(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 375 758**

(51) Int. Cl.:
H04M 9/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **07823414 .3**
(96) Fecha de presentación: **10.08.2007**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2084893**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **05.08.2009**

(54) Título: **CIRCUITO DE REDUCCIÓN DEL ECO ACÚSTICO PARA UN DISPOSITIVO "MANOS LIBRES" UTILIZABLE CON UN TELÉFONO MÓVIL.**

(30) Prioridad:
26.10.2006 FR 0609396

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.03.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.03.2012

(73) Titular/es:
PARROT
174 QUAI DE JEMMAPES
75010 PARIS, FR

(72) Inventor/es:
SEYDOUX, Henri

(74) Agente/Representante:
Fàbrega Sabaté, Xavier

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).

ES 2 375 758 T3

DESCRIPCIÓN

Circuito de reducción del eco acústico para un dispositivo “manos libres” utilizable con un teléfono móvil

La invención se refiere de manera general a la reducción de eco en los dispositivos que usan señales de audio captadas por un micrófono, por ejemplo los teléfonos, adaptadores de tipo “manos libres” y dispositivos análogos.

En particular la invención se puede aplicar ventajosamente a un dispositivo “manos libres” utilizable en asociación con un teléfono móvil, especialmente un dispositivo “manos libres” autónomo adaptable de manera amovible en un vehículo automóvil.

Más concretamente, el eco puede resultar de dos fenómenos, de naturalezas diferentes. El primero es el eco denominado “eco de línea”, limitado a la vía de transmisión y para el cual se conocen diversos procedimientos de filtrado; el segundo se denomina “eco acústico”, eco realmente captado por el micrófono y debido al fenómeno de reverberación del entorno del locutor, típicamente la habitación donde éste se encuentra o bien el habitáculo de un vehículo. Es a la eliminación de este último tipo de eco (eco acústico) a lo que se aplica muy particularmente la presente invención.

Este eco acústico constituye un elemento perturbador importante del dispositivo pudiendo llegar, a menudo, hasta a hacer incomprensible para el locutor remoto (el que está en el otro extremo de la vía de transmisión de la señal telefónica) las palabras del locutor próximo (aquel cuyas palabras se diluyen en el eco acústico).

Estos aparatos incluyen un micrófono sensible destinado a captar la voz del locutor próximo, y un altavoz relativamente potente que reproduce la voz del locutor remoto durante una conversación telefónica. Sin embargo, por acople acústico entre estos dos transductores, el micrófono captará no sólo la voz del locutor próximo, sino también el ruido circundante y, sobre todo, el eco acústico, es decir, la reverberación del sonido reproducido por el altavoz – y esto a un nivel tanto más elevado cuanto más cerca se encuentren el micrófono y el altavoz y más elevada sea la potencia acústica restituida por el altavoz. Este es típicamente el caso de los sistemas a bordo de un vehículo automóvil, donde el nivel sonoro del altavoz es relativamente elevado para cubrir los ruidos circundantes.

Asimismo, la gran distancia entre el micrófono y el locutor conlleva un nivel relativo de ruido elevado que dificulta la extracción de la señal útil, diluida en el eco y en el ruido. Además, este ruido presenta características espectrales no estacionarias, es decir, que evolucionan de manera imprevisible en función de las condiciones de conducción: paso por calzadas deformadas o adoquinadas, autorradio en funcionamiento, etc., dificultando aún más la puesta a punto de algoritmos apropiados de procesamiento de la señal.

Además, muchos de estos dispositivos se realizan en forma de aparatos autónomos, amovibles, que comprenden en una misma carcasa a la vez el micrófono y el altavoz, así como los botones de mando: la proximidad (algunos centímetros) entre el altavoz y el micrófono implica entonces un nivel de eco acústico considerable, típicamente del orden de veinte veces más elevado que la señal de voz producida por el locutor próximo.

La eliminación de este eco acústico es particularmente delicada, especialmente en los entornos con mucho ruido, típicos de los vehículos automóviles, donde el ruido ambiente se añade a las señales de voz y de eco captadas por el micrófono.

Los dispositivos conocidos más eficientes aplican en tal situación: (i) una etapa de anulación de eco, (ii) una etapa de supresión de eco y (iii) una etapa de reducción de ruido.

La etapa denominada de “anulación de eco” (*echo cancellation*) modeliza una transformación lineal entre la señal del locutor remoto (es decir, la señal destinada a ser reproducida por el altavoz) y el eco registrado por el micrófono, de manera que se define dinámicamente un filtro adaptativo, aplicado a la señal del locutor remoto. El resultado de este filtrado se sustrae entonces de la señal recogida por el micrófono, lo que tiene por efecto anular la mayor parte del eco acústico.

La etapa denominada de “supresión de eco” (*echo suppression*) tiene por función suprimir el eco residual presente después de su procesamiento por la etapa de anulación de eco, atenuando este eco residual hasta el nivel del ruido de fondo. Mientras que la anulación de eco es aplicada esencialmente por una etapa sustractora, la supresión de eco funciona por un control de ganancia, que actuará también sobre la señal útil captada por el micrófono (señal de voz del locutor próximo).

Finalmente, la etapa de reducción de ruido (*noise reduction*) apunta a reducir el ruido de fondo captado por el micrófono a la vez que preserva la voz del locutor próximo. Esta reducción de ruido se lleva a cabo ventajosamente de manera dinámica y adaptativa, discriminando los periodos de silencio de la conversación para identificar el ruido en ella, y a continuación aplicando una eliminación de ruido selectiva con una atenuación adaptada.

Los documentos JP-A-60 102052 y WO-A-96/26592 describen tales circuitos destinados a reducir la incidencia del eco acústico perturbador.

Sin embargo, estos dispositivos no son completamente satisfactorios, en particular en el caso de los aparatos donde la distancia entre el altavoz y el micrófono es muy pequeña en comparación con la distancia entre el locutor próximo y el micrófono: por lo tanto, cuando el locutor remoto habla, su voz es reproducida por el altavoz y es captada de vuelta por el micrófono, típicamente con un nivel de eco que puede alcanzar veinte veces el del nivel medio de la voz del locutor próximo.

Por otra parte, debido especialmente a la movilidad de los teléfonos móviles actuales, ocurre muy a menudo que el locutor remoto se encuentra en un entorno relativamente ruidoso (calle, oficina, restaurante, tren, etc...), con un nivel de ruido que puede alcanzar 1/10 del nivel de su voz. Esta misma señal de ruido va a ser reproducida por el altavoz del dispositivo y a participar en el eco acústico. Por lo tanto, el nivel de este ruido lejano en el eco será del mismo orden que el de la voz del locutor próximo, incluso más elevado.

En consecuencia, incluso después de la anulación de eco, el eco residual procedente de este ruido lejano (ruido captado del lado del locutor remoto) dejará de ser despreciable y la etapa de supresión de eco introducirá entonces una atenuación importante de la señal de voz del locutor próximo, transmitida al locutor remoto.

Cabe señalar que, contrariamente a la voz, el ruido está presente permanentemente del lado del locutor remoto (es decir, incluso cuando éste no habla), lo cual introduce una atenuación casi permanente de la señal de voz transmitida del locutor próximo al locutor remoto. El resultado sólo se puede mejorar cuando el locutor remoto permanece silencioso el tiempo suficiente para que la etapa de anulación de eco pueda modelizar una transformación lineal de la señal de ruido que circunda el locutor remoto.

Por otra parte, la etapa de anulación de eco, que se basa en un filtro lineal, no modeliza los fenómenos no lineales que podrían intervenir en la cadena de transmisión, especialmente al nivel del amplificador y del altavoz, ni el ruido de fondo eléctrico al nivel de los circuitos de conversión analógico/digital. Ahora bien, se trata de fenómenos no despreciables en el caso de productos de gran consumo, de bajo coste y de dimensiones reducidas.

Estas no-linealidades generan una inestabilidad en el algoritmo de anulación de eco, que debe procurar readaptarse en un tiempo muy corto.

Las componentes que resultan de estas no-linealidades no se pueden atenuar por la anulación de eco, ya que no se han modelizado. Sólo se pueden reducir mediante la etapa de supresión de eco, lo cual deteriora el comportamiento del dispositivo en situación de doble voz, debido a la atenuación, en la voz del locutor próximo, de señales que no son del eco.

La presente invención tiene por objeto resolver estas diversas dificultades y limitaciones, gracias a un dispositivo provisto de un circuito de procesamiento digital que proporciona una reducción más eficiente del eco acústico, especialmente en presencia de fenómenos no-lineales y en presencia, del lado del locutor remoto, de ruido susceptible de afectar a la anulación de eco especialmente en situación de doble voz.

El dispositivo de la invención es del tipo conocido que incluye: un circuito de recogida de señales acústicas, que incluye un micrófono y medios conversores analógico-digital; un circuito de restitución de señales de audio, que incluye medios conversores digital-analógico, un amplificador y un altavoz; un circuito de interfaz de una red telefónica, especialmente un circuito de interfaz inalámbrica de un teléfono móvil; y un circuito de procesamiento digital de las señales de audio captadas por el micrófono para su aplicación al entrar en los medios de interfaz, y de procesamiento de las señales de audio recibidas al salir de los medios de interfaz para su restitución por el altavoz.

El circuito de procesamiento digital de las señales de audio incluye medios de reducción del eco acústico que resulta de la interacción del altavoz con el micrófono, que incluyen ellos mismos: una etapa de anulación de eco, que incluye un filtro lineal adaptativo capaz de sustraer de la señal captada por el micrófono una señal de referencia derivada de la señal recibida al salir de los medios de interfaz para su restitución por el altavoz; una etapa de supresión del eco residual presente al salir de la etapa de anulación de eco, que comprende medios de control de ganancia; y una etapa de reducción selectiva del ruido de fondo presente en la señal recibida al salir de la etapa de supresión de eco.

De manera característica de la invención, el dispositivo comprende, además, una etapa de filtrado y de digitalización, que recibe al entrar la señal aplicada por el amplificador al altavoz, y que proporciona al salir una señal correspondiente filtrada y digitalizada, aplicada como señal de referencia a la etapa de anulación de eco.

Preferiblemente, la etapa de reducción selectiva del ruido de fondo presente en la señal recibida al salir de la etapa de supresión de eco comprende medios de análisis de coherencia temporal de la señal, capaces de determinar una probabilidad de presencia/ausencia de voz *a priori* a partir de los niveles de energía respectivos en el campo espectral y de utilizar esta probabilidad para estimar un espectro de ruido y derivar una estimación con ruido eliminado de la señal recibida.

Muy ventajosamente, el dispositivo incluye, además, una etapa de reducción selectiva del ruido de fondo presente

corriente arriba en la señal recibida al salir de los medios de interfaz para su aplicación al circuito de restitución de señales de audio, siendo esta etapa preferiblemente del mismo tipo que la que apunta a reducir el ruido de fondo presente en la señal recibida al salir de la etapa de supresión de eco.

Según diversas formas de realización preferidas:

- el filtro lineal adaptativo de la etapa de anulación de eco comprende medios de aplicación de un algoritmo predictivo de tipo APA;
- los medios de control de ganancia de la etapa de supresión del eco residual son medios selectivos de control de ganancia que operan de manera diferenciada en función de las frecuencias de la señal recibida;
- la etapa de filtrado y digitalización comprende medios de filtrado de paso bajo y de adaptación de nivel;
- los circuitos del dispositivo se incorporan a una carcasa común que lleva el altavoz y el micrófono dispuestos el uno a proximidad del otro.

A continuación se va a describir un ejemplo de realización del dispositivo de la invención, con referencia a los dibujos anexos en los cuales las mismas referencias numéricas designan, de una figura a otra, elementos idénticos o funcionalmente similares.

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra las diferentes etapas implicadas en el procesamiento de la señal de un dispositivo conocido.
La figura 2 es homóloga a la figura 1, para el dispositivo de la presente invención.

Con referencia a la figura 1, en primer lugar se procede a describir la estructura de un dispositivo conocido que comprende medios de anulación de eco, de reducción de eco y de reducción del ruido.

El dispositivo “manos libres” se destina a soportar una conversación telefónica entre dos personas, a saber un locutor próximo 10 y un locutor remoto 12. El locutor próximo 10 es aquel que se encuentra a proximidad del dispositivo “manos libres” 14. El locutor remoto 12 es aquel con el cual el locutor próximo mantiene una conversación telefónica.

El dispositivo 14 es típicamente un dispositivo instalado en un vehículo automóvil, de manera permanente o amovible. Posee un altavoz 16 destinado a reproducir la voz del locutor distante y un micrófono 18 destinado a captar la voz del locutor próximo 10. El dispositivo incluye igualmente medios de interfaz, esquematizados en 20, para la transmisión bidireccional de las señales en una red telefónica, por ejemplo (pero no de manera limitativa) una interfaz inalámbrica de tipo *Bluetooth* (marca registrada de Bluetooth SIG, Inc) u otro que permite acoplar el dispositivo 14 al teléfono celular móvil del locutor próximo, por el cual este último está él mismo en comunicación radiotelefónica con el locutor remoto.

La señal captada del lado del locutor remoto 12 incluye de hecho no sólo la voz 22 del locutor sino también el ruido circundante 24, estando las dos señales mezcladas en la señal transmitida al locutor próximo, señal recibida en la entrada E del dispositivo 14. Esta señal incidente se aplica a un conversor digital-analógico 28, y a continuación al entrar en un amplificador de audio 30 que reproduce la señal en el altavoz 16.

El micrófono 18, por su parte, va a captar una señal acústica que será una combinación (i) de la voz 32 del locutor próximo 10, (ii) del ruido ambiente 34 que existe en el entorno de este último (por ejemplo en el habitáculo del vehículo automóvil) y (iii) de la señal 36 reproducida por el altavoz 16.

La señal 36 es una señal de eco indeseable desde el punto de vista del micrófono 18. Como se ha indicado anteriormente, teniendo en cuenta los niveles de funcionamiento del amplificador 30 y el acople grande debido a la proximidad entre el altavoz 16 y el micrófono 18, cuando el locutor remoto 12 habla, el nivel de la señal 36 puede alcanzar veinte veces el de la señal de voz 32 del locutor próximo 10.

Por otra parte, el nivel de ruido en esta señal de eco 36 (que mezcla la voz 22 del locutor remoto 12 y el ruido 24 del entorno de este último) puede ser elevado, ya que ocurre a menudo que el locutor remoto se encuentra él mismo en un entorno ruidoso. El nivel de este ruido 24 puede a menudo llegar a ser del orden de 1/10 de la señal de voz 22, de manera que el nivel de ruido en el eco 36 puede ser del mismo orden que la señal del nivel de voz 32 del locutor próximo 10, incluso más elevado (haciendo además abstracción del ruido 34 que circunda el locutor próximo 10).

En los circuitos actuales más eficientes, la reducción del eco acústico se lleva a cabo, después de la digitalización de la señal captada por el micrófono 18 en una etapa de conversión analógico-digital 38, por tres etapas sucesivas: (i) anulación de eco 40, (ii) supresión de eco 42 y (iii) reducción de ruido 44.

La etapa de anulación de eco 40 no tiene, esencialmente, ningún efecto sobre la voz del locutor próximo 10. La anulación de eco consiste en definir de manera dinámica un filtro de compensación que recibe en su entrada la señal procedente del locutor remoto (señal en la entrada E del dispositivo) para sustraer de la señal captada por el micrófono 18 una señal adaptada representativa de la señal recibida, para al salir de la etapa 40 proporcionar una señal libre del eco parásito.

El filtro lineal se puede caracterizar mediante un algoritmo de supresión de eco tal como un algoritmo de tipo APA (*Affin Projection Algorithm*, o de tipo LMS *(Least Mean Squares*) o NLMS (*Normalized LMS*). Tal algoritmo adaptativo perfeccionado de tipo APA se describe por ejemplo en el documento FR-A-2 792 146 (Parrot SA).

La anulación de eco llevada a cabo por la etapa 40 presenta la ventaja de no modificar las señales captadas por el micrófono 18 que no sean del eco; la voz del locutor próximo está por lo tanto intacta después de la etapa de anulación de eco 40.

Sin embargo, por varias razones (identificación del filtro imperfecta, modelización lineal aproximada,…) es frecuente que permanezca eco audible después de la etapa de anulación de eco 40.

La etapa de supresión de eco 42 tiene por objeto suprimir este eco residual, atenuando la señal de eco hasta el nivel del ruido de fondo.

Esta etapa supresora de eco está generalmente constituida por una etapa de mando automático de ganancia que opera, bien de manera uniforme sobre todas las frecuencias, bien de manera selectiva en función de las diferentes bandas de frecuencia.

Para tener niveles razonables de eco residual (caso más frecuente), el comportamiento en situación de doble voz se ve poco afectado, ya que es relativamente raro que la voz del locutor remoto y el eco se sincronicen de manera precisa, es decir, que las dos señales presenten niveles de energía comparables en el mismo momento. La atenuación de la voz del locutor próximo permanecerá de este modo relativamente moderada.

Finalmente, la etapa de reducción de ruido 44 tiene por función reducir el ruido de fondo 34 captado por el micrófono, a la vez que se preserva la voz 32 del locutor próximo. Esta etapa puede aplicar asimismo técnicas tales como las descritas por:

[1] Y. Ephraim et D. Malah, Speech Enhancement using a Minimum Mean-Square Error Short-Time Spectral Amplitude Estimator, IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. ASSP-32, No 6, pp. 1109-1121, Dec. 1984,
[2] Y. Ephraim et D. Malah, Speech Enhancement using a Minimum Mean-Square Error Log-Spectral Amplitude Estimator, IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. ASSP-33, No 2, pp. 443-445, April 1985, y
[3] 1. Cohen et B. Berdugo, Speech Enhancement for Non-Stationary Noise Environments, Signal Processing, Elsevier, Vol. 81, pp. 2403-2418, 2001.

Estas técnicas de reducción de ruido operan por discriminación entre los periodos de presencia y ausencia de la voz del locutor próximo. Durante los periodos identificados como silencios, el ruido captado se analiza en sus diferentes componentes frecuenciales para, de este modo, determinar la energía de las componentes frecuenciales más ruidosas y aplicar a continuación a la señal ruidosa una ganancia reducida, a la vez que se dejan intactas las componentes poco o nada ruidosas.

La señal así procesada se proporciona en la salida S, para su transmisión al locutor remoto.

La invención propone modificar, de la manera ilustrada en la figura 2, la estructura del dispositivo conocido que se acaba de describir.

Según un primer aspecto de la invención, se aplica un tratamiento previo de eliminación de ruido corriente arriba a la señal procedente del locutor remoto, antes de la amplificación y antes del uso de esta señal como referencia para la etapa de anulación de eco.

Esta eliminación de ruido la lleva a cabo una etapa 50 dispuesta entre la entrada E del circuito 14 y el conversor 28.

El objetivo de esta eliminación de ruido es doble:

- reducir el ruido de fondo presente en el eco, para mejorar el comportamiento de la etapa de anulación de eco: reduciéndose el ruido de fondo en el eco, la energía restituida por el altavoz será menor, lo cual contribuirá menos aún a crear un eco residual permanente que tendería a atenuar el nivel de la señal de voz del locutor próximo,
- mejorar la calidad de audición para el locutor próximo, haciendo la señal procedente del locutor remoto más inteligible para el locutor próximo gracias a la eliminación de ruido de la señal restituida.

La etapa adicional de reducción del ruido 50 corriente arriba puede utilizar un algoritmo comparable al de la etapa de reducción de ruido 44 corriente abajo descrita anteriormente, es decir, aplicando los mecanismos propuestos por Ephraim y Malah en las referencias [1] y [2] mencionadas anteriormente. En estas técnicas, el procedimiento de eliminación de ruido propiamente dicho se realiza en el campo frecuencial, realizándose el paso del campo

temporal al campo frecuencial y del campo frecuencial al campo temporal, mediante transformadas de Fourier rápidas con ventanas y recuperación. La eliminación de ruido aplica un módulo de estimación de ruido y un módulo de cálculo de ganancia para cada banda de frecuencia, basándose los valores de ganancia en modelos estadísticos de la voz y del ruido y en la estimación de parámetros de estos modelos.

Según un segundo aspecto de la invención, la referencia utilizada para el filtro lineal de la etapa de anulación de eco 40 se modifica para de este modo eliminar los fenómenos no lineales.

Para esto, el dispositivo ya no utiliza como referencia para la etapa de anulación de eco 40 la señal procedente del locutor remoto, sino una señal tomada en la salida 52 del amplificador 30, que corresponde a la señal destinada a aplicarse al altavoz 16. Al tomarse la señal de referencia de la etapa de anulación de eco 40 en este punto, contiene saturaciones y otras no-linealidades generadas por el amplificador, especialmente en el caso de amplificadores de clase B, relativamente propensos a la distorsión.

La señal de referencia contiene asimismo el ruido de fondo eléctrico presente al salir del conversor 28, ruido que resulta especialmente de los blindajes imperfectos entre la entrada digital y la salida analógica, como es a menudo el caso con los productos de gran consumo.

Esta señal de referencia se conforma y adapta mediante una etapa 54 de filtrado y de ganancia y una etapa 56 de conversión analógico-digital. La etapa 54 comprende un filtro de paso bajo analógico y aplica una ganancia inferior a la unidad, para adaptar el nivel de la señal al salir del amplificador al nivel de la entrada del conversor 56; el filtro de paso bajo elimina las frecuencias elevadas, no audibles, al salir del amplificador (presentes especialmente en el caso de amplificadores de clase B), para de este modo no perturbar el funcionamiento del conversor 56.

La señal de referencia de la etapa de anulación de eco así definida es una señal muy próxima a la que se emitirá por el altavoz 16 y se captará entonces en el eco 36 por el micrófono 18. El filtro lineal de la etapa de anulación de eco 40 se podrá de este modo estimar con mucha más precisión, ya que el filtro adaptativo será excitado por una señal de referencia que ya contiene la mayor parte de las no-linealidades de la cadena de audio. La anulación de eco se mejorará de este modo de manera significativa, y se reducirá el eco residual otro tanto. La atenuación introducida a continuación por la etapa de supresión de eco 42 será pues menor, teniendo como resultado un mejor comportamiento en situación de doble voz, y estando la voz del locutor próximo correlativamente menos atenuada.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo “manos libres” utilizable con un teléfono móvil, especialmente un dispositivo autónomo adaptable de manera amovible en un vehículo automóvil, comprendiento este dispositivo:

   - un circuito de recogida de señales acústicas, que incluye un micrófono (18) y medios (38) conversores analógico-digital,
   - un circuito de restitución de señales de audio, que incluye medios (28) conversores digital-analógico, un amplificador (30) y un altavoz (16),
   - un circuito (20) de interfaz de una red telefónica, especialmente un circuito de interfaz inalámbrica de un teléfono móvil, y
   - un circuito de procesamiento digital de las señales de audio captadas por el micrófono para su aplicación al entrar en los medios de interfaz, y de procesamiento de las señales de audio recibidas a la salida de los medios de interfaz para su restitución por el altavoz, incluyendo el circuito de procesamiento digital de las señales de audio medios de reducción del eco acústico que resulta de la interacción del altavoz con el micrófono, incluyendo estos medios:
   - una etapa (40) de anulación de eco, que comprende un filtro lineal adaptativo capaz de sustraer de la señal captada por el micrófono una señal de referencia derivada de la señal recibida al salir de los medios de interfaz para su restitución por el altavoz,
   - una etapa (42) de supresión del eco residual presente al salir de la etapa de anulación de eco, que comprende medios de control de ganancia, y
   - una etapa (44) de reducción selectiva del ruido de fondo presente en la señal recibida al salir de la etapa de supresión de eco,

   estando el dispositivo **caracterizado porque** comprende, además:

   - una etapa (54, 56) de filtrado y de digitalización, que recibe al entrar la señal aplicada por el amplificador (30) al altavoz (16), y que proporciona al salir una señal correspondiente filtrada y digitalizada, aplicada como señal de referencia en la etapa (40) de anulación de eco.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual la etapa (44) de reducción selectiva del ruido de fondo presente en la señal recibida al salir de la etapa de supresión de eco comprende medios de análisis de coherencia temporal de la señal, capaces de determinar una probabilidad de presencia/ausencia de voz *a priori* a partir de los niveles de energía respectivos en el campo espectral, y de utilizar esta probabilidad para estimar un espectro de ruido y derivar una estimación con ruido eliminado de la señal recibida.

3. Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende, además:

   - una etapa (50) de reducción selectiva del ruido de fondo presente en la señal recibida al salir de los medios de interfaz para su aplicación al circuito de restitución de señales de audio.

4. Dispositivo según la reivindicación 2, en el cual la etapa (50) de reducción del ruido de fondo presente corriente arriba en la señal recibida al salir de los medios de interfaz comprende medios de análisis de coherencia temporal de la señal, capaces de determinar una probabilidad de presencia/ausencia de voz *a priori* a partir de los niveles de energía respectivos en el campo espectral, y de utilizar esta probabilidad para estimar un espectro de ruido y derivar una estimación con ruido eliminado de la señal recibida.

5. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual el filtro lineal adaptativo de la etapa (40) de anulación de eco comprende medios de aplicación de un algoritmo predictivo de tipo APA.

6. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual los medios de control de ganancia de la etapa (42) de supresión del eco residual son medios selectivos de control de ganancia que operan de manera diferenciada en función de las frecuencias de la señal recibida.

7. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual la etapa (54) de filtrado y de digitalización comprende medios de filtrado de paso bajo y de adaptación de nivel.

8. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual los circuitos del dispositivo se incorporan a una carcasa común (14) que lleva el altavoz (16) y el micrófono (18) dispuestos el uno a proximidad del otro.

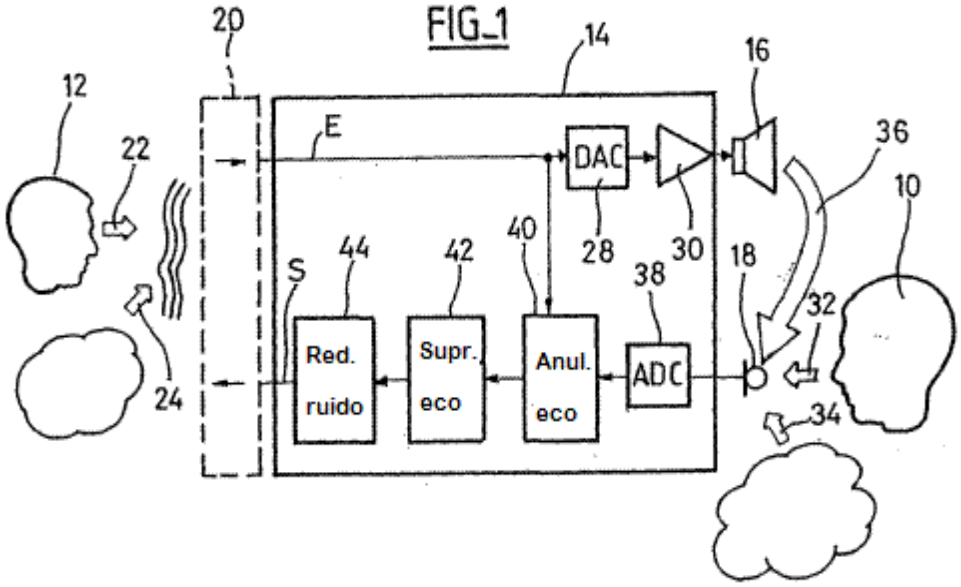
FIG_1
20
14
16
12
22
E
DAC
36
10
44
42
40
28
30
S
38
18
32
Red. ruido
Supr. eco
Anul. eco
ADC
24
34

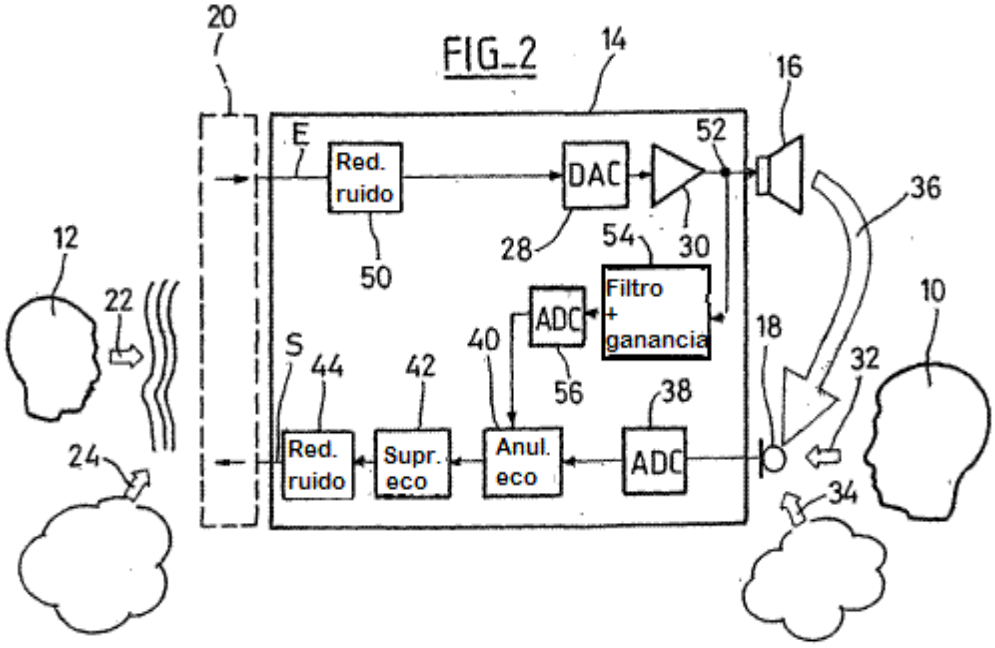
FIG_2
20
14
16
E
Red. ruido
DAC
52
36
12
28
54
30
50
Filtro + ganancia
22
ADC
10
18
S
44
42
40
56
38
32
24
Red. ruido
Supr. eco
Anul. eco
ADC
34