



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 351 773**

51 Int. Cl.:
G10K 11/178 (2006.01)
H04M 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07851884 .2**
96 Fecha de presentación : **05.12.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2095362**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

54 Título: **Dispositivo telefónico para cancelar el ruido de fondo en el altavoz.**

30 Prioridad: **07.12.2006 EP 06125565**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.02.2011

73 Titular/es: **SITEL SEMICONDUCTOR B.V.**
Het Zuiderkruis 53
5215 MV 's-Hertogenbosch, NL

72 Inventor/es: **Helsloot, Michiel A. y**
Hiraga, Hiroshi

74 Agente: **Tomás Gil, Tesifonte Enrique**

ES 2 351 773 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).

ES 2 351 773 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo telefónico para cancelar el ruido de fondo en el altavoz.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un dispositivo telefónico, comprendiendo una unidad de procesamiento dispuesta para recibir una señal de micrófono procedente de un micrófono y una señal de altavoz procedente de una interfaz de línea y dispuesta para transmitir la señal de micrófono a la interfaz de línea y la señal de altavoz a un altavoz.

10 **Estado de la técnica**

Los teléfonos son usados generalmente en ambientes con mucho ruido. Los teléfonos móviles (teléfonos celulares) en particular, se utilizan a menudo en trenes, restaurantes o ámbitos laborales, donde hay mucho ruido de fondo. No obstante, también se sigue usando “teléfonos internos” “tradicionales” de manera común con fines corporativos o domésticos. Para incrementar la facilidad de uso, en general, estos teléfonos son teléfonos inalámbricos (teléfonos portátiles), por ejemplo según el estándar ETSI de Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente para teléfonos inalámbricos digitales y análogos. Las especificaciones de tales teléfonos inalámbricos son familiares para un experto en la materia.

La Fig. 1 representa esquemáticamente un dispositivo telefónico TD según la técnica anterior, comprendiendo un micrófono MI, un altavoz SP y una unidad de procesamiento PU.

El micrófono MI se dispone para detectar un sonido, por ejemplo un discurso, y transmite una señal de micrófono TX, que representa el sonido detectado, a la unidad de procesamiento PU. La unidad de procesamiento PU se dispone para transmitir esta señal a una parte receptora a través de una interfaz de línea LIF.

La unidad de procesamiento PU se dispone posteriormente para recibir una señal de altavoz RX a través de la interfaz de línea LIF y transmite esta señal de altavoz RX al altavoz SP. El altavoz SP se dispone para generar una señal de sonido basada en la señal de altavoz RX recibida.

La interfaz de línea LIF puede por ejemplo interconectar una red NW, que puede ser la red telefónica conmutada pública (RTPC), voz sobre IP (VoIP), línea de abonado digital (asimétrica) ((A)DSL), red digital de servicios integrados (ISDN).

El dispositivo telefónico TD se puede formar de muchas maneras. Por ejemplo, el dispositivo telefónico TD puede comprender una unidad de procesamiento PU con un micrófono MI y un altavoz SP asociados. El micrófono MI y el altavoz SP pueden ser incluidos en el dispositivo telefónico TD, pero puede también comprender uno o dos componentes remotos (micrófono y/o altavoz remoto) dispuestos para comunicarse con la unidad de procesamiento PU a través de un enlace de comunicación inalámbrico o cableado (por ejemplo mediante el uso de Bluetooth).

Se entenderá que el dispositivo telefónico TD se puede instalar para realizar todo tipo de etapas de procesamiento de señal adecuadas, como una conversión analógica a digital, conversión digital a analógica, una filtración para aumentar la calidad de la señal, etc.

La filtración se puede realizar por ejemplo para eliminar el ruido de fondo, por ejemplo mediante la eliminación de la energía de la señal de micrófono o de altavoz TX, RX que es exterior a la banda de frecuencias usada normalmente para hablar, tal como sonidos de frecuencias baja o muy alta. Por ejemplo, los filtros pueden eliminar todas las frecuencias externas de 300 - 3400 Hz (banda estrecha) o de 100 - 7000 Hz (banda ancha). Esto puede aumentar la inteligibilidad del sonido transmitido.

Tales técnicas de filtrado pueden aumentar la inteligibilidad de la señal acústica producida por el altavoz SP. No obstante, la inteligibilidad del sonido tal como producido por el altavoz SP también es influenciada de forma negativa por el ruido de fondo presente en el lugar donde se encuentra el altavoz SP.

EP 0 903 726 B1 describe un ruido acústico activo y un sistema de eliminación del eco. Este documento describe un eliminador de ruido activo estándar para la eliminación del ruido de paradiáfonía para la señal en la dirección de la otra parte. No obstante, este sistema no elimina el ruido local de la parte local y requiere micrófonos adicionales.

US 6,381,224 B1 describe un método y aparato para controlar un sistema de comunicación bidireccional simultáneo. Según este documento se proveen dos filtros, uno para la eliminación de ecos en el lado acústico y para la eliminación de ecos en el lado híbrido. El efecto de estos filtros se limita a dos trayectos independientes de eco ya que no existe ninguna interacción entre los dos filtros.

Un objeto consiste en reducir aún más la influencia negativa del ruido de fondo.

Este objeto se obtiene a través del dispositivo telefónico de la reivindicación independiente.

Descripción breve

Según un aspecto se provee un dispositivo telefónico, comprendiendo una unidad de procesamiento dispuesta para recibir una señal de micrófono desde un micrófono y una señal de altavoz desde una interfaz de línea y dispuesta para transmitir la señal de micrófono a la interfaz de línea y la señal de altavoz a un altavoz, caracterizado por el hecho de que la unidad de procesamiento comprende un filtro de respuesta de impulso finito para la reducción del ruido y un sustractor de reducción del ruido, donde el filtro de respuesta de impulso finito de reducción del ruido se define por una pluralidad de parámetros (b_i) de reducción del ruido, donde la unidad de procesamiento está dispuesta para transmitir la señal de micrófono a la interfaz de línea y al filtro de respuesta de impulso finito de reducción del ruido, donde la salida del filtro de respuesta de impulso finito de reducción del ruido se sustrae de la señal de altavoz tal como recibida de la interfaz de línea por un sustractor de reducción del ruido para eliminar el ruido de fondo presente en el altavoz.

Breve descripción de los dibujos

Se van a describir ahora las formas de realización de la invención, en forma de ejemplo sólo, en referencia a los dibujos esquemáticos anexos donde los símbolos de referencia correspondientes indican partes correspondientes, y en los que:

- la figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo telefónico según la técnica anterior,
- la Fig. 2 representa esquemáticamente con más detalle un dispositivo telefónico según la técnica anterior,
- las Fig. 3 y 4 ilustran esquemáticamente una parte de un dispositivo telefónico según una forma de realización.

Los mismos números de referencia usados en distintas figuras se refieren a unos componentes similares.

Descripción detallada

Los dispositivos telefónicos TD comprenden generalmente la opción de ser usados en forma de teléfonos con altavoz. Cuando se usa como un teléfono con altavoz, el dispositivo telefónico TD puede incluir también un eliminador de ecos para prevenir la retroacción acústica, como suele ocurrir cuando el micrófono MI recoge el sonido generado por el altavoz SP. Tal eliminador de ecos puede comprender un filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica. Los filtros de respuesta de impulso finito son un tipo de filtro digital, conocidos por un experto en la materia y se definen por un número de parámetros de retroacción acústica. La señal de salida $y(n)$ de dicho filtro de impulso finito FIR de retroacción acústica en un tiempo n , es la suma ponderada de la señal de entrada $x(n)$ en un tiempo n y un número predeterminado de señales de entrada “antiguas” en tiempos $n-1$ a $n-R$, donde los parámetros de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica se definen por factores de ponderación de retroacción acústica a_i del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica de la suma ponderada y donde R determina el orden del filtro:

$$y(n) = \sum_{i=0}^{i=R} a_i x(n-i).$$

Una vista más detallada de este eliminador de eco se representa esquemáticamente en la Fig. 2. La Fig. 2 muestra el dispositivo telefónico TD según la Fig. 1, donde la unidad de procesamiento PU se muestra más detalladamente. No obstante se entenderá que la unidad de procesamiento PU no se muestra de modo completamente detallado y puede comprender otra funcionalidad, tal como un CODEC para realizar una conversión analógica-digital y viceversa.

La unidad procesadora PU comprende un filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica y un sustractor SU de retroacción acústica.

La unidad procesadora PU recibe una señal de altavoz RX a través de una interfaz de línea LIF. La señal de altavoz RX debe ser transmitida al altavoz SP. El altavoz SP genera un sonido basado en la señal de altavoz RX.

El sonido generado por el altavoz SP se puede grabar por el micrófono MI. La señal de micrófono TX procedente del micrófono MI entrante en la unidad de procesamiento PU puede incluir así dos componentes:

- TX_{Discurso}) sonido que se debe transmitir a través de la interfaz de línea LIF (por ejemplo discurso del usuario), y
- TX_{Altavoz}) sonido que se recupera del altavoz SP.

Para evitar la retroacción acústica, este segundo término debe ser eliminado de la señal de micrófono TX. Esta eliminación se puede realizar simplemente por sustracción de la señal de altavoz RX entrante procedente de la señal de micrófono TX. Ya que el segundo término procedente del altavoz TX de señal de micrófono no es idéntico a la

ES 2 351 773 T3

señal de altavoz RX entrante debido a que el trayecto acústico que va del altavoz SP al micrófono MI, produce retrasos, ecos, deformaciones y similares.

La eliminación se realiza mediante la división de la señal de altavoz RX entrante en dos partes, donde una parte de la señal de altavoz RX se introduce en el filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica. La salida del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica se sustrae de la señal de micrófono TX usando un sustractor SU de retroacción acústica. Con la sustracción de la salida del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica de la señal de micrófono, el sonido recuperado por el micrófono MI del altavoz SP es eliminado.

Los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica se pueden ajustar de tal modo que se elimine la deformación o distorsión lineal del sonido recogido por el micrófono MI del altavoz SP debido al hecho de que se ha desplazado desde el altavoz SP hasta el micrófono MI. La deformación puede incluir ecos, retrasos, deformación de espectro de frecuencia etc.

Los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito de retroacción acústica se pueden determinar en el mismo lugar por retroacción de la salida el sustractor SU hacia el filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica. De esta manera, los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica se puede optimizar en el mismo lugar. El filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica se puede por lo tanto definir como un filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica activado.

En consecuencia, se entenderá que los filtros de respuesta de impulso finito mencionados en este texto, se pueden llamar también filtros de respuesta de impulso finito adaptativos. Obviamente, los filtros de respuesta de impulso finito también pueden ser no adaptativos. Los parámetros de retroacción del filtro de respuesta de impulso finito también se pueden predeterminar y ajustar durante la fabricación del dispositivo telefónico TD.

Los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica se puede ajustar cuando ningún sonido se debe transmitir a través de la interfaz de línea LIF (es decir cuando el usuario no está hablando), y la señal de micrófono TX comprende principalmente el componente recogido del altavoz TX_{altavoz}. De esta manera, la adaptación se congela cuando se detecta el discurso. Cuando no se presenta ningún discurso, los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica se pueden ajustar a través de la minimización de la salida del sustractor SU de retroacción acústica. Un detector de inactividad se puede proporcionar para determinar si el sonido que debe ser transmitido a través de la interfaz de línea LIF está presente o no.

Se entenderá que los detectores de inactividad o detectores de actividad de voz (VAD) son conocidos y se puede diseñar de muchas formas diferentes. Por ejemplo, el detector de actividad de voz puede calcular un promedio de tiempo largo (estimación del ruido de fondo) y un promedio de tiempo corto (estimación de voz activa) y éste compara los niveles de señales con algunos umbrales mínimos. Mediante el uso del promedio de tiempo corto y del promedio de tiempo largo, se puede determinar si el usuario está hablando o no en ese momento.

Otros detectores de actividad de voz VAD pueden hacer comparaciones en base a las “curvas de distribución estadística” (medida para la “similitud de discurso” de una señal) y otras características de estadísticas, como la dispersión, que es una medida para el carácter no-estacionario del discurso, es decir de las pausas cortas durante el discurso. Se considera que se conocen muchos detectores distintos de actividad de voz, por lo que éstos no se describen aquí más detalladamente.

Se considera que los parámetros a_i óptimos de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica dependen del trayecto acústico del altavoz SP al micrófono MI, y pueden ser influidos por la forma de la cabeza del usuario, la orientación del dispositivo telefónico TD con respecto a la cabeza del usuario, el lugar en el que se usa el dispositivo telefónico TD etc.

Cuando se usa el dispositivo telefónico TD, la señal de altavoz RX se transfiere al interior de una señal acústica por el altavoz SP oída por un usuario. En caso de que el usuario se encuentre en un ambiente con ruido de fondo, él o ella puede experimentar problemas para oír la señal acústica producida por el altavoz SP. En caso de que un usuario no pueda oír correctamente la señal acústica, él o ella puede aumentar el volumen del altavoz SP.

Según las formas de realización descritas aquí, se prevé una solución diferente para que la señal acústica sea más audible por el usuario mediante la adición de un componente $RX_{anti-ruido}$ a la señal de altavoz RX que elimina al menos algunos ruidos de fondo para el usuario. De esta manera, la señal de altavoz RX comprende ahora dos componentes:

$RX_{discurso}$) sonido que se transmite a través de la interfaz de línea LIF al dispositivo telefónico TD (por ejemplo discurso de otra parte de extremidad), y

$RX_{anti-ruido}$) sonido que representa la anti-fase del ruido de fondo presente cerca del altavoz SP que procede de una fuente de ruido de fondo a proximidad del usuario que debe ser eliminado.

ES 2 351 773 T3

La técnica se incluye al interior del dispositivo telefónico TD y se destina a eliminar el ruido de fondo localmente (sólo para una parte de paradiafonía). El usuario que está sosteniendo el dispositivo telefónico TD equipado con esta técnica oye menos ruido de fondo. En consecuencia, la proporción de señal/ruido percibida mejora a la salida del altavoz SP.

Para eliminar el ruido de fondo, el dispositivo telefónico TD necesita conocer ese ruido de fondo. Esto se realiza a través del micrófono MI que recibe este ruido de fondo.

El ruido de fondo es observado por el usuario en el lugar donde se encuentra el auricular del dispositivo telefónico TD, es decir cerca del altavoz SP (oreja apoyada contra el altavoz SP del dispositivo telefónico TD), mientras que el micrófono MI recibe el ruido de fondo en la posición del micrófono MI.

Por lo que la señal de micrófono TX no se puede sustraer simplemente de la señal de altavoz RX. El ruido de fondo puede ser diferente en la posición del altavoz SP con respecto a la posición del micrófono MI, ya que el micrófono MI se dispone normalmente en otra posición que la del altavoz SP, normalmente a una distancia de aproximadamente 5 - 15 cm. Esto hará que sea más difícil igualar con precisión al nivel, característica y fase del ruido del entorno en el lugar donde se encuentra el auricular.

Por consiguiente, según una forma de realización, la parte de la señal de micrófono TX se sustrae de la señal de altavoz RX por un sustractor SU1 de reducción de ruido después de ser procesado por un filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido, tal y como se representa esquemáticamente en la Fig. 3. El trabajo de los filtros de respuesta de impulso finito se describe más detalladamente más arriba en referencia a la Fig. 2.

La señal de salida $u(n)$ del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido en un tiempo n , es la suma ponderada de la señal de entrada $v(n)$ en un tiempo n y un número predeterminado de "antiguas" señales de entrada en tiempos $n-1$ a $n-S$, donde los parámetros de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido se definen por factores b_i de ponderación de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido de la suma ponderada y donde S determina la orden del filtro:

$$u(n) = \sum_{i=0}^{i=S} b_i v(n-i).$$

Los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción del ruido dependen de la situación real, ya que éstos representan el trayecto acústico del micrófono MI hacia el altavoz SP, que puede diferir de una situación a otra. Como la señal que se debe cancelar no está presente en la señal de altavoz RX, sino sólo en el entorno del altavoz SP, los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción del ruido no pueden ser formados por retroacción de la salida del sustractor SU1 de reducción de ruido y por ajuste de los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido para minimizar los resultados del sustractor SU1 de reducción de ruido.

Asimismo, para prever y eliminar el ruido de fondo a la salida del altavoz SP, se necesita una estimación del trayecto acústico del altavoz SP al micrófono MI, es decir que se necesita una estimación de los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido.

Esta estimación se puede obtener a partir del filtro de impulso finito FIR de retroacción acústica activado y presente en el dispositivo telefónico TD y descrito más detalladamente en referencia a la Fig. 2. Según una forma de realización, se considera que los parámetros b_i de reducción del ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción del ruido son iguales a los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de realimentación acústica activado:

$$a_i = b_i$$

El orden S del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción del ruido puede ser igual o inferior al orden R del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica: $S \leq R$. El filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido puede ser de un orden inferior para reducir costes.

El filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción del ruido procesa la señal de micrófono TX, comprendiendo el discurso y el ruido de fondo y sustrae la señal procesada de la señal de altavoz RX. Por medio de esta operación, se crea un anti-ruido por el altavoz SP para el ruido de fondo presente cerca del altavoz SP.

Los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido se adaptan de tal modo que el filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido reproduce el ruido de fondo susceptible de aparecer en el lugar donde se encuentra el altavoz SP. La salida del filtro de respuesta de impulso

ES 2 351 773 T3

finito FIR1 de reducción de ruido se sustrae de la señal de altavoz RX, generando el anti-ruido que puede neutralizar el ruido de fondo real.

Las formas de realización se basan en la idea de que una función de transferencia $H_{\text{micrófono-oreja}}$, que describe la transferencia de un sonido que se desplaza desde el micrófono hasta la oreja, es sustancialmente igual a o relacionada con una función de transferencia $H_{\text{altavoz-micrófono}}$, que describe la transferencia de sonido que se desplaza desde el altavoz SP al micrófono MI, cuando se sostiene el dispositivo telefónico TD cerca de la cabeza.

Se tendrá en cuenta que los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido pueden ser determinados del mismo modo que los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica activado, pero que se pueden concebir muchas alternativas, por ejemplo una alternativa en la que los parámetros son inversos:

$$b_i = \frac{1}{a_i}.$$

De hecho, se pueden concebir alternativas. En general se entenderá que las formas de realización descritas se basan en la idea de que una función de desplazamiento $H_{\text{micrófono-oreja}}$, que describe la transferencia del sonido que se desplaza desde el micrófono hacia la oreja, se relaciona sustancialmente con una función de transferencia $H_{\text{altavoz-micrófono}}$, que describe la transferencia del sonido que se desplaza desde el altavoz SP hacia el micrófono MI, cuando el dispositivo telefónico TD se sostiene cerca de la cabeza. De esta manera, los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido son una función de los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica activado:

$$b_i = f(a_i),$$

donde $f(a_i)$ puede por ejemplo ser $f(a_i) = a_i$ o $f(a_i) = (1/a_i)$.

En situaciones en las que hay ruido de fondo, el usuario puede ajustar automáticamente el volumen del altavoz SP a un nivel alto. Se entenderá que los mejores resultados se obtienen cuando el altavoz SP responde en un modo lineal a ajustes del nivel de volumen.

La forma de realización mostrada en la Fig. 3 se muestra más detalladamente en la Fig. 4, donde se añaden las señales soportadas por las distintas conexiones. El término $\text{echo}(X)$ se utiliza para indicar que una señal X se está transformando debido al desplazamiento de un trayecto acústico por ejemplo desde el micrófono MI al altavoz SP y se usa también para indicar que la señal X ha sido procesada por un filtro de respuesta de impulso limitado, destinada a representar el mismo trayecto acústico.

En la parte inferior izquierda de la figura 4 se representan dos fuentes de sonido, de producción de ruido de fondo TX_{ruido} y de discurso $\text{TX}_{\text{discurso}}$ del usuario presente cerca del micrófono MI. Este mismo sonido también está presente cerca del altavoz SP en una forma transformada debido al trayecto acústico del micrófono MI al altavoz SP. Una vez que este sonido se ha desplazado hasta el altavoz SP, se designa por $\text{eco}(\text{TX}_{\text{ruido}} + \text{TX}_{\text{discurso}})$.

El micrófono MI recoge el ruido de fondo TX_{ruido} y el discurso $\text{TX}_{\text{discurso}}$ del usuario. El micrófono MI recoge también parte del sonido generado por el altavoz SP: $\text{eco}(\text{RX} - \text{eco}(\text{TX}_{\text{discurso}} + \text{TX}_{\text{ruido}}))$. Este término se explicará más detalladamente a continuación.

De esta manera, la señal de micrófono TX detectada por el micrófono es igual al $\text{TX}_{\text{discurso}} + \text{TX}_{\text{ruido}} + \text{eco}(\text{RX} - \text{eco}(\text{TX}_{\text{discurso}} + \text{TX}_{\text{ruido}}))$ e inyectada en el sustractor SU de retroacción acústica. Como se explicará también a continuación, el sustractor SU de retroacción acústica sustrae una señal de la señal de micrófono para eliminar la retroacción acústica del altavoz SP al micrófono MI. El suscriptor SU de retroacción acústica sustrae un término igual al $\text{eco}(\text{RX} - \text{eco}(\text{TX}_{\text{discurso}} + \text{TX}_{\text{ruido}}))$. Este término se explicará también más detalladamente a continuación.

La salida del sustractor SU de retracción acústica es en consecuencia un $\text{TX}_{\text{discurso}} + \text{TX}_{\text{ruido}}$ que se transmite por el dispositivo telefónico TD a través de la interfaz de línea LIF (no mostrada), y que se introduce también en el filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido. El filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido representa el trayecto acústico del micrófono MI al altavoz SP y por lo tanto emite una señal igual al $\text{eco}(\text{TX}_{\text{discurso}} + \text{TX}_{\text{ruido}})$.

La salida del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido ($\text{eco}(\text{TX}_{\text{discurso}} + \text{TX}_{\text{ruido}})$) es sustraída por el sustractor SU1 de reducción de ruido desde la señal de altavoz RX recibida por el dispositivo telefónico TD, produciendo una señal igual a: $\text{RX} - \text{eco}(\text{TX}_{\text{discurso}} + \text{TX}_{\text{ruido}})$, que es parcialmente inyectada en el altavoz SP y el filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica.

ES 2 351 773 T3

En base a lo que se ha mencionado anteriormente, se puede observar que el filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica recibe $RX - \text{eco}(TX_{\text{discurso}} + TX_{\text{ruido}})$ en forma de entrada. Se supone que el filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica debe tener en cuenta el trayecto acústico del altavoz SP al micrófono MI y por lo tanto emitir una señal igual al $\text{eco}(RX - \text{eco}(TX_{\text{discurso}} + TX_{\text{ruido}}))$, que se inyecta en el sustractor SU de retracción acústica, como se indicó anteriormente.

El altavoz SP recibe también un $RX - \text{eco}(TX_{\text{discurso}} + TX_{\text{ruido}})$ en forma de entrada y genera un sonido acústico basado en esta señal. Este clarifica el origen del término $\text{eco}(RX - \text{eco}(TX_{\text{discurso}} + TX_{\text{ruido}}))$ detectado por el micrófono MI, mencionado anteriormente.

Como se ha explicado ya previamente, el ruido de fondo TX_{ruido} y el discurso TX_{discurso} presentes cerca del micrófono MI llegan al altavoz SP en forma de $\text{eco}(TX_{\text{discurso}} + TX_{\text{ruido}})$. La señal de sonido obtenida será por lo tanto igual a $\text{eco}(RX - \text{eco}(TX_{\text{discurso}} + TX_{\text{ruido}})) + \text{eco}(TX_{\text{discurso}} + TX_{\text{ruido}}) = RX$.

En base a la Fig. 4 y a la explicación anterior, se entenderá que el ruido de fondo presente cerca del altavoz SP (y de la oreja del usuario) es al menos parcialmente eliminado por las formas de realización descritas. También se elimina una parte del sonido del discurso generado por el usuario. No obstante, esto no influye en la inteligibilidad, o también puede ser compensado con un generador de tonos lateral estándar.

En las formas de realización anteriores se considera que el filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica está activado, en base al hecho de que el micrófono MI detecta al menos una parte del sonido emitido por el altavoz SP. Como las formas de realización descritas anteriormente funcionan cuando no se usa el dispositivo telefónico en forma de teléfono con altavoz, se considera que el micrófono MI detecta también el sonido generado por el altavoz SP incluso cuando no se utiliza el dispositivo telefónico TD en forma de teléfono con altavoz. Además, en una situación en la que hay ruido de fondo, un usuario puede inclinarse para aumentar el nivel del volumen del altavoz SP. La activación del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica puede realizarse durante un periodo de activación determinado. Este periodo de activación puede realizarse al principio de una llamada telefónica y por ejemplo puede tardar unos segundos. El periodo de activación también se puede repetir en intervalos regulares (por ejemplo en presencia de un discurso RX).

Según una forma de realización, durante el periodo de activación, el volumen del altavoz SP se puede ajustar a un nivel de activación para permitir la activación del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica. A través del aumento del volumen del altavoz SP, el micrófono MI detecta de forma segura una parte del sonido emitido por el altavoz SP.

Según otra forma de realización se puede utilizar una señal de activación que se emite a través del altavoz SP. Esta señal de activación puede ser relativamente corta (por ejemplo de 1 o 2 segundos) y puede ser por ejemplo un señal de ruido blanco o un señal de ruido de color. La señal de activación se puede emitir con un volumen relativamente alto. Se puede escoger el volumen de tal señal de activación de modo que no se produzca ningún recorte de voz. El volumen de tal señal de activación s depende del altavoz.

Una señal de ruido blanco es una señal aleatoria de cada frecuencia en la banda de frecuencia determinada, por ejemplo el espectro de audio, donde todo presenta un promedio de nivel de potencia uniforme. El filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica se puede activar durante la señal de activación, es decir que los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica (y asimismo los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido) se pueden determinar y ajustar durante la señal de activación.

Otras observaciones

No se reivindica aquí el hecho de que las formas de realización provistas anulen todos los ruidos de fondo, pero se entenderá que las formas de realización eliminarán al menos un poco del ruido de fondo se obtendrá así una mejora con respecto a la técnica anterior. La eliminación de sólo una parte del ruido de fondo será mejor que ninguna eliminación.

En base a lo mencionado anteriormente se entiende que el filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido sólo podrá eliminar el ruido de fondo que llega al micrófono MI antes de llegar al altavoz SP. No obstante, en la práctica esto coincide sustancialmente con el ruido de fondo en la línea visual del usuario. Puede ser el caso particularmente en situaciones en las que el dispositivo telefónico TD incluye auriculares (auriculares con cable o auriculares Bluetooth o auriculares DECT).

Por consiguiente según una forma de realización, el ruido de fondo procedente de una dirección que coincide sustancialmente con una línea visual definida por una línea que va del altavoz SP al micrófono MI se elimina o se reduce en el altavoz.

En esta situación la relación entre $H_{\text{micrófono-oreja}}$ y $H_{\text{altavoz-micrófono}}$, o en otras palabras, la relación entre los parámetros b_i de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido y los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retroacción acústica activado tal y como se ha descrito anteriormente será todavía más precisa. Además, el oído humano es más sensible en la dirección de línea visual

ES 2 351 773 T3

de la cabeza humana, la cual coincide sustancialmente con la línea visual tal y como se ha definido anteriormente. Se elimina así el ruido de fondo producido en una dirección en la que el oído humano es más sensible. Además, también se elimina el ruido de fondo que se refleja a través de un objeto y que se acerca al usuario después de la reflectancia a la largo de la línea visual.

5 También se debe tener en cuenta de que el ruido de fondo se detecta a través del micrófono que tiene sus propias características (función de desplazamiento, directividad) y la salida del filtro de respuesta de impulso finito FIR1 de reducción de ruido después de ser sustraída de la señal de altavoz RX por el sustractor SU1 de reducción de ruido es emitida a través del altavoz SP, que posee también sus propias características (función de transferencia). No obstante, estas características ya han sido tomadas en cuenta por los parámetros a_i de retroacción acústica, ya que el micrófono MI y el altavoz SP se incluyen también en el bucle del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica. Así, el filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica tiene en cuenta las características del micrófono MI y del altavoz SP.

15 Por ejemplo, el micrófono MI puede tener su propia función de desplazamiento y una directividad que puede influir en los parámetros a_i de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito FIR de retracción acústica activado.

20 En consecuencia, las características del micrófono y del altavoz se tienen en cuenta también con respecto a los factores de ponderación (b_i) del filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido.

Por otra parte, se ha anteriormente descrito que en general b_i puede ser una función de a_i :

$$25 \quad b_i = f(a_i),$$

No obstante, según una forma de realización, se puede aplicar la restricción siguiente: $f(a_i = 0) = b_i = 0$. De hecho, esta restricción también puede se puede aplicar cuando a_i es relativamente próximo a cero. Esto puede ser especialmente una restricción útil donde $b_i = 1/a_i$.

Como se ha descrito anteriormente, se puede aplicar la relación siguiente entre a_i y b_i :

$$35 \quad b_i = \frac{1}{a_i}.$$

40 O bien, como se ha determinado más generalmente, donde los parámetros (b_i) de reducción de ruido del filtro de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido son proporcionalmente opuestos a los parámetros de retracción acústica (a_i) del filtro de impulso finito (FIR) de retracción acústica:

$$45 \quad b_i \propto \frac{1}{a_i},$$

tal como por ejemplo:

$$50 \quad b_i = \frac{C1}{a_i} + C2,$$

55 donde C1 y C2 son constantes.

60 El resultado de las formas de realización es que se puede generar un eco del discurso local. Para la telefonía esto puede ser un efecto secundario deseado, ya que los usuarios pueden sentirse cómodos oyéndose a sí-mismos por el altavoz. También se conoce este efecto como tono lateral.

65 Las descripciones anteriores se destinan a ser ilustrativas, no limitativas. De esta manera, será evidente para un experto en la técnica que unas modificaciones se pueden aplicar a la invención tal como se describe sin salir del ámbito de las reivindicaciones y de sus equivalentes técnicos descritos a continuación.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citada por el solicitante ha sido recopilada exclusivamente para la información del lector. No forma parte del documento de patente europea. La misma ha sido confeccionada con la mayor diligencia; la OEP sin embargo no asume responsabilidad alguna por eventuales errores u omisiones.

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 0903726 B1 [0011]

- US 6381224 B1 [0012]

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo telefónico (TD), comprendiendo una unidad de procesamiento (PU) dispuesta para recibir una señal de micrófono (TX) desde un micrófono (MI) y una señal de altavoz (RX) desde una interfaz de línea (LIF), donde

la unidad de procesamiento (PU) comprende un filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica y un sustractor (SU) de retracción acústica, el filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica siendo definido por una pluralidad de parámetros (a_i) de retracción acústica

10 y donde la salida del filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica se sustrae de la señal de micrófono (TX) por el sustractor (SU) de retracción acústica para eliminar la retracción acústica que va de un altavoz (SP) al micrófono (MI),

15 **caracterizado** por el hecho de que la unidad de procesamiento (PU) comprende un filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido y un sustractor (SU1) de reducción de ruido, el filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido siendo definido por una pluralidad de parámetros (b_i) de reducción de ruido,

20 donde la unidad de procesamiento (PU) está dispuesta para transmitir la salida del sustractor (SU) de retracción acústica al filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido, y

donde la salida del filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido se sustrae de la señal de altavoz (RX) recibida de la interfaz de línea (LIF) por el sustractor (SU1) de reducción de ruido para eliminar el ruido de fondo presente en el altavoz (SP), y

25 donde la unidad de procesamiento (PU) se dispone también para transmitir la salida del sustractor (SU1) de reducción de ruido al altavoz (SP) y al filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica, y donde

30 los parámetros (b_i) de reducción de ruido del filtro de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido son una función de los parámetros (a_i) de retracción acústica del filtro de impulso finito (FIR) de retracción acústica;

$$b_i = f(a_i) .$$

35 2. Dispositivo telefónico (TD) según la reivindicación 1, en el que la salida $u(n)$ del filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido en un tiempo n , es la suma ponderada de la señal de entrada $v(n)$ del filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido en el tiempo n y un número predeterminado de señales de entrada previas a los tiempos $n-1$ a $n-S$, donde los parámetros de reducción de ruido del filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido se definen por factores de ponderación (b_i) del filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido de la suma ponderada y donde S determina el orden del filtro:

$$45 \quad u(n) = \sum_{i=0}^{i=S} b_i v(n-i).$$

50 3. Dispositivo telefónico (TD) según la reivindicación 2, en el que la salida $y(n)$ del filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica en un tiempo n , es la suma ponderada de la señal de entrada $x(n)$ del filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica en el tiempo n y un número predeterminado de señales de entrada previas a los tiempos $n-1$ a $n-R$, donde los parámetros de retroacción acústica del filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica se definen por factores de ponderación (a_i) del filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica de la suma ponderada y donde R determina el orden del filtro:

$$55 \quad y(n) = \sum_{i=0}^{i=R} a_i x(n-i).$$

60 4. Dispositivo telefónico (TD) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde una parte de la salida del sustractor (SU) de retracción acústica se reinyecta en el filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica para ajustar los parámetros (a_i) de retroacción acústica del de filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica.

65 5. Dispositivo telefónico (TD) según la reivindicación 4, donde la unidad de procesamiento (PU) se dispone para ajustar los parámetros (a_i) de retroacción acústicos del filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica durante un periodo de activación.

ES 2 351 773 T3

6. Dispositivo telefónico (TD) según la reivindicación 5, en el que la unidad de procesamiento (PU) se dispone para transmitir una señal de activación al altavoz (SP) durante el periodo de activación.

5 7. Dispositivo telefónico (TD) según la reivindicación 6, en el que la señal de activación es un señal de ruido blanco.

8. Dispositivo telefónico (TD) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la unidad de procesamiento (PU) se dispone para ajustar un volumen del altavoz (SP) en un nivel de activación durante el periodo de activación.

10 9. Dispositivo telefónico (TD) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la función $f(a_i)$ es una función de $f(a_i) = a_i$ o $f(a_i) = (1/a_i)$.

15 10. Dispositivo telefónico (TD) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde el orden S del filtro de respuesta de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido es igual o inferior al orden R del filtro de respuesta de impulso finito (FIR) de retracción acústica: $S \leq R$.

20 11. Dispositivo telefónico (TD) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde el ruido de fondo es sustancialmente eliminado de una dirección que coincide sustancialmente con una línea visual definida por una línea que va del altavoz SP al micrófono MI.

25 12. Dispositivo telefónico (TD) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde los parámetros (b_i) de reducción de ruido del filtro de impulso finito (FIR1) de reducción de ruido son proporcionalmente lo contrario de los parámetros (a_i) de retracción acústica del filtro de impulso finito (FIR) de retracción acústica:

$$b_i \propto \frac{1}{a_i},$$

30 13. Dispositivo telefónico (TD) según la reivindicación 12, donde:

$$b_i = \frac{C1}{a_i} + C2,$$

35

donde C1 y C2 son constantes.

40

45

50

55

60

65

Fig 1

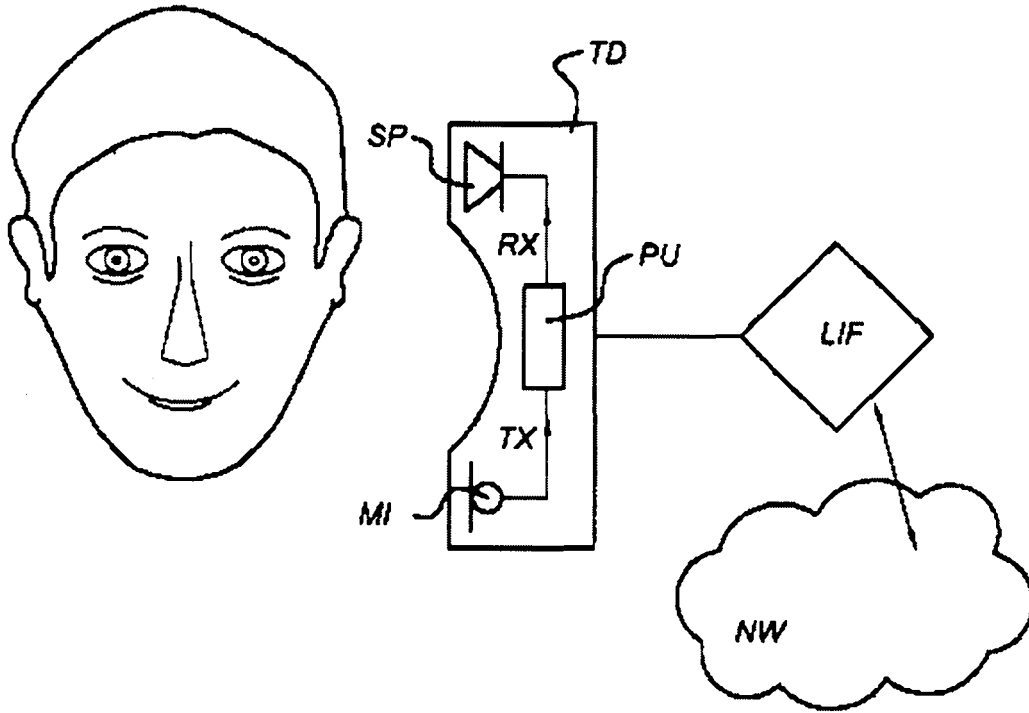


Fig 2

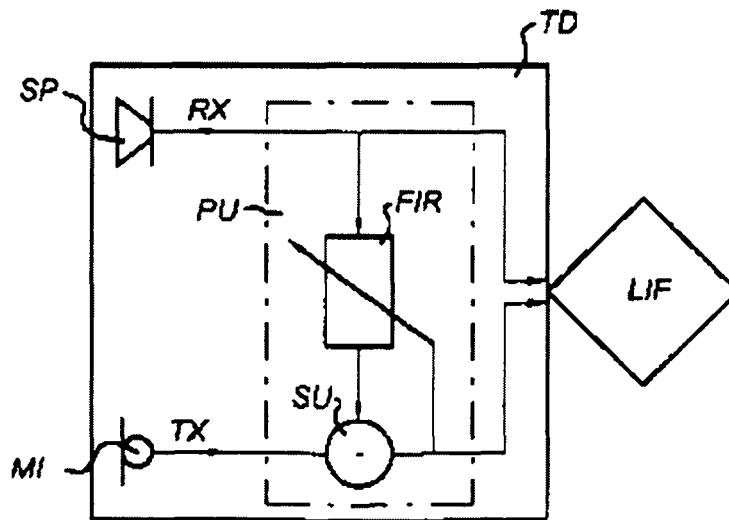


Fig 3

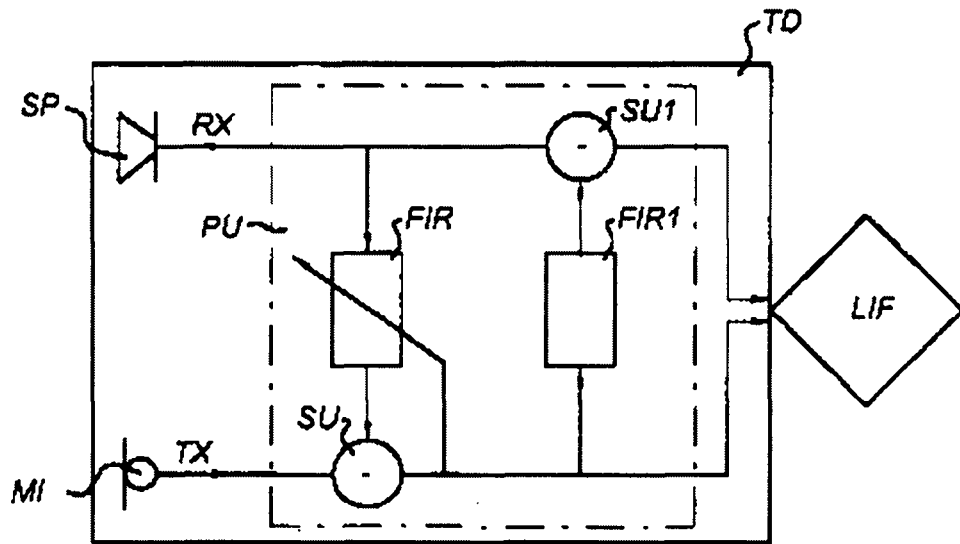


Fig 4

