



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 279 165**

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

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03761624 .0**

(86) Fecha de presentación : **18.06.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1518394**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **30.03.2005**

(54) Título: **Dispositivos de tratamiento de eco para sistemas de comunicación de tipo monovía o multivías.**

(30) Prioridad: **28.06.2002 FR 02 08056**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2007

(73) Titular/es: **FRANCE TELECOM**
6, place d'Alleray
75015 Paris, FR

(72) Inventor/es: **Auvray, Monique;**
Le Tourneur, Grégoire y
Thomas, Jean-Philippe

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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

Dispositivos de tratamiento de eco para sistemas de comunicación de tipo monovía o multivías.

5 La presente invención se refiere al ámbito de las comunicaciones. Más en particular, la invención se refiere a dispositivos de tratamiento de eco acústico de ganancias variables y/o por filtrado adaptativo, destinado a atenuar en una señal de retorno los componentes de eco de una señal directa. La invención se aplica a los sistemas de comunicación de tipo monovía y a los sistemas de tipo multivías.

10 El eco acústico existe principalmente en ciertos tipos de comunicaciones en las que el terminal de un usuario distante se compone de un (o varios) altavoz (altavoces) que sustituye(n) al auricular, y de un (o varios) micrófono(s) direccional(es). Se trata, por ejemplo, de equipos de audioconferencias o de puestos que funcionan en “manos libres” como teléfonos móviles. Su origen es simple: sin precauciones particulares, el sonido emitido por el altavoz experimenta reflexiones múltiples (contra las paredes, el techo, etc.) constituyendo otros tantos ecos diferentes, que son
15 captados por el micrófono de la misma forma que la palabra útil. El conjunto constituido por el altavoz, el micrófono y su ambiente físico constituye así un sistema generador de eco.

El problema del eco acústico ha sido objeto de numerosos estudios tanto en el caso monovía (un único micrófono y un único altavoz) como en el caso multivías (varios micrófonos y varios altavoces). El problema de eco en el caso
20 multivía es semejante al del caso monovía, con la diferencia de que hay que tener en cuenta todos los acoplamientos acústicos posibles entre los diversos micrófonos y altavoces.

Entre las técnicas de tratamiento de eco más usadas comúnmente se encuentran las técnicas de supresión de eco con variación de ganancias y las técnicas de anulación de eco por filtrado adaptativo.

25 En un sistema de supresión de eco de ganancias variables, se aplica una ganancia en recepción a la señal (señal directa) que debe aplicarse al altavoz (entrada del sistema generador de eco), y se aplica una ganancia en emisión a la señal obtenida del micrófono (salida del sistema generador de eco) que forma la señal de retorno. Un sistema de supresión de eco semejante se describe en el documento de patente francés n° 2.748.184.

30 Normalmente, detectores de actividad vocal en recepción (DAVR) y en emisión (DAVE), así como un detector de doble palabra (DDP), suministran las informaciones necesarias a los módulos que calculan las ganancias en emisión y en recepción. Así, cuando el locutor distante habla (detección por DAVR), la ganancia en emisión se disminuye para atenuar el eco. En caso de que tome la palabra el locutor local (detección por DAVE), esta restricción sobre la ganancia en emisión se relaja, y se disminuye la ganancia en recepción. En caso de doble palabra (los dos locutores hablan simultáneamente; fenómeno detectado por DDP), un comparador determina el locutor cuyo nivel es el más
35 elevado y privilegia su sentido de emisión, o bien se establece un ajuste intermedio de las ganancias en emisión y en recepción.

40 En un sistema de anulación de eco por filtrado adaptativo (en inglés, *Acoustic Echo Cancellor* - AEC), un filtro de identificación estima el acoplamiento acústico entre el altavoz y el micrófono y genera una señal que se usa para anular el eco. El filtro de identificación es clásicamente un filtro programable de respuesta de impulso finita cuyos coeficientes deben adaptarse, según un algoritmo predeterminado de actualización de los coeficientes, usando un paso de adaptación. Los coeficientes se adaptan sobre la base de la señal que debe aplicarse al altavoz. Un sistema de
45 anulación de eco semejante se describe en el documento de patente francés n° 2.738.695.

A menudo, se combina un sistema de supresión de eco de ganancias variables con el sistema de anulación de eco, de manera que se suprime el residuo de eco que persiste después de la anulación de eco.

50 Sin embargo, los sistemas de tratamiento de eco citados anteriormente presentan el inconveniente de no poder tener en cuenta una variación del acoplamiento acústico entre el altavoz y el micrófono cuando esta variación es independiente de la señal que se aplica al altavoz.

55 Tal es el caso, por ejemplo, cuando existe una posibilidad de ajuste exterior del nivel sonoro restituído por el altavoz (por ejemplo, por medio de un potenciómetro). En efecto, toda variación del nivel sonoro restituído modifica el acoplamiento acústico entre el altavoz y el micrófono, y así el eco captado por el micrófono. Ahora bien, al no tener en cuenta el sistema de tratamiento de eco más que la señal que se aplica al altavoz y no la señal sonora que se restituye efectivamente por este último, no puede tener en cuenta por tanto una modificación semejante del acoplamiento acústico en su procedimiento de cálculo.

60 Así, si el nivel de restitución sonora se ha disminuido en cuanto el sistema se ha inicializado con un ajuste de nivel sonoro máximo, en el caso, por ejemplo, de un estado de doble palabra, podrán producirse cortes o truncamientos en la palabra distante (emitida por el altavoz).

65 Asimismo, cuando, en el terminal de comunicación usado, el micrófono y el altavoz son físicamente independientes uno del otro, su distancia respectiva puede variar, lo que conlleva una variación del acoplamiento acústico entre el altavoz y el micrófono, con las mismas consecuencias que las expuestas anteriormente.

ES 2 279 165 T3

En el caso de multivías, el problema es el mismo, aunque generalizado, que el acoplamiento que existe entre los diversos micrófonos y altavoces.

La presente invención tiene por objeto principalmente remediar los inconvenientes expuestos anteriormente de los sistemas de tratamiento de eco conocidos.

A este efecto, la presente invención se refiere, según un primer aspecto, a un dispositivo de tratamiento de eco para atenuar en una señal de retorno $Y2n$ componentes de eco de una señal directa $X1n$, que comprende:

- medios de cálculo de ganancias en recepción y en emisión Gr_n , Ge_n ;

- primeros medios de aplicación de ganancia para aplicar la ganancia en recepción Gr_n a la señal directa y producir una señal de entrada $X2n$ emitida en un sistema generador de eco;

- segundos medios de aplicación de ganancia para aplicar la ganancia en emisión Ge_n a una señal de salida $Y1n$ obtenida del sistema generador de eco y producir la señal de retorno $Y2n$.

De acuerdo con la invención, este dispositivo de tratamiento de eco es notable porque incluye además medios de cálculo de una variable de acoplamiento, COR, característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal directa $X1n$ o la señal de entrada $X2n$ y la señal de salida $Y1n$; y porque los medios de cálculo de ganancias son aptos para calcular las ganancias en recepción y en emisión Gr_n , Ge_n sobre la base de la variable de acoplamiento.

La toma en cuenta del acoplamiento acústico real entre el altavoz y el micrófono en el pilotaje de la variación de las ganancias aplicadas en recepción y/o en emisión en el dispositivo permite adaptar automáticamente la calidad sonora de la señal emitida y de la señal recibida en función de los cambios de ambiente acústico del dispositivo de tratamiento de eco y de la posición relativa de los transductores (altavoz, micrófono), así como, por ejemplo, en función del nivel de restitución sonora elegido por el usuario.

Según una característica particular de la invención, el dispositivo de tratamiento de eco incluye medios de estimación de la potencia instantánea de la señal directa $X1n$ o de la señal de entrada $X2n$, y de la de la señal de salida $Y1n$. Los medios de cálculo de ganancias son aptos entonces para calcular las ganancias en recepción y en emisión Gr_n , Ge_n sobre la base de una variable G determinada en función de las potencias estimadas de la señal directa o de la señal de entrada, y de la señal de salida, y en función de la variable de acoplamiento COR, según la ecuación siguiente:

$$G = \frac{P2n}{P2n + COR \cdot P1n}$$

en la que $P1n$ y $P2n$ designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal directa $X1n$ o de la señal de entrada $X2n$, y de la señal de salida $Y1n$.

El término “COR.P1n” en la expresión de la variable G representa la energía de la señal sonora captada efectivamente por el micrófono, teniendo así en cuenta todos los ajustes externos (por ejemplo, nivel de restitución sonora) “no vistos” por el sistema. La variable G varía en consecuencia de forma automática en función de los cambios reales del acoplamiento acústico altavoz/micrófono y, en virtud de ello, las ganancias en recepción y en emisión se adaptan automáticamente.

Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un dispositivo de anulación de eco para atenuar en una señal de salida $Y1n$ componentes de eco de una señal de entrada $X2n$ emitida en un sistema generador de eco, que comprende:

- un filtro de identificación de respuesta de impulso finita representativa de la respuesta del sistema generador de eco, que recibe en entrada la señal de entrada $X2n$ y que genera una señal de filtrado Sn ;

- medios de sustracción que reciben en entrada, por una parte, una señal $Y3n$ obtenida del sistema generador de eco, de la que al menos una componente es una respuesta del sistema generador de eco a la señal de entrada $X2n$, y por otra parte la señal de filtrado Sn , para sustraer de la señal $Y3n$ la señal de filtrado Sn , y producir la señal de salida $Y1n$;

- medios de adaptación de los coeficientes del filtro de identificación en función de un paso de adaptación μ_n ;

- medios de cálculo del paso de adaptación μ_n .

Este dispositivo es notable porque los medios de cálculo del paso de adaptación comprenden medios de estimación de la potencia, $P1n$, de la señal de entrada $X2n$, y de la $P3n$ de la señal $Y3n$, y medios de cálculo de una primera variable de acoplamiento, COR2, característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de entrada $X2n$, y la señal $Y3n$ obtenida del sistema generador de eco; calculándose el paso de adaptación μ_n del filtro de identificación en función de las potencias estimadas $P1n$, $P3n$, y en función de la primera variable de acoplamiento COR2.

ES 2 279 165 T3

La evaluación de la variable de acoplamiento COR2 citada anteriormente, permite así “pilotar” el paso de adaptación del filtro en función del acoplamiento acústico real que existe entre la señal de entrada y la señal de salida del sistema generador de eco. Esto permite mejorar la reactividad del dispositivo de anulación de eco en función de cambios en el ambiente acústico del dispositivo, y así mejorar el resultado del tratamiento del eco.

Según un modo de realización preferido, el paso de adaptación μ_n se obtiene según la ecuación siguiente:

$$\mu_n = \frac{P1n}{\alpha \cdot P1n + COR2 \cdot P3n}$$

en la que α es una constante positiva, y, P1n y P3n designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal de entrada X2n, y de la de la señal Y3n obtenida del sistema generador de eco.

Según una variante de realización, los medios de cálculo del paso de adaptación comprenden además medios de cálculo de una segunda variable de acoplamiento, COR, característica del acoplamiento acústico entre la señal de entrada X2n del sistema generador de eco y la señal de salida Y1n, obteniéndose la segunda variable de acoplamiento COR por un cálculo de correlación entre las señales de entrada X2n y de salida Y1n; calculándose además el paso de adaptación μ_n del filtro de identificación en función de la segunda variable de acoplamiento COR.

Mediante la toma en cuenta adicional de la segunda variable de acoplamiento (COR), es posible conocer el estado de convergencia del filtro de identificación y controlar así más finamente el paso de adaptación.

Según un tercer aspecto, la invención se refiere a un dispositivo de tratamiento de eco para sistema de comunicación multivías que comprende una pluralidad N de vías de recepción, siendo N un número entero superior o igual a 2, y una pluralidad M de vías de emisión, siendo M un número entero superior o igual a 1; comprendiendo cada una, i, de las N vías de recepción un transductor de salida (HPi) que produce una onda de presión sonora en respuesta a una señal de entrada X2n(i) obtenida de una señal directa X1n(i); comprendiendo cada una, j, de las M vías de emisión un transductor de entrada (MCj) que convierte una onda de presión sonora en una señal de salida Y1n(j). El dispositivo de tratamiento de eco está destinado a atenuar en cada señal de salida Y1n(j) componentes de eco que provienen de la totalidad o parte de las N señales de entrada X2n(i), y resultante del acoplamiento acústico que existe entre el transductor de entrada de la vía de emisión considerada y la totalidad o parte de los M transductores de salida.

De acuerdo con la invención, este dispositivo es notable porque incluye:

- medios de cálculo de ganancias en recepción $Gr_n(i)$ y de ganancias en emisión $Ge_n(j)$;

- medios de aplicación de ganancias en recepción para aplicar una ganancia en recepción $Gr_n(i)$ para cada señal directa X1n(i) y producir la señal de entrada X2n(i) correspondiente;

- medios de aplicación de ganancias en emisión para aplicar una ganancia en emisión $Ge_n(j)$ para cada señal de salida Y1n(j) y producir una señal de retorno Y2n(j) correspondiente;

- medios de cálculo, para cada vía de emisión j, de N variables de acoplamiento $COR(j,i)$, con i variando de 1 a N, siendo cada una de las cuales característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de salida Y1n(j) de la vía de emisión y una de las N señales de entrada X2n(i);

siendo los medios de cálculo de ganancias aptos para calcular cada ganancia en recepción $Gr_n(i)$ y cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ sobre la base de las N variables de acoplamiento $COR(j,i)$ calculadas para la vía de emisión j asociada.

Las ventajas relativas a este modo de cálculo de ganancias en lo que se refiere a un par dado (i,j) de vías de recepción y de emisión son de la misma naturaleza que las obtenidas con un dispositivo monovía de ganancias variables según la invención, como se ha expuesto brevemente más arriba.

Según un modo de realización preferido de la invención, el dispositivo de tratamiento de eco incluye medios de estimación de la potencia instantánea, P1ni, de cada señal de entrada X2n(i), y de la P2nj de cada señal de salida Y1n(j), siendo los medios de cálculo de ganancias en emisión aptos para calcular cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ sobre la base de N variables $G(j,i)$, con i variando de 1 a N, estando cada una de las cuales determinada en función de las potencias estimadas de una señal de entrada X2n(i) y de la señal de salida Y1n(j) de la vía de emisión considerada, y en función de la variable de acoplamiento $COR(j,i)$ correspondiente, obteniéndose cada una de las variables $G(j,i)$ según la ecuación siguiente:

$$G(j,i) = \frac{P2nj}{P2nj + COR(j,i) \cdot P1ni}$$

en la que P1ni y P2nj designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal de entrada X2n(i) y de la señal de salida Y1n(j) considerados.

Según un cuarto aspecto, la invención se refiere a un dispositivo de anulación de eco para sistemas de comunicación multivías que comprende una pluralidad N de vías de recepción, siendo N un número entero superior o igual a 2, y una pluralidad M de vías de emisión, siendo M un número entero superior o igual a 1; comprendiendo cada una, i, de las N vías de recepción un transductor de salida (HPi) que produce una onda de presión sonora en respuesta a una señal de entrada X2n(i); comprendiendo cada una, j, de las M vías de emisión un transductor de entrada (MCj) que convierte una onda de presión sonora en una señal de salida Y1n(j); comprendiendo el dispositivo:

- para cada vía de emisión j, N filtros de identificación Fij de coeficientes variables para estimar el acoplamiento acústico entre cada uno de los N transductores de salida (HPi) y el transductor de entrada (MCj) de la vía de emisión j, y

- para cada filtro Fij, medios de adaptación de los coeficientes del filtro en función de un paso de adaptación $\mu_n(i,j)$, y medios de cálculo del paso de adaptación $\mu_n(i,j)$.

De acuerdo con la invención, este dispositivo es notable porque incluye:

- medios de estimación de la potencia instantánea P1ni de cada señal de entrada X2n(i) y de la P2nj de cada señal de salida Y1n(j);

- medios de cálculo, para cada vía de emisión j, de N variables de acoplamiento COR(j,i), con i variando de 1 a N, siendo cada una de las cuales característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de salida Y1n(j) de la vía de emisión y una de las N señales de entrada X2n(i);

siendo los medios de cálculo del paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j aptos para calcular el paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ en función de las potencias estimadas P1ni, con i variando de 1 a N, para las N vías de recepción, de la potencia P2nj estimada para la vía de emisión j, y en función de las N variables de acoplamiento COR(j,i), con i variando de 1 a N, asociadas a la vía de emisión j.

Según un modo de realización preferido, un paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j se obtiene según la ecuación siguiente:

$$\mu_n(i, j) = \frac{P1n_i}{b_i \cdot P1n_i + COR(j, i) \cdot P2n_j + \sum_{k \neq i} COR(j, k) \cdot P1n_k}$$

en la que bi es una constante positiva.

En la descripción mostrada a continuación de modos preferidos de realización aparecerán otras particularidades y ventajas de la invención, con el apoyo de los dibujos anexos, en los cuales:

- la fig. 1 es un organigrama de un dispositivo de tratamiento de eco monovía de ganancias variables, según un primer modo de realización de la invención;

- la fig. 2 es un organigrama de un dispositivo de tratamiento de eco monovía según un segundo modo de realización de la invención, combinando el dispositivo un sistema de ganancias variables y un sistema de anulación de eco;

- la fig. 3 es un organigrama de un dispositivo de anulación de eco monovía según un tercer modo de realización de la invención;

- la fig. 4 es un organigrama de un dispositivo de anulación de eco monovía según un cuarto modo de realización de la invención;

- la fig. 5 es un organigrama de un dispositivo de tratamiento de eco monovía según la invención que combina los modos de realización primero y cuarto de la invención;

- la fig. 6 es un organigrama de un dispositivo de tratamiento de eco multivías de ganancias variables según un quinto modo de realización de la invención; y

- la fig. 7 es un organigrama de un dispositivo de anulación de eco multivías según un sexto modo de realización de la invención.

La fig. 1 muestra un dispositivo de tratamiento de eco monovía de ganancias variables, según un primer modo de realización de la invención. Este dispositivo está integrado, por ejemplo, en un puesto telefónico de manos libres.

Según se representa en la fig. 1, este dispositivo recibe y emite señales numéricas X1n, Y2n llamadas respectivamente señal directa y señal de retorno.

ES 2 279 165 T3

El dispositivo de tratamiento de eco incluye un módulo 36 de cálculo de ganancias en recepción (Gr_n) y en emisión (Ge_n). La ganancia en recepción Gr_n se aplica a la señal directa $X1n$ por medio de un multiplicador 10 para obtener una señal de entrada $X2n$ emitida en un sistema generador de eco 26.

5 Asimismo, la ganancia en emisión Ge_n se aplica a una señal de salida $Y1n$ obtenida del sistema generador de eco, por medio de un multiplicador 12 para producir la señal de retorno $Y2n$.

10 La señal de entrada $X2n$ se entrega a un altavoz 22 a través de un convertidor digital-analógico (CDA) 14 y un amplificador 18. El amplificador 18 es normalmente de ganancia variable, de manera que un usuario del dispositivo pueda ajustar a su conveniencia el volumen del sonido entregado por el altavoz 22.

De manera similar, la señal de salida $Y1n$ se obtiene a partir de un micrófono 24, a través de un amplificador 20 y un convertidor analógico-digital (CAD) 16.

15 En el ejemplo representado, el dispositivo incluye un único altavoz 22 y un único micrófono 24 que forman parte del sistema 26 generador de eco. Sin embargo, el dispositivo de la invención representada en la fig. 1 se aplica igualmente a un sistema en el que la señal de entrada $X2n$ se emite en el sistema generador de eco por medio de varios altavoces (22) que difunden la misma señal sonora, y en el que la señal de salida $Y1n$ se obtiene a partir del sistema generador de eco por medio de varios micrófonos (24).

20 De acuerdo con la invención, el dispositivo de tratamiento de eco incluye un módulo 30 de cálculo de una variable de acoplamiento, designada aquí por "COR", característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal directa $X1n$ o la señal de entrada $X2n$ y la señal de salida $Y1n$.

25 A este efecto, el módulo de cálculo 30 comprende una unidad de cálculo 34. La variable de acoplamiento COR se calcula mediante la unidad 34 después usada por el módulo 36 de cálculo de ganancias, para calcular las ganancias en recepción y en emisión Gr_n , Ge_n .

30 Según el modo de realización representado en la fig. 1, el módulo 30 de cálculo de la variable de acoplamiento (COR) comprende una unidad 28 de estimación de la potencia instantánea ($P1n$) de la señal de entrada $X2n$ y/o de la señal directa $X1n$, y una unidad de estimación de la ($P2n$) de la señal de salida $Y1n$.

35 En este modo de realización, el módulo 36 de cálculo de ganancias se concibe para calcular las ganancias en recepción y en emisión Gr_n , Ge_n sobre la base de una variable G calculada por la unidad de cálculo 34, en función, por una parte, de la potencia estimada $P1n$ de la señal directa y/o de la señal de entrada, y de la potencia estimada $P2n$ de la señal de salida, y, por otra parte, en función de la variable de acoplamiento COR.

40 Según un modo de realización preferido de la invención, la variable G es determinada por la unidad 34 de cálculo según la ecuación siguiente:

$$G = \frac{P2n}{P2n + COR \cdot P1n} \quad (1)$$

45 en la que $P1n$ y $P2n$ designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal directa $X1n$ o de la señal de entrada $X2n$ y de la señal de salida $Y1n$.

50 Así, un nivel de correlación importante (acoplamiento fuerte) entre la señal directa $X1n$ o la señal de entrada $X2n$ y la señal de salida $Y1n$ conducirá a un valor bajo de la variable G de manera que se suprima el eco, mientras que un acoplamiento débil tendrá el efecto inverso sobre la variable G .

Según una implementación preferida de la invención, las ganancias en recepción Gr_n y en emisión Ge_n se determinan entonces de forma recursiva por el módulo 36 de cálculo de ganancias, según las ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} Ge_n &= \gamma \cdot Ge_{n-1} + (1 - \gamma) \cdot G \\ Gr_n &= 1 - \delta \cdot Ge_n \end{aligned} \quad (2)$$

60 en las que Ge_{n-1} designa el valor de la ganancia en emisión en el instante de cálculo precedente, y γ y δ designan constantes positivas inferiores a 1.

65 El cálculo de ganancias anterior (ecuación (2)), dado a título de ejemplo de realización, procede de un modo de cálculo expuesto en el documento de patente n° 2.748.184, modificado de acuerdo con la invención por la toma en cuenta en éste de la variable G definida anteriormente (ecuación (1)).

Según una implementación particular, se han obtenido buenos resultados con γ igual a 0,95 para un cálculo efectuado a la frecuencia de 8 kilohercios (kHz).

Con el modo de cálculo anterior, las ganancias en recepción y en emisión están ligadas directamente a la variable G, lo que permite tratar el eco de manera adaptativa en función de las características reales del sistema generador de eco. Además, el intervalo de variación de la ganancia en emisión Ge_n es una función decreciente de la variable G, lo que permite mejorar automáticamente, por un aumento de la ganancia, la calidad sonora percibida por el locutor distante, cuando la componente de eco de la señal captada por el micrófono disminuye.

Además, se observará que estas ventajas se han obtenido sin recurrir a detectores de actividad vocal o de doble palabra, que son elementos complejos y de fiabilidad a veces insuficiente en los dispositivos de tratamiento de eco conocidos.

Cálculo de la variable de acoplamiento (COR)

De acuerdo con la invención, la variable de acoplamiento COR, que caracteriza al acoplamiento acústico que existe entre la señal directa X1n (o la señal de entrada X2n) y la señal de salida Y1n, se obtiene a partir de un cálculo de correlación entre la señal directa X1n (o la señal de entrada X2n) y la señal de salida Y1n.

Se puede, por ejemplo, usar un cálculo de correlación de envolventes. Así, según un modo de realización particular, la variable de acoplamiento COR se define como una función del valor máximo, Maxcor, de valores de correlación corr(j) entre la señal directa X1n o la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n. Los valores de correlación corr(j) se calculan en una ventana temporal considerada, obteniéndose cada uno de ellos según la ecuación siguiente:

$$corr(j) = \frac{\sum_{i=0}^{LM-1} P1(i) \cdot P2(i + j)}{\sum_{i=0}^{LM-1} P1^2(i)} \quad (3)$$

en la que: i representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo de duración LM, j representa un valor de desfase entre las señales de entrada X2n y de salida Y1n; y P1(t) y P2(t) representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal directa X1n o de la señal de entrada X2n, y de la señal de salida Y1n.

En la práctica, el cálculo de correlación de envolventes se efectúa sobre ventanas temporales de 1 segundo para cada señal (entrada y salida), y un desfase máximo de 300 milisegundos entre las señales. El cálculo se efectúa a una frecuencia de muestreo reducida de 125 hercios.

En este modo de realización, se obtienen muy buenos resultados con la variable COR definida según la ecuación siguiente:

$$COR = \text{Exp}(k \cdot \text{Maxcor}) \quad (4)$$

en la que Exp designa la función exponencial, y k es una constante positiva.

En la práctica, se han obtenido muy buenos resultados con k igual a 3. Además, se aconseja limitar el término Exp (3·Maxcor) a 25, lo que corresponde a una correlación máxima de 1,07.

En relación con la fig. 2 se va a describir un dispositivo de tratamiento de eco monovía según un segundo modo de realización de la invención. Este dispositivo combina un sistema de ganancias variables, como el descrito anteriormente en referencia a la fig. 1, y un sistema de anulación de eco.

El dispositivo de tratamiento de eco representado en la fig. 2 incluye, como el representado en la fig. 1, un módulo 36 de cálculo de ganancias en recepción (Gr_n) y en emisión (Ge_n) y un módulo 30 de evaluación, a través de la determinación de la variable COR, del acoplamiento acústico que existe entre la señal directa X1n o la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n. Las características y el funcionamiento de los módulos 30 y 36 de la fig. 2 son idénticos a los de la fig. 1.

De acuerdo con la invención, este dispositivo puede incluir además un dispositivo de anulación de eco 40 que recibe en entrada, por una parte, la señal de entrada X2n emitida en el sistema generador de eco 26, y por otra parte, una señal Y3n obtenida del sistema generador de eco 26. El sistema de anulación de eco 40 comprende, de manera clásica, un filtro de identificación 42 de respuesta de impulso finita representativa de la respuesta del sistema generador de eco (26).

En funcionamiento, el filtro de identificación 42 produce una señal de filtrado Sn, y sustrae, por medio de un sustractor 44, la señal de filtrado Sn de la señal Y3n. Produce entonces la señal de salida Y1n que se recibe en entrada por el multiplicador 12 para aplicarle una ganancia en emisión Ge_n , calculada por el módulo 36.

ES 2 279 165 T3

En este modo de realización, el sistema se inicializa con el anulador de eco 40 inactivo (todavía no ha convergido) de manera que se garantiza la estabilidad sin Larsen. A continuación, cuando el filtro de identificación 42 ha convergido, se efectúa una evaluación del acoplamiento (variable COR), de manera no intrusiva, por el módulo 30. El cálculo de correlación se mide en este modo de realización, entre la señal directa X_{1n} o la señal de entrada X_{2n} y la señal Y_{1n} que es aquí la señal “residuo” obtenida del anulador de eco (40). A continuación, se evalúa el acoplamiento acústico de manera cíclica de forma que se adapta automáticamente el valor de las ganancias en emisión y en recepción en función de las variaciones del acoplamiento acústico.

En este modo de realización, se acumulan los efectos de un dispositivo de anulación de eco (40) clásico, con un dispositivo de tratamiento de eco de ganancias variables (fig. 1) conforme a la invención, para obtener un tratamiento óptimo del eco.

En la práctica, en este modo de realización se obtienen muy buenos resultados con la variable COR, función de Maxcor (ver definición más arriba), definida como sigue:

$$COR = 0,75 \cdot \text{Exp}(\text{Maxcor}) \quad (5)$$

En relación con la fig. 3, se va ahora a describir un dispositivo de anulación de eco monovía, según un tercer modo de realización de la invención. En este modo de realización, el principio de la estimación del acoplamiento acústico entre las señales de entrada y de salida de un sistema generador de eco, con cálculo de variable de acoplamiento (COR) según se ha descrito anteriormente, se aplica al cálculo del paso de adaptación del filtro de un dispositivo de anulación de eco.

Según se representa en la fig. 3, un dispositivo de anulación de eco según la invención comprende clásicamente un filtro de identificación 42 de respuesta de impulso finita representativa de la respuesta del sistema generador de eco 26. El sistema generador de eco está constituido por el conjunto formado por el altavoz 22, el micrófono 24 y su ambiente físico (paredes, ruido de fondo, etc.).

El filtro 42 recibe entrada una señal de entrada X_{2n} que se emite en el sistema generador de eco 26 (a través de un CDA 14 y un amplificador 18), y genera una señal de filtrado S_n .

El dispositivo de anulación de eco comprende un sustractor 44 que recibe en entrada, por una parte, una señal Y_{3n} obtenida del sistema generador de eco (a través de un amplificador 20 y un CAD 16). En consecuencia, al menos una componente de la señal Y_{3n} es una respuesta del sistema generador de eco a la señal de entrada X_{2n} .

Por otra parte, el sustractor 44 recibe en entrada la señal de filtrado S_n , y sustrae así la señal de filtrado S_n de la señal Y_{3n} para producir una señal de salida Y_{1n} .

El dispositivo de anulación de eco comprende un módulo de actualización 46 de los coeficientes del filtro de identificación en función de un paso de adaptación μ_n . Comprende finalmente un módulo de cálculo 50 del paso de adaptación μ_n .

El módulo 50 de cálculo del paso de adaptación del filtro comprende unidades 28, 48 de estimación de la potencia, P_{1n} , de la señal de entrada X_{2n} , y de la P_{3n} de la señal Y_{3n} .

El módulo 50 incluye además una unidad 52 de cálculo de una variable de acoplamiento, COR2, característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de entrada X_{2n} , y la señal Y_{3n} obtenida del sistema generador de eco (26).

El módulo 50 incluye finalmente una unidad 54 de cálculo del paso. De acuerdo con la presente invención, el paso de adaptación μ_n del filtro de identificación se calcula en función de las potencias estimadas P_{1n} , P_{3n} , y en función de la variable de acoplamiento COR2.

Según un modo de realización preferido de la invención, el paso de adaptación μ_n se obtiene según la ecuación siguiente:

$$\mu_n = \frac{P_{1n}}{\alpha \cdot P_{1n} + \text{COR2} \cdot P_{3n}} \quad (6)$$

en la que α es una constante positiva, y P_{1n} y P_{3n} designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal de entrada X_{2n} y de la de la señal Y_{3n} obtenida del sistema generador de eco.

La evaluación de la variable de acoplamiento COR2 citada anteriormente permite así “pilotar” el paso de adaptación del filtro en función del acoplamiento acústico real que existe entre la señal de entrada y la señal de salida del sistema generador de eco. Esto permite mejorar la reactividad del dispositivo de anulación de eco en función de cambios en el ambiente acústico del dispositivo (por ejemplo, después de una variación del volumen de restitución

sonora ajustado por el usuario del dispositivo, o un uso del dispositivo en un ambiente con ruido (calle, coche,...) y, así, mejorar el resultado del tratamiento del eco.

Según el mismo principio que para la variable COR definida más arriba en relación con la fig. 1, la variable de acoplamiento COR2 se obtiene a partir de un cálculo de correlación entre la señal de entrada X2n y la señal Y3n. En la práctica, se trata igualmente de un cálculo de correlación de envolventes. En una implementación preferida, la variable de acoplamiento COR2 se define como una función del valor máximo, designado por "Maxcor2", de los valores de correlación, designados por "corr2(j)", calculados en una ventana temporal considerada. Cada uno de los valores de correlación corr2(j) se calcula según la ecuación siguiente:

$$corr2(j) = \frac{\sum_{i=0}^{LM-1} P1(i) \cdot P3(i + j)}{\sum_{i=0}^{LM-1} P1^2(i)} \quad (7)$$

en la que:

i representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo de duración LM, j representa un valor de desfase entre la señal de entrada X2n y la señal Y3n; y

P1(t) y P3(t) representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal de entrada X2n y de la de la señal Y3n.

En este modo de realización, se obtienen muy buenos resultados con la variable COR2 definida según la ecuación siguiente:

$$COR2 = \frac{k}{Maxcor2} \quad (8)$$

en la que k es una constante positiva.

Según un cuarto modo de realización de la invención, el dispositivo de anulación de eco monovía descrito anteriormente puede completarse por un módulo de cálculo de una segunda variable de acoplamiento, designada por COR (por analogía con la de la fig. 1), característica del acoplamiento acústico entre la señal de entrada X2n del sistema generador de eco y la señal de salida Y1n obtenida del sustractor 44 del anulador de eco.

La fig. 4 representa un dispositivo de anulación de eco conforme a este cuarto modo de realización. Según se representa en la fig. 4, el dispositivo de anulación de eco incluye un módulo de cálculo 50 del paso de adaptación μ_n de estructura similar al descrito en relación con la fig. 3. El dispositivo incluye además una unidad 30a de cálculo de una segunda variable de acoplamiento, COR.

La variable COR es característica del acoplamiento acústico entre la señal de entrada X2n del sistema generador de eco 26 y la señal de salida Y1n. La segunda variable de acoplamiento COR se obtiene por un cálculo de correlación entre las señales de entrada X2n y de salida Y1n.

La estructura de la unidad 30a de cálculo es similar a la unidad 30 descrita más arriba en referencia a la fig. 1.

En el marco del modo de realización ilustrado en relación con la fig. 4, la segunda variable COR se obtiene según el mismo principio que para la variable COR definida más arriba en relación a la fig. 1, es decir, según un cálculo de correlación de envolventes entre las señales de entrada X2n y de salida Y1n. En particular, la variable COR se define como una función del valor máximo, Maxcor, de valores de correlación corr(j) entre la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n.

La segunda variable de acoplamiento COR calculada por la unidad 30a se suministra a la unidad 54 (ver fig. 3) de cálculo del paso de adaptación del filtro, de manera que el paso de adaptación μ_n se calcula además en función de la segunda variable de acoplamiento COR.

En la práctica, el paso de adaptación μ_n se calcula según la ecuación siguiente:

$$\mu_n = \frac{COR}{COR2} \cdot \frac{P1n}{\alpha \cdot P1n + COR2 \cdot P3n} \quad (9)$$

en la que α es una constante positiva, y P1n y P3n designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal de entrada X2n y de la de la señal Y3n obtenida del sistema generador de eco.

En el modo de realización en el que la variable COR es una función predeterminada, f, de la variable Maxcor, y la variable COR2 es una función predeterminada, g, de la variable Maxcor2 (ver definición más arriba), la ecuación (9) anterior puede expresarse así en la forma siguiente:

$$\mu_n = \frac{f(\text{Maxcor})}{g(\text{Maxcor2})} \cdot \frac{P1n}{\alpha \cdot P1n + \text{COR2} \cdot P3n} \quad (9a)$$

Mediante la toma en cuenta adicional de la segunda variable de acoplamiento (COR), es posible conocer el estado de convergencia del filtro de identificación y controlar así más finamente el paso de adaptación.

Según otro modo de realización de la invención, se puede combinar el dispositivo de tratamiento de eco descrito más arriba en relación con la fig. 1 y el descrito anteriormente en relación con la fig. 4. Dicho dispositivo se ilustra por la fig. 5.

En la fig. 5, los elementos referenciados 10, 12, 36, 30 son idénticos a los representados en la fig. 1 y constituyen un dispositivo según la invención de tratamiento de eco monovía de ganancias variables. Por otra parte, los elementos 50, 46, 40 son idénticos a los del dispositivo de anulación de eco representado en la fig. 4. Cuando los bloques 30 y 50 se adaptan de tal manera que el bloque 30 pueda suministrar la variable COR al bloque 50 y este último pueda calcular el paso de adaptación del filtro 42 en función de las variables COR, COR2 según se expone anteriormente, se obtiene entonces una combinación de los sistemas descritos en relación con las figs. 1 y 4, lo que permite acumular las ventajas procuradas por cada uno de los dos sistemas.

La presente invención se aplica también a dispositivos de tratamiento de eco destinados a un sistema de comunicación multivías.

Así, en referencia a la fig. 6, se va a describir ahora un dispositivo de tratamiento de eco multivías de ganancias variables, según un quinto modo de realización de la invención.

Según se representa en la fig. 6, un dispositivo de tratamiento de eco multivías de ganancias variables según la invención está destinado a su uso para un sistema de comunicación multivías que comprende una pluralidad N de vías de recepción, siendo N un número entero superior o igual a 2, y una pluralidad M de vías de emisión, siendo M un número entero superior o igual a 1.

Cada una, i, de las N vías de recepción comprende un transductor de salida HPI, normalmente un altavoz, que produce una onda de presión sonora en respuesta a una señal de entrada X2n(i) obtenida de una señal directa X1n(i).

Cada una, j, de las M vías de emisión comprende un transductor de entrada MCj, normalmente un micrófono, que convierte una onda de presión sonora en una señal de salida Y1n(j).

Dicho dispositivo de tratamiento de eco está destinado a atenuar en cada señal de salida Y1n(j) componentes de eco que provienen de la totalidad o parte de las N señales de entrada X2n(i), y resultante del acoplamiento acústico que existe entre el micrófono de la vía de emisión considerada y la totalidad o parte de los N altavoces.

Según se representa en la fig. 6, un dispositivo de tratamiento de eco multivías de ganancias variables según la invención comprende un módulo 64 de cálculo de ganancias en recepción Gr_n(i) y de ganancias en emisión Ge_n(j).

Comprende además N multiplicadores 68 destinados a aplicar una ganancia en recepción Gr_n(i) para cada señal directa X1n(i) y producir la señal de entrada X2n(i) correspondiente.

De forma similar, el dispositivo comprende multiplicadores 66 para aplicar una ganancia en emisión Ge_n(j) para cada señal de salida Y1n(j) y producir una señal de retorno Y2n(j) correspondiente.

Comprende, por otra parte, un módulo de cálculo 62 encargado de calcular, para cada vía de emisión j, N variables de acoplamiento COR(j,i), con i variando de 1 a N, siendo cada una de las N variables característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de salida Y1n(j) de la vía de emisión j considerada y una de las N señales de entrada X2n(i).

De acuerdo con la invención, el módulo 64 de cálculo de ganancias calcula cada ganancia en recepción Gr_n(i), y cada ganancia en emisión Ge_n(j) sobre la base de las N variables de acoplamiento COR(j,i) calculadas para la vía de emisión j asociada.

Las ventajas relativas a este modo de cálculo de ganancias en lo que se refiere a un par dado (i,j) de vías de recepción y de emisión son de la misma naturaleza que las obtenidas con un dispositivo monovía de ganancias variables según la invención, descrito más arriba en relación con la fig. 1.

ES 2 279 165 T3

Además, según un modo de realización preferido, el dispositivo de tratamiento de eco multivías representado en la fig. 6 comprende un módulo de cálculo de potencia (no representado) apto para estimar la potencia instantánea, $P1n_i$, de cada señal de entrada $X2n(i)$, y de la $P2n_j$ de cada señal de salida $Y1n(j)$.

En este modo de realización, cada módulo 62 de cálculo de variables de correlación (COR) calcula además N variables $G(j,i)$, con i variando de 1 a N, estando cada una de las cuales determinada en función de la potencia estimada $P1n_i$ de una señal de entrada $X2n(i)$ y de la $P2n_j$ de la señal de salida $Y1n(j)$ de la vía de emisión considerada. Según la invención, cada una de las variables $G(j,i)$ se obtiene según la ecuación siguiente:

$$G(j,i) = \frac{P2n_j}{P2n_j + COR(j,i) \cdot P1n_i} \quad (10)$$

en la que $P1n_i$ y $P2n_j$ designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal de entrada $X2n(i)$ y de la señal de salida $Y1n(j)$ consideradas.

Cada módulo 64 de cálculo de ganancias calcula entonces cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ sobre la base de las N variables $G(j,i)$, y en función de la variable de acoplamiento $COR(j,i)$ correspondiente.

Según una implementación preferida, cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ se determina a partir del valor mínimo de las N variables $G(j,i)$, con i variando de 1 a N, calculadas para la vía de emisión j asociada.

En la práctica, cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ se determina según la ecuación siguiente:

$$Ge_n(j) = \gamma \cdot Ge_{n-1} + (1 - \gamma) \cdot \min_i(G(j,i)) \quad (11)$$

en la que:

$Ge_{n-1}(j)$ designa el valor de la ganancia en emisión de la vía de emisión j en el instante de cálculo precedente,

γ designa una constante positiva inferior a 1, y

$\min_i(G(j,i))$ designa el valor mínimo de las N variables $G(j,i)$, con i variando de 1 a N.

Tomando el valor mínimo $\min_i(G(j,i))$ se aplica a la vía j considerada la ganancia más pequeña (es decir, el mayor debilitamiento), que tiene en cuenta, consiguientemente, el mayor valor de acoplamiento en todos los caminos de eco posibles del sistema.

Preferentemente (pero no necesariamente), en combinación con el modo de cálculo de las ganancias en emisión, expuesto anteriormente, todas las ganancias en recepción $Gr_n(i)$ tienen el mismo valor determinado según la ecuación siguiente:

$$Gr_n(i) = 1 - \delta \cdot \max_j(Ge_n(j)) \quad (12)$$

en la que δ designa una constante positiva inferior a 1, y $\max_j(Ge_n(j))$ designa el valor máximo de las M ganancias en emisión $Ge_n(j)$, con j variando de 1 a M.

Sin embargo, según otra implementación del dispositivo representada en la fig. 6, cada una de las ganancias en recepción $Gr_n(i)$ se elige igual a 1. Esta solución presenta la ventaja de simplificar el modo de cálculo de las ganancias, procurando muy buenos resultados de tratamiento de eco.

Cálculo de cada variable de acoplamiento (COR(j,i))

De acuerdo con la invención, cada variable de acoplamiento $COR(j,i)$ se obtiene a partir de un cálculo de correlación entre la señal de salida $Y1n(j)$ y la señal de entrada $X2n(i)$, correspondientes. Según una implementación preferida, se efectúa un cálculo de correlación de envolventes.

En la práctica, cada variable de acoplamiento $COR(j,i)$ se obtiene a partir del valor máximo, Max_{cor} , de los valores de correlación $corr_{ji}(d)$ entre la señal de salida $Y1n(j)$ y la señal de entrada $X2n(i)$ correspondientes, calculándose estos valores de correlación $corr_{ji}(d)$ en una ventana temporal predefinida. Cada uno de los valores de correlación se obtiene según la ecuación siguiente:

$$corr_{ji}(d) = \frac{\sum_{c=0}^{LM-1} P1n_i(c) \cdot P2n_j(c + d)}{\sum_{c=0}^{LM-1} P1n_i^2(c)} \quad (13)$$

en la que:

c representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo de duración LM,

d representa un valor de desfase entre las señales de entrada X2n(i) y de salida Y1n(j); y

P1n_i(t) y P2n_j(t) representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal de entrada X2n(i) y de la señal de salida Y1n(j) consideradas.

En relación con la fig. 7, se va a describir un dispositivo de anulación de eco multivías según un sexto modo de realización de la invención, pudiendo considerarse este modo de realización como la generalización al caso de multivías de los dispositivos de anulación de eco monovía descritos más arriba en relación con las figs. 3 y 4.

Según se representa en la fig. 7, un dispositivo de anulación de eco multivías según la invención comprende una pluralidad N de vías de recepción, siendo N un número entero superior o igual a 2, y una pluralidad M de vías de emisión, siendo M un número entero superior o igual a 1.

Cada una, i, de las N vías de recepción comprende un transductor de salida (altavoz) HPi que produce una onda de presión sonora en respuesta a una señal de entrada X2n(i). Por otra parte, cada una, j, de las M vías de emisión comprende un transductor de entrada (micrófono) MCj que convierte una onda de presión sonora en una señal de salida Y1n(j).

Además, el dispositivo de anulación de eco comprende, para cada vía de emisión j, N filtros de identificación Fij de coeficientes variables para estimar el acoplamiento acústico entre cada uno de los N altavoces HPi y el micrófono MCj de la vía de emisión j. Comprende, por otra parte, para cada filtro Fij, medios de adaptación (no representados) de los coeficientes del filtro en función de un paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ y medios de cálculo (no representados) del paso de adaptación $\mu_n(i,j)$.

Cada filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j genera una señal de filtrado que se sustrae de la señal de salida Y1n(i) para suministrar una señal filtrada Y2n(j).

De acuerdo con la invención, el dispositivo comprende además medios (no representados) de estimación de la potencia instantánea P1n_i de cada señal de entrada X2n(i) y de la P2n_j de cada señal de salida Y1n(j).

Comprende también medios de cálculo (no representados), para cada vía de emisión j, de N variables de acoplamiento COR(j,i) (con i variando de 1 a N), siendo cada una de las cuales característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de salida Y1n(j) de la vía de emisión considerada y una de las N señales de entrada X2n(i).

Los medios de cálculo del paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j dadas calculan el paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ en función:

- de las potencias estimadas P1n_i (con i variando de 1 a N) calculadas para las N vías de recepción i,
- de la potencia estimada P2n_j calculada para la vía de emisión j, y
- de las N variables de acoplamiento COR(j,i), con i variando de 1 a N, asociadas a la vía de emisión j considerada.

Cálculo de cada variable de acoplamiento (COR(j,i))

En este modo de realización, cada una de las variables de acoplamiento COR(j,i) se obtiene a partir de un cálculo de correlación entre la señal de salida Y1n(j) y la señal de entrada X2n(i) asociadas al par considerado de vías (i,j) de recepción y de emisión.

Al igual que para los otros modos de realización de la invención descritos más arriba, según una implementación preferida, este cálculo de correlación es un cálculo de correlación de envolventes.

En la práctica, cada variable de acoplamiento COR(j,i) se obtiene como una función del valor máximo, Maxcor(j,i), de los valores de correlación, corr_{ji}(d), calculados en una ventana temporal considerada, calculándose cada uno de los valores de correlación corr_{ji}(d) según la ecuación siguiente:

$$corr_{ji}(d) = \frac{\sum_{c=0}^{LM-1} P1n_i(c) \cdot P2n_j(c+d)}{\sum_{c=0}^{LM-1} P1n_i^2(c)} \quad (14)$$

en la que:

c representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo de duración LM,

d representa un valor de desfase entre las señales de entrada X2n(i) y de salida Y1n(j); y

P1n_i(t) y P2n_j(t) representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal de entrada X2n(i) y de la señal de salida Y1n(j).

En la práctica, cada variable de acoplamiento COR(j,i) está ligada al valor máximo Maxcor(j,i) de los valores de correlación corr_{ji}(d), según la ecuación siguiente:

$$COR(j,i) = \frac{k}{Maxcor(j,i)} \quad (15)$$

en la que k es una constante positiva.

Cálculo del paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij

En este modo de realización, un paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j se obtiene según la ecuación siguiente:

$$\mu_n(i,j) = \frac{P1n_i}{b_i \cdot P1n_i + COR(j,i) \cdot P2n_j + \sum_{k \neq i} COR(j,k) \cdot P1n_k} \quad (16)$$

en la que b_i es una constante positiva.

Gracias a la presencia del término

$$\sum_{k \neq i} COR(j,k) \cdot P1n_k$$

en la expresión del paso $\mu_n(i,j)$ anterior, las vías de recepción, distintas de la vía i considerada, no vienen a perturbar la convergencia del filtro Fij, y provocando esto una disminución automática del valor del paso. Por otra parte, la presencia de las variables COR(j,k) permite medir la influencia real de las vías de recepción distintas de la vía i considerada, sobre la vía de emisión j.

De forma similar al caso monovía descrito más arriba en relación con la fig. 4, según una variante de realización, el dispositivo de anulación de eco multivías representada en la fig. 7, puede comprender además medios de cálculo, para cada vía de emisión j, de N segundas variables de acoplamiento COR2(j,i), con i variando de 1 a N.

Cada una de las segundas variables de acoplamiento es característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal filtrada Y2n(j) de la vía de emisión j considerada y una de las N señales de entrada X2n(i).

En este modo de realización, el paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ de un filtro de identificación Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j, se calcula en función de las N primeras variables COR(j,i) y de las N segundas variables de acoplamiento COR2(j,i).

En una implementación preferida, el paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j, se obtiene según la ecuación siguiente:

$$\mu_n(i, j) = \frac{COR(j, i)}{COR2(j, i)} \cdot \frac{Pln_i}{b_i \cdot Pln_i + COR(j, i) \cdot P2n_j + \sum_{k \neq i} COR(j, k) \cdot Pln_k} \quad (17)$$

en la que b_i es una constante positiva.

Se pueden también combinar un dispositivo de tratamiento de eco multivías de ganancias variables según la invención (fig. 6) y un dispositivo de anulación de eco multivías según la invención (fig. 7), para acumular las ventajas.

En este caso, dicho dispositivo multivías (no representado en los dibujos) incluye, para cada par de vías de recepción i y de emisión j , medios de aplicación de ganancias destinados a aplicar una ganancia en recepción $Gr_n(i)$ sobre la señal de entrada $X2n(i)$ y una ganancia en emisión $Ge_n(j)$ sobre la señal filtrada $Y2n(j)$.

Las ganancias $Gr_n(i)$, $Ge_n(j)$ se calculan entonces sobre la base de las N segundas variables de acoplamiento $COR2(j, i)$ determinadas para la vía de emisión j , según el mismo principio que para el dispositivo descrito más arriba en relación con la fig. 6.

De manera práctica, los diferentes dispositivos de tratamiento de eco según la presente invención, descritos anteriormente, pueden realizarse, de forma habitual, programando un procesador especializado para el tratamiento de la señal (*Digital Signal Processor* - DSP). Igualmente pueden realizarse por medio de circuitos integrados específicos (ASIC) dedicados a estas aplicaciones.

Debe entenderse que la presente invención no se limita en modo alguno a los modos de realización descritos aquí, sino que engloba, muy al contrario, todas las variantes en el ámbito del experto en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de tratamiento de eco para atenuar en una señal de retorno Y2n componentes de eco de una señal directa X1n, que comprende:

- medios de cálculo de ganancias (36) en recepción y en emisión Gr_n, Ge_n;

- primeros medios de aplicación de ganancia (10) para aplicar la ganancia en recepción Gr_n a la señal directa y producir una señal de entrada X2n emitida en un sistema generador de eco (26);

- segundos medios de aplicación de ganancia (12) para aplicar la ganancia en emisión Ge_n a una señal de salida Y1n obtenida del sistema generador de eco (26) y producir la señal de retorno Y2n;

estando dicho dispositivo **caracterizado** porque incluye además medios de cálculo (30) de una variable de acoplamiento, COR, característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal directa X1n o la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n; y porque dichos medios de cálculo de ganancias (36) son aptos para calcular las ganancias en recepción y en emisión Gr_n, Ge_n sobre la base de dicha variable de acoplamiento.

2. Dispositivo de tratamiento de eco según la reivindicación 1, **caracterizado** porque incluye medios de estimación (28, 32) de la potencia instantánea de la señal directa X1n o de la señal de entrada X2n, y de la de la señal de salida Y1n, siendo dichos medios de cálculo de ganancias (36) aptos para calcular las ganancias en recepción y en emisión Gr_n, Ge_n sobre la base de una variable G determinada en función de las potencias estimadas de la señal directa o de la señal de entrada, y de la señal de salida, y en función de la variable de acoplamiento COR, según la ecuación siguiente:

$$G = \frac{P_{2n}}{P_{2n} + COR \cdot P_{1n}}$$

en la que P1n y P2n designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal directa X1n o de la señal de entrada X2n, y de la señal de salida Y1n.

3. Dispositivo de tratamiento de eco según la reivindicación 2, **caracterizado** porque los medios de cálculo de ganancias (36) determinan de forma recursiva las ganancias en recepción Gr_n y en emisión Ge_n según las ecuaciones siguientes:

$$Ge_n = \gamma \cdot Ge_{n-1} + (1 - \gamma) \cdot G$$

$$Gr_n = 1 - \delta \cdot Ge_n$$

en las que Ge_{n-1} designa el valor de la ganancia en emisión en el instante de cálculo precedente, y γ y δ designan constantes positivas inferiores a 1.

4. Dispositivo de tratamiento de eco según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la variable de acoplamiento COR se obtiene a partir de un cálculo de correlación entre la señal directa X1n o la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n.

5. Dispositivo de tratamiento de eco según la reivindicación 4, **caracterizado** porque dicho cálculo de correlación entre la señal directa X1n o la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n es un cálculo de correlación de envolventes.

6. Dispositivo de tratamiento de eco según la reivindicación 5, **caracterizado** porque, según dicho cálculo de correlación de envolventes, la variable de acoplamiento COR es una función del valor máximo, Maxcor, de los valores de correlación corr(j) entre la señal directa X1n o la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n, estando calculados dichos valores de correlación corr(j) en una ventana temporal considerada, obteniéndose cada uno de ellos según la ecuación siguiente:

$$corr(j) = \frac{\sum_{i=0}^{LM-1} P1(i) \cdot P2(i + j)}{\sum_{i=0}^{LM-1} P1^2(i)}$$

en la que: i representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo de duración LM, j representa un valor de desfase entre las señales de entrada X2n y de salida Y1n; y P1(t) y P2(t) representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal directa X1n o de la señal de entrada X2n, y de la señal de salida Y1n.

ES 2 279 165 T3

7. Dispositivo de tratamiento de eco según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la variable de acoplamiento COR está ligada al valor máximo Maxcor de los valores de correlación corr(j) calculados en una ventana temporal de cálculo considerada, según la ecuación siguiente:

$$\text{COR} = \text{Exp}(k \cdot \text{Maxcor})$$

en la que Exp designa la función exponencial, y k es una constante positiva.

8. Dispositivo de tratamiento de eco según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la señal de entrada X2n se emite en el sistema generador de eco por medio de al menos un altavoz (22), y en el que la señal de salida Y1n se obtiene a partir del sistema generador de eco por medio de al menos un micrófono (24).

9. Dispositivo de tratamiento de eco según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque incluye además un dispositivo de anulación de eco (40) que recibe en entrada, por una parte, dicha señal de entrada X2n emitida en el sistema generador de eco (26), y por otra parte, una señal Y3n obtenida del sistema generador de eco (26), comprendiendo el dispositivo de anulación de eco (40) un filtro de identificación (42) de respuesta de impulso finita representativa de la respuesta del sistema generador de eco (26), estando destinado el filtro de identificación (42) a generar una señal de filtrado Sn, y que comprende medios (44) para sustraer de la señal Y3n la señal de filtrado Sn, para producir dicha señal de salida Y1n que se recibe en entrada por dichos medios de aplicación de ganancia en emisión (12).

10. Dispositivo de anulación de eco para atenuar en una señal de salida Y1n componentes de eco de una señal de entrada X2n emitida en un sistema generador de eco (26), que comprende:

- un filtro de identificación (42) de respuesta de impulso finita representativa de la respuesta del sistema generador de eco (26), que recibe en entrada la señal de entrada X2n y que genera una señal de filtrado Sn;

- medios de sustracción (44) que reciben en entrada, por una parte, una señal Y3n obtenida del sistema generador de eco (26), de la que al menos una componente es una respuesta del sistema generador de eco a la señal de entrada X2n, y por otra parte la señal de filtrado Sn, para sustraer de la señal Y3n la señal de filtrado Sn, y producir la señal de salida Y1n;

- medios de adaptación (46) de coeficientes del filtro de identificación en función de un paso de adaptación μ_n ;

- medios de cálculo (50) del paso de adaptación μ_n ;

caracterizado porque los medios de cálculo (50) del paso de adaptación comprenden medios de estimación (28, 48) de la potencia, P1n, de la señal de entrada X2n, y de la P3n de la señal Y3n, y medios de cálculo (52) de una primera variable de acoplamiento, COR2, característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de entrada X2n, y la señal Y3n obtenida del sistema generador de eco (26); calculándose el paso de adaptación μ_n del filtro de identificación en función de las potencias estimadas P1n, P3n, y en función de la primera variable de acoplamiento COR2.

11. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el paso de adaptación μ_n se obtiene según la ecuación siguiente:

$$\mu_n = \frac{P1n}{\alpha \cdot P1n + \text{COR2} \cdot P3n}$$

en la que α es una constante positiva, y P1n y P3n designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal de entrada X2n y de la de la señal Y3n obtenida del sistema generador de eco.

12. Dispositivo según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado** porque la primera variable de acoplamiento COR2 se obtiene a partir de un cálculo de correlación entre la señal de entrada X2n y la señal Y3n.

13. Dispositivo según la reivindicación 12, **caracterizado** porque dicho cálculo de correlación entre la señal de entrada X2n y la señal Y3n es un cálculo de correlación de envolventes.

14. Dispositivo según la reivindicación 13, **caracterizado** porque la primera variable de acoplamiento COR2 es una función del valor máximo, Maxcor2, de los valores de correlación, corr2(j), calculados en una ventana temporal considerada, calculándose cada uno de los valores de correlación corr2(j) según la ecuación siguiente:

$$corr2(j) = \frac{\sum_{i=0}^{LM-1} P1(i) \cdot P3(i+j)}{\sum_{i=0}^{LM-1} P1^2(i)}$$

en la que:

i representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo de duración LM, j representa un valor de desfase entre la señal de entrada X2n y la señal Y3n; y

P1(t) y P3(t) representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal de entrada X2n y de la de la señal Y3n.

15. Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado** porque la primera variable de acoplamiento COR2 está ligada al valor máximo Maxcor2 de dichos valores de correlación corr2(j), según la ecuación siguiente:

$$COR2 = \frac{k}{Maxcor2}$$

en la que k es una constante positiva.

16. Dispositivo de anulación de eco según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado** porque los medios de cálculo del paso de adaptación comprenden además medios de cálculo (30a) de una segunda variable de acoplamiento, COR, característica del acoplamiento acústico entre la señal de entrada X2n del sistema generador de eco (26) y la señal de salida Y1n, obteniéndose la segunda variable de acoplamiento COR por un cálculo de correlación entre las señales de entrada X2n y de salida Y1n; calculándose además el paso de adaptación μ_n del filtro de identificación en función de la segunda variable de acoplamiento COR.

17. Dispositivo de anulación de eco según la reivindicación 16, **caracterizado** porque la segunda variable de acoplamiento COR se obtiene a partir de un cálculo de correlación de envolventes entre las señales de entrada X2n y de salida Y1n.

18. Dispositivo de anulación de eco según la reivindicación 17, **caracterizado** porque la segunda variable de acoplamiento COR es una función del valor máximo, Maxcor, de valores de correlación corr(j) entre la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n, estando calculados dichos valores de correlación corr(j) en una ventana temporal considerada, obteniéndose cada uno de ellos según la ecuación siguiente:

$$corr(j) = \frac{\sum_{i=0}^{LM-1} P1(i) \cdot P2(i+j)}{\sum_{i=0}^{LM-1} P1^2(i)}$$

en la que: i representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo, de duración LM; j representa un valor de desfase entre la señal de entrada X2n y la señal de salida Y1n; y P1(t) y P2(t) representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal de entrada X2n y de la señal de salida Y1n.

19. Dispositivo de anulación de eco según la reivindicación 16, 17 ó 18, **caracterizado** porque el paso de adaptación μ_n se calcula según la ecuación siguiente:

$$\mu_n = \frac{COR}{COR2} \cdot \frac{P1n}{\alpha \cdot P1n + COR2 \cdot P3n}$$

en la que α es una constante positiva, y P1n y P3n designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal de entrada X2n y de la de la señal Y3n obtenida del sistema generador de eco.

20. Dispositivo de tratamiento de eco según la reivindicación 9, en el que el dispositivo de anulación de eco es según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15; calculándose el paso de adaptación μ_n del filtro de identificación (42) en función de la potencia estimada P1n de la señal directa X1n o de la señal de entrada X2n, de la potencia estimada P3n de la señal Y3n obtenida del sistema generador de eco (26) y de dicha variable de acoplamiento COR2.

21. Dispositivo de tratamiento de eco según la reivindicación 9, en el que el dispositivo de anulación de eco es según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19; calculándose el paso de adaptación μ_n del filtro de identificación (42) en función de la potencia estimada $P1n$ de la señal directa $X1n$ o de la señal de entrada $X2n$, de la potencia estimada $P3n$ de la señal $Y3n$ obtenida del sistema generador de eco (26) y de dichas variables de acoplamiento COR , $COR2$.

22. Dispositivo de tratamiento de eco para sistema de comunicación multivías que comprende una pluralidad N de vías de recepción, siendo N un número entero superior o igual a 2, y una pluralidad M de vías de emisión, siendo M un número entero superior o igual a 1; comprendiendo cada una, i , de las N vías de recepción un transductor de salida (HPi) que produce una onda de presión sonora en respuesta a una señal de entrada $X2n(i)$ obtenida de una señal directa $X1n(i)$; comprendiendo cada una, j , de las M vías de emisión un transductor de entrada (MCj) que convierte una onda de presión sonora en una señal de salida $Y1n(j)$; estando destinado dicho dispositivo de tratamiento de eco a atenuar en cada señal de salida $Y1n(j)$ componentes de eco que provienen de la totalidad o parte de las N señales de entrada $X2n(i)$, y resultante del acoplamiento acústico que existe entre el transductor de entrada de la vía de emisión considerada y la totalidad o parte de los M transductores de salida, estando dicho dispositivo **caracterizado** porque incluye:

- medios de cálculo de ganancias en recepción $Gr_n(i)$ y de ganancias en emisión $Ge_n(j)$;

- medios de aplicación de ganancias en recepción para aplicar una ganancia en recepción $Gr_n(i)$ para cada señal directa $X1n(i)$ y producir la señal de entrada $X2n(i)$ correspondiente;

- medios de aplicación de ganancias en emisión para aplicar una ganancia en emisión $Ge_n(j)$ para cada señal de salida $Y1n(j)$ y producir una señal de retorno $Y2n(j)$ correspondiente;

- medios de cálculo, para cada vía de emisión j , de N variables de acoplamiento $COR(j,i)$, con i variando de 1 a N , siendo cada una de las cuales característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de salida $Y1n(j)$ de la vía de emisión y una de las N señales de entrada $X2n(i)$;

siendo aptos dichos medios de cálculo de ganancias para calcular cada ganancia en recepción $Gr_n(i)$ y cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ sobre la base de las N variables de acoplamiento $COR(j,i)$ calculadas para la vía de emisión j asociada.

23. Dispositivo según la reivindicación 22, **caracterizado** porque incluye medios de estimación de la potencia instantánea, $P1n_i$, de cada señal de entrada $X2n(i)$, y de la $P2n_j$ de cada señal de salida $Y1n(j)$, siendo aptos dichos medios de cálculo de ganancias en emisión para calcular cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ sobre la base de N variables $G(j,i)$, con i variando de 1 a N , estando determinada cada una de las cuales en función de las potencias estimadas de una señal de entrada $X2n(i)$ y de la señal de salida $Y1n(j)$ de la vía de emisión considerada, y en función de la variable de acoplamiento $COR(j,i)$ correspondiente, obteniéndose cada una de las variables $G(j,i)$ según la ecuación siguiente:

$$G(j,i) = \frac{P2n_j}{P2n_j + COR(j,i) \cdot P1n_i}$$

en la que $P1n_i$ y $P2n_j$ designan respectivamente una estimación en el instante considerado de la potencia de la señal de entrada $X2n(i)$ y de la señal de salida $Y1n(j)$ considerados.

24. Dispositivo según la reivindicación 23, **caracterizado** porque cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ se determina a partir del valor mínimo de las N variables $G(j,i)$, con i variando de 1 a N , calculadas para la vía de emisión j asociada.

25. Dispositivo según la reivindicación 24, **caracterizado** porque cada ganancia en emisión $Ge_n(j)$ se determina según la ecuación siguiente:

$$Ge_n(j) = \gamma \cdot Ge_{n-1} + (1 - \gamma) \cdot \min_i(G(j,i))$$

en la que $Ge_{n-1}(j)$ designa el valor de la ganancia en emisión de la vía de emisión j en el instante de cálculo precedente, y γ designa una constante positiva inferior a 1 y $\min_i(G(j,i))$ designa el valor mínimo de las N variables $G(j,i)$, con i variando de 1 a N .

26. Dispositivo según la reivindicación 25, **caracterizado** porque todas las ganancias en recepción $Gr_n(i)$ tienen el mismo valor determinado según la ecuación siguiente:

$$Gr_n(i) = 1 - \delta \cdot \max_j(Ge_n(j))$$

en la que δ designa una constante positiva inferior a 1, y $\max_j(Ge_n(j))$ designa el valor máximo de las M ganancias en emisión $Ge_n(j)$, con j variando de 1 a M .

27. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 22 a 25, **caracterizado** porque cada una de dichas ganancias en recepción $Gr_n(i)$ es igual a 1.

28. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 22 a 27, **caracterizado** porque cada variable de acoplamiento $COR(j,i)$ se obtiene a partir de un cálculo de correlación entre la señal de salida $Y1n(j)$ y la señal de entrada $X2n(i)$, correspondientes.

29. Dispositivo según la reivindicación 28, **caracterizado** porque el cálculo de correlación entre una señal de salida $Y1n(j)$ y una señal de entrada $X2n(i)$ es un cálculo de correlación de envolventes.

30. Dispositivo según la reivindicación 29, **caracterizado** porque, según dicho cálculo de correlación de envolventes, cada variable de acoplamiento $COR(j,i)$ es una función del valor máximo, $Maxcor$, de valores de correlación $corr_{ji}(d)$ entre la señal de salida $Y1n(j)$ y la señal de entrada $X2n(i)$, calculándose dichos valores de correlación $corr_{ji}(d)$ en una ventana temporal predefinida, obteniéndose cada una de ellas según la ecuación siguiente:

$$corr_{ji}(d) = \frac{\sum_{c=0}^{LM-1} P1n_i(c) \cdot P2n_j(c + d)}{\sum_{c=0}^{LM-1} P1n_i^2(c)}$$

en la que: c representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo de duración LM , d representa un valor de desfase entre las señales de entrada $X2n(i)$ y de salida $Y1n(j)$; y $P1n_i(t)$ y $P2n_j(t)$ representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal de entrada $X2n(i)$ y de la señal de salida $Y1n(j)$.

31. Dispositivo de anulación de eco para sistema de comunicación multivías que comprende una pluralidad N de vías de recepción, siendo N un número entero superior o igual a 2, y una pluralidad M de vías de emisión, siendo M un número entero superior o igual a 1; cada una, i , de las N vías de recepción que comprende un transductor de salida (HPI) que produce una onda de presión sonora en respuesta a una señal de entrada $X2n(i)$; cada una, j , de las M vías de emisión que comprende un transductor de entrada (MCj) que convierte una onda de presión sonora en una señal de salida $Y1n(j)$; comprendiendo el dispositivo:

- para cada vía de emisión j , N filtros de identificación Fij de coeficientes variables para estimar el acoplamiento acústico entre cada uno de los N transductores de salida (HPI) y el transductor de entrada (MCj) de la vía de emisión j , y

- para cada filtro Fij , medios de adaptación de los coeficientes del filtro en función de un paso de adaptación $\mu_n(i,j)$, y medios de cálculo del paso de adaptación $\mu_n(i,j)$;

estando el dispositivo **caracterizado** porque incluye:

- medios de estimación de la potencia instantánea $P1n_i$ de cada señal de entrada $X2n(i)$ y de la $P2n_j$ de cada señal de salida $Y1n(j)$;

- medios de cálculo, para cada vía de emisión j , de N variables de acoplamiento $COR(j,i)$, con i variando de 1 a N , siendo cada una de las cuales característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal de salida $Y1n(j)$ de la vía de emisión y una de las N señales de entrada $X2n(i)$;

siendo los medios de cálculo del paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j aptos para calcular el paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ en función de las potencias estimadas $P1n_i$, con i variando de 1 a N , para las N vías de recepción, de la potencia $P2n_j$ estimada para la vía de emisión j , y en función de las N variables de acoplamiento $COR(j,i)$, con i variando de 1 a N , asociadas a la vía de emisión j .

32. Dispositivo según la reivindicación 31, **caracterizado** porque un paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j , se obtiene según la ecuación siguiente:

$$\mu_n(i, j) = \frac{P1n_i}{b_i \cdot P1n_i + COR(j, i) \cdot P2n_j + \sum_{k \neq i} COR(j, k) \cdot P1n_k}$$

en la que b_i es una constante positiva.

33. Dispositivo según la reivindicación 31 ó 32, **caracterizado** porque una variable de acoplamiento $COR(j,i)$ se obtiene a partir de un cálculo de correlación entre la señal de salida $Y1n(j)$ y la señal de entrada $X2n(i)$.

34. Dispositivo según la reivindicación 33, **caracterizado** porque dicho cálculo de correlación entre la señal de salida $Y1n(j)$ y la señal de entrada $X2n(i)$ es un cálculo de correlación de envolventes.

35. Dispositivo según la reivindicación 34, **caracterizado** porque una variable de acoplamiento $COR(j,i)$ es una función del valor máximo, $Maxcor(j,i)$, de los valores de correlación, $corr_{ji}(d)$, calculados en una ventana temporal considerada, calculándose cada uno de los valores de correlación $corr_{ji}(d)$ según la ecuación siguiente:

$$corr_{ji}(d) = \frac{\sum_{c=0}^{LM-1} P1n_i(c) \cdot P2n_j(c+d)}{\sum_{c=0}^{LM-1} P1n_i^2(c)}$$

en la que:

c representa un instante de muestreo en la ventana temporal de cálculo de duración LM, d representa un valor de desfase entre las señales de entrada $X2n(i)$ y de salida $Y1n(j)$; y $P1n_i(t)$ y $P2n_j(t)$ representan respectivamente una estimación en un instante t considerado de la potencia de la señal de entrada $X2n(i)$ y de la señal de salida $Y1n(j)$.

36. Dispositivo según la reivindicación 35, **caracterizado** porque la variable de acoplamiento $COR(j,i)$ está ligada al valor máximo $Maxcor(j,i)$ de dichos valores de correlación $corr_{ji}(d)$, según la ecuación siguiente.

$$COR(j,i) = \frac{k}{Maxcor(j,i)}$$

en la que k es una constante positiva.

37. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 36, en el que cada filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j genera una señal de filtrado que se sustrae de la señal de salida $Y1n(j)$ para suministrar una señal filtrada $Y2n(j)$,

caracterizado porque incluye además medios de cálculo, para cada vía de emisión j, de N segundas variables de acoplamiento $COR2(j,i)$, con i variando de 1 a N, siendo cada una de las cuales característica del acoplamiento acústico que existe entre la señal filtrada $Y2n(j)$ de la vía de emisión y una de las N señales de entrada $X2n(i)$; calculándose además el paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ de un filtro de identificación Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j en función de dichas N segundas variables de acoplamiento $COR2(j,i)$.

38. Dispositivo según la reivindicación 37, **caracterizado** porque un paso de adaptación $\mu_n(i,j)$ para un filtro Fij asociado a una vía de recepción i y a una vía de emisión j se obtiene según la ecuación siguiente:

$$\mu_n(i,j) = \frac{COR(j,i)}{COR2(j,i)} \cdot \frac{P1n_i}{b_i \cdot P1n_i + COR(j,i) \cdot P2n_j + \sum_{k \neq i} COR(j,k) \cdot P1n_k}$$

en la que b_i es una constante positiva.

39. Dispositivo según la reivindicación 37 ó 38, **caracterizado** porque incluye además, para cada par de vías de recepción i y de emisión j, medios de aplicación de ganancias para aplicar una ganancia en recepción $Gr_n(i)$ sobre la señal de entrada $X2n(i)$ y una ganancia en emisión $Ge_n(j)$ sobre la señal filtrada $Y2n(j)$; calculándose dichas ganancias $Gr_n(i)$, $Ge_n(j)$ sobre la base de las N segundas variables de acoplamiento $COR2(j,i)$ determinadas para la vía de emisión j.

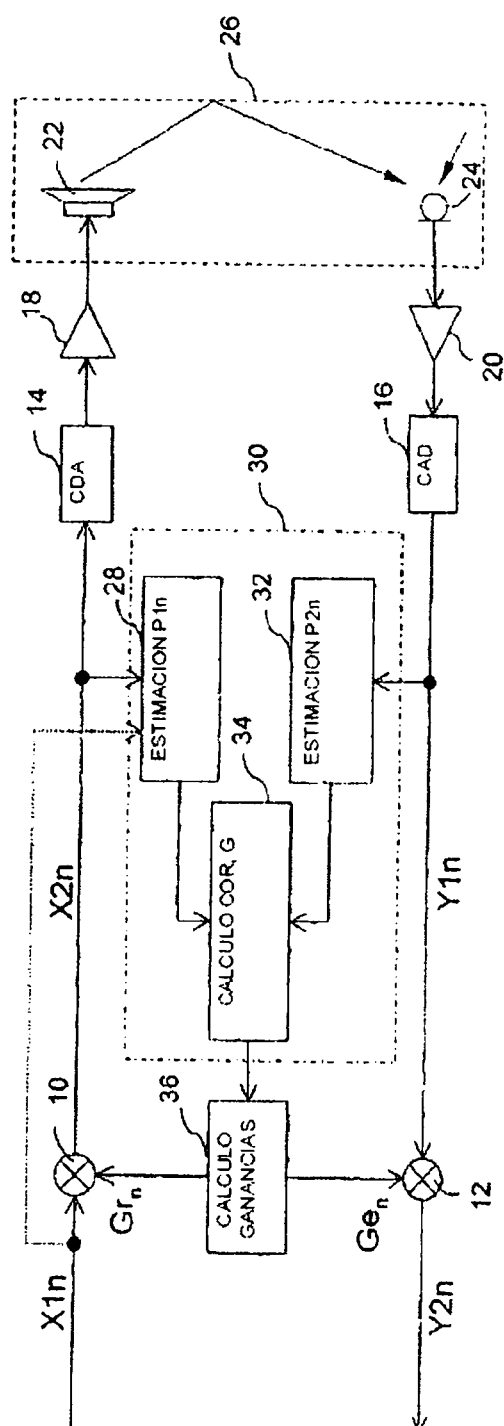


FIG. 1

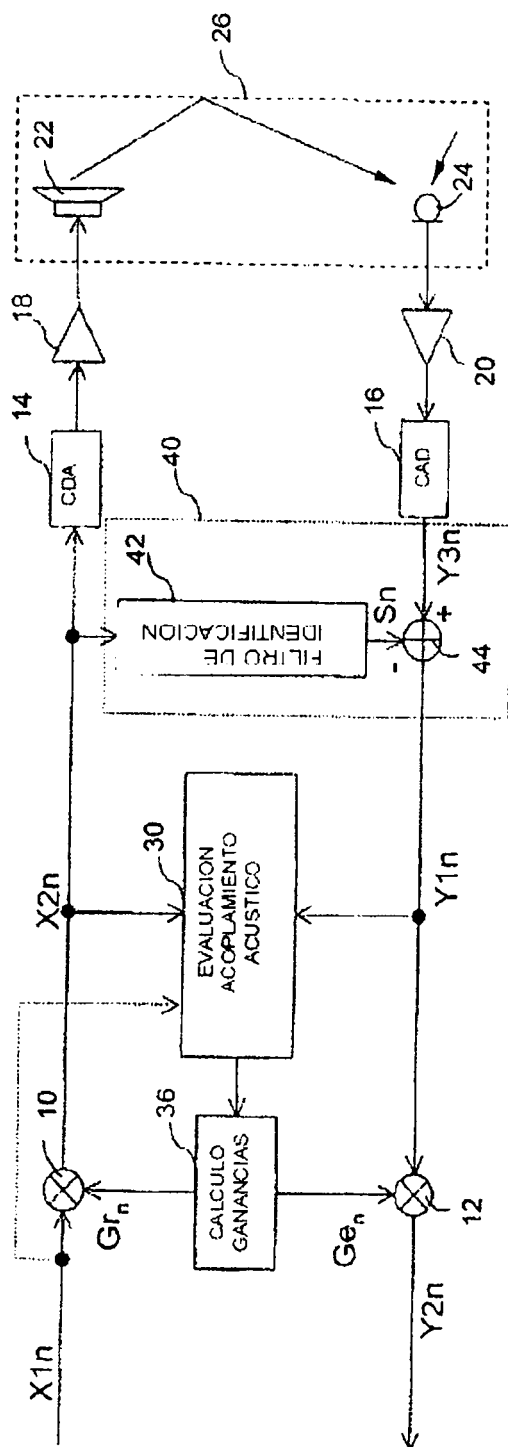


FIG. 2

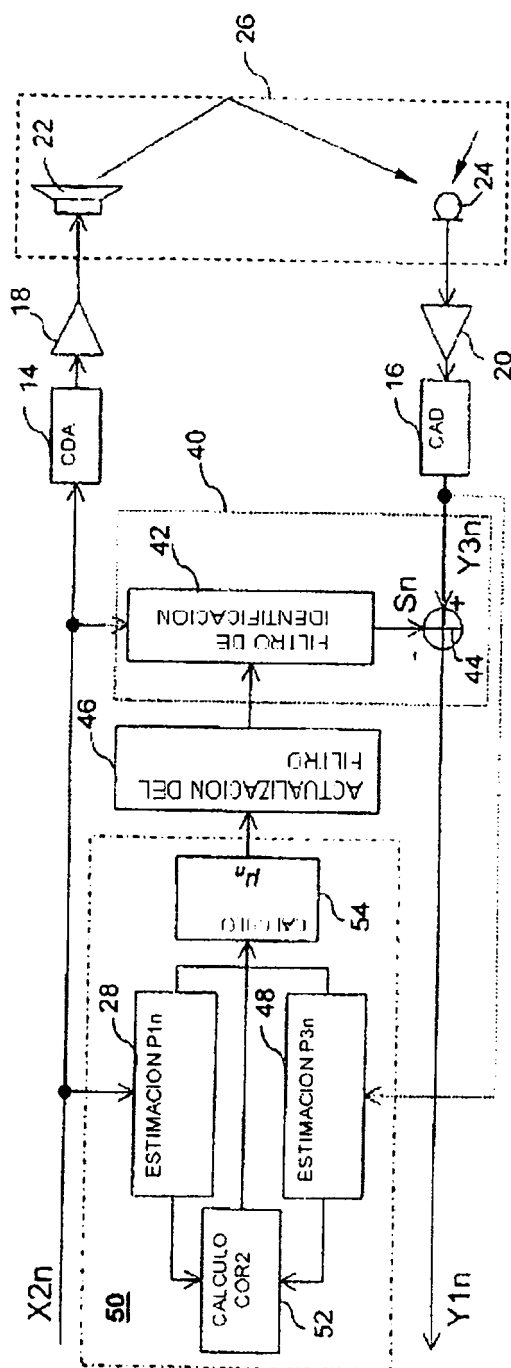


FIG. 3

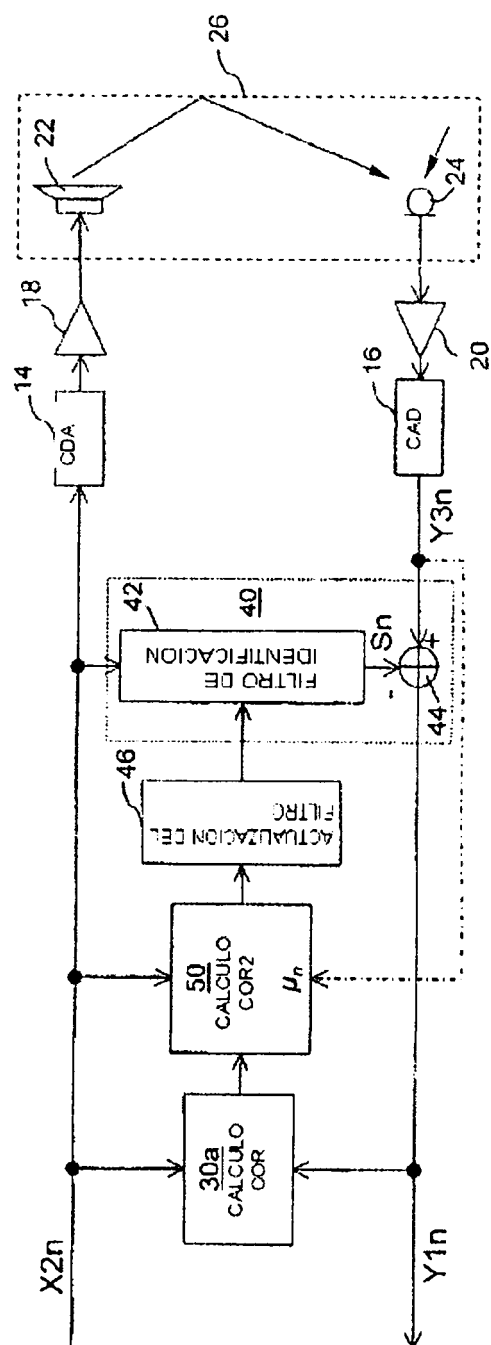


FIG. 4

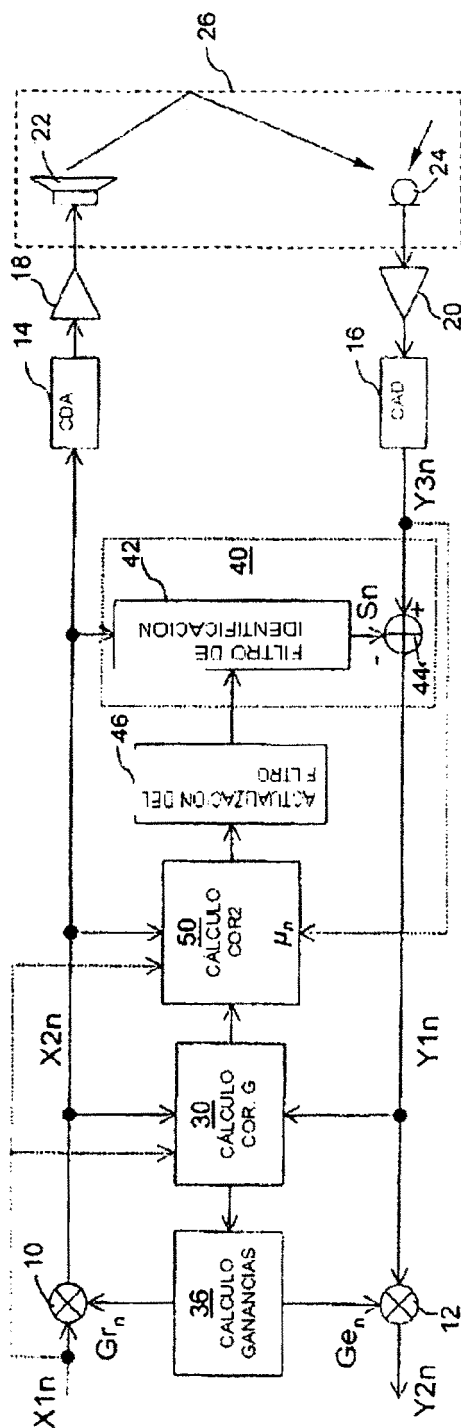


FIG. 5

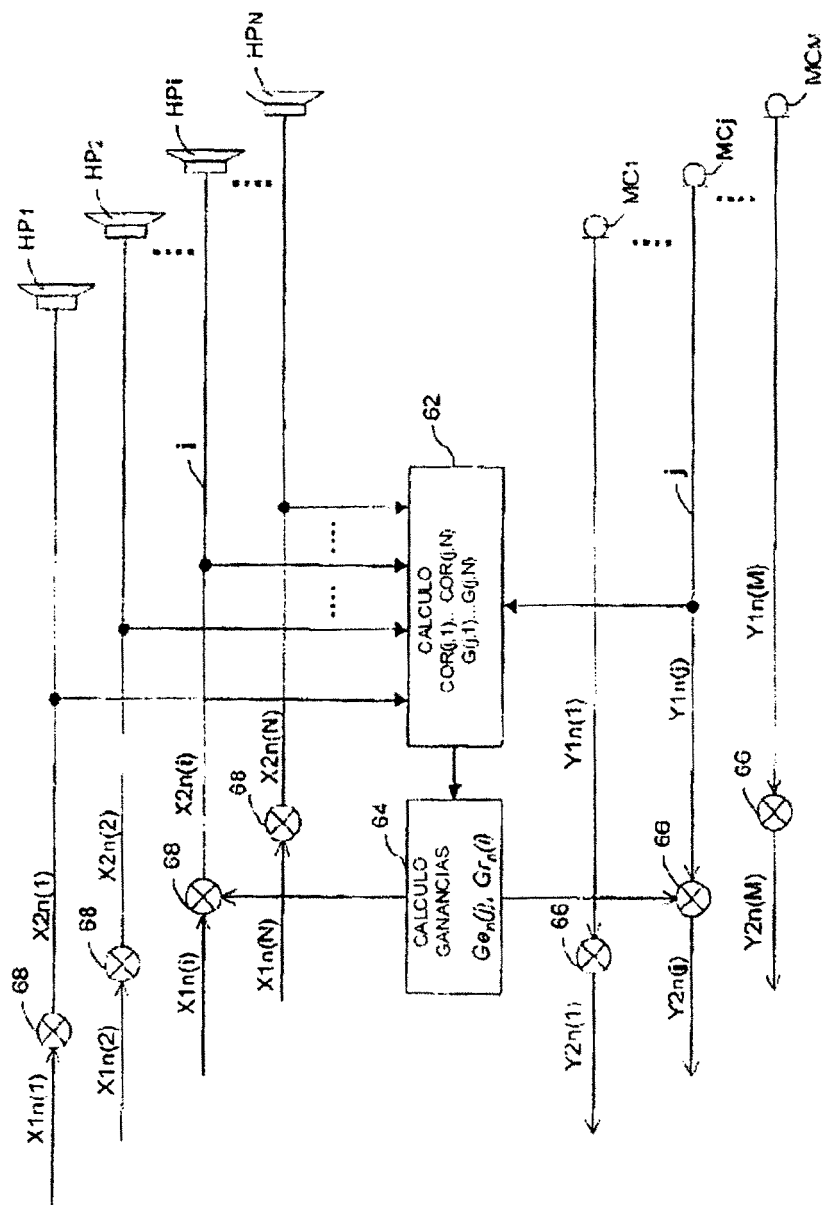


FIG. 6

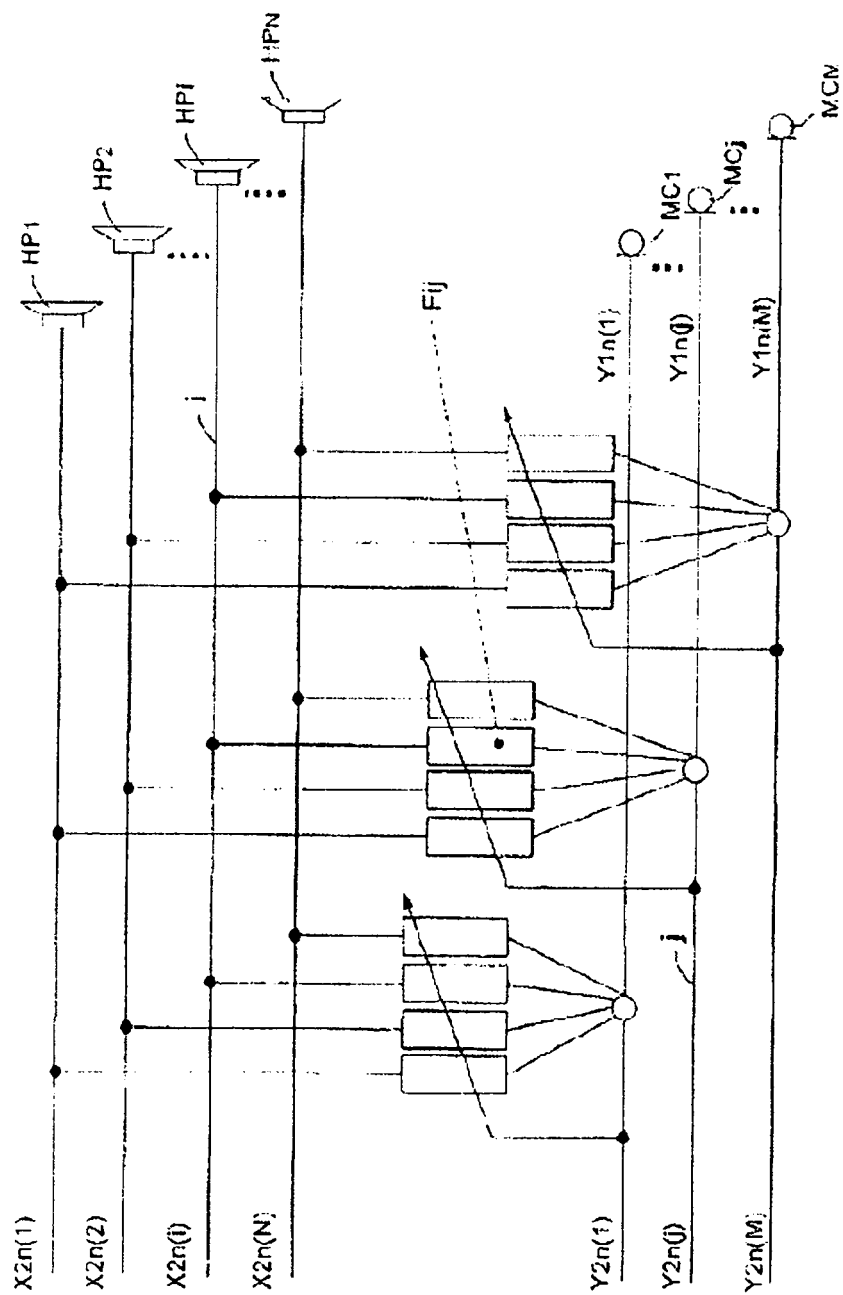


FIG. 7