

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 024**

51 Int. Cl.:

B01D 19/00 (2006.01)

F16H 57/04 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2009 PCT/DK2009/050062**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2009 WO09115092**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2009 E 09722289 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 2265351**

54 Título: **Método y dispositivo para la filtración de aceite que contiene aire**

30 Prioridad:

19.03.2008 EP 08005141

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

14.04.2021

73 Titular/es:

C.C. JENSEN A/S (100.0%)

Løvholmen 13

5700 Svendborg, DK

72 Inventor/es:

JENSEN, SØREN HALLBERG

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 819 024 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

Método y dispositivo para la filtración de aceite que contiene aire

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para la eliminación de contaminantes sólidos de aceite lubricante contaminado que contiene aire, llevando el aceite hacia la entrada de una bomba y bombeándolo además hacia la entrada de un filtro que separa el aceite contaminado en una fase sólida, que se retiene mediante el filtro, y una fase líquida, que pasa el filtro y sale como un filtrado a través de la salida del filtro.

Antecedentes de la técnica

10 El uso de filtros de aceite es bien conocido para descontaminar el aceite que contiene impurezas suspendidas. Una aplicación principal es el uso de tales filtros para la filtración de aceite para maquinaria tal como aceite hidráulico y el aceite usado en el sistema de lubricación de motores, por ejemplo, en engranajes y cojinetes. La filtración eficiente de aceite en cualquier sistema lleno de aceite es esencial para acrecentar la longevidad y el rendimiento.

15 El documento DE 195 11 450 (Münkel) da a conocer un ensamblaje de filtros montados en derivación para filtrar fluido desde un depósito de fluido hidráulico en una línea de derivación, teniendo el filtro una bomba accionada por motor y un alojamiento montado de manera rígida que se cierra mediante una cubierta y que contiene un elemento de filtro reemplazable. El alojamiento del filtro se conecta directamente a la bomba y forma un vaso diseñado para contener el fluido limpio cuando se cambia el elemento de filtro con el fin de hacer posible el reemplazo del elemento de filtro o la renovación del filtro simplemente sin peligro de contaminar el aceite limpio aguas abajo del filtro. En una realización, un indicador de presión diferencial monitoriza la diferencia de presión entre los lados de entrada y de salida del filtro. En caso de que se exceda un valor de presión de diferencia especificado, puede usarse una señal eléctrica para detener el motor de la bomba. Una válvula de retención evita que el aceite vuelva desde un tanque situado más alto para el aceite filtrado. El documento DE 195 11 450 no da a conocer o sugiere cómo solucionar problemas de filtración en el caso de un aceite que tiene un contenido de aire, que puede perjudicar a la filtración.

25 El documento DE 199 33 620 (Locher) da a conocer un filtro de aire para máquinas hidroaccionadas con piezas giratorias, especialmente cajas de engranajes automáticas de vehículos que tienen una membrana insertada para eliminar las burbujas de aire que están presentes en la corriente de aceite. Una zona de membrana de un dm² elimina aproximadamente 20 ml/h de aire. Una baja capacidad tal hace que esta solución sea inapropiada para su uso a gran escala.

30 El documento EP1424116 (Hesterwerth *et al.*) da a conocer un separador de burbujas de aire con una cámara colectora de aceite para desgasificar aceite a través de un volumen de aire proporcionado sobre el aceite. Se proporcionan placas de retención dispuestas una detrás de la otra en la dirección de flujo en una región de entrada detrás de una entrada de aceite. Se proporciona un canal de escurrimiento con dimensiones transversales libres anchas y estrechas alternas en la dirección de flujo detrás de las placas de retención. Un separador tal es inapropiado en caso de burbujas de aire muy pequeñas.

35 El documento WO 99/35435 (Salavamäki *et al.*) da a conocer un método para llevar el contenido de aire en aceite lubricante o aceite hidráulico a un estado de equilibrio durante la circulación. Mediante este método, burbujas de aire de un orden de magnitud de 1,5 mm o superiores suben a la superficie de aceite en el tanque de aceite, mientras que burbujas más pequeñas se disuelven bajo la presión hidráulica en la parte inferior del nivel suficientemente alto de aceite en el tanque. Esta presión es del orden de 0,5 bares (0,05 MPa). La figura 4 del documento WO 99/35435 muestra un filtro para limpiar el aceite tomado mediante bombeo de la parte inferior del tanque de aceite. Después del filtro hay un refrigerador. Sin embargo, este documento no dice nada sobre las condiciones particulares de filtración .

45 El documento WO 04/070231 (Hydac Filtrertechnik GmbH) se refiere a un dispositivo de lubricación para trenes de engranajes que comprende dos etapas de engranaje y un circuito lubricante con una unidad de filtro. Con el fin de asegurar que el lubricante que circula en las etapas de engranaje se introduce en la unidad de filtro, se descarga el lubricante que circula por el interior del circuito lubricante en una etapa de engranaje, se extrae por medio de la unidad de filtro y entonces puede introducirse en la otra etapa de engranaje.

El documento WO 01/029380 (Fluidtech GmbH) se refiere a un dispositivo refrigerante de fluido que comprende, entre otros, medios de filtrado y medios de refrigeración para filtrar y refrigerar un fluido.

50 El documento EP 0121105 (COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE) da a conocer una cámara de filtro con dos filtros idénticos conectados en serie para filtrar un líquido.

La maquinaria actual debe ser rápida, precisa y económica. Esto aumenta los requisitos de los aceites para maquinaria tales como aceite hidráulico y aceite lubricante, porque las tolerancias de la maquinaria se vuelven más finas, tal como aproximadamente 4 µm y normalmente inferiores a 3 µm. Dado que las partículas de este tamaño pueden provocar desgaste a largo plazo, es una prioridad reducirlas lo máximo posible.

5 Como un ejemplo, se lubrica la caja de engranajes de una turbina eólica con aceite de relativamente alta viscosidad (tal como una viscosidad media a 40 °C de 320 mm²/s; norma ISO VG 320 según la norma DIN 51 519). Puede limpiarse este aceite usando un accesorio de inserción de filtro de 3 µm. Mediante un paso a través de tal filtro, la eliminación de partículas presentes superiores a 4 µm mediante experimentos en laboratorio es normalmente un descenso de 3 a 4 clases según la norma ISO 4406 (por ejemplo, desde un número de intervalo de 19 a 16 o 15, véase la tabla 1 a continuación). Sin embargo, en la práctica, se descubre que normalmente la eficiencia es drásticamente inferior. Esto significa que se necesitan varios conductos a través del filtro para obtener una limpieza del aceite aceptable. Esto es muy costoso. Por consiguiente, todavía hay una demanda de un método más eficiente para la filtración de aceite contaminado.

10 La presente invención se basa en la consideración de la discrepancia anteriormente mencionada entre los resultados en el laboratorio y la filtración del aceite en la práctica. En este sentido, se decidió analizar posibles problemas provocados por la incorporación de aire en el aceite durante el funcionamiento. Un problema con un análisis tal es obtener muestras representativas de aceite cuando el aceite no solo está contaminado con partículas sólidas suspendidas, sino que también contiene tanto aire disuelto como burbujas de aire. Cuando se recogen tales muestras, las burbujas de aire pueden fusionarse entre sí para formar burbujas más grandes y subir a la superficie del aceite al dejarlo en reposo.

15 Tal como se mencionó anteriormente, se lubrica la caja de engranajes en una turbina eólica con un aceite que tiene una viscosidad relativamente alta. Se descubrió que cuando la turbina eólica está en funcionamiento, se incorpora aire en el aceite en cantidades, normalmente, del 5 al 20 % en volumen. Estas cantidades de aire están presentes como burbujas más pequeñas y más grandes de aire libre. Normalmente, el aceite también contiene del 8 al 12 % en volumen de aire disuelto en el aceite a presión atmosférica. Estas cantidades no se incluyen en el del 5 al 20 % en volumen de burbujas de aire. También se descubrió que las burbujas de aire incorporadas en la caja de engranajes se agitan para formar burbujas muy finas que dan aceite turbio, que parece espuma. Las burbujas de aire suspendidas pueden tener un diámetro inferior a 1 µm.

25 Basándose en estos descubrimientos, se preparó aceite que contiene aire experimental como una espuma usando una pequeña bomba que mezcla aire en el aceite. Usando esta espuma de aceite que contiene aire, los resultados de filtración estaban más en consonancia con los descubiertos en la práctica, es decir, con una eficiencia negativa semejante.

Habiéndose dado cuenta, por tanto, de que los problemas de filtración se debían al contenido de burbujas de aire en el aceite, se podría concluir que las burbujas de aire tienen que eliminarse antes de la filtración usando uno de los métodos para tal eliminación mencionados anteriormente que son complicados, poco eficientes y caros.

30 Sin embargo, especialmente cuando las burbujas de aire son muy finas, como es el caso para la espuma de aceite lubricante con burbujas de aire muy pequeñas de la caja de engranajes de turbinas eólicas, tal separación de burbujas de aire del aceite de alta viscosidad es muy problemática y requiere mucho tiempo.

Por tanto, existe la necesidad de una solución menos complicada.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un dispositivo para la eliminación simple, pero todavía eficiente de contaminantes sólidos del aceite que contiene aire, especialmente aceite lubricante o aceite hidráulico.

35 En la presente solicitud, la expresión "aceite que contiene aire" se refiere a aceite con una cantidad de burbujas de aire libres no disueltas de al menos el 0,2 % en volumen que normalmente parecen espuma.

Breve descripción de la invención

40 Por consiguiente, la presente invención se refiere a un método para la eliminación de contaminantes sólidos de aceite lubricante contaminado que contiene aire, llevando el aceite hacia la entrada de una bomba y bombeándolo además hacia la entrada de un filtro que separa el aceite lubricante contaminado en una fase sólida, que se retiene mediante el filtro y una fase líquida, que pasa el filtro y sale como un filtrado a través de la salida del filtro, en la que se mantiene el filtrado en la salida del filtro a una contrapresión de al menos 0,3 bares (0,03 MPa) mediante el uso de una resistencia hidráulica aguas abajo del filtro.

45 En la presente memoria descriptiva y en las reivindicaciones, la presión del filtrado en la salida que está inmediatamente después del filtro también se denomina la "contrapresión". Esta contrapresión asegura que todo el aire permanece disuelto, por tanto no se forman burbujas de aire libre cuando el aceite pasa a través del filtro.

En una realización preferida, se obtiene la "contrapresión" aumentada situando una válvula de contrapresión convencional después del filtro.

50 Mediante esta contrapresión, se cree que todas las burbujas de aire o al menos una parte considerable de las mismas se disuelven en el aceite. Ya que una burbuja de aire que está sometida a aceite subsaturado se disolverá lentamente en este aceite, el tiempo al que se expone el aceite al aumento de presión debería ser de una longitud tal que las burbujas de aire se disuelvan en el aceite.

Normalmente, el experto en la técnica no proporcionaría de manera deliberada una contrapresión aumentada después de un filtro. No obstante, esto es lo que se hace en relación con la presente invención, y se descubrió de manera sorprendente

que la eficiencia de filtración mejora considerablemente cuando se aplica una presión aumentada tal al lado de filtrado del filtro.

5 Preferiblemente, la contrapresión es al menos 0,3 bares (0,03 MPa), tal como al menos 0,4 bares, 0,5 bares o 0,6 bares (0,04, 0,05 o 0,06 MPa), más preferiblemente por encima de 0,8 bares (0,08 MPa) tal como por encima de 1,0 bares o 1,2 bares (0,1 o 0,12 MPa), y generalmente no más de 5 bares (0,5 MPa), preferiblemente no más de 2 bares (0,2 MPa) tal como no más de 1,8 bares (0,18 MPa).

10 Sin una contrapresión tal en el lado de filtrado, al mantener el aire en un estado disuelto, la caída de presión a través del filtro provoca que las burbujas de aire se expandan hasta un volumen más grande y probablemente también libera aire disuelto. Esta expansión de aire tiende a tirar de las partículas sólidas que van a filtrarse a través de los poros o aberturas del filtro. De esta manera, no se separa de manera eficiente una gran cantidad de partículas sólidas contaminantes del aceite y, por tanto, permanecen en el filtrado. Los contaminantes sólidos atrapados en el filtro durante la filtración en condiciones sin burbujas de aire también tienden a liberarse una vez que se añaden burbujas de aire al aceite de nuevo.

15 La caída de presión a través de un filtro depende del filtro en cuestión. Se descubrió que cuando se eleva la presión en el lado de filtrado, la presión antes del filtro aumentó de manera correspondiente y se mantuvo la tasa de flujo (flujo) a través del filtro. El efecto de la caída de presión a través del filtro no provocó que las burbujas de aire se expandieran cuando se usó contrapresión. Probablemente, esto se debió a que el aire en las burbujas se disolvió bajo la presión antes del filtro.

Según una realización preferida, se mantiene la contrapresión del filtrado en la salida mediante una resistencia hidráulica aguas abajo del filtro.

20 La presente invención también proporciona un dispositivo para la eliminación de contaminantes sólidos de aceite lubricante contaminado que contiene aire que tiene una entrada a una bomba para llevar el aceite a través de un conducto hacia la entrada de un filtro que separa el aceite lubricante contaminado en una fase sólida, que se retiene por el filtro, y un filtrado, y un conducto para el filtrado conectado a la salida del filtro, en el que el conducto tiene una resistencia hidráulica aguas abajo del filtro en el conducto para mantener el filtrado a una presión de al menos 0,3 bares (0,03 MPa).

25 Tal como se explicó anteriormente, una presión tal dificulta la liberación de burbujas de aire del aceite durante el paso del filtro.

En una realización preferida, los medios para mantener el filtrado a una contrapresión tal incluyen una resistencia hidráulica, tal como una válvula, una placa con orificio o un estrechamiento del conducto, aguas abajo del filtro en el conducto.

30 En una realización más preferida, los medios para mantener una presión aumentada del filtrado son una válvula de contrapresión convencional.

35 La presente invención representa un nuevo enfoque a los problemas de filtración que resultan de las burbujas de aire en el aceite que va a filtrarse. La difícil separación de aire incorporado del aceite puede simplemente omitirse. En cambio, se presuriza el aceite para disolver parcial o completamente el aire en el aceite tanto en la entrada al filtro, como, especialmente, en la salida del filtro. De esta manera, se garantiza que el aire permanece disuelto en el aceite en el lado de salida y puede evitarse una expansión violenta de las burbujas pequeñas y posiblemente también debido a la liberación de aire del estado disuelto.

De esta manera, la filtración convencional propiamente dicha del aceite para separarlo en una fase sólida y un filtrado puede llevarse a cabo de manera eficiente sin ninguna influencia perturbadora de las burbujas de aire.

40 Se podría pensar que la misma idea de que el contenido de aire se mantiene en el aceite cuando se devuelve a la maquinaria podría provocar problemas en la maquinaria. Sin embargo, en el caso de una caja de engranajes de una turbina eólica, se descubrió que cuando se usa aceite fresco sin burbujas de aire, la incorporación de aire en la caja de engranajes es muy rápida y se genera aceite que contiene aire con el contenido de aire habitual como en el aceite usado contaminado en el plazo de, aproximadamente, 6 minutos de funcionamiento.

45 Se deduce el alcance de aplicabilidad de la invención a partir de los siguientes dibujos y descripción detallada. Sin embargo, debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos se incluyen meramente para ilustrar las realizaciones preferidas y que serán evidentes varias alteraciones y modificaciones dentro del alcance de protección para los expertos en la técnica basándose en la descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

50 La figura 1 es una presentación esquemática del método y el dispositivo de la invención con filtración de aceite y reciclado del filtrado.

La figura 2 es un gráfico de una prueba ejecutada durante aproximadamente 110 horas. El primer gráfico de la parte superior muestra la limpieza expresada como la puntuación ISO 4406 > 4 μm antes (PC1) y después (PC2) de un filtro. El segundo gráfico muestra el flujo en l/h, y el tercer gráfico muestra la presión antes del filtro (PBF) en diferentes periodos

(A a través de F). El cuarto gráfico en la parte inferior muestra la presión del filtrado como "contrapresión estimada" (BP) después del filtro. Se estima que la BP es de aproximadamente 0,4 bares (0.04 MPa) por debajo de la PBF.

Descripción detallada de la invención

5 Haciendo referencia la figura 1 un aceite contaminado 1 en un depósito de aceite 2 se conduce en un conducto 3 hacia una bomba 4. A partir de la bomba 4, se conduce el aceite bajo presión en un conducto 5 hacia un filtro 6 que separa el
 10 aceite contaminado en un material sólido y aceite descontaminado como filtrado. El filtrado se conduce en un conducto 7 a través de una válvula 8. La válvula 8 puede ser cualquier válvula adecuada u otra resistencia hidráulica que puede proporcionar una contrapresión suficiente después del filtro 6 en el conducto 7. Los ejemplos son cualquier tipo de válvulas reguladoras, incluyendo una válvula unidireccional (válvula de no retorno), una válvula de reducción o una válvula manual u otra resistencia hidráulica, incluyendo una placa con orificio o simplemente un estrechamiento de la salida del filtro. A partir de la válvula 8, puede reciclarse el filtrado hacia el depósito 2 a través de un conducto 9. El dispositivo mostrado en la figura 1 también tiene una válvula de derivación 10 que se usó en las pruebas experimentales ejecutadas a las que se hace referencia anteriormente.

15 La bomba 4 proporciona una presión suficiente en el conducto 5 para superar la caída de presión provocada por el filtro 6 y la válvula 8. El paso a través del filtro 6 proporciona una caída de la presión, pero según la invención, la contrapresión en el conducto 7 después del filtro debe ser suficiente para mantener el aire incorporado en forma disuelta en el aceite y dificultar la liberación de burbujas de aire desde el aceite durante el paso del filtro. Por tanto, el aire se liberará en primer lugar después de la válvula 8. Dependiendo del contenido de aire real en el aceite y el tipo de aceite, la contrapresión en el conducto 7 debería ser, preferiblemente, superior a 0,3 bares (0,03 MPa), más preferiblemente superior a 0,8 bares (0,08 MPa) tal como superior a 1,2 bares (0,12 MPa), y generalmente no más de 5 bares (0,5 MPa), preferiblemente no más de 2 bares (0,2 MPa) tal como no más de 1,8 bares (0,18 MPa).

Ejemplo

Procedimientos experimentales

25 Se han realizado experimentos en un banco de pruebas automático tal como se muestra en la figura 1 para determinar el efecto del aire que forma espuma cuando se filtra aceite. El filtro era un filtro de profundidad basado en celulosa de 3 µm (Filtro fino CJC HDU 15/25 PV con un accesorio de inserción de filtro CJC BG 15/25; disponible en C. C. Jensen A/S, Svendborg, Dinamarca). Este filtro consta de varios discos apilados y pegados entre sí. El material es básicamente celulosa. El accesorio de inserción de filtro tiene un grado de filtración de 3 µm absoluto y 0,8 µm nominal. Esto significa que el 98,7 % de todas las partículas sólidas superiores a 3 µm y aproximadamente el 50 % de todas las partículas superiores a 0,8 µm se quedan retenidas en un pase.
 30

Se proporciona el banco de pruebas con un flujo de aceite controlable, un control de temperatura preciso, sensores precisos para medir la presión antes del filtro y un contenido de partículas antes y después del filtro.

35 Antes de cada prueba, se añaden 60 litros de aceite para engranajes contaminado (Mobilgear SHC XMP 320, que tiene una viscosidad media a 40 °C de 320 mm²/s; norma ISO VG 320 según la norma DIN 51 519) al depósito de aceite. Se incorporaron de manera artificial burbujas de aire para formar espuma con una fuga en el lado de succión de una bomba de engranajes giratoria. La cantidad de burbujas de aire no disueltas era de aproximadamente el 10 % en volumen. En reposo a temperatura ambiente, esta espuma preparada artificialmente se vuelve clara después de aproximadamente 10 horas en relación con los tamaños de las burbujas de aproximadamente 40 µm estimados basándose en la ley de Stokes. Esta observación es similar a la vista con el aceite contaminado a partir de una caja de engranajes de una turbina eólica.

40 Las pruebas se realizaron a 50 °C con una tasa de flujo de 45 l/h. Se midió la limpieza como la clasificación ISO 4406 para el número de partículas superior a 4 µm por milímetro con un contador de partículas (PC1) en el lado sucio antes del filtro y con otro contador de partículas (PC2) en el lado limpio del filtro.

45 La presión después el filtro, la contrapresión (BP), podía ajustarse usando la válvula 10 abierta (BP ~ presión atmosférica) o cerrada, en cuyo caso se determinó la presión mediante una válvula de retención 8. La presión solo se midió antes del filtro. Con la válvula abierta 10 esta presión era de 0,4 bares (0,04 MPa), correspondiente a la caída de presión sobre el filtro. Basándose en las pruebas ejecutadas que se presentan anteriormente, la caída de presión sobre el filtro puede considerarse casi constante aproximadamente a 0,4 bares (0,04 MPa).

La tabla 1 muestra el número de partículas por mililitro según la norma ISO 4406:

Tabla 1

ISO, 4406 Número de intervalo	Superior a	Inferior a
24	80.000	160.000
23	40.000	80.000
22	20.000	40.000

ISO, 4406 Número de intervalo	Superior a	Inferior a
21	10.000	20.000
20	5.000	10.000
19	2.500	5.000
18	1.300	2.500
17	640	1.300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2,5	5
8	1,3	2,5
7	0,64	1,3
6	0,32	0,64
5	0,16	0,32
4	0,08	0,16
3	0,04	0,08
2	0,02	0,04
1	0,01	0,02

Resultados

Ensayo 1

5 La figura 2 (primer gráfico en la parte superior) muestra los resultados de la limpieza según la clasificación ISO 4406 para partículas superiores a 4 µm frente al tiempo en el lado sucio antes del filtro (PC1), y en el lado limpio después del filtro (PC2) a partir de una prueba ejecutada con diferentes resistencias hidráulicas, cada una en periodos de 24 horas. La figura 2 (segundo gráfico) muestra el flujo de aceite en l/h, la figura 2 (tercer gráfico) muestra la presión entre la bomba y el filtro (presión antes del filtro; PBF) en bares (= 0,1 MPa), y el cuarto gráfico muestra la presión después del filtro como "contrapresión estimada" (BP) en bares. La válvula 10 se abrió en el primer periodo (A) y el último periodo (F) durante el que la presión antes del filtro (PBF) era de aproximadamente 0,4 bares (0,04 MPa) indicando en ambos casos que la caída de presión sobre el filtro no cambió durante el ensayo.

10 Después del primer periodo (A) con válvula abierta 10, se estableció una contrapresión (BP) cerrando la válvula 10 y regulando la válvula 8.

15 Se deduce de la figura 2, que en el periodo (B) la contrapresión (BP) era de 1,75 bares (0,175 MPa) y se mejoró la limpieza mediante una caída de 8 clases de clasificación ISO 4406 desde 19 hasta 11. En el periodo (D) la contrapresión (BP) era de 0,065 bares (0,065 MPa) y se mejoró la limpieza mediante una caída de 5 clases de clasificación ISO 4406 desde 19 hasta 14. En el último periodo (F) sin contrapresión, la limpieza cayó solo 1 o 2 clases de clasificación ISO 4406 desde 19 hasta 18 a 17.

Se deducen detalles adicionales de la figura 2.

20 Tal como se deduce a partir de la tabla 1, una caída desde 19 hasta 14 (periodo D) corresponde a una caída de 2500 a 5000 partículas por ml hasta 80 a 160 partículas por ml.

Ensayo 2

25 Se realizó un ensayo adicional empezando con una contrapresión (BP) de 0,05 bares (0,005 MPa) en las primeras 2 horas y, entonces, con una contrapresión de 0,8 bares (0,08 MPa) en las siguientes 6 horas. La diferencia entre la limpieza en el lado limpio y sucio del filtro es solo de aproximadamente 0,2 clases de ISO con una contrapresión baja (BP = 0,005 MPa) en las primeras 2 horas, mientras la contrapresión aumentada (BP = 0,08 MPa) dio una mejora muy clara de la limpieza del filtrado que tiene una clasificación ISO 4406 por debajo de 8 (= 1,3 a 2,5 partículas superiores a 4 µm por ml) con una clasificación superior a 11 (= 10 a 20 partículas/ml) antes del filtro al final de la prueba.

Debido a la presión aumentada, el aceite en el alojamiento del filtro se volvió mucho más claro y paraoleoso indicando que las burbujas de aire que forman espuma se disolvieron en el aceite.

Ensayo 3

- 5 Se realizó una prueba adicional empezando con una contrapresión (BP) de 0,8 bares (0,08 MPa). Después de 2 horas, la contrapresión aumentó a 2,0 bares (0,2 MPa). En el primer periodo, la diferencia entre la limpieza en el lado limpio y sucio del filtro era de aproximadamente 4 clases de ISO con contrapresión (BP = 0,08 MPa). En el segundo periodo con contrapresión aumentada (BP = 0,8 MPa), la limpieza cayó además aproximadamente 3 clases de ISO correspondientes a una limpieza, que es 8 veces más limpia, siendo una mejora considerable.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

- 10 El método y dispositivo de la invención son especialmente útiles para la eliminación de contaminantes sólidos en aceites de lubricación viscosos, que durante su uso llevan aire desde la atmósfera circundante bajo la formación de burbujas a una agitación de cizallamiento alta, dando como resultado una dispersión (espuma) de burbujas de aire finas en el aceite. Un ejemplo de tal aceite lubricante es el aceite de engranaje usado de turbinas eólicas.

La descripción anterior de la invención revela que es evidente que puede variarse de muchas maneras.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la eliminación de contaminantes sólidos de aceite lubricante contaminado que contiene aire, llevando el aceite hacia la entrada de una bomba y bombeándolo además hacia la entrada de un filtro que separa el aceite lubricante contaminado en una fase sólida, que se retiene mediante el filtro, y una fase líquida, que pasa el filtro y sale como un filtrado a través de la salida del filtro, en el que se mantiene el filtrado en la salida del filtro a una contrapresión de al menos 0,3 bares (0,03 MPa) mediante el uso de una resistencia hidráulica aguas abajo del filtro.
2. Método según la reivindicación 1, en el que se proporciona la resistencia hidráulica en el lado de salida del filtro por una válvula, una placa con orificio o un estrechamiento de la salida del filtro.
- 10 3. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el aceite antes de la incorporación de aire durante el uso tiene una viscosidad media a 40 °C entre 200 y 1000 mm²/s según la norma DIN 51 519.
4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el filtrado en la salida del filtro se mantiene a una presión de 0,3 bares a 5 bares (0,03 a 0,5 MPa).
5. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el filtrado en la salida del filtro se mantiene a una presión de 0,8 bares a 2 bares (0,08 a 0,2 MPa).
- 15 6. Dispositivo para la eliminación de contaminantes sólidos de aceite lubricante contaminado que contiene aire que tiene una entrada (3) a una bomba (4) para llevar el aceite a través de un conducto (5) hacia la entrada de un filtro (6) que separa el aceite lubricante contaminado en una fase sólida, que se retiene por el filtro, y un filtrado, y un conducto (7) para el filtrado conectado a la salida del filtro, en el que el conducto (7) tiene una resistencia hidráulica aguas abajo del filtro (6) en el conducto (7) para mantener el filtrado a una presión de al menos 0,3 bares (0,03 MPa).
- 20 7. Dispositivo según la reivindicación 6, en el que dichos medios (8) incluyen una válvula, una placa con orificio o un estrechamiento del conducto (7).
8. Dispositivo según la reivindicación 7, en el que dichos medios (8) son una válvula de contrapresión.

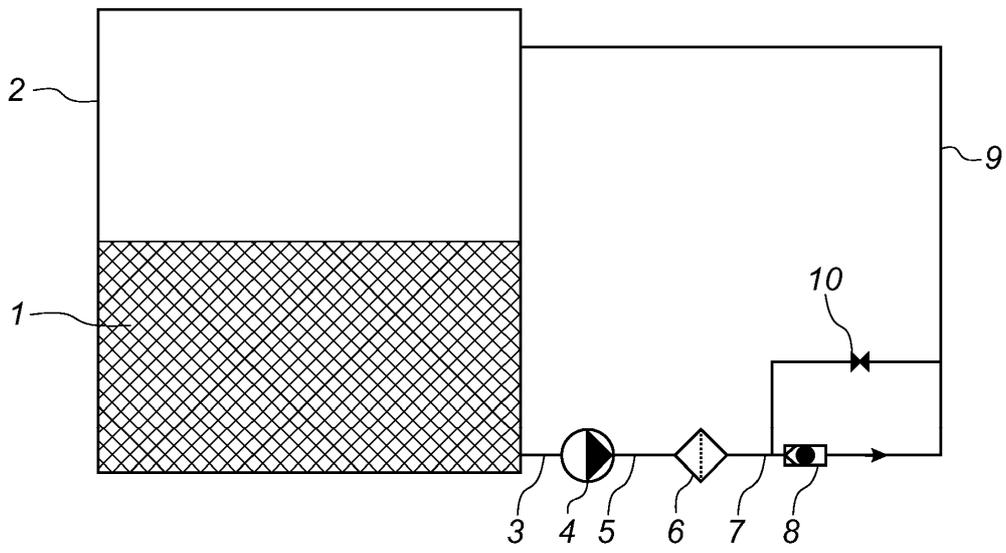


Fig. 1

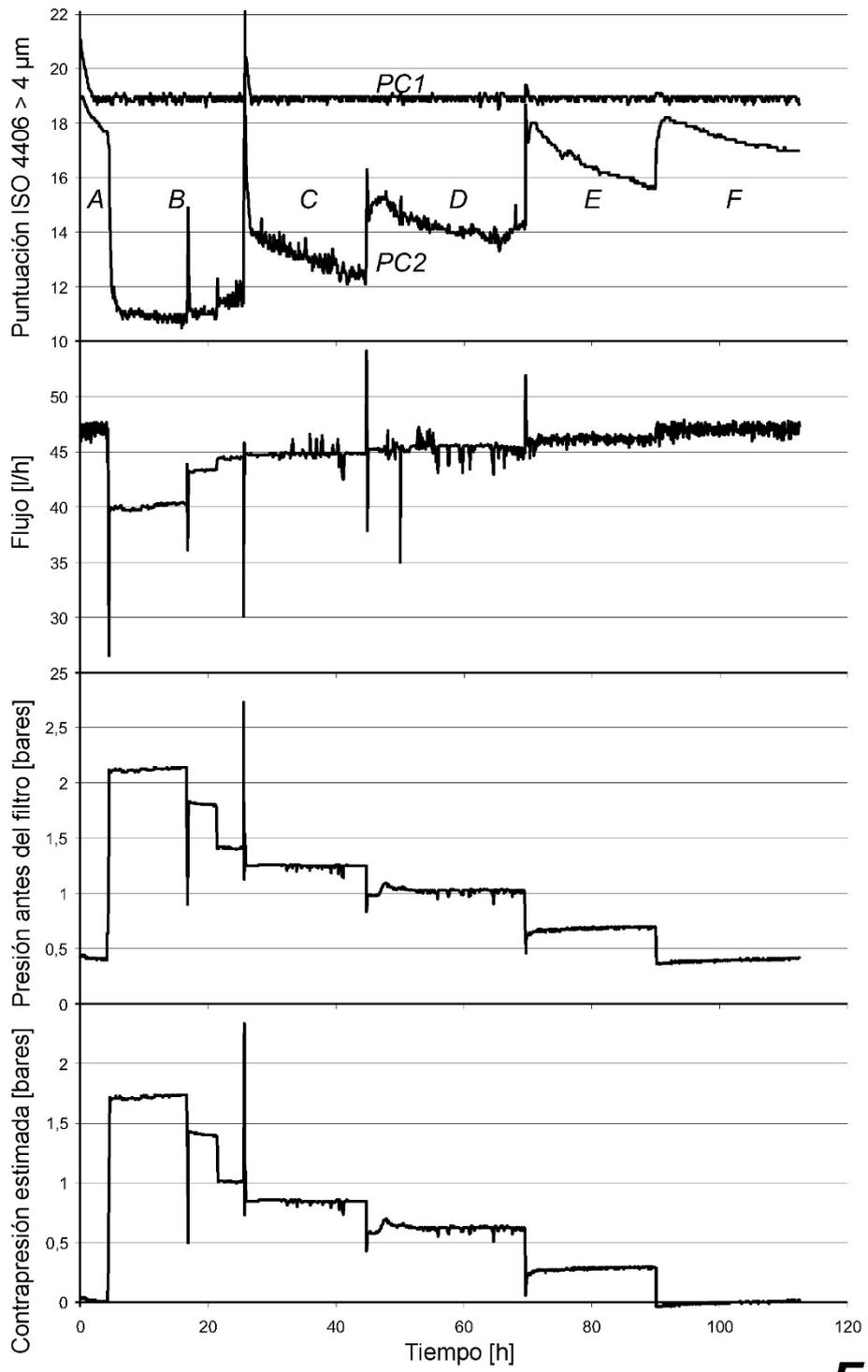


Fig. 2