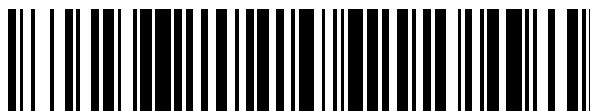


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 886**

51 Int. Cl.:

F16F 13/00 (2006.01)

B60K 5/12 (2006.01)

F16F 15/00 (2006.01)

F16F 13/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2013 PCT/CN2013/076265**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.02.2014 WO14026495**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2013 E 13829182 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2820321**

54 Título: **Un aparato de soporte**

30 Prioridad:

15.08.2012 US 201261683408 P

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

16.08.2017

73 Titular/es:

**BEIJINGWEST INDUSTRIES CO. LTD. (100.0%)
No. 85 Puan Road, Doudian Town, Fangshan
District
Beijing , CN**

72 Inventor/es:

**FARJOUR, ALIREZA;
BARTA, DAVID JOHN;
FOURMAN, BRENT WADE;
MICHAEL, CHAD y
SCHUMANN, ERIC LOUIS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 629 886 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

Un aparato de soporte

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La invención presente se refiere a un aparato de soporte para soportar una fuente de vibración sobre una base, más particularmente, a un aparato de soporte hidráulico activo.

2. Descripción de la técnica anterior

10 Existen soportes convencionales para soportar y proporcionar aislamiento contra las vibraciones de las fuentes de vibración. Una aplicación bien conocida de estos soportes es usada para soportar componentes de vehículos automotores. Estos soportes operan típicamente proporcionando aislamiento contra la vibración del motor a la vez que controlan también el movimiento del motor y de los componentes propulsores conectados respecto al bastidor del vehículo o a la estructura del cuerpo. En muchas aplicaciones de soportes de motor y propulsor es deseable variar las características de amortiguación del soporte para proporcionar un aislamiento selectivo de las vibraciones a ciertas frecuencias.

15 Uno de tales aparatos de soporte hidráulico se describe en la patente de EE.UU. N° 5.439.204 adjudicada a Yamazo y en la patente europea EP0163817. El soporte incluye un alojamiento que se extiende alrededor y a lo largo de un primer eje y define una cámara de alojamiento. Un cuerpo flexible hecho de un material elástico está dispuesto en la cámara de alojamiento para definir una cámara de bombeo dentro de la cámara de alojamiento que está configurada para ser llenada con un fluido. La cámara de bombeo está interconectada con el alojamiento para deformarse elásticamente en respuesta al movimiento de una fuente de vibración respecto al alojamiento causado por una
20 excitación exterior. Un miembro móvil está parcialmente dispuesto en la cámara de bombeo para moverse dentro de la cámara de bombeo. Un actuador está aplicado operativamente al miembro móvil para mover el miembro móvil para crear un cambio de volumen en la cámara de bombeo para mantener el volumen de la cámara de bombeo para impedir un aumento de presión en la cámara de bombeo durante la deformación del cuerpo flexible en respuesta a la
25 excitación exterior para cancelar eficazmente la excitación exterior.

Un problema conocido de tales aparatos de soporte es que los miembros móviles con forma de pistón tienen comúnmente una relación de área superficial desfavorable en comparación con el área superficial del cuerpo flexible, requiriendo por tanto un recorrido del actuador relativamente largo respecto al desplazamiento del cuerpo flexible para cancelar efectivamente la excitación exterior.

30 **Compendio de la invención**

La invención proporciona un aparato de soporte de este tipo para soportar una fuente de vibración sobre una base. El soporte hidráulico comprende un alojamiento que se extiende alrededor y a lo largo de un primer eje y define una cámara de alojamiento, un cuerpo flexible hecho de un material elástico al menos parcialmente dispuesto en la
35 cámara de alojamiento para definir una cámara de bombeo configurada para ser llenada con un fluido dentro de la cámara de alojamiento, el cuerpo flexible está interconectado con el alojamiento para deformarse elásticamente en respuesta al movimiento de la fuente de vibración respecto al alojamiento causado por una excitación exterior, un miembro móvil dispuesto al menos parcialmente en la cámara de bombeo para moverse dentro de la cámara de bombeo y un actuador aplicado operativamente al miembro móvil para mover el miembro móvil para crear un cambio de volumen en la cámara de bombeo para mantener el volumen de dicha cámara de bombeo con el objeto de que
40 impida un aumento de presión en la cámara de bombeo durante la deformación del cuerpo flexible en respuesta a la excitación exterior para cancelar eficazmente la excitación exterior. El miembro móvil incluye una pared móvil que se extiende axialmente y está hecha de un material flexible y define una cámara de miembro móvil para flexionar radialmente hacia fuera y hacia dentro respecto al primer eje para amplificar el cambio de volumen en la cámara de bombeo.

45 De este modo, varias ventajas de uno o más aspectos de la invención son que la pared móvil proporciona un área superficial aumentada del miembro móvil, por lo que se requiere un recorrido más corto del actuador para cancelar eficazmente la excitación exterior, a la vez que se utiliza el espacio radial limitado de la cámara de alojamiento. La superficie aumentada del miembro móvil es particularmente ventajosa cuando se usa con actuadores como actuadores piezostack que tienen recorridos de actuador relativamente cortos. Los actuadores piezostack son
50 atractivos para esta aplicación debido a su muy alta velocidad de respuesta y a su ancho de banda de frecuencia.

Descripción breve de los dibujos

Otras ventajas de la invención presente resultarán evidentes, ya que la misma se comprende mejor haciendo referencia a la descripción detallada siguiente tomada en consideración junto con los dibujos que se acompañan, en donde:

La Figura 1 es una vista en sección transversal y esquemática del aparato de soporte.

Descripción detallada de las formas de realización

Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra en general un aparato de soporte hidráulico 20 para soportar una fuente de vibración sobre una base. En la realización habilitadora, el aparato de soporte hidráulico 20 es usado para soportar un componente de un automóvil (por ejemplo, un motor) sobre el bastidor de un vehículo automóvil. Sin embargo, Debe apreciarse que el aparato de soporte puede ser usado para soportar otras diversas fuentes de vibración sobre una base.

El aparato de soporte hidráulico incluye un alojamiento 22 que incluye una porción de alojamiento inferior generalmente con forma de copa 24 que se extiende anularmente alrededor y a lo largo de un primer eje A desde un extremo inferior de la porción de alojamiento inferior cerrado 26 hasta un extremo superior de la porción de alojamiento inferior abierto 28. La porción de alojamiento inferior 24 define un labio de la porción de alojamiento inferior 30 que se extiende radialmente hacia el exterior desde la porción de alojamiento inferior 24 adyacente al extremo superior de la porción de alojamiento inferior 28. El extremo inferior de la porción de alojamiento inferior 26 define además un orificio en la porción del alojamiento inferior 25 que se extiende a través de la porción del alojamiento inferior 24 a lo largo del primer eje A.

El alojamiento 22 incluye además una porción de alojamiento superior con forma de copa 32 que está dispuesta axialmente en general encima de la porción de alojamiento inferior 24 y se extiende anularmente alrededor y a lo largo de un segundo eje B paralelo al primer eje A desde un extremo inferior de la porción de alojamiento superior abierto 34 hasta un extremo superior de la porción de alojamiento superior cerrado 36. Resultará evidente que las porciones de alojamiento superior e inferior 32, 24 pueden tener otras formas (por ejemplo, secciones transversales cuadradas o hexagonales). El extremo inferior de la porción superior del alojamiento 34 define un labio en la porción superior del alojamiento 38 que se extiende radialmente hacia dentro desde el extremo inferior de la porción superior del alojamiento 34 y está dispuesto por debajo y coopera con el labio de la porción de alojamiento inferior 30 para restringir el movimiento de separación axial de las porciones de alojamiento superior e inferior 32, 24 entre sí. Las porciones de alojamiento superior e inferior 32, 24 definen una cámara de alojamiento 44 en su interior.

El extremo superior de la porción superior del alojamiento 36 define una pestaña de montaje 40 que se extiende radialmente hacia fuera desde la porción superior del alojamiento 32 adyacente al extremo superior de la porción superior del alojamiento 36. La pestaña de montaje 40 define una pluralidad de orificios de soporte con rosca 41 que se extienden axialmente a través de ella y están separados circunferencialmente entre sí a lo largo de la pestaña de montaje 40 para interconectar el aparato de soporte 20 con la base (es decir, el bastidor del vehículo automóvil en la realización habilitadora). El extremo superior de la porción superior del alojamiento 36 define además un orificio del alojamiento superior 42 que se extiende a través de él a lo largo del segundo eje B.

Un cuerpo flexible 46 hecho de un material elástico se extiende anularmente alrededor y axialmente a lo largo del segundo eje B desde una porción inferior del cuerpo flexible 48 de forma tronco-cónica generalmente dispuesta en la cámara de alojamiento 44, a través del orificio del alojamiento superior 42, hasta una porción superior del cuerpo flexible 50 fuera de la cámara de alojamiento 44 para deformarse elásticamente respecto al alojamiento 22 en respuesta al movimiento del componente respecto al vehículo automóvil debido a una excitación exterior (por ejemplo, vibraciones del pistón, oscilación del motor, vibraciones de la carretera, etc.). El cuerpo flexible 46 define una cámara de cuerpo flexible 52 que se extiende axialmente dentro del cuerpo flexible 46 desde la porción superior del cuerpo flexible 50.

La porción inferior del cuerpo flexible 48 define una ranura del miembro de inserción 53 que se extiende anularmente a su alrededor. El extremo inferior del cuerpo flexible incluye además un miembro inserción exterior 54 que tiene una sección transversal generalmente con forma de C y está hecho de un material metálico dispuesto en la ranura 53 del miembro de inserción y que se extiende anularmente alrededor del mismo para proporcionar rigidez al cuerpo flexible 46. Debe apreciarse que la ranura del miembro de inserción 53 y el miembro de inserción exterior 54 pueden tener otras secciones transversales conformadas para proporcionar una mejor rigidez a la porción inferior del cuerpo flexible 48 bajo diferentes configuraciones del aparato de soporte 20. La porción superior del cuerpo flexible 50 define una pestaña de cuerpo flexible 56 que se extiende radialmente hacia fuera desde él para ser aplicada al extremo superior de la porción superior del alojamiento cerrado 36 cuando el cuerpo flexible 46 se deforma más allá de una longitud predeterminada. En otras palabras, la pestaña de cuerpo flexible 56 impide que la porción inferior del cuerpo flexible 48 flexione más allá del punto en el que la pestaña de cuerpo flexible 56 está aplicada al extremo superior de la porción de alojamiento superior 36.

Un diafragma con forma de disco 58 hecho en general de un material elástico se extiende anularmente alrededor del primer eje A y define un borde del diafragma 60 dispuesto de manera hermética en la cámara de alojamiento 44 por debajo del cuerpo flexible 46. Un conjunto de partición 62 está dispuesto en la cámara de alojamiento 44 y se extiende anularmente alrededor y a lo largo del primer eje A entre el cuerpo flexible 46 y el diafragma 58. El conjunto de partición 62 divide la cámara de alojamiento 44 en una cámara de bombeo 64 entre el cuerpo flexible 46 y el conjunto de partición 62 y una cámara de alojamiento 66 entre el conjunto de partición 62 y el diafragma 58. El volumen de cada una de las cámaras 64, 66 cambia por deformación del cuerpo flexible 46 y del diafragma 58 en

respuesta a la excitación exterior.

Un fluido magnetorreológico 70 está contenido dentro de las cámaras de bombeo y recepción 64, 66. El fluido magnetorreológico 70, como es conocido en la técnica, responde modificando sus propiedades a la cizalladura. Específicamente, tiene la capacidad de cambiar de forma reversible de ser un líquido viscoso, lineal, de flujo libre a ser uno semisólido con un límite de deformación controlable cuando está expuesto a un campo magnético.

Un miembro de soporte superior 72 hecho de un material metálico y que tiene una forma en conformidad con la cámara de cuerpo flexible 52 está dispuesto en la cámara de cuerpo flexible 52 aplicado y unido al cuerpo flexible 46 y se extiende anularmente alrededor del segundo eje B para restringir radialmente el movimiento hacia el interior del cuerpo flexible 46. El miembro de soporte superior 72 se extiende además a lo largo del segundo eje B desde una porción inferior del miembro de soporte superior 74 dentro de la cámara de alojamiento 44, a través del orificio del alojamiento superior 42, hasta una porción superior del miembro de soporte superior 78 fuera de la cámara de alojamiento 44. El miembro de soporte superior 72 define un paso del miembro de soporte superior 80 que se extiende a través de él a lo largo del segundo eje B.

Un primer miembro de soporte 82, generalmente con forma cilíndrica y con rosca, está dispuesto de forma fija en el paso del miembro de soporte superior 80 y se extiende anularmente alrededor y a lo largo del segundo eje B hacia fuera del miembro de soporte superior 72 para aplicar mediante rosca la fuente de vibración (es decir, el motor del vehículo en la realización habilitadora) para interconectar la fuente de vibración y el aparato de soporte 20. Debe apreciarse que el primer miembro de soporte 82 puede tener otras formas (por ejemplo, una sección transversal cuadrada) y puede ser hecho a partir de varios materiales de alta resistencia.

Un miembro de refuerzo 84 hecho de un material metálico y que generalmente tiene una sección transversal con forma de Z está dispuesto en la cámara de alojamiento 44 y se extiende anularmente alrededor del segundo eje B. El miembro de refuerzo 84 define una porción vertical de miembro de refuerzo 86 dispuesta radialmente entre la porción de alojamiento superior 32 y la porción inferior del cuerpo flexible 48 para restringir el movimiento de la porción inferior del cuerpo flexible 48 radialmente hacia fuera. El miembro de refuerzo 84 define además una porción horizontal del miembro de refuerzo superior 88 que se extiende radialmente hacia dentro y parcialmente por encima de la porción inferior del cuerpo flexible 48 desde la porción vertical del miembro de refuerzo 86 para restringir axialmente el movimiento de la porción inferior del cuerpo flexible 48 hacia el extremo superior de la porción del alojamiento superior 36. El miembro de refuerzo define además una porción horizontal de miembro de refuerzo inferior 92 que se extiende radialmente hacia dentro hacia la porción de alojamiento superior 32 desde la porción vertical del miembro de refuerzo 86.

El conjunto de partición 62 incluye un separador superior de metal de forma generalmente cilíndrica 94 que se extiende anularmente alrededor del primer eje A adyacente a la porción de alojamiento superior 32 y axialmente por debajo y está aplicado a la porción inferior del cuerpo del miembro flexible 48 y al miembro de refuerzo 84. El separador superior 94 define al menos un segmento de ranura en el separador superior 96 que se extiende anularmente a lo largo de él. El miembro de refuerzo 84 define además una pata de fijación del miembro de refuerzo 98 que se extiende anularmente desde la porción vertical del miembro de refuerzo 86, separada axialmente por debajo de la porción horizontal del miembro de refuerzo inferior 92, y se extiende anularmente a través de cada uno de los segmentos de la ranura de separación superior 96 para interconectar el miembro de refuerzo 84 y el separador superior 94.

El conjunto de partición 62 incluye además un miembro de soporte inferior metálico de forma cilíndrica en general 100 que se extiende anularmente alrededor y a lo largo del primer eje A desde un extremo inferior del miembro de soporte inferior 102 hasta un extremo superior del miembro de soporte inferior 104. Debe apreciarse que el miembro de soporte inferior 100 puede estar hecho a partir de otros materiales de alta resistencia y puede tener otras formas (por ejemplo, una sección transversal con forma cuadrada). El miembro de soporte inferior 100 define una pestaña de miembro de soporte inferior 106 que se extiende radialmente alejándose del miembro de soporte inferior 100 adyacente al extremo superior del miembro de soporte inferior 104. El miembro de soporte inferior 100 define además un paso en el miembro de soporte inferior 108 que se extiende a través de él entre el extremo superior del miembro de soporte inferior 104 y el extremo inferior del miembro de soporte inferior 102 a lo largo del primer eje A en general. Debe apreciarse que el miembro de soporte inferior 100 y el paso del miembro de soporte inferior 108 pueden extenderse en ángulos ligeramente separados del primer eje A.

El conjunto de partición 62 incluye además un anillo 110 de soporte del electroimán metálico, cilíndrico en general que se extiende anularmente alrededor del primer eje A y está dispuesto radialmente entre el miembro de soporte inferior 100 y la porción de alojamiento superior 32 y axialmente entre el separador superior 94 y el labio de la porción de alojamiento inferior 30. Debe apreciarse que el anillo de soporte del electroimán puede tener otras formas (por ejemplo, una sección transversal con forma cuadrada) y puede estar hecho de otros materiales magnéticamente permeables y de alta resistencia. El anillo de soporte del electroimán 110 define una ranura en el electroimán 112 que se extiende anularmente alrededor de él. El borde del diafragma 60 está intercalado de manera hermética entre el anillo de soporte del electroimán 110 y el labio de la porción de alojamiento inferior 30. Una bobina 114 que tiene una sección transversal con forma de carrete está dispuesta en la ranura del electroimán 112 y se extiende anularmente alrededor de él. Una bobina del electroimán 122 está dispuesta en la ranura del electroimán 112 y está

envuelta alrededor de la bobina 114 para generar selectivamente un flujo magnético. Debe apreciarse que más de una bobina del electroimán 122 puede estar dispuesta alrededor de la bobina 114. El conjunto de partición incluye además un anillo de flujo 118 que se compone de un material que tiene una alta permeabilidad magnética y está dispuesto radialmente entre el miembro de soporte inferior 100 y el anillo de soporte del electroimán 110 y axialmente por debajo de la pestaña del miembro de soporte inferior 106 para concentrar un flujo magnético.

Además, el conjunto de partición 62 define un paso de fluido principal 120 que se extiende axialmente entre la cámara de bombeo 64 y la cámara de recepción 66 y radialmente entre el anillo de flujo 118 y el anillo de soporte del electroimán 110 para que pase el fluido magnetorreológico 70 entre las cámaras de recepción y de bombeo 64, 66 en respuesta a la deformación del cuerpo flexible 46 y del diafragma 58. Debe apreciarse que puede estar definido más de un paso de fluido principal 120 por el conjunto de partición 62 y el paso de fluido principal 120 puede extenderse en caminos con varias formas. Para amortiguar de forma variable las vibraciones a frecuencias relativamente bajas, típicamente a menos de aproximadamente 20 Hz, tales como las causadas por las vibraciones de la carretera, la bobina electromagnética 122 genera selectivamente un flujo magnético a través del anillo de flujo 118 y del paso de fluido principal 120 para aumentar la resistencia a la cizalladura del fluido magnetorreológico 70 en el paso de fluido principal 120, aumentando de esta manera la rigidez de amortiguación del aparato de soporte 20. En otras palabras, por medio de los componentes amortiguadores magnetorreológicos, el aparato de soporte hidráulico 20 está adaptado para aislar o amortiguar vibraciones en un intervalo de frecuencias relativamente bajas (es decir, de alrededor de y de menos de 20 Hz). Respecto a los automóviles, esta capacidad puede optimizar las características de conducción, confort y manejo.

El aparato de soporte 20 incluye además un suministro de energía 124 para suministrar energía al aparato de soporte 20 y un controlador 126 para controlar el flujo magnético generado por la bobina del electroimán 122. Una pluralidad de cables del electroimán 128 se extiende a través de la porción de alojamiento superior 32 entre el controlador 126, las bobinas del electroimán 122 y el suministro de energía 124 para conectar eléctricamente las bobinas del electroimán 122, el controlador 126 y el suministro de energía 124.

El anillo de soporte del electroimán 110 define además una cavidad en el sensor 116 que está separada radialmente hacia fuera de la ranura 112 del electroimán. Un sensor 130 está dispuesto en la cavidad del sensor 116 y se extiende dentro de la cámara de bombeo 64 para medir un cambio de presión en la cámara de bombeo 64 en respuesta a la deformación del cuerpo flexible 46 para generar una señal correspondiente a una frecuencia vibratoria del componente. Debe apreciarse que puede usarse más de un sensor 130 y el o los sensores 130 pueden ser dispuestos en diversos lugares en la fuente de vibraciones, en el aparato de soporte hidráulico 20 o en la base para medir diversas condiciones de vibración de la fuente de vibración, tales como desplazamiento, velocidad o aceleración para producir señales que se corresponden con la frecuencia vibratoria de la fuente de vibración. Una pluralidad de cables de sensor 132 se extiende desde el controlador 126 hasta el sensor 130 para conectar eléctricamente el controlador 126 y el sensor 130.

El controlador 126 define un estado operativo activo del electroimán para aplicar una corriente positiva variable a través de la bobina del electroimán 122 para inducir un flujo magnético a través del paso del fluido para aumentar la viscosidad del fluido magnetorreológico 70 para aumentar la resistencia a la cizalladura del fluido magnetorreológico 70 que pasa a través del paso de fluido principal 120 para aumentar de forma variable la rigidez de amortiguación del aparato de soporte 20. El controlador 126 define además un estado operativo inactivo del electroimán en donde no se aplica corriente a través del paso 120 de fluido principal. El controlador activa los estados operativos activo e inactivo del electroimán en respuesta a la señal procedente del al menos un sensor 130, en general cuando la frecuencia vibratoria medida tiene las frecuencias relativamente bajas anteriormente mencionadas. Sin embargo, debe apreciarse que los estados operativos activo e inactivo pueden ser activados en cualquier frecuencia vibratoria. Además, debe apreciarse que la corriente eléctrica puede variar desde 0A (en el estado operativo inactivo) hasta un valor máximo gobernado por la capacidad del suministro de energía 124.

Cuando las excitaciones exteriores producen vibraciones a frecuencias relativamente altas, típicamente superiores a aproximadamente 20 Hz, tal como durante la aceleración de un automóvil, el fluido es sustancialmente incapaz de fluir a través del paso de fluido principal 120. Para amortiguar estas vibraciones de frecuencias relativamente altas, el aparato de soporte hidráulico 20 incluye un miembro móvil 134 dispuesto al menos parcialmente en la cámara de bombeo 64 y un actuador 136 aplicado operativamente al miembro móvil 134 para mover axialmente el miembro móvil 134 en la cámara de bombeo 64 para aumentar o disminuir el volumen de la cámara de bombeo 64 para mantener el volumen de la cámara de bombeo 64 con el objeto de impedir un aumento de presión en la cámara de bombeo 64 para cancelar la excitación exterior. Debe apreciarse que el miembro móvil 134 y el actuador 136 de la invención presente no están limitados a ser usados en aparatos de soporte basados en fluidos magnetorreológicos y pueden usarse en cualquier aparato de soporte hidráulico para amortiguar vibraciones a cualquier frecuencia.

En la realización habilitadora, el miembro móvil 134 se extiende anularmente alrededor y a lo largo del primer eje A entre un extremo superior del miembro móvil 140 y un extremo inferior del miembro móvil 142 y define una pared móvil 144 entre ellos hecha de un material flexible y define una cámara de miembro móvil 151 para flexionar radialmente hacia fuera y hacia dentro respecto al primer eje A para amplificar el cambio de volumen en la cámara de bombeo 64. En otras palabras, la pared móvil 144 aumenta el área superficial del miembro móvil 134 en comparación con los miembros móviles generalmente con forma de pistón de la técnica anterior, desplazando así

más fluido en la cámara de bombeo durante el movimiento del miembro móvil 134, permitiendo de esta manera que actuadores con recorridos del actuador más cortos sean usados en el aparato de soporte 20. En la realización habilitadora, el actuador 136 está dispuesto en la cámara de miembro móvil 151 y el actuador 136 es aplicado al extremo superior del miembro móvil 140. El extremo superior del miembro móvil 140 es axialmente movable respecto al extremo inferior del miembro móvil 142 para producir la flexión de la pared movable 144. Debe apreciarse que en configuraciones alternativas, el extremo inferior del miembro móvil 142 puede moverse respecto al extremo superior del miembro móvil 140. Debe apreciarse también que el miembro móvil 134 puede extenderse en otros ángulos fuera de, pero cerca del primer eje A.

En la realización habilitadora, el miembro móvil 134 tiene generalmente una forma de reloj de arena en estado estacionario para flexionar radialmente hacia fuera hacia una forma cilíndrica en respuesta al movimiento axial relativo entre los extremos superior e inferior del miembro móvil 140, 142. Sin embargo, debe apreciarse que el miembro móvil 134 puede tener otras formas, con tal de que la pared movable 144 pueda moverse radialmente hacia fuera y hacia dentro en respuesta al movimiento del actuador 136. Por ejemplo, la pared movable 144 puede tener una sección transversal convexa en estado estacionario, y el recorrido del actuador del actuador 136 se invierte en comparación con la realización habilitadora que se expande durante un recorrido del actuador axialmente hacia el extremo superior del miembro móvil 140.

En la realización habilitadora, la pared movable 144 define una pluralidad de ranuras 146 que se extienden a través y axialmente a lo largo de la pared movable 144 y están separadas anularmente alrededor de la pared movable 144 para reducir la resistencia circunferencial de la pared movable 144, reduciendo por tanto la cantidad de fuerza del actuador 136 requerida para mover la pared movable 144 radialmente hacia fuera y hacia dentro, permitiendo ventajosamente de esta manera que se usen actuadores de baja potencia en el aparato de soporte 20. Debe apreciarse que se puede definir cualquier número de ranuras 146 en la pared movable 144 y que pueden extenderse en diversas orientaciones para ajustar con precisión la rigidez de la pared movable 144. Además, un cierre de ranura (no mostrado) hecho de un material flexible y que tiene un espesor menor que el espesor de la pared movable 144 está dispuesto herméticamente alrededor de cada una de las ranuras 146 para impedir que el fluido fluya a través de dichas ranuras 146. En otras palabras, el cierre de ranura impide que el fluido pase dentro de la cámara del miembro móvil 151 mientras que todavía permite que las ranuras 146 produzcan una resistencia circunferencial reducida de la pared movable 144.

El extremo inferior del miembro móvil 142 define un paso en el miembro móvil 154 a lo largo del primer eje A. El miembro móvil 134 define además una pestaña en el miembro móvil 156 que se extiende radialmente hacia fuera desde la pared movable 144 adyacente al extremo inferior del miembro móvil 142. La pestaña del miembro móvil 156 define un extremo superior de pestaña del miembro móvil 158 que se aplica de forma hermética al extremo inferior 102 del miembro de soporte inferior.

Un soporte del actuador 160 que tiene una sección transversal con forma de T se extiende anularmente alrededor y a lo largo del primer eje A desde un extremo inferior del soporte del actuador 161 dispuesto axialmente por debajo del paso del miembro móvil 154 y a través del paso del miembro móvil 154 hasta un extremo superior del soporte del actuador 162 en la cámara del miembro móvil 151. Debe apreciarse que el soporte del actuador 160 puede extenderse en otros ángulos hacia fuera de, aunque cerca del primer eje A. El soporte del actuador 160 define una pestaña 164 de soporte del actuador que se extiende radialmente hacia fuera desde él adyacente al extremo inferior del soporte del actuador 161. La pestaña de soporte del actuador 164 define un extremo superior de la pestaña de soporte del actuador 166 que está aplicada de forma fija al extremo inferior 142 del miembro móvil. Una junta tórica del soporte del actuador con forma de anillo 168 está dispuesta anularmente alrededor del primer eje A entre la pestaña de soporte del actuador 164 y el extremo inferior del miembro móvil 142 para impedir que el fluido de la cámara receptora 66 pase entre la pestaña de soporte del actuador 164 y el extremo inferior del miembro móvil 142.

El soporte del actuador 160 define además un anillo de extensión del soporte del actuador 170 que se extiende hacia fuera del extremo inferior del soporte del actuador 161 a lo largo del primer eje A. El soporte del actuador 160 define además un paso del soporte del actuador 172 que se extiende a lo largo del primer eje A desde el extremo superior del soporte del actuador 162, a través del anillo de extensión del soporte del actuador 170, hasta el extremo inferior del soporte del actuador 161. Debe apreciarse que el soporte del actuador 160 y el paso del soporte del actuador 172 pueden extenderse en otros ángulos hacia fuera, pero cerca del primer eje A. El soporte del actuador 160 define un asiento de paso del soporte del actuador 174 que se extiende radialmente dentro del paso del soporte del actuador 172 adyacente al extremo inferior del soporte del actuador 161. El diafragma 58 define un orificio de diafragma 176 que se extiende a través del diafragma 58 a lo largo del primer eje A y está dispuesto de manera hermética alrededor del anillo de extensión del soporte del actuador 170 para impedir que fluya fluido entre el diafragma 58 y el anillo de extensión del soporte del actuador 170.

El actuador 136 incluye una caja de actuador 178 que tiene una forma generalmente cilíndrica y se extiende anularmente alrededor y a lo largo del primer eje A desde un extremo inferior de la caja del actuador 179 dispuesto en el paso del soporte del actuador 172 hasta un extremo superior de la caja del actuador 180 en la cámara del miembro móvil 151. La caja del actuador 178 define una porción inclinada del actuador 182 que se extiende radialmente hacia el interior adyacente al extremo inferior de la caja del actuador 179 y se aplica al asiento del paso del soporte del actuador 174 para impedir que el actuador 136 se mueva axialmente hacia el extremo inferior de la

porción inferior del alojamiento 26. Una junta tórica del actuador con forma anular 184 se extiende anularmente alrededor de la caja del actuador 178 axialmente por debajo de la porción inclinada del actuador 182 y radialmente entre la caja del actuador 178 y el soporte del actuador 160 para sellar el paso del soporte del actuador 172.

5 El extremo superior del miembro móvil 140 define un asiento del miembro móvil 186 que se extiende a lo largo del primer eje A en la cámara del miembro móvil 151 para acoplarse operativamente al actuador 136. El actuador 136 incluye un pistón de actuador 188 que está parcialmente dispuesto en y se extiende de forma deslizable desde la caja del actuador 178 y está aplicado operativamente al asiento del miembro móvil 186 para mover el extremo superior del miembro móvil 140 para producir el movimiento de la pared movable 144.

10 Según la invención, el actuador 136 es del tipo piezostack. Los actuadores piezostack, como se conocen en la técnica, utilizan pilas de cerámica PZT, a través de las que se aplica un voltaje. El espesor de la cerámica aumenta en la dirección del campo eléctrico aplicado. Estos actuadores tienen generalmente una gran capacidad de fuerza y responden predeciblemente a frecuencias por encima de los 1000 Hz. Por tanto, las vibraciones de alta frecuencia pueden ser sustancialmente canceladas con el aparato de soporte 20 mediante el movimiento del miembro móvil 134 por medio del actuador 136. Debe apreciarse que en la invención presente pueden usarse otros actuadores con un recorrido corto debido al aumento del área superficial del miembro móvil 134, y además se pueden usar otros actuadores menos potentes debido a las ranuras 146 en el miembro móvil 134.

20 Una pluralidad de cables del actuador 190 se extiende desde el interior de la caja del actuador 178, a través del extremo inferior de la caja del actuador 179 y a través del paso del soporte del actuador 172 hasta el controlador 126 y el suministro de energía 124 para conectar eléctricamente el actuador 136, el controlador 126, y el suministro de energía 124. El controlador 126 controla además el movimiento del pistón en el actuador 188. Específicamente, el controlador 126 define un estado operativo comprimido del actuador para mover el pistón en el actuador 188 y el asiento del miembro móvil 186 axialmente hacia el extremo inferior del miembro de soporte inferior 102 para aumentar el volumen de la cámara de bombeo 64. El controlador 126 define además un estado operativo de rebote del actuador para mover el pistón en el actuador 188 y el asiento del miembro móvil 186 axialmente hacia afuera del extremo inferior del miembro de soporte inferior 102 para disminuir el volumen de la cámara de bombeo 64. Debe apreciarse que los estados operativos pueden ser cambiados basándose en la forma del miembro móvil 134.

30 El controlador 126 activa de forma variable los estados comprimido y de rebote del actuador en respuesta a la señal procedente del sensor 130 en el componente del automóvil cuando la frecuencia vibratoria medida es o está por encima de las vibraciones de frecuencia relativamente alta. El controlador 126 activa además los estados comprimido y de rebote del actuador de 180 grados fuera de fase con la frecuencia vibratoria del componente e igual en magnitud a la magnitud vibratoria para cancelar la fuerza transmitida desde la excitación exterior manteniendo las variaciones de presión de fluido en un mínimo.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de soporte (20) para soportar una fuente de vibración sobre una base, comprendiendo:
un alojamiento (22) extendiéndose alrededor y a lo largo de un primer eje (A) y definiendo una cámara de alojamiento (44);
- 5 un cuerpo flexible (46) hecho de un material elástico dispuesto al menos parcialmente en dicha cámara de alojamiento (44) para definir una cámara de bombeo (64) configurada para ser llenada con un fluido dentro de dicha cámara de alojamiento (44), estando dicho cuerpo flexible (46) interconectado con dicho alojamiento (22) para deformarse elásticamente en respuesta al movimiento de la fuente de vibración relativa al alojamiento (22) causado por una excitación exterior;
- 10 un miembro móvil (134) dispuesto al menos parcialmente en dicha cámara de bombeo (64) para moverse dentro de dicha cámara de bombeo (64); y
un actuador (136) aplicado operativamente a dicho miembro móvil (134) para mover dicho miembro móvil para crear un cambio de volumen en dicha cámara de bombeo (64) para mantener el volumen de dicha cámara de bombeo (64) para impedir un aumento de presión en dicha cámara de bombeo (64) durante dicha deformación de dicho cuerpo flexible (46) en respuesta a la excitación exterior para cancelar eficazmente la excitación exterior,
- 15 en donde dicho miembro móvil (134) incluye una pared movable extendiéndose axialmente (144) hecha de un material flexible que define una cámara de miembro móvil (151) para flexionar radialmente hacia fuera y hacia dentro respecto a dicho primer eje (A) para amplificar el cambio de volumen en dicha cámara de bombeo (64), **caracterizado por que** dicho actuador (136) es del tipo de pila piezoeléctrica.
- 20 2. El aparato de soporte según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha pared movable (144) está configurada para extenderse axialmente entre un extremo superior del miembro móvil (140) y un extremo inferior del miembro móvil (142), siendo al menos uno de dichos extremos superior e inferior del miembro móvil (140, 142) axialmente movable uno respecto a otro para realizar dicha flexión de dicha pared movable (144) radialmente hacia fuera y hacia dentro.
- 25 3. El aparato de soporte según la reivindicación 2, **caracterizado por que** dicho miembro móvil (134) tiene una forma generalmente de reloj de arena en estado estacionario para flexionar radialmente hacia fuera hacia una forma cilíndrica en respuesta a dicho movimiento axial relativo entre dicho extremo superior (140) del miembro móvil y dicho extremo inferior del miembro móvil (142).
- 30 4. El aparato según la reivindicación 3, **caracterizado por que** incluye además un diafragma (58) hecho de un material elástico dispuesto en dicha cámara de alojamiento (44) y separado axialmente de dicho cuerpo flexible (46), y un conjunto de partición (62) dispuesto en dicha cámara de alojamiento (44) entre dicho cuerpo flexible (46) y dicho diafragma (58) para dividir dicha cámara de alojamiento (44) en dicha cámara de bombeo (64) entre dicho cuerpo flexible (46) y dicho conjunto de partición (62) y una cámara de recepción (66) entre dicho conjunto de partición (62) y dicho diafragma (58) siendo cambiado el volumen de cada una de dichas cámaras por deformación de dicho cuerpo flexible (46) y dicho diafragma (58) en respuesta a la excitación exterior.
- 35 5. El aparato de soporte según la reivindicación 3, **caracterizado por que** dicho conjunto de partición (62) define un paso en el miembro de soporte inferior (108) que se extiende a través de él entre dicha cámara de bombeo (64) y dicha cámara de recepción (66).
- 40 6. El aparato de soporte según la reivindicación 5, **caracterizado por que** dicho miembro móvil (134) está dispuesto al menos parcialmente en dicho paso del miembro de soporte inferior (108).
7. El aparato de soporte según la reivindicación 6, **caracterizado por que** dicho extremo superior del miembro móvil (140) define un asiento del miembro móvil (186) que se extiende dentro de dicha cámara del miembro móvil (151) para estar aplicado operativamente a dicho actuador (136).
- 45 8. El aparato de soporte según la reivindicación 7, **caracterizado por que** dicho actuador (136) está dispuesto al menos parcialmente en dicha cámara del miembro móvil (151) y está aplicado operativamente a dicho asiento del miembro móvil (186).
9. El aparato de soporte según la reivindicación 8, **caracterizado por que** dicho extremo inferior del miembro móvil (142) define un paso en el miembro móvil (154) que se extiende a través de él.
- 50 10. El aparato de soporte según la reivindicación 9, **caracterizado por que** Incluye además un soporte del actuador (160) que se extiende anularmente alrededor y a lo largo de dicho primer eje (A) desde un extremo inferior del soporte del actuador (161) separado axialmente por debajo de dicho paso del miembro móvil (154) hasta un extremo superior del soporte del actuador (162) en dicha cámara del miembro móvil (151).
11. El aparato de soporte según la reivindicación 10, **caracterizado por que** dicho soporte del actuador (160) define

- una pestaña en el soporte del actuador (164) que se extiende radialmente hacia fuera desde él adyacente a dicho extremo inferior del soporte del actuador (161) y dicha pestaña del soporte del actuador (164) define un extremo superior en el soporte del actuador (162) que está aplicado de forma hermética a dicho extremo inferior del miembro móvil para impedir que pase fluido entre dicha pestaña de soporte del actuador (164) y dicho extremo inferior del miembro móvil (142).
- 5
12. El aparato de soporte según la reivindicación 11, **caracterizado por que** dicho soporte del actuador (160) define un paso en el soporte del actuador (172) que se extiende entre dicho extremo superior del soporte del actuador (162) y dicho extremo inferior del soporte del actuador (161).
- 10
13. El aparato de soporte según la reivindicación 12, **caracterizado por que** dicho soporte del actuador (160) define un asiento de paso en el soporte del actuador (174) que se extiende radialmente dentro de dicho paso del soporte del actuador (172) adyacente a dicho extremo inferior del soporte del actuador (161).
- 15
14. El aparato de soporte según la reivindicación 13, **caracterizado por que** dicho actuador (136) incluye una caja del actuador (178) que tiene una forma generalmente cilíndrica y que se extiende desde un extremo inferior de la caja del actuador (179) dispuesta herméticamente en dicho paso del soporte del actuador (172) hasta un extremo superior de la caja del actuador (180) en dicha cámara del miembro móvil (151).
- 15
15. El aparato de soporte según la reivindicación 14, **caracterizado por que** dicha caja del actuador (178) define una porción inclinada del actuador (182) que se extiende radialmente hacia dentro adyacente a dicho extremo inferior de la caja del actuador (179) y se aplica a dicho asiento de paso del soporte del actuador (174) para impedir que dicho actuador (136) se mueva axialmente hacia dicho extremo inferior de la porción de la caja inferior (26).
- 20
16. El aparato de soporte según la reivindicación 15, **caracterizado por que** incluye además un pistón en el actuador (188) dispuesto deslizadamente en y extendiéndose desde dicho actuador (136) y acoplado operativamente a dicho asiento del miembro móvil (186) para mover axialmente dicho asiento del miembro móvil (186).
- 25
17. El aparato de soporte según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha pared movable (144) define al menos una ranura que se extiende a través y a lo largo de dicha pared movable (144) para reducir la resistencia circunferencial de dicha pared movable (144) con objeto de reducir la cantidad de fuerza requerida para flexionar dicha pared movable (144) radialmente hacia fuera.
- 30
18. El aparato de soporte según la reivindicación 17, **caracterizado por que** incluye además un cierre de ranura hecho de material flexible y que tiene un espesor menor que el espesor de dicha pared movable (144) dispuesto de forma hermética alrededor de cada una de dichas ranuras para impedir que el fluido fluya a través de dichas ranuras.
- 30
19. El aparato de soporte según la reivindicación 18, **caracterizado por que** dicha al menos una ranura comprende una pluralidad de ranuras que se extienden axialmente a lo largo de y están separadas anularmente alrededor de dicha pared movable (144).
- 35
20. El aparato de soporte según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la fuente de vibración es un componente de un automóvil y la base es el bastidor del automóvil.
- 40
21. El aparato de soporte según la reivindicación 1, **caracterizado por que** incluye además un sensor (130) para medir una condición de vibración de la fuente de vibración y para generar una señal correspondiente a una frecuencia vibratoria, y un controlador (126) para controlar el movimiento de dicho actuador (136) en respuesta a dicha señal procedente de dicho sensor (130).

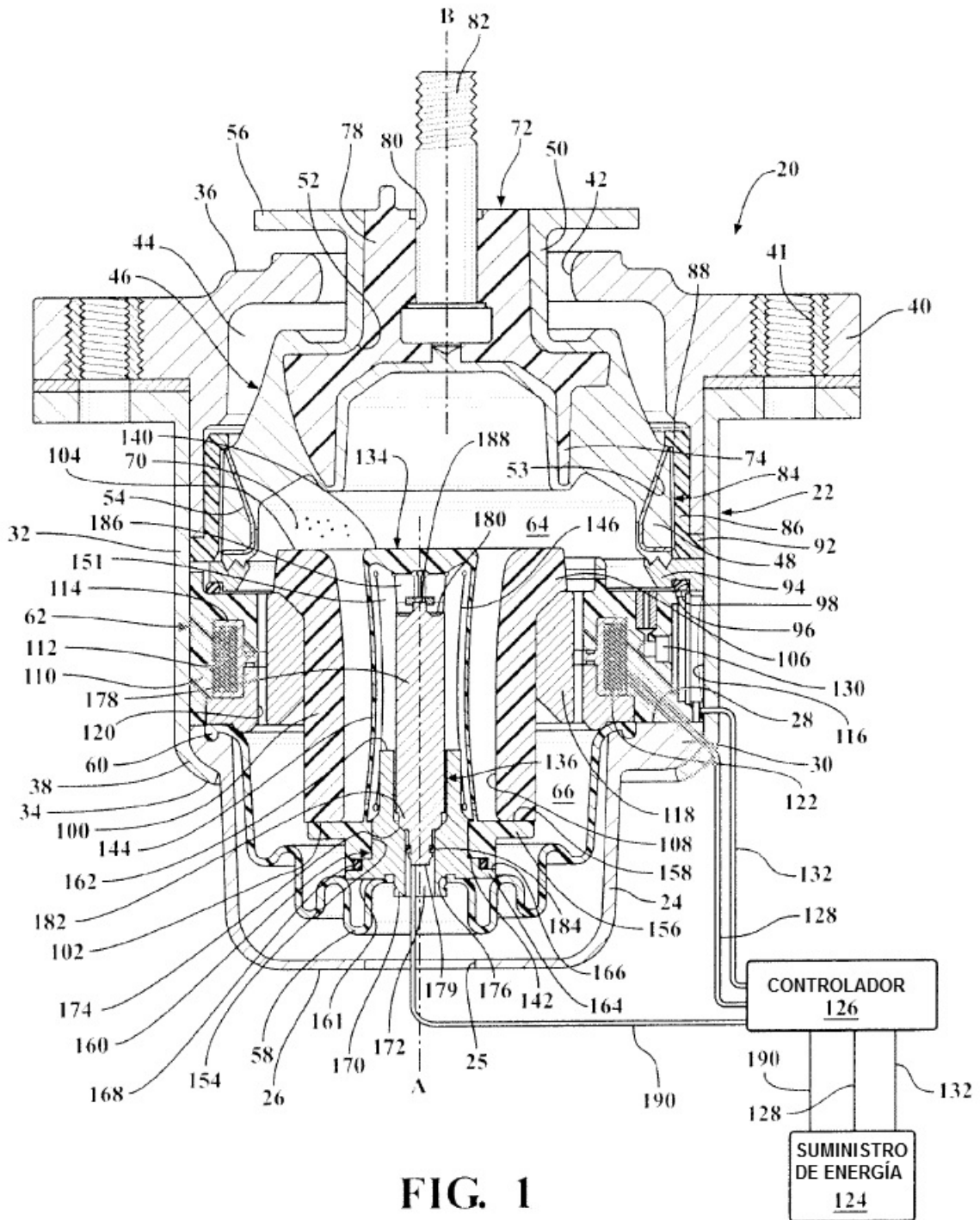


FIG. 1