

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 749**

51 Int. Cl.:
F16F 15/32 (2006.01)
G01M 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09154259 .7**
96 Fecha de presentación: **03.03.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2226529**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2010**

54 Título: **Aparato que comprende un eje y un manguito de equilibrado**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2012

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
Knowles, Grahame

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 384 749 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

Aparato que comprende un eje y un manguito de equilibrado

Esta invención está relacionada con un aparato que comprende un eje y un manguito de equilibrado, tal como se conoce por ejemplo a partir del documento US-A1645323.

5 La invención encuentra su aplicación en un aparato motriz mecánico que comprende un eje de acoplamiento para acoplar una unidad motriz en un primer extremo del eje a una unidad accionada en un segundo extremo del eje, en utilización del aparato de la unidad motriz que hace girar el eje para accionar la unidad accionada.

Puede ser difícil el equilibrado del eje de acoplamiento para unas velocidades menores y para las superiores de rotación debido a la flexibilidad del eje. Esto se expondrá con referencia a las figuras 1 y 2.

10 En la figura 1, el disco 1 está montado sobre un eje 3, y las bridas de equilibrado 5, 7 están montadas sobre los extremos del eje. El eje está montado para la rotación alrededor de un eje Z. La distancia entre el disco 1 y las bridas 5, 7 es a y b respectivamente. El centro de gravedad cg_{disc} del disco 1 está desplazado verticalmente hacia arriba desde el eje A del disco 1 mediante una distancia ed_{disc} (la excentricidad del disco 1). El centro gravedad cabal de la brida 5 de equilibrado está desplazado verticalmente hacia abajo desde el eje A2 de la brida 5 mediante una distancia $ebal$ (la excentricidad de la brida 5). El desplazamiento del centro de gravedad de la brida 5 está debido a la adición de la brida del pero de equilibrado 9.

15 Para el equilibrado del eje 3, la fuerza centrífuga Cabal en la brida 5 (como resultado de su excentricidad) por la distancia $a+b$ desde la brida 5 a la brida 7 tiene que ser igual a la fuerza centrífuga CF_{disc} que actúa sobre el disco 1 (como resultado de su excentricidad) por la distancia b desde el disco 1 a la brida 7, es decir $CF_{ball} \cdot (a+b) = CF_{disc} \cdot b$ (Ecuación 1), o bien $M_{bal} \cdot w^2 \cdot (a+b) = (M_{disc} \cdot ed_{disc} \cdot w^2 \cdot b)$ (Ecuación 2), en donde M_{bal} es la masa de la brida 5, M_{disc} es la masa del disco 1, y w^2 es la velocidad angular de rotación al cuadrado. Esto proporciona: $M_{bal} \cdot e_{bal} = (b/(a+b)) \cdot M_{disc} \cdot ed_{disc}$ (Ecuación 3), es decir, para el equilibrado de la masa de la brida de equilibrado 5 multiplicado por la excentricidad de la brida 5 tiene que ser igual a $b/(a+b)$ por la masa del disco 1 multiplicado por la excentricidad del disco 1.

25 La Ecuación 3 mantiene el equilibrado a velocidades menores de rotación, pero en las altas velocidades un incremento del CF_{disc} (debido a un incremento de la velocidad) provoca el flexado del eje 3 tal como se muestra en la figura 2, que da lugar a una elevación en el desplazamiento d del disco 1 desde el eje A de rotación (el eje del eje 3 se denomina A3 en la figura 2). La excentricidad del disco 1 incrementa realmente por tanto mediante d , creando una fuerza adicional que actúa sobre el disco, que es igual a $M_{disc} \cdot d \cdot w^2$, dando lugar en la Ecuación 3 que no puede mantener el equilibrado (se observará que existe un desplazamiento despreciable de las bridas de equilibrado 5, 7 a unas velocidades mas altas, de forma que el único incremento en las fuerzas centrífugas que actúan en las bridas 5, 7 a altas velocidades se debe al incremento de la velocidad. Asi pues, En las altas velocidades tiene lugar un error de equilibrado, el cual es proporcional al desplazamiento d del disco 1. No es posible equilibrar el eje 3 totalmente tanto a bajas como a altas velocidades del funcionamiento debido al flexado del eje.

30 De acuerdo con la presente invención se proporciona un aparato que comprende un eje montado para la rotación y un manguito de equilibrado para equilibrar el eje durante la rotación, caracterizado por el manguito de equilibrado que tiene un primer y segundo extremos separados axialmente, en donde el primer extremo está asegurado al eje de forma que el manguito de equilibrado sea substancialmente concéntrico con el eje y que gire con el eje, en donde el segundo extremo incorpora un peso de equilibrado para equilibrar el eje a velocidades inferiores de rotación del eje, en donde no existe substancialmente flexado del eje, en donde la rigidez en sentido longitudinal del manguito de equilibrado es proporcional a la rigidez en sentido longitudinal del eje para mantener el equilibrado del eje a altas velocidades de rotación del eje, en donde existe un flexado del eje.

Se describirá a continuación la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos en donde:

35 La figura 1, ya expuesta, ilustra un eje de acoplamiento sobre el cual está montado un disco parcialmente a lo largo del eje y las bridas de equilibrado que están montadas sobre los extremos del eje;

La figura 2, y expuesta, ilustra el eje de la figura 1 que se deflexiona a velocidades más altas de rotación del eje;

La figura 3 ilustra el concepto de la presente invención mediante el desarrollo de lo mostrado en las figuras 1 y 2;

La figura 4 es una sección longitudinal parcial a través de un primer aparato motriz mecánico de acuerdo con la presente invención;

40 La figura 5 es una vista en la flecha V en la figura 4;

La figura 6 es una sección longitudinal parcial a través de un segundo aparato motriz mecánico de acuerdo con la presente invención;

La figura 7 es una sección transversal en la línea VII-VII en la figura 6;

5 La figura 8 es una sección longitudinal parcial a través de un tercer aparato motriz mecánico de acuerdo con la presente invención; y

La figura 9 es una vista de la flecha IX en la figura 8.

10 Con referencia a la figura 3, la presente invención consigue el equilibrado del eje 3 tanto en las bajas como en las altas velocidades de rotación, mediante el uso del manguito 11 de equilibrado, en donde un extremo del mismo está fijado a la brida 5 de equilibrado. El peso de equilibrado 9 ya no se añade a la brida 5 sino al extremo libre del manguito 11, de nuevo verticalmente hacia abajo desde el eje A4 del manguito 11. De nuevo, el peso de equilibrado se selecciona para equilibrar el eje 3 a velocidades bajas de rotación en donde pueda existir un flexado despreciable del eje.

15 Al igual que antes, a altas velocidades, existirá un desplazamiento d del disco 1, pero esta vez, debido al flexado del manguito 11 de equilibrado, existirá también un desplazamiento y del peso de equilibrado en el extremo libre del manguito 11 en la dirección opuesta al desplazamiento d. Esto compensa el desplazamiento d tal como se expone a continuación.

20 Para mantener el equilibrado a velocidades más altas, $CF_{ball} \cdot (a+b) = CF_{disc} \cdot b$ (Ecuación 4), o $M_{bal} \cdot (e_{bal} + y) \cdot w^2 \cdot (a+b) = M_{disc} \cdot (e_{disc} + d) \cdot w^2 \cdot b$ (Ecuación 5). La resta de la Ecuación 2 de la Ecuación 5 proporciona: $M_{bal} \cdot y \cdot w^2 \cdot (a+b) = M_{disc} \cdot d \cdot w^2 \cdot b$ (Ecuación 6), o $M_{bal} \cdot y = \frac{b}{(a+b)} \cdot M_{disc} \cdot d$ (Ecuación 7). Ahora $CF_{ball} = S_{bal} \cdot y$ (Ecuación 8, en donde S_{bal} es la rigidez del manguito 11 de equilibrado, y $CF_{disc} = S_{shaft} \cdot d$ (Ecuación 9), en donde S_{shaft} es la rigidez del eje 3. La utilización de las Ecuaciones 8 y 9 para la sustitución de CF_{ball} y CF_{disc} en la Ecuación 1 proporciona: $S_{bal} \cdot y \cdot (a+b) = S_{shaft} \cdot d \cdot b$ (Ecuación 10), o bien $\frac{S_{bal} \cdot y}{S_{shaft}} = \frac{b}{(a+b)} \cdot d$ (Ecuación 11). Utilizando la Ecuación 11 para sustituir en $\frac{b}{(a+b)} \cdot d$ en la Ecuación 7 proporciona: $M_{bal} \cdot y = M_{disc} \cdot \frac{S_{bal} \cdot y}{S_{shaft}}$ (Ecuación 12), o bien $S_{bal} = S_{shaft} \cdot \frac{M_{bal}}{M_{disc}}$ (Ecuación 13). Así pues, para mantener el equilibrado a altas velocidades, la rigidez del manguito 11 de equilibrado tiene que acoplarse al eje 3 de acuerdo con la Ecuación 13.

30 Tal como puede verse a partir de la Ecuación 13, en el caso simple de las figuras 1 y 3, la relación entre S_{bal} y S_{shaft} es independiente de la velocidad de rotación, y por tanto la adaptación de S_{bal} a S_{shaft} de acuerdo con la Ecuación 13 consigue el equilibrado del eje 3 para todas las velocidades de rotación. En los casos más complejos la adaptación de S_{bal} a S_{shaft} es más difícil. El eje A de rotación puede no pasar a través del eje 3 debido al flexado de los ejes de adaptación adicionales conectados a estos extremos. Esto tiene el efecto del incremento del desplazamiento d del disco 1. Así pues, al adaptar la rigidez, el desplazamiento radial total de los centros de gravedad tiene que estar considerado. Esto puede ser complejo. A la vista de la dificultad en la rigidez de adaptación será ventajoso el tener disponible los manguitos de equilibrado de pruebas de distintas rigideces.

35 La selección de la rigidez del manguito de equilibrado se consigue de forma tal que el desequilibrado potencial del eje a altas velocidades debido al flexado del eje esté descentrado por un desequilibrado opuesto del eje a altas velocidades debido al flexado del manguito de equilibrado (mediante la expresión de desequilibrio opuesto se quiere significar el desequilibrio del eje que tendría lugar a altas velocidades debido al flexado del manguito de equilibrado, si el eje en sí no se flexiona en absoluto a altas velocidades). En otras palabras, el desequilibrio del eje a altas velocidades debido al flexado del eje se compensa por el flexado del manguito de equilibrado a estas altas velocidades.

40 Con referencia a las figuras 4 y 5, el primer aparato motriz mecánico comprende un eje de acoplamiento en la forma de un tubo hueco 21, y un manguito 23 de equilibrado que rodee al tubo 21. Un primer extremo 25 del manguito 23 está asegurado a un primer extremo 27 del tubo 21 de forma que el manguito 23 pueda girar con el tubo 21. Desde su primer extremo 25 el manguito 23 se extiende parcialmente a lo largo del tubo 21 hacia un segundo extremo 29 del manguito 23.

45 El primer extremo 27 del tubo 21 incluye una brida circunferencial 31 que se extiende radialmente hacia fuera. El primer extremo 25 del manguito 23 incluye una brida circunferencial 33 que se extiende radialmente hacia dentro. La brida circunferencial 33 del manguito 23 está asegurada entre la brida circunferencial 31 del tubo 21 y una unidad motriz 35.

50 El segundo extremo 29 del manguito 23 incluye una brida 37 circunferencial que se extiende radialmente hacia fuera, y un segundo extremo 29 que incorpora un peso de equilibrado por la provisión de los agujeros 39 de equilibrado en la brida circunferencial 37. Los agujeros de equilibrado 39 están aterrajados para permitir que los pesos puedan atornillarse según sea preciso.

El manguito 23 puede incluir unas ranuras que se extienden axialmente 41 para reducir su rigidez en sentido longitudinal.

5 De acuerdo con la anterior descripción, con referencia a las figuras 1 a 3, especialmente la figura 3, el peso de equilibrado del segundo extremo 29 del manguito 23 de equilibrado se selecciona para equilibrar el tubo hueco 21 a bajas velocidades de rotación del tubo 21, en donde existe un flexado despreciable del tubo 21, y la rigidez del manguito 23 se selecciona para adaptarse a la rigidez del tubo 21, para mantener el equilibrado del tubo 21 a velocidades más altas de rotación del tubo 21, en donde exista el flexado del tubo 21.

10 El manguito de equilibrado 23 de las figuras 4 y 5 es más adecuado para utilizar con un nuevo eje de acoplamiento diseñado, puesto que se puede utilizar con un eje de acoplo existente si resulta con una longitud de acoplo incrementada. El manguito de equilibrado 23, debido al equilibrado mejorado que proporciona, permite el diseño de los ejes de acoplamiento de una longitud más larga.

15 Con referencia a las figuras 6 y 7, el segundo aparato motriz mecánico comprende un eje de acoplamiento en la forma de un tubo hueco 51, y un manguito de equilibrado 53 que rodea al tubo 51 y siendo concéntrico con el tubo 51. Un primer extremo 55 del manguito 53 está asegurado aun primer extremo 57 del tubo 51 de forma que el manguito 53 gire con el tubo 51. Desde su primer extremo 55 el manguito 53 se extiende parcialmente a lo largo del tubo 51 hasta un segundo extremo 59 del manguito 53.

20 El primer extremo 57 del tubo 51 incluye una brida circunferencial 61 que se extiende radialmente hacia fuera. El primer extremo 55 del manguito 53 incluye una brida circunferencial 63. La brida circunferencial 61 del tubo 51m está fijada entre la brida 63 circunferencial del manguito 53 y una unida motriz 65. El manguito 53 está dividido en su longitud en un par de medios manguitos 53a, 53b de sección transversal semicircular.

El perno 67 de fijación se extiende entre el par de medios manguitos 53a, 53b en cada división en sentido longitudinal para ajustar (i) las posiciones de los medios manguitos 53a, 53b, de forma que sean concéntricas con el tubo 51, e (ii) la dimensión X, Y, en la dirección circunferencial de las divisiones, de forma que $X = Y$.

25 El manguito 53 comprende un par de semi-manguitos 53a, 53b que incluye en su segundo extremo 59 un anillo de bloqueo unitario 69, que bloquea conjuntamente un par de semi-manguitos 53a, 53b. El segundo extremo 59 del manguito 53 incorpora un peso de equilibrado mediante la provisión de los agujeros de equilibrado 72 en el anillo de bloqueo 69. Los agujeros 71 de equilibrado están aterrajados para permitir que los peso estén atornillados según se precise.

30 Los semi-manguitos 53a, 53b comprenden el manguito 53, incluyendo ventajosamente unas ranuras que se extienden axialmente (no mostradas) como las ranuras 41 en la figura 5. El posicionamiento de las ranuras con respecto a las divisiones en sentido longitudinal entre los semi-manguitos 53a, 53b pueden seleccionarse de forma tal que la rigidez en sentido longitudinal del manguito 53 sea la misma en todas las direcciones radiales.

35 De acuerdo con la anterior descripción con referencia a las figuras 1 a 3, especialmente la figura 3, el peso de equilibrado del segundo extremo 59 se selecciona para equilibrar el tubo hueco 51 a velocidades menores de rotación del tubo 51, en donde existe un flexado despreciable del tubo 51, y la rigidez del manguito 53 se selecciona para adaptarse a la rigidez del tubo 51 para mantener el equilibrado del tubo 51 a velocidades más altas de rotación del tubo 51 en donde exista la flexión del tubo 51.

40 El manguito de equilibrado 53 de las figuras 6 y 7 puede utilizarse con ejes de acoplamiento nuevamente diseñados o existentes. Cuando se utilice con un eje de acoplamiento existente, los manguitos 53 de distintas rigideces pueden probarse fácilmente (intercambiar uno por otro) para ver cual es el que consigue un mejor equilibrado.

El manguito de equilibrado 53 de las figuras 6 y 7 se establece con dos semi-manguitos 53a, 53b. Se observará que el manguito 53 puede formarse mediante manguitos parciales de otra dimensión de fracción, por ejemplo, el manguito 53 puede formarse con cuatro cuartos de manguitos.

45 Con referencia a las figuras 8 y 9, el tercer aparato motriz mecánico comprende un eje de acoplamiento en la forma de un tubo hueco 81, y un manguito de equilibrado 83 que rodea al tubo 81 y concéntrico con el tubo 81. Un primer extremo 85 del manguito 83 está asegurado al primer extremo 87 del tubo 81, de forma que el manguito 83 gire con el tubo 81. Desde su primer extremo 85 el manguito 83 se extiende parcialmente a lo largo del tubo 81 hacia un segundo extremo 89 del manguito 83.

50 El primer extremo 87 del tubo 81 incluye una brida circunferencial 91 que se extiende radialmente hacia fuera. El manguito 83 comprende una placa 93 de adaptación anular rígida adaptable para su fijación entre la brida circunferencial 91 y una unidad motriz 115, un disco 95 anular resiliente fijado con pernos a la placa adaptadora 93, y un tubo 97 de equilibrado rígido, en donde un extremo 99 del cual está fijado con pernos al disco anular 95. Otro

extremo 101 del tubo de equilibrado 97 comprende un segundo extremo 89 del manguito 83. La rigidez en sentido longitudinal del manguito 83 está determinada por la resiliencia del disco anular 95.

5 Un lado 103 de la placa de adaptación anular 93 incluye un primer número de salientes 105 espaciados circunferencialmente en forma axial. Un lado 107 del disco 95 anular resiliente está fijado con pernos a los extremos de los primeros salientes 105. Un extremo 99 del tubo de equilibrado 97 incluye un segundo número de salientes 109 separados circunferencialmente en forma axial. Otro lado 111 del disco 95 anular resiliente está fijado con pernos a los extremos de los segundos salientes 109. Las posiciones de la fijación de los primeros salientes 105 con respecto al disco 95 anular son intermedias circunferencialmente en las posiciones de la fijación de los segundos salientes 109 del disco anular 95.

10 El segundo extremo 89 del manguito 83 incorpora un peso de equilibrado por la provisión de agujeros de equilibrado 113 en el otro extremo del tubo de equilibrado 97. Los agujeros de equilibrado 113 está aterrajados para permitir que los pesos puedan atornillarse según sea preciso.

La placa 93 de adaptación anular puede ser unitaria (cf. Figuras 4 y 5) o bien dividida en mitades en un par de semi-placas adaptadoras semicirculares (cf. Figuras 6 y 7).

15 Los manguitos de equilibrado 83 de distinta rigidez pueden estar provistos por la variación de la resiliencia del disco 95 anular flexible. Pueden realizarse pruebas de equilibrado 83 de distintas rigideces mediante la instalación a su vez de discos anulares 95 de distinta resiliencia, en donde el intercambio de un disco anular 95 por otro se realiza mientras que la placa adaptadora anular 93 se mantiene fijada entre la brida 91 circunferencial del tubo 81 y la unidad motriz 115. Otra forma de probar los manguitos 83 de distintas rigideces sería proporcionar un disco anular
20 un disco anular de varios discos anulares relativamente delgados, y variar la rigidez por el cambio del número de discos anulares relativamente delgados constituyentes.

De acuerdo con la anterior descripción con referencia a las figuras 1 a 3, especialmente la figura 3, el peso de equilibrado del segundo extremo 89 del manguito 83 de equilibrado se selecciona para equilibrar el tubo hueco 81 a velocidades menores de rotación del tubo 81 en donde existe un flexado despreciable del tubo 81, y la rigidez del
25 manguito 83 se selecciona para adaptarse a la rigidez del tubo 81, para mantener el equilibrado del tubo 81 en altas velocidades de rotación del tubo 81 en donde existe un flexado del tubo 81.

El flexado del manguito de equilibrado 83 de las figuras 8 y 9 se proporciona por un mecanismo distinto al manguito 23 de las figuras 4 y 5, y el manguito de equilibrado 53 de las figuras 6 y 7. Los manguitos de equilibrado 23, 53 son esencialmente viguetas en voladizo de una construcción tubular, y el flexado de los manguitos 23, 53 se proporciona por el doblamiento de las viguetas. El flexado del manguito de equilibrado 83 se proporciona por la flexión del disco
30 anular resiliente 95, en particular por la flexión de las secciones arqueadas del disco anular 95, entre los primeros salientes 105 de la placa 93 adaptadora anular, y entre los segundos salientes 109 de un extremo 99 del tubo de equilibrado 97. La rigidez de los manguitos 23, 53 no se incrementa con el flexado incrementado. La rigidez del manguito 83 se incrementa progresivamente con el flexado incrementado. La rigidez baja relativa inicial del manguito
35 83 proporciona una estabilidad incrementada en ejes de acoplamiento muy inestables.

En el primer, segundo y tercer aparatos mecánicos de las figuras 4 a 9, el manguito de equilibrado se extiende desde un extremo del eje de acoplo a lo largo del eje. Se tiene que apreciar que el manguito de equilibrado podría extenderse en la dirección opuesta, es decir, desde un extremo del eje alejándose del eje y sobre la unidad motriz.

40 Se tiene que apreciar que la presente invención no solo aplicable al equilibrado del eje de acoplamiento que acopla una unidad motriz a una unidad accionada, pero que puede utilizarse para equilibrar cualquier eje de rotación, por ejemplo, un eje giratorio de una turbina, un compresor, un motor o un sistema de engranajes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato que comprende un eje (21 ó 51 u 81) montado para la rotación y un manguito de equilibrado (23 ó 53 u 83) para equilibrar el eje durante la rotación, caracterizado porque el manguito de equilibrado tiene un primer (25 ó 55 u 85) y segundo (29 ó 59 u 89) extremos separados axialmente, en donde el primer extremo está fijado al eje, de forma que el manguito de equilibrado sea substancialmente concéntrico con el eje y pueda girar con el eje, en donde el segundo extremo incorpora un peso de equilibrado para equilibrar el eje en las velocidades inferiores de rotación del eje en donde no existe substancialmente la flexión del eje, y en donde la rigidez en sentido longitudinal del manguito de equilibrado está adaptada a la rigidez en sentido longitudinal del eje para mantener el equilibrado del eje a velocidades más altas de rotación del eje, en donde existe una flexión del eje.
- 10 2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 en donde: el aparato es un aparato motriz mecánico; el eje es un eje de acoplamiento (21 ó 51 u 81) para el acoplamiento a una unidad motriz (35 o 65 o 115) en un primer extremo (27 ó 57 u 87) del eje a una unidad accionada en un segundo extremo del eje, en uso del aparato de la unidad motriz haciendo rotar el eje para accionar la unidad accionada; en donde el manguito de equilibrado (23 ó 53 u 83) rodea el eje; el primer extremo (25 ó 55 u 85) del manguito está fijado al primer extremo o al segundo extremo del eje, y en donde el manguito se extiende parcialmente a lo largo del eje hacia el segundo extremo (29 ó 59 u 89) del manguito.
- 15 3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2 en donde el primer/segundo extremo (27) del eje (21) al cual el primer extremo (25) del manguito (23) está fijado, incluyendo una brida circunferencial (31) que se extiende radialmente hacia fuera, en donde el primer extremo del manguito incluye una brida circunferencial (33) que se extiende radialmente hacia dentro, y en donde la brida circunferencial del manguito está adaptada para fijarse entre la brida circunferencial del eje y la unidad motriz/accionada (35).
- 20 4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el segundo extremo (29) del manguito incluye una brida circunferencial (37) que se extiende radialmente hacia fuera, y en donde el segundo extremo del manguito incorpora un peso de equilibrado mediante la incorporación del peso de equilibrado en la brida circunferencial del segundo extremo del manguito.
- 25 5. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, en donde el manguito incluye axialmente unas ranuras que se extienden (41) para reducir la rigidez en sentido longitudinal del manguito.
- 30 6. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el primer/segundo extremo (57) del eje (51) al cual el primer extremo (55) del manguito (53) está fijado incluye una brida circunferencial (61) que se extiende radialmente hacia fuera, en donde el primer extremo del manguito incluye una brida circunferencial (63), en donde la brida circunferencial del eje está adaptada para fijarse entre la brida circunferencial del manguito y la unidad motriz/accionada (65), y en donde el manguito está dividido en sentido longitudinal en un par de semi-manguitos (53a, 53b) de una sección transversal semicircular.
- 35 7. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde un perno de fijación (67) se extiende entre el par de semimanguitos en cada división en sentido longitudinal para ajustar (i) la concentricidad de los semimanguitos con respecto al eje, y (ii) la dimensión en la dirección circunferencial de las divisiones.
- 40 8. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, en donde el manguito que comprende el par de semi-manguitos incluye en su segundo extremo (59) un anillo de bloqueo unitario (69) que bloquea conjuntamente el par de semi-manguitos, y el segundo extremo del manguito que incorpora el peso de equilibrado por la incorporación del peso de equilibrado en el anillo de bloqueo.
- 45 9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7 ó 8 en donde los semi-manguitos que comprenden el manguito incluyen unas ranuras que se extienden axialmente, y el posicionamiento de las ranuras con respecto a las divisiones en sentido longitudinal entre los semi-manguitos es tal que la rigidez en sentido longitudinal del manguito es el mismo en todas las direcciones radiales.
- 50 10. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2 en donde el primer/segundo extremos (87) del eje (81) al cual está fijado el primer extremo (85) del manguito (83) incluye una brida circunferencial (91) que se extiende radialmente hacia fuera, y en donde el manguito comprende una placa (93) adaptadora para estar fijada entre la brida circunferencial del eje y la unidad motriz/accionada (115), un disco anular flexible (95) fijado a la placa adaptadora, y un tubo de equilibrado rígido (97) en cuyo extremo (99) está fijado al disco anular, en donde el otro extremo (101) del tubo de equilibrado comprende el segundo extremo (89) del manguito, en donde la rigidez en sentido longitudinal del manguito está determinada por la resiliencia del disco anular.
11. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en donde un lado (103) de la placa adaptadora incluye un primer número de salientes separados circunferencialmente en forma axial (105), en donde un lado (107) del disco

- 5 anular resiliente está fijado a los extremos de los primeros salientes, en donde un extremo del tubo de equilibrado incluye un segundo número de salientes (109) separados circunferencialmente, en que el otro lado (111) del disco anular resiliente está asegurado a los extremos de los segundos salientes, y las posiciones de fijación de los primeros salientes al disco anular son intermedios circunferencialmente en las posiciones de la fijación de los segundos salientes en el disco anular.
12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11 en donde el segundo extremo del manguito incorpora un peso de equilibrado por la incorporación del peso de equilibrado en el otro extremo del tubo de equilibrado.
- 10 13. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 10 ó 11 o la reivindicación 12, en donde la placa de adaptación anular está dividida por la mitad en un par de placas adaptadoras semicirculares.
14. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13, en donde el eje comprende un tubo hueco (21 ó 51, ú 81).
- 15 15. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el centro de gravedad del eje está desplazado del eje del eje en una primera dirección radial, y por el peso de equilibrado el centro de gravedad del segundo extremo del manguito está desplazado del eje del manguito en una segunda dirección radial opuesta a la primera dirección radial de forma tal que se pueda equilibrar el eje a velocidades bajas de rotación del eje, en donde no exista flexión substancial del eje, y en donde la adaptación de la rigidez en sentido longitudinal del manguito con respecto del eje es tal que el desequilibrado potencial de eje a altas velocidades de rotación del eje debida al flexado del eje está desplazada por la flexión del manguito.
- 20

FIG 1

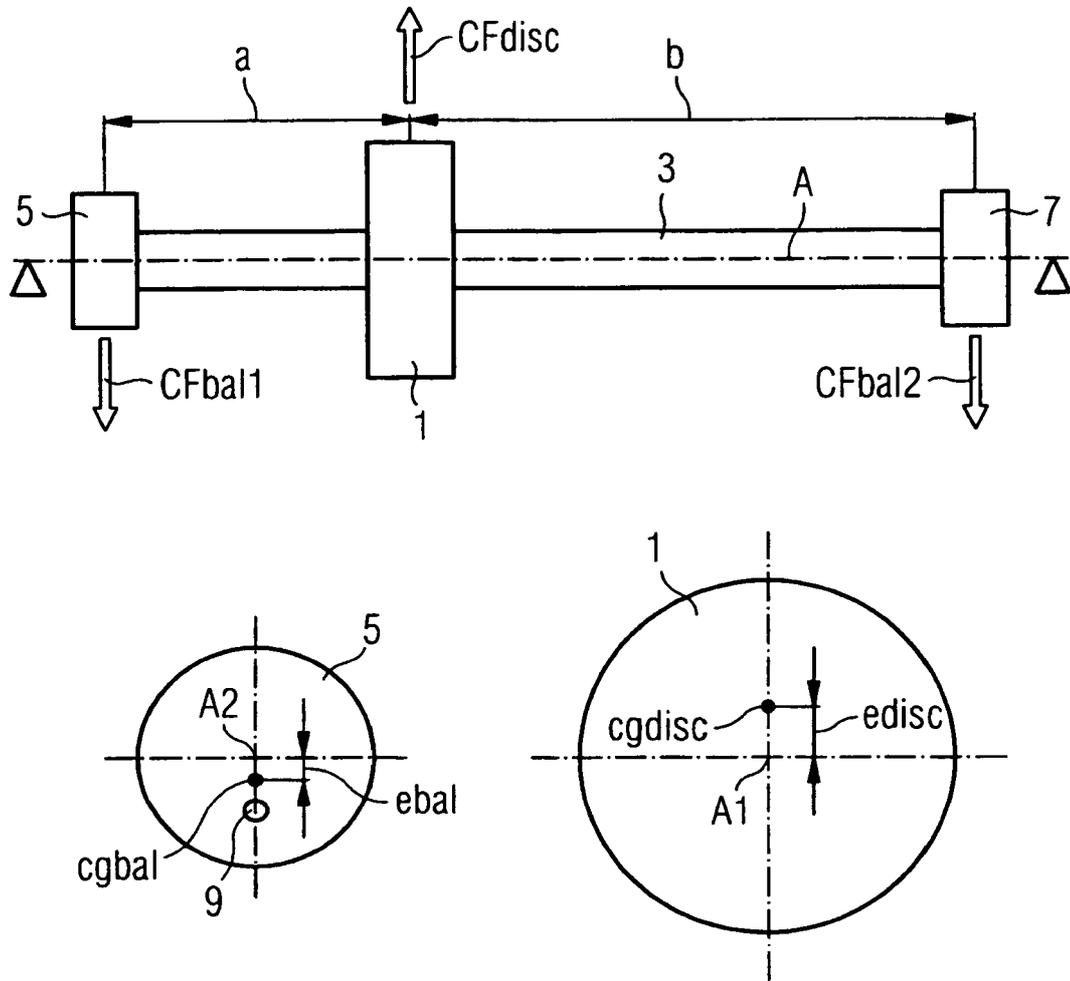


FIG 2

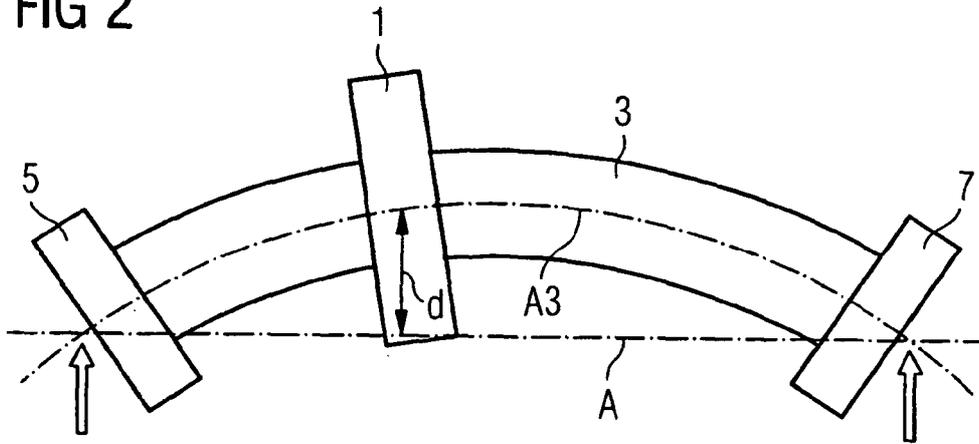


FIG 3

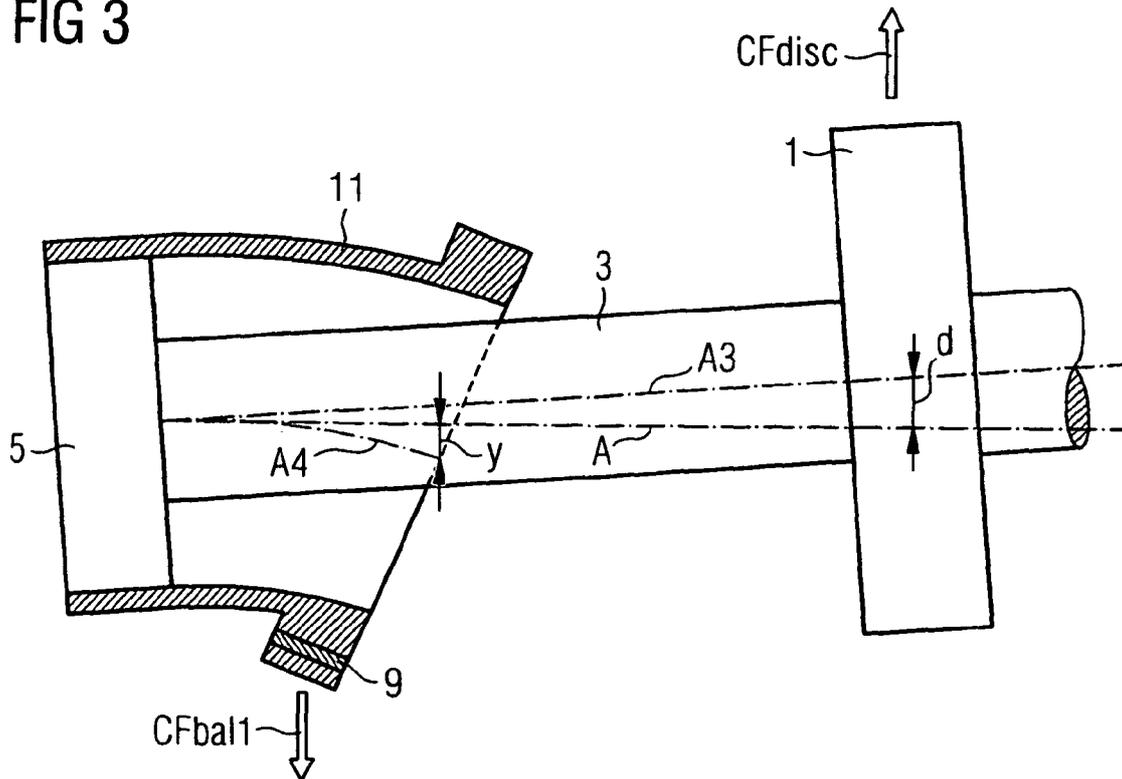


FIG 4

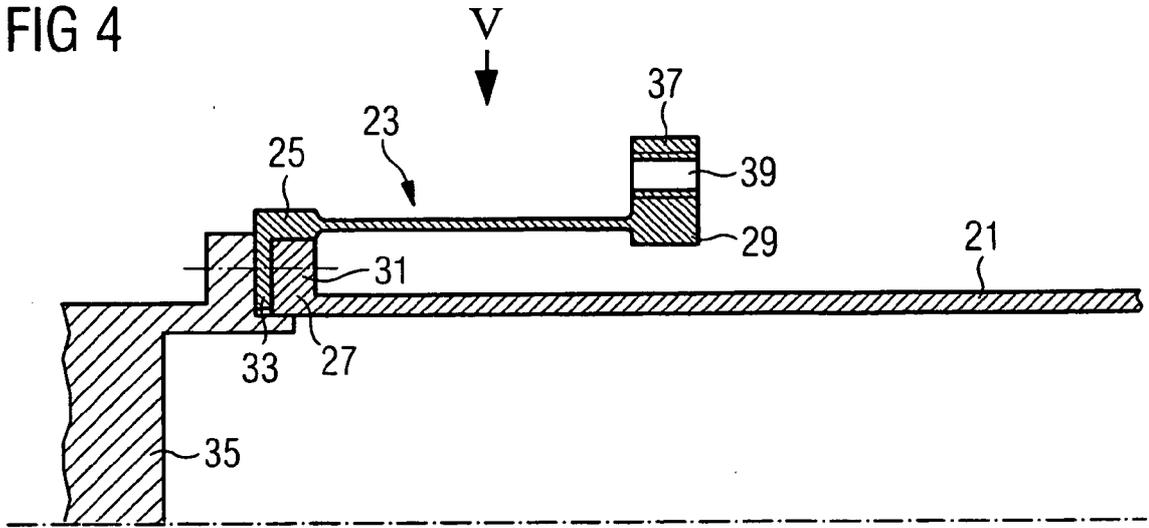


FIG 5

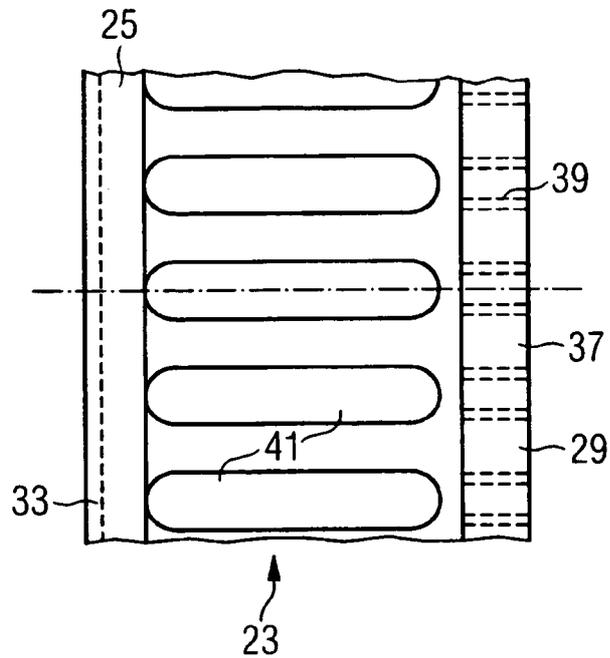


FIG 6

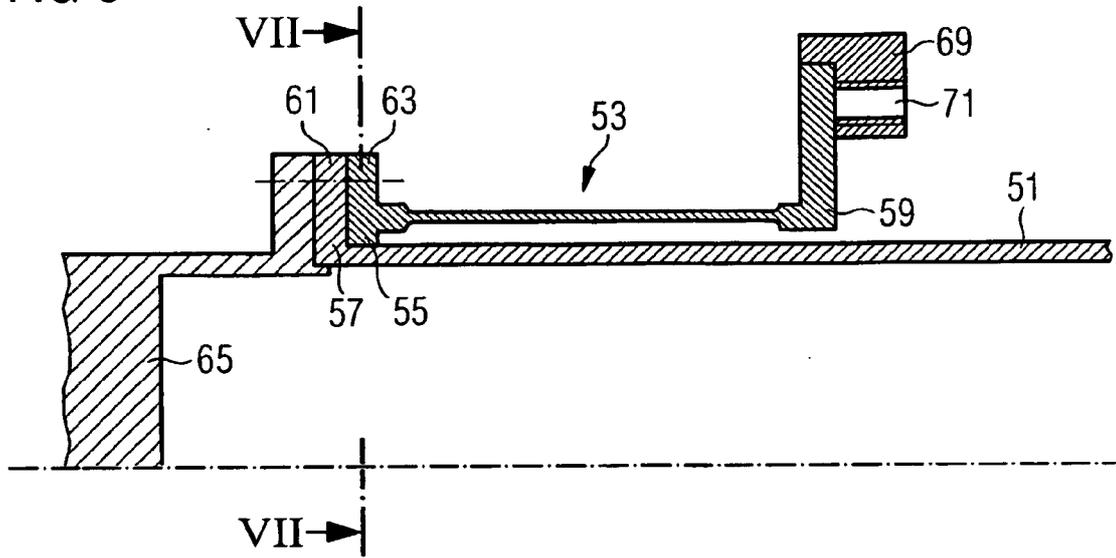


FIG 7

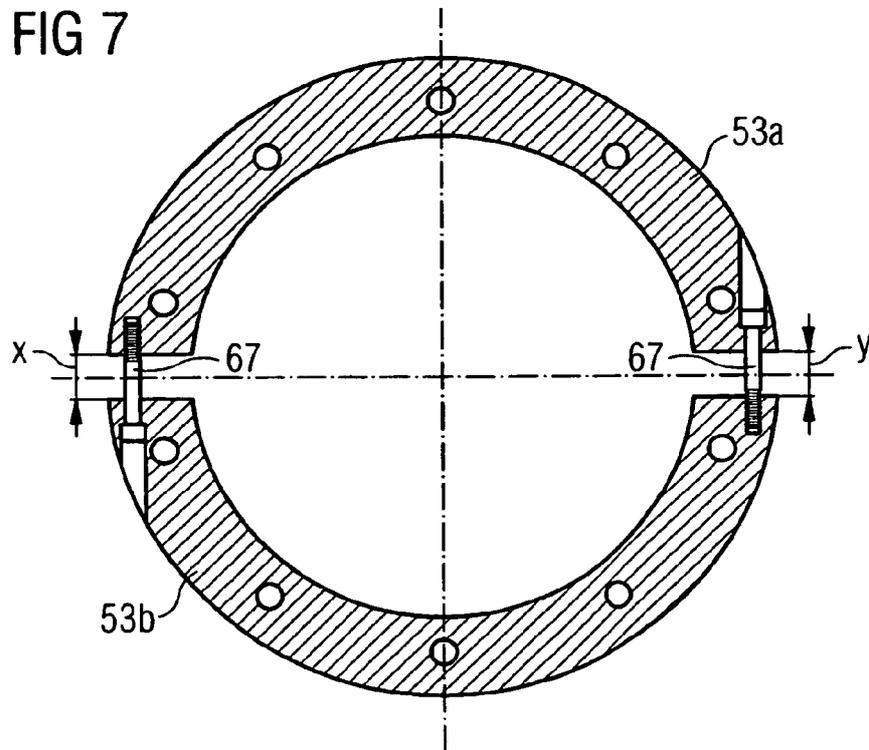


FIG 8

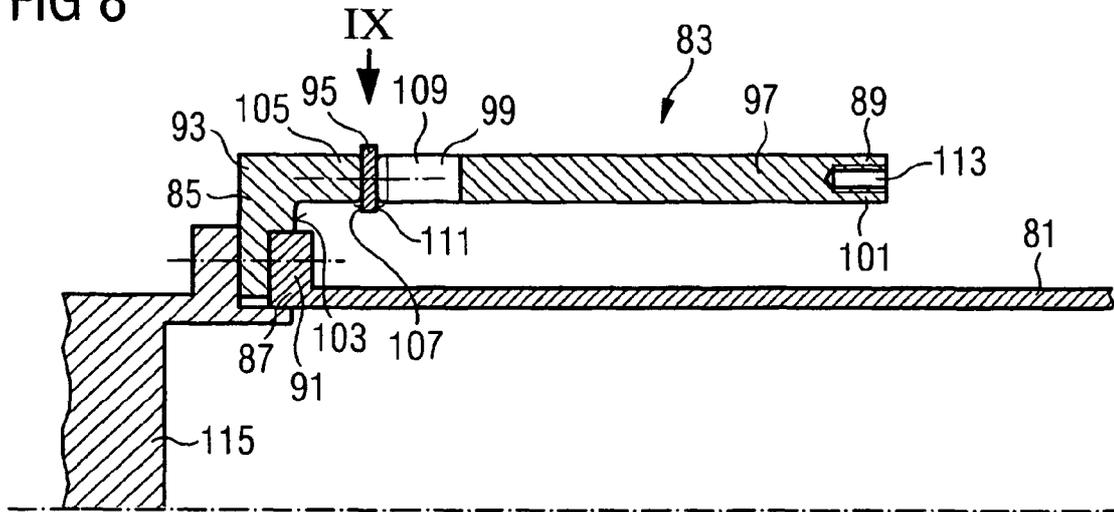


FIG 9

