

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 931**

51 Int. Cl.:

F04B 9/10	(2006.01)
F04B 11/00	(2006.01)
B01F 5/08	(2006.01)
B01F 15/00	(2006.01)
B01F 15/02	(2006.01)
B01F 15/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2013 PCT/IB2013/060873**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO2014097075**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2013 E 13824383 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2935885**

54 Título: **Homogeneizador de alta presión**

30 Prioridad:

21.12.2012 IT PR20120089

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

08.06.2017

73 Titular/es:

**GEA MECHANICAL EQUIPMENT ITALIA S.P.A.
(100.0%)
Via A. M. da Erba Edoari 29
43123 Parma, IT**

72 Inventor/es:

**BENASSI, MASSIMILIANO y
BOTTIONI, MICHELE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 615 931 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

Homogeneizador de alta presión

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un homogeneizador de alta presión.

5 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

10 Como es bien sabido, en el campo del tratamiento de fluidos a alta presión, en particular con respecto a aplicaciones de micronización en emulsión, estabilización de dispersiones y rotura/desintegración celular controlada de un fluido, se usan frecuentemente dispositivos denominados homogeneizadores. Tales dispositivos comprenden generalmente una bomba con pistones que se mueven con movimiento alterno por medio de un cigüeñal (o árbol de levas), son sincrónicas y mutuamente desplazadas por un ángulo de $360^\circ/n$, donde n es el número de pistones de bombeo que se mueven y elevan la presión del fluido dentro de la parte de procesamiento de la máquina (el número de pistones oscila generalmente entre uno y un máximo de ocho pistones).

15 En particular, los homogeneizadores comprenden una válvula ajustable (llamada válvula de homogeneización), que efectúa un paso forzado del fluido a tratar desde una zona de alta presión a una zona de baja presión, o en cualquier caso una de menor presión. La bomba de pistón está situada aguas arriba de la válvula y es accionada por un motor eléctrico que mueve el cigüeñal.

Interpuesto entre el motor y la bomba hay también una unidad de engranaje reductora que consiste en un sistema de poleas y, en su caso, un eje paralelo o un sistema de engranajes reductores epicicloidales.

20 Esta cadena cinemática sirve para convertir el movimiento rotativo del eje en movimiento alterno rectilíneo, transmitiéndolo rígidamente a los pistones de la bomba.

Cada pistón genera así una acción de compresión pulsante sobre el fluido a tratar. Las pulsaciones de pistón individuales se combinan entre sí (en relación con el desplazamiento fijo introducido por los ángulos relativos entre las diversas manivelas del cigüeñal) en un colector, generando una única pulsación resultante que es sentida directamente por la válvula homogeneizadora.

25 Cada pistón de bombeo genera, en su propia cámara de compresión, una presión pulsante que va de 0 a p_{max} bar, donde p_{max} = valor máximo para el que está configurada la máquina, que puede ser incluso superior a 2000 bares.

Si el homogeneizador está equipado con un solo pistón, toda la pulsación 0- p_{max} también se siente de la misma manera por la válvula homogeneizadora y por los elementos (por ejemplo, transductor) aguas abajo de las válvulas de bombeo.

30 En el caso de una pluralidad de pistones, la amplitud de las pulsaciones resultantes se amortigua en comparación con el caso de las bombas que consisten en un único pistón, pero se percibe, no obstante, aguas abajo de la bomba. Además, el cigüeñal (o árbol de levas) está construido con ángulos fijos relativos entre las manivelas y, por lo tanto, el desplazamiento entre las pulsaciones también permanece fijo. En consecuencia, la pulsación resultante, aunque amortiguada, nunca se elimina, sino que permanece siempre constante.

35 Sin embargo, los homogeneizadores conocidos descritos anteriormente presentan una serie de desventajas, ligadas principalmente al ciclo de vida de los componentes individuales.

De hecho, la presión y el flujo pulsante del fluido producen impactos potenciales considerables contra las partes mecánicas móviles de la válvula homogeneizadora.

40 Estos impactos, que afectan al elemento móvil respectivo de la válvula que trabaja a distancias axiales cortas con relación al elemento fijo, tienden a dañar toda la estructura de la válvula, especialmente en las fases de pico más bajo de las pulsaciones.

Además, la acción de bombeo somete los componentes individuales sometidos a pulsaciones a un ciclo de carga de fatiga que da lugar a una reducción considerable del ciclo de vida de tales componentes.

45 El desgaste de los componentes (que determina su ciclo de vida) es directamente proporcional a las rpm del cigüeñal (frecuencia de pulsación) ya las presiones de bombeo de fluido.

Por esta razón, a altas prestaciones de funcionamiento (velocidad de bombeo y presión) todos los componentes que cooperan en la compresión tendrán un ciclo de vida muy corto.

5 El documento US 6827479 describe una válvula de tobera con una geometría fija y un sistema para controlar las velocidades de avance de los pistones hidráulicos de aceite, en donde el control de las velocidades de desplazamiento del pistón regula directamente la presión (sin tener libertad de acción sobre las últimas). En términos prácticos, una vez fijada la velocidad de avance de los pistones (ley de movimiento y, por tanto, caudal), la presión de homogeneización se fija automáticamente y el sistema tiene sustancialmente sólo un grado de libertad.

DIVULGACIÓN DE LA INVENCION

En este contexto, la tarea técnica en la base de la presente invención es proponer un homogeneizador que supere los inconvenientes antes mencionados de la técnica anterior.

10 En particular, un objeto de la presente invención es proporcionar un homogeneizador que se pueda utilizar a altas presiones, al mismo tiempo que se minimizan los efectos mecánicos que contribuyen a reducir el ciclo de vida de los componentes individuales que cooperan en las operaciones de bombeo.

En particular, un objeto de la presente invención es proporcionar un homogeneizador capaz de eliminar el efecto de bombeo pulsante con el fin de reducir las tensiones que dan lugar a daños a la válvula homogeneizadora y a los componentes antes mencionados.

15 La tarea técnica indicada y los objetos especificados se consiguen sustancialmente mediante el homogeneizador de la presente invención, que comprende las características técnicas expuestas en una o más de las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Características y ventajas adicionales de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción aproximada y, por lo tanto, no restrictiva de una realización preferida pero no exclusiva de un homogeneizador, como se ilustra en los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 ilustra una vista esquemática de un esquema operativo de los elementos que realizan la acción de bombear un fluido a homogeneizar; y

25 - la figura 2 ilustra un esquema de bloques del ciclo operativo de las acciones de bombeo de un fluido a homogeneizar;

- la figura 3 ilustra un esquema de control de realimentación del homogeneizador.

Con referencia a las figuras esquemáticas adjuntas, 1 indica globalmente un homogeneizador de alta presión.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

30 El homogeneizador comprende una pluralidad de pistones 2a, 2b de bombeo, cada uno de los cuales está configurado para bombear el líquido a homogeneizar alimentándolo hacia un colector único 6 para recoger el líquido bombeado.

35 Debe tenerse en cuenta que en lo sucesivo en la presente descripción se hará referencia, únicamente a modo de ejemplo no limitativo, a sólo dos cilindros 3a, 3b individuales. Sin embargo, puede haber cualquier número de cilindros, y por lo tanto de pistones correspondientes, dependiendo del tipo de homogeneizador, aplicación y caudal del líquido a homogeneizar.

Colocada en el colector 6 hay una válvula de homogeneización (no descrita o ilustrada, ya que es de un tipo conocido), que recibe el líquido a homogeneizar. El líquido que entra en la válvula tiene un valor de presión y caudal determinado por la acción de los pistones 2a, 2b de bombeo anteriormente mencionados.

Preferentemente, cada pistón 2a, 2b está asociado con un correspondiente cilindro 3a, 3b hidráulico de aceite.

40 Ventajosamente, el homogeneizador 1 comprende una pluralidad de cilindros 3a, 3b hidráulicos de aceite, cada uno de los cuales está dotado de un correspondiente pistón 2a, 2b de bombeo.

Cada cilindro 3a, 3b hidráulico de aceite comprende un circuito hidráulico respectivo que tiene una válvula proporcional para suministrar aceite al cilindro 3a, 3b.

45 El circuito hidráulico hace posible gobernar la ley de movimiento alternativo de cada cilindro 3a, 3b individual y por lo tanto de cada pistón 2a, 2b correspondiente a través del suministro de aceite controlado por las válvulas proporcionales de aceite.

De hecho, las válvulas proporcionales, que no se describen e ilustran ya que son de un tipo conocido, regulan la presión y el caudal de aceite a los cilindros 3a, 3b individuales y por lo tanto el empuje y la velocidad de desplazamiento de los respectivos pistones 2a, 2b

5 El homogeneizador 1 comprende además un sistema 5 electrónico para controlar y regular los pistones 2a, 2b de bombeo para controlar la ley de movimiento de cada pistón 2a, 2b individual independientemente.

10 En particular, tal como se ilustra en el esquema de la figura 2, El sistema 5 electrónico de control y regulación está conectado a las válvulas proporcionales de los respectivos cilindros 3a, 3b hidráulicos de aceite para regular la presión y el caudal de aceite a los cilindros individuales (y por lo tanto el empuje y la velocidad de desplazamiento del mismo y consecuentemente el de los pistones de bombeo). Ventajosamente, el sistema 5 está igualmente conectado a un transductor colocado sobre el colector 6 con el fin de verificar los valores de presión del líquido a homogeneizar que es bombeado por los pistones 2a, 2b. De esta manera, los parámetros funcionales de la válvula proporcional se modifican ajustando el suministro de aceite a los cilindros 3a, 3b individuales de acuerdo con la presión detectada en el colector 6, con el fin de mantener un caudal y una presión estables.

15 Estando conectado al transductor colocado sobre el colector 6 con el fin de verificar los valores de presión del líquido a homogeneizar que es bombeado por los pistones 2a, 2b, el sistema 5 hace posible modificar los parámetros funcionales de una válvula proporcional de aire comprimido que acciona un cilindro neumático que acciona una parte móvil de la válvula de homogeneización, permitiendo así que el punto de ajuste de presión fijo se ajuste según el valor de presión detectado en el colector 6, también independientemente del caudal.

20 A diferencia del documento US 6827479, en la presente invención la homogeneización tiene lugar a través de una válvula de homogeneización con una geometría variable que se regula por medio de un sistema de realimentación controlado por el mismo software (perteneciente al sistema 5 electrónico) que también regula la velocidad de avance de los pistones de bombeo hidráulicos de aceite. Una vez fijada la velocidad de desplazamiento de los pistones (ley de movimiento, caudal), existe todavía libertad para fijar el valor de presión: el sistema tiene dos grados de libertad que se pueden gestionar independientemente (caudal y presión), haciendo posible tener cualquier combinación de presión y caudal y un patrón estable en el mismo.

25 En el documento US 6827479, a medida que la velocidad del pistón aumenta (disminuye), la presión de homogeneización también aumenta (disminuye) respectivamente, mientras que en la presente invención se encuentra el esquema innovador de la figura 3, por lo que cuando la velocidad del pistón aumenta, es posible tener una presión de homogeneización creciente o decreciente, y cuando la velocidad del pistón disminuye, es posible tener una presión de homogeneización creciente o decreciente.

30 El mismo tipo de ajuste también puede producirse en un modo completamente manual.

35 Con referencia a la figura 1, debe observarse que los cilindros 3a, 3b hidráulicos individuales tienen un patrón de impulsos como se ilustra en los gráficos 4a, 4b. El patrón de los cilindros 3a, 3b está ajustado de tal manera que escalona el movimiento de los pistones 2a, 2b individuales. En otras palabras, un primer pistón 2a (que suministra el producto) aumenta gradualmente su velocidad, aumentando de ese modo el caudal (gráfico 4a). El primer pistón 2a alcanza una velocidad máxima que se mantiene durante un período dado y cuando está casi al final de su carrera comienza la rampa descendente hasta alcanzar cero. En esta fase descendente, un segundo pistón 3b (que se succiona al retroceder) comienza simultáneamente su rampa ascendente (gráfico 4b) con la misma pendiente que la caída del primer pistón 2a.

40 Este desplazamiento de fase, controlable por separado por el sistema 5 electrónico para cada cilindro 3a, 3b (y por lo tanto para cada pistón 2a, 2b), define una suma de velocidades y, por tanto, un caudal constante indicado por el patrón 7 (gráfico 4c). En el caso de ejemplo descrito e ilustrado anteriormente hay solamente dos cilindros 3a, 3b, que están coordinados para definir la resultante 7 anteriormente mencionada. Sin embargo, en el caso de múltiples cilindros (más de dos), los movimientos alternados individuales de los pistones 2a, 2b son regulados por el sistema 5 de tal manera que eliminan los estados transitorios entre las rampas ascendente y descendente, eliminando así el efecto pulsante resultante.

45 El líquido de homogeneización se bombea por tanto hacia la válvula de homogeneización a una velocidad de flujo constante, lo que significa una presión de homogeneización constante, excepto durante una fase transitoria inicial, de manera que se alcanza uno de los objetivos preestablecidos.

50 Ventajosamente, el sistema 5 regula de forma independiente las válvulas proporcionales individuales de los circuitos hidráulicos de cada cilindro 3a, 3b, evitando así el problema de tener un movimiento pulsante resultante y un desplazamiento de fase fijo entre los diversos pistones.

55 En otras palabras, creando una ley de movimiento apropiada para cada pistón y combinándola de acuerdo con un desplazamiento de fase establecido en un programa de software operativo del sistema 5 electrónico, se puede generar así una combinación de caudales en el colector 6 para asegurar una suma constante de los propios

caudales (resultante 7) y por lo tanto una presión igualmente constante. Además, es posible modificar los desplazamientos de fase cuando hay una variación en la viscosidad del producto líquido a homogeneizar y la presión de entrada de los cilindros 3a, 3b.

5 Por lo tanto, se conservan varios elementos mecánicos críticos, ya que ya no están sujetos a la acción pulsante de las operaciones de bombeo. En particular, la válvula de homogeneización recibe el líquido a tratar a una presión y caudal constantes debido al efecto resultante 7 de los pistones individuales 2a, 2b.

Esta ventaja se da por el hecho de que los cilindros 3a, 3b son hidráulicos y por lo tanto pueden ser regulados independientemente por un solo programa de software operativo.

10 Además, los estados transitorios de elevación/reducción de los dos pistones (gráfico 4c) sólo son de 5-6 por minuto, y en cualquier caso inferior a 15 por minuto (como consecuencia de la reducción de las velocidades del pistón), muy alejada de las aproximadamente 160 pulsaciones/minuto de un cigüeñal de la técnica anterior, que gira precisamente a unas 160 rpm, y en cualquier caso están amortiguadas por la presencia, en las levas virtuales, de las rampas de velocidad ascendente y descendente de los mismos pistones.

15 Esto es importante porque un caudal y presión constante es una situación ideal, pero en realidad los estados transitorios en las fases de intercambio de pistón implican la presencia de reflujos a través de las válvulas de bombeo; esto puede causar pequeñas desviaciones de la presión nominal que varían según la presión máxima aplicada y están preferiblemente en el intervalo de 0 a 100 bar. En cambio, la presión nominal permanece absolutamente constante durante las fases centrales del desplazamiento del pistón.

20 Un número muy bajo de ciclos/min prolonga la vida útil de los componentes sometidos a ciclos de carga por fatiga y reduce la posibilidad de daños a la válvula homogeneizadora debido a que los picos de presión (positiva o negativa) se reducen y se reduce también la posibilidad de impacto entre las partes fija y móvil.

El homogeneizador 1 muestra además ser mucho más versátil y adaptable a altas presiones y a la viscosidad del líquido a tratar. Esta ventaja también se da por la posibilidad de regular independientemente los cilindros 3a, 3b.

25 Una ventaja adicional del presente homogeneizador, que puede trabajar con presiones de 0 a 4000 bares, es el hecho de que puede ser controlado completamente de forma remota.

30 Con el presente homogeneizador, se lleva a cabo un procedimiento de homogeneización en el que se crean y combinan las leyes de movimiento de cada pistón y se combinan de acuerdo con un desplazamiento de fase, que puede ser fijado por el usuario de tal manera que genere una combinación de caudales aguas abajo de las válvulas/pistones de bombeo, dentro de un colector, que es capaz de asegurar una suma constante de dichos caudales y por lo tanto una presión constante a la válvula homogeneizadora.

Es posible ajustar el desfase entre el arranque del segundo pistón y la detención del primero mediante el aprovechamiento de rampas de velocidad apropiadas, cuyo inicio y final se pueden controlar completamente mediante software.

35 A medida que varían la presión máxima de funcionamiento y la viscosidad del fluido tratado, los desplazamientos pueden modificarse para reducir la amplitud de cualquiera de los picos de presión durante los estados transitorios de la manera más apropiada.

El presente homogeneizador es particularmente adecuado para presiones que oscilan entre 1000 y 4000 bares y tiene aplicación en muchos sectores: alimentos, productos químicos, farmacéuticos, biotecnológicos y nano partículas.

40 El programa de software utilizado se basa en el control y automatización de ejes móviles en combinación con dos tarjetas de control específicas (tarjetas de control de ejes).

45 La tarjeta de control de ejes se interconecta con el accionador (y por lo tanto con el pistón de bombeo) a través de la válvula proporcional para controlar su movimiento y al mismo tiempo percibe su posición absoluta por medio de un codificador lineal situado dentro del propio pistón para crear un bucle de regulación de mando y retroalimentación que permite al programa de software controlar la posición y el movimiento del pistón con extrema precisión.

El programa de software de control de ejes es por tanto capaz de mover el pistón siguiendo cámaras virtuales personalizadas para optimizar las fases de inversión de movimiento ajustándolas de antemano de tal manera que se reduzcan los picos a un mínimo.

50 El programa de software recibe órdenes desde un panel de control o a través de señales remotas y acciona el movimiento de los pistones modificando sus parámetros de trabajo (avance y diseño de levas virtuales) con el fin de obtener la operación más lineal posible en presencia de fluidos con diferentes viscosidades ya diferentes presiones.

REIVINDICACIONES

1. Homogeneizador de alta presión, que comprende:

- una pluralidad de pistones (2a, 2b) de bombeo, para alimentar un líquido a homogeneizar hacia un colector (6); y

5 - una válvula de homogeneización situada aguas abajo de dichos pistones (2a, 2b) de bombeo para recibir dicho líquido a homogeneizar que es bombeado al colector (6);

- un sistema (5) electrónico de regulación para controlar y regular dichos pistones (2a, 2b) de bombeo, que controla la ley de movimiento de cada pistón (2a, 2b) individual independientemente;

10 caracterizado porque dicho sistema (5) de regulación electrónica está conectado a un transductor colocado en el colector (6) y permite la distribución de aceite a los cilindros (3a, 3b) individuales de los pistones (2a, 2b) correspondientes a regular de acuerdo con la presión, detectada en el colector (6), del líquido a homogeneizar bombeado por dichos pistones (2a, 2b) con el fin de mantener un caudal y una presión estables, permitiendo modificar los parámetros funcionales de una válvula proporcional de aire comprimido que acciona un cilindro neumático que acciona una parte móvil de la válvula homogeneizadora, de manera que el punto de ajuste de presión fijo puede ser ajustado también independientemente del caudal de acuerdo con el valor de presión detectado en el

15 colector (6), también independientemente del caudal, teniendo los pistones (2a, 2b) individuales estados transitorios de elevación/reducción contándose menos de 15 por minuto.

2. El homogeneizador de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado porque cada pistón está asociado con un respectivo cilindro (3a, 3b) hidráulico de aceite.

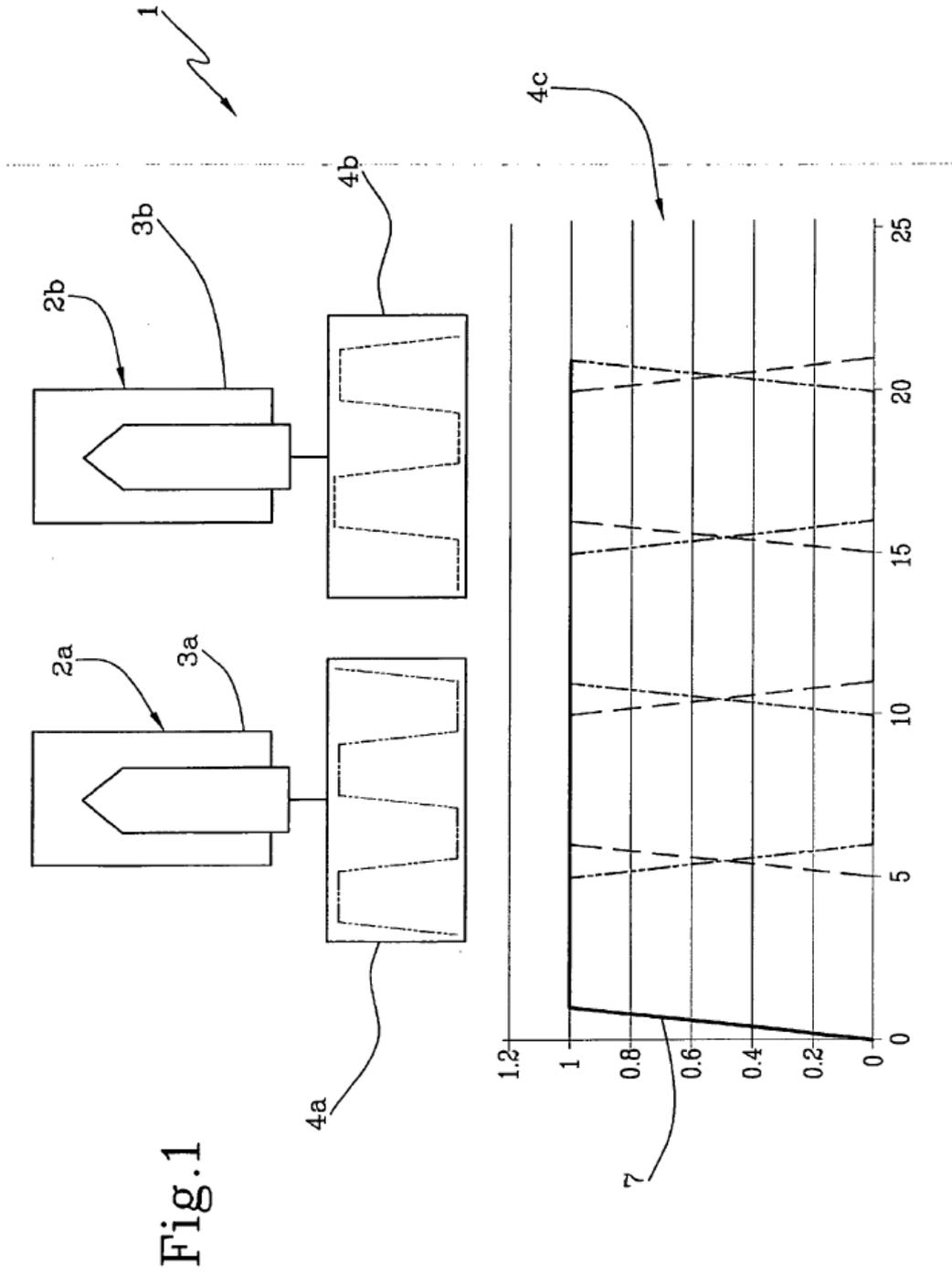
20 3. El homogeneizador de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque cada cilindro (3a, 3b) hidráulico de aceite comprende un circuito hidráulico respectivo que tiene una válvula proporcional para suministrar aceite al cilindro.

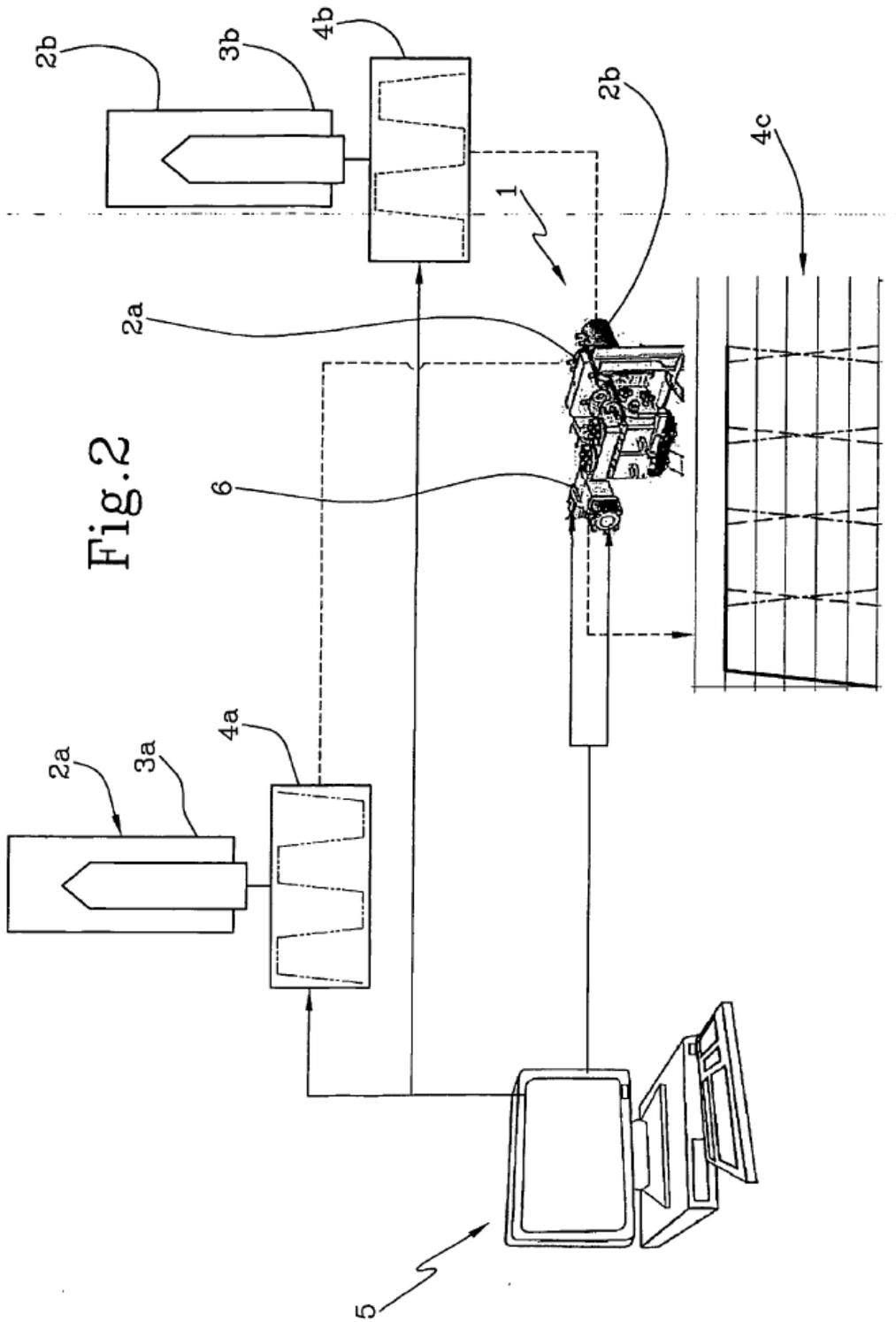
4. El homogeneizador de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado porque dicho sistema (5) electrónico de control y regulación está conectado a las válvulas proporcionales de los respectivos cilindros hidráulicos de aceite para regular la presión y el flujo de aceite a los cilindros (3a, 3b) individuales.

25 5. Un proceso de homogeneización en un homogeneizador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde, después de un transitorio inicial, la presión aguas abajo de las válvulas/pistones de bombeo y en la entrada de la válvula homogeneizadora es casi constante.

30 6. El proceso de homogeneización en un homogeneizador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde las leyes de movimiento de cada pistón se crean y combinan de acuerdo con un desplazamiento de fase, que puede ser ajustada por el usuario para generar una combinación de caudales aguas abajo de las válvulas/pistones de bombeo, dentro del colector, de modo que se asegure una suma constante de dichos caudales y por lo tanto una presión constante a la válvula homogeneizadora.

35 7. Procedimiento de homogeneización según las reivindicaciones 5 y 6, en donde tiene lugar a través de una válvula homogeneizadora de geometría variable regulada por medio de un sistema de realimentación controlado por un sistema (5) electrónico de control y regulación, que también regula la velocidad de avance de los pistones de bombeo.





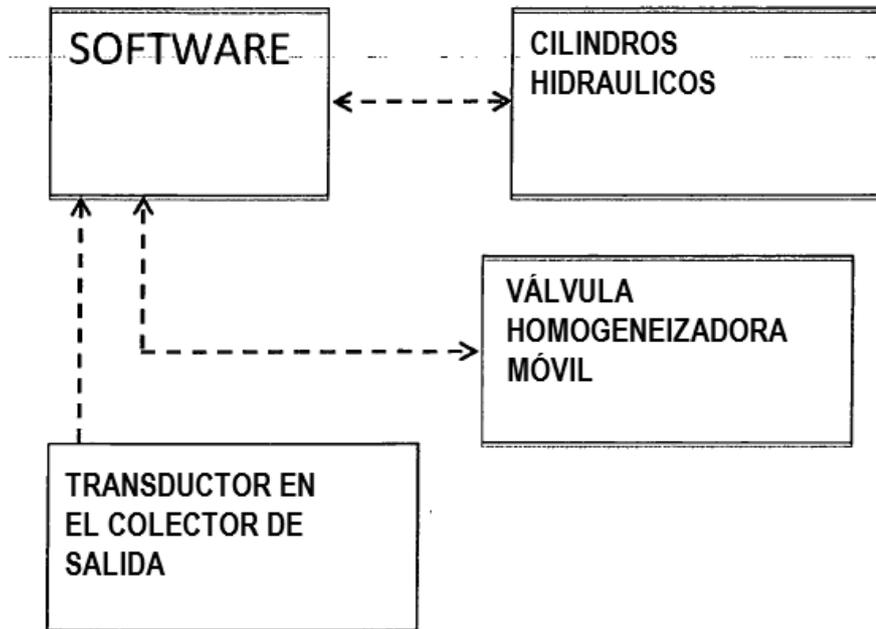


FIG. 3