



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 296 791**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01963677 .8**
86 Fecha de presentación : **07.09.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1328923**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **23.07.2003**

54 Título: **Codificación de señales acústicas perceptivamente mejorada.**

30 Prioridad: **20.10.2000 EP 00850172**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2008

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

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

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

DESCRIPCIÓN

Codificación de señales acústicas perceptivamente mejorada.

5 Antecedentes de la invención y técnica anterior

La presente invención se refiere en general a codificación de una señal acústica original de manera que una señal correspondiente reconstruida basándose en la información codificada tenga una calidad de sonido percibido que sea superior que según soluciones de codificación conocidas. La invención se refiere más particularmente a codificación de señales acústicas para producir información codificada para transmisión por un medio de transmisión según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 31 decodificación respectiva de información codificada que ha sido transmitida por un medio de transmisión según los preámbulos de las reivindicaciones 15 y 37. La invención también se refiere al sistema de comunicación según la reivindicación 44, los programas informáticos según las reivindicaciones 13 y 29 respectivamente y los medios legibles por ordenador según las reivindicaciones 13 y 30 respectivamente.

Existen muchas aplicaciones diferentes para codecs de voz (códec = codificador y decodificador). Se usan esquemas de codificación y decodificación para transmisión eficiente en cuanto a tasa de bits de señales acústicas en sistemas de comunicaciones fijos y móviles y en sistemas de videoconferencia. También pueden utilizarse codecs de voz en telefonía segura y para almacenamiento de voz.

La tendencia en la telefonía fija y móvil y en videoconferencia es hacia calidad mejorada de la señal acústica reconstruida. Esta tendencia refleja la expectativa de los clientes de que estos sistemas proporcionen una calidad de sonido igual o mejor que la de la red telefónica fija actual. Una manera de satisfacer esta expectativa es ensanchar la banda de frecuencia para la señal acústica y transmitir así más de la información contenida en la señal original al receptor. Es verdad que la mayoría de la energía de una señal de voz está situada espectralmente entre 0 kHz y 4 kHz (es decir, la anchura de banda típica de un códec de última generación). No obstante, una cantidad sustancial de la energía también está distribuida en la banda de frecuencia de 4 kHz a 8 kHz. Las componentes de frecuencia en esta banda representan información que es percibida por un oyente humano como “nitidez” y una sensación de que el hablante “está cerca” del oyente.

La resolución de frecuencia de la audición humana desciende con frecuencias crecientes. Las componentes de frecuencia entre 4 kHz y 8 kHz requieren, por lo tanto, comparativamente pocos bits para modelar con una suficiente exactitud. Hoy en día, sin embargo, no existen codecs conocidos de banda ancha eficientes en cuanto a tasa de bits, que proporcionen una señal acústica reconstruida con una calidad percibida satisfactoria. El estándar de codificación de banda ancha ITU-T G.722 existente, que opera a tasas de bits de 48, 56 y 64 kbps solamente ofrece calidad poco satisfactoria, comparada con las tasa de bits empleadas (ITU-T = Unión Internacional de Telecomunicaciones, sector de estandarización).

La patente de EE.UU. 5.956.686 describe un dispositivo de codificación/decodificación de transformación adaptable en la que el espectro de una envolvente está dividido en bandas de frecuencia, de manera que pueden aplicarse diferentes procedimientos de codificación a las envolventes de las bandas individuales. Esto posibilita el aprovechamiento de redundancias diferentes entre las bandas de la envolvente de espectro. La envolvente del espectro también está ajustada al procedimiento de codificación y/o transmisión para compensar la fluctuación de tiempo en cada banda de frecuencia.

La patente de EE.UU. 5.526.464 describe un procedimiento de codificación por predicción lineal con excitación por código donde la señal residual es dividida en bandas de frecuencia. Se proporciona un libro de códigos particular para cada banda y el tamaño del libro de códigos disminuye con la banda de frecuencia creciente. La frecuencia de muestreo se reduce con la frecuencia decreciente para reducir la complejidad de búsqueda del libro de códigos.

En el documento “16 kbit/s Wideband Speech Coding Based on Unequal Subbands”, ICASSP 1996, pp. 255-258, se propone representar simplemente la más alta de dos sub-bandas por ruido blanco con ajuste de la energía de corto plazo.

Por consiguiente, existen ejemplos en la técnica donde los esquemas de codificación aplicados tienen en cuenta las propiedades variables de diferentes bandas de frecuencia. Sin embargo, las diferentes propiedades sólo han sido utilizadas para obtener una codificación eficiente en cuanto a bits de la señal original. Aún no hay enseñanzas de ninguna medida especial adoptada para compensar las deficiencias inherentes a la codificación aplicada al usar un esquema de codificación optimizado para una primera banda de frecuencia para codificar señales en una segunda banda de frecuencia.

Hoy en día, la mayoría de los modelos de codificación de voz están diseñados para señales de banda estrecha (típicamente de 0 a 4 kHz). Si se aplican tales modelos de codificación de voz para codificación de una señal acústica que tenga una anchura de banda mayor, digamos que de 0 a 8 kHz, la codificación sólo estará optimizada para una parte de la banda de frecuencia relevante, concretamente la parte inferior.

Una razón para esto es que la cuantificación de parámetros de codificación implica generalmente correlación en el dominio del tiempo entre una señal objetivo y una señal reproducida. Tal correlación estará basada fundamentalmente

en concordancia de señal en la zona de baja frecuencia ya que las componentes de la frecuencia más alta de una señal de voz tienen una baja densidad de potencia en comparación con las componentes de baja frecuencia. Como consecuencia de esto, las componentes de alta frecuencia serán reproducidas mal en el lado del receptor.

5 Por desgracia, esta mala reproducción no puede ser disculpada por defectos en la audición humana o por las características de las señales de voz. Cuando se generan sonidos de voz, el tracto vocal funciona como filtro sobre las ondas de aire que generan los pulmones. Los denominados formantes corresponden a las frecuencias de resonancia de este filtro. En la banda de frecuencia más baja de una voz, la señal objetivo tiene distintos formantes. No obstante, para frecuencias más altas los formantes son más difusos. Debido a las limitaciones del modelo de voz usado, una
10 señal acústica que tiene una anchura de banda relativamente grande que es codificada por medio de un codificador de banda estrecha convencional será reproducida como señal que tiene distinta estructura espectral (es decir, crestas y valles) también en su banda de frecuencia superior. Un oyente humano percibe generalmente una señal acústica con tales características como antinatural y que tiene sonido un sonido como metálico.

15 Ocasionalmente, se aplica un codificador secundario a la señal de salida del primer codificador o en paralelo con el primer codificador para aumentar más la calidad de la señal reconstruida. Si se adopta esta medida para una codificador de banda estrecha convencional cuando se usa para codificar una señal original de banda ancha la estructura espectral en el extremo alto de la banda de frecuencia será ocasionalmente incluso más pronunciada. Aunque esto es deseable para señales acústicas de banda estrecha en términos de calidad de sonido mejorada, para señales acústicas de banda
20 ancha, sin embargo, el efecto puede ser contrario.

Resumen de la invención

25 El objeto de la presente invención es, por lo tanto, proporcionar un esquema de codificación mejorado para señales acústicas, que mitigue los problemas anteriores.

La invención es como se expone en las reivindicaciones independientes de procedimiento 1 y 15, las reivindicaciones independientes de programa informático 13 y 29, las reivindicaciones independientes de medio legible por
30 ordenador 14 y 30, y las reivindicaciones independientes de aparato 31 y 37.

Según un aspecto de la invención, el objeto se logra por un procedimiento de codificación de una señal acústica original para producir información codificada para transmisión por un medio de transmisión como se describe inicialmente, que está caracterizada por la señal codificada primaria y la señal objetivo que comprenden cada una
35 coeficientes de los que cada coeficiente representa una componente de frecuencia. Se produce al menos una señal alisada que corresponde a la señal codificada primaria respectiva de la señal objetivo que es una versión modificada selectivamente de la señal codificada primaria respectiva de la señal objetivo en la que se reduce una variación en los valores de coeficientes que representan información de frecuencia superior a un valor umbral.

40 Según un aspecto más de la invención, el objeto se logra por un programa informático que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador, que comprende software para controlar el procedimiento descrito en el párrafo anterior cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

45 Según otro aspecto de la invención, el objeto se logra por un medio legible por ordenador, que tiene un programa grabado en el mismo, donde el programa es para hacer que un ordenador controle el procedimiento descrito en el penúltimo párrafo anterior.

Según otro aspecto más de la invención, el objeto se logra por un procedimiento de decodificación de una estimación de una señal acústica original como de describió inicialmente, que está caracterizada por un espectro decodificado
50 primario alisado que comprende coeficientes de los que cada uno representa una componente de frecuencia. El espectro decodificado primario alisado es una versión modificada selectivamente de uno del al menos un espectro decodificado primario en el que se reduce una variación en los valores de coeficientes que representan información de frecuencia superior a un valor umbral.

55 Según un aspecto más de la invención, el objeto se logra mediante un programa informático que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador, que comprende software para controlar el procedimiento descrito en el párrafo anterior cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

60 Según otro aspecto de la invención, el objeto se logra mediante un medio legible por ordenador, que tiene un programa grabado en el mismo, donde el programa es para hacer que un ordenador controle el procedimiento descrito en el penúltimo párrafo anterior.

Según otro aspecto más de la invención, el objeto se logra mediante un transmisor como se describe inicialmente, que está caracterizado porque está concebida al menos una unidad de alisado espectral para producir una señal de salida
65 alisada a partir de una señal codificada primaria modificando selectivamente la señal codificada primaria de manera que se reduce una variación en los valores de coeficientes de la misma que representan información de frecuencia superior a un valor umbral.

Según otro aspecto adicional de la invención, el objeto se logra mediante un receptor como se describe inicialmente, que está caracterizado porque un espectro decodificado primario alisado comprende coeficientes de los cuales cada uno representa una componente de frecuencia. Una unidad de alisado espectral en el receptor está concebida para producir el espectro decodificado primario alisado modificando selectivamente al menos un espectro decodificado primario de manera que se reduce una variación en los valores de coeficientes que representan información de frecuencia superior a un valor umbral.

Según otro aspecto adicional de la invención, el objeto se logra mediante un sistema de comunicación para transmisión de una señal acústica original desde un primer nodo a un segundo nodo. El sistema de comunicación incluye, en el primer nodo, el transmisor propuesto para codificar la señal acústica original y para producir información codificada. En el segundo nodo está incluido el receptor propuesto para recibir la información codificada producida por el transmisor y para decodificar una estimación de la información codificada en una estimación de la señal acústica original. Se usa un medio de transmisión para transmitir la al menos una señal codificada aumentada del transmisor al receptor.

La reducción propuesta de la variación en los valores de coeficientes que representan información de frecuencia superior a un valor umbral, en una o más de las señales a partir de las que ha de reconstruirse una señal acústica mediante un receptor, mejora la naturalidad percibida de las señales acústicas típicas, como sonidos de voz o música. Particularmente, el sonido metálico generado por las técnicas de codificación de la técnica anterior se atenúa en una medida considerable. Esto es un efecto especialmente deseado, ya que la calidad de sonido percibida será un factor clave en el éxito de futuras aplicaciones de banda ancha.

Breve descripción de los dibujos

A continuación va a explicarse más detenidamente la presente invención por medio de realizaciones preferidas, que se describen como ejemplos, y con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1A muestra un diagrama de frecuencia con coeficientes de un espectro decodificado primario donde cada coeficiente representa una componente de frecuencia de la señal acústica original,

la figura 1B ilustra cómo se calculan los valores de coeficientes medios para los coeficientes de la Figura 1A, que representan componentes de frecuencia en bandas de frecuencia superiores a una frecuencia umbral,

la figura 1C ilustra cómo los valores de coeficientes medios de la Figura 1 sustituyen a los valores originales de los coeficientes para las componentes de frecuencia en las bandas de frecuencia superiores a la frecuencia umbral,

la figura 2A muestra un primer ejemplo de una función ventana que ha de usarse para añadir valores de coeficientes en bandas de frecuencia superpuestas.

la figura 2B muestra un segundo ejemplo de una función ventana que ha de usarse para añadir valores de coeficientes en bandas de frecuencia superpuestas,

la figura 3 muestra un diagrama de bloques sobre un par transmisor-receptor según la invención,

la figura 4 muestra un diagrama de bloques sobre una unidad de alisado espectral según una primera realización de la invención,

la figura 5 muestra un diagrama de bloques sobre una unidad de alisado espectral según una segunda realización de la invención,

la figura 6A muestra un diagrama de frecuencia sobre coeficientes intermedios de un espectro decodificado primario que ha de ser codificado nuevamente por una unidad de alisado espectral según una segunda realización de la invención,

la figura 6B muestra en un diagrama de frecuencia los coeficientes de un espectro decodificado alisado obtenido según la segunda realización de la invención,

la figura 7 muestra un diagrama de bloques sobre un sistema de comunicación según una realización de la invención,

la figura 8 ilustra, por medio de un organigrama, un procedimiento general de codificación de una señal acústica según la invención, y

la figura 9 ilustra, por medio de un organigrama, un procedimiento general de decodificación de información codificada en una estimación de una señal acústica según la invención.

Descripción de realizaciones preferidas de la invención

La figura 1A muestra, en un diagrama de frecuencia, coeficientes K_Y de un espectro decodificado primario $\hat{Y}$ a lo largo del eje f . Cada coeficiente K_Y representa la magnitud de una componente de frecuencia de una señal acústica original que ha sido codificada según un esquema de codificación arbitrario, transmitida por un medio de transmisión y decodificada según un esquema de decodificación apropiado. El espectro decodificado primario $\hat{Y}$ representa, por tanto, características perceptivamente importantes de la señal acústica x .

La figura 1B ilustra cómo el espectro decodificado primario $\hat{Y}$, representado por los coeficientes K_Y , está dividido en bandas de frecuencia i , ii y iii superiores a una frecuencia umbral f_T . Una primera banda de frecuencia i incluye componentes de frecuencia entre la frecuencia umbral f_T y una primera frecuencia límite f_i , una segunda banda de frecuencia ii incluye componentes de frecuencia entre la primera frecuencia límite f_i y una segunda frecuencia límite f_{ii} y una tercera banda de frecuencia iii incluye componentes de frecuencia entre la segunda frecuencia límite f_{ii} y una tercera frecuencia límite f_{iii} . Una línea de puntos respectiva en cada una de las bandas de frecuencia i , ii y iii ilustra un valor de coeficiente de la media aritmética para la banda de frecuencia en cuestión. En una realización alternativa de la invención se determina un valor de coeficiente de la mediana en lugar del valor de la media aritmética.

Se genera un espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$ como versión modificada selectivamente del espectro decodificado primario $\hat{Y}$ en el que se reduce una variación en los valores de coeficientes K_{YE} que representan información de frecuencia superior al valor umbral f_T . La Figura 1C muestra un ejemplo en el que los valores de coeficientes medios K_i , K_{ii} , respectivamente de K_{iii} de la figura 1B sustituyen a los valores de coeficientes originales para las componentes de frecuencia en las bandas de frecuencia en las bandas de frecuencia i , ii y iii superiores a la frecuencia umbral f_T y por las cuales se consigue dicha reducción en la variación de los valores de coeficientes K_{YE} .

Las figuras 1B y 1C muestran una realización de la invención donde las bandas de frecuencia i , ii y iii no están superpuestas y tienen anchos de banda diferentes. Como la resolución del oído humano disminuye aproximadamente según una relación logarítmica con frecuencia creciente, es razonable, desde un punto de vista perceptivo, dividir las bandas de frecuencia i , ii y iii según una escala de frecuencia logarítmica. La escala de Bark, por ejemplo, divide el espectro por medio de las siguientes frecuencias límite: 0 kHz; 0,1 kHz; 0,2 kHz; 0,3 kHz; 0,4 kHz; 0,51 kHz; 0,63 kHz; 0,77 kHz; 0,92 kHz; 1,08 kHz; 1,27 kHz; 1,48 kHz; 1,72 kHz; 2 kHz; 2,32 kHz; 2,7 kHz; 3,15 kHz; 3,7 kHz; 4,4 kHz; 5,3 kHz; 6,4 kHz; 7,7 kHz; 9,5 kHz; 12 kHz y 15,5 kHz. La escala cepstrum de Mel define un conjunto alternativo de bandas de frecuencia dirigidas a asemejarse a las bandas críticas del oído humano. El procedimiento de predicción lineal perceptiva (PLP) proporciona otro medio más para obtener un conjunto de bandas de frecuencia que representan un cambio de escala y compresión del espectro motivados perceptivamente.

Por supuesto, las bandas de frecuencia también pueden ser equidistantes o puede haber sólo una única banda de frecuencia que abarque todo el espectro superior a la frecuencia umbral f_T .

Por otra parte, independientemente del ancho de banda relativo de las bandas de frecuencia, las bandas de frecuencia vecinas pueden superponerse al menos parcialmente entre sí. En este caso, los coeficientes dentro de cada banda de frecuencia deben multiplicarse por una función ventana antes de que los valores de coeficientes resultantes en las zonas superpuestas se las bandas de frecuencia puedan obtenerse sumando juntos los valores de coeficientes relevantes.

La figura 2A muestra un primer ejemplo de tal función ventana W_1 que tiene forma trapezoidal y que está definida entre una frecuencia límite inferior f_i y una frecuencia límite superior f_u . La función ventana W_1 tiene una magnitud constante, por ejemplo 1, en zonas de frecuencia no superpuestas y tiene una magnitud gradualmente decreciente en una zona de transición inferior y una zona de transición superior correspondiente donde las bandas de frecuencia vecinas se superponen. La magnitud de la región ventana W_1 es preferentemente igual a media magnitud constante (por ejemplo 0,5) en el punto medio de la zona de transición respectiva. Por supuesto, el punto medio debe estar definido con respecto a cualquier escala de frecuencia no lineal usada.

La figura 2B muestra otro ejemplo de una función ventana W_2 que ha de usarse para sumar valores de coeficientes en bandas de frecuencia superpuestas, que tiene una forma no trapezoidal, sin embargo, por lo demás, tiene las mismas características que la función ventana W_1 descrita anteriormente con referencia a la figura 2A. Una función ventana que tiene una forma no lineal en las zonas de transición (por ejemplo, el primer cuarto de una onda seno o coseno) tiene propiedades de frecuencia ventajosas para ciertas aplicaciones.

La Figura 3 muestra un diagrama de bloques general sobre un par transmisor-receptor según la invención. El transmisor 300 codifica una señal acústica original x en una representación codificada $P_{(E)}$, que es transmitida por un medio de transmisión 306 al receptor 310.

El transmisor 300 incluye un dispositivo codificador para producir al menos una señal codificada básica P que representa características perceptivamente importantes de la señal acústica x . Es posible para un receptor 310 reconstruir una estimación $\hat{z}$ de la señal acústica original x directamente a partir de una estimación de la señal codificada básica P . Sin embargo, según una realización preferida de la invención, el transmisor 300 también incluye una primera unidad de alisado espectral 305a, que recibe al menos una de las componentes de señal en las que está basada la señal codificada básica P y genera, en respuesta a la misma, una componente de señal alisada correspondiente. Se produce una señal codificada aumentada $P_{(E)}$ a partir, entre otras cosas, de la componente de señal alisada correspondiente. La

señal codificada aumentada $P_{(E)}$, constituye una representación mejorada de la señal acústica original x a partir de la cual puede reconstruirse una estimación perceptivamente mejorada z de la señal acústica original x mediante el receptor 310. La primera unidad de alisado espectral 305a produce la señal alisada correspondiente a partir de la al menos una componente de señal de la señal codificada básica P modificando selectivamente el espectro de la componente de

5 señal de manera que se reduce una variación en los valores de coeficientes del espectro, que representan información de frecuencia superior a un valor umbral. La primera unidad de alisado espectral 305a modifica así el espectro de la componente de señal de una manera que corresponde a la modificación del espectro decodificado primario Y descrita con referencia a las figuras 1A-1C anteriores.

10 La señal codificada aumentada $P_{(E)}$ es enviada por el medio de transmisión 306 y es recibida por el receptor 310 como una estimación de la señal codificada aumentada $P_{(E)}$ en forma de una señal codificada aumentada transmitida $\hat{P}_{(E)}$. La señal codificada aumentada transmitida $\hat{P}_{(E)}$ es utilizada por el receptor 310 para reconstruir una estimación perceptivamente mejorada z de la señal acústica original x por medio de una segunda unidad de alisado espectral 305b. La segunda unidad de alisado espectral 305b produce la estimación perceptivamente mejorada $\hat{z}$ de la señal acústica

15 original x modificando selectivamente un espectro primario $\hat{Y}$ decodificado a partir de la señal codificada aumentada transmitida $\hat{P}_{(E)}$ de manera que se reduce una variación en los valores de coeficientes de un espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$, que representan información de frecuencia superior a un valor umbral.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques sobre las unidades de alisado espectral 305a respectiva de la 305b en la figura 3 diseñada según una primera realización de la invención. Sin embargo, por razones de simplicidad, sólo se hace referencia a las variables de la segunda unidad de alisado espectral 305b. La unidad de alisado espectral 305b incluye una primera memoria intermedia 401 en la que se almacenan los coeficientes K_Y , cada uno representando una

20 componente de frecuencia, del espectro decodificado primario $\hat{Y}$. Una unidad de proceso 402 recibe los coeficientes $k_Y^{n+1} - k_Y^m$ desde la primera memoria intermedia 401 que corresponden a componentes de frecuencia superiores a un valor umbral f_T y calcula un valor de coeficiente medio K_i, K_{ii}, K_{iii} de estos coeficientes $k_Y^{n+1} - k_Y^m$ para cada una de al menos una banda de frecuencia i, ii y iii . Cada uno de los valores de coeficiente medios K_i, K_{ii}, K_{iii} son almacenados luego repetidamente en una segunda memoria intermedia 403 un número de veces que es igual al número de coeficientes K_Y , del espectro decodificado primario $\hat{Y}$ en la banda de frecuencia particular i, ii y iii . El propósito de este almacenamiento es posibilitar una sustitución rápida de los coeficientes K_Y , del espectro decodificado primario $\hat{Y}$

30 por los valores de coeficientes medios K_i, K_{ii}, K_{iii} relevantes. La sustitución de coeficientes se logra por medio de una unidad de lectura 404 que lee los coeficientes $k_Y^1 - k_Y^n$ hasta el valor umbral f_T de la primera memoria intermedia 401 y que lee los coeficientes alisados $k_Y^{n+1} - k_Y^m$ superiores al valor umbral f_T de la segunda memoria intermedia 403. Estos coeficientes $k_Y^1 - k_Y^n, K_i, K_{ii}, K_{iii}$ forman juntos luego los coeficientes K_{YE} del espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$ que se proporciona en una salida de la unidad de lectura 404.

La figura 5 muestra un diagrama de bloques sobre las unidades de alisado espectral 305a respectiva de la 305b en la figura 3 diseñadas según una segunda realización de la invención. De nuevo, por razones de simplicidad, aquí también se hace referencia sólo a las variables de la segunda unidad de alisado espectral 305b.

La unidad de alisado espectral 305b incluye un primer transformador 501 para recibir el espectro primario $\hat{Y}$ a través de una entrada. El primer transformador 501 produce un espectro angular correspondiente Y_s^{arg} en una primera salida y un espectro de magnitud correspondiente $|Y_s|$ en una segunda salida. El espectro de magnitud $|Y_s|$ está representado por valores de coeficientes $k_Y^1, \dots, k_Y^m$. Opcionalmente, la unidad de alisado espectral 305b incluye un transformador logarítmico 502, que recibe esos coeficientes $k_Y^{n+1}, \dots, k_Y^m$ del espectro de magnitud $|Y_s|$ que representan componentes de frecuencia superiores a la frecuencia umbral f_T , mientras que los coeficientes $k_Y^1, \dots, k_Y^n$ del

45 espectro de magnitud $|Y_s|$ que representan componentes de frecuencia inferior son enviados a un combinador 507. El transformador logarítmico 502 recibe los coeficientes $k_Y^{n+1}, \dots, k_Y^m$ del espectro de magnitud $|Y_s|$ que representan componentes de frecuencia superiores a la frecuencia umbral f_T en una entrada y proporciona, en respuesta a ello, una transformada logarítmica en una salida. Un primer transformador inverso 503 recibe esta parte transformada del espectro de magnitud en una entrada y proporciona, en una salida y en respuesta a ello, una señal codificada en cepstrum que tiene un conjunto de coeficientes cepstrales de los que cada uno representa una componente en el dominio cepstral. En caso de que no se incluya el transformador logarítmico 502, los coeficientes $k_Y^{n+1}, \dots, k_Y^m$ del espectro de magnitud $|Y_s|$ se introducen directamente del primer transformador 501 al transformador inverso 503. Una unidad de descart 504 sigue descartando los coeficientes cepstrales de un orden n y superiores de la señal codificada en cepstrum, sustituye los coeficientes descartados con coeficientes de valor cero y suministra la señal nuevamente a un

55 segundo transformador 505, que produce un señal de espectro correspondiente.

Esta señal de espectro es transformada luego logarítmicamente en un transformador logarítmico inverso 506 posterior si antes ha sido realizada una transformada logarítmica correspondiente por un transformador logarítmico 502. El transformador logarítmico inverso 506 produce coeficientes alisados logarítmicamente $k_Y^{n+1} - k_Y^m$. Por lo tanto, los coeficientes alisados $k_Y^{n+1} - k_Y^m$ procedentes del segundo transformador 505 o los coeficientes alisados logarítmicamente $k_Y^{n+1} - k_Y^m$ procedentes del transformador logarítmico inverso 506 son enviados al combinador 507 junto con los coeficientes $k_Y^1, \dots, k_Y^n$ del espectro de magnitud $|Y_s|$ que representan componentes de frecuencia inferiores a la frecuencia umbral f_T . El combinador proporciona, en respuesta a los coeficientes $k_Y^1, \dots, k_Y^n$ y los coeficientes alisados $k_Y^{n+1} - k_Y^m$, un espectro alisado de magnitud $|Y_s|$. Un segundo transformador inverso 508 recibe el espectro angular Y_s^{arg} en una primera entrada y el espectro alisado de magnitud $|Y_s|$ en una segunda entrada y produce, en respuesta a ello, una señal codificada aumentada $\hat{Y}_E$ en una salida.

La figura 6A muestra, en un diagrama de espectro de magnitud (logarítmico), un ejemplo de coeficientes espectrales K_S de un espectro decodificado primario $\hat{Y}$. Como puede apreciarse en el diagrama, el espectro decodificado primario $\hat{Y}$ contiene coeficientes con grandes variaciones entre coeficientes K_S vecinos. Como tal variación no es deseable en el extremo superior de la banda de frecuencia para una representación de información acústica, esta variación se reduce en una unidad de alisado espectral 305b como se describió anteriormente con referencia a la figura 5. La unidad de alisado espectral 305b recibe el espectro decodificado primario $\hat{Y}$ y de ese modo proporciona un espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$ en el que se reduce la variación en los valores de coeficientes K_{YE} que representan información de frecuencia superior a un valor umbral f_T . La variable n de la unidad de descarte 504 se escoge concretamente como un valor tal que se reduzca una variación en los valores de coeficientes K_{YE} del espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$, que representan información de frecuencia superior al valor umbral f_T (que corresponde a un índice espectral K_Y^n).

La figura 6B muestra, en un diagrama de frecuencia, los coeficientes espectrales de magnitud K_S del espectro decodificado primario $\hat{Y}$ en la figura 6A después de haber sido modificados por la unidad de alisado espectral 305b en valores de coeficientes K_{YE} representantes de un espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$ correspondiente.

Como alternativa a la transformación de cepstrum y el siguiente descarte de coeficientes de orden alto en la señal codificada en cepstrum, el alisado espectral puede lograrse mediante filtrado de paso bajo lineal de coeficientes espectrales que representan el espectro primario $\hat{Y}$ o mediante filtrado de mediana de los coeficientes espectrales del espectro primario $\hat{Y}$ que representan componentes de frecuencia superiores al valor umbral f_T .

La figura 7 muestra un diagrama de bloques sobre un sistema de comunicación según una realización de la invención por medio del cual puede transmitirse una señal acústica original x desde un primer nodo como señal codificada de baja tasa de bits hasta un segundo nodo, donde es reconstruida en una estimación z de la señal acústica original x . El sistema comprende un transmisor 300, un medio de transmisión 306 y un receptor 310.

El transmisor 300 incluye a su vez un codificador de señal 702, que tiene una entrada para recibir la señal acústica original x y una salida para proporcionar una señal codificada básica P_1 que representa características perceptivamente importantes de la señal acústica x . El codificador de señal 702 también proporciona una señal objetivo r que representa una versión filtrada (en un sentido general) de la señal acústica original x y una señal codificada primaria y que representa una señal reconstruida basada en la señal codificada básica P_1 . Una o ambas señales, la señal objetivo r y la señal codificada primaria y , son alisadas espectralmente en una unidad de alisado espectral 305a respectiva de la 305c según el procedimiento descrito anteriormente.

Según una realización preferida de la invención, una primera unidad de alisado espectral 305a recibe la señal codificada primaria y , y produce una señal codificada primaria alisada y_E en respuesta a ello. No obstante, también puede estar incluida en el transmisor una unidad de alisado espectral 305c adicional para recibir la señal objetivo r y producir correspondientemente una señal objetivo alisada r_E . Según otra realización preferida de la invención, sólo está incluida la unidad de alisado espectral 305c, que mejora la señal objetivo r (y no la unidad de alisado espectral 305a, que mejora la señal codificada primaria y). Estas diferentes realizaciones de la invención están indicadas en la figura 7 por líneas discontinuas y cajas discontinuas.

Ambas unidades de alisado espectral 305a y 305b funcionan de acuerdo con el procedimiento según la invención descrito anteriormente para producir una señal codificada primaria alisada y_E (y posiblemente una señal objetivo alisada r_E) reduciendo la variación en los valores de coeficientes espectrales de la señal o señales que representan información de frecuencia superior a un valor umbral f_T .

Un codificador de ecualización 703 en el transmisor 300 recibe la señal codificada primaria alisada y_E y la señal objetivo (posiblemente alisada) r_E . El codificador de ecualización 703 transforma la señal objetivo (posiblemente alisada) r_E respectiva de la señal codificada primaria alisada y_E en el dominio de frecuencia y calcula un espectro de proporción C entre los espectros de las señales transformadas para representar una diferencia espectral logarítmica entre la señal objetivo (posiblemente alisada) r_E y la señal codificada primaria alisada y_E . La magnitud del espectro de proporción C indica así lo bien que la primera señal codificada P_1 describe a la señal acústica x .

El espectro de proporción C se proporciona en una salida del codificador de ecualización 703 y se envía a un cuantificador 704, que proporciona en su salida una señal codificada secundaria P_C en respuesta a la señal de proporción C . La señal codificada secundaria P_C representa una señal discreta y cuantificada que contiene un conjunto de coeficientes.

Por último, el transmisor 300 comprende una unidad de salida (no mostrada) que está concebida para suministrar la primera señal codificada P_1 respectiva de la señal codificada secundaria P_C al medio de transmisión 306. En caso de que al menos uno del transmisor 300 y el receptor 310 sea móvil, el medio de transmisión 306 está constituido normalmente, al menos en parte, por uno o más recursos radioeléctricos. Naturalmente, cualquier otro tipo de medio de transmisión adaptado para comunicación fija o móvil se puede aplicar igualmente bien según la invención.

El receptor 310 recibe luego estimaciones de las señales P_1 , P_C como primera señal transmitida $\hat{P}_1$ que representa la primera señal codificada P_1 respectiva de una segunda señal transmitida una segunda señal transmitida $\hat{P}_C$ que representa la señal codificada secundaria P_C . La primera señal transmitida $\hat{P}_1$ y la segunda señal transmitida $\hat{P}_C$ son

utilizadas por el receptor 310 para reconstruir una estimación perceptivamente mejorada z de la señal acústica original x . Para realizar esto, el receptor 310 incluye un decodificador de ecualización 707, una unidad de reconstrucción 708, una unidad de alisado espectral 305b y un ecualizador 709.

- 5 La unidad de reconstrucción 708 recibe la primera señal transmitida $\hat{P}_1$ a través de una entrada y genera en respuesta a ello un espectro decodificado primario $\hat{Y}$, que representa una estimación del espectro de la señal acústica original x , en su salida. El espectro decodificado primario $\hat{Y}$ es enviado a la unidad de alisado espectral 305b. Esta unidad 305b produce un espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$ según el procedimiento propuesto.
- 10 El decodificador de ecualización 707 recibe la segunda señal transmitida $\hat{P}_C$ y proporciona en respuesta a ello un espectro de ecualización estimado $\hat{C}$ en su salida. El espectro de ecualización estimado $\hat{C}$ es enviado al ecualizador 709 junto con el espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$. El ecualizador 709 realiza una multiplicación entre el espectro de ecualización estimado $\hat{C}$ y el espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_E$. El ecualizador 709 genera luego una transformada inversa del resultado de la multiplicación para formar una señal en el dominio del tiempo. Esta señal
- 15 constituye la estimación mejorada z de la señal original x y es suministrada en una salida del ecualizador 709.

La estimación mejorada $\hat{z}$ también podría constituir una representación indirecta de la señal original x . Por ejemplo, en el caso de un codificador predictivo lineal la estimación mejorada z sería en cambio una señal de excitación, a partir de la cual sería producida una estimación de la señal original x a través de un filtro de síntesis.

- 20 Como los codecs en muchos sistemas de codificación (por ejemplo, el codificador GSM EFR y el codificador AMR) operan bloque por bloque sobre una señal de voz que está segmentada en cuadros o subcuadros, es preferible aplicar el operador de ecualización C (aproximado por el espectro de ecualización estimado $\hat{C}$) en un modo de bloque por bloque que corresponde a la segmentación de la señal de voz (GSM=Sistema Global para Comunicación Móvil; EFR=Tasa Completa Aumentada; AMR=Multi-tasa Adaptable). Por supuesto, lo mismo es cierto para la transformada de frecuencia lo mismo es cierto para la transformada de frecuencia Y_E que representa un espectro alisado estimado de la señal original x .

- La figura 8 ilustra, por medio de un organigrama, un procedimiento general de codificación de una señal acústica según la invención. Una primera etapa 801 recibe la señal acústica x . En una etapa siguiente 802 se genera una señal codificada básica P que representa características perceptivamente importantes de la señal acústica x . Una etapa posterior 803 reduce una variación en los valores de coeficientes de al menos una de las componentes de señal en las que está basada la señal codificada básica P y genera, en respuesta a ello, una componente de señal alisada correspondiente. Una señal codificada básica aumentada $P_{(E)}$ es producida a partir, entre otras cosas, de la componente de señal alisada correspondiente. Por último, en una etapa 804, la señal codificada aumentada P es suministrada a un medio de transmisión para transmisión a un receptor.

- La figura 9 ilustra, por medio de un organigrama, un procedimiento general de decodificación de información codificada en una estimación de una señal acústica según la invención. Una primera etapa 901 recibe al menos una señal codificada transmitida (posiblemente aumentada) $\hat{P}_E$ desde un medio de transmisión. Luego se genera un espectro decodificado primario $\hat{Y}$ en una etapa siguiente 902 a partir de la al menos una señal codificada transmitida (posiblemente aumentada) $\hat{P}_E$. Posteriormente, en una etapa 903 se forma un espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_{(E)}$ a partir del espectro decodificado primario $\hat{Y}$. Por último, una etapa 904 genera una estimación $\hat{z}$ de una señal original basándose en al menos el espectro decodificado primario alisado $\hat{Y}_{(E)}$. La estimación z tiene una alta calidad de sonido percibido para un oyente humano.

- Todas las realizaciones de la invención propuestas anteriormente implican operaciones en el dominio de la frecuencia. Sin embargo, según una realización preferida de la invención, pueden adoptarse acciones correspondientes en el dominio del tiempo, concretamente dividiendo una señal que representa una señal acústica original en al menos dos componentes de señal diferentes por medio de filtros de sub-bandas. Después se ajusta individualmente la potencia de las componentes de la señal para obtener el alisado deseado. Posteriormente, las componentes de la señal con potencia ajustada se combinan en una única señal codificada básica alisada que constituye así una representación de la señal acústica original en la que se reduce una variación de frecuencia para las componentes de la señal superiores a una frecuencia umbral.

- El término “comprende/que comprende”, cuando se usa en esta memoria descriptiva, se adopta para especificar la presencia de características, números enteros, etapas o componentes establecidos. Sin embargo, el término no excluye la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas o componentes adicionales o grupos de los mismos.

- La invención no está restringida a las realizaciones descritas en las figuras, sino que puede variarse libremente dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de codificación de una señal acústica original (x) para producir información codificada (P_1 , P_C) para transmisión por un medio de transmisión (306), que comprende:

producir, en respuesta a la señal acústica original (x),

una señal codificada básica (P_1) que representa características perceptivamente importantes de la señal acústica (x),

una señal objetivo (r) que representa una versión filtrada de la señal acústica original (x), y

una señal codificada primaria (y) que representa una señal reconstruida basada en la señal codificada básica (P_1),

producir, en respuesta a al menos una señal de las señal codificada primaria (y) y la señal objetivo (r) una señal alisada (y_E ; r_E) correspondiente que constituye una representación perceptivamente mejorada de la señal codificada primaria (y) respectiva de la señal objetivo (r), y

producir una señal codificada secundaria (P_C) basándose en una combinación de:

la señal codificada primaria alisada (y_E) y la señal objetivo (r),

la señal codificada primaria (y) y la señal objetivo alisada (r_E), o

la señal codificada primaria alisada (y_E) y la señal objetivo alisada (r_E),

caracterizado porque

la señal codificada primaria (y) comprende coeficientes (K_Y) de los que cada coeficiente representa una componente de frecuencia,

la señal objetivo (r) comprende coeficientes de los que cada coeficiente representa una componente de frecuencia,

las señales alisadas (y_E ; r_E) correspondientes son versiones modificadas selectivamente de la señal codificada primaria (y) respectiva de la señal objetivo (r) en las que se reduce una variación en los valores de coeficientes (K_{YE}) que representan información de frecuencia superior a una valor de frecuencia umbral (f_T).

2. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por obtenerse la señal codificada primaria (y_E) alisada se deriva de la señal codificada primaria (y) dividiendo los coeficientes (K_Y) de la señal codificada primaria (y) que representan componentes de frecuencia superiores al valor umbral (f_T) en una o más bandas de frecuencia (i, ii; iii),

calcular un valor de coeficiente medio (K_i , K_{ii} , K_{iii}) para los coeficientes (K_Y) dentro de la banda de frecuencia (i, ii; iii) respectiva, y

sustituir los coeficientes (K_Y) dentro de cada banda de frecuencia (i, ii; iii) por el valor de coeficiente medio (K_i , K_{ii} , K_{iii}) respectivo.

3. Un procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** por ser equidistantes las bandas de frecuencia (i, ii; iii).

4. Un procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado** por estar las bandas de frecuencia (i, ii; iii) al menos parcialmente superpuestas.

5. Un procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque los valores de coeficientes resultantes en las zonas superpuestas de las bandas de frecuencia (i, ii; iii) se derivan multiplicando cada banda de frecuencia (i, ii; iii) por una función ventana (W_1 ; W_2) para obtener bandas de frecuencia enventanadas correspondientes, y

sumar valores de coeficientes de bandas de frecuencia enventanadas vecinas en cada zona de superposición.

6. Un procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** por tener la función ventana (W_1 ; W_2) una magnitud constante en zonas de frecuencia no superpuestas y tener una magnitud gradualmente decreciente en una zona de transición superior e inferior donde las bandas de frecuencia vecinas se superponen.

7. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la modificación selectiva de la señal codificada primaria (y) implica

producir una señal codificada en cepstrum que tiene un conjunto de coeficientes cepstrales de los que cada uno representa una componente en el dominio cepstral, y

descartar los coeficientes cepstrales en la señal codificada en cepstrum de un orden específico (n) y superior.

8. Un procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** por escogerse el orden específico (n) de manera que se reduce una variación en los valores de coeficientes (K_{YE}) de la señal codificada primaria alisada (y_E) que representan información de frecuencia superior al valor umbral (f_T).

9. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado** por indicar la señal codificada secundaria (P_C) lo bien que la primera señal codificada (P_I) describe a la señal acústica (x).

10. Un procedimientos según la reivindicación 9, **caracterizado** por representar la señal codificada secundaria (P_C) una proporción espectral entre una señal objetivo (r) y la señal codificada primaria (y).

11. Un procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** por representar la señal codificada secundaria (P_C) una diferencia espectral logarítmica entre una señal objetivo (r) y la señal codificada primaria (y).

12. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado** por derivarse la señal codificada secundaria (P_C)

produciendo una señal objetivo transformada en frecuencia (r) en respuesta a la señal acústica (x),

produciendo una señal codificada primaria transformada en frecuencia (y) en respuesta a la señal acústica (x),

produciendo un espectro de proporción (C) entre la señal objetivo transformada en frecuencia (r) y la señal codificada primaria transformada en frecuencia (y), y

formando la señal codificada secundaria (P_C) basándose en el espectro de proporción (C).

13. Un programa informático que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador, que comprende software que hace que el ordenador ejecute cada una de las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 12 cuando dicho programa se ejecuta en el ordenador.

14. Un medio legible por ordenador, que tiene un programa grabado en el mismo, donde el programa está adaptado para hacer que un ordenador ejecute cada una de las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 12, cuando el programa se ejecuta en el ordenador.

15. Un procedimiento de decodificación de una estimación ($\hat{z}$) de una representación de una señal acústica original (x) a partir de información codificada que ha sido transmitida por un medio de transmisión (306), que comprende:

recibir al menos una señal codificada transmitida ($\hat{P}_E$) representando una estimación de al menos una señal codificada ($P_{(E)}$) que ha sido transmitida,

decodificar al menos un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$) a partir de la al menos una señal codificada transmitida ($\hat{P}_E$),

producir un espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$) a partir del al menos un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$), y

producir la estimación ($\hat{z}$) de la señal acústica original (x) basándose al menos en el espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$), **caracterizado** por

comprender el espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$) coeficientes (K_Y) de los que cada coeficientes representa una componente de frecuencia, siendo el espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$) una versión modificada selectivamente de uno del al menos un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$) en el que se reduce una variación en los valores de coeficientes (K_{YE}) que representan información de frecuencia superior a un valor de frecuencia umbral (f_T).

16. Un procedimiento según la reivindicación 15, **caracterizado** por constituir la representación de la señal acústica original (x) la propia señal acústica original (x).

17. Un procedimiento según la reivindicación 15, **caracterizado** por constituir la representación de la señal acústica original (x) una señal de excitación a partir de la cual puede derivarse la señal acústica original (x).

18. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 15 - 17, **caracterizado** por derivarse la señal decodificada primaria alisada ($\hat{Y}_E$) a partir del al menos un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$)

dividiendo los coeficientes (K_Y) de uno del al menos un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$) que representa componentes de frecuencia superiores al valor umbral (f_T) en una o más bandas de frecuencia (i, ii; iii),

calculando un valor de coeficiente medio (K_i , K_{ii} , K_{iii}) para los coeficientes (K_Y) dentro de la banda de frecuencia (i, ii; iii) respectiva, y

sustituyendo los coeficientes (K_Y) dentro de cada banda de frecuencia (i, ii; iii) por el valor de coeficiente medio (K_i , K_{ii} , K_{iii}) respectivo.

19. Un procedimiento según la reivindicación 18, **caracterizado** por ser equidistantes las bandas de frecuencia (i, ii; iii).

20. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 18 ó 19, **caracterizado** por estar las bandas de frecuencia (i, ii; iii) al menos parcialmente superpuestas.

21. Un procedimiento según la reivindicación 20, **caracterizado** por derivarse los valores de coeficientes resultantes en las zonas superpuestas de las bandas de frecuencia (i, ii; iii)

multiplicando cada banda de frecuencia (i, ii; iii) por una función ventana (W_1 ; W_2) para obtener bandas de frecuencia inventanadas correspondientes, y

sumando valores de coeficientes de bandas de frecuencia inventanadas vecinas en cada zona de superposición.

22. Un procedimiento según la reivindicación 21, **caracterizado** por tener la función ventana (W_1 ; W_2) una magnitud constante en zonas de frecuencia no superpuestas y tener una magnitud gradualmente decreciente en una zona de transición superior e inferior donde las bandas de frecuencia vecinas se superponen.

23. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 15 - 17, **caracterizado** porque la modificación selectiva del al menos un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$) implica

producir una señal codificada en cepstrum que tiene un conjunto de coeficientes cepstrales de los que cada uno representa una componente en el dominio cepstral, y

descartar los coeficientes cepstrales en la señal codificada en cepstro de un orden específico (n) y superior.

24. Un procedimiento según la reivindicación 23, **caracterizado** por escogerse el orden específico (n) de manera que se reduce una variación en los valores de coeficientes (K_{YE}) del espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$) que representan información de frecuencia superior al valor umbral (f_T).

25. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 15 - 24, **caracterizado** por comprender la al menos una señal codificada aumentada transmitida ($\hat{P}_E$)

una primera estimación ($\hat{P}_1$) de una primera señal codificada (P_1) que constituye una representación codificada de la señal acústica (x), y

una segunda estimación ($\hat{P}_C$) de una señal codificada secundaria (P_C) que indica lo bien que la primera señal codificada (P_1) describe a la señal acústica (x).

26. Un procedimiento según la reivindicación 25, **caracterizado** por representar la señal codificada secundaria (P_C) una proporción entre un espectro de una señal objetivo (r) y un espectro (C) de una señal codificada primaria (y).

27. Un procedimiento según la reivindicación 25, **caracterizado** por representar la señal codificada secundaria (P_C) una diferencia entre un espectro logarítmico de una señal objetivo (r) y un espectro logarítmico de una señal codificada primaria (y).

28. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 25 - 27, **caracterizado** por derivarse la estimación ($\hat{z}$) de la señal acústica original (x)

produciendo el al menos un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$) en respuesta a la primera estimación ($\hat{P}_1$),

produciendo el espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$) en respuesta al al menos un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$),

produciendo un espectro de ecualización ($\hat{C}$) en respuesta a la segunda estimación ($\hat{P}_C$), y

5 produciendo la estimación ($\hat{z}$) de la señal acústica original (x) en respuesta al espectro de ecualización ($\hat{C}$) y el espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$).

29. Un programa informático que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador, que comprende software que hace que el ordenador ejecute cada una de las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 15 - 28 cuando dicho programa se ejecuta en el ordenador.

10 30. Un medio legible por ordenador, que tiene un programa grabado en el mismo, donde el programa está adaptado para hacer que un ordenador ejecute cada una de las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 15 - 28, cuando el programa se ejecuta en el ordenador.

15 31. Un transmisor para codificar una señal acústica original (x) para producir información codificada para transmisión por un medio de transmisión (306), que comprende

20 un codificador primario (702) que tiene una entrada para recibir la señal acústica original (x) y que tiene una primera salida para proporcionar una señal codificada básica (P_1) que representa características perceptivamente importantes de la señal acústica (x) a partir de la cual puede reconstruirse una estimación ($\hat{z}$) de la señal acústica original (x), una segunda salida para proporcionar una señal objetivo (r) que representa una versión filtrada de la señal acústica original (x), una tercera salida para proporcionar una señal codificada primaria (y) que representa una señal reconstruida basada en la señal codificada básica (P_1),

25 al menos una unidad de alisado espectral (305a) para producir, en respuesta a la señal codificada primaria (y), una señal codificada primaria alisada (y_E) que constituye una representación perceptivamente mejorada de la señal codificada primaria (y),

30 un cuantificador (704) para producir una señal codificada secundaria (P_c) basándose en la señal codificada primaria alisada (y_E) y la señal objetivo (r),

35 **caracterizado** porque la al menos una unidad de alisado espectral (305a) está concebida para producir una señal de salida alisada (y_E) a partir de la señal codificada primaria (y) modificando selectivamente la señal codificada primaria (y) de manera que se reduce una variación en los valores de coeficientes (K_{YE}) de la misma que representan información de frecuencia superior a un valor de frecuencia umbral (f_T).

32. Un transmisor según la reivindicación 31, **caracterizado** porque la al menos una unidad de alisado espectral (305a, 305b) comprende:

40 una primera memoria intermedia (401) para almacenar coeficientes (K_Y) de la señal de entrada (P), representando cada coeficiente (K_P) una componente de frecuencia,

45 una unidad de proceso (402) para calcular, para los coeficientes ($k_Y^{n+1} - k_Y^m$) que corresponden a componentes de frecuencia superiores al valor umbral (f_T), un valor de coeficiente medio (K_i, K_{ii}, K_{iii}) de los coeficientes ($k_P^{n+1} - K_P^m$) almacenados en la primera memoria intermedia (401) para cada una de la al menos una banda de frecuencia (i, ii; iii),

50 una segunda memoria intermedia (403) para almacenar repetidamente el valor de coeficiente medio (K_i, K_{ii}, K_{iii}) respectivo para cada banda de frecuencia (i, ii; iii) tantas veces como coeficientes (K_P) correspondientes haya de la al menos una señal codificada básica (P) en la banda de frecuencia particular (i, ii; iii), y

55 una unidad de lectura (404) para leer coeficientes ($k_Y^1 - k_Y^n$) hasta el valor umbral (f_T) de la primera memoria intermedia (401) y para leer coeficientes ($k_Y^{n+1} - k_Y^m$) superiores al valor umbral (f_T) de la segunda memoria intermedia (403) para formar los coeficientes (K_{YE}) de la señal de salida (y_E).

33. Un transmisor según la reivindicación 32, **caracterizado** porque las bandas de frecuencia (i, ii; iii) son equidistantes.

60 34. Un transmisor según la reivindicación 32 ó 33, **caracterizado** porque las bandas de frecuencia (i, ii; iii) están al menos parcialmente superpuestas.

35. Un transmisor según la reivindicación 34, **caracterizado** porque comprende un combinador de coeficientes para obtener valores de coeficientes resultantes en las zonas superpuestas de las bandas de frecuencia (i, ii; iii)

65 multiplicando cada banda de frecuencia (i, ii; iii) por una función ventana ($W_1; W_2$) para obtener bandas de frecuencia enventanadas correspondientes y,

sumando valores de coeficientes de bandas de frecuencia enventanadas vecinas en cada zona de superposición.

36. Un transmisor según la reivindicación 35, **caracterizado** porque la función ventana (W_1 ; W_2) tiene una magnitud constante en zonas de frecuencia no superpuestas y tiene una magnitud gradualmente decreciente en una zona de transición superior e inferior donde las bandas de frecuencia vecinas se superponen.

37. Un receptor para decodificar una estimación (z) de una representación de una señal acústica original (x) a partir de información codificada recibida de un medio de transmisión (306), que comprende una unidad de alisado espectral (305b) que tiene una entrada para recibir un espectro decodificado primario ($\hat{Y}$) que se obtiene de la información codificada recibida ($\hat{P}_E$) y una salida para proporcionar un espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$), **caracterizado** porque el espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$) comprende coeficientes (K_Y) de los que cada coeficiente representa una componente de frecuencia, estando concebida la unidad de alisado espectral (305b) para producir el espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$) modificando selectivamente el espectro decodificado primario ($\hat{Y}$) de manera que se reduce una variación en los valores de coeficientes (K_{YE}) que representan información de frecuencia superior a un valor de frecuencia umbral (f_T).

38. Un receptor según la reivindicación 37, **caracterizado** porque comprende:

una unidad de reconstrucción (708) que tiene una entrada para recibir una primera señal transmitida ($\hat{P}_1$) en la información codificada ($\hat{P}_E$) y una salida para proporcionar el espectro decodificado primario ($\hat{Y}$),

un decodificador de ecualización (707) que tiene una entrada para recibir una segunda señal transmitida ($\hat{P}_C$) en la información codificada ($\hat{P}_E$) y una salida para proporcionar un espectro de ecualización estimado ($\hat{C}$), y

un ecualizador (709) que tiene una primera entrada para recibir el espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$), una segunda entrada para recibir el espectro de ecualización estimado ($\hat{C}$) y una salida para proporcionar la estimación (z) de la señal acústica original (x).

39. Un receptor según la reivindicación 38, **caracterizado** porque la unidad de alisado espectral (305b) comprende:

una primera memoria intermedia (401) para almacenar coeficientes (K_Y) del espectro decodificado primario ($\hat{Y}$), representando cada coeficiente (K_Y) una componente de frecuencia,

una unidad de proceso (402) para calcular, para los coeficientes ($k_Y^{n+1} - k_Y^m$) que corresponden a componentes de frecuencia superiores al valor umbral (f_T), un valor de coeficiente medio (K_i, K_{ii}, K_{iii}) de los coeficientes ($k_Y^{n+1} - k_Y^m$) almacenados en la primera memoria intermedia (401) para cada una de la al menos una banda de frecuencia (i, ii; iii),

una segunda memoria intermedia (403) para almacenar repetidamente el valor de coeficiente medio (K_i, K_{ii}, K_{iii}) respectivo para cada banda de frecuencia (i, ii; iii) tantas veces como coeficientes (K_Y) correspondientes haya de la al menos una señal codificada básica (P) en la banda de frecuencia particular (i, ii; iii), y

una unidad de lectura (404) para leer coeficientes ($k_Y^1 - k_Y^n$) hasta el valor umbral (f_T) de la primera memoria intermedia (401) y para leer coeficientes ($k_Y^{n+1} - k_Y^m$) superiores al valor umbral (f_T) de la segunda memoria intermedia (403) para formar los coeficientes (K_{YE}) del espectro decodificado primario alisado ($\hat{Y}_E$).

40. Un receptor según la reivindicación 39, **caracterizado** porque las bandas de frecuencia (i, ii; iii) son equidistantes.

41. Un receptor según la reivindicación 39 ó 40, **caracterizado** porque las bandas de frecuencia (i, ii; iii) están al menos parcialmente superpuestas.

42. Un receptor según la reivindicación 41, **caracterizado** porque comprende un combinador de coeficientes para derivar valores de coeficientes resultantes en las zonas superpuestas de las bandas de frecuencia (i, ii; iii)

multiplicando cada banda de frecuencia (i, ii; iii) por una función ventana (W_1 ; W_2) para obtener bandas de frecuencia inventanadas correspondientes y,

sumando valores de coeficientes de bandas de frecuencia inventanadas vecinas en cada zona de superposición.

43. Un receptor según la reivindicación 42, **caracterizado** porque la función ventana (W_1 ; W_2) tiene una magnitud constante en zonas de frecuencia no superpuestas y tiene una magnitud gradualmente decreciente en una zona de transición superior e inferior donde las bandas de frecuencia vecinas se superponen.

44. Un sistema de comunicación para transmisión de una señal acústica original (x) desde un primer nodo a un segundo nodo, que comprende

ES 2 296 791 T3

un transmisor (300) para codificar la señal acústica original (x) para producir información codificada según una cualquiera de las reivindicaciones 31 - 36,

5 un receptor (310) que tiene una entrada para recibir la información codificada producida por el transmisor (300) y decodificar la información codificada en una estimación ($\hat{z}$) de la señal acústica original (x) según una cualquiera de las reivindicaciones 37 - 43, y

10 un medio de transmisión (306) para transmitir la al menos una señal codificada aumentada ($P_{(E)}$) del transmisor (300) al receptor (310).

15

20

25

30

35

40

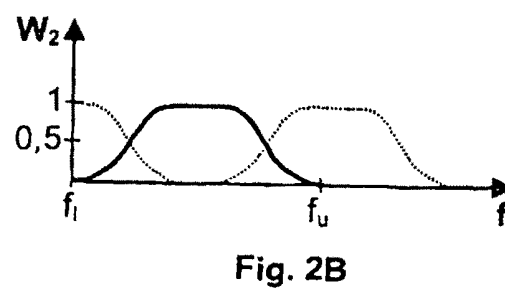
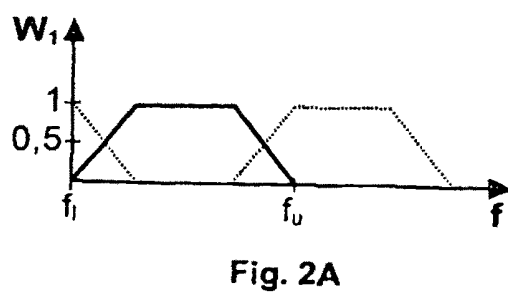
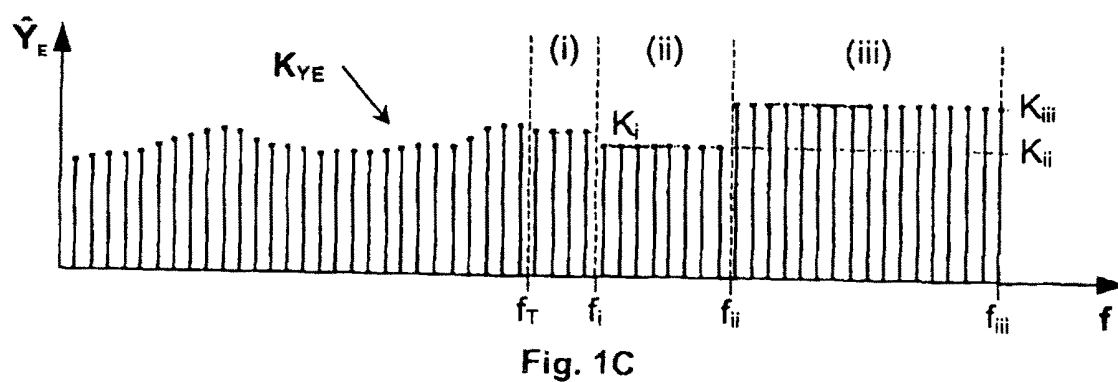
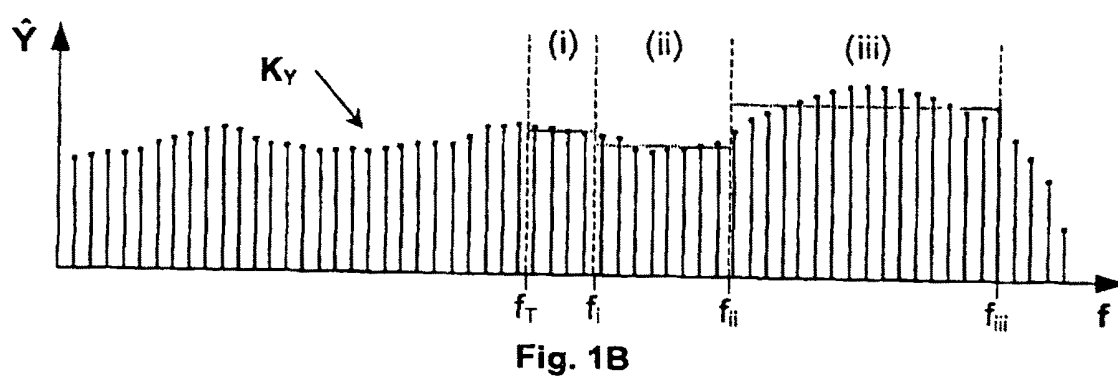
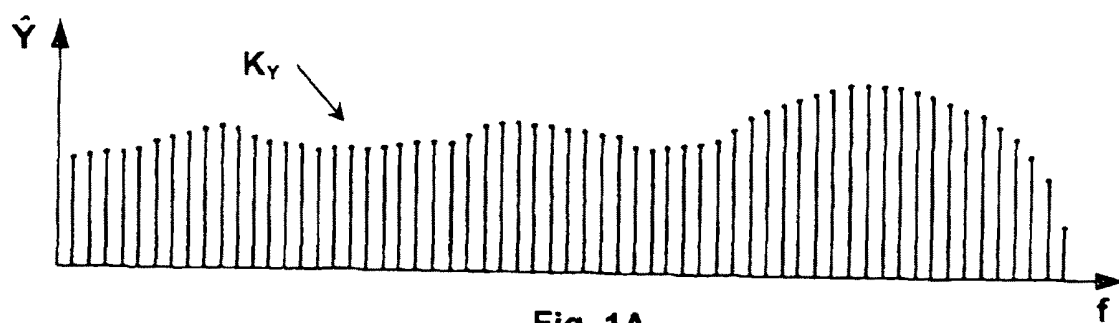
45

50

55

60

65



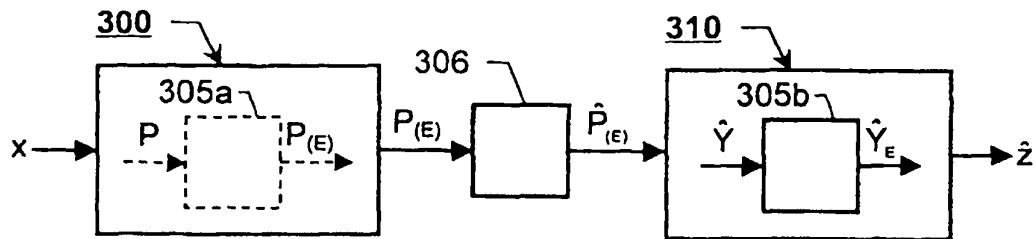


Fig. 3

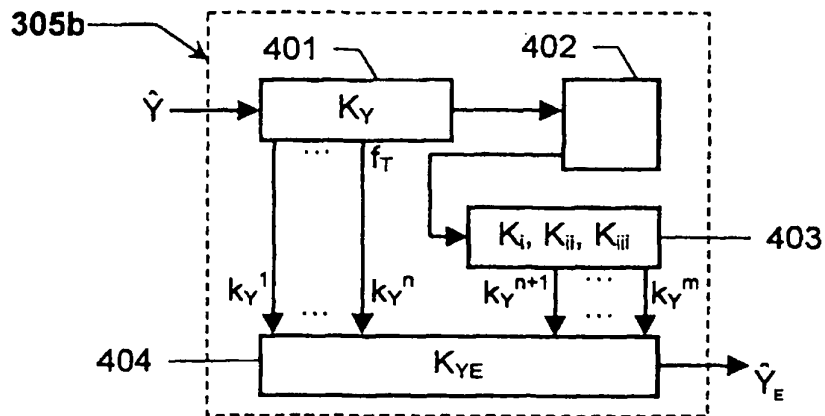


Fig. 4

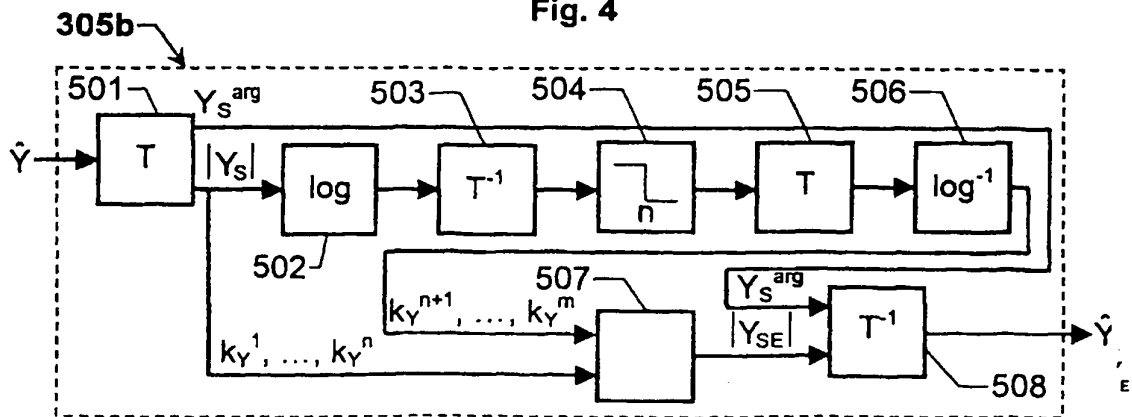


Fig. 5

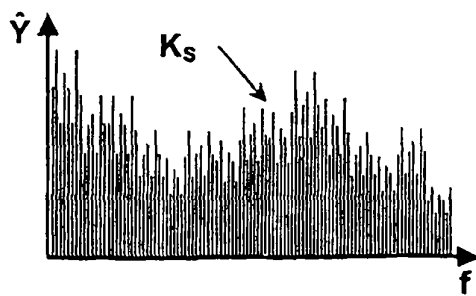


Fig. 6A

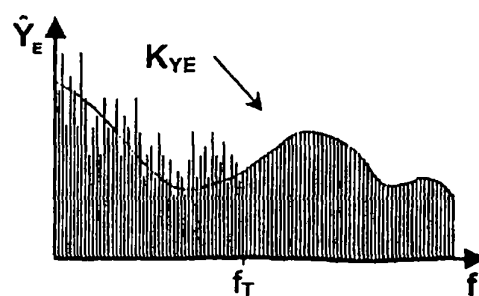


Fig. 6B

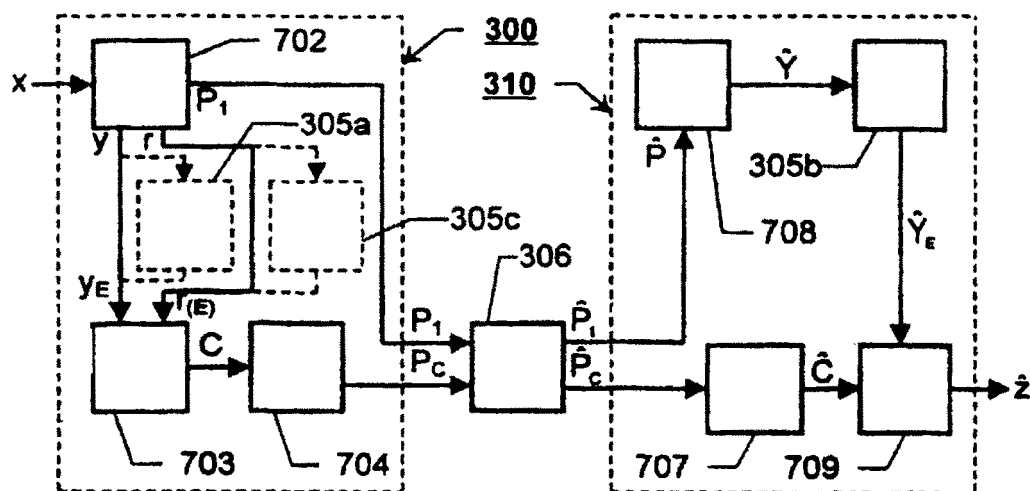


Fig. 7

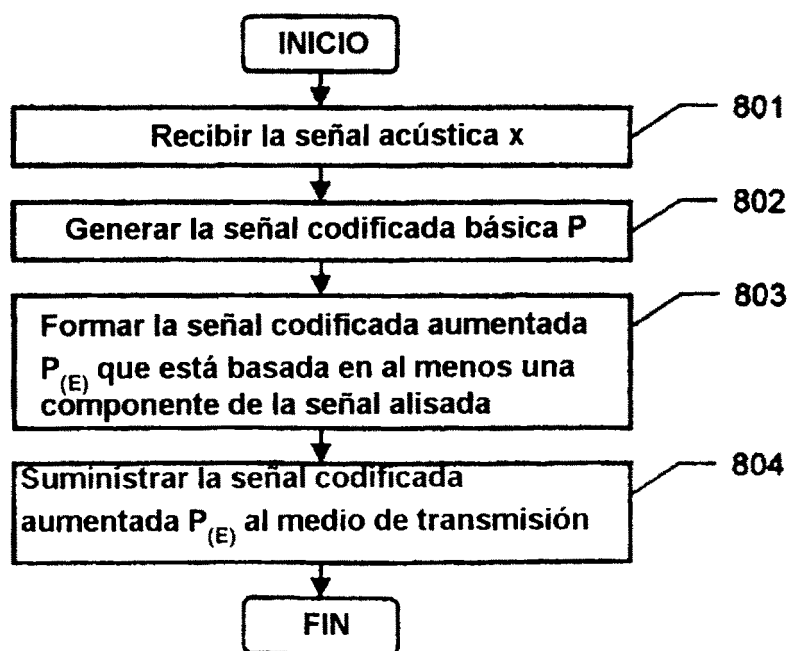


Fig. 8

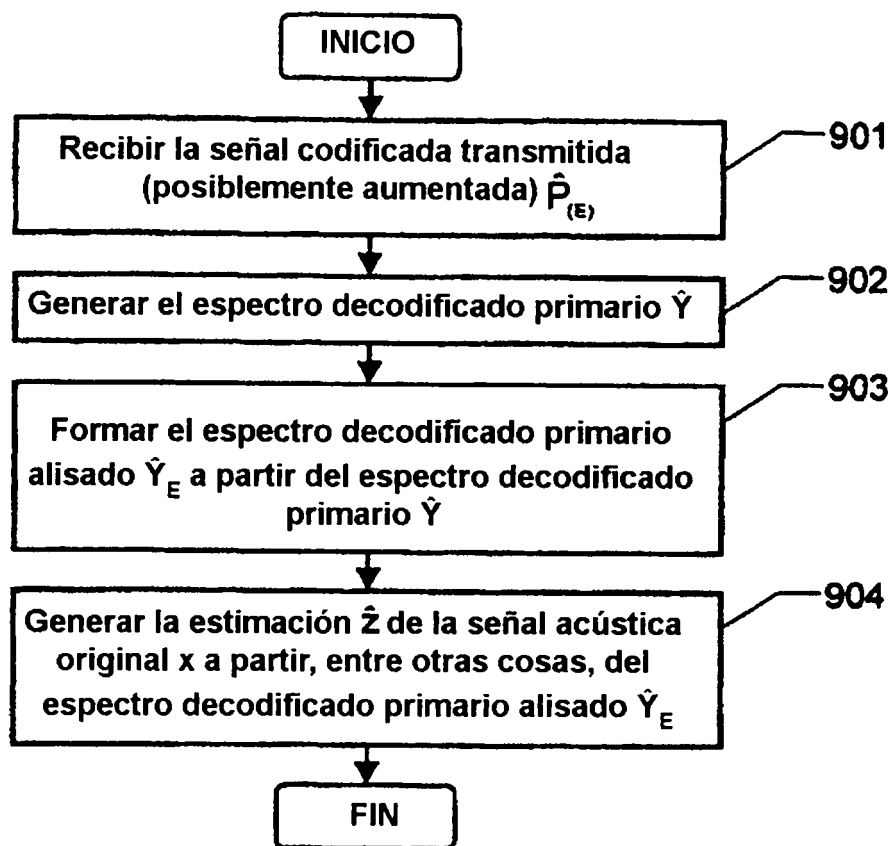


Fig. 9