

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 692**

51 Int. Cl.:

B23Q 3/06 (2006.01)

B23Q 11/00 (2006.01)

B23B 31/30 (2006.01)

B25B 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08718606 .0**

96 Fecha de presentación: **05.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2131998**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2009**

54 Título: **DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ADAPTATIVO PARA COMPONENTES DE CUBIERTA/CILÍNDRICOS DE PARED DELGADA.**

30 Prioridad:
06.03.2007 GB 0704298

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.01.2012

73 Titular/es:
**THE UNIVERSITY OF SHEFFIELD
FIFTH COURT WESTERN BANK
SHEFFIELD S10 2TN, GB**

72 Inventor/es:
GENG, Zunmin

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 371 692 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

Diseño de un dispositivo adaptativo para componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada

5 Este invento se refiere a un diseño adaptativo de un dispositivo para componentes de cubierta/cilíndricos, con el objeto de permitirles que sean mecanizados con suficiente rigidez de soporte y estabilidad dinámica, para mantener la precisión de la mecanización y el acabado superficial dentro de un estándar de ingeniería aceptable. El invento es particularmente aplicable a componentes de pared delgada en los que resulta difícil de conseguir la seguridad del dispositivo y evitar la vibración durante la mecanización.

Antecedentes

10 De acuerdo con la teoría de la Mecánica de Estructuras, bien conocida para personas expertas en la técnica, se definen los componentes de cubierta/cilíndricos como un grupo de objetos huecos con aberturas, conformados con continuidad y curvatura. Una estructura en forma de cuenco caracteriza a un componente de cubierta, que tenga una abertura única, mayor, mientras que una estructura tubular hueca que tenga una abertura pasante caracteriza a un componente cilíndrico. Ambos tienen una pared que tiene un espesor de pared, y cada uno tiene una dimensión del perfil, que puede ser su radio, si su diámetro es mayor que su altura, o de lo contrario su altura. De acuerdo con la
15 relación de dimensión del perfil al espesor de pared, los componentes de cubierta/cilíndricos se clasifican como:

- a) De pared muy gruesa: sometidos a esfuerzos tridimensionales, como estructuras sólidas;
- b) De pared gruesa: sometidos a alargamientos, flexiones y esfuerzos de cizalla de orden superior;
- c) De pared moderadamente gruesa: sometidos a alargamientos, flexiones y esfuerzos de cizalla de primer orden;
- 20 d) De pared delgada: sometidos a alargamientos y flexiones, pero a esfuerzos de cizalla despreciables;
- e) De pared muy delgada: dominados por efectos de alargamiento, también llamados membranas.

Basándose en esta clasificación, los componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada a los que se refiere particularmente el invento presente se definen como, y se limitan a, estructuras huecas con una abertura mayor, o abertura pasante, que tienen:

- 25 a) un espesor de pared acabada W de 2 mm o mayor;
- b) una relación R/W de la dimensión de perfil de cubierta/cilíndrico al espesor de pared mayor o igual a 20 (en la que R es el radio o la altura del componente, cualquiera que sea la dimensión del perfil, el radio o la altura); y
- 30 c) una relación R1/R de radio de abertura mayor a la dimensión del perfil, mayor o igual a 0,5, o un radio de la abertura mayor R1 mayor o igual a 200 mm;

en los que hay una congestión obvia de modos de vibración menos amortiguados en el margen de frecuencias de 0 a 1000 Hz; y hay un esfuerzo cortante mínimo en la pared.

35 El componente de cubierta/cilíndrico de pared delgada puede tener aberturas menores y una superficie interna/externa irregular sin que cambie su carácter. Dicho componente es difícil de sostener cuando está siendo mecanizado. A la pared delgada le falta suficiente rigidez estática y estabilidad dinámica para resistir la fuerza de corte generada por el tratamiento de mecanización. Debido a la falta de efectos de cizalla, la pared delgada se hace inestable dinámicamente y susceptible a vibración, causando problemas de precisión al mecanizar, principalmente debido a la insuficiente rigidez de soporte, y a problemas de acabado superficial, esencialmente debidos a la
40 vibración autoexcitada inestable entre la herramienta de corte y la pieza de trabajo (denominada de aquí en adelante "chatter", vibración, para mayor sencillez).

Un dispositivo estático bien diseñado no ayuda en esta situación debido principalmente a que, por una parte, un dispositivo estático que se ajuste con precisión a la mayor parte de la superficie de cubierta/cilíndrica es caro y a veces imposible de realizar, y, por otra parte, incluso si un dispositivo estático está muy bien diseñado y ajusta con precisión la posición de reposo de un componente de pared delgada, cuando es excitado por la fuerza de corte, la pared delgada, flexible, mantenida principalmente mediante efectos de alargamiento y de flexión, se dobla alrededor de la posición de reposo y rebota contra el soporte en reposo, deteriorando la estabilidad dinámica del componente. El diseño de un dispositivo dinámico que ajuste, soporte y amortigüe adaptativamente los componentes de pared delgada es obviamente un objetivo deseable.

50 En cualquier industria no es deseable producir residuos. Consecuentemente, siempre resulta deseable minimizar la masa de los componentes, con tal de que, por supuesto, otros factores no incidan en contra. Por ejemplo, no resulta conveniente reducir la masa del componente si el componente falla a consecuencia de esto antes de lo deseable,

particularmente si la masa del componente no es por otra parte perjudicial para la operación del componente. Sin embargo, en algunas industrias, la masa del componente es de por sí un factor sustancial y en ninguna otra resulta tan importante como en las industrias aerospacial y de defensa.

5 Las cubiertas de los cohetes y de los motores de reacción son componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada típicos. La mayoría de ellos están hechos de material difícil de mecanizar, tal como una aleación resistente al calor, y siempre existe un requisito muy estricto de reducir al mínimo la masa innecesaria del componente. Resulta inevitable el trabajo de mecanización para proporcionar todas las interfaces precisas para la conexión, así como retirar toda la masa innecesaria procedente de una parte de forja o de fundición para obtener un componente acabado. Sostener dicho componente durante un tratamiento de mecanización relativamente exigente resulta problemático, ya que la pared delgada es flexible y dinámicamente inestable. La solución empleada actualmente por la mayoría de ingenieros consiste en tratar los componentes individualmente, estudiando las características de vibración de dichos componentes y predecir las zonas con problemas, y a continuación determinar los tratamientos de mecanización apropiados para minimizar los efectos del chatter.

15 Sin embargo, el invento presente pretende particularmente (aunque no, desde luego, exclusivamente) proporcionar un dispositivo adaptativo para sostener dicho un componente durante las operaciones de mecanización requeridas, y uno que se ajuste adaptativamente a la mayor parte de la superficie del componente, que soporte adaptativamente al componente para conseguir una mayor rigidez, y que amortigüe adaptativamente la pared delgada para conseguir una mayor estabilidad. Aquí, "adaptativo" significa la capacidad de autoadaptación tanto en el sentido geométrico como en el dinámico.

20 El documento US-A-6015154 describe un soporte con la forma de un manguito metálico que tiene ranuras y que hace que un manguito de polímero cerrado por sus extremos rodee a un árbol para definir una cámara hidrostática entre el manguito de polímero y el árbol por lo que al presurizar la cámara los manguitos se extienden, el manguito metálico aprisiona y sostiene internamente un manguito de revestimiento de cilindro de motor fundido para permitir su mecanización. El diámetro del manguito metálico puede extenderse unos 8 mm. Aunque dice que amortiguar vibraciones es un objetivo, no hay explicación de cómo se consigue más allá del soporte en sí mismo.

25 El documento US-A-4811962 describe una disposición similar, pero sin el manguito metálico. El manguito de polímero en este caso comprende una cubierta de Teflon® que, aunque tiene alguna flexibilidad para permitir una expansión para aprisionar internamente un manguito cilíndrico, su capacidad para extender su diámetro es sólo de unos pocos milímetros y en cilindros de forma sencilla.

30 El documento US-A-4253694 describe un dispositivo para coger internamente productos redondos que comprende una parte cilíndrica y anillos de elastómero en hendiduras de la parte, la base de dichas hendiduras puede ser presurizada con fluido para extender los anillos de elastómero para que aprisionen internamente el objeto. El documento US-B-6547228 es similar, describe mangueras neumáticas para aprisionar un bloque de sujeción de vacío.

35 El documento GB-A-1445216 describe un dispositivo de mordaza para un objeto cilíndrico de pared delgada a ser enderezado, que comprende una disposición similar a la descrita en el documento US-A-4253694.

40 Sin embargo, incluso con componentes de pared gruesa, resulta ventajoso para ellos un dispositivo que proporcione amortiguación adaptativa para conseguir una mejora del rendimiento del mecanizado. De nuevo, en este contexto, "adaptativo" significa a la vez capaz de ajustar componentes de tamaños diferentes y estar preparado para adaptarse a las características de vibración dinámica asociadas a operaciones de mecanizado particulares.

Sumario breve de la descripción

Un dispositivo para fijar componentes con cubierta o cilíndricos de pared delgada de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 adjunta.

De acuerdo con el invento presente, se proporciona un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta.

45 De preferencia, el dispositivo comprende además una tapa con pared gruesa o muy gruesa para ser fijada a la columna y que tiene segundos medios de sujeción para situar el otro extremo del componente.

Al tener una pared gruesa, la columna, la base y la tapa proporcionan estructuras que tienen en consideración al menos el alargamiento, la flexión y los efectos cortantes transversales de orden superior, a la vez que una escasez obvia de modos de vibración del orden de los 1000 Hz.

50 De preferencia, dicho revestimiento tiene un espesor total entre 10 mm y 20 mm, por lo que los movimientos de una herramienta de penetración a través de componentes de cubierta/cilíndricos durante una operación de mecanización no penetran el elemento de presión. De preferencia, el revestimiento es un material de polímero/elastómero de multicapa, las capas están adheridas o unidas entre sí de otra forma. De esta manera, el revestimiento sirve también para extender una presión de soporte uniforme, principalmente por medio de los efectos de cizalla entre capas, y por la amortiguación dinámica, principalmente por medio del material de polímero o de elastómero, normal a la superficie

del componente a ser mecanizada. Se pueden emplear mejoras regionales alrededor de aberturas menores del componente insertando una lámina de nylon ondulado dentro de la capa interior del revestimiento, contra la pared delgada a ser mecanizada.

5 De preferencia, dicho elemento de presión es inflado neumáticamente, dentro de un margen estable y seguro de hasta 5 veces su diámetro desinflado y a una presión de inflado de hasta 4,0 Bar. Convenientemente, puede comprender una cámara interior de rueda de vehículo modificada, que sea capaz de expandirse al tamaño requerido y ajustarse muy bien al recinto definido dentro del componente de cubierta/cilíndrico, árbol de soporte o cilindro, base de montaje y tapa. Una válvula para inflar la cámara puede sobresalir a través de una abertura dispuesta con este objeto en el árbol interno o en el cilindro de soporte externo. Se pueden emplear dos o más cámaras una encima de otra, para componentes de cubierta/cilíndricos largos.

10 En una disposición, la columna está dentro del componente, el elemento de presión rodea la columna, el revestimiento rodea el elemento de presión, y el componente, cuando el dispositivo está siendo usado, rodea el revestimiento, el elemento de presión y la columna. En esta disposición, el componente es impulsado radialmente hacia fuera por el elemento de presión y pueden ser efectuadas las operaciones de mecanización en su superficie externa.

15 Sin embargo, en otra realización, la columna es hueca y está fuera del componente, el elemento de presión está dentro de la columna rodeando el revestimiento que a su vez rodea al componente, cuando el dispositivo está siendo usado. En esta disposición, el componente es impulsado radialmente hacia dentro por el elemento de presión y las operaciones de mecanización pueden ser realizadas en su superficie interna.

20 El diseño del dispositivo adaptativo satisface la demanda de la ingeniería de fabricación avanzada de una combinación de dispositivo ágil y flexible adaptable a productos diferentes con funciones estructurales similares pero con detalles de forma y tamaño diferentes. Un elemento importante del invento presente es el elemento de presión, particularmente cuando tiene la forma de una cámara neumática expansible, que se puede inflar dentro de un margen de trabajo estable y seguro hasta 5 veces su diámetro desinflada y a una presión de inflado de hasta 4 Bar. Con esta ayuda, el dispositivo no es solamente adaptativo para ajustarse a la forma detallada del componente, sino que también es adaptativo para ajustarse dentro de un margen considerable de tamaños de componentes hasta alrededor de unas 4 veces un diámetro nominal del componente. Otra ventaja especial del elemento neumático es que, al disponer una cavidad de amortiguación neumática en el dispositivo, se absorbe energía del chatter del mecanizado impidiendo el crecimiento exponencial usual de la vibración en cuanto ésta se inicia.

30 Dicho cilindro de soporte interno o externo desempeña un papel clave manteniendo la suficiente rigidez de soporte y estabilidad dinámica para el componente de pared delgada. Dichos componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada se equilibran principalmente mediante esfuerzos de alargamiento y flexión y por la falta de efectos de cizalla para mantener una rigidez global. Por tanto, con este soporte rígido, el elemento neumático aplica una presión normal uniforme a través del revestimiento de multicapa de la pared delgada y, se ajusta adaptativamente a la superficie de pared delgada, con efectos de amortiguación dinámica obvios.

35 Dicha amortiguación adaptativa incluye a la vez la amortiguación dinámica aplicada por el material de polímero o de elastómero de dicho revestimiento de la pared delgada, y la energía absorbida por la cavidad de amortiguación del elemento neumático (Coeficiente de Pérdida Total: $C_d \geq 0,1$, véase lo expuesto a continuación y las Figuras 7 y 8), que está en contacto adaptativo con el revestimiento de elastómero y los componentes de pared delgada flexible.

40 Más que un dispositivo individual, este invento presenta un diseño orientado hacia un dispositivo adaptativo para componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada, con el objeto de permitir que sean mecanizados con una rigidez de soporte y estabilidad dinámica suficientes, para mantener la precisión de mecanización y el acabado superficial dentro de un estándar de ingeniería aceptable.

45 El dispositivo está particularmente adaptado a estructuras de pared delgada, y unos ejemplos típicos de éstas son las cubiertas de motor de reacción para aviones y los conos de morro de los cohetes. Verdaderamente, el invento proporciona además una combinación de un dispositivo según se ha definido anteriormente y un componente de cubierta/cilíndrico asegurado en el dispositivo. De preferencia, dicho componente es una cubierta de motor de reacción de avión o un cono de morro de cohete.

Descripción breve de los dibujos

50 A continuación se describen con más detalle realizaciones del invento a modo de ejemplo haciendo referencia a los dibujos y Figuras que se acompañan, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo interno de acuerdo con el invento presente.

La Figura 2 es una vista en sección de un componente cilíndrico de pared delgada mantenido en un dispositivo externo de acuerdo con el invento presente.

La Figura 3 es una vista en sección de un componente de cubierta de pared delgada con un dispositivo interno de acuerdo con el invento presente.

La Figura 4 es una vista en sección de otro componente de cubierta de pared delgada dentro del dispositivo externo de la Figura 2.

5 La Figura 5 es un gráfico de un conjunto de Función de Respuesta de Frecuencia (FRF) de un componente cilíndrico de pared delgada, medida con excitación de vibración, sin aplicar ningún dispositivo.

La Figura 6 es un gráfico de un conjunto de Función de Respuesta de Frecuencia (FRF) de una columna interna de pared gruesa de acuerdo con el invento presente, medida con excitación de vibración.

10 La Figura 7 es un gráfico de un conjunto de Función de Respuesta de Frecuencia (FRF) de un componente cilíndrico de pared delgada, medida con excitación de vibración, cuando está soportado por un dispositivo adaptativo de acuerdo con el invento presente.

La Figura 8 es un gráfico de los resultados de ensayos de carga estática de un componente cilíndrico de pared delgada soportado en un dispositivo adaptativo de acuerdo con el invento presente, con diferentes presiones de inflado del elemento de presión de 0,0, 1,0 y 2,0 Bar.

15 Descripción detallada

En la Figura 1, un dispositivo adaptativo interno 100, para la mecanización externa de un componente cilíndrico de pared delgada 10, comprende una base de montaje 1 con la forma de una placa de pared gruesa que tiene orificios de montaje 2 para ser conectada a la bancada (no mostrada) de un centro de mecanización (no mostrado). Los pasadores de posicionamiento 3 y las mordazas 4 sitúan y aprisionan el componente 10 a la base 1.

20 Un árbol o columna rígido de pared gruesa 5 está fijado en el centro de la base 1 mediante tornillos (no mostrados). El árbol 5 acaba en una pestaña para conectarse a una tapa de pared gruesa 12. Dos cámaras interiores de rueda para vehículo modificadas 8, que tienen un radio interno R que se corresponde con el radio del árbol 5, están aplicadas al árbol. Al estar hechas de un material de elastómero flexible, elástico, las cámaras 8 pueden ser infladas para ajustarse al recinto definido dentro del componente cilíndrico 10, árbol de soporte 5, base de montaje 1 y tapa 12. Cada cámara 8 tiene su propia válvula de entrada de aire 9 en su superficie interior, y ésta está aplicada a través de una abertura respectiva dispuesta con este objeto en el árbol 5. Cada válvula de entrada 9 es extensible hacia arriba a través del árbol, que es hueco.

30 Un revestimiento desechable de multicapa 6 comprende de 3 a 5 láminas de material de polímero o de elastómero adheridas entre sí y envueltas alrededor de las cámaras 8, con un espesor total ≥ 10 mm, por lo que los movimientos de la herramienta de penetración a través del componente cilíndrico 10 durante una operación de mecanización no penetran el elemento de presión 8. Al mismo tiempo, el revestimiento distribuye una presión de soporte uniforme, principalmente por medio de los efectos de cizalla entre las capas, y proporciona una amortiguación dinámica, principalmente por medio del material de polímero o de elastómero, normal a la superficie del componente a ser mecanizado. Se emplean mejoras regionales alrededor de aberturas menores (no mostradas) mediante la inserción de una lámina de nylon ondulada dentro de la capa exterior del revestimiento, contra la pared delgada a ser mecanizada.

40 La tapa 12 es una placa circular de espesor grueso provista de un escalón en cuña (no mostrado) alrededor de su circunferencia para aprisionar el extremo superior del componente cilíndrico. La tapa 12 tiene dispuestos también agujeros 11 mediante los que puede ser aplicada al extremo superior del árbol interno 5 por medio de tornillos (no mostrados).

45 En la Figura 2 se muestra un dispositivo adaptativo externo 100' para mecanización interna del mismo componente cilíndrico de pared delgada 10' que comprende una base de montaje 1' similar a la de la Figura 1. Un cilindro rígido de pared gruesa 5' está fijado centralmente a la base 1' mediante tornillos (no mostrados) y acaba también con una pestaña para conectar una tapa 12'. Dos cámaras interiores de rueda para vehículo modificadas 8' tienen un radio externo R' (que se corresponde con el radio interno del cilindro 5') y están infladas para ajustarse al recinto definido dentro del componente cilíndrico 10', cilindro de soporte 5', base de montaje 1' y tapa 12'. Cada cámara 8' tiene su propia válvula de entrada de aire 9' en su superficie exterior, y ésta está aplicada a través de una abertura 26' respectiva dispuesta en el cilindro 5' con este objeto.

50 Un revestimiento desechable de multicapa 6' envuelve internamente también las cámaras 8', contra la superficie exterior del componente 10'. Se emplean mejoras regionales alrededor de las aberturas menores insertando una lámina de nylon ondulada 7' dentro de la capa interior del revestimiento 6', contra la pared gruesa a ser mecanizada.

55 La tapa circular 12' está fijada al extremo superior del cilindro externo 5', con un escalón en cuña 38' alrededor de su circunferencia para mantener el extremo superior del componente 10' y formar un recinto definido dentro del componente cilíndrico 10', cilindro de soporte 5', base de montaje 1' y tapa 12', para las cámaras neumáticas inflables 8'.

- En la Figura 3 se muestra un dispositivo adaptativo interno 100'' para la mecanización externa de un componente de cubierta de pared delgada 10'' con una abertura mayor 10a dentro de un recinto 15''. El dispositivo 100'' comprende una base de montaje 1'' con la forma de una placa de pared gruesa que tiene orificios de montaje 2'' para la bancada, pasadores de posicionamiento 3'' y agujeros con rosca 4'' para situar y aprisionar el componente de cubierta 10''. En este caso específico, no se necesita tapa para proporcionar un soporte adicional al componente 10''. Un árbol rígido de pared gruesa 5'' está fijado centralmente a la base 1'' mediante tornillos (no mostrados) y hay dos válvulas de entrada de aire 9'' en la superficie interior de las cámaras neumáticas 8'' aplicadas a través de dos aberturas 26'' respectivas dispuestas con este objeto en el árbol 5''. Cada válvula de entada 9'' es extensible hacia abajo a través del árbol de pared hueca 5'' para extenderse a través de una abertura 42'' de la placa 1''.
- 10 Un revestimiento desechable de multicapa 6'' envuelve también las cámaras 8'' externamente, contra la superficie interna del componente de cubierta 10'' a ser mecanizado exteriormente. Se emplean mejoras regionales alrededor de las aberturas menores insertando una lámina de nylon ondulada 7'' dentro de la capa interior del revestimiento 6'', contra la pared delgada a ser mecanizada.
- 15 En la Figura 4 se muestra un dispositivo adaptativo externo 100''' para la mecanización interna del mismo componente de cubierta de pared delgada 10''' que comprende una base de montaje 1''' con la forma de una placa de pared gruesa que tiene orificios de montaje 2''' para la bancada (no mostrada). Un cilindro rígido de pared gruesa 5''' está fijado centralmente a la base 1''' mediante tornillos (no mostrados). El cilindro 5''' termina en una pestaña para ser conectado a una tapa 12''' mediante tornillos 11'''. Dos cámaras interiores de ruedas para vehículo modificadas 8''' tienen un radio exterior que se corresponde con el radio interior del cilindro 5''' y están infladas para ajustarse al recinto definido dentro del componente de cubierta 10''', cilindro de soporte 5''', base de montaje 1''' y tapa 12'''. Cada cámara 8''' tiene su propia válvula de entrada de aire 9''' en su superficie exterior, y está aplicada a través de una abertura respectiva dispuesta en el cilindro 5''' con este objeto.
- 20
- 25 Un revestimiento desechable de multicapa 6''' envuelve internamente también las cámaras 8''', contra la superficie externa del componente de cubierta 10''' para un mecanizado interior. Se emplean mejoras regionales alrededor de las aberturas menores insertando una lámina de nylon ondulada 7''' dentro de la capa interior del revestimiento 6''', contra la pared delgada a ser mecanizada.
- 30 El componente 10 de los dibujos, (y de aquí en adelante el uso de un número incluye su estructura equivalente 10', 10'', 10''') puede comprender una cubierta de cohete o de un motor de reacción. La mayoría de las partes bastas de cubiertas de cohete o de motor de reacción de pared delgada son de fundición o de forja, monolíticas, de material difícil de mecanizar, tal como una aleación resistente al calor. Siempre hay un requisito muy estricto para reducir a un mínimo la masa innecesaria del componente. Resulta inevitable el trabajo de mecanización para proporcionar todas las interfaces precisas para la conexión, así como para retirar toda la masa innecesaria procedente de la parte de forja o de fundición para obtener un componente acabado. Puede mecanizarse la parte basta 10 aplicando un dispositivo adaptativo del tipo ilustrado en las Figuras 1 a la 4.
- 35 El árbol de soporte interno o el cilindro de soporte externo 5 desempeña un papel clave manteniendo la rigidez de soporte y estabilidad dinámica suficientes para la pared delgada. Los componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada 10 están principalmente equilibrados por los esfuerzos de alargamiento y flexión y la falta de efectos de cizalla para mantener una rigidez global. Por tanto, el árbol o el cilindro 5 está hecho con una pared gruesa según se ha definido anteriormente. Con este soporte rígido, el elemento neumático 8 aplica una presión normal uniforme a través del revestimiento de multicapa 6 de la pared delgada y ajusta adaptativamente la superficie de pared delgada con efectos de amortiguación dinámica.
- 40 Dicha amortiguación adaptativa incluye a la vez la amortiguación dinámica aplicada por el material de polímero o de elastómero de dicho revestimiento 6 de la pared delgada, y la energía absorbida por la cavidad de amortiguación del elemento neumático 8. Se explora a continuación la validación de este efecto de amortiguación adaptativo haciendo referencia a las Figuras 5 a la 8.
- 45 La Figura 5 muestra un conjunto de Función de Respuesta de Frecuencia (FRF) del componente cilíndrico de pared delgada 10 mostrado en la Figura 1, medida con excitación de vibración y sin que tenga aplicado ningún dispositivo. En la expresión logarítmica de la curva superior, se observa una congestión obvia de modos de vibración 13, identificados en la curva como un grupo de picos congestionados, alrededor de los 1000 Hz de frecuencia. En la expresión lineal de la curva inferior, se observan amplitudes de vibración menos amortiguadas irregulares y reverberantes 14 ($H_{max1} = 2,43$ g/N, en este caso) dentro del mismo margen de frecuencias. Éstas son características dinámicas típicas de componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada, según han sido definidos.
- 50 La Figura 6 muestra un conjunto de Función de Respuesta de Frecuencia (FRF) del árbol de pared gruesa 5 mostrado en la Figura 1, medida con excitación de vibración. En la expresión logarítmica de la curva superior, existe una escasez obvia de modos de vibración 15, identificados como picos distribuidos con escasez numerable en la curva, alrededor de los 1000 Hz de frecuencia. En la expresión lineal de la curva inferior, se observan amplitudes de vibración regulares y pequeñas 16 ($H_{max2} = 0,12$ g/N, que representan una elevada rigidez en este caso) alrededor
- 55

del mismo margen de frecuencias. Éstas son características típicas dinámicas de componentes de pared gruesa, según han sido definidos.

5 La Figura 7 muestra un conjunto de Función de Respuesta de Frecuencia (FRF) del mismo componente cilíndrico de pared delgada 10 mostrado en la Figura 1, medida con excitación de vibración, pero en el que está aplicado el dispositivo adaptativo 100 del invento presente, con presión de inflado de 2,0 Bar. En la expresión logarítmica de la curva superior, se observa una escasez irregular pero obvia de modos de vibración 17, identificados como picos de la curva distribuidos con escasez numerable, alrededor de los 1000 Hz de frecuencia. En la expresión lineal de la curva inferior, se observan amplitudes de vibración irregulares pero fuertemente amortiguadas 18 ($H_{\max 3} = 0,91 \text{ g/N}$, en este caso) alrededor del mismo margen de frecuencias.

10 La Relación Vibración-Amplitud entre el componente de pared delgada 10 con el dispositivo mostrado en la Figura 7, y sin el dispositivo mostrado en la Figura 5 es identificada como: $R_H = H_{\max 3} / H_{\max 1} = 2,67$. Como criterio de validación, la Relación Vibración-Amplitud debe ser del orden de $R_H \geq 2,5$, para todos los componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada con el dispositivo aplicado, según han sido definidos.

15 La Figura 8 muestra un conjunto de resultados de ensayos de carga estática respectivamente del mismo componente cilíndrico de pared delgada 10 con un dispositivo adaptativo aplicado, como se muestra en la Figura 1. Estos resultados están referidos a cámaras neumáticas 8 infladas con presiones de 0,0, 1,0, y 2,0 Bar. Aplicando un punto de carga circular F arriba y abajo en la superficie externa alrededor de la sección media del componente cilíndrico 10 (dentro de su límite de flexión) y midiendo la deflexión estática X en el mismo punto, se identifica un conjunto de rigidez de soporte media a la pared delgada, como,

20
$$19: K_1 = \sum \frac{F}{X} = 155,36 \text{ kN / mm,}$$

25
$$20: K_2 = \sum \frac{F}{X} = 360,38 \text{ kN / mm,}$$

y

30
$$21: K_3 = \sum \frac{F}{X} = 523,20 \text{ kN / mm,}$$

correspondientes a las presiones de inflado 0,0 1,0 y 2,0 Bar respectivas. Un aumento de la relación de Soporte-

35 Rigidez desde una etapa de transición $K_4 = \frac{K_3}{K_1} = 2,32$ hasta una etapa estable (identificada con el bucle

histerético 22, como se expone a continuación) $K_4 = \frac{K_3}{K_1} = 3,43$, demuestra la efectividad del dispositivo adaptativo

40 para soportar el componente de pared delgada 10. Como un criterio de validación, la Relación de Soporte-Rigidez debe ser del orden de $K_d \geq 3,0$, para todos los componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada con el dispositivo aplicado, según se ha definido.

45 También, de la Figura 8, con la presión de inflado aumentada de 0,0, 1,0 hasta 2,0 Bar, se identifica gradualmente un bucle histerético de forma elíptica 22. Dividiendo la superficie A_d del recinto elíptico identificado 22 por la energía potencial máxima U_d calculada a partir de 21: K_3 , el efecto de amortiguación adaptativo del dispositivo

se identifica como el Coeficiente de Pérdida: 22: $C_d = \frac{A_d}{2\pi U_d} = 0,18$. El Coeficiente de Pérdida C_d es una medida

50 general para efectos de amortiguación complicados de estructuras o materiales de ingeniería, estadística, para estructura metálica de pared delgada general, $C_d \leq 0,001$, y para estructura metálica de pared delgada con capa amortiguadora de polímero o elastómero adherida, $0,01 \leq C_d \leq 0,1$. Como un criterio de validación de la efectividad del dispositivo adaptativo relacionado con este invento, el Coeficiente de Pérdida debe ser del orden de $C_d \geq 0,1$, para todos los componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada con el dispositivo aplicado, según se ha definido.

55 Más que un dispositivo individual, este invento presenta un diseño de dispositivo adaptativo destinado a componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada, con el objeto de permitir que sean mecanizados con rigidez

de soporte y estabilidad dinámica suficientes, para mantener la precisión de mecanización y el acabado superficial dentro de un estándar de ingeniería aceptable.

Se concluye a continuación con un procedimiento de diseño y validación del dispositivo adaptativo para diferentes componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada 10 de diferentes tamaños, según se ha definido en el invento:

- 5 (1) Confirmación de los componentes de pared delgada 10 y de pared gruesa 5.
- a) Mediante dimensiones geométricas: Según han sido definidos.
b) Mediante características dinámicas: Según han sido definidos, véanse las Figuras 5 y 6.
- 10 (2) Validación de estabilidad dinámica y amortiguación adaptativa de componentes de pared delgada 10, con dispositivo adaptativo aplicado.
- a) Mediante características dinámicas: Véanse las Figuras 5 y 7.
Se regula la presión de inflado de los elementos neumáticos 8 dentro de un margen de trabajo seguro de 4,0 Bar, se realiza a continuación un ensayo conjunto FRF con excitación de vibración como se muestra en las Figuras 5 y 7. Como un criterio de validación de la estabilidad dinámica y de los efectos de amortiguación adaptativa, la Relación Vibración-Amplitud debe ser del orden de $R_H \geq 2,5$ y debe observarse una escasez obvia de modos de vibración 17 alrededor de los 1000 Hz de frecuencia, para todos los componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada con el dispositivo aplicado, Según han sido definidos.
- 15 b) Mediante ensayos de carga estáticos: Véase la Figura 8.
También como un criterio de validación de los efectos de amortiguación adaptativos, debe observarse un bucle histerético de forma elíptica 22 en el ensayo de carga estática mostrado en la Figura 8, y el Coeficiente de Pérdida identificada debe ser del orden de $C_d \geq 0,1$, para todos los componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada con el dispositivo aplicado, Según han sido definidos.
- 20 (3) Validación de la rigidez del soporte adaptativo: Véase la Figura 8.
Se regula la presión de inflado de los elementos neumáticos 8 dentro de un margen de trabajo seguro de 4,0 Bar, se realiza a continuación un ensayo de carga estática como se muestra en la Figura 8. Como un criterio de validación de la rigidez del soporte adaptativo, la Relación de Soporte-Rigidez debe ser del orden de $K_d \geq 3,0$, para todos los componentes de cubierta/cilíndricos de pared delgada con el dispositivo aplicado, Según han sido definidos.
- 25
- 30

35 Aunque descrito anteriormente con relación a componentes de pared delgada, el dispositivo del invento presente no está limitado a ellos, sino que puede ser aplicado ventajosamente a componentes de pared gruesa. El dispositivo no es solamente adaptativo a los tamaños del componente que puede acomodar, sino que también su característica de amortiguación de vibración es adaptativa merced a la presión neumática.

A lo largo de la descripción y reivindicaciones de esta memoria, las palabras “comprende” y “contiene” y variaciones de estas palabras, por ejemplo, “comprendiendo” y “comprende”, significan “incluir pero no estando limitado a”, y no se pretende excluir (y no se excluyen) otras mitades, aditivos, componentes, íntegros o pasos.

40 A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones de esta especificación, el singular incluye al plural a menos que en el contexto se especifique otra cosa. En particular, cuando se usa el artículo indefinido, debe entenderse que la memoria contempla la pluralidad así como la singularidad, a menos que en el contexto se especifique otra cosa.

45 Debe entenderse que las cualidades, enteros, características, compuestos, mitades químicas o grupos descritos junto con un aspecto particular, realización o ejemplo del invento son aplicables a cualquier otro aspecto, realización o ejemplo como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Todas las características descritas en esta memoria (incluyendo cualquier reivindicación, expresión y dibujos que la acompañan), y/o todos los pasos de cualquier método o procedimiento así descrito, pueden ser combinados con cualquier combinación, según se define en las reivindicaciones adjuntas.

50 Cada característica descrita en esta memoria (incluyendo cualquier reivindicación, expresión dibujos y resultados de ensayos que la acompañan), puede ser sustituida por características alternativas con el mismo, equivalente o similar propósito, como se define en las reivindicaciones que se adjuntan. Así, a menos que se especifique expresamente otra cosa, cada característica descrita es un ejemplo solamente de una serie genérica de características equivalentes o similares según se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo (100) para fijar componentes de cubierta o cilíndricos de pared delgada (10) que tiene una pared delgada para ser mecanizada, el dispositivo comprende: una base gruesa o muy gruesa (1), una columna gruesa o muy gruesa (5) fijada a la base (1) y un elemento de presión (8) dispuesto en la base (1) entre la columna (5) y, cuando está en uso, el componente (10) y un revestimiento desechable (6, 7) adaptado a ajustarse entre el elemento de presión (8) y el componente (10); **que se caracteriza porque** el dispositivo (100) es adaptativo, y porque el elemento de presión (8) es una cámara sin fin que es inflable neumáticamente y capaz de ser inflada hasta cinco veces su diámetro en vacío, y que la base (1) tiene unos primeros medios de situación (3, 4) para situar y aprisionar un extremo del componente a la base (1).
- 10 2. Un dispositivo como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el dispositivo comprende además una tapa de pared gruesa o muy gruesa (12) para ser fijada a la columna y que tiene unos segundos medios de situación para situar el otro extremo del componente (10); y/o en el que dichos medios de situación comprenden pasadores de posicionamiento (3) y mordazas (4) para el componente de pared delgada.
- 15 3. Un dispositivo como se reivindica en la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho revestimiento (6) tiene un espesor total entre 10 mm y 20 mm, por lo que los movimientos de la herramienta de penetración a través de los componentes de cubierta/cilíndricos durante una operación de mecanización no penetran el elemento de presión; y/o en el que el revestimiento (6) es un material de polímero/elastómero de multicapa, estando las capas adheridas o unidas entre sí de otra manera; y/o al que se le proporcionan mejoras regionales (7) al revestimiento en zonas en las que se van a situar aberturas menores del componente, comprendiendo dichas mejoras láminas de nylon onduladas insertadas dentro de una capa exterior del revestimiento (6), contra la pared delgada a ser mecanizada; y/o en el que dicho revestimiento desechable (6) comprende una lámina rectangular de nylon ondulada de una forma tubular y aplicada dentro del componente por fuera del elemento de presión.
- 20 4. Un dispositivo como se reivindica en la reivindicación 3, en el que hay entre 4 y 7 láminas de material de dicho revestimiento (7).
- 25 5. Un dispositivo como se reivindica en la reivindicación 1, en el que dicho elemento de presión (8) es inflado neumáticamente a una presión de inflado de hasta 4 Bar.
- 30 6. Un dispositivo como se reivindica en cualquier reivindicación precedente para montar en dicho componente, cuyo componente comprende uno de una cubierta de cohete (10", 10") o de un motor de reacción de avión (10, 10").
- 35 7. Un dispositivo como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en el que dicha columna de soporte (5", 5") es hueca.
8. Un dispositivo como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en el que dicho elemento de presión comprende una cámara interior de rueda de vehículo, en la que preferentemente una válvula de inflado (9", 9") de la cámara sobresale a través de una abertura dispuesta con este objeto en la columna.
9. Un dispositivo como se reivindica en la reivindicación 8, en el que dos o más de dichas cámaras son empleadas una encima de otra.
- 40 10. Un método para validar un dispositivo como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en el que: la presión de inflado del elemento de presión es regulada dentro de un margen de hasta 4 Bar; se realiza un ensayo de conjunto de FRF con excitación de vibración; y la Relación Vibración-Amplitud ser del orden de $R_H \geq 2,5$, con una escasez obvia observada de modos de vibración alrededor de los 1000 Hz de frecuencia.
- 45 11. Un método como se reivindica en la reivindicación 10, en el que dicho procedimiento de validación comprende además un ensayo de carga estático en el que se observa un bucle histerético de forma elíptica y el Coeficiente de Pérdida identificado es del orden de $C_d \geq 0,1$.
12. Un método como se reivindica en la reivindicación 10 ó la 11, en el que dicho procedimiento de validación comprende además un ensayo de carga estático en el que la Relación Soporte-Rigidez es del orden de $K_d \geq 3,0$.
- 50 13. Una combinación de un dispositivo como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y un componente de cubierta o cilíndrico de pared delgada asegurado al dispositivo.
14. Una combinación como se reivindica en la reivindicación 13, en la que el componente es una cubierta de motor de reacción de avión o un cono de morro de cohete.

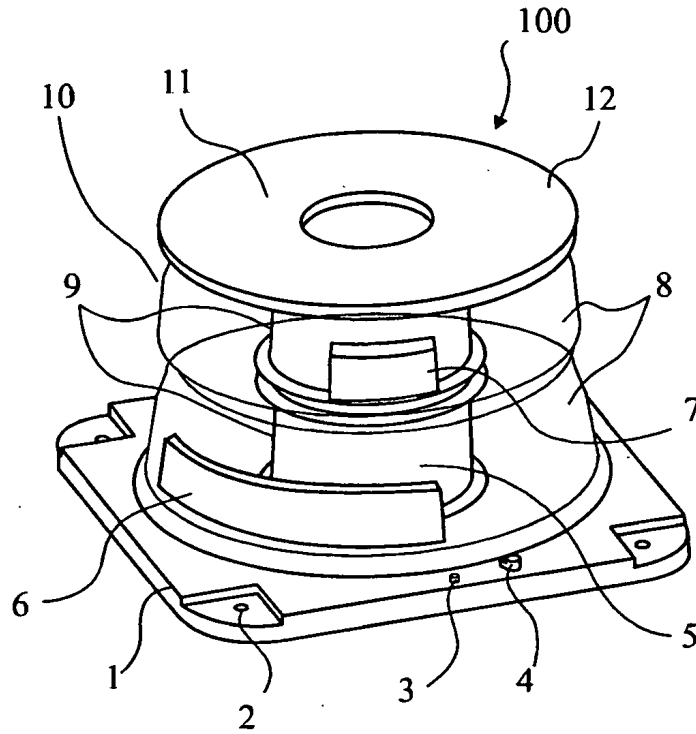


Fig. 1

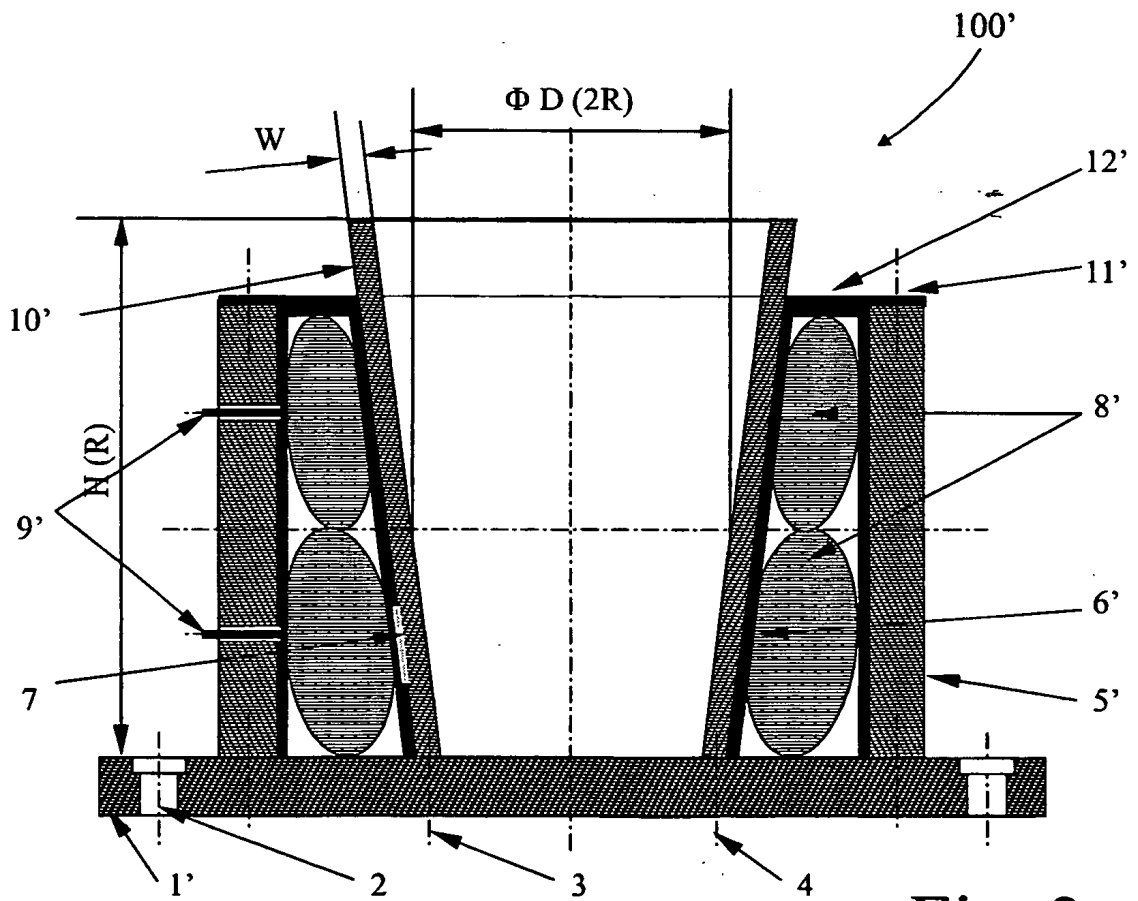


Fig. 2

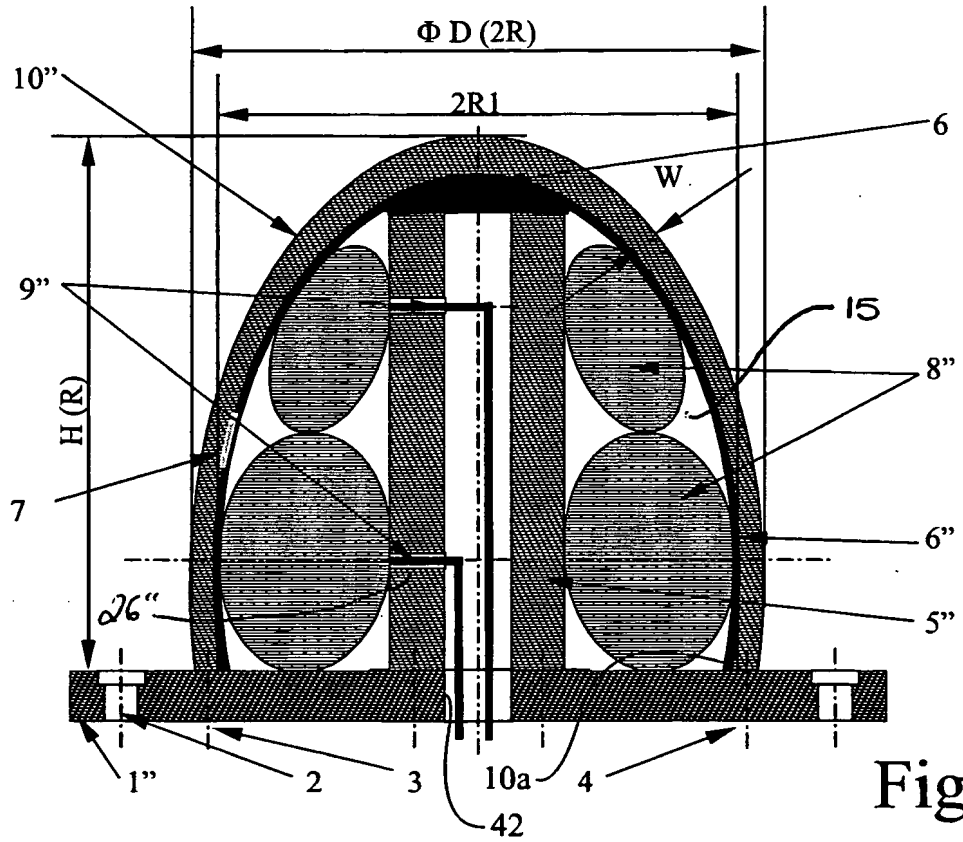


Fig. 3

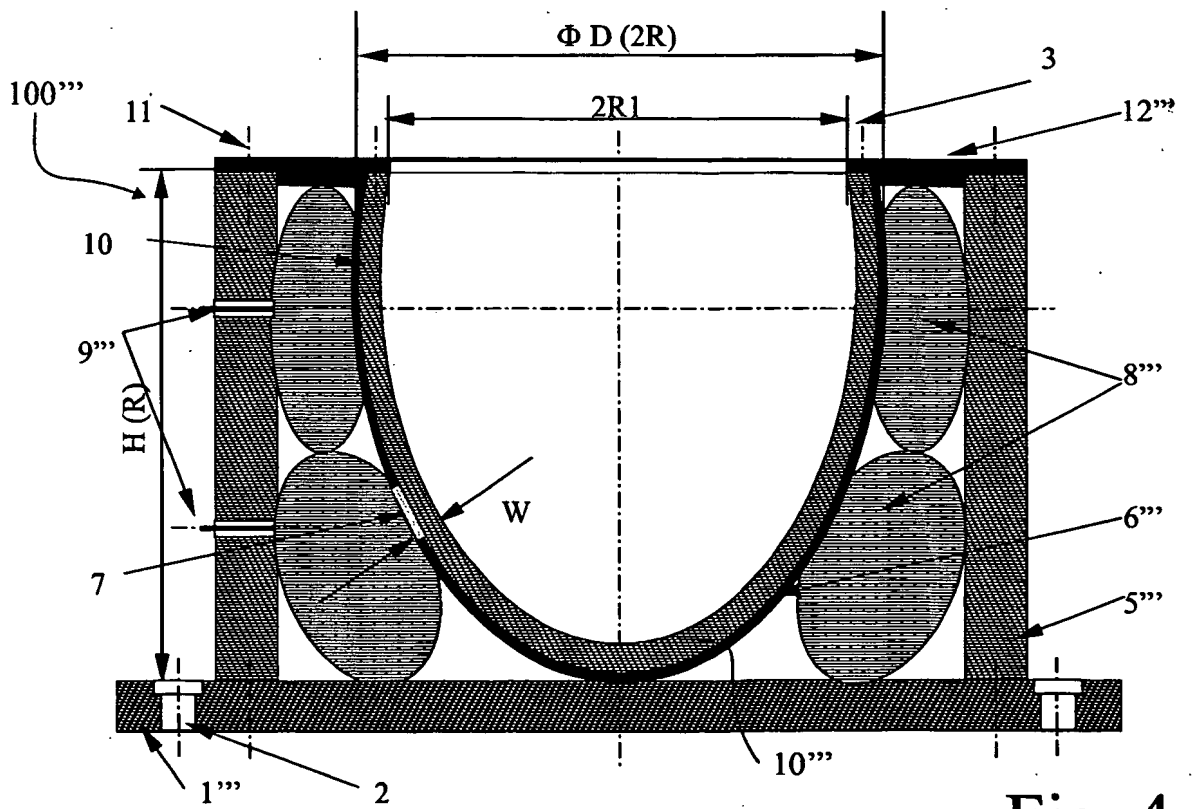


Fig. 4

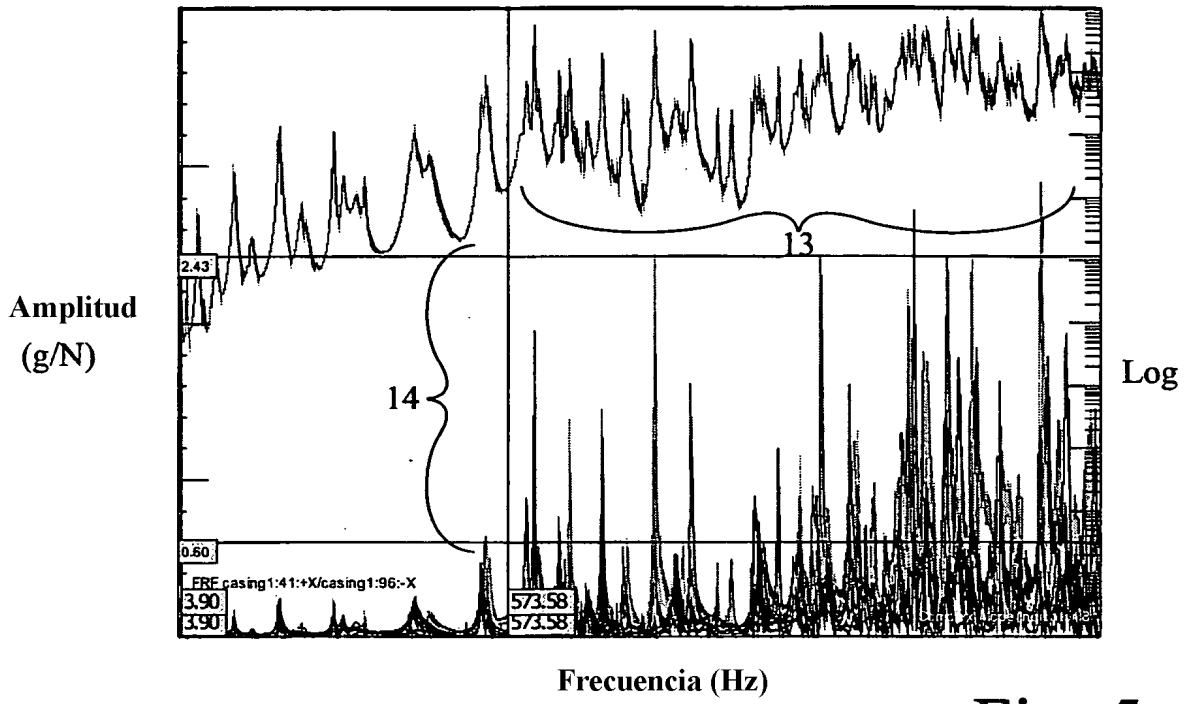


Fig. 5

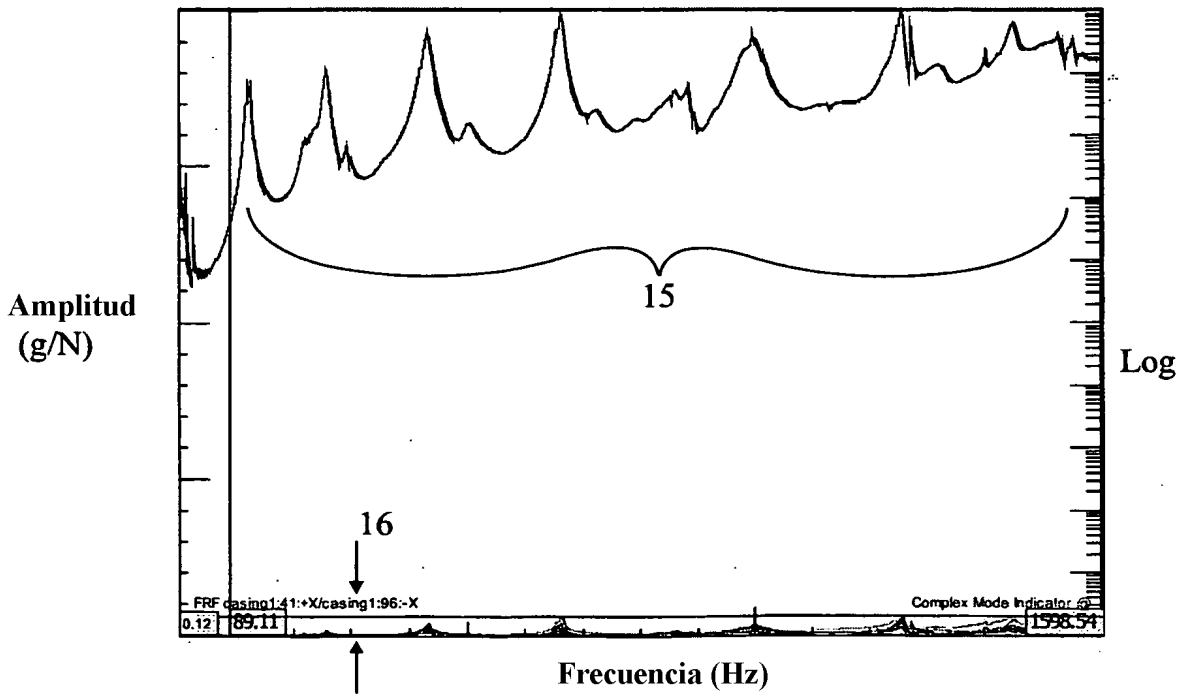


Fig. 6

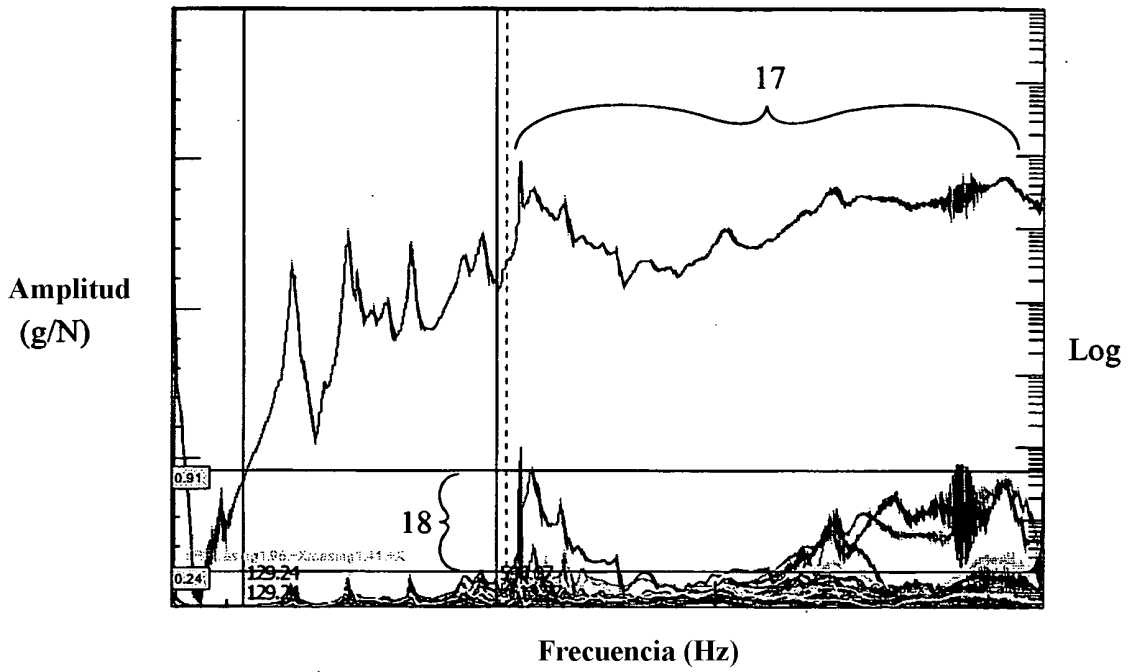


Fig. 7

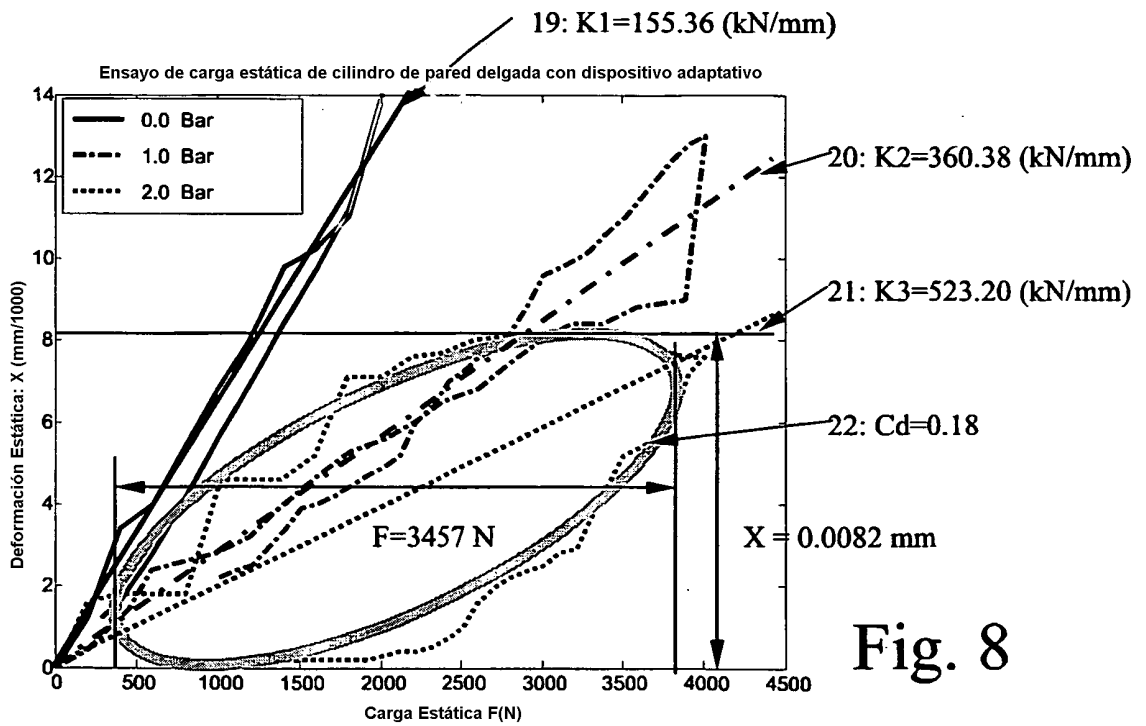


Fig. 8