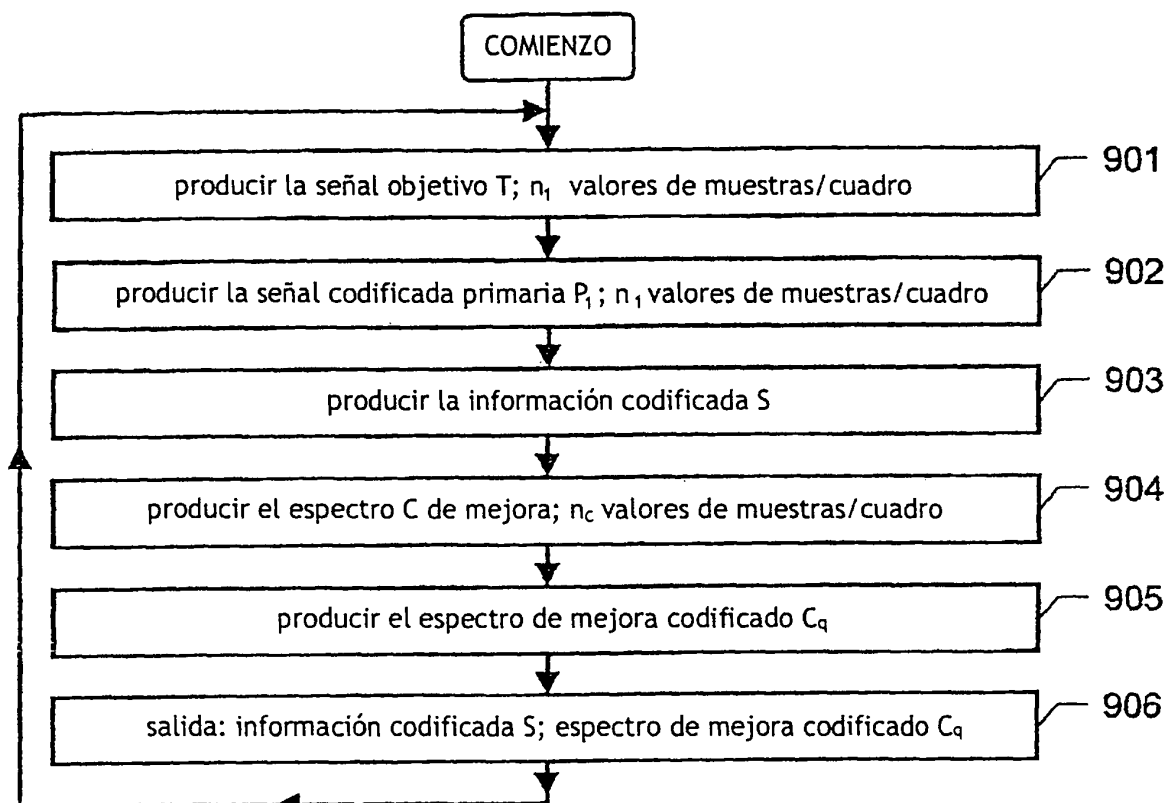


Fig. 9

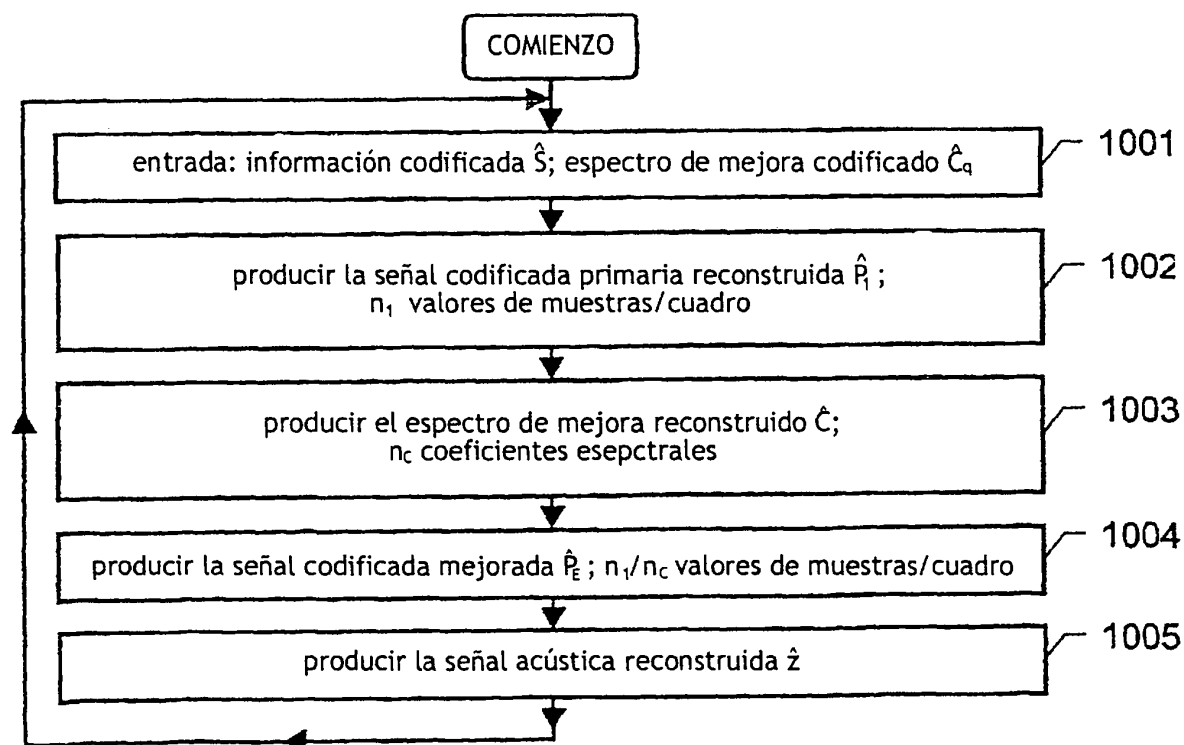


Fig. 10