

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 081**

51 Int. Cl.:

G01H 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2010 PCT/NL2010/050776**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2011 WO11062493**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2010 E 10787573 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2502035**

54 Título: **Método y dispositivo para determinar coeficientes acústicos y potencia acústica**

30 Prioridad:

19.11.2009 NL 2003832
29.04.2010 NL 2004628

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.10.2016

73 Titular/es:

SOUNDINSIGHT B.V. (100.0%)
Hengelosestraat 500
7521 AN Enschede, NL

72 Inventor/es:

WIJNANT, YSBRAND, HANS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 587 081 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

Método y dispositivo para determinar coeficientes acústicos y potencia acústica

5 La invención está relacionada con un método y un dispositivo para determinar el coeficiente de absorción acústica y/o el coeficiente de transmisión acústica en una posición elegida en un espacio en el que prevalece un cierto campo de sonido como resultado del funcionamiento de una fuente emisora de sonido, y/o la potencia acústica emitida por la fuente.

10 Generalmente se conoce y es usual una medición para determinar el coeficiente de absorción de un material (acústico). El coeficiente de absorción se define como la fracción de la intensidad/potencia sonora incidente que es absorbida por una superficie determinada en una posición determinada en un espacio. Sin embargo únicamente se puede medir midiendo la intensidad/potencia sonora activa, es decir, la intensidad/potencia sonora incidente menos la intensidad/potencia sonora reflejada, y la intensidad/potencia sonora incidente.

15 Dicha medición es problemática en la práctica y no siempre se puede realizar de una manera simple y rápida. Aquí es esencial que, aunque la intensidad/potencia sonora activa es medible, determinar la intensidad/potencia sonora incidente únicamente ha sido posible hasta ahora para varios campos de sonido determinados, conocidos y simples, por ejemplo ondas planas, ondas esféricas o un campo de sonido difuso. Esto significa que los resultados de la medición obtenidos únicamente son aplicables para estos campos de sonido. Por lo tanto no son completamente representativos en todas condiciones para los resultados en condiciones prácticas para campos de sonido aleatorios.

20 Una medición para determinar el coeficiente de transmisión de una barrera acústica, por ejemplo un panel, generalmente se conoce menos. El coeficiente de transmisión se define como la fracción de la intensidad/potencia sonora incidente que es transmitida en una posición determinada por una superficie determinada en un espacio. El coeficiente de transmisión también se puede medir únicamente midiendo la intensidad/potencia sonora activa y la intensidad/potencia sonora incidente. Dicha medición es problemática en la práctica y no siempre se puede realizar de una manera simple y rápida. Aquí también es esencial que determinar la intensidad/potencia sonora incidente únicamente ha sido posible hasta ahora para varios campos de sonido determinados, conocidos y simples. Usualmente se hace uso de, por ejemplo, un ambiente acústico en el que un panel, cuya transmisión se debe determinar, se recibe en una ventana que forma el acoplamiento entre un espacio de eco acústicamente duro y un espacio sin eco, denominados usualmente sala reverberante y sala anecoica, respectivamente. Dichas mediciones, que únicamente se pueden realizar en un laboratorio, son difíciles y costosas porque se necesitan configuraciones muy específicas de medición. Adicionalmente, los resultados de medición obtenidos no son totalmente representativos en todas condiciones para los resultados realizados con de este tipo de panel medido en condiciones prácticas correspondientes a un campo de sonido sustancialmente difuso.

35 Una medición para determinar la potencia acústica emitida desde una fuente acústica generalmente se conoce y es usual. Sin embargo únicamente ha sido posible hasta ahora determinar la potencia acústica emitida en un espacio sin eco porque, en el caso de un espacio con eco, la potencia emitida determinada de la manera usual es subestimada debido a los reflejos acústicos en el espacio. Además se puede indicar que la potencia emitida determinada de dicha manera no es la potencia de la fuente en la situación en la que ciertamente hay presentes reflejos del ambiente. Por lo tanto los resultados obtenidos únicamente son aplicables para situación sin eco y no son totalmente representativos en todas condiciones para los resultados en condiciones prácticas. La manera usual de determinar la potencia emitida de una fuente acústica únicamente se puede realizar por lo tanto en un ambiente de laboratorio.

45 El documento US 4 655 086 describe un método en donde la intensidad sonora se calcula a partir de los resultados de mediciones de la presión acústica y la velocidad de partículas determinada en un solo punto. Este método de medición todavía tiene la desventaja de que es difícil determinar coeficientes de absorción y/o transmisión utilizando la intensidad sonora calculada. El documento US3915016 describe un método para determinar el coeficiente de absorción acústica.

50 A la luz de lo anterior un objeto de la invención es proporcionar un método de medición muy simple y un dispositivo basado en el mismo, que no tengan los inconvenientes descritos, sean baratos y fiables, se puedan aplicar en condiciones realistas e incluso prácticas y así se puedan aplicar para un campo de sonido aleatorio y se puedan implementar en forma de un aparato fácilmente portátil que tenga a grosso modo las mismas dimensiones físicas y peso que un medidor de presión sonora o un medidor de intensidad sonora portátiles generalmente conocidos y usuales.

55 Con vista a lo anterior, la invención proporciona un método para determinar el coeficiente de absorción acústica y/o el coeficiente de transmisión acústica en una posición elegida en un espacio en el que prevalece un cierto campo de sonido como resultado del funcionamiento de una fuente emisora de sonido, y/o la potencia acústica emitida por la fuente, que comprende las siguientes etapas de:

a) medir la presión sonora $p(t)$ y la velocidad de partículas $v(t)$ en la posición elegida en el espacio;

b) calcular las transformadas de Fourier $P(f)$, $V(f)$ de $p(t)$, $v(t)$;

c) calcular en base a $P(f)$ y $V(f)$ la intensidad activa promediada en el tiempo $I_{ac}(f)$ en la dirección indicada con el vector n , siendo el vector normal sobre la superficie pertinente, y la intensidad total promediada en el tiempo $I_{tot}(f)$, en la dirección indicada con el vector n ;

5 d) determinar la intensidad sonora incidente promediada en el tiempo en la dirección n :

$I_{in}(f) = \frac{1}{2}(I_{ac}(f) + I_{tot}(f))$; y la etapa de:

e) determinar el coeficiente de absorción promediado en el tiempo en la dirección n : $\alpha = I_{ac}(f)/I_{in}(f)$; y/o la etapa de:

10 f) determinar el coeficiente de transmisión $\vartheta = I_{ac}(f)/I_{in}(f)$ en la dirección n para barreras en donde se puede ignorar la absorción mecánica; y/o las etapas de:

g) definir una superficie envolvente alrededor de la fuente emisora de sonido; y

h) determinar la potencia acústica emitida $P_{in}(f)$ integrando $I_{in}(f)$ en la superficie envolvente.

$I_{tot}(f)$, la intensidad total, es una cantidad que nunca se ha determinado hasta ahora pero que sin embargo es medible en un campo de sonido aleatorio.

15 La intensidad neta o activa es la diferencia entre la intensidad de la onda incidente y la de la onda reflejada:

$$I_{ac}(f) = I_{in}(f) - I_{refl}(f).$$

La intensidad total es la suma de la intensidad de la onda incidente y la de la onda reflejada:

$$I_{tot}(f) = I_{in}(f) + I_{refl}(f).$$

20 Esto hace posible determinar el coeficiente de absorción/coeficiente de transmisión según (d), (e) y (f) y la potencia acústica emitida según (g) y (h).

Vectores se muestran con un símbolo impreso en negrita y campos escalares se muestran con un símbolo impreso normalmente.

En lo anterior:

25 n = el vector de dirección que apunta en la dirección en la que se debe determinar el coeficiente de absorción o transmisión;

t = el tiempo;

f = la frecuencia.

En vista de lo anterior la invención también proporciona un método del tipo especificado, que comprende la etapa de:

30 g) realizar la etapa (c) basándose en las relaciones:

$$I_{ac}(f) = \frac{1}{2} (P \overline{Vn} + \overline{P} Vn)$$

y

$$I_{tot}(f) = \frac{1}{2} (\Delta c \overline{Vn} \overline{Vn} + P \overline{P} / (\Delta c)).$$

En lo anterior:

35 \overline{P} = el conjugado complejo de P ;

\overline{V} = el conjugado complejo de V ;

Δ = la densidad del aire,

c = la velocidad de fase o "velocidad del sonido".

Un método alternativo del tipo especificado comprende la etapa de:

h) calcular en base a $P(f)$ y $V(f)$ la intensidad reactiva promediada en el tiempo en la dirección indicada con el vector n , es decir, $I_{re}(f) = \frac{1}{2} I (\overline{P V n} - \overline{P V n})$; y

i) realizar la etapa (c) basándose en las relaciones:

$$I_{ac}(f) = \frac{1}{2} (P \overline{V n} + \overline{P V n})$$

5 y

$$I_{tot}(f) = (2/B) \arcsin(I_{ac}(f) / \sqrt{I_{ac}(f)^2 + I_{re}(f)^2}) I_{ac}(f) + \dots \\ \dots + (2/B) |I_{re}(f)|$$

en donde $I_{re}(f) = \frac{1}{2} I (\overline{P V n} - \overline{P V n})$ es la parte reactiva de la intensidad determinada en la etapa (h).

10 La intensidad sonora activa y total también se puede determinar utilizando los denominados espectros cruzados y espectros automáticos.

Cuando la absorción mecánica de un panel no es insignificante, el método también se puede extender realizando mediciones en ambos lados del panel y así determinando la absorción mecánica del panel.

15 También se puede hacer uso en un denominado intensiómetro. Un intensiómetro puede comprender dos micrófonos de presión, tales como por ejemplo en una sonda de intensidad de Brüel & Kjaer. También se puede hacer uso de un medidor de velocidad de partículas Microflow® en combinación con un micrófono de presión.

Según un aspecto siguiente, la invención proporciona un método que comprende las etapas de:

j) medir la presión sonora $p(t)$ cerca de la superficie en el espacio y la velocidad de partículas $v(t)$ en varias posiciones elegidas en el espacio;

k) calcular las transformadas de Fourier $P(f)$, $V(f)$ de $p(t)$, $v(t)$;

20 l) calcular sobre la base de $P(f)$ y $V(f)$ la potencia activa promediada en el tiempo $P_{ac}(f)$ obtenida por integración de $I_{ac}(f)$, determinada en (g) o (i), sobre la superficie pertinente, en donde n es el vector normal en la superficie pertinente, y la potencia incidente promediada en el tiempo $P_{in}(f)$, obtenida por integración de $I_{in}(f)$, determinada en (d), sobre la superficie pertinente, en donde n es el vector normal sobre la superficie pertinente,

n) determinar el coeficiente de absorción promediado espacialmente $\alpha = P_{ac}(f) / P_{in}(f)$ y/o

25 o) determinar el coeficiente de transmisión promediado espacialmente $\vartheta = P_{ac}(f) / P_{in}(f)$ para barreras en donde se puede ignorar la absorción mecánica,

s) determinar la potencia acústica emitida igualando la potencia acústica emitida con la potencia incidente.

Como alternativa, dicho método puede comprender la etapa de:

30 p) realizar la etapa (a) o etapa (j) midiendo la velocidad de partículas $v(t)$ utilizando dos sensores de presión que se disponen de manera que juntos forman un sensor de velocidad de partículas, y medir la presión sonora $p(t)$ con uno o dos de estos sensores de presión, en el último caso se determina el promedio de las dos presiones sonoras.

Se obtienen sustancialmente los mismos resultados utilizando dicha variante. Sin embargo, la ventaja de este método es que una cápsula de presión es más simple y menos cara que un sensor de velocidad de partículas.

35 La invención además está relacionada con un dispositivo para determinar el coeficiente de absorción acústica y/o el coeficiente de transmisión acústica y/o la potencia acústica emitida por una fuente, el dispositivo forma una implementación del método descrito anteriormente.

Este dispositivo según la invención comprende:

- medios de medición de presión sonora para medir la presión sonora $p(t)$;

40 - medios de medición de velocidad de partículas para medir la velocidad de partículas $v(t)$, dichos medios de medición de velocidad de partículas se disponen en las inmediaciones de los medios de medición de presión sonora;

- medios de transformación de Fourier para calcular las transformadas de Fourier $P(f)$, $V(f)$ de $p(t)$, $v(t)$;

- primeros medios de cálculo para calcular sobre la base de $p(t)$ y $v(t)$ la intensidad activa $I_{ac}(f)$ y la intensidad total promediada en el tiempo $I_{tot}(f)$; y
- segundos medios de cálculo para determinar la intensidad incidente/la presión incidente, esta última es igual a la potencia acústica emitida, y/o la potencia promediada en el tiempo $P_{ac}(f)$; y
- 5 - terceros medios de cálculo para determinar el coeficiente de absorción $\alpha = I_{ac}(f)/I_{in}(f)$ y/o el coeficiente de absorción promediado espacialmente $\alpha = P_{ac}(f)/P_{in}(f)$ y/o coeficiente de transmisión $\vartheta = I_{ac}(f)/I_{in}(f)$ y/o coeficiente de transmisión promediado espacialmente $\vartheta = P_{ac}(f)/P_{in}(f)$.

Este dispositivo se puede plasmar ventajosamente de manera que los medios de medición de velocidad de partículas comprenden dos sensores de presión y los medios de medición de presión sonora comprenden al menos uno de estos dos sensores de presión.

Aparte de métodos de medición usuales para medir absorción o transmisión, según la invención no es necesario hacer uso de una fuente acústica con propiedades especificadas. Es suficiente que un campo de sonido esté presente en el espacio en el que se realiza la medición, en donde la intensidad sonora es suficiente para permitir realizar una medición significativa según la invención.

15 Por ejemplo, para medir el coeficiente de absorción de una pared en un salón de conferencias, un altavoz, opcionalmente ayudado por un sistema de dirección pública, puede funcionar como fuente durante la medición. La medición realizada se relaciona a continuación con el coeficiente de absorción en el dominio de frecuencia pertinente de la voz humana, por ejemplo aproximadamente 200 Hz - 3 kHz.

20 Es posible considerar basar el método de medición para medir absorción o transmisión para aplicaciones específicas en una fuente de sonido normalizada. Haciendo referencia a la explicación precedente de una medición de un salón de conferencias, por ejemplo se puede hacer uso de una fuente semejante a ruido que pueda generar un campo de sonido en el espacio pertinente, cuya composición espectral en promedio corresponda al menos a grosso modo a la de la fuente a aplicar en la práctica, por ejemplo el altavoz mencionado anteriormente, que abarca un intervalo de frecuencias de aproximadamente 200 Hz - 3 kHz.

25 Será evidente que los medios de transformación de Fourier se pueden basar de una manera generalmente conocida per se en una operación matemática digital por medio de un ordenador o microprocesador, tal como Transformada de Fourier Rápida o FFT (*Fast Fourier Transform*). Las operaciones y cálculos adicionales especificados anteriormente también se realizan digitalmente por un procesador.

30 Para los terceros medios de cálculo, que finalmente crean el coeficiente de absorción α o el coeficiente de transmisión ϑ , se puede añadir una salida de señal que genera una señal representativa del coeficiente de absorción para procesamiento adicional y/o exposición. Por ejemplo se puede aplicar una pantalla, tal como un medidor o pantalla LCD o algo semejante, en la que se puede leer de un vistazo el valor de α o ϑ .

35 Se debe considerar esencial para la medición de absorción o transmisión según la invención que no es necesario aplicar una fuente de sonido con propiedades conocidas. Sin embargo esto todavía es posible, por lo que los resultados de medición pueden ser específicos para una aplicación determinada.

40 La determinación de la potencia acústica de una fuente, por ejemplo un objeto vibratorio, producto, máquina o algo semejante, se hace actualmente en ambientes acústicos realizados específicamente. Un espacio de medición asociado debe cumplir condiciones bien especificadas, en particular ser anecoico, semianecoico o ecoico. Determinar la potencia acústica emitida en una situación in situ no es posible en la técnica anterior. Esto es un resultado del hecho de que no ha sido posible hasta ahora determinar el efecto de reflejos en objetos en las inmediaciones de la fuente emisora.

45 Como se ha especificado anteriormente, según la invención es posible calcular la intensidad activa I_{ac} , la intensidad total I_{tot} , la intensidad incidente I_{in} en la intensidad reflejada I_{refl} en una ubicación aleatoria en el espacio en una dirección aleatoria. Ahora al medir la intensidad activa y la intensidad total en un número suficiente de ubicaciones en una superficie envolvente alrededor de la fuente emisora, también se puede medir la intensidad incidente en estas ubicaciones. Como se ve desde la fuente, la intensidad incidente es igual a la intensidad emitida. Esto implica que la potencia emitida por la fuente se puede determinar integrando la intensidad incidente sobre la superficie envolvente. La potencia emitida se puede determinar así en la situación in situ.

50 La figura acompañante ilustra este método. Una fuente 2 emite sonido. Se define una superficie envolvente virtual 1, por ejemplo una esfera, alrededor de la fuente 2. Las intensidades establecidas anteriormente se indican simbólicamente con flechas. Cabe señalar que en la configuración aleatoria mostrada se disponen dos paredes reflectantes 3, 4. Se define la I_{in} y la I_{refl} asociada respecto a la pared 4. Será evidente que en las inmediaciones de los objetos reflectantes en este caso las paredes reflectantes 3 y 4, I_{ac} , que es $I_{in} - I_{refl}$, asciende sustancialmente a 0. A una distancia de los objetos reflectantes en el espacio I_{ac} es mayor e I_{refl} es menor. La potencia emitida por la fuente 1 en la situación in situ se puede determinar ahora integrando I_{in} en la superficie envolvente 2.

REIVINDICACIONES

5 1. Método para determinar el coeficiente de absorción acústica y/o el coeficiente de transmisión acústica en una posición elegida en un espacio en el que prevalece un cierto campo de sonido como resultado del funcionamiento de una fuente emisora de sonido, y/o la potencia acústica emitida por la fuente, que comprende las siguientes etapas de:

- a) medir la presión sonora $p(t)$ y la velocidad de partículas $v(t)$ en la posición elegida en el espacio;
- b) calcular las transformadas de Fourier $P(f)$, $V(f)$ de $p(t)$, $v(t)$;
- c) calcular en base a $P(f)$ y $V(f)$ la intensidad activa promediada en el tiempo $I_{ac}(f)$ en la dirección indicada con el vector n , siendo el vector normal sobre la superficie pertinente, y la intensidad total promediada en el tiempo $I_{tot}(f)$, en la dirección indicada con el vector n ;

10 d) determinar la intensidad sonora incidente promediada en el tiempo en la dirección n :

$$I_{in}(f) = \frac{1}{2}(I_{ac}(f) + I_{tot}(f)); \text{ y la etapa de:}$$

e) determinar el coeficiente de absorción promediado en el tiempo en la dirección n : $\alpha = I_{ac}(f)/I_{in}(f)$; y/o la etapa de:

15 f) determinar el coeficiente de transmisión $\vartheta = I_{ac}(f)/I_{in}(f)$ en la dirección n para barreras en donde se puede ignorar la absorción mecánica; y/o las etapas de:

- g) definir una superficie envolvente alrededor de la fuente emisora de sonido; y
- h) determinar la potencia acústica emitida integrando I_{in} sobre la superficie envolvente.

2. Método según la reivindicación 1, que comprende la etapa de:

20 g) realizar la etapa (c) basándose en las relaciones:

$$I_{ac}(f) = \frac{1}{4} (\overline{P \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} + \overline{P \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}})$$

y

$$I_{tot}(f) = \frac{1}{4} (\Delta c \overline{\mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} \overline{\mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} + P \overline{P} / (\Delta c)).$$

3. Método según la reivindicación 1 o 2, que comprende la etapa de:

25 h) calcular en base a $P(f)$ y $V(f)$ la intensidad reactiva promediada en el tiempo en la dirección indicada con el vector n , es decir; $I_{re}(f) = \frac{1}{4} i (\overline{P \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} - \overline{P \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}})$; y

i) realizar la etapa (c) basándose en las relaciones:

$$I_{ac}(f) = \frac{1}{4} (\overline{P \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} + \overline{P \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}})$$

y

$$I_{tot}(f) = (2/\pi) \arcsin(I_{ac}(f)/\sqrt{(I_{ac}(f)^2 + I_{re}(f)^2)}) I_{ac}(f) + \dots$$

$$\dots + (2/\pi) |I_{re}(f)|$$

30

en donde $I_{re}(f) = \frac{1}{4} i (\overline{P \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} - \overline{P \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}})$ es la parte reactiva de la intensidad.

4. Método según la reivindicación 2 o 3, que comprende las etapas de:

j) medir la presión sonora $p(t)$ cerca de la superficie en el espacio y la velocidad de partículas $v(t)$ en varias posiciones elegidas en el espacio;

35 k) calcular las transformadas de Fourier $P(f)$, $V(f)$ de $p(t)$, $v(t)$;

l) calcular sobre la base de $P(f)$ y $V(f)$ la potencia activa promediada en el tiempo $P_{ac}(f)$ obtenida por integración de $I_{ac}(f)$, determinada en (g) o (i), sobre la superficie pertinente, en donde n es el vector normal en la superficie pertinente, y la potencia incidente promediada en el tiempo $P_{in}(f)$, obtenida por integración de $I_{in}(f)$, determinada en (d), sobre la superficie pertinente, en donde n es el vector normal sobre la superficie pertinente,

40 n) determinar el coeficiente de absorción promediado espacialmente $\alpha = P_{ac}(f)/P_{in}(f)$; y/o

o) determinar el coeficiente de transmisión promediado espacialmente $\vartheta = P_{ac}(f)/P_{in}(f)$ para barreras en donde se puede ignorar la absorción mecánica,

s) determinar la potencia acústica emitida igualando la potencia acústica emitida con la potencia incidente.

5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de:

5 p) realizar la etapa (a) o la etapa (j) midiendo la velocidad de partículas $v(t)$ utilizando dos sensores de presión que se disponen de manera que juntos forman un sensor de velocidad de partículas, y medir la presión sonora $p(t)$ con uno o dos de estos sensores de presión, en el último caso se determina el promedio de las dos presiones sonoras.

10 6. Dispositivo para determinar el coeficiente de absorción acústica y/o el coeficiente de transmisión acústica y/o la potencia acústica emitida por una fuente con un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el dispositivo comprende:

- medios de medición de presión sonora para medir la presión sonora $p(t)$;

- medios de medición de velocidad de partículas para medir la velocidad de partículas $v(t)$, dichos medios de medición de velocidad de partículas se disponen en las inmediaciones de los medios de medición de presión sonora;

15 - medios de transformación de Fourier para calcular las transformadas de Fourier $P(f)$, $V(f)$ de $p(t)$, $v(t)$;

- primeros medios de cálculo para calcular en base a $P(f)$ y $V(f)$ la intensidad activa promediada en el tiempo $I_{ac}(f)$ en la dirección indicada con el vector n , siendo el vector normal sobre la superficie pertinente, y la intensidad total promediada en el tiempo $I_{tot}(f)$ en la dirección indicada con el vector n ; y

20 - segundos medios de cálculo para determinar la intensidad sonora incidente en la dirección n :

$$I_{in}(f) = \frac{1}{2} (I_{ac}(f) + I_{tot}(f));$$

y

- terceros medios de cálculo para determinar el coeficiente de absorción promediado en el tiempo en la dirección n : $\alpha = I_{ac}(f)/I_{in}(f)$ y/o el coeficiente de transmisión $\vartheta = I_{ac}(f)/I_{in}(f)$ en la dirección n y/o la potencia acústica emitida integrando I_{in} en una superficie envolvente alrededor de la fuente emisora de sonido.

25 7. Dispositivo según la reivindicación 6, en donde los primeros medios de cálculo se configuran para calcular la intensidad activa promediada en el tiempo $I_{ac}(f)$ sobre la base de las relaciones:

$$I_{ac}(f) = \frac{1}{4} (\overline{P \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} + \overline{P \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}})$$

y

30
$$I_{tot}(f) = \frac{1}{4} (\Delta c \overline{\mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} \overline{\mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} + P \overline{P} / (\Delta c)).$$

8. Dispositivo según la reivindicación 6, en donde los primeros medios de cálculo se configuran para calcular sobre la base de $P(f)$ y $V(f)$ la intensidad reactiva promediada en el tiempo en la dirección indicada con el vector n , es decir, $I_{re}(f) = \frac{1}{4} i (\overline{P \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} - \overline{P \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}})$, y calcular la intensidad activa promediada en el tiempo $I_{ac}(f)$ sobre la base de las relaciones:

35
$$I_{ac}(f) = \frac{1}{4} (\overline{P \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} + \overline{P \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}})$$

y

$$I_{tot}(f) = (2/\pi) \arcsin(I_{ac}(f)/\sqrt{(I_{ac}(f)^2 + I_{re}(f)^2)}) I_{ac}(f) + \dots$$

$$\dots + (2/\pi) |I_{re}(f)|$$

en donde $I_{re}(f) = \frac{1}{4} i (\overline{P \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}} - \overline{P \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{n}})$ es la parte reactiva de la intensidad.

9. Dispositivo según la reivindicación 7 u 8, en donde el dispositivo se configura para:

40 - medir la presión sonora $p(t)$ cerca de la superficie en el espacio y la velocidad de partículas $v(t)$ en varias posiciones elegidas en el espacio;

- calcular las transformadas de Fourier $P(f)$, $V(f)$ de $p(t)$, $v(t)$;
 - calcular sobre la base de $P(f)$ y $V(f)$ la potencia activa promediada en el tiempo $P_{ac}(f)$ obtenida por integración de $I_{ac}(f)$, determinada en (g) o (l), sobre la superficie pertinente, en donde n es el vector normal en la superficie pertinente, y la potencia incidente promediada en el tiempo $P_{in}(f)$, obtenida por integración de $I_{in}(f)$, determinada en (d), sobre la superficie pertinente, en donde n es el vector normal sobre la superficie pertinente,
- 5
- determinar el coeficiente de absorción promediado espacialmente $\alpha = P_{ac}(f)/P_{in}(f)$; y/o
 - determinar el coeficiente de transmisión promediado espacialmente $\vartheta = P_{ac}(f)/P_{in}(f)$ para barreras en donde se puede ignorar la absorción mecánica,
 - determinar la potencia acústica emitida igualando la potencia acústica emitida con la potencia incidente.
- 10
10. Dispositivo según la reivindicación 6, en donde los medios de medición de velocidad de partículas comprenden dos sensores de presión y los medios de medición de presión sonora comprenden al menos uno de estos dos sensores de presión.

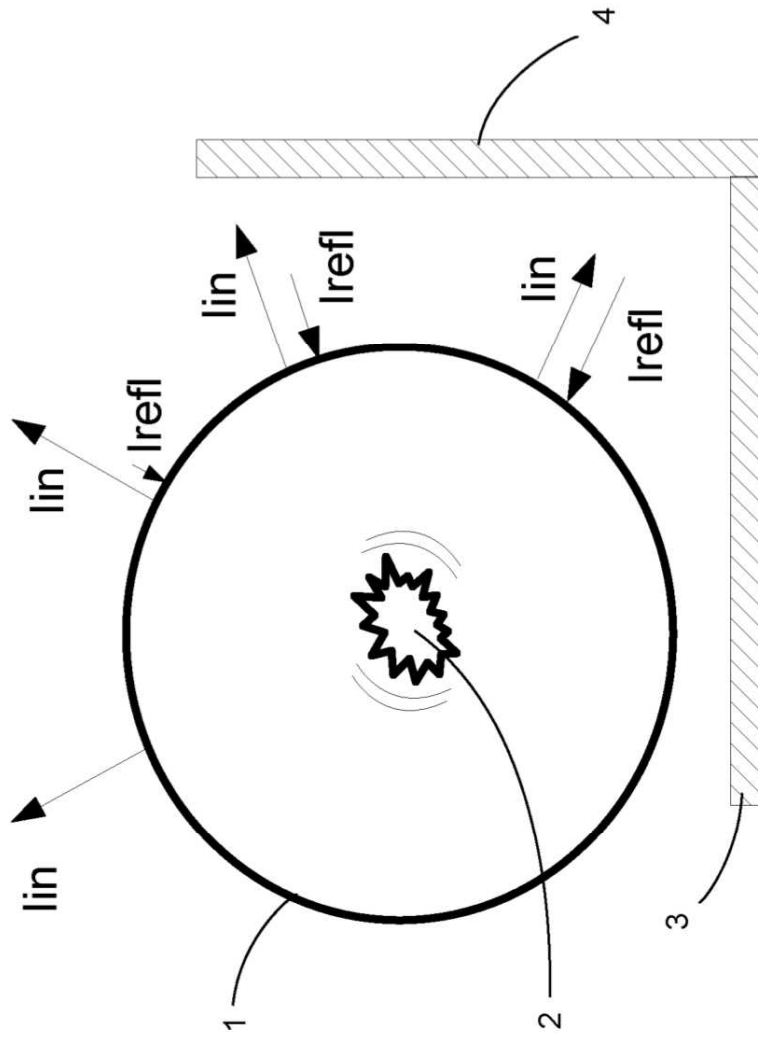


FIG. 1