

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 403**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/107** (2006.01)

**G01B 17/00** (2006.01)

**G01B 5/06** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.08.2013 PCT/EP2013/067022**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14072089**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2013 E 13750048 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016 EP 2916733**

54 Título: **Aparato de medición de longitud**

30 Prioridad:

**09.11.2012 DE 102012220468**

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

**27.04.2017**

73 Titular/es:

**SECA AG (100.0%)  
Schönmatstrasse 4  
4153 Reinach BL 1, CH**

72 Inventor/es:

**GROSSMANN, JAN-ERIK;  
JENSEN, BJÖRN y  
LAWITZKE, PETER**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 610 403 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

Aparato de medición de longitud.

5 La presente invención se refiere a un aparato de medición de longitud con una corredera de medición, una guía lineal en forma de un perfil hueco, en el cual la corredera de medición está apoyada con posibilidad de desplazamiento exterior, para poder ponerla en contacto con un objeto a medir en cuanto a su longitud, una corredera interior, la cual está apoyada con posibilidad de desplazamiento en el interior del perfil hueco, una disposición de imanes, que acopla magnéticamente la corredera de medición y la corredera interior, de manera que  
10 la corredera interior sigue cada movimiento de la corredera de medición a lo largo del perfil hueco, un dispositivo de medición para la medición de la posición de la corredera interior a lo largo del perfil hueco y una indicación, visible en el espacio exterior del perfil hueco, de la longitud determinada mediante el dispositivo de medición conforme a la posición medida de la corredera interior.

15 El perfil hueco está provisto, por lo menos en un extremo, de una pared final. Además la corredera interior cubre sustancialmente la sección transversal del perfil hueco, de manera que en el espacio interior del perfil hueco está formado, entre la pared final y la corredera interior, un espacio hueco cerrado que puede servir de resonador acústico.

20 La invención está dirigida en especial a aparatos de medición de longitud para la medición de la estatura de personas. Tales aparatos de medición de longitud se designan también estadiómetros. Un aparato de medición de longitud típico de este tipo presenta una vara de medir que está formada como guía lineal vertical para una corredera de medición (corredera de cabeza). La vara de medir está alineada verticalmente y está montada en una pared o está sujeta en una plataforma. Para la medición de la estatura la persona se coloca delante de la vara de medir, después de lo cual la corredera de cabeza es desplazada hacia abajo en la vara de medir, hasta que se produce el apoyo sobre la cabeza de la persona a medir. En la vara de medir está prevista una escala de medición con rayas de división de la escala. En la corredera de medición existe, además, una unidad de lectura, la cual registra las rayas de división de la escala durante el desplazamiento de la corredera de medición en la vara de medir y, por consiguiente, registra la variación incremental de la posición de la corredera de medición. En las rayas de división de la escala puede estar codificada también la altura absoluta de una raya de división de la escala, de manera que con la unidad de lectura se puede determinar la altura de la corredera de cabeza, que se indica entonces en una indicación en la corredera de medición.

35 Otro tipo de aparato de medición de longitud para la estatura presenta una pieza acodada, la cual es sujeta por una persona que lleva a cabo la medición de la longitud corporal. Una rama de la pieza acodada está en contacto con la cabeza de la persona a medir. Desde esta rama que está en contacto con la cabeza sobresale una segunda rama perpendicularmente, siendo sujeta la pieza acodada de tal manera que la segunda rama discurre orientada verticalmente sobre el suelo. En una segunda rama está previsto un dispositivo de medición de distancias con un convertidor de ultrasonidos el cual determina e indica, a partir del tiempo de propagación de una señal de ultrasonidos emitida, la cual es reflejada sobre el suelo y que regresa al convertidor de ultrasonidos, la altura de la primera rama, que se encuentra en contacto con la cabeza de la persona a medir, sobre el suelo y con ello la estatura. Una desventaja de este tipo de aparato de medición de longitud consiste en que pueden aparecer imprecisiones de medición a causa de que la persona que lleva a cabo la medición no sujeta la pieza acodada alineada exactamente de manera que la segunda rama esté orientada exactamente vertical sobre el suelo. Además es desventajoso el que las condiciones cambiantes del entorno (p. ej. el polvo u otras impurezas del aire) u objetos que están sobre el suelo puedan falsear la medición.

50 Otro tipo de aparato de medición de longitud presenta una plataforma, que pisa la persona a medir, y un portador vertical colgado fijo verticalmente por encima de la persona a medir. En el portador está dispuesto un dispositivo de medición de las distancias sobre la base del tiempo de propagación de ondas de ultrasonido, que está orientado a la cabeza de la persona situada sobre la plataforma, a la que hay que medir. La persona a medir lleva una caperuza para garantizar una reflexión bien definida de las ondas de ultrasonido por parte del lado superior de la cabeza. A partir de la distancia del lado superior de la cabeza de la persona con respecto al dispositivo de medición de distancias instalado fijo por encima de la persona a medir se puede deducir, a partir de la diferencia de la altura de colgado del dispositivo de medición de distancias y de la distancia medida con respecto al lado superior de la cabeza, la longitud del cuerpo de la persona a medir. Este aparato de medición de longitud es también susceptible a los errores dado que la medición puede ser falseada por condiciones cambiantes del entorno e influencias perturbadoras en el tramo de medición abierto entre el convertidor de ultrasonidos y el lado superior de la cabeza de la persona a medir.

60 Por el documento WO 98/17974 A1 se conoce un aparato de medición de longitud con las características del preámbulo de la reivindicación 1. Este aparato de medición de longitud no está formado como aparato de medición de longitud para personas. Más bien hay que seguir la posición de una corredera de medición. El aparato de medición de longitud tiene una guía lineal en forma de una carcasa hueca, en la cual la corredera de medición está apoyada de forma que se puede desplazar exteriormente. En el interior de la carcasa está apoyada una corredera interior de forma que se puede desplazar. Una disposición de imanes acopla magnéticamente la corredera de  
65

medición y la corredera interior, de manera que la corredera interior sigue cada movimiento de la corredera de medición a lo largo de la guía. La corredera interior está en contacto por rozamiento con un potenciómetro lineal, para proporcionar una señal de tensión, la cual es proporcional a una posición de la corredera interior. A partir de la señal de potenciómetro se deduce la posición de la corredera interior y con ello de la corredera de medición acoplada con ella a lo largo de la guía lineal. Mediante la medición de la posición de la corredera interior en el interior de la carcasa están reducidos ciertamente determinados factores de perturbación tales como humo o polvo, que no penetran en el interior de la carcasa, en cuanto a su influencia sobre la precisión de la medición. El potenciómetro presenta contactos de rozamiento los cuales generan fricción y por ello se desgastan con el tiempo. Para actuar en contra de ello hay que utilizar materiales de gran calidad, lo que incrementa naturalmente los costes de fabricación. Pero también bajo estas condiciones el desgaste puede conducir a un empeoramiento de la precisión de medición.

El problema de la presente invención es configurar un aparato de medición de longitud de tal manera que ofrezca, independientemente de condiciones del entorno cambiantes, una gran precisión de medición y no presente influencias, condicionadas por el desgaste, sobre la precisión de medición. Para la resolución de este problema sirve un aparato de medición de longitud con las características de la reivindicación 1. Las formas de realización ventajosas de la invención están enumeradas en las reivindicaciones subordinadas.

El dispositivo de medición presenta, según la invención, un altavoz y un micrófono en el interior del resonador acústico entre la pared final y la corredera interior. Una unidad de control y de evaluación conectada con el micrófono y el altavoz está configurada para ocasionar que el altavoz emita un impulso acústico y captar entonces, con el micrófono, la respuesta al impulso del resonador acústico. La unidad de control y de evaluación está además configurada para determinar, a partir de la respuesta al impulso del resonador acústico, su frecuencia básica y, a partir de la frecuencia básica, la longitud del resonador y para determinar con ello la posición de la corredera interior a lo largo del perfil hueco. Por frecuencia básica se entiende aquí la frecuencia propia más baja, correspondiente a una onda estacionaria, cuya longitud de onda es el doble de larga que el resonador acústico.

La corredera interior cubre sustancialmente la sección transversal, para reflejar de manera efectiva ondas sonoras incidentes, si bien puede tener también una abertura pequeña, por ejemplo para dejar que pase aire durante su movimiento.

En una forma de realización ventajosa la unidad de control y de evaluación está configurada para transformar la respuesta al impulso registrada del resonador acústico, mediante una transformada de Fourier, en un espectro de frecuencias y para determinar la frecuencia básica en el espectro de frecuencias. La transformada de Fourier se lleva a cabo, preferentemente, en forma de una transformada de Fourier discreta (DFT) o de una transformada de Fourier rápida (FFT).

En una forma de realización preferida la unidad de control y de evaluación está configurada para determinar durante la determinación de la frecuencia básica en el espectro de frecuencias la distancia entre dos máximos consecutivos. La distancia se puede utilizar para determinar para cada máximo en el espectro de frecuencias la cantidad de onda armónica implicada. Con esta información se puede determinar entonces, a partir de cada máximo, una frecuencia básica y promediarla entonces para dar una frecuencia básica. Se pueden promediar también varias distancias de máximos consecutivos para determinar la frecuencia básica.

La unidad de control y de evaluación está configurada, preferentemente, para elegir el ancho de banda del impulso acústico generado por el micrófono, de manera que la longitud de onda más pequeña contenida sea mayor que el doble del diámetro del perfil hueco.

Con ello se garantiza que el sonido en el perfil hueco se propague como onda plana. Para longitudes de onda más cortas el sonido podría ser reflejado también entre las paredes del perfil hueco y con ello excitar también otros modos, cuya velocidad del sonido en la dirección longitudinal del perfil hueco es menor que la velocidad del sonido de una onda plana; estos no influirían ciertamente de forma que falseasen el procedimiento de medición, ya que durante la transformada de Fourier serían separados y no tendrían que utilizarse entonces para la evaluación. La energía del sonido de modos de este tipo eventualmente adicionales no sería generada de manera útil entonces, sin embargo, para la medición y, por consiguiente, carecería de sentido, motivo por el cual es preferible la excitación de una onda plana pura.

En una forma de realización preferida el perfil hueco está provisto también en el otro extremo de una segunda pared final, para formar en el espacio interior del perfil hueco entre la segunda pared final y la corredera interior un segundo resonador acústico. En este segundo resonador acústico están dispuestos un segundo altavoz y un segundo micrófono. La unidad de control y de evaluación está configurada además para ocasionar que el segundo altavoz emita un impulso acústico, captar con el segundo micrófono la respuesta al impulso del segundo resonador acústico, determinar a partir de ello la frecuencia básica del segundo resonador acústico y determinar, a partir de la frecuencia básica, la longitud del segundo resonador y con ello la posición de la corredera interior a lo largo del perfil hueco. En un dispositivo de medición de longitud de este tipo puede estar configurada entonces la unidad de control y de evaluación, ventajosamente, además para, con la ayuda de las longitudes determinadas del resonador acústico,

del segundo resonador acústico, de la longitud conocida del perfil hueco, entre la pared final y la segunda pared final y la longitud axial conocida de la corredera interior, llevar a cabo una calibración de las determinaciones de longitud.

5 En una forma de realización preferida la disposición de imanes presenta, por lo menos, un imán permanente en la corredera de medición y un imán permanente en la corredera interior, que están dispuestos de tal manera que los polos opuestos de los dos imanes permanentes están alineados uno con otro mirando uno hacia otro. Preferentemente están dispuestos de tal manera uno con relación a otro, en cada caso, cuatro imanes permanentes en la corredera interior y en la corredera de medición, que en cada caso un par de imanes permanentes en la corredera de medición y en la corredera interior, con polos opuestos, estén alineados uno con otro mirando uno hacia otro. Alternativamente, la disposición de imágenes presenta sólo un imán permanente en una de entre la corredera de medición y la corredera interior, conteniendo entonces el otro componente de la corredera de medición y la corredera interior material ferromagnético o paramagnético, de manera que la corredera de medición y la corredera interior están acopladas magnéticamente.

15 Las dimensiones exteriores de la corredera interior están adaptadas, preferentemente, a las dimensiones interiores del perfil hueco de manera que la corredera interior se asiente lo más posible sin holgura, pero con capacidad de deslizamiento, en el perfil hueco. Correspondientemente las dimensiones interiores de la corredera de medición están adaptadas de tal manera a las dimensiones exteriores del perfil hueco que la corredera de medición está apoyada, con la menor holgura posible aunque con posibilidad de deslizamiento, exterior sobre el perfil hueco.

20 La invención se describe a continuación con ayuda de un ejemplo de realización en relación con los dibujos, en los cuales:

25 La figura 1 muestra una vista esquemática de un aparato de medición de longitud,

La figura 2 muestra una representación explosionada de partes del aparato de medición de longitud en la zona de la corredera de medición en sección longitudinal,

30 La figura 3 muestra una vista en sección transversal del aparato de medición de longitud en la zona de la corredera interior y de la corredera de medición, no estando representados los propios componentes de la corredera, sino únicamente los imanes permanentes dispuestos en ellos,

35 La figura 4 muestra una vista esquemática del perfil hueco de un dispositivo de medición de longitud en la sección longitudinal,

La figura 5 muestra el desarrollo de amplitudes temporal de una señal que activa el altavoz para la emisión de un impulso acústico en función del tiempo,

40 La figura 6 muestra la señal de micrófono registrada de la respuesta al impulso del resonador acústico en el perfil hueco,

La figura 7 muestra la respuesta al impulso del resonador acústico de la figura 6 transformada en un espectro de frecuencias, y

45 La figura 8 muestra una vista esquemática del perfil hueco en sección longitudinal de otra forma de realización para un dispositivo de medición de longitud.

50 La figura 1 muestra una vista lateral de un aparato de medición de longitud el cual puede estar fijado, por ejemplo, a una pared. El aparato de medición de longitud presenta un perfil hueco 2 como guía lineal, sobre la cual está apoyada exteriormente una corredera de medición 4 con posibilidad de desplazamiento, que lleva una placa de cabeza 3. La corredera de medición 4 se hace descender hasta que la placa de cabeza 3 se apoya encima sobre la cabeza de la persona que a medir.

55 En el perfil hueco 2, el cual en este ejemplo de realización tiene sección transversal de forma circular, está apoyada una corredera interior 6 con posibilidad de desplazamiento (véase la figura 2). La corredera interior 6 tiene forma de disco en sección transversal, o, como está representado aquí, puede estar provista de una pared final inferior cerrada, de manera que la corredera interior 6 cubre la sección transversal del perfil hueco 2. Las dimensiones exteriores de la corredera interior 6 están adaptadas a las dimensiones interiores del perfil hueco 2, de manera que la corredera interior 6 se asiente con la holgura más pequeña posible, pero con capacidad de deslizamiento, en el espacio interior del perfil hueco 2. Las dimensiones interiores de la corredera de medición 4 están adaptadas, correspondientemente, a las dimensiones exteriores del perfil hueco 2, de manera que la corredera de medición 4 esté apoyada con la holgura más pequeña posible, pero con capacidad de deslizamiento, sobre el perímetro exterior del perfil hueco 2.

65 La figura 3 muestra una sección transversal a través del perfil hueco 2 en la zona de la corredera de medición y de la corredera interior, no estando representados ellos mismos ni el componente de corredera de medición ni el

componente de corredera interior, sino únicamente la disposición de imanes formada por varios imanes permanentes, que están introducidos en la corredera interior y en la corredera de medición. En la corredera interior 6 están introducidos cuatro imanes permanentes 7 distribuidos alrededor del perímetro, los cuales están distribuidos a una distancia de 90° entre sí alrededor del perímetro. Correspondientemente están introducidos en la corredera de medición 4 asimismo cuatro imanes permanentes 5, los cuales están distribuidos a distancias correspondientes de 90° alrededor de la corredera de medición exterior. En este caso, la disposición de los imanes permanentes es tal que los imanes permanentes 5 y 7 opuestos entre sí de la corredera de medición 4 y de la corredera interior 6 están alineados unos con respecto a otros con polos opuestos. En el ejemplo de realización representado esto se consigue gracias a que los imanes permanentes 7 de la corredera interior están alineados con un polo magnético, en este ejemplo con el polo norte, hacia fuera, mientras que los imanes permanentes 5 están dispuestos dirigidos asimismo con este polo magnético, aquí el polo norte, hacia fuera, de manera que en cada caso se opone una par de imanes permanentes 5 y 7, con polos opuestos, dirigidos uno hacia otro. De esta manera están acopladas magnéticamente la corredera de medición 4 y la corredera interior 6. Con ello la corredera interior 6 sigue cada movimiento de la corredera de medición 4 a lo largo del perfil hueco 2. En la figura 2 se muestra en cada caso únicamente uno de los imanes permanentes 5 y 7.

En principio, pueden estar previstos, naturalmente, también más o menos que cuatro imanes permanentes por componente de corredera, por ejemplo únicamente un imán permanente en cada caso en la corredera de medición 4 y la corredera interior 6. Es incluso posible que esté previsto únicamente un imán o bien en la corredera interior 6 o en la corredera de medición 4 y que el otro componente de corredera sin imanes propios contenga material ferromagnético o paramagnético, de manera se ejerza una atracción magnética entre la corredera interior 6 y la corredera de medición 4. El o los imanes de la disposición de imanes son, preferentemente, imanes permanentes, si bien son en principio también electroimanes.

La figura 4 muestra una vista en sección longitudinal esquemática de un perfil hueco 2 de un dispositivo de medición de longitud. En este ejemplo de realización la corredera interior 6 está formada simplemente en forma de disco y cubre la sección transversal del perfil hueco 2. El perfil hueco 2 está provisto, en el extremo inferior, de una pared final 40 cerrada, de manera que entre la pared final 40 y la corredera interior 6 está formado un espacio cerrado en el perfil hueco, el cual se puede considerar un resonador acústico. Al dispositivo de medición para la determinación de la posición de la corredera interior 6 a lo largo de la dirección longitudinal del perfil hueco 2 pertenecen un altavoz 22 y un micrófono 20, los cuales están dispuestos en el interior del resonador 30 acústico. El altavoz 22 y el micrófono 20 están conectados con una unidad de control y de evaluación 9, que está mostrada aquí dispuesta en el espacio exterior del perfil hueco, pero que puede estar dispuesta también en el interior del perfil hueco. La unidad de control y de evaluación 9 es un dispositivo de procesamiento de datos programable, el cual está preparado para incitar al altavoz 22 a emitir un impulso acústico y para registrar la respuesta al impulso resultante del resonador 30 acústico mediante el registro de la señal del micrófono 20. La unidad de control y de evaluación 9 está además configurada para determinar, a partir de la respuesta al impulso acústico, la frecuencia básica  $f_0$  del resonador. Esta frecuencia básica  $f_0$  tiene una longitud de onda  $\lambda_0$ , que corresponde al doble de la longitud del resonador acústico (la onda estacionaria más sencilla en el resonador 30 acústico es una semionda con en cada caso un nodo de velocidades en la pared final 40 y en la pared reflectante del interior de la corredera 6). Conociendo la velocidad de la luz  $c$  y la frecuencia básica  $f_0$  se puede determinar, por consiguiente, la longitud del resonador:

$$L = \frac{c}{2 \cdot f_0}$$

En caso de una excitación de banda ancha mediante un impulso acústico se excitan en el resonador 30 acústico, además de la frecuencia básica, también modos superiores, cuyas longitudes de onda son múltiplos enteros de  $\lambda_0/2$ . Estos modos pueden ser de utilidad, como se mostrará más tarde, de forma adicional para el procedimiento de medición.

La figura 5 muestra una dependencia temporal de una señal de excitación, generada por la unidad de control y de evaluación 9, para que el altavoz 22 emita un impulso acústico. Esta señal consta, preferentemente, de una semionda positiva y una negativa con esencialmente forma rectangular. La señal de excitación no tiene una forma de rectángulo ideal (que tendría en principio un espectro de frecuencias ilimitado hacia arriba) dado que el ancho de banda del impulso es limitado. El ancho de banda del impulso debería elegirse de tal manera que la longitud de onda más pequeña contenida sea mayor que el doble del diámetro del perfil hueco. Con ello se garantiza, como se mencionado ya más arriba, que el sonido se propague en el perfil hueco como una onda plana. La longitud temporal de una semionda de la señal de excitación debería ser mayor que la duración del período de la señal con la menor frecuencia, que debe ser evaluada.

La figura 6 muestra el desarrollo temporal de la respuesta al impulso del resonador acústico registrada con el micrófono 20. Para determinar a partir de ello la frecuencia básica  $f_0$  del resonador acústico es conveniente transformar la respuesta al impulso acústico de la figura 6 en un espectro de frecuencias, para determinar la frecuencia básica  $f_0$  en el espectro de frecuencias. Esta transformación en un espectro de frecuencias tiene lugar mediante una transformada de Fourier. Unos procedimientos posibles del procesamiento digital de señal para la

transformada de Fourier son, por ejemplo, la transformada de Fourier discreta (DFT) o la transformada de Fourier rápida (FFT), para cuya realización puede estar dispuesta la unidad de control y de evaluación 9.

La figura 7 muestra ahora una sección del espectro de frecuencias de la respuesta al impulso. En él se pueden reconocer con claridad máximos locales los cuales se originan por los modos propios excitados. Estos aparecen para múltiplos enteros de la frecuencia básica  $f_0$ . La frecuencia básica puede ser determinada, por consiguiente, también a través de las distancias de modos contiguos en el espectro de frecuencias. Esta forma de proceder tiene la ventaja de que la frecuencia básica más baja del altavoz utilizado se puede elegir mayor que la frecuencia básica  $f_0$  propiamente dicha del resonador acústico a determinarse. La frecuencia básica más baja de un altavoz se determina, entre otras cosas, mediante el tamaño de su membrana. Cuanto mayor sea ésta, tanto más baja podrá estar situada la frecuencia límite. Dado que el altavoz está situado en el interior del perfil hueco, se aspira a tener un diámetro de membrana lo más pequeño posible. A causa de ello puede suceder que la onda estacionaria más sencilla en el resonador acústico no se pueda observar bien mediante la presente forma de proceder, debido a que el altavoz no pueda generar suficientemente la longitud de onda grande necesaria para ello. Este efecto se puede reconocer también en la figura 7, de la cual resulta que la frecuencia básica es de algo más de 300 Hz (distancias entre los máximos consecutivos). Sin embargo, para algo más de 300 Hz no se puede reconocer ningún máximo utilizable, en el espectro de frecuencias mostrado en la figura 7, por el motivo indicado, para la frecuencia básica algo mayor que 300 Hz.

Además de la determinación exacta de la frecuencia básica  $f_0$  debe conocerse bien la velocidad del sonido para la unidad de control y de evaluación. Dado que la velocidad del sonido posee una dependencia de la temperatura, es recomendable medir la temperatura  $\vartheta$  dentro del resonador y calcular con ello la velocidad de sonido actual. Esto puede realizarse, por ejemplo, mediante la ecuación

$$c = 331,5 \frac{m}{s} \cdot \sqrt{1 + \frac{\vartheta}{273,15^\circ C}}$$

En la figura 8 está representada otra forma de realización, con la cual se puede mejorar la precisión de la medición del dispositivo de medición. En la figura 8 se muestra, como en la figura 4, una vista esquemática del perfil hueco en sección longitudinal del dispositivo de medición de longitud. Al igual que en la forma de realización según la figura 6 está formado en el perfil hueco 2 un resonador 30 acústico, en el cual se encuentran un altavoz 22 y un micrófono 20 (la unidad de control y de evaluación conectada con estos se ha excluido de la representación por simplicidad). En el perfil hueco está formado además, entre la segunda pared final 42 opuesta del perfil hueco y la corredera interior 6, un segundo resonador 32 acústico. En su interior se encuentran un segundo altavoz 26 y un segundo micrófono 24, los cuales están conectados asimismo con la unidad de control y de evaluación. Mediante esta disposición se puede calibrar la medición de longitud, dado que son conocidas la longitud del perfil hueco entre las paredes finales 40 y 42 y la longitud axial de la corredera interior 6. Bajo la condición previa de que la velocidad del sonido es igual en el primer resonador 30 acústico y en el segundo resonador 32 acústico (lo que presupone que la temperatura en los dos resonadores acústicos es la misma), se puede determinar la velocidad del sonido mediante las siguientes ecuaciones:

$$L_0 = L_1 + L_2 + L_3$$

$$L_0 - L_3 = L_1 + L_2 = \frac{c}{2 \cdot f_{01}} + \frac{c}{2 \cdot f_{02}} = \frac{c}{2} \left( \frac{1}{f_{01}} + \frac{1}{f_{02}} \right)$$

$$c = \frac{2 \cdot (L_0 - L_3)}{\left( \frac{1}{f_{01}} + \frac{1}{f_{02}} \right)} = 2 \cdot (L_0 - L_3) \cdot \frac{(f_{01} \cdot f_{02})}{f_{01} + f_{02}}$$

donde

$L_0$  longitud del perfil hueco entre las paredes finales 40, 42

$L_1$  longitud del resonador 30 acústico

$L_2$  longitud del segundo resonador 32 superior

$L_3$  longitud axial de la corredera interior 6 en la dirección longitudinal del perfil hueco

$f_{01}$  frecuencia básica del resonador 30

$f_{02}$  frecuencia básica del segundo resonador 32

La velocidad del sonido determinada de esta manera se puede utilizar entonces para, por ejemplo, determinar la longitud de uno de los resonadores 30 acústicos:

$$L_1 = \frac{c}{2 \cdot f_{01}}$$

Lista de signos de referencia

5	2	perfil hueco
	3	placa de cabeza
	4	corredera de medición
	5	imanes permanentes de la corredera de medición
	6	corredera interior
10	7	imanes permanentes de la corredera interior
	9	unidad de control y de evaluación
	20	micrófono
	22	altavoz
	24	segundo micrófono
15	26	segundo altavoz
	30	resonador acústico
	32	segundo resonador acústico
	40	pared final
	42	segunda pared final
20		

## REIVINDICACIONES

1. Aparato de medición de longitud con una corredera de medición (4), una guía lineal en forma de un perfil hueco (2), en el cual la corredera de medición (4) está apoyada con posibilidad de desplazamiento exterior, para poder ponerla en contacto con un objeto a medir en cuanto a su longitud, una corredera interior (6), la cual está apoyada con posibilidad de desplazamiento en el interior del perfil hueco (2), una disposición de imanes (5, 7), que acopla magnéticamente la corredera de medición (4) y la corredera interior (6), de manera que la corredera interior (6) siga cada movimiento de la corredera de medición (4) a lo largo del perfil hueco (2), un dispositivo de medición para la medición de la posición de la corredera interior (6) a lo largo del perfil hueco (2) y una indicación, visible en el espacio exterior del perfil hueco, de la longitud determinada mediante el dispositivo de medición conforme a la posición medida de la corredera interior (6), estando el perfil hueco (2) provisto, por lo menos en un extremo, de una pared final (40) y la corredera interior (6) cubre sustancialmente la sección transversal del perfil hueco (2), para formar en el espacio interior del perfil hueco (2), entre la pared final (40) y la corredera interior (6), un resonador acústico (30), caracterizado por que el dispositivo de medición presenta un altavoz (22) y un micrófono (20) en el interior del resonador acústico (30) así como una unidad de control y de evaluación (9) conectada con el mismo, la cual está configurada para ocasionar que el altavoz (22) emita un impulso acústico, registrar con el micrófono (20) la respuesta al impulso del resonador acústico (30), determinar a partir de ella la frecuencia básica ( $f_0$ ) del resonador acústico (30) y, a partir de la frecuencia básica, determinar la longitud del resonador (30) y con ello la posición de la corredera interior (6) a lo largo del perfil hueco (2).
2. Aparato de medición de longitud según la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad de control y de evaluación (9) está configurada para transformar la respuesta al impulso medida del resonador (30) acústico mediante una transformada de Fourier en un espectro de frecuencias y determinar en el espectro de frecuencias la frecuencia básica.
3. Aparato de medición de longitud según la reivindicación 2, caracterizado por que la unidad de control y de evaluación (9) está configurada para llevar a cabo, para la transformada de Fourier, una transformada de Fourier discreta (DFT) o una transformada de Fourier rápida (FFT).
4. Aparato de medición de longitud según la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que la unidad de control y de evaluación (9) está configurada para determinar, en el espectro de frecuencias del resonador (30) acústico, la distancia entre dos máximos consecutivos como valor estimado para la frecuencia básica, establecer para varios máximos con el valor estimado la cantidad de onda armónica implicada en cada caso, determinar a partir de ello una frecuencia básica para cada máximo estudiado y resumir éstas en un valor medio.
5. Aparato de medición de longitud según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control y de evaluación (9) está configurada para elegir el ancho de banda del impulso acústico generado por el micrófono (20), de manera que la longitud de onda más pequeña contenida sea mayor que el doble del diámetro del perfil hueco (2).
6. Aparato de medición de longitud según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el perfil hueco (2) está provisto también en el otro extremo de una segunda pared final (42), para formar en el espacio interior del perfil hueco entre la segunda pared final (42) y la corredera interior (6) un segundo resonador (32) acústico, y por que el dispositivo de medición presenta un segundo altavoz (26) y un segundo micrófono (24) en el interior del segundo resonador (32) acústico y por que la unidad de control y de evaluación (9) está configurada para ocasionar que el segundo altavoz (26) emita un impulso acústico, y registrar con el segundo micrófono (24) la respuesta al impulso del segundo resonador (32) acústico, determinar a partir de ello la frecuencia básica de segundo resonador (32) acústico y determinar, a partir de la frecuencia básica, la longitud del segundo resonador (32).
7. Aparato de medición de longitud según la reivindicación 6, caracterizado por que la unidad de control y de evaluación (9) está configurada para llevar a cabo una calibración de las determinaciones de las longitudes, con la ayuda de las longitudes determinadas del resonador (30) acústico, del segundo resonador (32) acústico, de la longitud conocida del perfil hueco (2), entre la pared final (40) y la segunda pared final (42) y la longitud axial conocida de la corredera interior (6).
8. Aparato de medición de longitud según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la disposición de imanes (5, 7) presenta, por lo menos, un imán permanente en la corredera de medición (4) y un imán permanente en la corredera interior (6), que están dispuestos de tal manera que los polos opuestos de los dos imanes permanentes están alineados uno con relación a otro mirando uno hacia otro.
9. Aparato de medición de longitud según la reivindicación 8, caracterizado por que, en cada caso, cuatro imanes permanentes están dispuestos en la corredera interior (6) y en la corredera de medición (4), de manera que, respectivamente, un par de imanes permanentes estén orientados enfrentados entre sí en la corredera de medición (4) y en la corredera interior (6) con los polos enfrentados.

10. Aparato de medición de longitud según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la disposición de imanes (5, 7) contiene un imán permanente en una de las correderas de medición y la corredera interior y por que la otra corredera de medición y la corredera interior contiene material ferromagnético o paramagnético.

- 5 11. Aparato de medición de longitud según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de medición está conectado además con un sensor de temperatura en el interior del perfil hueco y por que la unidad de control y de evaluación (9) está configurada para dejar entrar en la determinación de la longitud del resonador (30) acústico, a partir de su frecuencia básica, una velocidad del sonido corregida en cuanto a la temperatura.

10

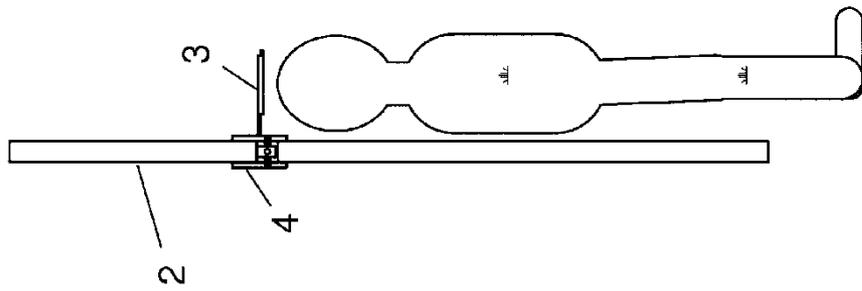


Fig. 1

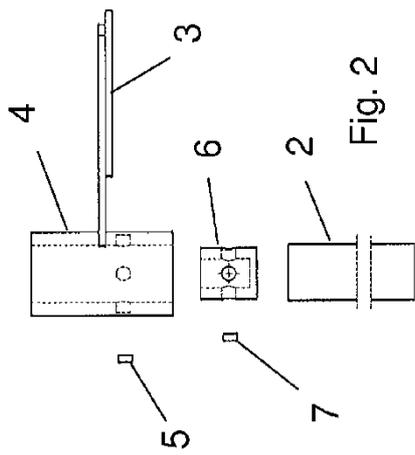


Fig. 2

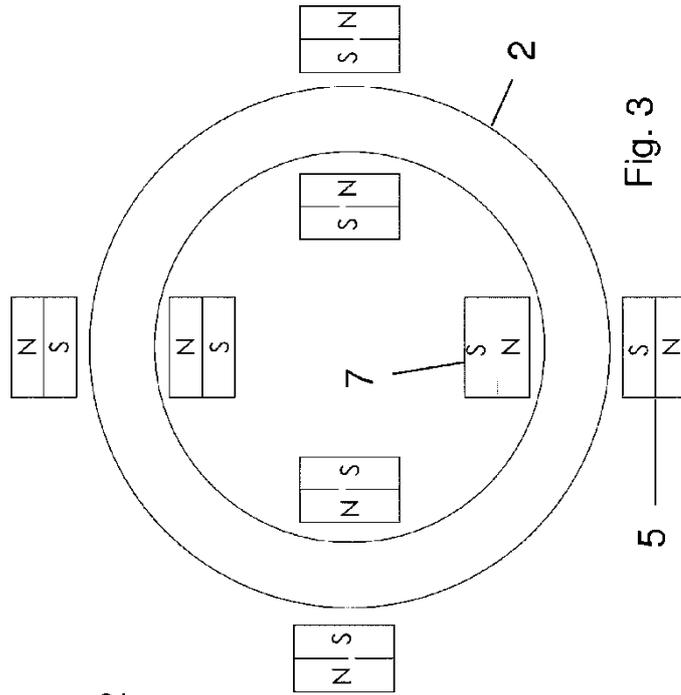


Fig. 3

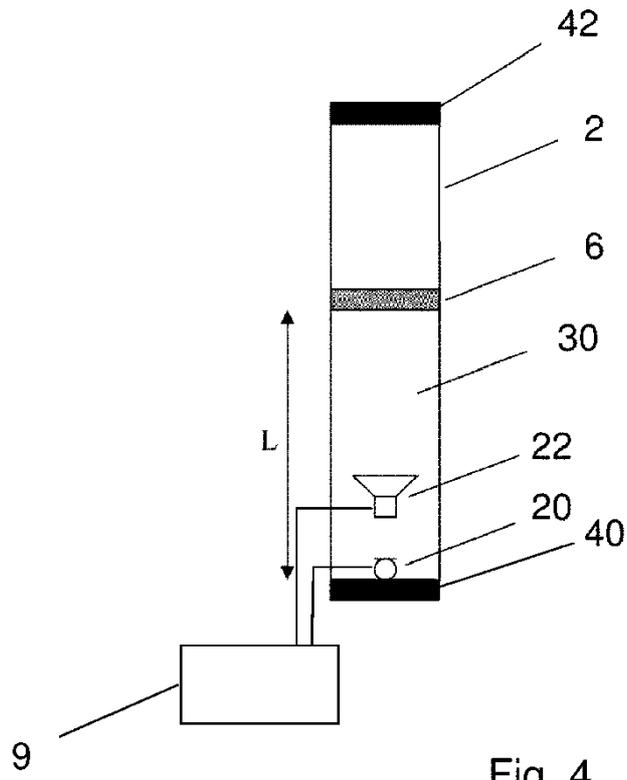


Fig. 4



Fig. 5

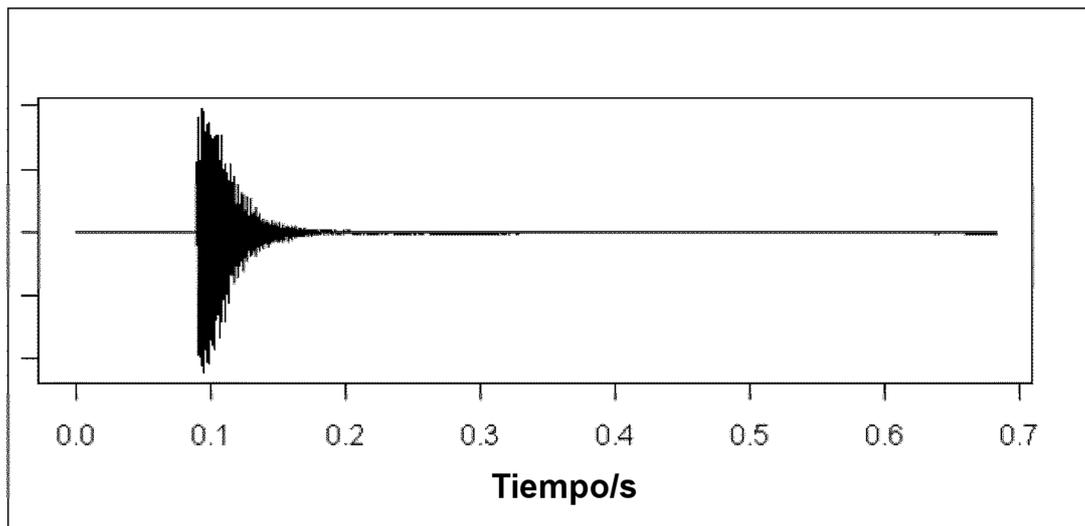


Fig. 6

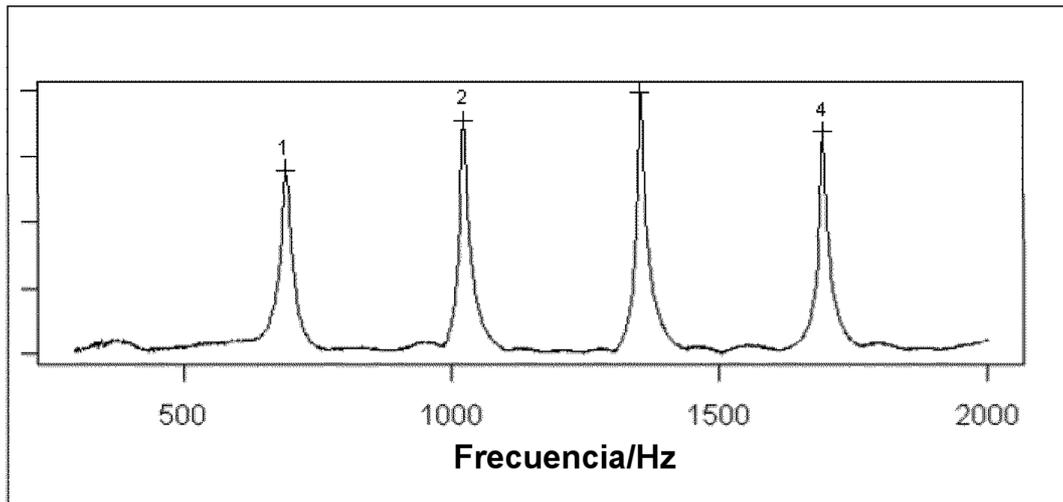


Fig. 7

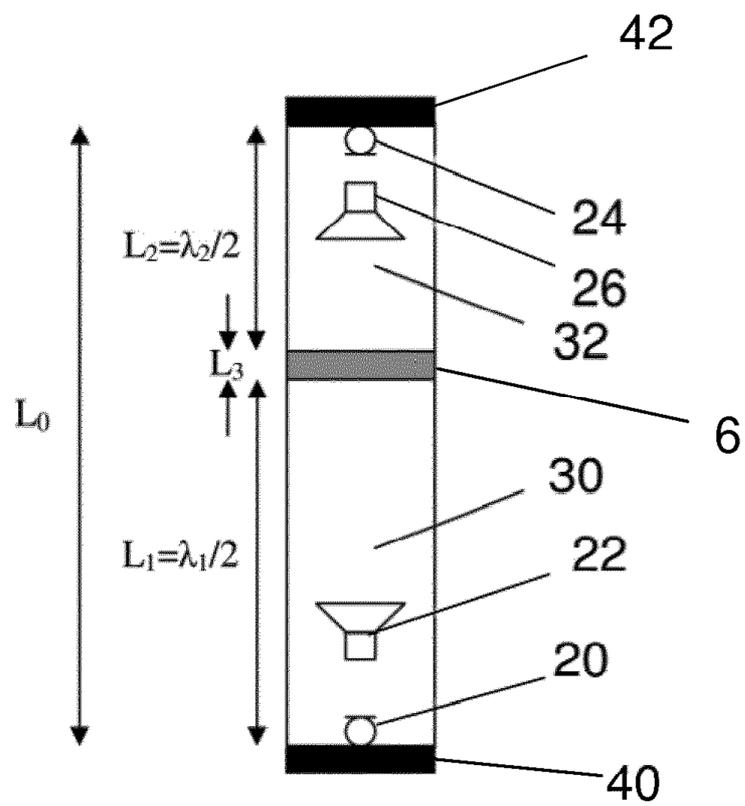


Fig. 8