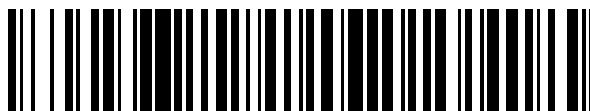


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 129**

51 Int. Cl.:

F04B 39/08 (2006.01)

F04B 49/24 (2006.01)

F04B 53/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2016 PCT/IB2016/050706**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2016 WO16128914**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2016 E 16712492 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3256727**

54 Título: **Accionador de regulación de flujo para compresores alternativos**

30 Prioridad:

11.02.2015 IT GE20150016

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

31.05.2019

73 Titular/es:

**DOTT. ING. MARIO COZZANI S.R.L. (100.0%)
Viale XXV Aprile 7
19021 Arcola (SP), IT**

72 Inventor/es:

**SCHIAVONE, MASSIMO y
RAGGI, ANDREA**

74 Agente/Representante:

RUO , Alessandro

ES 2 715 129 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

Accionador de regulación de flujo para compresores alternativos

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a compresores alternativos, en particular a un accionador para la regulación de la velocidad de entrega de compresores alternativos y, más específicamente, a un accionador electromecánico para la regulación de flujo de retorno continuo de la(s) válvula(s) de succión de compresores alternativos, es decir, un accionador electromecánico capaz de regular la válvula de succión en cada ciclo de compresión.
- 10 **[0002]** La regulación de flujo de retorno es uno de los sistemas conocidos de regulación de flujo en compresores alternativos y se implementa retrasando el cierre de la(s) válvula(s) de succión con respecto al punto de cierre en el caso de flujo máximo. El gas que entra en el cilindro del compresor vuelve a la línea de succión en una cantidad proporcional a la longitud de la carrera de compresión durante la cual la(s) válvula(s) de succión se mantiene(n) abierta(s).
- 15 **[0003]** Se desea señalar que en la siguiente descripción, se hará referencia a los sellos, arandelas o elementos de sellado "dinámicos" y a los sellos, arandelas o elementos de sellado "estáticos". El término elementos de sellado "dinámicos" significa elementos de sellado que están sujetos a desgaste porque están posicionados entre dos partes de las cuales al menos una está en movimiento, y por lo tanto son elementos sujetos a fricción y desgaste dinámico, mientras que los elementos de sellado "estáticos" significan elementos de sellado situados entre dos partes fijas y, por lo tanto, no sujetos al desgaste resultante del movimiento.
- 20 **[0004]** Recientemente, en el estado de la técnica se han implementado varios dispositivos diferentes de regulación de flujo de retorno constituidos por accionadores electromagnéticos y destinados a compresores alternativos, que incluyen las patentes siguientes: WO2008000698, en nombre del solicitante y en relación con un aparato para la regulación continua de compresores alternativos; US7651069, relacionado con una válvula que comprende un accionador electromagnético; US 2012/0260796, relacionado con un compresor alternativo con regulación de velocidad de entrega; y el documento WO2011009879, relacionado con un método para la regulación de la velocidad de entrega de un compresor alternativo y un compresor alternativo con regulación de la velocidad de entrega.
- 25 **[0005]** Normalmente, los dispositivos de regulación de tipo electromagnético están provistos de electroimanes que ponen en movimiento un elemento móvil que coopera con una varilla del accionador, que a su vez coopera con la(s) válvula(s) de succión del compresor, y que a menudo deben funcionar a muchas presiones diferentes y con muchos tipos diferentes de gas, muchos de los cuales son altamente inflamables, como los gases de refinería.
- 30 **[0006]** Uno de los principales problemas a resolver en estos dispositivos consiste en evitar que el gas comprimido entre en contacto de alguna forma con los enrollamientos de los electroimanes o con los dispositivos electrónicos asociados, tales como el sensor de posición del elemento móvil, por ejemplo; de hecho, una mezcla compuesta, por ejemplo, de oxígeno presente en el aire y un gas inflamable, puede explotar si se expone a una fuente de ignición de origen eléctrico.
- 35 **[0007]** En el estado actual de la técnica, estos accionadores electromecánicos y, más generalmente, todos los accionadores usados para compresores alternativos, ya sean neumáticos o hidráulicos, están provistos de sellos dinámicos posicionados en la varilla del accionador; el compresor alternativo descrito en el documento US20100086415 puede mencionarse a modo de ejemplo. Un accionador adicional se divulga en el documento DE 4401073.
- 40 **[0008]** A diferencia de los accionadores normales utilizados para la regulación de flujo de retorno con regulación de flujo escalonado, los accionadores utilizados en la regulación de flujo de retorno capaces de proporcionar regulación de flujo continuo están sujetos a frecuencias de activación extremadamente altas; a modo de ejemplo, es suficiente tener en cuenta que un compresor que gire a 600 rpm, si se regula continuamente el flujo de retorno, requeriría aproximadamente 315 millones de ciclos de activación de los accionadores en un año, es decir, 315 millones de desplazamientos hacia abajo de la armadura del accionador y la varilla asociada y el mismo número de desplazamientos hacia arriba. Dado que la varilla del accionador se desliza dentro de un asiento asociado donde se sitúan los elementos de sellado anulares, uno de los mayores problemas de este tipo de accionador es el desgaste de estos elementos de sellado y, por lo tanto, el riesgo de que el gas comprimido ingrese a las cámaras que alojan la armadura y de este modo hace contacto con los enrollamientos de los electroimanes del accionador.
- 45 **[0009]** Para reducir el riesgo de que el gas comprimido vuelva a estas cámaras, precisamente en el caso de desgaste de los sellos de la varilla, se conoce el uso de sistemas de recuperación de gas a través de la varilla y el uso de barreras de nitrógeno o barreras de gases inertes equivalentes que reducen la probabilidad, pero que no resultan ser totalmente eficientes.
- 50 **[0010]** Estos elementos de sellado a lo largo de los cuales se desliza la varilla del accionador también pueden dañarse por posibles impurezas o partículas metálicas que podrían estar presentes en el gas comprimido.
- 55 **[0010]** Estos elementos de sellado a lo largo de los cuales se desliza la varilla del accionador también pueden dañarse por posibles impurezas o partículas metálicas que podrían estar presentes en el gas comprimido.
- 60 **[0010]** Estos elementos de sellado a lo largo de los cuales se desliza la varilla del accionador también pueden dañarse por posibles impurezas o partículas metálicas que podrían estar presentes en el gas comprimido.
- 65 **[0010]** Estos elementos de sellado a lo largo de los cuales se desliza la varilla del accionador también pueden dañarse por posibles impurezas o partículas metálicas que podrían estar presentes en el gas comprimido.

5 **[0011]** Además, a diferencia de los accionadores neumáticos o hidráulicos, una fuga de gas en los accionadores electromecánicos de la varilla del accionador, seguida de un posible daño en los elementos de sellado dinámicos de la varilla, implica grandes riesgos de seguridad para todo el compresor, ya que, en casos de gases fácilmente inflamables tal como, por ejemplo, el hidrógeno, etileno y, más generalmente, los diversos hidrocarburos, el gas entraría en las cámaras que alojan los electroimanes.

10 **[0012]** Como se sabe, para evitar posibles infiltraciones de gas comprimido que afecten los enrollamientos de los electroimanes, se les aplican procesos de acabado de resina, pero este acabado de resina no es suficiente para garantizar que no haya infiltraciones del gas comprimido. Asimismo debe tenerse en cuenta que la posible formación de bolsas de aire dentro o debajo del acabado de resina y las infiltraciones de gas ponen en peligro no solo el accionador, sino el propio compresor. De hecho, debe recordarse que los compresores alternativos pueden funcionar a muchas presiones diferentes, con presiones de succión que pueden incluso superar los 100 bar.

15 **[0013]** Por lo tanto, un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un accionador para la regulación de flujo de retorno continuo de la velocidad de entrega de compresores alternativos, es decir, un accionador capaz de accionar la válvula de succión en cada ciclo de compresión, que supera los inconvenientes y problemas de los accionadores y sistemas conocidos y mencionados anteriormente, y por lo tanto, un accionador que es más seguro, equilibrado, confiable y aplicable a las válvulas de succión automáticas tradicionales de los compresores alternativos, y por consiguiente un accionador que es extremadamente seguro, especialmente si se usa en entornos
20 con gases altamente inflamables, con ventajas desde el punto de vista de compensación de presión, es decir, un accionador que está equilibrado desde el punto de vista de presiones internas, y que es efectivo desde el punto de vista de limitar la fricción entre las diversas partes en movimiento.

25 **[0014]** Este y otros objetivos se consiguen mediante esta invención a través de un accionador para la regulación de la velocidad de entrega de compresores alternativos según la reivindicación 1. Otras características ventajosas se definen en las reivindicaciones dependientes.

30 **[0015]** Según un primer aspecto de la presente invención, un accionador electromecánico para la regulación de la velocidad de entrega de compresores alternativos comprende: una varilla móvil diseñada para cooperar en un extremo con al menos una válvula de succión de un compresor alternativo y en el otro con un elemento móvil hecho de un material magnetizable; al menos una cámara en la que se aloja dicho elemento móvil y sobre la cual se enfrenta al menos un electroimán; y se caracteriza por que el enrollamiento de este electroimán está posicionado dentro de un asiento orientado hacia dicha cámara, al menos un elemento de protección hecho de un material no magnético y provisto de al menos un elemento de sellado estático posicionado entre dicho enrollamiento y dicha
35 cámara y capaz de mantener el enrollamiento del electroimán separado de la cámara en la que se posiciona el elemento móvil.

40 **[0016]** Ventajosamente, este accionador electromecánico para la regulación de flujo de retorno continuo de la velocidad de entrega de compresores alternativos que comprende al menos un elemento de protección no magnético del (de los) enrollamiento(s) de los electroimanes y provisto de al menos un sello estático es muy confiable, seguro, eficiente desde el punto de vista de la fricción de las partes en movimiento y muy equilibrado desde el punto de vista de las presiones implicadas.

45 **[0017]** El uso de elementos de sellado estáticos, en alternativa o además de los sellos dinámicos colocados en la varilla, ofrece un mayor nivel de seguridad, especialmente cuando se procesan gases fácilmente inflamables, tales como los gases de refinería.

50 **[0018]** El uso de dichos elementos de protección no magnéticos también permite la protección de los enrollamientos de los electroimanes sin afectar el campo magnético producido, ya que dichos elementos no magnéticos permiten que el campo magnético generado por los electroimanes se cierre en la armadura y no se cierre en los elementos no magnéticos.

55 **[0019]** Además, el uso de dichos elementos no magnéticos puede, en una configuración alternativa de este accionador de regulación, llevar a la eliminación completa de los sellos dinámicos. Esta configuración alternativa del accionador electromagnético, sin sellos dinámicos, ofrece ventajas adicionales al sistema. En primer lugar, el aumento de la fiabilidad del sistema, ya que uno de los puntos críticos del sistema está representado por la falla de los sellos dinámicos. Además, la configuración alternativa proporciona una segunda ventaja sustancial: la eliminación de los sellos dinámicos colocados en la varilla permite obtener un sistema equilibrado, ya que las partes en movimiento se sumergen en el mismo entorno, y de este modo la fuerza de presión sobre el elemento móvil o armadura se anulan entre sí. Por lo tanto, sin sellos dinámicos, es posible obtener un sistema equilibrado sin recurrir a sistemas complejos de compensación de presión, tales como el que se describe, por ejemplo, en el documento US7651069.
60

65 **[0020]** Otro aspecto negativo relacionado con la presencia de arandelas dinámicas en la varilla del accionador, como se ha mencionado, está vinculado a la fricción que generan. Por lo tanto, la presencia de dispositivos no magnéticos ajustados con sellos estáticos colocados para proteger los enrollamientos de los electroimanes garantiza una mayor

fiabilidad para todo el sistema junto con un nivel de seguridad más alto.

[0021] Además, este accionador puede estar provisto de un elemento adicional no magnético y no conductor en el área donde está instalado el sensor de posición eléctrico, que evita que el gas en la cámara debajo del sensor entre en contacto con la parte eléctrica del sensor.

[0022] Se puede proporcionar al menos un orificio en la cámara donde se sitúa el sensor que conecta esta cámara a un circuito de purga. Como se sabe, antes de comenzar, los compresores que comprimen los gases explosivos se someten a un ciclo de lavado con nitrógeno para eliminar el aire del compresor. Este lavado se realiza para evitar la formación de mezclas explosivas. Durante estos ciclos de lavado, es necesario retirar las bolsas de aire en las diversas cámaras. El uso de un orificio conectado a un circuito de purga, regulado por una válvula, permite la descarga de las bolsas de aire de las cámaras durante las operaciones de lavado del compresor.

[0023] El elemento de protección no magnético del (de los) enrollamiento(s) de los electroimanes tendrá, en general, una forma anular simple, o se podría proporcionar un elemento de protección hecho de un material no magnético que comprende un primer anillo interior y un segundo anillo exterior para mantenerlo en su sitio. Estos anillos son, preferentemente, coaxiales entre sí y conectados por radios convenientes.

[0024] Este accionador también puede comprender un dispositivo mecánico para conectar las varillas del empujador de la válvula de succión a la varilla del accionador. El propósito de este dispositivo consiste en aumentar la confiabilidad del sistema, en particular, para evitar el posible desgaste generado en el área de contacto entre las dos varillas y evitar el recurso a sistemas complejos de compensación de juego. En una configuración preferente, la válvula de succión se inserta en el alojamiento en el cilindro del compresor y se bloquea en su posición por la tapa de la válvula. Después, el cuerpo con bridas en el que se inserta el accionador electromecánico se conecta a la tapa de la válvula. El atornillado del dispositivo mecánico para hacer que las dos varillas se integren entre sí, se realiza después, mediante tapas convenientes presentes en el cuerpo con bridas y herramientas convenientes.

[0025] Otras características y ventajas de la presente invención se entenderán mejor en el curso de la siguiente descripción, proporcionada a modo de ejemplo no limitativo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra una vista en sección de un primer accionador electromecánico para la regulación de la velocidad de entrega de compresores alternativos según la presente invención equipado con electroimanes opuestos y con una primera realización de elementos de protección no magnéticos;
- la figura 2 muestra una vista del accionador electromecánico en la figura 1 en una escala más grande;
- la figura 3 muestra una vista en perspectiva de uno de los elementos no magnéticos utilizados en el accionador de la figura 1 y la figura 2;
- la figura 4 muestra una vista en sección transversal en perspectiva del elemento no magnético de la figura 3;
- la figura 5 muestra una vista en perspectiva de una variante de realización de un elemento de protección no magnético;
- la figura 6 muestra una vista en perspectiva y en sección transversal del elemento no magnético de la figura 5;
- la figura 7 muestra una segunda realización de este accionador que comprende la variante de realización de los elementos de protección no magnéticos mostrados en las figuras 4 y 5;
- la figura 8 muestra una vista adicional en sección del accionador en la figura 7 en la que la varilla asociada está conectada mediante un dispositivo mecánico a la varilla del empujador de la válvula de succión de un compresor alternativo;
- la figura 9 muestra una vista en sección de una variante adicional de este accionador, en la que se proporciona un único electroimán;
- la figura 10 muestra una vista en sección de otra variante más de este accionador, en el cual los orificios de recuperación de gas están provistos en posiciones correspondientes a los elementos de protección no magnéticos; y
- la figura 11 muestra una vista en sección del accionador en el que se contempla el uso de fuelles, con un extremo integral con el cuerpo inferior del accionador y el otro extremo integral con la varilla del accionador.

[0026] Haciendo referencia a los dibujos adjuntos y haciendo referencia particular a las figuras 1 y 2 de los mismos, el número de referencia 1 indica el cilindro de un compresor alternativo (mostrado parcialmente), un cilindro que puede ser de acción simple o doble y dentro del cual se desliza un pistón 2. Hay una abertura 101 en una pared del cilindro para alojar la válvula de succión 3. La cámara de succión 203 coloca la línea de succión 501 en comunicación con la cámara 502, en la que tiene lugar la compresión del fluido. La válvula 3 está bloqueada en el cilindro 1 mediante las tapas 303. La válvula de succión 3 está compuesta, principalmente, por los componentes siguientes: un asiento 903, provisto de conductos 113 para el paso del gas, un asiento trasero 103, estando éste también provisto de conductos 503 para el paso del gas, medios de carga 603 elástica, al menos un elemento de sellado 703 y un empujador 4, que se desliza axialmente con respecto a la abertura 101, con el fin de accionar el obturador 703 a través de las patas 104 para forzar la válvula 3 en una posición abierta. En la parte de la tapa 303 opuesta a la que está orientada hacia la cámara del cilindro 502, hay un orificio 8 axial en el que se inserta un accionador electromecánico 9 y se sujeta a la tapa 303 mediante los pasadores 11. La varilla 12 del accionador 9 puede deslizarse axialmente hacia el interior del cuerpo 209 del accionador y es guiado por los elementos de guía

13. El extremo inferior de la varilla 12 del accionador 9 se apoya contra el extremo superior de la varilla 7 del empujador 4. Los elementos de sellado 14 están provistos dentro del cuerpo 209 del accionador que se alojan en asientos convenientes hechos dentro de dicho cuerpo 209 y que son, esencialmente, los denominados elementos de sellado dinámico, ya que deben asegurar el sellado con una varilla 12 que se mueve con un movimiento de traslación en contacto con ellos. El accionador 9 está compuesto, sustancialmente, por dicho cuerpo inferior 209, un cuerpo central 309 y un cuerpo superior 409, que se sujetan entre sí de manera amovible por los pasadores 15 convenientes. Los elementos de sellado 16 están posicionados entre el cuerpo central 309 y los cuerpos superiores e inferiores 209 y 409 del accionador, en este caso los llamados elementos de sellado estáticos, ya que no hay miembros u otros elementos que entran en contacto con ellos. Dentro del accionador 9 hay una cámara 17 en la que un elemento 18 móvil hecho de un material magnetizable puede deslizarse, posiblemente mediante un elemento de guía 19 en contacto con las paredes de la cámara 17. Este elemento móvil o armadura 18 es integral con la varilla 12 del accionador y está en contacto en ambos lados con un par de resortes 20 y 21 que tienden a mantenerlo en una posición central en la cámara 17, como se muestra en la figura. El resorte 20 se posiciona alrededor de la varilla 12 del accionador y en un extremo está en contacto con la parte inferior de un asiento conveniente hecho en el cuerpo inferior 209 del accionador y en el otro está en contacto con la parte inferior de la armadura 18. El resorte 21 también está posicionado alrededor de la varilla 12, alineado con el resorte 20 y en contacto en un extremo con la parte superior de la armadura 18 y en el otro con la parte inferior de un asiento hecho en el cuerpo superior 409 del accionador. La varilla 12 del accionador sobresale de un orificio 22 en el cuerpo superior 409 dentro de una cámara superior 23, dentro de la cual se proporciona un sensor de posición 24, que está conectado a un elemento de soporte no magnético 25, colocado preferentemente en la parte superior del cuerpo superior 409 del accionador 9. Este sensor 24 detecta la posición de la varilla 12 y, por lo tanto, de la armadura 18 que forma parte integral del mismo, y regula efectivamente la posición cerrada de la válvula de succión 3. Se proporciona un elemento 26 hecho de un material no magnético para proteger el sensor 24 y está equipado con un elemento de sellado 27 para evitar que el gas presente en la cámara 23 entre en contacto con la parte eléctrica con la que está equipado el sensor 24. Un asiento 28 anular que está orientado hacia la cámara 17 está provisto en el cuerpo inferior 209 del accionador. Este asiento 28 aloja el enrollamiento 29 de un electroimán y un elemento de protección 30 anular hecho de un material no magnético, que se interpone entre el enrollamiento 29 y la cámara 17, y así, en última instancia, entre el enrollamiento 29 del electroimán y la armadura 18 móvil. Asimismo se proporciona un asiento anular 28' en el cuerpo superior 409 del accionador para alojar el enrollamiento 29' de un electroimán y otro elemento anular 30' hecho de un material no magnético con el fin de proteger el enrollamiento 29'. Ambos elementos anulares no magnéticos 30 están provistos de al menos un elemento de sellado interno 31 y al menos un elemento de sellado externo 32, en este caso, ventajosamente con elementos de sellado estáticos. Los dos enrollamientos 29 y 29' se oponen entre sí en la dirección axial. Como puede inferirse fácilmente observando las figuras 1 y 2, estos elementos anulares 30 hechos de un material no magnético pueden insertarse entre el cuerpo central 309 y los cuerpos superiores 409 e inferiores 209 del accionador 9 durante su ensamblaje y conexión. Además, dado que el accionador 9 puede estar formado por estos cuerpos 209, 309 y 409 separables, estos elementos de sellado no magnéticos 30 son fácilmente reemplazables, si es necesario. El uso de dichos elementos no magnéticos 30 permite la protección de los enrollamientos 29 y 29' de los electroimanes sin afectar el campo magnético producido por ellos; de hecho, haciendo referencia a la figura 2, dichos elementos no magnéticos 30 permiten que el campo magnético M o M' generado por el enrollamiento 29 o 29' del electroimán se cierre en la armadura 18 y no en el elemento no magnético 30. Otra ventaja relacionada con la adición de elementos no magnéticos 30 provistos con elementos de sellado estáticos 31 y 32 consiste en que también se garantiza un excelente sellado del accionador 9 en caso de posible tensión y falla de los elementos de sellado dinámico 14 sobre los cuales se desliza la varilla 12 después del desgaste y que podría comprometer la seguridad del accionador electromecánico. La seguridad del accionador es particularmente importante en presencia de gases comprimidos altamente inflamables, tales como el hidrógeno, etileno, gases de refinera, etc., por lo que la presencia de elementos anulares no magnéticos 30 ajustados con elementos de sellado estáticos 31 y 32, por consiguiente sellos no sometidos a desgaste dinámico, evita que el gas entre en contacto con los enrollamientos 29 y 29' de los electroimanes. Para limitar aún más la posibilidad de que el gas presente en la cámara de succión 203 pueda llegar a la cámara 17 en la que se mueve la armadura 18, se proporciona un primer orificio radial 33 para recuperar gas y un segundo orificio radial 34 para alimentar gas de barrera de nitrógeno en el cuerpo 209, (refiérase a la figura 1).

[0027] Las figuras 3 y 4 de los dibujos adjuntos muestran uno de los dos elementos anulares 30 hechos de un material no magnético y descrito con referencia a las figuras 1 y 2. El elemento anular 30 está formado por un primer anillo interior 130 de mayor anchura que está conectado a un segundo anillo periférico 330 de menor anchura y está conectado a este último por los radios 230. El anillo interior 130 y el anillo exterior 330 son coaxiales. Los radios 230 que conectan el anillo interior 130 al anillo exterior 330 son preferentemente de igual longitud y están espaciados uniformemente entre sí. En el anillo interior 130 hay un primer asiento anular interno 430 para alojar el elemento de sellado 31 en la figura 2 y un segundo asiento anular externo 530 para alojar el elemento de sellado 32 en la figura 2. El propósito del elemento anular externo 330 es para mantener firmemente el anillo interior 130 en posición cuando el elemento de sellado anular 30 se posiciona entre los cuerpos del accionador en la figura 2, por lo tanto entre el cuerpo superior 409 y el cuerpo central 309 o entre el cuerpo central 309 y el cuerpo inferior 209.

[0028] Las figuras 5 y 6 muestran una variante simplificada del elemento anular 30' hecho de un material no magnético: básicamente, en esta variante, el elemento de sellado comprende un único anillo 130' provisto de un elemento de sellado interno dentro del asiento del alojamiento anular 430 y un elemento de sellado externo fuera del

asiento del alojamiento anular 530.

[0029] La figura 7 muestra una variante de este accionador electromecánico 9' en el que se utilizan los elementos anulares no magnéticos 30' de la figura 5 y la figura 6. Los elementos ya descritos con referencia a las figuras anteriores tienen los mismos números de referencia. Dado que estos elementos de sellado no magnéticos 30' están provistos de elementos de sellado interno y externo 31 y 32, es posible prever que la varilla 12 del accionador 9' se mueva dentro del cuerpo inferior 209 sin la ayuda de los elementos de sellado 14 sujetos al desgaste dinámico mostrado en la figura 1. Además, el orificio 35 se puede realizar en una de las paredes de la cámara superior 23 para la conexión a un circuito para purgar y lavar con nitrógeno, y regularlo con una válvula 36. Como se sabe, antes de comenzar, los compresores se someten a un ciclo de lavado con nitrógeno para retirar el aire del compresor. Este lavado se realiza para evitar la formación de mezclas explosivas. Durante estos ciclos de lavado, es necesario retirar las bolsas de aire en las diversas cámaras. La utilización del orificio 35 conectado a un circuito de purga, regulado por la válvula 36, permite descargar las bolsas de aire de las cámaras 23, 17 y 203 durante las operaciones de lavado del compresor. Una ventaja adicional que se deriva de la configuración mostrada en la figura 7, una configuración en la cual los sellos dinámicos 14 están ausentes, se relaciona con los desequilibrios en la armadura 18 que se derivan de las fuerzas de presión que actúan sobre la varilla 12. A modo de ejemplo, si se tiene en cuenta una varilla 12 con un diámetro de 20 mm y una presión de gas de 60 bar en la cámara de succión 203, si los sellos dinámicos 14 están presentes en la varilla 12, como en la figura 1, habría un empuje hacia arriba en la armadura 18 (lado opuesto a la válvula 3) de aproximadamente 1848 N. Por lo tanto, la presencia de sellos dinámicos 14 en la varilla podría generar un desequilibrio en la armadura 18, especialmente en la configuración del accionador con electroimanes opuestos, como en la figura 1. Para reducir los efectos negativos resultantes del desequilibrio en la armadura 18 en los sistemas de regulación conocidos, es necesario recurrir a sistemas de compensación de presión más o menos complejos, la mayoría de los cuales no son adecuados para las condiciones de trabajo con presiones variables de gas comprimido, condiciones generalmente necesarias en los procesos en los que los compresores alternativos están llamados a operar. En cambio, con este accionador, estos sellos dinámicos pueden incluso retirarse debido al uso de elementos de sellado estáticos 31 y 32, ya que esta configuración del accionador, donde la presión en las cámaras 23, 17 y 203 es la misma, asegura que la armadura 18 tenga una posición perfectamente equilibrada que no se ve afectada por la presión en la cámara del cilindro.

[0030] La figura 8 muestra un accionador electromecánico 9', como se muestra en la figura 7 por ejemplo, que está equipado con un dispositivo 37 mecánico para la conexión a la varilla de traslación 7' del empujador 4 en la figura 1. En esta configuración, la varilla 7 está provista de una punta 207 roscada que se enrosca en una tuerca 38 ajustada en la varilla 12' del accionador 9'. Básicamente, la válvula de succión 3 se aloja en la pared del compresor en la abertura 101 mediante la tapa 303, como en la figura 1, y después el cuerpo con bridas y hueco 39 en el que se inserta la varilla 12 del accionador se sujeta a esta tapa 303. En este punto, el accionador 9', equipado con una brida asociada, se sujeta en la parte superior del cuerpo con bridas 39 mediante pasadores 11. Este cuerpo con bridas 39 está provisto en el lado con una abertura de acceso 40 que está sellada herméticamente mediante una tapa 41. Al retirar esta tapa 41, es posible apretar la tuerca 38 en la punta 207 roscada de la varilla 7' del empujador utilizando una herramienta adecuada. La utilización del dispositivo 37 mecánico sirve para mantener las dos varillas juntas, eliminando el problema de desgaste que se puede generar en dos varillas separadas (12 y 7) y evitando el uso de sistemas complejos de compensación de juego como se describe en la patente US2012/0260796

[0031] La figura 9 muestra otra variante del accionador 9" electromecánico, en el que se contempla el uso de un único enrollamiento 29 electromagnético y, por lo tanto, solo un elemento de protección anular no magnético 30", provisto de un elemento de sellado externo asociado 32 y un elemento de sellado interno 31. En este caso, el cuerpo superior 409 del accionador estará provisto de un orificio pasante 22 en el centro de la parte superior de la varilla 12 y tendrá una forma plana orientada hacia la cámara 17 en la que se mueve la armadura 18.

[0032] La figura 10 muestra el accionador 9"" electromecánico según la invención. El accionador 9"" electromecánico está equipado con dos enrollamientos 29 y 29' opuestos y elementos anulares no magnéticos 30"", que están provistos, sin embargo, de dos series de elementos de sellado interiores 31 y dos elementos de sellado exteriores 32. Un primer orificio de recuperación de gas 42 está provisto en el cuerpo en forma de caja 409 a una altura entre la primera serie de elementos de sellado y la segunda serie de elementos de sellado y, de manera similar, se proporciona un segundo orificio de recuperación de gas 42' en el cuerpo inferior 209 del accionador entre la primera serie de elementos de sellado y la segunda serie de elementos de sellado. La presencia de orificios de recuperación de gas 42 y 42' dispuestos entre la primera serie de elementos de sellado 31 y 32 y la segunda serie de elementos de sellado 31 y 32 aumenta además los niveles de seguridad del accionador electromecánico cuando se usa con un compresor para gases altamente explosivos.

[0033] La figura 11 muestra una variante adicional del accionador 9"" electromecánico según la invención. El accionador 9"" electromecánico está equipado con fuelles 44 integrados en un extremo con el cuerpo del accionador 209 y en el otro con un lóbulo 112 hecho en la varilla 12.

[0034] Como puede verse a partir de la descripción anterior, hay diversas realizaciones y variantes utilizables de manera ventajosa para este accionador electromecánico y, naturalmente, estas realizaciones y variantes pueden combinarse entre sí de diversas maneras.

[0035] En general, desde el punto de vista funcional, este accionador 9, 9', 9", 9''' electromagnético, funciona preferentemente en la válvula de succión 3 de manera unidireccional, es decir, por la acción de la varilla 12 o 12' combinada con la acción de varilla 7 o 7' del empujador 4, teniendo este accionador electromecánico la capacidad de mantener abierta la válvula de succión en cada ciclo de compresión, para la regulación del flujo de suministro generado por el compresor a los requisitos de la planta. A diferencia de los accionadores electromecánicos conocidos, este accionador tiene el objetivo de implementar la regulación de flujo de retorno continuo de la velocidad de entrega de una manera mucho más segura, más equilibrada y más confiable.

[0036] Por lo tanto, según las variantes o combinaciones de las variantes mostradas, este accionador electromecánico para la regulación de la velocidad de entrega de compresores alternativos es ventajoso desde el punto de vista de la seguridad, ya que los sistemas para la regulación de la velocidad de entrega de compresores alternativos a menudo son necesarios en las refinerías, donde son procesados los gases altamente inflamables. Además, teniendo en cuenta que los accionadores están sujetos a presión, vibración y altas temperaturas, el deterioro del aislamiento eléctrico es suficiente para generar una chispa, es decir, una fuente de ignición para encender el gas. El uso de elementos de protección no magnéticos provistos de elementos de sellado estáticos convenientes, y por lo tanto no sujetos a deterioro dinámico, aumenta considerablemente el nivel de seguridad de los accionadores. Al mismo tiempo, el material no magnético con el que se fabrica el elemento de protección permite que los enrollamientos de los electroimanes con los que se proporciona el accionador realicen su función de manera adecuada y eficiente; de hecho, el campo magnético continúa cerrándose en la armadura.

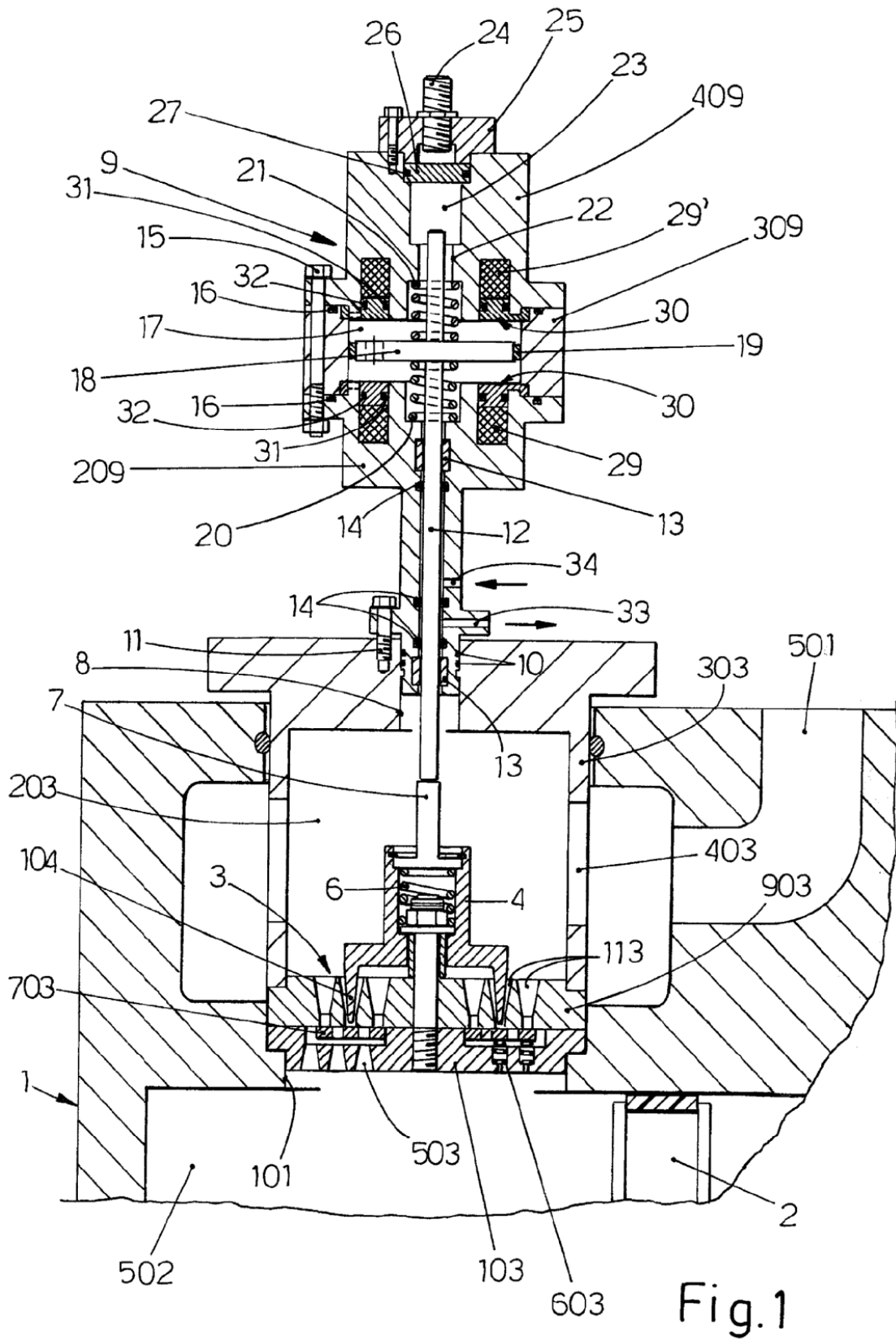
[0037] Este accionador electromecánico tiene ventajas indudables desde el punto de vista de la compensación de presión. La varilla 12 o 12' del accionador está sujeta a empuje por el gas en un extremo, es decir, el extremo en contacto con la válvula de succión 3. Este empuje de gas, especialmente en accionadores con electroimanes opuestos, produce un desequilibrio en la posición central de la armadura. Si es necesario, el uso de elementos de protección no magnéticos 30, 30', 30" permite la eliminación de todos los elementos de sellado sometidos a desgaste dinámico, como se muestra en la figura 7, con el resultado de poder llevar el gas dentro del accionador definiendo finalmente un sistema sometido a la misma presión, es decir, obteniendo un sistema compensado.

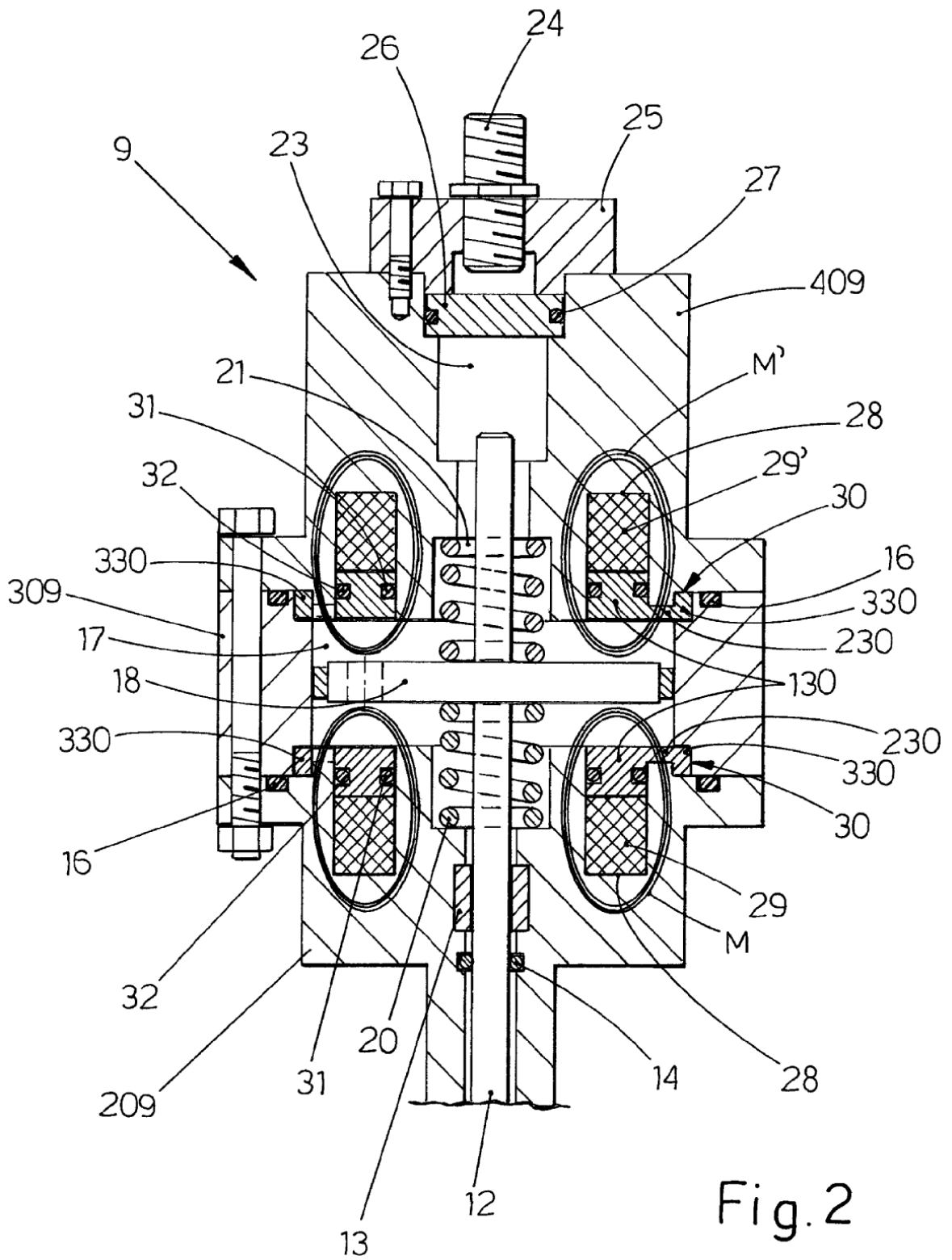
[0038] Se ha descubierto también que este accionador electromecánico es extremadamente confiable. De hecho, los elementos de sellado que no están sujetos a desgaste dinámico, y por lo tanto los llamados elementos de sellado estáticos, se usan preferentemente. A modo de ejemplo, es suficiente tener en cuenta que un compresor que gire a 600 rpm, si se regula continuamente el flujo de retorno, requeriría aproximadamente 315 millones de ciclos de activación de los accionadores en un año, es decir, 315 millones de desplazamientos hacia abajo de la armadura del accionador y la varilla asociada y el mismo número de desplazamientos hacia arriba. Está claro que el uso de elementos de sellado estáticos, y por lo tanto no sujetos a ciclos dinámicos de desgaste, ofrece ventajas de fiabilidad constantes.

[0039] Como consecuencia de lo anterior, este accionador electromecánico resulta ventajoso desde el punto de vista de la limitación considerable de la fricción entre las partes en movimiento. Por su naturaleza, los elementos de sellado sujetos al desgaste dinámico producen fuerzas de fricción. Cuantas más arandelas dinámicas se usen, más fuerzas de fricción se generarán en la varilla. Además, cuanto más altas sean las presiones, mayores serán las fuerzas de fricción. Es evidente que para garantizar un rendimiento óptimo, los sistemas de regulación deben ser capaces de actuar rápidamente. La ausencia, o al menos la limitación, de las denominadas arandelas dinámicas o elementos de sellado, permite por lo tanto, reducir las fuerzas de fricción, lo que hace que el accionador sea aún más perfecto y eficiente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un accionador (9'') electromecánico para la regulación de la velocidad de entrega de compresores alternativos, que comprende: una varilla (12, 12') móvil diseñada para cooperar en un extremo con una válvula de succión (3) de un compresor alternativo y en el otro extremo con un elemento (18) móvil hecho de un material magnetizable; al menos una cámara (17) en la que se aloja dicho elemento (18) móvil y sobre la cual sobresale al menos un enrollamiento (29, 29') de un electroimán posicionado dentro de un asiento (28) que está orientado hacia dicha cámara (17), posicionándose entre el enrollamiento (29, 29') y dicha cámara (17) al menos un elemento de protección (30, 30', 30'') hecho de un material no magnético provisto de elementos de sellado (31, 32) estáticos y diseñado para mantener el enrollamiento (29, 29') del electroimán separado de la cámara (17) en la que se aloja el elemento (18) móvil, **caracterizado por que** dicho elemento de protección (30'') hecho de un material no magnético comprende al menos dos series de elementos de sellado (31, 32) estáticos, posicionándose una primera serie internamente con respecto al elemento de protección y posicionándose una segunda serie externamente al elemento de protección, con orificios de recuperación de gas (42, 42') provistos entre dicha serie de elementos de sellado estáticos, y **por que** al menos un orificio (35) para la conexión a un circuito de lavado y purga de gas se proporciona en la cámara (23).
- 20 2. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento de protección (30, 30', 30'') hecho de un material no magnético tiene una forma anular.
- 25 3. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende dos enrollamientos (29, 29') electromagnéticos opuestos posicionados a los lados de la cámara (17) con respecto al elemento (18) móvil, estando cada uno de los enrollamientos (29, 29') de los electroimanes provisto de un elemento de protección asociado (30, 30', 30'') hecho de un material no magnético.
- 30 4. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento de protección (30, 30') hecho de un material no magnético comprende al menos un elemento de sellado (31) interno y al menos un elemento de sellado (32) externo.
- 35 5. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento de protección (30) hecho de un material no magnético comprende un primer anillo interior (130) y un segundo anillo exterior (330), estando dicho primer anillo y dicho segundo anillo conectado por radios (230).
- 40 6. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende solo elementos de sellado (31, 32, 10, 16, 27) estáticos.
- 45 7. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la varilla (12) está diseñada para conectarse a la varilla (7) de un empujador (4) de la válvula de succión (3) mediante un dispositivo (37) mecánico.
- 50 8. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 7, **caracterizado por que** dicho dispositivo (37) mecánico está contenido dentro de un cuerpo con bridas (39) conectado de manera amovible a la tapa (303) de la válvula de succión (3) y que comprende al menos una tapa (41) conectada a dicho cuerpo con bridas (39) de manera hermética a los fluidos.
- 55 9. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende una cámara (23) en la que se coloca un sensor (24) para detectar la posición del elemento (18) móvil, estando el sensor (24) provisto de un elemento de protección (26) asociado hecho de un material no magnético y provisto de al menos un elemento de sellado (27).
10. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende un cuerpo (209) en el que se desliza la varilla (12), un primer orificio (33) radial para la recuperación de gas y un segundo orificio (34) radial para enviar un fluido de barrera inerte, preferentemente nitrógeno, provisto en el cuerpo (209).
11. El accionador (9'') electromecánico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende fuelles (44) integrales en un extremo con el cuerpo (209) e integrales en el otro extremo con la varilla (12).





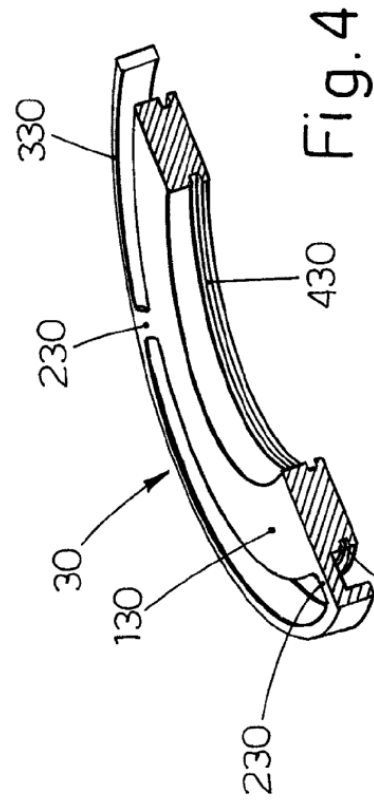


Fig. 4

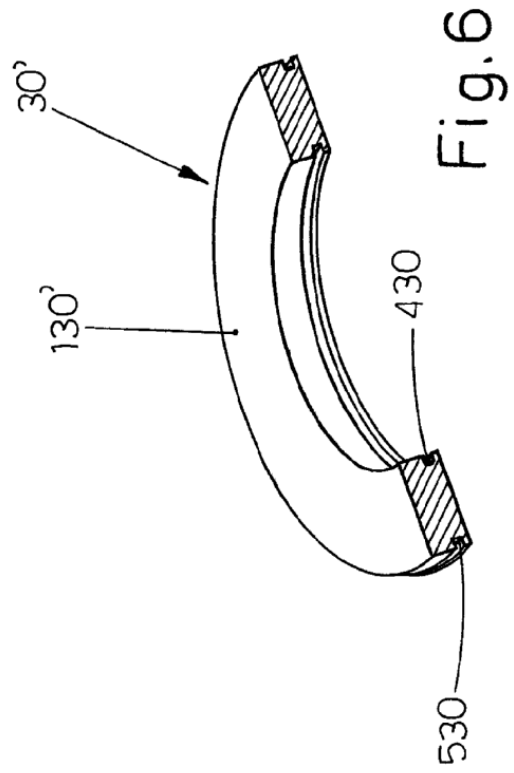


Fig. 6

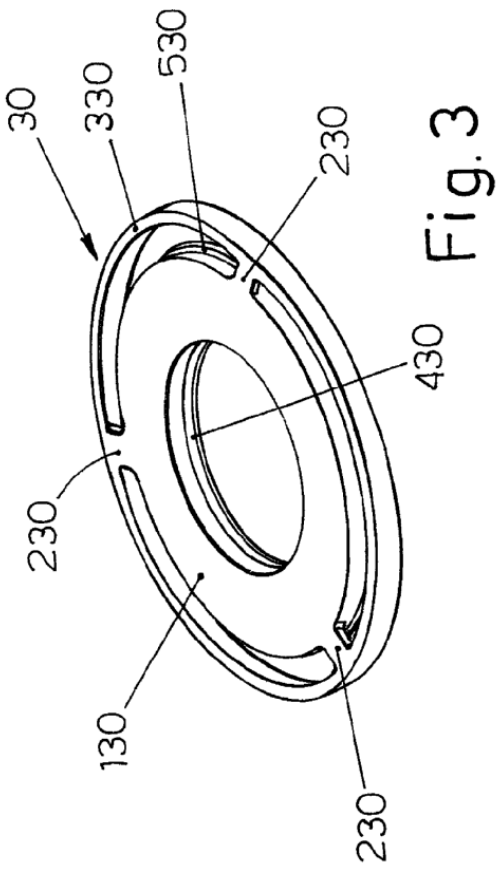


Fig. 3

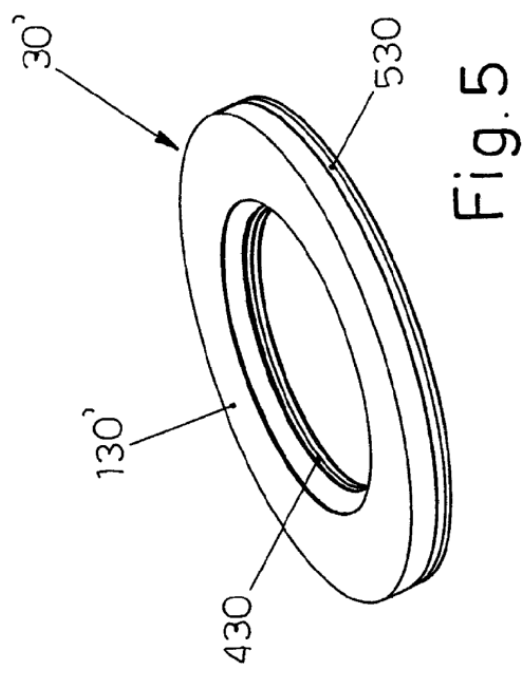


Fig. 5

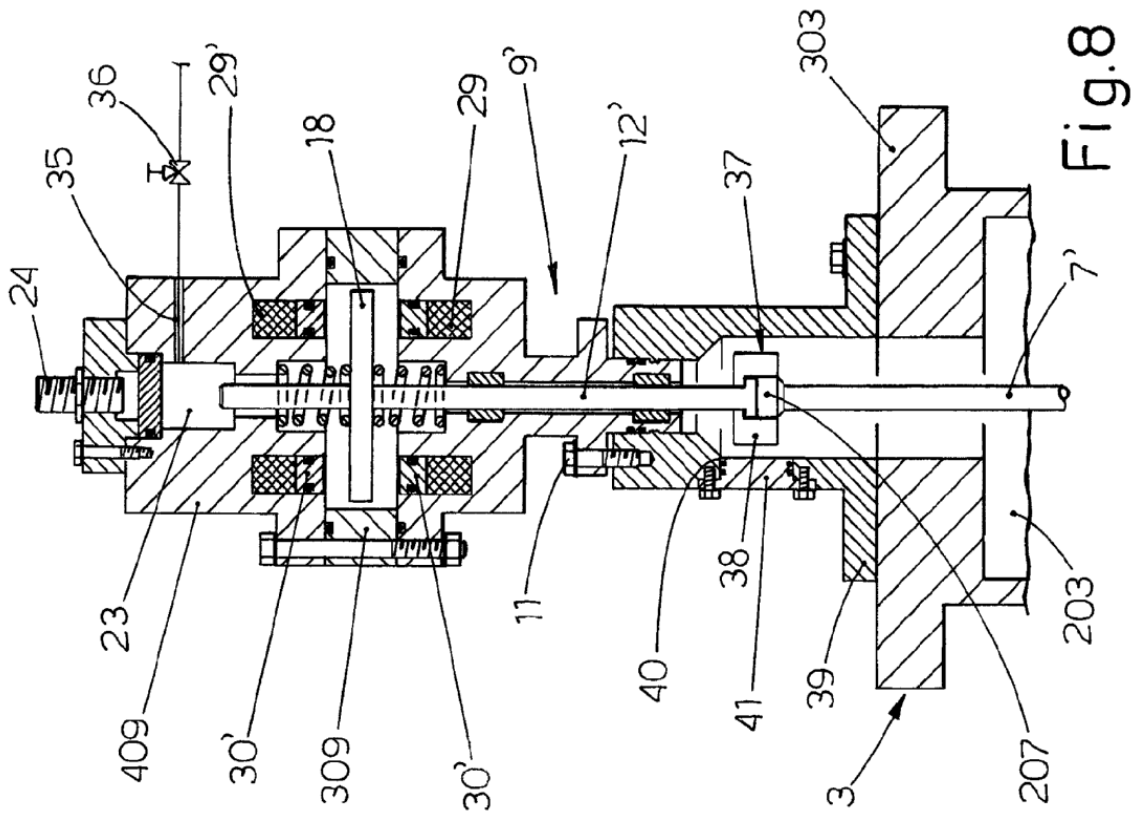


Fig. 8

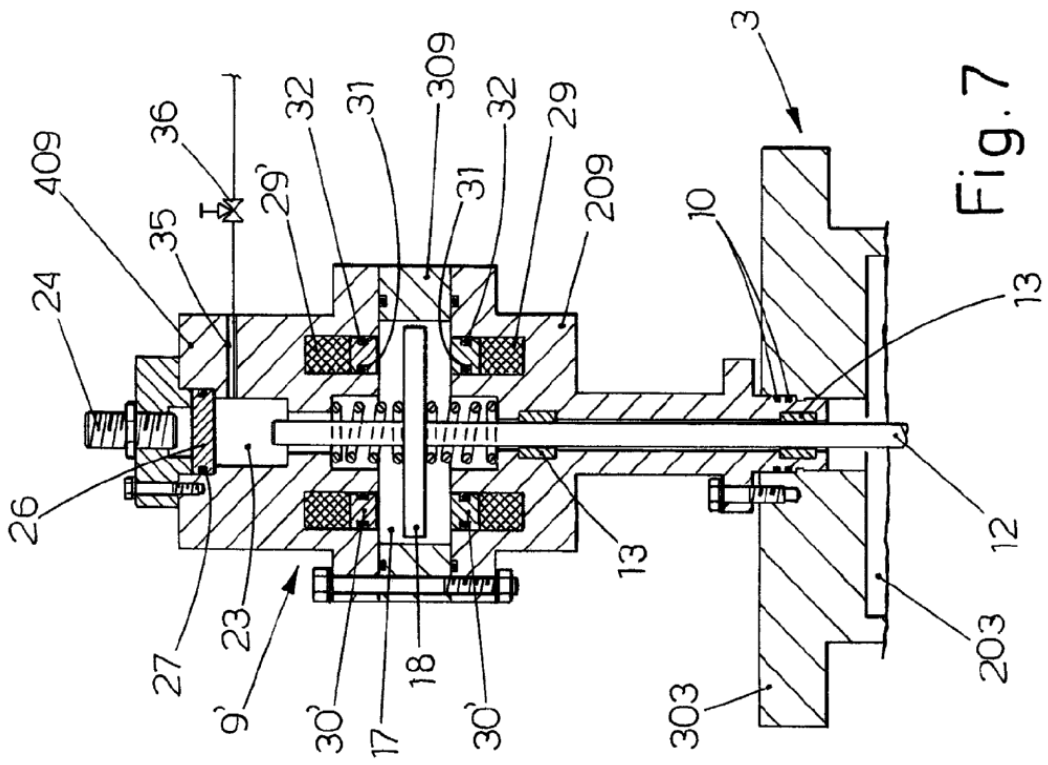


Fig. 7

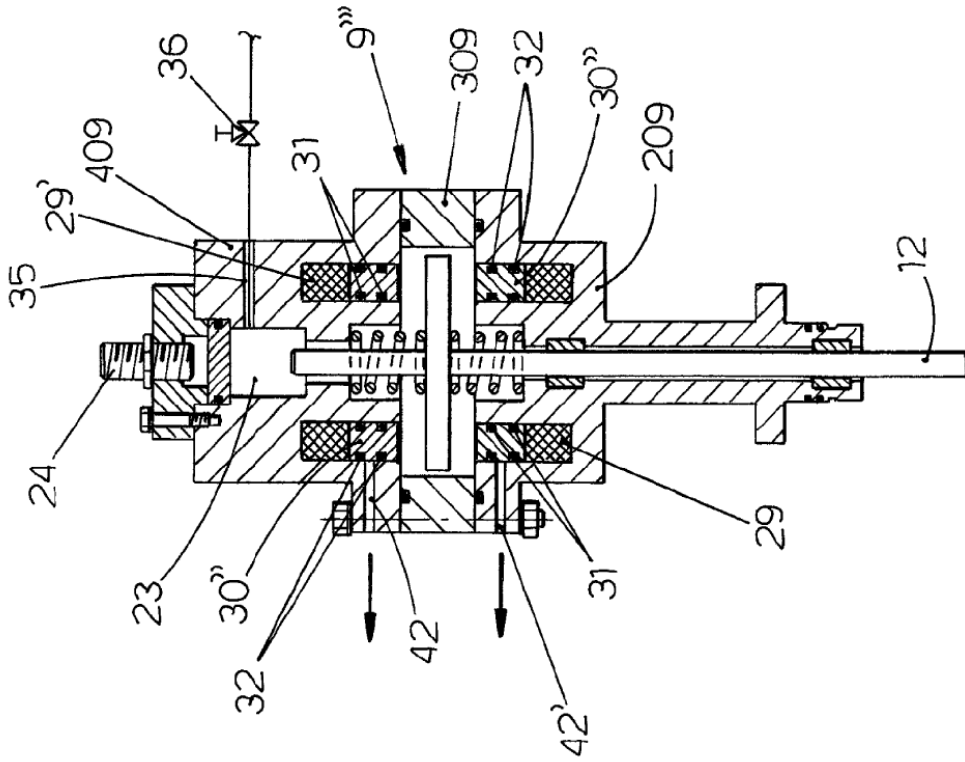


Fig.10

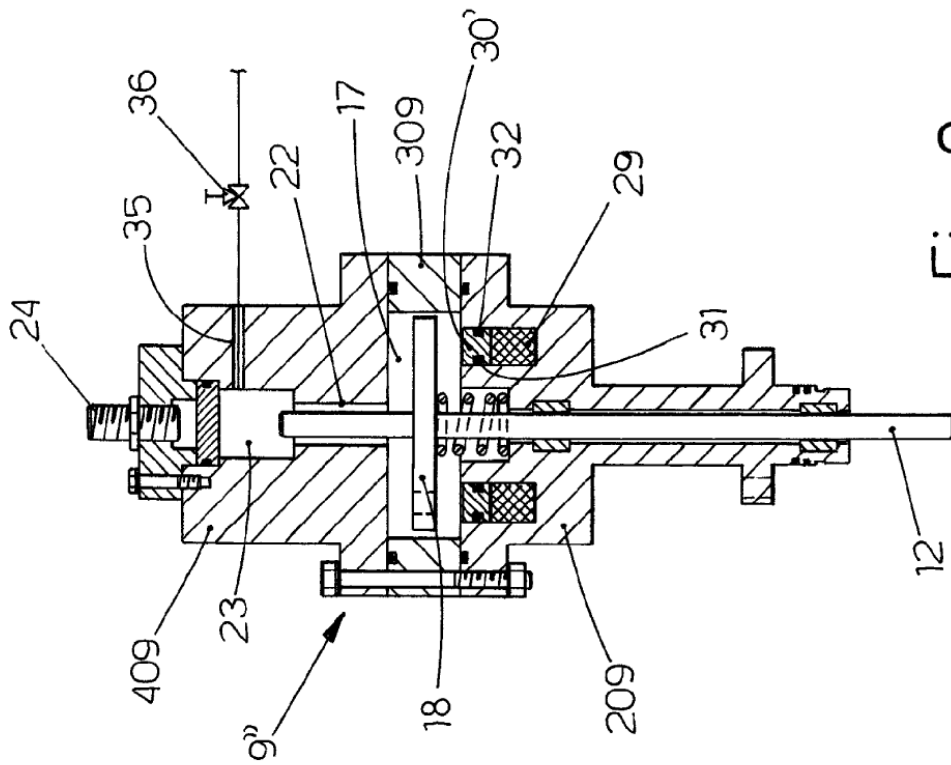


Fig.9

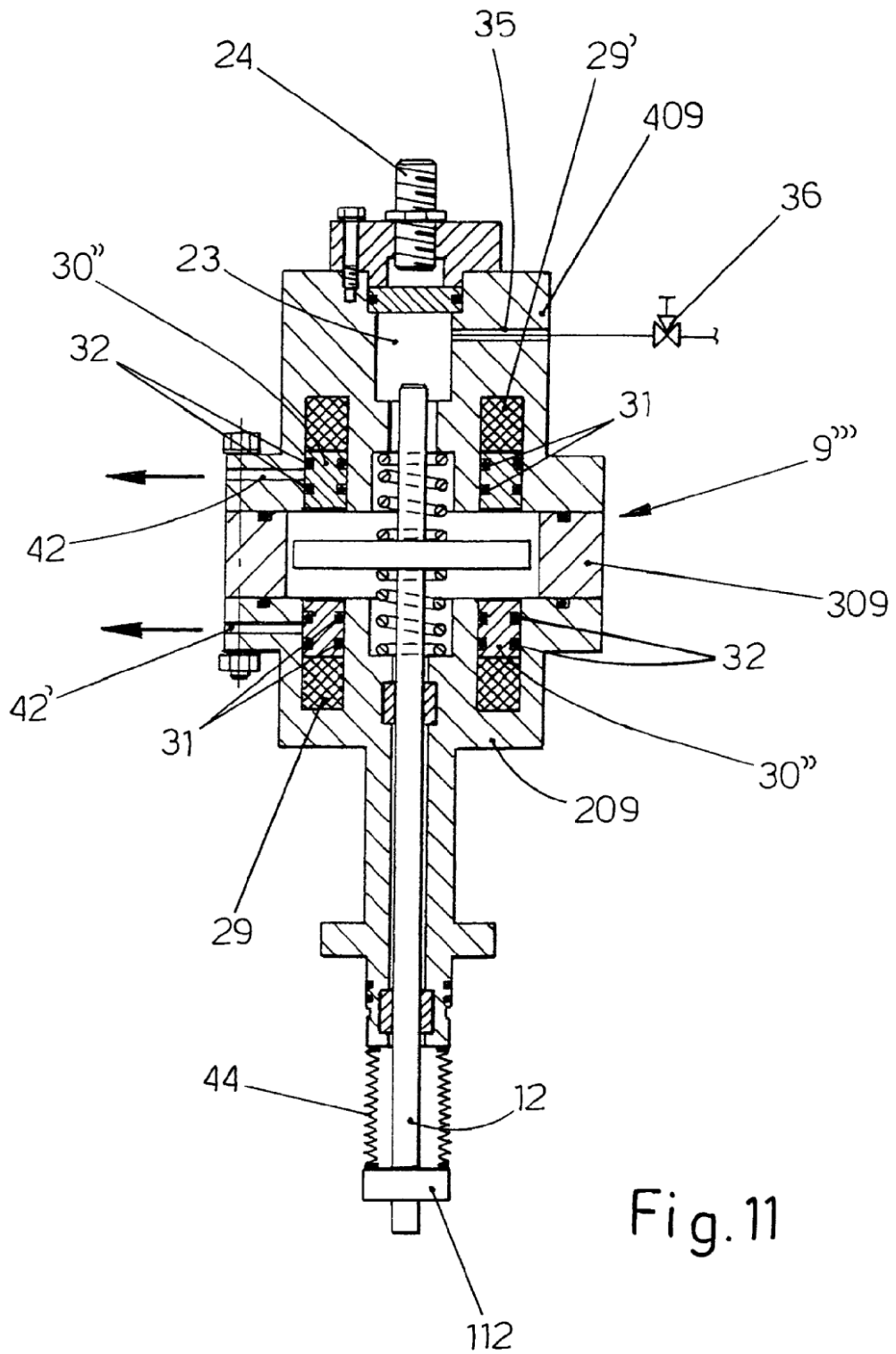


Fig. 11