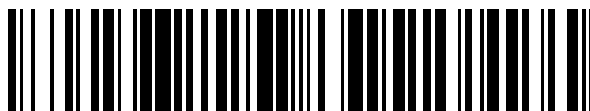


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 630**

51 Int. Cl.:

**G01M 15/02** (2006.01)  
**F01D 21/00** (2006.01)  
**F02C 7/045** (2006.01)  
**G10K 11/178** (2006.01)  
**B64F 5/60** (2007.01)  
**G01M 15/14** (2006.01)  
**F02K 1/44** (2006.01)  
**F02K 1/82** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2017 E 17188927 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3290897**

54 Título: **Banco de ensayos de turbomáquinas con control activo del ruido**

30 Prioridad:

**05.09.2016 BE 165678**

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

**05.08.2020**

73 Titular/es:

**SAFRAN AERO BOOSTERS SA (100.0%)**  
**Route de Liers, 121**  
**4041 Herstal, BE**

72 Inventor/es:

**MEYS, BENOÎT y**  
**LACROIX, ALAIN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 777 630 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**

Banco de ensayos de turbomáquinas con control activo del ruido

**Dominio técnico**

5 La invención se relaciona con el dominio de los bancos de ensayos de turbomáquinas. Más precisamente, la invención se relaciona con un banco de ensayos para turborreactores dotado de un sistema activo de atenuación de las emisiones sonoras en y fuera del banco de ensayos. La invención tiene, igualmente, por objeto un procedimiento de atenuación de las emisiones sonoras de un banco de ensayos para turborreactores. La invención tiene, igualmente, por objeto un procedimiento de atenuación de las emisiones sonoras de un banco de ensayos para turborreactores.

10 **Técnica anterior**

Durante el diseño, la producción o el mantenimiento, un turborreactor de avión es probado en un banco de ensayos específico. Un banco de ensayos tal permite probar el funcionamiento real del turborreactor al mismo tiempo que se efectúan medidas en él. Los caudales, las temperaturas y las presiones pueden, principalmente, ser medidas durante las fases de pruebas de funcionamiento real. Ahora bien, durante estas pruebas reales, el turborreactor emite ondas sonoras que pueden sobrepasar los 140 dB. Los silenciadores de escape pasivos clásicos son deficientes en las bajas frecuencias donde la impedancia de entrada de un revestimiento absorbente sería tan grande que impide prácticamente el flujo acústico a través del revestimiento. Estas ondas sonoras excitan también en vibración los equipos del banco de ensayos y pueden deteriorarlos.

20 Además, estas ondas se propagan en las salas de control y hacia fuera del banco de ensayos donde es nocivo para el entorno. El nivel sonoro perturba fuertemente a los ocupantes de las habitaciones vecinas o alejadas. La zona impactada por la potencia acústica del turborreactor es particularmente extensa, sobre todo en el caso de turborreactores de aviones de gran tamaño, o incluso de turborreactores que funcionan con una postcombustión.

25 Mientras que las tecnologías de la anulación activa se han desarrollado para diferentes entornos, la aproximación convencional que consiste en generar una onda de anulación no es fácilmente adaptable al problema del escape del motor a reacción o a cualquier otra aplicación donde la velocidad de circulación en el pasaje es suficientemente elevada como para interferir con la detección de la onda sonora que se aproxima. Por otro lado, las propiedades del chorro de escape son hostiles debido a su temperatura, a sus turbulencias y a la presencia de gases corrosivos.

30 En consecuencia, una interfaz directa de detección y de pilotaje para el conducto de evacuación no es fácil de materializar. Además, los sistemas conocidos anteriormente de atenuación acústica activa llevan a cabo la atenuación del sonido por la introducción, en la canalización, de un sonido de anulación que es idealmente una imagen especular del ruido indeseable que entra. Esto anula el ruido aguas abajo de la fuente sonora y la introducción de una nueva onda sonora que se propaga hacia el lado aguas arriba. Sin embargo, si la fuente de ruido introducida no absorbe el ruido aguas arriba, como no hay sección disipadora efectiva entre la fuente de ruido y el transductor, la energía acústica puede formarse a un nivel elevado en el conducto aguas arriba. Esto da como resultado una gran presión acústica a través de la sección de silenciador activo pero solamente una reducción mucho más pequeña del ruido que se propaga hacia el lado aguas abajo.

40 En el dominio de los silenciadores activos, se conoce colocar altavoces en una cámara que aloja un conducto colector del chorro de escape. Los altavoces rodean el conducto y son accionados para reducir en él la presión acústica. Así, el caudal acústico aumenta a través de la pared porosa que, a su vez, aumenta la disipación de la energía acústica en el conducto.

45 El documento de patente internacional WO95/19075 A2 divulga un banco de ensayos para turborreactores. El banco de ensayos presenta un escape con un silenciador activo que actúa sobre las frecuencias bajas. El silenciador trata las frecuencias de 10 a 80 Hz para un turborreactor. Incluye un pasaje rodeado por una capa porosa y varias cámaras anulares alrededor de la capa porosa. Varios micrófonos están conectados a un controlador que comanda los altavoces dispuestos en las cámaras anulares. Este sistema permite reducir efectivamente el nivel sonoro emitido fuera del banco de ensayos. Este aparato es particularmente eficaz en las bajas frecuencias. No obstante, su eficacia sigue siendo limitada.

Otro ejemplo de banco de ensayos con eficacia limitada se describe en el documento de patente de EE.UU. US 5,662,136 A.

50 Por fin, un ejemplo de banco de ensayos con altavoces excéntricos se describe en el documento de patente de EE.UU. US 5,650,599.

**Resumen de la invención**

Problema técnico

La invención tiene por objetivo resolver al menos uno de los problemas planteados por la técnica anterior. Más

precisamente, la invención tiene por objetivo mejorar la eficacia de un sistema activo de atenuación de las emisiones sonoras en un banco de ensayos de turbomáquinas. La invención tiene, igualmente, por objetivo aumentar la vida útil de un banco de ensayos de turbomáquinas. La invención tiene, igualmente, por objetivo proponer una solución simple, económica y fiable.

5 Solución técnica

La invención tiene por objeto un banco de ensayos para turbomáquinas según la reivindicación 1.

El lado aguas arriba y el lado aguas abajo son en referencia al sentido de circulación principal del flujo en la turbomáquina.

10 Según un modo ventajoso de la invención, el banco de ensayos comprende un tubo aguas abajo de la zona de instalación de la turbomáquina, estando dispuesta la zona de atenuación a lo largo del tubo.

Según un modo ventajoso de la invención, el primer micrófono está dispuesto aguas arriba del tubo.

Según un modo ventajoso de la invención, el segundo micrófono está dispuesto aguas abajo del tubo.

15 Según un modo ventajoso de la invención, el banco de ensayos comprende una pared estructural aguas abajo del tubo, estando el segundo micrófono más próximo al tubo que a la pared estructural, siendo dicha pared estructural eventualmente perpendicular al alargamiento principal del banco de ensayos. El alargamiento principal del banco de ensayos es una dirección preferiblemente coaxial o paralela al eje central de la turbomáquina.

Según un modo ventajoso de la invención, el banco de ensayos comprende un pasaje para un flujo de la turbomáquina, estando dispuesto el primer micrófono y/o el segundo micrófono en dicho pasaje.

20 Según un modo ventajoso de la invención, el primer micrófono y el segundo micrófono están separados axialmente una distancia D superior o igual a 1 m o 5 m o 10 m o 20 m.

Según un modo ventajoso de la invención, la zona de instalación de la turbomáquina incluye un eje central, eventualmente coaxial con el eje de rotación de la turbomáquina, estando dispuesto al menos un o cada micrófono sobre el eje central; o decalado menos de 1 m o 2 m, con respecto a dicho eje central.

25 Según un modo ventajoso de la invención, el primer micrófono está más distante del eje central que el segundo micrófono.

Según un modo ventajoso de la invención, el banco de ensayos comprende un pasillo recto en el cual están dispuestos la zona de instalación de la turbomáquina y el segundo micrófono.

Según un modo ventajoso de la invención, el banco de ensayos comprende chimeneas con sistemas pasivos de atenuación del ruido que se propaga hacia fuera del banco de ensayos.

30 Según un modo ventajoso de la invención, al menos un o cada micrófono está dispuesto fuera de las chimeneas.

Según un modo ventajoso de la invención, el segundo micrófono está a plomo de una de las chimeneas.

35 Según un modo ventajoso de la invención, el banco de ensayos está adaptado para un turborreactor de avión que ejerce un empuje superior o igual a 80 kN o a 200 kN. Cuando el banco está dotado de chimeneas, éstas están espaciadas varias decenas de metros. La estructura portante del banco de ensayos es, también, apta para recibir este tipo de empuje sin deteriorarse.

Según un modo ventajoso de la invención, el primer micrófono está a distancia de la prolongación vertical de las chimeneas.

Según un modo ventajoso de la invención, el primer micrófono y/o el segundo micrófono están dispuestos fuera del tubo.

40 Según un modo ventajoso de la invención, el tubo es apto para recoger un flujo gaseoso arrastrado por la turbomáquina.

Según un modo ventajoso de la invención, el banco de ensayos y/o el pasillo miden más de 10 m de largo, preferentemente más de 30 m de largo, más preferentemente más de 80 m de largo. La longitud puede medirse en línea recta.

45 Según un modo ventajoso de la invención, la zona de instalación de la turbomáquina presenta una sección de paso superior o igual a 4 m<sup>2</sup> o a 25 m<sup>2</sup> o a 50 m<sup>2</sup> o a 100 m<sup>2</sup>.

Según un modo ventajoso de la invención, la zona de instalación de la turbomáquina comprende un brazo de fijación de la turbomáquina, específicamente con una superficie de contacto de la turbomáquina, estando el brazo de fijación

y/o la superficie de contacto de la turbomáquina aguas arriba del primer micrófono.

Según un modo ventajoso de la invención, la turbomáquina es apta para ejercer un empuje axial superior o igual a 20 kN, preferentemente superior o igual a 80 kN, más preferentemente superior o igual a 200 kN, eventualmente superior o igual a 500 kN. Estando diseñado el brazo de fijación para absorber los esfuerzos correspondientes.

- 5 Según otro modo de realización, en el cual el primer micrófono no es un aspecto indispensable de la invención, la invención tiene por objeto un banco de ensayos de turbomáquinas, comprendiendo el banco de ensayos: una zona de instalación de la turbomáquina; una sistema activo de atenuación de las emisiones sonoras producidas por la turbomáquina; incluyendo el sistema activo una zona de atenuación con medios adaptados para emitir ondas sonoras de atenuación de las ondas de la turbomáquina; notable por que el sistema activo de atenuación del ruido comprende, además, un micrófono dispuesto aguas abajo de la zona de atenuación sonora.

- 10 La invención tiene, igualmente, por objeto un procedimiento de atenuación, de atenuación de las emisiones sonoras de una turbomáquina probada en un banco de ensayos tal como el descrito anteriormente, comprendiendo el banco de ensayos un equipo con una frecuencia propia, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes: (a) prueba de la turbomáquina; (b) emisión de ondas sonoras de atenuación adaptadas para oponerse a las ondas sonoras emitidas por la turbomáquina durante la etapa (a) prueba emitiendo el sistema activo ondas de atenuación a la frecuencia propia del equipo.

Según un modo ventajoso de la invención, durante la etapa (a) prueba, el equipo vibra a su frecuencia propia y, eventualmente, a un armónico de su frecuencia propia; durante la etapa (b) emisión, las ondas de atenuación alcanzan dicho equipo en oposición de fase con respecto a su vibración durante la etapa (a) prueba.

- 20 Según un modo ventajoso de la invención, la zona de atenuación está dispuesta aguas abajo del equipo.

Según un modo ventajoso de la invención, durante la etapa (b) emisión, el sistema activo está configurado para adaptar las ondas de atenuación a la reverberación en el banco de ensayos, específicamente, al nivel del segundo micrófono.

- 25 Según un modo ventajoso de la invención, durante la etapa (a) prueba, la turbomáquina produce un sonido superior a 100 dB o a 110 dB o a 120 dB o a 130 dB o a 140 dB o a 150 dB.

Según un modo ventajoso de la invención, durante la etapa (a) prueba, la turbomáquina arrastra un flujo de aire que se desplaza a, al menos, 50 m/s o 100 m/s o 200 m/s o 300 m/s o 400 m/s, midiéndose la velocidad en la turbomáquina y/o en la zona de instalación de la turbomáquina y/o en el tubo y/o en la zona de atenuación y/o al nivel de uno o cada uno de los micrófonos.

- 30 De manera general, los modos ventajosos de cada objeto de la invención son aplicables, igualmente, a los otros objetos de la invención. Salvo incompatibilidad, cada objeto de la invención es combinable con los otros objetos.

#### Ventajas aportadas

- 35 La invención permite una mejor atenuación de las ondas que se propagan hacia fuera del banco. Las trata en la proximidad de la fuente. El empleo de un micrófono aguas abajo permite controlar el efecto de la corrección aportada, principalmente, en tiempo real. Por consiguiente, la corrección ya no sigue siendo teórica, se adapta al efecto que produce in situ.

Gracias a la medida adicional que ofrece el micrófono aguas abajo, el sistema activo puede optimizar la corrección emitida por los altavoces. Por este medio, las frecuencias que no son suficientemente atenuadas al nivel del micrófono aguas abajo pueden ser tratadas con ondas en oposición de fase de amplitud mayor.

- 40 La invención permite simplificar los sistemas de atenuación pasivos. El número de filas de bafles acústicos puede reducirse. Por consiguiente, la chimenea de salida puede acortarse. Así, el coste del banco de ensayos disminuye de dos maneras.

#### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 representa un banco de ensayos de turbomáquinas según la invención.

- 45 La figura 2 es un esquema de una porción del banco de ensayos de la figura 1.

La figura 3 ilustra un diagrama del procedimiento de atenuación de las emisiones sonoras según la invención.

#### **Descripción de modos de realización**

- 50 En la descripción que va a continuación, los términos interno y externo remiten a un posicionamiento con respecto al eje de rotación de una turbomáquina. La dirección axial corresponde a la dirección a lo largo del eje de rotación de la turbomáquina. La dirección radial es perpendicular al eje de rotación. El lado aguas arriba y el lado aguas abajo son en referencia al sentido de circulación principal del flujo en la turbomáquina.

## ES 2 777 630 T3

La figura 1 representa de manera simplificada un banco de ensayos 2 de motores 4, más particularmente, un banco de ensayos 2 para turbomáquinas 4, principalmente, para turborreactores 4 de avión. El banco de ensayos 2 podría, eventualmente, recibir un avión completo o, por lo menos, una parte de avión.

5 El banco de ensayos 2 forma una infraestructura, una construcción. Comprende un pasaje 6 con una entrada 8 y una salida 10. El pasaje 6 puede comprender un pasillo 12 esencialmente alargado. Su longitud puede ser superior o igual a 60 m. La longitud del pasillo 12 permite la circulación en línea recta de un flujo de aire 14 limitando la formación de turbulencias que perjudican la calidad de la prueba.

10 A fin de limitar la resistencia a la circulación a través del pasillo 12, en particular la resistencia que se opone a la entrada de un flujo de aire 14 en la turbomáquina 4, el pasillo 12 puede presentar una sección de paso superior o igual a 50 m<sup>2</sup>. Nótese que el flujo de aire 14 que atraviesa el banco de ensayos 2 puede ser arrastrado por la propia turbomáquina 4 durante su fase de prueba. La sección de paso, o sección libre, puede medirse aguas arriba de la zona de instalación 16 de la turbomáquina 4. La sección de paso puede conservarse al menos sobre un cuarto de la longitud del pasillo 12, preferentemente, sobre la mayor parte.

15 La zona de instalación 16 puede ser una zona de fijación de la turbomáquina 4. Puede estar dotada de un brazo de fijación 18 al cual se fija la turbomáquina 4 durante su prueba. El brazo 18 puede extenderse verticalmente desde el techo del pasillo 12, a la manera de una columna o de un poste. El brazo 18 permite montar la turbomáquina 4 con una desviación, y centrar esta última con respecto a la mitad del pasillo 12, específicamente, con respecto a un eje central 19 del pasillo 12. El centrado es vertical y horizontal.

20 El pasillo 12 puede estar delimitado por chimeneas verticales 20, 22 en la entrada 8 y en la salida 10. Éstas permiten una admisión de aire y un escape ambos verticales y en elevación con respecto al pasillo 12. Para reducir las molestias sonoras, aquellas pueden incluir baffles sonoros 24 o lamas acústicas 24 que permiten absorber ondas sonoras de manera pasiva. Dispositivos 26 complementarios pueden estar presentes en la entrada 8 y en la salida 10 para evitar inversiones de circulaciones que perturbarían las condiciones de los ensayos. La configuración en "U" detallada aquí no es indispensable; se pueden imaginar otras configuraciones, por ejemplo sin chimeneas. Una cámara sola puede formar el pasaje. La prueba puede ser al aire libre.

25 En la unión de la chimenea aguas arriba y el pasillo 12, el banco 2 está equipado con una serie de lamas de desviación 28. Éstas permiten reenviar el aire que desciende de la chimenea de entrada 20 en una dirección horizontal. Se extienden horizontalmente y atraviesan el pasillo 12. Presentan perfiles curvos. En la entrada del pasillo 12, el banco presenta, opcionalmente, una rejilla 30 que permite interceptar fragmentos susceptibles de perturbar la prueba y deteriorar la turbomáquina 4.

30 Aguas abajo de la turbomáquina 4, el banco 2 incluye un tubo 32 que recoge el flujo de aire 14 propulsado por la turbomáquina 4; sus gases de escape. La embocadura del tubo puede formar un cuello de botella, un cono aguas arriba que converge hacia aguas abajo. El tubo colector 32 contribuye a absorber el ruido generado durante la prueba. El tubo colector 32 está dispuesto horizontalmente y comprende, opcionalmente, un difusor 34 a su salida. Puede formar un tubo de pared perforada. Este difusor 34 se conoce, igualmente, bajo la expresión anglosajona "Black basket". El difusor 34 puede estar en la chimenea de salida 22.

35 El tubo colector 32 puede ser mantenido en el banco 2 con la ayuda de al menos una mampara 36, preferentemente de dos mamparas 36. Estas mamparas 36 se extienden verticalmente y transversalmente en el pasillo 12. Una de ellas puede formar una separación entre el pasillo 12 y la chimenea de salida 22. Ellas forman separaciones estancas que permiten contener el flujo 14 procedente de la turbomáquina 4.

40 Para desviar el flujo procedente del tubo colector 32, y del difusor 34 opcional, puede ponerse un cono 37 en la prolongación del tubo colector 32. Puede estar fijado a una pared vertical al final del pasillo 12. Su punta puede coincidir con el eje central 19.

45 A fin de tratar mejor las emisiones sonoras, el banco de ensayos 2 está dotado de un sistema activo 38 de atenuación de las emisiones sonoras. El sistema activo 38 trata las emisiones producidas por la turbomáquina 4 y puede, igualmente, tener en cuenta los fenómenos de reverberación de ondas contra las paredes del banco de ensayos 2. En efecto, las paredes del pasillo 12 ofrecen grandes superficies reflectantes.

Aunque el sistema activo 38 esté representado en asociación con el tubo 32, igualmente, se puede imaginar el realizar un sistema activo de atenuación de las emisiones sonoras sin tubo o a distancia del tubo colector 32.

50 La figura 2 muestra una porción del banco de ensayos 2 de la figura 1. En él aparece la turbomáquina 4, un tramo del pasillo 12, el tubo colector 32, el difusor 34 y el sistema activo 38.

55 Durante su funcionamiento, la turbomáquina 4 produce ondas sonoras 40 u ondas del motor. Son ondas de presión consideradas como perjudiciales y esto en más de un aspecto. Las ondas de turbomáquina 40 pueden ser ondas de banda ancha. Una onda de banda ancha tal, puede comprender componentes que tienen frecuencias comprendidas entre 10 Hz y 4000 Hz o entre 80 Hz y 800 Hz. Al nivel de la turbomáquina 4, el nivel sonoro de estas ondas de turbomáquina 40 puede sobrepasar los 140 dB, lo que presenta un riesgo de perturbar el entorno del banco de ensayos 2.

En respuesta, el sistema activo 38 incluye una zona de atenuación 42 donde se emiten ondas sonoras 46 para oponerse a las ondas de turbomáquina 40. Esta zona de atenuación 42 incluye los medios 44 adaptados para emitir las ondas sonoras 46 que se oponen al paso, a la propagación de las ondas de turbomáquina 40. Por ejemplo, las ondas sonoras de atenuación 46 pueden venir en oposición de fase contra las ondas de turbomáquina 40 para reducir sus amplitudes. La mezcla, la suma de sus campos de presiones fluctuantes, tiende a anularse.

Los medios de emisión 44 pueden comprender fuentes sonoras, tales como los altavoces. Aunque una sola fuente puede ser suficiente, pueden emplearse varias fuentes sonoras. Las fuentes sonoras pueden repartirse alrededor del tubo 32, en una o varias filas circulares. Los medios de emisión 44 pueden actuar a través del tubo 32 o gracias a aberturas practicadas en el tubo 32. Los medios de emisión 44 pueden estar expuestos directamente a las ondas de turbomáquina 40 y, por lo tanto, a los gases de escape de la turbomáquina 4. Los medios de emisión 44 pueden estar colocados en el pasillo 12. Pueden estar entre las mamparas 36. Estas últimas pueden formar una cámara que protege los medios de emisión 44, en combinación con el tubo 32.

El sistema activo 38 incluye, además, un primer micrófono 48, tal como un micrófono aguas arriba; y un segundo micrófono 50, tal como un micrófono aguas abajo; que están, ambos, conectados a una unidad de mando 52. El sistema activo 38 de atenuación del ruido está configurado para reducir las emisiones sobre la base de las medidas del primer micrófono 48 y del segundo micrófono 50 colocado aguas abajo del primero.

Gracias a las medidas de los micrófonos 48, 50, la unidad de mando 52 define una señal eléctrica que alimenta los medios de emisión 44 para que ellos produzcan ondas 46 que reducen la amplitud del sonido que sale del tubo 32. La unidad de mando 52 define una señal eléctrica de corrección teniendo en cuenta las posiciones respectivas de los micrófonos, las posiciones de los medios de emisión 44. La velocidad de circulación del flujo arrastrado por la turbomáquina 4 puede, igualmente, ser tenido en cuenta. Pueden aportarse correcciones en función del medio físico. Por consiguiente, el sonido que sale de la chimenea de salida está reducido. Adicionalmente, la acción de los baffles acústicos que se encuentra en ella se simplifica.

El primer micrófono 48 se coloca enfrente de la turbomáquina 4, permite medir el sonido que sale de ella. Él está sumergido, a la vez, en el flujo propulsado por la turbomáquina 4 e, igualmente, en su campo sonoro. El primer micrófono 48 está dispuesto aguas arriba de la zona de atenuación 42. Está colocado aguas arriba del tubo 32 pero podría, igualmente, colocarse en el interior como alternativa.

El segundo micrófono 50 está colocado aguas abajo de la zona de atenuación 42, por ejemplo fuera del tubo 32. No obstante, podría estar dispuesto en el interior como variante. El segundo micrófono 50 permite controlar el efecto de la corrección. Si fuera necesario, la unidad de mando 52 modula la corrección a aportar en función de las medias efectuadas por el segundo micrófono 50. La unidad de mando 52 puede aumentar o disminuir ciertas componentes de la señal de banda ancha que define.

El banco de ensayos 2 incluye diferentes equipos 54. Por ejemplo, captadores, estructuras de soporte. Durante su funcionamiento, estos equipos 54 vibran a causa del carácter oscilatorio de la presión acústica que reina en el banco de ensayos 2. Estas vibraciones pueden reducir la vida útil del equipo y, eventualmente, destruirlo. Este fenómeno puede observarse cuando las ondas de turbomáquina 40 son a la frecuencia propia de dicho equipo 54 y a un armónico de esta frecuencia. A fin de oponerse a este fenómeno, las ondas de atenuación 46 pueden ser adaptadas para corregir este fenómeno. El tubo colector 32 puede comportarse como dicho equipo.

La figura 3 muestra un diagrama del procedimiento de atenuación, o procedimiento de control, de las emisiones sonoras hacia el entorno de un banco de ensayos en el cual es probada una turbomáquina. El banco de ensayos puede corresponder al descrito en relación con las figuras 1 y 2.

El procedimiento puede comprender las etapas siguientes:

- (a) prueba 100 de la turbomáquina; y
- (b) emisión 102 de ondas sonoras de atenuación adaptadas para oponerse a las ondas sonoras emitidas por la turbomáquina durante la etapa (a) prueba 100.

Durante la etapa (a) prueba 100, el equipo es excitado en vibración a causa de las emisiones sonoras producidas por la turbomáquina. El equipo puede vibrar a su frecuencia propia. Puede, igualmente, vibrar a uno o varios armónicos de su frecuencia propia. El componente vibratorio del equipo puede incluir varias frecuencias que se suman, su frecuencia propia y uno o varios armónicos.

Durante la etapa (b) emisión, el sistema activo de atenuación emite, en respuesta a las ondas sonoras, a la frecuencia propia del equipo. Durante la etapa (b) emisión, las ondas de atenuación alcanzan dicho equipo en oposición de fase con respecto a su vibración durante la etapa (a) prueba 100. Ventajosamente, las ondas sonoras de atenuación comprenden una señal compuesta con varias frecuencias que se suman. Las diferentes frecuencias pueden presentar amplitudes diferentes. La definición de las ondas sonoras de atenuación puede basarse en las medias del primer micrófono y del segundo micrófono. La señal compuesta puede adaptarse a las reverberaciones. Una fase de aprendizaje o una fase de calibración pueden permitir afinar la atenuación sonora que proporciona el sistema activo.

**REIVINDICACIONES**

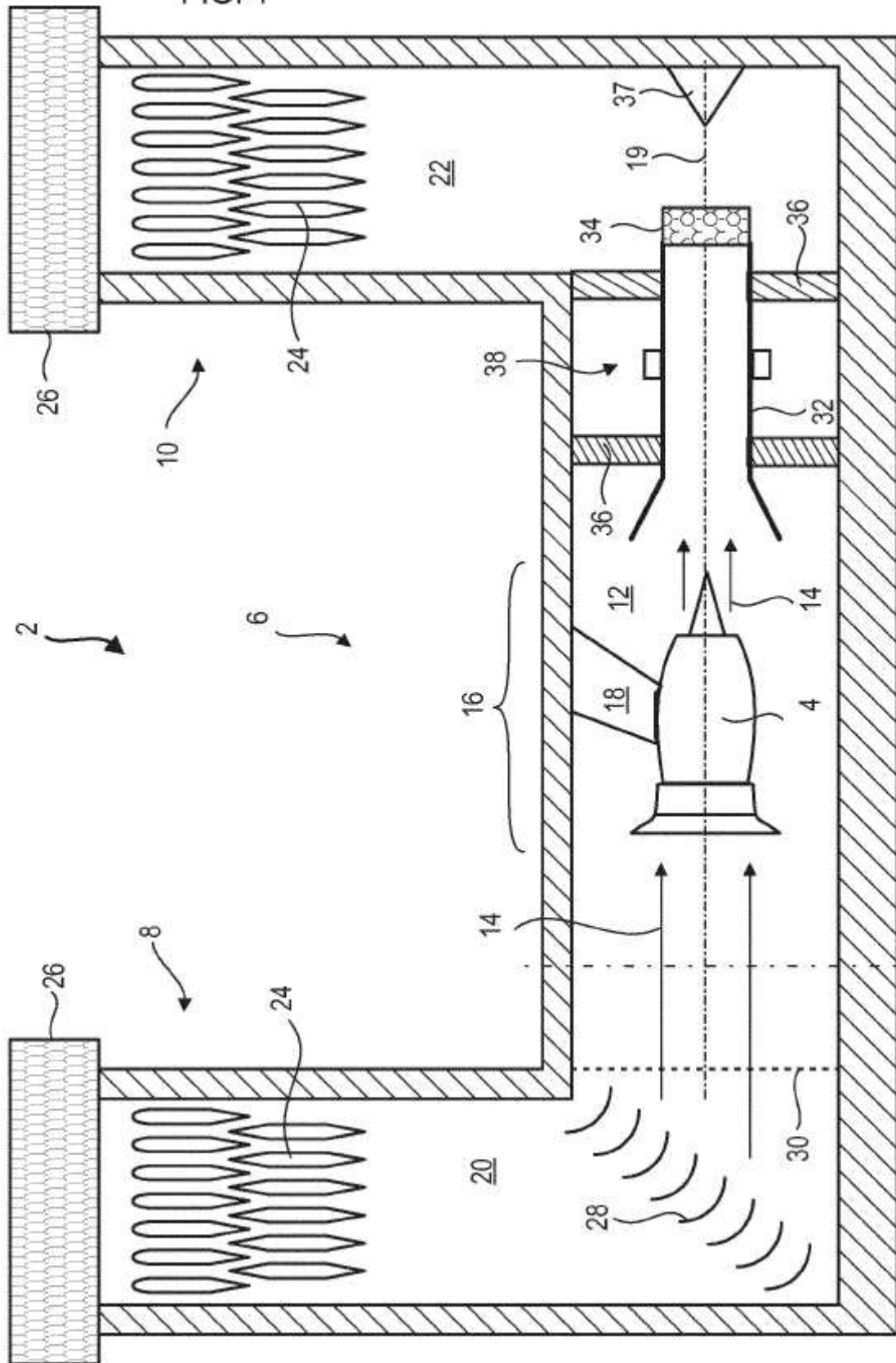
1. Banco de ensayos (2) para turbomáquinas (4), comprendiendo el banco de ensayos (2):
  - una zona de instalación (16) de la turbomáquina (4);
  - un sistema activo (38) de atenuación de las ondas sonoras emitidas (40) por una turbomáquina (4), incluyendo el sistema activo (38) un primer micrófono (48) dispuesto aguas abajo de la zona de instalación de la turbomáquina (4), y una zona de atenuación (42) de las ondas emitidas por la turbomáquina (4) con medios (44) adaptados para emitir ondas sonoras de atenuación (46);
- 5 en el cual
  - 10 el sistema activo (38) comprende, además, un segundo micrófono (50) dispuesto aguas abajo de la zona de atenuación (42),
    - estando configurado el sistema activo (38) para atenuar las ondas emitidas (40) en función de las medidas del primer micrófono (48) y del segundo micrófono (50),
    - estando situada la zona de atenuación (42) entre el primer micrófono (48) y el segundo micrófono (50),
    - 15 comprendiendo el banco un tubo (32) aguas abajo de la zona de instalación (16) de la turbomáquina (4), estando dispuesta la zona de atenuación (42) a lo largo del tubo (32), caracterizado por que
      - el banco comprende, además, dos mamparas (36) que forman, con el tubo (32), una cámara que acoge los medios de emisión (44), estando dispuestos el primer y el segundo micrófonos (48, 50) fuera de la cámara.
  - 2. Banco de ensayos (2) según la reivindicación 1, caracterizado por que el primer micrófono (48) está dispuesto aguas arriba del tubo (32).
  - 20 3. Banco de ensayos (2) según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que el segundo micrófono (50) está dispuesto aguas abajo del tubo (32).
  - 4. Banco de ensayos (2) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que comprende una pared estructural aguas abajo del tubo (32), estando el segundo micrófono (50) más próximo al tubo (32) que a la pared estructural, siendo dicha pared estructural, eventualmente, perpendicular al alargamiento principal del banco de ensayos (2).
  - 25 5. Banco de ensayos (2) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende un pasaje (6) para un flujo de la turbomáquina (4), estando dispuesto el primer micrófono (48) y/o el segundo micrófono (50) en dicho pasaje (6).
  - 6. Banco de ensayos (2) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que .el primer micrófono (48) y el segundo micrófono (50) están separados axialmente una distancia D superior o igual a 1 m o 5 m o 10 m o 20 m.
  - 30 7. Banco de ensayos (2) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la zona de instalación (16) de la turbomáquina (4) incluye un eje central (19), eventualmente coaxial con el eje de rotación de la turbomáquina (4), estando dispuesto al menos un o cada micrófono (48; 50) sobre el eje central (19); o decalado menos de 1 m o de 2 m, con respecto a dicho eje central (19).
  - 35 8. Banco de ensayos (2) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que comprende chimeneas (20; 22) con sistemas pasivos (24) de atenuación del ruido que se propaga hacia fuera del banco de ensayos (2).
  - 9. Banco de ensayos (2) según la reivindicación 8, caracterizado por que al menos un o cada micrófono (48; 50) está dispuesto fuera de las chimeneas (20; 22).
  - 40 10. Banco de ensayos (2) según una de las reivindicaciones 8 a 9, caracterizado por que el segundo micrófono (50) está a plomo de una de las chimeneas (20; 22).
  - 11. Procedimiento de atenuación de las emisiones sonoras de una turbomáquina (4) ensayada en un banco de ensayos (2) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 10, comprendiendo el banco de ensayos (2) un equipo (54) con una frecuencia propia, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
    - (a) prueba (100) de la turbomáquina (4);
    - 45 (b) emisión (102) de ondas sonoras de atenuación (46) adaptadas para oponerse a las ondas sonoras (40) emitidas por la turbomáquina (4) durante la etapa (a) prueba (100) emitiendo el sistema activo (38) ondas de atenuación (46) a la frecuencia propia del equipo (54).
  - 12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que durante la etapa (a) prueba (100), el equipo (54)

vibra a su frecuencia propia y, eventualmente, a un armónico de su frecuencia propia; y durante la etapa (b) emisión (102), las ondas de atenuación (46) alcanzan dicho equipo (54) en oposición de fase con respecto a su vibración durante la etapa (a) prueba (100).

- 5 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizado por que durante la etapa (b) emisión (102), el sistema activo (38) está configurado para adaptar las ondas de atenuación (46) a la reverberación en el banco de ensayos (2), específicamente, al nivel del segundo micrófono (50).



FIG. 1



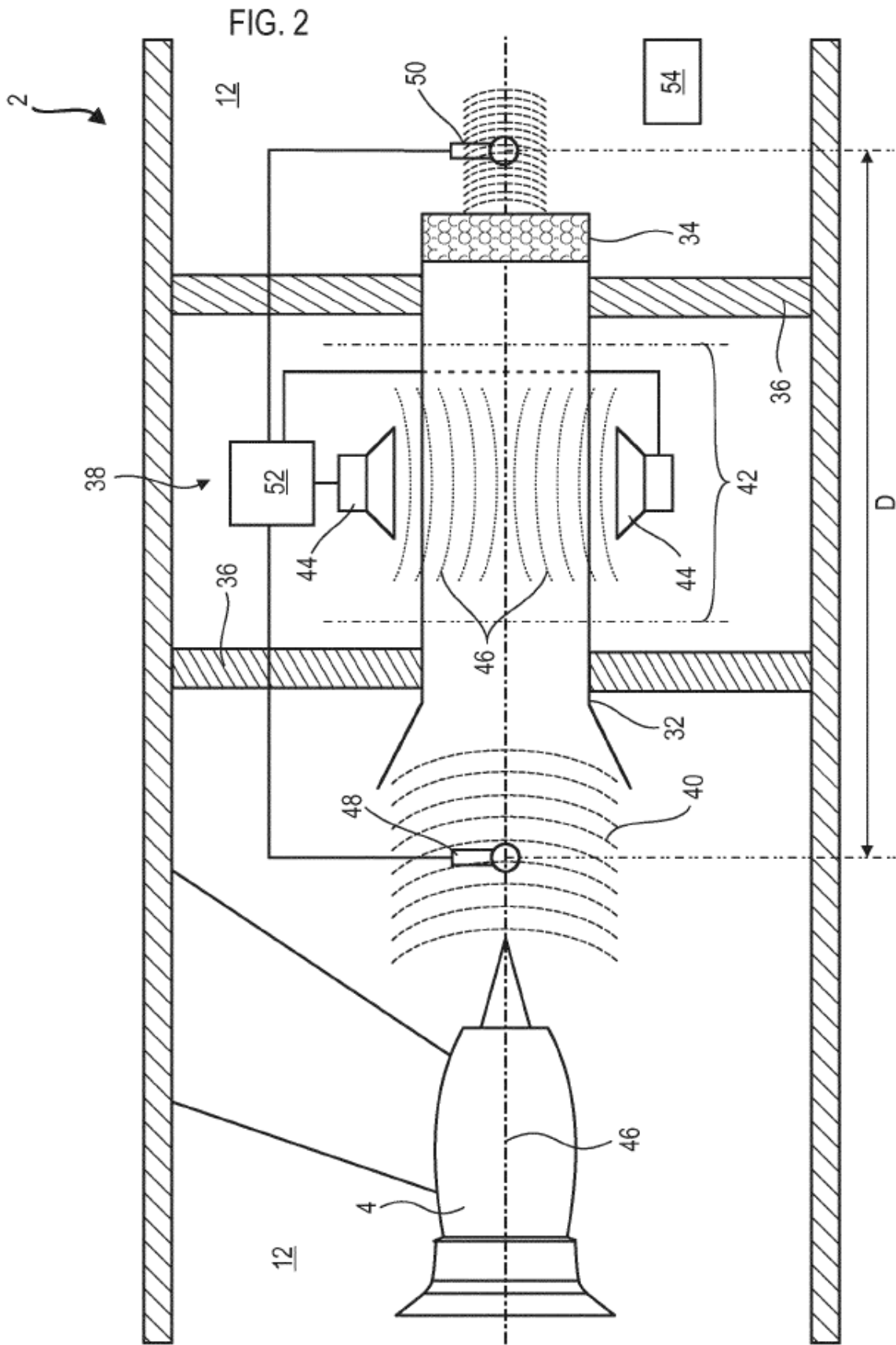


FIG. 3

