

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 669**

51 Int. Cl.:

H04R 29/00 (2006.01)

H04S 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2007 PCT/FI2007/050158**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2007 WO07110478**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2007 E 07730645 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 1999996**

54 Título: **Procedimiento y aparato en un sistema de audio**

30 Prioridad:

28.03.2006 FI 20060295

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

19.06.2017

73 Titular/es:

GENELEC OY (100.0%)

Olvitie 5

74100 Iisalmi, FI

72 Inventor/es:

GOLDBERG, ANDREW;

MÄKIVIRTA, AKI;

TIKKANEN, JUSSI y

URHONEN, JUHA

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 617 669 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

Procedimiento y aparato en un sistema de audio

La presente invención se refiere a un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1.

La invención se refiere también a un aparato relacionado con el procedimiento.

- 5 Según la técnica anterior, se conocen procedimientos de calibración en los que una señal de prueba es alimentada a un altavoz. La respuesta a la señal de prueba es medida usando un sistema de medición y la respuesta de frecuencia del sistema es ajustada para que sea tan uniforme como sea posible usando un ecualizador.

Un inconveniente del estado de la técnica es que, por ejemplo, en situaciones de interferencia, la disposición de medición debe ser renovada siempre y esta es una operación que requiere tiempo que, de esta manera, aumenta los costes.

- 10 Pueden encontrarse enseñanzas de la técnica anterior relacionada en los documentos siguientes: US2006/0062405 A1, US5.572.443 A y US2005/0069153 A1.

La invención pretende eliminar los defectos del estado de la técnica descrito anteriormente y crear, para este propósito, un tipo completamente nuevo de procedimiento y aparato para calibrar equipos de reproducción de sonido.

- 15 La invención se basa en la grabación del resultado de la medición del equipo de reproducción de sonido, como tal, en el sistema y al mismo tiempo en la grabación también de los parámetros del filtro de ecualización formado. Se permite al operador realizar ajustes adicionales para el filtro con la ayuda de los resultados de medición grabados. Los resultados de la alteración al filtrado se muestran al operador en tiempo real y los datos de alteración se aplican en el altavoz.

Según una segunda realización preferida de la invención, el altavoz activo está equipado con un generador de señal, que puede ser usado para formar una señal de prueba sinusoidal de exploración logarítmica.

- 20 Según una tercera realización preferida de la invención, el nivel de la señal de medición es ajustado de manera que se consiga la mayor relación señal-ruido posible.

Según una cuarta realización preferida de la invención, las fases del altavoz principal y del subwoofer (altavoz de graves) son ajustadas para que sean la misma en la frecuencia de cruce, con la ayuda de un generador sinusoidal integrado en el altavoz subwoofer activo.

- 25 Según una quinta realización preferida de la invención, se usa una señal sinusoidal logarítmica para ecualizar las respuestas de frecuencia de los altavoces en la posición de escucha (la ubicación del micrófono), con el fin de eliminar las diferencias en los niveles mutuos y los retardos debidos al tiempo de transmisión de los altavoces en el sistema de altavoces.

- 30 Más específicamente, el procedimiento según la invención se caracteriza por la descripción indicada en la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

A su vez, el aparato según la invención se caracteriza por la descripción indicada en la parte caracterizadora de la reivindicación 10.

Se obtienen considerables ventajas con la ayuda de la invención.

- 35 Con la ayuda del procedimiento según la invención, el operador es capaz de alterar los ajustes del altavoz en tiempo real y ver los efectos de los ajustes sin mediciones adicionales. El operador obtiene un considerable ahorro de tiempo, ya que hay un riesgo de interferencia asociado con cada medición acústica. Si el riesgo se materializa, la medición debe repetirse.

- 40 Según la segunda realización preferida de la invención, debido a que la señal de prueba no es alimentada desde el ordenador al altavoz, sino que surge en el altavoz, no hay otras distorsiones o cambios creados en la señal de prueba, además de la respuesta acústica.

A continuación, la invención se examina con la ayuda de ejemplos y con referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema adecuado para el procedimiento según la invención.

La Figura 2 muestra un segundo circuito de calibración según la invención.

La Figura 3 muestra gráficamente la señal según la invención, que es grabada por la tarjeta de sonido del ordenador.

La Figura 4 muestra gráficamente una señal medida típica en la disposición de calibración según la invención.

La Figura 5 muestra gráficamente la señal de prueba generada por el altavoz.

La Figura 6 muestra un diagrama de flujo del procedimiento según la invención.

En la invención se usa la terminología siguiente:

- 1 altavoz
- 2 unidad de control de altavoz
- 3 señal acústica
- 4 micrófono
- 5 preamplificador
- 6 sumador analógico
- 7 tarjeta de sonido
- 8 ordenador
- 9 señal de medición
- 10 señal de prueba
- 11 conexión USB
- 12 controlador de red de control
- 13 red de control
- 14 línea de ES
- 15 generador de señal
- 16 elemento altavoz
- 18 dispositivo de interfaz
- 50 señal de calibración

5 La Figura 1 muestra la totalidad de un aparato, en el que los altavoces 1 están conectados a un ordenador 8 a través de una red 13 de control, por medio de un dispositivo 18 de interfaz.

El dispositivo 18 de interfaz contiene un controlador 12 de red de control según la Figura 2, un preamplificador 5 y un sumador 6 analógico, a los que se conecta una línea 15 de ES procedente del controlador de red de control, a través de cuya línea de ES se transmite una señal 10 de prueba al sumador.

10 La Figura 2 contiene las mismas funciones que la Figura 1, pero sólo se muestra un altavoz 1, por razones de claridad.

La Figura 2 muestra la totalidad del aparato de la invención, en el que el altavoz 1 produce una señal 3 acústica. Para propósitos de prueba, una señal 3 acústica es creada a partir de una señal de calibración eléctrica formada por el generador 15 de la unidad 2 de control del propio altavoz. La unidad 2 de control contiene típicamente un amplificador, convirtiendo de esta manera el altavoz (1) en un altavoz activo. La señal de prueba es preferiblemente una señal de exploración sinusoidal, tal como se muestra gráficamente, entre otras, en la Figura 6. La frecuencia de la señal 50 de calibración (Figura 5) es explorada en el rango de la audición humana, preferiblemente de manera que se comienza en las frecuencias más bajas y la frecuencia se incrementa a una velocidad logarítmica hacia las frecuencias más altas. La generación 50 de la señal de calibración es iniciada por una señal presentada a la unidad 2 de control del altavoz 1 sobre el bus 13 de control. La señal 3 acústica es recibida por el micrófono 4 y amplificada por un preamplificador 5. En el sumador 6 analógico, la señal procedente del preamplificador 5 es combinada con la señal 10 de prueba, que es típicamente una onda cuadrada. El sumador 6 analógico es típicamente un circuito implementado usando un amplificador operacional. La señal 10 de prueba es obtenida a partir de la unidad 12 de control de la red de control. En la práctica, la señal de prueba puede ser obtenida directamente a partir de la línea 14 de ES del microprocesador de la unidad de control de la red de control.

De esta manera, según la invención, la señal 3 de medición acústica puede ser iniciada por control remoto a través del bus 13 de control. El micrófono 4 recibe la señal 3 acústica, con la cual se suma la señal 10 de prueba. La tarjeta 7 de sonido del ordenador 8 recibe una señal de sonido, en la que hay inicialmente la señal de prueba y a continuación, después de un tiempo específico (el tiempo de transmisión acústico) la respuesta 9 de la señal acústica, según la Figura 2.

La Figura 3 muestra la señal producida en la tarjeta 7 de sonido del ordenador mediante el procedimiento descrito anteriormente. El tiempo t_1 es un tiempo que varía aleatoriamente causado por el sistema operativo del ordenador. El tiempo t_2 al inicio de la respuesta 9 acústica está determinado principalmente en base al retardo acústico (tiempo de transmisión), y la variación aleatoria no aparece en el mismo. La respuesta 9 acústica es la respuesta del sistema altavoz-sala que debe ser explorado sinusoidal-logarítmicamente, cuya frecuencia es creciente.

En la primera realización preferida de la invención, en la que se calibra la respuesta de frecuencia de una tarjeta de sonido desconocida, el procedimiento es tal como se indica a continuación. La forma de impulso es generada por el controlador 12 de la red de control, que está conectado a la tarjeta 7 de sonido del ordenador 8 y preferiblemente al bus 11 USB del ordenador. Bajo el control de un programa ejecutado por el ordenador, el controlador de red de control produce la señal 10 de prueba. La tarjeta 7 de sonido es usada para grabar la forma del impulso recibida, que surge como la respuesta de la entrada de la tarjeta 7 de sonido del ordenador 8 a la señal de prueba.

Una onda 10 con forma de impulso (en la que hay dos valores: cero y un voltaje correspondiente a un valor uno) producida por la línea 14 de ES digital puede ser usada como el impulso de entrada.

El impulso 10 de entrada puede ser sumado (analogicamente) con la señal del micrófono.

La señal 10 de prueba grabada en la tarjeta de sonido cambia su forma debido al filtrado causado por la tarjeta de sonido. Se sabe que la respuesta de frecuencia de la tarjeta de sonido es una respuesta de frecuencia pasa banda, que incluye una propiedad pasa alta (a bajas frecuencias) y una propiedad pasa baja (a altas frecuencias). La forma 10 original de la señal de prueba es conocida por el ordenador. Un modelo, en el que la señal de prueba original viaja a través de un filtro que representa las propiedades de filtrado de la tarjeta de sonido, es aplicado a la señal 10 de prueba grabada. En una implementación preferida, los parámetros de la función de transferencia del filtro se seleccionan con la ayuda de una optimización usando un procedimiento de adaptación, de manera que la señal 10 de prueba filtrada producida por este modelo corresponda en su forma, tan precisamente como sea posible, con la señal de prueba real grabada por la tarjeta de sonido. Se habrá definido entonces la respuesta de frecuencia $H(b,a)$, en la que b y a son los parámetros del modelo de respuesta de frecuencia, causada por el filtrado.

Usando la respuesta de frecuencia definida de esta manera, se forma un ecualizador, por medio del cual la respuesta H de frecuencia puede ser ecualizada con las frecuencias correspondientes al rango de la audición humana. La ecualización definida de esta manera es usada más tarde, cuando se miden las respuestas acústicas. Cuando la respuesta acústica medida es corregida usando esta ecualización, el filtrado causado por la tarjeta de sonido es corregido en las frecuencias en el rango de la audición humana.

La selección de la estructura y el grado de la función de transferencia que está siendo modelada puede ser usada para afectar a la precisión y a la velocidad de la medición.

Según la segunda realización preferida de la invención, el voltaje de la señal 15 de prueba producida por la línea 14 de ES se establece en un valor específico.

En este procedimiento, la generación de la señal 10 de prueba conocida es combinada para ser parte de la orden que inicia la señal 50 de calibración (exploración log-sinusoidal) producida por el altavoz.

El ordenador 8 graba la señal, que consiste en tres partes. La primera es la señal 10 de prueba, después de la misma silencio, la tercera en llegar al micrófono es la señal 3 acústica producida por el altavoz, que es grabada como la respuesta 9. Puede leerse lo siguiente a partir de la información grabada:

Con la ayuda del voltaje de la señal de prueba, la magnitud de la palabra digital grabada en el ordenador puede ser medida en voltios (debido a que la altura del impulso en voltios puede ser conocida de antemano y la magnitud de la representación digital del impulso puede ser examinada a partir de la señal almacenada).

El tiempo t_2 entre el inicio de la señal 10 de prueba y el inicio de la respuesta 9 acústica representa la distancia del altavoz 1 desde el micrófono 4 de medición y, usando esta información, es posible calcular la distancia de los altavoces 1 (que reproducen todo la banda de audio) desde el punto de medición. De manera más ventajosa, esto se lleva a cabo tomando como datos iniciales para el cálculo de la FFT una señal, que incluye la señal grabada por la tarjeta 7 de sonido comenzando desde el inicio de la señal 10 de prueba (el comienzo del tiempo t_2 en la Figura 3) y el establecimiento de la señal 10 de prueba en la misma a cero antes de comenzar el cálculo.

- La orden para generar la señal de prueba procede del ordenador 8. En la práctica sin embargo, se observará que el retardo (Figura 3, t_1) después del cual se emite la orden, varía independientemente del sistema operativo (Windows, Mac OS X). Este retardo es aleatorio y no puede predecirse. Una vez emitida la orden, y debido a que la orden y la señal de prueba están vinculadas a la misma función, hay siempre un tiempo conocido y constante desde la generación de la señal de prueba al inicio de la generación de la señal de medición (es decir, la señal de calibración). Además de esto, hay un tiempo, que se ve afectado solo por la distancia entre el altavoz y el micrófono de medición, hasta el inicio de la señal de medición grabada acústicamente.
- Según la tercera realización preferida de la invención, en el altavoz 1 hay un generador 15 integrado, que produce una señal 50 de calibración que es conocida con precisión de antemano.
- La señal de calibración producida por el generador 15 es de exploración sinusoidal, cuya velocidad de exploración de frecuencia aumenta de manera que el logaritmo de la frecuencia instantánea sea proporcional al tiempo, $\log(f) = k t$, en la que f es la frecuencia instantánea de la señal, k es una constante que define la velocidad, y t es el tiempo. El aumento de la frecuencia se acelera a medida que pasa el tiempo.
- Debido a que la señal de prueba está definida matemáticamente, de manera precisa, puede ser reproducida en el ordenador de manera precisa, independientemente de la señal de prueba producida por el altavoz 1.
- Dicha señal de medición contiene todas las frecuencias mientras que el factor de cresta (la relación del nivel de pico al nivel RMS) de la señal es muy ventajoso en el sentido de que el nivel de pico es muy cercano al nivel RMS y, de esta manera, la señal produce una relación señal-ruido muy buena en la medición.
- A medida que la señal 50 (Figura 5) comienza a moverse desde las frecuencias bajas y su frecuencia aumenta, la señal opera ventajosamente en salas con un tiempo de reverberación que es normalmente más largo a frecuencias bajas que a frecuencias altas.
- La generación de la señal 50 de calibración puede ser iniciada usando una orden proporcionada de manera remota.
- Según la cuarta realización preferida de la invención, la magnitud de la señal 50 de calibración producida en el altavoz puede ser alterada a través la red 13 de control.
- Se graba la señal 50 de calibración. Se mide la magnitud de la respuesta 9 acústica de la señal 50 de calibración con relación a la señal de calibración. Si la respuesta 9 acústica es demasiado pequeña, se aumenta el nivel de su señal 50 de calibración. Si la respuesta 9 acústica está limitada en su valor de pico, se reduce el nivel de la señal 50 de calibración.
- La medición se repite hasta que se hayan encontrado la relación señal-ruido óptima y el nivel de la señal 9 acústica.
- El ajuste de nivel puede realizarse para cada altavoz por separado.
- Debido a que el grado en el que ha sido alterado el nivel es controlado por el ordenador 8 y, de esta manera, es conocido, esta información puede ser tenida en cuenta en el cálculo de los resultados, de manera que se obtenga un resultado de medición fiable, escalado correctamente con relación al nivel, independientemente de la distancia.
- Según la quinta realización preferida de la invención, se usa un generador sinusoidal interno en el subwoofer. La fase del subwoofer es ajustada desde el ordenador a través de la red 13 de control y la señal acústica es medida usando el micrófono.
- El ajuste del subwoofer y del altavoz principal a la misma fase en la frecuencia de corte se lleva a cabo en dos etapas.
- Etapa 1: los niveles del subwoofer y del altavoz de referencia se establecen de manera que sean iguales midiendo uno o ambos niveles por separado y ajustando el nivel producido por cada altavoz.
- Etapa 2: ambos altavoces repiten la misma señal sinusoidal, que genera el subwoofer.
- El nivel de sonido común es medido por el micrófono.
- La fase es ajustada y se busca el ajuste de fase en el que el nivel de sonido es un mínimo. El altavoz y el subwoofer están entonces en una fase opuesta.
- El subwoofer es alterado a un ajuste de fase que está a 180 grados con respecto a esto, de manera que el altavoz y el subwoofer están en la misma fase y, de esta manera, se ha encontrado el ajuste de fase correcto.
- Según la sexta realización preferida de la invención, la respuesta de impulso acústico de todos los altavoces 1 del sistema es medida usando el procedimiento descrito anteriormente. Dicha disposición de calibración se muestra en la Figura 3.

La respuesta de frecuencia se calcula a partir de cada respuesta de impulso.

La distancia del altavoz se calcula a partir de cada respuesta de impulso.

En base a la respuesta de frecuencia, se planifican los ajustes del filtro ecualizador que conseguirán la respuesta de frecuencia deseada en la sala (respuesta de frecuencia homogénea).

5 Se calcula el nivel de sonido (relativo) producido por la respuesta ecualizada.

Se establece un retardo para cada altavoz, por medio del cual la respuesta medida de todos los altavoces contiene la misma cantidad de retardo (los altavoces parecerán estar igualmente distantes).

10 Se establece un nivel para cada altavoz, al que los altavoces parecen producir el mismo nivel de sonido en el punto de medición. El nivel de cada altavoz puede ser medido a partir de la respuesta de frecuencia, bien a una frecuencia puntual, o bien en un rango de frecuencias más amplio y el nivel medio en el rango de frecuencias más amplio puede ser calculado usando el valor medio, el valor RMS o la mediana. Además, puede aplicarse diferentes factores de ponderación al nivel de sonido a diferentes frecuencias, antes del cálculo del nivel medio. El rango de frecuencias y los factores de ponderación pueden seleccionarse de manera que el nivel de sonido calculado de esta manera a partir de los diferentes altavoces y subwoofers sea subjetivamente tan similar como sea posible. En una implementación preferida, el nivel medio es calculado a partir de la banda de frecuencias de 500 Hz - 10 kHz, usando el valor RMS y de manera que todas las frecuencias tengan el mismo factor de ponderación.

A continuación, la fase del subwoofer o los subwoofers es ajustada tal como se ha descrito anteriormente.

20 Según la Figura 6, en la etapa 60 de la invención se mide la respuesta del altavoz 1, en la etapa 61 se muestran los resultados de medición sin ecualización al operador, y en la etapa 62 se permite al operador hacer correcciones a la ecualización, en base a la primera medición 60. Los efectos de las alteraciones en la respuesta se calculan y se muestran al operador y en 63 se implementan los ajustes del altavoz.

25 En la práctica, en el procedimiento según la invención, de esta manera, se permite al operador crear un nuevo filtro con la ayuda del sistema de control y, al mismo tiempo, los efectos del filtro en la medición acústica se muestran al operador en tiempo real, sin la necesidad de una nueva medición. Con la ayuda del sistema de control, las alteraciones en el filtro son transmitidas en tiempo real al altavoz, de manera que el operador puede escuchar simultáneamente los resultados de la alteración en el filtro, además de poder ver los resultados de la alteración en tiempo real como una presentación gráfica en la pantalla del ordenador.

En la presente solicitud, la expresión "gama de frecuencias de audio" se refiere a la gama de frecuencias 10 Hz - 20 kHz.

En una implementación preferida, las etapas descritas anteriormente son realizadas en el siguiente orden:

- 30
- las respuestas acústicas de todos los altavoces se graban con la ayuda de la tarjeta de sonido del ordenador,
 - la respuesta de impulso del altavoz se calcula a partir de cada una de las respuestas,
 - el tiempo de transmisión del sonido es medido a partir de cada respuesta de impulso y la distancia del altavoz es calculada en base a estas mediciones,
- 35
- en base a la distancia de cada altavoz, se calcula el retardo adicional que hace que el tiempo de transmisión del sonido procedente del altavoz sea el mismo que el del tiempo de transmisión de los otros altavoces,
 - la respuesta de frecuencia es calculada a partir de cada respuesta de impulso,
 - en base a las respuestas de frecuencia, se calculan los niveles de los altavoces,
 - se calcula una corrección para cada altavoz, que hará que su nivel sea el mismo que el de los otros altavoces.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento en un sistema de reproducción de sonido, en el que

- se forma una señal (50) de calibración eléctrica,
- 5 – se forma una señal (3) de audio a partir de la señal (50) de calibración en un altavoz de un sistema (1) de altavoces,
- la respuesta (9) de la señal (3) de audio es medida (60) y analizada, y

caracterizado por que

- se permite que un operador realice modificaciones (62) en los ajustes del sistema (1) de altavoces en base a la medición realizada,
- 10 – los efectos de las modificaciones se calculan y se muestran al operador sin mediciones adicionales, y
- las alteraciones se implementan (63) en tiempo real en el sistema (1) de altavoces.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la velocidad de exploración de la señal (50) de calibración es logarítmica.

15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la exploración de la señal (50) de calibración se inicia a partir de las frecuencias más bajas.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los datos se muestran en la pantalla del ordenador (8).

5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el procedimiento se usa para determinar la distancia del altavoz (1).

20 6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el procedimiento se usa para establecer que la fase del subwoofer y la del altavoz principal sean la misma en la frecuencia de cruce.

7. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el procedimiento se usa para ecualizar (1), es decir calibrar, la respuesta de todos los altavoces del sistema en la sala de escucha.

8. Aparato en un sistema de reproducción del sonido, que comprende

- 25 – un altavoz (1),
- un aparato (2) de control para el altavoz (1),
- conexiones (13) de señal y de control para el altavoz,
- un micrófono (4) para medir la respuesta del altavoz, y
- aparatos (12, 8, 18) de análisis y de control para analizar y ajustar la señal (9) obtenida desde el
- 30 – micrófono, en base a los resultados del análisis,

caracterizado por que el aparato comprende medios, con la ayuda de los cuales

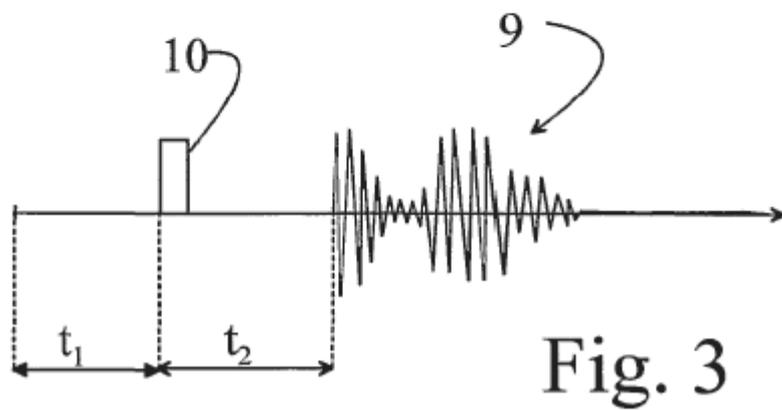
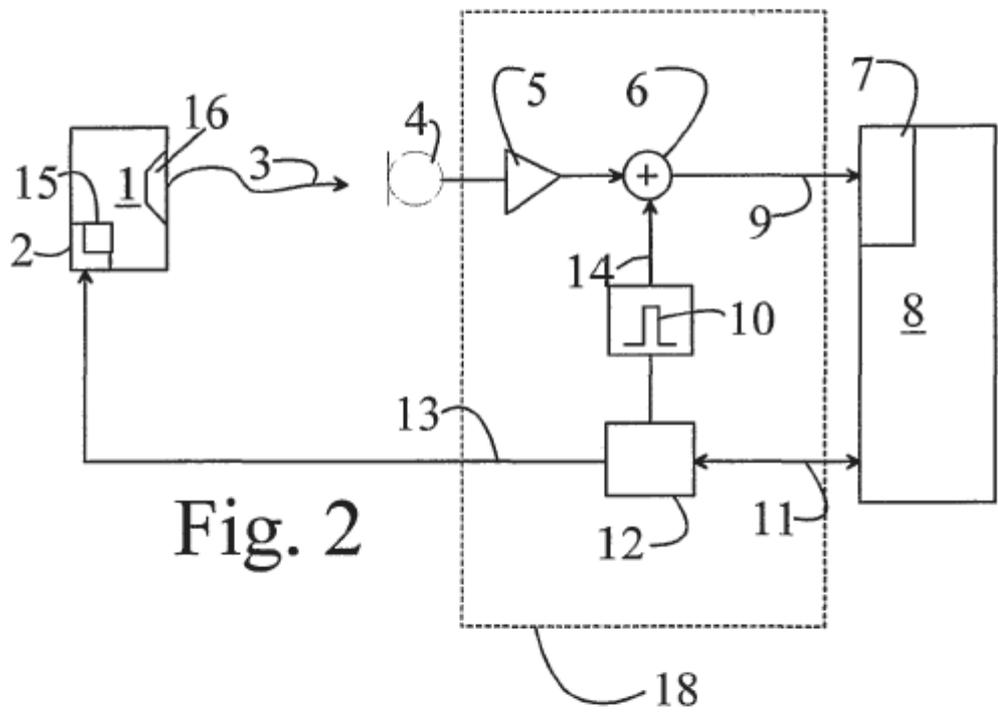
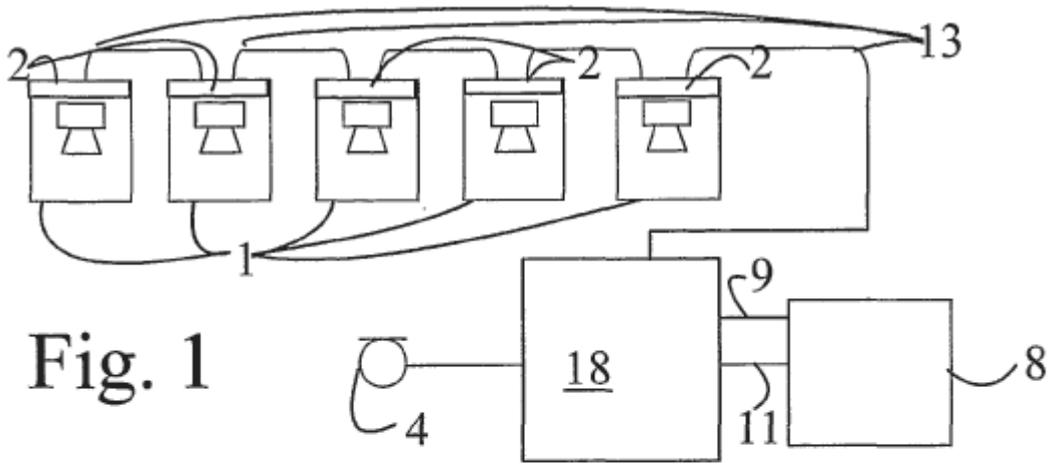
- se permite que un operador realice modificaciones (62) en los ajustes del sistema (1) de altavoces, en base a la medición realizada,
- 35 – medios (8) para calcular los efectos de las modificaciones y presentarlos al operador sin mediciones adicionales, y
- medios (8, 18) para implementar (63) las modificaciones en tiempo real en el sistema (1) de altavoces.

9. Aparato según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el altavoz (1) comprende medios para formar una señal (50) de calibración eléctrica de frecuencia variable esencialmente sinusoidal, en cuyo caso las exploraciones de calibración realiza una exploración al menos sustancialmente a lo largo de toda el rango de frecuencias de audio.

40 10. Aparato según la reivindicación 8 o 9, **caracterizado por que** la velocidad de exploración de la señal (50) de

calibración es logarítmica.

11. Aparato según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** la exploración de la señal (50) de calibración se inicia a partir de las frecuencias más bajas.
- 5 12. Aparato según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el aparato se usa para determinar la distancia del altavoz (1).
13. Aparato según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el aparato se usa para establecer que la fase del subwoofer y la del altavoz principal sean la misma en la frecuencia de cruce.
14. Aparato según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el aparato se usa para ecualizar (1), es decir, calibrar la respuesta de todos los altavoces del sistema, en la sala de escucha.
- 10 15. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el altavoz es un altavoz activo, es decir, contiene un amplificador.



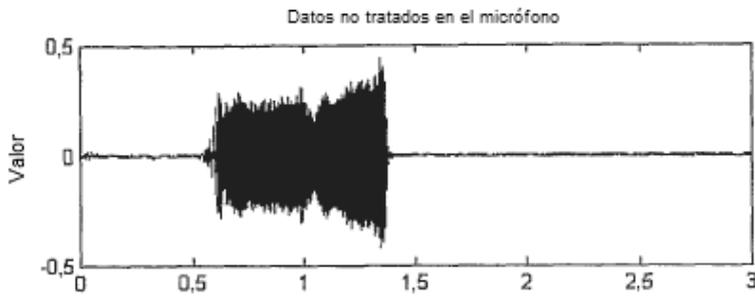


Fig. 4

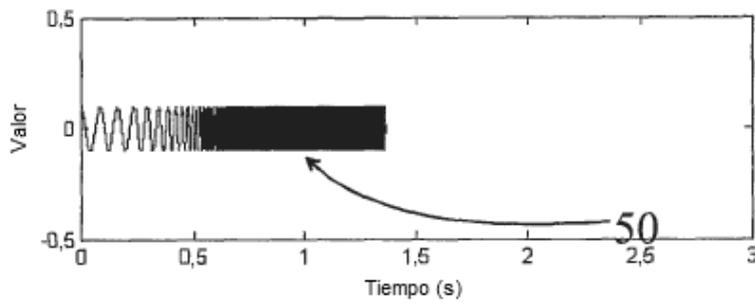


Fig. 5

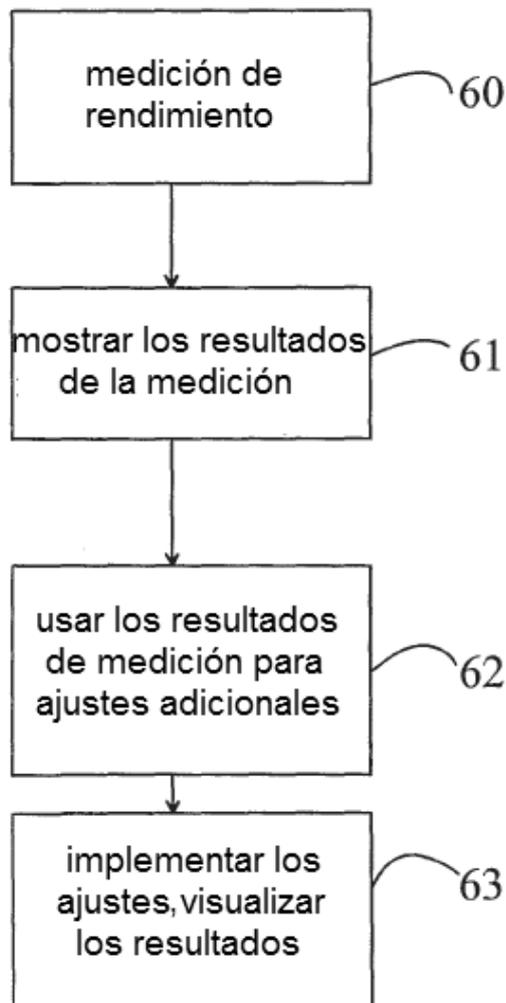


Fig. 6