

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 346**

51 Int. Cl.:

F04B 49/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2004 PCT/DK2004/000916**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2005 WO05088131**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2004 E 04803066 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 1723338**

54 Título: **Bomba de aceite de capacidad variable**

30 Prioridad:

12.03.2004 DK 200400409

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

29.06.2018

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**DEMTRÖDER, JENS y
FRØKJÆR, POUL, SPÆRHAGE**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 674 346 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

Bomba de aceite de capacidad variable

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un método para el control de una presión del fluido en un sistema de suministro de fluido de una turbina eólica.

10 Antecedentes de la invención

La lubricación y refrigeración de equipos mecánicos tales como cajas de engranajes, cojinetes o motores de combustión se obtiene típicamente por cualquiera de los siguientes principios:

15 Una bomba de aceite con volumen geométrico constante es accionada por un motor eléctrico de velocidad constante o variable, más recientemente también por motores controlados por frecuencia que permiten una variación continua de la velocidad de la bomba y por ello del flujo de aceite. Esta disposición permite el ajuste continuo del flujo a las necesidades momentáneas por parte de un controlador externo siempre que esté disponible una alimentación eléctrica. En caso de pérdida de esta fuente de energía externa, cesa el flujo de aceite, y no puede garantizarse un
20 frenado seguro de los equipos.

Una bomba de aceite con volumen geométrico constante es accionada mediante un árbol del equipo, por ejemplo una toma de fuerza (PTO del inglés "power-take-off") desde una caja de engranajes. El flujo de aceite es por ello directamente dependiente de la velocidad del árbol de accionamiento, y no puede ajustarse a las necesidades
25 momentáneas. Esto se convierte en una desventaja particular en aplicaciones en las que la velocidad del árbol de PTO varía. Obtener suficiente suministro de aceite a las velocidades de operación más bajas puede requerir la selección de bombas muy grandes, que suministrarán entonces demasiado aceite en el intervalo de velocidad superior. El exceso de aceite necesita ser desechado a través de derivaciones, lo que incrementa la complejidad del sistema.

30 Adicionalmente, la circulación excesiva deteriora el aceite, provoca envejecimiento prematuro, y típicamente requerirá volúmenes de aceite aumentados. Comparadas con bombas accionadas eléctricamente, dichas bombas accionadas por el árbol permiten un frenado seguro en caso de que colapse el suministro de alimentación externa. La eficiencia será típicamente más alta, dado que no se requiere transformación de potencia adicional.

35 Otro planteamiento es conmutar a un modo de lubricación menos basado en la bomba de aceite, tal como un modo de lubricación por salpicadura. Esto se divulga en el documento GB 2 201 200 A.

40 Una solución común que combina las ventajas del accionamiento por el árbol y las bombas eléctricas es instalar dos sistemas independientes en los que la bomba accionada por el árbol se ocupa de un suministro suficiente cuando no hay alimentación externa disponible, y donde la bomba eléctrica o ambas, es decir, también las bombas accionadas por el árbol, proporcionan en paralelo el suministro de aceite durante la operación normal. Dos sistemas independientes son sistemas más costosos y más complejos.

45 Las bombas accionadas por el árbol, en las que se varía el volumen geométrico de la bomba de aceite, son una tercera posibilidad de obtener un flujo de aceite variable independiente de la velocidad del equipo. Esta tecnología se usa típicamente en sistemas de automoción y aplicaciones hidráulicas, pero tiene limitaciones técnicas para un flujo de aceite grande, o para fluidos con alta viscosidad como se usan típicamente en aplicaciones industriales, debido a la limitada capacidad de succión de sus diseños de bomba.

50 Sumario de la invención

Es un objeto de acuerdo con un aspecto de la presente invención combinar las ventajas de una bomba de fluido accionada por el árbol tal como una bomba de aceite con respecto a un frenado seguro con las características de
55 flujo variable de bombas accionadas eléctricamente para sistemas de lubricación para grandes flujos de fluido y alta viscosidad.

Es otro objeto de acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención combinar las ventajas de una bomba de fluido accionada por el árbol, tal como una bomba de aceite, con respecto a una aceleración segura con las
60 características de flujo variable de bombas accionadas eléctricamente para sistemas de lubricación para grandes flujos de fluido y alta viscosidad.

El objeto de la invención puede obtenerse mediante el método de acuerdo con la reivindicación 1.

65 Mediante proporcionar una capacidad de bombeo incrementada a una cierta velocidad de rotación reducida del árbol de accionamiento, las partes mecánicas elegidas tales como la caja de engranajes de una turbina eólica, partes que

están aún con un movimiento limitado durante la marcha en vacío de la turbina eólica, recibirán una lubricación mucho mejor a pesar de la velocidad de rotación frecuentemente muy limitada del rotor.

5 Mediante proporcionar una capacidad de bombeo incrementada a una cierta velocidad de rotación aumentada del árbol de accionamiento, una turbina eólica, cuando está en una situación de emergencia, recibirá una lubricación mucho mejor de las diferentes partes mecánicas, tales como los engranajes de una caja de engranajes, que están en un movimiento muy rápido durante una situación de emergencia.

10 De acuerdo con una realización posible de la invención, dicho árbol de accionamiento constituye

- un árbol de accionamiento común dirigido al accionamiento de al menos un primer elemento de bombeo rotativo y al menos un segundo elemento de bombeo rotativo mediante unos medios de accionamiento que accionan el árbol de accionamiento, y
- dicha bomba se proporciona adicionalmente con una disposición de acoplamiento mecánico entre el al menos un primer elemento de bombeo y el al menos un segundo elemento de bombeo.

20 Mediante tener el árbol de accionamiento accionando al menos dos elementos de bombeo, y al proporcionar una disposición de acoplamiento mecánico, uno de los elementos de bombeo puede acoplarse y desacoplarse según sea necesario. Alternativa, o adicionalmente, la capacidad de bombeo de uno de los elementos de bombeo puede ajustarse infinitamente o por etapas por medio del ajuste de una relación de transferencia de la disposición de acoplamiento mecánico entre los dos elementos de bombeo.

25 El sistema presenta una pluralidad de bombas individuales dispuestas sobre el mismo árbol de accionamiento y acopladas juntas mediante una disposición de acoplamiento que transmite todo el par del árbol de accionamiento o solo una cantidad limitada del par del árbol de accionamiento a una o más de las bombas. En el caso de que se transmita todo el par a todas las bombas, el dispositivo se incorpora en un sistema capaz de distribuir el fluido hidráulico de una forma seleccionada y controlada.

30 En una realización alternativa, la disposición de acoplamiento mecánico se proporciona por medio de un único árbol que constituye un árbol de salida del primer elemento de bombeo y un árbol de entrada del segundo elemento de bombeo, siendo por lo tanto dicho árbol único común a los dos elementos de bombeo. Esta realización no establece ningún medio para el acoplamiento y desacoplamiento de un elemento de bombeo y ningún medio para un ajuste infinito o por etapas de la relación de transferencia. Sin embargo, el objeto de la invención puede obtenerse aún mediante la selección de diferentes elementos de bombeo que tengan diferentes capacidades de fluido y que tengan diferentes cambios incrementales del flujo, cuando la velocidad de rotación del árbol de accionamiento disminuye o aumenta.

De acuerdo con una realización posible de la invención dicho árbol de accionamiento comprende

- un árbol de accionamiento dirigido a accionar al menos un segundo elemento de bombeo rotativo (2) mediante un medio de accionamiento primario que impulsa el árbol de accionamiento, y teniendo dicha bomba
- un árbol de salida dirigido a accionar al menos un primer elemento de bombeo rotativo mediante un medio de accionamiento secundario que acciona el árbol de salida,
- proporcionándose adicionalmente dicha bomba con una disposición de acoplamiento hidráulico entre el al menos un segundo elemento de bombeo y los medios de accionamiento que accionan el árbol de salida.

50 Mediante proporcionar una disposición de acoplamiento hidráulico, se mejoran las posibilidades de ajuste de la capacidad de flujo de fluido del sistema de suministro de fluido. Además, pueden evitarse las posibles desventajas de las disposiciones de acoplamiento mecánico tales como desgaste y lento cambio de la relación del par. También se obtienen las ventajas de un elemento de bombeo mecánico y una bomba controlada eléctricamente mediante el empleo de una disposición de acoplamiento hidráulico.

En una realización preferida de una disposición de acoplamiento hidráulico,

- la disposición de acoplamiento hidráulico se proporciona por medio de una salida hidráulica que constituye una salida de un segundo elemento de bombeo, y
- una entrada hidráulica que constituye una entrada a un motor hidráulico dirigido a accionar el primer elemento de bombeo, y
- comprendiendo el motor hidráulico el árbol de salida dirigido a un accionamiento de un árbol de entrada del al menos un primer elemento de bombeo rotativo, siendo por lo tanto dicho árbol de salida y dicho árbol de entrada comunes al motor hidráulico y a al menos el primer elemento de bombeo.

65 Una disposición con un árbol de salida común del motor hidráulico y del árbol de entrada del primer elemento de bombeo da como resultado que no se emplee en absoluto ninguna disposición de acoplamiento mecánica, y por ello toda la transferencia del par tiene lugar por medios hidráulicos.

En realizaciones alternativas junto con el concepto inventivo de una disposición de acoplamiento hidráulico, dicha bomba se provee en su lugar con una disposición de acoplamiento neumático entre el al menos un primer elemento de bombeo y los medios de accionamiento secundarios que accionan el árbol de salida, o incluso como alternativa, se provee dicha bomba en su lugar con una disposición de acoplamiento eléctrico entre el al menos un primer elemento de bombeo y los medios de accionamiento secundarios que accionan el árbol de salida.

Las disposiciones de acoplamiento neumático y eléctrico tienen una capacidad limitada de transferencia del par desde el motor neumático y el motor eléctrico, respectivamente, al primer elemento de bombeo, pero las disposiciones de acoplamiento neumático y eléctrico tienen la ventaja de ser medios de transferencia más "limpios" que los hidráulicos, si ocurriera una fuga del "medio" de transferencia del par. En el caso de una disposición de acoplamiento eléctrico, también la velocidad de ajuste es frecuentemente más rápida que las disposiciones de acoplamiento hidráulico y neumático.

La disposición de acoplamiento, independientemente de si la disposición de acoplamiento es mecánica, hidráulica, neumática, eléctrica o una combinación de dos o más de dichas disposiciones de acoplamiento, es en todo momento un acoplamiento o bien capaz de ajustar variablemente de modo infinito la velocidad de rotación del segundo elemento de bombeo independientemente de cualquier cambio en la velocidad de rotación del árbol de accionamiento, o bien capaz de ajustar por etapas la velocidad de rotación del segundo elemento de bombeo independientemente de cualquier cambio en la velocidad de rotación del árbol de accionamiento.

Puede concebirse una combinación de un ajuste infinito y un ajuste por etapas, quizás con un ajuste infinito, cuando la velocidad de rotación del árbol de accionamiento está en un cierto nivel disminuido tal como durante la marcha en vacío de la turbina eólica, y un ajuste por etapas, cuando la velocidad de rotación del árbol de accionamiento está en un cierto nivel incrementado tal como durante una posible situación de emergencia durante la operación de la turbina eólica.

Preferentemente, los medios de accionamiento para la impulsión del árbol de accionamiento son unos medios de accionamiento mecánicos tales como un árbol de salida de una caja de engranajes. Pueden utilizarse sin embargo medios de accionamiento alternativos para la impulsión del árbol de accionamiento, por ejemplo medios de accionamiento eléctricos tales como un motor eléctrico, o por ejemplo medios de accionamiento hidráulico tales como un motor hidráulico, o por ejemplo un árbol principal de un rotor de una turbina eólica. Durante la marcha en vacío de una turbina eólica, tanto la energía eléctrica de la red como la energía mecánica del rotor de la turbina eólica están disponibles. Durante una situación de emergencia, frecuentemente la energía eléctrica de la red no está disponible. Por lo tanto, los medios de accionamiento eléctricos no son los mejores medios durante una situación de emergencia. Necesitan o bien una batería de reserva o bien la posibilidad de extraer energía eléctrica del generador.

En una realización posible, el al menos un primer elemento de bombeo y el al menos un segundo elemento de bombeo son capaces de bombear el fluido independientemente de la dirección de rotación del primer y segundo elementos de bombeo. Si es posible, una dirección de rotación unidireccional preferida de los elementos de bombeo permitirá el uso de impulsores de bombeo que están dedicados a una forma de rotación, y que presentan por ello posiblemente una eficiencia de bombeo más alta.

La disposición de acoplamiento mecánico es posiblemente un diferencial de 3 vías epicíclico con un árbol conectado a un árbol de accionamiento de salida del primer elemento de bombeo, un árbol conectado a un árbol de accionamiento de entrada del segundo elemento de bombeo, y el tercer árbol conectado a un motor de velocidad variable, por ejemplo, un motor eléctrico o un motor hidráulico. Dicho diferencial de 3 vías epicíclico es un buen y fiable medio mecánico para obtener un ajuste infinito de la disposición de acoplamiento. Las disposiciones de acoplamiento mecánico pueden englobar también una transmisión hidrostática desde el árbol de accionamiento de salida del primer elemento de bombeo al árbol de accionamiento de entrada del segundo elemento de bombeo. Las disposiciones de acoplamiento hidrostáticas tienen la ventaja de proporcionar posibilidades de reducir o incluso eliminar problemas de operación también en condiciones de operación diferentes de las normales tales como mantenimiento de suficiente lubricación de cojinetes, etc., durante condiciones de viento muy ligero o durante un fallo de la alimentación eléctrica.

El objeto puede conseguirse también mediante una salida de fluido de la primera bomba que conduce solamente a un conducto de fluido principal, y la salida de fluido de la segunda bomba que conduce tanto al conducto de fluido principal como a un conducto de fluido de ramificación del sistema de fluido, estando provisto dicho conducto de fluido de ramificación con una válvula de control para el control del flujo de fluido a través del conducto de fluido de ramificación con relación al flujo de fluido al conducto de fluido principal. Al estar provisto dicho conducto de fluido de ramificación con una válvula de control es un medio bueno y fiable hidráulico o neumático, para obtener un ajuste infinito de la disposición de acoplamiento. El conducto de fluido de ramificación conducirá a uno de los siguientes elementos de fluido: la entrada de la primera bomba, un depósito de fluido, y la entrada de la segunda bomba.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá en el presente documento a continuación con referencia a los dibujos, en los que

la fig. 1 muestra una primera realización posible de una bomba de desplazamiento de fluido de acuerdo con la invención y de un sistema de suministro de fluido de acuerdo con la invención,
 la fig. 2 muestra una segunda realización posible de una bomba de desplazamiento de fluido de acuerdo con la invención y de un sistema de suministro de fluido de acuerdo con la invención,
 5 las figs. 3-12 muestran diagramas de diversos métodos de control para el control de la bomba de desplazamiento de fluido de acuerdo con la invención, y
 la fig. 13 muestra un diagrama de una posible relación entre la velocidad de rotación de un árbol de accionamiento para la bomba de desplazamiento de fluido y la capacidad de fluido de la bomba de desplazamiento de fluido.

10 **Descripción detallada de la invención**

La fig. 1 muestra una bomba de desplazamiento de fluido que comprende un árbol de accionamiento 3, posiblemente una toma de fuerza desde el tren de accionamiento de una planta de conversión de energía tal como una turbina eólica. El árbol de accionamiento está indicado para el accionamiento de una primera bomba 1 y de una segunda bomba 2.

En la realización mostrada, la primera bomba es un elemento de bombeo separado y la segunda bomba es también un elemento de bombeo separado. En una realización alternativa, el primer elemento de bombeo y el segundo elemento de bombeo podrían ser parte de una bomba de desplazamiento de fluido común, contenida quizás en una carcasa o al menos formando una unidad.

El árbol de accionamiento 3 está indicado para el accionamiento de la primera bomba 1 y de la segunda bomba 2 simultáneamente. Se acopla un árbol de salida 4 de la primera bomba mediante una disposición de acoplamiento 5 puramente mecánico, o uno hidromecánico o quizás un neumomecánico a un árbol de entrada 6 de la segunda bomba. La disposición de acoplamiento 5 puede transferir todo el par desde el árbol de salida 4 de la primera bomba al árbol de entrada 6 de la segunda bomba, o la disposición de acoplamiento 5 puede transferir solo parte del par. La disposición de acoplamiento 5 puede establecerse en una relación fija de transferencia del par, o la disposición de acoplamiento 5 puede ser ajustable para seleccionar y controlar la relación del par transferido. En una realización alternativa, la disposición de acoplamiento 5 es fija, y la disposición de acoplamiento 5 se proporciona por ser el árbol de salida 4 de la primera bomba 1 el mismo que el árbol de entrada 6 de la segunda bomba 2, es decir siendo de ese modo un único árbol común a las dos bombas 1, 2.

El sistema de suministro de fluido comprende un depósito de fluido 7 que suministra fluido a una primera entrada 8 individual y a una segunda entrada 9 individual de la primera bomba 1 y de la segunda bomba 2, respectivamente. En la realización mostrada, el depósito de fluido 7 es un depósito común tanto para la primera bomba 1 como para la segunda bomba 2. Como alternativa, pueden proporcionarse más depósitos de fluido, uno para cada una de las bombas 1, 2 del sistema de desplazamiento del fluido. Además, en la realización mostrada, cada una de las bombas 1, 2 tiene una entrada 8, 9 individual que conduce directamente desde el depósito de fluido 7 a las bombas 1, 2. Como alternativa, cada una de las bombas 1, 2 puede tener tomas de entrada 8, 9 individuales proporcionadas como tomas de entrada en paralelo, pero siendo recogidas en un único conducto común (no mostrado), conduciendo dicha entrada común única desde el depósito de fluido 7 a cada una de las tomas de entrada 8, 9 individuales ramificadas.

La primera bomba 1 y la segunda bomba 2 se proporcionan con una primera salida 10 individual y una segunda salida 11 individual, respectivamente. La primera salida 10 de la primera bomba 1 conduce directamente, a través de un primer conducto de fluido 12, a un conducto de fluido principal 13 y adicionalmente a un mecanismo de engranaje (no mostrado) u otro mecanismo mecánico que se pretende sea lubricado. El primer conducto de fluido 12 puede proporcionarse con un conducto de fluido en paralelo (no mostrado) equipado con una unidad de refrigeración (no mostrada) para la refrigeración de todo o parte del fluido de la primera salida 10. Además, la primera salida 10 está provista con una válvula anti-retorno 14 que abre con una cierta alta presión del fluido en el primer conducto de fluido 12. La segunda salida 11 de la segunda bomba 2 conduce al conducto de fluido principal 13 y además al mecanismo de engranaje (no mostrado) u otro mecanismo mecánico a través de un segundo conducto de fluido 15. El segundo conducto de fluido 15 puede proporcionarse con un conducto de fluido en paralelo (no mostrado) equipado con una unidad de refrigeración (no mostrada) para la refrigeración de todo o parte del fluido de la segunda salida 11. El segundo conducto de fluido 15 está provisto con una válvula anti-retorno 16 que abre a una cierta alta presión del fluido en el segundo conducto de fluido 15.

La segunda salida 11 de la segunda bomba también conduce a un conducto de fluido ramificado 17, conduciendo dicho conducto de fluido ramificado 17 a la primera entrada 8 de la primera bomba 1. El conducto de fluido ramificado 17 está provisto con una válvula de control 18. La válvula de control es ajustable y puede controlarse automática o manualmente para abrir a una cierta baja presión del fluido en el conducto de fluido principal 13. La cierta baja presión del conducto principal 13 puede supervisarse directamente mediante la supervisión de la presión del fluido en el conducto de fluido principal 13. Como alternativa, la cierta baja presión en el conducto de fluido principal 13 puede supervisarse indirectamente mediante la supervisión de la presión del fluido en el primer conducto de fluido 12 y el segundo conducto de fluido 15, y sumando la presión en cada uno de estos conductos 12, 15 para establecer la presión en el conducto de fluido principal 13.

La segunda bomba 2 está dirigida al incremento de la cantidad de fluido que se conduce al mecanismo de engranajes u otro mecanismo mecánico en dichas situaciones, en las que la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 3 se reduce hasta un cierto bajo nivel o se incrementa hasta un cierto alto nivel. Dicha situación puede darse cuando la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 3 se reduce o se incrementa con relación a una velocidad de rotación regular del árbol de accionamiento durante condiciones de operación regulares del mecanismo de engranajes u otro mecanismo mecánico. Durante una velocidad de rotación regular, la presión del fluido en el conducto de fluido principal 13 es adecuada para proporcionar una lubricación que asegure que el mecanismo de engranajes (no mostrado) u otros equipos mecánicos que son lubricados no se someten a un desgaste excesivo debido a una lubricación no adecuada del mecanismo.

Durante condiciones de operación regulares, el fluido desde la salida 11 de la segunda bomba 2 es dirigido al conducto de fluido ramificado 17, a través de la válvula de control 18 y a la entrada 8 de la primera bomba 1. La válvula de control permite que el fluido en el conducto ramificado 17 pase por la válvula de control 18 debido al hecho de que se supervisa la presión del fluido en el conducto de fluido principal 13 y se establece como adecuadamente alta para la lubricación del mecanismo. Por lo tanto, se añade el fluido desde la segunda bomba 2 al fluido que conduce a la primera bomba 1.

Alternativamente, o además de, proporcionar una válvula de control 18, la disposición de acoplamiento 5 entre el árbol de salida 4 de la primera bomba y el árbol de entrada 6 de la segunda bomba puede ser ajustable para ajustar el par transferido desde el árbol de salida de la primera bomba al árbol de entrada de la segunda bomba. De ese modo, se ajusta la cantidad de fluido bombeada desde la segunda bomba a la entrada de la primera bomba a lo largo del conducto de fluido ramificado 17. Por lo tanto, puede omitirse la válvula de control, pero también puede mantenerse la válvula de control para tener posibilidades mejoradas de control del sistema de bombeo.

Durante la velocidad de rotación reducida o aumentada del árbol de accionamiento 3, se cierra la válvula de control 18 o se pasa el fluido a través de la válvula de control 18 solo con un flujo disminuido. De ese modo, la presión del fluido desde la salida 11 de la segunda bomba 2 se incrementa y se pasa a través del segundo conducto de fluido 15 a través de la válvula anti-retorno 16 y al conducto de fluido principal 13.

Durante la velocidad de rotación reducida del árbol de accionamiento 3, la primera bomba aún está bombeando fluido desde la primera salida 8 al conducto de fluido principal 13, pero debido a la velocidad de rotación reducida del árbol de accionamiento 3, solo se bombea una cantidad limitada de fluido al conducto de fluido principal 13 por la primera bomba, es decir se reduce la capacidad de fluido. Sin embargo, debido a que la segunda bomba también está bombeando fluido al conducto de fluido principal 13, la cantidad total de fluido, es decir la capacidad de fluido total, bombeada al conducto de fluido principal 13 es suficiente para lubricar el mecanismo de engranajes, también durante la velocidad de rotación reducida del árbol de accionamiento.

Durante la velocidad de rotación incrementada del árbol de accionamiento 3, la primera bomba está bombeando fluido desde la primera salida 8 al conducto de fluido principal 13, pero a pesar de la velocidad de rotación aumentada del árbol de accionamiento 3, aún se bombea una cantidad limitada, no suficiente, de fluido al conducto de fluido principal 13 por la primera bomba, es decir la capacidad de fluido es demasiado baja. Sin embargo, debido a que la segunda bomba también está bombeando fluido al conducto de fluido principal 13, la cantidad total de fluido, es decir la capacidad de fluido total, bombeada al conducto de fluido principal 13 es suficiente para lubricar el mecanismo de engranajes, también durante la velocidad de rotación incrementada, pero aún limitada, del árbol de accionamiento.

Como un suplemento o como una alternativa, puede controlarse la capacidad de bombeo de la segunda bomba 2 mediante la disposición de acoplamiento 5 entre el árbol de salida 4 de la primera bomba 1 y el árbol de entrada 6 de la segunda bomba 2. Por lo tanto, puede emplearse el control de la capacidad de bombeo de la segunda bomba 2 por medio de la disposición de acoplamiento 5 junto con el sistema de fluido descrito anteriormente y mostrado en la figura.

Como alternativa, puede emplearse el control de la capacidad de bombeo de la segunda bomba 2 por medio de la disposición de acoplamiento 5 con un sistema de fluido descrito anteriormente y mostrado en la figura, sin embargo, sin el conducto de fluido ramificado 17 y sin la válvula de control 18 descritas y mostradas, y quizás también sin la válvula anti-retorno 16 del segundo conducto de fluido.

En el caso de que la capacidad de bombeo de la segunda bomba 2 se controle también, o solamente, por medio de la disposición de acoplamiento 5, pueden emplearse diferentes tipos de disposiciones de acoplamiento 5. La disposición de acoplamiento 5 puede ser un acoplamiento capaz de ajustar variablemente de modo infinito la velocidad de rotación del árbol de entrada 6 de la segunda bomba 2 independientemente de cualquier cambio en la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 3. La disposición de acoplamiento 5 puede ser también un acoplamiento capaz de ajustar por etapas la velocidad de rotación del árbol de entrada 6 de la segunda bomba 2 independientemente de cualquier cambio en la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 3.

Los medios de accionamiento (no mostrados) que accionan el árbol de accionamiento 3 pueden ser medios de

accionamiento eléctricos tales como un motor eléctrico, o medios de accionamiento mecánico tales como un árbol de salida de una caja de engranajes, o medios de accionamiento hidráulicos tales como un motor hidráulico.

5 La disposición de acoplamiento 5 mostrada en la fig. 1 puede comprender un diferencial de 3 vías epicíclico con un árbol conectado a un árbol de accionamiento de salida del primer elemento de bombeo, un árbol conectado a un árbol de accionamiento de entrada del segundo elemento de bombeo, y el tercer árbol conectado a un motor de velocidad variable, por ejemplo un motor eléctrico o un motor hidráulico.

10 El acoplamiento puede comprender una transmisión hidrostática desde el árbol de accionamiento de salida de la primera bomba al árbol de accionamiento de entrada de la segunda bomba, o una transmisión hidrodinámica desde el árbol de accionamiento de salida de la primera bomba al árbol de accionamiento de entrada de la segunda bomba, o un acoplamiento mecánico, un acoplamiento viscoso o un acoplamiento eléctrico o un acoplamiento electromecánico desde el árbol de accionamiento de salida de la primera bomba al árbol de accionamiento de entrada de la segunda bomba. Además, el acoplamiento puede basarse en principios electrotécnicos tales como la
15 transmisión electromagnética o corrientes parásitas.

La fig. 2 muestra una bomba de desplazamiento de fluido que comprende también un árbol de accionamiento 3, posiblemente una toma de fuerza desde el tren de accionamiento de una planta de conversión de energía tal como una turbina eólica. El árbol de accionamiento 3 está dirigido al accionamiento de una bomba 2. Se constituye una
20 disposición de acoplamiento 5 puramente hidráulica mediante un conducto de fluido en lazo cerrado que conduce desde una salida de fluido 11 de la bomba 2 a una entrada de fluido 21 de un motor hidráulico 20 y desde una salida de fluido 22 del motor hidráulico 20 a una entrada de fluido 9 de la bomba 2.

La disposición de acoplamiento hidráulico 5 en lazo cerrado se provee con una válvula de control 23. La válvula de control 23 es ajustable y puede controlarse automática o manualmente para ajustar la presión del fluido en la
25 disposición de acoplamiento hidráulico en lazo cerrado en una posición por delante de la entrada de fluido 21 del motor hidráulico 20. La presión en la disposición de acoplamiento hidráulico 5 en lazo cerrado puede supervisarse en cualquier lado a lo largo de la disposición de acoplamiento hidráulico 5 en lazo cerrado. Como alternativa, el ajuste de la válvula de control 23 puede efectuarse mediante la supervisión de la presión en un conducto de fluido principal
30 13 del sistema de suministro de fluido para establecimiento de la presión en la disposición de acoplamiento hidráulico 20 en lazo cerrado.

Se acopla un árbol de salida 24 del motor hidráulico 20 mediante una disposición de acoplamiento 25 puramente mecánico, o uno hidromecánico o quizás uno neumomecánico a un árbol de entrada 26 de una primera bomba 1. La disposición de acoplamiento 25 puede transferir todo el par desde el árbol de salida 24 del motor hidráulico 20 al
35 árbol de entrada 26 de la primera bomba 1, o la disposición de acoplamiento 25 puede transferir solo parte del par. El acoplamiento puede establecerse en una relación fija de transferencia del par, o el acoplamiento puede ser ajustable para seleccionar y controlar la relación del par transferido. En una realización alternativa, la disposición de acoplamiento 25 es fija, y la disposición de acoplamiento se proporciona por ser el árbol de salida 24 del motor hidráulico 20 el mismo que el árbol de entrada 26 de la primera bomba 1, es decir siendo de ese modo un único
40 árbol común al motor hidráulico 20 y a la primera bomba 1.

En la realización mostrada, la primera bomba es un elemento de bombeo separado y la segunda bomba es también un elemento de bombeo separado. En una realización alternativa, el primer elemento de bombeo y el segundo
45 elemento de bombeo podrían ser parte de una bomba de desplazamiento de fluido común, contenida quizás en una carcasa o al menos formando una unidad.

El sistema de suministro de fluido comprende un depósito de fluido 7 que suministra fluido a una primera entrada 8 individual de la primera bomba 1. En la realización mostrada, la primera bomba 2 se sumerge en el fluido en el depósito de fluido 7, asegurando de ese modo que la primera bomba está en todas las situaciones siempre
50 alimentada con fluido de lubricación hidráulico. Esta colocación de la primera bomba 1 necesita un sellado estanco al fluido de la disposición de acoplamiento 25 en una posición entre el motor hidráulico 20 y la primera bomba 1, cuando la disposición de acoplamiento 25 pasa a través de los límites del depósito 7.

55 Como alternativa, el motor hidráulico 20 puede estar también sumergido en el fluido en el depósito de fluido 7, eliminando así la necesidad de un sellado estanco al fluido de la disposición de acoplamiento 25 entre el motor hidráulico 20 y la primera bomba 1. Como otra alternativa, la primera bomba 1 puede colocarse fuera del fluido en el depósito de fluido, tal como se muestra en la fig. 1, junto con el motor hidráulico 20 que también se coloca fuera del fluido en el depósito de fluido 7, tal como se muestra en la fig. 2.

60 La primera bomba está provista con una primera salida 10 individual. La primera salida de la primera bomba 1 conduce directamente, a través de un primer conducto de fluido 12, al suministro de fluido principal 13 y adicionalmente a un mecanismo de engranajes (no mostrado) u otro mecanismo mecánico que se pretende sea lubricado. En la realización mostrada, el primer conducto de suministro 12 y el suministro de fluido principal 13 no se
65 dividen realmente en conductos, sino que son uno y el mismo conducto.

Durante la velocidad de rotación reducida del árbol de accionamiento 3, la primera bomba aún está bombeando fluido desde la primera salida 8 al conducto de fluido principal 13, pero debido a la velocidad de rotación reducida del árbol de accionamiento 3, solo se bombea una cantidad limitada de fluido al conducto de fluido principal 13 por la primera bomba, es decir se reduce la capacidad de fluido. Sin embargo, debido a que la bomba 2 está aún en operación y debido a que el motor hidráulico es ajustable, la capacidad de bombeo de la primera bomba puede incrementarse para bombear más fluido al conducto de fluido principal 13. Por lo tanto, la cantidad total de fluido, es decir la capacidad de fluido total, bombeada al conducto de fluido principal 13 puede mantenerse para que sea suficiente para lubricar el mecanismo de engranajes, también durante la velocidad de rotación reducida del árbol de accionamiento.

Durante la velocidad de rotación incrementada del árbol de accionamiento 3, la primera bomba está bombeando fluido desde la primera salida 8 al conducto de fluido principal 13, pero a pesar de la velocidad de rotación aumentada del árbol de accionamiento 3, aún se bombea una cantidad limitada, no suficiente, de fluido al conducto de fluido principal 13 por la primera bomba, es decir la capacidad de fluido es demasiado baja. Sin embargo, debido a que la bomba 2 está en operación y debido a que el motor hidráulico es ajustable, la capacidad de bombeo de la primera bomba 1 puede incrementarse para bombear más fluido al conducto de fluido principal 13. Por lo tanto, la cantidad total de fluido, es decir la capacidad de fluido total, bombeada al conducto de fluido principal 13 puede incrementarse para ser suficiente para lubricar el mecanismo de engranajes, también durante la velocidad de rotación incrementada, pero aún limitada, del árbol de accionamiento.

En la realización mostrada, entre la primera salida 10 y el conducto de fluido 12 se proporcionan conductos de fluido en paralelo. Cuatro de los conductos en paralelo están equipados con filtros 27, y uno de los conductos en paralelo está equipado con una válvula anti-retorno 14. Pueden proporcionarse cantidades distintas de cuatro conductos con filtros, tal como más o menos cantidad, y puede proveerse más cantidad que un conducto con válvula anti-retorno.

Durante condiciones de operación regulares, el fluido desde la primera bomba 1 es dirigido a través de todos los filtros 27. Si uno, más o todos los filtros 27 están bloqueando por alguna razón la dirección del fluido desde la salida 10 al primer conducto de fluido 12, se abrirá la válvula anti-retorno 14, asegurando una lubricación adecuada del mecanismo de engranajes u otro mecanismo a ser lubricado, aunque mediante fluido no filtrado desde el depósito de fluido 7.

En la realización mostrada, entre la primera salida 10 y el conducto de fluido 12 se proporciona una unidad de refrigeración 28 para la refrigeración de todo o parte del fluido de la primera salida 10. Alternativamente a proporcionar la unidad de refrigeración 28 en el conducto de fluido 12, pueden proporcionarse una o más unidades de refrigeración en los conductos en paralelo, en donde también se proporcionan los filtros 27. De ese modo, puede conseguirse tanto el filtrado como la refrigeración en más de un conducto. Si falla la unidad de refrigeración en uno de los conductos en paralelo, otras unidades de refrigeración proporcionadas en los otros conductos en paralelo pueden estar disponibles para la refrigeración del fluido.

La bomba de desplazamiento de fluido de acuerdo con la invención puede comprender un accionador automático para variar la relación de par de dicha disposición de acoplamiento 5. El accionador automático puede ser un dispositivo mecánico, eléctrico o hidráulico conectado a un sistema de control. El accionador automático puede controlarse en bucle cerrado basándose en cualquier parámetro del sistema de suministro de aceite, por ejemplo basándose en la presión en al menos una de las salidas 10, 11 de las al menos dos bombas 1, 2. El accionador automático puede regularse mediante un sistema de control externo basado en uno o más parámetros que describen el rendimiento del sistema de suministro de fluido, o el rendimiento del mecanismo de engranajes u otro mecanismo a ser lubricado, o incluso el rendimiento de todo el equipo del que forman parte el sistema de suministro de fluido y el mecanismo. El accionador automático puede controlarse en un modo de fallo seguro de modo que se obtenga un flujo definido con un fallo del sistema, por ejemplo para asegurar un frenado seguro del equipo en caso de pérdida de alimentación externa.

En la realización mostrada en la fig. 2, el segundo elemento de bombeo 2 se describe como una bomba hidráulica que suministra presión hidráulica al motor hidráulico 20. Sin embargo, el segundo elemento de bombeo 2 puede ser también una bomba neumática que suministra presión neumática a un motor neumático. El principio fundamental es el mismo que cuando se emplea una bomba hidráulica y un motor hidráulico, sin embargo, la disposición de acoplamiento es de naturaleza neumática en lugar de naturaleza hidráulica. Cuando el segundo elemento de bombeo es una bomba hidráulica, una salida de un depósito de fluido para el suministro de fluido hidráulico a la hidráulica se proporciona preferentemente en un nivel horizontal por encima de la entrada de la bomba hidráulica, asegurando de ese modo que la bomba hidráulica se alimenta en todas las situaciones con fluido de bomba hidráulico.

Como otra alternativa, el segundo elemento de bombeo 2 puede sustituirse por un elemento de generación de energía eléctrica, tal como un generador, situado en la misma localización del sistema de suministro de fluido que la segunda bomba 2 mostrado en la fig. 2 e indicado para el suministro de energía eléctrica a un motor eléctrico 20, situado en la misma localización del sistema de suministro de fluido que el motor hidráulico mostrado en la fig. 2. El principio fundamental es el mismo que cuando se emplea una bomba hidráulica y un motor hidráulico, sin embargo,

la disposición de acoplamiento es de naturaleza eléctrica en lugar de naturaleza hidráulica.

Las figs. 3-12 son diagramas de diversos modos de controlar la bomba de desplazamiento del fluido. Los diversos modos mostrados en las figs. 3-12 toman todos su base en el acoplamiento que es hidráulico entre una bomba accionada por engranajes, es decir el primer elemento de bombeo, y la bomba de fluido para la lubricación de cojinetes y similares, es decir el segundo elemento de bombeo.

En todos los diagramas se muestra al menos una bomba hidráulica 30 en la parte superior de las figuras, siendo accionada dicha bomba a través de un árbol de entrada 31 de la bomba hidráulica, siendo dicho árbol de entrada accionado por un árbol de engranajes desde la caja de engranajes, y también se muestra al menos un motor hidráulico 32 en la parte inferior de las figuras, estando indicada dicha bomba para el accionamiento de un árbol de entrada de la bomba de engranajes (no mostrada) a través de un árbol de salida 33 del motor hidráulico.

La fig. 3 muestra que la bomba hidráulica 30 es unidireccional, es decir capaz de bombear el fluido independientemente de la dirección de rotación del árbol de entrada, y siendo capaz por ello de bombear fluido tanto "desde el lado izquierdo" como "desde el lado derecho" de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. El motor hidráulico correspondiente 32 es sin embargo un motor unidireccional, es decir capaz de operar solamente cuando el fluido se bombea a una entrada en el lado derecho del motor hidráulico tal como se ve en la figura. El motor hidráulico se proporciona con un medio de control variable 34, permitiendo dicho medio variar la velocidad de rotación del árbol de salida del motor hidráulico. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado izquierdo tal como se ve en la figura, el fluido se bombea a una válvula anti-retorno 36 que tiene una presión de apertura reducida en comparación con otras válvulas 38, 39 del sistema. El fluido se bombea a continuación al lado derecho del motor hidráulico, teniendo dicho lado derecho una entrada, y permitiendo por ello el bombeo del fluido al lado derecho del motor hidráulico la operación del motor hidráulico. Desde el motor hidráulico, el fluido se pasa a una válvula anti-retorno 37 que tiene también una presión de apertura disminuida en comparación con otras válvulas 38, 39. Por lo tanto, si se bombea fluido desde el lado izquierdo de la bomba hidráulica, se transmitirá un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado derecho tal como se ve en la figura, el fluido se bombea a una válvula anti-retorno 38 que tiene una presión de apertura incrementada en comparación con otras válvulas 36, 37 del sistema. El fluido se bombea a continuación también al lado derecho del motor hidráulico, teniendo dicho lado derecho una entrada, y también permitiendo por ello el bombeo del fluido al lado derecho del motor hidráulico la operación del motor hidráulico. Desde el motor hidráulico, el fluido se pasa a una válvula anti-retorno 39 que tiene también una presión de apertura incrementada en comparación con otras válvulas 36, 37. Por lo tanto, si se bombea fluido desde el lado derecho de la bomba hidráulica, se transmitirá también un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La razón para tener válvulas anti-retorno con presión de apertura incrementada y disminuida, respectivamente, se basa en la dirección de rotación del árbol de entrada de la bomba hidráulica. La dirección de rotación del árbol de entrada de la bomba hidráulica depende de la dirección de rotación del rotor (no mostrado) de la turbina eólica. La posible característica de válvulas de retorno en un rectificador hidráulico que tenga tanto válvulas de retorno con presión de apertura incrementada como válvulas de retorno con presión de apertura disminuida, se aplica a todas las realizaciones tal como se describe a continuación que incorporan rectificadores hidráulicos. Se explica a continuación el rectificador hidráulico.

Si la bomba hidráulica está bombeando fluido desde el lado izquierdo de la bomba hidráulica, la dirección de rotación del árbol de entrada corresponde a una dirección de rotación invertida del rotor de la turbina eólica. Puede darse el caso de una dirección de rotación invertida del rotor en condiciones de viento suave, en las que súbitas ráfagas de viento pueden provocar que el rotor gire invertido en comparación con la dirección de rotación pretendida del rotor. En condiciones de viento suave, la capacidad de fluido de la bomba hidráulica se reducirá, de ahí la necesidad de válvulas de retorno con presión de apertura disminuida para el paso de fluido al motor hidráulico. Contrariamente a las condiciones de viento suave, es decir en condiciones de viento normal o condiciones de fuerte viento, la dirección de rotación del rotor será siempre la dirección de rotación pretendida del rotor, y el fluido siempre se suministrará desde el lado derecho de la bomba hidráulica. En condiciones de viento normal y fuerte, la capacidad de fluido de la bomba hidráulica se incrementará y será suficiente, de ahí la posibilidad de las válvulas de retorno con presión de apertura incrementada por el paso de fluido al motor hidráulico. Sin embargo, en una realización alternativa, la presión de apertura de todas las válvulas de retorno 36-39 puede ser idéntica.

La fig. 4 muestra que la bomba hidráulica 30 es unidireccional, es decir capaz de bombear el fluido independientemente de la dirección de rotación del árbol de entrada, y siendo capaz por ello de bombear fluido tanto "desde el lado izquierdo" como "desde el lado derecho" de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. La bomba hidráulica se proporciona con un medio de control variable 34, permitiendo dicho medio la variación de la capacidad

de fluido de la bomba hidráulica. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos. El motor hidráulico correspondiente 32 es sin embargo un motor unidireccional, es decir capaz de operar solamente cuando el fluido se bombea a una entrada en el lado derecho del motor hidráulico tal como se ve en la figura.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado izquierdo tal como se ve en la figura, el fluido se bombea a una válvula anti-retorno 36 que tiene una presión de apertura reducida en comparación con otras válvulas 38, 39 del sistema. El fluido se bombea a continuación al lado derecho del motor hidráulico, teniendo dicho lado derecho una entrada, y permitiendo por ello el bombeo del fluido al lado derecho del motor hidráulico la operación del motor hidráulico. Desde el motor hidráulico, el fluido se pasa a una válvula anti-retorno 37 que tiene también una presión de apertura disminuida en comparación con otras válvulas 38, 39. Por lo tanto, si se bombea fluido desde el lado izquierdo de la bomba hidráulica, se transmitirá un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado derecho tal como se ve en la figura, el fluido se bombea a una válvula anti-retorno 38 que tiene una presión de apertura incrementada en comparación con otras válvulas 36, 37 del sistema. El fluido se bombea a continuación también al lado derecho del motor hidráulico, teniendo dicho lado derecho una entrada, y también permitiendo por ello el bombeo del fluido al lado derecho del motor hidráulico la operación del motor hidráulico. Desde el motor hidráulico, el fluido se pasa a una válvula anti-retorno 39 que tiene también una presión de apertura incrementada en comparación con otras válvulas 36, 37. Por lo tanto, si se bombea fluido desde el lado derecho de la bomba hidráulica, se transmitirá también un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 5 muestra que la bomba hidráulica es unidireccional, es decir es capaz de bombear fluido independientemente de la dirección de rotación del árbol de entrada, siendo así capaz de bombear fluido tanto "desde el lado izquierdo" como "desde el lado derecho" de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. La bomba hidráulica se proporciona con un medio de control variable 34, permitiendo dicho medio la variación de la capacidad de fluido de la bomba hidráulica. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos. El motor hidráulico correspondiente es también unidireccional, es decir es capaz de ejercer un par de accionamiento sobre el árbol de salida independientemente de si se proporciona fluido en una entrada "en el lado izquierdo" o en una entrada "en el lado derecho" del motor hidráulico tal como se ve en la figura.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica tanto desde el lado izquierdo como desde el lado derecho tal como se ve en la figura, el fluido se bombea directamente tanto al lado izquierdo como al lado derecho del motor hidráulico, teniendo tanto el lado izquierdo como el lado derecho del motor hidráulico una entrada. Por lo tanto, el ser bombeado el fluido al lado izquierdo o bien al lado derecho del motor hidráulico permite la operación del motor hidráulico y que se transmita un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 6 muestra que la bomba hidráulica es unidireccional, es decir es capaz de bombear fluido independientemente de la dirección de rotación del árbol de entrada, siendo así capaz de bombear fluido tanto "desde el lado izquierdo" como "desde el lado derecho" de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. El motor hidráulico correspondiente es también unidireccional, es decir es capaz de ejercer un par de accionamiento sobre el árbol de salida independientemente de si se proporciona fluido en una entrada "en el lado izquierdo" o en una entrada "en el lado derecho" del motor hidráulico tal como se ve en la figura. El motor hidráulico se proporciona con un medio de control variable 34, permitiendo dicho medio variar la velocidad de rotación del árbol de salida del motor hidráulico. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica tanto desde el lado izquierdo como desde el lado derecho tal como se ve en la figura, el fluido se bombea directamente tanto al lado izquierdo como al lado derecho del motor hidráulico, teniendo tanto el lado izquierdo como el lado derecho del motor hidráulico una entrada. Por lo tanto, el ser bombeado el fluido al lado izquierdo o bien al lado derecho del motor hidráulico permite la operación del motor hidráulico y que se transmita un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 7 muestra que la bomba hidráulica es unidireccional, es decir es capaz de bombear fluido independientemente de la dirección de rotación del árbol de entrada, siendo así capaz de bombear fluido tanto "desde el lado izquierdo" como "desde el lado derecho" de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. El motor hidráulico correspondiente es también unidireccional, es decir es capaz de ejercer un par de accionamiento sobre el árbol de salida independientemente de si se proporciona fluido en una entrada "en el lado izquierdo" o en una entrada "en el lado derecho" del motor hidráulico tal como se ve en la figura.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica tanto desde el lado izquierdo como desde el lado derecho tal como se ve en la figura, el fluido se bombea directamente tanto al lado izquierdo como al lado derecho del motor hidráulico, teniendo tanto el lado izquierdo como el lado derecho del motor hidráulico una entrada. Por lo tanto, el ser bombeado el fluido al lado izquierdo o bien al lado derecho del motor hidráulico permite la operación del motor hidráulico y que se transmita un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 8 muestra que la bomba hidráulica es una bomba unidireccional, es decir es capaz de operar solamente cuando el árbol de entrada se gira en una dirección y se bombea fluido desde una entrada en el lado izquierdo de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. La bomba hidráulica se proporciona con un medio de control variable 34, permitiendo dicho medio la variación de la capacidad de fluido de la bomba hidráulica. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos. El motor hidráulico correspondiente es también unidireccional, es decir capaz de operar solamente cuando el fluido se bombea a una entrada en el lado izquierdo del motor hidráulico tal como se ve en la figura.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado izquierdo tal como se ve en la figura, el fluido se bombea directamente al lado izquierdo del motor hidráulico. Por lo tanto, el ser bombeado el fluido al lado izquierdo del motor hidráulico permite la operación del motor hidráulico y que se transmita un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 9 muestra que la bomba hidráulica es una bomba unidireccional, es decir es capaz de operar solamente cuando el árbol de entrada se gira en una dirección y se bombea fluido desde una entrada en el lado izquierdo de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. El motor hidráulico correspondiente es también unidireccional, es decir capaz de operar solamente cuando el fluido se bombea a una entrada en el lado izquierdo del motor hidráulico tal como se ve en la figura. El motor hidráulico se proporciona con un medio de control variable 34, permitiendo dicho medio variar la velocidad de rotación del árbol de salida del motor hidráulico. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos. La fig. 9 constituye un mejor modo de operación.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado izquierdo tal como se ve en la figura, el fluido se bombea directamente al lado izquierdo del motor hidráulico. Por lo tanto, el ser bombeado el fluido al lado izquierdo del motor hidráulico permite la operación del motor hidráulico y que se transmita un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 10 muestra que la bomba hidráulica es unidireccional, es decir es capaz de bombear fluido independientemente de la dirección de rotación del árbol de entrada, siendo así capaz de bombear fluido tanto "desde el lado izquierdo" como "desde el lado derecho" de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. El motor hidráulico correspondiente es sin embargo un motor unidireccional, es decir capaz de operar solamente cuando el fluido se bombea a una entrada en el lado izquierdo del motor hidráulico tal como se ve en la figura. Se proporciona un conducto de derivación 40 entre la entrada del motor hidráulico y una salida del motor hidráulico. Dicho conducto de derivación se proporciona con una válvula variable 41 y un medio de control variable 42 para el control de la válvula variable, permitiendo dicha válvula y dichos medios variar la capacidad del fluido que se pasa a la entrada del motor hidráulico, independientemente de la capacidad que se proporciona desde una cualquiera de las salidas de la bomba hidráulica. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado izquierdo tal como se ve en la figura, el fluido se bombea a una válvula anti-retorno 36 que tiene una presión de apertura reducida en comparación con otras válvulas 38, 39 del sistema. El fluido se bombea a continuación al lado derecho del motor hidráulico, teniendo dicho lado derecho una entrada, y permitiendo por ello el bombeo del fluido al lado derecho del motor hidráulico la operación del motor hidráulico. Desde el motor hidráulico, el fluido se pasa a una válvula anti-retorno 37 que tiene también una presión de apertura disminuida en comparación con otras válvulas 38, 39. Por lo tanto, si se bombea fluido desde el lado izquierdo de la bomba hidráulica, se transmitirá un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado derecho tal como se ve en la figura, el fluido se bombea a una válvula anti-retorno 38 que tiene una presión de apertura incrementada en comparación con otras válvulas 36, 37 del sistema. El fluido se bombea a continuación también al lado derecho del motor hidráulico, teniendo dicho lado derecho una entrada, y también permitiendo por ello el bombeo del fluido al lado derecho del motor hidráulico la operación del motor hidráulico. Desde el motor hidráulico, el fluido se pasa a una válvula anti-retorno 39 que tiene también una presión de apertura incrementada en comparación con otras válvulas 36, 37. Por lo tanto, si se bombea fluido desde el lado derecho de la bomba hidráulica, se transmitirá también un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 11 muestra que la bomba hidráulica es unidireccional, es decir es capaz de bombear fluido independientemente de la dirección de rotación del árbol de entrada, siendo así capaz de bombear fluido tanto "desde el lado izquierdo" como "desde el lado derecho" de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. El motor hidráulico correspondiente es sin embargo un motor unidireccional, es decir capaz de operar solamente cuando el fluido se bombea a una entrada en el lado izquierdo del motor hidráulico tal como se ve en la figura. Se proporciona un conducto de derivación 40 entre una salida y la otra salida de la bomba hidráulica. Dicho conducto de derivación se proporciona con una válvula variable 41 y un medio de control variable 42 para el control de la válvula variable, permitiendo dicha válvula y dichos medios variar la capacidad del fluido que se pasa a la entrada del motor hidráulico, independientemente de la capacidad que se proporciona desde una cualquiera de las salidas de la bomba hidráulica. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado izquierdo tal como se ve en la figura, el fluido se bombea a una válvula anti-retorno 36 que tiene una presión de apertura reducida en comparación con otras válvulas 38, 39 del sistema. El fluido se bombea a continuación al lado derecho del motor hidráulico, teniendo dicho lado derecho una entrada, y permitiendo por ello el bombeo del fluido al lado derecho del motor hidráulico la operación del motor hidráulico. Desde el motor hidráulico, el fluido se pasa a una válvula anti-retorno 37 que tiene también una presión de apertura disminuida en comparación con otras válvulas 38, 39. Por lo tanto, si se bombea fluido desde el lado izquierdo de la bomba hidráulica, se transmitirá un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica desde el lado derecho tal como se ve en la figura, el fluido se bombea a una válvula anti-retorno 38 que tiene una presión de apertura incrementada en comparación con otras válvulas 36, 37 del sistema. El fluido se bombea a continuación también al lado derecho del motor hidráulico, teniendo dicho lado derecho una entrada, y también permitiendo por ello el bombeo del fluido al lado derecho del motor hidráulico la operación del motor hidráulico. Desde el motor hidráulico, el fluido se pasa a una válvula anti-retorno 39 que tiene también una presión de apertura incrementada en comparación con otras válvulas 36, 37. Por lo tanto, si se bombea fluido desde el lado derecho de la bomba hidráulica, se transmitirá también un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 12 muestra que la bomba hidráulica es unidireccional, es decir es capaz de bombear fluido independientemente de la dirección de rotación del árbol de entrada, siendo así capaz de bombear fluido tanto "desde el lado izquierdo" como "desde el lado derecho" de la bomba hidráulica tal como se ve en la figura. El motor hidráulico correspondiente es también unidireccional, es decir es capaz de ejercer un par de accionamiento sobre el árbol de salida independientemente de si se proporciona fluido en una entrada "en el lado izquierdo" o en una entrada "en el lado derecho" del motor hidráulico tal como se ve en la figura. Se proporciona un conducto de derivación 40 entre una salida y la otra salida de la bomba hidráulica. Dicho conducto de derivación se proporciona con una válvula variable 41 y un medio de control variable 42 para el control de la válvula variable, permitiendo dicha válvula y dichos medios variar la capacidad del fluido que se pasa a la entrada del motor hidráulico, independientemente de la capacidad que se proporciona desde una cualquiera de las salidas de la bomba hidráulica. En la realización mostrada, el medio de control variable está indicado para ser controlado por un medio de ajuste 35 de funcionamiento eléctrico, pero son también posibles medios de control y/o medios de ajuste hidráulicos o mecánicos.

Si se bombea fluido por la bomba hidráulica tanto desde el lado izquierdo como desde el lado derecho tal como se ve en la figura, el fluido se bombea directamente tanto al lado izquierdo como al lado derecho del motor hidráulico, teniendo tanto el lado izquierdo como el lado derecho del motor hidráulico una entrada. Por lo tanto, el ser bombeado el fluido al lado izquierdo o bien al lado derecho del motor hidráulico permite la operación del motor hidráulico y que se transmita un par de accionamiento desde el árbol de salida del motor hidráulico a la bomba de engranajes (no mostrada).

La fig. 13 es un diagrama que muestra una relación posible entre la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 3 (véase la fig. 1 y la fig. 2) y el flujo de fluido al mecanismo de engranajes u otro mecanismo mecánico a ser lubricado. El flujo de fluido se establece como la cantidad de fluido por unidad de tiempo, pero puede establecerse también mediante la supervisión de la presión en el suministro de fluido principal 13 (véase la fig. 1 y la fig. 2). El diagrama mostrado se establece basándose en la realización mostrada en la fig. 2. Habrá una relación similar entre la velocidad de rotación del árbol de accionamiento y el flujo de fluido para realizaciones como la mostrada en la fig. 1.

El diagrama muestra dos curvas, una primera curva continua con una extensión linealmente proporcional con una y la misma relación proporcional a lo largo de toda la extensión de la curva, y una segunda curva no continua con una extensión proporcional con diferentes relaciones de proporcionalidad a lo largo de diferentes extensiones de la curva. La primera curva muestra la relación entre la velocidad de rotación del árbol de accionamiento y el flujo de fluido de un sistema conocido que emplea una bomba de fluido accionada mecánicamente. La segunda curva muestra la relación entre la velocidad de rotación del árbol de accionamiento y el flujo de fluido del sistema de

acuerdo con la invención, y que emplea una bomba de fluido de acuerdo con la fig. 2 como se ha descrito anteriormente.

5 Tal como puede observarse, Cuando se emplea el sistema conocido con una bomba de fluido accionada mecánicamente, se disminuye el flujo de fluido y por ello la posible capacidad de lubricación, siempre que se disminuye la velocidad de rotación del árbol de accionamiento, y viceversa. Sin embargo, cuando se emplean sistemas de acuerdo con la presente invención, el flujo de fluido y por ello la posible capacidad de lubricación se mantiene a lo largo de grandes intervalos, cuando la velocidad de rotación del árbol de accionamiento disminuye, y viceversa. A lo largo de un intervalo inicial, se incrementa el flujo de fluido junto con la velocidad de rotación del árbol de accionamiento. Este es también el caso, cuando se emplean los sistemas conocidos, pero con una relación mucho más pequeña. Por lo tanto, mediante el empleo de la presente invención comparada con los sistemas conocidos, se obtiene un alto nivel de flujo de fluido, y por ello una alta capacidad de lubricación, a una velocidad de rotación mucho más baja del árbol de accionamiento.

15 A lo largo de un intervalo intermedio, cuando se emplea el sistema conocido, el flujo de fluido aún se incrementa hacia el nivel alto ya obtenido por el sistema de acuerdo con la invención. El nivel alto de flujo de fluido, cuando se emplea el sistema conocido, se obtiene con una cierta velocidad de rotación del árbol de accionamiento, marcada con una línea de puntos vertical en el diagrama. La cierta velocidad de rotación del árbol de accionamiento puede ser como un ejemplo 1680 revoluciones por minuto de un árbol de accionamiento de una caja de engranajes de una turbina eólica. Posteriormente a la cierta velocidad de rotación, a lo largo del intervalo final de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento, el nivel de flujo de fluido continúa incrementándose con una proporcionalidad lineal que tiene la misma relación de proporcionalidad que el resto de la primera curva, es decir la proporcionalidad lineal que tiene la misma relación que a lo largo del intervalo inicial y a lo largo del intervalo intermedio.

25 Cuando se emplea el sistema de acuerdo con la presente invención, se mantiene el flujo de fluido sustancialmente constante en el alto nivel de flujo de fluido durante todo el intervalo intermedio, cuando se incrementa la velocidad de rotación del árbol de accionamiento. Cuando se alcanza la cierta velocidad de rotación del árbol de accionamiento como se muestra por la línea de puntos vertical, el sistema de acuerdo con la invención se ajusta para un incremento adicional del flujo de fluido mediante una relación más alta que la relación del sistema conocido. De ese modo, cuando se excede la cierta velocidad de rotación del árbol de accionamiento, se obtiene una capacidad de lubricación incluso incrementada a lo largo del intervalo final de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento.

35 El curso de la segunda curva puede diferir dependiendo de la capacidad de lubricación necesaria a diferentes velocidades de rotación del árbol de accionamiento. Debido a la posibilidad de ajustar el par transferido a lo largo de la disposición de acoplamiento 5 entre la primera bomba 1 y la segunda bomba 2 (véase la fig. 1) o entre el motor hidráulico 10 y la primera bomba 1 (véase la fig. 2), el flujo de fluido y por ello la capacidad de lubricación pueden ajustarse en respuesta a una cierta necesidad de lubricación a una cierta velocidad de rotación del árbol de accionamiento.

40 El ajuste puede llevarse a cabo dependiendo de diferentes parámetros tales como el tamaño y el tipo de mecanismo de engranajes de la turbina eólica, o el tamaño y tipo de turbina eólica, si quizás otros medios mecánicos han de lubricarse. También pueden llevarse a cabo ajustes dependiendo de las condiciones de operación actuales de la turbina eólica tales como la temperatura, la velocidad del viento y la estabilidad del viento o incluso otros parámetros, que pueden influir en las partes mecánicas de una turbina eólica y por ello pueden influir en diferentes necesidades de lubricación durante la operación de la turbina eólica.

50 Pueden llevarse a cabo métodos para el control de la presión del fluido y/o el control de la capacidad de fluido, y por ello la capacidad de lubricación del sistema de suministro de fluido, en el sistema de suministro de fluido de una turbina eólica, sobre la base de diferentes escenarios de control:

Un método comprende la supervisión de al menos un parámetro que influye en una presión del fluido en el sistema de suministro de fluido de la turbina eólica, controlando una disposición de acoplamiento entre al menos un primer elemento de bombeo y al menos un segundo elemento de bombeo, obteniendo de ese modo una cierta capacidad de bombeo incrementada a un cierto valor del al menos un parámetro que se está supervisando. Los parámetros que influyen en la presión del fluido dependen de la clase de disposición de acoplamiento empleada y también dependen de qué medios de accionamiento accionan el árbol de accionamiento.

60 Otro método comprende la supervisión de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento de al menos uno de entre un primer elemento de bombeo y un segundo elemento de bombeo, controlando la disposición de acoplamiento entre el al menos un primer elemento de bombeo y el al menos segundo elemento de bombeo, obteniendo de ese modo una cierta capacidad de bombeo incrementada a un cierto valor de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento. La velocidad de rotación del árbol de accionamiento es un parámetro importante dado que es el árbol de accionamiento, el que es la fuente primaria para establecer la presión del fluido del sistema de suministro de fluido. Por lo tanto, la supervisión de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento es un buen medio de hallar una base para el control de la presión del fluido.

- Otro método comprende incluso la supervisión de un incremento de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento de al menos uno de entre un primer elemento de bombeo y un segundo elemento de bombeo, controlando la disposición de acoplamiento entre el al menos un primer elemento de bombeo y el al menos segundo elemento de bombeo, obteniendo de ese modo una cierta capacidad de bombeo incrementada con un cierto incremento reducido de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento. Como puede deducirse de la fig. 1 y de la descripción de la misma, el conocimiento del flujo de fluido con relación al incremento o disminución de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento es una buena herramienta para asegurar la adecuada lubricación en todos los niveles de velocidad de rotación del árbol de accionamiento.
- 5
- 10 Otro método más comprende incluso la supervisión de la velocidad del viento en el emplazamiento de la turbina eólica como un parámetro que influye en la velocidad de rotación de un árbol principal de la turbina eólica, — controlando la disposición de acoplamiento entre el al menos primer elemento de bombeo y el al menos segundo elemento de bombeo—, cuando la velocidad del viento presenta un valor por debajo de 100 m/s o presenta un valor por encima de 1 m/s, respectivamente, durante un período continuo de tiempo de al menos 10 segundos, obteniendo
- 15 de ese modo una cierta capacidad de bombeo incrementada con un cierto bajo valor o en un cierto alto valor, respectivamente, de la velocidad del viento en el emplazamiento de la turbina eólica. La velocidad de rotación del árbol de accionamiento puede relacionarse directamente con la velocidad de rotación del árbol principal de la turbina eólica, y la velocidad de rotación del árbol principal de la turbina eólica puede relacionarse directamente con la velocidad del viento que prevalece en cualquier momento en el emplazamiento de la turbina eólica. Por lo tanto, la supervisión de la velocidad del viento en el emplazamiento de la turbina eólica puede ser un medio para establecer una presión del fluido adecuada en todos los niveles o en niveles seleccionados de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento.
- 20
- 25 Si el árbol de accionamiento es un árbol de salida de la caja de engranajes, y si la velocidad de rotación del árbol de accionamiento se relaciona directamente con la velocidad de rotación del árbol principal de la turbina eólica, es posible supervisar la velocidad de rotación del árbol principal para establecer la velocidad de rotación del árbol de accionamiento. A menudo, se supervisa la velocidad de rotación del árbol principal debido a otras razones, y esta supervisión ya existente del árbol principal puede usarse entonces también para establecer la velocidad de rotación del árbol de accionamiento. Especialmente durante la marcha en vacío de la turbina eólica, en la que la turbina eólica está por alguna razón fuera de operación, y en donde el árbol de accionamiento presenta una cierta baja velocidad de rotación, y/o durante una emergencia, en la que la transmisión a la red se corta, y en la que el árbol de accionamiento puede por lo tanto presentar una velocidad de rotación bruscamente alta, la invención mostrará ventajas fundamentales en comparación con sistemas conocidos. Las realizaciones mostradas, y los métodos descritos no deben verse como limitativos del alcance de la presente invención. Cualesquiera modificaciones evidentes para el experto en la materia y que caen dentro del alcance de las reivindicaciones deben verse como cayendo dentro del alcance de la presente invención.
- 30
- 35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para el control de una presión del fluido en un sistema de suministro de fluido de una turbina eólica, incluyendo el sistema de suministro de fluido una bomba de desplazamiento de fluido que tiene un árbol de accionamiento (3), al menos un primer elemento de bombeo (1) individual, al menos un segundo elemento de bombeo (2) individual, y una disposición de acoplamiento (5) proporcionada entre el al menos un primer elemento de bombeo (1) individual y el al menos un segundo elemento de bombeo (2) individual, en el que el árbol de accionamiento (3) es una toma de potencia de un tren de accionamiento de la turbina eólica, comprendiendo el método:
- 10 - supervisar la velocidad de rotación de un árbol principal de la turbina eólica para establecer la velocidad de rotación del árbol de accionamiento (3), y
- controlar una disposición de acoplamiento entre el al menos un primer elemento de bombeo y el al menos un segundo elemento de bombeo cuando la velocidad de rotación del árbol de accionamiento (3) se reduce hasta un cierto bajo nivel o se incrementa hasta un cierto alto nivel para obtener una cierta capacidad de bombeo incrementada en un cierto valor de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento (3).
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un cierto bajo nivel de velocidad de rotación corresponde a la marcha en vacío de la turbina eólica.
- 20 3. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que un cierto alto nivel de velocidad de rotación corresponde a una emergencia de la turbina eólica en la que se corta la transmisión a la red.
- 25 4. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la disposición de acoplamiento se establece entre un árbol de accionamiento de salida del al menos un primer elemento de bombeo y un árbol de accionamiento de entrada del al menos un segundo elemento de bombeo, y adicionalmente en el que la disposición de acoplamiento es una cualquiera de las siguientes disposiciones de acoplamiento: un acoplamiento mecánico, un acoplamiento viscoso, un acoplamiento eléctrico, o un acoplamiento electromecánico.
- 30 5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la disposición de acoplamiento se controla tanto cuando la velocidad de rotación del árbol de accionamiento se reduce hasta un cierto bajo nivel como cuando se incrementa hasta un cierto alto nivel.

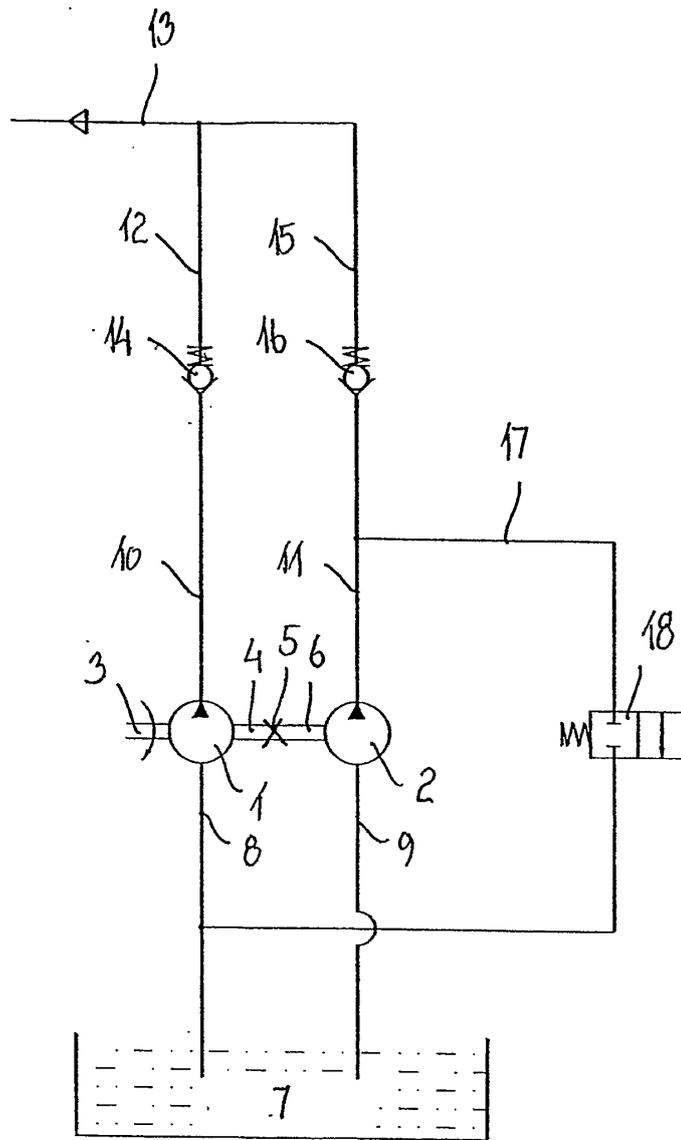


FIG. 1

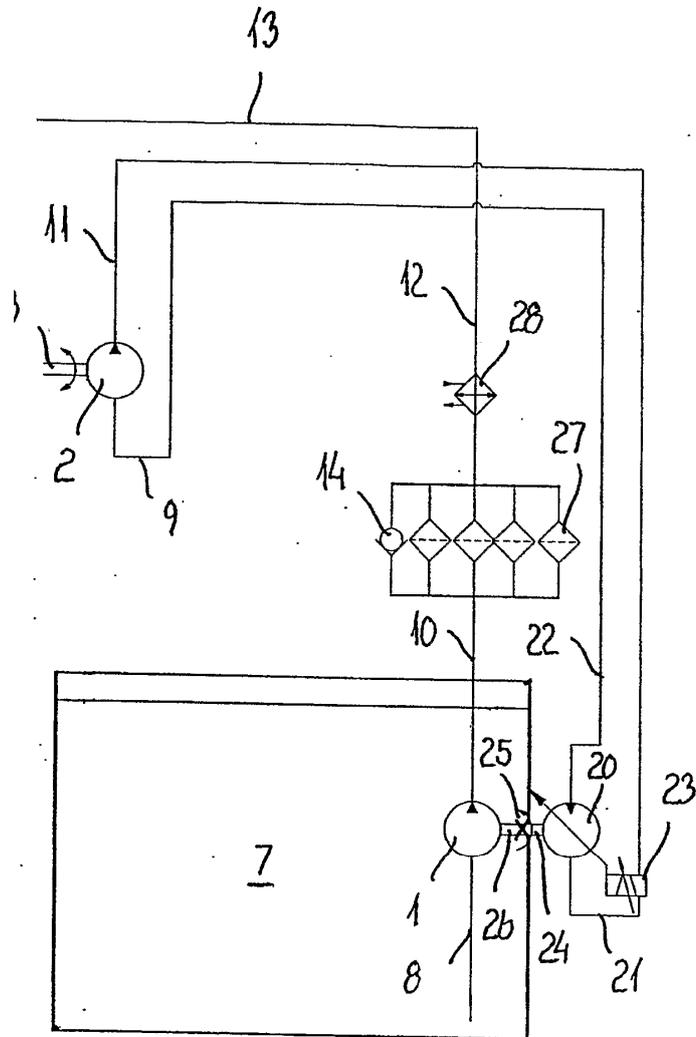
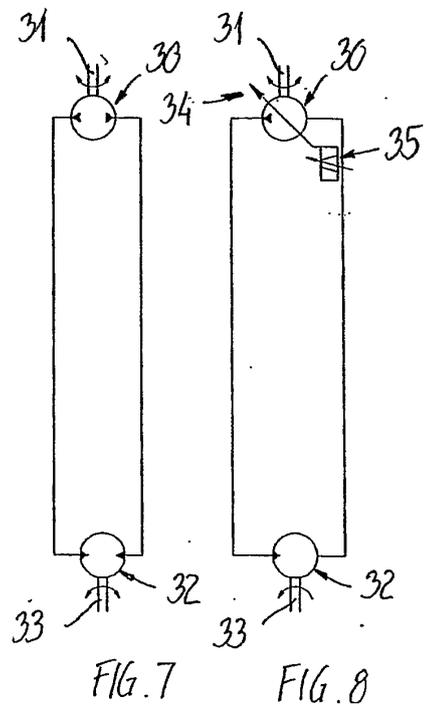
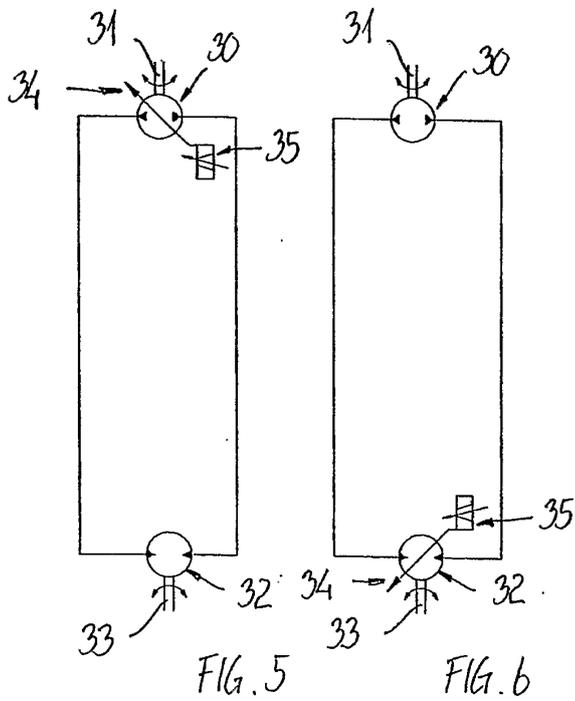
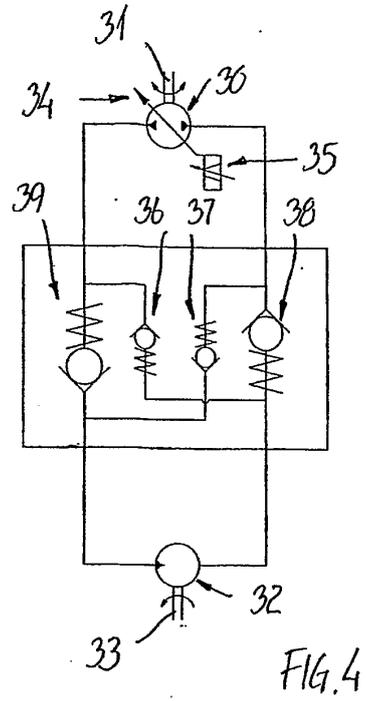
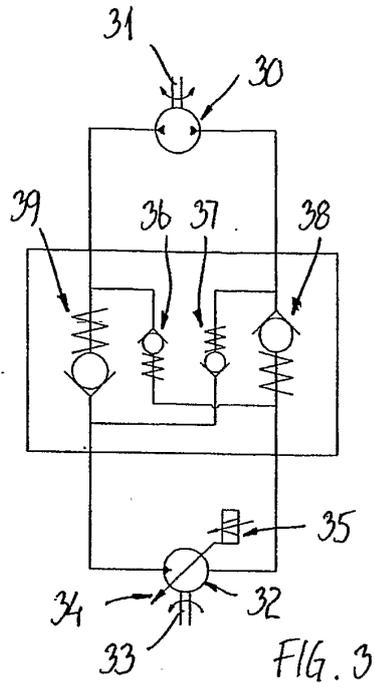
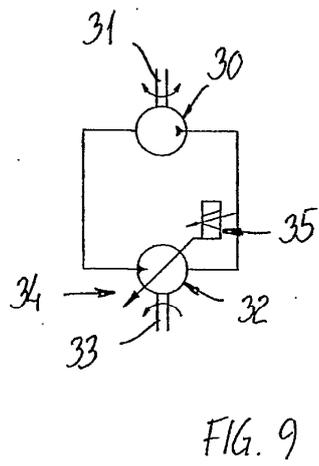
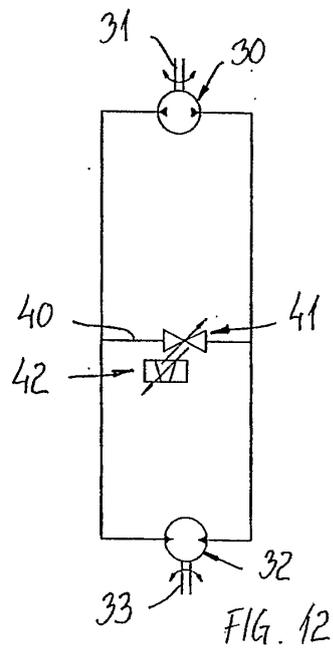
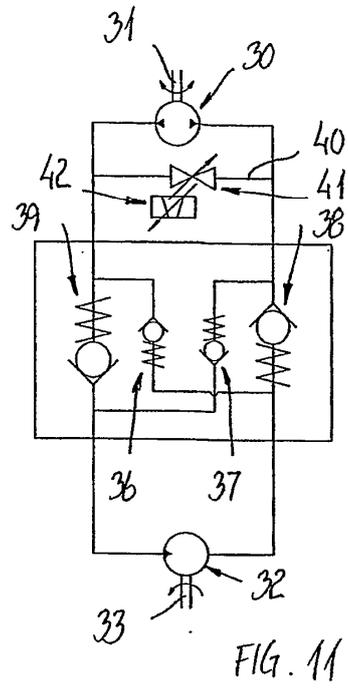
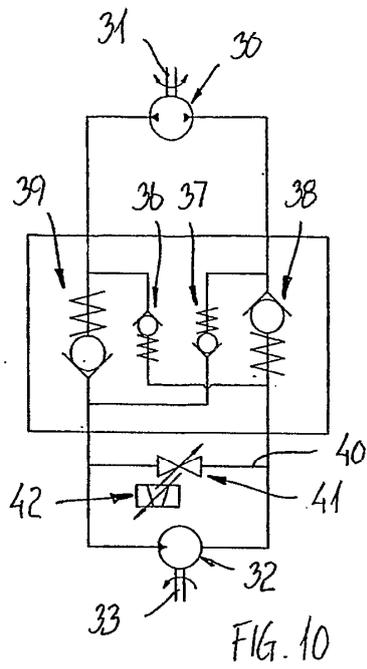


FIG. 2





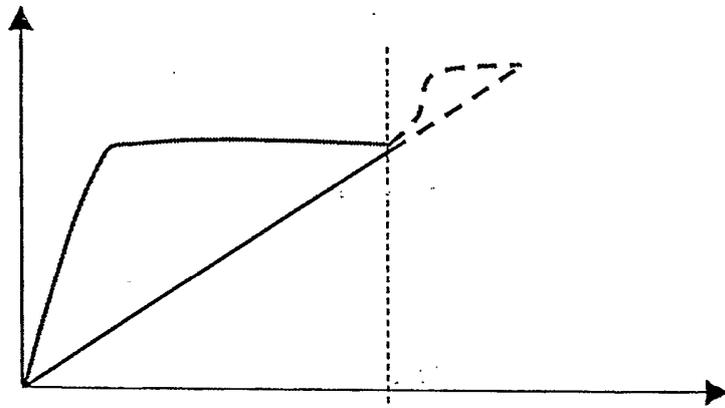


FIG. 13