

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 470 015**

51 Int. Cl.:

F04B 49/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2007** **E 07765559 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013** **EP 2032854**

54 Título: **Compresor alternativo con equipo para regulación continua del caudal de dicho compresor**

30 Prioridad:

28.06.2006 IT GE20060067

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

20.06.2014

73 Titular/es:

**DOTT.ING. MARIO COZZANI S.R.L. (100.0%)
VIALE XXV APRILE, 7
19021 ARCOLA, IT**

72 Inventor/es:

**SCHIAVONE, MASSIMO y
RAGGI, ANDREA**

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, José Antonio

ES 2 470 015 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).

COMPRESOR ALTERNATIVO CON EQUIPO PARA REGULACIÓN CONTINUA DEL CAUDAL DE DICHO COMPRESOR

DESCRIPCIÓN

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a compresores alternativos, y en particular a un compresor alternativo que incluye equipos para la regulación continua del caudal en dicho compresor.
- 10 **[0002]** Hay varios métodos posibles de regulación del caudal: dispositivos externos al compresor que pueden considerarse de operación encendido / apagado, variación de la velocidad del motor de accionamiento del compresor, un bypass entre la salida y la entrada, y estrangulamiento de la entrada, mientras que los dispositivos que forman parte del propio compresor que pueden considerarse son la marcha en vacío / carga, control de reflujo y la introducción de un espacio muerto adicional que puede ser constante o variable.
- 15 **[0003]** Se proporciona regulación por medio de espacio muerto adicional añadiendo un espacio muerto al cilindro para permitir retrasar la apertura de las válvulas de presión, reduciendo así el caudal, es posible llevar a cabo ya sea la regulación escalonada, añadiendo varios espacios muertos de diferentes capacidades, o regulación continua (sin escalonamientos), mediante el uso de un espacio muerto adicional de capacidad
- 20 variable, como se indica en US 2002/0025263 A1.
- 25 **[0004]** La operación en vacío / carga, que no proporciona regulación continua del caudal, es adecuada cuando está presente en el sistema un depósito de almacenamiento y es aceptable una variación de la presión de salida; la presión del depósito se controla por un regulador de histéresis. En general, el caudal es regulado por actuadores compuestas de dispositivos neumáticos, que, actuando sobre un cuerpo (el empujador) presente en cada válvula, permiten que el elemento de sellado se mantenga en una posición predeterminada (abierto), lo que hace inactivo al compresor

(caudal cero); cuando dichos dispositivos no están operativos, el compresor funciona a su máxima capacidad.

5 **[0005]** La frecuencia de actuación de los dispositivos neumáticos que operan los empujadores de las válvulas de entrada depende de la amplitud de la histéresis, el volumen del depósito y el desequilibrio máximo entre el caudal nominal y el caudal mínimo de la carga; Sin embargo, dicho valor debe estar limitado para evitar un desgaste excesivo en los dispositivos neumáticos.

10 **[0006]** Este tipo de control del caudal de los compresores provoca una disminución de la eficiencia global y del factor de potencia en la fase de "marcha en vacío", por otro lado, el calor generado en la fase de "marcha en vacío" no se disipa, y por tanto, aumenta la temperatura de los elementos de sellado. Finalmente, el uso de un dispositivo de accionamiento sin control de posición, su tiempo limitado de respuesta y tiempo de subida, junto con la presencia de tubos largos que tienen secciones transversales limitadas y un considerable espacio muerto, y la ausencia de la
15 sincronización del movimiento con el eje del compresor da lugar a una serie de contactos a velocidad incontrolada entre el elemento de sellado y el empujador, que reducen la fiabilidad de las válvulas, causando desgaste en el empujador y la rotura del elemento de sellado.

20 **[0007]** Se proporciona control de reflujo retrasando el cierre de la válvula de entrada con respecto al punto de cierre en el caso de caudal máxima. El gas que ha entrado en el cilindro fluye de vuelta al conducto de entrada en una cantidad proporcional a la parte de la carrera de compresión durante la cual las válvulas de entrada se mantienen abiertas.

25 **[0008]** El uso de la regulación continua permite el uso de depósitos de almacenamiento de capacidad limitada, ya que las variaciones de presión están prácticamente ausentes. Los métodos de actuación utilizados hasta el momento para controlar la posición del elemento de sellado de las válvulas son del tipo neumático o hidráulico de aceite.

[0009] Ejemplos de algunos dispositivos basados en la regulación continua de contraflujo se describen en los documentos US 2004/0091365 A1 y US 5 988 985. Estos dispositivos utilizan diversos sistemas de accionamiento en base a fluido que se suministra a un pistón. Ambos sistemas requieren un panel para regular la presión del fluido usado para el accionamiento.

[0010] EP0801227A describe un método y un dispositivo para influir en una válvula de entrada de compresor en el que un dispositivo de control actúa sobre el elemento de cierre de la válvula de succión del compresor durante parte de la rotación del cigüeñal, para proporcionar apertura forzada de la válvula poco antes de alcanzar la igualación de presión entre el espacio de cilindro y el espacio de aspiración del compresor. El dispositivo de control puede emplear un cilindro de control hidráulico con control de la presión para la apertura periódica del elemento de cierre para supervisión indirecta de la velocidad de apertura.

[0011] EP0694693A describe un método y un dispositivo para control de válvula donde el dispositivo de influencia tiene un cilindro de control que actúa periódicamente en la dirección de elevación del elemento de cierre. El cilindro se conecta periódicamente al fluido a presión a través de una unidad de control para presurizarlo o despresurizarlo. La unidad de control tiene un elemento de control en una de las líneas de fluido, que puede acelerar o desacelerar el movimiento de elevación del elemento de cierre. La unidad de control puede tener al menos un elemento de conmutación variable controlable de, por ejemplo, una válvula piezoeléctrica, con varios ajustes de conmutación. Esto forma parte del elemento de control, que también puede tener un pistón de desplazamiento que opera un elemento de conmutación para el fluido a presión entre al menos dos caminos estrangulados.

[0012] EP1338794A describe una bomba de vacío de tipo de movimiento alternativo para su uso en refrigeradores o congeladores domésticos con paredes aisladas al vacío comprende válvulas que están accionadas eléctrica o electrónicamente y están controladas por una unidad electrónica de control con el fin de optimizar el rendimiento de la bomba. El propósito principal de esta bomba doméstica es lograr bajos niveles de vacío (1 mbar y menos), y con el fin de lograr este propósito, los volúmenes residuales

de válvulas tienen que reducirse tanto como sea posible, ya que el volumen de fluido 'a presión' restante al final de la expulsión en el interior del volumen de la bomba limita la presión mínima que se puede alcanzar durante la fase de succión.

[0013] El objeto de la presente invención es por tanto proporcionar un equipo para la regulación continua del caudal en compresores alternativos, usando esencialmente medios sencillos que limitan el desgaste de los componentes de válvula y mediante el uso de actuadores que hace posible completar el total del ciclo de carga del compresor dentro de una parte limitada del ciclo de funcionamiento, controlando así la velocidad del impacto del elemento de sellado contra el asiento de válvula, y evitando la serie de impactos entre el empujador y el elemento de sellado.

[0014] Por consiguiente, la presente invención propone un equipo para regulación continua del caudal para un compresor alternativo según se reivindica en la reivindicación 1.

[0015] Otras características ventajosas de la presente invención se especifican en las reivindicaciones dependientes.

[0016] Otras ventajas y características se harán más claras mediante la siguiente descripción detallada de una realización de la presente invención, proporcionada, a modo de ejemplo y sin intención restrictiva, con referencia a las hojas adjuntas de dibujos, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama esquemático de un compresor provisto con el equipo de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es una vista en alzado lateral con partes en sección, que representa un detalle de una válvula de entrada del compresor de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista ampliada en sección longitudinal de un detalle de la Figura 2;

La figura 4 muestra un detalle en sección en relación con una variante de realización de la presente invención;

La Figura 5 es un gráfico de la variación de la posición del actuador de la válvula de entrada durante una transición desde un estado de válvula cerrada a válvula abierta en función del tiempo;

La Figura 6 es un diagrama de presión-volumen en relación con el compresor proporcionado con el equipo de acuerdo con la invención; y

La Figura 7 es un conjunto de diagramas que muestran las variaciones de las señales y posiciones de sellado de la válvula y del actuador.

[0017] La figura 1 muestra esquemáticamente un compresor provisto con el equipo de acuerdo con la presente invención; la cámara de compresión está indicada por 1. Dicha cámara 1 es sustancialmente cilíndrica, y en esta cámara se inserta un pistón de doble efecto 101, conectado por un vástago 111 al eje de transmisión 20, que está conectado por medio de la polea 21 y la correa 33 a la polea 31 enchavetada al eje 32 del motorreductor 30; el eje 20 está provisto de un sensor 43 para detectar su posición, conectado a la unidad central de procesamiento 40. La cámara 1 está provista de dos puertos de entrada 201 y dos puertos de salida 301; cada uno de los puertos de entrada está provisto de una válvula automática 2, provista de medios de accionamiento 3, que se describen y se ilustran más completamente a continuación; en dicho medio de accionamiento 3 hay colocado un sensor 42 y elementos de control y seguimiento 45, que a su vez están conectados a la unidad de procesamiento 40. Los puertos de salida 301 también están provistos de válvulas automáticas 4, a través de las cuales el fluido comprimido se descarga en el depósito de almacenamiento 10, cuya presión se controla por medio del sensor 41, que también está conectado a la unidad central de procesamiento 40, que también cuenta con un módulo de interfaz de operador 44.

[0018] La Figura 2 muestra el conjunto de válvula de entrada 2 con más detalle. Dicha válvula 2 se coloca en el puerto 201 de la cámara 1, y está encerrada en un cuerpo contenedor 102 provisto en un extremo con una brida radial 122 que está conectada por los elementos de fijación 132 a la pared exterior de la cámara 1, mientras su extremo opuesto está provisto de un casquillo 142 por el cual está conectado al elemento actuador 3. En el interior del puerto 201 se coloca un contra-asiento 202 de la válvula 2,

que comprende los canales de paso 212 para el fluido y los medios elásticos de carga 222 para el elemento de sellado 302, cuyos pasos 312 son coaxiales con los pasos 212 del contra-asiento 202. Fuera del elemento de sellado 302 se coloca el asiento 402, cuyos pasajes 412 están desplazados con respecto a los del elemento de sellado y del
5 contra- asiento. Los dientes 512 del empujador 502 pasan a través de dichos pasajes, siendo el empujador deslizable axialmente respecto al puerto 201, y estando posicionado coaxialmente con el eje sobresaliente 322 del asiento 402. En el interior del empujador 502 hay un resorte 342, un extremo del cual se apoya sobre un reborde 332 que se proyecta desde el eje 322, mientras que su otro extremo se apoya sobre la
10 superficie de cierre 522 del empujador 502.

[0019] La varilla 103 que se extiende desde el actuador 3 se apoya axialmente en la cara dirigida hacia fuera de dicha superficie de cierre 522, esta varilla pasando sustancialmente a través de toda la longitud de dicho actuador 3, y teniendo, sustancialmente en su parte central, el elemento móvil 203, en forma de un disco de
15 material magnetizable enchavetado a dicha varilla 103, dicho elemento móvil estando situado entre dos solenoides 303 y 403, y siendo móvil en forma de vaivén sobre un camino dado. Medios elásticos de carga 213 y 223, que interactúan con los rebordes 113 y 123 respectivamente de la barra 103, se proporcionan en el actuador 3.

[0020] La Figura 3 muestra el actuador 3 de la válvula de entrada 2 en mayor detalle ;
20 números idénticos se refieren a partes idénticas. La varilla 103 se compone de una pluralidad de secciones interconectadas entre sí, que comprende el extremo 133 destinado a cooperar con el empujador 502 (véase la Figura 2), la parte 143 que lleva la brida 113 que interactúa con el resorte 213, y que está acoplada por medio del tornillo 193 a la porción 153 para soportar el elemento móvil 203 entre los dos solenoides 303 y
25 403, que se apoyan en sus respectivas placas 313 y 413 por los medios de fijación 323 y 423, respectivamente. El actuador 3 comprende un cuerpo cilíndrico 803 en el que la sonda de control y supervisión 45 de los solenoides 303, 403 se inserta radialmente, esta sonda estando conectada a la unidad central de proceso, indicada por 40 en la Figura 1. En el extremo del cuerpo cilíndrico 803 enfrente a la válvula de entrada 2
30 está conectada, por los medios de fijación 813, la cabeza 703, que está provista

axialmente de una cavidad 723 para alojar el resorte 213, y con un vástago roscado 713 destinado a cooperar con el casquillo 142 del cuerpo 102 de la válvula 2. El vástago 713 y la cavidad 723 son coaxiales, y el canal 733, en el que se inserta el extremo 133 de la varilla 103, pasa a través de ambos.

5 **[0021]** El extremo opuesto del cuerpo cilíndrico 803 del actuador 3 comprende una tapa 603 provista de un orificio roscado axial 613, en el que se inserta el bloque 503, que también está roscado; dicho bloque tiene una cavidad 513 que mira hacia el interior del actuador, el resorte 223 que interactúa con la brida 123 de la varilla 103 presionando en esta cavidad, y una cavidad 543 hacia el exterior del actuador 3, esta cavidad alojando
10 la placa 173 conectada al extremo 163 de la varilla 103, que interactúa con el sensor 42. Las dos cavidades se comunican por medio del canal 533, a través del que pasa el extremo 163 de la varilla 103. La posición del bloque 503 puede ser fijada por medio del perno de bloqueo 523.

[0022] La Figura 4 muestra una variante de realización de la presente invención; números idénticos se refieren a partes idénticas. En la figura, el bloque 503 se sustituye por el bloque 903, el cual está provisto con una brida 913, provista de medios de sellado 923, que se apoya sobre la tapa 603 en la que se atornilla dicho bloque 903. La cámara 933 dentro del bloque 903, en la que penetra el extremo 163 de la varilla 103, se comunica por medio del orificio 943 y el tubo 953 con el entorno aguas arriba de la
15 válvula descrito anteriormente; la cámara 933 está cerrada por la tapa 963.

[0023] El funcionamiento del equipo según la presente invención se hará clara por el texto siguiente, con referencia particular a las figuras descritas anteriormente y a los gráficos de las figuras 5 a 7. Como se ha indicado en la introducción, uno de los problemas más importantes en la regulación del caudal de los compresores alternativos
25 es el del control adecuado de los medios que actúan sobre el elemento de sellado de la válvula de entrada con el fin de modificar sus tiempos de apertura y cierre. Los tiempos de respuesta de estos elementos con respecto a una orden dada y el alcance de su impacto sobre el elemento de sellado son factores cruciales para lograr el funcionamiento óptimo de la válvula de entrada y por lo tanto la regulación óptima del
30 caudal del compresor.

[0024] En el equipo según la presente invención, la solución se lleva a cabo proporcionando los medios de traslación del elemento de sellado, en este caso el empujador 502 de la válvula 2 con sus dientes 512 que actúan sobre la superficie del elemento de sellado 302, con medios de accionamiento operados en forma tal que permita que su velocidad de desplazamiento sea controlada en ambas direcciones de sus movimientos, con tiempos de reacción notablemente reducidos. En este caso, la operación se proporciona por medio de los dos solenoides 303 y 403, que causan el desplazamiento del elemento móvil 203 que está fijado a la varilla 103. La unidad de procesamiento 40 detecta la posición del pistón 101 por medio del sensor 43 situado en el eje 20, y luego, coordina el movimiento de la varilla 103. Como se muestra en el gráfico de la figura 5, la varilla 103 del actuador, en la transición desde la posición cerrada a la posición abierta de la válvula, con el elemento móvil inicialmente unido al solenoide 403, como se muestra en la Figura 2, se mueve con bastante rapidez hacia el elemento de sellado 302, que ya se está abriendo; su acción posteriormente se hace notablemente más lenta.

[0025] La parte móvil del actuador neumático y en consecuencia el empujador de la válvula de entrada tienen un movimiento muy lento, igual a varios ciclos de compresión, y por tanto se produce una serie de impactos entre el empujador y el obturador de la válvula. La alta velocidad de transición del actuador electromecánico hace posible completar el total de ciclo de carga del compresor dentro de una parte limitada del ciclo de funcionamiento, controlando así la velocidad del impacto del elemento de sellado contra el asiento de válvula, y evitando la serie de impactos entre el empujador y el elemento de sellado.

[0026] De este modo se logra la regulación del caudal del compresor mientras que los factores de estrés que causan el deterioro del elemento de sellado 302 se mantienen a un mínimo; esto es debido a que el contacto entre su superficie y los dientes 512 del empujador 502 siempre se produce a velocidades muy bajas, con un razonablemente bajo grado de impacto. Además, la unidad central de proceso siempre tiene una confirmación precisa de la posición de la varilla 103, debido al sensor 42, y la señal a los solenoides 303 y 403 puede ser por tanto regulada convenientemente, por medio la

sonda de control y supervisión 45. Cabe señalar que la posición de la varilla 103 del actuador 3 puede ser regulada por medio del bloque 503, e igualmente la distancia entre los solenoides 303, 403 también puede seleccionarse convenientemente según la carrera requerida para accionar el empujador 502.

5 **[0027]** La Figura 4 muestra una variante que proporciona una alternativa al sistema de regulación de la posición de la varilla 103 antes descrito. Una cámara 933 mantiene un equilibrio entre las fuerzas que actúan sobre la parte móvil, cuando un fluido a presión está presente en el extremo de la varilla 133; dicha cámara 933, que está conectada por un tubo 953 al ambiente aguas arriba de la correspondiente válvula, hace posible
10 anular el efecto de una variación de la presión en el entorno aguas arriba de la válvula en el que se sumerge la parte terminal de la varilla 133 en contacto con el empujador. Debido a que hay una diferencia entre el diámetro de entrada y el diámetro de salida, proporcionando una sección transversal garantizada igual a la de la varilla 133, la resultante de las fuerzas que actúan sobre la varilla es cero.

15 **[0028]** La Figura 6 muestra el efecto de la regulación continua en el diagrama PV del compresor alternativo; debe tenerse en cuenta que el mantenimiento de la válvula de entrada abierta en el inicio de la compresión reduce el caudal de la máquina (Diagrama B) en comparación con la operación de caudal máximo (Diagrama A).

[0029] Con referencia a la operación de un compresor de movimiento alternativo con
20 regulación escalonada del tipo "inactivo / carga", la Figura 7 muestra la variación de la señal (Diagrama C) obtenida del sensor 43, la señal para conmutar la máquina a inactiva (Diagrama D) y la señal que indica las posiciones del elemento de sellado de la válvula (Diagrama E) y del elemento móvil (Diagrama F) del actuador 3.

[0030] La parte móvil del actuador comienza su posicionamiento no en el borde
25 ascendente de la señal (D), sino en el borde de la señal desde el sensor 43 (C), con el fin de evitar una elevada fuerza de contacto causada por la alta presión interna del cilindro: en esta situación, la válvula de entrada ya está abierta, porque la presión de contacto debida al impacto entre el empujador y el elemento de sellado está ausente.

[0031] De manera similar, durante el retorno de la varilla de accionamiento, se evita un fenómeno encontrado en actuadores neumáticos, debido a la limitada velocidad de retorno: la parte móvil del actuador neumático y en consecuencia el empujador de la válvula de entrada tienen un movimiento muy lento, igual a varios ciclos de compresión, y por lo tanto se produce una serie de impactos entre el empujador y el elemento de sellado de la válvula. La alta velocidad de transición del actuador electromecánico hace posible completar todo el ciclo de carga del compresor dentro de una parte limitada del ciclo de funcionamiento, controlando así la velocidad del impacto del elemento de sellado contra el asiento de válvula, y evitando la serie de impactos entre el empujador y el elemento de sellado.

Reivindicaciones

1. Compresor alternativo incluyendo equipo para regulación continua del caudal del mismo, provisto de al menos una cámara de compresión (1) en la que está insertado de forma deslizante un elemento de pistón (101) que puede moverse con un movimiento alternativo, al menos una válvula de entrada (2) para el fluido a comprimir y al menos una válvula de salida (4) para el fluido comprimido que está proporcionado en dicha cámara, dicha válvula de salida (4) estando conectada a un depósito de almacenamiento (10) para el fluido comprimido, y dicha válvula de entrada (2) estando provista de medios de traslación (502, 512) que pueden actuar sobre el elemento de sellado (302) de dicha válvula (2), dichos medios de traslación (502, 512) siendo móviles en una dirección perpendicular al plano de dicho elemento de sellado (302), e interactuando con medios de accionamiento (3, 103, 203) que son móviles en dicha dirección con un movimiento alternativo por medio de elementos operativos adecuados (303, 403), dichos medios operativos (303, 403) hacen posible controlar la velocidad de desplazamiento de dichos medios de accionamiento (3, 103, 203) en ambas direcciones de su movimiento, estando provistos medios (42) para detectar la posición de dichos medios de accionamiento (3, 103, 203), medios (43) para detectar la posición del pistón en la cámara de compresión y medios (41) para detectar la presión en el depósito, dichos medios de detección (42, 43, 41) y dichos medios operativos (303, 403) de los medios de accionamiento (3, 103, 203) estando conectados a una unidad central de procesamiento (40),

caracterizado porque dichos medios operativos de dichos medios de accionamiento (3, 103, 203) son medios electromecánicos y comprenden una varilla (103) provista en su parte central con un elemento móvil (203) que se proyecta radialmente y magnetizable, dicho elemento móvil interactuando con dos solenoides (303, 403) y estando colocados en equilibrio entre estos últimos, utilizando medios elásticos de carga adecuados (213, 223).

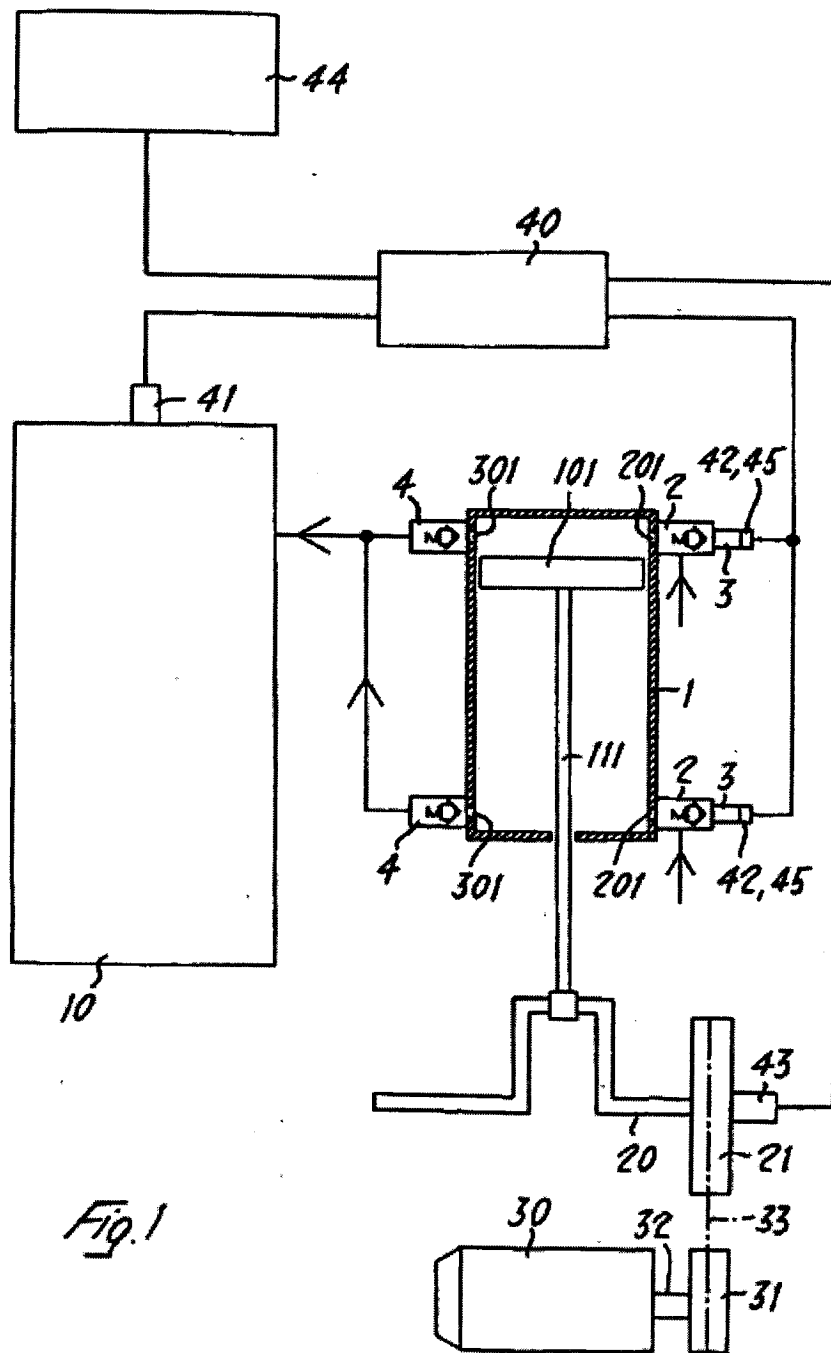
2. Compresor según la reivindicación 1, en el que la dicha varilla (103) tiene un extremo (133) que interactúa con dichos medios de traslación (502, 512) del

elemento de sellado (302), mientras que su extremo opuesto (163, 173) interactúa con medios (42) para detectar su posición.

5 3. Compresor según la reivindicación 1 ó 2, en el que dichos medios elásticos de carga (213, 223) son cargados en una forma regulable con respecto a dicha varilla (103).

10 4. Compresor según la reivindicación 3, en el que dichos medios de regulación de los medios elásticos de carga comprenden un cuerpo móvil (503) en contacto con los medios elásticos de carga (223) y situado en el extremo de dichos medios de accionamiento (3) opuesto al extremo enfrentado a la citada válvula (2), estando provistos medios (523) para bloquear el cuerpo móvil (503).

15 5. Compresor según la reivindicación 3, en el que dichos medios de regulación comprenden una cámara (933) en la que se inserta el extremo (163) de dicha varilla (103) opuesto al extremo (133) que interactúa con los medios de traslación (502, 512), dicha cámara estando en comunicación de fluido (943, 953) con el entorno aguas arriba de dicha válvula (2).



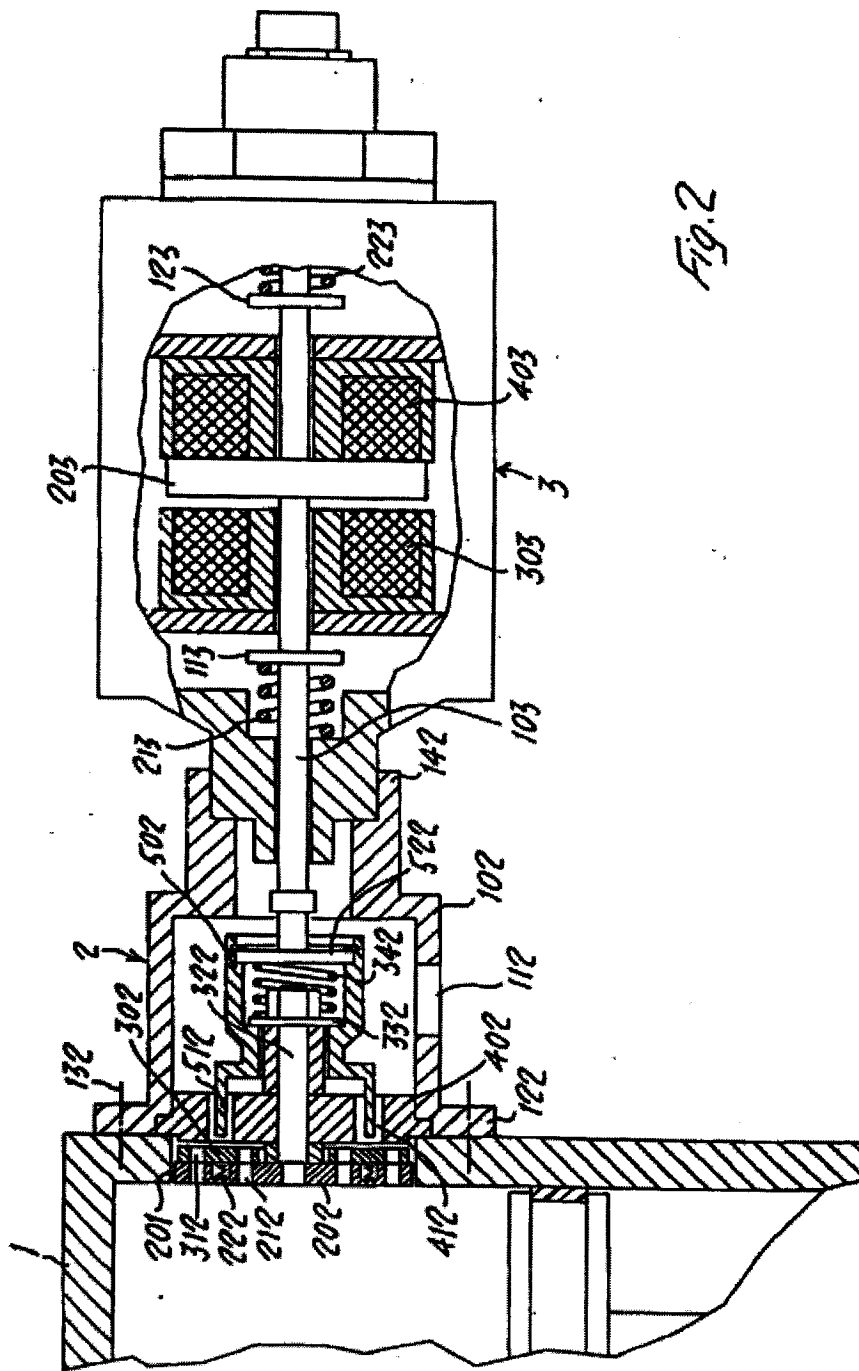


Fig.2

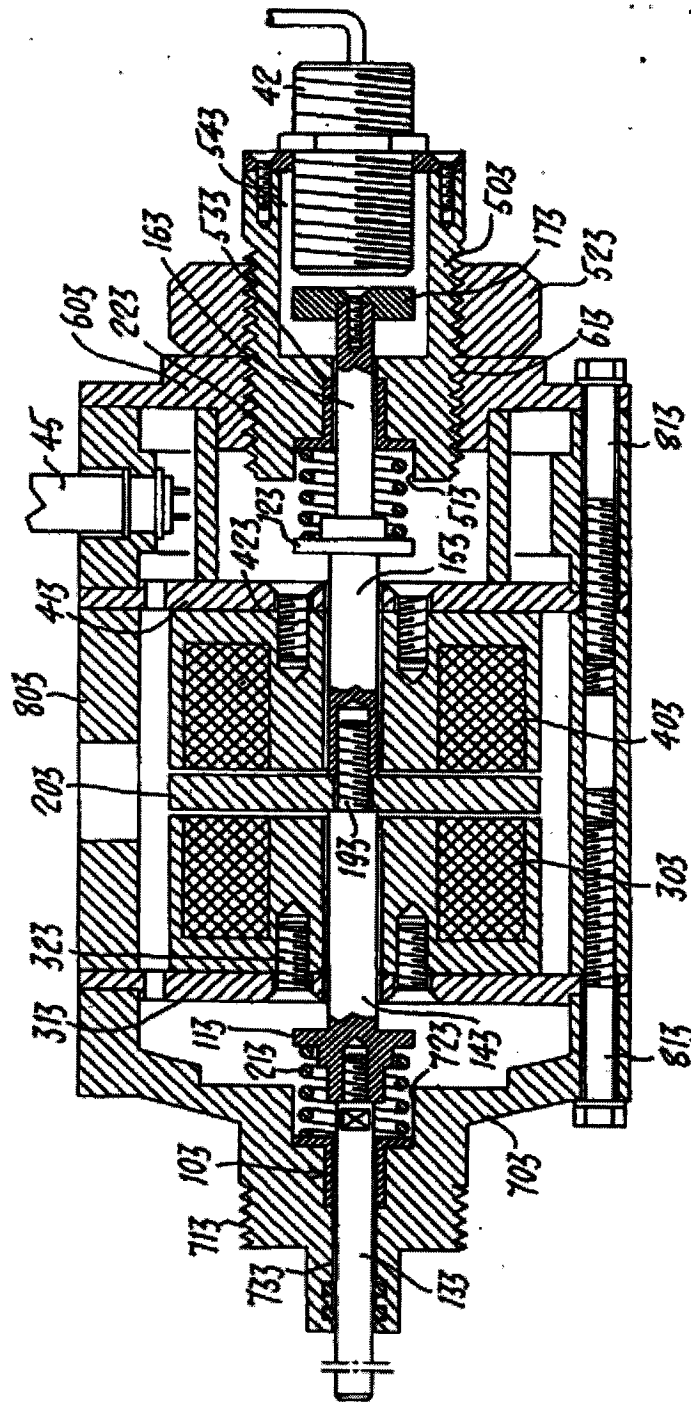
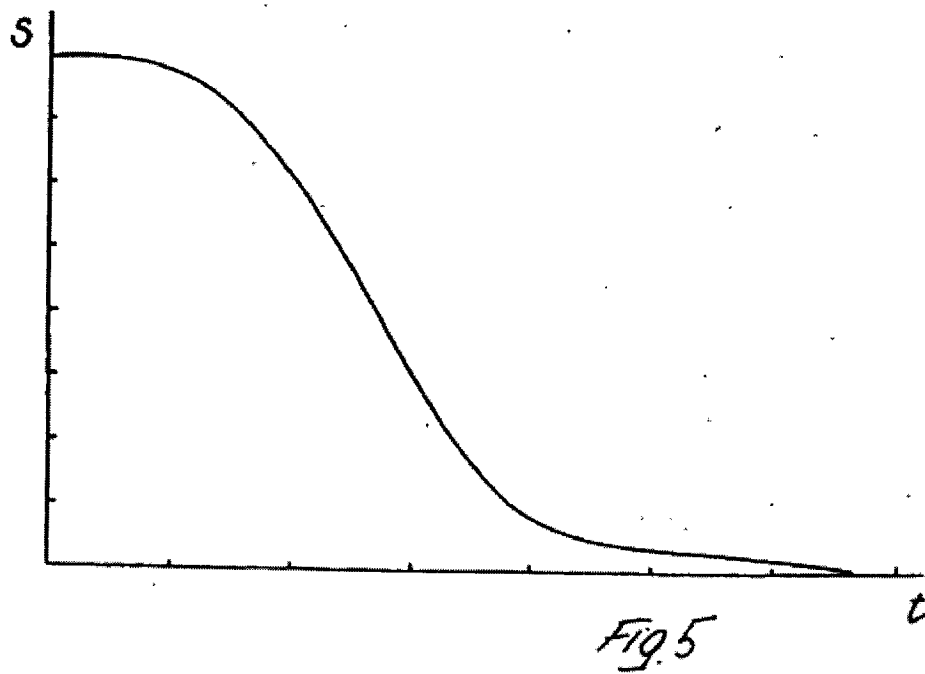
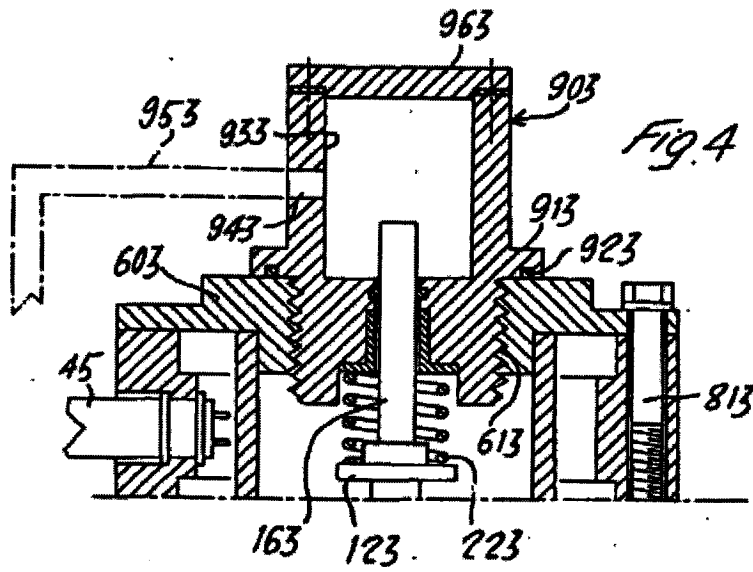


Fig. 3



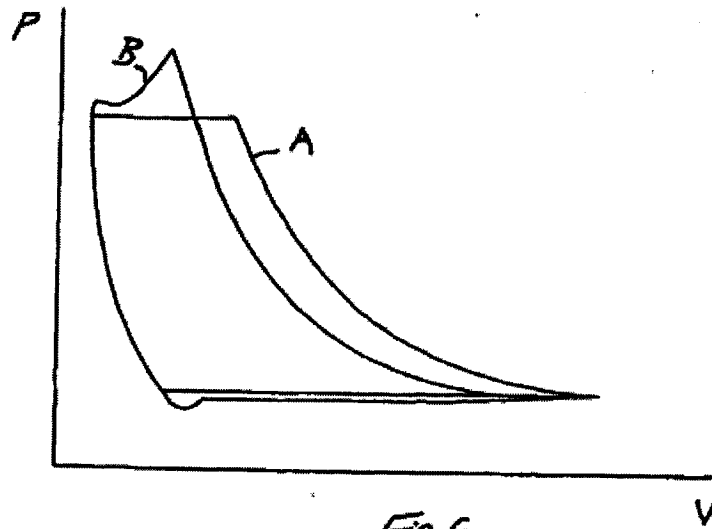


Fig. 6

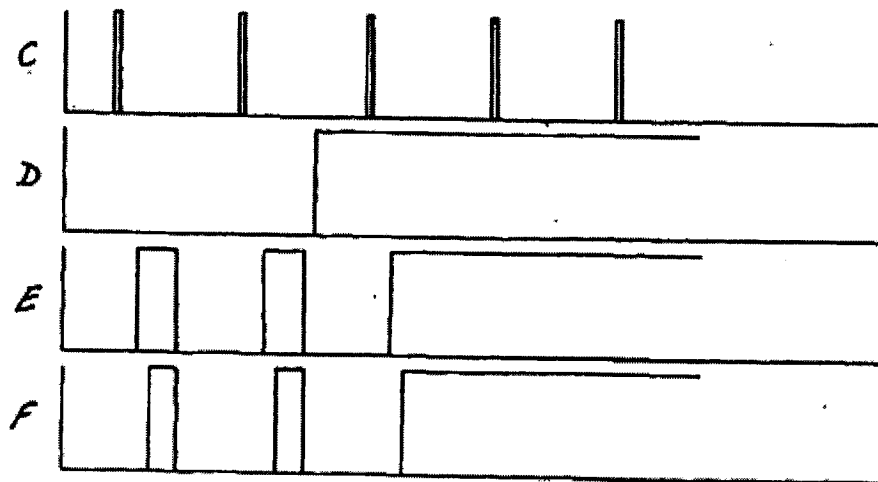


Fig. 7