

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 720**

51 Int. Cl.:

H04R 29/00 (2006.01)

H04S 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2007 E 07730643 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014 EP 1999994**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de calibración en un sistema de audio**

30 Prioridad:

28.03.2006 FI 20060294

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

28.01.2015

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 2 527 720 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 dispositivo de calibración en un sistema de audio

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

La invención se refiere también a un sistema de reproducción de sonido según la reivindicación 10.

5 Según la técnica anterior, se conocen procedimientos de calibración en los que una señal de prueba es suministrada a un altavoz. La respuesta a la señal de prueba se mide usando un sistema de medición y la respuesta de frecuencia del sistema se ajusta de manera que sea lo más uniforme posible usando un ecualizador.

El documento US 20051254662 describe un procedimiento de calibración en un sistema de reproducción de sonido.

10 Una desventaja del estado de la técnica es que la disposición de medición es difícil y requiere un equipo especial. La disposición de calibración no puede generalizarse para diferentes espacios de audición y la obtención de un resultado fiable exige siempre una planificación muy precisa y también el conocimiento y la habilidad para usar las partes individuales del sistema de medición.

15 La invención pretende eliminar los defectos del estado de la técnica, descritos anteriormente, y para este propósito crea un tipo completamente nuevo de procedimiento y aparato para calibrar un sistema de reproducción de sonido.

La invención se basa en la conexión del equipo de reproducción de sonido, con la ayuda de una red de control, a un sistema de calibración construido alrededor de un ordenador.

20 Con la ayuda de una primera realización preferida de la invención, la respuesta de frecuencia de la tarjeta de sonido del ordenador puede ser calibrada usando un generador externo a la tarjeta de sonido, el cual, sin embargo, es controlado por el ordenador en el que está la tarjeta de sonido.

Según una segunda realización preferida de la invención, la amplificación de la tarjeta de sonido es calibrada usando los ajustes de voltaje de la señal de prueba.

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

25 Según una cuarta realización preferida de la invención, el nivel de la señal de medición se ajusta de manera que se consiga la mayor relación señal-ruido posible.

Según una quinta realización preferida de la invención, la fase del altavoz principal y el subwoofer es ajustada de manera que sean la misma a la frecuencia de cruce, con la ayuda de un generador sinusoidal integrado en el altavoz subwoofer activo.

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

35 Más específicamente, el procedimiento según la invención está caracterizado por la parte descriptiva de la reivindicación 1.

El aparato según la invención, a su vez, está caracterizado por la parte descriptiva de la reivindicación 10.

Se obtienen considerables ventajas con la ayuda de la invención.

40 Con la ayuda del procedimiento según la invención, cualquier ordenador en el que haya una tarjeta de sonido cualquiera, puede ser usado para calibrar un sistema de reproducción de sonido, con la ayuda de un micrófono económico.

El software que implementa la invención puede ser instalado en todos los sistemas operativos de ordenador más comunes.

45 Según la primera realización preferida de la invención, es posible prever que la respuesta de la tarjeta de sonido puede ser calculada usando una FFT, por ejemplo, $H = \text{FFT}(y) / \text{FFT}(x)$, en la que H es la respuesta de frecuencia, x es una señal generada conocida, e y es la respuesta acústica grabada por la tarjeta de sonido. Sin embargo, esto no producirá un resultado a menos que el espectro de la señal generada sea continuo (la energía en todas las

frecuencias examinadas), ya que de lo contrario la respuesta de frecuencia no puede ser calculada (las señales x e y reciben el valor cero, en cuyo caso no existe un cociente H a esta frecuencia) a estas frecuencias, en las que el contenido de energía de la señal de entrada es cero (o muy pequeño), de esta manera, este procedimiento no puede ser usado como una solución general.

5 Debido a que el procedimiento según la invención funciona con cualquier tarjeta de sonido de un ordenador, las respuestas de frecuencia de las tarjetas de sonido pueden diferir entre sí.

Una medición que se realiza usando el modelado según la invención elimina este problema.

10 Un procedimiento conocido para eliminar los defectos de la respuesta de frecuencia de una tarjeta de sonido es, por ejemplo, una medición con bucle de retorno, en la que la tarjeta de sonido genera una señal, que graba ella misma. En este procedimiento, la respuesta de la salida de la tarjeta de sonido no puede ser distinguida de la respuesta de la entrada. En el procedimiento según la invención, sólo se mide la salida, en cuyo caso la entrada, en sí misma, puede ser ecualizada.

15 La construcción producida mediante el procedimiento es muy sencilla de implementar, debido a que el impulso requerido para la medición es producido, por ejemplo, por la línea IO de un micro-controlador, en el que el voltaje producido por la misma se suma a la señal de micrófono.

Este procedimiento puede ser incorporado al amplificador de micrófono, de manera que la calibración pueda ser realizada de manera transparente para el operador (sin que el operador lo sepa) y también al mismo tiempo que se graba la medición acústica.

20 Según la segunda realización preferida de la invención, el retardo desconocido y variable causado por el sistema operativo del ordenador puede ser eliminado. Puede calcularse la sensibilidad de la salida de la tarjeta de sonido del ordenador (el tamaño de la palabra digital en voltios).

Según la tercera realización preferida de la invención, debido a que la señal de prueba no es suministrada al altavoz desde el ordenador, sino que surge en el altavoz, la señal de prueba no crea otras distorsiones o cambios, además de la respuesta acústica.

25 Sólo el micrófono de medición y la respuesta de frecuencia de la entrada de la tarjeta de sonido del ordenador, además de la trayectoria de transferencia acústica, afectan a la señal de medición.

Debido a que la señal de medición está integrada, está siempre disponible.

Debido a que el factor de cresta de la señal de medición es pequeño, produce una buena relación señal-ruido.

Según la cuarta realización de la invención, se consiguen las ventajas siguientes.

30 Debido a que la distancia del micrófono puede variar en gran medida, la magnitud de la respuesta acústica producida por la señal de medición puede variar dentro de límites muy amplios.

El ruido producido por el entorno no varía de la misma manera, sino que, por el contrario, se mantiene relativamente constante (en cada sala).

35 Si el micrófono está muy cerca del altavoz, la señal que se está siendo grabada puede ser demasiado grande, en cuyo caso su pico será limitado en la tarjeta de sonido del ordenador.

Si el micrófono está muy lejos, la señal puede ser demasiado pequeña con relación al ruido ambiental, en cuyo caso la relación señal-ruido seguirá siendo pobre.

Siempre puede asegurarse una relación señal-ruido ventajosa con la ayuda de un ajuste de nivel.

40 La limitación de picos de la señal de medición puede prevenirse reduciendo el nivel de la señal. La relación señal-ruido puede ser mejorada aumentando el nivel de la señal.

El ajuste del nivel es conocido por el ordenador de control durante todo el tiempo, y puede ser tenido en cuenta en los cálculos.

Las ventajas siguientes se consiguen con la ayuda de la quinta realización de la invención.

45 Los ajustes de fase correctos se encuentran independientemente del lugar donde está colocado el altavoz (la distancia afecta el nivel de sonido y la colocación afecta a la fase).

La medición corresponde a una situación real (en la que el subwoofer y altavoz principal funcionan

simultáneamente y repiten la misma señal de audio).

Según la sexta realización preferida de la invención, todos los altavoces del sistema de altavoz completo se llevan mutuamente hasta el nivel correcto, a una distancia virtual, y con una respuesta de sala idéntica.

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

5 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.

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

En la invención, se usa la terminología siguiente:

- 1 altavoz
- 2 unidad de control de altavoz
- 3 señal acústica
- 15 4 micrófono
- 5 preamplificador
- 6 sumador analógico
- 7 tarjeta de sonido
- 8 ordenador
- 20 9 señal de medición
- 10 señal de prueba
- 11 enlace USB
- 12 controlador de red de control
- 13 red de control
- 25 14 línea IO
- 15 generador de señal
- 16 elemento altavoz
- 18 dispositivo de interfaz
- 50 señal de calibración

30 La Figura 1 muestra la totalidad del 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 control de red según la Figura. 2, un preamplificador 5 y un sumador 6 analógico, al cual está conectada una línea 15 IO procedente del controlador de red de control, a través de cuya línea IO se trasmite una señal 10 de prueba al sumador.

35 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 la que el altavoz 1 produce una señal 3 acústica. Para fines de prueba, se crea una señal 3 acústica a partir de una señal de calibración eléctrica formada por el generador 15 de la unidad 2 de control del propio altavoz. Típicamente, la unidad 2 de control contiene un

amplificador, convirtiendo, de esta manera, el altavoz 1 en un altavoz activo. Preferiblemente, la señal de prueba es una señal de exploración sinusoidal, tal como se muestra gráficamente en la Figura 6, entre otras. La frecuencia de la señal 50 de calibración (Figura 5) es explorada sobre el rango de frecuencias audible por el oído humano, preferiblemente de manera que comienza a partir de 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 llevada 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 es 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. Típicamente, el sumador 6 analógico es un circuito implementado usando un amplificador operacional. La señal 10 de prueba es obtenida desde la unidad 12 de control de la red de control. En la práctica, la señal de prueba puede ser obtenida directamente desde la línea 14 IO 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 que se suma la señal 10 de prueba. La tarjeta 7 de sonido del ordenador 8 recibe una señal de sonido, en la que está inicialmente la señal de prueba y luego, después de un tiempo específico (el tiempo de recorrido 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 hasta el inicio de la respuesta 9 acústica es determinado principalmente en base al retardo acústico (tiempo de recorrido), y la variación aleatoria no aparece en el mismo. La respuesta 9 acústica es la respuesta del sistema altavoz-sala a la exploración sinusoidal logarítmica, cuya frecuencia es creciente.

En la primera realización preferida de la invención, en la cual 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 recibido, 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 de impulso (en la que hay dos valores: cero y un voltaje correspondiente a uno) producida por la línea 14 IO digital puede ser usada como el impulso de entrada.

El impulso 10 de entrada puede ser sumado (analógicamente) a la señal de 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 de pasa banda, que incluye una propiedad de pasa alta (a bajas frecuencias) y una propiedad de 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 tiene una forma que se corresponde con la mayor precisión posible a la señal de prueba real grabada por la tarjeta de sonido. A continuación, se definirá 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 de frecuencia H puede ser ecualizada con las frecuencias correspondientes al rango de frecuencias audibles por el oído humano. La ecualización definida de esta manera se usa posteriormente 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 a las frecuencias en el rango de frecuencias audibles por el oído humano.

La selección de la estructura y el grado de la función de transferencia que está siendo modelada pueden ser usadas para afectar a la precisión y 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 IO se establece a un valor específico.

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

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

5 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).

10 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 toda la banda de audio) desde el punto de medición. De manera más ventajosa, esto se lleva a cabo tomando como los 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 de prueba (el comienzo del tiempo t_2 en la Figura 3) y ajustando la señal 10 de prueba en la misma a cero antes de comenzar el cálculo.

15 El comando 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 el comando es emitido, varía independientemente del sistema operativo (Windows, Mac OS X). Este retardo es aleatorio y no puede predecirse. Una vez que el comando se ha emitido, y debido a que el comando y la señal de prueba están vinculados a una y la misma función, siempre hay 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 solamente por la distancia entre el altavoz y el micrófono de medición, hasta el inicio de la señal de medición grabada acústicamente.

20 Según la tercera realización preferida de la invención, un generador 15, que produce una señal 50 de calibración que se conoce con precisión de antemano, está integrado en el altavoz 1.

25 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 en el momento es proporcional al tiempo, $\log(f) = k t$, en la que f es la frecuencia momentánea 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 con precisión en el ordenador, independientemente de la señal de prueba producida por el altavoz 1.

30 Dicha una 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 muy buena relación señal-ruido en la medición.

35 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 bajas frecuencias que a altas frecuencias.

La generación de la señal 50 de calibración puede ser iniciada usando un comando proporcionado a través de control remoto.

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 de la red 13 de control.

40 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 pico, se reduce el nivel de la señal 50 de calibración.

La medición se repite hasta que se encuentre la relación señal-ruido y el nivel óptimos de la señal 9 acústica.

45 El ajuste de nivel puede realizarse para cada altavoz por separado.

Debido a que el grado al que el nivel ha sido alterado es controlado por el ordenador 8 y, por lo tanto, es conocido, esta información puede ser tenida en cuenta al calcular los resultados, de manera que se obtendrá un resultado de medición fiable, escalado correctamente con relación al nivel, independientemente de la distancia.

50 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 el altavoz principal a la misma fase a la frecuencia de cruce se realiza en dos etapas.

Etapa 1: los niveles del subwoofer y el altavoz de referencia se establecen para que sean iguales midiendo uno o ambos niveles por separado y estableciendo el nivel producido por cada altavoz.

- 5 Etapa 2: ambos altavoces repiten la misma señal sinusoidal, la cual es generada por el subwoofer.

El nivel de sonido común es medido por el micrófono.

La fase es ajustada y se busca la configuración de fase a la que el nivel de sonido es mínimo. Entonces, el altavoz y el subwoofer están en una fase opuesta.

- 10 El subwoofer es alterado a una configuración de fase que está desfasada 180 grados con respecto a esta, de manera que el altavoz y el subwoofer están en la misma fase y, de esta manera, se ha encontrado la configuración de fase correcta.

Según la sexta realización preferida de la invención, la respuesta a un impulso acústico de todos los altavoces 1 del sistema es medida usando el procedimiento descrito anteriormente. Dicha calibración se muestra en la Figura 3.

- 15 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 (frecuencia de respuesta homogénea).

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

- 20 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 a la misma distancia).

Se establece un nivel para cada altavoz, de manera 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 en 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, pueden proporcionarse 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 ser seleccionados de manera que el nivel de sonido calculado de esta manera desde los diferentes altavoces y subwoofers sea subjetivamente tan similar como sea posible. En una implementación preferida, el nivel medio se calcula a partir de la banda de frecuencia 500 Hz-10 kHz, usando el valor RMS y de manera que todas las frecuencias tengan el mismo factor de ponderación.

30

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

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

- 35 En una realización preferida de la invención, todos los datos esenciales del sistema se graban en un único archivo, o archivo de configuración del sistema, que se basa en información sobre la identidad del altavoz. Preferiblemente, cada altavoz tiene una identidad inequívoca, que se usa para la gestión de datos en el archivo de configuración del sistema. Preferiblemente, esta identidad se forma en la etapa de fabricación del altavoz 1. El sistema 8 de datos actualiza, de manera activa, la configuración de los altavoces. Al abrir el archivo, se muestran las propiedades de todo el sistema de altavoces y pueden ser actualizadas también a través de este archivo o a través del archivo de configuración del sistema.

40

En una implementación preferida, las etapas descritas anteriormente se realizan en el orden siguiente:

- las respuestas acústicas de todos los altavoces se graban con la ayuda de la tarjeta de sonido del ordenador,
- 45 – la respuesta de impulso del altavoz se calcula a partir de cada una de las respuestas,
- el tiempo de recorrido del sonido se mide a partir de cada respuesta de impulso y la distancia del altavoz

se calcula en base al mismo,

- en base a la distancia de cada altavoz, se calcula el retardo adicional que hace que el tiempo de recorrido del sonido procedente del altavoz sea igual al tiempo de recorrido de los otros altavoces,
- la respuesta de frecuencia se calcula a partir de cada respuesta de impulso,

5

- 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. Un procedimiento de calibración en un sistema de reproducción de sonido, en el que
- se forma una señal (50) de calibración eléctrica,
 - se forma una señal (3) de audio en el altavoz a partir de la señal (50) de calibración,
- 5
- se mide la respuesta (9) de la señal (3) de audio y se analiza en un ordenador (8) conectado al altavoz a través de una red (13) de control, y
 - el sistema se ajusta en base a los resultados de medición,
- caracterizado por que
- la señal (50) de calibración se forma en el altavoz (1) de manera que es esencialmente una señal sinusoidal, cuya frecuencia realiza una exploración de al menos sustancialmente todo el rango de frecuencias de audio.
- 10
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la velocidad de exploración de la señal (50) de calibración es logarítmica.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la exploración de la señal (50) de calibración se inicia desde las frecuencias más bajas.
- 15
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el procedimiento se usa para calibrar una tarjeta de sonido desconocida.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la respuesta de la tarjeta (7) de sonido es modelada usando la respuesta de frecuencia.
- 20
6. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el procedimiento se usa para determinar la amplificación de la tarjeta (7) de sonido.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el procedimiento se usa para determinar la distancia del altavoz (1).
- 25
8. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el procedimiento se usa para ajustar la fase del subwoofer y el altavoz principal de manera que sean iguales a la frecuencia de cruce.
9. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el procedimiento se usa para ecualizar, es decir, calibrar la respuesta de todos los altavoces (1) en la sala de audición.
10. Un sistema de reproducción de sonido, que comprende:
- un altavoz (1),
 - un aparato (2) de control para el altavoz (1),
 - conexiones (13) de señal y de control al altavoz,
 - un micrófono (4) para medir la respuesta de los altavoces, y
 - aparatos (12, 8, 18) de análisis y control conectados al altavoz a través de una red (13) de control, para analizar y ajustar la señal (9) obtenida desde el micrófono, en base a los resultados del análisis,
- 30
- caracterizado por que
- el altavoz (1) comprende medios adaptados para formar una señal (50) eléctrica de calibración esencialmente sinusoidal, de frecuencia variable, de manera que la señal de calibración realiza una exploración esencialmente en todo el rango de frecuencias de audio.
- 35
11. Aparato según la reivindicación 10, caracterizado por que la velocidad de exploración de la señal (50) de calibración es logarítmica.
- 40
12. Aparato según la reivindicación 10 u 11, caracterizado por que la exploración por la señal (50) de calibración se inicia desde las frecuencias más bajas.

13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que es aparato se usa para calibrar la respuesta de frecuencia de una tarjeta de sonido desconocida.
14. Aparato según la reivindicación 13, caracterizado por que la respuesta de la tarjeta (7) de sonido se modela usando la respuesta de frecuencia.
- 5 15. Aparato según la reivindicación 10, caracterizado por que el aparato se usa para determinar la amplificación de la tarjeta (7) de sonido.
16. Aparato según la reivindicación 10, caracterizado por que el aparato se usa para determinar la distancia del altavoz.
- 10 17. Aparato según la reivindicación 10, caracterizado por que el aparato se usa para ajustar la fase del subwoofer y el altavoz principal de manera que sean iguales a la frecuencia de cruce.
18. Aparato según la reivindicación 10, 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 audición.
19. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones, caracterizado por que el altavoz es un altavoz activo, es decir, contiene un amplificador.

15

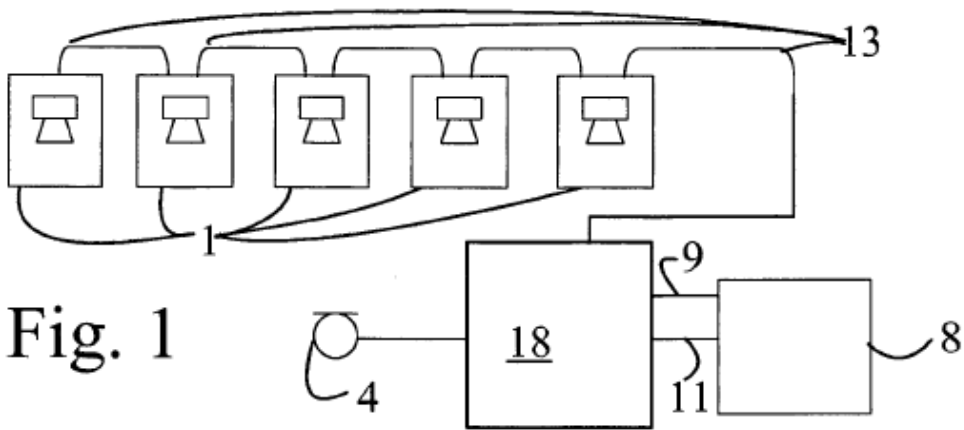


Fig. 1

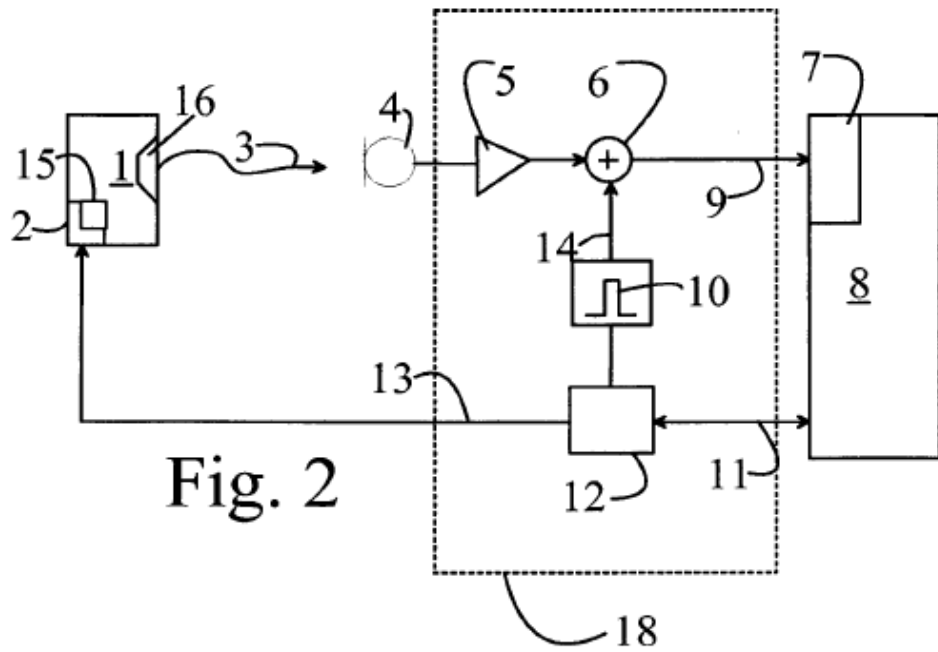


Fig. 2

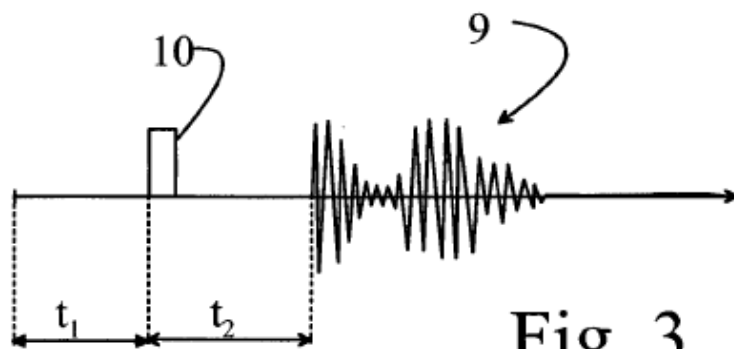


Fig. 3

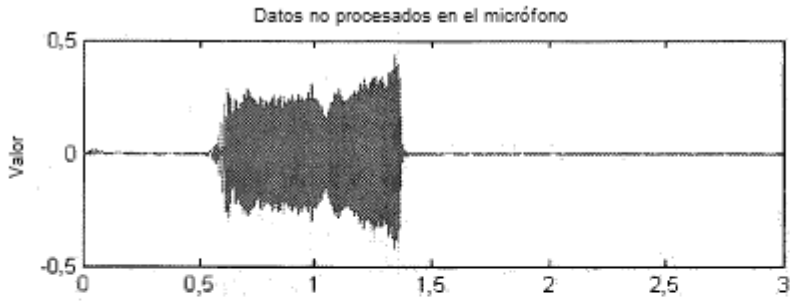


Fig. 4

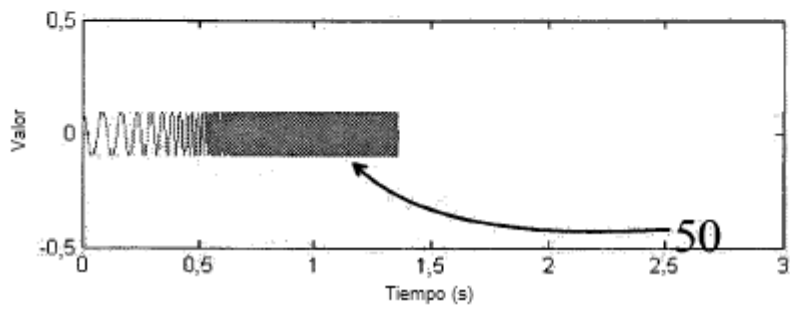


Fig. 5