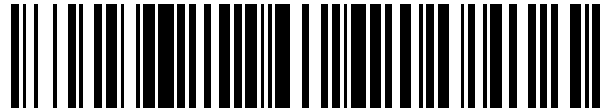


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 322**

51 Int. Cl.:

F01D 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09742020 .2**

96 Fecha de presentación: **30.04.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2271827**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.01.2011**

54 Título: **Turbomáquina con émbolo de compensación de empuje**

30 Prioridad:

09.05.2008 DE 102008022966

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

07.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

07.12.2012

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**GEHRINGER, WALTER y
GEIST, RICHARD**

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 392 322 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).

DESCRIPCION

Turbomáquina con émbolo de compensación de empuje

5 La invención se refiere a una máquina giratoria, en particular turbina, bomba o compresor, con al menos un rotor y al menos un fluido de proceso, que rodea al menos parcialmente el rotor, presentando el rotor al menos un émbolo de compensación, para influir sobre un empuje axial del rotor, presentando el émbolo de compensación al menos una variación de diámetro del rotor, estando prevista al menos una junta del eje, que impermeabiliza una primera cámara, en la que reina una primera presión, frente a una segunda cámara, en la que reina una segunda presión, tal que al menos temporalmente se establece una diferencia de presiones entre la primera y la segunda cámara y está dispuesta una primera junta del eje en el émbolo de compensación tal que una primera variación del diámetro está sometida a la presión de la primera cámara y una segunda variación de diámetro a la presión de la segunda cámara. En el documento US 4615657 se da a conocer un ejemplo de una turbina de gas con émbolo de compensación de alta presión y de baja presión.

15 Los émbolos de compensación en máquinas giratorias pertenecen, en particular en turbinas de vapor, a los grupos constructivos usuales. Por lo general tiene lugar un incremento de la presión o una disminución de la presión del fluido del proceso a lo largo de una trayectoria de expansión o de compresión en al menos parcialmente la dirección axial del rotor, estando sometidos el propio rotor o un elemento unido con el mismo en las zonas en que varía el diámetro, por ejemplo escalones del eje, a las distintas presiones que se establecen en cada caso. También los alabeados que giran generan entonces, al igual que los escalones del eje continuos en dirección perimetral, un empuje axial, que transmiten estos elementos como fuerza axial en el rotor. Para que un cojinete axial pueda diseñarse bajo estas condiciones de servicio con un tamaño razonable, es necesario compensar estas fuerzas mediante las correspondientes fuerzas contrapuestas en otro punto. Para este fin presentan por ejemplo las turbinas de vapor de formas constructivas actuales regularmente un escalón del eje denominado émbolo de compensación, que en su superficie perimetral orientada radialmente hacia fuera está dotado de una junta del eje, configurada regularmente como junta laberíntica, separando la junta del eje una primera cámara de presión de una segunda cámara de presión, formando una presión diferencial. En consecuencia, reina en un lado axial del émbolo de compensación una presión diferente a en el otro lado axial, con lo que cuando están diseñados correspondientemente el diámetro y las presiones de las cámaras, el rotor puede estar sometido a una fuerza axial, que compensa el empuje axial que en otro caso existiría a excepción de un valor residual, que soporta el cojinete axial, con lo que el cojinete axial sólo ha de absorber una pequeña carga y el rotor no obstante es empujado siempre en una posición axial determinada mediante la fuerza residual que queda.

35 Dado el caso puede realizarse, tomando como referencia el correspondiente punto de funcionamiento, una regulación de la presión en las cámaras de presión tal que se cree siempre el empuje residual deseado.

40 A menudo puede lograrse el efecto de compensación descrito sólo cuando bien las presiones en el émbolo de compensación presentan una diferencia especialmente elevada o bien cuando el diámetro del émbolo de compensación se diseña con un tamaño muy grande. Para presiones diferenciales especialmente elevadas, necesita la junta del eje prevista en el émbolo de compensación un espacio constructivo axial suficientemente grande para lograr el efecto de estanqueidad necesario. Tanto los grandes diámetros como también un espacio constructivo axial grande originan por un lado indeseados efectos dinámicos en giro en forma de vibraciones y por otro lado elevados costes debido a la necesidad de material adicional tanto para el rotor como también para los componentes contiguos, en particular para la carcasa. Además son significativos los costes subsiguientes para el emplazamiento, el transporte y el apoyo de los componentes de grandes dimensiones.

50 La invención se ha formulado por lo tanto la tarea de perfeccionar una máquina giratoria con un émbolo de compensación del tipo citado al principio tal que a igualdad de compensación del empuje sólo sea necesario un reducido espacio constructivo.

55 Para solucionar la tarea, se propone en el marco de la invención una máquina giratoria con las características indicadas en la reivindicación 1. Las reivindicaciones subordinadas relacionadas contienen un perfeccionamiento ventajoso de la invención.

60 La configuración del émbolo de compensación con varias cámaras, separadas entre sí en cada caso mediante juntas del eje formando una diferencia de presión, cámaras las cuales están delimitadas por al menos una variación del diámetro del rotor, posibilita la reducción del diámetro del émbolo de compensación sin reducir el potencial de compensación del empuje. También mediante la configuración en varias etapas del émbolo de compensación correspondiente a la invención (cuando se define una etapa de un émbolo de compensación como una configuración de una junta de eje, una cámara con una determinada presión y una variación de diámetro del rotor que limita esta cámara), puede elegirse inferior la presión necesaria para cada escalón del émbolo de compensación, con lo las exigencias a la correspondiente junta del eje son reducidas y la misma puede dado el caso estar configurada con una pequeña dimensión axial.

65

Un perfeccionamiento especialmente ventajoso de la invención prevé que el émbolo de compensación esté configurado como una consecuencia directa de variaciones de diámetro en el rotor, que está configurado con la siguiente secuencia denominada en la extensión longitudinal del rotor:

- 5 – un primer ensanchamiento del diámetro,
 - una primera reducción del diámetro,
 - un segundo ensanchamiento del diámetro,
 - una segunda reducción del diámetro,
 - tal que entre
 - 10 – el primer ensanchamiento del diámetro y la primera reducción del diámetro,
 - la primera reducción del diámetro y el segundo ensanchamiento del diámetro,
 - el segundo ensanchamiento del diámetro y la segunda reducción del diámetro,
- estén previstas respectivas juntas del eje entre la correspondiente pared vertical y el rotor, tal que
- una primera cámara de presión presente el primer ensanchamiento de diámetro como una pared delimitadora,
 - una segunda cámara de presión presente la primera reducción de diámetro como una pared delimitadora,
 - 15 – una tercera cámara de presión presente el segundo ensanchamiento de diámetro como una pared delimitadora y
 - una cuarta cámara de presión presente la segunda reducción de diámetro como una pared delimitadora.

20 Bajo secuencia directa ha de entenderse la ausencia de una colocación intermedia de otros módulos como por ejemplo segmentos de alabeado.

Si se entiende una configuración compuesta por una cámara de presión, una variación de diámetro, que es una pared delimitadora para la cámara de presión y una junta del eje como una etapa del émbolo de compensación, entonces es este ventajoso perfeccionamiento una configuración de cuatro etapas, que a igualdad de diámetros máximo y mínimo de las correspondientes etapas puede tener el doble de potencial de compensación de empuje que el de un émbolo de compensación tradicional.

Una configuración correspondiente a la invención puede presentar, en función de la presión diferencial a compensar, también más de cuatro de las etapas antes definidas, por ejemplo 5, 6 o más.

30 Para que un émbolo de compensación según la invención no necesite, incluso para grandes diferencias de presión por cada etapa, un espacio constructivo axial grande, es conveniente que las juntas del eje entre las cámaras de presión estén configuradas como respectivas juntas de escobillas o juntas de anillos deslizantes. Estas formas de junta presentan respecto a las tradicionales juntas laberínticas un mejor efecto de estanqueidad, con lo que a lo

35 largo de una inferior extensión axial pueden reducirse mayores diferencias de presión y en consecuencia los émbolos de compensación correspondientes a la invención presentan tanto radial como también axialmente sólo una reducida necesidad de espacio.

Especialmente adecuada es la configuración de canales de presión hacia las correspondientes cámaras de presión, tal que pueden establecerse las presiones diferenciales necesarias para la compensación ajustando una presión determinada en las cámaras de presión.

Para posibilitar una adaptación de la compensación del empuje a distintas condiciones de funcionamiento, puede ser procedente adicionalmente prever al menos un órgano de ajuste o bien una válvula en al menos un canal de presión, mediante el cual puede ajustarse la presión en la cámara de presión conectada al mismo. Como consecuencia de la fuga permanente a través de la correspondiente junta del eje de la cámara de presión, posibilita el órgano de ajuste una regulación dinámica de la presión, que preferiblemente es activada en función del correspondiente punto de funcionamiento por un sistema central de regulación.

50 En la fabricación resultan especiales potenciales de ahorro debido a la invención cuando al menos dos juntas del eje están configuradas de igual estructura en el émbolo de compensación. Además, posibilita la configuración escalonada del émbolo de compensación correspondiente a la invención la utilización de juntas de eje de igual estructura para distintas turbinas, en particular cuando la diferencia de la cantidad de etapas del émbolo de compensación corresponde en la compensación del empuje exactamente a la diferencia de empujes de los correspondientes tipos de máquina giratoria.

A continuación se describe la invención más en detalle con referencia a dibujos, en base a un ejemplo de ejecución especial. La invención no queda limitada a esta configuración especial, sino que más bien resultan para el especialista, además de la del ejemplo, otras variantes de configuración, que igualmente utilizan la invención. Se muestra en:

- figura 1 una turbina de vapor como ejemplo de una máquina giratoria correspondiente a la invención,
- figura 2 un detalle X de la figura 1 con una configuración tradicional de un émbolo de compensación,
- figura 3 el detalle X de la figura 1 con una configuración correspondiente a la invención del émbolo de compensación,

figura 4 una representación esquemática de un rotor de configuración tradicional con distintos diámetros y el émbolo de compensación y

figura 5 una representación esquemática del rotor con configuración correspondiente a la invención del émbolo de compensación y distintos diámetros.

5 La figura 1 muestra una máquina giratoria 1, precisamente una turbina de vapor 2, en la que el vapor vivo 3 introducido, al recorrer un alabeado 4, se expande hasta vapor 5 de un nivel de presión inferior en la zona de una salida del flujo 80. Un rotor 6, al que está fijado el alabeado giratorio 7, experimenta como consecuencia de la expansión del vapor un empuje axial 8. En parte es soportado el empuje axial 8 por un cojinete axial 9.

10 Para reducir la fuerza axial que actúa sobre el cojinete axial 9, está previsto un émbolo de compensación 10, configurado como escalón del eje en el rotor 6.

15 Las figuras 2 y 3 muestran el detalle X con el émbolo de compensación 10 en una forma constructiva tradicional y en la configuración correspondiente a la invención, respectivamente.

20 El émbolo de compensación 10 de la forma constructiva tradicional representado en la figura 2 presenta en la dirección axial del rotor 6, designado de izquierda a derecha, una primera cámara de presión 11, una primera variación de diámetro 21, una primera junta del eje 31, una segunda cámara de presión 12 con una segunda variación de diámetro 22. Axialmente delante de esta configuración descrita, se encuentra una junta laberíntica del eje 82, mediante la cual está impermeabilizada la primera cámara de presión 11 respecto a la atmósfera 51. Axialmente detrás de la configuración descrita como émbolo de compensación 10 o bien en el lado del extremo de esta configuración orientado hacia el interior de la turbina, se encuentra otra junta laberíntica del eje 52, mediante la cual la segunda cámara de presión 12 está impermeabilizada frente a una entrada de flujo 54. Esta junta laberíntica del eje puede incluirse en el émbolo de compensación 10. La presión reinante en la segunda cámara de presión 22 es mayor que la de la primera cámara de presión 11, con lo que el empuje que resulta del balance de fuerzas del émbolo de compensación se orienta contra el empuje desde el alabeado 4.

30 La figura 3 muestra la configuración según la figura 2 o bien el detalle X de la figura 1 con una configuración correspondiente a la invención del émbolo de compensación 10. El émbolo de compensación 10 está configurado aquí con cuatro cámaras de presión 11, 12, 13, 14, que presentan respectivas juntas del eje 31, 32, 33 para la separación entre las mismas y delimitadas en parte por al menos una variación de diámetro 21, 22, 23, 24 del rotor 6.

35 Las juntas del eje 31, 32, 33 están configuradas como juntas de escobillas, con lo que para una diferencia de presiones equivalente a una forma constructiva tradicional (figura 2) entre las cámaras de presión 11, 12, 13, 14 sólo tiene que utilizarse un reducido espacio constructivo axial. La segunda cámara de presión 12 y la tercera cámara de presión 13 están unidas con canales de presión 42, 43, por lo que la segunda cámara de presión 12 presenta una presión más elevada que la tercera cámara de presión 13. En el caso presente son idénticas la presión reinante en la primera cámara de presión 11 y en la tercera cámara de presión 13, así como la presión reinante en la segunda cámara de presión 12 y en la cuarta cámara de presión 14. Debido a la distensión de las juntas del eje 31-33, resulta en cada caso un flujo según las flechas indicadas 61-66 debido a las diferencias de presión entre las distintas cámaras de presión, alimentado por los canales de presión 42, 43.

45 Las figuras 4 y 5 muestran el diámetro previsto en el rotor 6 junto con las distintas presiones en las cámaras de presión 11-14 en interacción con las juntas del eje 31-33. En la figura 4 está unida la primera cámara de presión 11 mediante un canal de presión 71 con la salida de flujo y la segunda cámara de presión 12 mediante un canal de presión 72 con un nivel de presión más elevado en el alabeado 4.

50 La figura 5 muestra que adicionalmente a la primera cámara de presión 11 y a la segunda cámara de presión 12, una tercera cámara de presión 13 y una cuarta cámara de presión 14 están unidas igualmente con el nivel de presión en la salida del flujo 80 o bien el alabeado 4 y de esta manera puede lograrse el doble efecto de la compensación del empuje, ya que por lo demás, a igualdad de configuración de la turbina de vapor 2, sería inferior el diámetro del émbolo de compensación 10 en la configuración correspondiente a la invención de la figura 5.

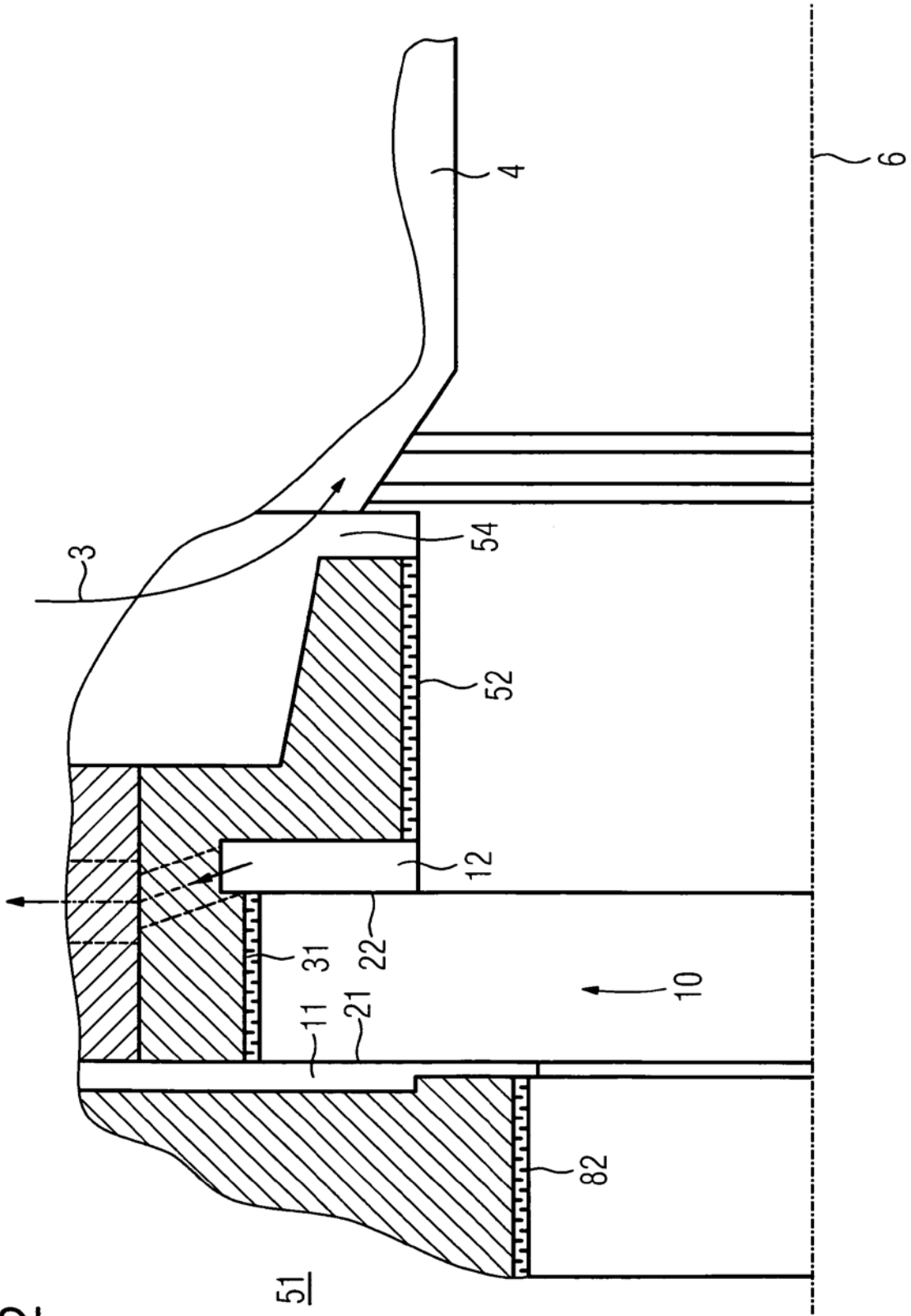
55 Opcionalmente puede preverse en el canal de presión 71 un órgano de ajuste 100 o una válvula, mediante la cual puede adaptarse la presión en las cámaras de presión 12, 13, 14 a las condiciones de funcionamiento actuales. El órgano de ajuste se controla desde un sistema central de regulación 101.

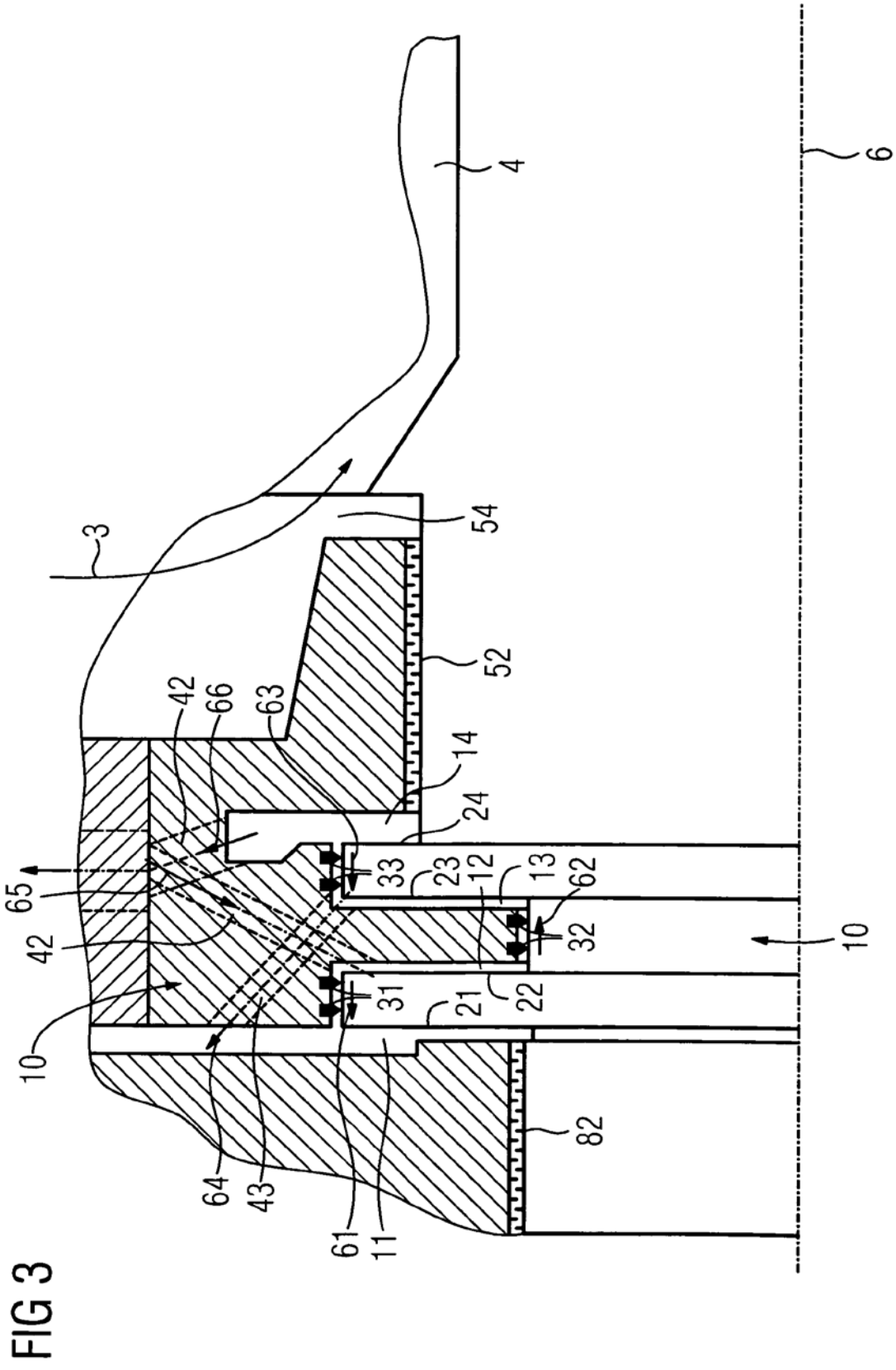
REIVINDICACIONES

- 5 1. Máquina giratoria (1), en particular turbina, bomba o compresor, con
 10 al menos un rotor (6) y al menos un fluido de proceso (3), que rodea al menos parcialmente el rotor (6),
 presentando el rotor (6) al menos un émbolo de compensación (10), para influir sobre un empuje axial,
 presentando el émbolo de compensación (10) al menos una variación de diámetro (21, 22, 23, 24) del rotor (6),
 estando prevista al menos una junta del eje (31, 32, 33), que impermeabiliza una primera cámara (11), en la que
 15 reina una primera presión frente a una segunda cámara de presión (12), en la que reina una segunda presión,
 tal que al menos temporalmente se establece una diferencia de presiones entre la primera y la segunda cámara
 de presión (11, 12), estando dispuesta una primera junta del eje (31) en el émbolo de compensación (10) tal que
 una primera variación del diámetro (21) está sometida a la presión de la primera cámara (11) y una segunda
 20 variación de diámetro (22) a la presión de la segunda cámara (12), incluyendo el émbolo de compensación (10)
 una tercera cámara de presión (13) con una tercera presión y una segunda junta del eje (32) está dispuesta tal
 que una tercera variación del diámetro (23) está sometida a la presión de la tercera cámara de presión (13),
 incluyendo el émbolo de compensación (10) una cuarta cámara de presión (14) con una cuarta presión y una
 cuarta variación de diámetro (24) está sometida a la presión de la cuarta cámara de presión (14), estando
 separada la cuarta cámara de presión (14) mediante una tercera junta del eje (33) de la tercera cámara de
 presión (13),
caracterizada porque la primera cámara de presión (11) y la tercera cámara de presión están unidas mediante
 un primer canal de presión (71) con un primer nivel de presión a una salida del flujo (80) de la máquina de
 rotación (1), con lo que la presión reinante en la primera cámara de presión (11) y la presión reinante en la
 25 tercera cámara de presión son idénticas y
 – están unidas la segunda cámara de presión (12) y la cuarta cámara de presión (14) mediante un segundo
 canal de presión (72) con un segundo nivel de presión a un alabeado (4) de la máquina giratoria (1), con lo
 que la presión reinante en la segunda cámara de presión (12) y la presión reinante en la cuarta cámara de
 presión (14) son idénticas.
- 30 2. Máquina giratoria (1) según la reivindicación 1,
 en la que está configurado el émbolo de compensación (10) como una consecuencia directa de variaciones de
 diámetro (21-24) en el rotor (6), que está configurado con la siguiente secuencia, denominado en la extensión
 longitudinal del rotor (6):
 – un primer ensanchamiento del diámetro (21),
 35 – una primera reducción del diámetro (22),
 – un segundo ensanchamiento del diámetro (23),
 – una segunda reducción del diámetro (24),
 tal que entre
 – el primer ensanchamiento del diámetro y la primera reducción del diámetro,
 – la primera reducción del diámetro y el segundo ensanchamiento del diámetro,
 40 – el segundo ensanchamiento del diámetro y la segunda reducción del diámetro,
 están previstas respectivas juntas del eje (31-33) entre la correspondiente pared vertical y el rotor (6), tal que
 – una primera cámara de presión (11) presenta el primer ensanchamiento de diámetro como una pared
 delimitadora,
 45 – una segunda cámara de presión (12) presenta la primera reducción de diámetro como una pared
 delimitadora,
 – una tercera cámara de presión (13) presenta el segundo ensanchamiento de diámetro como un pared
 delimitadora y
 – una cuarta cámara de presión (14) presenta la segunda reducción de diámetro como una pared delimitadora.
- 50 3. Máquina giratoria (1) según la reivindicación 1 ó 2,
 en la que al menos una junta del eje (31-33) prevista en el émbolo de compensación (10) está configurada como
 junta de escobillas.
- 55 4. Máquina giratoria (1) según la reivindicación 1 ó 2,
 en la que al menos una junta del eje (31-33) prevista en el émbolo de compensación (10) está configurada como
 junta de anillos deslizantes.
- 60 5. Máquina giratoria (1) según la reivindicación 1, 2, 3 ó 4,
 en la que están previstos canales de presión (42, 43, 71, 72) hasta las cámaras de presión (11, 12, 13, 14).
6. Máquina giratoria (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 5,
 en la que está previsto al menos un órgano de ajuste (100) en al menos un canal de presión (71, 72), mediante el
 cual puede ajustarse la presión en la cámara de presión (11-14) conectada.

7. Máquina giratoria (1) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, en la que están configuradas al menos dos juntas del eje (31-33) con la misma estructura.

FIG 2





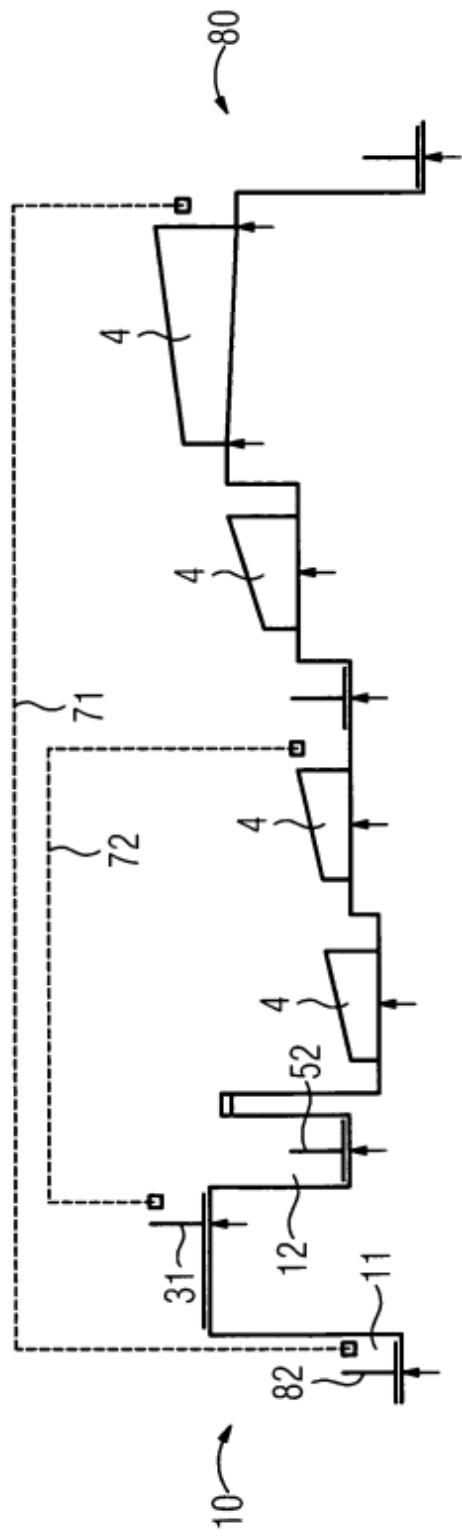


FIG 4
(antigua)

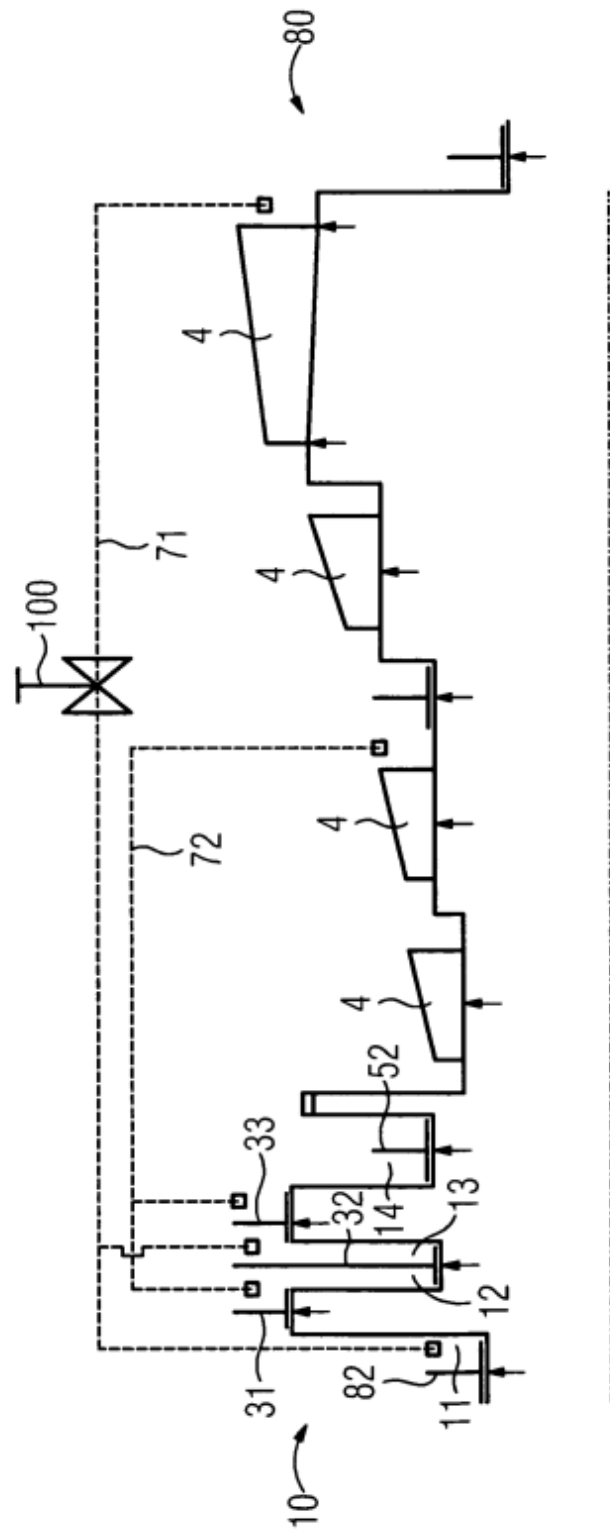


FIG 5
(nuevo)