

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 597**

51 Int. Cl.:

**H04M 9/08** (2006.01)

**H04B 3/23** (2006.01)

**H04M 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2007 E 07852192 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2012 EP 2215820**

54 Título: **Un método y una disposición para cancelación de eco de señales de voz**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.03.2013**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)**  
**(100.0%)**  
**164 83 Stockholm , SE**

72 Inventor/es:

**ERIKSSON, ANDERS y**  
**ÅHGREN, PER**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 398 597 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

Un método y una disposición para cancelación de eco de señales de voz

## Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a cancelación de eco en comunicaciones de voz transferidas digitalmente, en las que dos o más terminales están en comunicación. En particular, la presente invención puede ser usada cuando dos partes están comunicando por habla a través de teléfonos móviles.

## Antecedentes

10 En un sistema de comunicación de voz digital, el habla es transferida entre terminales de una parte que habla y una parte que escucha por un enlace de comunicaciones. En la presente descripción, los terminales móviles están comunicando entre sí en un sistema de comunicaciones móviles. Sin embargo, los terminales pueden ser cualquier tipo de terminales para comunicación de habla transferida digitalmente con un micrófono y un altavoz. Además, el sistema de comunicación de voz puede ser cualquier tipo de sistema en el que dos o más partes estén comunicando su habla, mediante transferencia digital de señales de voz codificadas, por ejemplo un sistema de telefonía alámbrica o inalámbrica, un sistema de telefonía por conferencia, un sistema de teléfono de entrada en un edificio, radiotelefonos, etc.

15 Con referencia a la Figura 1a, dos personas **100** y **108** que están hablando entre sí, utilizan terminales **102** y **106**, respectivamente, transmitiendo señales de habla digitalmente a través de un enlace de comunicaciones **104**. Cada terminal tiene un micrófono y un altavoz. Cuando la persona **100** está hablando por el micrófono del terminal **102**, su habla es transferida a través del enlace de comunicaciones **104**, y es emitida desde el altavoz del terminal **106**. El habla emitida desde el altavoz es recogida por el micrófono del terminal **106**, junto con el habla de la persona **108**, dando como resultado una señal combinada respecto al terminal **102** opuesto. Esta señal combinada es transferida a través del enlace de comunicaciones **104** hasta el terminal **102**, donde la persona **100** la oye en su altavoz.

20 En este proceso, el habla captada por el micrófono del terminal **102** es convertida en señales digitales en el terminal **102**, y a continuación es convertida de nuevo en señales analógicas en el terminal **106**, antes de ser emitida como habla por el altavoz del terminal **106**. De manera correspondiente, el habla captada por el micrófono del terminal **106** es convertida en señales digitales en el terminal **106**, las cuales son convertidas de nuevo en señales analógicas en el terminal **102**, antes de ser emitidas como habla por el altavoz del terminal **102**.

25 Durante la transferencia desde el micrófono del terminal **102** hasta el altavoz del terminal **106** el habla es retardada, debido a procesamiento de las señales digitales en ambos terminales **102** y **106**, y en cualesquiera enrutadores intermedios, puertas de acceso, etc., presentes en el enlace de comunicaciones **104**, así como debido al retardo de la trayectoria de propagación. Tales procesos son, por ejemplo, la conversión analógica-digital o la digital-analógica (A/D y D/A, respectivamente), codificación de habla, almacenamiento intermedio de habla, o cualesquiera otros procesos digitales asociados con la comunicación del habla. Las señales de voz reproducidas desde el altavoz del terminal **102**, son retardadas debido a la conversión, procesamiento y propagación que se han descrito en lo que antecede. La Figura 1b muestra cómo el retardo total  $D_{Total}$  del habla entrante en el micrófono del terminal **102** hasta que es emitida por el altavoz del terminal **102** incluye básicamente las seis partes siguientes, indicadas también en la Figura 1a:  $D_1$ , que resulta de la conversión A/D y procesamiento de señal en el terminal **102**;  $D_2$ , que procede del procesamiento de la señal y del retardo de la trayectoria de propagación por el enlace de comunicaciones **104**;  $D_3$ , que procede de la conversión D/A y procesamiento de señal en el terminal **106**;  $D_4$ , que resulta de la propagación del habla desde el altavoz del terminal **106** hasta el micrófono del terminal **106**;  $D_5$ , que procede de la conversión A/D y procesamiento de señal en el terminal **106**;  $D_6$ , que procede del procesamiento de señal y del retardo de la trayectoria de propagación por el enlace de comunicaciones **104**; y  $D_7$ , que procede de la conversión D/A y procesamiento de señal en el terminal **102**. Como resultado, la persona **100** que utiliza el terminal **102**, oye su propia habla a modo de un eco retardado, que es percibido naturalmente como una perturbación. Típicamente, el retardo  $D_{Total}$  del eco percibido está comprendido en la gama de 30-500 ms.

Para reducir ecos en un sistema de comunicación de voz digital, se aplican en general dos métodos en la actualidad, conocidos como supresión de eco y cancelación de eco a base de filtrado lineal.

## Supresores de eco

30 Un supresor de eco se utiliza típicamente en terminales móviles tales como los terminales **102** y **106**, bloqueando temporalmente las frecuencias de las señales de salida hacia el enlace de comunicaciones **104** cuando se detecta que hay ecos presentes. Un supresor de eco común es el Procesador No Lineal, NLP. Para determinar cuándo hay ecos presentes y a qué frecuencias, el NLP del terminal **106** recibe información acerca de las frecuencias de las señales entrantes por el enlace de comunicaciones **104**. También recibe información acerca de las frecuencias de las señales de micrófono del terminal **106**. Un terminal (por ejemplo, **102** y **106**) determina si actualmente es la parte que envía el habla o la que recibe el habla. Si un terminal **106** determina que es la parte receptora del habla, bloquea temporalmente frecuencias, que sean las mismas en las señales de micrófono del terminal **106** y en las señales entrantes por el enlace de comunicaciones **104**, para evitar que sean transmitidas por el enlace de

comunicaciones **104** hasta el terminal **102** opuesto. De forma similar, si un terminal **102** determina que es el receptor, bloquea temporalmente frecuencias, que sean las mismas en las señales de micrófono del terminal **102** y en las señales entrantes por el enlace de comunicaciones **104**, para que no sean transmitidas por el enlace de comunicaciones **104** hasta el terminal **106** opuesto.

- 5 Alternativamente, el NLP de los terminales puede estar diseñado para detectar cuándo el eco llega a dominar el habla del usuario del terminal, y bloquear esas frecuencias.

Una ventaja del supresor de eco consiste en que la mayor parte de lo que no sea eco se mantiene para las frecuencias bloqueadas. Sin embargo, existen algunos inconvenientes: las frecuencias del sonido de fondo son bloqueadas temporalmente, dando como resultado una pérdida de naturalidad. En doble conversación, cuando dos personas están hablando simultáneamente, las frecuencias del habla de una de las partes son bloqueadas temporalmente, lo que afecta también al habla emitida por la otra parte.

Canceladores de eco basados en filtrado lineal

Típicamente, un cancelador de eco basado en filtrado lineal se utiliza también en terminales móviles tales como los terminales **102** y **106**. Así, el cancelador de eco basado en filtrado lineal del terminal **106** estima la parte de la señal de micrófono del terminal **106**, resultante del habla de la persona **100**, que es emitida por el altavoz del terminal **106**, y la sustrae de las señales que van a ser transmitidas de nuevo al terminal **102**. Para estimar el eco del habla, se utiliza un filtro digital. Una ventaja de los canceladores de eco basados en filtrado lineal consiste en que conservan la naturalidad del habla, puesto que no bloquean frecuencias del sonido de fondo o de la otra parte hablante. Sin embargo, los canceladores de eco basados en filtrado lineal tienen también algunos inconvenientes: Éstos pueden dejar un eco restante considerable debido a que el filtro digital no modela por completo el eco, y requiere una gran cantidad de capacidad de procesamiento para conseguir una reducción suficiente del eco.

Para proporcionar una estimación de la capacidad de procesamiento requerida, se proporciona un ejemplo en lo que sigue:

La tasa de cálculo  $C$  es el producto de una frecuencia de muestreo  $f$  y una longitud de filtro  $l$ , es decir,  $C = f \times l$ , donde la longitud de filtro  $l$  es el producto de la frecuencia de muestreo  $f$  y el retardo de eco  $t$ ,  $l = f \times t$ . En otras palabras,  $C = f^2 \times t$ . Para un  $t$  de eco de 100 ms y una frecuencia de muestreo  $f$  de 8 kHz, la tasa de cálculo  $C$  es  $8000^2 \text{ Hz} \times 0,1 \text{ s} = 6,4 \text{ millones}$  de operaciones por segundo (MOPS). Para 16 kHz, se necesitarán 25,6 MOPS. Para 32 kHz, 102,4 MOPS, y para 48 kHz se requieren 230,4 MOPS.

Combinaciones

Los supresores de eco y los canceladores de eco basados en filtrado lineal están así asociados a algunos inconvenientes, por lo que las combinaciones que utilizan ambas técnicas son las más utilizadas, diseñadas para combinar las ventajas y evitar los inconvenientes. En lo que sigue, el término "cancelador de eco" se refiere a cualquier combinación de canceladores de eco basados en filtrado lineal con, o sin, supresores de eco.

Con referencia a la Figura 2, se va a describir ahora brevemente un ejemplo de diseño típico de un cancelador de eco. El cancelador de eco está dispuesto en un terminal **200** utilizado por una persona **210** durante una llamada de voz con un terminal opuesto (no mostrado). Las señales entrantes por el enlace de comunicaciones **202** son convertidas en señales de voz analógicas por el convertidor D/A **204**, las cuales son emitidas por el altavoz **206** del terminal **200**. El micrófono **212** del terminal **200** recibe de ese modo tanto el habla de la persona **210** como el habla del terminal opuesto, emitida desde el altavoz **206** y afectada por el entorno **208** del terminal **200**. Un convertidor A/D **214** toma como entrada las señales procedentes del micrófono **212**, y presenta a la salida señales digitales, que representan las señales del micrófono, a un sustractor **218**.

El cancelador de eco incluye también un filtro **216** digital adaptativo, que recibe las señales entrantes desde el enlace de comunicaciones **202** procedentes del terminal opuesto, y el filtro **216** recibe también las señales de salida del sustractor **218**, y produce señales de salida. Las señales de salida procedentes del cancelador de eco son alimentadas como señales de entrada al sustractor **218**. Las señales de salida del filtro **216** son sustraídas a continuación de la señal convertida A/D en el sustractor **218**. De ese modo, las señales de salida procedentes del sustractor **218** representan la diferencia entre las señales de micrófono convertidas A/D y las señales de salida procedentes del filtro **216**. Los coeficientes de filtro del filtro **216** son determinados (adaptados) dinámicamente en base a las señales de micrófono convertidas A/D del terminal **200**, es decir los coeficientes de filtro son actualizados de manera continua. La actualización continua es necesaria debido a que el entorno **208** del terminal **200** cambia. El filtro **216** procesa las señales recibidas por el enlace de comunicaciones **202**. De ese modo, las señales de salida procedentes del filtro **216** representan una estimación de la parte de las señales de salida procedentes del convertidor A/D **214** que se originan a partir del altavoz **206** del terminal **200**. Estas señales estimadas serán sustraídas, por el sustractor **218**, de las señales de salida procedentes del convertidor A/D **214** para conseguir una cancelación de eco adecuada. Las señales de salida procedentes del sustractor **218** son finalmente procesadas por un Procesador No Lineal (NLP) **220** para suprimir cualesquiera ecos restantes, antes de ser transferidas al terminal opuesto (no mostrado).

Con referencia a la Figura 3, se va a describir otro diseño conocido de cancelador de eco. Este cancelador de eco está dispuesto en un terminal **300** operado por una persona **310**. Básicamente, las señales por el enlace de comunicaciones entrante **302** son divididas en una pluralidad de bandas de frecuencia que son procesadas individualmente antes de ser combinadas entre sí en una señal compuesta.

5 Tanto las señales presentes en el enlace de comunicaciones **302** como las señales procedentes del micrófono **312** son divididas en una pluralidad de bandas de frecuencia **1, 2, ..., N** por medio de un número de filtros **304 a, b, ..., n** y **314 a, b, ..., n**, respectivamente. Antes de que las señales del enlace de comunicaciones **302** sean emitidas por el altavoz, son convertidas mediante un convertidor D/A (no mostrado) en señales de habla analógica, y después de que los sonidos emitidos hayan sido recibidos por el micrófono **312** son convertidos mediante un convertidor A/D (no representado). El habla emitida por el altavoz **306** es oída por la persona **310**, y también es captada, afectada por el entorno **308** del terminal **300**, por el micrófono **312**.

10 Para cada banda filtrada por los pares de filtros respectivos **304a/314a, 304b/314b, ..., 304n/314n**, una unidad **316** de control de eco realiza la cancelación de eco, según se ha descrito en lo que antecede, sobre la banda respectiva. Cada banda de frecuencia es filtrada a continuación por un filtro **318 a, b, ..., n** respectivo, y el eco es suprimido por el NLP **320** de la manera que se ha descrito anteriormente. Finalmente, las bandas de frecuencia filtradas y suprimidas de eco, son combinadas en una señal compuesta en el NLP **320**, antes de ser transferidas al terminal opuesto (no representado).

15 Una ventaja del cancelador de eco descrito consiste en que la capacidad de procesamiento requerida se reducirá, puesto que la tasa de muestreo puede reducirse cuando las señales que van a ser canceladas de eco se dividen en bandas de frecuencia separadas. Puesto que la tasa de muestra se reduce, la capacidad de procesamiento requerida disminuye con el cuadrado de la reducción de la tasa de muestra. El ejemplo que sigue mostrará cómo se reduce la tasa de cálculo C para el cancelador de eco descrito en lo que antecede:

20 Según se ha descrito anteriormente, la fórmula para la tasa de cálculo se ha definido como  $C = f^2 \times l$ . Para una frecuencia de muestreo  $f = 20$  kHz y un retardo de eco  $l = 100$  ms, la tasa de cálculo C es  $20000^2$  Hz x 0,1 s = 40 MOPS. Si las señales son en cambio divididas en 4 bandas de frecuencia separadas, teniendo cada una de ellas una frecuencia de muestreo de 5 kHz, la tasa de cálculo para cada banda de frecuencia C es  $5000^2$  Hz x 0,1 s = 2,5 MOPS. Para las 4 bandas de frecuencia, la tasa de cálculo total  $C_{tot}$  es entonces  $4 \times 2,5$  MOPS = 10,0 MOPS. De ese modo, dividiendo las señales que van a ser canceladas de eco en 4 bandas, se reduce la tasa de cálculo desde 40 MOPS hasta 10 MOPS, es decir, la tasa de cálculo total se reduce en un factor de 4.

25 Otra ventaja del cancelador de eco consiste en que se pueden usar diferentes canceladores de eco basados en filtrado lineal para las bandas respectivas. Si, por ejemplo, la mayor parte del eco está presente en la gama de frecuencia más baja, y menos en la gama de frecuencia más alta, entonces se puede usar un cancelador de eco complejo, que dé como resultado un eco restante pequeño, para la gama de frecuencia más baja, y se puede usar uno menos complejo para la gama de frecuencia más alta. Sin embargo, un inconveniente del cancelador de eco descrito consiste en que el proceso de combinación de las bandas en una señal compuesta aceptables es relativamente complejo.

30 Por ello, existen ciertos problemas asociados a las soluciones existentes mencionadas con anterioridad. Incluso con una combinación de supresores de eco y canceladores de eco basados en filtrado lineal resulta un problema, considerando la capacidad de procesamiento limitada del terminal, diseñar un aparato que produzca un eco restante a partir de los canceladores de eco basados en filtrado lineal que sea suficientemente pequeño como para ser suprimido por los supresores de eco, sin perder la naturalidad de las señales de habla resultantes.

35 La técnica relacionada se encuentra descrita, por ejemplo, en el documento GB A 2342549, que describe cancelación de eco con los retardos eliminados, comprendiendo la cancelación de eco un muestreo descendente de la señal de eco digital y de una señal de referencia, así como muestreo ascendente y recombinación para crear una señal reconstruida, que se sustrae de la señal de eco digital.

Otro problema consiste en que, en situaciones con un cancelador de eco de banda dividida, el diseño de la función sumaria para las bandas es muy complejo. Esto se debe, por ejemplo, al hecho de que las características de filtro para las bandas no son ideales en la práctica, y a que se utiliza una pluralidad de unidades de control de eco diferentes para las bandas respectivas.

## 50 Sumario

Un objeto de la presente invención consiste en direccionar al menos algunos de los problemas expuestos en lo que antecede. Además, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar una solución para permitir una cancelación efectiva de ecos en un terminal de comunicaciones, que requiera una cantidad reducida de capacidad de procesamiento, durante comunicaciones de voz por un enlace de comunicaciones.

55 Estos y otros objetos pueden ser obtenidos mediante un método y un aparato conforme a las reivindicaciones independientes anexas.

De acuerdo con un aspecto, se proporciona un método para cancelar ecos en un terminal de comunicaciones durante una llamada de voz con una parte interesada opuesta. El terminal de comunicaciones comprende un altavoz, un micrófono, y una unidad de cancelación de eco. Cuando se cancelan ecos, la unidad de cancelación de eco recibe señales de habla desde la parte interesada opuesta y señales de habla desde el micrófono. Las señales de micrófono son alimentadas a una primera y una segunda ramificaciones, donde en la primera ramificación se produce una primera estimación de la información de eco de las señales de micrófono, en base a las señales de habla recibidas desde la parte interesada opuesta y las señales de micrófono recibidas. Finalmente la estimación es sustraída de las señales alimentadas a la segunda ramificación, dando como resultado una señal de habla cancelada de eco para ser transmitida hasta la parte interesada opuesta. Cuando se produce la primera estimación, las señales de micrófono recibidas en la primera ramificación son sometidas a muestreo descendente con un factor  $i$  de muestreo descendente, y las señales de habla recibidas desde la parte interesada opuesta son sometidas a muestreo descendente con el mismo factor  $i$  de muestreo descendente. Las señales de habla muestreadas descendentes procedentes de la parte interesada opuesta, son filtradas por medio de un filtro digital, dando como resultado una segunda estimación. La segunda estimación es sometida a continuación a muestreo ascendente con un factor  $i$  de muestreo ascendente, que es igual al factor  $i$  de muestreo descendente, que forma la primera estimación.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona una disposición en un terminal de comunicaciones para cancelar ecos durante una llamada de voz con una parte interesada opuesta. El terminal de comunicaciones comprende un altavoz, un micrófono, y una unidad de cancelación de eco. La unidad de cancelación de eco está adaptada para recibir señales de habla desde la parte interesada opuesta y señales de habla desde el micrófono. La unidad de cancelación de eco comprende una primera y una segunda ramificaciones, en las que la primera ramificación está adaptada para recibir las señales de micrófono y producir una estimación de la información de eco presente en las señales de micrófono, en base a las señales de habla recibidas procedentes de la parte interesada opuesta y de las señales de micrófono recibidas. La segunda ramificación está adaptada para recibir las señales de micrófono, y un sustractor está adaptado para sustraer la estimación producida desde las señales de la segunda ramificación. La unidad de cancelación de eco comprende además un primer muestreador descendente adaptado para un muestreo descendente de las señales de micrófono recibidas en la primera ramificación con un factor  $i$  de muestreo descendente, y un segundo muestreador descendente adaptado para el muestreo descendente de las señales de habla recibidas desde la parte interesada opuesta con el mismo factor  $i$  de muestreo descendente. Además, la unidad de cancelación de eco comprende un filtro digital que está adaptado para filtrar las señales de habla tratadas con muestreo descendente procedentes de la parte interesada opuesta para producir una segunda estimación, y un muestreador ascendente adaptado para someter a muestreo ascendente la segunda estimación con un factor  $i$ , que es igual al factor  $i$  de muestreo descendente, dando como resultado la primera estimación. Realizar cancelación de eco en base a señales de habla tratadas con muestreo descendente procedentes de la parte interesada opuesta y a señales de micrófono sometidas a muestreo descendente, puede requerir una cantidad relativamente pequeña de capacidad de procesamiento del terminal de comunicaciones, dando incluso como resultado una cancelación de eco de calidad suficientemente alta.

De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un método para cancelar ecos en un terminal de comunicaciones durante una llamada de voz con una parte interesada opuesta. El terminal de comunicaciones comprende un altavoz, un micrófono, y una unidad de cancelación de eco. Cuando se cancelan ecos, la unidad de cancelación de eco recibe información acerca de la capacidad de procesamiento normalmente disponible del terminal de comunicaciones, selecciona un procedimiento de cancelación de eco adecuado en base a la capacidad de procesamiento normalmente disponible, y aplica el procedimiento de cancelación de eco seleccionado. El procedimiento de cancelación de eco se selecciona a partir de una pluralidad de procedimientos de cancelación de eco seleccionables en la unidad de cancelación de eco.

Además, el procedimiento de cancelación de eco comprende las etapas de: muestreo descendente de señales de habla entrantes por un enlace de comunicaciones, filtrado de las señales sometidas a muestreo descendente en un filtro adaptativo, muestreo ascendente de las señales filtradas, y sustracción de las señales sometidas a muestreo ascendente de las señales de habla procedentes del micrófono.

De acuerdo con un aspecto adicional más, se proporciona una disposición en un terminal de comunicaciones para cancelar ecos durante una llamada de voz con una parte interesada opuesta. El terminal de comunicaciones comprende un indicador de capacidad adaptado para indicar la capacidad de procesamiento normalmente disponible del terminal de comunicaciones, una unidad de control adaptada para seleccionar un procedimiento de cancelación de eco disponible, basado en la capacidad de procesamiento normalmente disponible, y una unidad de cancelación de eco adaptada para aplicar el procedimiento de cancelación de eco seleccionado. Además, el procedimiento de cancelación de eco comprende las etapas de: muestreo descendente de las señales de habla entrantes por un enlace de comunicaciones, filtrado de las señales sometidas a muestreo descendente en un filtro adaptativo, muestreo ascendente de las señales filtradas, y sustracción de las señales sometidas a muestreo ascendente de las señales de habla que llegan desde el micrófono. La variación del procedimiento de cancelación de eco debido a la capacidad de procesamiento normalmente disponible del terminal de comunicaciones puede dar como resultado una utilización flexible y eficiente de la capacidad de procesamiento del terminal de comunicaciones.

5 Son posibles diferentes realizaciones de los métodos y disposiciones presentes en el terminal de comunicaciones que antecede. Por ejemplo, la unidad de cancelación de eco puede seleccionar el factor  $i$  de muestreo descendente y de muestreo ascendente a partir de una pluralidad de valores, donde cada uno de los valores representa un procedimiento separado de cancelación de eco disponible. El procedimiento de cancelación de eco puede ser  
 10 seleccionado en base a la capacidad de procesamiento disponible del terminal de comunicaciones. Las señales en la segunda ramificación pueden ser retardadas un tiempo  $t$ , que es igual al retardo de tiempo que es introducido en la generación de la estimación, con anterioridad a que la primera estimación sea sustraída de las señales. El filtro digital puede ser adaptativo, y las señales de micrófono sometidas a muestreo descendente pueden ser usadas para adaptar el filtro. Un supresor de eco puede estar adaptado para suprimir cualesquiera ecos restantes a partir de la unidad de cancelación de eco.

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada.

**Breve descripción de los dibujos**

La presente invención va a ser descrita ahora con mayor detalle por medio de las realizaciones ejemplares y con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

15 La Figura 1a es una representación básica que ilustra un escenario en el que dos personas están hablando en terminales por un enlace de comunicaciones digital;

La Figura 1b es un diagrama que ilustra diferentes partes de retardo de tiempo de un eco que ocurre típicamente en una comunicación digital.

20 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una combinación de un cancelador de eco y un supresor de eco, de acuerdo con la técnica anterior.

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra otra combinación de un cancelador de eco de banda dividida y un supresor de eco, de acuerdo con la técnica anterior;

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra una combinación de un cancelador de eco y un supresor de eco, de acuerdo con una realización;

25 La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método para controlar el cancelador de eco, de acuerdo con otra realización;

La Figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra una unidad de cancelación de eco de acuerdo con otra realización adicional.

**Descripción detallada**

30 Descrita de manera breve, la presente invención proporciona una solución en la que un terminal de comunicaciones de voz, durante comunicación de habla con un terminal opuesto, puede conseguir cancelación de eco de las señales de micrófono de manera más efectiva y necesitar menos capacidad de procesamiento, antes de transmitir las señales hasta el terminal opuesto. Una estimación de la parte de las señales de micrófono que comprenden la mayor parte de la información de eco, se produce mediante muestreo descendente de las señales de habla  
 35 entrantes por el enlace de comunicaciones procedentes del terminal opuesto, filtrando las señales sometidas a muestreo descendente en un filtro adaptativo, y sometiendo a muestreo ascendente las señales de salida del filtro adaptativo. Finalmente, la estimación de eco es sustraída de las señales de micrófono.

40 La presente invención proporciona también una solución en la que un terminal de comunicaciones de voz, durante comunicación de habla con un terminal opuesto, puede detectar su propia capacidad de procesamiento normalmente disponible, y dependiendo de la capacidad de procesamiento detectada, ajustar su propio procedimiento de cancelación de eco a una adecuada. El terminal detecta la capacidad de procesamiento disponible, y en base a esa capacidad, determina un procedimiento de cancelación de eco adecuado. A continuación, el terminal comprueba si el procedimiento actualmente utilizado es el mismo que el determinado. Si los procedimientos no son los mismos, el terminal sustituye el procedimiento por el determinado, y continúa recibiendo  
 45 información acerca de la capacidad de procesamiento normalmente disponible. Por otra parte, si los procedimientos son los mismos, no es necesario sustituir el procedimiento y el terminal continúa recibiendo información acerca de la capacidad de procesamiento normalmente disponible.

50 Alternativamente, también es posible utilizar el método de cancelación de eco descrito anteriormente, con independencia de la capacidad de procesamiento disponible del terminal, es decir sin ajustar el procedimiento de cancelación de eco basado en la capacidad de procesamiento actualmente utilizada.

A través de la presente descripción, el término "habla" se refiere a cualquier forma de sonidos vocales. Un "cancelador de eco" puede ser cualquier combinación de filtrado lineal basado en canceladores de eco con o sin supresores de eco. El término "información de eco en las señales de micrófono" es la parte de las señales de micrófono recibidas que se originan desde el altavoz. En los ejemplos que siguen, se supone que FIR-NLMS

(Respuesta de Impulso Finito – Mínimo Cuadrado Medio Normalizado) se utiliza como método de filtrado para la estimación. Sin embargo, el filtro puede usar también cualquier otro método adaptativo o no adaptativo adecuado, por ejemplo NLMS (Mínimo Cuadrado Medio Normalizado), RLS (Mínimo Cuadrado Recursivo), LS (Mínimo Cuadrado), etc.

5 Con referencia a la Figura 4, se va a describir ahora una realización de una disposición para cancelación de eco. Un terminal **400** es utilizado por una persona **410**, durante una llamada de voz con un terminal opuesto (no representado). Las señales de habla digitales entrantes que llegan por un enlace de comunicaciones **402** son convertidas por medio de un convertidor D/A **404** en señales de voz analógicas, las cuales son emitidas por un altavoz **406** del terminal **400**. Un micrófono **412** del terminal **400** recibe tanto el habla de la persona **410** como el habla procedente del terminal opuesto, emitida desde el altavoz **406** y afectada por el entorno **408** del terminal **400**. Las señales de micrófono procedentes del micrófono **412** son convertidas por un convertidor A/D **414** en señales digitales. El terminal incluye también una unidad **416** de cancelación de eco, la cual toma como entrada las señales del enlace de comunicaciones **402** procedentes del terminal opuesto y también las señales convertidas A/D procedentes del micrófono **412** del terminal **400**, y produce una señal de salida. La señal de salida procesada es finalmente procesada también por un Procesador No Lineal (NLP) **422**, por ejemplo para suprimir cualesquiera ecos restantes, con anterioridad a ser transferida al terminal opuesto (no representado). La unidad **416** de cancelación de eco puede aplicar uno de una pluralidad de procedimientos de cancelación de eco seleccionables, **416a**, **416b**, ..., los cuales se eligen dependiendo de la capacidad de procesamiento normalmente disponible del terminal **400**. Los procedimientos **416a**, **416b**, ..., de cancelación de eco requieren cantidades diferentes de capacidad de procesamiento disponible.

Por ejemplo, si se detecta una gran cantidad de capacidad de procesamiento disponible, se utilizará un procedimiento de cancelación de eco más riguroso, que requiere más capacidad de procesamiento. Cuando, por otra parte, se detecta menos capacidad de procesamiento normalmente disponible, se deberá usar un procedimiento de cancelación de eco menos riguroso, que requiere una capacidad de procesamiento menor.

25 Un indicador de capacidad **418** indica la capacidad de procesamiento normalmente disponible del terminal **400**, y proporciona este valor como entrada a una unidad de control **420**. La capacidad de procesamiento disponible varía, debido a diferentes procesos en curso en el terminal. El indicador de capacidad **418** monitoriza uno o más procesadores (no representados) del terminal **410** para recibir información de la capacidad de procesamiento normalmente disponible.

30 La unidad de control **420** selecciona consiguientemente a continuación un procedimiento **416a**, **416b**, ..., de cancelación de eco adecuado, y también proporciona información acerca del procedimiento **416a**, **416b**, ..., de cancelación de eco seleccionado, al NLP **422**, el cual ajusta sus algoritmos dependiendo del procedimiento **416a**, **416b**, ..., de cancelación de eco seleccionado. Una ventaja de la presente invención consiste en que el procedimiento de cancelación de eco puede ser ajustado debido a la capacidad de procesamiento normalmente disponible. En otras palabras, cuando solamente se utiliza una pequeña cantidad de capacidad de procesamiento para otro procesamiento en el terminal **400**, se puede usar más capacidad de procesamiento del terminal **400** para cancelación de eco, dando como resultado una mejor cancelación de eco. Cuando, por otra parte, se requiere más capacidad de procesamiento del terminal **400** para otro procesamiento, se puede usar un procedimiento que requiera menos capacidad, dando aún como resultado una cancelación de eco suficiente. De esta manera, la calidad de habla puede ser optimizada sin comprometer los requisitos de procesamiento de otras actividades en el terminal **400**. Un ejemplo de un procedimiento de este tipo, que requiere menos capacidad de procesamiento pero que no obstante da como resultado una cancelación de eco suficiente, se va a describir a continuación de acuerdo con la Figura 6. En la práctica, se utiliza un NLP para suprimir cualesquiera ecos restantes en las señales de salida desde la unidad **416** de cancelación de eco. Sin embargo, se pueden usar también otros circuitos para eliminar potenciales ecos restantes. Para una unidad de cancelación de eco que produzca solamente ecos restantes menores, el NLP puede ser excluido. Por lo tanto, el NLP es opcional y no necesario para la presente invención.

Con referencia a la Figura 5, que ilustra un diagrama de flujo con etapas ejecutadas en un terminal de comunicaciones operado por un usuario, se va a describir ahora un proceso de selección de un método de cancelación de eco de acuerdo con otra realización. El terminal está capacitado para usar diferentes procedimientos de cancelación de eco dependiendo de la capacidad normalmente disponible. En una primera **etapa 500**, se recibe una indicación de la capacidad de procesamiento disponible de forma más o menos continua desde un indicador de capacidad o similar. En una siguiente **etapa 502**, se selecciona un procedimiento de cancelación de eco adecuado, dependiendo de la capacidad de procesamiento disponible. En una siguiente **etapa 504**, dependiendo de si el procedimiento de cancelación de eco actualmente aplicado y del procedimiento de cancelación de eco seleccionado en la **etapa 502** son iguales o no, se decide si el procedimiento debe ser actualizado o no. Si el procedimiento de cancelación de eco seleccionado se aplica actualmente, no es necesario actualizar el procedimiento de cancelación de eco, y el procedimiento retorna a la **etapa 500** para seguir recibiendo la indicación de la capacidad de procesamiento disponible del terminal. Si, en cambio, el procedimiento de cancelación de eco seleccionado no es aplicado actualmente, se decide en la **etapa 504** actualizar el procedimiento de cancelación de eco. A continuación, en la **etapa 506**, el procedimiento de cancelación de eco actualmente aplicado se sustituye por el procedimiento de cancelación de eco seleccionado. En la siguiente **etapa 508** opcional, el algoritmo del NLP puede ser también actualizado concordantemente, si se utiliza. Finalmente, el

procedimiento retorna a la **etapa 500** y sigue recibiendo la indicación de la capacidad de procesamiento disponible del terminal.

Con referencia a la Figura 6, se va a describir ahora una realización de una unidad de cancelación de eco haciendo referencia adicional a la Figura 4. La unidad **600** de cancelación de eco (mencionada también como **416** en la Figura 4), está capacitada para aplicar una pluralidad de procedimientos **416a**, **416b**, ..., de cancelación de eco seleccionables. Cuando aplica un procedimiento específico de cancelación de eco, la unidad **600** de cancelación de eco trabajará como sigue: la unidad de cancelación de eco toma como entrada **602** las señales de habla desde el enlace de comunicaciones **402** de llegada, y como entrada **612** las señales de salida procedentes del convertidor A/D **414**. La unidad **600** alimenta las señales de su salida **624** como entrada al NLP **422**. Las señales entrantes de la entrada **612** son alimentadas por dos ramificaciones, una ramificación **608** de estimación y una ramificación **610** de habla.

Las señales de entrada de las entradas **602** y **612**, son sometidas a muestreo descendente con un factor  $i$  mediante los muestreadores descendentes **604** y **614**, respectivamente. El factor  $i$  de muestreo descendente puede ser un valor entero (2, 3, 4, ...,  $n$ ), por ejemplo un factor 2 de muestreo descendente desde 24 kHz hasta 12 kHz, o un factor 3 de muestreo descendente desde 24 kHz hasta 8 kHz. Sin embargo, el factor  $i$  de muestreo descendente puede ser también cualquier otro valor adecuado, por ejemplo un número decimal. Cada valor para el factor  $i$  de muestreo descendente representa un procedimiento separado de cancelación de eco.

La unidad **600** posee un filtro digital **606** que toma como entrada las señales de salida procedentes del muestreador descendente **604** y produce una estimación de eco sometido a muestreo descendente. El filtro digital está adaptado en base a la salida del sustractor **616** al que se alimentan como entrada las señales de salida sometidas a muestreo descendente procedentes del muestreador descendente **614**. Los coeficientes de filtro en el filtro **606** se determinan dinámicamente a partir de las entradas y son actualizados de forma continua, debido al entorno cambiante del terminal **400**. El filtro procesa las señales de entrada procedentes del muestreador descendente **604**, dando como resultado una estimación de la parte de las señales de la entrada **612** que se originan a partir del altavoz **406** del terminal **400** y que están afectadas por el entorno del terminal **400**, sometidas a muestreo descendente con el factor de muestreo descendente. Estas señales de estimación sometidas a muestreo descendente serán alimentadas como señales de entrada al sustractor **616**, y también a un muestreador ascendente **618**. El muestreador ascendente **618** somete a muestreo ascendente las señales de entrada con el mismo factor  $i$  con el que se realizó la operación de muestreo descendente. Las señales de salida desde el muestreador ascendente **618** son una estimación de la parte de las señales de micrófono presentes en la entrada **612**, que se originan a partir del altavoz **406** del terminal **400**. Estas señales de micrófono están afectadas por el entorno del terminal **400**.

La capacidad de procesamiento requerida para la cancelación de eco puede ser ajustada, debido a la capacidad de procesamiento disponible del terminal **400**, variando el factor  $i$  de muestreo descendente. Ambas operaciones de muestreo descendente y muestreo ascendente se realizan con este factor  $i$ . Un factor  $i$  de muestreo descendente más alto requiere una cantidad relativamente más pequeña de capacidad de procesamiento, y una tasa de muestreo más baja requiere una cantidad relativamente más grande de capacidad de procesamiento.

Sin embargo, el procesamiento de las señales de la entrada **612** en la ramificación de estimación **608** da como resultado un retardo, debido al muestreo descendente y al muestreo ascendente y al posible retardo en el proceso de estimación del eco. Por lo tanto, en la ramificación de habla **610**, un circuito **620** de retardo está adaptado para tomar como entrada las señales de la entrada **612**, y para producir el mismo retardo que para la ramificación de estimación **608**. Las señales de salida del muestreador ascendente **618** son alimentadas como primera entrada a un sustractor **622**, y las señales de salida del circuito de retardo **620** son alimentadas como segunda entrada al sustractor **622**. El sustractor **622** resta las señales de su primera entrada de las señales de su segunda entrada, es decir, las señales de salida de la ramificación de estimación **608** procedentes de las señales de salida de la ramificación de habla **610**, dando como resultado señales de eco reducido **624** en su salida. Finalmente, estas señales reducidas de eco son alimentadas como entrada al NLP **422**.

Las otras unidades de cancelación de eco seleccionables pueden ser cualesquiera unidades de cancelación de eco adecuadas, y no se definen con detalle en la presente descripción.

Mediante la presente invención, se obtiene un método flexible para cancelación de eco, optimizando la calidad de habla sin comprometer los requisitos de procesamiento de otras actividades en el terminal. Utilizando la solución descrita en lo que antecede, se puede llevar a cabo la cancelación de eco para una gama de frecuencia relativamente más baja, en la que se encuentra presente la mayoría de los ecos. Además, no es necesario combinar las gamas de frecuencia en una señal compuesta, lo que por otra parte es complicado y requiere gran cantidad de capacidad de procesamiento.

Aunque la invención ha sido descrita con referencia a realizaciones ejemplares específicas, la descripción sólo pretende, en general, ilustrar el concepto inventivo y no debe ser tomada como limitación del alcance de la invención. Aunque se han utilizado terminales móviles o teléfonos móviles a través de la misma cuando se han descrito las realizaciones anteriores, se pueden utilizar otros terminales para comunicación de voz por un enlace de comunicaciones digital de la manera descrita. Aunque se utiliza el método FIR-NLMS en las realizaciones aquí

descritas, cualquier otro método de filtrado adaptativo o no adaptativo adecuado puede ser también usado para estimar los ecos de las señales de micrófono.

La invención se define en general mediante las reivindicaciones independientes que siguen.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método para cancelar ecos en un terminal de comunicaciones (400) durante una llamada de voz con una parte interesada opuesta, comprendiendo el terminal (400) un altavoz y un micrófono, comprendiendo el método las etapas siguientes que son ejecutadas por una unidad (416, 600) de cancelación de eco en el terminal (400):
- 5 a) recibir señales de habla desde el micrófono en una primera entrada (612) de la unidad (600) de cancelación de eco,
- b) alimentar las señales de micrófono recibidas a una primera ramificación (608) y a una segunda ramificación (610),
- c) recibir señales de habla desde la parte interesada opuesta en una segunda entrada (602) de la unidad (600) de cancelación de eco,
- 10 d) producir en la primera ramificación (608) una primera estimación de una información de eco en las señales de micrófono, en base a las señales de micrófono recibidas y a las señales de habla recibidas desde la parte interesada opuesta,
- e) realizar una sustracción en la que la primera estimación producida es sustraída de las señales alimentadas a la segunda ramificación (610), y
- 15 f) presentar a la salida el resultado de la sustracción a partir de la unidad (416, 600) de cancelación de eco,
- en el que la etapa de producir una primera estimación comprende además las siguientes sub-etapas:
- muestreo descendente de las señales de micrófono recibidas en la primera ramificación (608) con un factor  $i$  de muestreo descendente,
  - muestreo descendente de las señales de habla recibidas procedentes de la parte interesada opuesta con el factor  $i$  de muestreo descendente,
  - producción de una segunda estimación muestreada descendente de la información de eco de las señales de micrófono, filtrando las señales de habla sometidas a muestreo descendente procedentes de la parte interesada opuesta en un filtro digital (606), y
  - producción de la primera estimación mediante muestreo ascendente de la segunda estimación con un factor  $i$  de muestreo ascendente, igual al factor  $i$  de muestreo descendente,
- 20 caracterizado porque el factor  $i$  de muestreo descendente y de muestreo ascendente se elige a partir de una pluralidad de valores, donde cada uno de los valores representa un procedimiento de cancelación de eco (416a, b, ..., n) disponible separado.
- 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los procedimientos (416a, b, ..., n) de cancelación de eco requieren diferentes cantidades de capacidad de procesamiento del terminal (400), y el procedimiento (416a, b, ..., n) de cancelación de eco se elige en base a la capacidad de procesamiento normalmente disponible del terminal (400).
- 30 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa de seleccionar el procedimiento de cancelación de eco comprende además sustituir un procedimiento de cancelación de eco normalmente utilizado por el procedimiento de cancelación de eco seleccionado, si el procedimiento de cancelación de eco normalmente utilizado no es el mismo que el procedimiento de cancelación de eco seleccionado.
- 35 4.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que las señales alimentadas a la segunda ramificación (610) son retardadas en un tiempo  $t$  con anterioridad a la sustracción de la etapa e), siendo el tiempo  $t$  igual al retardo de tiempo introducido en la producción de la primera estimación.
- 40 5.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el filtro digital (606) es adaptativo y la diferencia entre las señales de micrófono muestreadas descendentes y la segunda estimación se utiliza para adaptar el filtro (606).
- 6.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que cualesquiera ecos restantes en las señales de salida desde la unidad (416, 600) de cancelación de eco son suprimidas por medio de un supresor de eco (422).
- 45 7.- Una disposición en un terminal de comunicaciones (400), para cancelar ecos durante una llamada de voz con un parte interesada opuesta con anterioridad a la transferencia de las señales de habla a la parte interesada opuesta, que comprende una unidad (416, 600) de cancelación de eco, que tiene;

- a) una primera entrada (612) adaptada para recibir señales de habla desde un micrófono (406) del terminal (400),
- b) una segunda entrada (602) adaptada para recibir señales de habla desde una parte interesada opuesta,
- 5 c) una primera ramificación (608) adaptada para recibir las señales de micrófono en la primera entrada (612), y producir una primera estimación de una información de eco de las señales de micrófono, en base a las señales de micrófono recibidas y a las señales de habla recibidas procedentes de la parte interesada opuesta,
- d) una segunda ramificación (610) adaptada para recibir las señales de micrófono en la primera entrada (612), y
- e) un sustractor (622) adaptado para realizar una sustracción con la que la primera estimación producida en la primera ramificación (608) será sustraída de las señales de la segunda ramificación (610), con anterioridad a ser presentadas en la salida de la unidad (416, 600) de cancelación de eco,
- 10 en la que la unidad (416, 600) de cancelación de eco comprende también:
- un primer muestreador descendente (614) adaptado para el muestreo descendente de las señales de micrófono recibidas en la primera ramificación (608) con un factor  $i$  de muestreo descendente,
  - un segundo muestreador descendente (604) adaptado para el muestreo descendente de las señales de habla recibidas desde la parte interesada opuesta con el factor  $i$  de muestreo descendente,
- 15 • un filtro digital (606) adaptado para producir una segunda estimación de la información de eco de las señales de micrófono, filtrando las señales de habla muestreadas descendentes procedentes de la parte interesada opuesta, y
- un muestreador ascendente (618) adaptado para producir la primera estimación mediante muestreo ascendente de la segunda estimación con un factor  $i$  de muestreo ascendente, igual al factor  $i$  de muestreo descendente,
- 20 caracterizada porque el factor  $i$  de muestreo descendente es seleccionable a partir de una pluralidad de valores, donde cada valor de  $i$  representa un procedimiento (416a, b, ..., n) de cancelación de eco separado disponible.
- 8.- Una disposición de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende un indicador de capacidad (418) adaptado para indicar la capacidad de procesamiento normalmente disponible del terminal (400), y una unidad de control (420) adaptada para seleccionar uno de los procedimientos (416a, b, ..., n) de cancelación de eco disponibles, en base a
- 25 la capacidad de procesamiento normalmente disponible indicada, requiriendo los procedimientos (416a, b, ..., n) de cancelación de eco disponibles cantidades diferentes de capacidad de procesamiento del terminal (400).

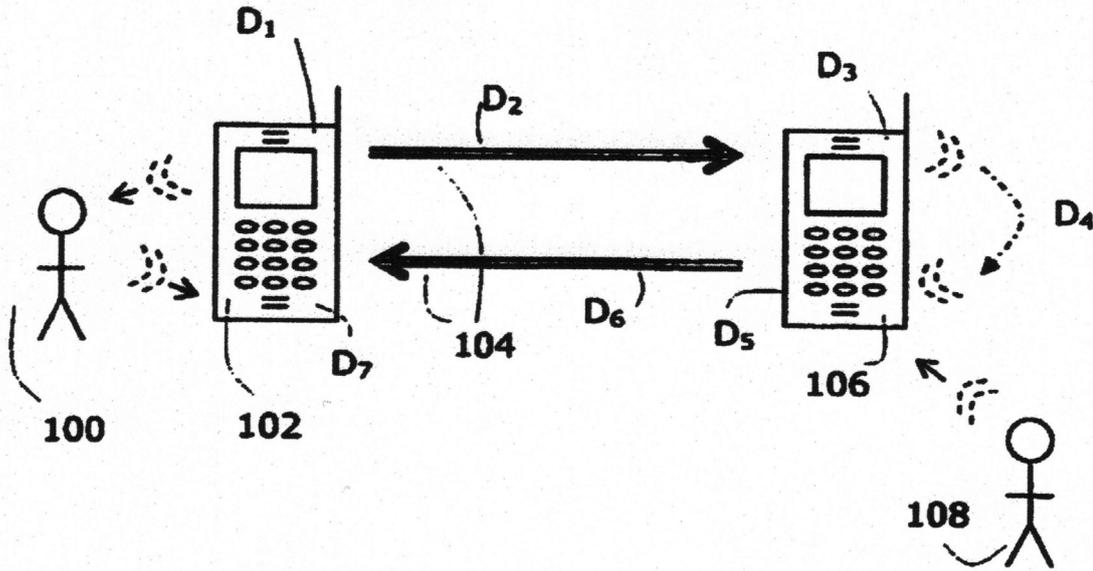


Figura 1a

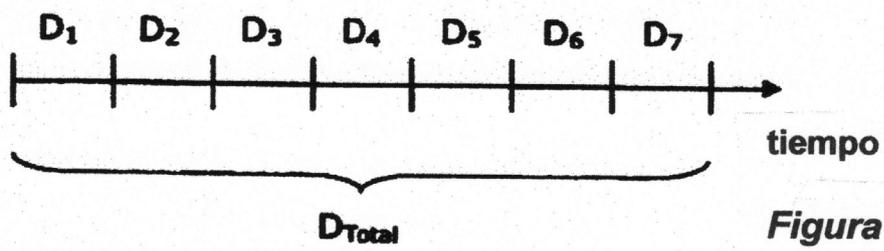


Figura 1b

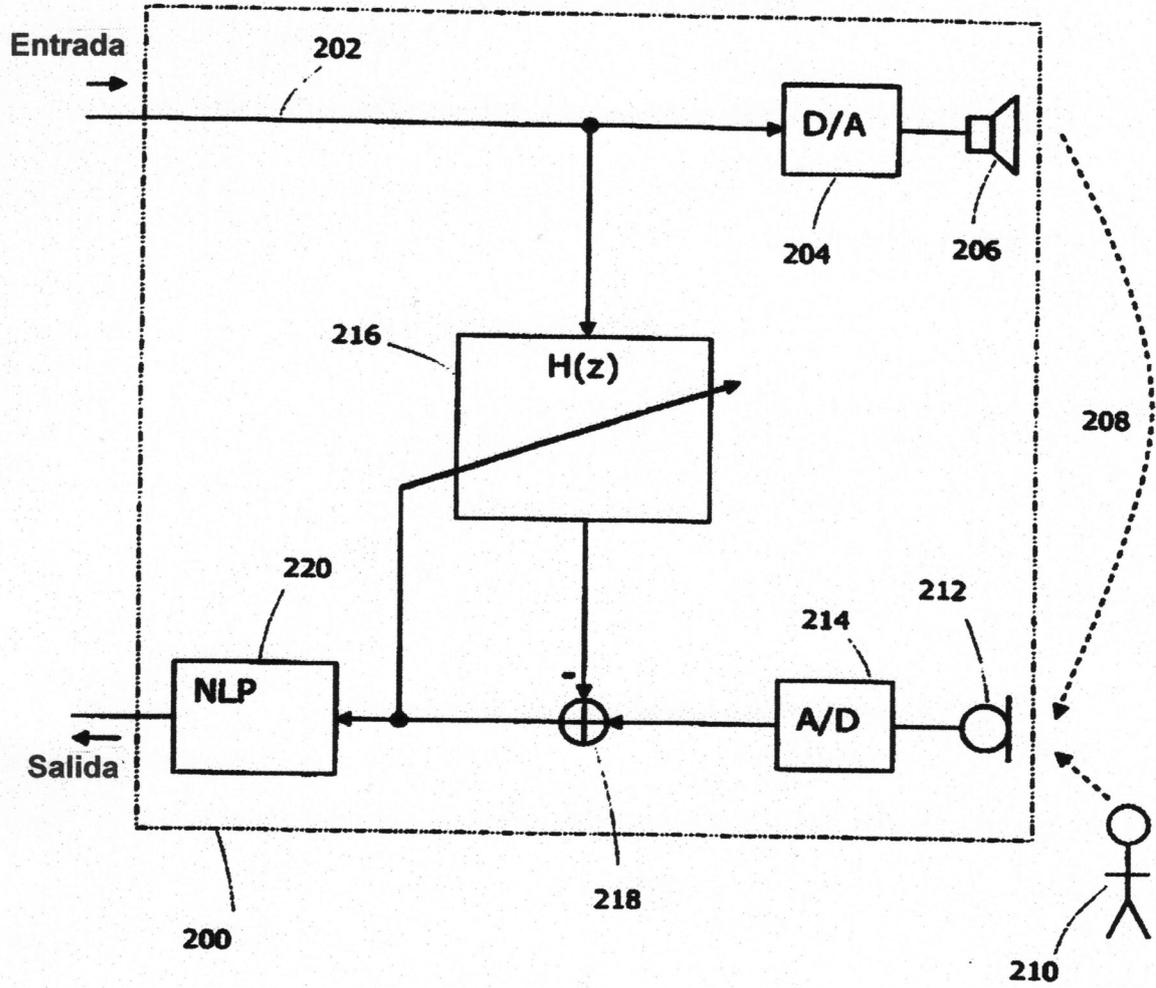


Figura 2 (técnica anterior)

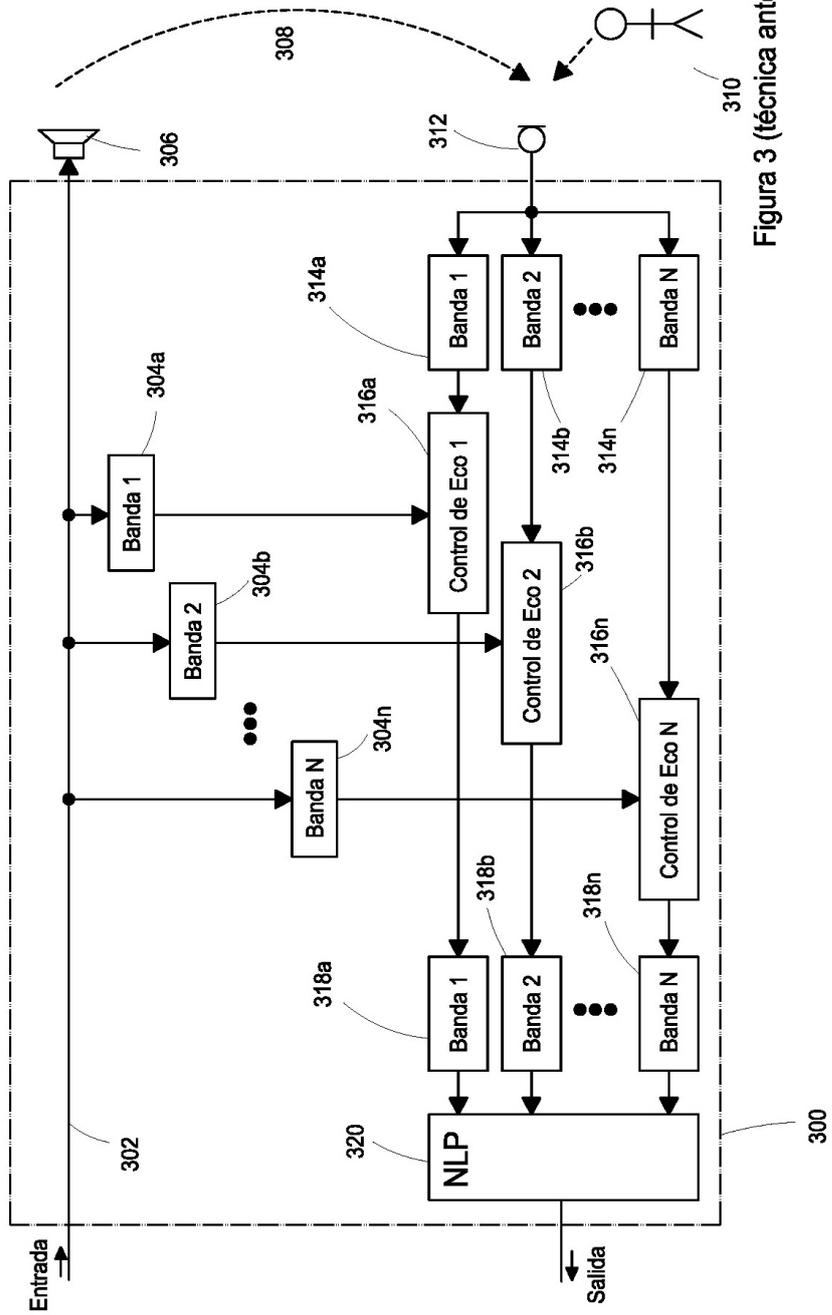


Figura 3 (técnica anterior)

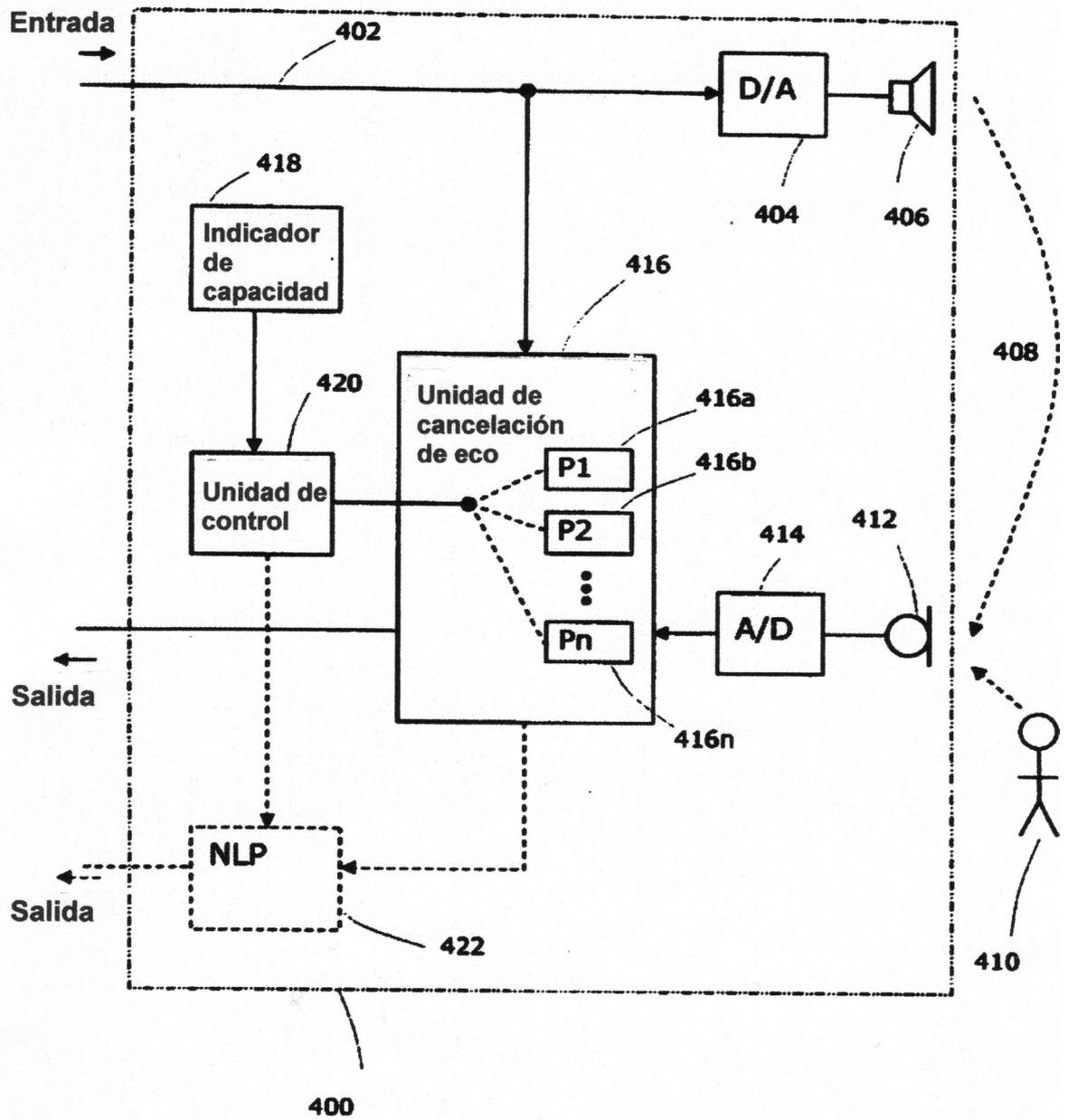


Figura 4

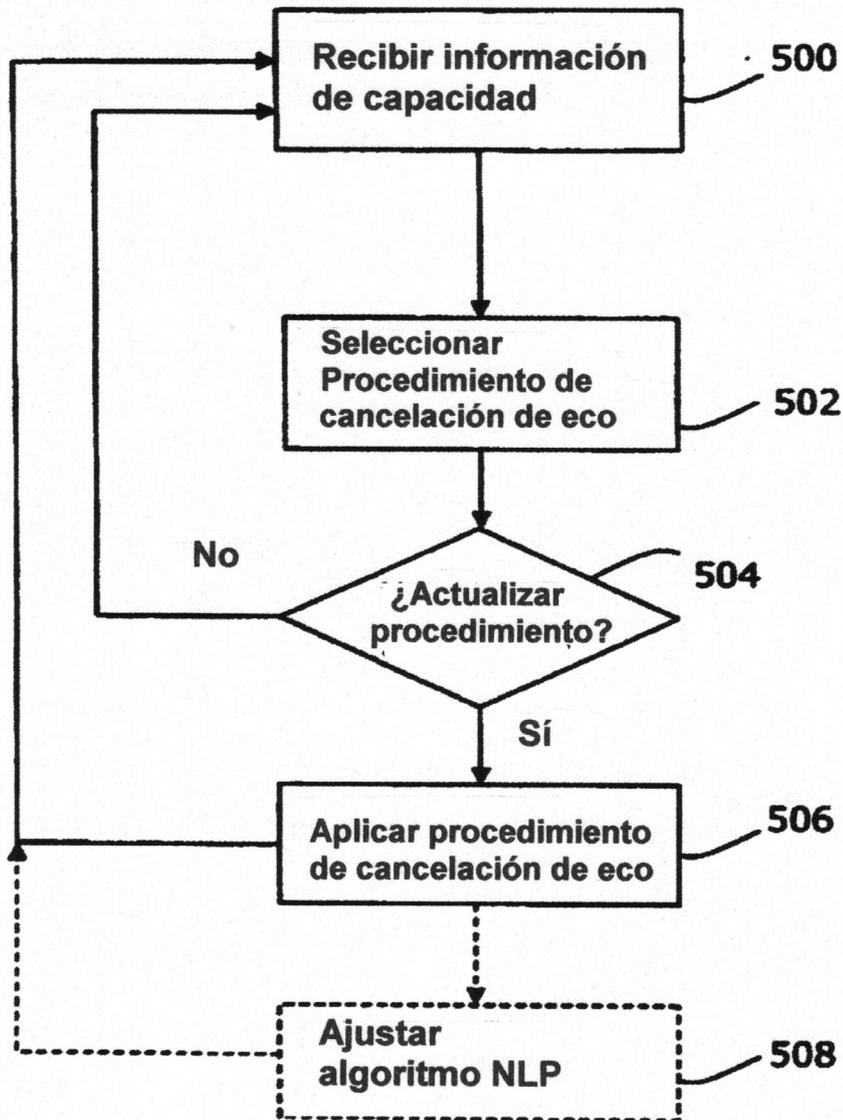


Figura 5

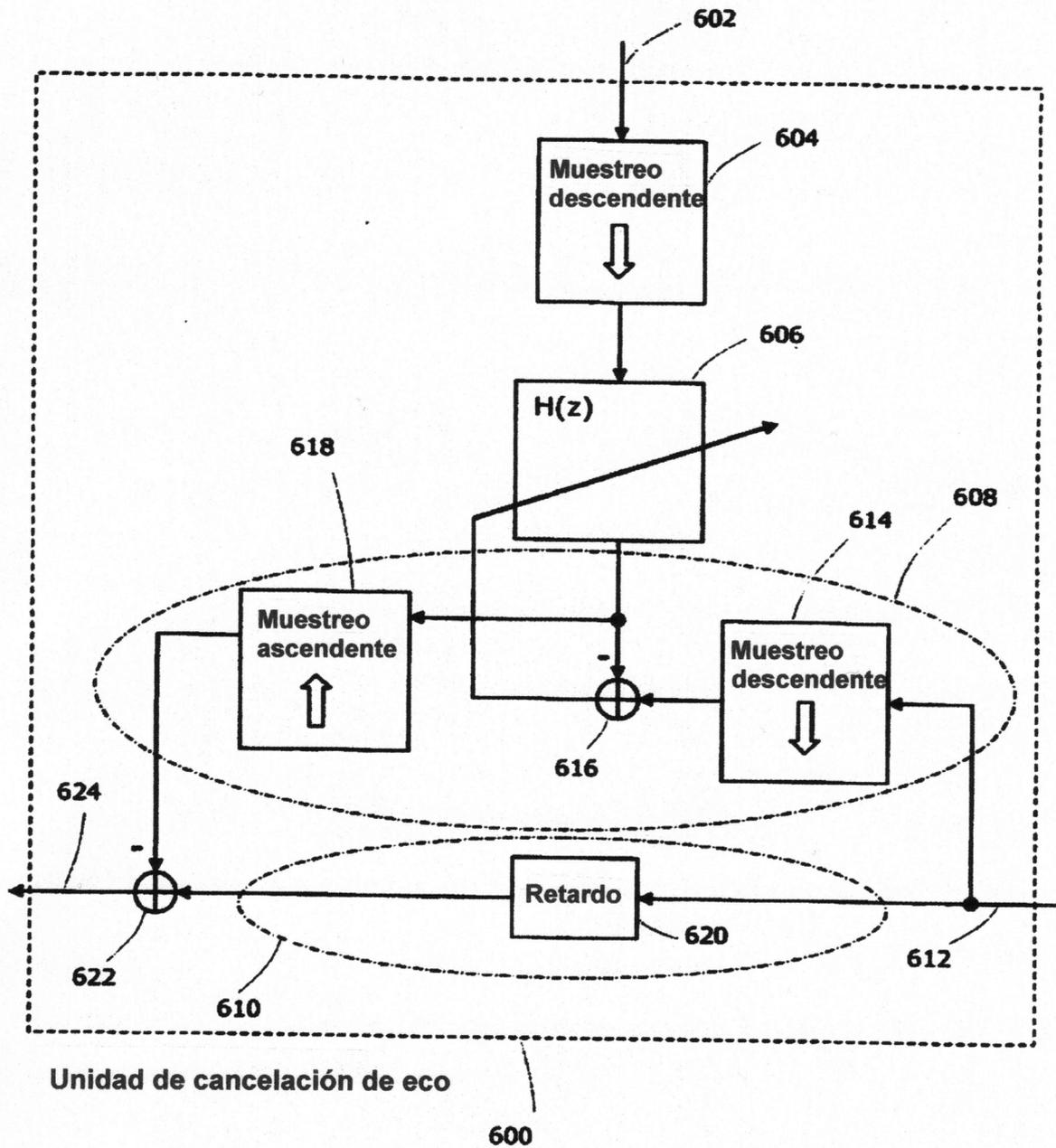


Figura 6