

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 057 942**

21 Número de solicitud: 202430699

51 Int. Cl.:

H04R 1/44 (2006.01)

B06B 1/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

04.09.2024

43 Fecha de publicación de la solicitud:

05.03.2026

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE ALICANTE (100,00%)
CARRETERA SAN VICENTE DEL RASPEIG, S/N
03690 SAN VICENTE DEL RASPEIG (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**MARTÍNEZ IRANZO, José;
RAMIS SORIANO, Jaime;
CARBAJO SAN MARTÍN, Jesús;
POVEDA MARTÍNEZ, Pedro y
MARTÍNEZ PÍA, Carla María**

54 Título: **PROYECTOR ACÚSTICO SUBMARINO**

57 Resumen:

Proyector acústico submarino.

Proyector acústico para operar a profundidades moderadas de hasta 3 m sin requerir compensación posterior y lograr reproducir señales por debajo de los 100 Hz de forma eficiente, que está constituido por un recinto hermético que comprende al menos un altavoz, y donde el altavoz tiene la particularidad de estar basado en un motor magnético con un imán permanente, una bobina móvil y un soporte de la bobina cilíndrico; un diafragma que es el encargado de radiar el sonido en el agua, y que está unido a una suspensión de caucho plana que se une a la tapa del recinto mediante un apoyo; un cilindro excitador sujeto por un extremo al soporte de la bobina y, por el otro extremo al diafragma; y donde el soporte de la bobina está en contacto con una membrana, la cual queda sujeta por unas suspensiones.

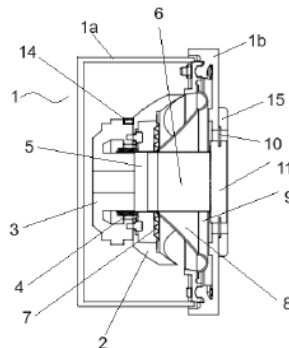


FIG.1

DESCRIPCIÓN

PROYECTOR ACÚSTICO SUBMARINO

5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a una nueva tipología proyector acústico submarino, concretamente configurado para ser utilizado en ambientes submarinos de hasta 3 metros de profundidad.

10

La invención se encuadra dentro del sector industrial relacionado con los proyectores acústicos de tipo electrodinámico y, específicamente, con los proyectores destinados a aplicaciones submarinas.

15 Antecedentes de la invención

Es sabido que en el ámbito de los proyectores acústicos de tipo electrodinámico para aplicaciones submarinas los proyectores conocidos son escasos, y esta escasez se atribuye a que sus capacidades de rendimiento y potencia, en comparación con otras tecnologías como la piezoeléctrica, o la magnetostrictiva, son menos eficientes. No obstante, y a diferencia de estas últimas, que, por sus propiedades físicas, son deficientes en cuanto a sus prestaciones en baja frecuencia, los del tipo electrodinámico permiten alcanzar la parte baja del espectro audible con una gran linealidad y elevada presión acústica.

25

En este sentido, son conocidos dos tipos de proyectores acústicos del tipo electrodinámico en aplicaciones submarinas: aquellos que requieren compensación de presión interna al sumergirlos en el agua; y aquellos que, por su construcción, no la precisan. Ambos tipos presentan una superficie de radiación considerable, lo que resulta en una fuerza con origen en la presión hidrostática que depende de la profundidad.

30

En el caso de los primeros, la compensación al desplazamiento hacia el interior, por la presión ejercida por el medio, y que aumenta a medida que se incrementa la profundidad de trabajo, se consigue con la aplicación de una presión neumática en el interior del recinto que alberga al altavoz. Un ejemplo de esta tipología de proyectores es el divulgado en el documento FR2764160.

35

En el segundo caso, se utiliza como membrana el propio recinto, o parte del mismo, lo que da una idea de la gran rigidez de este al actuar como membrana, lo que limita severamente su respuesta en baja frecuencia. Un ejemplo de esta tipología de proyectores es el divulgado en el documento US3670299.

El elevado tamaño requerido de membrana, tanto en un caso como en el otro, implica que, dado que la parte imaginaria de la impedancia de radiación en baja frecuencia es de tipo inductivo, la masa de agua a mover en el proceso de desplazamiento del conjunto móvil sea considerable. Por esta razón se utilizan unas suspensiones extremadamente rígidas, en el primer caso, mientras que, en el otro, se sustituye la suspensión y el diafragma por parte del chasis. Esto dificulta sobremanera los desplazamientos a bajas frecuencias, con la consiguiente reducción del nivel de audio en frecuencias bajas, generando una respuesta deficiente por debajo de los 100 Hz.

Esta limitación compromete considerablemente su aplicación en situaciones que requieren la reproducción de sonidos de baja frecuencia, entre los 60 Hz y los 120 Hz, como aquellos generados por motores de embarcaciones, o molinos de viento en entornos marinos.

Cabe destacar que, en estos proyectores conocidos, hay una fuente de no-linealidades por la inclusión de elementos que rozan entre si durante el funcionamiento, para mantener centrada la bobina en el entrehierro. Esto provoca una distorsión armónica elevada, restando fidelidad a la señal reproducida.

Habida cuenta de estos problemas conocidos, es necesario mejorar la eficiencia, calidad y respuesta en bajas frecuencias de los proyectores acústicos electrodinámicos para ampliar su aplicabilidad en escenarios que demandan una reproducción precisa de sonidos específicos, superando así las limitaciones actuales de este tipo de tecnología.

La presente invención que a continuación se describe consiste en una nueva tipología de proyector acústico que solventa dos aspectos fundamentales con los que se resuelve la problemática previamente indicada; en primer lugar, permite operar a profundidades moderadas de hasta 3 m sin requerir compensación posterior; y, en segundo lugar, logra reproducir señales por debajo de los 100 Hz de forma eficiente.

El solicitante no conoce ninguna tipología de proyector acústico submarino ni similar ni tan

ventajoso como el que a continuación se describe y reivindica.

Explicación de la invención

5 La invención está pensada para ser utilizada en un ambiente submarino y, como se ha adelantado previamente, esta nueva tipología de proyector acústico aborda dos aspectos fundamentales para solventar las limitaciones existentes en el estado de la técnica, para lo cual, en primer lugar, permite operar bajo del agua a profundidades moderadas de hasta 3 m sin requerir compensación posterior; y, además, en segundo lugar, logra reproducir
10 señales por debajo de los 100 Hz de forma eficiente.

Para lograr solventar las limitaciones existentes y conocidas, y lograr llegar a este objetivo, el proyector acústico submarino objeto de la presente invención comprende al menos un altavoz electrodinámico con un motor magnético basado en un imán permanente, una
15 bobina móvil, cuyo hilo está arrollado sobre un soporte cilíndrico, unida a una membrana, la cual, en su parte inferior, está sujeta a una suspensión flexible y, en su parte superior, a otra suspensión situada en la periferia de la membrana.

El altavoz va montado dentro de un recinto, hermético al agua, y sirve como excitador de un diafragma de menor tamaño, el cual está unido a su vez a una suspensión de caucho plana, siendo el encargado de radiar el sonido entregado al altavoz mediante la conexión a un amplificador situado en la superficie mediante un cable eléctrico, el cual se introduce en dicho recinto mediante un prensaestopas o pieza roscada de apriete, para asegurar la estanquidad de este último.

25 En cuanto al recinto hermético, que como se ha indicado es el que contiene a los altavoces, está formado por un cuerpo de material polimérico de gran rigidez, tipo PVC, y unas tapas en las que se sujetan los altavoces por la parte interior y, y las suspensiones planas mediante los apoyos por la exterior, donde los apoyos son materiales poliméricos, por ejemplo, nailon o cualquier otro que se pueda inyectar mediante extrusora y mecanizar.
30 Estos recintos son de pequeñas dimensiones. En este sentido, los altavoces se fijan mediante tornillería a las tapas del chasis, mientras que las partes expuestas, como el diafragma y la suspensión se hacen por unión adhesiva. El hecho de que las partes expuestas a la acción corrosiva del medio marino sean de materiales no metálicos facilita
35 una utilización duradera y fiable en un medio tan agresivo.

Para trasladar la señal al diafragma, se utiliza un cilindro excitador, sujeto por un extremo al soporte de la bobina y, por el otro extremo, al diafragma. Este cilindro está fabricado, en una posible realización de la invención, en un material basado en resinas, también conocido como composite, y las fijaciones se realiza, en una posible realización de la invención, mediante un adhesivo estructural en resina epoxi. Dicho cilindro excitador se realiza de manera a presentar unas superficies importantes de contacto entre las dos mencionadas piezas, con el fin de asegurar una unión resistente y duradera

- 10 En los proyectores actuales y conocidos, el elevado tamaño del área del diafragma implica un esfuerzo importante sobre este, causado por la presión hidrostática del fluido al ser sumergido el transductor en este. Para evitar que se produzca un desplazamiento hacia adentro que impediría un funcionamiento apropiado, se requiere una compensación de la presión en la parte posterior del transductor, a menudo difícil de aplicar correctamente, así como un sistema que permita mantener la bobina centrada en el entrehierro, mediante el deslizamiento de un eje a través del motor. Esto es una fuente de no linealidades que provoca una elevada distorsión de la señal reproducida. La ventaja de la presente invención radica en la reducción del tamaño de la membrana, significativamente inferior al tamaño utilizado en los modelos actuales, lo que disminuye en gran medida la fuerza ejercida por la presión del agua sobre ella. La fuerza es proporcional a la superficie y, si el diafragma es circular es proporcional al radio al cuadrado. Esto justifica la razón por la cual no es necesario aplicar una compensación posterior para evitar el desplazamiento del punto de reposo de la bobina, pues este menor esfuerzo de la presión se ve contrarrestado por la rigidez adicional aportada por la suspensión plana del diafragma, más la proporcionada por las suspensiones propias del altavoz.

En este sentido, se ha de tener cuenta que, en la presente invención, la parte real de la impedancia de radiación, R_{MR} , depende de la densidad del medio, ρ_o , de la velocidad de propagación, c , de la frecuencia y del radio del diafragma de acuerdo con la expresión [1]:

$$R_{MR} = \pi a^2 \rho_o c \left[1 - \frac{J_1(2ka)}{ka} \right]$$

- 30 donde K es la constante de propagación ($k=2\pi f/c$), a es el radio del pistón y $J_1(x)$ es la llamada función de Bessel de orden 1.

Para valores de ka menores que la unidad se suele recurrir a expresiones aproximadas.

A la vista de la ecuación anterior, el hecho de disminuir el tamaño del diafragma, a diferencia de lo que sucede en el aire, donde la impedancia acústica de radiación de este es considerablemente inferior a la de la membrana, y se debe compensar aumentando el diámetro de la esta última lo máximo permitido, en el agua sucede lo contrario, pues en este caso la impedancia acústica es mucho más elevada y no precisa de un gran diámetro de pistón. Por lo tanto, reducir el tamaño de este no influye de forma tan significativa en la respuesta y en la presión acústica entregada por este último como en el aire

Aun así, con el propósito de mejorar la respuesta en este rango y aumentar la potencia eléctrica, la invención obtiene mejores resultados al utilizar más de un altavoz, es decir, con la utilización simultánea de al menos dos transductores basados en este mismo sistema, donde se busca aprovechar el acoplamiento mutuo de las membranas para incrementar la presión sonora en el rango de trabajo útil, así como aumentar la potencia eléctrica admisible, disminuyendo el riesgo de dañar la bobina por sobrecalentamiento. Cuando la invención comprende al menos dos altavoces, cada uno está equipado con un diafragma adicional y su propia suspensión, y cada diafragma impulsado por la bobina del altavoz. A pesar del tamaño reducido de estos diafragmas, se logra una buena respuesta en frecuencias bajas y medias debido a la elevada impedancia acústica del agua en comparación con el aire. Este enfoque elimina la necesidad de altavoces de gran tamaño para generar presiones acústicas significativas en bajas frecuencias bajo el agua, logrando de esta manera una significativa mejora en la respuesta en baja frecuencia con este tipo de transductor electrodinámico. La conexión eléctrica entre los altavoces es preferentemente en paralelo, siempre que la impedancia resultante sea adecuada para la salida del amplificador.

Además, al utilizar dos altavoces, se abre la puerta a que el dispositivo completo pueda ser de directividad variable sin más que introducir un pequeño desfase temporal entre los dos sistemas radiantes o, alternativamente, un control de potencia eléctrica que permitiera variar la proporción entre la tensión que llega a cada uno de los altavoces

Se ha de tener en cuenta que, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, el término "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas o elementos adicionales.

Breve descripción de las figuras

Con el objeto de completar la descripción y de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se presenta un juego de figuras y dibujos en donde con carácter
5 ilustrativo y no limitativo se representa lo siguiente:

Figura 1: Muestra una vista esquemática de un proyector acústico con un altavoz.

Figura 2: Muestra una vista exterior en perspectiva de un proyecto acústico con un altavoz.

Figura 3: Muestra una sección interna de un altavoz y su unión al recinto hermético.

Figura 4: Muestra una sección interna de la parte accionadora, del diafragma y la suspensión de este.

Figura 5: Muestra una vista esquemática de un proyector acústico dual, es decir, con dos altavoces.

Figura 6: Muestra una gráfica con la respuesta en frecuencia del proyector con un altavoz sumergido en el agua a 0,5 m de profundidad.

Figura 7. Muestra una gráfica con la respuesta en frecuencia de un proyector comercial UW30, también de Lubell (<https://www.lubell.com/products/uw30pa/>) medido en las mismas condiciones que el altavoz de la figura anterior, donde estos valores se pueden
25 observar en el documento "Acoustics: Sound Fields and Transducers" Ed. London: Academic Press. 2019 de Beranek L.L., Mellow, T.

Explicación detallada de unos modos de realización de la invención

Tal y como se puede observar en el juego de figuras anterior, la invención consiste en un proyector acústico submarino que comprende un recinto (1) hermético que contiene al menos un altavoz (2), donde el recinto (1) está formado un cuerpo (1a) de material polimérico con al menos una tapa (1b) exterior donde se sujeta el altavoz. En un modo de realización, véase por ejemplo la Fig.1 el proyector tiene un altavoz; mientras que, en otro
35 posible modo de realización de la invención, véase por ejemplo la Fig.5, el proyector tiene dos altavoces

Entrando en un mayor grado de detalle de la invención, internamente el proyector comprende al menos un altavoz (2) con un motor magnético basado en un imán permanente (3), una bobina móvil (4) cuyo hilo está arrollado sobre un soporte cilíndrico (5), y el soporte está en contacto con una membrana (8), la cual, en su parte inferior está sujeta a una suspensión flexible (7) y, en su parte superior, a otra suspensión (9), situada en la periferia de la membrana (8) y en contacto con la tapa (1b).

Como se ha adelantado, cada altavoz (2) está montado dentro de un recinto (1) hermético al agua, y el altavoz sirve como excitador de un diafragma (11), el cual está unido a su vez a una suspensión de caucho plana (10), siendo el diafragma el encargado de radiar el sonido entregado al altavoz mediante la conexión a un amplificador (14) con un cable eléctrico (12), el cual se introduce en dicho recinto (1) mediante un prensaestopas (13), para asegurar la estanquidad de este último. El diafragma (11), que es el encargado de radiar el sonido en el agua.

Para trasladar la señal desde el altavoz (2) al diafragma (11), se utiliza un cilindro excitador (6), sujeto por un extremo al soporte de la bobina (5) y, por el otro extremo, al diafragma (11). Estas fijaciones se realizan mediante un adhesivo estructural en resina epoxi. Dicho cilindro excitador (6) presenta una superficie de contacto entre las dos mencionadas piezas con el fin de asegurar una unión resistente y duradera.

El chasis de los altavoces (2) se fija mediante tornillería (T) a las tapas del recinto, mientras que las partes expuestas, como el diafragma (11) y la suspensión (10), se hacen por unión adhesiva. Concretamente, las suspensiones planas (10) se unen a las tapas del recinto por el exterior mediante los apoyos (15) de material polimérico.

La conexión eléctrica entre altavoces (2), en un modo de realización que comprende al menos dos altavoces, es preferentemente en paralelo.

Esta configuración de proyector, frente a los conocidos en el estado de la técnica, permite operar a profundidades moderadas de hasta 3 m sin requerir compensación posterior; y logra reproducir señales por debajo de los 100 Hz de forma eficiente. Como se puede observar en la Fig.6, para un proyector con un altavoz, se consigue una respuesta en frecuencia plana en el rango entre 70 Hz y 700 Hz. Concretamente, al visualizar las Fig.6 y 7, se puede observar que en el rango entre 70 Hz y 700 Hz, en la Fig.6 (caso del altavoz

objeto de la presente invención) la respuesta es prácticamente plana, mientras que en la Fig.7 (un altavoz convencional) eso no ocurre.

REIVINDICACIONES

- 1.- Proyector acústico submarino, que comprende un recinto (1) hermético y al menos un altavoz (2), donde el recinto comprende al menos una tapa (1b) y el altavoz (2) queda
5 albergado dentro del recinto (1), y que se caracteriza por que el altavoz (2) está conectado a un amplificador (14) con un cable eléctrico (12), y el altavoz comprende un imán permanente (3) y una bobina móvil (4) cuyo hilo está arrollado sobre un soporte de la bobina (5) cilíndrico;
un diafragma (11), que es el encargado de radiar el sonido en el agua, y que está unido a
10 una suspensión de caucho plana (10) que se une a la tapa (1b) mediante un apoyo (15);
un cilindro excitador (6), sujeto por un extremo al soporte de la bobina (5) y, por el otro extremo al diafragma (11),
donde el soporte de la bobina (5) está en contacto con una membrana (8); y donde la membrana (8) está sujeta en su parte inferior a una suspensión flexible (7) y, en su parte
15 superior, a otra suspensión (9) en contacto con la tapa (1b).
- 2- Un proyector, según la reivindicación 1, donde el cable eléctrico (12) se introduce en el recinto (1) mediante un prensaestopas (13).
- 20 3- Un proyector, según la reivindicación 1, donde el chasis del altavoz (2) se fija mediante tornillería (T) a la tapa (1b).
- 4- Un proyector, según la reivindicación 1, donde el diafragma (11) y la suspensión (10) se fijan por una unión adhesiva.
25
- 5- Un proyector, según la reivindicación 1, donde el apoyo (15) se une a la tapa (1b) por una unión adhesiva
- 6- Un proyector, según la reivindicación 1, donde el apoyo (15) es de un material polimérico.
30
- 7- Un proyector, según la reivindicación 1, donde el cilindro excitador (6) se une al soporte de la bobina (5) y al diafragma (11) por un adhesivo.
- 8- Un proyector, según la reivindicación 7, donde el adhesivo es un adhesivo estructural en
35 resina epoxi.

9- Un proyector, según la reivindicación 1, donde el recinto (1) es de material polimérico.

10.- Uso de un proyector como el definido según cualquier de las reivindicaciones 1 a 9 para ambientes submarinos de hasta 3 metros de profundidad.

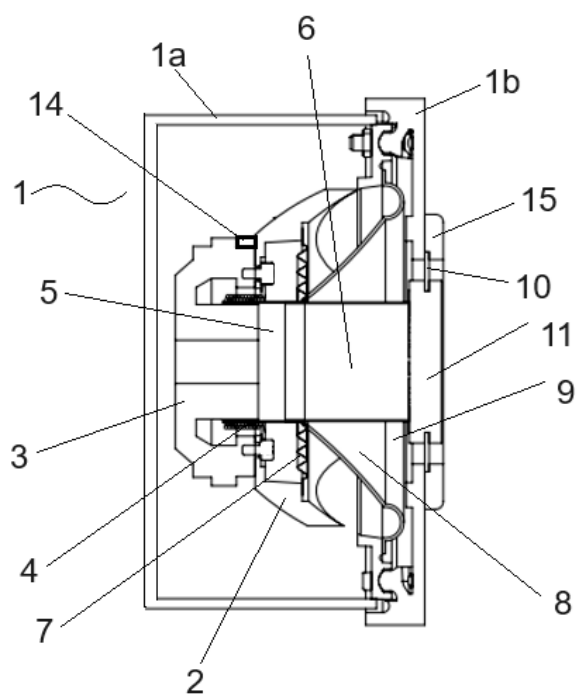


FIG.1

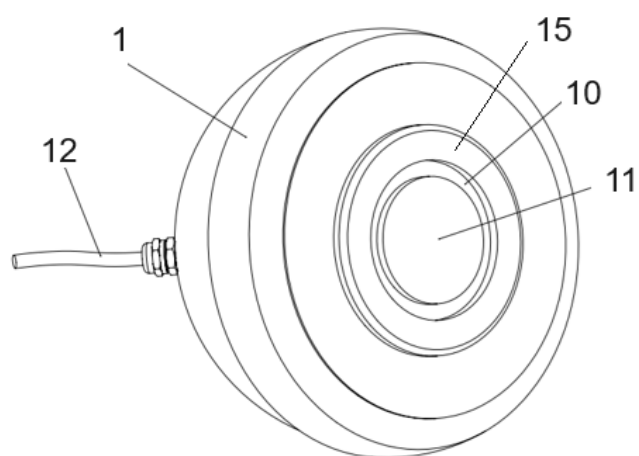


FIG.2

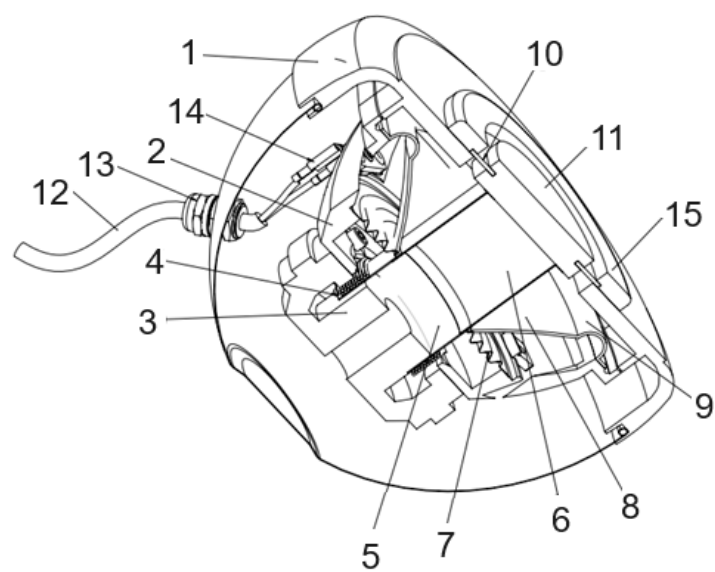


FIG.3

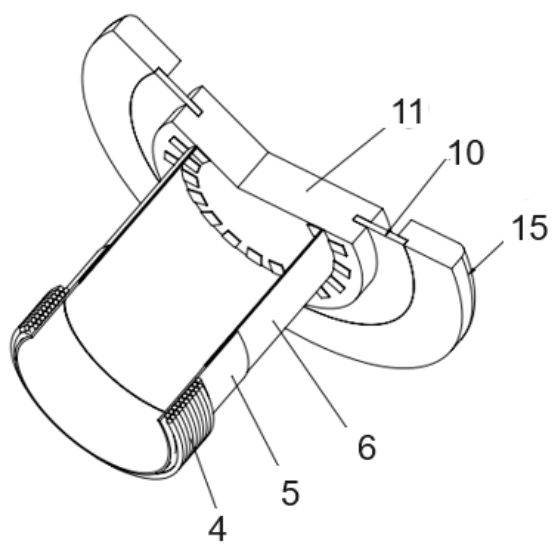


FIG.4

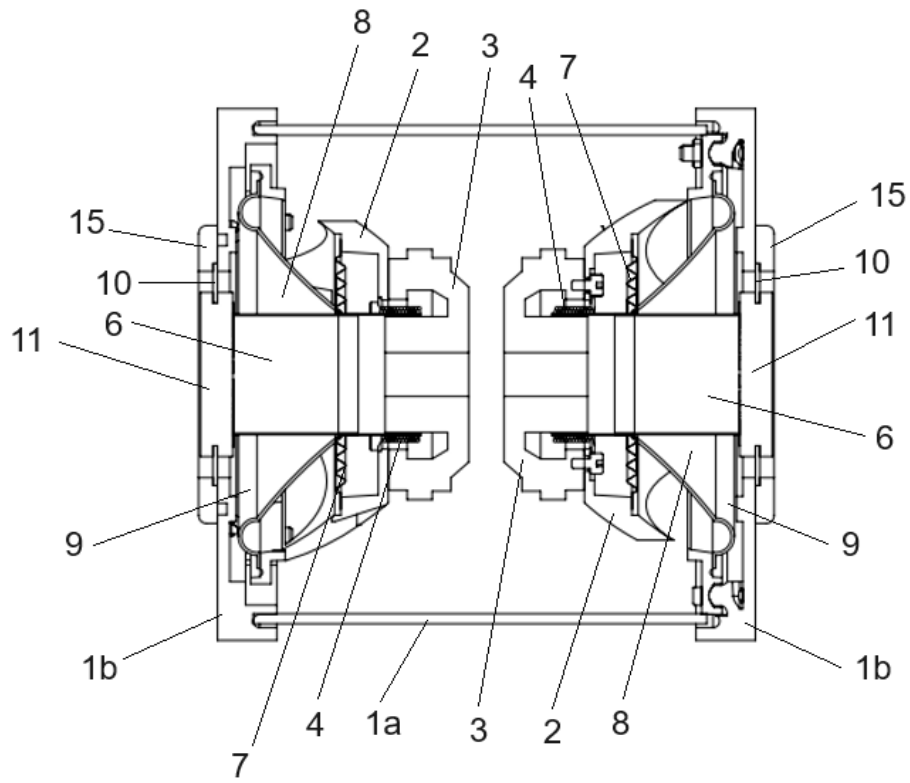


FIG. 5

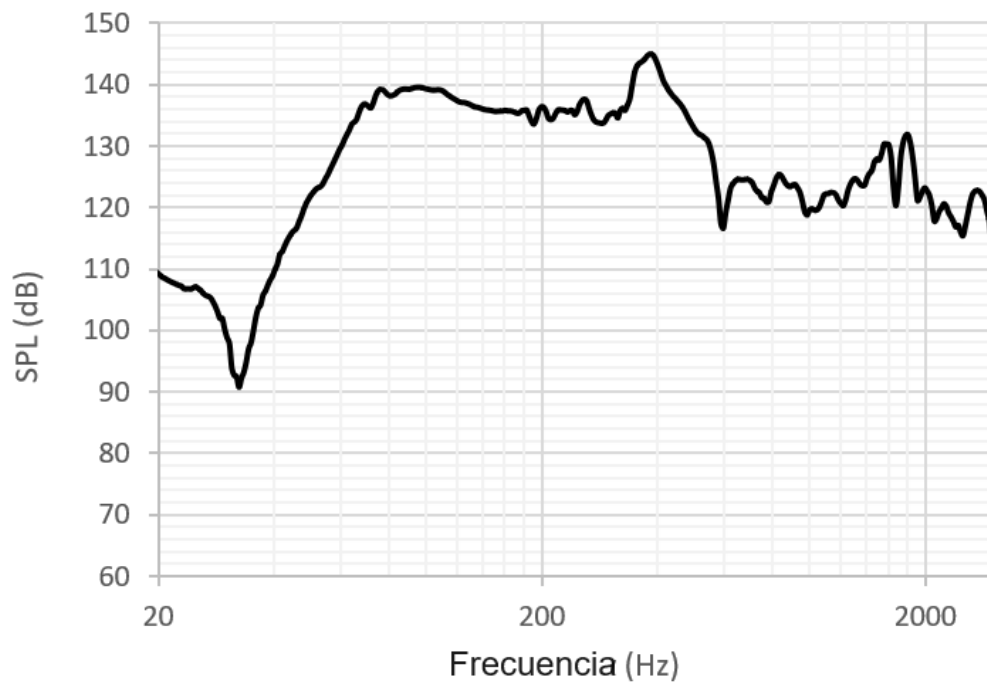


FIG. 6

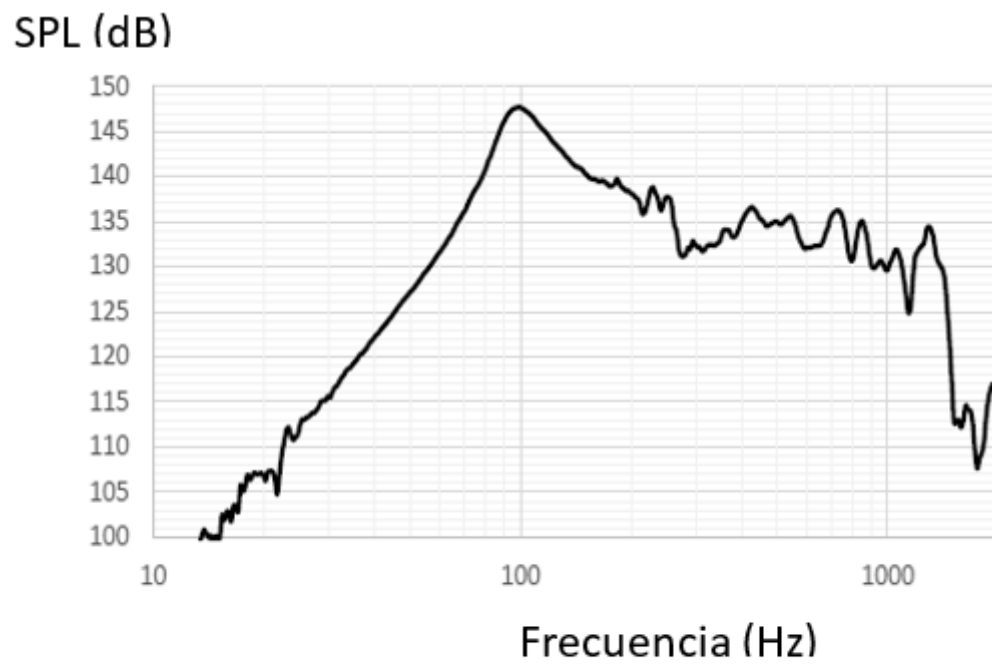


FIG.7



21 N.º solicitud: 202430699
22 Fecha de presentación de la solicitud: 04.09.2024
32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

51 Int. cl.:
H04R1/44 (2006.01)
B06B1/04 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 3803547 A (MASSA) 09/04/1974, columna 2, línea 22 - columna 4, línea 36; figura 2,	1-10
A	JP S5851691 A (HITACHI LTD.) 26/03/1983, Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE, Figuras 1-2	1-10
A	US 3670299 A (KAHN) 13/06/1972, columna 1, línea 65 - columna 4, línea 51; figuras 1 – 4.	1-10
A	US 4466083 A (WILLARD et al.) 14/08/1984, columna 2, línea 21 - columna 4, línea 24; figura 1,	1-10
A	US 5199005 A (FORSBERG) 30/03/1993, columna 2, línea 46 - columna 3, línea 18; figura 1,	1-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04R, B06B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC