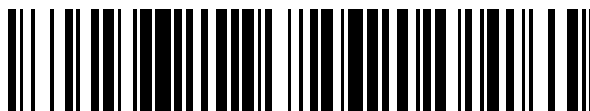


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 132**

51 Int. Cl.:
F16F 15/08 (2006.01)
F16F 1/36 (2006.01)
B64G 1/38 (2006.01)
F16F 3/087 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08851959 .0**
96 Fecha de presentación: **24.10.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2212583**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2010**

54 Título: **DISPOSITIVO MODULAR PARA EL AISLAMIENTO MULTI-AXIAL DE VIBRACIONES Y CHOQUES, A BASE DE UN ELASTÓMERO.**

30 Prioridad:
22.11.2007 FR 0708197

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.12.2011

73 Titular/es:
**ASTRIUM SAS
6 RUE LAURENT PICHAT
75016 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
CAMARASA, Patrick

74 Agente: **Durán Moya, Carlos**

ES 2 370 132 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

Dispositivo modular para el aislamiento multi-axial de vibraciones y choques, a base de un elastómero

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de aislamiento multi-axial de vibraciones engendradas por un equipo vibrante y transmitidas a una estructura portante de este equipo, tal como, por ejemplo, en el caso de un equipo vibrante que comprende, como mínimo, un elemento giratorio y/o desplazado en traslación periódica, debiendo comprenderse el término aislamiento en el sentido de, como mínimo, una atenuación mediante elementos situados en serie entre la fuente de vibraciones, que es el equipo vibrante, y el soporte a aislar, que es la estructura portante.

10 El dispositivo de aislamiento debe cumplir también, en ciertos casos, otra función, a priori antagonista de la que se ha indicado en lo anterior, que es la de atenuar cargas dinámicas, tales como vibraciones y choques, importantes y transitorias, aplicadas a la estructura portante y que se propagan a través del dispositivo de aislamiento hasta el equipo, que eventualmente es sensible a estas cargas.

15 Para facilitar la comprensión de la invención, ésta se describirá más particularmente dentro del marco de ciertas aplicaciones relacionadas con el sector espacial, y para las cuales la invención presenta un interés específico para el solicitante.

20 Es bien conocido que ciertos accionadores, habitualmente utilizados para el control de la disposición de satélites, poseen uno o varios elementos giratorios, cuyo equilibrado siempre imperfecto en la práctica genera vibraciones que se propagan a través de la estructura del satélite. Este es el caso, por ejemplo, de las ruedas de reacción, ruedas cinéticas, girodinos (llamados igualmente accionadores giroscópicos o CMG en esta literatura), ruedas de almacenamiento de energía, etc.

25 Otros equipos a bordo de los satélites pueden engendrar igualmente vibraciones de este tipo, tales como por ejemplo generadores de frío a base de compresores.

30 Las vibraciones creadas por estos equipos pueden transmitirse hasta cargas útiles de satélites y pueden degradar su rendimiento, tal como es el caso, por ejemplo, para instrumentos de observación óptica especialmente sensibles a las variaciones de la línea de observación perjudiciales para la calidad de las imágenes obtenidas.

35 Para contrarrestar estos efectos perjudiciales, según el estado de la técnica, el equipo perturbador o un conjunto de equipos perturbadores es montado sobre un dispositivo de aislamiento que constituye una interfaz de montaje del equipo o conjunto de equipos sobre la estructura portante. Además de esta función de montaje, el dispositivo de aislamiento debe atenuar la transmisión de las vibraciones generadas por lo menos a un equipo, según un cierto marco de frecuencias dependiendo de la utilización. En el caso en el que, como mínimo, un equipo es un accionador de par o de fuerza, el dispositivo de aislamiento debe igualmente transmitir los pares o las fuerzas útiles generadas por este equipo según un marco de frecuencias de transmisibilidad específico igualmente para el usuario. Además, es deseable, o incluso necesario, igualmente que el dispositivo de aislamiento atenúe las cargas dinámicas muy fuertes aplicadas sobre la estructura portante en la fase de lanzamiento del satélite, lo que parece contradictorio con la función de aislamiento de las vibraciones de, como mínimo, un equipo, vibraciones que son de varios órdenes de magnitud inferiores a las cargas dinámicas de lanzamiento.

45 El dispositivo de aislamiento según la invención debe, por lo tanto, funcionar:

- en el suelo, en particular durante los ensayos de rendimiento y los ensayos de calificación efectuados antes del lanzamiento del satélite
- durante el lanzamiento del satélite, en entornos vibratorios, acústicos y de choques especialmente difíciles, y
- cuando el satélite se encuentra en órbita, en el que los comportamientos de aislamiento de vibraciones muy pequeñas deberán llegar a los valores esperados.

55 Finalmente, el dispositivo de aislamiento según la invención debe igualmente mantener a lo largo del tiempo una cierta estabilidad de alineación del equipo o equipos vibrantes con respecto a la estructura portante.

60 Los valores numéricos siguientes corresponden a un rango de funcionamiento típico de una realización particular del dispositivo según la invención cuando es aplicado al aislamiento de accionadores del tipo de ruedas de reacción o girodinos a bordo de satélites:

- masa del equipo vibrante a aislar: de manera típica de 1 kg a 30 kg;
- fuerzas y pares de disturbio engendrados por el equipo vibrante: 1N a 100N en un rango de frecuencias de 10Hz a 1000Hz;

- factor de atenuación buscado en vibraciones y choques: 3 a 50 en el rango de 10Hz a 1000Hz (de manera típica una atenuación en pendiente -2 en escala logarítmica en el dominio de las frecuencias);

5 - factor de sobretensión del dispositivo de aislamiento: inferior a 2;

- factor de transmisibilidad buscado: $1 \pm 5\%$ en el rango de 0 a 10 Hz;

10 - estabilidad de alineación en el tiempo: puede llegar de manera típica a $0,05^\circ$;

- entorno en el lanzamiento: típicamente 20-100g en el rango de 10-100 Hz (vibraciones) y 1000g en el rango 100-1000Hz (choques) (g es la aceleración del campo de gravedad terrestre).

15 En este punto de la descripción, se debe observar que el dispositivo propuesto por la invención que se explica a continuación puede servir igualmente para aislar no solamente un equipo, sino, por ejemplo, un conjunto de equipos de los que por lo menos uno es perturbante, por lo tanto, vibrante, estando montados todos sobre una misma plataforma porta-equipos. El dispositivo de aislamiento según la invención puede igualmente ser utilizado como interfaz para servir para aislar una parte de un satélite, por ejemplo, un módulo de servicio de otra parte del satélite, por ejemplo, una carga útil. En estos dos casos, los valores numéricos que se indican a continuación, a título
20 indicativo, no son aplicables de manera forzosa.

Por el documento WO 2007/077350 del solicitante, correspondiente al preámbulo de la reivindicación independiente 1, se conocen dispositivos de aislamiento de ejes múltiples de, como mínimo, un equipo generador de vibraciones, embarcado en una estructura portante, y que comprende, como mínimo, tres módulos de aislamiento, y típicamente
25 cuatro módulos, repartidos en la periferia de dicho equipo vibrante o de un soporte de este último, y tal que cada módulo de aislamiento presenta dos piezas rígidas, una de las cuales, llamada pieza externa, está destinada a ser fijada a la estructura portante, y la otra, llamada pieza interna, está destinada a ser fijada a dicho equipo vibrante o a su soporte, estando conectadas dichas piezas interna y externa una a otra, como mínimo, por un bloque de aislamiento de elastómero, que atenúa por su deformación según, como mínimo, uno de sus ejes de tracción,
30 compresión o cizalladura, la transmisión de vibraciones de poca amplitud generadas por dicho equipo, comprendiendo cada módulo de aislamiento igualmente un tope flexible lateral (o radial), y dos topes flexibles longitudinales, activos en sentidos opuestos, estando montado cada uno de los topes flexibles sobre una solamente de las piezas internas y externas y teniendo un extremo libre con respecto a otra de dichas piezas interna y externa y sin contacto con la otra pieza mencionada que se encuentra en reposo.

35 Con la finalidad de precisar los términos utilizados en la presente descripción, hacemos observar al lector las figuras 1 a 3 y 6 a 8 adjuntas, en las que se han representado las direcciones llamadas "longitudinal" Z, "radial" Y y "tangencial" X, asociada cada una de ellas a un módulo de orientación. Estas direcciones X, Y, Z están orientadas respectivamente:

40 - para la dirección longitudinal Z: según un eje-ZZ llamado longitudinal del equipo vibrante, por lo tanto sensiblemente perpendicular a su soporte y/o a la estructura portante,

45 - para la dirección radial Y: según eje-YY llamado radial, perpendicularmente a la dirección longitudinal Z y pasando por un centro geométrico o de simetría del equipo a aislar

- para la dirección tangencial X: según un eje-XX llamado tangencial, perpendicular a las dos direcciones Z e Y.

50 Los topes flexibles de los módulos de aislamiento comprenden cada uno de ellos, como mínimo, un elemento en material elastómero que establece contacto con la otra pieza rígida mencionada en oposición, en posición activa del tope flexible, cuando tienen lugar deformaciones y amplitud suficiente del bloque o bloques de aislamiento, de manera que elemento de elastómero del tope flexible trabaja en compresión cuando el tope se encuentra activo.

55 No obstante, este tipo de realización de aisladores de elastómero según el documento WO 2007/077350 posee algunas limitaciones.

Por una parte, cuando los topes no se encuentran activos, es decir, durante la modalidad de funcionamiento nominal del dispositivo de aislamiento, la rigidez a la torsión (es decir, alrededor del eje longitudinal Z) del conjunto del
60 dispositivo de aislamiento, reposa solamente sobre la rigidez a la cizalladura de los bloques de aislamiento que están dispuestos según la dirección longitudinal Z, y/o según la dirección radial Y. No obstante, esta rigidez de los bloques a la cizalladura es en general mucho más débil que la rigidez de los bloques a tracción/compresión, y en ciertos casos, es insuficiente para soportar los esfuerzos útiles que deben ser transmitidos por un equipo en torsión según la dirección longitudinal Z.

65 Otra limitación procede del hecho de que, en las configuraciones según el estado de la técnica, las modalidades de

torsión no están bien desacopladas en frecuencia con respecto a las modalidades de basculación (según las direcciones radial Y y tangencial X).

5 El problema que se encuentra en la base de la invención es el de proponer un dispositivo de aislamiento multi-axial de, como mínimo, un equipo generador de vibraciones, embarcado en una estructura portante, tal como un satélite, análogo a los indicados más adelante y que soluciona los inconvenientes antes citados del estado de la técnica y que es más conveniente para las diferentes exigencias de la práctica que los dispositivos conocidos, en particular según el documento citado WO 2007/077350.

10 El objetivo de la presente invención consiste, por lo tanto, en aportar soluciones simples a las limitaciones conocidas del estado de la técnica.

15 Con el fin de solucionar estas limitaciones, la presente invención da a conocer un dispositivo que comprende, como mínimo, tres módulos de aislamiento repartidos en la periferia de dicho equipo vibrante o de un soporte de este último, comportando cada módulo de aislamiento, como mínimo, dos piezas rígidas de las que por lo menos una, llamada pieza externa, está destinada a ser fijada a la estructura portante y de la que por lo menos otra pieza, llamada pieza interna, está destinada a ser fijada a dicho equipo vibrante o a su soporte, encontrándose por lo menos una pieza interna y por lo menos una pieza externa conectadas entre sí, como mínimo, por un bloque de aislamiento de material elastómero que atenúa por su deformación la transmisión de vibraciones de reducida
20 amplitud generadas por dicho equipo, comprendiendo cada módulo igualmente, como mínimo, dos topes flexibles montados sobre, como mínimo, una pieza interna o, como mínimo, una pieza externa, y poseyendo cada una un extremo libre en oposición a otra pieza respectivamente externa o interna y sin contacto con la otra pieza mencionada en reposo, cada una de dichas por lo menos dos topes flexibles actúan según por lo menos un eje de deformación de dicho, como mínimo, un bloque de aislamiento y dos de los topes flexibles, llamados longitudinales,
25 son activos según el eje longitudinal, en sentidos opuestos, y se caracteriza porque cada módulo de aislamiento comprende, además, dos topes flexibles llamados tangenciales, activos según el eje tangencial, en sentidos opuestos. De este modo, cada módulo no comporta necesariamente topes flexibles según el eje radial, tal como es necesario en el documento WO 2007/077350.

30 Tal como en el documento WO 2007/077350, los topes flexibles de los módulos de aislamiento comprende cada uno de ellos ventajosamente, como mínimo, un elemento de material elastómero que establece contacto con dicha otra pieza rígida en oposición, en posición activa del tope flexible correspondiente.

35 De este modo, en una realización particular de tope flexible, el elemento de material elastómero de, como mínimo, un tope flexible de, como mínimo, un módulo de aislamiento presenta un extremo libre en oposición a dicha otra pieza externa o interna y sin contacto en reposo con dicha otra pieza, que presenta una parte en oposición de dicho elemento de material elastómero y que está constituido por un saliente metálico de la otra pieza mencionada.

40 No obstante, en otra realización específica de tope flexible, este último, por lo menos en un módulo, puede comprender una parte rígida que está constituida por un saliente en metálico de la pieza del módulo portadora del tope, comportando este saliente el elemento de elastómero del tope.

45 De manera ventajosa, para un mejor aislamiento según la dirección tangencial y la dirección longitudinal, por lo menos un módulo de aislamiento pero preferentemente cada uno de ellos, comprende, como mínimo, un bloque de aislamiento llamado tangencial, montado sensiblemente según el eje tangencial y/o, como mínimo, un bloque de aislamiento llamado longitudinal, montado sensiblemente según el eje longitudinal.

50 De manera adicional, para un mejor aislamiento en los dos sentidos opuestos según la dirección longitudinal y la dirección tangencial, por lo menos un módulo de aislamiento, pero preferentemente cada uno de ellos, comprende dos bloques de aislamiento longitudinales, preferentemente idénticos y montados de manera sensiblemente simétrica a un lado y otro de una pieza interna de dicho módulo, según el eje longitudinal, y/o dos bloques de aislamiento tangenciales, preferentemente idénticos, montados sensiblemente de forma simétrica a un lado y otro de una pieza interna de dicho módulo, según el eje tangencial.

55 Para un comportamiento equilibrado del dispositivo en los dos sentidos opuestos, según la dirección longitudinal y según la dirección tangencial, en los grandes desplazamientos es ventajoso además, por lo menos en un módulo y preferentemente en cada uno de ellos, que los dos topes flexibles longitudinales, preferentemente idénticos, sean montados de manera sensiblemente simétrica a un lado y otro de una pieza interna, según el eje longitudinal, y que los dos topes flexibles tangenciales, preferentemente idénticos, sean montados sensiblemente de forma simétrica a un lado y otro de una pieza interna, según el eje tangencial.
60

Además, con la finalidad de simplificar la estructura de los dispositivos según la invención y reducir el coste de realización, el conjunto de los topes flexibles tiene, como mínimo, un módulo y preferentemente cada uno de ellos, constituido ventajosamente de un solo elemento de material elastómero, fijado sobre una de las piezas rígidas internas y externas en oposición de otra pieza rígida respectivamente externa o interna.
65

Sin embargo, de manera todavía más ventajosa, el conjunto de los bloques y de los topes flexibles de, por lo menos un módulo y preferentemente de cada uno de ellos, está constituido por un solo elemento de elastómero.

5 En una primera forma de realización que facilita la intercambiabilidad de los topes flexibles, con la finalidad de mejorar la adaptación del dispositivo a su aplicación, por lo menos un módulo y preferentemente cada uno de ellos, comprende dos piezas rígidas externas, una de las cuales lleva todos los topes flexibles y la otra está conectada por dicho, como mínimo, un bloque de aislamiento a la pieza rígida interna o a una pieza rígida interna de dicho módulo, estando fijada la parte flexible de dichos topes o bien sobre la cara interna de dicha pieza rígida externa que lleva todos los topes flexibles, o bien sobre la cara externa de la pieza rígida interna o de una pieza rígida interna.

10 De manera ventajosa en este caso, la pieza externa portadora de los topes flexibles es fijada de manera desmontable en la mencionada estructura portante, en posición radial externa con respecto a la otra pieza externa de dicho módulo.

15 Esto permite desmontar únicamente dicha pieza externa portadora de los topes flexibles y sustituirla por otra pieza externa portadora de otros topes flexibles sin tener que desmontar otras piezas, en particular las que soportan el tope o topes de aislamiento del dispositivo.

20 En una segunda forma de realización, que facilita igualmente la intercambiabilidad de los topes flexibles, en por lo menos un módulo y preferentemente en cada uno de ellos, una primera pieza interna está fijada a dicho equipo vibrante o a su soporte y está conectada por dicho por lo menos un bloque de aislamiento a la pieza externa o a una pieza externa de dicho módulo y todos los topes flexibles son soportados por una segunda pieza interna fijada de manera desmontable y regulable en posición sobre dicha primera pieza interna. De este modo, es suficiente proceder a la sustitución de la segunda pieza interna y de los topes flexibles que soporta por otra segunda pieza con otros topes flexibles para mejorar la adaptación del dispositivo a su aplicación, estando fijada la parte flexible de dichos topes flexibles o bien sobre la cara interna de la pieza externa o de una pieza externa, o bien sobre la cara externa de dicha segunda pieza rígida interna.

25 En esta segunda forma de realización, los topes flexibles están ventajosamente soportados sobre o alrededor del extremo radial externo de dicha segunda pieza interna dispuesta en forma de embudo radial que encaja parcialmente, desmontable y con regulación radial, en dicha primera pieza interna conectada por dicho, como mínimo, un bloque a un marco de una o de la única pieza externa en la que se acoplan radialmente dichas primera y segunda piezas internas. Esta forma de realización presenta, por lo tanto, una estructura simple y económica de realizar y de montar.

30 En una tercera forma de realización de estructura simplificada y de realización más económica, en un módulo como mínimo, y preferentemente en cada uno de ellos, las partes flexibles de los topes flexibles están fijadas sobre una misma pieza interna y están constituidas por un solo elemento de material elastómero cuya sección es, por ejemplo, cuadrangular o circular, fijado sobre o alrededor de una parte extrema radialmente externa, de forma general respectivamente paralelepípedica o cilíndrica de dicha pieza interna y acoplada sin contacto en reposo, en un marco de forma correspondiente, como mínimo, a una pieza externa.

35 Sin embargo, según otra variante de realización, por lo menos en un módulo y preferentemente en cada uno de ellos, las partes flexibles de los topes flexibles están fijadas sobre una misma pieza externa y están constituidas por un solo elemento de material elastómero en forma de manguito, cuyas secciones, por ejemplo cuadrangular o cilíndrica, fijado por su cara externa en el interior de un marco de dicha pieza externa y rodeando, sin contacto en reposo, un tope rígido de forma correspondiente montado sobre un embudo radial de una pieza interna, formando saliente radialmente hacia el exterior y acoplado en el marco de la pieza externa.

40 En esta otra variante, el tope rígido puede ser ventajosamente intercambiable y puede tener una forma sensiblemente paralelepípedica o cilíndrica y estar fijada, preferentemente de forma desmontable y regulable, en el extremo radial externo del embudo radial de la pieza interna, con la finalidad de permitir fácilmente la regulación del intersticio funcional entre las posiciones de reposo y posición activa de los topes flexibles.

45 Igual que en el documento WO 2007/077350, es posible que cada uno de los módulos de aislamiento de un dispositivo sea tal que su eje radial esté inclinado en un mismo ángulo con respecto al plano de colocación del equipo vibrante sobre una plataforma porta-equipos de la que son solidarias las piezas internas de dichos módulos. En ese caso, el término "longitudinal" no designa la perpendicular al plano de colocación del equipo, sino una dirección inclinada con respecto a este plano de colocación y que tiene una componente principal perpendicular al plano de colocación, quedando sin cambios las definiciones de las direcciones radial y tangencial.

50 Además, es ventajoso, para simplificar la concepción del dispositivo, que los diferentes módulos de aislamiento del dispositivo de la invención sean sensiblemente idénticos unos a otros y/o que el dispositivo comprenda o esté constituido por tres módulos idénticos, dispuestos en los vértices de un triángulo preferentemente equilátero.

65

No obstante, para facilitar el diseño del conjunto a efectos de simetría, el dispositivo puede comprender también o puede estar constituido por cuatro módulos idénticos, dispuestos preferentemente en los vértices de un cuadrado y orientados preferentemente de manera simétrica con respecto a las diagonales del cuadrado.

5 Además, de manera ventajosa, las características de los bloques de aislamiento, en términos de sección, altura, módulo viscoelástico, ángulos entre los topes longitudinales y el plano medio de la pieza o piezas internas, ángulos entre el eje radial de los módulos de aislamiento y el plano de colocación del equipo, se escogen con la finalidad de asegurar que las funciones de frecuencia de transmisibilidad de los esfuerzos tanto en fuerza como en par según los tres ejes a pequeños movimientos, en la parte próxima de la posición activa de los topes flexibles, corresponden a un gálibo especificado, de manera que, por ejemplo, las vibraciones de reducidas amplitudes tanto en fuerza como en par, transmitidas por el equipo a la estructura portante, sean correctamente filtradas más allá de una cierta frecuencia y que las fuerzas y pares de fuerzas útiles generadas por el equipo sean transmitidas sin alteración perjudicial más allá de dicha frecuencia.

10
15 De manera análoga, las características de los topes flexibles, en términos de sección, altura de elastómero, módulo viscoelástico del elastómero, dimensión del intersticio entre el tope flexible y la pieza en oposición, son tales que una deformación demasiado importante de los bloques de aislamiento cuando tienen lugar fuertes cargas aplicadas al dispositivo puede ser evitada, impidiendo de esta manera cualquier deterioro o fenómeno irreversible indeseable y simultáneamente, las funciones de frecuencia de transmisibilidad de los esfuerzos tanto en fuerza como en par de fuerzas según los tres ejes en todo el sector de funcionamiento previsto para el dispositivo corresponden a un gálibo especificado, de manera que las vibraciones y choques de grandes amplitudes tanto en fuerza como en par de fuerzas transmitidos por la estructura portante al equipo sean filtradas correctamente.

20
25 La invención se refiere igualmente a una aplicación del dispositivo de aislamiento tal como el que se ha indicado en lo anterior y que se caracteriza porque el equipo es un equipo espacial a bordo de un satélite, comprendiendo dicho equipo, como mínimo, una parte giratoria que genera vibraciones, por ejemplo por lo menos uno de los equipos siguientes: rueda de reacción, rueda cinética, rueda de inercia, rueda de almacenamiento de energía, girodino o accionador giroscópico o CMG, debiendo resistir dicho equipo dotado de su dispositivo de aislamiento las cargas estáticas y dinámicas tales como vibraciones, choques que sufre en el lanzamiento del satélite.

30
35 La aplicación del dispositivo de aislamiento puede ser igualmente tal que dicho equipo espacial a bordo de un satélite comprende, como mínimo, una parte impulsada en translación por un movimiento que comprende como mínimo, una componente temporal periódica a lo largo del tiempo que genera vibraciones, por ejemplo, un compresor utilizado para generar frío, estando dotado dicho equipo de su dispositivo de aislamiento que debe resistir las cargas estáticas y dinámicas tales como vibraciones, choques que sufre en el lanzamiento del satélite.

Otras características y ventajas de la invención quedarán evidentes de la descripción que se facilita a continuación, a título no limitativo, de ejemplos de realización descritos en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 - la figura 1 es una vista esquemática de un ejemplo del dispositivo de aislamiento multiaxial según la invención, representado en su conjunto, parcialmente en planta y parcialmente en sección transversal (perpendicularmente al eje longitudinal Z de un equipo vibrante) al nivel de los bloques y topes flexibles superiores de cada uno de los cuatro módulos de aislamiento idénticos de este dispositivo;

45 - las figuras 2a y 2b son vistas esquemáticas en sección respectivamente según IIa-IIa y IIb-IIb de la figura 1, representando las dos piezas externas de un módulo que están equipadas respectivamente de los bloques de aislamiento de material elastómero y de los topes flexibles de elastómero de este módulo;

50 - la figura 3 es una variante de realización del módulo representado en el detalle III de la figura 1;

- la figura 4 es una vista esquemática en sección longitudinal pasando por los centros de dos módulos de aislamiento opuestos de dos variantes del dispositivo de aislamiento, según la figura 1, estando representada cada variante sobre una respectivamente de las medias secciones de la figura 1;

55 - la figura 5 es una vista esquemática parcial en sección longitudinal y radial de una variante del módulo de aislamiento, cuyo eje radial está inclinado sobre el plano de colocación o de suspensión del equipo vibrante;

60 - la figura 6 es una vista esquemática parcial en sección longitudinal y radial de otra variante del módulo de aislamiento, del cual todos los topes flexibles son de un solo elemento de elastómero montado sobre la pieza rígida interna del módulo en el interior y en oposición de un marco de la pieza externa rígida de este módulo;

- la figura 7 es una vista esquemática parcial en sección tangencial, según VII-VII de la figura 6;

65 - la figura 8 es una vista esquemática parcial de otra variante del módulo en sección tangencial a nivel de los topes flexibles en un solo elemento en forma de manguito de elastómero que rodea una parte de la pieza rígida interna de este módulo, en el interior y en oposición a un marco de la pieza externa de este módulo;

- la figura 9 es una vista análoga de la figura 8 de otra variante del módulo, cuyos topes flexibles están realizados en un solo elemento en forma de manguito de elastómero montado en el interior del marco de la pieza rígida externa del módulo, en oposición a una parte de la pieza rígida interna del módulo acoplada en este marco;

- la figura 10 es una vista en perspectiva de otro ejemplo de módulo de aislamiento, cuya pieza rígida externa es monobloque;

- la figura 11 es una vista en perspectiva con las piezas desmontadas del módulo de la figura 10;

- las figuras 12 y 13 son vistas en sección respectivamente longitudinal y transversal del módulo de las figuras 10 y 11;

- la figura 14 es otra vista en perspectiva del módulo de las figuras 10 a 13, y

- la figura 15 es una vista del módulo de las figuras 10 a 14 en sección según XV-XV de la figura 14.

El dispositivo de aislamiento multiaxial -1-, representado en su conjunto en la figura 1, está destinado a filtrar las vibraciones entre, por una parte, un equipo vibrante -2- o conjunto de equipos de los que por lo menos uno es vibrante, representado esquemáticamente en la figura 1, con una forma global externa cilíndrica de sección circular, de eje longitudinal definido por la dirección Z, montado sobre un plato portaequipo -3- suspendido por cuatro módulos de aislamiento -4- idénticos entre sí sobre una estructura portante -5- y, por otra parte, esta estructura portante -5-, tal como la plataforma o estructura interna de un módulo de servicio de un satélite sobre la que el dispositivo -1- está fijado por los módulos -4- que son simples de diseño, realización y montaje en la periferia del equipo -2- y de la plataforma -3- que lo soporta. Estos módulos -4- están dispuestos con respecto a la plataforma -3- y al equipo -2- en dos pares de módulos -4- diametralmente opuestos con relación al eje longitudinal Z y regularmente repartidos en dirección circunferencial alrededor de la plataforma -3- de manera que los cuatro módulos -4- están situados y centrados en los vértices de un cuadrado (representado en líneas de trazos) y dispuestos simétricamente con respecto a las dos diagonales (-D1- y -D2-) de este cuadrado, que son perpendiculares una a otra correspondiendo cada una de ellas a la dirección radial Y de los dos módulos -4- opuestos de uno respectivamente de los dos pares de módulos -4-.

Como variante, el dispositivo de aislamiento multiaxial podría no comportar más que tres módulos de aislamiento -4- idénticos, regularmente repartidos en la periferia de la plataforma -3- y dispuestos preferentemente en los vértices de un triángulo equilátero que circunda la plataforma -3- y centrado sobre el eje Z. Sin embargo, una realización de cuatro módulos -4-, según la figura 1, proporciona la ventaja de una mejor simetría. Además, la concepción del dispositivo de aislamiento -1- queda simplificada puesto que los diferentes grados de libertad de fuerzas y de pares están siempre desacoplados y los dimensionamientos son más simples de realizar teniendo en cuenta el carácter modular del dispositivo de aislamiento -1- y de la estructura específica de la invención, de cada módulo aislante -4-, lo que representa una ventaja importante de la invención con respecto al estado de la técnica.

Cada uno de los módulos -4- independiente de los otros en su fijación sobre la estructura portante -5- (representado esquemáticamente en las figuras 2a, 2b, 4 y 5) comprende una pieza rígida interna -6- que se extiende radialmente y de la que una parte extrema radial interna -7- (según el eje radial YY propio de cada módulo -4- que pasa por su centro y perpendicular a la dirección longitudinal Z) está dispuesta en forma de base de fijación rígida pero preferentemente desmontable, por ejemplo, mediante pernos -7a- sobre una brida de fijación -3a- de forma saliente radial hacia el exterior de la plataforma -3- en forma de disco circular. La pieza rígida interna -6- presenta igualmente una parte extrema radial externa -8- conectada a una primera pieza rígida externa -9a- del módulo -4- por cuatro bloques -12- de aislamiento de material elastómero.

Esta pieza externa -9a- comprende un marco cuadrangular -10a- solidario de las dos bases laterales -11a- rectangulares, fijada cada una de ellas a la estructura portante -5- por un tornillo -13-, de manera que la pieza externa -9a- se extiende sobre la estructura -5- paralelamente a la dirección tangencial X, siendo el espesor del marco -10a- (según la dirección radial Y) inferior en general a su anchura (según la dirección tangencial X) y a su altura (según la dirección longitudinal Z). El marco -10a- presenta un abertura central igualmente cuadrangular (rectangular o cuadrada) delimitada por dos caras planas opuestas perpendiculares a la dirección longitudinal Z (caras horizontales en la figura 2a) y otras dos caras planas opuestas perpendiculares a la dirección tangencial X (caras verticales en la figura 2a) y la sección de esta abertura central en el plano de las direcciones X-Z es sensiblemente superior a la sección transversal cuadrangular de la parte extrema radial externa -8- de forma paralelepípedica, que atraviesa radialmente el marco -10a-.

Los cuatro bloques -12- son idénticos entre sí en este ejemplo y cada uno de ellos adopta forma de bloque paralelepípedico de material elastómero, fijado por una de sus dos caras opuestas contra una cara lateral plana de la parte -8- y por la otra de estas dos caras opuestas contra la cara interna plana en oposición en el marco -10a-, cuya fijación queda asegurada por vulcanización por moldeo del elastómero in situ, por un adhesivo o por cualquier otro medio equivalente.

Estos cuatro bloques -12- están dispuestos de este modo en un par de bloques opuestos llamados longitudinales -12a- puestos que están solicitados en tracción y compresión por cualquier esfuerzo o componente de esfuerzo en fuerza y/o paralelo a la dirección longitudinal Z y en un par de bloques opuestos llamados tangenciales -12b-, solicitados en tracción-compresión por cualquier esfuerzo o componente de esfuerzo de fuerza y/o par de fuerzas paralelo a la dirección tangencial X.

Los dos bloques longitudinales -12a- son activos en sentidos opuestos según la dirección longitudinal Z puesto que uno de ellos es activo en compresión cuando el otro es activo en tracción e inversamente (los bloques tangenciales -12b- están solicitados entonces a cizalladura simultáneamente en el mismo sentido según Z) y estos dos bloques -12a- están montados según el eje longitudinal ZZ de manera sensiblemente simétrica a un lado y al otro de la parte radial externa -8- de la pieza interna -6-.

Igualmente, los dos bloques tangenciales -12b- son activos en sentidos opuestos según la dirección tangencial X puesto que uno de ellos es activo en compresión cuando el otro lo es en tracción e inversamente (los bloques longitudinales -12a- están solicitados entonces a cizalladura simultáneamente en el mismo sentido según X) y estos dos bloques -12b- están montados según el eje tangencial XX igualmente de forma simétrica a un lado y otro de la parte radial externa -8- de la pieza interna -6-.

Cada uno de los módulos -4- comprende igualmente una segunda pieza rígida externa -9b- de estructura idéntica a la de la primera pieza externa -9a-, es decir, que comprende un marco -10b- y dos bases -11h-, que son idénticas respectivamente al marco -10a- y a las dos bases -11a- e igualmente fijadas cada una por un tornillo -13- a la estructura portante -5-, en una posición paralela y adyacente a la primera pieza interna -9a-, pero radialmente en el exterior de la pieza -9a-. Esta segunda pieza -9b- lleva cuatro bloques flexibles -14a- que en este ejemplo son idénticos entre sí y están constituidos cada uno de ellos por un bloque de elastómero de forma paralelepípedica, fijado por una cara plana, o base, contra una respectivamente de las cuatro caras planas internas del marco -9b-, tal como se ha representado en la figura 2b. El espesor de los topes flexibles -14- es tal que cada uno de los topes -14- tiene una cara plana opuesta a su base, que constituye un extremo libre situado en oposición a una cara lateral plana respectiva de la parte extrema radial -8- de la pieza interna -6- que está igualmente acoplada en la abertura central del marco -9b-, pero sin contacto, en reposo de este extremo libre de cada tope flexible -14- con la cara en forma de tornillo sobre la parte -8- de la pieza interna -6-.

Estos cuatro topes están dispuestos de esta manera, en un par de topes flexibles opuestos llamados longitudinales -14a-, puesto que actúan sobre el eje de deformación de los bloques longitudinales -12a- en tracción-compresión, es decir, según la dirección longitudinal -Z-, y en un par de topes flexibles opuestos llamados tangenciales -14b-, puesto que actúan según el eje de deformación de los topes tangenciales -12b- en tracción-compresión, es decir, según la dirección tangencial -X-.

Por lo tanto, los topes longitudinales -14a- son activos, según el eje longitudinal -ZZ- para uno de ellos (el tope -14a- en posición superior en la figura 2b) y en sentido opuesto para el otro (el tope -14a- en posición inferior en la figura 2b) limitando la amplitud de los desplazamientos longitudinales de la parte -8- de la pieza interna -6- con la plataforma -3- y el equipo vibrante -2- con respecto a la estructura portante -5- y a la segunda pieza externa -9b- que es solidaria a ella por el establecimiento de contacto de esta parte -R- con el tope flexible longitudinal -14a- superior o inferior. De manera análoga, los topes tangenciales -14b- son activos según el eje tangencial -XX- para uno de ellos (el tope -14b- de la derecha en la figura 2b) y en sentido opuesto para el otro (el tope -14b- de la izquierda en la figura 2b) limitando la amplitud de los desplazamientos tangenciales de la parte -8- de la pieza interna -6-, con la plataforma -3- y el equipo vibrante -2- con respecto a la estructura portante -5- y la segunda pieza externa -9b- que es solidaria de la misma, por el establecimiento de contacto de esta parte -8- con el tope flexible tangencial -14b- de la derecha o de la izquierda.

Como variante, la parte de elastómero -14- de cada tope flexible -14a- ó -14b- puede tener una rigidez más importante que la del elastómero -12- de los bloques -12a- ó -12b- y/o cada tope flexible -14a- ó -14b- puede tener eventualmente una armadura rígida, postiza o integrada con la pieza rígida -9b- que la soporta y soportando, como mínimo, una capa de elastómero que recubre esta armadura rígida.

Igualmente, como alternativa, no representada en las figuras 1, 2 y 3, sino en otras figuras (4, 5, etc.), un eventual saliente de la parte externa radial -8- de la pieza interna -6- dirigida a los topes flexibles -14-, puede ser introducido para disminuir el juego de los topes flexibles, de manera que las deformaciones de los bloques de aislamiento no sean demasiado importantes en caso de desplazamientos grandes relativos entre las piezas interna y externa de los módulos de aislamiento.

En funcionamiento normal del equipo -2- en el satélite en órbita, los bloques de aislamiento -12a- y -12b- atenúan por sus deformaciones, la transmisión a la estructura -5- de las vibraciones de poca amplitud generadas por el equipo vibrante -2- sin que los topes flexibles -14a- y -14b- establezcan contacto con la parte -8- de la pieza rígida interna -6- encarada a la misma, mientras que las vibraciones de gran amplitud generadas por choques y vibraciones soportadas, por ejemplo, por la estructura portante -5-, en el lanzamiento del satélite, están limitadas por

- la entrada en posición activa de uno u otro de los topes flexibles longitudinales -14a- y tangenciales -14b-, cuyo bloque de elastómero establece contacto con la cara opuesta de la parte -8- de la pieza interna -6-. En posición activa de uno y/o otro de los topes flexibles -14a- y -14b-, la compresión de su elemento de elastómero permite atenuar la transmisión de choques y vibraciones de gran amplitud desde la estructura portante hacia el equipo -2- sobre la plataforma -3-, especialmente cuando tiene lugar el lanzamiento del satélite. El contacto de un tope flexible -14a- ó -14b- por su elemento de elastómero con la cara opuesta sobre la parte -8- de la pieza interna -6-, en posición activa, no se establece más que para una deformación en la compresión suficiente de un bloque de aislamiento -12a- ó -12b-, siendo esta deformación más grande que las deformaciones máximas en compresión que se encuentran en el funcionamiento normal del equipo -2- sobre el satélite en órbita.
- El dispositivo -1- realizado de este modo asegura un aislamiento multiaxial, por el hecho de comprender, como mínimo, tres y preferentemente cuatro módulos -4- constituidos de este modo. En efecto, los desplazamientos longitudinales o componentes longitudinales (según -Z-) de los desplazamientos del equipo vibrante -2- con la plataforma -3- y las piezas internas -6- de los módulos -4- con respecto a la estructura portante -5- son atenuados y eventualmente limitados respectivamente por las deformaciones en tracción-compresión de los bloques longitudinales -12a- y en cizalladura de los bloques tangenciales -12b- de todos los módulos -4-, y, en caso deseado, por la entrada en posición activa de un tope flexible -14a- de todos los módulos -4-.
- Los desplazamientos en torsión del equipo vibrante -2- y de la plataforma -3- con las piezas internas -6- de los módulos -4- alrededor de la dirección longitudinal -Z- son atenuados por la deformación esencialmente en tracción-compresión de los bloques tangenciales -12b- y la deformación por cizalladura de los bloques longitudinales -12a- de todos los módulos -4-, eventualmente con la limitación de estos movimientos de torsión por la adopción de posición activa de uno de los topes flexibles tangenciales -14b- de todos los módulos -4-.
- Cualquier desplazamiento del equipo -2- y de la plataforma -3- en cualquier dirección radial con respecto a la dirección longitudinal -Z- se descompone en dos componentes cada una de las cuales se extiende sobre una respectivamente de las dos diagonales -D1- y -D2-. De este modo, un esfuerzo de desplazamiento radial según -D1- solicita en cizalladura los cuatro bloques -12- de cada uno de los dos módulos -4- centrados sobre -D1-, pero es esencialmente atenuado por la sollicitación en tracción-compresión de los dos bloques tangenciales -12b- de cada uno de los dos módulos -4- centrados sobre la diagonal -D2-, y de los que uno de los topes flexibles tangenciales -14b- de cada uno puede ser llevado a la posición activa para limitar la amplitud de los desplazamientos radiales según -D1-.
- Igualmente, la componente según -D2- de un desplazamiento radial del equipo -2- y de la plataforma -3- solicita en cizalladura los bloques -12- de los dos módulos -4- centrados sobre -D2- pero es atenuada esencialmente por la sollicitación en tracción-compresión de los bloques tangenciales -12b- de los dos módulos -4- centrados sobre -D1- y de los que uno de los topes tangenciales flexibles -14b- de cada uno puede, al pasar a posición activa, limitar la amplitud de desplazamientos radiales según -D2-, provocados por vibraciones fuertes o choques.
- Los esfuerzos y desplazamientos de basculación del equipo -2- y de la plataforma -3- alrededor de cualquier dirección en el plano de colocación del equipo -2- sobre la plataforma -3- se pueden descomponer en esfuerzos y basculaciones alrededor de cada una de las diagonales -D1- y -D2-, siendo las basculaciones alrededor de -D1- esencialmente atenuadas por la sollicitación en tracción-compresión de los bloques longitudinales -12a- de los dos módulos -4- centrados sobre -D2-, e inversamente, las basculaciones alrededor de -D2- son esencialmente atenuadas por las sollicitaciones en tracción-compresión de los bloques longitudinales -12a- de dos módulos -4- centrados sobre -D1-, siendo los otros bloques esencialmente sollicitados en cizalladura. Estos movimientos de basculación son limitados en amplitud por la adopción de posición activa de uno de los topes flexibles longitudinales -14a- de los dos módulos -4- centrados sobre -D2- cuando tienen lugar basculaciones alrededor de -D1-, e inversamente, las basculaciones alrededor de -D2- pueden ser limitadas por la adopción de posición activa de uno de los topes flexibles longitudinales -14a- de cada uno de los dos módulos -4- centrados sobre -D1-.
- Se comprende que el dispositivo -1- realizado de esta manera constituye un dispositivo de aislamiento multiejes, que permite el mantenimiento en el lanzamiento y el aislamiento, según todos los grados de libertad.
- Tal como se ha mencionado en el documento WO 2007/077350, el interés de este tipo de dispositivo es el de realizar, gracias al efecto combinado del conjunto de los módulos de aislamiento, las tres funciones principales siguientes: aislamiento de vibraciones de amplitudes muy reducidas entre la plataforma -3- y la estructura portante -5- con intermedio de una serie de bloques de aislamiento restringido, transmisión de algunos pares de fuerzas útiles producidos por el equipo o conjunto de equipo -2- por intermedio de estos mismos bloques, y atenuación de los choques y vibración de amplitud grande durante la fase de lanzamiento.
- El interés del dispositivo con respecto al estado de la técnica, por lo tanto, el documento WO 2007/077350, es que la transmisión de los pares de fuerzas útiles eventualmente producidos por el equipo -2-, según los ejes X, Y ó Z está facilitada por el hecho de que las rigideces más importantes de los bloques juegan en todos los casos en tracción/compresión más que en cizalladura. Esta figura 1 permite visualizar fácilmente este efecto cuando se producen pares de fuerzas alrededor del eje Z.

Por otra parte, la disposición particular de los topes flexibles, según la invención, tal como se ha representado en la figura 1 ofrece protecciones sobre todos los ejes en traslación y rotación gracias al efecto conjugado de los topes del conjunto de los cuatro módulos de aislamiento, mientras que un solo módulo de aislamiento considerado por separado no podría de modo alguno resistir a fuertes desplazamientos relativos entre la plataforma -3- y la estructura portante -2-. Es este efecto conjugado de los, como mínimo tres, y preferentemente cuatro, módulos lo que permite simplificar considerablemente la arquitectura de cada módulo con respecto al estado de la técnica. La figura 1 muestra particularmente bien este efecto conjugado en lo que respecta a los desplazamientos relativos en traslación en el plano de colocación del equipo, así como los desplazamientos relativos en rotación alrededor del eje longitudinal.

Se comprende igualmente que, si el intersticio funcional disponible, en posición de reposo, entre cada uno de los topes flexibles longitudinales -14a- y tangenciales -14b- y la cara en oposición de la parte -8- de la pieza interna -6- no está adaptado a la aplicación del dispositivo, es fácil desatornillar los tornillos -13- de fijación de las bases -11b- de la segunda pieza rígida externa -9b- de uno o varios de los módulos -4- del dispositivo para retirar esta segunda pieza externa -9b- y sustituirla por otra, de igual estructura, pero dotada de topes flexibles longitudinales -14a- y/o tangenciales -14b- que tienen otras dimensiones o rigidez para definir, en situación de reposo, un intersticio funcional adaptado a la aplicación prevista.

La figura 3 representa una variante de realización del módulo -4-, representado en el detalle III de la figura 1. En esta variante, el módulo -4- comprende siempre una pieza rígida interna -6-, realizada tal como se ha descrito en lo anterior, y dos piezas rígidas externas -9a- y -9b-, igualmente realizadas, tal como se ha indicado anteriormente y representadas en las figuras 2a y 2b, pero con esta diferencia, con respecto a cada módulo -4- de la figura 1, que la segunda pieza externa -9b-, que lleva los cuatro bloques -52- de elastómero -14- que constituyen dos topes flexibles longitudinales -14a- y dos topes flexibles tangenciales -14b-, está situada radialmente en el interior de la primera pieza rígida externa -9a-, que está conectada a la parte -8- de la pieza interna -6- mediante los cuatro bloques -12- que constituyen dos bloques longitudinales -12a- y dos bloques tangenciales -12b-. En esta variante, la sustitución de la segunda pieza rígida externa -9b-, para sustituir los topes flexibles -14- por otros más apropiados, solo se puede hacer por el desmontaje completo del módulo -4-, del que la pieza rígida interna -6- debe ser desmontada al desmontar los bulones de la brida -3a- correspondiente a la plataforma -3- y cuyas piezas rígidas externas -9a- y -9b- deben ser desmontadas de la estructura portante -5- por desatornillado de los tornillos -13-.

En estas realizaciones, es ventajoso que los dos bloques longitudinales -12a- y/o tangenciales -12b- de cada módulo -4- sean exactamente idénticos uno a otro en cuanto a geometría y rigidez, y eventualmente aparejados después de pruebas con la finalidad de equilibrar el dispositivo -1-.

La figura 4 representa dos variantes (una en cada media sección) en las que los cuatro tope flexibles -14- están soportados por una pieza rígida interna.

En la variante de la media sección de la izquierda de la figura 4, se encuentra, en cada módulo -4-, una única pieza rígida interna -6- que se extiende radialmente, y cuya parte extrema radial interna -7- se solidariza de manera desmontable a una brida de fijación -3a- de la plataforma -3-, soportando el equipo -2- mediante bulones -7a- representados esquemáticamente por su eje de fijación. En esta variante, la parte radial externa -8- de la pieza interna -6- presenta dos partes paralelepípedicas de las que una de ellas -8a- es adyacente a la parte radial interna -7- y de menor sección transversal, estando conectada por un escalón a la parte paralelepípedica -8b- de mayor sección transversal y formando el extremo radial externo de la pieza interna -6- de la que las otras partes paralelepípedicas -8a- y -8b- están acopladas radialmente en el interior del marco rectangular -10- de una única pieza rígida externa -9-, que comporta igualmente una base -11- de fijación a una estructura portante -5- mediante tornillos (no representados). En esta variante, la pieza rígida interna -6- está realizada, por ejemplo, en una sola pieza metálica que integra su parte radial interna -7- y su parte radial externa -8- constituida por dos partes paralelepípedicas -8a- y -8b-. La pieza interna -6- está conectada al marco -10- de la pieza externa -9- por cuatro bloques de aislamiento de un elastómero -12- constituyendo dos bloques longitudinales -12a- y dos bloques tangenciales (no visibles en esta semi-sección), que están fijados cada uno de ellos por una de dos caras opuestas sobre una de las cuatro caras laterales de la parte -8a- y por la cara opuesta contra la cara plana interna en oposición al marco -10-, mientras que los cuatro topes flexibles de elastómero -14-, que forman los dos topes longitudinales -14a- y dos topes tangenciales (no visibles en esta semi-sección), están fijados cada uno de ellos por una de dos caras opuestas formando una base sobre una respectivamente de las cuatro caras laterales de la parte paralelepípedica -8b-, encontrándose en oposición la cara opuesta a la base de cada tope flexible, sin contacto, de una respectivamente de las cuatro caras internas del marco -10- de la pieza interna -9-, de manera que el intersticio funcional se realiza en esta variante entre cada tope flexible y una cara en oposición de la pieza rígida externa -9-.

Se comprenderá que el módulo -4- de esta variante funciona como el módulo -4- de las realizaciones de las figuras 1 a 3 cuando está asociado, por lo menos, a otros dos módulos para constituir un dispositivo de aislamiento multiaxial, según la invención.

Esta figura 4, ilustra particularmente bien el efecto conjugado de las modalidades de aislamiento en lo que respecta

a los desplazamientos relativos en traslación, según el eje longitudinal -Z- del equipo, así como los desplazamientos relativos en rotación en basculación del equipo -2-. Se observa claramente que en todos los casos, los bloques de aislamiento actuarán preferentemente en tracción/compresión, lo que es un elemento favorable para la aplicación considerada.

5 La versión de la parte de la derecha de la semi-sección de la figura 4 se distingue de la variante de la semi-sección de la izquierda únicamente por el hecho de que los cuatro topes flexibles -14- están montados sobre una segunda pieza rígida interna -15-, que se monta de forma desmontable y radialmente regulable al final de la parte extrema radial externa -8- de la primera pieza rígida interna -6-, cuya parte extrema radial interna -7- se fija de manera desmontable, tal como en la otra variante, sobre la brida de enlace -3a- de la plataforma -3- mediante bulones o pernos -7a-. En esta variante, la única pieza rígida externa -9- está realizada como en la variante anteriormente descrita, es decir, presenta un único marco -10- dispuesto tangencialmente y fijado a la estructura portadora por intermedio de una base -11- atornillada sobre esta estructura, estando acopladas radialmente en el marco -10-, la parte extrema radial externa -8- de la primera pieza interna -6-, así como la segunda pieza rígida interna -15-.

15 En esta variante, la parte radial externa -8- de la primera pieza interna -6- es tubular y se abre radialmente hacia el exterior para recibir una parte radial interna -15a- de la segunda pieza interna -15-, que se acopla en la parte tubular -8-, mientras que una parte radial externa -15b-, de mayor sección transversal, de la segunda pieza interna -15- y de forma paralelepípedica, soporta los cuatro topes flexibles -14- simétricamente dos a dos en sus dos pares de caras opuestas en oposición y sin contacto de las cuatro caras planas internas del marco -10-, de manera que estas mismas caras planas internas están conectadas por los cuatro bloques de aislamiento de elastómero -12- a las cuatro caras planas externas de la parte radial externa paralelepípedica -8- de la primera pieza interna -6-. La fijación de la segunda pieza interna -15- sobre la primera -6- está asegurada por un tornillo radial -16- que atraviesa radialmente la segunda pieza rígida interna -15- y se atornilla por el extremo de su vástago en un orificio roscado en el fondo de la parte radial externa tubular -8- de la primera pieza interna -6-.

20 Por lo tanto, para cambiar los topes flexibles -14-, y ajustar sus rigideces y/o los intersticios funcionales con el marco -10-, es suficiente desatornillar el tornillo -16- y cambiar la segunda pieza rígida interna -15- por otra dotada de topes flexibles -14- mejor adaptados a la aplicación del dispositivo.

30 La variante de realización de la figura 5 corresponde a la de la semi-sección de la izquierda de la figura 4, pero con una única pieza rígida interna -6- que está acodada en su parte extrema radial interna -7- con respecto a su parte radial externa -8- que tiene dos partes paralelepípedicas -8a- y -8b-, la primera de las cuales está conectada mediante bloques -12- al marco -10- de la única pieza rígida externa -9- y la segunda lleva los topes flexibles -14-. De este modo, el eje radial -YY de cada modo de aislamiento cuatro está inclinado en un mismo ángulo α con respecto al plano de colocación del equipo vibrante -2- sobre la plataforma -3- cuando las piezas internas, tales como -6- son solidarizadas por su parte radial interna -7- a una brida de fijación -3a- que corresponde a la plataforma -3- por pernos o bulones -7a-, tal como se ha explicado anteriormente con referencia a las figuras 1 a 4. Para permitir la fijación desmontable por atornillado de la única pieza rígida externa -9- sobre la estructura portante -5-, cuando la parte radial interna -7- de la única pieza rígida interna -6- está fijada a la plataforma -3- paralelamente al plano de colocación antes indicado, la base de fijación -11- de la pieza rígida externa -9- presenta una cara inclinada en el mismo ángulo sobre la que está fijado el marco cuadrangular -10- de esta pieza externa -9-.

45 En cada una de las tres variantes de las figuras 4 y 5, los dos topes flexibles longitudinales -14a- son sensiblemente idénticos y montados simétricamente a un lado y otro de la parte extrema radial externa -8b- de la única pieza interna -6- o de la parte radial externa -15b- de una segunda pieza rígida interna -15- montada de manera desacoplable y regulable radialmente sobre una primera pieza rígida interna -6- solidarizada a la plataforma -3-, y asimismo, los dos topes flexibles tangenciales, no visibles en estas figuras, pero tales como los -14b- de las figuras 1 a 3, son sensiblemente idénticos y montados sensiblemente de forma simétrica, según el eje tangencial, a un lado y otro de esta misma parte extrema radial externa -8b- de la única pieza interna -6- o de esta misma parte radial externa -15b- de la segunda pieza rígida interna -15- montadas sobre la primera pieza interna -6-.

50 Este principio de utilización de pieza interna acodada es ventajoso para mejorar las características de aislamiento en ciertos casos y se puede aplicar en el conjunto de las variantes del dispositivo, tales como las descritas en esta memoria descriptiva .

55 Las figuras 6 y 7 representan parcialmente otra variante del modo de realización según la semi-sección de la izquierda de la figura 4, cuya representación está limitada al marco cuadrangular -10- de la única pieza rígida externa -9-, en la parte extrema radial externa -8- de la única pieza rígida interna -8- y en los bloques de aislamiento -12- y topes flexibles de elastómero.

60 Se repite en este caso que la parte radial externa -8- de la pieza interna -6- está conectada al marco -10- de la pieza externa -9- para cuatro bloques de elastómero -12- dispuestos en dos bloques de aislamiento longitudinales -12a-, según el eje longitudinal -ZZ- y simétricos a un lado y otro de esta parte radial externa -8- y en dos bloques de aislamiento tangenciales -12b-, según el eje tangencial -XX- y simétricos a un lado y otro de esta parte radial externa -8-, tal como ya se ha descrito en la semi-sección de la izquierda de la figura 4 y en la figura 5. Sin embargo, la

variante de las figuras 6 y 7 se distingue de las variantes antes citadas por hecho de que el conjunto de elastómeros flexibles de cada módulo -4- está constituido por un solo elemento de elastómero -24-, que presenta una forma general externa de paralelepípedo rectangular, y que está fijado contra la cara extrema radial externa de la parte -8- de la pieza interna -6-, por lo tanto, radialmente en el exterior de los topes de aislamiento -12a- y -12b- por vulcanización por moldeo o por encolado, especialmente y de manera que sus dos lados opuestos paralelos al eje longitudinal -ZZ- constituyen los dos topes flexibles tangenciales -24b-, mientras que los dos lados perpendiculares a los ejes longitudinales -ZZ- y radial -YY- constituyen los dos topes flexibles longitudinales -24a-.

Igual que en los ejemplos anteriores, cada tope flexible -24a- ó -24b- está separado por un intersticio funcional, en reposo en la posición nominal, de una respectivamente de las cuatro caras internas planas en oposición sobre el marco -10- de la pieza externa -9-.

La figura 8 representa una sección transversal o tangencial de una variante de realización, según las figuras 6 y 7, en la que el único elemento de elastómero -34- que constituye todos los topes flexibles del módulo correspondiente está realizado en forma de un manguito de sección cuadrangular de elastómero fijado alrededor de la parte de extremo radial externo de la parte -8- de la pieza interna -6-, cuya pieza -8- adopta forma externa paralelepípedica rectangular de sección transversal, por ejemplo cuadrada. La pieza rígida interna -6-, cuya parte -8- está dotada de este modo del manguito de elastómero -34- presenta dos topes flexibles longitudinales -34a- y dos topes flexibles tangenciales -34b- que son más delgados que los de la realización de la figura 7 y producen, por lo tanto, un intersticio funcional nominal más importante con las caras internas en oposición del marco -10- de la pieza externa -9-.

La figura 9 representa además, otra variante en la que el único elemento de elastómero -44-, en forma de un manguito de sección transversal cuadrangular y que constituye todos los topes flexibles de un módulo -4-, está solidarizado por sus cuatro caras planas externas contra las cuatro caras planas internas de la abertura central del marco -10- de la única pieza rígida externa -9-, de manera que en esta variante, los dos topes flexibles longitudinales -44a- y los dos topes flexibles tangenciales -44b- formados por los dos pares de lados opuestos del manguito -44-, están dispuestos sobre la pieza externa -9-, en el marco -10- de la cual se acopla la parte extrema radial externa -8- de la única pieza interna -6-. En este ejemplo, dado que el espesor del manguito de elastómero -44- es sensiblemente igual a la del manguito de elastómero -34- de la figura 8, los intersticios funcionales entre la parte -8- de la pieza interna -6- y los topes flexibles de la pieza externa -9- tienen sensiblemente el mismo valor que en el ejemplo de la figura 8, en la hipótesis de que el marco -10- de la pieza externa -9- y la parte -8- de la pieza interna -6- presentan las mismas dimensiones.

Además, si la parte radial externa -8- de la pieza interna -6- presenta una sección rectangular o cuadrada cuyos dos lados son superiores a los dos lados de la sección análoga de la pieza interna -6- en su parte adyacente a su parte radial interna de fijación sobre la plataforma -3-, la parte radial externa -8- constituye un tope rígido que presenta salientes o constituyendo por sí misma dichos salientes, en oposición al extremo libre de los topes flexibles opuestos -44a- ó -44b-, sin contacto en reposo con esos topes flexibles, cuyos salientes están separados por intersticios funcionales correspondientes a las carreras máximas de los salientes con respecto a dichos topes flexibles -44a-, -44b-, para pasar de la posición de reposo o nominal a la posición activa de dichos topes.

En este ejemplo, igual que en los anteriores, la pieza o piezas internas, tales como -6- y la pieza o piezas externas, tales como -9- son preferentemente metálicas, de acero o de titanio o una aleación de titanio, por ejemplo.

Además, se puede observar que la forma de las piezas rígidas internas y externas podría ser aproximadamente cilíndrica en vez de cuadrangular o paralelepípedica. En este caso, los topes flexibles pueden estar constituidos por una capa de elastómero de forma correspondiente fijada sobre la pieza interna (igual que en la figura 8) o bien sobre la pieza externa (como la figura 9).

El ejemplo de módulo de aislamiento -4- de las figuras 10 a 15 comprende una pieza única rígida externa -59-, que comprende un marco rectangular -60- destinado a ser posicionado y fijado tangencialmente sobre una estructura portante, tal como -5-, igual que en los ejemplos anteriores, y de una sola pieza metálica con una base -61- a la que está conectado el marco -60- por dos nervios laterales de rigidificación -62-, extendiéndose a la base -61- sobre los dos lados del marco -60- y radialmente hacia el exterior de éste último, en posición operativa, y esta base -61- está taladrada por tres alojamientos -63- para tornillos de fijación a la estructura portante.

Este ejemplo de módulo -4-, comprende igualmente una única pieza rígida interna -56-, que comprende una parte radial interna -57-, dispuesta en forma de base en arco de círculo para la fijación de la pieza -56- directamente sobre el borde de una plataforma portadora del en forma de disco circular, tal como la plataforma -3- de la figura 1, pero sin brida radial -3a-, y a estos efectos, esta base -57- presenta tres alojamientos -57a- con fondo taladrado para la recepción de tres tornillos de fijación de la pieza -56- a la plataforma (ver figuras 14 y 15). La pieza interna -56- comprende igualmente una parte radial externa -58-, de una sola pieza metálica con la parte -57-, y dispuesta en forma de embudo radial de forma externa paralelepípedica rectangular con un orificio radial ciego y roscado -64- en el que se atornilla de manera regulable un tornillo -66- de retención y fijación, radialmente en el exterior del embudo radial -58- de un tope rígido -65-, metálico, con forma exterior igualmente de paralelepípedo rectángulo, pero

aplanado y taladrado por un orificio central de paso del tornillo -66-. El tope -65- está montado de esta manera de forma desmontable y regulable radialmente sobre la pieza interna -56- y es, por lo tanto, intercambiable.

El conjunto de los bloques de aislamiento y de los topes flexibles está constituido por un único elemento de elastómero -51-, que tiene exteriormente la forma de un manguito -54- de sección sensiblemente cuadrangular, adherido o vulcanizado por sus cuatro caras laterales externas planas a las cuatro caras internas planas del marco -60- de la pieza externa -59- y cuyo grosor es suficiente para que en su parte radial externa, rodeando sin contacto, en reposo, el tope rígido -65-, dicho manguito -51- constituya los dos topes flexibles opuestos longitudinales -54a- y los dos topes flexibles opuestos tangenciales -54b- (ver figuras 11 a 13 y 15), mientras que la parte radial interna de este manguito -54- está conectada por cuatro bloques -52- paralelepípedicos, idénticos y opuestos dos a dos, a un manguito interno -53-, igualmente de sección sensiblemente cuadrangular, más delgada que el manguito externo -54- y solidarizada por mecanización o adherencia por sus cuatro caras planas internas a las cuatro caras laterales planas externas del embudo radial -58- rodeado de esta manera y que está acoplado en el marco -60- de la pieza externa -59-. De esta manera, los cuatro bloques de elastómero -52- que conectan los manguitos interno y externo -53- y -54- entre sí, constituyen dos bloques de aislamiento opuestos y longitudinales -52a- y dos bloques de aislamiento opuestos y tangenciales -52b-, tal como se ha representado en las figuras 11 a 13 y 15, representando las secciones -12- y -15- por una parte y la sección -13- por otra, más particularmente y respectivamente los bloques longitudinales -52a- y topes flexibles longitudinales -54a- por una parte, y por otra parte los bloques tangenciales -52b- y topes flexibles tangenciales -54b-.

Se comprende que la intercambiabilidad del tope rígido -65- permite regular los intersticios funcionales entre dos de sus lados opuestos y los dos topes flexibles longitudinales -54a- y entre sus otros dos lados opuestos y los dos topes flexibles tangenciales -54b-. Esta intercambiabilidad permite igualmente ajustar el grosor de este tope -65- y su posicionamiento radial regulable con respecto al embudo radial -58- permite posicionarlo de manera apropiada con respecto a los topes flexibles -54a- y -54b-.

El funcionamiento de este dispositivo es el mismo que el de los ejemplos anteriores, y también la realización de los bloques de aislamiento y topes flexibles de elastómero se puede realizar por moldeo del elastómero, después del tratamiento superficial de las partes metálicas para asegurar la adherencia elastómero-metal entre las dos piezas interna -56- y externa -59-, utilizando hoyos o tapas para llenar los volúmenes que no deben ser ocupados por el elastómero, en especial alrededor del tope -65- y entre este tope -65- y los cuatro bloques -52-. El montaje desacoplable de este tope -65- facilita la retirada de estos hoyos o tapas después del moldeo del elastómero que se fija por vulcanización en las superficies correspondientes y preparadas de las piezas rígidas interna -56- y externa -59-.

Igualmente en este ejemplo, se comprueba que los bordes del tope rígido -65- constituyen salientes metálicos en una posición a los topes flexibles -54a-, -54b- con los que estos salientes delimitan los intersticios funcionales que permiten el paso de la posición de reposo a las posiciones activas de los topes flexibles, para limitar y filtrar las vibraciones de gran amplitud, mientras que las microvibraciones son atenuadas y filtradas por los bloques de aislamiento -52a- y -52b-.

Se puede observar igualmente que en una variante del dispositivo (no representada en las figuras 12 a 15), no existe unión entre los bloques de aislamiento y los bloques flexibles (se pueden colocar núcleos entre los dos), sea porque se utilizan elastómeros distintos para realizar los bloques y los topes, sea porque se desea evitar eventuales interacciones dinámicas entre los bloques y los topes.

Para todas estas variantes de realización de la invención, la forma o formas de los bloques de aislamiento -12- y -52- y/o de los topes flexibles -12-, -24-, -34-, -44- y -54- se pueden escoger sin demasiadas limitaciones, siendo las formas preferentes paralelepípedicas o cilíndricas por razones de simplicidad y de linealidad para pequeños desplazamientos, pero son también posibles formas troncocónicas o piramidales. Igualmente, cada bloque y/o tope flexible puede ser monobloque de elastómero o dispuesto en forma de láminas, por ejemplo, con varias capas de elastómero de rigideces distintas, pudiendo ser el elastómero de los bloques y de los topes flexibles el mismo o pudiendo ser elastómeros distintos.

Para cada una de estas variantes, las características de los bloques de aislamiento, tales como -12-, en términos de sección, altura, módulo viscoelástico, ángulos entre los bloques longitudinales -12a- y plano medio de la pieza o piezas internas -6-, ángulos entre el eje radial de los módulos de aislamiento y el plano de colocación del equipo -2-, se escogen con la finalidad de asegurar que las funciones de frecuencia de transmisibilidad de los esfuerzos, según fuerza y par en los tres ejes para pequeños movimientos (más allá del punto de funcionamiento de los topes flexibles, tales como -14-) corresponden a una dimensión especificada, de manera que, por ejemplo, las vibraciones de reducidas amplitudes de fuerza y par transmitidas por el equipo -2- a la estructura -5- del satélite, sean correctamente filtradas más allá de una frecuencia determinada y que las fuerzas y pares útiles generados por el equipo -2- sean transmitidos sin alteración perjudicial más allá de estas frecuencias determinadas.

Asimismo, las características de los topes flexibles, tales como -14- en términos de sección y altura del elastómero, módulo de viscoelasticidad de elastómero, dimensión del intersticio entre el elastómero del tope flexible y la pieza

5 rígida en oposición al reposo, se escogen de manera tal que se evita una deformación demasiado importante de los bloques de aislamiento, tales como -12-, cuando tienen lugar elevadas cargas aplicadas al dispositivo, impidiendo de este modo cualquier deterioro o fenómeno irreversible no deseable, y al mismo tiempo, las funciones frecuenciales de transmisibilidad de los esfuerzos en fuerza y en par, según los tres ejes en todo el rango de funcionamiento previsto para el dispositivo corresponden a una dimensión especificada, de manera que las vibraciones y choques de grandes amplitudes en fuerza y par transmitidas por la estructura -5- del satélite al equipo -2-, sean correctamente filtradas.

10 Se debe observar, que para facilitar la fabricación de los módulos -4- de aislamiento, es muy ventajoso utilizar el mismo tipo de elastómero para los bloques de aislamiento -12-, -52- y los topes flexibles -14-, -24-, -34-, -44- y -54-.

15 Igualmente se pueden realizar las piezas internas -6- ó -56- de los módulos -4- de aislamiento de manera que estas piezas formen cuerpo con el equipo -2- o la plataforma -3- portaequipo, lo que hace el dispositivo menos modular, pero permite un mayor carácter compacto (especificación de volumen permisible) y de integrabilidad.

20 En caso necesario, algunas de las realizaciones del dispositivo de la invención permiten proceder a diferentes regulaciones: intersticio funcional entre cada tope flexible y la parte en oposición de la pieza o piezas rígidas interna o externa del módulo correspondiente, pudiendo ser diferenciado este intersticio, según la dirección longitudinal o tangencial o incluso según el sentido en cada dirección y/o rigidez de los topes flexibles, por elección del elastómero o elastómeros y/o de la estructura de los topes flexibles, que pueden diferenciarse también según las direcciones longitudinales y tangenciales, o según el sentido de estas direcciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) de aislamiento multiaxial de, como mínimo, un equipo (2) generador de vibraciones situado a bordo de una estructura portante (5), tal como un satélite, que comprende, como mínimo, tres módulos (4) de aislamiento repartidos en la periferia de dicho equipo vibrante (2) o de un soporte (3) de éste último, comportando cada módulo (4) de aislamiento, como mínimo, dos piezas rígidas (6, 9, 9a, 9b, 59) de las que por lo menos una, llamada pieza externa (9, 9a, 9b, 59), está destinada a ser fijada (13) a la estructura portante (5), y de la que, como mínimo, otra pieza llamada pieza interna (6, 56), está destinada a ser fijada (7a) a dicho equipo vibrante (2) o a su soporte (3), estando conectadas, por lo menos una pieza interna (6, 56), y por lo menos, una pieza externa (9, 9a, 59) una a otra por, como mínimo, un bloque (12, 52) de aislamiento de elastómero que amortigua por su deformación la transmisión de vibraciones de reducida amplitud generadas por dicho equipo (2), comprendiendo cada módulo (4) igualmente, como mínimo, dos topes flexibles (14, 24, 34, 44, 54) montados sobre, como mínimo, una pieza interna (6, 56) o, como mínimo, una pieza externa (9, 9b, 59), y teniendo cada una un extremo libre en oposición a otra pieza, respectivamente externa (9, 59) o interna (6, 56) y sin contacto con la otra pieza mencionada en reposo, actuando cada uno de dichos, como mínimo dos topes flexibles (14, 24, 34, 44, 54) según, como mínimo, un eje de deformación de dicho, como mínimo, un bloque de aislamiento (82, 52), y dos topes flexibles llamados, longitudinales (14a, 24a, 34a, 44a, 54a), que se activan según el eje longitudinal (-ZZ), en sentidos opuestos, **caracterizado porque** cada módulo (4) de aislamiento comprende, además, dos topes flexibles, llamados tangenciales (14b, 24b, 34b, 44b, 54b), activos según el eje tangencial (-XX), en sentidos opuestos.
2. Dispositivo de aislamiento, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos topes flexibles (14a, 14b, 24a, 24b, 34a, 34b, 44a, 44b, 54a, 54b) de dichos módulos de aislamiento (4) comprenden cada uno de ellos, como mínimo, un elemento de elastómero que establece contacto con la otra pieza rígida mencionada (9, 6, 56) en oposición, para la posición activa del tope flexible correspondiente.
3. Dispositivo de aislamiento, según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el elemento de elastómero (44, 51) de, como mínimo, un tope flexible (44a, 44b, 54a, 54b) de, como mínimo, un módulo de aislamiento (4) presenta un extremo libre en oposición a la otra pieza externa o interna (6, 56) y sin contacto en reposo con la otra pieza mencionada (6, 56), que presenta una parte (8, 65) en oposición a dicho elemento de elastómero (44, 51) y constituida por un saliente metálico de la otra pieza mencionada (6, 56).
4. Dispositivo de aislamiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque**, como mínimo, un módulo de aislamiento (4) comprende, como mínimo, un bloque de aislamiento llamado tangencial (12b), montados sensiblemente, según el eje tangencial (-XX), y/o por lo menos un bloque de aislamiento, llamado longitudinal (12a), montado sensiblemente, según el eje longitudinal (-ZZ).
5. Dispositivo de aislamiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque**, como mínimo, un módulo de aislamiento (4) comprende dos bloques de aislamiento longitudinales (12a), preferentemente idénticos, montados sensiblemente de forma simétrica a un lado y otro de una pieza interna (6) de dicho módulo (4), según el eje longitudinal (-ZZ), y/o dos bloques de aislamiento tangenciales (12b), preferentemente idénticos, montados sensiblemente de forma simétrica a un lado y otro de una pieza interna (6) de dicho módulo (4), según el eje tangencial (-XX).
6. Dispositivo de aislamiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque**, sobre por lo menos un módulo (4), los dos topes flexibles longitudinales (14a), preferentemente idénticos, están montados sensiblemente de forma simétrica a un lado y otro de una pieza interna (6), según el eje longitudinal (-ZZ) y los dos topes flexibles tangenciales (14b), preferentemente idénticos, están montados sensiblemente de forma simétrica a un lado y otro de una pieza interna (6), según el eje tangencial (-XX).
7. Dispositivo de aislamiento, según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el conjunto de topes flexibles (24a, 24b, 34a, 34b, 44a, 44b, 54a, 54b) de, como mínimo, un módulo está constituido por un solo elemento de elastómero (23, 34, 44, 51) fijado sobre una (6, 9, 59) de las piezas rígidas internas (6) y externas (9, 59), en oposición de otra pieza rígida, respectivamente externa o interna (6).
8. Dispositivo de aislamiento, según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el conjunto de los bloques de aislamiento (52a, 52b) y de los topes flexibles (54a, 54b) de, por lo menos, un módulo (4) está constituido por un solo elemento de elastómero (51).
9. Dispositivo de aislamiento, según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** por lo menos un módulo (4) comprende dos piezas rígidas externas (9a, 9b), de las que una (9b) lleva todos los topes flexibles (14), y la otra (9a) está conectada por dicho por lo menos un bloque (12) de aislamiento a la pieza rígida interna (6) o a una pieza rígida interna de dicho módulo (4), estando fijada la parte flexible de dichos topes flexibles sobre la cara interna de dicha pieza rígida externa que lleva todos los topes flexibles, o bien sobre la cara externa de la pieza rígida interna o de una pieza rígida interna.
10. Dispositivo de aislamiento, según la reivindicación 9, **caracterizado porque** dicha pieza externa (9b) que lleva

los topes flexibles (14) está fijada de manera desmontable (13) a dicha estructura portante (5) en posición radial externa con respecto a la otra pieza externa (9a) de dicho módulo (4).

5 11. Dispositivo de aislamiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque**, sobre, por lo menos un módulo (4), una primera pieza interna (6) está fijada a dicho equipo vibrante (2) o a su soporte (3), y conectada por dicho, como mínimo, un bloque de aislamiento (12) a la pieza externa o a una pieza externa (9) de dicho módulo (4), y todos los topes flexibles (14) son soportados por una segunda pieza interna (15) fijada de manera desmontable y regulable en posición sobre dicha primera pieza interna (6), estando fijada la parte flexible de dichos topes flexibles a la cara interna de la pieza externa o de una pieza externa, o bien sobre la cara externa de dicha segunda pieza rígida interna.

15 12. Dispositivo de aislamiento, según la reivindicación 11, **caracterizado porque** los topes flexibles (14) están soportados sobre o alrededor del extremo radial externo (15b) de dicha segunda pieza interna (15) dispuesta en forma de embudo radial que se acopla parcialmente, de forma desmontable y con regulación radial, dentro de dicha primera pieza interna (6) conectada por dicho, por lo menos un bloque (12) a un marco (10) de una pieza externa o de la única pieza externa (9) en la que se acoplan radialmente dichas primera (6) y segunda (15) piezas internas.

20 13. Dispositivo de aislamiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque**, sobre, por lo menos un módulo (4), las partes flexibles de los topes flexibles (24a, 24b, 34a, 34b) están fijadas sobre una misma pieza interna (6) y constituidas por un solo elemento de material elastómero (24, 34), de sección, por ejemplo cuadrada o circular, fijada sobre o alrededor de una parte extrema radial externa (8), de forma general respectivamente, paralelepípedica o cilíndrica de dicha pieza interna (6) y acoplado, sin contacto en reposo, en un marco (10) de forma correspondiente de, como mínimo, una pieza externa (9).

25 14. Dispositivo de aislamiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque**, sobre, como mínimo un módulo (4), las partes flexibles de los topes flexibles (44a, 44b, 54a, 54b) están fijadas sobre una misma pieza externa (9, 59) y están constituidas por un solo elemento de elastómero (44, 54) en forma de manguito de sección, por ejemplo, cuadrangular o circular, fijado por su cara externa en el interior de un marco (10, 60) de dicha pieza externa (9, 59), y rodeando, sin contacto en reposo, un tope rígido (8, 65) de forma correspondiente montado sobre un embudo radial (8, 58) de una pieza interna (6, 56), saliente radialmente hacia el exterior y acoplada en dicho marco (10, 60) de la pieza externa (9, 59).

35 15. Dispositivo de aislamiento, según la reivindicación 14, **caracterizado porque** dicho tope rígido (65) es intercambiable, tiene una forma sensiblemente paralelepípedica o cilíndrica y está fijado, preferentemente de manera desmontable regulable, en el extremo radial externo de dicho embudo radial (58) de la pieza interna (56).

40 16. Dispositivo de aislamiento, según una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado porque** cada uno de los módulos de aislamiento (4) tiene su eje radial (-YY) inclinado en un mismo ángulo (α) con respecto al plano de disposición del equipo vibrante (2) sobre una plataforma (3) porta-equipos de la que son solidarias las piezas internas (6) de dichos módulos (4).

17. Dispositivo de aislamiento, según una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado porque** comprende tres módulos de aislamiento idénticos (4).

45 18. Dispositivo de aislamiento, según una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado porque** comprende cuatro módulos idénticos (4) dispuestos, preferentemente, en los vértices de un cuadrado y orientados preferentemente de forma simétrica con respecto a las diagonales (D1, D2) del cuadrado.

50 19. Dispositivo de aislamiento, según una de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizado porque** las características de los bloques de aislamiento (12a, 12b), en términos de sección, altura, módulo viscoelástico, ángulos entre los bloques longitudinales (12a) y el plano medio de la pieza o piezas internas (6), ángulos entre el eje radial (-YY) de los módulos de aislamiento (4) y el plano de disposición del equipo (2), se escogen con la finalidad de asegurar que las funciones frecuenciales de transmisibilidad de los esfuerzos en fuerza y en par, según los tres ejes, con pequeños movimientos, más cerca de la posición activa de los topes flexibles (14a, 14b), corresponden a una dimensión específica, de manera que, por ejemplo, las vibraciones de reducidas amplitudes en forma y par transmitidas por el equipo (2) a la estructura portante (5) sean correctamente filtradas más allá de una cierta frecuencia, y que las fuerzas y pares de fuerzas útiles, en general, para el equipo (2) sean transmitidos sin alteración perjudicial más allá de dicha frecuencia.

60 20. Dispositivo de aislamiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizado porque** las características de los topes flexibles (14a, 14b), en términos de sección, altura del elastómero, modelo viscoelástico del elastómero, en dimensión del intersticio entre el tope flexible (14a, 14b) y la pieza (6, 9) en oposición, son tales que se evita una deformación demasiado importante de los bloques de aislamiento (12a, 12b) cuando tienen lugar fuertes cargas aplicadas al dispositivo (1), impidiendo de este modo cualquier deterioro o fenómeno irreversible indeseable y simultáneamente las funciones frecuenciales de transmisibilidad de los esfuerzos en fuerza y par, según los tres ejes todo el rango de funcionamiento previsto por el dispositivo (1) corresponden a una dimensión

determinada, de manera que, las vibraciones y choques de grandes amplitudes en fuerza y par transmitidas por la estructura portante (5) al equipo (2) sean correctamente filtrados.

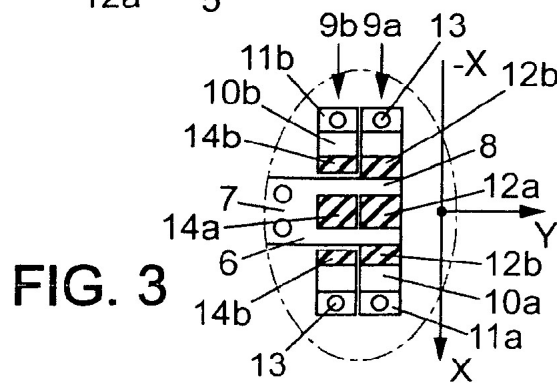
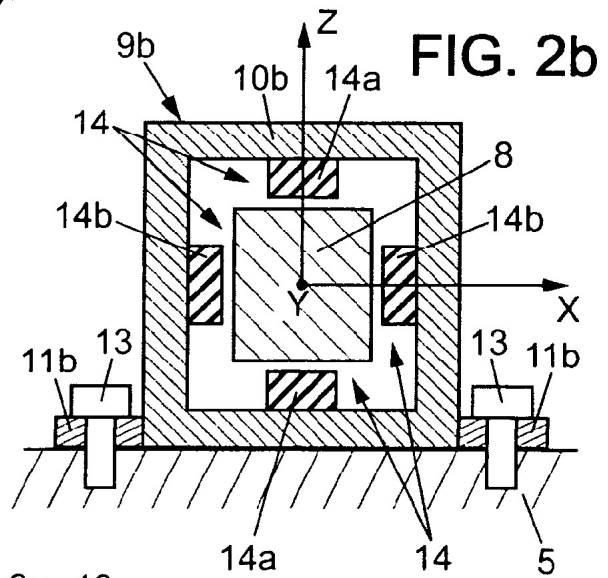
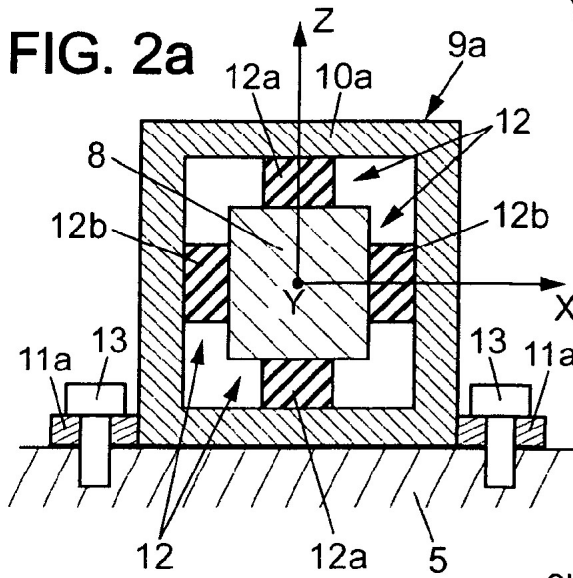
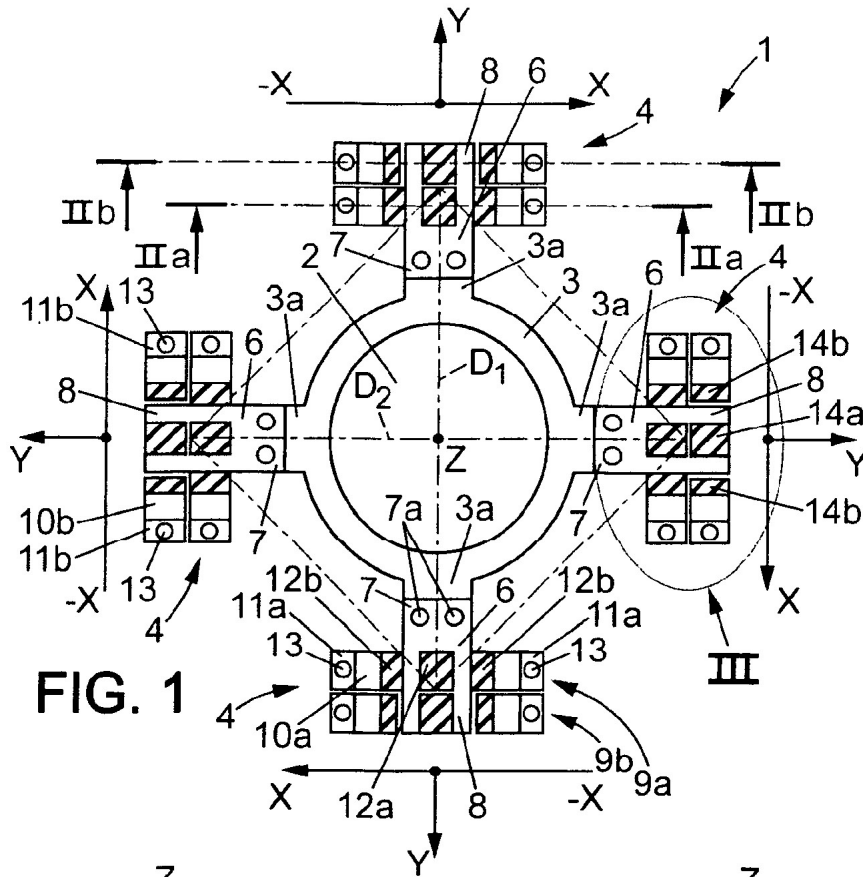
5 21. Aplicación del dispositivo de aislamiento (1), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizada porque** el equipo (2) es un equipo espacial situado a bordo de un satélite, comprendiendo dicho equipo (2), como mínimo, una parte giratoria que genera vibraciones, tal como por ejemplo por lo menos uno de los equipos siguientes: rueda de reacción, rueda cinética, rueda de inercia, rueda de almacenamiento de energía, girodino o accionador giroscópico o CMG, debiendo resistir dicho equipo (2) dotado de su dispositivo (1) de aislamiento, las cargas estáticas y dinámicas, tales como vibraciones, choques que sufre en el lanzamiento del satélite.

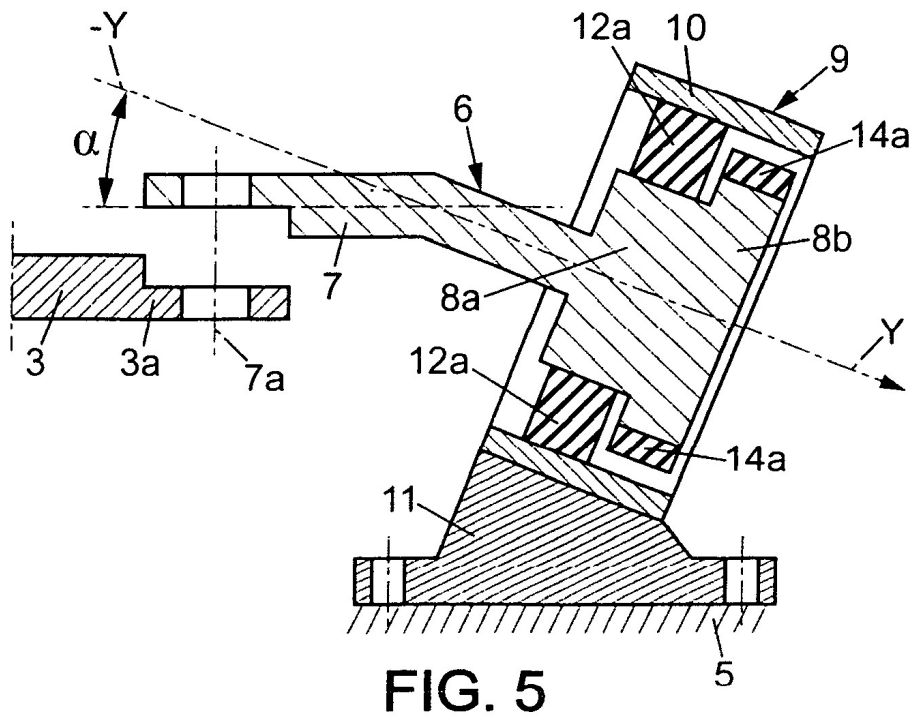
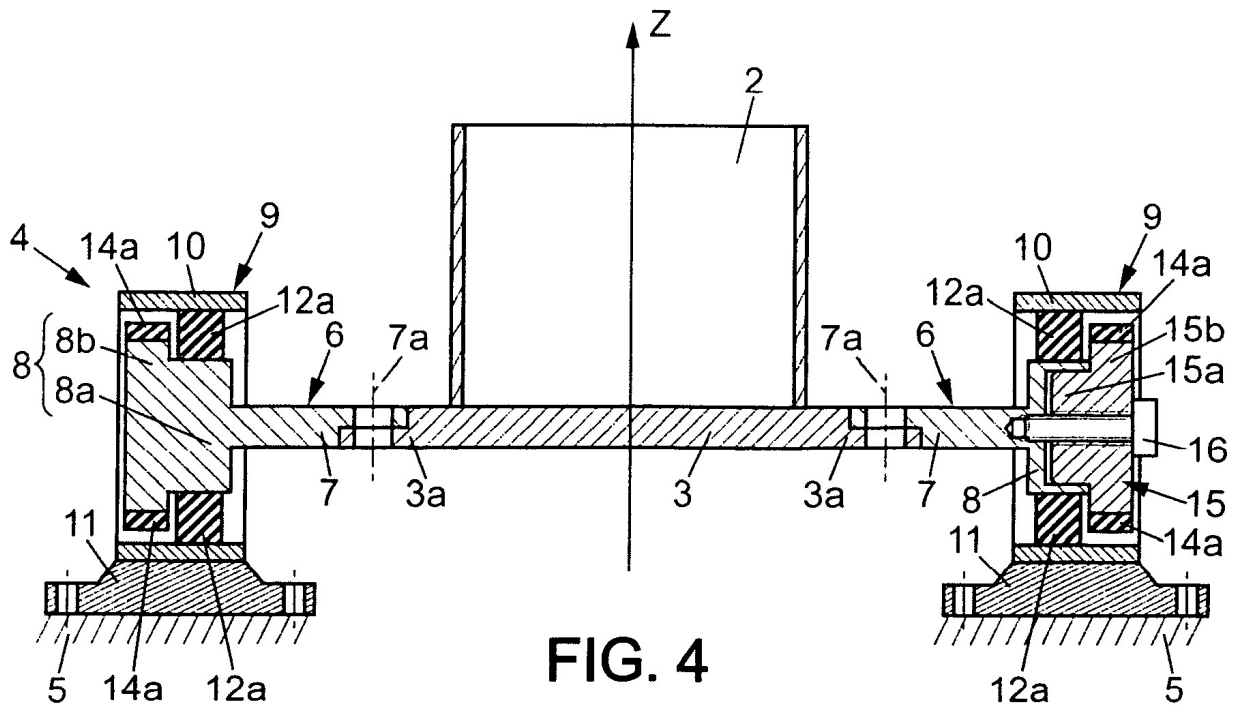
10 22. Aplicación del dispositivo de aislamiento (1), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizada porque** el equipo (2) es un equipo espacial situado a bordo de un satélite, comprendiendo dicho equipo (2), como mínimo, una parte animada en traslación por un movimiento que comprende, como mínimo, una componente temporal periódica en el tiempo que genera vibraciones, tal como por ejemplo, un compresor utilizado para generar frío, debiendo resistir dicho equipo (2) dotado de su dispositivo (1) de aislamiento, las cargas estáticas y dinámicas, tales como vibraciones, choques que sufre en el lanzamiento del satélite.

15 23. Aplicación, según cualquiera de las reivindicaciones 21 y 22, **caracterizada porque** el dispositivo de aislamiento (1) sirve para aislar un conjunto de equipos de los que, por lo menos, uno (2) es un perturbador, estando todos montados en la misma plataforma porta-equipos (3).

20 24. Aplicación, según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23, **caracterizada porque** el dispositivo (1) de aislamiento sirve para aislar una parte de un satélite, por ejemplo un módulo de servicio en oposición a otra parte del satélite, por ejemplo, una carga útil.

25





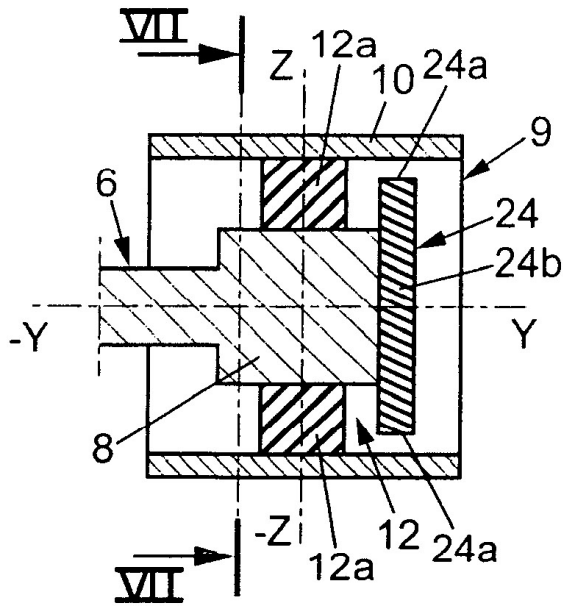


FIG. 6

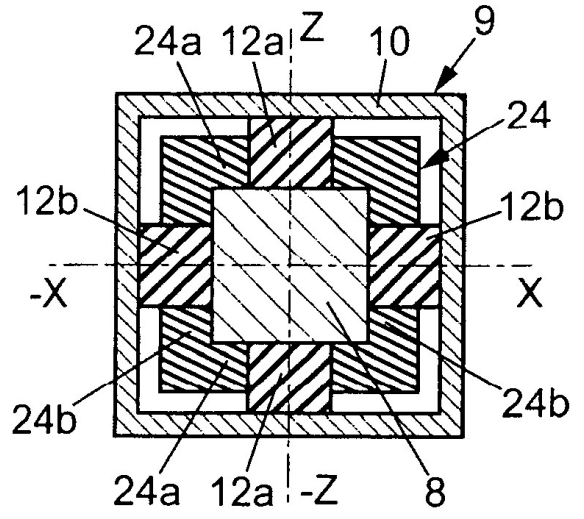


FIG. 7

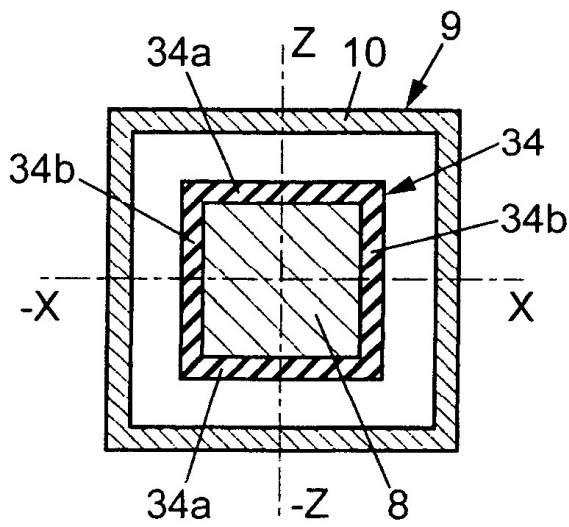


FIG. 8

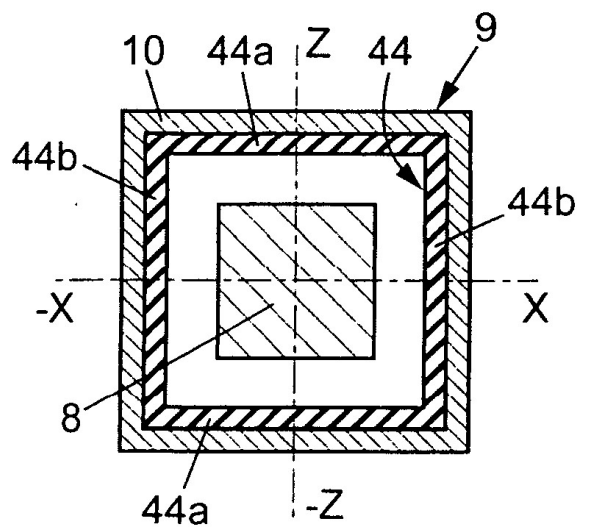


FIG. 9

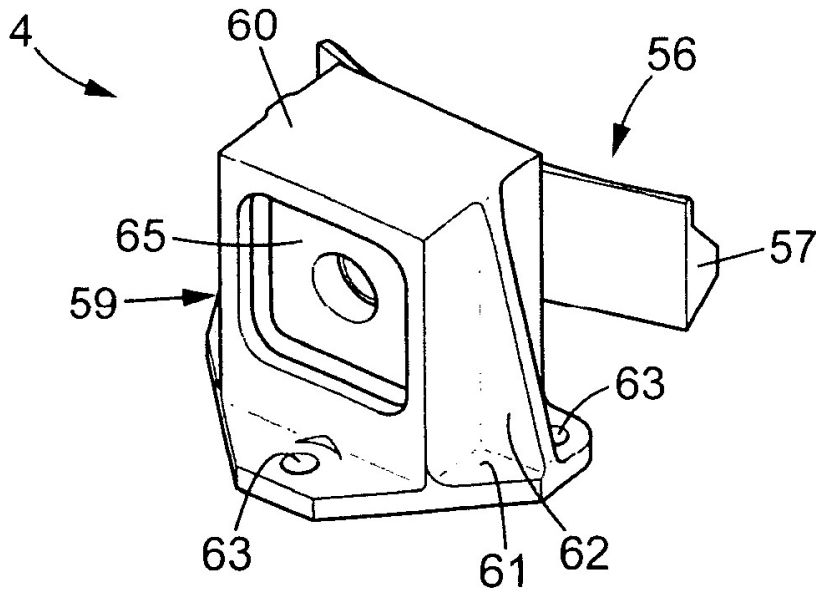


FIG. 10

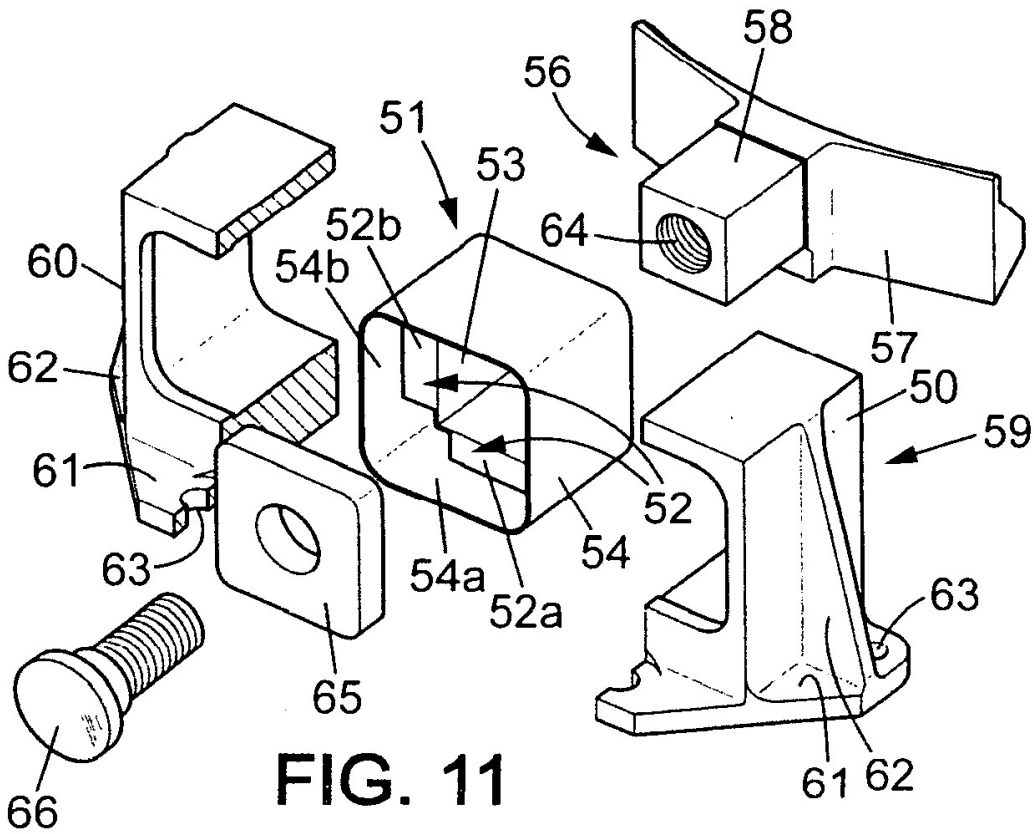


FIG. 11

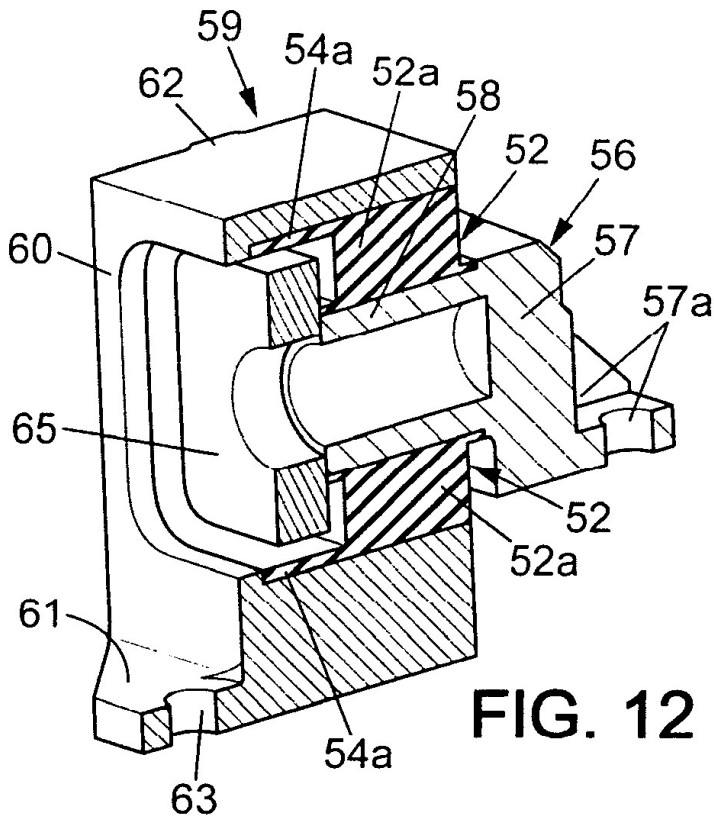


FIG. 12

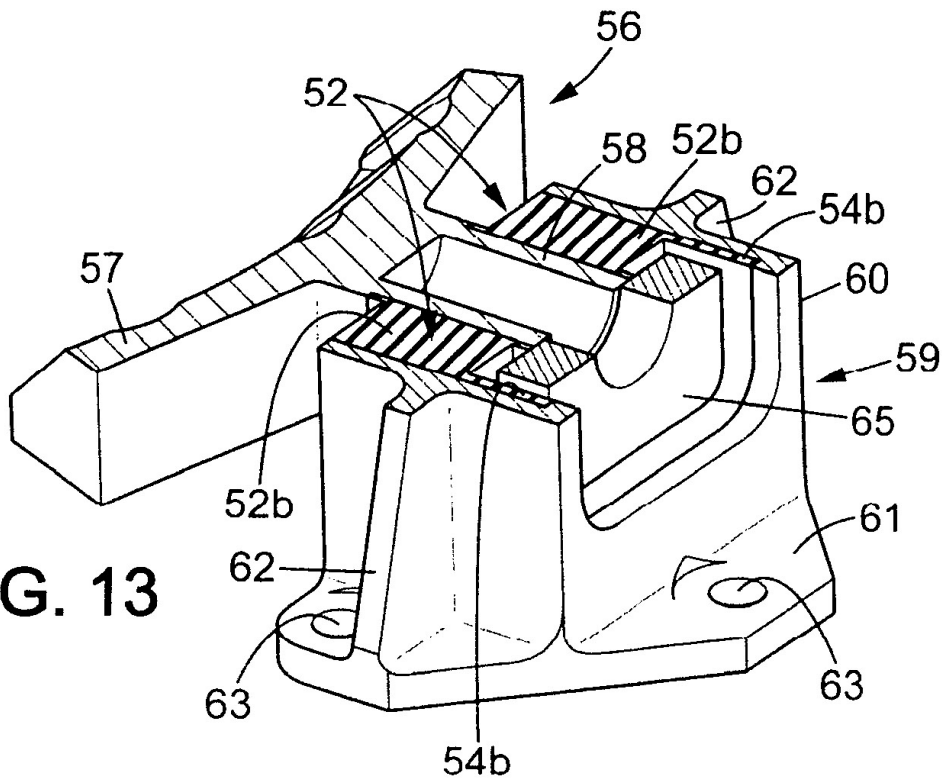


FIG. 13

