

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 406**

51 Int. Cl.:

**G10L 21/0208** (2013.01)

**H04B 3/23** (2006.01)

**H04M 9/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2009 E 09705713 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2016 EP 2238590**

54 Título: **Aparato y método para calcular coeficientes de filtro para supresión de eco**

30 Prioridad:

**31.01.2008 US 25006**  
**22.08.2008 DE 102008039330**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.10.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KUECH, FABIAN;  
KALLINGER, MARKUS;  
FALLER, CHRISTOF y  
FAVROT, ALEXIS**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

ES 2 585 406 T3

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

Aparato y método para calcular coeficientes de filtro para supresión de eco

**DESCRIPCIÓN**

5 Las realizaciones de la presente invención se refieren a métodos y aparatos para calcular coeficientes de filtro para un filtro adaptable para la filtración de una señal de micrófono para suprimir un eco debido a una señal de altavoz, como puede ser empleada, por ejemplo, en el contexto de sistemas de conferencia. Ejemplos de sistemas de conferencia incluyen sistemas de conferencia telefónicos, sistemas de conferencia de video u otros sistemas de conferencia bidireccionales.

**Antecedentes**

15 Los ecos acústicos surgen siempre que tonos, sonidos y ruidos de un altavoz son captados por un micrófono ubicado en la misma sala o en el mismo medio ambiente acústico. En sistemas de telecomunicaciones, esta señal de retroalimentación acústica es transmitida de regreso al suscriptor del extremo lejano, que nota una versión retardada de su propia habla. En este contexto, las señales de eco representan una alteración muy distractora y puede aún inhibir la comunicación plenamente dúplex interactiva. Adicionalmente, los ecos acústicos pueden dar como resultado efectos de aullido y otras inestabilidades del circuito de retroalimentación acústico.

20 El documento WO 2006/111370 A1 se refiere a un método y aparato para remover un eco en una señal de audio de multicanal. El control de eco acústico y supresión de ruido son una parte importante de cualquier sistema de telecomunicación de manos libres, tales como sistemas de conferencia telefónicos, de audio o video. El método, descrito en el documento, de procesamiento de señales de altavoz de audio de multicanal y por lo menos una señal de micrófono en este contexto incluye las etapas de transformar la señal de entrada del micrófono a espectros de corto tiempo de micrófono de entrada, calcular un espectro corto tiempo de señal de altavoz combinada de las señales de altavoz, calcular un espectro de corto tiempo de señal de micrófono combinada a partir de la señal de micrófono de entrada, estimar un espectro de magnitud o un espectro de potencia del eco en el espectro de corto tiempo de señal de micrófono combinada, calcular un filtro de ganancia para la modificación de magnitud del espectro de corto tiempo del micrófono de entrada, aplicar el filtro de ganancia a por lo menos un espectro de micrófono de entrada y convertir el espectro de micrófono de entrada filtrado al dominio de tiempo.

35 Sistemas de supresión de eco y cancelación de eco como ya son empleados hoy en día y pueden también ser denominados como sistemas de remoción de eco, en resumen, frecuentemente tienen el problema de que no tratan con diferentes componentes de sonido, tono y ruido de una manera óptima a pesar del uso de filtros adaptables. Si un componente es predominante en comparación con otro, se puede presentar una supresión no óptima del eco de la señal de altavoz en la señal de micrófono de tal sistema de comunicación, por ejemplo. Por otra parte, en el caso de una composición de desviación de los componentes de las diferentes fuentes, pueden surgir artefactos tonales debido a la utilización de un sistema de supresión de eco cancelación de eco, tales artefactos tonales son también percibidos como extremadamente molestos.

45 El documento EP 1. 429 315 A1 se refiere a un método y a un sistema para la supresión de ecos y ruido en entornos de bajas condiciones acústicas variables, así como condiciones de una gran proporción de realimentación. El sistema de cancelación de ecos y ruidos en entornos con condiciones acústicas variables y alta regeneración, como en el interior de un vehículo automóvil, que permite la comunicación acústica entre los ocupantes, comprende uno o varios micrófonos para una señal de voz y A/D, convertidores D/A, amplificación y filtrado de medios de generación de una señal eléctrica que se reproduce como una señal acústica mediante un altavoz, y un cancelador de eco que utiliza la señal y una señal eléctrica desde el micrófono que integra de la señal de retroalimentación de la señal, otra señal de voz y el ruido dimensionado por el micrófono. El sistema se aplica a la eliminación de la retroalimentación, proporcionando un filtrado adicional de una señal de salida eléctrica del dispositivo de cancelación, después del tratamiento de la de la señal, que comprende un filtro variante en el tiempo que suprime el eco acústico residual con eco cancelado por el sistema y el ruido dimensionado por los micrófonos.

55 Iniciando de este arte previo, el objeto de la presente invención es por consiguiente mejorar la calidad de sonido de un sistema de supresión de eco o sistema de cancelación de eco.

Esto objeto es obtenido por un aparato como se reivindica en la reivindicación 1, un método como se reivindica en la reivindicación 19 o un programa como se reivindica en la reivindicación 20, o un aparato como se reivindica en la reivindicación 21.

60 **Sumario**

Realizaciones de un aparato para calcular coeficientes de filtro para un filtro adaptable para la filtración de una señal

de micrófono para suprimir un eco debido a una señal de altavoz, como se especifica en las reivindicaciones 1 y 21.

Una realización de un método para calcular coeficientes de filtro para un filtro adaptable para la filtración de una señal de micrófono para suprimir un eco debido a una señal de altavoz en este contexto como se especifica en la reivindicación 19.

Realizaciones de la presente invención están basadas en el hallazgo de que se puede obtener mejora de la calidad de audio en que las propiedades estáticas de la señal de altavoz o de una señal derivada de la señal de altavoz pueden ser mejoradas, dentro del contexto de cálculo de los coeficientes de filtro para filtración adaptable para suprimir un eco en la señal de micrófono, en que la señal de altavoz es analizada en cuanto a sus propiedades estáticas. Para este fin, la señal de altavoz o una señal derivada de la señal de altavoz es analizada – de acuerdo con realizaciones de la presente invención – en cuanto a un componente estacionario y/o un componente no estacionario en que una o más señales componentes correspondientes son extraídas de la respectiva señal de altavoz o de la señal derivada de la misma. El cálculo de los coeficientes de filtro adaptable es luego efectuado en base a la señal componente estacionaria extraída o la señal componente no estacionaria extraída.

Un componente estacionario de una señal, esto es, por ejemplo, de la señal de altavoz o de una señal derivada de la señal de altavoz, puede representar, por ejemplo, en un dominio frecuencia-relacionado, un valor relacionado con la energía que varía poco con el paso del tiempo, o puede formar un componente estacionario correspondiente. Un componente estacionario de tal señal puede así ser determinado, por ejemplo, en un dominio frecuencia-relacionado en que un valor relacionado con la energía es determinado para una señal de paso de banda de la señal respectiva y que se realiza el promedio sobre el avance del tiempo. El promedio puede ser conducido como promedio flotante, posiblemente utilizando diferentes especificaciones de cálculo. Tal cálculo se puede llevar a cabo, por ejemplo, de manera recursiva aprovechando una estructura tipo filtro IIR (IIR = respuesta de impulso infinita). Similarmente, el promedio correspondiente puede también ser efectuada utilizando una estructura tipo filtro FIR (FIR = respuesta de impulso finita).

Así, un componente no estacionario de la señal de altavoz o de la señal derivada puede ser determinado en base a una señal de paso de banda correspondiente de la señal respectiva. Por ejemplo, en realizaciones de la presente invención, la señal componente no estacionaria asociada puede ser determinada, por ejemplo, en base a la señal componente estacionaria y un filtro de ganancia. En realizaciones, el filtro de ganancia puede depender además de por lo menos un parámetro de control, que en realizaciones de la presente invención es determinado, por ejemplo, en base a una función de coherencia que toma en cuenta la señal de altavoz y la señal de micrófono, o señales derivadas de las mismas.

En realizaciones de la presente invención, primeros coeficientes de filtro pueden ser calculados en base a la señal componente estacionaria y segundos coeficientes de filtro pueden ser calculados en base a la señal componente no estacionaria, en base a lo cual los coeficientes de filtro para el filtro adaptable son inevitablemente determinados. Esto puede tomar lugar, por ejemplo, de tal manera que los coeficientes de filtro del filtro adaptable corresponden a una conexión en serie de un primer filtro, que está basado en primeros coeficientes de filtro, y un segundo filtro, que está basado en los segundos coeficientes de filtro. En realizaciones de la presente invención también es posible determinar los coeficientes de filtro ya sea en base a los primeros coeficientes de filtro o en base a los segundos coeficientes de filtro.

Realizaciones adicionales serán descritas, en el curso adicional de la presente descripción, con respecto a sus estructuras y modos de operación. Dependiendo de la realización específica, las señales componentes estacionarias y las señales componentes no estacionarias pueden ser señales estimadas de las señales respectivas. Asimismo, un aparato de acuerdo con una realización de la presente invención puede comprender además supresión de medios de filtración configurados para filtrar la señal de micrófono en base a los coeficientes de filtro.

**Breve descripción de las figuras**

Realizaciones de la presente invención serán explicadas a continuación en más detalle con referencia a las figuras adjuntas. Realizaciones de la presente invención pueden por consiguiente ser comprendidas mejor con respecto a las siguientes figuras:

- La Figura 1 muestra un montaje general de un problema de remoción de eco acústico;
- La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de un aparato para calcular coeficientes de filtro de acuerdo con una realización de la presente invención;
- Las Figuras 3a a 3c muestran diagramas de bloque de diferentes medios de extracción de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

	Las Figuras 4a y 4b	muestran diagramas de bloque de un filtro de estimación de eco opcional de acuerdo con realizaciones de la presente invención;
5	Las Figuras 5a a 5e	muestran diagramas de bloque de medios de cálculo de acuerdo con varias realizaciones de la presente invención;
	La Figura 6	muestra un diagrama de bloques de una realización adicional de acuerdo con la presente invención;
10	La Figura 7	muestra un diagrama de bloques de una realización adicional de la presente invención en forma de un aparato para calcular coeficientes de filtro;
	Las Figuras 8a a 8c	ilustran a separación de un componente estacionario y un componente no estacionario de una señal de altavoz;
15	La Figura 9a	muestra un filtro de supresión de eco para el componente no estacionario a una frecuencia de 1 kHz;
	La Figura 9b	muestra un filtro de supresión de eco asociado para un componente estacionario de la señal;
20	Las Figuras 10a a 10c	ilustran la relación entre la intensidad de un componente estacionario y un componente no estacionario y una ganancia de predicción junto con una actividad de voz de un canal de altavoz;
25	La Figura 11	muestra un diagrama de bloques de una realización adicional de la presente invención;
	La Figura 12	muestra un diagrama de bloques de una realización adicional de la presente invención;
30	La Figura 13	muestra un diagrama de bloques de una realización de la presente invención para una implementación de multicanal;
	La Figura 14	muestra una ilustración de un agrupamiento de un espectro de transformación de Fourier de corto tiempo uniforme a grupos para imitar la resolución de frecuencia no uniforme del sistema auditivo humano;
35	La Figura 15a	muestra filtros de interpolación de Hann usados para suavizar el filtro de ganancia sobre la frecuencia; y
40	La Figura 15b	muestra el curso de los coeficientes de filtro de ganancia junto con una curva interpolada de los mismos.

**Descripción detallada de las realizaciones**

45	Antes de describir, con referencia a las Figuras 2 a 15, varias realizaciones de la presente invención que permiten la supresión de eco acústico en tanto que se usa una separación de componentes de señal estacionarios y no estacionarios, un montaje general de un problema de remoción de eco acústico será inicialmente ilustrado con referencia a la Figura 1.
50	Los ecos acústicos surgen siempre que sonidos, tonos y ruidos de un altavoz son captados por un micrófono ubicado en la misma sala o en el mismo medio ambiente acústico. En sistemas de telecomunicación, estas señales de retroalimentación acústicas son transmitidas de regreso al suscriptor del extremo lejano, que nota una versión retardada de su propia habla. En este contexto, las señales de eco pueden representar una atracción muy distractiva y aún puede inhibir la comunicación plenamente dúplex interactiva. Adicionalmente, los ecos acústicos pueden dar como resultado efectos de aullido y otras inestabilidades del circuito de retroalimentación acústico. En un sistema de telecomunicación de manos libres apropiado plenamente dúplex, el control de eco es por consiguiente requerido para la supresión del acoplamiento entre el altavoz y el micrófono. La Figura 1 ilustra el problema de eco acústico.
55	
60	La Figura 1 muestra así un altavoz 100, que puede ser provisto, junto con un micrófono 110, en un medio ambiente acústico 120, que puede ser por ejemplo una sala, Similarmente, el medio ambiente acústico 120 puede también ser el interior de un vehículo.

En este contexto, una señal de altavoz 130, que en la Figura 1 es también denominada como  $x[n]$  con un índice de tiempo entero  $n$ , se hace disponible al altavoz 100. El micrófono 110 capta los ruidos, sonidos y tonos que se derivan del medio ambiente acústico 120, y genera una señal de micrófono 140, que es también denominada como  $y[n]$  en la Figura 1. Tanto la señal del altavoz 130 como la señal de micrófono 140 son provistas como señales de entrada a una unidad de proceso de remoción de eco 150, que provee, en una salida, una señal eco-suprimida 160 de la señal de micrófono 140, que también es denominada como  $e[n]$  en la Figura 1.

La Figura 1 ilustra así básicamente el problema de eco acústico como puede surgir en sistemas de comunicación bidireccionales. La señal del extremo lejano del sistema de telecomunicación que es emitida por el altavoz llega al micrófono en una trayectoria directa 170 y vía trayectorias reflejadas 180-1, 180-2, que también son denominadas como trayectorias indirectas. Por esta razón, el micrófono 110 no solamente capta la voz en el local, extremo cercano, sino también registra el eco que es luego retroalimentado al usuario en el extremo lejano.

En otras palabras, la señal del altavoz  $x[n]$  es retroalimentada a la señal del micrófono  $y[n]$ . Un proceso de remoción de eco, efectuado en la unidad de proceso de remoción de eco 150, idealmente remueve este eco mientras que permite que la voz del extremo local, cercano del sistema telecomunicación pase a través.

Un método convencional para tratar este eco es colocar un cancelador de eco acústico (AEC) en paralelo con la trayectoria de propagación de la señal de eco, como se describe en la Referencia [1]. En tal cancelador de eco acústico, se estima una réplica digital de la señal de eco y es restada subsecuentemente de la señal de micrófono medida u observada. Procedimientos estándar para cancelar ecos acústicos dependen de la suposición de que la trayectoria de eco puede ser modelada mediante un filtro de FIR lineal (FIR = respuesta de impulso finita), e implementar canceladores de eco acústicos así, como también se describe en la Referencia [1]. Puesto que la trayectoria de eco comúnmente es desconocida y además, puede cambiar durante el tiempo de operación, el filtro lineal de tal cancelador de eco acústico es comúnmente realizado de manera adaptable. Para ser aptos de modelar trayectorias de eco típicas, se hace uso de filtros de FIR de longitudes de comúnmente algunos cientos de milisegundos – en relación con la velocidad de toma de muestras respectiva - que también implica un alto nivel de complejidad de cálculo.

En la práctica, las atenuaciones de eco obtenibles por estos procedimientos convencionales frecuentemente no son suficientes por varias razones. Las varias razones incluyen, por ejemplo, tiempos de reverberación largos (efecto de cola de eco), que resultan en submodelado de la trayectoria de eco, componentes de eco no lineales provocados, por ejemplo, por los efectos de vibración o el comportamiento no lineal de los elementos físicos de audio particularmente de bajo costo y problemas de convergencia en caso de una velocidad de cambio temporal alta con respecto a las trayectorias de eco, como se describe en la Referencia [2]. Por consiguiente, los canceladores de eco acústicos son combinados con post-procesadores no lineales para remover ecos residuales y componentes de eco que el cancelador de eco no podría eliminar, como se describe en la Referencia [3]. Comúnmente, la supresión de ecos residuales es efectuada de manera frecuencia-selectiva, como se describe en la Referencia [4]. Por supuesto, virtualmente todos los canceladores de eco acústicos utilizan tales post-procesadores debido a que frecuentemente fallan en reducir suficientemente el eco de tal manera que se vuelve inaudible.

Recientemente, un número de supresores de eco acústicos para el dominio de sub-banda han sido propuestos en las Referencias [5, 6] que llevan similitudes a los post-procesadores no lineales mencionados anteriormente, pero no tienen la necesidad de un cancelador de eco acústico y para estimar la respuesta de impulso de trayectoria de eco. Se reivindica que estos sistemas son de baja complejidad computacional para ser robustos en tanto que obtienen un alto grado de duplexidad.

El esquema de supresor de ecos propuesto en la Referencia [6] aplica una transformada de Fourier de corto tiempo (STFT) para calcular espectros de las señales de altavoz y micrófono. Un valor de retardo  $d$  entre las transformadas de tiempo corto de las dos señales es aplicado a la señal de altavoz correspondiente, dicho valor de retardo es escogido de tal manera que la mayoría del efecto de la respuesta de impulso de trayectoria de eco es tomada en cuenta.

Luego, se estima un filtro de estimación de eco de valor real, que imita el efecto de la trayectoria de eco inicial. Para obtener un espectro de magnitud de eco estimado, el valor de retardo estimado y el filtro de estimación de eco son aplicados a los espectros del altavoz, en tanto que se utiliza un valor estimativo del espectro de magnitud de eco, se calcula un filtro de supresión de eco de valor real y es aplicado al espectro de señal de micrófono para suprimir el eco.

La debilidad de los sistemas de supresión de eco acústicos mencionados anteriormente es que no se desempeñan bien en relación con señales de altavoz compuestas de una mezcla de componentes de señal estacionarios y no estacionarios. Este es el caso, por ejemplo, cuando el habla del extremo lejano es registrada en un medio ambiente ruidoso. Luego, la señal de altavoz y la señal de eco contienen el habla del extremo lejano no estacionaria y el ruido

de fondo del extremo lejano estacionario.

Los sistemas de supresión de eco acústico actuales determinan solamente un filtro de remoción de señal de eco para la señal de altavoz. Consecuentemente, estos procedimientos no toman en cuenta que componentes de eco con diferentes características provocan diferentes tipos de alteraciones en las señales de extremo cercano, lo que por consiguiente deben ser procesados diferentemente.

La Figura 2 muestra una primera realización de un aparato 200 para calcular coeficientes de filtro para un filtro adaptable 210, dicho aparato utiliza, como el método asociado, una separación de una señal estacionaria y una señal no estacionaria con el fin de mejorar la supresión de eco y, así, mejorar la calidad de audio obtenible. Realizaciones de la presente invención permiten así diferentes clases de manipulación de la supresión de señales de acuerdo con sus propiedades y elementos estadísticos, lo que conduce a una supresión de eco más efectiva que es menos propensa a artefactos.

Como introducción, un diagrama de bloques del aparato 200 de acuerdo con una realización de la presente invención será explicado inicialmente, antes de que detalles de implementación adicionales sean explicados, en relación con las Figuras 3 a 5, con respecto a varias realizaciones de la presente invención. En este contexto, es útil indicar que aún si los diagramas de bloques de aparatos de acuerdo con realizaciones de la presente invención son mostrados y descritos en las figuras, dichos diagramas de bloques pueden también ser entendidos como diagramas de flujo de métodos correspondientes que ilustran las etapas de método correspondientes en tanto que indican las direcciones de flujo. En otras palabras, los diagramas de bloques ilustrados en relación con la presente descripción pueden también ser entendidos como diagramas de flujo correspondientes que reflejan las etapas del método individuales de los medios y unidades individuales.

Además, es útil notar en este punto, en el contexto de la presente descripción, números de referencia idénticos o similares serán usados para medios, objetos y estructuras que son idénticos o similares en función. Por otra parte, los medios, unidades y objetos designados por números de referencia idénticos o similares comprenden elementos estructurales y funcionales idénticos o similares. En otras palabras, en la presente descripción, los números de referencia idénticos designan medios, unidades y objetos que son idénticos en acción, función, estructura o similares en acción, función o estructura. Esto permite una representación más corta y más concisa de las realizaciones de la presente invención, puesto que los pasajes de descripción pueden ser transferidos de una realización a otra, a no ser que se afirme de otra manera explícitamente.

Además, en la presente descripción, números de referencia resumidos serán usados para medios, estructuras y objetos que se presentan más de una vez dentro de una figura o realización. Por ejemplo, las dos trayectorias indirectas 180-1, 180-2 que son mostradas en la Figura 1 tienen por supuesto números de referencia diferentes en la Figura 1, pero si las trayectorias indirectas son designadas per se, o si elementos generales de los mismos son descritas, solamente el número de referencia resumido 180 será usado en la presente descripción. Así, también sirve para mejorar el entendimiento y concisión de la presente descripción.

El aparato 200 como se muestra en la Figura 2, incluye una entrada 220 para una señal de altavoz de un altavoz no mostrado en la Figura 2. La entrada 220 es acoplada, en el lado de entrada, a medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230, que son ilustrados en líneas discontinuas en la Figura 2 como un componente opcional del aparato 200. Los medios convertidores de tiempo/frecuencia 230 son acoplados a un primer filtro de estimación de eco opcional 240 que, como componente opcional, sin embargo, no necesita ser implementado necesariamente en el contexto del aparato 200. Una salida del filtro de estimación de eco 240 es acoplada a una entrada 250a de medios de extracción 250, que a su vez son acoplados, con una primera salida 250c y una segunda salida 250d, a un segundo filtro de estimación de eco opcional 260 vía la primera entrada 260a y una segunda entrada 260b. Este filtro de estimación de eco también, puede ser omitido con respecto a su implementación, en realizaciones de la presente invención. Por ejemplo, en diferentes realizaciones de la presente invención del aparato 200, el primer filtro de estimación de eco 240 puede ser implementado, junto con el segundo filtro de estimación de eco 260, exactamente de la misma manera como un aparato 200 completamente sin primeros o segundos filtros de estimación de eco 240, 260. Por supuesto, implementaciones donde solamente uno de los dos filtros de estimación de eco 240, 260 es implementado son también posibles. Una implementación de componentes adicionales es también posible.

Si existe el segundo filtro de estimación de eco 260, será acoplado, con una primera salida 260c y una segunda salida 260d, en una primera entrada 270a y una segunda entrada 270b de medios de cálculo 270 para calcular los coeficientes de filtro para el filtro adaptable 210. Los medios de cálculo 270 son también acoplados, vía una salida 270d, a una entrada del filtro adaptable 210.

Además, el filtro adaptable 210 es acoplado a una entrada del filtro adaptable 210 vía una entrada 280 para una señal de micrófono vía medios convertidores de tiempo/frecuencia opcionales 290. Una salida del filtro adaptable 210 es acoplada a una salida para la señal de micrófono eco-cancelada vía medios de convertidor de

frecuencia/tiempo opcionales 300. Además, la entrada 280 es opcionalmente también acoplada, vía los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 290, a una segunda entrada 250b de los medios de extracción 250 y a una tercera entrada 270c de los medios de cálculo 270. Estas dos entradas 250b, 270c de los medios de extracción 250 y de los medios de cálculo 270, sin embargo, son opcionales y pueden ser implementadas independientemente entre sí en varias realizaciones de la presente invención.

El aparato 200 puede ser implementado, por ejemplo, en la unidad de proceso de remoción de eco 150 mostrada en la Figura 1.

Antes de que el modo de operación de la realización, mostrada en la Figura 2, de un aparato 200 será explicada en más detalle, se debe también mencionar que realizaciones de la presente invención pueden básicamente ser implementadas tanto dentro de circuitos discretos como dentro de circuitos integrados u otros circuitos más complejos. Por ejemplo, realizaciones de la presente invención pueden también ser implementadas en medios de procesamiento de datos, esto es, procesadores, sistemas integrados (SOC = sistema sobre chip), circuitos integrados aplicación-específicos (ASIC) u otros circuitos integrados y procesadores de propósito especial. En este contexto, es completamente posible que partes de circuito idénticas de los medios de procesamiento de datos respectivos sean empleados en medios diferentes de manera temporalmente consecutiva. Por ejemplo, la misma compuerta lógica de la unidad lógica aritmética (ALU) de un procesador puede ser usada, en primer lugar, dentro del contexto de la funcionalidad de los medios de extracción 250 y, en segundo lugar, dentro del contexto de la funcionalidad de los medios de cálculo 270. No obstante, los dos medios difieren no por lo menos con respecto a elementos adicionales, tales como en el caso mencionado anteriormente, con respecto a diferentes comandos de control, que co-definen los medios diferentes, por ejemplo. Una superposición parcial o completa de implementaciones de diseño de circuitos de diferentes medios es por consiguiente completamente posible.

No es menos por esta razón que en la presente descripción los medios, componentes y estructuras que son acoplados entre sí entendidos como medios, componentes y estructuras que están indirecta o directamente interconectados. Si hay una implementación basada en medios de procesamiento de datos, por ejemplo, se puede llevar a cabo un acoplamiento por medio de un sitio de almacenamiento de una memoria que tiene un resultado intermedio en forma de una señal retenida en el mismo.

Además, sin embargo, las realizaciones de la presente invención básicamente no están limitadas a implementaciones digitales, aún si principalmente implementaciones digitales serán descritas en el curso adicional de la descripción. Por ejemplo, una implementación analógica o una implementación mezclada que comprende componentes analógicos y digitales es factible, en principio. En tal caso, se puede emplear convertidores A/D o D/A adicionales (convertidores analógico/digital y digital/analógico), por ejemplo, para formar posiblemente las señales de un tipo a otro.

Con respecto al modo de operación del aparato 200 como se ilustra en la Figura 2, una señal de altavoz se hace disponible en la entrada 220 del aparato 200 es transformada posiblemente a un dominio frecuencia-relacionado por los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 que están opcionalmente presentes. Los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 aseguran, en el caso de una implementación que opera en bloques (cuadros) de datos, una conversión a una representación espectral del bloque de datos respectivo, de tal manera que la representación espectral provista en la salida de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 corresponde al bloque de datos en el dominio de tiempo. Dependiendo de la implementación específica, medios de convertidor a base de transformación de Fourier, medios de convertidor a base de sub-banda o medios de convertidor a base de QMF (QMF = filtro de espejo de cuadratura) pueden ser usados dentro del contexto de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230. Sin consideración del modo de operación preciso de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia implementado 230, dichos medios de convertidor 230 convierten la señal (presente en el dominio de tiempo) provista en su entrada a una pluralidad de señales de paso de banda. Cada señal de paso de banda tiene una frecuencia característica asociada con la misma, que puede ser, por ejemplo, una frecuencia central, una frecuencia de corte inferior de la respectiva banda o una frecuencia de corte superior de la banda respectiva, por ejemplo. Dependiendo de la implementación específica, las señales de paso de banda individuales pueden tener más de una frecuencia característica o un parámetro característico adicional asociado con ella.

El primer filtro de estimación de eco 240 representa una posibilidad de modulación del medio ambiente acústico 120 (de la Figura 1), de tal manera que una señal está presente en su salida que comprende idealmente un espectro de magnitud que corresponde a la señal que sería captada por la señal de micrófono en cuenta de la señal de altavoz. Como ya se explicó anteriormente, sin embargo, el primer filtro de estimación de eco 240 es un filtro opcional que puede posiblemente no ser implementado.

La señal de altavoz o la señal que es opcionalmente procesada, filtrada y por consiguiente derivada así por los componentes opcionales 230, 240 es ahora provista a los medios de extracción 250 en su primera entrada. Los medios de extracción 250 están configurados para generar una señal componente estacionaria y una señal

componente no estacionaria de la señal de altavoz o de la señal derivada de la señal de altavoz. Como se verá en la descripción adicional de realizaciones de la presente invención, esto puede ser efectuado, por ejemplo, mediante promedio de la señal entrante para determinar la señal componente estacionaria, por ejemplo.

- 5 Dependiendo de la implementación específica, la señal puede ser una señal estimada que se desvía de un componente estacionario "real". Así, un componente no estacionario, o una señal componente no estacionaria, puede ser determinada a partir de la señal componente estacionario, posiblemente en tanto que se usa un filtro de ganancia no ilustrado en la Figura 2.
- 10 En otras realizaciones de la presente invención, los medios de extracción 250 pueden también usar una medida de estado estable diferente que aquella descrita, por ejemplo.

Con respecto al componente no estacionario, o la señal componente no estacionaria, dicho componente o señal puede también ser determinado, por ejemplo, por una comparación del cambio temporal en la señal de entrada.

- 15 También, en el caso de la implementación de un códec de voz dentro del contexto del aparato 200 o en los alrededores del aparato 200, una medida de predicción puede posiblemente ser usada, en los medios de extracción 250, para extraer por lo menos una de las dos señales mencionadas. Tal medida de predicción puede representar, por ejemplo, la señal de error de un códec de LPC (LPC = codificación predictiva lineal).
- 20 Los medios de extracción 250 comprenden las dos salidas que ya fueron descritas anteriormente y donde señales diferentes pueden ser provistas, dependiendo de la implementación. Por ejemplo, por lo menos la señal componente estacionaria o la señal componente no estacionaria es comúnmente provista a la primera salida de los medios de extracción 250. La otra de las dos señales componentes, o una señal que comprende información con respecto a la señal emitida en la primera salida, puede posiblemente ser provista en la segunda salida. Esto puede ser, por
- 25 ejemplo, parámetros para el procesamiento adicional de la señal respectiva en los medios de cálculo 270 o esta puede solamente ser una señal de control que indica cuál de las dos señales componentes es transmitida.

El segundo filtro de estimación de eco opcional 260 corresponde en general al primer filtro de estimación de eco 240 con respecto a funcionalidad. El segundo filtro de estimación de eco 260, también, en general, es capaz, a condición

30 de que sea implementado para efectuar una estimación de eco de esta manera, de estimar la señal de altavoz provista en la entrada 220, de tal manera para obtener una señal que correspondería a la señal registrada por el micrófono, a condición de que, idealmente, ninguna fuente adicional de ruido esté presente. El primer filtro de estimación de eco 240 también como el segundo filtro de estimación de eco 260 pueden comprender opcionalmente

35 medios de retardo que toman en cuenta un retardo del eco del altavoz que es captado por el micrófono. En otras palabras, los filtros 240, 260 pueden también ser usados para retardar la señal de altavoz o la señal derivada de la misma, ya sea por una implementación adicional de medios de retardo o en cuenta de sus estructuras internas. En general, una separación de las dos funcionalidades de la estimación de eco, por una parte, y del retardo, por otra parte, es adicionalmente también posible, por supuesto, en que, por ejemplo, el primer filtro de estimación de eco

40 240 es usado solamente para retardar la señal respectiva, mientras que el segundo filtro de estimación de eco 260 efectúa la estimación de eco real.

Las señales provistas por el segundo filtro de estimación de eco 260 son luego provistas a los medios de cálculo 270, que a su vez están configurados para calcular o para determinar los coeficientes de filtro para el filtro adaptable

45 210, en base a la señal componente estacionaria extraída o la señal componente no estacionaria extraída. Dependiendo de la implementación específica, los medios de cálculo 270 pueden también caer atrás, para este propósito, en la señal de micrófono provista en la entrada 280 o sobre las señales de micrófono transferidas al dominio frecuencia-relacionado. Esta señal está posiblemente también disponible a los medios de extracción 250, como se describirá en más detalle posteriormente en la presente.

- 50 El filtro adaptable 210, que obtiene los coeficientes de filtro de los medios de cálculo 270, efectúa luego la modificación espectral real de la señal de micrófono para proveer, en su salida, por lo menos una versión parcialmente eco-cancelada de la señal de micrófono para procesamiento adicional. Dependiendo de la implementación específica, la señal de micrófono que ha sido eco-cancelada o modificada espectralmente de esta manera puede ser convertida de regreso al dominio de tiempo vía los medios de convertidor de frecuencia/tiempo
- 55 300 o pueden ser emitidos directamente en la salida 310. Por ejemplo, una transformación inversa al dominio de tiempo por los medios de convertidor 300 puede no ser útil cuando, por ejemplo, la señal de micrófono correspondiente es codificada en el dominio de frecuencia o un dominio frecuencia-relacionado de cualquier manera.

- 60 Antes de que componentes individuales del diagrama de bloques, mostrado en la Figura 2, del aparato 200 sean descritos en más detalle en relación con las Figuras 3a a 5e, se debe notar en este punto que el procesamiento de la señal de altavoz o la señal derivada de la señal de altavoz puede en general ser efectuada en el dominio frecuencia-relacionado de tal manera que una señal de paso de banda asociada individual, una pluralidad de señales de paso de banda, una multitud de señales de paso de banda o todas las señales de paso de banda son procesadas de



acuerdo.

También se debe notar que los medios individuales y filtros pueden operar en tanto que se usan valores energía-relacionados, dependiendo de las implementaciones específicas. Un valor energía-relacionado es un valor que es formado como una potencia de un valor de base real con un exponente de número par o es formado como una potencia de una magnitud de un valor (valor absoluto) con cualquier potencia. Si, por ejemplo, espectros de tiempo corto son procesados en los filtros individuales o en los medios individuales, dichos espectros pueden operar sobre valores de energía-relacionados, por ejemplo, sobre valores de energía que son formados como cuadrados de magnitud de los coeficientes espectrales asociados. Asimismo, espectros de magnitud, esto es, valores absolutos de los coeficientes espectrales respectivos, pueden ser usados con el exponente 1. En otras palabras, los valores que son proporcionales a  $|z|^m$ ,  $m$  siendo un número positivo, por ejemplo, un número natural, pueden ser usados, como valores de energía-relacionados, empezando desde cualquier valor  $z$ , que es un valor real o un valor complejo. En el caso de un valor real  $z$ , los valores que son proporcionales a  $z^{2m}$  pueden adicionalmente ser usados como valores energía-relacionados.

La Figura 3a muestra un diagrama de bloques de los medios de extracción 250 de acuerdo con una realización de la presente invención, como se puede implementar en el contexto del aparato 200. Los medios de extracción 250 comprenden solamente una primera entrada 250a, que es acoplada a la salida del primer filtro de estimación de eco opcional 240 en la Figura 2. Los medios de extracción 250, como se muestra en la Figura 3<sup>a</sup>, no comprenden ninguna segunda entrada, sin embargo (entrada 250b en la Figura 2).

La primera entrada 250a de los medios de extracción 250 es acoplada a medios de promedio 320 configurados para determinar un valor medio de la señal provista en la entrada 250a. El término señal, en la presente comprende no solamente señales en el dominio de tiempo (señales de tiempo), sino también señales en el dominio de frecuencia o un dominio frecuencia-relacionado, donde las señales respectivas son representaciones espectrales de señales en el dominio de tiempo. Asimismo, las señales pueden también comprender y transmitir información derivada de las señales mencionadas previamente, tales como magnitudes de valores en el dominio de frecuencia (amplitud espectral), valores de energía (cuadrados de magnitud), espectros y otros valores y cantidades derivados.

En una salida de los medios de promedio 320, dicha señal que es provista en la entrada 250a es emitida, en los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3a, como una señal componente estacionaria en una primera salida 250c de los medios de extracción 250. Como también se muestra en la Figura 2, la primera salida 250c es acoplada al segundo filtro de estimación de eco opcional 260 y/o a los medios de cálculo 270.

La señal provista en la primera entrada 250a está provista además, junto con la señal componente estacionaria provista en la salida, de los medios de promedio 320, a un filtro de ganancia 330 que emite la señal componente no estacionaria en una salida, y la envía a la segunda salida 250d de los medios de extracción 250. El filtro de ganancia 330 está configurado para determinar la señal componente no estacionaria en base a la señal de altavoz entrante en la primera entrada 250a, o de la señal derivada de la misma, como de la señal componente estacionaria. Con respecto a la funcionalidad adicional tanto de los medios de promedio 320 como el filtro de ganancia 330, se debe hacer referencia a las explicaciones anteriores dadas con respecto a la Figura 2, y a las explicaciones adicionales dadas en el curso adicional de la presente descripción.

La Figura 3b muestra medios de extracción adicionales 250 como pueden ser empleados en una realización de la presente invención en un aparato 200. Los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3b difieren de aquel mostrado en la Figura 3a esencialmente en que el mostrado en la Figura 3b comprende además medios de cálculo de parámetros 340 que también están acoplados al lado de salida, a la primera entrada 250a. Con una salida, los medios de cálculo de parámetros 340 son acoplados al filtro de ganancia 330, que tiene un parámetro de control provisto al mismo por los medios de cálculo de parámetros 340 para calcular la señal componente no estacionaria. Para detalles más específicos con respecto al modo de operación, se debe hacer referencia a la descripción que sigue.

Como un componente opcional, los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3b comprenden además la segunda entrada 250b ya ilustrada en relación con la Figura 2, que es posiblemente acoplada de manera indirecta, por una parte, a una entrada adicional de los medios de cálculo de parámetros 340, y, por otra parte, como también se muestra en la Figura 2, a la entrada 280 para la señal de micrófono. En el caso presente, el acoplamiento indirecto puede posiblemente ser efectuado en tanto que se utilizan los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 290. También con respecto al modo de operación de los medios de cálculo de parámetros 340, se debe hacer referencia a la descripción que sigue.

La Figura 3c muestra una implementación potencial adicional de medios de extracción 250 como pueden ser empleados en el aparato 200 de la Figura 2. Los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3c en la presente están basados en aquellos mostrados en la Figura 3b, los medios de cálculo de parámetros 340 son también

mostrados, junto con sus conexiones, como un componente opcional. A diferencia de los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3b, los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3c comprenden medios de distribución 350 que son acoplados, con una entrada en cada caso, a las salidas de los medios de promedio y del filtro de ganancia 330, respectivamente. Los medios de distribución 350 tienen tanto la señal componente estacionaria de los medios de promedio 320 y la señal componente no estacionaria del filtro de ganancia 330 provistos al mismo.

En el lado de salida, los medios de distribución 350 son acoplados tanto a la primera salida 250c como la segunda salida 250d de los medios de extracción 250. Los medios de distribución 350 son implementados para decidir, en base a las dos señales componentes hechas disponibles al mismo, cuál de las dos será provista al componente subsecuente vía la primera salida 250c. Dependiendo de cuál de las dos señales componentes es concerniente, los medios de distribución 350 emiten además una señal de control vía la segunda salida 250d de los medios de extracción 250, dicha señal de control comprende, por ejemplo, información en cuanto a cuál de las dos señales componentes está presente en la primera salida 250c, o los medios de distribución 350 emiten una señal de control correspondiente que comprende parámetros para el procesamiento adicional de la señal componente emitida. Con respecto a los diferentes parámetros que pueden ser transmitidos, por ejemplo, dentro del contexto de la señal de control, se puede tener referencia a la descripción que sigue.

Dependiendo de la implementación específica, los medios de distribución 350 pueden ser implementados de tal manera que transfieren aquella señal componente a la primera salida 250c que comprende un volumen más alto, una energía más alta o un valor de energía más alto en comparación con la otra señal componente. Diferentes señales componentes pueden ser emitidas para diferentes señales de banda, por ejemplo.

Los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3c difieren así de aquellos mostrados en las Figuras 3a y 3b no menos en que solo una de las dos señales componentes es emitida en la primera salida 250c de los medios de extracción 250. Como ya se explicó en relación con la Figura 2, solamente una señal de control que comprende información con respecto a la señal componente emitida en la primera salida 250c es emitida por los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3c.

La Figura 4a muestra una primera realización del segundo filtro de estimación de eco 260, como es también mostrado como un componente opcional en la Figura 2. El segundo filtro de estimación de eco opcional 260 comprende dos etapas de filtro 360-1, 360-2, que son cada una acopladas, con una entrada, a una entrada 260a, 260b, respectivamente, del segundo filtro de estimación de eco 260. Las dos etapas de filtro 360-1, 360-2 son acopladas adicionalmente, con una salida, a una salida 260c, 260d, respectivamente, del segundo filtro de estimación de eco 260.

El segundo filtro de estimación de eco opcional 260 mostrado en la Figura 4a en este contexto, es uno que puede ser empleado en relación con los medios de extracción 250 mostrados en las Figuras 3a y 3b. Más específicamente, el segundo filtro de estimación de eco 260 mostrado en la Figura 4a permite el procesamiento en paralelo tanto de la señal componente estacionaria por la etapa de filtro 360-1 como de la señal componente no estacionaria por la etapa de filtro 360-2. Las dos etapas de filtro 360-1, 360-2 pueden en general estar configuradas para ser idénticas o diferentes, dependiendo de si diferentes filtros de estimación de eco van a ser empleados para modular el medio ambiente acústico 120 (como se muestra en la Figura 1) para las señales componentes estacionaria y no estacionaria. Naturalmente, las dos etapas de filtro 360-1, 360-2 pueden también ser realizadas, en términos de diseños de circuitos, por los mismos elementos de circuito, por ejemplo, cuando la retención o almacenamiento de memoria temporal o intermedia de una señal es también implementada.

Como ya se explicó en relación con la discusión de la posibilidad de la implementación de dos veces del filtro de estimación de eco 240, 260 en relación con la Figura 2, las etapas de filtro 360 pueden también ser etapas de filtro que solamente realizan un retardo, por ejemplo. Por supuesto, también se puede hacer uso, dentro del contexto del segundo filtro de estimación de eco 260, de otras etapas de filtro que las etapas de filtro de estimación de eco descritas. La etapa de filtro 360, por ejemplo, comprende una entrada de control opcional para recibir señales de control para implementar el efecto de filtración, de tal manera que puede ser ajustado o influenciado.

La Figura 4b muestra una forma adicional de implementación del segundo filtro de estimación de eco opcional 260, que difiere de aquel mostrado en la Figura 4a solamente en que solo se implementa una etapa de filtro 360, que es conectada entre la primera entrada 260a y la primera salida 260c. En la realización mostrada en la Figura 4, la señal entrante en la segunda entrada 260b es transferida a la segunda salida 260d.

El segundo filtro de estimación de eco 260 mostrado en la Figura 4b puede ser empleado así, por ejemplo, dentro del contexto de medios de extracción 250 como se representa en la Figura 3c. En este caso, la señal de control, que comprende la información en la señal componente entrante en la primera entrada 260a, no es modificada por el filtro de estimación de eco 260.

Por supuesto, el filtro de estimación de eco mostrado en la Figura 4b puede también ser implementado, en una realización, con los medios de extracción 250 mostrados en las Figuras 3a y 3b, por ejemplo, cuando solamente una de las dos señales componentes va a ser modificada por la etapa de filtro 360. Aquí, por supuesto, también se puede hacer uso de una versión reflejada del filtro de estimación de eco 260, que filtra la señal entrante en la segunda entrada 260b.

La Figura 5a muestra una implementación de medios de cálculo 270 de acuerdo con una realización de la presente invención, como puede ser empleada en relación con el aparato 200 de la Figura 2. Otra vez, los medios de cálculo 270 en la presente comprenden la primera entrada 270a y la segunda entrada 270b. Los medios de cálculo 270 comprenden además primeros y segundos medios de cálculo de filtro 370-1, 370-2, que son acoplados, en el lado de entrada, a un de las dos entradas 270a, 270b, respectivamente, de los medios de cálculo 270. Más específicamente, los medios de cálculo de filtro 370-1 son acoplados, en el lado de entrada, a la primera entrada 270a para recibir, por ejemplo, la señal componente estacionaria. Así, los segundos medios de cálculo de filtro 370-2 son acoplados a la segunda entrada 270b para recibir la señal componente no estacionaria de los medios de extracción 250, tal como es implementada, por ejemplo, de acuerdo con las Figuras 3a o 3b. En caso de que el segundo filtro de estimación de eco 260 esté conectado entre los medios de extracción 250 y los medios de cálculo 270, una señal derivada de las señales componentes respectivas es alimentada a ambos medios de cálculo de filtro 370.

Con una salida, los dos medios de cálculo de filtro 370 son acoplados a medios de combinación 380, que por su parte son acoplados, en el lado de salida, a la salida 270d. Como componente opcional, los medios de cálculo 270 mostrados en la Figura 5a comprenden además la tercera entrada 270c, que es acoplada, dentro de los medios de cálculo 270, tanto a medios de cálculo de filtro 370 y como también se muestra en la Figura 2, son acoplados directa o indirectamente a la entrada 280 para la señal de micrófono.

Con respecto al modo de operación de los medios de cálculo 270, ambos medios de cálculo de filtro 370 están configurados para calcular, en base a las señales componentes que se hacen disponibles a los mismos y opcionalmente, en tanto que se toma en cuenta la señal de micrófono de la entrada 280, coeficientes de filtro correspondientes que subsecuentemente se hacen disponibles a los medios de combinación 380. Si los dos medios de cálculo de filtro 370 tienen señales derivadas de las señales componentes respectivas hechas disponibles a ellos que son posiblemente modificadas por el segundo filtro de estimación de eco 260, los medios de cálculo de filtro 370 efectúan los cálculos respectivos en base a estas señales. Sin consideración de esto, sin embargo, los medios de cálculo de filtro 370 son así configurados para calcular primeros y segundos coeficientes de filtro, respectivamente, en base a las señales componentes provistas por los medios de extracción 250.

Los primeros y segundos coeficientes de filtro calculados de esta manera son luego combinados a un conjunto de coeficientes de filtro por los medios de combinación 380, y son luego provistos como datos de entrada al filtro adaptable 210 vía la salida 270d de los medios de cálculo 270. La combinación se puede llevar a cabo mediante una pluralidad de diferentes operaciones. Dependiendo de la tecnología de filtro realmente implementada, que no menos depende también de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230, 290 usados y de los medios de convertidor de frecuencia/tiempo asociados 300, una multitud de diferentes posibilidades de combinación de los primeros coeficientes de filtro y los segundos coeficientes de filtro son posibles con el fin de obtener los coeficientes de filtro para el filtro adaptable 210. Ejemplos correspondientes serán explicados en más detalle en el curso adicional de la descripción.

La Figura 5b muestra unos segundos medios de cálculo 270, que son muy similares a aquel de la Figura 5a. Difieren de los medios de cálculo 270 mostrados en la Figura 5a solamente en que los medios de selección 390 son ahora implementados en lugar de los medios de combinación 380 de la Figura 5a, los medios de selección 390 son implementados para emitir, en base a los primeros coeficientes de filtro y los segundos coeficientes de filtro, un conjunto de coeficientes de filtro en la salida 270d, que está ya sea basado en los primeros coeficientes de filtro de los primeros medios de cálculo de filtro 370-1 o en los segundos coeficientes de filtro de los segundos medios de cálculo de filtro 370-2. En otras palabras, los medios de selección 390 son implementados para determinar los coeficientes de filtro para el filtro adaptable 210 ya sea en base a la señal componente estacionaria o en base a la señal componente no estacionaria.

Aquí, los medios de selección 390 pueden efectuar bastante posiblemente relaciones matemáticas más complejas en base al conjunto respectivo de coeficientes de filtro de los medios de cálculo 370. Sin embargo, difiere de los medios de combinación 380 de los medios de cálculo 270 de Figura 5a en que solamente tome en cuenta un conjunto de los dos conjuntos de coeficientes de filtro emitidos por los medios de cálculo de filtro 370.

La Figura 5c muestra medios de cálculo adicionales 270, que difieren de los medios de cálculo 270 mostrados en la Figura 5a en que los medios de cálculo 270 de Figura 5a solamente comprenden medios de cálculo de filtro 370,

que son acoplados a la primera entrada 270a de los medios de cálculo 270. Adicionalmente, en los medios de cálculo 270 mostrados en la Figura 5c, los medios de cálculo de filtro 370 son acoplados a la segunda entrada 270b y son implementados para obtener, vía los mismos, parámetros para determinar los coeficientes de filtro. También, como un componente opcional, los medios de cálculo de filtro 370 de Figura 5c pueden también ser acoplados a la  
 5 tercera entrada 270c para efectuar el cálculo de coeficientes de filtros posiblemente en base a la señal de micrófono.

Los medios de cálculo 270 mostrados en la Figura 5c corresponden así a tales medios de cálculo que se pueden poner en operación en relación con los medios de extracción 250 mostrados en la Figura 3c, y posiblemente con el  
 10 segundo filtro de estimación de eco 260 mostrado en la Figura 4b. Vía la segunda salida 250d de los medios de extracción 250, parámetros correspondientes para cálculo dentro del contexto de los medios de cálculo de filtro 370 son transmitidos directamente a los medios de cálculo de filtro respectivos 370 vía la segunda entrada 270b de los medios de cálculo 270. Para este propósito, la segunda entrada 270b es acoplada a una entrada de parámetros de los medios de cálculo de filtros 370, vía tal entrada de parámetros los medios de cálculo de filtro 370 pueden recibir parámetros adicionales para calcular los coeficientes de filtro.

15 Debido al hecho de que con estos medios de cálculo 270, solamente medios de cálculo de filtros individuales 370 son implementados, un medio de combinación y un medio de selección pueden ser omitidos.

La Figura 5d muestra medios de cálculo adicionales 270, que son muy similares a aquel de la Figura 5c con respecto a estructura y modo de operación. A diferencia de los medios de cálculo 270 mostrados en la Figura 5c, aquellos ilustrados en la Figura 5d comprenden además medios de determinación de parámetros 400 acoplados entre la segunda entrada 270b y la entrada de parámetros correspondientes de los medios de cálculo de filtro 370.

A diferencia de los medios de cálculo 270 mostrados en la Figura 5c, los medios de cálculo 270 mostrados en la  
 25 Figura 5d se pueden poner en operación en el contexto de aparatos 200, donde los medios de extracción 250 proveen, vía la segunda salida 250d, una señal de control que solamente comprende información en cuanto a cuál de las dos señales componentes es emitida por los mismos vía la primera salida correspondiente 250c. Si las especificaciones usadas en el contexto de los medios de cálculo de filtro 370, para calcular los coeficientes de filtro para las dos señales componentes, o si las señales están basadas en las mismas, difieren solamente con respecto a parámetros, el (los) parámetro(s) respectivo(s) puede(n) ser calculado(s), dependiendo de la señal componente transmitida, por los medios de determinación de parámetros 400 en tanto que hacen uso de los medios de cálculo 270 como se ilustra en la Figura 5d. Por consiguiente, los medios de determinación de parámetros 400 pueden ser implementados, por ejemplo, como una memoria o como un circuito de cálculo. Si son implementados como una memoria, memorias de solo lectura (ROM), memorias no volátiles (NVM) o memorias de acceso aleatorio (REM) son  
 30 posibles.

La Figura 5e muestra medios de cálculo adicionales 270 que comprenden dos medios de cálculo de filtro 370-1, 370-2, dependiendo de la señal componente en base a la cual los coeficientes de filtro para el filtro adaptable 210 van a ser calculados. Aquí, ambos medios de cálculo de filtro 370 son acoplados, en el lado de entrada, a la primera  
 40 entrada 270a. Además del acoplamiento opcional en la tercera entrada opcional 270c, ambos medios de cálculo de filtro 370 son cada uno acoplados a una entrada de un punto de distribución 410, respectivamente, tal punto de distribución es acoplado, con una salida, a la salida de los medios de cálculo 270. El punto de distribución 410 comprende adicionalmente una entrada de control, que es acoplada a la segunda entrada 270b de los medios de cálculo 270.

Los medios de cálculo 270 de la Figura 5e permiten así el cálculo del primer conjunto de coeficientes de filtro en base los medios de cálculo de filtro 370-1, y cálculo de un segundo conjunto de coeficientes de filtro en base a los segundos medios de cálculo de filtro 370-2 en base a las señales entrantes en la primera entrada 270a. La selección en cuanto a cuáles coeficientes de filtro de los dos coeficientes de filtro calculados por los medios de cálculo de filtro 370 son finalmente enviados a la salida 270d se hace dependiendo de la señal que es enviada a la entrada de control del punto de distribución 410 vía la segunda entrada 270b. Dependiendo de la señal de control en su entrada de control, el punto de distribución 410 acopla una de las entradas a la salida 270d.

Los medios de cálculo 270 de la Figura 5e se pueden así poner en operación, por ejemplo, en relación con los  
 55 medios de extracción 250 como se muestra en la Figura 3c, donde una señal de control es transmitida, vía la segunda salida 250d, que incluye información en cuanto a la señal componente transmitida vía la primera salida 250c. Los medios de cálculo 270 mostrados en la Figura 5c pueden así ser implementados, por ejemplo, cuando las especificaciones de cálculo para las dos señales componentes que son usadas en el contexto de los medios de cálculo de filtro 370 difieren a tal extensión que no pueden ser convertidas eficientemente por un simple cambio en los parámetros.

Por supuesto, se debe notar aquí que los varios medios de extracción 250 como se describen en las Figuras 3a a 3c, los varios filtros de estimación de eco 260 como se describe en las Figuras 4a y 4b, y los varios medios de

5 cálculo 270 son como se describe en las Figuras 5a a 5e pueden ser combinados mutuamente con respecto a aspectos individuales. Por ejemplo, un medio que además de efectuar una selección de los medios de cálculo de filtro 370 a ser acoplados a la salida 270d efectúan una manipulación adicional, por ejemplo, un cálculo, en base a los coeficientes de filtro, puede ser usado, por ejemplo, en los medios de cálculo mostrados en la Figura 5e en lugar del punto de distribución 410.

10 Realizaciones de la presente invención como ya fueron descritos en las Figuras 2 a 5 representan una técnica novedosa que permite la supresión separada de componentes de eco estacionarios y no estacionarios. Esto se obtiene al estimar el eco separadamente de los componentes fluctuantes y estacionarios de la señal de altavoz. Luego, dos filtros de remoción de eco correspondientes son calculados para ambos tipos de señales en realizaciones de la presente invención. Los filtros de remoción de eco pueden ser optimizados individualmente con el fin de obtener el mejor desempeño de supresión de eco posible en tanto que se minimizan artefactos y perturbaciones en la señal de extremo cercano.

15 La descripción adicional es organizada como sigue. Inicialmente, se propone un modelo para la señal de altavoz. Subsecuentemente, de acuerdo con este modelo, los componentes estacionario y no estacionario son separados, lo que se puede llevar a cabo en base a una estimación de los componentes estacionarios. Luego, los espectros de potencia de los componentes de eco estacionarios y no estacionarios son estimados en base a los filtros de estimación de eco. Correspondientemente, en algunas realizaciones de la presente invención, dos filtros de remoción de eco son calculados. Subsecuentemente, la separación de los componentes estacionario y no estacionario puede ser adaptada en base a un análisis de un desempeño a posteriori de los filtros de remoción de eco.

25 Con respecto al modelado de señal se afirmará que una estimación del espectro de contribución de eco o del espectro de potencia de eco utilizando un filtro de estimación de eco es comúnmente no muy exacta bajo condiciones prácticas, puesto que solamente una fracción de la longitud de trayectoria de eco verdadera puede ser considerada. Para impedir que estas inexactitudes den como resultado ecos residuales, los filtros de remoción de eco son calculados de tal manera que suprimen agresivamente los ecos, de tal manera que no permanecen ecos residuales. Esto es obtenido al sobreestimar el espectro de potencia de eco y al efectuar el suavizado en el tiempo, que favorece los valores de filtro de ganancia pequeña.

30 Cuando la señal de altavoz contiene ruido estacionario, el supresor de eco intentará suprimir el eco de dicho ruido estacionario. Debido a los filtros de expresión de eco agresivos mencionados anteriormente, esto muy frecuentemente conduce no solamente a la supresión del eco de ruido estacionario, sino también al deterioro del ruido del extremo cercano estacionario y del habla del extremo cercano.

El procedimiento propuesto en la presente mitiga este problema al usar dos trayectorias de supresión de eco diferentes para señales estacionarias y no estacionarias, respectivamente, como también se ilustra en la Figura 6.

40 La Figura 6 muestra un diagrama de bloques de un aparato 200 de acuerdo con una realización de la presente invención, que comprende un altavoz 100 y un micrófono 110. El altavoz 100 tiene una señal de altavoz  $x[n]$  hecha disponible al mismo, que es provista a medios de extracción 250. Los medios de extracción 250 son también denominados como discriminador de estado estable (discriminación estacionaria). Como ya se explicó en relación con la Figura 2, los medios de extracción 250 comprenden dos salidas, que son acopladas a los medios de cálculo 270. Además, los medios de cálculo 270 también tienen la señal  $y[n]$  del micrófono 110 hecha disponible a los mismos.

50 Como también se mostró en la Figura 5a, los medios de cálculo 270 comprenden primeros medios de cálculo de filtro 370-1 para la señal componente estacionaria, y unos medios de cálculo de filtro 370-2 para la señal componente no estacionaria, que son emitidas por los medios de extracción 250. Además, ambos medios de cálculo de filtro 370 son provistos con la señal de micrófono, respectivamente.

55 En base a las señales hechas disponibles a ellos en cada caso, ambos medios de cálculo de filtro 370 calculan coeficientes de filtro  $H_w$  y  $H_s$ , que son provistos a medios de combinación 380. Para este fin, ambos medios de cálculo de filtro 370 son acoplados a los medios de combinación 380 con una salida, respectivamente. Los medios de combinación 380, por su parte, emiten, a un filtro adaptable 210, los coeficientes de filtro que han sido calculados o determinados en base a los dos conjuntos de coeficientes de filtro  $H_w$  y  $H_s$ .

60 Con el fin de obtener inevitablemente una señal eco-suprimida  $e[n]$  de la señal de micrófono  $y[n]$ , el filtro adaptable 210 es acoplado adicionalmente al micrófono para recibir la señal de micrófono en una entrada. La señal eco-suprimida  $e[n]$  está presente en una salida del filtro adaptable 210.

El filtro adaptable 210 lleva a cabo así la supresión de eco real, donde los dos medios de cálculo de filtro 370 cada

uno calculan filtros de remoción de eco en forma de coeficientes de filtro correspondientes, que son luego combinados al filtro de remoción de eco efectivo por los medios de combinación 380.

5 Con respecto a la representación en la Figura 6 se notará que en el diagrama de bloques ilustrado en la Figura 6 es un diagrama de bloques simplificado donde, por ejemplo, medios de convertidor de tiempo/frecuencia que son posiblemente implementados, también como filtros de estimación de eco no son mostrados con el fin de simplificar la representación.

10 Los ecos no estacionarios (habla) deben ser suprimidos agresivamente con el fin de evitar ecos residuales que en este caso podrían ser percibidos como molestos. Los ecos estacionarios, sin embargo, que se podrían derivar del ruido estacionario en la señal del altavoz, son comúnmente suprimidos de una manera menos agresiva para impedir artefactos tales como alteraciones tonales.

15 Con el fin de generar un modelo apropiado, la señal  $x[n]$ , que es emitida por el altavoz, puede ser dividida de acuerdo con

$$\mathbf{x}[n] = \mathbf{x}_s[n] + \mathbf{x}_w[n] \quad (1)$$

20 donde  $x_s[n]$  modela las contribuciones del habla estacionaria, y  $x_w[n]$  modela las contribuciones del ruido estacionario. El índice de tiempo discreto es denotado por la variable  $n$ .

Con respecto a la separación de los componentes estacionarios y no estacionarios, un análisis de Fourier de corto tiempo (STFT) es inicialmente efectuado en ambos lados del modelo indicado en la ecuación (1), lo que produce

25 
$$X[k, m] = X_s[k, m] + X_w[k, m], \quad (2)$$

donde  $m$  denota una frecuencia y  $k$  es un índice de bloque de datos temporal. Ambos  $m$  y  $k$  son números enteros.

En la ecuación (2) los componentes no estacionario y estacionario del espectro de potencia de altavoz  $|X[k, m]|^2$  son denotados por  $|X_s[k, m]|^2$  y  $|X_w[k, m]|^2$ . Es razonable suponer que  $x_s[n]$  y  $x_w[n]$  no están correlacionados y tienen un valor medio que se aproxima a cero.

30 Se sigue luego que  $|X[k, m]|^2$  es dado por

$$|X[k, m]|^2 \approx |X_s[k, m]|^2 + |X_w[k, m]|^2. \quad (3)$$

35 Por esta razón, el espectro de potencia instantáneo de la señal componente no estacionaria  $|\hat{X}_s[k, m]|^2$  de la señal de altavoz  $x_s[n]$  puede ser recuperado al restar un valor estimativo del espectro de potencia de la señal componente estacionaria  $|X_w[k, m]|^2$  del espectro de potencia de la señal de altavoz  $|X[k, m]|^2$  de acuerdo con:

$$|\hat{X}_s[k, m]|^2 = |X[k, m]|^2 - |\hat{X}_w[k, m]|^2. \quad (4)$$

40 En la práctica,  $|\hat{X}_s[k, m]|^2$  es estimado al filtrar el espectro de potencia de la señal de altavoz  $|X[k, m]|^2$  de acuerdo con:

$$|\hat{X}_s[k, m]|^2 = F_x[k, m] |X[k, m]|^2. \quad (5)$$

45 El filtro  $F_x[k, m]$ , que es también denominado como filtro de ganancia, puede ser escrito en su forma genérica, de acuerdo con la Referencia [7], como sigue:

$$F_x[k, m] = \left[ \frac{|X[k, m]^{Y_x} - \beta_x |\hat{X}_w[k, m]^{Y_x}|}{|X[k, m]^{Y_x}|} \right]^{\frac{1}{Y_x}}, \quad (6)$$

donde  $Y_x$  es un exponente y  $\beta_x$  es un parámetro de control o parámetro para controlar la intensidad de la supresión de componentes de señal estacionaria para el caso de que el mismo esté sub- o sobre-estimado. La separación de los componentes estacionario y no estacionario será ilustrada con referencia a la Figura 8 para una frecuencia de 1 kHz.

La funcionalidad descrita por las ecuaciones (5) y (6) es efectuada, en las realizaciones descritas en las Figuras 2 a 6, por el filtro de ganancia 330 de los medios de extracción 250.

La estimación de ruido estacionario puede ser efectuada al actualizar el espectro de potencia de corto tiempo de ruido estimado  $|\hat{X}_w[k, m]|^2$  en el tiempo. En cada bloque de datos (cuadro)  $k$ , el espectro de potencia de ruido es actualizado en que se efectúa el promedio de un solo polo con las dos constantes de tiempo para decidir si el habla o ruido está presente. Una constante de tiempo de ataque pequeña refleja que el bloque de datos actual comprende ruido. Una constante de tiempo de liberación larga refleja que el bloque de datos actual comprende habla.

En la práctica, esto es implementado de acuerdo con

$$|\hat{X}_w[k, m]|^2 = \begin{cases} \mu_1 |X[k, m]|^2 + (1 - \mu_1) |\hat{X}_w[k-1, m]|^2 & \text{if } |X[k, m]|^2 > |\hat{X}_w[k-1, m]|^2 \\ \mu_2 |X[k, m]|^2 + (1 - \mu_2) |\hat{X}_w[k-1, m]|^2 & \text{de otra manera} \end{cases} \quad (7)$$

donde  $\mu_1$  es la constante de tiempo de ataque, y  $\mu_2$  es la constante de tiempo de liberación. Más específicamente, los parámetros  $\mu_1$  y  $\mu_2$  que vienen en la ecuación (7) son parámetros adimensionales para los cuales  $\mu_1 < \mu_2$  se aplica. Tomando en cuenta la frecuencia de toma de muestras, sin embargo, estos parámetros pueden ser interpretados y referidos a las constantes de tiempo indicadas anteriormente, por ejemplo. En la relación de proporcionalidad (16) a continuación también mostrada, las constantes de tiempo reales y los parámetros son cada uno inversamente proporcionales entre sí. La constante de tiempo de ataque  $\mu_1$  puede comprender un valor de 10000 ms = 10 s, por ejemplo, mientras que la constante de tiempo de liberación puede corresponder a un valor de 10 ms tomando en cuenta la velocidad de toma de muestras.

En las realizaciones de la presente invención que son descritas en las Figuras 2 a 6, la funcionalidad de la ecuación (7) es implementada por los medios de promedio 320 de los medios de extracción 250.

Con respecto a una estimación de potencia de eco, se puede obtener un valor estimativo del espectro de eco de la señal de eco al aplicar un filtro de estimación de eco  $G[k, m]$  a una versión temporalmente retardada del espectro de potencia de altavoz de acuerdo con:

$$|\hat{Y}[k, m]|^2 = G[k, m]^2 |X[k - d, m]|^2, \quad (8)$$

donde  $|\hat{Y}[k, m]|^2$  un valor estimativo del espectro de potencia del eco dentro de la señal de micrófono. Cuando se usa la ecuación (3), se sigue que el eco resultante del componente de señal de altavoz no estacionario es dado por:

$$|\hat{Y}_s[k, m]|^2 = G[k, m]^2 |X_s[k - d, m]|^2, \quad (9)$$

y el eco dado por el componente de señal de altavoz estacionaria es:

$$|\hat{Y}_w[k, m]|^2 = G[k, m]^2 |\hat{X}_w[k - d, m]|^2 \quad (10)$$

Dependiendo de la implementación específica de una realización de la presente invención como se ilustra, por ejemplo, en relación con las Figuras 2 a 5, la funcionalidad descrita por la ecuación (8) puede ser implementada por el primer filtro de estimación de eco 240, por ejemplo. Así, las funcionalidades descritas por las ecuaciones (9) y (10) pueden ser implementadas por el segundo filtro de estimación de eco 260 por las dos etapas de filtro 360-1, 360-2.

Como ya se mencionó anteriormente, la funcionalidad de retardo con respecto a las señales que tienen el valor de retardo  $d$  y se presentan en las ecuaciones (8) a (10) puede también ser implementada por dicho filtro de estimación de eco 240, 260. Alternativamente, dicha funcionalidad de retardo puede naturalmente ser realizada por los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230, si no se implementan medios de retardo independientes.

Con respecto a los filtros de remoción de eco, los filtros de remoción de eco asociados  $H_s[k, m]$  y  $H_w[k, m]$  son calculados y aplicados a la señal de micrófono con el fin de suprimir la señal de eco iniciando de los valores estimativos de eco estacionarios y estacionarios  $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$  y  $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$ . En el caso de una realización que comprende medios de cálculo 270 como se muestra, por ejemplo, en la Figura 5a, esto es efectuado de acuerdo con:

$$E[k, m] = H_s[k, m]H_w[k, m]Y[k, m] \quad (11)$$

En este caso, una multiplicación de los coeficientes de filtro respectivos de los filtros de remoción de eco  $H_s[k, m]$  y  $H_w[k, m]$  es efectuada en los medios de combinación 380, que corresponde a una conexión en serie de filtros de remoción de eco respectivos. La multiplicación de los coeficientes de filtro respectivos en el dominio a base de frecuencia corresponde a una convolución de la respuesta de impulso respectiva en el dominio de tiempo.

Al realizar los filtros de remoción de eco de manera factorizada como es también ilustrado en la ecuación (11), es posible introducir diferentes factores de ganancia como parámetros para los diferentes componentes de eco. Los componentes de filtro del filtro de remoción de eco no estacionario pueden ser calculados, por ejemplo, de acuerdo con

$$H_s[k, m] = \left[ \frac{\max\left(|Y[k, m]|^{\gamma_s} - \beta_s |\hat{Y}_s[k, m]|^{\gamma_s}, 10^{-20}\right)}{|Y[k, m]|^{\gamma_s}} \right]^{\frac{1}{\gamma_s}} \quad (12)$$

y aquellos del filtro de remoción de eco estacionario pueden ser calculados de acuerdo con:

$$H_w[k, m] = \left[ \frac{\max\left(|Y[k, m]|^{\gamma_w} - \beta_w |\hat{Y}_w[k, m]|^{\gamma_w}, 10^{-20}\right)}{|Y[k, m]|^{\gamma_w}} \right]^{\frac{1}{\gamma_w}} \quad (13)$$

Los parámetros de diseño  $\beta_s$ ,  $\gamma_s$ ,  $\beta_w$  y  $\gamma_w$  pueden ser usados para controlar el desempeño propuesto para cada uno de los filtros de remoción de eco. Dependiendo de la implementación específica de realizaciones de la presente invención, dichos parámetros de diseño pueden ser seleccionados para ser fijos, diseñados para ser adaptables, programables o modificables de cualquier manera. Una elección típica de los parámetros exponenciales es  $\gamma_s = \gamma_w = 2$ , por ejemplo.

Los llamados factores de sobre-estimación  $\beta_s$  y  $\beta_w$  son usados para controlar la agresividad de la atenuación de eco. Por ejemplo, la agresividad del filtro de remoción de eco correspondiente puede ser incrementada al incrementar el factor de sobreestimación. Por consiguiente, una elección típica del filtro de remoción de eco estacionario  $H_w[k, m]$  con respecto al parámetro  $\beta_w = 2$ , con el fin de aplicar solamente atenuación de eco moderada.



5 Por otra parte, el filtro de remoción de eco responsable por la supresión de los componentes de eco no estacionarios va a ser diseñado de una manera altamente agresiva con el fin de atenuar efectivamente componentes de habla perturbantes en la señal de eco. El factor de sobreestimación  $\beta_s$  es por consiguiente diseñado frecuentemente para ser mayor que  $\beta_w$ , de tal manera que comúnmente,  $\beta_s > \beta_w$ . A condición de que  $\beta_w = 2$  sea seleccionado,  $\beta_s$  puede comprender valores en el intervalo de  $20 > \beta_s > 2 = \beta_w$ , por ejemplo (por ejemplo,  $\beta_s = 4$ ). En general,  $\beta_w$  y  $\beta_s$  pertenecen al mismo orden de magnitud.

10 Los valores límite  $L_s$  y  $L_w$  determinan la atenuación de eco máxima permitida en decibeles (dB). Un valor tipo del filtro de remoción de eco estacionario es  $L_w = -10$  dB o  $-15$  dB, lo que limita expedientemente la atenuación para ecos estacionarios para reducir artefactos accidentales. En el caso de habla no estacionaria en el extremo lejano, la atenuación debe asegurar atenuación completa de los componentes de eco correspondientes, lo que corresponde a un valor límite para  $L_s$  de aproximadamente  $-60$  dB para señales componentes no estacionarias.

15 La funcionalidad tal como es designada por las ecuaciones (12) y (13) pueden ser implementada y realizada, en las realizaciones descritas en las Figuras 2 a 6, en el contexto de medios de cálculo de filtro 370.

20 En algunas realizaciones de la presente invención, la supresión de eco real no es efectuada directamente al aplicar los filtros de remoción de eco, como se describe en las ecuaciones (12) y (13). Más bien, la remoción de eco correspondiente es efectuada en base a una versión suavizada en tiempo correspondiente. Como en el caso de los parámetros de diseño descritos anteriormente, los parámetros de suavización en el tiempo son comúnmente ajustados de manera manual y optimizados separadamente para la supresión de eco no estacionaria, respectivamente. Mediante esto, a calidad de audio perceptible puede ser mejorada adicionalmente, ya que los requerimientos para la supresión de componentes de ruido estacionarios difieren de aquellos para componentes de habla no estacionarios.

30 Tal funcionalidad puede ser efectuada, por ejemplo, dentro del contexto de los medios de cálculo de filtro 370 mismos o en cualquier medio corriente abajo de los mismos, por ejemplo, en los medios de combinación 380, los medios de selección 390 o el punto de distribución 410. También es posible efectuar tal suavización en el tiempo directamente dentro del contexto del filtro adaptable 210, si fuera necesario.

35 Con respecto a la mejora mencionada anteriormente en calidad, es conocido por ejemplo que la suavización incrementada va a ser aplicada en casos donde componentes de señal estacionaria son suprimidos, para evitar las llamadas alteraciones tonales, como se describe en la Referencia [8]. Por otra parte, también se debe asegurar que la atenuación aplicada de los filtros de remoción de eco no estacionarios favorece valores pequeños para provocar una atenuación suficientemente alta del eco, dicha atenuación es debida a la reverberación de la trayectoria de eco. Sin embargo, esto no debe degradar la rastreadibilidad del filtro adaptable 210 en casos de niveles de eco cambiantes rápidamente. Esta discusión, que tiende a ser cualitativa, muestra claramente la necesidad de ajuste y optimización individual de los filtros de remoción de eco indicados por las ecuaciones (12) y (13).

40 La Figura 7 muestra una realización adicional de la presente invención en forma de un diagrama de bloques más grande, más completo o diagrama de flujo de un algoritmo de atenuación de eco acústico propuesto y descrito en el contexto de la presente invención. La Figura 7 muestra una realización de la presente invención ya que es bastante similar a la realización descrita en la Figura 2. Aquí, también, el aparato 200 comprende medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 en forma de una unidad de transformación de Fourier de tiempo corto (STFT) que tiene la señal de altavoz  $x[n]$  provista a la misma. A manera de ejemplo, la parte superior de la Figura 7 muestra una curva 420 de la señal de altavoz  $x[n]$  como función del tiempo, graficada sobre el índice de tiempo  $n$ .

45 Además de convertir la señal  $x[n]$  del dominio de tiempo al dominio de frecuencia, los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 también efectúan el retardo mencionado anteriormente por el valor de retardo  $d$ . Por consiguiente, el espectro  $X[k-d,m]$ , que en general es un espectro de valores complejos, está disponible en la salida de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230. Dicho espectro  $X[k-d,m]$  es provisto a los medios de extracción 250, que a su vez son designados por las letras SD (discriminación estacionaria) en la Figura 7. Como ya se explicó en relación con la realización descrita en las Figuras 2 a 5, los medios de extracción 250 también proveen, en la realización mostrada en la Figura 7, una señal componente estacionaria en el dominio de frecuencia  $X_w[k,m]$ , y una señal componente no estacionaria en el dominio de frecuencia  $X_s[k,m]$ . Dichas señales componentes se hacen disponibles a los medios de cálculo 270.

60 Además, la realización mostrada en la Figura 7, de un aparato 200 comprende medios de convertidor de tiempo/frecuencia 290, que son también implementados en forma de una unidad de transformación de Fourier de tiempo corto (STFT). Dichos medios de convertidor de tiempo/frecuencia 290 tienen una señal de micrófono  $y[n]$  provista a los mismos como una señal de entrada, como se ilustra, por ejemplo, por una curva 430 en la parte superior de la Figura 7. Los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 290, también generan una representación correspondiente de la señal de micrófono  $Y[k,m]$  en el dominio de frecuencia, el índice  $k$  otra vez denota el bloque de

datos, y el índice  $m$  denota la banda de frecuencia o el valor de frecuencia o el coeficiente espectral. Este espectro  $Y[k,m]$ , también, es un espectro en general de valores complejos.

5 Sin embargo, a diferencia de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230, los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 290 no comprenden funcionalidad de retardo adicional. En general, esto es necesario ya que la velocidad de propagación de las ondas de sonido (velocidad de sonido), que conduce al retardo en la señal  $y[n]$  captada por el micrófono, en comparación con la señal de altavoz asociada  $x[n]$ , es claramente más baja en comparación con la velocidad de propagación de señales eléctricas en circuitos y otros componentes.

10 Para ilustrar esto, un primer corchete 440 es mostrado con respecto a la señal de altavoz  $x[n]$  con respecto a las dos curvas 420, 430 en la parte superior de la Figura 7. Con respecto a la señal de micrófono  $y[n]$ , un segundo corchete 450 es mostrado en la Figura 7 que designa el intervalo de la señal de micrófono  $y[n]$  que corresponde a aquella porción de la señal de altavoz  $x[n]$  que es designada por el corchete 440. La señal de altavoz  $x[n]$  y la señal de micrófono  $y[n]$  están por consiguiente mutuamente desplazadas por un valor de retardo  $d$ , como también se indica  
15 por la flecha 460 en la Figura 7.

En la realización mostrada en la Figura 7, los espectros de la señal de altavoz y de la señal de micrófono son provistos a medios de filtro de estimación de eco 470, que estiman el filtro de estimación de eco o sus componentes  $\hat{G}[k, m]$  en base a las señales entrantes. Estos coeficientes de filtro son también transmitidos a los medios de  
20 cálculo 270.

Los medios de cálculo 270, a su vez, comprenden dos medios de cálculo de filtro 370-1, 370-2 para la señal componente estacionaria y la señal componente no estacionaria, ambos medios de cálculo de filtro 370-1, 370-2 tienen además el espectro de la señal de micrófono, también como los coeficientes de filtro para el filtro de  
25 estimación de eco  $\hat{G}[k, m]$  provisto a ellos en la realización mostrada en la Figura 7. Ambos medios de cálculo de filtro 370 implementan por consiguiente no solamente la funcionalidad de cálculo de filtro real, como se explicó en relación con la realización de las Figuras 2 a 5, sino que también implementan la funcionalidad, contenido en los mismos, del segundo filtro de estimación de eco 260.

30 Como también se muestra en relación con la Figura 5a, ambos medios de cálculo de filtro 370, que también son denominados como ERF (filtro de remoción de eco) en la Figura 7, son acoplados a medios de combinación 380, que son denominados como FC (combinación de filtro) en la Figura 7. Tales medios de combinación 380 combinan los coeficientes de filtro obtenidos de ambos medios de cálculo de filtro con el fin de generar los coeficientes de filtro para el filtro adaptable 210.  
35

Así, como ya se ilustró por las realizaciones discutidas en relación con las Figuras 2 y 5, los medios de combinación 380 son acoplados al filtro adaptable 210, que en la Figura 7 son denominados como SM (modificación espectral). Dicho filtro adaptable 210 efectúa la modificación espectral asociada en base a la representación espectral  $Y[k,m]$ , también hecha disponible al mismo, de la señal de micrófono  $y[n]$  con el fin de atenuar o suprimir el eco contenido  
40 dentro de la señal de micrófono.

Finalmente, el filtro adaptable 210 es acoplado a medios de convertidor de frecuencia/tiempo 300, que es una unidad de transformación de Fourier de tiempo corto inversa (ISTFT). La última emite, en el dominio de tiempo, la  
45 señal  $e[n]$  cancelada por el eco.

Realizaciones de la presente invención en forma de métodos o aparatos correspondientes 200 como se muestra, por ejemplo, en la Figura 7 permiten la reducción en el número de artefactos introducidos debido a la modificación espectral por el filtro adaptable 210. En otras palabras, realizaciones de la presente invención permiten así el control de potencia con respecto a los mismos. Cuando solamente el habla del extremo lejano está presente, el proceso de supresión de eco debe ser suficientemente agresivo no para permitir que cualquier señal pase a través, de tal manera que puede posiblemente no ser deseado, en tal situación, separar las señales no estacionarias y señales estacionarias y las señales componentes. Por esta razón, puede posiblemente ser recomendable en tal situación adaptar de acuerdo el parámetro de control  $\beta_x$ , que controla o por lo menos influencia la misma magnitud de la señal componente estacionaria que es restada de la señal de altavoz, en la ecuación (6) al detectar esta situación que ya  
50 se ha descrito.  
55

Con el fin de diferenciar entre las situaciones cuando solamente el habla del extremo lejano es emitida por la señal de altavoz, dos parámetros diferentes son calculados. Esto incluye, inicialmente, la llamada ganancia de predicción, que corresponde al promedio de plena banda de funciones de coherencia entre el canal de altavoz y el canal de  
60 micrófono. Como segundo parámetro, se hace uso de la actividad de voz dentro del canal de altavoz que, por ejemplo, puede ser derivada de una comparación de niveles de señal temporal de la señal de altavoz o de

parámetros códec-específicos como se usan, por ejemplo, específicamente con códecs apropiados para transmisión de voz. Estos códecs incluyen, por ejemplo, códecs a base de LPC o códecs a base de CELP (CELP = predicción lineal código excitada o predicción lineal excitada de libro de códigos), el término códec es una palabra artificial creada por la combinación de las abreviaturas de los términos en inglés codificador y descodificador.

5 La ganancia de predicción o ganancia de predicción de eco  $\omega[k]$  describe el nivel de similitud entre la señal de micrófono y la señal de altavoz retardada. El cálculo de la ganancia de predicción  $\omega[k]$  es efectuada en base a una función de coherencia cuadrada entre el espectro de potencia retardado de la señal de altavoz  $|X_d[k, m]|^2$  y el espectro de potencia de la señal de micrófono  $|Y[k, m]|^2$  de acuerdo con

10

$$\Gamma_d[k, m] = \frac{(E\{X_d[k, m]^2 | Y[k, m]^2\})^2}{E\{X_d[k, m]^2 | X_d[k, m]^2\} E\{Y[k, m]^2 | Y[k, m]^2\}} \quad (14)$$

donde  $E\{\dots\}$  designa el valor de esperanza matemática. Dicho valor de esperanza matemática puede ser obtenido en el contexto de una estimación de tiempo corto de la función de coherencia  $\Gamma_d[k, m]$  al calcular o aproximar el valor de esperanza  $E\{X_d[k, m]^2 | Y[k, m]^2\}$  de acuerdo con

15

$$E\{X_d[k, m]^2 | Y[k, m]^2\} = \alpha X_d[k, m]^2 | Y[k, m]^2 + (1 - \alpha) E\{X_d[k - 1, m]^2 | Y[k - 1, m]^2\} \quad (15)$$

20

El factor  $\alpha$  determina el grado de suavización de la estimación sobre el tiempo. Este factor tiene una constante en el tiempo relacionada con el mismo, puesto que la ecuación (15) corresponde aproximadamente a un decaimiento potencial. La constante de tiempo  $T_\alpha$  del decaimiento exponencial en segundos es aproximadamente

$$T_\alpha \approx \frac{1}{\alpha f_s} \quad (16)$$

25

donde  $f_s$  denota la frecuencia de toma de muestras. En otras palabras, la relación de proporcionalidad (16) ilustra como los factores que son realmente adimensionales (en la presente  $\alpha$ ), se relacionan con la velocidad de toma de muestras  $f_s$ , puede ser indicada como constante de tiempo (aquí  $T_\alpha$ ).

La ganancia de predicción  $\omega[k]$  es luego calculada como el valor medio de las funciones de coherencia  $\Gamma_d[k, m]$  con respecto a las frecuencias que son indicadas por los índices  $m = 0, \dots, M - 1$ , de acuerdo con

30

$$\omega[k] = \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} \Gamma_d[k, m] \quad (17)$$

donde  $M$  denota el mismo número de bandas de frecuencia.

35

Un factor de ganancia de eco cercano a 1 significa que la señal de micrófono puede ser (casi) plenamente predicha en base a la señal de altavoz retardada. Por consiguiente, la probabilidad de que la señal de micrófono contenga solamente habla de extremo lejano tiende hacia 1. El parámetro de control  $\beta_x$  puede luego ser controlado en relación con la ganancia de predicción  $\omega$ . Siempre que la ganancia de predicción es alta, solamente habla del extremo lejano está presente, y la atenuación de eco debe ser suficientemente agresiva para remover todas las señales (eco). Así, el ruido es mantenido dentro de la trayectoria no estacionaria y es removido con el valor límite más bajo  $L_s$  en decibeles (dB) en que se escoge el parámetro de control  $\beta_x = \beta_w = 0$ . Siempre que la ganancia de predicción es baja, tanto habla del extremo cercano como habla del extremo lejano puede estar presente, de tal manera que la supresión de eco debe ser menos agresiva para no introducir artefactos. En este caso, el ruido es procesado por medio de la trayectoria estacionaria, y es removido con el valor límite  $L_w$  en decibeles (dB). Además, el parámetro de

40

control  $\beta_x = \beta_w$  es usado en este caso.

En este caso, se debe notar, sin embargo, que la ganancia de predicción podría ser alta si la señal de altavoz contiene solamente ruido que es captado por el micrófono sin la presencia de habla. Para impedir que el valor del parámetro de control  $\beta_x$  sea escogido para ser demasiado grande en este caso, lo que conduciría a supresión excesiva, un segundo parámetro de control es usado, es decir la actividad de voz dentro del canal de altavoz. Por consiguiente, las reglas descritas anteriormente para calcular el parámetro de control  $\beta_x$  como función de la ganancia de predicción  $\omega$  se aplican realmente solo cuando el habla está activa dentro del canal de altavoz.

En la realización ilustrada en la Figura 7, esta funcionalidad, que es descrita por las ecuaciones (14) a (17), es efectuada por los medios de cálculo 270, más específicamente por los dos medios de cálculo de filtro 370 y los medios de combinación 380. Una implementación correspondiente es naturalmente también posible dentro del contexto de las realizaciones descritas en las Figuras 2 a 5 en que los medios de cálculo 270 posiblemente no solo tienen la señal de micrófono, que es dibujada opcionalmente en la Figura 2, provista a los mismos vía la entrada 280, sino también tienen la señal de altavoz posiblemente sin modificar provista a los mismos vía la entrada 220.

Para ilustrar el modo de operación de las realizaciones de la presente invención en más detalle, el procesamiento de señal será descrito a continuación en relación con las Figuras 8 a 10. La Figura 8 muestra la separación o extracción del componente estacionario y el componente no estacionario de la señal de altavoz. En la ilustración parcial a, Figura 8 muestra el espectro de potencia de altavoz a una frecuencia de 1 kHz, que es graficada como función del tiempo en un intervalo de aproximadamente 5 segundos a aproximadamente 7.5 segundos. La abscisa de la ilustración parcial c aquí se aplica a todas las tres ilustraciones parciales a a c. La ilustración parcial b muestra el espectro de potencia correspondiente del componente no estacionario, mientras que la ilustración parcial c refleja el espectro de potencia correspondiente del componente estacionario.

El componente no estacionario, o la señal componente no estacionaria asociada, ilustrada en la ilustración parcial 8b comprende altos valores en cada caso cuando el espectro de potencia asociado en la ilustración parcial 8a, también, comprende correspondientemente altas contribuciones. En las áreas entre estos intervalos, sin embargo, el componente no estacionario desaparece casi completamente.

En contraste, el componente estacionario, que fue determinado por el promedio recursivo flotante de acuerdo con la ecuación (7), exhibe valores que, en comparación con el componente no estacionario de la Figura 8b, son claramente más pequeños en magnitud y que, sin embargo, exhiben una curva claramente más uniforme a cuenta del promedio flotante. En particular, el componente estacionario en la Figura 8c y/o la señal componente estacionaria asociada en el período de tiempo de aproximadamente 6.4 segundos exhibe una caída exponencial o semejante a exponencial como también se mencionó en relación con la relación de proporcionalidad (16). Este decaimiento aquí es debido al hecho de que el espectro de potencia en la Figura 8a en este intervalo no comprende más valores altos que son debidos a señales de habla correspondientes. Las contribuciones espectrales que exceden el componente estacionario caen de acuerdo.

En base a los datos mostrados en la Figura 8, la Figura 9 ilustra los filtros de remoción de eco asociados. Más específicamente, la Figura 9 muestra las dos curvas de filtro de remoción asociadas  $H_s$  y  $H_w$  para la frecuencia de 1 kHz, que son calculadas en base a las ecuaciones (12) y (13). La ilustración parcial 9a muestra el filtro de remoción de eco  $H_s$  para el componente no estacionario a la frecuencia de 1 kHz, dicho filtro es calculado de acuerdo con la ecuación (12). La ilustración parcial b muestra el filtro de remoción de eco correspondiente para el componente estacionario  $H_w$  de acuerdo con la ecuación (13).

La Figura 10 ilustra, en base a los mismos datos, que es graficada en una escala de tiempo más grande, sin embargo, como se muestra por la abscisa de la ilustración parcial 10c, que también se aplica a las ilustraciones parciales a y b. La Figura 10 ilustra la relación entre la intensidad del parámetro de control  $\beta_x$  y la separación estacionaria/no estacionaria en la ilustración parcial 10a, y de la ganancia de predicción  $\omega$  en la ilustración parcial 10b junto con la actividad de voz del canal de altavoz en la ilustración parcial 10c.

Más específicamente, la Figura 10 ilustra la relación entre el parámetro de control  $\beta_x$  y los dos parámetros de control  $\omega$  y la actividad de voz, como fueron presentados en la descripción anterior. El primer tercio de la simulación subyacente de la Figura 10 corresponde a la situación donde solamente habla del extremo lejano está presente, que es caracterizada por una ganancia de predicción alta. En este caso, el parámetro de control  $\beta_x$  es ajustado al valor  $\beta_x = \beta_w = 0$ , para suprimir el componente no estacionario de manera agresiva, y para también suprimir el componente estacionario, con el fin de no permitir que ninguna señal pase a través.

El segundo tercio de la simulación corresponde a la situación donde el habla está presente solo en el extremo lejano, que es reconocible y así, detectable, por una ganancia de predicción baja  $\omega$  y una carencia de actividad de voz en la señal de altavoz. Luego, el parámetro de control  $\beta_x$  es seleccionado para ser grande para permitir que

todos los componentes estacionarios pasen a través de la trayectoria estacionaria y sean removidos con poca agresividad como sea posible para no introducir ningún artefacto. El último tercio de la simulación corresponde a una situación de doble habla donde el parámetro de control  $\beta_x$  fluctúa entre valores bajos siempre que la actividad de voz está presente en el canal de altavoz y valores más grandes cuando no se detecta ninguna actividad de voz.

5 En realizaciones de la presente invención que han sido descritos hasta ahora, como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 6, que puede también ser considerada como un diagrama de flujo general de una realización correspondiente de acuerdo con la presente invención, la supresión separada de los componentes de eco estacionarios y no estacionarios no es obtenida al separar las señales de altavoz correspondientes, sino que es efectuada al estimar la  
10 señal de eco global.

En estas realizaciones de la presente invención, se obtiene una estimación del espectro de potencia de la señal de eco mediante la aplicación de un filtro de estimación de eco  $G[k,m]$  o  $G[k,m]^2$  a una versión retardada del espectro de potencia de altavoz de acuerdo con la ecuación (8), donde  $|\hat{Y}[k, m]|^2$  representa un valor estimativo del espectro de potencia del eco, tal valor estimativo está contenido en la señal de micrófono. La separación del espectro de potencia de altavoz en componentes estacionarios  $|X_w[k, m]|^2$  y componentes no estacionarios  $|X_s[k, m]|^2$  de acuerdo con la ecuación (3) da como resultado en que el eco que se origina del componente de señal de altavoz no estacionario es dado por la ecuación (10) y que el eco que se origina de los componentes de señal de altavoz estacionaria es dado por la ecuación (9).

20 Utilizando los valores estimativos de eco no estacionarios y estacionarios  $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$  y  $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$ , se pueden calcular los filtros de remoción de eco correspondientes  $H_s[k,m]$  y  $H_w[k,m]$ . Estos filtros de remoción de eco son luego combinados y aplicados a la señal de micrófono para suprimir la señal de eco, que es efectuada de acuerdo con la ecuación:

$$25 \quad \mathbf{E}[k,m] = \mathbf{H}[k,m]\mathbf{Y}[k,m], \quad (18)$$

donde  $\mathbf{H}[k,m]$  es dado por

$$30 \quad \mathbf{H}[k,m] = \text{combinación}(\mathbf{H}_s[k,m], \mathbf{H}_w[k,m]). \quad (19)$$

Una posibilidad de combinar los diferentes filtros de remoción de eco  $\mathbf{H}_s[k,m]$  y  $\mathbf{H}_w[k,m]$  es usar el producto de los mismos de acuerdo con la ecuación (11), que corresponde a conectar los dos filtros en serie.

35 Una posibilidad adicional es usar el mínimo respectivo de los filtros de remoción de eco de acuerdo con:

$$\mathbf{E}[k,m] = \min(\mathbf{H}_s[k,m], \mathbf{H}_w[k,m])\mathbf{Y}[k,m], \quad (20)$$

40 donde la función  $\min(\dots)$  representa el mínimo de los valores respectivos. En otras palabras, en este caso, se aplica la combinación de relación  $\dots = \min(\dots)$ .

45 Como ya se explicó anteriormente, estos cálculos pueden ser efectuados, por ejemplo, en los medios de combinación 380, pero pueden también ser efectuados en los medios de selección 390 o el punto de distribución 410. Además, combinaciones y cálculos más complejos de los filtros de supresión individuales, que están basados, por ejemplo, en combinaciones lineales o ecuaciones no lineales, pueden también ser efectuadas en los medios respectivos. Asimismo, es posible efectuar la combinación correspondiente no a la manera de señal de paso de banda, sino basada en grupos de señales de paso de banda o para todas las señales de paso de banda de la misma manera.

50 Al realizar los filtros de remoción de eco de esta manera combinada, es posible introducir diferentes ganancias para diferentes componentes de eco. El filtro de remoción de eco no estacionario es calculado de acuerdo con la ecuación (12), mientras que el filtro de remoción de eco estacionario es calculado de acuerdo con la ecuación (13).

55 La supresión de eco real es frecuentemente no efectuada en base a la aplicación directa de los filtros de remoción de eco de acuerdo con las ecuaciones (12) y (13), sino que es más bien efectuada en base a las versiones suavizadas en el tiempo correspondientes. Como en el caso de los parámetros de diseño descritos anteriormente, los parámetros de suavización en el tiempo, también, pueden ser ajustados de manera manual separadamente para la supresión de eco no estacionaria y la supresión de eco estacionaria. De esta manera, la calidad de audio percibida puede ser incrementada adicionalmente, puesto que los requerimientos para la supresión de los  
60 componentes de ruido estacionarios difieren de aquéllos para los componentes de habla no estacionarios.

Por ejemplo, es bien conocido que es recomendable utilizar una suavización más intensa en aquéllos casos donde

los componentes de señal estacionarios van a ser suprimidos, para evitar los llamados tonos musicales. Por otra parte, se asegura que la suavización que es aplicada a los filtros de remoción de eco no estacionarios favorece a los valores más pequeños para suprimir eficientemente ecos que se originan de contribuciones largas de la trayectoria de eco o colas largas de la trayectoria de eco. Sin embargo, esto no debe deteriorar el comportamiento de sucesión en el caso de niveles de eco que cambian rápidamente. Esta discusión cualitativa muestra la necesidad de adaptar y optimizar individualmente los dos filtros de remoción de eco diferentes de acuerdo con las ecuaciones (12) y (13).

En lo siguiente, un procedimiento diferente de acuerdo con una realización adicional de la presente invención en forma de un método y/o aparato será descrito donde los filtros de remoción de eco separados son aplicados a los componentes de señal estacionarios y los componentes de señal no estacionarios. La Figura 11 muestra el diagrama de bloques correspondiente de un aparato 200 que comprende un filtro adaptable correspondiente 210. De acuerdo al gran número de similitudes estructurales, se hará referencia a continuación en particular a la descripción de las realizaciones mostradas en las Figuras 2 a 5 y 6 a 7.

El aparato 200 de acuerdo con una realización de la presente invención incluye otra vez un altavoz 100 o una terminal para un altavoz 100 o una entrada para una señal de altavoz correspondiente  $x[n]$ . Dicha señal de altavoz  $x[n]$  es transformada a una representación espectral  $X[k,m]$  de la señal de altavoz dentro del contexto de medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 denominados como DFT (Transformada de Fourier discreta). Dicha señal de altavoz es provista a medios de retardo 480, que generan una versión retardada de la misma  $X[k - d(k,m), m]$ ,  $d(k,m)$  que es del valor de retardo correspondiente.

La señal retardada por los medios de retardo 480 es luego provista a un primer filtro de estimación de eco 240, que genera una señal de estimación de eco  $\hat{Y}[k,m]$  en base a los coeficientes de filtro  $G[k,m]$ . Dicha señal de estimación de eco  $\hat{Y}[k,m]$  es provista a medios de extracción 250, que generan, en base a los coeficientes espectrales de esa señal de eco estimada, espectros de potencia no estacionarios y estacionarios de esta señal como señales componentes (derivadas) de la señal de altavoz. Así, los medios de extracción 250 emiten las señales  $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$  y  $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$  a medios de cálculo 270.

La señal de micrófono  $y[n]$  de un micrófono 110 es también provista a medios de convertidor de tiempo/frecuencia 290 configurados como una DFT, que genera una representación espectral  $Y[k,m]$  de la señal de tiempo  $y[n]$  del mismo. Esta señal es suministrada vía medios de cálculo de valor de energía 490 que, en base a los componentes espectrales de la señal de micrófono, determinan un espectro de potencia de los componentes espectrales al elevar al cuadrado la magnitud (absoluta) de los valores individuales. El espectro de potencia así obtenido es también provisto a los medios de cálculo 270, que junto con los espectros de potencia descritos anteriormente calculan los dos filtros de remoción de eco  $H_s[k,m]$  y  $H_w[k,m]$  los coeficientes de filtro del filtro adaptable real  $H[k,m]$  y los envía al filtro adaptable 210.

El filtro adaptable 210 es también acoplado a la salida de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 290 y así también recibe los componentes espectrales  $Y[k,m]$  de la señal de micrófono  $y[n]$ , de la cual genera la señal eco-suprimida en el dominio de frecuencia o el dominio frecuencia-relacionado  $E[k,m]$ , en tanto que toma en cuenta los coeficientes de filtro  $H[k,m]$ . Esta señal eco-suprimida es luego provista a los medios de convertidor de frecuencia/tiempo 300 configurados como una IDFT (DFT inversa), que inevitablemente convierte esta señal de regreso al dominio de tiempo.

Para determinar el valor de retardo  $d(k,m)$  para los medios de retardo 480 y para determinar los coeficientes de filtro de estimación de eco para el filtro de estimación de eco 240, ambas de las representaciones espectrales de la señal de altavoz  $X[k,m]$  y las representaciones espectrales de la señal de micrófono  $Y[k,m]$  son transmitidas a medios de cálculo de energía correspondiente 500, 510 que son acoplados a la salidas de los dos medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230, 290. Los medios de cálculo de energía 500 son acoplados a la salida de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 y los medios de cálculo de energía 510 son acoplados a la salida de los medios de convertidor de frecuencia/tiempo 300.

Cada uno de los medios de cálculo de valor de energía 500, 510 calculan, por analogía con los medios de cálculo de energía 490, los espectros de potencia al elevar al cuadrado las magnitudes de los componentes espectrales respectivos y proveen esos valores a medios de cálculo adicionales 520. Los medios de cálculo adicionales 520 determinan luego, en base a los valores hechos disponibles a los mismos, un valor estimativo del retardo  $d(k,m)$  y valores para los coeficientes de filtro  $G[k,m]$  para el filtro de estimación de eco 240. Los valores mencionados anteriormente correspondientes son luego transmitidos a los medios de retardo 480 por una parte y al filtro de estimación de eco 240, por otra parte, con los cuales los medios de cálculo adicionales 520 están también acoplados.

Como también se puede ver de la realización mostrada en la Figura 11, la separación de las señales componentes

respectivas ( $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$  y  $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$ ) puede así ser efectuada en base a una estimación del espectro de señal de eco  $\hat{Y}[k, m]$ , que es calculado de acuerdo con:

$$\hat{Y}[k, m] = G[k, m]X[k - d, m] \quad (21)$$

Este cálculo se lleva a cabo en el filtro de estimación de eco 240.

La definición de los dos filtros de remoción de eco  $H_s[k, m]$  y  $H_w[k, m]$  de acuerdo con las ecuaciones (12) y (13) sigue sin cambios. Lo mismo se aplica a la determinación del filtro de remoción de eco combinado  $H[k, m]$ .

El método adicional descrito en la Figura 11 o el aparato asociado 200, está así basado en la suposición de que los componentes de eco estacionarios y componentes de eco no estacionarios de las señales de eco estimadas están también sin correlacionar, de tal manera que:

$$|\hat{Y}[k, m]|^2 \approx |\hat{Y}_s[k, m]|^2 + |\hat{Y}_w[k, m]|^2 \quad (22)$$

Los espectros de potencia estimados de los componentes de eco estacionarios pueden luego ser determinados al restar un valor estimativo del componente estacionario del valor estimativo de eco  $|\hat{Y}_w[k, m]|^2$  del espectro de potencia de la señal de eco estimada  $|\hat{Y}[k, m]|^2$ . Así:

$$|\hat{Y}_s[k, m]|^2 = |\hat{Y}[k, m]|^2 - |\hat{Y}_w[k, m]|^2 \quad (23)$$

En la práctica, la señal  $|\hat{Y}_s[k, m]|^2$  es estimada al filtrar el espectro de potencia de la señal de eco estimada  $|\hat{Y}[k, m]|^2$  de acuerdo con:

$$|\hat{Y}_s[k, m]|^2 = F_y[k, m] |\hat{Y}[k, m]|^2 \quad (24)$$

En cuanto al filtro, un filtro de ganancia adicional  $F_y[k, m]$  o su valor elevado al cuadrado  $F_y[k, m]^2$  es empleado que es determinado por analogía con el filtro de ganancia  $F_x[k, m]$  o  $F_x[k, m]^2$  y por consiguiente no es discutido y explicado en detalle en este punto. Esta funcionalidad es también efectuada por los medios de extracción 250 en base a las señales derivadas respectivas.

Se debe notar en este punto que la realización mostrada en la Figura 11 es concerniente con el caso donde el espectro estimado de la señal de eco  $\hat{Y}[k, m]$  ya está disponible. Por supuesto, el método correspondiente es también explicable cuando solamente la señal de potencia estimada de la señal de eco estimada  $|\hat{Y}[k, m]|^2$  de acuerdo con la ecuación (8) es conocida. Esta situación será descrita en más detalle en relación con la realización mostrada en la Figura 12.

Mientras que la Figura 11 muestra un diagrama de bloques de un procedimiento de atenuación de eco acústico, donde la separación de los componentes de eco estacionarios y componentes de eco no estacionarios es aplicada en base a un espectro de eco estimado  $\hat{Y}[k, m]$ , el diagrama de bloques ilustrado en la Figura 12 ilustra un procedimiento similar. En contraste, sin embargo, el último está basado en un procedimiento de atenuación de eco acústico que aplica la separación de los componentes de eco estacionarios y componentes de eco no estacionarios en base a un espectro de potencia estimado de la señal de eco  $|\hat{Y}[k, m]|^2$ .

Consecuentemente, no son solamente los modos de operación de las dos realizaciones mostradas en las Figuras 11 y 12 que son muy similares, sino también sus estructuras, ya que la descripción que sigue lo mostrará.

Más específicamente, la realización mostrada en la Figura 12 difiere de aquella mostrada en la Figura 11 en que los medios de cálculo de energía 500 ya no son conectados exclusivamente corriente arriba de los medios de cálculo adicionales 520 con respecto a la señal de altavoz  $x[n]$  transferida al dominio de frecuencia, sino que más bien son conectados directamente a la salida de los medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 otra vez configurados como DFT. De esta manera, no solamente los medios de cálculo adicionales 520, sino también los medios de retardo 480, el filtro de estimación de eco 240 y los medios de extracción 250 ya no son provistos con los

componentes espectrales reales, sino más bien con el espectro de potencia de los mismos.

Aparte de esto, sin embargo, las dos realizaciones mostradas en las Figuras 11 y 12 difieren solamente en que los cálculos respectivos posiblemente proceden marginalmente de manera diferente entre sí dentro de los componentes y medios individuales. Por ejemplo, el cálculo correspondiente de los valores relacionados con la energía de los componentes espectrales individuales ya no es efectuada en los medios de extracción 250, puesto que ya se efectuó previamente por los medios de cálculo del valor de energía 500.

La Figura 13 muestra una realización adicional de la presente invención, donde, por ejemplo, más de una señal de altavoz o más de una señal de micrófono son provistas al aparato respectivo 200. En otras palabras, la realización ilustrada en la Figura 13 es un aparato de multicanal.

En tanto que realizaciones de la presente invención fueron discutidas y descritas anteriormente solo para canales individuales o el caso de un canal individual, donde solamente una señal de altavoz y una señal de micrófono estaban disponibles, realizaciones de la presente invención no están limitadas al caso de un canal individual, como se explicará posteriormente en la presente. Dichas realizaciones pueden también ser aplicadas, por analogía, a sistemas de atenuación de eco acústicos con capacidad de multicanal. Puesto que la realización mostrada en la Figura 13 del aparato 200 es muy similar en estructura a aquella mostrada en la Figura 2 se hará referencia posteriormente en la presente a la descripción en relación con las Figuras 2 y 5 ya que el modo de operación, conexión y otros aspectos son concernientes.

La variante de multicanal mostrada en la Figura 13 del aparato 200 comprende una pluralidad de entradas 220-1, 220-2, ..., donde varias señales de altavoz pueden ser acopladas al aparato 200. Así, el aparato 200 también comprende una pluralidad correspondiente de medios de convertidor de tiempo/frecuencia opcionales 230-1, 230-2, ..., que posiblemente efectúan una traducción o conversión de las señales de altavoz correspondientes del dominio de tiempo a un dominio frecuencia-relacionado, como ya se resumió en detalle en relación con la Figura 2.

La pluralidad de medios de convertidor de tiempo/frecuencia 230 son acoplados a un número correspondiente de entradas de medios de enfardado 530, que en base a las señales de altavoz entrantes forma una señal de altavoz derivada común que luego envía la misma al primer filtro de estimación de eco 240 o a los medios de extracción 250, dependiendo de si el primer filtro de estimación de eco opcional 240 está presente. Como ya se describió en relación con la realización mostrada en la Figura 2, los medios de extracción 250 son acoplados posiblemente a un segundo filtro de estimación de eco opcional 260 o directamente a los medios de cálculo 270. Dichos medios finalmente emiten los coeficientes de filtro calculados en una salida de los mismos.

A diferencia de la realización mostrada en la Figura 2, la variante de multicanal del aparato 200 de la Figura 13 comprende además medios de enfardado adicionales 540, que son acoplados, en el lado de salida, a un número correspondiente de entradas 280-1, 280-2, ... para señales de micrófono correspondientes vía medios de convertidor de tiempo/frecuencia opcionales 290-1, 290-2, ... Los medios de enfardado adicionales 540 determinan, por analogía con los medios de enfardado 530, en base a las señales de micrófono que están presentes dentro del dominio de tiempo o en un dominio frecuencia-relacionado y se hace disponible al mismo, una señal de micrófono derivada, efectiva o común, que opcionalmente se puede hacer disponible a los medios de extracción 250 o a los medios de cálculo 270.

La variante de multicanal del aparato 200 como se muestra en la Figura 13 muestra además un filtro adaptable 210-1, 210-2, ... para cada señal de micrófono o cada una de las entradas de señal de micrófono 280, dicho filtro adaptable 210-1, 210-2, ... es acoplado, posiblemente vía los medios de convertidor de tiempo/frecuencia opcionales 290-1, 290-2, ..., a las entradas respectivas 280-1, 280-2, ... Así, los filtros adaptables 210-1, 210-2, ... son acoplados, posiblemente vía una pluralidad de medios de convertidor de frecuencia/tiempo opcionales 300-1, 300-2, ..., a una salida 310-1, 310-2, ..., respectivamente. Las señales de salida que son filtradas por los filtros adaptables 210, están despejadas de ecos o están modificadas espectralmente, está luego disponibles al aparato 200 en las salidas 310.

Los filtros adaptables 210-1, 210-2, ... son todos acoplados en paralelo a las salidas de los medios de cálculo 270, en tal salida, los medios de cálculo 270 proporcionan los coeficientes de filtro para los filtros adaptables. En otras palabras, todas las señales de micrófono de la pluralidad de señales de micrófono son filtradas, en una realización de la presente invención, como se ilustra en la Figura 13, con los mismos filtros adaptables desde un punto de vista funcional, esto es, en base a los mismos coeficientes de filtro, para obtener las versiones modificadas espectralmente o eco-canceladas, de las señales de micrófono correspondientes.

Así, si  $x_1[n]$  son las señales del primer altavoz, donde 1 es un número entero que fluctúa de 0 a L-1, y donde L designa número de los diferentes altavoces o señales de altavoz, el mismo modelo puede ser introducido, por analogía con la ecuación (1), de acuerdo con:



$$x_l[n] = x_{s,l}[n] + x_{w,l}[n], \quad (25)$$

donde  $x_{s,l}[n]$  modula la contribución del habla no estacionaria y  $x_{w,l}[n]$  modula la contribución del ruido estacionario, que están contenidos en la primera señal de altavoz. De acuerdo con la ecuación (2) la representación de dominio de STFT de la ecuación (25) es dada por:

$$|X[k, m]|^2 = \sum_{l=0}^{L-1} |X_l[k, m]|^2. \quad (26)$$

Un espectro de potencia común, enfardado para todos los canales de altavoz es luego calculado al combinar los espectros de las señales de altavoz individuales en los medios de enfardado 530 mostrados en la Figura 13 de acuerdo con

$$X_l[k, m] = X_{s,l}[k, m] + X_{w,l}[k, m], \quad (27)$$

donde L representa el número de los canales de altavoz. La separación de los componentes de señal no estacionarios y los componentes de señal estacionarios de acuerdo con las ecuaciones (5) y (7) es luego efectuada con respecto al espectro de potencia común o enfardado de acuerdo con la ecuación (27).

En analogía con lo mismo, un espectro de potencia común o enfardado para los canales de micrófono es también calculado de acuerdo con:

$$|Y[k, m]|^2 = \sum_{p=0}^{P-1} |Y_p[k, m]|^2, \quad (28)$$

donde  $Y_p[k, m]$  designa la señal del p-ésimo micrófono 110 y P representa el número de micrófonos. El índice p otra vez es un número entero que fluctúa de 0 to P – 1. Este cálculo es posiblemente efectuado, en la realización mostrada en la Figura 13 por los medios de enfardado adicionales 540.

Para la determinación de los dos filtros de remoción de eco de acuerdo con las ecuaciones (12) y (13), los espectros de altavoz (potencia)  $|x[k, m]|^2$  de acuerdo con la ecuación (27) y el espectro (potencia) de micrófono  $|Y[k, m]|^2$  de acuerdo con la ecuación (28) son usados durante las etapas algorítmicas adicionales, como fueron explicados en los párrafos precedentes de la descripción. La determinación del parámetro de control  $\beta_x$  descrita en relación con el control de desempeño de acuerdo con las ecuaciones (14) a (17) puede también ser efectuada en base a los espectros comunes o enfardados de acuerdo con las ecuaciones (27) y (28).

La supresión de eco real dentro del contexto de la modificación espectral es luego efectuada individualmente para cada señal de micrófono, pero usando el mismo filtro de remoción de eco 210 para cada canal de micrófono de acuerdo con:

$$E_p[k, m] = H_s[k, m]H_w[k, m]Y_p[k, m] \quad (29)$$

para  $p = 0, 1, \dots, P - 1$ . En analogía con lo mismo, los filtros de remoción de eco 210 pueden también ser implementados diferentemente, por ejemplo, por analogía con la ecuación (19), como se explicó anteriormente.

En este contexto, es valioso notar que dentro del contexto de la variante de multicanal del aparato 200, como se muestra, por ejemplo, en la Figura 13, el número L de las señales de altavoz y el número P de las señales de micrófono debe ser idéntico y diferente entre sí. Cualquier número de entradas pueden ser provistas, en principio, tanto para las señales de altavoz como para las señales de micrófono. También, no es absolutamente necesario proveer tanto una pluralidad de entradas de señal de altavoz como una pluralidad de entradas de señal de micrófono con los medios de enfardado correspondientes 530, 540. En realizaciones de la presente invención, es completamente posible que solo una pluralidad de entradas de señal de altavoz sean implementadas con medios de enfardado correspondientes 530 sin tener que implementar más de una entrada de señal de micrófono con medios de enfardado adicionales correspondientes 540. Tal sistema puede ser empleado, por ejemplo, cuando hay un solo micrófono pero una pluralidad de altavoces, por ejemplo debido a que la señal de comunicación del suscriptor del extremo lejano es reducida vía un sistema de sonido que comprende varios altavoces, como puede ser implementado en vehículos motorizados por ejemplo.

Además, no es necesario posiblemente implementar más que una entrada para una señal de altavoz con medios de enfardado correspondientes 530, cuando solamente un altavoz central, por ejemplo, dentro del contexto de un sistema de conferencia, es implementado, sino una pluralidad de altavoces cada uno tiene un micrófono de ellos

disponible para ellos. En tal caso, solamente la implementación de los medios de enfardado adicionales 540 puede posiblemente ser recomendable.

5 Además, es valioso notar en este punto que los medios de enfardado 530, 540 pueden naturalmente estar configurados de tal manera que están diseñados para más señales de altavoz o señales de micrófono que son inevitablemente provistas a ellos. Así, el aparato 200 puede comprender posiblemente más entradas correspondientes 220, 280 que inevitablemente serán usadas. En este caso, por ejemplo, un circuito corriente arriba, tal como los medios de convertidor de tiempo/frecuencia opcionales 230, 290 o los medios de enfardado 530, 540 mismos pueden determinar el número de canales activos y seleccionar los parámetros L y P de acuerdo. Por supuesto, un suministro externo del número de canales y posiblemente el número de señales de micrófono y altavoz a ser tomados en cuenta pueden también ser implementadas.

15 También se debe notar en este punto que la realización mostrada en la Figura 13 naturalmente también funciona con solamente una señal de altavoz y una sola señal de micrófono, y los parámetros correspondientes L y P son transmitidos a los medios de enfardado 530, 540. En principio, las ecuaciones (27) y (28) son también aplicables a los casos donde  $P = 1$  y/o  $L = 1$ . Así, la realización mostrada en la Figura 13 representa una extensión "hacia abajo-compatible" de la realización mostrada en la Figura 2.

20 Con respecto a la resolución de frecuencia, puede posiblemente ser recomendable desviarla de aquella de un STFT. La resolución espectral uniforme de una STFT no está muy bien adaptada a la percepción humana. Puede por consiguiente posiblemente ser ventajoso agrupar los coeficientes uniformemente separados  $|x[k, m]|^2$  y  $|Y[k, m]|^2$  en un número de particiones o grupos no superpuestos, como también es mostrado en la referencia [9], estas particiones o grupos comprenden anchos de bandas que imitan la resolución de frecuencia del sistema auditivo humano, como es representado, por ejemplo, en la referencia [10].

25 Para una velocidad de toma de muestras de 16 KHz, una longitud de bloque de DFT para la STFT de 512 muestras y 15 grupos o particiones es una elección razonable, cada partición tiene un ancho de banda que corresponde aproximadamente al doble del ancho de banda rectangular equivalente (ERB), como se describe en la Referencia [10]. Las bandas corresponden a las particiones como se representa en la Figura 14.

30 La Figura 14 muestra cómo los coeficientes espectrales de un espectro de STFT uniforme pueden ser agrupados o divididos en particiones de grupos para imitar la resolución de frecuencia no uniforme del sistema auditivo humano. El eje de frecuencia como se ilustra en la Figura 14 se extiende desde 0 Hz a aproximadamente 8000 Hz, que corresponde a una banda de frecuencia efectiva basada en una frecuencia de toma de muestras de 16 KHz.

35 Los diferentes filtros de ganancia son calculados solamente para la frecuencia central de cada grupo. Adicionalmente, esto da como resultado una reducción en la complejidad de cálculo en comparación con el caso de una resolución espectral plena de una STFT uniforme. Antes de que el filtro de ganancia de partición o grupo final sea aplicado al espectro de señal de STFT uniforme, dicho espectro de señal de STFT es interpolado utilizando filtros de interpolación de Hann.

40 La Figura 15a muestra filtros de interpolación de Hann correspondientes que pueden ser empleados para suavizar los filtros de ganancia sobre la frecuencia. La Figura 15b muestra los coeficientes de filtro de ganancia como una línea continua, que son obtenidos al interpolar los valores de los filtros de ganancia en las particiones individuales, que por su parte son ilustradas por los puntos gruesos mostrados en la Figura 15b.

45 La ilustración parcial a de la Figura 15 ilustra exactamente estos filtros de Hann, mientras que la ilustración parcial b ilustra un ejemplo de valores de filtros de ganancia antes y después de la interpolación. Los puntos ilustrados en la Figura 15b representan los valores antes de la interpolación, mientras que la línea continua corresponde a dichos valores después de la interpolación. La suavización de frecuencia de los filtros de ganancia conduce a una variación más uniforme del espectro resultante como función de la frecuencia y así reduce los tonos musicales y otros artefactos.

50 Como la descripción de realizaciones de la presente invención demostró, las realizaciones de la presente invención, en algunos casos, comprenden unidades funcionales que incluyen las siguientes etapas como un breve resumen. Algunas realizaciones de la presente invención implementan la recepción de por lo menos una señal de altavoz, recepción de por lo menos una señal de micrófono, conversión de la señal de altavoz y la señal de micrófono a espectros de tiempo corto, cálculo de los espectros de potencia de altavoz y micrófono correspondientes, extracción o separación del espectro de potencia de altavoz en espectros de potencia estacionarios y espectros de potencia no estacionarios, cálculo de un filtro de ganancia de remoción de eco, en tanto que se usan los espectros de potencia de altavoz estacionarios, cálculo del filtro de ganancia de remoción de eco en tanto que se usa el espectro de potencia de altavoz no estacionario, aplicación del filtro de ganancia al espectro de micrófono para suprimir el eco y conversión del espectro de micrófono eco-suprimido al dominio de tiempo.

Dependiendo de las circunstancias, las realizaciones de los métodos de la invención pueden ser implementadas en elementos físicos o en elementos de programación. La implementación puede ser efectuada en un medio de almacenamiento digital, en particular un disco, CD o DVD con señales de control que se pueden leer electrónicamente, que pueden interactuar con un sistema de computadora programable, de tal manera que se efectúa una realización del método de la invención. En general, las realizaciones de la presente invención también consisten así de un producto de programa de elementos de programación o un producto de programa de computadora o un producto de programa que tiene códigos de programa almacenados en un portador que se puede leer por la máquina, para llevar a cabo una realización del método de la invención, cuando el producto de programa de elementos de programación se ejecuta en una computadora o un procesador. En otras palabras, una realización de la presente invención puede así también ser realizada como un programa de computadora o un programa de elementos de programación o un programa que tiene códigos de programa para efectuar el método, cuando el programa se ejecuta en un procesador. El procesador puede consistir de una computadora, una tarjeta de chip (tarjeta inteligente), un sistema integrado (SOC = sistema sobre chip), un circuito integrado aplicación-específico (ASIC) o cualquier otro circuito integrado (IC).

### **Referencias**

- [1] C. Breining, P. Dreiseitel, E. Hänslér, A. Mader, B. Nitsch, H. Puder, T. Schertler, G. Schmidt y J. Tilp. Acoustic echo control. IEEE Signal Processing Magazine, 16(4): 42 – 69, Julio 1999.
- [2] A. N. Birkett y R. A. Goubran. Limitations of handsfree acoustic echo cancellers due to nonlinear loudspeaker distortion and enclosure vibration effects. In Proc. IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, pp. 13 – 16, New Paltz, Oct. 1995.
- [3] G. Schmidt y E. Hänslér. Acoustic echo and noise control: a practical approach. Hoboken: Wiley, 2004.
- [4] W. L. B. Jeannes, P. Scalart, G. Faucon y C. Beaugeant. Combined noise and echo reduction in hands-free systems: a survey. IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 9(8): 808 – 820, Nov. 2001.
- [5] C. Faller y J. Chen. Suppressing acoustic echo in a sampled auditory envelope space. IEEE Trans. on Speech and Audio Proc., 13(5): 1.048 – 1.062, Sept. 2005.
- [6] C. Faller y C. Tournery. Estimating the delay and coloration effect of the acoustic echo path for low complexity echo suppression. In Proc. Intl. Works. on Acoust. Echo and Noise Control (IWAENC), Sept. 2005.
- [7] W. Etter y G. S. Moschytz. Noise reduction by noise-adaptive spectral magnitude expansion. J. Audio Eng. Soc., 42: 341 – 349, Mayo 1994.
- [8] O. Capp'e. Elimination of the musical noise phenomenon with the ephrain and malah noise suppressor. IEEE Trans. Speech and Audio Processing, 2(2): 345 – 349, Abril 1994.
- [9] C. Faller y F. Baumgarte. Binaural Cue Coding - Part II: Schemes and applications. IEEE Trans. on Speech and Audio Proc., 11(6): 520 – 531, Nov. 2003.
- [10] B. R. Glasberg y B. C. J. Moore. Derivation of auditory filter shapes from notched-noise data. Hear. Res., 47: 103 – 138, 1990.

### **Lista de números de referencia**

- 100 altavoz  
 110 micrófono  
 120 ambiente acústico  
 130 señal del altavoz  
 140 señal del micrófono  
 150 unidad de proceso de eliminación de eco  
 160 señal de eco suprimida  
 170 vía directa  
 180 vía indirecta  
 200 aparato  
 210 filtro adaptativo  
 220 entrada  
 230 medios convertidores de tiempo/frecuencia

	240	filtro de estimación de eco
	250	medios de extracción
	260	filtro de estimación de eco
	270	medios de cálculo
5	280	entrada
	290	medios convertidores de tiempo/frecuencia
	300	medios convertidores de frecuencia/tiempo
	310	salida
	320	medios de promedio
10	330	filtro de ganancia
	340	medios de cálculo de parámetros
	350	medios de distribución
	360	etapa de filtro
	370	medios de cálculo de filtro
15	380	medios de combinación
	390	medios de selección
	400	medios de determinación de parámetros
	410	punto de distribución
	420	curva
20	430	curva
	440	soporte
	450	soporte
	460	flecha
	470	medios de filtro de estimación de eco
25	480	medios de retardo
	490	medios de cálculo de valor de energía
	500	medios de cálculo de valor de energía
	510	medios de cálculo de valor de energía
	520	medios de cálculo adicionales
30	530	medios de agrupación
	540	medios de agrupación adicionales

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato (200) para el cálculo de coeficientes de filtro para un filtro adaptativo (210) para filtrar una señal de micrófono con el fin de suprimir un eco debido a una señal de altavoz, que comprende:
  - 5 medios de extracción (250) para la extracción de una señal de componente estacionario o una señal de componente no estacionario de la señal de altavoz o de una señal derivada de la señal de altavoz, en el que los medios de extracción (250) están configurados para emitir la señal de componente estacionario y la señal de componente no estacionario; y
  - 10 medios de cálculo (270) para el cálculo de los coeficientes de filtro del filtro adaptativo (210) sobre la base de la señal de componente estacionario extraída o la señal de componente no estacionario extraída, en el que los medios de cálculo (270) están configurados para calcular unos primeros coeficientes de filtro en base a la señal de componente estacionario, y para calcular unos segundos coeficientes de filtro en base a la señal de componente no estacionario, y en el que los medios de cálculo están configurados además para determinar los coeficientes de filtro, ya sea sobre la base de los primeros coeficientes del filtro o sobre la base de los segundos coeficientes del filtro, y en el que los medios de cálculo (270) están configurados para determinar los coeficientes de filtro sobre la base de los coeficientes de filtro de los primeros coeficientes de filtro o de los segundos coeficientes de filtro que corresponden a un mayor nivel de atenuación.
- 20 2. El aparato (200) según la reivindicación 1, en el que los medios de extracción (250) están configurados para extraer la señal de componente estacionario sobre la base de un promedio de un valor relacionado con la energía de una señal de paso de banda de la señal de altavoz o de la señal derivada.
- 25 3. El aparato (200) según la reivindicación 2, en el que los medios de extracción (250) están configurados para realizar el cálculo del promedio en forma de un promedio flotante sobre un valor de un bloque de datos actual en el que se basa la señal de paso de banda, y sólo sobre valores de al menos un bloque de datos que precede temporalmente el bloque de datos actual.
- 30 4. El aparato (200) según una de las reivindicaciones 2 o 3, en el que los medios de extracción (250) están configurados para realizar el cálculo del promedio como un promedio flotante sobre la base de diferentes especificaciones de cálculo en dependencia de una comparación del valor relacionado con la energía del bloque de datos actual y un valor relacionado con la energía de un bloque de datos anterior o de un valor de un promedio obtenido previamente.
- 35 5. El aparato (200) según una de las reivindicaciones 3 o 4, en el que los medios de extracción (250) están configurados para realizar un cálculo recursivo del promedio flotante sobre la base de una adición del valor relacionado con la energía del bloque de datos actual a un valor de un promedio calculado previamente en función de un parámetro de adición, siendo el parámetro de adición más pequeño, en el caso de que el valor relacionado con la energía del bloque de datos actual sea mayor que el del valor previamente determinado del promedio, que en el caso de que el valor relacionado con la energía del bloque de datos actual es menor que el valor previamente determinado del promedio.
- 40 6. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de extracción (250) están configurados para extraer la señal de componente no estacionario sobre la base de una señal de paso de banda de la señal de altavoz o de la señal derivada.
- 45 7. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de extracción (250) están configurados para extraer la señal de componente no estacionario sobre la base de la señal de componente estacionario y un filtro de ganancia.
- 50 8. El aparato (200) según la reivindicación 7, en el que los medios de extracción (250) están configurados de tal manera que el filtro de la ganancia depende de un parámetro de control variable o no variable.
- 55 9. El aparato (200) según la reivindicación 8, en el que los medios de extracción (250) están configurados para determinar el parámetro de control del filtro de ganancia sobre la base de una función de coherencia basada en la señal de altavoz o en la señal derivada de la señal del altavoz, y en base a la señal del micrófono o de una señal derivada de la señal del micrófono.
- 60 10. El aparato (200) según la reivindicación 9, en el que los medios de extracción (250) están configurados para determinar el parámetro de control sobre la base de un valor medio de la función de coherencia a través de una pluralidad de señales de paso de banda de la señal del altavoz o de la señal derivada de la señal del altavoz, y de la señal del micrófono o de la señal derivada de la señal del micrófono.

11. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato (200) comprende además unos medios de agrupación (540) para la agrupación de una pluralidad de señales de micrófono con el fin de obtener una señal de micrófono integrada como la señal de micrófono o como la señal del micrófono derivada.
- 5 12. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de extracción (250) están configurados para emitir la señal de componente estacionario y la señal de componente no estacionario, y en el que los medios de cálculo (270) están configurados para calcular unos primeros coeficientes de filtro sobre la base de la señal de componente estacionario, y para calcular unos segundos coeficientes de filtro sobre la base de la señal de componente no estacionario, y en el que los medios de cálculo (270) están configurados además para determinar los coeficientes de filtro sobre la base del primer y segundo coeficientes de filtro.
- 10 13. El aparato (200) según la reivindicación 12, en el que los medios de extracción (250) están configurados para calcular los coeficientes de filtro de tal manera que los coeficientes de filtro corresponden a una conexión en serie de un primer filtro al que corresponden los primeros coeficientes del filtro, y un segundo filtro, al que corresponden los segundos coeficientes del filtro.
- 15 14. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de extracción (250) están configurados para extraer la señal de componente estacionario o la señal de componente no estacionario, como señales estimadas.
- 20 15. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de extracción (250) están configurados para emitir la señal de componente estacionario y la señal de componente no estacionario.
- 25 16. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además el filtro adaptativo (210) con el fin de filtrar la señal del micrófono en base a los coeficientes de filtro.
- 30 17. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios de agrupación (540) y una pluralidad de filtros adaptativos (210) con el fin de filtrar al menos dos de las señales del micrófono de la pluralidad de señales de micrófono sobre la base de los mismos coeficientes de filtro de los medios de cálculo (270).
- 35 18. El aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios de agrupación (530) para la agrupación de una pluralidad de señales de los altavoces con el fin de obtener una señal de altavoz integrada como la señal del altavoz o como la señal derivada de la señal del altavoz.
- 40 19. Un método de cálculo de coeficientes de filtro para un filtro adaptativo (210) para filtrar una señal de micrófono con el fin de suprimir un eco debido a una señal de altavoz, que comprende:  
 extraer una señal de componente estacionario o una señal de componente no estacionario de la señal de altavoz o de una señal derivada de la señal de altavoz, en el que se emite la señal de componente estacionario extraída y la señal de componente no estacionario extraída; y  
 calcular los coeficientes de filtro para el filtro de adaptación sobre la base de la señal de componente estacionario extraído o la señal de componente no estacionario extraído, en el que los primeros coeficientes del filtro se calculan sobre la base de la señal de componente estacionario, y los coeficientes de segundo filtro se calculan sobre la base de la señal de componente no estacionario, y en el que los coeficientes del filtro se determinan sobre la base de los primeros coeficientes del filtro o sobre la base de los segundos coeficientes del filtro, en el que los coeficientes del filtro se determinan sobre la base de dichos coeficientes de filtro de los primeros coeficientes de filtro o de los segundos coeficientes de filtro que corresponden a un mayor nivel de atenuación, y  
 en el que, sobre la base de los primeros coeficientes de filtro y los segundos coeficientes del filtro, se emite un conjunto de coeficientes de filtro, que se basan en los primeros coeficientes del filtro o en los segundos coeficientes del filtro.
- 45 50 55 20. Un programa que comprende un código de programa configurado para realizar el método según la reivindicación 19, cuando el programa se ejecuta en un procesador.
- 60 21. Un aparato (200) para el cálculo de coeficientes de filtro para un filtro adaptativo (210) para filtrar una señal de micrófono con el fin de suprimir un eco debido a una señal de altavoz, que comprende:  
 medios de extracción (250) para la extracción de una señal de componente estacionario o una señal de componente no estacionario de la señal de altavoz o de una señal derivada de la señal de altavoz, en el que los medios de extracción (250) están configurados para proporcionar la señal de componente estacionario o la señal de componente no estacionario, así como una señal de información de control que comprende información sobre la salida de la señal de componente, y en el que los medios de extracción (250) están configurados para emitir la

- 5 señal de componente estacionario o la señal de componente no estacionario de los medios de cálculo (270) en función de una relación de un valor relacionado con la energía de la señal de componente estacionario a un valor relacionado con la energía de la señal de componente no estacionario, y medios de cálculo (270) para el cálculo de los coeficientes de filtro del filtro adaptativo (210) sobre la base de la señal de componente estacionario extraída o la señal de componente no estacionario extraída, en el que los medios de cálculo (270) están configurados para calcular los coeficientes de filtro en la base a la salida de señal por los medios de extracción (250) o de una señal derivada del mismo, así como de la información incluida en la señal de información de control.

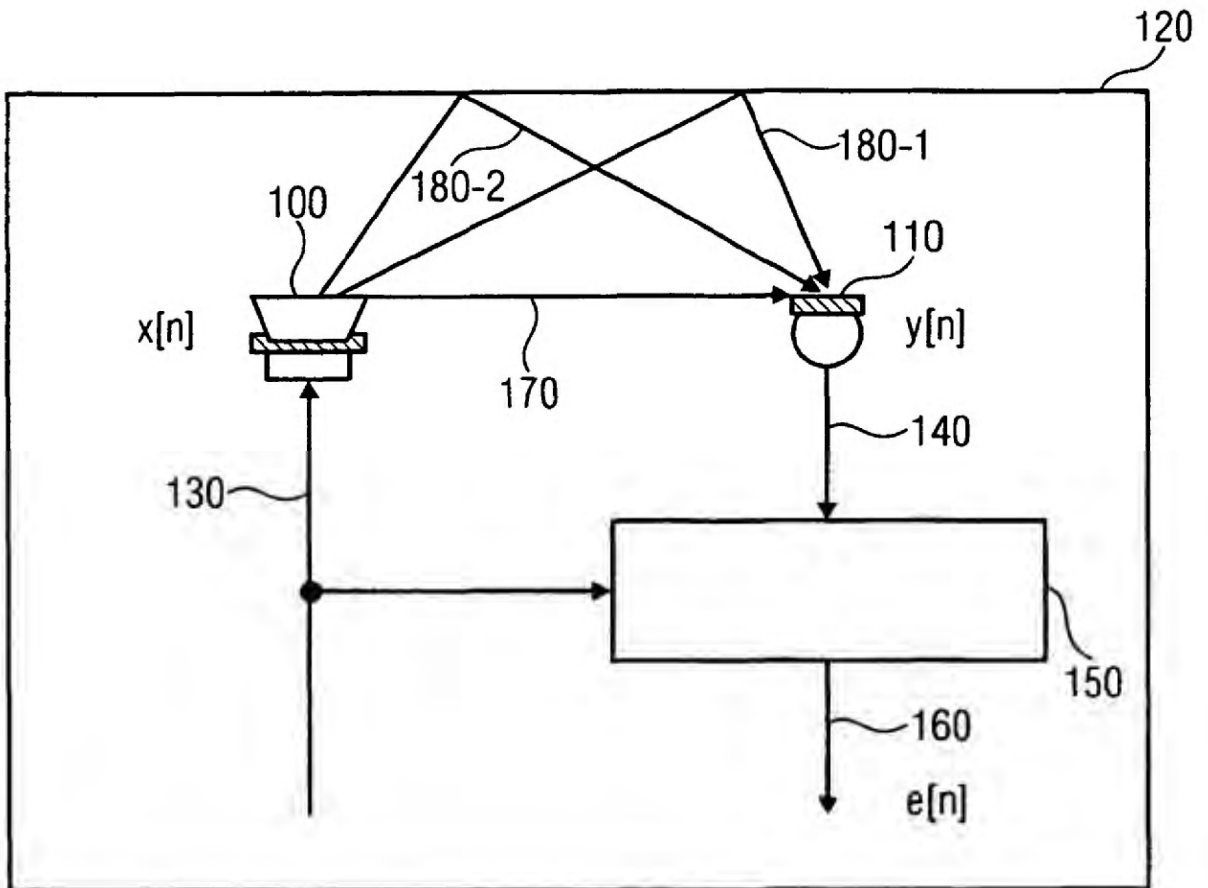


FIGURA 1



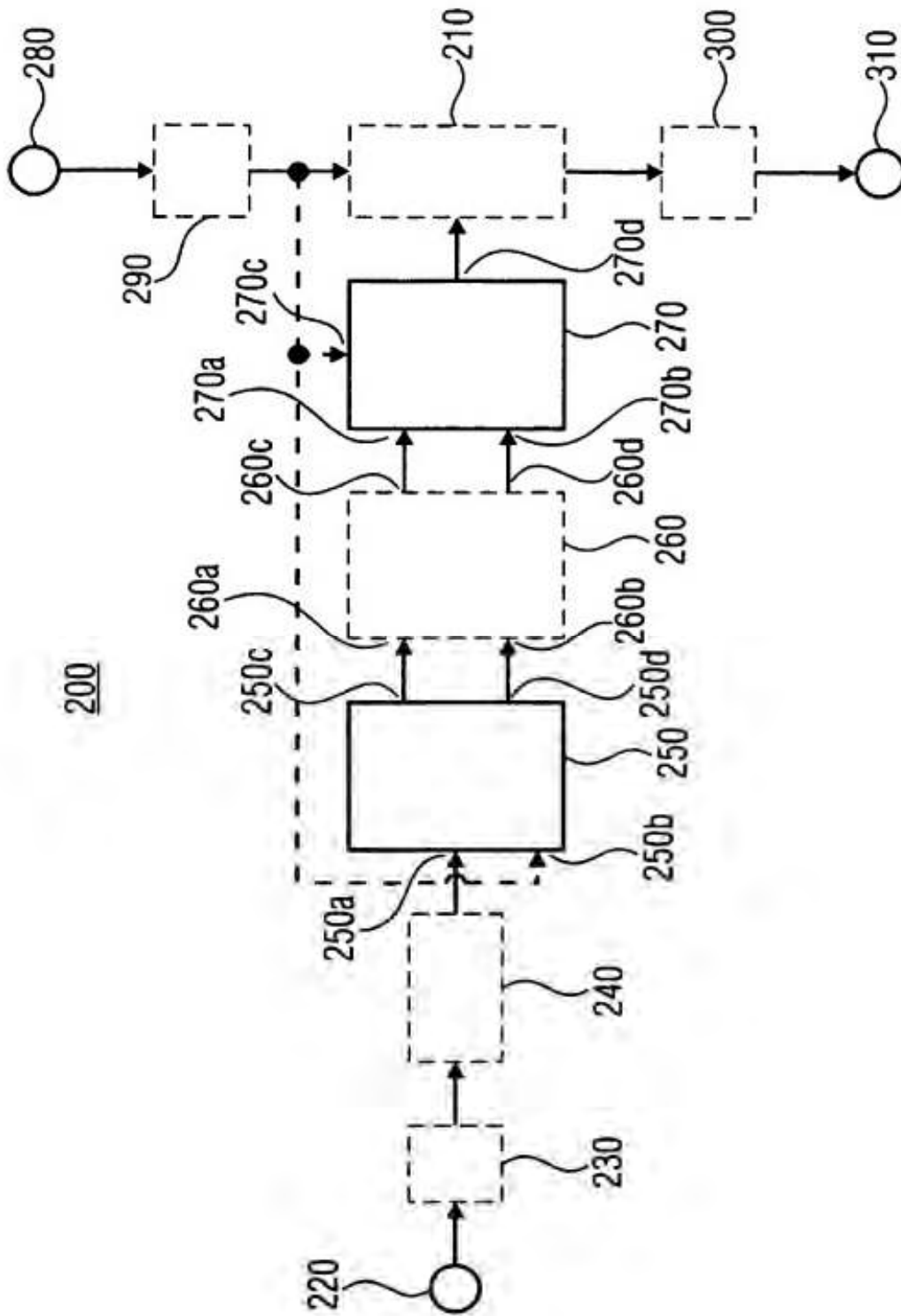


FIGURA 2

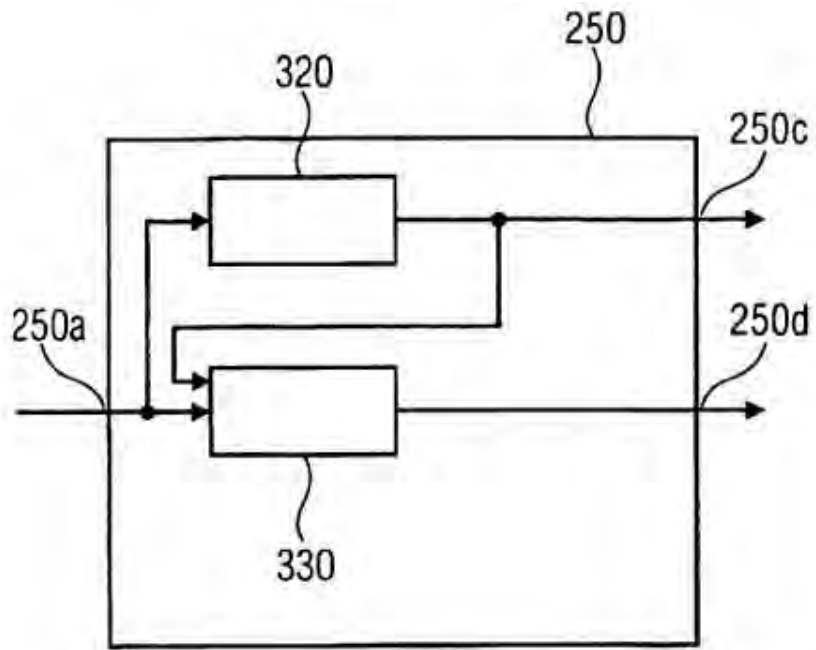


FIGURA 3A

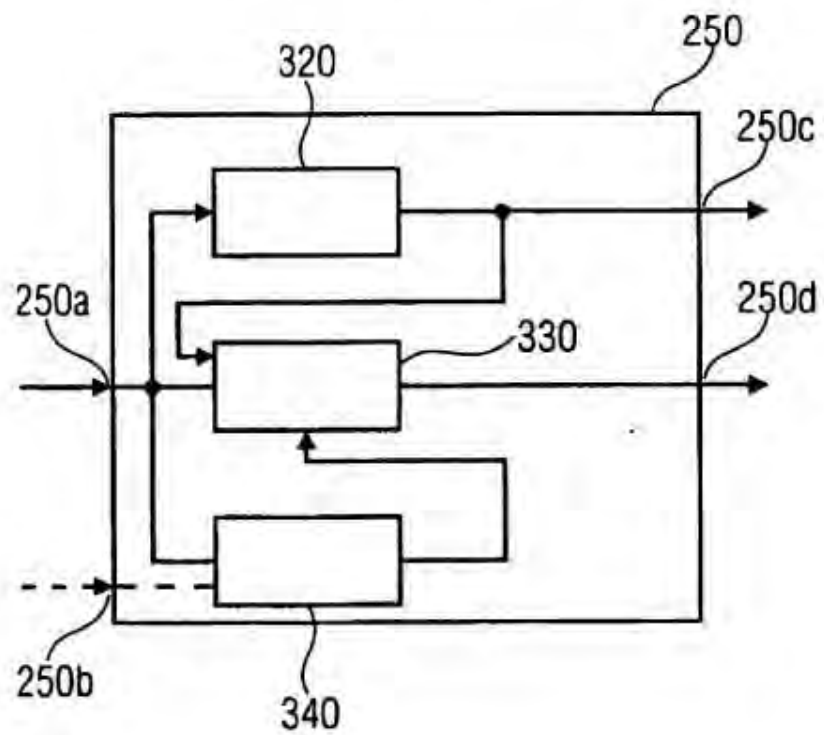


FIGURA 3B

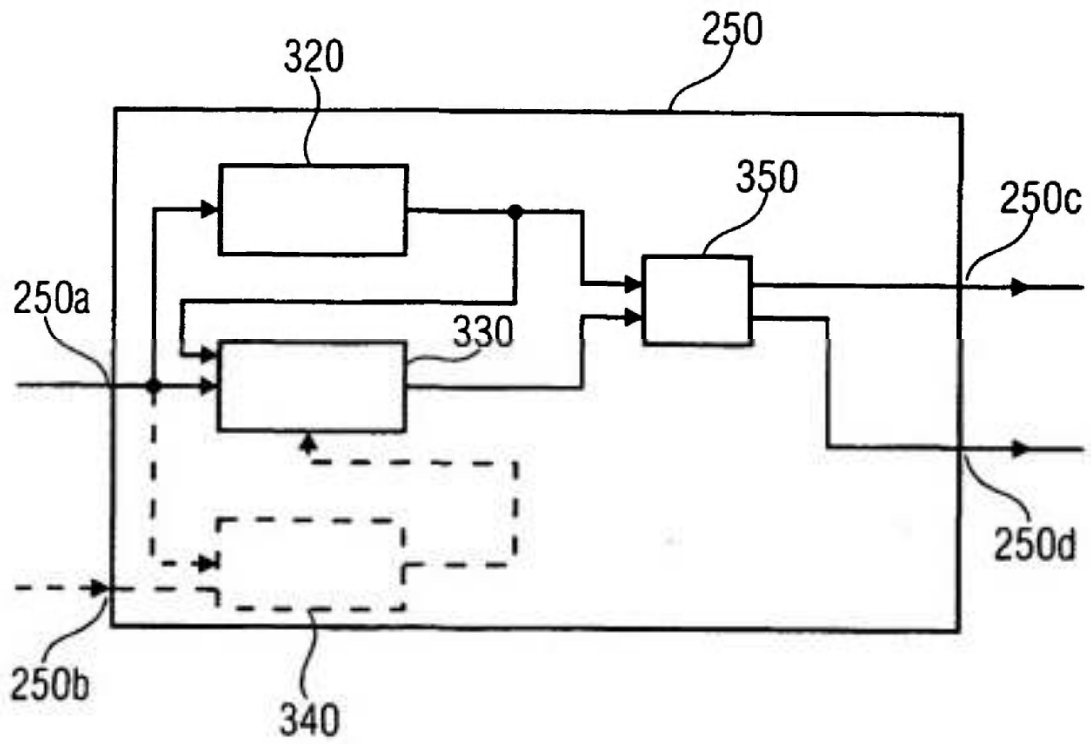


FIGURA 3C

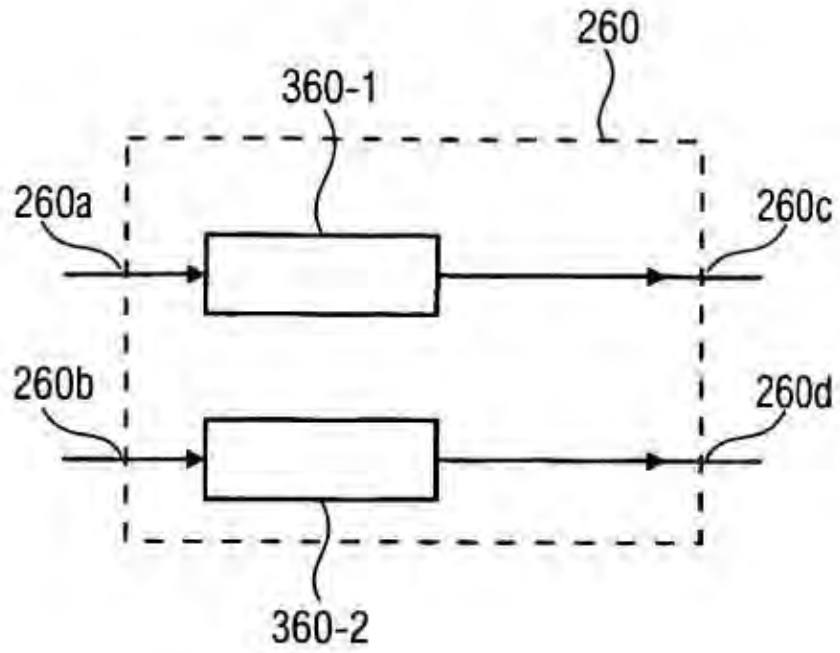


FIGURA 4A

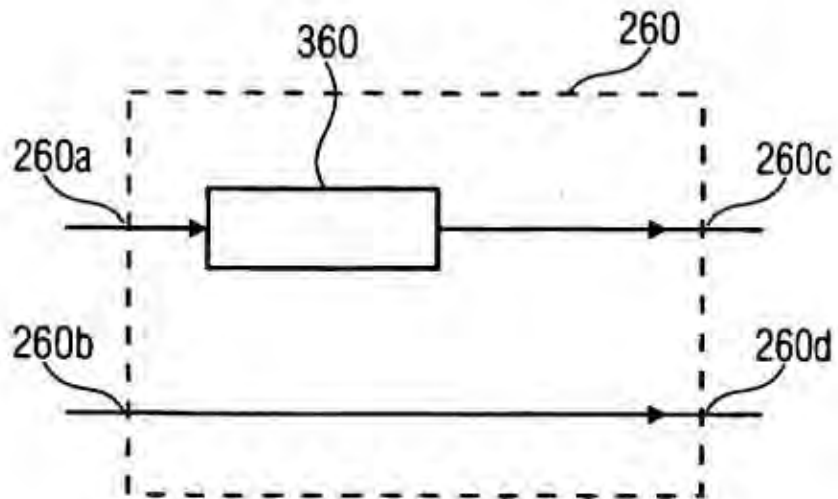


FIGURA 4B

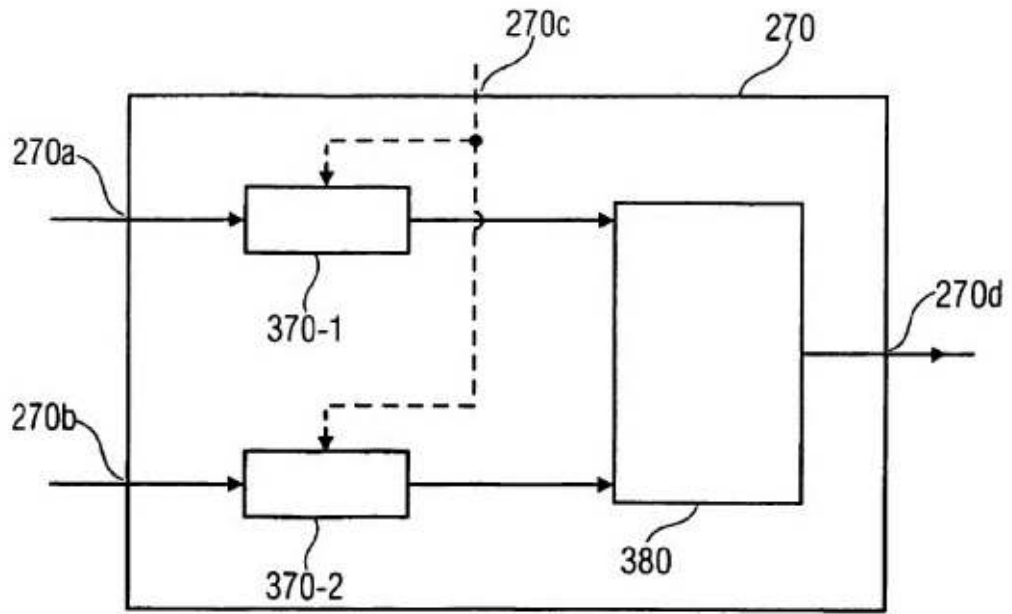


FIGURA 5A

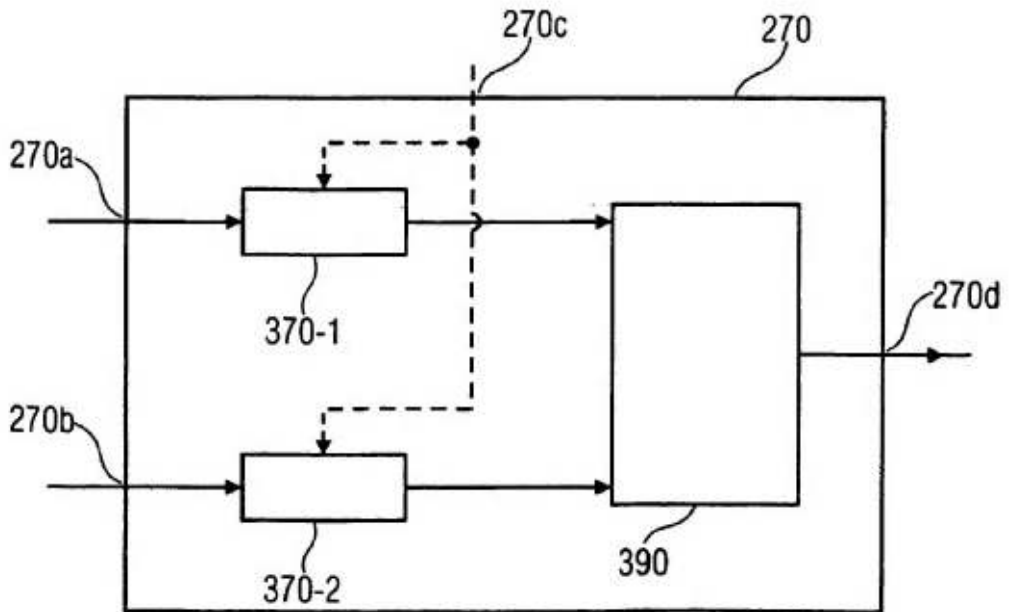


FIGURA 5B

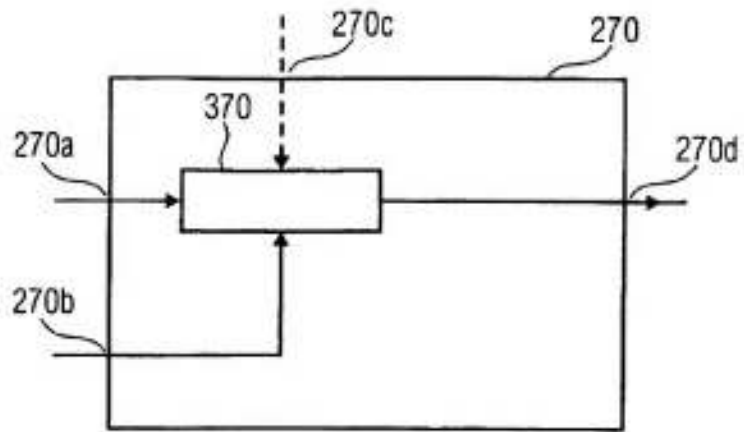


FIGURA 5C

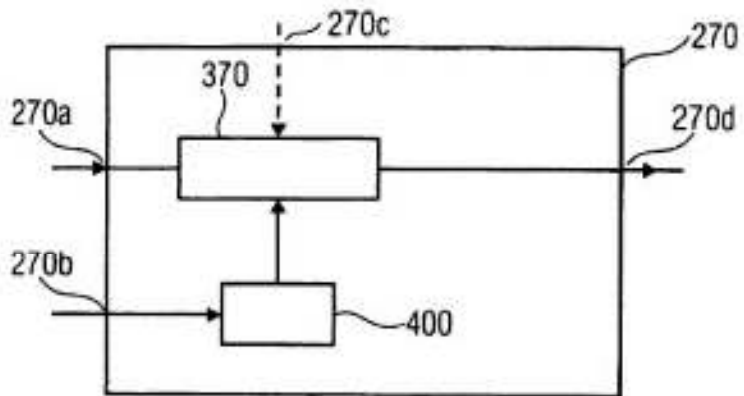


FIGURA 5D

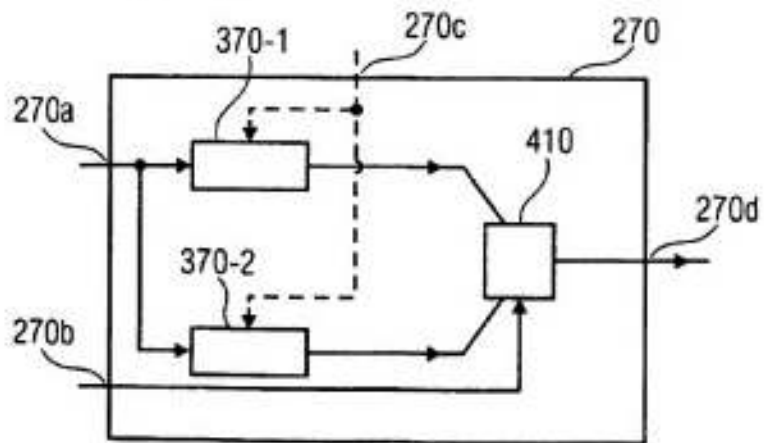


FIGURA 5E

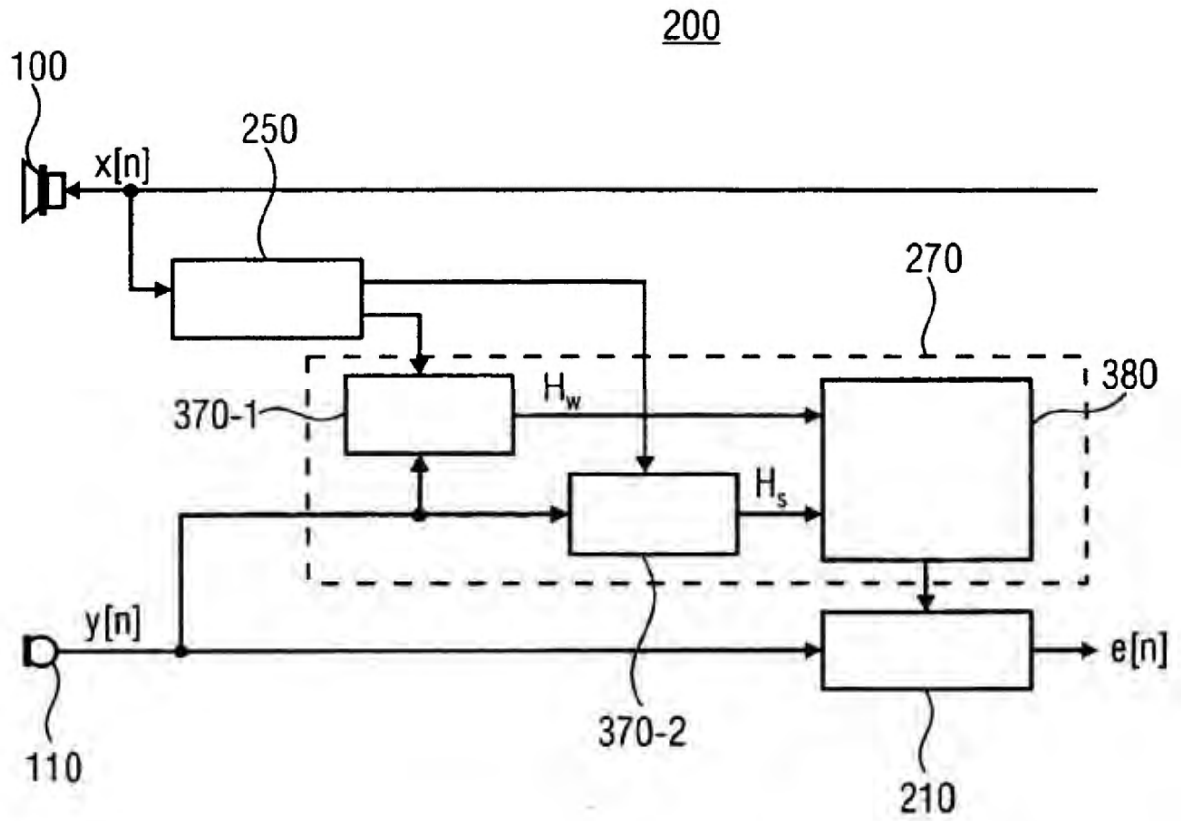


FIGURA 6

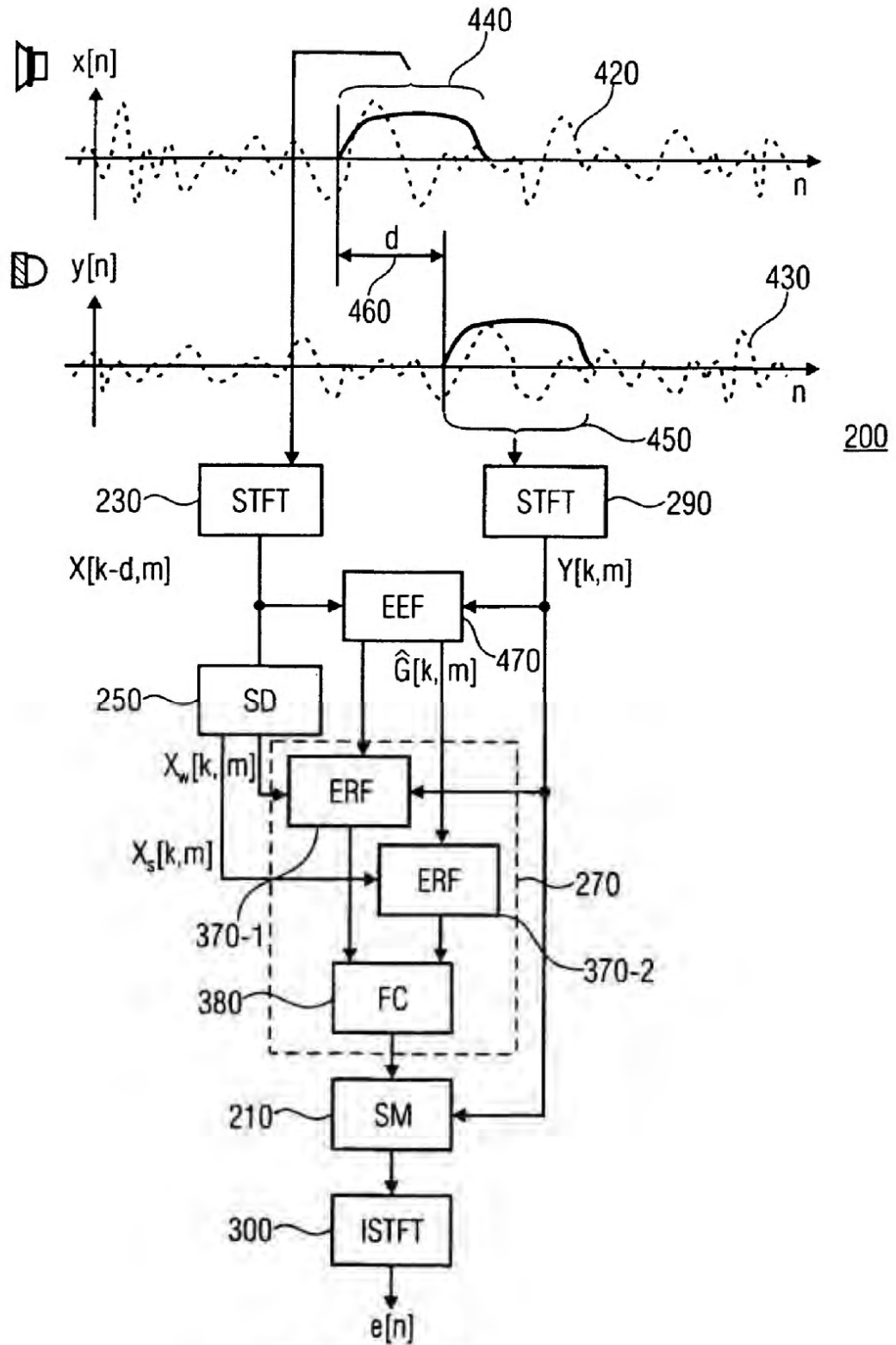


FIGURA 7



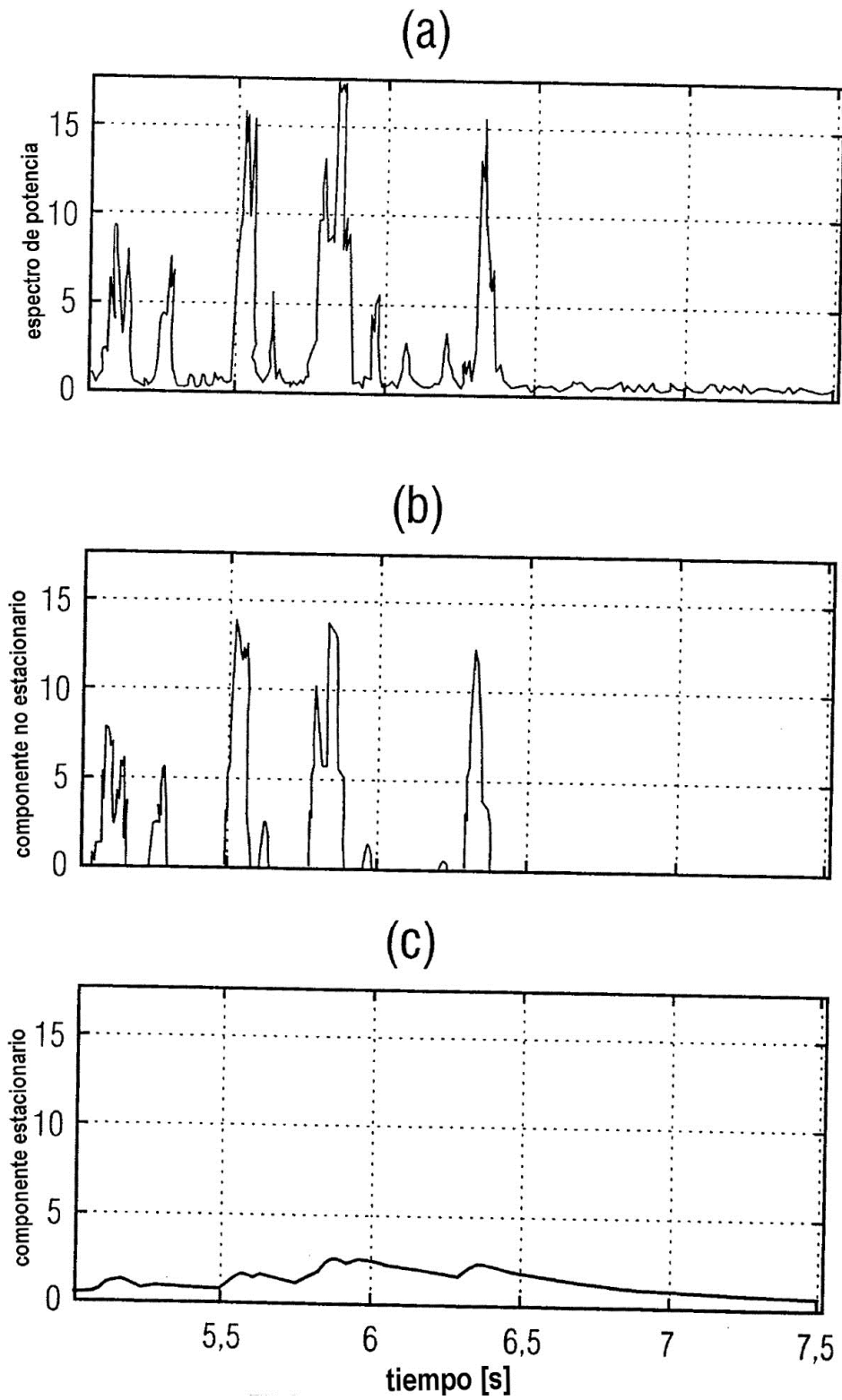


FIGURA 8

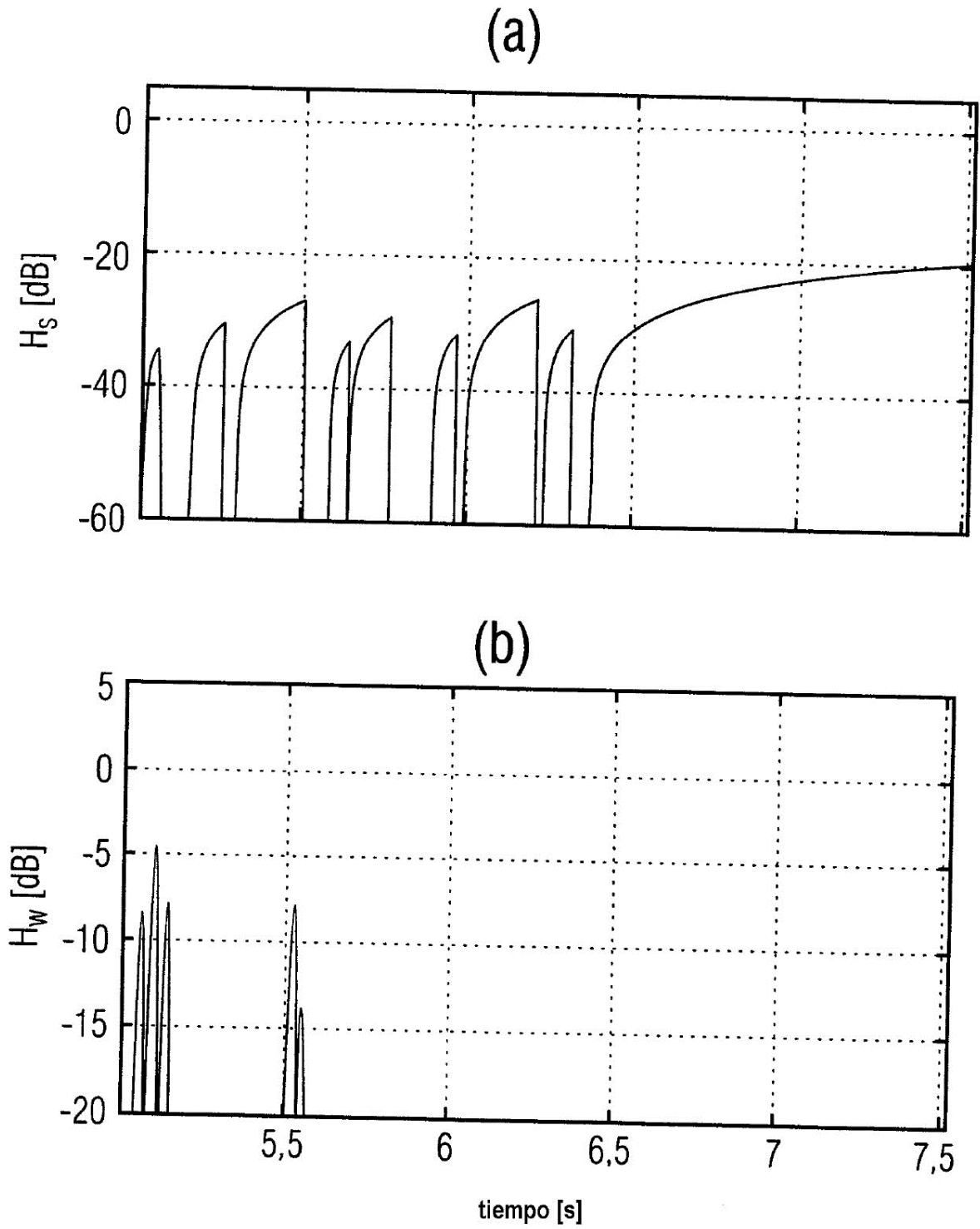


FIGURA 9

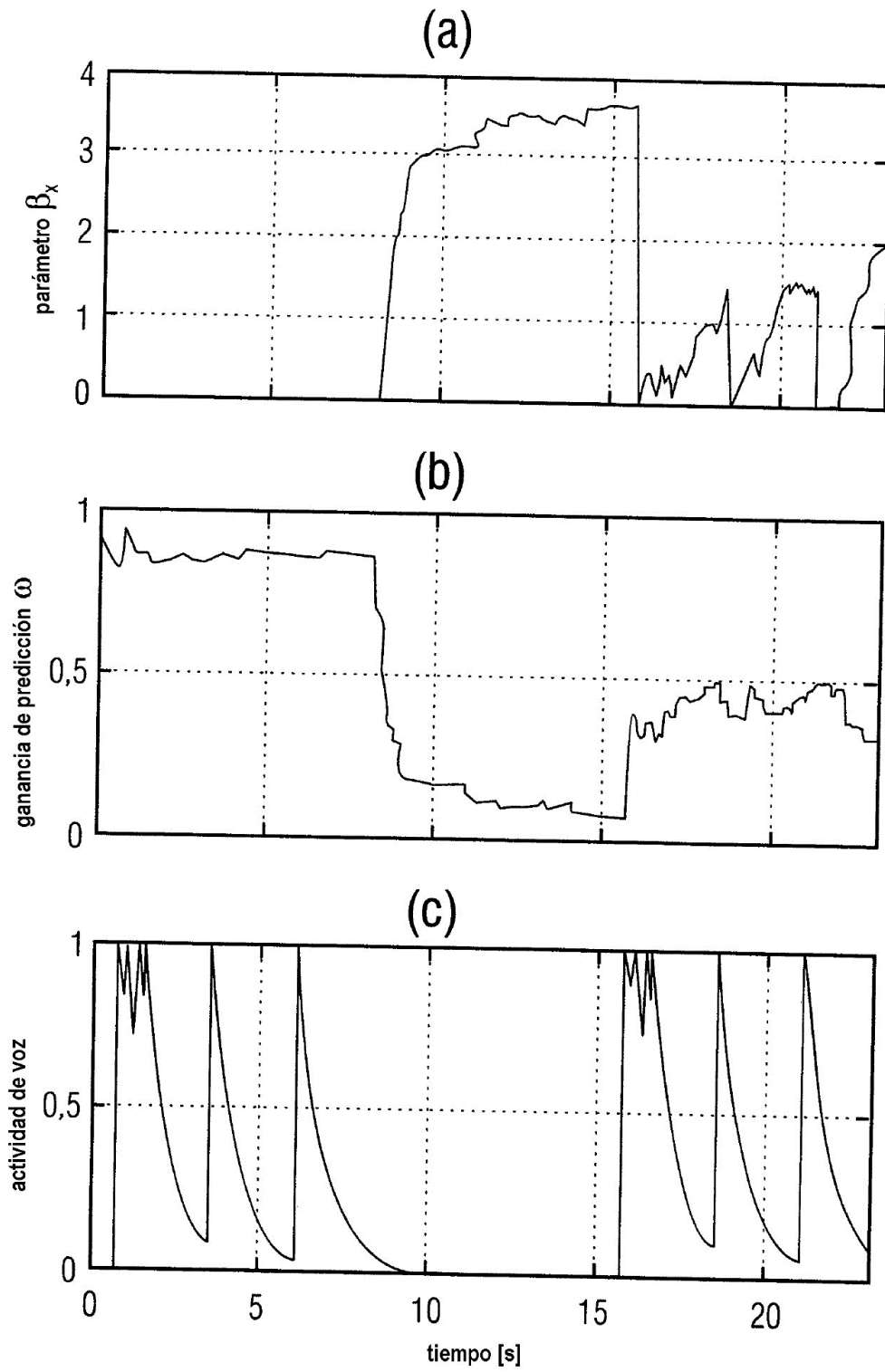


FIGURA 10

200

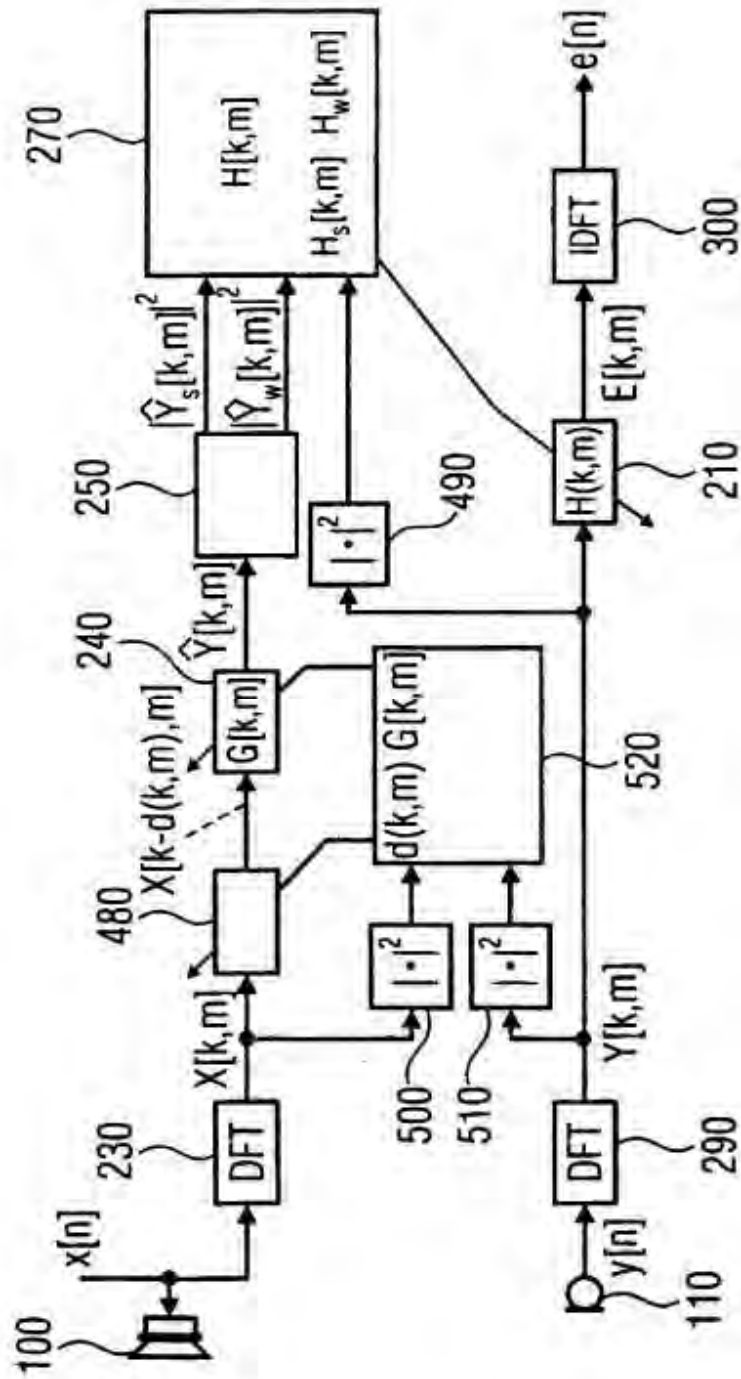


FIGURA 11

200

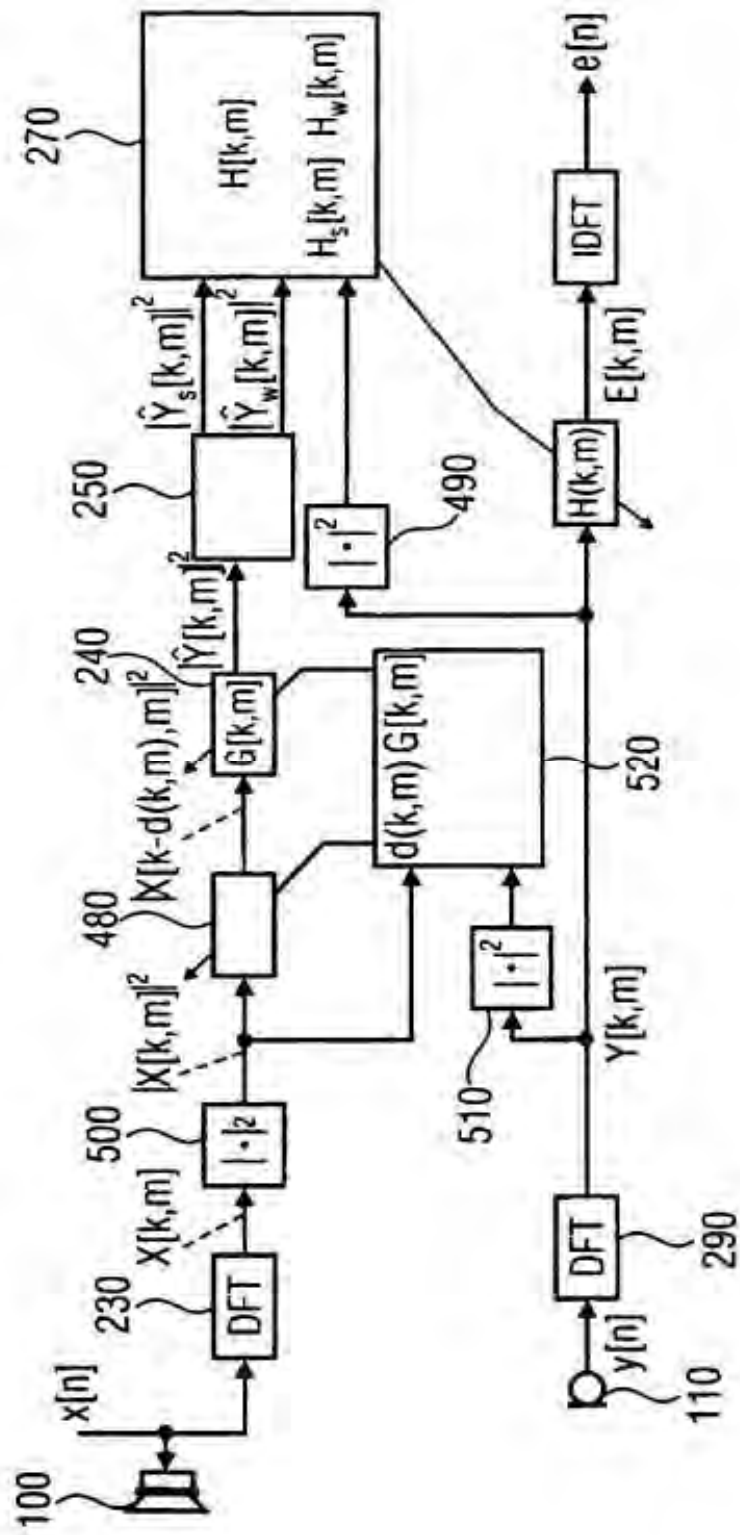


FIGURA 12

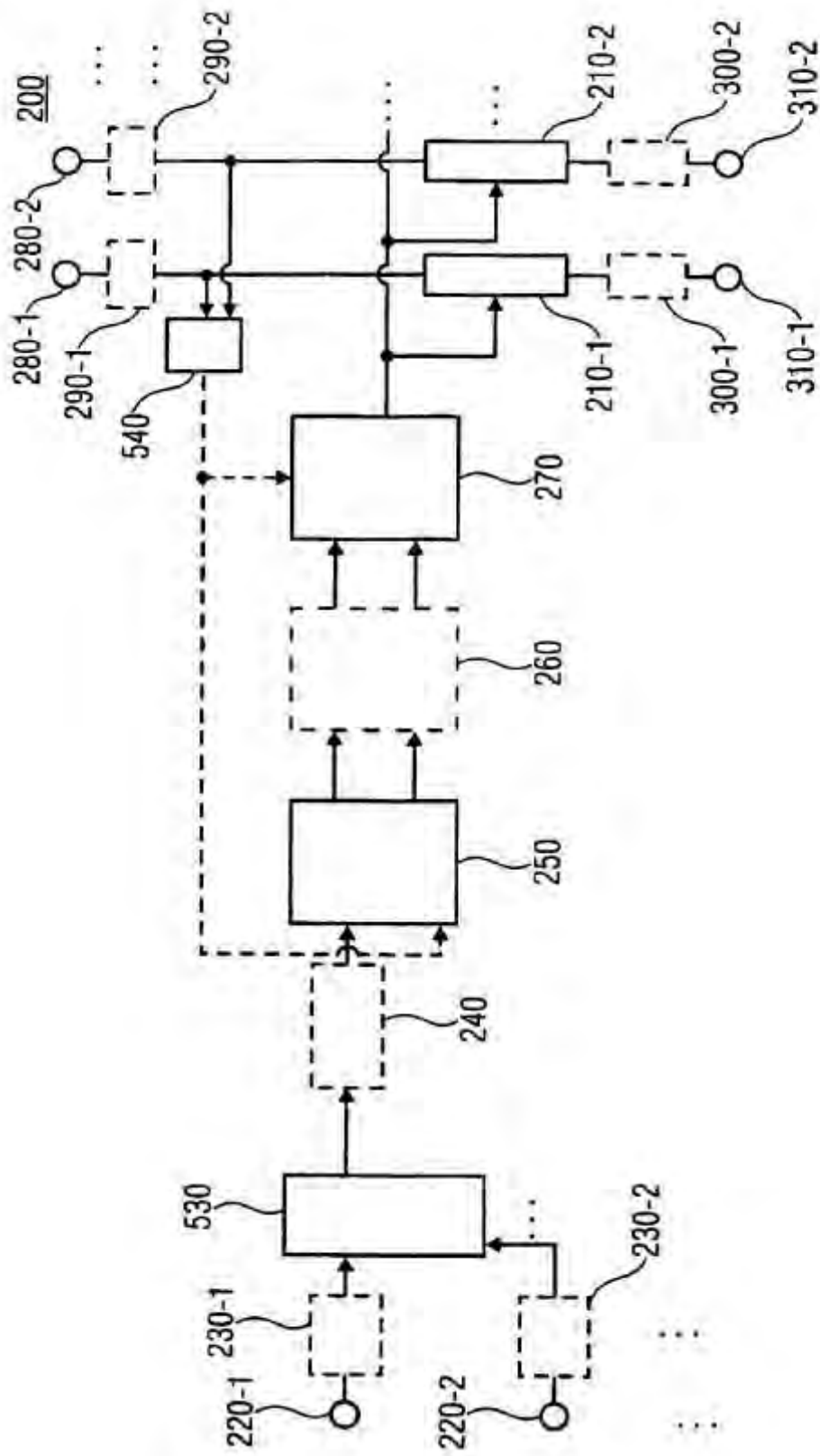


FIGURA 13

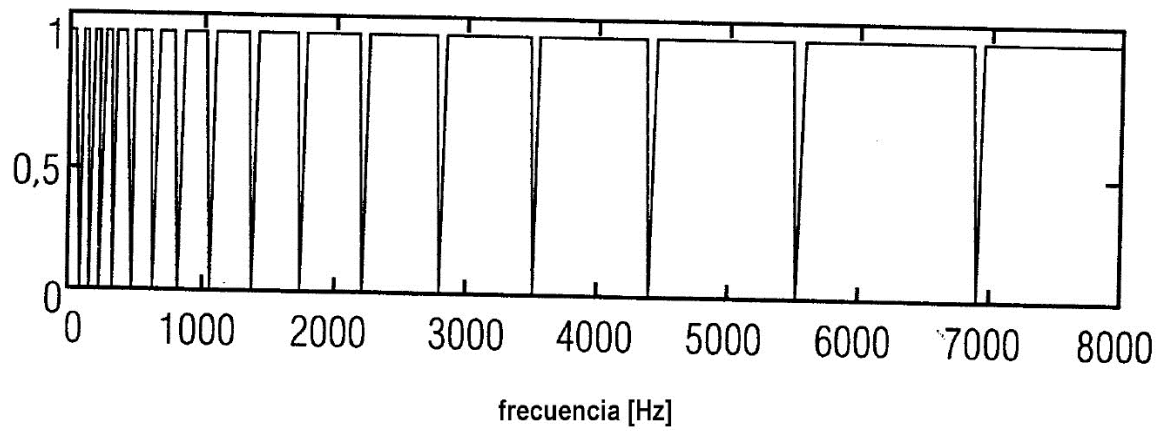


FIGURA 14

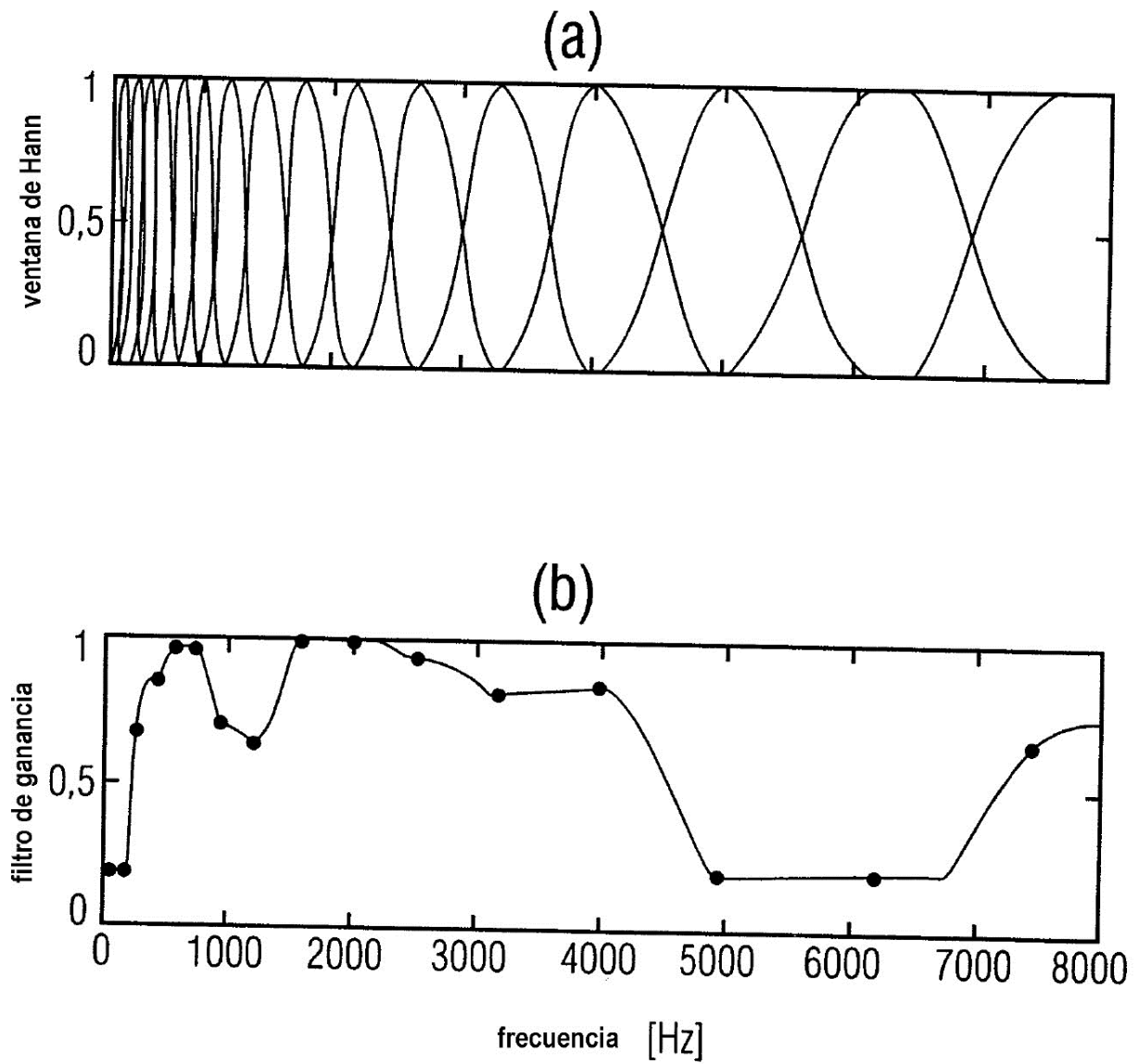


FIGURA 15