

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 770**

51 Int. Cl.:

H04M 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2009 PCT/EP2009/000123**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2017 WO09092522**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2009 E 09704696 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 2235927**

54 Título: **Aparato, procedimiento y programa para computar la información de control para un filtro de supresión de eco**

30 Prioridad:

25.01.2008 US 23472 P
22.08.2008 DE 102008039329

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.11.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KÜCH, FABIAN;
KALLINGER, MARKUS;
FALLER, CHRISTOF y
FAVROT, ALEXIS

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 641 770 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato, procedimiento y programa para computar la información de control para un filtro de supresión de eco

5 **[0001]** Las realizaciones de la presente invención se refieren a aparatos y procedimientos para computar la información de control de un filtro de supresión, aparatos y procedimientos para el filtro de supresión, y aparatos y procedimientos para computar un valor de retardo, como puede utilizarse por ejemplo en sistemas de conferencia, sistemas de comunicaciones y otros sistemas en los cuales puede producirse ecos acústicos.

10 Antecedentes

[0002] Los ecos acústicos se desarrollan, por ejemplo, cuando los tonos, sonidos y ruidos de un altavoz son recogidos por un micrófono en la misma sala o en el mismo entorno acústico. En sistemas de telecomunicaciones, estos se vuelven a transmitir, como señales de retroalimentación acústica, al suscriptor en el otro extremo, que las nota como una versión retardada de su propia voz. Las señales de eco aquí representan una molestia de distracción e incluso puede impedir una comunicación interactiva, de dúplex completo bidireccional. Además, los ecos acústicos también pueden provocar efectos de aullidos y otras inestabilidades del bucle de retroalimentación acústica.

20 **[0003]** Aquí, la señal del micrófono recogida por el micrófono tiene diferencias en comparación con la señal del altavoz suministrada al altavoz correspondiente, que resulta del entorno acústico en el cual el micrófono y el altavoz están dispuestos, por un lado, y de las fuentes de ruido que se originan desde las fuentes físicas más diversas, por el otro. Aparte de las fuentes de ruido del entorno acústico, el altavoz en sí mismo, los circuitos asociados, el micrófono y otros circuitos asociados con ellos, por mencionar solo algunas de las fuentes potenciales, de esta forma pueden acoplar ruido a la señal del micrófono.

25 **[0004]** La presencia de ruido estacionario y cuasi-estacionario y ruidos en la señal del micrófono aquí puede afectar significativamente a la calidad de audio viable del sistema.

30 **[0005]** WO 2006/111370 A1 se refiere a un procedimiento y un aparato para la eliminación de un eco en una señal de audio multicanal. El control del eco acústico y la supresión del ruido son una parte importante de cualquier sistema de telecomunicaciones manos libres, como los sistemas de conferencia telefónica, de audio o de vídeo. Las limitaciones de banda ancha y las restricciones con respecto a la complejidad de la computación también deben tenerse en cuenta aquí. El procedimiento para procesar señales de altavoz de audio multicanal y al menos una señal de micrófono descrito en el presente documento, incluye los pasos de transformar la señal del micrófono de entrada en un espectro a corto plazo del micrófono de entrada, la computación de un espectro a corto plazo de la señal combinada del altavoz desde las señales del altavoz, la computación de un espectro a corto plazo de la señal combinada del micrófono desde la señal del micrófono de entrada, una estimación del espectro de magnitud o un espectro de potencial del eco en el espectro a corto plazo de la señal combinada del micrófono, la computación de un filtro de ganancia para la modificación de la magnitud del espectro a corto plazo del micrófono de entrada, la aplicación del filtro de ganancia a al menos un espectro del micrófono de entrada, y la conversión del espectro del micrófono de entrada filtrado en el dominio de tiempo.

45 **[0006]** Comenzando desde esta técnica anterior, es un objetivo de la presente invención mejorar la calidad del audio de los sistemas acústicos dentro del alcance de la supresión de eco con respecto a las proporciones de ruido.

50 **[0007]** Este objetivo se consigue mediante un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 u 11, un filtro de supresión de acuerdo con la reivindicación 8, un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9, 10 0 14, o mediante un programa de acuerdo con la reivindicación 15.

[0008] En otros circuitos de procesamiento de señal, el ruido también influye negativamente en el rendimiento de los componentes correspondientes, sean señales análogas o digitales, eléctricas u ópticas, que se procesan con el circuito de procesamiento de señal. En particular, los circuitos de procesamiento de señal que adquieren información desde las señales afectadas, por un lado, y luego la influencia en las señales originales en base a esta información adquirida, por otro lado, se ven implicados aquí.

[0009] Ejemplos de dicho circuito de procesamiento de señal, por ejemplo, son los circuitos de retardo, en los cuales un valor de retardo se deriva desde una comparación correspondiente de dos señales. La presencia de proporciones de ruido en una o más de las señales implicadas pueden aquí reducir significativamente el rendimiento

del circuito de procesamiento de señal implicado. Por tanto, por ejemplo, dentro del alcance de un circuito de retardo, la adaptación correspondiente de un valor de retardo a la forma de onda de otra señal puede verse influida negativamente por el ruido con respecto a su calidad y también a su velocidad de adaptación.

5 **[0010]** Por tanto, comenzando desde la técnica anterior, es también un objetivo de la presente invención proporcionar una mejora en la computación de un valor de retardo para un medio de retardo, que permita mejorar la computación del valor de retardo.

10 **[0011]** Este objetivo se consigue mediante un aparato para computar un valor de retardo de acuerdo con la reivindicación 23, un procedimiento de computación de un valor de retardo de acuerdo con la reivindicación 31, o un programa de acuerdo con la reivindicación 32.

Resumen

15 **[0012]** Una realización de un aparato para computar información de control para un filtro de supresión para filtrar una segunda señal de audio para suprimir un eco que está basado en una primera señal de audio aquí comprende un medio de computación. El medio de computación en sí mismo incluye un medio de determinación de valor para determinar al menos un valor relacionado con la energía para una señal de paso de banda de al menos dos bloques de datos temporalmente sucesivos de al menos una señal de un grupo de señales. El grupo de señales
20 incluye la primera señal de audio, la segunda señal de audio, y una señal derivada de la primera o la segunda señal de audio. El medio de computación además incluye un medio de determinación del valor promedio para determinar al menos un valor promedio de al menos un valor relacionado con la energía determinado para la señal de paso banda. El medio de computación además incluye un medio de modificación para modificar el al menos un valor relacionado con la energía para la señal de paso banda en base al valor promedio determinado para la señal de
25 paso banda. El medio de computación además incluye un medio de computación de la información de control para computar la información de control del filtro de supresión en base de el al menos un valor relacionado con la energía modificado para la señal de paso banda.

30 **[0013]** Una realización de la presente invención en forma de un filtro de supresión para filtrar una segunda señal de audio para suprimir un eco que se basa en la primera señal de audio incluye un medio de computación en sí mismo que comprende un medio de determinación de valor para determinar al menos un valor relacionado con la energía para una señal de paso banda de al menos dos bloques de datos temporalmente sucesivos de al menos una señal de un grupo de señales. El grupo de señales incluye la primera señal de audio, la segunda señal de audio, y una señal derivada de la primera o la segunda señal de audio. El medio de computación además incluye un medio
35 de determinación del valor promedio para determinar al menos un valor promedio de al menos un valor relacionado con la energía determinado para la señal de paso banda.

40 **[0014]** El medio de computación además incluye un medio de modificación para modificar el al menos un valor relacionado con la energía para la señal de paso banda en base al valor promedio determinado para la señal de paso banda. Además, el medio de computación además incluye un medio de filtro de supresión acústica para filtrar la señal del micrófono en base a la información de control, que se basa al menos en el al menos un valor relacionado con la energía modificado para la señal de paso banda.

45 **[0015]** Una realización de la presente invención en forma de un aparato para computar un valor de retardo para un medio de retardo para retardar una primera señal con respecto a una segunda señal incluye un medio de computación en sí mismo comprendiendo un medio de determinación de valor para determinar al menos un valor relacionado con la energía para una señal de paso banda de la primera señal y de la segunda señal de al menos dos bloques de datos sucesivos temporalmente de la primera y la segunda señal. El medio de computación además incluye un medio de determinación del valor promedio para determinar al menos un valor promedio de al menos un
50 valor relacionado con la energía determinado para la señal de paso banda para la primera señal y para la segunda señal. Adicionalmente incluye un medio de modificación para modificar el al menos un valor relacionado con la energía para la señal de paso banda de la primera señal y la señal de paso banda de la segunda señal en base al valor promedio determinado para la señal de paso banda de las señales primera y segunda. Además, el medio de computación además incluye un medio de computación del valor de retardo formado para computar los valores de
55 retardo en base al valor relacionado con la energía modificado de las señales primera y segunda.

[0016] Las realizaciones de la presente invención se basan en las conclusiones de que una mejora en la calidad del audio con respecto a las fuentes de ruido en un sistema para la supresión del eco puede conseguirse modificando al menos un valor relacionado con la energía para una señal de paso banda con respecto a un valor

promedio, antes de determinar la información de control para el filtro de supresión y/o el filtrado de supresión en base de al menos un valor relacionado con la energía modificado. Por último, debido al aprovechamiento y a la modificación de un valor relacionado con la energía para una señal de paso banda en consideración de las contribuciones de ruido posibles, que comprenden un valor promedio estadístico de cero en el dominio de tiempo con respecto a los valores momentáneos respectivos (valores de elongación), pero un valor promedio diferente de cero con respecto a un valor relacionado con la energía para una señal de paso banda.

10 **[0017]** Al aprovechar y asegurar la modificación del valor relacionado con la energía en base al valor promedio que acompaña, la separación de señales falsas estacionarias de aquellas de la señal útil real es posible antes de la computación de la información de control para el filtro de supresión y/o antes del filtrado de supresión actual. Por la presente, en algunas realizaciones de la presente invención, centrarse en el filtro de supresión y/o en la información de control que acompaña a la señal útil real es posible en comparación con los componentes de ruido existentes.

15 **[0018]** En realizaciones de la presente invención, el valor relacionado con la energía puede aquí ser proporcional a una potencia de un valor real con un exponente positivo y entero de la potencia. Igualmente, el valor relacionado con la energía puede ser proporcional a una potencia de una magnitud (valor absoluto) con un número real positivo como exponente. Así, en las realizaciones de la presente invención, el valor relacionado con la energía puede ser un valor de energía (cuadrado de una magnitud) o un valor proporcional a un valor de energía. La primera
20 señal de audio puede ser aquí una señal de altavoz, y la segunda señal de audio una señal de micrófono.

[0019] En realizaciones de la presente invención, el medio de computación del valor por tanto puede también formarse para determinar una pluralidad de valores relacionados con la energía para el mismo bloque de datos, pero para señales de paso banda diferentes con diferentes frecuencias características. Aquí, hablando en general, las
25 señales de paso banda son señales espectrales, próximas a frecuencia o relacionadas con la frecuencia, con las cuales se asocia al menos una frecuencia característica. Estas frecuencias características pueden, por ejemplo, ser una frecuencia central, una frecuencia inicial, una frecuencia final u otra frecuencia típica. Así, los ejemplos de señales de paso banda representan la información espectral de un banco de filtros de análisis Fourier, señales de sub-bandas o banda parcial, señales de un rango de frecuencia limitado o también señales QMF (filtro espejo en
30 cuadratura).

[0020] En las realizaciones de la presente invención, un valor relacionado con la energía correspondiente para la señal de paso banda asociada, un valor promedio del tiempo medio asociado y un número correspondiente de los valores relacionados con la energía modificados considerando los valores promedios respectivos, que luego
35 se utilizan en la computación de la información de control para el filtro de supresión acústica o directamente para el filtrado de supresión acústica, que cada uno puede ser computado así no solo para una señal de paso banda individual, sino para una pluralidad de señales de paso banda correspondientes o además para todas las señales de paso banda.

40 **[0021]** En realizaciones de la presente invención, la computación del valor promedio puede realizarse en base a una media deslizante. Aquí, dependiendo de la implementación concreta de las realizaciones, la media deslizante o el promedio puede basarse solo en bloques de datos que descansan antes del bloque de datos actual en el tiempo, aparte del bloque de datos actual. Aquí, el promedio de tiempo real puede implementarse, por ejemplo.

45 **[0022]** En realizaciones adicionales de la presente invención, la modificación puede realizarse en base a una sustracción del valor promedio del valor relacionado con la energía asociado. Las realizaciones de la presente invención también pueden comprender un elemento de filtro adicional o también un medio de retardo, donde el medio de retardo se forma para retardar una señal, una forma de onda o una secuencia de tiempo de los valores, como una secuencia de tiempo de los valores relacionados con la energía, mediante un valor de retardo. El valor de
50 retardo en sí mismo aquí puede determinarse en base a los valores relacionados con la energía modificados, los valores relacionados con la energía no modificados, u otros valores.

[0023] Aquí, las realizaciones de la presente invención también se basan en la conclusión de que la mejora en la computación del valor de retardo para un medio de retardo puede conseguirse determinando los valores
55 relacionados con la energía de al menos una señal de paso banda de la primera señal y la segunda señal, suministrando las mismas al promedio, y modificando las mismas de forma correspondiente en base a los valores promedio determinados. Por la presente, en un rango de frecuencia subyacente a la señal de paso banda implicada o la frecuencia característica subyacente a la señal de paso banda, una proporción de ruido o una proporción de señal estacionaria mostrándose en el valor relacionado con la energía como influencia del desplazamiento de punto

cero, puede eliminarse. Debido a la ejecución de la modificación respectiva en base a un valor relacionado con la energía y con respecto a una señal de paso banda, una perturbación que desaparece en la media temporal en forma de una señal de ruido con respecto a la frecuencia correspondiente puede eliminarse.

5 **[0024]** Con respecto a la computación del valor de retardo, puede ser posible determinar un valor de retardo con la ayuda del cual, por ejemplo, la adaptación de las formas de onda de las señales primera y segunda puede conseguirse de forma más rápida y más fiable, o de forma más rápida y más fiable implementando una realización de la presente invención.

10 Breve descripción de los dibujos

[0025] Las realizaciones de la presente invención se explicarán con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos.

- 15 La Fig. 1 muestra un dibujo esquemático para ilustrar el problema básico de la eliminación del eco;
 La Fig. 2 muestra un diagrama de circuito de bloque de un aparato para computar la información de control de un filtro de supresión acústico, de acuerdo con una realización de la presente invención;
 La Fig. 3 muestra un diagrama de bloque simplificado para una descripción más detallada del funcionamiento de las realizaciones de la presente invención;
- 20 La Fig. 4 muestra un diagrama de circuito de bloque de una realización adicional de acuerdo con la presente invención;
 La Fig. 5 muestra un diagrama de circuito de bloque de un medio de computación del valor de retardo de la realización de la presente invención ilustrada en la Fig. 4;
 La Fig. 6a muestra un curso temporal de un espectro a corto plazo y un valor con promedio de tiempo del mismo de una señal de altavoz a 1000 Hz;
- 25 La Fig. 6b muestra una comparación de varios filtros de estimación de eco;
 La Fig. 6c muestra un curso temporal de un factor, la ganancia de previsibilidad del eco;
 La Fig. 7 muestra un diagrama de bloque de una realización adicional de acuerdo con la presente invención;
 La Fig. 8 muestra un diagrama de bloque de una realización de acuerdo con la presente invención;
- 30 La Fig. 9 muestra un diagrama de bloque de un aparato para computar la información de control de un filtro de supresión acústico, de acuerdo con una realización de la presente invención;
 La Fig. 10 muestra un diagrama de bloque de un aparato para computar la información de control de un filtro de supresión acústico para varios canales, de acuerdo con una realización de la presente invención;
 La Fig. 11 muestra un diagrama de bloque de un filtro de supresión acústica adicional de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 35 La Fig. 12 muestra una agrupación de un banco de filtros de transformación Fourier uniforme a corto plazo en grupos de frecuencias;
 La Fig. 13a muestra un curso de filtros de interpolación Hann;
 La Fig. 13b muestra una comparación de los coeficientes del filtro de ganancia como una función de la frecuencia; y
- 40 la Fig. 14 muestra un diagrama de circuito de bloque de una realización de un aparato para computar un valor de retardo.

Descripción detallada de las realizaciones

45 **[0026]** Antes de explicar las diferentes realizaciones de la presente invención con detalle en conexión con las Figs. 2 a 14, el problema básico de la eliminación del eco se explicará primero con mayor detalle en conexión con la Fig. 1.

[0027] Por ejemplo, el eco acústico surge cuando los tonos, sonidos o ruidos de un altavoz son recogidos por un micrófono en la misma sala o en el mismo entorno acústico. En los sistemas de telecomunicaciones, esto se transmite de vuelta como una señal de retroalimentación acústica al suscriptor en el otro lado, que nota el eco en forma de versión retardada de su propia voz. Las señales de eco son una perturbación muy molesta en dicho contexto, y puede provocar incluso la inhibición de la comunicación interactiva, de dúplex completo bidireccional. Además, los ecos acústicos también pueden provocar efectos de aullidos y otras inestabilidades del bucle de retroalimentación acústica.

50

55

[0028] En los sistemas de telecomunicaciones manos libres de dúplex completo, es aconsejable por tanto el control del eco para suprimir, atenuar o eliminar el acoplamiento entre el altavoz y el micrófono. La Fig. 1 ilustra este problema de eco acústico.

[0029] La Fig. 1 muestra una disposición de un altavoz 100 y un micrófono 110 en un entorno acústico 120 que puede ser por ejemplo una sala. Aquí, la señal del altavoz 130, que también se denomina $x[n]$ en la Fig. 1 se proporciona al altavoz 100 convirtiéndola en ondas de sonido acústicas. El índice n aquí se refiere a un índice de tiempo de un curso específico de la señal del altavoz $x[n]$. El índice n aquí es un entero.

[0030] El micrófono 110 recoge el incidente de las ondas de sonido acto seguido y las convierte en una señal de micrófono 140, que también se denomina $y[n]$ en la Fig. 1. Aquí, el micrófono 110 también recoge, en particular, las ondas acústicas, que se originan del altavoz 100 de la señal del altavoz $x[n]$, que alcanza el micrófono 110 desde el altavoz 100 a través de varias vías. Aparte de una ruta de transmisión directa 150, también dos rutas de transmisión indirecta 160-1 y 160-2, en las cuales las ondas de sonido del altavoz 100 se reflejan en el entorno acústico 120 y por tanto llegan al micrófono 100 solo indirectamente, se han dibujado de forma esquemática y ejemplar en la Fig.1. Las rutas de transmisión 160 también se denominan rutas indirectas. Por tanto, si la señal del altavoz $x[n]$ que está disponible en el altavoz 100 es la señal de voz de un suscriptor del sistema de telecomunicaciones del extremo remoto, que se denomina señal de extremo remoto, ésta también es recogida por el micrófono 110.

[0031] En otras palabras, la señal de extremo remoto, tras la emisión por el altavoz 100, viaja al micrófono 110 a través de las rutas directas e indirectas o reflejadas o las rutas de transmisión 150, 160. Por tanto, el micrófono 110 no solo recoge la voz local del extremo próximo del sistema de telecomunicaciones, sino también el eco, que luego se retroalimenta al usuario del extremo remoto.

[0032] Para controlar este problema, los sistemas de telecomunicaciones a menudo comprenden un circuito de proceso de cancelación de eco o un circuito de proceso de supresión de eco, también denominado circuito de proceso de eliminación de eco o unidad de proceso de eliminación de eco 170, resumido a continuación, a la cual la señal del micrófono $y[n]$ y la señal del altavoz $x[n]$ se suministran, como también se muestra en la Fig. 1. El circuito de proceso de eliminación de eco 170 luego produce una señal $e[n]$ con el eco eliminado o con el eco parcialmente eliminado o con el eco parcialmente cancelado.

[0033] La Fig. 1 ilustra dicha construcción básica de un problema de eliminación de eco acústico. La señal del altavoz x se vuelve a alimentar a la señal del micrófono y . Un proceso de eliminación de eco elimina este eco, mientras que la voz local, que se genera en este extremo de un sistema de comunicación, idealmente se permite pasar.

[0034] Un enfoque convencional para tratar con estos ecos es colocar un cancelador de eco acústico (AEC) en paralelo con las rutas de propagación 150, 160 de la señal de eco, como también se describe en la referencia [1]. En el eliminador de eco acústico, se estima una réplica digital de la señal de eco, que luego se sustrae de la señal medida del micrófono. Los enfoques estándar para la cancelación del eco acústico dependen del supuesto de que la ruta de eco (el sistema general de las rutas de transmisión 150, 160) pueden modelarse mediante un filtro lineal FIR (respuesta de impulso finita), de forma que la cancelación del eco acústico se implementa en consecuencia, como también se describe en [1]... Los filtros FIR también se conocen como filtros con longitud finita de la respuesta del impulso.

[0035] Aquí, la ruta del eco se da mediante una multiplicidad de parámetros, incluyendo las características del altavoz 100, las del micrófono 110, y las del entorno acústico 120, además de las propiedades y características de objetos adicionales. Por ejemplo, las variaciones de temperatura y los gradientes de temperatura del aire pueden contar entre estos, que se causan por el aislamiento u otras fuentes de calor, por nombrar solo algunas posibles fuentes de desviaciones.

[0036] Ya que la ruta del eco por tanto es desconocida y también es variable durante el tiempo operativo, es aconsejable producir el filtro lineal de la cancelación del eco acústico de forma adaptable. Así para modelar rutas de eco típicas, a menudo se requiere implementar filtros FIR de longitudes de varios cientos de milisegundos, y también parciales, lo que implica una alta complejidad computacional. El número de coeficientes de filtro implementado en el filtro aquí se denomina como la longitud de un filtro FIR, es decir, un filtro con una respuesta de impulso finita. Aquí y en otros parámetros correspondientes, si un número correspondiente, que realmente representa una cantidad sin dimensión, o un valor correspondiente se indica en segundos, milisegundos u otra unidad de tiempo, se relaciona con la velocidad de muestreo (frecuencia de muestreo) del procesamiento de la señal digital o los convertidores análogo/digital y convertidores digitales/análogos utilizados correspondientemente.

[0037] En la práctica, sin embargo, la atenuación del eco alcanzable así para estos enfoques convencionales no es lo suficientemente alta, lo que se debe a los largos tiempos de reverberación del eco (efectos de cola de eco), componentes de eco no lineales y problemas de convergencia. Los efectos de cola de eco mencionados anteriormente están a menudo causados por el escaso modelado de la ruta del eco, mientras que los componentes de eco no lineales se causan por los efectos de vibración o por el comportamiento no lineal de los componentes de hardware de audio de bajo coste o baratos. Los problemas de convergencia mencionados, por ejemplo, se producen en el caso de rutas de eco que varían altamente en el tiempo. Los detalles de este contexto se indican en la referencia [2].

10 **[0038]** Por esta razón, puede ser necesario combinar canceladores de eco acústicos con un post-procesador no lineal para eliminar los ecos residuales que el cancelador de eco no pudo eliminar. Se pueden encontrar más detalles en este respecto en la referencia [3]. Comúnmente, la supresión de los ecos residuales se realiza de forma de frecuencia selectiva, como se indica en la referencia [4]. De hecho, casi todos los canceladores de eco acústicos utilizan dichos post-procesadores, ya que a menudo no reducen el eco lo suficientemente para que sea inaudible.

15 **[0039]** Recientemente, han sido propuestos un número de supresores de eco que operan en el rango de sub-banda, con similitudes con los post-procesadores no lineales mencionados anteriormente, pero sin la necesidad de un cancelador de eco acústico y sin la necesidad de estimar una respuesta de impulso de la ruta de eco, como se indica en las referencias [5] y [6]. Estos sistemas, se dice, tienen una baja complejidad computacional y son robustos, y consiguen un alto grado de duplicidad.

20 **[0040]** El esquema propuesto para la supresión del eco en la referencia [6] aplica una transformación Fourier a corto plazo (STFT) para computar el espectro desde las señales del micrófono y el altavoz. Un retardo o un valor de retardo entre los resultados de las señales del altavoz transformadas por medio de STFT se selecciona de modo que la mayor parte de la respuesta al impulso del eco se tiene en cuenta. Luego, se estima un filtro de estimación del eco de valor real que imita el efecto de parte de la ruta del eco. Así para obtener una estimación del espectro de magnitud del eco, el valor de retardo estimado y el filtro de estimación del eco se aplican al espectro de señal del altavoz. Usando la estimación del espectro de la magnitud del eco, se computa y se aplica un filtro de supresión del eco de valor real al espectro de la señal del micrófono para suprimir el eco.

30 **[0041]** Sin embargo, el punto débil de los sistemas de supresión del eco acústico (AES) descritos anteriormente es que no gestionan el ruido estacionario en la señal del micrófono de forma satisfactoria. Como mostrarán las explicaciones siguientes, el ruido estacionario resulta en una contribución (margen de error) en la estimación del eco, que degrada el rendimiento de dichos sistemas si las proporciones señal a ruido de las señales implicadas no es muy alta. Dependiendo de la implementación o modelo, esta contribución también se conoce como desviación desde un estimado esperado, desplazamiento del punto cero o desviación estimada sistemática.

40 **[0042]** La Fig. 2 muestra un diagrama de circuito de bloque de un aparato para computar la información de control 200 para un filtro de supresión acústica 210 que se representa en líneas discontinuas en la Fig. 2 como un componente adicional. El aparato 200 aquí incluye un medio de computación 220 que a su vez comprende medios para la determinación del valor 230 acoplados, en una entrada, a una entrada 240 del medio 200. Un medio para la determinación del valor promedio 250 se acopla a una salida del medio de determinación de valor 230 por un lado, y un medio de modificación 260 a una primera entrada de forma paralela a la misma. Una salida del medio de determinación del valor promedio 250 se acopla a una segunda entrada del medio de modificación 260. Mediante una salida, el medio de modificación 260 se acopla a una entrada de un medio de computación de la información de control 270 que produce y proporciona la información de control para el filtro de supresión acústica 210 en una salida, que al mismo tiempo también es una salida del aparato 200.

50 **[0043]** En este punto, el filtro de supresión acústica 210 comprende una entrada para la información de control. Dependiendo de la implementación concreta del sistema en el cual el aparato 200 y el filtro de supresión acústica 210 se implementan, la señal proporcionada en la entrada 240 también puede ser proporcionada al filtro de supresión 210 en el lado de entrada. Además, o como alternativa, sin embargo, también puede proporcionarse una señal adicional al mismo en una entrada opcional 280. Una o ambas señales proporcionadas al filtro de supresión acústica 210 de esta forma se filtran, teniendo en cuenta la información de control proporcionada al filtro de supresión 210, y la salida en una salida 290.

[0044] En cuanto al funcionamiento del aparato 200 para computar la información de control para el filtro de supresión acústica 210, al menos una señal se proporciona al mismo en la entrada 240, que puede ser la señal del altavoz mencionada anteriormente, la señal del micrófono mencionada anteriormente, o una señal derivada de uno

de estos o ambos. Como se explicará más detalladamente a continuación, por supuesto también puede proporcionarse más de una señal al aparato 200.

5 **[0045]** Las señales proporcionadas al aparato 200 aquí comprenden bloques de datos sucesivos temporalmente, que también se conocen como estructuras. En las realizaciones de la presente invención, el medio descendente y las unidades cada una funcionan en uno o más bloques de datos, donde, en el caso de funcionamiento en varios bloques de datos, con respecto a la secuencia temporal de los bloques de datos, los bloques de datos pasados se tienen en cuenta adicionalmente. Esto refleja un típico escenario de aplicación de los aparatos 200 de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, que a menudo se emplean para permitir o
10 conseguir la supresión del eco correspondiente en tiempo real.

[0046] Si una señal correspondiente se proporciona a un aparato 200 en la entrada 240, al menos un bloque de datos correspondiente alcanza el medio de determinación de valor 230, que a su vez computa un valor relacionado con la energía para el menos una señal de paso banda. Aquí las señales de paso banda son señales
15 relacionadas con la frecuencia, como las proporcionadas por un banco de filtros de análisis Fourier, un banco de filtros de análisis de sub-banda o también un banco de filtros de análisis QMF, por ejemplo.

[0047] Una frecuencia característica, que por ejemplo representa una frecuencia inicial más baja, una frecuencia final más alta, una frecuencia central u otra frecuencia típica, se asocia con cada señal de paso banda
20 aquí. Si las señales de paso banda son valores espectrales de un banco de filtros de análisis Fourier, por ejemplo, una frecuencia subyacente al valor espectral implicado puede, por ejemplo, se considerada una frecuencia característica. En el caso de señales de sub-banda o WMF, que incluyen proporciones de frecuencia de un rango de frecuencia mayor, la frecuencia característica puede ser una de las frecuencias típicas mencionadas anteriormente.

25 **[0048]** Dependiendo de la implementación concreta de un aparato 200 de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio de determinación de valor 230 puede también producir más de un valor relacionado con la energía para más de una señal de paso banda en base al mismo bloque de datos, que es identificable únicamente por un índice de tiempo. Así, es posible, por ejemplo, determinar los valores relacionados con la energía correspondientes, para una pluralidad o todas las señales de sub-banda.
30

[0049] Los valores relacionados con la energía pueden, por ejemplo, ser un valor de la señal de paso banda implicada o un valor proporcional de la misma. Igualmente, puede ser también un valor proporcional a una potencia de un valor de la señal de paso banda implicada con un exponente positivo entero, si el valor que sirve como base es un valor real. Alternativamente o adicionalmente, el valor relacionado con la energía puede ser también
35 proporcional a una potencia de una magnitud (valor absoluto) de una señal de paso banda implicada con un número positivo real como exponente. Por ejemplo, esto también permite el uso de valores complejos como base.

[0050] El valor relacionado con la energía determinado para la al menos una señal de paso banda ahora se proporciona al medio de determinación de valor promedio 250, que se forma para determinar al menos un valor promedio correspondiente. En las realizaciones de la presente invención en las cuales más de un valor relacionado con la energía por bloque de dato se proporciona al medio de determinación del valor promedio 250, dicho valor promedio puede determinarse para cada o solo para una pluralidad de los valores implicados.
40

[0051] Como se explicará más adelante, la determinación del valor promedio puede realizarse aquí en base a
45 una media deslizante, que por ejemplo se basa en los bloques de datos temporalmente precedentes o una pluralidad de los mismos, aparte del bloque de datos actual. Esto puede, por ejemplo, realizarse teniendo en cuenta respectivamente los valores respectivos de los bloques de datos, o en forma de computación recursiva. Una implementación concreta se explicará con más detalle más adelante.

50 **[0052]** El al menos un valor relacionado con la energía del medio de determinación de valor 230 y el al menos un valor promedio del medio de determinación del valor promedio 250 ahora se proporcionan al medio de modificación 260 que modifica el valor relacionado con la energía en base al valor promedio determinado para la señal de paso banda implicada. En diferentes realizaciones de la presente invención, esto puede por ejemplo hacerse mediante una sencilla sustracción, mediante una sencilla división o una operación matemática más
55 compleja basada en una sustracción o una división.

[0053] Por la presente, el medio de modificación 260 genera uno o más valores relacionados con la energía modificados, en base a los cuales el medio de computación de la información de control descendente 270 ahora computa la información de control para el filtro de supresión acústica 210.

- [0054]** Dependiendo de qué señal se proporcione a la entrada 240 del aparato 200, puede ser aconsejable proporcionar la misma señal o también otra señal al filtro de supresión acústica 210 mediante la entrada adicional 280 opcional. Si la señal proporcionada en la entrada 240 es la señal del micrófono, por ejemplo, la implementación de la entrada adicional 280 del filtro de supresión acústica 210 puede, posiblemente, omitirse. Pero si la señal proporcionada en la entrada 240 es la señal del altavoz, la implementación de la entrada adicional 280 a la que se proporciona la señal del micrófono puede ser de hecho aconsejable.
- [0055]** Es un punto débil de los sistemas de supresión del eco acústico convencionales descritos anteriormente que no gestionan el ruido estacionario en la señal del micrófono muy bien. El punto débil relacionado con los mismos con respecto a la calidad de audio puede al menos parcialmente, quizá también completamente, mejorarse empleando las realizaciones de la presente invención. Como se mostrará seguidamente, el ruido estacionario o cuasi-estacionario lleva a una desviación estimada sistemática con respecto a la estimación del eco, empeorando el rendimiento de estos sistemas en escenarios donde la proporción señal a ruido (SNR) no es muy alta.
- [0056]** Las realizaciones de la presente invención de hecho pueden abrir una nueva técnica para resolver y al menos parcialmente eliminar el punto débil mencionado anteriormente de los sistemas de supresión del eco acústico correspondientes. No menos importante, la realización de la presente invención mostrada en la Fig. 2 permite básicamente conseguir una técnica para estimar un filtro de estimación de eco en el cual el problema de la desviación estimada sistemática causada por la presencia de ruido se reduce.
- [0057]** Las realizaciones de la presente invención así se refieren a la computación de un filtro de estimación de eco. Se basan en la estimación de las fluctuaciones de tiempo del espectro del micrófono, comenzando desde las fluctuaciones de tiempo del espectro del altavoz. Las realizaciones de la presente invención así permiten una estimación más correcta de los filtros de estimación de eco, sin introducir una desviación estimada sistemática mediante el ruido posiblemente añadido en los canales del micrófono. Las realizaciones de la presente invención así permiten la implementación de filtros de estimación del eco en base a las fluctuaciones de contribución espectral.
- [0058]** Antes de explicar las realizaciones de la presente invención con más detalle más adelante en la presente descripción y también las consideraciones en cuanto a su funcionamiento, debe señalarse que los dos componentes acoplados uno al otro se supone que significa los conectados directa o indirectamente a través de los medios de conexión correspondientes, rutas de señal y otros métodos de comunicación. Por tanto, los medios descritos anteriormente 230, 250, 260 y 270 han sido todos implementados en la estructura del medio de computación 220.
- [0059]** Aquí no es necesario que el medio individual se realice mediante bloques de circuito independientes. Por tanto, puede de hecho producirse una superposición parcial o completa de los componentes del circuito del medio de computación 220 que pertenece a más de uno de los medios mencionados. Por ejemplo, si el medio de computación 220 es un procesador, los mismos circuitos pueden al menos usarse parcialmente en diferentes medios. Así, por ejemplo, las mismas partes de una ALU (unidad lógica aritmética) pueden emplearse en el medio de determinación del valor 230, así como en el medio de modificación 260. En tal caso, el acople de los medios respectivos 230, 260 puede, por ejemplo, llevarse a cabo a través de una ubicación de memoria en una memoria.
- [0060]** En este momento, también debe señalarse que los medios, unidades y objetos de funcionamiento igual o similar se designan con numerales de referencias similares o iguales a continuación. Los mismos numerales de referencia iguales o similares también se utilizan para medios, objetos y unidades que son iguales, similares, funcionan igualmente o de forma similar. Por esta razón, los pasajes de la descripción que se refieren a objetos, medios y unidades designados con los mismos numerales de referencia iguales o similares pueden transferirse entre las realizaciones individuales de la presente invención, lo que permite una ilustración más concisa y clara de las diferentes realizaciones, sin tener que usar repeticiones innecesarias.
- [0061]** Los numerales de referencia de síntesis usados más adelante en la presente descripción también cuentan entre los numerales de referencia similar. Si los medios, objetos y elementos se dan múltiples veces en una figura, múltiples veces en una realización de la presente invención, o múltiples veces bajo otras circunstancias, los objetos, medios y elementos individuales se designarán con numerales de referencia individual, mientras que el numeral de referencia de síntesis que acompaña se usará en una descripción, declaración o discusión de las características y propiedades generales de todos los medios, objetos y unidades correspondientes. Así, por ejemplo, el numeral de referencia de síntesis 160 fue usado para las dos rutas superpuestas indirectas 160-1 y 160-2. El uso

de numerales de referencia de síntesis en muchos casos además es una indicación del hecho de que los medios, elementos y unidades respectivos designados comprenden características funcionales o estructurales iguales o similares, a menos que pueda tomarse algo contradictorio de la descripción del medio, objeto y elemento respectivo.

5 **[0062]** Una parte crucial de un sistema de supresión de eco es la estimación correcta de la magnitud o espectro de potencial de la señal del eco de forma que se pueda computar un filtro de supresión de eco efectivo. En la referencia [6], es espectro de magnitud de eco se estima filtrando el espectro de magnitud del altavoz retardado correctamente con la ayuda de un filtro de estimación de eco.

10 **[0063]** Sin embargo, se muestra primero que la computación del filtro de estimación de eco en la referencia [6] lleva a una desviación estimada sistemática siempre que haya ruido en la señal del micrófono. Entonces, se propone un procedimiento para computar el filtro de estimación de eco (casi) siempre sin la desviación estimada sistemática incluso si hay ruido en las señales. Este problema de la desviación estimada sistemática se solventa estimando el filtro de estimación de eco en base a las fluctuaciones del espectro de señal, como también se muestra
15 en la Fig. 3.

[0064] La Fig. 3 muestra un diagrama de circuito de bloque simplificado de un aparato 200 para computar la información de control de un filtro de supresión acústica junto con un filtro de supresión acústica correspondiente no directamente implementado en la Fig. 3, sino como parte de un circuito más grande. El diagrama de circuito de bloque
20 mostrado en la Fig. 3 es un diagrama simplificado en el cual no se muestran todos los componentes. En base a la Fig. 3 solo se explicará el funcionamiento básico de un aparato de acuerdo con una realización de la presente invención y/o un filtro de supresión acústica correspondiente de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 **[0065]** Así, la Fig. 3 de nuevo muestra un altavoz 100 reproduciendo una señal de altavoz $x[n]$. Esta señal del altavoz se proporciona a una unidad 300. Además, la Fig. 3 también muestra un micrófono 110 que proporciona una señal de micrófono $y[n]$ a la unidad 300.

[0066] La unidad 300, que incluye el medio de determinación de valor 230 y el medio de determinación del valor promedio 250 con respecto a la realización mostrada en la Fig. 2, se ilustra de forma ligeramente diferente en la Fig. 3. Así, la unidad 300 en la Fig. 3 incluye dos medios de estimación de las fluctuaciones temporales 310-1, 310-2, que también se designan como ETF (estimación de la fluctuación temporal) en la Fig. 3. El medio de estimación 310-1 aquí se acopla al altavoz 100 en el lado de entrada, mientras que el medio de estimación 310-2 se
30 acopla al micrófono 110 en el lado de entrada.

[0067] Los dos medios de evaluación 310 aquí al menos ejecutan las características y propiedades funcionales del medio de determinación del valor 230 y el medio de determinación del valor promedio 250 como se describe en conexión con la Fig. 2 para las señales de paso banda incluidas en la señal del altavoz y en la señal del micrófono. La realización del aparato 200 mostrado en la Fig. 3 por tanto representa una realización en la cual no
40 solo una única señal del grupo de señales, sino al menos dos señales, es decir la señal del altavoz y la señal del micrófono, se procesan. Los dos medios de estimación 310 por tanto determinan los valores relacionados con la energía para ambas señales para las señales de paso banda correspondientes y los valores promedio que acompañan, en la realización mostrada en la Fig. 3.

45 **[0068]** Los dos medios de estimación 310 se acoplan, como una salida cada uno, a las entradas correspondientes de un filtro de estimación de eco 320 que incluye el medio de modificación 260 y el medio de computación de la información de control 270 con respecto a la descripción de la realización mostrada en la Fig. 2. De forma correspondiente, el filtro de estimación de eco 320 ejecuta la funcionalidad de los dos medios 260 y 270 descritos en conexión con la Fig. 2 en base a los valores relacionados con la energía y los valores promedio que
50 acompañan de ambas señales $x[n]$, $y[n]$.

[0069] El aparato 200 en la Fig. 3 además incluye una unidad de proceso de supresión del eco o circuito de proceso de supresión del eco 325 (ERP = proceso de eliminación de eco), que también se denomina supresión del eco en la Fig. 3 e incluye la funcionalidad del filtro de supresión acústica 210 de la Fig. 2. El filtro de estimación de
55 eco 320 por tanto también comprende una entrada correspondiente para la información de control a la cual la información proporcionada del filtro de estimación de eco 320 se suministra.

[0070] Al igual que el filtro de supresión acústica, la unidad de proceso de supresión de eco 325 entonces también genera, en base a las señales proporcionadas a la misma, una señal acústica $e[n]$ basada en la señal del

micrófono $y[n]$ y al menos parcialmente corregida con respecto al eco generado por el altavoz 100. Este paso a menudo se denomina modificación espectral, y por eso el filtro de supresión acústica 210 (no mostrado en la Fig. 3) y la unidad de proceso de supresión de eco 325 se denominan modificación espectral, ya que funciona en un dominio basado en frecuencia en al menos algunas realizaciones de la presente invención. Con respecto a la unidad de proceso de eco 325, en particular, se hace una referencia adicional a la descripción de la Fig. 7.

[0071] La Fig. 3 ilustra un diagrama de circuito de bloque de una estimación propuesta del filtro de estimación de eco, donde las abreviaturas ETF y EEF usadas en la Fig. 3 significan estimación de las fluctuaciones temporales y filtro de estimación de eco, respectivamente.

10

[0072] Para comprender mejor el funcionamiento de las realizaciones de la presente invención, el funcionamiento adicional se describirá ahora con más detalle en base a un modelo de señal con referencia a los dibujos. En lo siguiente, se sumirá aquí que la ruta de eco acústico c_n del entorno acústico de la Fig. 1 puede expresarse como una combinación de una ruta de transmisión directa o ruta de propagación directa y una influencia de un filtro lineal g_n . La ruta de propagación directa aquí se corresponde con un retraso de la señal del altavoz y de la señal del micrófono mediante un valor de v muestras. El filtro lineal g_n aquí modela las propiedades acústicas del entorno. Así, se obtiene

15

$$c_n = g_n * \delta[n - v], \quad (1)$$

20

con $\delta[n]$ denotando un impulso de unidad, y $*$ denotando la circunvolución (matemática). Asumiendo que solo el altavoz del extremo remoto está activo, el modelo de dominio de tiempo de la señal del micrófono $y[n]$ se da mediante

25

$$y[n] = g_n * x[n - v] + w[n], \quad (2)$$

donde n de nuevo es un entero que representa un índice de tiempo con respecto a los valores de muestra de un curso de tiempo específico. Las variables n que se dan en las ecuaciones (1) y (2) así son índices en el dominio de tiempo.

30

[0073] En la ecuación (2), la expresión $g_n * x[n - v]$ aquí denota la señal del altavoz retardada y filtrada tal como ha sido recogida por el micrófono. La contribución $w[n]$ aquí representa un ruido de fondo estacionario presente en la zona de grabación. Mediante una transformación tiempo-frecuencia correspondiente, es decir, por ejemplo, una transformación Fourier a corto plazo (STFT), en ambos lados de la ecuación (2) se obtiene

35

$$Y[k, m] = G[k, m] X_d[k, m] + W[k, m], \quad (3)$$

donde k es un entero y denota un bloque de datos en forma de número de bloque de datos (número de estructura), y donde m es un índice de frecuencia, es decir, también un entero. Aquí, de acuerdo con

40

$$X_d[k, m] := X[k - d, m], \quad (4)$$

La señal del altavoz retardada correspondientemente en la frecuencia o en el dominio STFT es $x[n - v]$, donde se asume aquí en el caso presente que v es un múltiplo entero de un traslado de bloque de datos (traslado de estructura o valor de avance de muestra) K . En otras palabras, se asume aquí que la ecuación

45

$$v = d K \quad (5)$$

se aplica, donde v , d y K son los enteros correspondientes. La ecuación (5) aquí solo representa un supuesto que permite una ligera simplificación de la notación, pero con diferencia no representa un requisito previo estricto para la validez de las posteriores ecuaciones o de su realización técnica. Más adelante en la descripción, si un retardo de señales o frecuencias de los valores se menciona, no es necesario tener en cuenta estrictamente la ecuación (5).

50

[0074] En otras palabras, el flujo de datos acústicos continuos y muestreados se divide en bloques de datos de la longitud K en el dominio de tiempo, en algunas realizaciones de la presente invención. Por supuesto, en otras realizaciones, los bloques de datos pueden también incluir un número más alto de valores que por los que se cambia el flujo de datos implicado. Esto puede, por ejemplo, conseguirse mediante superposiciones.

55

[0075] Además, la designación $G[k,m]$ en la ecuación (3) se utiliza como la representación que acompaña del filtro g_n y/o su respuesta al impulso. De forma correspondiente, $W[k,m]$ designa la representación del ruido de fondo estacionario $w[n]$ en el dominio de frecuencia. En la práctica, es razonable asumir que $x[n]$ y $w[n]$ no están correlacionados, de forma que sigue de la ecuación (3) que

$$E\{Y[k, m]^2\} = E\{G[k, m]^2 \cdot |X_d[k, m]|^2\} + E\{W[k, m]^2\}, \quad (6)$$

donde $E\{\}$ denota el valor de expectativa matemática o un valor promedio (por ejemplo, valor promedio aritmético). Como aproximación instantánea de la ecuación (6), esto puede escribirse en forma de espectro de potencia $|Y[k, m]|^2$ como

$$|Y[k, m]|^2 \approx |G[k, m]|^2 \cdot |X_d[k, m]|^2 + |W[k, m]|^2. \quad (7)$$

[0076] En base a este modelado de señal, realizaciones adicionales de la presente invención se describirán en conexión con las Figs. 4 y 5 en forma de un aparato 200 para computar la información de control de un filtro de supresión acústica 210. Las Figs. 4 y 5 aquí muestran diagramas de circuito de bloque, donde la Fig. 5 muestra un diagrama de circuito de bloque de un medio de computación de retardo que puede utilizarse en la realización mostrada en la Fig. 4.

[0077] La Fig. 4 muestra un diagrama de circuito en bloque de un aparato 200 para computar la información de control de un filtro de supresión acústica 210. Tanto el aparato 200 como el filtro de supresión acústica 210 se realizan como parte de un medio de computación 220, que puede ser, por ejemplo, un procesador o una CPU (unidad central de procesamiento).

[0078] El aparato 200 aquí comprende una primera entrada 240-1 y una segunda entrada 240-2, donde la primera entrada 240-1 y la segunda entrada 240-2 se proporcionan para una señal de altavoz en el dominio de tiempo y una señal de micrófono en el dominio de tiempo, respectivamente. Un medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1, que puede ser por ejemplo un banco de filtros de análisis Fourier a corto plazo, un banco de filtros de análisis Fourier, un banco de filtros de análisis de sub-banda o también un banco de filtros de análisis QMF, se acopla a la primera entrada 240-1. Un medio de retardo 340 formado para reenviar la señal proporcionada desde el medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1 de forma retardada se acopla a una salida del medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1.

[0079] En el lado de salida, el medio de retardo 340 se acopla con un medio de determinación de valor 230, que comprende un primer sub-medio de determinación de valor 230a para la señal del altavoz, en la realización mostrada en la Fig. 4. El medio de determinación de valor 230 luego se acopla a un medio de determinación de valor promedio 250, que en sí mismo a su vez comprende un sub-medio de determinación de valor promedio 250a que se acopla a la salida del medio de retardo 240 y a la salida del sub-medio de determinación de valor 230a. El medio de determinación de valor promedio 250 además del sub-medio de determinación del valor promedio 250a se acoplan, como una salida, a una entrada de un sub-medio de modificación 260a de un medio de modificación 260. A través de una entrada adicional, el sub-medio de modificación 260a aquí se acopla a la salida del sub-medio de determinación de valor 230a, de forma que el valor original esté también disponible para el sub-medio de modificación 260a, aparte del valor promedio determinado.

[0080] Aparte de esta primera ruta para la señal del altavoz, el aparato 200 comprende una segunda ruta, que se acopla a la segunda entrada 240-2 para la señal del micrófono. Más específicamente, un segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2 aquí se acopla a la segunda entrada 240-2 en el lado de entrada. En el lado de salida, luego se acopla a un segundo sub-medio de determinación de valor 230b, que también se realiza como parte del medio de determinación de valor 230. El medio de determinación de valor promedio 250 también comprende un sub-medio de determinación de valor promedio 250b para la señal del micrófono, que se acopla a la salida del medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2 y a una salida del segundo sub-medio de determinación de valor promedio 230b en el lado de entrada. El sub-medio de determinación del valor promedio 250b, al igual que el medio de determinación de valor promedio 250a, se acopla a una entrada del medio de modificación 260. El sub-medio de determinación de valor promedio 250b aquí se acopla a un segundo sub-medio de modificación 260b, que también es parte del medio de modificación 260. A través de una entrada adicional, el sub-medio de modificación

260b aquí se acopla a la salida del sub-medio de determinación de valor 230b, de forma que el valor original esté también disponible para el sub-medio de modificación 260b, aparte del valor promedio determinado.

5 **[0081]** Por medio de sus dos sub-medios de modificación 260a, 260b, el medio de modificación 260 en sí mismo se acopla a una entrada de un medio de computación de la información de control 270, que incluye una conexión en serie de un medio de estimación 250, y un medio de computación 360 para la información de control real, en la realización mostrada en la Fig. 4. En la realización del aparato 200 mostrado en la Fig. 4, el medio de computación 360 se acopla adicionalmente a las salidas del sub-medio de determinación de valor 230b y el medio de retardo 340.

10 **[0082]** Tanto la señal de control proporcionada desde el medio de computación 360 e incluyendo la información de control como la señal del micrófono transferida en el dominio de frecuencia o un dominio de frecuencia cerrada en el segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2, en base al cual el filtro de supresión acústica 210 genera una señal de eco suprimido en el dominio de frecuencia o el dominio de frecuencia cerrada y así realiza la modificación espectral de la señal, se proporcionan al filtro de supresión acústica 210. La señal modificada en el dominio de frecuencia o en el dominio de frecuencia cerrada luego se comunica a un medio de transformación frecuencia/tiempo 370 que realiza la transformación de vuelta al dominio de tiempo. En el lado de salida, se acopla a una salida 290 del aparato 200, en la cual la señal de micrófono con eco suprimido o eco reducido se proporciona en el dominio de tiempo, a diferencia de la realización mostrada en la Fig. 2.

20 **[0083]** Además, la realización de un aparato 200 mostrado en la Fig. 4 además incluye un medio de computación del valor de retardo 380, que se acopla, como una salida, a una entrada (entrada de control) del medio de retardo 340 mediante la cual comunica el valor de retardo actual o un valor de corrección actual para el valor de retardo al medio de retardo 340. El medio de computación del valor de retardo 380 aquí se acopla a una ruta para la señal del altavoz y la señal del micrófono.

[0084] Dependiendo de la implementación concreta, este acoplamiento a las dos rutas, que se combinan solo detrás del medio de modificación 260, puede realizarse en diferentes ubicaciones. Así, el medio de computación del valor de retardo 380 puede, por ejemplo, acoplarse a la salida del primer medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1, a la salida del medio de retardo 340, o a la salida del primer sub-medio de modificación 260-a del medio de modificación 260. Además, el medio de computación del valor de retardo 380 puede acoplarse a la salida del segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2 o a la salida del segundo sub-medio de modificación 260-b del medio de modificación 260, con respecto a la ruta de señal del micrófono.

35 **[0085]** La Fig. 5 muestra un diagrama de circuito de bloque del medio de computación del valor de retardo 380 como puede emplearse, por ejemplo, en la Fig. 4. El medio de computación del valor de retardo 380 aquí comprende una primera entrada 390-1 y una segunda entrada 390-2, una de las cuales se acopla a la ruta de la señal del altavoz y la otra a la ruta de la señal del micrófono en la realización mostrada en la Fig. 4. Así, por ejemplo, la primera entrada 390-1 puede acoplarse a la salida del medio de retardo 340 con respecto a la ruta de señal del altavoz, y la segunda entrada 390-2 a la salida del segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2.

45 **[0086]** El medio de computación del valor de retardo 380 comprende un medio de computación de la función de coherencia 400 acoplado a ambas entradas 390. Se forma para computar una función de coherencia correspondiente en base a las señales entrantes en las dos entradas 390. En el lado de salida, se acopla a un medio de computación de la ganancia de predicción del eco descendente 410 formado para computar la ganancia de predicción de eco correspondiente y producirla a un medio de optimización 420. Este medio de optimización 420 luego se acopla a una salida 430 del medio de computación del valor de retardo 380, que en sí mismo se acopla a la entrada del medio de retardo 340 de la Fig. 1 para el valor de retardo correspondiente.

50 **[0087]** El valor de retraso d así puede computarse o determinarse con la ayuda de los medios mostrados en las Figs. 4 y 5, usando una función de coherencia, por ejemplo, una función de coherencia cuadrada, con respecto al espectro de potencial del altavoz y el micrófono de acuerdo con

$$\Gamma_d[k, m] = \frac{\left(E\{X[k-d, m]^2 \cdot |Y[k, m]^2\} \right)^2}{E\{X[k-d, m]^2 \cdot |X[k-d, m]^2\} \cdot E\{Y[k, m]^2 \cdot |Y[k, m]^2\}}, \quad (8)$$

55

donde el valor de expectativa $E\{ \}$ que se produce en la ecuación (8) también puede implementarse como un valor promedio. Esta computación se realiza mediante el medio de computación de la función de coherencia 400 del medio de computación del valor de retardo 380, en la realización mostrada en las Figs. 4 y 5.

5 **[0088]** Básicamente, el valor de retardo d puede computarse para cada banda de frecuencia y/o para cada señal de paso banda, donde la señal de paso banda se determina mediante un índice m , que es un entero. En la realización ilustrada en las Figs. 4 y 5, sin embargo, solo se considera el uso de un valor de retardo único para todas las frecuencias y/o todas las señales de paso banda. Por este motivo, la llamada ganancia de predicción de eco $\omega_d[k]$ se computa en el medio de computación de ganancia de predicción de eco 410 como un valor promedio de las
10 funciones de coherencia $\Gamma_d[k, m]$ entre las frecuencias individuales de acuerdo con

$$\omega_d[k] = \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} \Gamma_d[k, m], \quad (9)$$

donde M es un entero que indica el número de bandas de frecuencia y/o señales de paso banda. El índice m de las
15 bandas individuales aquí varía de entre 0 a $M-1$. El valor de retardo d real se elige entonces de forma que la ganancia de predicción de eco se maximice, mediante el medio de optimización 420. En otras palabras, esto se determina mediante los medios 420 de acuerdo con

$$d = \operatorname{argmax}_d \{ \omega_d[k] \}, \quad (10)$$

20

donde la función $\operatorname{argmax}_d\{ \}$ denota la determinación de exactamente el valor máximo con respecto al parámetro d .

[0089] En el presente, como se ilustra en la Fig. 4, el valor de retardo actual d como una función de las formas de onda actuales, se comunica al medio de retardo 340 a través del medio de computación del valor de retardo 380. Más específicamente, la conexión del medio de computación del valor de retardo 380 descrito aquí es un circuito de retroalimentación en el cual la señal puesta a disposición del medio de retardo 340 tiende a representar una señal de corrección con respecto al valor de retardo d , ya que la señal retardada ya se tiene en cuenta en la computación de las funciones de coherencia. Básicamente, por tanto, también es posible denotar el valor de retardo, como computado de acuerdo con la ecuación (10) con Δd , que representa la desviación del valor de retardo previamente computado. Teniéndolo en cuenta, puede hacerse mediante el medio de retardo 340 para obtener el valor de retardo absoluto d . En el caso de una computación en base a las señales no retardadas, sin embargo, el valor de retardo respectivo puede determinarse directamente mediante la ecuación (10).
30

[0090] Con respecto al filtro de estimación de eco, lo siguiente mostrará que la estimación usada en la referencia [6] lleva a una estimación cambiada mediante una desviación estimada sistemática. En la referencia [6], la estimación del filtro de estimación de eco se realiza directamente en base al espectro de potencia $|Y[k, m]|_2$ y $|x_d[k, m]|_2$, es decir, en el espectro del micrófono y el altavoz directamente medido y detectado. En el dominio de energía, lo siguiente se obtiene para los filtros de estimación de eco $G_{\text{biased}}[k, m]$
35

$$|\hat{G}_{\text{biased}}[k, m]|^2 = \frac{E\{ |Y[k, m]|^2 \cdot |X_d[k, m]|^2 \}}{E\{ |X_d[k, m]|^2 \cdot |X_d[k, m]|^2 \}}. \quad (11)$$

40

[0091] Como se muestra en el Apéndice A, el uso de la ecuación (1) lleva a una estimación cambiada por un desvío estimado sistemático para el filtro de estimación de eco debido a la proporción aditiva del ruido estacionario $W[k, m]$. Así, en base a la ecuación (11), el filtro de estimación de eco en el dominio de energía resulta como
45

$$|\hat{G}_{\text{biased}}[k, m]|^2 = |G[k, m]|^2 + \frac{\sigma_w^2[k, m]}{E\{ |X_d[k, m]|^2 \}}, \quad (12)$$

donde $\sigma_w^2[k, m]$ es la variación del ruido estacionario $w[n]$ en una banda de frecuencia con el índice m y el índice de bloque de datos o índice de tiempo k . Aquí, resulta inmediatamente a partir de (12) que el filtro de estimación de eco cambiado por la desviación estimada sistemática lleva potencialmente a estimaciones inaceptablemente altas para la señal de eco en entornos ruidosos. Ya que la sobrestimación de las señales de eco resulta típicamente en una supresión de eco demasiado agresiva, las perturbaciones en las señales de voz del extremo cercano serían inaceptablemente altas durante la comunicación simultánea bidireccional (situaciones de conversación duplicada).
50

[0092] Cuando se utilizan las realizaciones de la presente invención, como se ilustra en las Figs. 4 y 5, por ejemplo, el filtro de estimación de eco $G[k,m]$ se estima con respecto a las fluctuaciones temporales del espectro de potencia del altavoz y el micrófono. Las fluctuaciones temporales del espectro de potencia aquí se determinan como 5 versiones "centradas" o medias, es decir, reduciendo o, más generalmente, teniendo en cuenta los valores promedios correspondientes. Así, en el medio de modificación 260, un espectro de potencia modificado se computa mediante el segundo medio de modificación 260b como valores relacionados con la energía modificados para la señal del micrófono de acuerdo con

$$10 \quad \tilde{Y}[k, m] = |Y[k, m]|^2 - E\{Y[k, m]^2\}. \quad (13)$$

[0093] De forma correspondiente, un espectro de potencia modificado para la señal del altavoz también se computa mediante el medio de modificación 260 en forma del primer sub-medio de modificación 260a de acuerdo con

$$15 \quad \tilde{X}_d[k, m] = |X_d[k, m]|^2 - E\{X_d[k, m]^2\}. \quad (14)$$

[0094] Los valores de expectativa matemática $E\{\}$ que entran en las ecuaciones (13) y (14) aquí se forman mediante el medio de determinación de valor promedio 250. Ahí, convenientemente, el valor de expectativa matemática $E\{\}$, como se utiliza en la anterior ecuación, se sustituye por un valor promedio a corto plazo por los dos 20 sub-medios de determinación del valor promedio 250a y 250b en base a los valores relacionados con la potencia correspondientes. Comenzando desde el ejemplo de

$$25 \quad \Phi_{AB}[k, m] = E\{A[k, m] \cdot B[k, m]\}, \quad (15)$$

donde los valores $A[k,m]$ y $B[k,m]$ pueden representar valores arbitrarios, incluso iguales, el valor promedio a corto plazo $\Phi_{AB}[k, m]$ con respecto al valor $\Phi_{AB}[k,m]$ se obtiene realizando, por ejemplo, un suavizado recurrente de acuerdo con

$$30 \quad \hat{\Phi}_{AB}[k, m] = (1 - \alpha_{avg})\hat{\Phi}_{AB}[k - 1, m] + \alpha_{avg}A[k, m] \cdot B[k, m]. \quad (16)$$

[0095] El factor α_{avg} aquí determina el grado de suavizado a lo largo del tiempo y puede adaptarse a cualquier requisito dado.

35 **[0096]** En otras palabras, un valor promedio temporal puede computarse para una cantidad arbitraria $A[k,m]$, donde k es el índice de tiempo de acuerdo con

$$E(A[k, m]) = (1 - \alpha_{avg})E(A[k - 1, m]) + \alpha_{avg} \cdot A[k, m], \quad (17)$$

40 donde la cantidad $E(A[k,m])$ se computa de forma recurrente en base al valor actual $A[k,m]$ y al valor promedio previamente computado $E(A[k - 1,m])$. El factor α_{avg} aquí sopesa la contribución de la adición del nuevo valor $A[k,m]$ relativo al valor promedio previamente computado, que en sí mismo se sopesa por el factor $(1 - \alpha_{avg})$.

[0097] Así, con la ayuda de las reglas de computación dadas en las ecuaciones (15) a (17), un valor 45 promedio correspondiente puede determinarse en el medio de determinación del valor promedio 250 y sus dos sub-medios de determinación del valor promedio 250a y 250b a partir de los datos correspondientes disponibles para estos medios. La implementación de una regla de computación de acuerdo con las ecuaciones (15) a (17) aquí representa un promedio recurrente y desplazable que puede ejecutarse en tiempo real. En particular, no hay que esperar a los bloques de datos "futuros".

50 **[0098]** El medio de computación de la información de control 270 con el medio de estimación 250 ahora es capaz de computar la información de control para el filtro de supresión acústica 210 en base a los valores relacionados con la energía modificados proporcionados a partir del medio de modificación 260. Con este fin, primero se computa un filtro de estimación de eco $G[k, m]$ mediante el medio de estimación 250, teniendo en cuenta 55 las fluctuaciones temporales del espectro de potencia, de acuerdo con

$$|\hat{G}[k, m]|^2 = \frac{E\{\tilde{Y}[k, m] \cdot \tilde{X}_d[k, m]\}}{E\{\tilde{X}[k, m] \cdot \tilde{X}_d[k, m]\}} \quad (18)$$

[0099] Más específicamente, el curso de la frecuencia de magnitud del filtro de estimación de eco correspondiente $G[k, m]$ se computa de acuerdo con la ecuación (18), donde la información de fase asociada puede también añadirse y/o estimarse mediante varios métodos. Siempre que sea necesario, una fase constante como información de fase puede usarse, por ejemplo, para todas las bandas de frecuencia, rangos de frecuencia o señales de paso banda, determinados como una función del valor de retardo d para la banda de frecuencia correspondiente o determinarse a partir del curso temporal o del curso espectral de las magnitudes correspondientes.

[0100] Mediante esta estimación, realizada en la ecuación (18), solo la dinámica espectral de la señal del altavoz y de la señal del micrófono se utilizan para estimar el filtro de estimación de eco. Como también se ilustra en el Apéndice B, la señal de ruido estacionario aditiva $w[n]$ es cancelada por la estimación de acuerdo con la ecuación (18). Como se muestra en la derivación en el Apéndice B, el uso de la ecuación (18) lleva a una estimación no cambiada de la función de transferencia de potencia del eco $|G[k, m]|^2$. Más específicamente, de este modo

$$|\hat{G}[k, m]|^2 = |G[k, m]|^2 \quad (19)$$

[0101] Además, debe señalarse que, como alternativa a utilizar la ecuación (8), la estimación del valor de retardo d también puede realizarse en base al espectro en fluctuación, usando la función de coherencia de acuerdo con

$$\tilde{\Gamma}_d[k, m] = \frac{(E\{\tilde{X}[k - d, m] \cdot \tilde{Y}[k, m]\})^2}{E\{\tilde{X}[k - d, m] \cdot \tilde{X}[k - d, m]\} \cdot E\{\tilde{Y}[k, m] \cdot \tilde{Y}[k, m]\}} \quad (20)$$

donde $X[k - d, m]$ se define semejantemente para la ecuación (14). El valor de retardo real entonces se elige en base a la ganancia de predicción del eco

$$\tilde{\omega}_d[k] = \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} \tilde{\Gamma}_d[k, m] \quad (21)$$

de forma que la ganancia de predicción del eco se maximiza.

[0102] En otras palabras, la computación del valor de retardo puede ser realizada también por el medio de computación del valor de retardo usando cantidades distintas a las designadas en conexión con las ecuaciones (8) y (9). Con respecto a la Fig. 4, esto significa que otros valores se proporcionan al medio de computación del valor de retardo mediante las rutas dibujadas opcionalmente, de forma que estos estén disponibles en las entradas para el filtro de supresión acústica en forma de coeficientes de filtros $H[k, m]$ basados en los parámetros de diseño β , γ y L_H , que se introducirán con más detalle a continuación.

[0103] En las realizaciones de la presente invención, las señales de paso banda de la señal del altavoz o una señal derivada de las mismas, que pertenecen a diferentes frecuencias características, puede retardarse en una medida diferente. Por ejemplo, esto puede ser aconsejable cuando las diferentes rutas de propagación tienen una atenuación de frecuencia selectiva, de forma que la ruta de propagación directa no proporcione ya la contribución de señal más fuerte en ciertos rangos de frecuencia. En tal caso, la determinación del valor de retardo puede realizarse directamente en base a las funciones de coherencia y/o en base a una computación de las ganancias de predicción del eco hecha mediante una banda de frecuencia limitada.

[0104] La supresión del eco acústico se realiza mediante el filtro de supresión acústica 210 ponderando la señal del micrófono con un filtro de supresión de eco apropiado de acuerdo con

$$E[k, m] = H[k, m] \cdot Y[k, m]. \quad (22)$$

5

[0105] El espectro del micrófono $Y[k, m]$ aquí se proporciona al filtro de supresión acústica 210 directamente desde la salida del segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2. Los factores de ponderación y/o los factores de filtro $H[k, m]$ aquí representan la información de control que el filtro de supresión acústica 210 obtiene a partir del medio de computación 360 para la información de control y/o desde el medio de computación de la información de control 270.

10

[0106] El filtro de estimación de eco $H[k, m]$ y/o la información de control puede aquí computarse de acuerdo con el método de sustracción espectral, como se describe en la referencia [7]. La información de control en este caso puede darse por

15

$$H[k, m] = \left(\frac{\max\left(|Y[k, m]|^{\gamma} - \beta|\hat{Y}[k, m]|^{\gamma}, 10^{\frac{\gamma L_H}{20}}\right)}{|Y[k, m]|^{\gamma}} \right)^{\frac{1}{\gamma}}. \quad (23)$$

[0107] Los parámetros de diseño β, γ y L_H se utilizan para controlar el rendimiento deseado del filtro de supresión de eco. Los valores típicos aquí son $\beta = 2, \gamma = 2$ and $L_H = -60$ (se corresponde a una atenuación máxima de -60 dB). La estimación del espectro de potencia del eco aquí se obtiene mediante el filtro de estimación del eco de acuerdo con

20

$$|\hat{Y}[k, m]|^2 = |\hat{G}[k, m]|^2 \cdot |X_a[k, m]|^2. \quad (24)$$

25

[0108] La computación de acuerdo con la ecuación (24) puede realizarse también mediante el medio de computación para la información de control 360. Preferiblemente, la estimación del eco y la supresión del eco se realizan con respecto al espectro original de la señal del altavoz y de la señal del micrófono.

30

[0109] La Fig. 6 muestra los resultados numéricos en base a las realizaciones de la presente invención para una frecuencia de 1000 Hz. Las simulaciones fueron generadas con señales de voz dañadas por ruido 1/f (ruido rosa) con una proporción señal a ruido (SNR) de 6 dB. La primera mitad de la simulación aquí se corresponde exclusivamente con un eco causado por un altavoz activo en el extremo remoto, mientras que la segunda mitad de la simulación se corresponde con una situación de habla bidireccional (situación de conversación duplicada).

35

[0110] La Parte A de la Fig. 6 muestra un espectro de potencia a corto plazo 430 y un espectro promedio a corto plazo de la señal del altavoz para una frecuencia de 1000 Hz superpuesta al mismo como una línea negra. En otras palabras, la Fig. 6a muestra un espectro de potencia a corto plazo 430 y un espectro promedio a corto plazo 440 para una señal de altavoz.

40

[0111] La ilustración parcial b aquí muestra el filtro de estimación de eco real como una línea discontinua, además de la estimación con la desviación estimada sistemática ilustrada en forma de puntos y la otra sin la desviación estimada sistemática dibujada como una línea continua. En otras palabras, la ilustración parcial de la Fig. 6b muestra el filtro de estimación de eco real $G[k, m]$ como línea discontinua, la estimación computada con la desviación estimada sistemática $G_{biased}[k, m]$ de acuerdo con la ecuación (11) como línea de puntos, y la estimación $G[k, m]$ computada sin desviación estimada sistemática como una línea continua, computada como se propone y describe en las realizaciones de la presente invención y su descripción.

45

[0112] La ilustración parcial 6c muestra un curso temporal de la ganancia de predicción del eco, donde las tres ilustraciones parciales se basan en una escala de tiempo de 0 segundos (0 s) a 15 segundos (15 s) cada una. Como se ha explicado antes, solo la voz del altavoz se incluye en el intervalo de tiempo desde 0 s hasta 7,5 s

50

aproximadamente, que es de nuevo recogida a través del eco y el micrófono, mientras que, en la segunda mitad, es decir el intervalo de tiempo entre aproximadamente 7,5 s y 15 s, la voz se acopla adicionalmente al micrófono.

[0113] La ilustración parcial 6c se corresponde con la ganancia de predicción del eco, que representa una medición de la fiabilidad del filtro de estimación del eco como una función de tiempo. Estas tramas muestran la desviación estimada sistemática del filtro de estimación del eco computada sin tener en cuenta las estadísticas centradas, mientras que los filtros de estimación del eco en base a las fluctuaciones temporales se corresponden con el filtro de estimación del eco real $G[k,m]$, cuando la ganancia de predicción del eco es suficientemente grande. En particular, se ilustra que, teniendo en cuenta la eliminación del valor promedio, el filtro de estimación del eco tiene claramente una mejor coincidencia con el curso deseado en comparación con el que no tiene eliminación del valor promedio. En particular, en el intervalo de tiempo entre 10 y 15 segundos en la ilustración parcial 6b, existen diferencias significativas reconocibles con respecto a los cursos del filtro de estimación del eco correspondientes.

[0114] La Fig. 7 muestra un diagrama de circuito en bloque simplificado de una realización adicional de un aparato 200 con un filtro de supresión acústica 210. La ilustración elegida en la Fig. 7 adicionalmente muestra dos cursos de tiempo de la señal del micrófono $y[n]$ y de la señal del altavoz $x[n]$ sobre el índice de tiempo n . En comparación con la realización mostrada en la Fig. 3, la Fig. 7 muestra un diagrama de circuito de bloque más completo del algoritmo de supresión del eco acústico de acuerdo con una realización de la invención propuesta. Debido a la similitud con la realización mostrada en la Fig. 3, la descripción de esta realización se mantiene más corta en este punto, y se hace referencia a las afirmaciones en la Fig. 3 con respecto a los detalles adicionales.

[0115] La señal del altavoz $x[n]$ se suministra a un primer medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1 en forma de una transformación Fourier a corto plazo (STFT). Igualmente, la señal del micrófono $y[n]$ se suministra a un segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2 que también es una unidad STFT correspondiente. Como se muestra en una comparación de las formas de onda $x[n]$ y $y[n]$ de las dos formas de onda, ya que la señal del altavoz lleva a la señal del micrófono mediante un intervalo de tiempo d , el primer medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1 genera un espectro con retardo de tiempo correspondiente de la señal del altavoz $X[k - d, m]$.

[0116] Con respecto a los cursos dobles en la parte superior de la Fig. 7, esto también se representa mediante el uso de los dos corchetes 450-1 y 450-2 y mediante la flecha 460 indicando el intervalo de tiempo d . El segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2 sin embargo, proporciona el espectro correspondiente de la señal del micrófono $Y[k, m]$ en formato sin retardo de tiempo. Con respecto a la Fig. 4, esto significa que el medio de retardo 340 también se integra en el primer medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1 en la realización mostrada en la Fig. 7.

[0117] Los dos medios de transformación tiempo frecuencia 330-1 a su vez se acoplan con una unidad 330 que incluye, como ya se ha mostrado en la realización ilustrada en la Fig. 3, dos medios de estimación 310-1, 310-2, que se denominan como ETF en la Fig. 7. Aquí, la abreviatura ETF significa estimación de las fluctuaciones temporales. El medio de estimación 310 así incluye las funciones del medio de determinación de valor 230 y el medio de determinación de valor promedio 250 de la Fig. 4.

[0118] En el lado de salida, la unidad 300 a su vez se acopla con un filtro de estimación de eco 320 que de nuevo se designa con EEF (filtro de estimación de eco) en la Fig. 7. El filtro de estimación de eco 320 aquí incluye las funcionalidades del medio de modificación 260 y el medio de estimación 350 del medio de computación de la información de control 270. El filtro de estimación de eco 320 entrega la estimación correspondiente $G[k, m]$ a una unidad de proceso de supresión de eco 325 (ERP = proceso de eliminación de eco), que realiza la eliminación real del eco en base a los dos espectros $X[k - d, m]$ y $Y[k, m]$ y el filtro estimado $G[k, m]$. Con respecto a su función, la unidad de proceso de supresión de eco 325 así se corresponde con el medio de computación 360 para la información de control además del filtro de supresión acústica real 210.

[0119] En su salida, la unidad de proceso de supresión de eco 325 proporciona una señal con eco suprimido que reside en el dominio de frecuencia, que luego es tratada por la unidad de transformación frecuencia/tiempo 370, que es una transformación Fourier a corto plazo inversa (ISTFT) en el caso presente, de forma que una señal de tiempo correspondiente $e[n]$ reducida con respecto al eco se produce en su salida.

[0120] Una comparación de las realizaciones mostradas en las Figs. 3 y 7 con la realización mostrada en las Figs. 4 y 5 claramente ilustra que los medios y módulos individuales pueden de hecho implementarse de forma diferente con respecto a sus funcionalidades. Así, los pasos individuales pueden reagruparse mediante las

conversiones matemáticas correspondientes. Así, por ejemplo, la implementación de las ecuaciones (22) a (24) pueden resumirse de forma diferente a la descrita en la descripción anterior en la unidad de proceso de supresión de eco 325. De esta forma, por ejemplo, las computaciones respectivas pueden realizarse en un proceso de computación o en varias computaciones subdivididas de forma diferente.

5

[0121] La Fig. 8 muestra una realización adicional de acuerdo con la presente invención en forma de un aparato 200 para computar la información de control para un filtro de supresión acústica 210, que también se incluye en el aparato 200. La realización mostrada en la Fig. 8 aquí enfatiza que las realizaciones también pueden implementarse e integrarse en otros enfoques de supresión del eco acústico. Otra realización, que representa un segundo enfoque diferente con respecto a la integración del enfoque de supresión del eco acústico, se describe en la Fig. 9.

10

[0122] La Fig. 8 aquí muestra un diagrama de bloque de un enfoque de supresión del eco acústico de acuerdo con una realización de la presente invención, donde el filtro de estimación del eco $G[k, m]$ se aplica al espectro de la señal de entrada $X[k, m]$.

15

[0123] El aparato 200 comprende un altavoz 100 y un micrófono 110. La señal del altavoz $x[n]$ se suministra a un medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1 en forma de un banco de análisis de transformación Fourier específica (DFT-transformación Fourier específica), que transfiere la señal en el dominio de frecuencia. En su salida, produce el espectro $X[k, m]$, que se proporciona a un medio de retardo 340, por un lado, y un primer sub-medio de determinación de valor 230a de un medio de determinación de valor 230, por otro lado. El espectro $X[k, m]$ puede aquí tener un valor real o un valor complejo.

20

[0124] Correspondientemente, la señal del micrófono $y[n]$ del micrófono 110 se suministra a un segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2, que produce un espectro $Y[k, m]$ de valor real o valor complejo en su salida. Se suministra a un segundo sub-medio de determinación de valor 230b del medio de determinación de valor 230, por un lado, y se suministra directamente a un filtro de supresión acústica 210 como la señal de entrada, por otro lado.

25

[0125] Los dos sub-medios de determinación del valor 230-a, 230-b aquí se forman para generar un cuadrado de magnitud del espectro respectivo y proporcionarlo a una unidad 470 que realiza la estimación del filtro $G[k, m]$ y una estimación del valor de retardo $d[k, m]$, de acuerdo con una realización de la presente invención. La unidad 470 así parcialmente asume las tareas y funciones del medio de determinación del valor promedio 250, el medio de modificación 260, y el medio de computación del valor de retardo 380. Por tanto, estos se incluyen parcialmente en los circuitos y elementos correspondientes de la unidad 470. Por esta razón, la unidad 470 se acopla a una entrada del medio de retardo 340 para proporcionar el valor de retardo actual $d[k, m]$ al medio de retardo 340. Con respecto a la determinación del filtro $G[k, m]$, esto puede, por ejemplo, implementarse de acuerdo con la ecuación (18).

30

[0126] El medio de retardo 340 genera, desde el espectro $X[k, m]$ suministrado al mismo, una versión retardada $X[k - d(k, m) m]$. Este espectro de altavoz retardado luego se pone a disposición de un filtro de estimación del eco 480, que se acopla al medio de retardo 340.

40

[0127] Además, el filtro de estimación del eco 480 también se acopla a la unidad 470, mediante lo cual se obtiene el filtro de estimación del eco real en forma de los coeficientes de filtro asociados. El filtro de estimación del eco 480 así realiza la funcionalidad de la ecuación (24) en la realización mostrada en la Fig. 8, y por tanto debe entenderse como parte del medio de computación de la información de control 270.

45

[0128] Con respecto a la localización de fase del filtro de estimación del eco $G[k, m]$, puede estimarse a partir de la espectral, temporal o una combinación de ambas. Además, existe la posibilidad, por supuesto, de determinar la localización de fase de otra forma, por ejemplo, asociando una localización de fase fija con cada uno de los coeficientes. Por ejemplo, una fase de 0° puede asociarse por tanto con cada uno de los coeficientes $G[k, m]$.

50

[0129] El filtro de estimación del eco 480 filtra la señal entrante, de forma que la señal $Y[k, m]$, que se pone a disposición de un medio de computación para la información de control 360 a través de un sub-medio de determinación del valor adicional 230c de un medio de determinación del valor adicional 230', se proporciona en una salida. De forma similar, la salida del espectro del micrófono $Y[k, m]$ mediante el segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2 también se proporciona a un cuarto sub-medio de determinación de valor 230d del medio de determinación de valor 230', que a su vez se acopla al medio de computación para la información de control 360

55

en una salida. Los dos sub-medios de determinación de valor 230c y 230d a su vez se forman para computar un cuadrado de magnitud del espectro disponible para el mismo. El medio de determinación de valor adicional 230' puede aquí considerarse funcionalmente como parte del medio de computación de la información de control 270, no mostrado en la Fig. 8.

5

[0130] El medio de computación para la información de control 360 aquí también, de nuevo, está formado para computar los coeficientes de supresión del eco $H[k,m]$ y se ponen a disposición de filtro de suspensión acústica 210 mediante una entrada de control correspondiente.

10 **[0131]** Como ya se ha explicado antes, ya que la salida del segundo medio de transformación tiempo/frecuencia 330-2 también se acopla con la entrada del filtro de supresión acústica 210, es capaz de computar un espectro con eco suprimido $E[k,m]$ y hacer que el mismo esté disponible para un medio de transformación frecuencia/tiempo descendente 370 en forma de banco de filtros de transformación Fourier específica inversa. Este medio de transformación tiempo/frecuencia, que también se denomina banco de filtros de síntesis, proporciona una
15 señal de tiempo con eco suprimido $e[n]$ en su salida.

[0132] La realización mostrada en la Fig. 8 por tanto permite la estimación del eco en base de un espectro del altavoz. Como se muestra en la Fig. 8, el retardo y/o el valor de retardo $d[k,m]$ y el filtro de estimación de eco $G[k, m]$ se aplican al espectro del altavoz $X[k,m]$ para obtener una estimación del espectro del eco $Y[k, m]$. El filtro de
20 supresión del eco $H[k, m]$ luego se computa en base a la potencia o la magnitud del espectro del espectro estimado $|Y[k, m]|^2$ y el espectro de potencia o magnitud de la señal del micrófono $Y[k, m]$.

[0133] Dese señalarse aquí que, en el caso de que un filtro de estimación del eco se determine con respecto a una banda crítica, como se explicará en el curso posterior, una interpolación correspondiente puede formarse para
25 así obtener una versión del filtro de estimación del eco que reside en el dominio STFT.

[0134] La Fig. 9 muestra una realización adicional de la presente invención en forma de un aparato 200 junto con un filtro de supresión acústica 210 que se implementa también en el aparato 200. A diferencia de la realización mostrada en la Fig. 8, la mostrada en la Fig. 9 se basa en un enfoque de supresión del eco acústico, donde el filtro
30 de estimación del eco $G[k, m]$ se aplica al espectro de potencia de la señal de entrada $|X[k, m]|^2$.

[0135] Además, las realizaciones mostradas en las Figs. 9 y 8 difieren con respecto a sus características estructurales, pero solo en muy poca medida. Más específicamente, difieren sustancialmente con respecto a la disposición de los sub-medios de determinación del valor 230a y 230c. Para simplificar la ilustración, los medios de
35 determinación de valor 230, 230' no se muestran en la Fig. 9.

[0136] Más específicamente, el sub-medio de determinación del valor 230a ahora está conectado directamente de forma descendente al primer medio de transformación tiempo/frecuencia 330-1, de forma que el espectro de potencia de la señal del altavoz $X[k,m]$ ya se suministra no solo a la unidad 470, sino también al medio
40 de retardo 340. De forma correspondiente, el medio de retardo 340 también genera una forma retardada del espectro de potencia, y el filtro de estimación del eco 480, un curso de frecuencia de magnitud correspondiente de acuerdo con la ecuación (24), que luego se proporciona directamente al medio de computación para la información de control 360 sin sub-medio de determinación de valor 230c adicional. En otras palabras, al mover el sub-medio de determinación de valor 230a "hacia arriba del" medio de retardo 340, la implementación del tercer sub-medio de
45 determinación de valor 230c puede omitirse. Igualmente, la definición objetivo o determinación de las fases o localizaciones de fase del filtro de estimación de eco $G[k, m]$ pueden guardarse aquí.

[0137] Además, las dos realizaciones de la presente invención mostradas en las Figs. 8 y 9, sin embargo, no difieren significativamente la una de la otra. Las desviaciones debidas a otras señales suministradas y la información
50 del medio individual pueden resultar en relación con algunas características funcionales y algunas reglas de computación.

[0138] La Fig. 9 por tanto muestra una estimación del eco en base del espectro de potencia del altavoz o el espectro de magnitud del altavoz. Esto representa un enfoque alternativo en el cual el valor de retardo $d(k,m)$ y el
55 filtro de estimación del eco $G[k, m]$ se aplican al espectro de potencia o magnitud $|X[k, m]|^2$ de la señal del altavoz para obtener una estimación del espectro de potencia o magnitud $Y[k, m]$ de la señal del eco.

[0139] En comparación con el enfoque explicado en conexión con la Fig. 8, el filtro de supresión del eco $H[k, m]$ aquí de nuevo se computa en base al espectro de potencia o magnitud de la magnitud del eco estimada $|Y[k, m]|^2$ y el espectro de la potencia o magnitud de la señal del micrófono $|Y[k, m]|^2$.

5 **[0140]** En las realizaciones mostradas en las Figs. 8 y 9, los valores de retardo $d(k, m)$ pueden variar con respecto al tiempo y también con respecto a la frecuencia actual. Por supuesto, los valores de retardo utilizados en el medio de retardo 340 pueden seleccionarse para que sean idénticos para las señales de paso banda individuales o los intervalos de frecuencia.

10 **[0141]** La Fig. 10 muestra una realización adicional de la presente invención, que es similar a la realización mostrada en la Fig. 2 con respecto a su estructura. Las realizaciones mostradas en las Figs. 10 y 2, sin embargo, difieren en que la realización mostrada en la Fig. 10 es un aparato 200 para una variante multicanal. En términos estructurales, las realizaciones mostradas en las Figs. 2 y 10 por tanto solo difieren ligeramente, por lo que de nuevo se hace referencia a la descripción en conexión con la Fig. 2.

15 **[0142]** A diferencia con las realizaciones de un aparato 200 mostrado en la Fig. 2, sin embargo, la realización 200 mostrada en la Fig. 10 comprende una pluralidad de entradas 240-1, 240-2, ...que permiten proporcionar al aparato 200 una pluralidad de señales de entrada correspondientes del grupo de señales, como se ha definido anteriormente. Así, las entradas 240-1, 240-2 ... de la pluralidad de entradas se acoplan a un medio de combinación 20 **490** generando una señal única y combinada a partir de las señales entrantes en las entradas 240, que luego están disponibles para los componentes adicionales del aparato 200. Más específicamente, esta señal combinada del medio de combinación 490 de nuevo está disponible para un medio de determinación de valor 230, un medio de determinación del valor promedio 250, un medio de modificación 260 y un medio de computación de la información de control 270, que a su vez proporciona información de control correspondiente, como se ha descrito anteriormente.

25 **[0143]** La realización mostrada en la Fig. 10 además difiere de la mostrada en la Fig. 2 en que el filtro de supresión acústica 210 ahora incluye sub-filtros 210-1, 210-2...que además pueden ser suministrados con las señales de entrada proporcionadas en las entradas 240 del medio 200 o también con otras señales también proporcionadas al aparato 200 mediante las entradas adicionales opcionales 280-1, 28-2, ...dependiendo de la **30** implementación específica de la realización correspondiente. En otras palabras, dependiendo de la implementación específica, cada sub-filtro individual 210-1, 210-2 del filtro de supresión acústica 210 puede proporcionarse con una señal disponible en las entradas 240-1, 240-2...u otra señal opcional. Dicha señal podría proporcionarse para los filtros 210-1, 210-2 mediante una entrada opcional correspondiente 280-1, 280-2...

35 **[0144]** La información de control del medio de computación de la información de control 270 sin embargo, está disponible para todos los sub-filtros 210-1, 210-2, ...del filtro de supresión acústica 210 en paralelo. Por tanto, todos los sub-filtros 210 se acoplan a la salida del medio de computación de la información de control 270 de forma correspondiente. Los sub-filtros individuales 210-1, 210-2, ... proporcionan las señales de salida con eco reducido en las salidas correspondientes 290-1, 290-2, ... a las cuales se acoplan.

40 **[0145]** Aunque las realizaciones de la presente invención solo se han descrito previamente para un caso de canal único donde solo una señal de altavoz y una señal de micrófono están disponibles, el caso multicanal se considerará ahora. Como se describirá a continuación, las realizaciones de la presente invención no se limitan al caso de canal único, sino que también pueden aplicarse igualmente a sistemas de supresión del eco acústico **45** multicanal.

[0146] Digamos que $X_1[k, m]$ denota las representaciones de dominio STFT de una señal de altavoz 1-th, un espectro de potencia conjunto para todos los canales del altavoz primero se computa mediante el medio de combinación 490 combinando el espectro de las señales del altavoz individuales de acuerdo con

50

$$|X[k, m]|^2 = \sum_{l=0}^{L-1} |X_l[k, m]|^2 . \quad (25)$$

[0147] Aquí, L denota el número de canales del altavoz, y l un índice de los canales que va del 0 a $L-1$. Sin embargo, éste es un entero no negativo.

55

[0148] De forma similar, un espectro de potencia conjunto para los canales de micrófono se computa de acuerdo con

$$|Y[k, m]|^2 = \sum_{p=0}^{P-1} |Y_p[k, m]|^2, \quad (26)$$

5 donde $Y_p[k, m]$ denota una señal de un micrófono p-th, y P como un número natural representa el número de micrófonos. El índice p denota las señales individuales del micrófono y los rangos del 0 a P-1. Los índices k y p, como el índice m descrito anteriormente, cada uno están en el intervalo de valores de 0 a L, P - 1 y M - 1, respectivamente.

10 **[0149]** Pueden implementarse combinaciones, como por ejemplo las contenidas en las ecuaciones (25) y (26) mediante el medio de combinación correspondiente, usando también otras reglas de computación o determinación. Si hay una división por los parámetros L y P en las ecuaciones (25) y (26), respectivamente, es un promedio aritmético, por ejemplo. Por esta razón, el medio de combinación parcialmente aquí se denomina medio de promedio.

15 **[0150]** El modelo deseado para el espectro de potencia para los ecos se da de forma similar a la ecuación (7) mediante

$$|Y[k, m]|^2 \approx |G[k, m]|^2 \cdot |X_a[k, m]|^2 + |W[k, m]|^2, \quad (27)$$

20 donde los espectros de potencia $|X[k, m]|^2$ y $|Y[k, m]|^2$ se dan mediante la ecuación (25) y (26) en el caso multicanal. Por supuesto, también las señales correspondientemente retardadas en el tiempo se generan aquí, como se ha descrito anteriormente.

25 **[0151]** Para determinar los filtros de estimación del eco $|G[k, m]|^2$, como se ha descrito antes, se utiliza un enfoque correspondiente, en el cual se utilizan el espectro de potencia del altavoz y el espectro de potencia del micrófono de forma conjunta, sin embargo, como se definió anteriormente. Lo mismo también se aplica para la estimación de los valores de retardo d, que se computan para el espectro de potencia conjunto de los canales del altavoz.

30 **[0152]** La supresión real del eco luego se realiza por separado para cada señal de micrófono, pero utilizando los mismos filtros de supresión del eco para cada canal del micrófono. Por tanto,

$$E_p[k, m] = H[k, m] \cdot Y_p[k, m] \quad (28)$$

35 se aplica, con $p = 0, 1, \dots, P - 1$. De forma correspondiente, como se ha descrito en conexión con la Fig. 10, una señal con eco reducido correspondiente se determinó primero en el dominio de frecuencia $E_p[k, m]$ para cada señal del micrófono, cuya señal puede luego transferirse al dominio de tiempo.

40 **[0153]** En la realización mostrada en la Fig. 10, por supuesto, diferentes números de señales proporcionadas en las entradas 240 y las señales proporcionadas en las entradas 280 pueden utilizarse. Solo tiene sentido implementar un sub-filtro de supresión acústica 210 independiente correspondiente para cada una de las señales a ser procesadas, a menos que se desee una computación paralela y un posterior procesamiento de los canales.

45 **[0154]** Por supuesto, las realizaciones de la presente invención también pueden combinarse de forma que solo la señal del micrófono se combine con una pluralidad de señales de altavoz, de forma que los componentes adicionales se implementan solo con respecto a las señales del altavoz. De forma semejante, también puede utilizarse una implementación en la cual solo una señal de del altavoz se enfrenta a una pluralidad de señales del micrófono. Mientras que la primera situación puede darse en los sistemas de telefonía manos libres de los automóviles, por ejemplo, en las cuales la voz del otro extremo se produce mediante el sistema HiFi del vehículo, el
50 segundo escenario es posible en el caso de un sistema para conferencias con un único altavoz central y un micrófono para cada participante. Los números de las señales del altavoz y las señales del micrófono pueden aquí por supuesto ser idénticas a o diferentes unas de otras.

55 **[0155]** Antes de la resolución de frecuencia de las realizaciones respectivas de la presente invención se describan y se expliquen las alternativas en conexión con las Figs. 12 y 13, una realización de un filtro 500 se

describirá primero en conexión con la Fig. 11, que también ilustra que los medios individuales también son adaptables de forma flexible con respecto a su circuito e implementación del proceso.

[0156] El filtro de supresión acústica 500, como se muestra en la Fig. 11, aquí en gran medida se corresponde con el aparato 200 mostrado en la Fig. 2 en conexión con el filtro de supresión acústica 210. Así, el filtro de supresión acústica 500 en la Fig. 11 también comprende una entrada 240 teniendo un medio de computación 510 muy similar al medio de computación 220. Mediante una entrada 240, una señal del grupo de señales descrito anteriormente se suministra a un medio de determinación de valor 230, que es parte del medio de computación 510. Una salida del medio de determinación del valor 230 se acopla a un medio de determinación del valor promedio 250 por un lado, y a un medio de modificación 260 por el otro. Una salida del medio de determinación del valor promedio 250 también se acopla al medio de modificación 260. En este sentido, la descripción estructural y las conexiones funcionales del filtro de supresión acústica 500 no son diferentes de las del aparato 200 en este momento.

[0157] Sin embargo, una salida del medio de modificación 260 ahora se acopla a una entrada del medio del filtro de supresión acústica 520, que se corresponde con el filtro de supresión acústica 210 con respecto a su funcionalidad. En contraste con el filtro de supresión acústica 210 de la Fig. 2, la unidad del filtro de supresión acústica 520 sin embargo, también está directamente acoplada a la entrada 240 o a una entrada adicional opcional 280 para filtrar una de las señales respectivas en base a los valores relacionados con la energía modificados recibidos del medio de modificación 260. De forma correspondiente, el medio de filtro de supresión acústica 520 se acopla a una salida 290 en la cual la señal con eco reducido puede ser producida.

[0158] La realización de un filtro de supresión acústica 500 mostrada en la Fig. 11, así difiere de una realización de un aparato 200, como se muestra en la Fig. 2, por ejemplo, en que partes de la funcionalidad del aparato 200 se incluye en el filtro de supresión acústica real y/o el medio de filtro de supresión acústica 520. En otras palabras, esto significa que el medio de filtro de supresión acústica 520 incluye la funcionalidad del medio de computación de la información de control 270 mostrado en la Fig. 2. Como se ha explicado antes, el suavizado funcional y/o estructural con respecto a los bloques descritos previamente se puede producir aquí.

[0159] Con respecto a la resolución de frecuencia, también puede ser aconsejable apartarse de la resolución espectral en una unidad STFT. La resolución espectral uniforme de un STFT a menudo no se adapta bien a la percepción humana. Por tanto, puede ser ventajoso agrupar los coeficientes espectrales espaciados uniformemente $|X[k, m]|^2$ y $|Y[k, m]|^2$ en un número de particiones o grupos no superpuestos, como se ilustra en la referencia [8], donde los anchos de banda imitan la resolución de la frecuencia del sistema auditivo humano. En esta conexión, también se hace referencia a la referencia [9].

[0160] Para una tasa de muestreo de 16 kHz, el uso de un banco de filtros DFT de la longitud 512 y el uso de 15 particiones puede representar una opción adecuada, donde cada parte tiene un ancho de banda de aproximadamente el doble de la banda ancha rectangular equivalente (ERB), como se describe en la referencia [9]. Las bandas se corresponden con las particiones, como se ilustra en la Fig. 12.

[0161] Así, la Fig. 12 muestra cómo los coeficientes espectrales de un espectro STFT uniforme pueden agruparse en particiones que imitan la resolución de frecuencia no uniforme del sistema auditivo humano. Así, la Fig. 12 muestra, como una función de la frecuencia entre 0 Hz a 8000 Hz, una disposición de un total de 15 a 16 bandas de frecuencia accesibles mediante un medio de muestreo operando a 16 kHz. La Fig. 12 claramente muestra cómo las partes de frecuencia correspondientes se hacen más anchas al aumentar la frecuencia.

[0162] Los diferentes filtros de ganancia se computan solo para las frecuencias centrales de cada partición. Esto lleva adicionalmente a menos complejidad de computación en comparación con el caso de una resolución espectral completa de un espectro STFT uniforme. Antes de aplicar el último filtro de ganancia de partición a la señal uniforme del espectro STFT, el espectro correspondiente se interpola utilizando filtros de interpolación Hann.

[0163] La Fig. 13a por tanto muestra los filtros de interpolación Hann potenciales que pueden usarse para suavizar los filtros de ganancia como una función de la frecuencia. La Fig. 13b muestra los coeficientes de filtro de ganancia correspondientes en forma de una línea continua 600, que pueden adquirirse mediante la interpolación de los valores de los filtros de ganancia en las particiones, representados mediante puntos en negrita en la Fig. 13b. Aquí, el eje de frecuencia ilustrado en la Fig. 13b en la abscisa también se relaciona con la ilustración representada en la Fig. 13a.

[0164] En otras palabras, la imagen parcial 13a ilustra los filtros Hann, y la imagen parcial, 13b muestra un ejemplo de los valores del filtro de ganancia antes de y tras la aplicación de una interpolación correspondiente. Los valores anteriores se representan aquí mediante los puntos, y la interpolación mediante una línea 600. El promedio de frecuencia de los filtros de ganancia llega a un promedio de las variaciones del espectro resultante como una función de la frecuencia, y por tanto reduce el ruido tonal, musical y otros artefactos.

[0165] Dependiendo de la implementación concreta, las realizaciones de la presente invención pueden aquí comprender recibir al menos una señal del altavoz, recibir al menos una señal del micrófono, convertir las señales del altavoz y del micrófono en espectro a corto plazo, computar el espectro de potencia de la señal del altavoz y del micrófono de forma correspondiente, filtrar el espectro de potencia del altavoz y del micrófono para obtener un espectro de fluctuación de tiempo correspondiente, computar un filtro de estimación del eco para estimar el espectro de fluctuación del tiempo del micrófono a partir del espectro de fluctuación de tiempo del altavoz, utilizar un filtro de supresión del eco para eliminar el eco en el espectro de señal del micrófono, y convertir el espectro de la señal del micrófono con eco suprimido de vuelta al dominio de tiempo para obtener una señal de salida con el eco eliminado.

[0166] En este momento, de nuevo tiene sentido señalar que las señales de paso banda en las realizaciones de la presente invención pueden, por ejemplo, realizarse mediante una transformación Fourier, una transformación en el dominio de sub-banda o mediante una transformación en el dominio QMF mediante bancos de filtros de análisis correspondientes. Es posible una transformación reversa correspondiente mediante bancos de filtros de síntesis correspondientes.

[0167] Igualmente, tiene sentido señalar que los diferentes aparatos pueden estar formados por los mismos sistemas de circuitos, circuitos y objetos parcial o completamente. De igual forma, tiene sentido señalar que las señales del micrófono y las señales del altavoz generalmente son señales diferentes. En este punto, debe señalarse de nuevo que los resultados intermedios obtenidos en las realizaciones descritas anteriormente no tienen que generarse necesariamente como tales. En vez de eso, las realizaciones de la presente invención también pueden implementarse usando conversiones matemáticas en las cuales otros resultados intermedios o ningún resultado intermedio en absoluto puedan estar accesibles directamente. Igualmente, es posible computar los valores relacionados con la energía en base de una señal derivada en el caso de una implementación multicanal, pero con la computación posterior basada en las señales individuales.

[0168] También debe señalarse que las realizaciones estructurales descritas anteriormente en forma de aparatos y sistemas pueden comprenderse también como organigramas que representan los pasos de computación individuales, pasos del procedimiento y otros pasos. En este aspecto, no es necesaria una descripción independiente de los procedimientos y aparatos en este momento.

[0169] En la presente descripción, sustancialmente, las señales de audio codificadas digital y eléctricamente han sido consideradas previamente, donde además los valores de retardo se computan en un sistema de cancelación de eco para aplicarlos a la señal del altavoz y/o a una señal derivada de la misma. Como se ha explicado al principio, sin embargo, existe realmente la necesidad en otros circuitos de procesamiento de señal de determinar un valor de retardo correspondiente para otras señales y quizá retardar una señal mediante este valor de retardo.

[0170] Los circuitos de compensación y los aparatos de compensación en los cuales se adaptan diferentes señales unas a las otras con respecto a sus tiempos de ejecución, localizaciones de fase u otros parámetros se mencionarán aquí como posibles campos de aplicación. Aparte de las señales de audio codificadas digitalmente y eléctricamente, otras señales codificadas digitalmente y eléctricamente pueden necesitar también un retardo correspondiente. Lo mismo también se aplica para las señales eléctricas analógicas, las señales analógicas ópticas y las señales codificadas digitalmente y ópticamente. Dependiendo de la implementación concreta, la información correspondiente puede codificarse aquí en valores de tensión, en valores de corriente, en valores de frecuencia, en valores de fase, en valores de intensidad u otras cantidades de señales eléctricas u ópticas. Aparte de las señales de audio mencionadas ya, por ejemplo, las señales de vídeo, las señales de datos generales, y también las señales de sincronización y otras señales pueden necesitar un retardo correspondiente.

[0171] A pesar de la multiplicidad de las diferentes implementaciones, las realizaciones de la presente invención en forma de un aparato para determinar un valor de retardo principalmente en base a señales eléctricas codificadas digitalmente se describirán más adelante, donde las variaciones correspondientes de las realizaciones para los campos de aplicación mencionados se explicarán y describirán posteriormente.

[0172] La Fig. 14 muestra un aparato 700 para computar un valor de retardo d para un medio de retardo 710. El medio de retardo 710 aquí es un componente opcional para el aparato 700 y se dibuja en líneas discontinuas en la Fig. 14 como tal.

5 **[0173]** El aparato 700 aquí comprende una primera entrada 720-1 y una segunda entrada 720-2 para una primera y una segunda señal. Como se ha explicado antes, estas señales pueden ser señales de audio codificadas eléctricamente y digitalmente, pero también otras señales. El medio de retardo 710 se acopla aquí, en el lado de entrada, a la primera entrada 720-1 para la primera señal. En el lado de salida, el medio de retardo 710 se acopla a una salida 730 del aparato 700 en el cual la primera señal se produce en forma retardada. Además, el medio de
10 retardo 710 comprende una entrada 710a, en la cual una señal que comprende información con respecto a un valor de retardo mediante el cual se proporciona la primera señal se retardará entre la entrada 720-1 y la salida 730. De forma correspondiente, el medio de retardo 710 se forma para retardar la primera señal entrante de forma correspondiente con este valor de retardo.

15 **[0174]** El aparato 700 además comprende un medio de conversión tiempo/frecuencia 740 acoplado a ambas entradas 720. Se acopla, en una primera y una segunda salida, a un medio de determinación del valor 750, que a su vez se acopla a un medio de determinación del valor promedio 760 y a un medio de modificación 770, cada uno mediante una salida para una señal basada en la primera señal y una señal basada en la segunda señal. El medio de modificación 770 además comprende dos entradas adicionales, con las cuales se acopla al medio de
20 determinación de valor promedio 760 y sus dos salidas para las señales con respecto a la primera señal y a la segunda señal.

[0175] En la realización de un aparato 700 mostrado en la Fig. 14, el medio de modificación 770 también comprende dos salidas correspondientes acopladas a un medio de computación del valor de retardo 780. Esto a su
25 vez comprende una salida acoplada a la entrada de control 710a del medio de retardo 710.

[0176] Como se ha descrito en conexión con las realizaciones descritas anteriormente de un aparato 200 para computar la información de control y un filtro de supresión acústica 500, el medio descrito puede ser parte de un medio de computación 790, que puede, por ejemplo, implementarse en forma de un procesador. Opcionalmente,
30 también es posible que los componentes individuales, por ejemplo, el medio de retardo 710, no formen parte de este medio de computación 790.

[0177] Con respecto a su funcionalidad, los medios individuales se corresponden con los medios ya descritos anteriormente. Así, por ejemplo, el medio de conversión tiempo/frecuencia 740 se forma para convertir un bloque de
35 datos de la primera y la segunda señal en representaciones espectrales correspondientes, que luego pueden ser procesadas adicionalmente en el aparato posterior. Más específicamente, el medio de conversión tiempo/frecuencia 740 aquí produce una o más señales de paso banda para cada una de las dos señales, cada una teniendo asociadas una o más frecuencias características. Las señales de paso banda aquí se asocian con un dominio relacionado con la frecuencia, que puede ser, de nuevo, el dominio de frecuencia real, un dominio de sub-banda o el
40 dominio QMF, por nombrar solo tres ejemplos.

[0178] Con respecto a su funcionalidad, el medio de determinación de valor 750 se corresponde con el medio de determinación de valor 230, de forma que puede hacerse referencia a las realizaciones previas en este aspecto. En contraste con el medio de computación de valor 230 en su forma más general y simple, el medio de
45 determinación de valor 750 de la realización de un aparato 700 mostrado en la Fig. 14, sin embargo, se forma para computar, para ambas señales, al menos un valor relacionado con la energía asociado con una señal de paso banda. En realizaciones adicionales de la presente invención, se forma adicionalmente para computar una pluralidad de valores relacionados con la energía correspondientes para todas las señales de paso banda, es decir, por ejemplo, valores de energía o también valores de magnitud de las señales de paso banda correspondientes. Las
50 diferentes señales de paso banda aquí a su vez se asocian con diferentes frecuencias características, donde las señales de paso banda típicamente correspondientes con las mismas frecuencias características se consideran para las dos señales en tal caso.

[0179] Con respecto a su funcionalidad, el medio de determinación del valor promedio 760 se corresponde con el medio de determinación del valor promedio 250 de las realizaciones descritas anteriormente, donde de nuevo
55 determina los valores promedio correspondientes para ambas señales. Por esta razón, puede hacerse referencia de nuevo en este momento a la descripción con respecto al medio de determinación del valor promedio 250.

[0180] Lo mismo igualmente se aplica al medio de modificación 770, que se corresponde con el medio de modificación 260 de las realizaciones anteriores, donde también realiza las modificaciones correspondientes para ambas señales.

5 **[0181]** Finalmente, el medio de computación del valor de retardo 780 se corresponde con el medio de computación del valor de retardo 380 y la unidad 470 con respecto a los valores de computación del valor de retardo $d[k,m]$. Por esta razón, con respecto a la descripción, también se hace referencia a los pasajes de descripción correspondientes con respecto a estos medios y unidades.

10 **[0182]** En otras palabras, en realizaciones de la presente invención, el medio de computación del valor de retardo 780 puede, por ejemplo, formarse de forma que ejecute las funciones descritas en las ecuaciones (8) y (10). Asimismo, en realizaciones de la presente invención, el medio de modificación 770 puede formarse de forma correspondiente para implementar las funciones descritas mediante las ecuaciones (13) y (14). El medio de computación del valor promedio 760 así también puede comprenderse básicamente como implementación de las
15 funciones definidas por las ecuaciones (15) a (17). El medio de determinación del valor 750 finalmente puede comprenderse como una computación promedio, con respecto a los valores entrantes de las señales correspondientes, los valores relacionados con la energía ya explicados en conexión con la Fig. 2 para estos.

[0183] Con respecto a su funcionalidad, el medio de retardo 710 no se corresponde en absoluto con el medio
20 de retardo 340 tan bien como otros componentes, como la unidad de conversión tiempo/frecuencia 330-1 de la Fig. 7, que además implementa una funcionalidad correspondiente. Igualmente, los medios de computación 790 y 220 pueden corresponderse entre ellos. Lo mismo se aplica también a las entradas 720 y las salidas 730 con respecto a las entradas descritas anteriormente 240, 280 y las salidas 290.

25 **[0184]** Como se muestra en esta explicación, muchos de los aparatos y filtros de supresión acústica mostrados en las Figs. 1 a 13 también son realizaciones de la presente invención en forma de un aparato 700, incluso si éstas no se designan como tales por motivos de simplicidad.

[0185] Como se ha mencionado ya, las realizaciones de la presente invención en forma de un aparato 700,
30 como se muestra en la Fig. 14, por ejemplo, pueden llevar a una adaptación más rápida y quizá mejorada de un valor de retardo de la primera señal con respecto a la segunda señal. Esto puede, por ejemplo, ser muy ventajoso en los problemas de compensación del tiempo de ejecución en el cual las diferencias correspondientes no son constantes en el tiempo. Esto se consigue mediante proporciones de ruido y otras contribuciones estacionarias y ruidosas en el dominio relacionado con la frecuencia, con respecto a los valores relacionados con la energía que se
35 producen como valores constantes en forma de desviaciones estimadas sistemáticas que pueden determinarse mediante el promedio correspondiente. Estos valores pueden considerarse adicionalmente en el medio de modificación 770.

[0186] Como ya se ha mostrado en la Fig. 14, los valores de retardo así determinados pueden, por ejemplo,
40 emplearse para retardar las señales correspondientes. Aparte de la compensación de tiempo de ejecución ya mencionado múltiples veces, los circuitos de retardo correspondientes también pueden emplearse en los sistemas de eliminación de eco y otros circuitos de sincronización.

[0187] Además, también es posible implementar un aparato 700 como una variante multicanal en
45 realizaciones de la presente invención. En tal caso, dicha variante multicanal de un aparato 700 comprende una pluralidad de entradas 720-1 para la primera señal, una pluralidad de entradas 720-2 para la segunda señal, o ambas, donde el número de entradas para la primera y la segunda señal en el último caso pueden ser idénticas o independientes unas de otras.

50 **[0188]** En tal aparato 700, dependiendo del tipo de señales primera y segunda correspondientes, puede implementarse un sub-medio de transformación tiempo/frecuencia para una señal en el medio de transformación tiempo/frecuencia 740 para realizar una transformación en el dominio de frecuencia. Un medio de combinación combinando las primeras señales entrantes y las segundas señales entrantes puede conectarse entre el medio de transformación tiempo/frecuencia 740 y el medio de determinación de valor 750 y/o las entradas que acompañan
55 720 y el medio de determinación de valor 750, como ya se ha descrito en conexión con el medio de combinación 490 anteriormente. El procesamiento posterior de las señales entonces se produce como se ha descrito anteriormente.

[0189] Dicha variante multi-canal de un aparato 700 además incluye un número de medios de retardo 710, normalmente correspondiéndose con el número de entradas 720-1 para las primeras señales. Estos se acoplan, en

sus entradas de control a través de las cuales obtienen los valores de retardo, en paralelo al medio de computación del valor de retardo 780, de forma que cada uno obtenga el mismo valor o valores de retardo.

5 **[0190]** Por supuesto, la computación de los valores de retardo para cada señal de paso banda con su frecuencia característica también puede realizarse individualmente aquí, para una pluralidad de señales de paso banda o para todas las señales de paso banda, como se ha descrito anteriormente. Por supuesto, esto puede implementarse también en el caso de un aparato 700, como se muestra en la Fig. 14, es decir, en una implementación no habilitada para multicanal.

10 **[0191]** Dependiendo de las condiciones, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse en forma de procedimientos en hardware o en software. La implementación puede ser en un soporte de almacenamiento digital, por ejemplo, un disco floppy, un CD, un DVD u otro soporte de almacenamiento legible por ordenador con señales de control legibles electrónicamente capaces de cooperar con un sistema informático programable o procesador de forma que un método de acuerdo con una realización de la presente invención se
 15 ejecute. En general, las realizaciones de la presente invención por tanto también consisten en un producto de programa de software y/o un producto de programa informático y/o un programa con código de programa almacenado en un portador legible por máquina para realizar una realización de un procedimiento, cuando el producto de programa de software se ejecuta en un ordenador o procesador. En otras palabras, una realización de la presente invención puede por tanto realizarse como un programa informático y/o programa de software y/o
 20 programa con código de programa para realizar una realización de un procedimiento, cuando el programa se ejecuta sobre un procesador. Un procesador puede aquí estar formado por un ordenador, una tarjeta de chip (tarjeta inteligente), un circuito integrado específico para la aplicación (ASIC), un sistema sobre un chip (SOC) u otro circuito integrado (CI).

25 Referencias

[0192]

- [1] C. Breining, P. Dreiseitel, E. Hänslér, A. Mader, B. Nitsch, H. Puder, T. Schertler, G. Schmidt, and J. Tilp. Acoustic
 30 echo control. IEEE Signal Processing Magazine, 16(4): 42 - 69, July 1999.
 [2] A. N. Birkett and R. A. Goubran. Limitations of handsfree acoustic echo cancelers due to nonlinear loudspeaker distortion and enclosure vibration effects. In Proc. IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, pages 13 - 16, New Paltz, Oct. 1995.
 [3] G. Schmidt and E. Hänslér. Acoustic echo and noise control: a practical approach. Hoboken: Wiley, 2004.
 35 [4] W. L. B. Jeannes, P. Scalart, G. Faucon, and C. Beaugeant. Combined noise and echo reduction in handsfree systems: a survey. IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 9(8): 808 - 820, Nov. 2001.
 [5] C. Faller and J. Chen. Suppressing acoustic echo in a sampled auditory envelope space. IEEE Trans. on Speech and Audio Proc., 13(5): 1048 - 1062, Sept. 2005.
 [6] C. Faller and C. Tournery. Estimating the delay and coloration effect of the acoustic echo path for low complexity
 40 echo suppression. In Proc. Intl. Works. on Acoust. Echo and Noise Control (IWAENC), Sept. 2005.
 [7] W. Etter and G. S. Moschytz. Noise reduction by noise-adaptive spectral magnitude expansion. J. Audio Eng. Soc., 42: 341 - 349, May 1994.
 [8] C. Faller and F. Baumgarte. Binaural Cue Coding - Part II: Schemes and applications. IEEE Trans. on Speech and Audio Proc., 11(6): 520 - 531, Nov. 2003.
 45 [9] B. R. Glasberg and B. C. J. Moore. Derivation of auditory filter shapes from notched-noise data. Hear. Res., 47: 103 - 138, 1990.

Apéndice A

50 Filtro de estimación del eco con desviación estimada sistemática

[0193] A continuación, se mostrará que la ecuación (11) propuesta en la Referencia [6] lleva a una estimación de desplazamiento del punto cero del filtro de estimación del eco $|G[k, m]|^2$. Se mostrará que este desplazamiento del punto cero se debe al efecto del ruido estacionario $w[n]$ en la señal del micrófono.

55 **[0194]** Primero,

$$\begin{aligned} E\{Y[k, m]^2 | X_d[k, m]^2\} &= E\{G[k, m]^2 | X_d[k, m]^2 + |W[k, m]^2 | X_d[k, m]^2\} \\ &= |G[k, m]^2 E\{X_d[k, m]^4\} + \sigma_w^2[k, m] E\{X_d[k, m]^2\} \end{aligned}$$

donde $\sigma_w^2[k, m] = E\{W[k, m]^2\}$ es la variación del ruido estacionario $w[n]$ dentro de la banda de frecuencia con el índice m . Además,

5

$$E\{X_d[k, m]^2 | X_d[k, m]^2\} = E\{X_d[k, m]^4\} .$$

[0195] El filtro de estimación del eco de acuerdo con la ecuación (11) así resulta en

$$\begin{aligned} |\hat{G}_{\text{biased}}[k, m]^2 &= \frac{E\{Y[k, m]^2 | X_d[k, m]^2\}}{E\{X_d[k, m]^2 | X_d[k, m]^2\}} \\ &= |G[k, m]^2 + \frac{\sigma_w^2[k, m]}{E\{X_d[k, m]^2\}} \end{aligned} \quad (29)$$

10

[0196] Como puede verse, la señal de ruido estacionario $w[n]$ introduce un término de punto cero en la estimación del filtro de estimación del eco. Además, la ecuación (29) implica que el desplazamiento del punto cero en el filtro de estimación del eco es mayor con el aumento de la variación del ruido.

15

Apéndice B

Filtro de estimación del eco sin desviación estimada sistemática

20 **[0197]** En el procedimiento propuesto en la presente descripción, para eliminar el desplazamiento del punto cero introducido en la estimación del filtro de estimación del eco, la estimación se computa con la ayuda de estadísticas centrales centradas $|Y[k, m]^2$ y $|x_d[k, m]^2$. De forma semejante al procedimiento del Apéndice A, el procedimiento propuesto aquí lleva a la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} &E\{\tilde{Y}[k, m] \tilde{X}_d[k, m]\} \\ &= E\left\{\left(Y[k, m]^2 - E\{Y[k, m]^2\}\right)\left(X_d[k, m]^2 - E\{X_d[k, m]^2\}\right)\right\} \\ &= E\left\{\left(G[k, m]^2 |X_d[k, m]^2 + |W[k, m]^2 - E\{Y[k, m]^2\}\right) \cdot \left(X_d[k, m]^2 - E\{X_d[k, m]^2\}\right)\right\} \\ &= E\left\{\left(G[k, m]^2 |X_d[k, m]^4 - |G[k, m]^2 |X_d[k, m]^2 E\{X_d[k, m]^2\} + |W[k, m]^2 |X_d[k, m]^2 \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - |W[k, m]^2 E\{X_d[k, m]^2\} - E\{Y[k, m]^2\} E\{X_d[k, m]^2\}\right)\right\} \\ &= E\left\{\left(G[k, m]^2 |X_d[k, m]^4 - |G[k, m]^2 |X_d[k, m]^2 E\{X_d[k, m]^2\}\right)\right\} \\ &= |G[k, m]^2 \left(E\{X_d[k, m]^4\} - \left(E\{X_d[k, m]^2\}\right)^2\right) \end{aligned}$$

25

[0198] Además,

$$\begin{aligned} E\{\tilde{X}_d[k, m]\tilde{X}_d[k, m]\} &= E\left\{\left(X_d[k, m]^2 - E\{X_d[k, m]^2\}\right)^2\right\} \\ &= E\{X_d[k, m]^4\} - \left(E\{X_d[k, m]^2\}\right)^2 \end{aligned}$$

[0199] El filtro de estimación del eco de acuerdo con la ecuación (18) así resulta en

$$\begin{aligned} |\hat{G}[k, m]|^2 &= \frac{E\{\tilde{Y}[k, m]\tilde{X}_d[k, m]\}}{E\{\tilde{X}_d[k, m]\tilde{X}_d[k, m]\}} \\ &= |G[k, m]|^2 \end{aligned}$$

5

[0200] Así, puede verse que la ecuación (18) lleva a una estimación correcta de la función de transferencia de potencia del eco en el caso de un ruido de fondo estacionario en el extremo cercano, que se contiene en la señal del micrófono.

10

[0201] En un ejemplo del aparato (200), el medio de computación del valor (230) se forma para determinar una pluralidad de valores relacionados con la energía para el mismo bloque de datos, pero para señales de paso banda diferentes con diferentes frecuencias características.

15

[0202] En un ejemplo del medio de computación del valor (230), se forma para determinar una pluralidad de valores relacionados con la energía para el mismo bloque de datos, pero para señales de paso banda diferentes con diferentes frecuencias características.

20

[0203] En un ejemplo del aparato (200) el medio de determinación del valor promedio (230) se forma para determinar un valor promedio para cada valor relacionado con la energía determinado de las señales de paso banda, donde el medio de modificación (260) se forma para modificar cada valor relacionado con la energía determinado en base al valor promedio determinado que acompaña, y donde el medio de computación de la información de control (270) se forma para computar la información de control en base a todos los valores relacionados con la energía modificados.

25

[0204] En un ejemplo del aparato (200) el medio de computación del valor promedio (250) se forma para determinar el a menos un valor promedio en base a un promedio desplazable.

30

[0205] En un ejemplo del aparato (200), el medio de computación del valor promedio (250) se forma para computar el promedio desplazable solo en base al bloque de datos actual de la señal del grupo de señales y en base a los bloques de datos de la señal del grupo de señales que descansa antes del bloque de datos actual en el tiempo.

35

[0206] En un ejemplo del aparato (200), donde el medio de computación (220) además comprende un medio de transformación tiempo/frecuencia (330) formado de forma que al menos una señal pertenece a un dominio basado en la frecuencia en base al bloque de datos de la señal como señal de sub-banda.

40

[0207] En un ejemplo del aparato (200), el medio de computación (220) se forma para determinar al menos un valor relacionado con la energía, determinar al menos un valor promedio, modificar el al menos un valor relacionado con la energía en base a los valores promedio respectivos, y computar la información de control en base a los valores relacionados con la energía respectivos modificados, para al menos la primera señal de audio o una señal basada en la primera señal de audio, además de la segunda señal de audio o una señal basada en la segunda señal de audio.

45

[0208] En un ejemplo del aparato (200), el medio de computación (220) está formado para formar, en base a una pluralidad de primeras señales de audio, una pluralidad de segundas señales de audio o una pluralidad de señales derivadas de las primeras señales de audio o las segundas señales de audio, la al menos una señal del grupo de señales por combinación de las mismas.

50

[0209] En un ejemplo del aparato (200), el medio de computación (220) se forma para computar la misma información de control para el filtro de supresión (210) para cada señal de la pluralidad de primeras señales de

audio, la pluralidad de las segundas señales de audio o la pluralidad de las señales derivadas de las primeras señales de audio o las segundas señales de audio.

5 **[0210]** En un ejemplo del aparato (200) el medio de retardo (340) se forma de forma que el valor de retardo se base en al menos un valor relacionado con la energía modificado.

[0211] En un ejemplo del aparato (200), el aparato (200) o el medio de computación (200) además comprende un filtro de supresión (210) para filtrar la segunda señal de audio en base a la información de control computada.

10

[0212] En un ejemplo del aparato (700), el medio de computación de retardo (780) se forma de forma que el valor de retardo se basa en un valor máximo de una función de coherencia, donde la función de coherencia se basa en los valores relacionados con la energía modificados de la primera y segunda señal.

15 **[0213]** En un ejemplo del aparato (700), el aparato (700) se forma de forma que la primera señal y la segunda señal cada una es una señal de un grupo de tipos de señales, el grupo de tipos de señales incluyendo una señal eléctrica analógica, una señal óptica analógica, una señal eléctrica digital y una señal óptica digital.

20 **[0214]** En un ejemplo del aparato (700), donde el medio de computación (790) además comprende un medio de transformación tiempo/frecuencia (740) formado de forma que al menos La primera y la segunda señal pertenecen a un dominio basado en frecuencia en base a un bloque de datos como señales de sub-banda.

25 **[0215]** En un ejemplo del aparato (700) el medio de computación (790) está formado para formar la primera señal mediante una combinación en base a una pluralidad de primeras señales o una pluralidad de señales derivadas de las primeras señales, o el medio de computación (790) está formado para formar la segunda señal mediante una combinación en base a una pluralidad de las segundas señales o una pluralidad de señales derivadas de las segundas señales.

30 **[0216]** En un ejemplo del aparato (700), el medio de computación (790) se forma para computar la misma información de control para el medio de retardo (710) para cada señal de la pluralidad de primeras señales o la pluralidad de las señales derivadas de las primeras señales.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (200) para computar información de control para un filtro de supresión (210) para filtrar una segunda señal de audio para suprimir un eco que está basado en una primera señal de audio, comprendiendo:
- 5 un medio de computación (220) que comprende un medio de determinación de valor (230) para determinar al menos un valor relacionado con la energía para una señal de paso banda de al menos dos bloques de datos sucesivos en el tiempo de al menos una señal de un grupo de señales, el grupo de señales incluyendo la primera señal de audio, la segunda señal de audio, y una señal derivada de la primera señal de audio o de la segunda señal de audio;
- 10 donde el medio de computación (220) además incluye un medio de determinación del valor promedio (250) para determinar al menos un valor promedio de al menos un valor relacionado con la energía determinado para la señal de paso banda;
- donde el medio de computación (220) además incluye un medio de modificación (260) para modificar el al menos un valor relacionado con la energía para la señal de paso banda en base al valor promedio determinado para la señal
- 15 de paso banda;
- donde el medio de computación (220) además incluye un medio de computación de la información de control (270) para computar la información de control para el filtro de supresión (210) en base a al menos un valor relacionado con la energía modificado para la señal de paso banda; y donde el medio de determinación del valor (230) se forma de forma que el valor relacionado con la energía sea proporcional a una potencia de un valor de la señal de paso banda
- 20 con un exponente positivo y entero, o donde el medio de determinación del valor (230) se forma de forma que el valor relacionado con la energía es proporcional a una potencia de una magnitud del valor de la señal de paso de banda con un número real positivo como exponente de la potencia.
2. Aparato (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde el medio de
- 25 determinación del valor (230) se forma para usar un valor de energía o un valor proporcional a un valor de energía como valor relacionado con la energía.
3. Aparato (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde el medio de
- 30 modificación (260) se forma para modificar el al menos un valor relacionado con la energía en base a una sustracción del valor promedio determinado para la señal de paso banda respectiva.
4. Aparato (200) de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, donde el medio de computación
- (220) además comprende un medio de retardo (340) para al menos una de las señales del grupo de señales o para
- 35 al menos un valor relacionado con la energía de una señal de paso banda de una señal del grupo de señales, donde el medio de retardo (340) está formado para retardar la señal respectiva o el valor relacionado con la energía respectivo por un valor de retardo.
5. Aparato (200) de acuerdo con la reivindicación 4, donde el medio de retardo (340) se forma de forma
- 40 que el valor de retardo se basa en un valor máximo de una función de coherencia, donde la función de coherencia se basa en al menos un valor relacionado con la energía modificado.
6. Aparato (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 5 donde el medio de retardo (340) se
- forma de forma que los valores de retardo para las diferentes señales de paso banda con respecto a las diferentes
- 45 frecuencias características son independientes unos de otros.
7. Aparato (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde el aparato (200) se
- forma de forma que la primera señal de audio es una señal de altavoz y la segunda señal de audio es una señal de
- 50 8. Filtro de supresión (500) para filtrar una segunda señal de audio para suprimir un eco que está basado en una primera señal de audio, comprendiendo:
- un aparato (200) para computar la información de control de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7; y
- 55 un medio de filtro de supresión acústica (520) para filtrar la segunda señal de audio en base a la información de control, donde la información de control al menos se basa en el al menos un valor relacionado con la energía modificado para la señal de paso banda.
9. Procedimiento para computar información de control de un filtro de supresión (210) para filtrar una
- segunda señal de audio para suprimir un eco que está basado en una primera señal de audio, comprendiendo:

determinar al menos un valor relacionado con la energía para una señal de paso banda de al menos dos bloques de datos sucesivos temporalmente de al menos una señal de un grupo de señales, el grupo de señales incluyendo la primera señal de audio y una señal derivada de la primera señal de audio o la segunda señal de audio, donde el valor relacionado con la energía es proporcional a una potencia de n valor de la señal de paso banda con un exponente positivo y entero, o donde el valor relacionado con la energía es proporcional a una potencia de una magnitud del valor de la señal de paso banda con un número real positivo como exponente de la potencia; determinar al menos un valor promedio de al menos un valor relacionado con la energía determinado para la señal de paso banda;

10 modificar el al menos un valor relacionado con la energía para la señal de paso banda en base al valor promedio determinado para la señal de paso banda; y computar la información de control para el filtro de supresión en base a al menos un valor relacionado con la energía modificado para la señal de paso banda.

10. Procedimiento de filtrado de supresión de una segunda señal de audio para suprimir un eco que está basado en una primera señal de audio, comprendiendo:

un procedimiento para computar la información de control de acuerdo con la reivindicación 9; y el filtrado de la segunda señal de audio en base a la información de control, donde la información de control al menos se basa en el al menos un valor relacionado con la energía modificado para la señal de paso banda.

11. Aparato (700) para computar un valor de retardo para un medio de retardo (710) para retardar una primera señal con respecto a una segunda señal, comprendiendo:

un aparato (200) para computar la información de control de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la primera señal es la primera señal de audio y la segunda señal es la segunda señal de audio, donde el al menos un valor relacionado con la energía se determina para una señal de paso banda de la primera señal y de la segunda señal de al menos dos bloques de datos sucesivos temporalmente de la primera y la segunda señal, donde el al menos un valor relacionado con la energía para la señal de paso banda de la primera señal y la señal de paso banda de la segunda señal se modifican en base al valor promedio determinado para la señal de paso banda de la primera y la segunda señal; y donde la información de control es un valor de retardo computado en base a los valores relacionados con la energía modificados de la primera y segunda señal.

12. Aparato (700) de acuerdo con la reivindicación 11, donde el aparato (700) o el medio de computación (790) además comprende un medio de retardo (710) para la primera señal formada para retardar la primera señal por el valor de retardo.

13. Aparato (700) de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 12, donde el medio de computación de valor (750) se forma para determinar una pluralidad de valores relacionados con la energía para el mismo bloque de datos, pero para diferentes señales de paso banda con diferentes frecuencias características cada una para la primera y segunda señal, y donde el medio de determinación del valor promedio (760) se forma para determinar un valor promedio para cada uno de los valores relacionados con la energía determinados de las señales de paso banda, donde el medio de modificación (770) se forma para modificar cada uno de los valores relacionados con la energía determinados en base al valor promedio determinado correspondiente, y donde el medio de computación del valor de retardo (780) se forma para computar el valor de retardo en base a todos los valores relacionados con la energía modificados de la primera y segunda señal.

14. Procedimiento para computar un valor de retardo para un medio de retardo (710) para retardar una primera señal con respecto a una segunda señal, comprendiendo:

un procedimiento para computar la información de control de acuerdo con la reivindicación 9, donde la primera señal es la primera señal de audio y la segunda señal es la segunda señal de audio, donde el al menos un valor relacionado con la energía se determina para una señal de paso banda de la primera señal y de la segunda señal de al menos dos bloques de datos sucesivos temporalmente;

donde al menos un valor relacionado con la energía para la señal de paso banda de la primera señal y de la segunda señal se modifican en base al valor promedio determinado para la señal de paso banda de las señales primera y segunda;

y donde la información de control es el valor de retardo computado en base a los valores relacionados con la energía modificados de la primera y la segunda señal.

15. Programa con un código de programa para realizar uno de los procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones 9, 10 o 14, cuando el programa se ejecuta sobre un procesador.

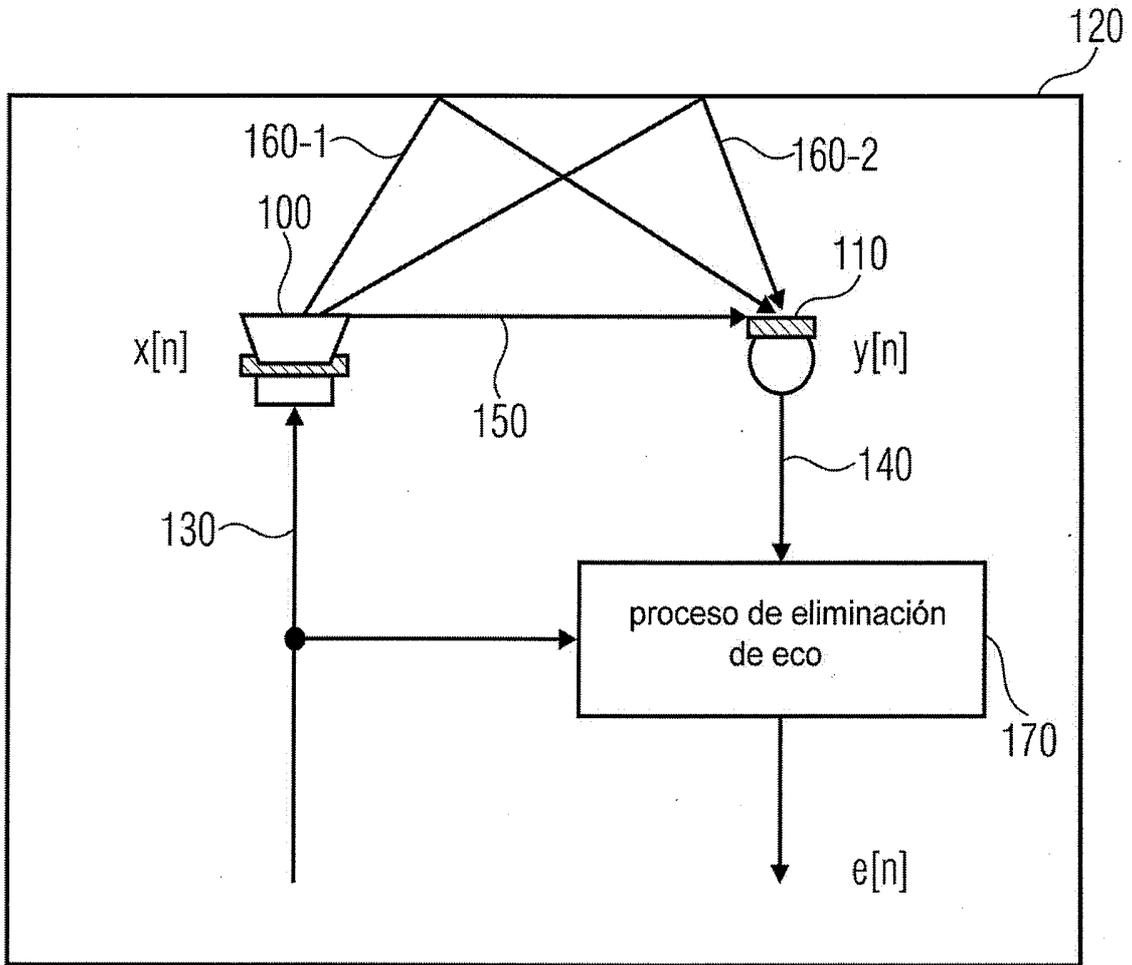


FIGURA 1

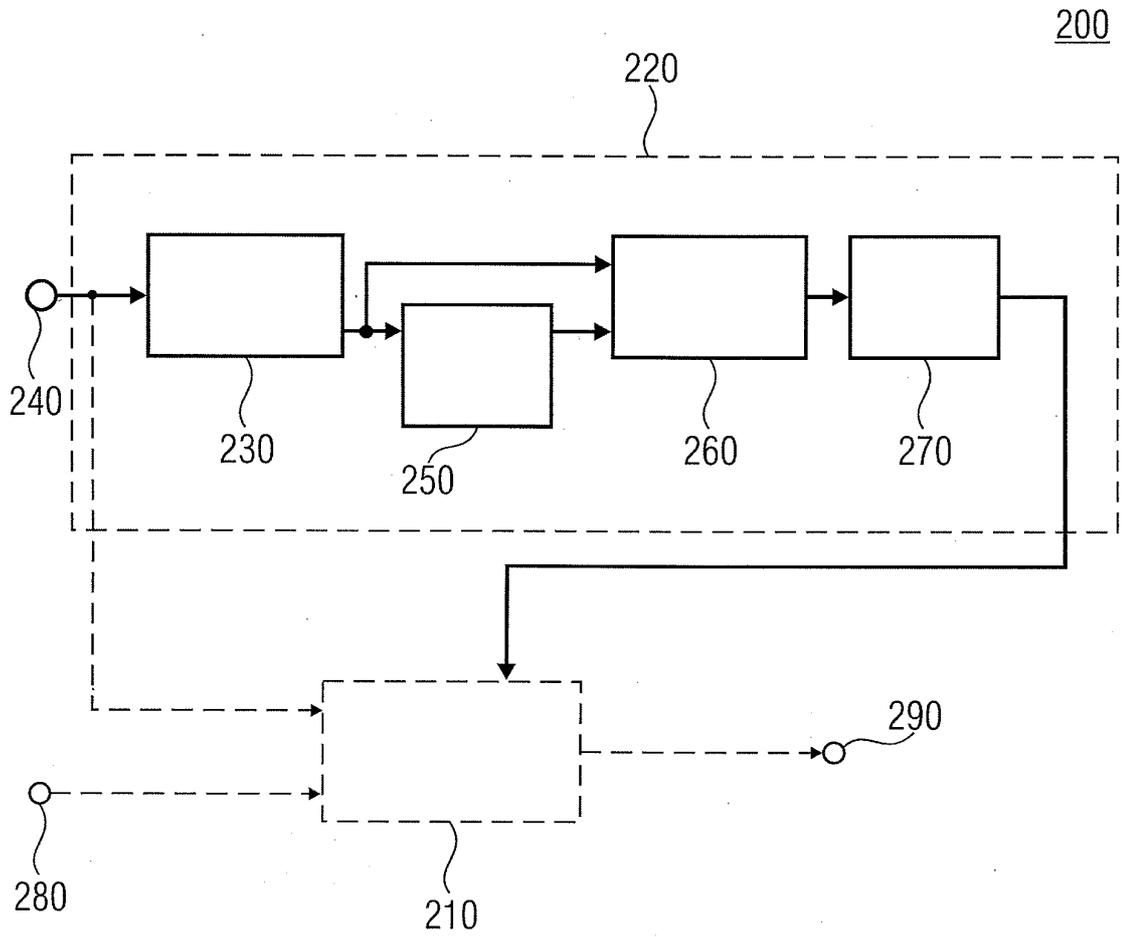


FIGURA 2

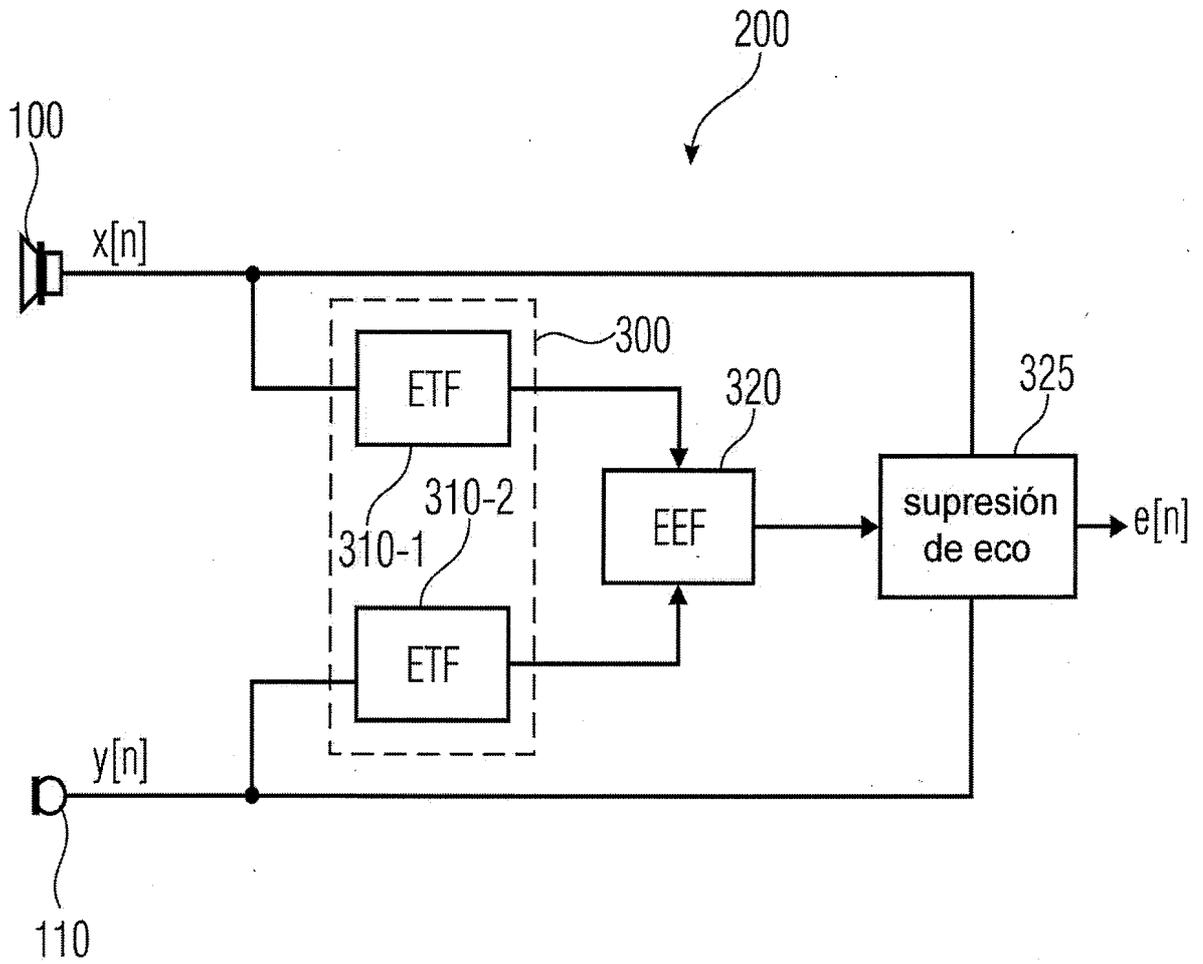


FIGURA 3

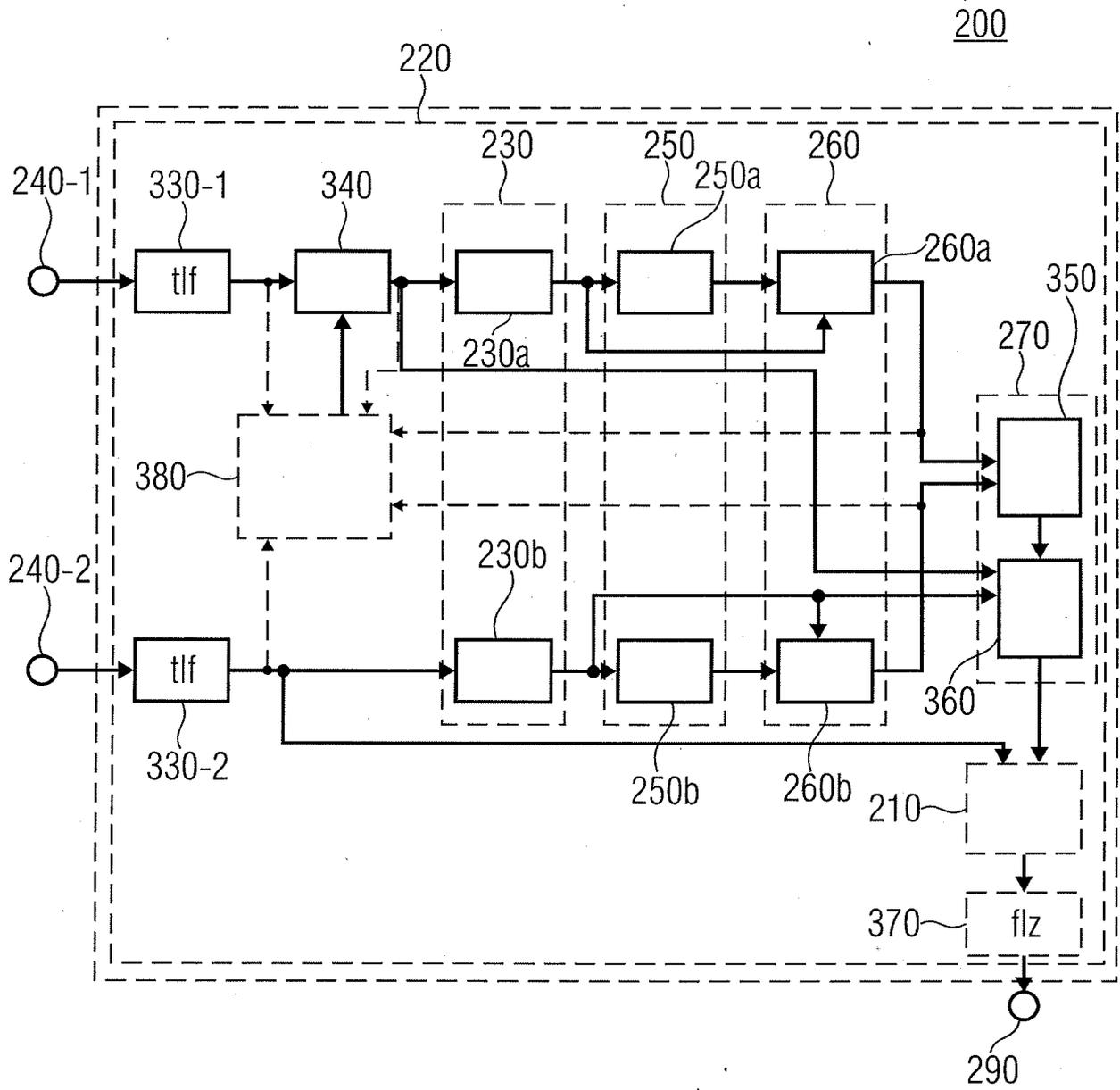


FIGURA 4

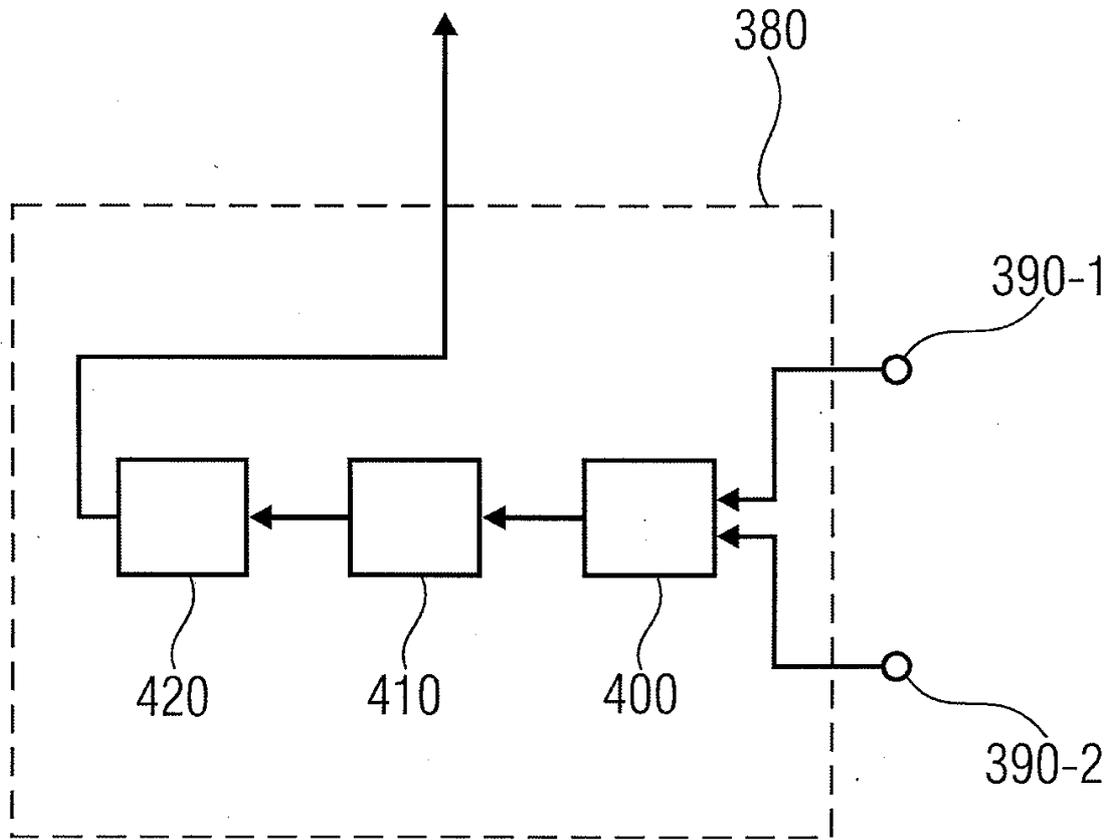


FIGURA 5

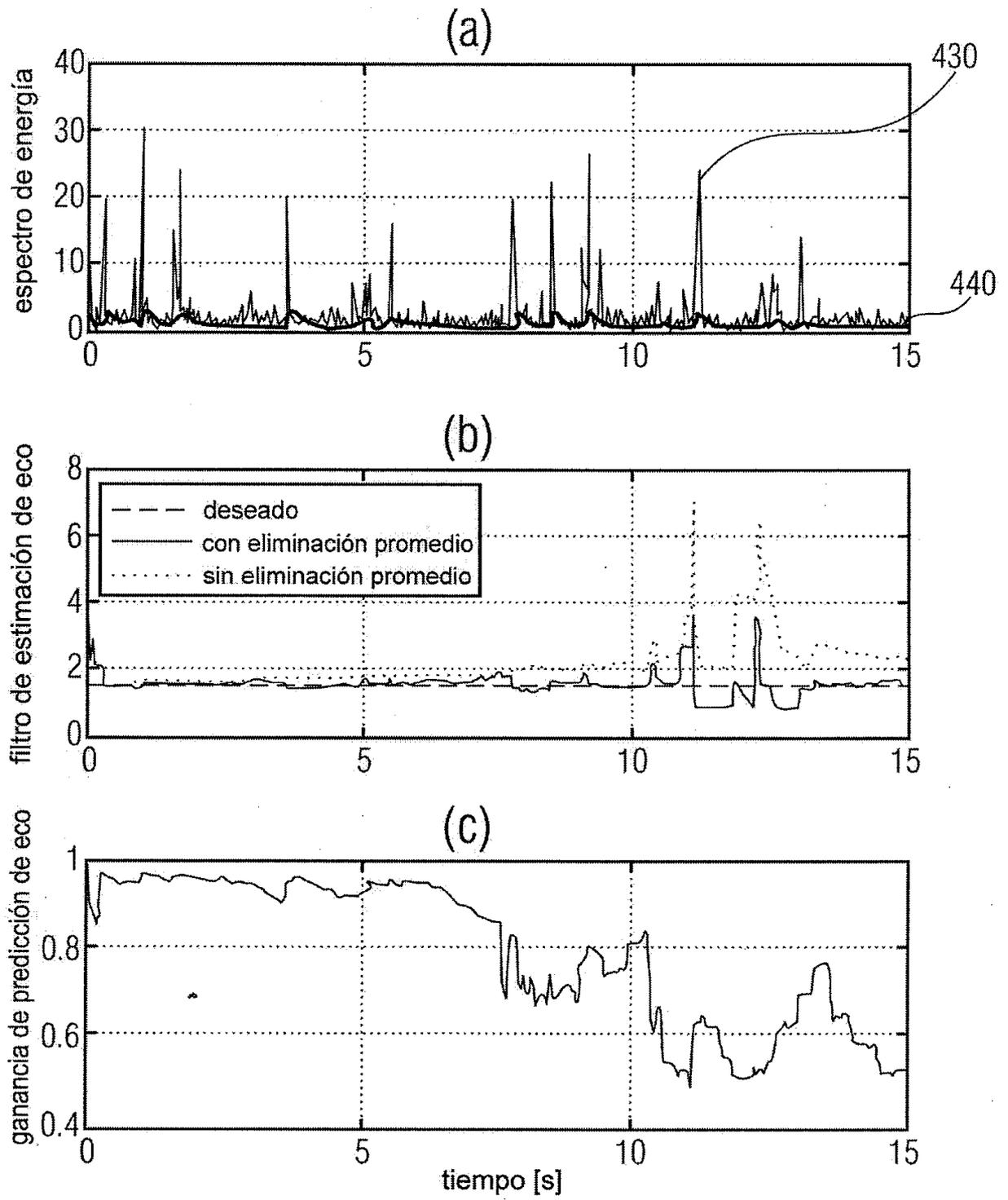


FIGURA 6

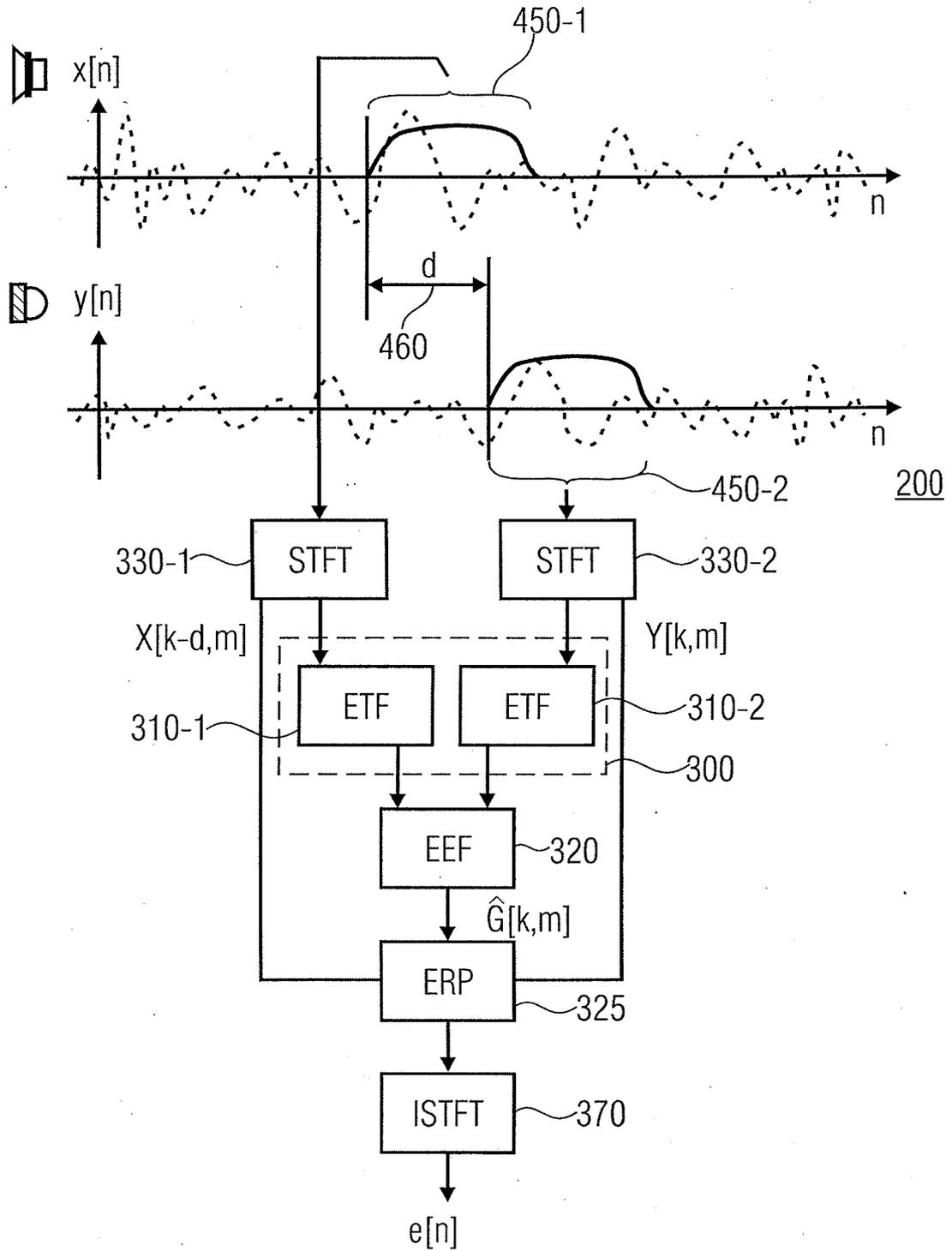


FIGURA 7

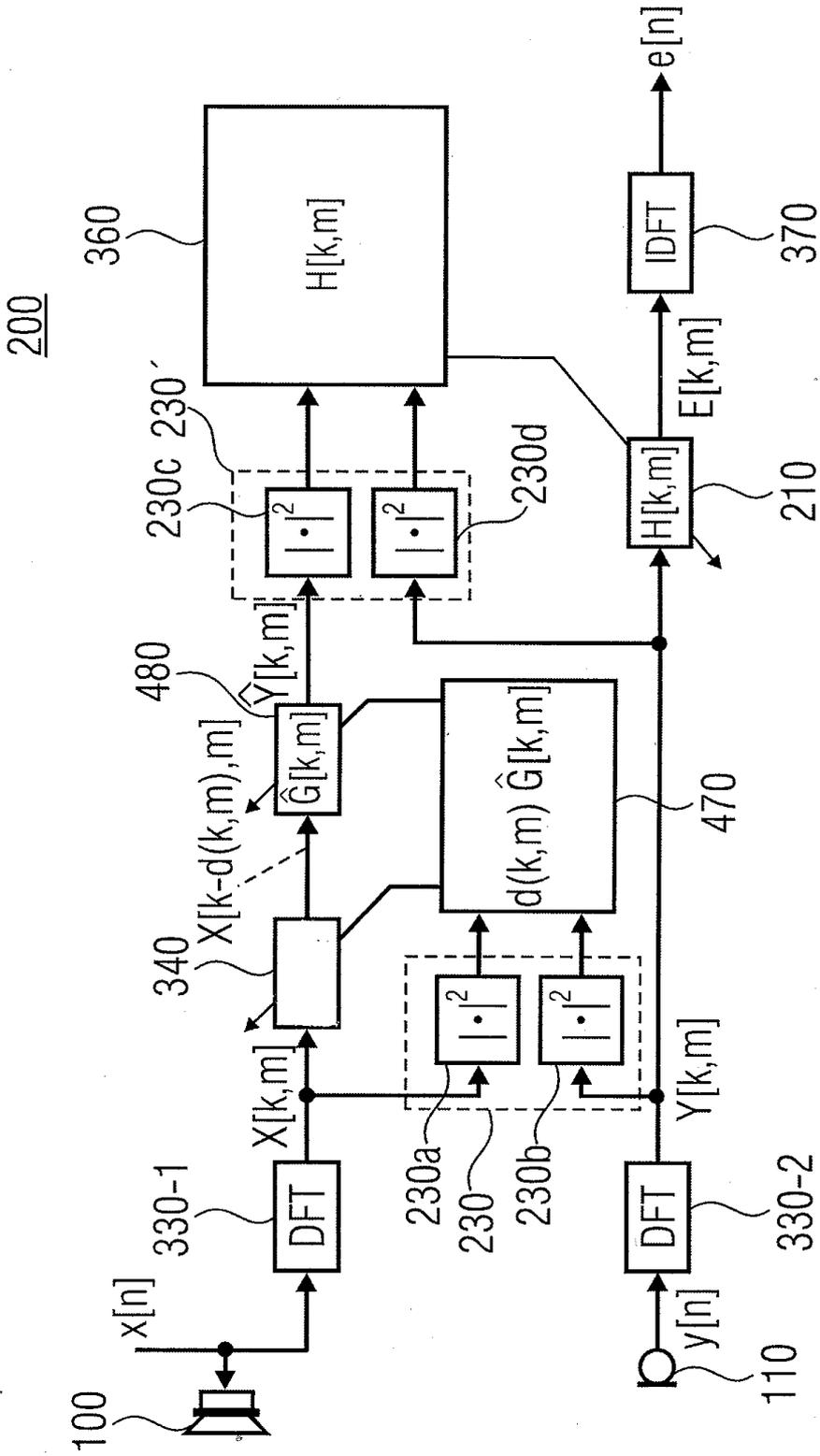


FIGURA 8

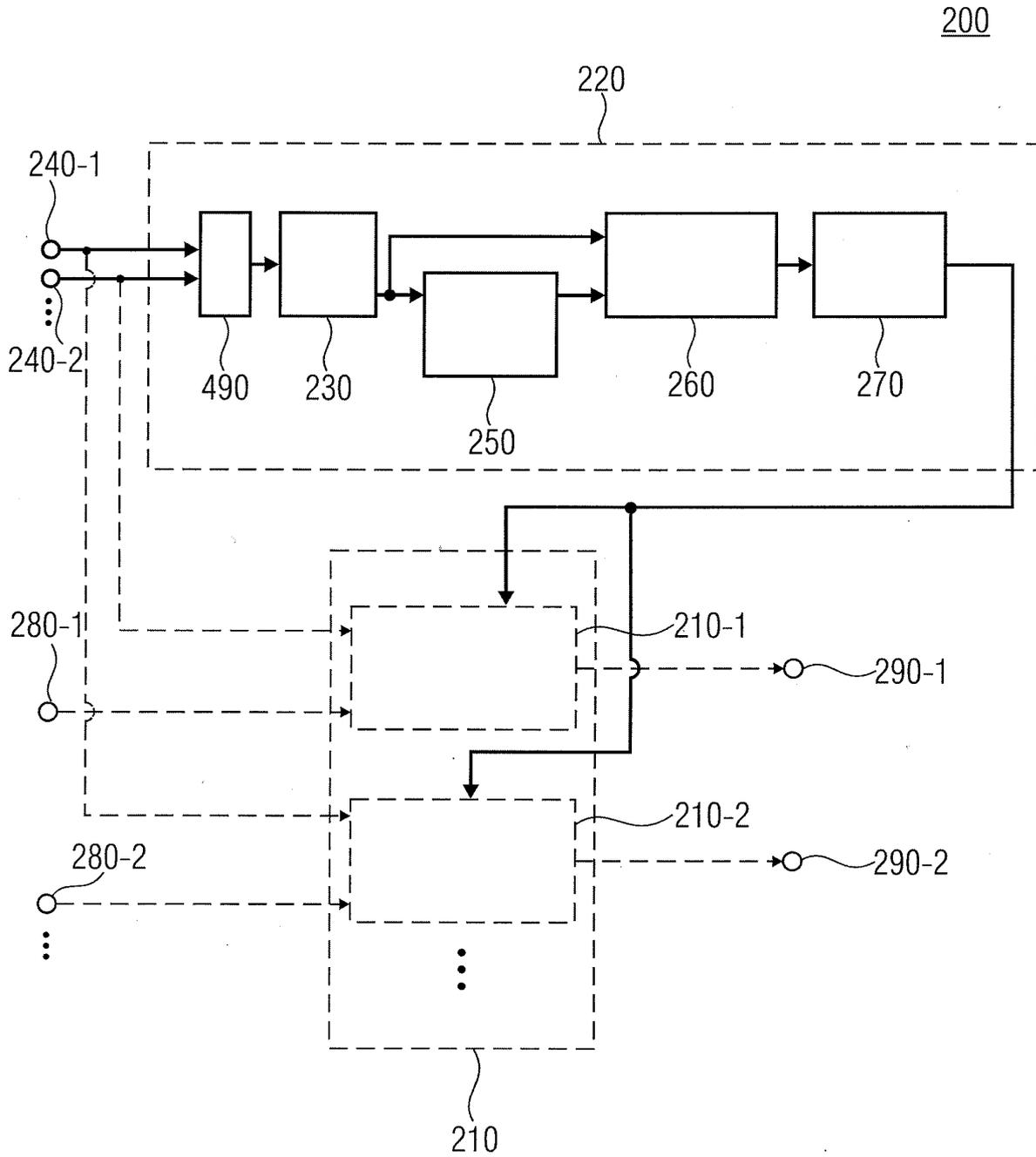


FIGURA 10

500

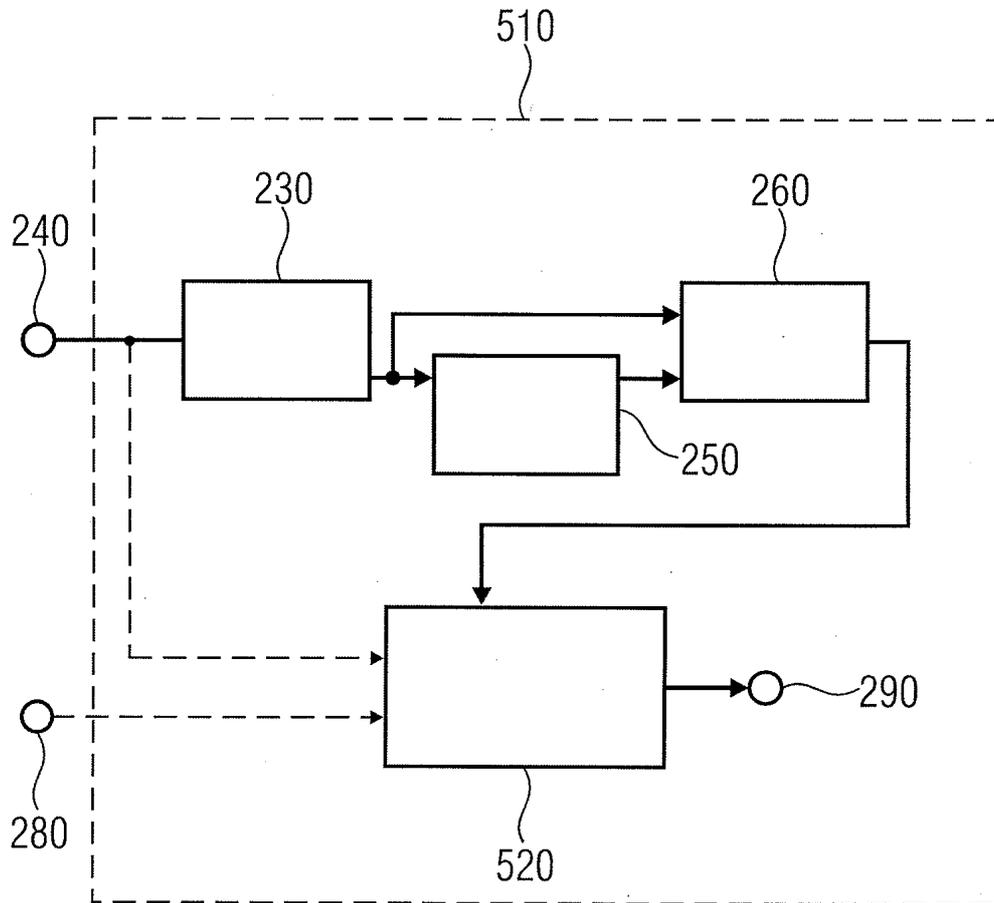


FIGURA 11

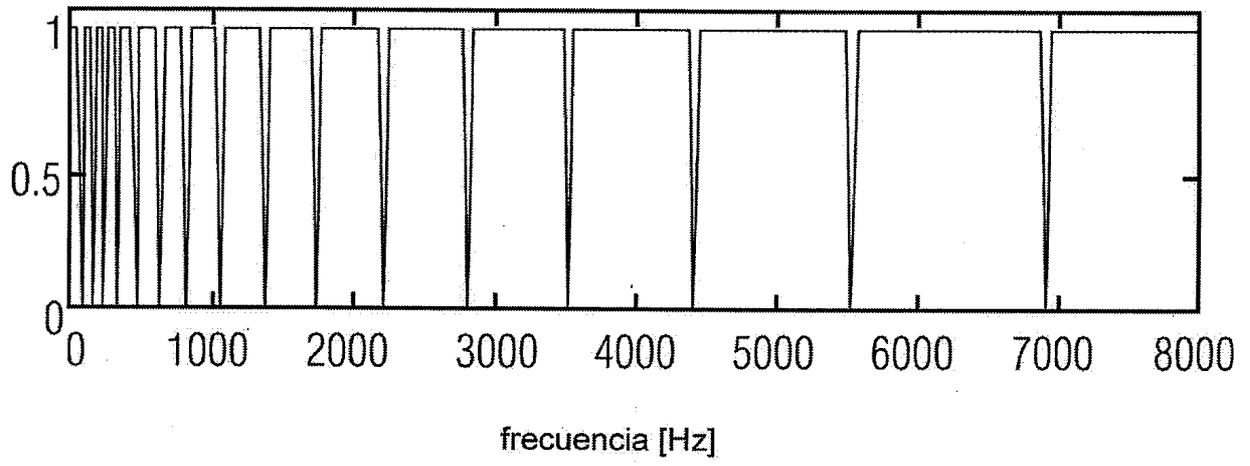


FIGURA 12

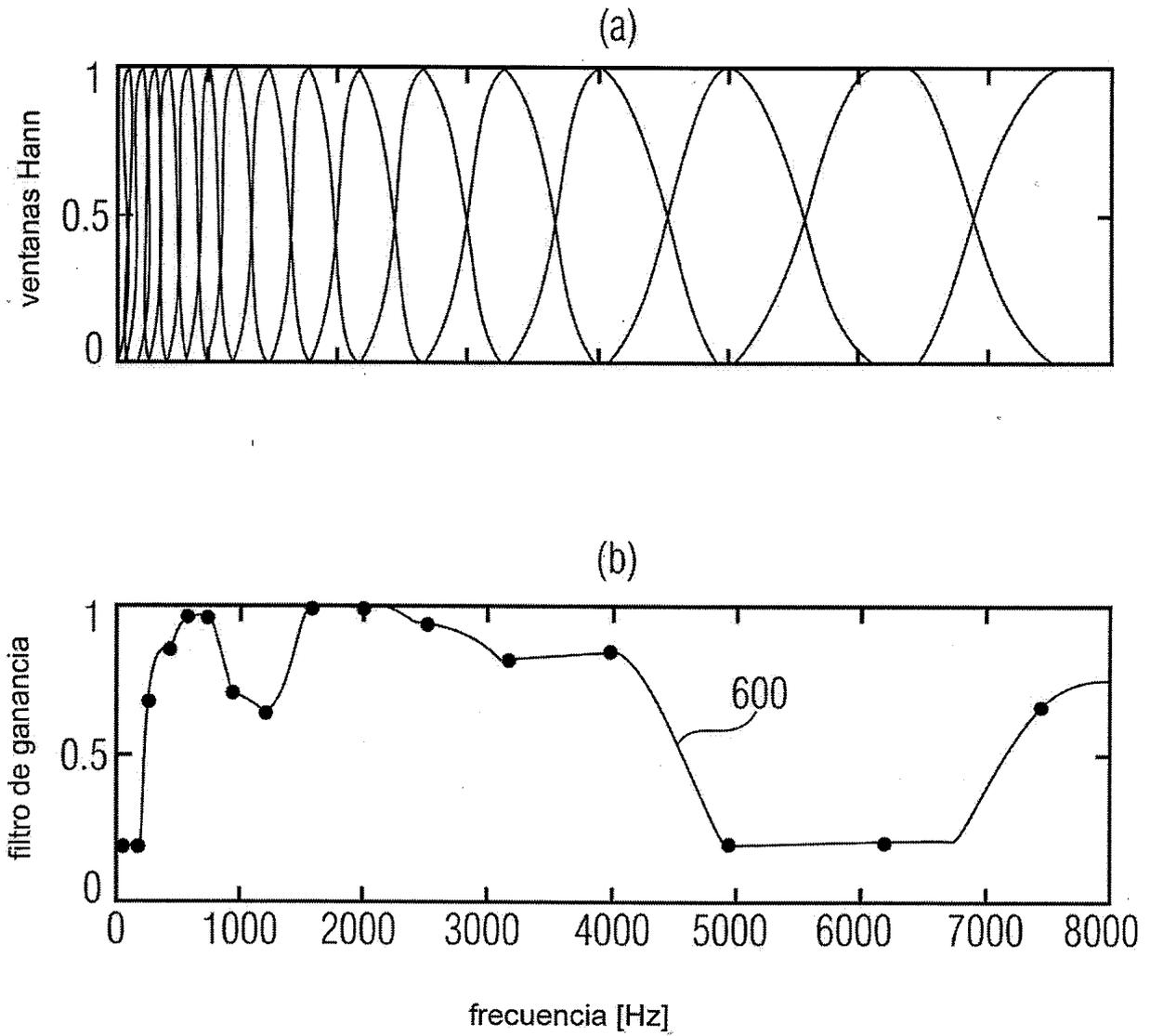


FIGURA 13

