

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 639**

51 Int. Cl.:

F04C 28/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2007 E 07719211 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2027392**

54 Título: **Dispositivo para regular la presión operativa de una instalación compresora de aceite inyectado**

30 Prioridad:

09.06.2006 BE 200600317

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

15.02.2016

73 Titular/es:

**ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE
VENNOOTSCHAP (100.0%)
BOOMSESTEENWEG 957
2610 WILRIJK, BE**

72 Inventor/es:

**VAN DEN WYNGAERT, PETER y
DANIËLS, IVO**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 559 639 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para regular la presión operativa de una instalación compresora de aceite inyectado

5 [0001] La presente invención concierne a un dispositivo para el ajuste de la presión operativa de una instalación de compresor de aceite inyectado.

10 [0002] A partir de EP 0.942.173 se conoce ya a nombre del mismo solicitante un dispositivo para el ajuste de la presión operativa de una instalación de compresor de aceite inyectado que dispone de un elemento compresor que se conduce por un motor con una velocidad de rotación ajustable, controlado por un modo de control, por el cual dicho elemento compresor dispone de una entrada de aire y una salida de aire comprimido sobre la que se conecta un separador de aceite con un tubo de aire comprimido para el suministro de gas comprimido, por el cual el dispositivo dispone de una válvula de entrada controlada que se conecta a la entrada de aire mencionada arriba y un mecanismo de expulsión con un tubo de salida que conecta el separador de aceite a la válvula de entrada y que se puede cerrar mediante una válvula de expulsión.

15 [0003] En tal dispositivo conocido, la válvula de entrada del elemento compresor se controla neumáticamente.

20 [0004] Una desventaja de tal sistema de control neumático es que hay una pérdida continua de aire comprimido, que es necesario para operar bien tal sistema de control.

[0005] Otra desventaja de tales sistemas de control neumáticos conocidos es que la presión operativa de la instalación compresora es siempre más alta cuando se descarga que cuando se carga, como resultado de lo cual la presión operativa requiere más potencia del motor cuando la instalación de compresor se descarga.

25 [0006] Otra desventaja de los sistemas de control neumáticos conocidos es que las tuberías de regulación de presión y las cámaras de aire crean largas constantes de tiempo, de manera que en caso de fluctuaciones imprevistas en el flujo de salida de la instalación compresora, habrá "altas" o "bajas" en la presión operativa, por lo cual esta presión operativa representará de pronto un valor muy alto o muy bajo respectivamente.

30 [0007] Una desventaja unida a ella es que cuando las dimensiones de las tuberías de regulación de presión son alteradas, por ejemplo debido a una sustitución o una reparación, las constantes de tiempo mencionadas arriba asumirán un valor diferente, lo que es desventajoso para la estabilidad del ajuste.

35 [0008] Una desventaja adicional de los dispositivos conocidos es que se puede formar condensación en las tuberías de regulación de presión del sistema de control neumático que se descarga mediante agujeros de aire mientras la instalación está operativa, pero que, después de que la instalación compresora haya sido desactivada, permanece en las tuberías y se puede acumular allí.

40 [0009] También, en caso de temperaturas inferiores a cero, las tuberías de regulación de presión pueden congelarse y así evitar el buen funcionamiento del sistema de control neumático.

[0010] Otra desventaja adicional es que con los dispositivos conocidos, la presión operativa requerida se fija manualmente mediante el atornillamiento de una válvula de regulación neumática. Además, solo puede establecerse cuando la instalación compresora está operativa.

45 [0011] Otra desventaja de los dispositivos conocidos es que la válvula de entrada normalmente tiene forma de una válvula reguladora de émbolo que es desventajosa porque su diseño causa grandes pérdidas de entrada.

50 [0012] El documento BE 1012655A3 divulga un sistema similar, pero utilizando un mando electrónico.

[0013] La presente invención pretende resolver una o más de las desventajas mencionadas arriba y otras más.

55 [0014] Con este fin, la invención concierne a un dispositivo para el ajuste de la presión operativa de una instalación compresora de aceite inyectado que dispone de un elemento compresor que se conduce por un motor con una velocidad de rotación ajustable, controlado por un modo de control, por el cual este elemento compresor dispone de una entrada de aire y una salida de aire comprimido sobre la que se conecta un separador de aceite con un tubo de aire comprimido para el suministro de gas comprimido, por lo que el dispositivo dispone de una válvula de entrada controlada que se conecta a la entrada de aire mencionada arriba y un mecanismo de expulsión con un tubo de salida que conecta el separador de aceite a la válvula de entrada y que se puede cerrar mediante una válvula de expulsión, por lo que el dispositivo se caracteriza en que la válvula de entrada mencionada arriba, la válvula de expulsión al igual que el modo de control son componentes eléctricamente controlables que se conectan a una unidad de mando electrónico para el ajuste de la presión operativa en el separador de aceite, que se mide por un sensor de presión operativo que se conecta a esta unidad de mando electrónico así; en que la válvula de entrada se hace en forma de una válvula mariposa que se conduce por un motor de paso a paso con una tarjeta de motor de paso a paso electrónico de acompañamiento; en que la tarjeta del motor paso a paso electrónico mencionado arriba

- 5 hay un micromodo de paso; y en que la unidad de control mencionada arriba dispone de un controlador de presión operativa que se hace en forma de un controlador PID cuya señal de salida representa el flujo de entrada deseada del elemento compresor, en base a lo cual se ajustan la velocidad de rotación del motor, la presión de entrada en la entrada de aire y el flujo de escape a través de la válvula de expulsión; por lo cual la unidad de control es
- 10 posteriormente provista de un controlador de presión de entrada que está hecho en forma de un controlador PID con un refuerzo, por lo cual este refuerzo es una función de la posición de la válvula de entrada o de la relación entre la presión absoluta que sigue en la válvula de entrada en la entrada de aire del elemento compresor y la presión absoluta en el lado de entrada de la válvula de entrada.
- 15 [0015] Una ventaja de un dispositivo según la invención es que la eficiencia de la instalación compresora mejora considerablemente, al no haber más pérdidas de aire comprimido como es el caso con un sistema de control neumático.
- [0016] Otra ventaja de un dispositivo según la invención es que la presión operativa puede mantenerse
- 20 constantemente, cuando la instalación compresora se carga al igual que cuando se descarga, lo que requiere menos potencia del motor.
- [0017] Otra ventaja de tal dispositivo según la invención es que las constantes temporales son considerablemente menores que con la regulación conocida por sistemas que se basan en aire comprimido, como resultado de lo cual el dispositivo puede reaccionar mucho más rápido a variaciones en el flujo de salida de la instalación compresora, dando como resultado menores "altas" y "bajas", y que las constantes temporales pueden controlarse mucho mejor.
- 25 [0018] Otra ventaja adicional de un dispositivo según la invención es que se omiten las tuberías de regulación neumática de presión, como resultado de lo cual se restringen los problemas de congelación en la válvula de expulsión.
- [0019] Otra ventaja de un dispositivo según la invención es que la presión operativa requerida puede introducirse fácilmente mediante un panel de control.
- 30 [0020] Una ventaja adicional de un dispositivo según la invención es que el sistema de mando electrónico es más apropiado para funciones adicionales, tal como por ejemplo introducir una presión operativa requerida a distancia mediante un control remoto.
- [0021] Todavía otra ventaja de la misma es que tal válvula mariposa causa considerablemente menos pérdidas de
- 35 entrada que una válvula reguladora de émbolo que se aplica en los sistemas de control neumáticos convencionales. La característica operativa no lineal de la válvula mariposa puede realizarse fácilmente de forma electrónica.
- [0022] En una forma de realización preferida de un dispositivo según la invención, la unidad de control mencionada arriba dispone de un controlador de presión operativa hecho con forma de un controlador PID cuya señal de salida
- 40 representa el flujo de salida requerido que establece la velocidad de rotación del motor, la presión de entrada en la entrada de aire y el flujo de escape a través de la válvula de expulsión.
- [0023] El flujo de salida es por la presente el flujo de masa de aire a través del tubo de aire comprimido, mientras que el flujo de escape es el flujo de masa de aire que fluye a través de la válvula de expulsión.
- 45 [0024] Para explicar mejor las características de la presente invención, la siguiente forma de realización preferida de un sistema de control según la invención para una instalación de compresor de aceite inyectado se da como un ejemplo solo, sin ser limitativo de ninguna manera, con referencia a los dibujos anexos, donde:
- 50 la figura 1 representa esquemáticamente una instalación compresora de aceite inyectado que dispone de un dispositivo según la invención;
- la figura 2 representa un esquema de control técnico de un sistema de control según la invención;
- la figura 3 representa un gráfico operativo del dispositivo en la figura 1;
- la figura 4 representa la curva de trabajo de una válvula de entrada que es parte de un dispositivo según la
- 55 la figura 5 representa la curva de refuerzo del controlador de presión de entrada.
- [0025] La figura 1 representa esquemáticamente una instalación compresora 1 que está en este caso hecha en la forma de un compresor de tornillo de aceite inyectado que dispone de un elemento compresor 2 que es conducido mediante una transmisión 3 por un motor 4 con una velocidad de rotación ajustable.
- 60 [0026] El elemento compresor 2 dispone de una entrada de aire 5 para inhalar un gas a ser comprimido mediante un filtro de aire 6 y con una salida de aire comprimido 7 que se abre, mediante una válvula de retención 8, en un tubo 9 que se conecta a un separador de aceite 10 de un tipo conocido.
- 65 [0027] Mediante un tubo de aire comprimido 11 que se conecta al separador de aceite mencionado arriba 10 vía una válvula de presión mínima 12, gas comprimido a una determinada presión operativa P_w se puede tomar por usuarios

ES 2 559 639 T3

de aire comprimido, tal como por ejemplo para alimentar una red de aire comprimido o similar.

[0028] El separador de aceite mencionado arriba 10 se conecta a una válvula de inyección mediante un tubo de inyección, no representado en la figura 1, esta válvula sirve en el elemento compresor 2 para inyectar el aceite que ha sido separado del aire comprimido en dicho elemento compresor 2 para lubricar y refrescar este.

[0029] El motor mencionado arriba 4 es en este caso un motor térmico que dispone de un motor de arranque eléctrico, no representado en la figura 1, y con un modo de mando electrónico 13 para controlar la velocidad de rotación.

[0030] El motor mencionado arriba 4 está también provisto de un ventilador de enfriado 14.

[0031] Además, la instalación compresora 1 dispone de un dispositivo 15 según la invención para el ajuste de la presión operativa P_w de la instalación compresora 1, este dispositivo 15 dispone de una válvula de entrada 16 eléctricamente conducida 16 que se conecta a la entrada de aire 5 arriba mencionada y con un mecanismo de expulsión 17 que está en este caso hecho con forma de un tubo de salida 18 que conecta el separador de aceite 10 a la válvula de entrada 16 y que se puede sellar mediante una válvula de expulsión 19 eléctricamente controlable.

[0032] En este caso, la válvula de entrada 16 arriba mencionada está hecha en forma de una válvula mariposa que se conduce mediante un motor paso a paso 20 que puede ajustar progresivamente la posición de la válvula de entrada 16 entre una posición abierta y una posición cerrada de la válvula de entrada 16.

[0033] El motor paso a paso 20 está, como se conoce, provisto de una tarjeta de motor paso a paso electrónico de acompañamiento 21 que tiene preferiblemente un micro modo de paso.

[0034] La válvula de expulsión 19 arriba mencionada está en este caso hecha con forma de una válvula magnética que se puede enganchar en dos posiciones entre una posición cerrada y una posición abierta.

[0035] Según la invención, el dispositivo 15 comprende además una unidad de control electrónico 22 al que el modo de control 13 arriba mencionado para la velocidad de rotación del motor, la válvula de entrada 16 arriba mencionada y la válvula de expulsión 19 se conectan para ajustar la presión operativa P_w en el separador de aceite 10.

[0036] Además, también un sensor de presión operativo 23 se conecta a la unidad de control 22, que está dispuesta en el separador de aceite 10 arriba mencionado, un sensor de presión de entrada 24 montado en la entrada de aire 5 y dos interruptores de proximidad 25, de los cuales solo uno se representa en la figura 1 y que pueden detectar la posición abierta y cerrada de la válvula mariposa.

[0037] Finalmente, también un panel de control 26 está en este caso conectado a la unidad de control 22.

[0038] El trabajo de una instalación compresora 1 que dispone de un dispositivo 15 según la invención para el ajuste de la presión operativa P_w de la instalación de compresor 1 es muy simple y se realiza de la siguiente manera.

[0039] La instalación compresora 1 tiene tres regímenes operativos: STARTUP (puesta en marcha), NOLOAD (sin carga) y LOAD/UNLOAD (carga/descarga).

[0040] La instalación compresora 1 siempre comienza en el modo STARTUP, por lo que la unidad de control 22 ordena al motor paso a paso 20 que cierre totalmente la válvula de entrada 16 y por lo que se abre la válvula de expulsión 19.

[0041] Después, el motor térmico 4 se activa por el motor iniciador arriba mencionado y el motor 4 se conduce a una velocidad de rotación mínima mediante el modo de control 13.

[0042] A medida que la válvula de entrada 16 se cierra completamente, la presión de entrada P_i vigente en la entrada de aire 5 será muy bajo, como resultado de lo cual la carga del motor se reducirá y, en consecuencia, el motor 4 se puede iniciar fácilmente.

[0043] Tan pronto como el motor térmico 4 ha alcanzado su máximo de revoluciones, la unidad de control 22 automáticamente cambia del modo STARTUP al modo NOLOAD.

[0044] En el modo NOLOAD, la unidad de control 22 establece la presión operativa P_w a un valor que es inferior a la presión de abertura de la válvula de presión mínima 12, de manera que la carga motorizada se limita y el motor 4 puede calentarse de esta manera.

[0045] Cuanto más baja es la presión operativa P_w estando seleccionado el modo NOLOAD, más bajo es el consumo de combustible.

- 5 [0046] No obstante, la presión operativa P_w debe ser seleccionada lo suficientemente alta con el objetivo de ser capaz de inyectar de forma constante suficiente aceite del separador de aceite 10 en el elemento compresor 2 mediante el tubo de inyección arriba mencionado, y así se evita que la temperatura en la salida de aire comprimido 7 del elemento compresor 2 pueda ser demasiado alta, ya que esto causa un envejecimiento acelerado del aceite de compresor.
- Tan pronto como el motor térmico 4 se ha calentado lo suficiente, la unidad de control 22 puede ser accionada, por ejemplo mediante el panel de control 26, desde el modo NOLOAD al modo de LOAD/UNLOAD.
- 10 [0047] En LOAD/UNLOAD, la unidad de control 22 ajusta la presión operativa P_w a una presión que es superior a la presión de abertura de la válvula de presión mínima 12.
- [0048] En modo LOAD/UNLOAD la instalación compresora 1 puede suministrar aire comprimido, por lo que la presión operativa P_w puede ser establecida mediante el panel de control 26 a un valor entre la presión de abertura de la válvula de presión mínima 12 y la presión operativa nominal de la instalación compresora 1.
- 15 [0049] Cuando el aire comprimido se toma de fuera, la instalación compresora 1 automáticamente cambiará LOAD. Cuando no se toma ningún aire comprimido de fuera, los interruptores de la instalación compresora 1 cambian a UNLOAD.
- 20 [0050] Si el usuario del aire comprimido quisiera hacer el trabajo de instalación del compresor 1 de forma más económica que en UNLOAD, él/ella puede siempre atrasar la instalación del compresor 1 a NOLOAD mediante el panel de control 26.
- 25 [0051] Si el usuario de aire comprimido posteriormente quisiera quitar el aire comprimido nuevamente, él/ella tendrá a esperar algo de tiempo en este caso, no obstante, hasta que la presión operativa P_w haya alcanzado un valor nuevamente que sea superior a la presión de apertura de la válvula de presión mínima 12.
- [0052] El trabajo del dispositivo 15 según la invención en el modo de LOAD/UNLOAD será explicada de aquí en adelante mediante el esquema de control técnico en la figura 2.
- 30 [0053] Este esquema deja claro que la unidad de control 22 tiene un controlador de presión de trabajo 27 y un controlador de presión de entrada de 28 a este fin en el que ambos están hechos preferiblemente en la forma de un controlador PID que está provisto de un algoritmo PID, representado por los bloques 29 y 30 respectivamente.
- 35 [0054] El controlador de presión operativa 27 arriba mencionado calcula la diferencia entre una presión operativa deseada 100 y la presión operativa 101 medida por el sensor de presión operativo 23.
- [0055] En el modo NOLOAD, la presión operativa deseada 100 es un valor preprogramado en la unidad de control 22.
- 40 [0056] En el modo de LOAD/UNLOAD, no obstante, el operador de la instalación compresora puede elegir él mismo, por ejemplo mediante el panel de control 26, entre dos ajustes de presión diferentes por preparación de un parámetro de selección en un bloque de selección 31 que contiene un algoritmo proporcionado para ese fin.
- 45 [0057] Una primera posibilidad es que la presión operativa deseada 100 puede ser establecida directamente mediante el panel de control 26 por un bloque de entrada 32.
- [0058] Esta presión operativa deseada 100 puede luego tener cualquier valor de cualquier cosa entre la presión operativa nominal de la instalación compresora 1 y la presión de apertura de la válvula de presión mínima 12.
- 50 [0059] Una segunda posibilidad que puede ser establecida mediante el bloque de selección 31 es un ajuste de presión operativa por lo que la presión operativa P_w es automáticamente maximizada por la unidad de control 22.
- [0060] En este caso, el valor de la presión operativa deseada 100 es una función del flujo de salida Q_u de la instalación compresora 1.
- 55 [0061] Por el flujo de salida Q_u se entiende el flujo de masa de aire en este caso, fluyendo a través del tubo de aire comprimido 11.
- 60 [0062] La información acerca del flujo de salida Q_u se calcula en la unidad de control 22 en el bloque 33 basándose en el flujo de entrada deseado 102 y la posición de la válvula de expulsión 19 que se representa por la señal 103.
- [0063] Por el flujo de entrada se entiende el flujo de masa de aire que fluye a través del elemento compresor en este caso.
- 65 [0064] El bloque 33 se asegura de que la presión de trabajo P_w en todo momento se mantiene bajo la presión de

diseño del separador de aceite 10.

5 [0065] El "alta" sobrevenida en la presión operativa Pw en caso de una reducción imprevista del flujo de salida Qu, por ejemplo debido a una reducción de consumo imprevisto, aumenta a medida del volumen del flujo de salida Qu cuando la reducción de consumo decrece.

10 [0066] Según la invención, para compensar el "alta", teniendo en cuenta qué precede, la presión operativa deseada 100 se fija a un valor inferior por la unidad de control 22 mientras el flujo de salida Qu de la instalación compresora 1 aumenta.

[0067] Después, el controlador de presión operativa 27 aplica un algoritmo PID 29 a la desviación de la presión operativa, es decir la diferencia entre la presión operativa deseada 100 y la presión operativa medida Pw, que corresponde con la señal 101.

15 [0068] El integrador en este algoritmo hace seguro que no hay desviación estática entre la presión operativa deseada 100 y la presión operativa medida 101.

[0069] Los factores PID óptimos dependen de la presión ambiental 104 que se puede medir por ejemplo con un sensor de presión atmosférica que no se representa en las figuras.

20 [0070] Según una característica preferida de un dispositivo 15 según la invención, la presión ambiental 104 no se mide mediante tal sensor atmosférico, pero mediante el sensor de presión de entrada absoluta 24 arriba mencionado, justo antes de que el motor térmico 4 se inicie, ya que la presión de entrada Pi es en ese momento igual a la presión ambiente 104 siempre y cuando el elemento compresor 2 esté inactivo.

25 [0071] La señal de salida del controlador de presión operativa 27 representa el flujo de entrada deseada 102 en un porcentaje.

El flujo de entrada Qi es del 100% cuando la velocidad de rotación del motor es máxima y la válvula de entrada 16 está en su totalidad abierta.

30 Si la válvula de entrada 16 estaba cerrada y quisiera cerrarse la entrada de aire totalmente, de manera que un vacío prevalecería en la entrada de aire 5 del elemento compresor 2, luego el flujo de entrada Qi sería 0%.

[0072] El flujo de entrada Qi puede hacerse igual al flujo de entrada deseado 102 al ajustar dos parámetros, es decir, la velocidad de rotación del compresor y la presión de entrada Pi.

35 [0073] Ambos parámetros son proporcionales al flujo de entrada Qi del elemento compresor 2.

[0074] Esto se representa por la siguiente fórmula 1:

40
$$\text{Flujo de entrada} = \text{Cte} * \text{velocidad rotacional del compresor} * \text{presión de entrada}$$

[0075] Ajustar la velocidad de rotación del compresor corresponde a ajustar la velocidad de rotación del motor térmico 4, por lo que el modo de control 13 recibe un valor deseado para la velocidad de rotación del motor de la unidad de control 22 y ajusta la velocidad de rotación del motor a esta velocidad de rotación deseada.

45 [0076] La presión de entrada Pi del elemento compresor 2 se ajusta por preparación de la posición de la válvula de entrada 16 de manera que, cuando la válvula de entrada 16 se cierra, la presión de entrada Pi se reduce.

50 [0077] El controlador de presión de entrada 28 arriba mencionado calcula la diferencia entre una presión de entrada deseada 105 y la de presión de entrada real Pi que corresponde con la señal 106 y es medida por el sensor de presión de entrada 24.

[0078] La presión de entrada deseada 105 se calcula en el bloque de cálculo 34 basándose en el flujo de entrada deseado 102 según la siguiente fórmula 2:

55
$$\text{Presión de entrada deseada} = \text{MIN} [\text{Patm}; \text{MAX} (\text{PW} / \text{relación de presión máxima sobre el elemento compresor}); (\text{flujo de entrada deseado} / \text{velocidad rotacional mínima del motor}) * \text{Patm}]$$

60 [0079] A la desviación de la presión de entrada Pi, es decir, la diferencia entre la presión de entrada deseada 105 y la presión de entrada medida 106, el algoritmo PID 30 arriba mencionado se aplica luego.

65 [0080] La salida del controlador de presión de entrada 28 también forma una salida 35 para la unidad de control 22, mediante el cual la señal de salida 107 del controlador de presión de entrada 28 se envía a la tarjeta 21 del motor paso a paso 20, y cuya señal 107 determina la velocidad angular a la que debe girar el motor paso a paso 20, mientras que el signo de la señal de salida 107 determina el sentido de rotación de dicho motor 20.

[0081] Para hacer que la entrada de flujo Q_i del elemento compresor 2 disminuya del 100% al 0%, por cuestiones de eficiencia, el motor térmico 4 se lleva previamente de su velocidad de rotación máxima a su velocidad de rotación mínima, por lo que esta velocidad de rotación mínima típicamente equivale a un 70% de la velocidad de rotación máxima.

5 [0082] Para que, según la fórmula 1, el flujo de entrada Q_i del elemento compresor 2 se reduzca a medida de la velocidad de rotación del motor.

10 [0083] Mientras se ajusta la velocidad de rotación del motor, la válvula de entrada 16 permanece abierta en su totalidad. Solo cuando el motor térmico 4 está rotando a su velocidad de rotación mínima y el flujo de entrada Q_i debe reducirse incluso más, la válvula de entrada 16 se cerrará, mientras el motor 4 mantiene la rotación a su velocidad de rotación mínima.

15 [0084] A partir de la fórmula 1 también se puede derivar que el flujo de entrada Q_i 10 está en proporción a la presión de entrada P_i del elemento compresor 2.

[0085] La conversión del flujo de entrada deseado 102 a una velocidad de rotación deseada se hace en la unidad de control 22 en el bloque de cálculo 36 aplicando la fórmula 3:

20
$$\text{Velocidad rotacional deseada del motor [\%]} = \text{MAX}(\text{velocidad de rotación mínima del motor; flujo de entrada deseado [\%]})$$

25 [0086] Estos porcentajes debe ser calculados por ejemplo en relación a la velocidad de rotación máxima, el flujo de entrada máximo respectivamente.

[0087] El valor deseado 108 de la velocidad de rotación del motor es transmitido mediante la salida 37 de la unidad de control 22 al modo de control 13 del motor térmico 4.

30 [0088] Debe observarse que, en la práctica, no es deseable reducir el flujo de entrada Q_i a 0%, ya que un vacío prevalecerá en la entrada de aire 5 del elemento compresor 2 en este caso, este vacío 19 en teoría proveería una proporción de presión continua sobre el elemento compresor 2.

35 [0089] Esta proporción de presión sobre el elemento compresor 2 se define como el cociente de la presión operativa absoluta P_w y la presión de entrada absoluta P_i del elemento compresor 2.

[0090] Si esta relación de presión se hace demasiado grande, dicho elemento compresor 2 estará expuesto a fuertes vibraciones, lo que resulta en una vida corta.

40 [0091] Además, la relación de presión sobre el elemento compresor 2 debe tener un límite superior.

[0092] La relación de la presión máxima admitida sobre el elemento compresor 2 es una constante de la máquina.

45 [0093] Mientras el motor 4 esté girando, siempre habrá un cierto flujo de entrada Q_i fluyendo al separador de aceite 10.

[0094] Si no hay salida del aire comprimido y, en consecuencia, no hay flujo de salida Q_u , el mecanismo de expulsión 17 antes mencionado se asegura de que los gases de escape del flujo Q_b , que fluye desde el separador de aceite 10 a la entrada de aire 5 de nuevo, es igual a la del flujo de entrada Q_i , de tal manera que la presión de funcionamiento P_w en el separador de aceite 10 no continuará aumentando.

50 [0095] El flujo de escape Q_b por la presente es el flujo de masa de aire que fluye a través de la válvula de expulsión 19.

En la forma de realización preferida de un dispositivo 15 según la invención, este dispositivo 15 se representa en la figura 2, el flujo de escape Q_b acaba en el lado de entrada de la válvula de entrada 16, es decir en el lado de la válvula de entrada 16 que se conecta al filtro de aire 6.

60 [0096] Como la válvula de expulsión 19 arriba mencionada del mecanismo de expulsión 17 puede engancharse solo en dos posiciones entre una posición cerrada y una posición abierta, solo será posible un ajuste discontinuo del flujo de escape Q_b .

[0097] La unidad de control 22 está preferiblemente provista de una memoria, no representada en las figuras, para almacenar la posición real de la válvula de expulsión 19.

65 [0098] El principio de ajuste de expulsión discontinua se representa en la figura 3, donde el flujo de entrada Q_i se representa como una línea completa como función del flujo de salida Q_u , representado por el eje horizontal.

[0099] En el gráfico están también representados el flujo de escape Q_b como línea de puntos y rayas, y el flujo de entrada mínima $Q_{i,min}$ como una línea discontinua, ambos como función del flujo de salida Q_u del elemento compresor 2.

5 [0100] Esta figura está hecha para la condición fija.
Debe observarse que el flujo de entrada mínima $Q_{i,min}$ y el flujo de escape Q_b no son valores fijados, no obstante, dependen fuertemente de muchos factores tales como el tipo de instalación compresora 1, la presión operativa P_w y similares.

10 [0101] En la condición fija, se aplica la fórmula 4:

$$\text{Flujo de entrada } Q_i = \text{flujo de salida } Q_u + \text{flujo de escape } Q_b$$

15 [0102] Con un flujo de entrada máximo del 100%, la válvula de expulsión 19 se cierra y consecuentemente no habrá ningún flujo de escape Q_b , de manera que según la fórmula 4, el flujo de entrada Q_i es igual de grande que el flujo de salida Q_u del elemento compresor 2.

20 [0103] Si el usuario de aire comprimido hace que se reduzca el flujo de salida Q_u , el controlador de presión operativa 27 hará que el flujo de entrada Q_i se reduzca también a la presión de entrada mínima, y así se alcanzará el flujo de entrada mínima $Q_{i,min}$.

[0104] El flujo de entrada mínima $Q_{i,min}$ es el flujo de entrada Q_i que se alcanza a una velocidad de rotación mínima del motor y una proporción de presión máxima sobre el elemento compresor 2.

25 [0105] En ese instante, la válvula de expulsión 19 se abre.

[0106] Cuando el flujo de entrada deseado Q_i es así menor que el flujo de entrada mínima $Q_{i,min}$, la unidad de control abrirá esta válvula magnética o la mantendrá abierta.

30 [0107] La abertura de la válvula de expulsión 19 causa una caída de presión en el separador de aceite 10 al que el controlador de presión operativa 27 reaccionará por aumento del flujo de entrada Q_i hasta que sea igual a la suma del flujo de salida Q_u y el flujo de escape Q_b .

35 [0108] Cuando no se toma ningún aire comprimido y, consecuentemente, no hay flujo de salida Q_u , la válvula de expulsión 19 está abierta.

[0109] Según la fórmula 4, el flujo de entrada Q_i es en este caso igual al flujo de escape Q_b .

40 [0110] Cuando el flujo de salida Q_u aumenta en este caso como resultado de una mayor expulsión de aire comprimido, el controlador de presión operativa 27 hará que también aumente el flujo de entrada Q_i hasta que el flujo de entrada Q_i se vuelva igual a la suma del flujo de entrada mínimo $Q_{i,min}$ y el flujo de escape Q_b .

45 [0111] En ese instante, la válvula de expulsión 19 se cierra.

[0112] Cuando el flujo de entrada deseada 102 es así mayor que la suma del flujo de entrada mínimo $Q_{i,min}$ y el flujo de escape Q_b , la unidad de control 22 cerrará dicha válvula de expulsión 19 o la mantendrá cerrada.

50 [0113] El cierre del tubo de salida 18 produce un aumento de presión en el separador de aceite 10 al que el controlador de presión operativa 27 reacciona reduciendo el flujo de entrada 23 Q_i hasta ser igual al flujo de salida Q_u .

55 [0114] Cuando el flujo de entrada deseado 102 es mayor que el flujo de entrada mínimo $Q_{i,min}$ y menor que la suma del flujo de entrada mínimo $Q_{i,min}$ y el flujo de escape Q_b , la posición de la válvula de expulsión 19 permanecerá invariable.

[0115] El ancho de pasaje de la válvula de expulsión 19 debe ser dimensionado bien para evitar que, debido a una dimensión demasiado pequeña, se cree una desviación estática entre la presión operativa medida P_w y la presión operativa deseada 100 mientras la proporción de presión sobre el elemento compresor 2 es máxima.

60 [0116] Por otro lado, el ancho de pasaje de la válvula de expulsión 19 debería no ser demasiado grande tampoco, ya que un flujo de escape Q_b demasiado grande es desventajoso para la eficiencia de la instalación compresora 1.

65 [0117] Preferiblemente, el tamaño del ancho de pasaje de la válvula de expulsión 19 es seleccionado de manera que, en NOLOAD, se alcanza la proporción de presión máxima sobre el elemento compresor 2.

[0118] Este ancho óptimo de pasaje se puede calcular basándose en la fórmula 5:

$$A = Cte * \frac{B * C}{D * E} * \sqrt{F}$$

5 Donde:

A = el ancho optimizado de pasaje de la válvula de expulsión [m²];

B = el volumen barrido del elemento compresor [m³/tr]; esto no es ninguna constante, pero un parámetro que depende de varios factores como la velocidad de rotación del rotor macho del elemento compresor, la presión operativa Pw, la presión de entrada Pi y similares;

10 C = la velocidad de rotación mínima del rotor macho [tr/s];

D = la proporción de presión máxima sobre el elemento compresor 2;

E = la temperatura del aire en la entrada del elemento compresor 2 [K];

F = la temperatura del aire en la entrada del ancho de pasaje [K].

15 [0119] Los parámetros B y C de la fórmula 5 arriba mencionada dependen fuertemente del tipo de instalación compresora 1, de manera que el ancho óptimo de pasaje A es diferente para cada instalación compresora 1.

20 [0120] Para cada tipo de instalación compresora 1, la función mencionada se maximiza para así calcular el ancho óptimo de pasaje A de la válvula de expulsión 19 por lo que, bajo ninguna circunstancia medioambiental y de maquinaria o de cualquier cosa, la presión operativa medida Pw permanece superior a la presión operativa deseada 100.

25 [0121] Estas situaciones del "peor de los casos" normalmente no ocurren en la práctica, de manera que el ancho de pasaje A de la válvula de expulsión 19 es muchas veces demasiado grande.

[0122] La diferencia entre el flujo de escape Qb y el flujo de entrada mínimo Qi,min se llama coeficiente de seguridad, este coeficiente de seguridad es igual al 0 si hablamos del "peor de los casos".

30 [0123] Así, la condición para el cierre de la válvula de expulsión 19 se convierte en:

$$\text{Flujo de entrada deseado} > 2 * \text{flujo de entrada mínimo} + \text{factor de seguridad}$$

35 [0124] Las condiciones para abrir y cerrar la válvula de expulsión 19 se programan en la unidad de control, es decir, en el bloque de cálculo 38 que se conecta al sensor de presión operativa 23 y al sensor de presión de entrada 24, que son necesarios para calcular el flujo de entrada mínimo Qi,min y que representan la presión operativa medida 101 y la presión ambiental 104 respectivamente.

40 [0125] La señal de salida 103 del bloque de cálculo 38 es una señal que, mediante la salida 39 de la unidad de control 22, abre o cierra la válvula de expulsión 19.

[0126] Además, un filtro de paso bajo 40 es preferiblemente colocado en la unidad de control 22 delante del bloque de cálculo 38, es decir, entre el controlador de presión operativa 27 y el bloque de cálculo 38, para obtener un sistema de control más estable.

45 [0127] Como con los dispositivos conocidos 15 que trabajan neumáticamente, la selección de los anchos de pasaje de las válvulas de expulsión 19 se restringe y no todas las instalación compresoras 1 serán capaz de alcanzar la proporción de presión máxima sobre el elemento de compresor 2 en NOLOAD.

50 [0128] En UNLOAD, la proporción de presión máxima sobre el elemento compresor 2 se mantiene sin tener en cuenta la presión operativa Pw.

[0129] Si, por ejemplo, la presión de entrada Pi se duplica, luego también el flujo de entrada Qi se duplicará y la presión operativa Pw aumentará hasta que una nueva condición estacionaria sea alcanzada.

55 [0130] El flujo de escape Qb debe ser tan grande como el flujo de entrada Qi y duplicarse también.

[0131] Se ha notado que, cuando el flujo de escape Qb se duplica, la presión operativa absoluta Pw se duplica también, de manera que la proporción de presión sobre el elemento compresor 2 permanece constante, ya que la presión de entrada Pi y la presión operativa Pw se han duplicado.

60 [0132] Gracias a la selección de la válvula mariposa como una válvula de entrada 16, solo se requiere una capacidad de dirección limitada en comparación con la válvula de pistón/entrada que se aplica en los dispositivos de control neumáticos convencionales, lo que es necesario para mantener el coste del accionador eléctrico, que en este

caso consiste en el motor paso a paso 20, tan bajo como sea posible.

5 [0133] Otra ventaja del uso de esta válvula mariposa es que, gracias a su diseño, tiene solo tiene pérdidas de entrada limitadas en comparación con la válvula de pistón/entrada de un dispositivo de control neumático de los que se aplican generalmente.

[0134] En tal válvula de pistón/entrada, el aire pasa primero por varios ángulos antes de alcanzar finalmente la entrada de aire, que causa una pérdida de entrada considerable.

10 [0135] Una ventaja adicional de la válvula mariposa es su compacidad.

[0136] De importancia para la dinámica del sistema de control es la característica de funcionamiento que es típica de la válvula de entrada 16 y que está representada esquemáticamente en la figura 4.

15 [0137] Esta característica operativa representa la proporción de presión de la válvula de entrada como función de la posición de la válvula de entrada.

20 [0138] Por proporción de presión de la válvula de entrada se entiende aquí la proporción entre la presión absoluta que sigue la válvula de entrada 16 en la entrada de aire 5 del elemento compresor 2 y la presión absoluta en el lado de entrada de la válvula de entrada 16.

[0139] Una posición de válvula de entrada de 0° representa una válvula mariposa cerrada, una posición de válvula de entrada de 90° representa una válvula de mariposa abierta en su totalidad.

25 [0140] La forma de la característica operativa, que es típicamente no lineal, depende del diseño y dimensiones de la válvula mariposa, al igual que el flujo volumétrico del elemento compresor 2.

[0141] Un diámetro mayor de la válvula mariposa y un flujo volumétrico mayor hacen la característica operativa menos lineal.

30 [0142] La característica operativa muestra que, en la mitad derecha del gráfico, la presión de entrada P_i reduce solo un poco una posición de la válvula de entrada.

35 [0143] También, en esta área entera, el cambio de la posición de la válvula de entrada tiene poca influencia en el flujo de entrada Q_i .

[0144] Solo en la mitad izquierda mitad de la característica operativa cambiará de forma significativa la presión de entrada P_i (y por lo tanto el flujo de entrada Q_i) cuando la posición de la válvula de entrada sea alterada.

40 [0145] Con el fin de ajustar la posición de la válvula de entrada, se hace uso en este caso del arriba mencionado motor paso a paso 20 cuyas revoluciones son reforzadas por la anteriormente mencionada tarjeta electrónica del motor paso a paso 21.

45 [0146] Esta tarjeta de motor paso a paso 21 recibe, mediante la tarjeta de motor de paso a paso electrónico 21 arriba mencionado, una señal de control de capacidad baja de la unidad de control 22.

50 [0147] Una ventaja del uso de tal motor paso a paso 20 es que este tipo de motor eléctrico puede ya desarrollar su par motor máximo en reposo, que es necesario desde la corriente de aire asimétrica a través de la válvula de entrada 16 crea un par motor de carga en el eje de la válvula mariposa.

[0148] Naturalmente, el par motor de agarre del motor paso a paso 20 debe ser mayor que el par motor de carga para mantener la válvula mariposa en la posición deseada.

55 [0149] Una ventaja adicional del uso de tal motor paso a paso es el precio de coste es relativamente bajo.

[0150] Una característica del motor paso a paso 20 es su ángulo de paso ángulo en el modo a paso completo de la tarjeta de motor paso a paso 21.

60 [0151] En una forma de realización preferida de un dispositivo según la invención, el motor paso a paso 20 hace doscientos pasos por revolución, que corresponde a un ángulo de paso de 1,8°.

[0152] A partir de la característica operativa en la figura 4 sigue que estos 1,8 ° en la situación más crítica corresponden a una diferencia de presión de entrada de un 15%, lo que implica un gran riesgo de inestabilidad.

65 [0153] Este problema es resuelto según la invención usando la tarjeta de motor paso a paso electrónico 21 arriba mencionada que tiene un micromodo de paso, por el cual el ángulo de paso del modo a paso completo se divide en

varios micropasos menores.

[0154] Cuando, por ejemplo, se seleccionan ocho micro pasos por ángulo de paso, se obtiene ya una resolución de posición de 0,225°.

[0155] Volviendo a la característica operativa de la figura 4, esta parece corresponder a solo un 2% de diferencia de presión de entrada en la situación más crítica, lo que es aceptable.

[0156] Como la característica operativa de la válvula de entrada 16 es no lineal, se consigue un sistema de control no lineal.

[0157] Consecuentemente, cuando el refuerzo K del controlador de presión de entrada 28 se optimiza para la mitad izquierda de la característica operativa, el motor paso a paso 20 no será suficientemente rápido en la parte derecha de la característica operativa, como resultado de lo cual la presión operativa se hace inadmisiblemente grande cuando se cambia entre entre LOAD y UNLOAD.

[0158] Viceversa, si el refuerzo K del controlador de presión de entrada 28 se optimiza para la mitad derecha de la característica operativa, el motor paso a paso reaccionará extremadamente fuerte en la parte izquierda de la característica operativa, dando como resultado un sistema de control inestable.

[0159] Para resolver este problema, el controlador de presión de entrada 28 dispone de la llamada 'programación de ganancia' por lo que el refuerzo K, que prevé la acción proporcional del algoritmo PID 30 del controlador de presión de entrada 28, se ajusta también cuando la posición de la válvula de entrada 16 cambia.

[0160] La posición de válvula de entrada puede ser medida, por ejemplo, mediante un registrador de posición tal como un codificador.

[0161] Ya que tal codificador es por lo general relativamente costoso, una característica preferida de la invención es dejar que la selección del refuerzo K del controlador de presión de entrada 28 no dependa de la posición de la válvula de entrada T6, pero sí en la proporción de presión sobre la válvula de entrada 16.

[0162] Estadísticamente hablando, la posición de la válvula de entrada 16 se puede derivar de la proporción de presión de válvula de entrada si la característica operativa es bien conocida.

[0163] Además, desde un punto de vista dinámico, hay solo una pequeña constante de tiempo entre la posición de la válvula de entrada 16 y la proporción de presión sobre la válvula de entrada 16 como resultado del volumen relativamente pequeño entre la válvula mariposa y la entrada de aire 5 y el flujo de volumen relativamente alto del elemento compresor 2.

[0164] No se requieren sensores extra para medir esta presión de entrada, ya que el sensor de presión de entrada 24 está ya presente para controlar la proporción de presión sobre el elemento compresor 2.

[0165] En realidad, la gama de la proporción de presión de la válvula de entrada 16 se divide en un número finito de intervalos.

[0166] Dentro de cada intervalo, el refuerzo K del controlador de presión de entrada 28 tiene un valor constante que se calcula para cada intervalo individual como el opuesto del refuerzo medio de la característica operativa en el intervalo afectado, multiplicado por un valor constante.

[0167] Esto se puede expresar por la fórmula 6:

$$K = \frac{1}{K_{gem}} * Cte'$$

[0168] El valor constante Cte' es por la presente seleccionado de manera que las dinámicas del control de presión de entrada son óptimas en el intervalo de presión de entrada con el refuerzo K mínimo.

[0169] El refuerzo K tiene un límite superior, ya que de lo contrario podría adquirir un valor demasiado grande cerca de las posiciones de la válvula máximas a 0° y 90°.

[0170] La figura 5 representa un ejemplo de 'programación de ganancia', por lo que el refuerzo K se representa en la ordenada como función de la proporción de presión de la válvula de entrada 16 en la abscisa, especialmente para un gran número de intervalos de la proporción de presión de la válvula de entrada.

[0171] Así, mediante la 'programación de ganancia' se obtiene un sistema de control más lineal con mejores calidades dinámicas.

5 [0172] Para el buen funcionamiento de un dispositivo 15 según la invención en el ajuste de la presión operativa P_w de una instalación compresora de aceite inyectado 1, es importante que la posición de la válvula de entrada 16 esté continuamente a más de 0° y menos de 90° .

10 [0173] Esto se puede realizar por ejemplo proporcionando dos topes mecánicos que paran el cuerpo de la válvula cuando se acerca a la posición límite.

[0174] No obstante, el uso de tales topes mecánicos puede provocar impactos serios, lo que es desventajoso para la vida de los componentes.

15 [0175] Otra posibilidad consiste en el uso de sensores que detectan las posiciones límites de válvula de la válvula de entrada 16, estos sensores en este caso son interruptores de proximidad 25.

[0176] La unidad de control 22 luego se asegurará de no dirigir el motor paso a paso 20 más lejos en la dirección de la posición límite de válvula en cuestión.

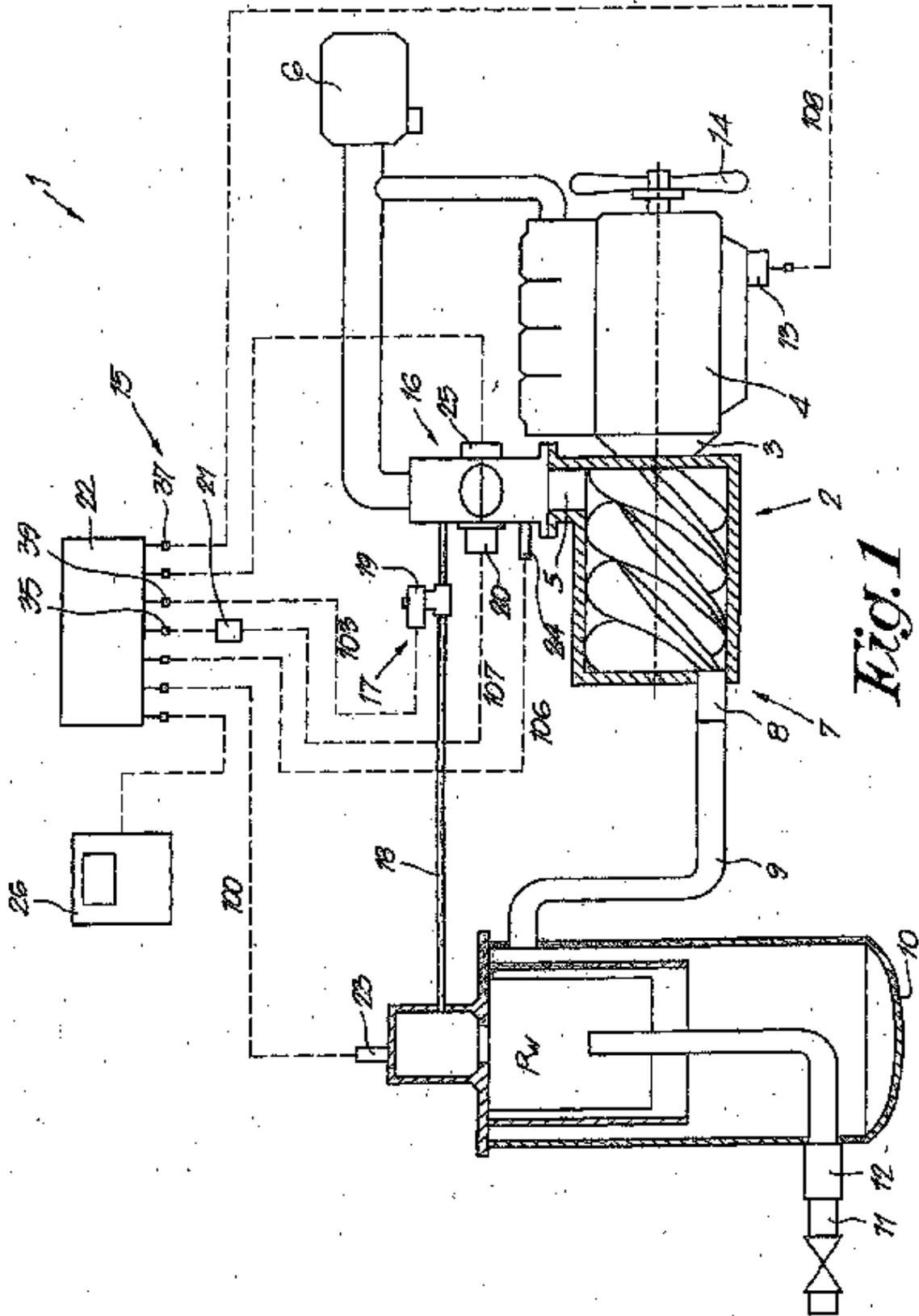
20 [0177] Cuando la instalación compresora 1 se apaga, primeramente se accionará el modo NOLOAD para un tiempo predeterminado por la unidad de control 22, de modo que el motor térmico 4 esté mínimamente cargado, mientras que el ventilador 14 mantiene la rotación a velocidad de rotación mínima y la instalación compresora 1 puede enfriar algo antes de que el motor térmico 4 se detenga de verdad.

25 [0178] La presente invención no se limita a las formas de realización dadas como ejemplo y representadas en los dibujos anexos; al contrario, tal dispositivo según la invención para el ajuste de la presión operativa de una instalación compresora de aceite inyectado puede hacerse en todo tipo de formas y dimensiones mientras aún permanezcan dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el ajuste de la presión operativa de una instalación compresora de aceite inyectado que dispone de un elemento compresor (2) conducido por un motor (4) con una velocidad de rotación ajustable, controlado por un modo de control (13), por el cual dicho elemento compresor (2) dispone de una entrada de aire (5) y una salida de aire comprimido (7) al que se conecta un separador de aceite (10) con un tubo de aire comprimido (11) para el suministro de gas comprimido, por el cual el dispositivo (15) dispone de una válvula de entrada controlada (16) que se conecta a la entrada de aire (5) mencionada arriba y un mecanismo de expulsión (17) con un tubo de salida (18) que conecta el separador de aceite (10) a la válvula de entrada (16) y que se puede cerrar fuera mediante una válvula de expulsión (19), donde la válvula de entrada (16) mencionada arriba, la válvula de expulsión (19) y el modo de control (13) son componentes eléctricamente controlables que se conectan a una unidad electrónica de control (22) para el ajuste de la presión operativa (P_w) en el separador de aceite (10), que se mide por un sensor de presión operativa (23) que se conecta a esta unidad electrónica de control (22), **caracterizado por el hecho de que** la válvula de entrada (16) mencionada arriba está hecha en forma de válvula mariposa que se conduce por un motor paso a paso (20) con una tarjeta de motor paso a paso electrónico de acompañamiento (21); en que la tarjeta de motor paso a paso electrónico (21) mencionada arriba tiene un micromodo de paso; y en el que la unidad de control mencionada arriba (22) dispone de un controlador de presión operativa (27) que está hecho en forma de un controlador PID cuya señal de salida representa el flujo de entrada deseado (102) del elemento de compresor (2), en la base de lo cual la velocidad de rotación del motor, la presión de entrada (P_i) en la entrada de aire (5) y el flujo de escape (Q_b) a través de la válvula de expulsión (19) son ajustadas; por el cual la unidad de control (22) es posteriormente provista de un controlador de presión de entrada (28) que está hecha en la forma de un controlador PID con un refuerzo (K), por el cual este refuerzo (K) es una función de la posición de la válvula de entrada (16) o de la relación entre la presión absoluta después de la válvula de entrada (16) en la entrada de aire (5) del elemento compresor (2) y la presión absoluta en el lado de entrada de la válvula de entrada (16).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la válvula de expulsión mencionada arriba (19) está hecha en forma de una válvula magnética que se puede enganchar en dos posiciones, cerrada y abierta.
3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** la unidad de control (22) dispone de una memoria para almacenar la posición real de la válvula magnética.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** la unidad de control (22) dispone de un bloque de cálculo (38) con un algoritmo que abre la válvula de expulsión (19) mencionada arriba o mantiene esta abierta cuando el flujo de entrada deseado (102) es menor que el flujo de entrada mínimo ($Q_{i,min}$) que se alcanza a una velocidad de rotación mínima del motor y una proporción de presión máxima sobre el elemento compresor (2); por lo que la unidad de control (22) cierra esta válvula de expulsión (19) o mantiene esta cerrada cuando el flujo de entrada deseado (102) es mayor que la suma del flujo de entrada mínimo ($Q_{i,min}$) y el flujo de escape (Q_b); y por lo que la unidad de control (22) no cambia la posición de la válvula de expulsión (19) cuando el flujo de entrada mínimo ($Q_{i,min}$) es menor que el flujo de entrada deseado (102), que a su vez es menor que la suma del flujo de entrada mínimo ($Q_{i,min}$) y el flujo de escape (Q_b).
5. Dispositivo según las reivindicaciones 1 y 4, **caracterizado por el hecho de que** en la unidad de control (22), entre el controlador de presión operativa mencionado arriba (27) y el bloque de cálculo mencionado arriba (38), se proporciona un filtro de paso bajo (40).
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** la unidad de control (22) dispone de un bloque de selección (31) con un algoritmo que hace posible directamente ajustar la presión operativa (P_w) en una primera posición de selección, y para aplicar un ajuste de presión operativa automática en una segunda posición de selección, por lo que la presión operativa (P_w) es automáticamente maximizada a una presión operativa (P_w) situada entre la presión operativa nominal y la presión de diseño de la instalación compresora (1), y por lo que es seguro también el hecho de que el valor máximo de la presión operativa (P_w), en caso de una transición de una instalación compresora (1) cargada o descargada, siempre se mantiene bajo la presión de diseño de la instalación compresora (1).
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** está provisto de un panel de control (26) que hace posible ajustar la presión operativa deseada en la unidad de control (22).
8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** está provisto de un control remoto para el ajuste de la presión operativa en la unidad de control (22).
9. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el controlador de presión operativa (27) dispone de un algoritmo que ajusta los factores PID del controlador de presión operativa (27) a la presión ambiental (P_{atm}).

- 5 10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** la unidad de control (22) mencionada arriba dispone de un modo STARTUP por el cual la válvula de entrada (16) queda totalmente cerrada, la válvula de expulsión (19) se abre y el motor (4) sólo se inicia a continuación, y por lo tanto, tan pronto como el motor (4) ha alcanzado su máximo de revoluciones, la unidad de control (22) cambia automáticamente del modo STARTUP a un modo NOLOAD, por lo que la presión operativa (Pw) se ajusta a un valor que es inferior a la presión de apertura mencionada arriba de la válvula de presión mínima (12) por la unidad de control (22).
- 10 11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** están previstos interruptores de proximidad (25) en la válvula de entrada (16) mencionada arriba que detectan cuando un cuerpo de válvula en dicha válvula de entrada (16) se acerca a su posición límite y transmiten esto a la unidad de control (22) mencionada arriba.



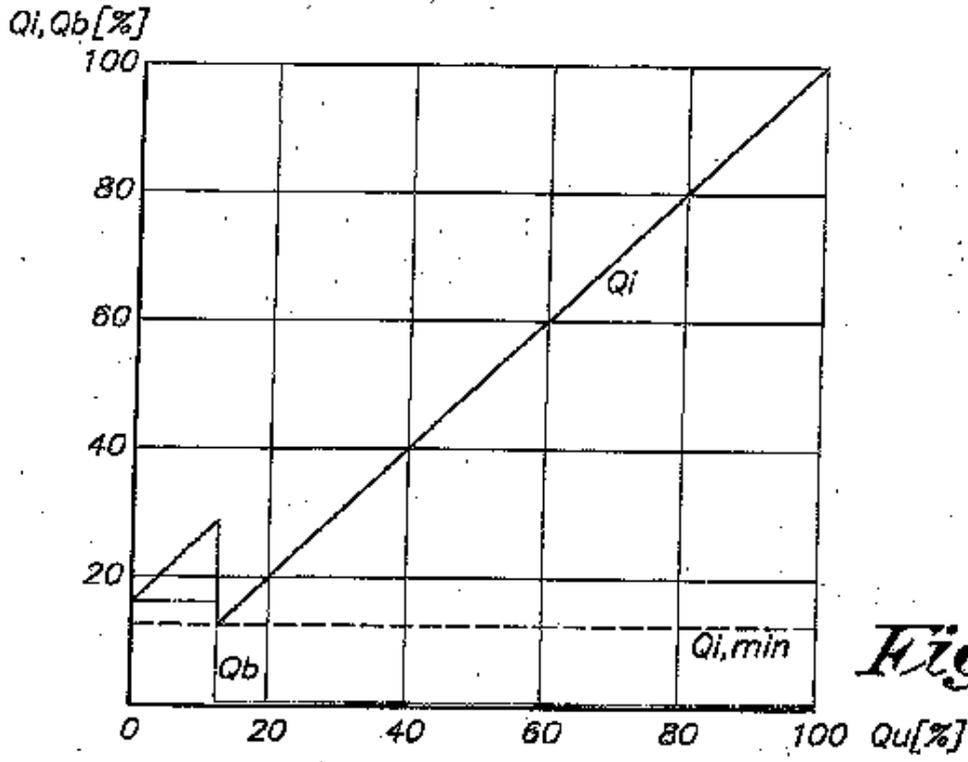


Fig. 3

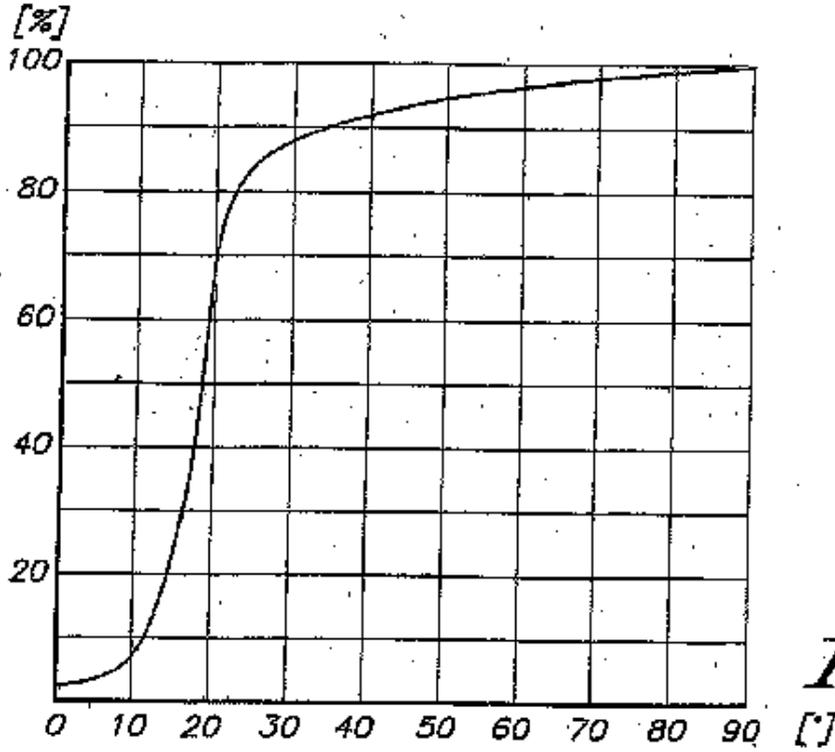


Fig. 4

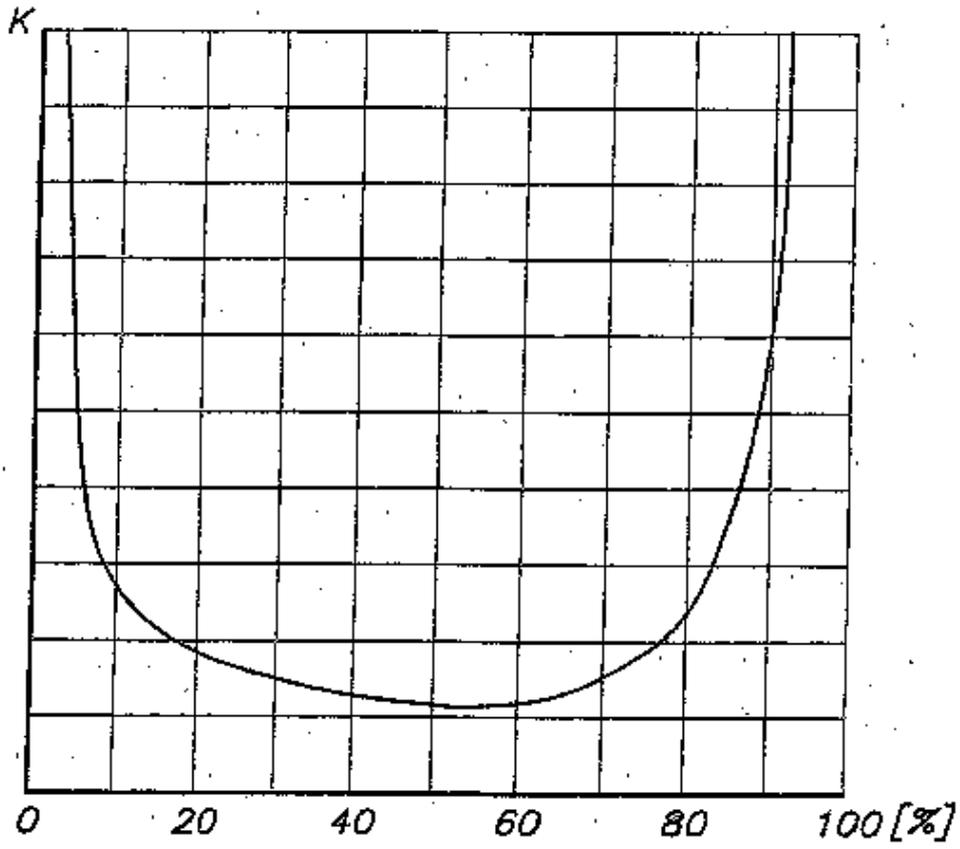


Fig. 5