



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 337 956**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07823412 .7**

96 Fecha de presentación : **10.08.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2057834**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.05.2009**

54 Título: **Circuito de reducción del eco acústico para un dispositivo “manos libres” utilizable con un teléfono móvil.**

30 Prioridad: **26.10.2006 FR 06 09397**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.04.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.04.2010**

73 Titular/es: **Parrot**  
**174 quai de Jemmapes**  
**75010 París, FR**

72 Inventor/es: **Seydoux, Henri**

74 Agente: **Fortea Laguna, Juan José**

**ES 2 337 956 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

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

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

10 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.

15 Más precisamente, el eco puede ser el resultado 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 hablante, típicamente la habitación donde se encuentra o bien el habitáculo de un vehículo.

20 Es a la eliminación de este último tipo de eco (eco acústico) a la que se refiere muy particularmente la presente invención.

Este eco acústico constituye un elemento perturbador muy importante del dispositivo que puede ir, a menudo, hasta hacer incomprensible para el hablante distante (el que está al otro extremo de la vía de transmisión de la señal telefónica) las palabras del hablante cercano (el que sus palabras se ahogan en el eco acústico).

25 Estos aparatos constan de un micrófono sensible destinado a captar las palabras del hablante cercano, y un altavoz relativamente potente que reproduce las palabras del hablante distante en el transcurso de una conversación telefónica. Sin embargo, por acoplamiento acústico entre estos dos transductores, el micrófono captará no solamente la voz del hablante cercano, sino también el ruido ambiental y sobre todo el eco acústico, es decir la reverberación del sonido reproducido por el altavoz - y esto a un nivel más alto cuanto más cerca se encuentren el micro y el altavoz y cuanto más elevada sea la potencia acústica restituida por el altavoz. Tal es típicamente el caso de los sistemas embarcados en un vehículo automóvil, donde el nivel sonoro del altavoz es relativamente elevado para cubrir los ruidos ambientales.

30 Además, la distancia importante entre micrófono y hablante conlleva un nivel relativo de ruido elevado que hace difícil la extracción de la señal útil, ahogada 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 sobre calzadas deformadas o adoquinadas, autorradio en funcionamiento, etc., que hacen todavía más difícil la puesta a punto de algoritmos apropiados de tratamiento de la señal.

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

40 La eliminación de este eco acústico es particularmente delicada, especialmente en los entornos muy ruidosos, típicamente vehículos automóviles, donde el ruido ambiental se añade a las señales de palabra y de eco captadas por el micrófono.

45 Los dispositivos conocidos de mejor rendimiento 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.

50 El US-B-6 970 558 describe un dispositivo que consta de estas diversas etapas.

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

60 La etapa denominada de “supresión de eco” (*echo suppression*) tiene por función la supresión del eco residual presente después del tratamiento por la etapa de anulación de eco, atenuando este eco residual hasta el nivel del ruido de fondo.

65 Mientras que la anulación de eco se aplica esencialmente por una etapa de sustracción, la supresión de eco funciona por un control de la ganancia, que actuará igualmente sobre la señal útil captada por el micrófono (señal de voz del hablante cercano).

Finalmente, la etapa de reducción de ruido (*noise reduction*) tiene como objetivo reducir el ruido de fondo captado por el micrófono preservando a la vez la voz del hablante cercano. Esta reducción de ruido se lleva ventajosamente

## ES 2 337 956 T3

a cabo de manera dinámica y adaptativa, discriminando los periodos de silencio de la conversación para identificar el ruido en la misma, llevando a cabo a continuación la eliminación selectiva de ruido con una atenuación adaptada.

5 Sin embargo, estos dispositivos no son completamente satisfactorios, en particular en el caso de los aparatos en los cuales la distancia entre altavoz y micrófono es muy pequeña en comparación con la distancia entre hablante cercano y micrófono: por lo tanto, cuando el hablante distante habla, sus palabras son reproducidas por el altavoz y son captadas de vuelta por el micrófono, típicamente con un nivel de eco que puede alcanzar veinte veces el nivel medio de las palabras del hablante cercano.

10

Por otra parte, debido especialmente a la movilidad de los teléfonos móviles actuales, ocurre muy a menudo que el hablante distante se encuentre en un entorno relativamente ruidoso (calle, oficina, restaurante, tren, etc.), con un nivel de ruido que puede alcanzar  $1/10^a$  del nivel de sus palabras. Esta señal de ruido va a ser ella misma reproducida por el altavoz del dispositivo y va 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 las palabras del hablante cercano, incluso más elevado.

15

Por consiguiente, incluso después de anulación de eco, el eco residual procedente de este ruido lejano (ruido captado del lado del hablante distante) ya no será despreciable y la etapa de supresión de eco introducirá entonces una atenuación importante de la señal de voz del hablante cercano transmitida al hablante distante.

20

Hay que notar que, contrariamente a la voz, el ruido está presente permanentemente en el lado del hablante distante (es decir, incluso cuando éste no habla), lo cual introduce una atenuación casi permanente de la señal de voz transmitida desde el hablante cercano hasta el hablante distante. El resultado no se puede mejorar más que cuando el hablante distante permanece suficiente tiempo en silencio para que la etapa de anulación de eco pueda modelizar una transformación lineal de la señal de ruido que rodea al hablante distante.

25

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

30

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

35

Los componentes que resultan de estas no linealidades no se pueden atenuar por la anulación de eco, puesto que no están modelizados. No se pueden reducir más que por la etapa de supresión de eco, lo cual deteriora el comportamiento del dispositivo en dúplex integral, debido a la atenuación, en la voz del hablante cercano, de señales que no son del eco.

40

La presente invención tiene por objeto resolver estas diversas dificultades y limitaciones, gracias a un dispositivo provisto de un circuito de tratamiento digital que proporciona una reducción más eficaz del eco acústico, especialmente en presencia de fenómenos no lineales y en presencia, del lado del hablante distante, de ruido susceptible de afectar a la anulación de eco, especialmente en situación de dúplex integral.

45

El dispositivo de la invención es del tipo conocido especialmente a partir del US-B-6 970 558 anteriormente citado, que consta de: un circuito de adquisición de señales acústicas, que consta de un micrófono y de medios convertidores analógico-digital; un circuito de restitución de señales de audio, que consta de medios convertidores digital-analógico, un amplificador y un altavoz; un circuito de interfaz a una red telefónica, especialmente un circuito de interfaz inalámbrico a un teléfono móvil; y un circuito de tratamiento digital de las señales de audio captadas por el micrófono para la aplicación en la entrada de los medios de interfaz, y de tratamiento de las señales de audio recibidas en la salida de los medios de interfaz para su restitución por el altavoz.

50

El circuito de tratamiento digital de las señales de audio consta de medios de reducción del eco acústico resultante de la interacción del altavoz con el micrófono, que constan ellos mismos de: una etapa de anulación de eco, que comprende un filtro lineal adaptativo apto para sustraer de la señal captada por el micrófono una señal de referencia derivada de la señal recibida en la salida de los medios de interfaz para su restitución por el altavoz; una etapa de supresión del eco residual presente en la salida 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 en la salida de la etapa de supresión de eco.

55

El dispositivo comprende también una etapa de reducción selectiva del ruido de fondo presente corriente arriba en la señal recibida en la salida de los medios de interfaz para la aplicación al circuito de restitución de señales de audio.

60

De manera característica de la invención, esta última etapa comprende medios de análisis de coherencia temporal de la señal, aptas para determinar una probabilidad de presencia/ausencia de voz *a priori* a partir de los niveles de energía respectivos en el campo espectral, y para utilizar esta probabilidad para estimar un espectro de ruido y derivar una estimación sin ruido de la señal recibida.

65

## ES 2 337 956 T3

Muy ventajosamente, el dispositivo consta además de una etapa de filtrado y de digitalización, recibiendo en la entrada la señal aplicada por el amplificador al altavoz, y proporcionando en la salida una señal correspondiente filtrada y digitalizada, aplicada como señal de referencia en la etapa de anulación de eco.

5 Preferiblemente, la etapa de reducción selectiva del ruido de fondo presente en la señal recibida en la salida de la etapa de supresión de eco es del mismo tipo que la que pretende reducir el ruido de fondo presente corriente arriba en la señal recibida en la salida de los medios de interfaz.

Según diversas formas de realización preferidas:

- 10
- el filtro lineal adaptativo de la etapa de anulación de eco comprende medios de puesta en práctica de un algoritmo predictivo de tipo APA;
  - 15 - 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 de digitalización comprende medios de filtrado de paso bajo y de adaptación de nivel;
  - 20 - los circuitos del dispositivo se incorporan en una caja común que lleva el altavoz y el micrófono dispuestos el uno cerca del otro.

25 Se va a describir ahora un ejemplo de puesta en práctica del dispositivo de la invención, en referencia con los dibujos anexados en los que las mismas referencias numéricas designan, de una figura a otra, elementos idénticos o funcionalmente similares.

La figura 1 es un esquema por bloques que muestra las diferentes etapas implicadas en el tratamiento de la señal de un dispositivo conocido.

30 La figura 2 es homóloga de la figura 1, para el dispositivo de la presente invención.

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

35 El dispositivo "manos libres" está destinado a soportar una conversación telefónica entre dos personas, a saber un hablante cercano 10 y un hablante distante 12. El hablante cercano 10 es el que se encuentra cerca del dispositivo "manos libres" 14. El hablante distante 12 es aquel con el cual el hablante cercano está en conversación telefónica.

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

45 La señal captada del lado del hablante distante 12 incluye de hecho no solamente la voz 22 del hablante sino también el ruido ambiental 24, estando las dos señales mezcladas en la señal transmitida al hablante cercano, señal recibida en la entrada E del dispositivo 14. Esta señal incidente se aplica a un convertidor digital/analógico 28, y a continuación en la entrada de un amplificador de audio 30 que reproduce la señal en el altavoz 16.

50 El micrófono 18, por su parte, va a captar una señal acústica que será una combinación (i) de la voz 32 del hablante cercano 10, (ii) del ruido ambiental 34 que hay 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.

55 La señal 36 es una señal de eco indeseable desde el punto de vista del micrófono 18. Como se ha indicado más arriba, teniendo en cuenta los niveles de funcionamiento del amplificador 30 y el acoplamiento importante debido a la proximidad entre el altavoz 16 y el micrófono 18, cuando el hablante distante 12 habla, el nivel de la señal 36 puede alcanzar veinte veces el de la señal de voz 32 del hablante cercano 10.

60 Por otra parte, el nivel de ruido en esta señal de eco 36 (que mezcla la voz 22 del hablante distante 12 y el ruido 24 del entorno de este último) puede ser importante, ya que a menudo ocurre que el hablante distante se encuentra él mismo en un entorno ruidoso. El nivel de este ruido 24 puede alcanzar a menudo del orden de  $1/10^3$  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 hablante cercano 10, incluso más elevado (haciendo además abstracción del ruido 34 que rodea al hablante cercano 10).

## ES 2 337 956 T3

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

5 La etapa de anulación de eco 40 no tiene esencialmente ningún efecto sobre la voz del hablante cercano 10. La anulación de eco consiste en definir de manera dinámica un filtro de compensación que reciba en la entrada la señal procedente del hablante distante (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 dar en la salida de la etapa 40 una señal libre del eco parásito.

10 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 FR-A-2 792 146 (Parrot SA).

15 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 hablante cercano queda por lo tanto intacta después de la etapa de anulación de eco 40.

20 Sin embargo, por diversas razones (identificación imperfecta del filtro, modelización lineal aproximada,...) es frecuente que quede 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.

25 Esta etapa supresora de eco está generalmente constituida por una etapa de control automático de ganancia que funciona o bien de manera uniforme en todas las frecuencias, o bien de manera selectiva en función de las diferentes bandas de frecuencia.

30 Para niveles razonables de eco residual (el caso más frecuente), el comportamiento en dúplex integral se ve poco afectado, ya que es relativamente raro que la voz del hablante distante y el eco estén exactamente sincronizados, es decir que las dos señales presenten niveles de energía comparables a la vez. La atenuación de la voz del hablante cercano permanecerá de este modo relativamente moderada.

35 Finalmente, la etapa de reducción de ruido 44 tiene por función reducir el ruido de fondo 34 captado por el micrófono, preservando a la vez la voz 32 del hablante cercano. Esta etapa puede especialmente poner en práctica técnicas tales como las descritas por:

40 [1] Y. Ephraim y 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, n° 6, pág. 1109-1121, Dic. 1984,

45 [2] Y. Ephraim y 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, n° 2, pág. 443-445, Abril 1985, y

[3] I. Cohen y B. Berdugo, Speech Enhancement for Non-Stationary Noise Environments, Signal Processing, Elsevier, Vol. 18, pág. 2403-2418, 2001.

50 Estas técnicas de reducción de ruido operan por discriminación entre los periodos de presencia y de ausencia de la voz del hablante cercano. Durante los periodos identificados como silencios, el ruido captado se analiza en sus diferentes componentes de frecuencia, para determinar la energía de los componentes de frecuencia con más ruido y aplicar a continuación a la señal con ruido una ganancia débil, dejando a la vez intactos los componentes con poco o sin ruido.

55 Se proporciona la señal así tratada en la salida S para su transmisión al hablante distante.

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

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

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

## ES 2 337 956 T3

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 aún menos a crear un eco residual permanente que tendería a atenuar el nivel de la señal de voz del hablante cercano.
- mejorar la calidad de escucha para el hablante cercano, haciéndose la señal procedente del hablante distante más inteligible para el hablante cercano 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 descrito más arriba, es decir, poniendo en práctica los mecanismos propuestos por Ephraim y Malah en las referencias [1] y [2] anteriormente citadas. En estas técnicas, el tratamiento 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 ventana y recubrimiento. La eliminación de ruido pone en práctica un módulo de estimación de ruido y un módulo de cálculo de ganancia para cada banda de frecuencia, estando los valores de ganancia basados 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 eliminar los fenómenos no lineales.

Para esto, el dispositivo utiliza como referencia para la etapa de anulación de eco 40 ya no la señal procedente del hablante distante, sino una señal tomada en la salida 52 del amplificador 30, que corresponde a la señal destinada a ser aplicada al altavoz 16. La señal de referencia de la etapa de anulación de eco 40 que se toma en este nivel, contiene las saturaciones y otras no linealidades generadas por el amplificador, especialmente en el caso de amplificadores de clase B, relativamente sujetos a la distorsión.

La señal de referencia contiene igualmente el ruido de fondo eléctrico presente en la salida del convertidor 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 analógica/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 en la salida del amplificador al nivel de la entrada del convertidor 56; el filtro de paso bajo elimina las frecuencias elevadas, no audibles, en la salida del amplificador (presentes especialmente en el caso de amplificadores de clase B), para no perturbar el funcionamiento del convertidor 56.

La señal de referencia de la etapa de anulación de eco así definida es una señal muy cercana a la que se emitirá por el altavoz 16 y será por lo tanto captada en el eco 36 por el micrófono 18. El filtro lineal de la etapa de anulación de eco 40 se podrá estimar de este modo con mucha más precisión, ya que el filtro adaptativo será excitado por una señal de referencia que contiene ya la mayor parte de las no linealidades de la cadena de audio. De este modo, se mejorará notablemente la anulación de eco, y se reducirá en la misma medida el eco residual. La atenuación introducida a continuación por la etapa de supresión de eco 42 será por lo tanto menor, obteniendo como resultando un mejor comportamiento en dúplex integral, atenuándose correlativamente menos la voz del hablante cercano.

# ES 2 337 956 T3

## REIVINDICACIONES

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

- un circuito de adquisición de señales acústicas, que consta de un micrófono (18) y medios (38) convertidores analógico-digital;
- un circuito de restitución de señales de audio, que consta de medios (28) convertidores digital-analógico, un amplificador (30) y un altavoz (16);
- un circuito (20) de interfaz a una red telefónica, en especial un circuito de interfaz inalámbrico a un teléfono móvil, y
- un circuito de tratamiento digital de las señales de audio captadas por el micrófono para la aplicación en la entrada de los medios de interfaz, y de tratamiento de las señales de audio recibidas en la salida de los medios de interfaz para su restitución por el altavoz,

comprendiendo el circuito de tratamiento digital de las señales de audio medios de reducción del eco acústico resultante de la interacción del altavoz con el micrófono, constando estos medios de:

- una etapa (40) de anulación de eco, que comprende un filtro lineal adaptativo apto para sustraer de la señal captada por el micrófono una señal de referencia derivada de la señal recibida en la salida de los medios de interfaz para su restitución por el altavoz,
- una etapa (42) de supresión del eco residual presente en la salida de la etapa de anulación de eco, que comprende medios de control de ganancia,
- una etapa (44) de reducción selectiva del ruido de fondo presente en la señal recibida en la salida de la etapa de supresión de eco, y
- una etapa (50) de reducción selectiva del ruido de fondo presente corriente arriba en la señal recibida en la salida de los medios de interfaz para la aplicación al circuito de restitución de señales de audio.

dispositivo **caracterizado** porque la etapa (50) de reducción del ruido de fondo presente en la señal recibida en la salida de los medios de interfaz comprende medios de análisis de coherencia temporal de la señal, aptos para determinar una probabilidad de presencia/ausencia de voz *a priori* a partir de los niveles de energía respectivos en el campo espectral, y para utilizar esta probabilidad para estimar un espectro de ruido y derivar una estimación sin ruido de la señal recibida.

2. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende además:

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

3. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que la etapa (44) de reducción selectiva del ruido de fondo presente en la señal recibida en la salida de la etapa de supresión de eco comprende medios de análisis de coherencia temporal de la señal, aptos para determinar una probabilidad de presencia/ausencia de voz *a priori* a partir de los niveles de energía respectivos en el campo espectral, y para utilizar esta probabilidad para estimar un espectro de ruido y derivar una estimación sin ruido de la señal recibida.

4. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el filtro lineal adaptativo de la etapa (40) de anulación de eco comprende medios de puesta en práctica de un algoritmo predictivo de tipo APA.

5. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que 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.

6. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que la etapa (54) de filtrado y de digitalización comprende medios de filtrado de paso bajo y de adaptación de nivel.

7. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que los circuitos del dispositivo están incorporados en una caja común (14) que lleva el altavoz (16) y el micrófono (18) dispuestos el uno cerca del otro.

