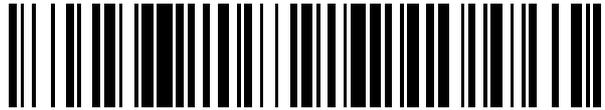


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 243**

51 Int. Cl.:

**G05D 16/20** (2006.01)

**F15B 20/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2011 E 11794055 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2649327**

54 Título: **Sistema de accionamiento a prueba de fallos**

30 Prioridad:

**08.12.2010 DE 102010053811**

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

**07.05.2015**

73 Titular/es:

**MOOG GMBH (100.0%)  
Hanns-Klemm-Strasse 28  
71030 Böblingen, DE**

72 Inventor/es:

**HELBIG, ACHIM;  
BOES, CHRISTOPH y  
HÄNDLE, WERNER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 535 243 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

Sistema de accionamiento a prueba de fallos

5 La invención hace referencia a un sistema de accionamiento a prueba de fallos que tiene una posición de seguridad, que comprende un accionador con al menos una primera y una segunda cámara, que comprende un circuito de trabajo con un dispositivo de bomba/motor, por medio del cual el accionador se puede accionar mediante el circuito de trabajo, al menos en el estado operativo, y que comprende un circuito de seguridad mediante el cual, en un estado de fallo, el accionador se puede mover a la posición de seguridad, por lo que el circuito de seguridad tiene un tanque que contiene  
10 líquido presurizado y que, en el estado de fallo, se conecta automáticamente a la primera cámara a través de una válvula de conmutación, y tiene una válvula de drenaje que, en el estado de fallo, se mueve a la posición de flujo pasante para drenar líquido de la segunda cámara, y el circuito de seguridad está configurado de tal manera que, en el estado operativo, se puede establecer un flujo entrante en el accionador, de un modo que está completamente desacoplado del depósito, mediante el circuito de trabajo con su dispositivo de bomba/motor y, en el estado de fallo, se  
15 crea un flujo entrante desde el depósito a la primera cámara, de un modo que está completamente desacoplado del circuito de trabajo con su dispositivo de bomba/motor, mediante el circuito de seguridad.

Dichos sistemas de accionamiento se utilizan, por ejemplo, para activar pistones neumáticos o hidráulicos y moverlos a la posición deseada. Normalmente, son aplicaciones relevantes para la seguridad. Por consiguiente, es necesario utilizar un sistema de accionamiento con una posición de seguridad, en el que, en caso de que se produzca un fallo del sistema de accionamiento, el circuito de seguridad mueva el accionador a una posición segura, es decir, la posición de seguridad.

Dicha aplicación podría ser, por ejemplo, el ajuste de la paleta de una turbina eólica. En esta aplicación, se tiene que garantizar que se proporciona una función de seguridad si el sistema de ajuste habitual falla. Tiene que permitir ajustar las paletas del rotor de tal modo que no se produzca ningún estado operativo incontrolable. También sería concebible utilizar dichos sistemas de activación para turbinas de agua, vapor o gas además de para aplicaciones de las industrias del gas y del petróleo, donde los accionadores también se utilizan, y que, en caso de que se produzca un fallo, se deben mover de una forma fiable y segura a la posición prescrita. Dichos accionadores podrían ser, por ejemplo, pistones hidráulicos o válvulas de seguridad.

Las especificaciones de la patente alemana DE-1251158 B describen un sistema hidráulico para el accionamiento de los cilindros de trabajo mediante los cuales un cilindro de elevación y descenso que está sometido a una carga pesada se fija y se libera de su posición superior en la que sujeta la carga, y que se fija y se libera de su posición de descarga inferior. El sistema comprende un depósito, una bomba accionada eléctricamente, una bomba manual, un tanque de presión, una válvula de carga del tanque y una unidad de control. Los tres cilindros de trabajo están dispuestos en forma de estrella radialmente alrededor del vástago del pistón del cilindro de elevación y descenso. Si el cilindro de elevación y descenso está en su posición extendida, entonces el vástago del pistón lleva una carga muy pesada. Los vástagos del pistón de los cilindros de trabajo se extienden y se fijan tan firmemente en su posición que no pueden ceder bajo el efecto de la carga. El cilindro de elevación y descenso se puede quedar sin presión. Después de liberarse, el cilindro de elevación y descenso, ya que no tiene presión, se mueve rápidamente a su posición inferior bajo el efecto de la carga, donde allí es recibido, y queda fijado mediante los tres cilindros de trabajo.

La solicitud de patente US- 2007/0227133 A1 describe una disposición de cilindros que comprende una carcasa con una cavidad para un cilindro interno y un vástago del pistón para un movimiento axial dentro de la cavidad del cilindro. La disposición del vástago del pistón puede comprender un pasaje axial que se extiende hasta dentro de la disposición del vástago del pistón. La disposición del cilindro también puede incluir un elemento tubular que se recibe dentro del pasaje axial, por lo cual al menos una parte de este elemento tubular se extiende hasta fuera del pasaje axial y dentro de la cavidad interna del bloque de cilindros entre el pasaje axial y la pared del bloque de cilindros.

La solicitud de patente internacional WO 2009/064264 A1 describe un circuito electro-hidráulico que se utiliza para ajustar el ángulo de ataque de al menos una paleta del rotor de una turbina eólica. El circuito incluye un motor que acciona una bomba. El circuito hidráulico se suministra con un líquido de un tanque o depósito que se puede bombear hacia la primera o segunda cámara de un pistón hidráulico mediante una bomba. La dirección de rotación de la bomba es variable, por lo que, en una primera dirección de rotación, el líquido se bombea hacia una de las cámaras, y el líquido desplazado fuera de la otra cámara se dirige al lado de aspiración de la bomba y también es transportado a la cámara que se tiene que llenar. El circuito hidráulico también comprende un tanque de presión que está lleno con líquido hidráulico y que está conectado al circuito hidráulico mediante una válvula accionada por resorte. Durante el estado operativo habitual, el tanque está cerrado por la válvula y, de este modo, está desacoplado del circuito hidráulico. En caso de que se produzca un fallo, por ejemplo, un corte en el suministro eléctrico, la válvula accionada por resorte se mueve a la posición de flujo pasante, debido a esto el líquido hidráulico almacenado bajo presión en el tanque entra en el circuito. Las válvulas, que están colocadas en las tuberías de suministro de las dos cámaras del pistón hidráulico, se mueven a la posición de flujo pasante mediante la fuerza del muelle. A continuación, el líquido hidráulico almacenado en el tanque de presión fluye a través del circuito hidráulico en ambas cámaras del pistón hidráulico. En este proceso, el fluido fluye fuera del tanque dentro del circuito de trabajo, es decir, en el circuito que suministra líquido al pistón durante el funcionamiento habitual. El fluido puede fluir a través de dos rutas por el circuito de trabajo en la dirección de la

cámara del pistón que se va a llenar, específicamente a través de la bomba y/o a través de una tubería en la que hay un regulador además de una válvula de conmutación que está abierta en el estado de fallo.

5 El pistón hidráulico está configurado como un, por así decirlo, pistón diferencial, por este motivo, a pesar de que la presión en las dos cámaras es idéntica, se ejerce una mayor fuerza en la superficie más grande de las dos superficies del pistón, lo que produce el movimiento correspondiente del pistón a la posición de seguridad.

La desventaja es que, si la bomba se bloquea o si la tubería o los elementos del circuito son defectuosos, este circuito no puede garantizar una función a prueba de fallos.

10 Un sistema de accionamiento a prueba de fallos de este tipo genérico se describe, por ejemplo, en la patente US-5.301.505. Se utiliza un tanque de presión para que el cilindro que se puede accionar mediante las dos cámaras se pueda mover a una posición de seguridad. Una construcción comparable también se describe en la solicitud de patente europea EP-1498614 A1.

15 Por lo tanto, el objetivo de esta invención es presentar un sistema de accionamiento basado en un líquido que, en el estado de fallo, pueda asumir de forma segura una posición de seguridad prescrita.

20 Con este propósito, se propone según la invención proporcionar un sistema de accionamiento basado en un líquido a prueba de fallos genérico con una posición de seguridad, por medio del cual, en este sistema, el accionador tiene tres cámaras, con lo cual el circuito de seguridad está configurado de tal manera que, en el estado operativo, se puede establecer un flujo entrante en la tercera cámara, de manera que está desacoplado del tanque, mediante el circuito de trabajo con su dispositivo de bomba/motor. En esta configuración, se establece un flujo entrante del tanque en la primera cámara, de una manera que está completamente desacoplada del  
25 circuito de trabajo, en el estado de fallo además de en el estado operativo. Por tanto, la tercera cámara provoca un desacoplamiento. La primera cámara sólo está conectada al tanque. La segunda cámara sólo está conectada al circuito de trabajo. La tercera cámara está conectada al circuito de trabajo además de a la tubería de drenaje. Los flujos entrantes que van al accionador procedentes del tanque además del circuito de trabajo se desacoplan completamente mediante tuberías de líquido en la cámara correspondiente del accionador.

30 Un sistema de accionamiento de este tipo se puede utilizar, en el estado de fallo, para mover el accionador a la posición de seguridad, es decir, a la posición en la que un dispositivo o sistema se expone a los menores riesgos posibles o en el que este dispositivo o sistema presenta los menores riesgos posibles. Un estado de fallo que se produce de forma habitual podría ser, por ejemplo, un fallo de la alimentación que deja sin funcionar un dispositivo de bomba/motor  
35 accionado eléctricamente y además deja al circuito de trabajo inoperativo. Durante el funcionamiento habitual, es decir, en el estado operativo, el circuito de trabajo sirve para suministrar líquido al accionador. Con este propósito, el circuito de trabajo tiene un dispositivo de bomba/motor mediante el cual se suministra líquido a las cámaras individuales del accionador. El término dispositivo de bomba/motor hace referencia a cualquier dispositivo que pueda generar un flujo de líquido. Normalmente, se trata de un motor de accionamiento acoplado a una bomba de líquido.

40 Además, el sistema de accionamiento tiene un circuito de seguridad que se proporciona además del circuito de trabajo. El circuito de seguridad está configurado para mover el accionador a la posición de seguridad en un estado de fallo. Fundamentalmente, la posición de seguridad también se puede asumir mediante el circuito de trabajo, por ejemplo, si se debe realizar un trabajo de mantenimiento habitual en el sistema. Sin embargo,  
45 mediante el circuito de seguridad, existe una posibilidad adicional, es decir, redundante, para asumir la posición de seguridad si el circuito de trabajo en el estado de fallo no puede tomar el control de esta función. Con este propósito, el circuito de seguridad está configurado de tal manera que un flujo entrante de líquido que va a la primera cámara del accionador y que se activa mediante el tanque circunvala todos los elementos funcionales del circuito de trabajo y no tiene que fluir a través de estos elementos. El término elementos funcionales o partes  
50 funcionales hace referencia a los elementos móviles o que son movidos o a los elementos conmutables.

El circuito de seguridad tiene un tanque que contiene un líquido presurizado y que, en el estado de fallo, está configurado para que se conecte a la primera cámara del accionador y le suministre líquido. Con este propósito, se proporciona una válvula de conmutación que, durante el estado operativo, está en la posición de bloqueo y que, en el  
55 estado de fallo, se mueve automáticamente a una posición de flujo pasante y establece la comunicación fluida con la primera cámara. Dicha función de conmutación automática de una válvula se puede conseguir, por ejemplo, mediante una válvula que se tensa previamente con un muelle. Además, el circuito de seguridad comprende una válvula de drenaje que, en el estado de fallo, puede drenar líquido que está presente en la segunda cámara, de modo que permite un movimiento del accionador, por ejemplo, un pistón hidráulico. Se entiende que la posición de flujo pasante de la  
60 válvula de drenaje significa que la válvula de drenaje puede estar en una posición de bloqueo para bloquear, es decir, evitar, un flujo en la tubería en la que está situada la válvula de drenaje, y puede estar en la posición de flujo pasante para permitir un flujo en la tubería. La válvula de drenaje es preferible que sea una válvula de conmutación. La válvula de drenaje se puede configurar como una válvula accionada previamente o accionada a la fuerza.

65 El circuito de seguridad está configurado de tal manera que el tanque no está en comunicación fluida con la primera cámara durante el estado operativo habitual. Por consiguiente, por regla general, el tanque está desacoplado del

accionador durante el estado operativo, de modo que un flujo entrante en el accionador durante el estado operativo sólo es posible con el circuito de trabajo con su dispositivo de bomba/motor. Además, esta configuración del sistema de accionamiento crea un flujo entrante que está completamente desacoplado del circuito de trabajo, es decir, un flujo entrante estructuralmente separado del tanque a la primera cámara del accionador en el estado de fallo. De este modo, el líquido almacenado en el tanque se puede transportar directamente a la primera cámara, es decir, sin que se desvíe a través del circuito de trabajo o las partes funcionales del mismo. Por consiguiente, en el caso de que se produzca una fuga en el circuito de trabajo, la posición de seguridad del accionador también se puede alcanzar de forma fiable ya que el líquido presente en el tanque se transporta a la primera cámara a través de las tuberías del circuito de seguridad y no a través de los elementos del circuito de trabajo.

La afirmación de que, en el estado de fallo, el circuito de seguridad establece un flujo entrante del tanque a la primera cámara, de una manera que está completamente desacoplada del circuito de trabajo con su dispositivo de bomba/motor, significa especialmente que, en el estado de fallo, el circuito de seguridad crea un flujo entrante del tanque a la primera cámara, de una manera que circunvala el circuito de trabajo con su dispositivo de bomba/motor, en forma de una circunvalación.

Cuando se utiliza el término circuito, este término hace referencia no sólo a los elementos del circuito activo como, por ejemplo, las válvulas, sino también a las tuberías asociadas y otros elementos del tipo que habitualmente se encuentran en los circuitos hidráulicos o en los sistemas basados en líquidos generales.

El término “flujo entrante completamente desacoplado” significa que el circuito de seguridad está configurado de tal manera que se han tomado medidas estructurales para evitar que se pierda el líquido que se transporta del tanque al accionador, por ejemplo, debido a daños en el circuito de trabajo. Con este propósito, el circuito de trabajo o el área de conexión del circuito de trabajo y el circuito de seguridad está configurado de tal manera que, en el estado de fallo, se evita un flujo de líquido del tanque al circuito de seguridad.

La afirmación de que el circuito de seguridad está configurado de tal manera que, en el estado operativo, se puede establecer un flujo entrante en el accionador, de una manera que está desacoplado del tanque, mediante el circuito de trabajo con su dispositivo de bomba/motor significa que se han tomado medidas estructurales que, en el estado operativo, permiten un flujo entrante en el accionador de forma separada del tanque. Normalmente, en el estado operativo, se impide el flujo entrante del tanque en el accionador, es decir, se desacopla. Preferiblemente, se puede ajustar el flujo entrante desacoplado en el accionador, es decir, se puede seleccionar, de modo que, en el estado de fallo, se pueda establecer un flujo entrante del tanque en el accionador mediante el circuito de trabajo, y de modo que, en el estado operativo, el circuito de trabajo pueda poner fin al flujo entrante del tanque en el accionador.

Por consiguiente, el caso es que existe fundamentalmente la posibilidad de transportar líquido cuando el circuito de trabajo está operativo y asimismo proporcionar líquido del tanque, es decir, del circuito de seguridad, para mover el accionador a una posición de seguridad mediante estos flujos combinados de líquido. Sin embargo, si el circuito de trabajo no está operativo, entonces, debido al flujo entrante completamente desacoplado en la primera cámara, el tanque puede suministrar líquido y mover el accionador a la posición de seguridad.

Según una variante, en el estado de fallo, para desacoplar completamente el circuito de seguridad del circuito de trabajo, al menos un elemento de válvula puede también proporcionarse que evita una comunicación fluida entre el líquido que sale del tanque y el líquido presente en el circuito de trabajo. De este modo, para evitar una pérdida de líquido del tanque y para garantizar que la mayor cantidad posible de líquido del tanque está disponible para mover el accionador a la posición de seguridad, se utiliza un elemento de válvula que evita una comunicación fluida entre el circuito de seguridad y el circuito de trabajo. Por lo tanto, los requisitos mínimos que precisa el elemento de válvula son que, en el estado de fallo, debería evitar al menos un flujo o comunicación fluida al circuito de trabajo. Esto se puede llevar a cabo utilizando una válvula de retención o una válvula de retención controlada por piloto. El elemento de válvula está preferiblemente dispuesto de tal manera que todos los elementos funcionales del circuito de trabajo están desacoplados del circuito de seguridad y, no obstante, que todos los arneses de tubería conectados se pueden utilizar conjuntamente por el líquido que se transporta fuera del tanque además de desde el circuito de trabajo.

También puede ocurrir que la válvula de drenaje esté configurada y accionada de tal manera que, en el estado de fallo, una presión de líquido desde el tanque esté disponible como una presión de control en la válvula de drenaje. De este modo, se garantiza que, en el estado de fallo, por regla general, la válvula de drenaje también está abierta cuando la válvula de conmutación está abierta y cuando hay presión en el tanque. De este modo, el líquido del tanque se puede suministrar a una cámara del accionador y, al mismo tiempo, el líquido se puede drenar de otra cámara. Por consiguiente, el volumen de una cámara aumenta y el volumen de la otra cámara disminuye. El circuito está configurado de tal manera que, en el estado de fallo, la presión de control sólo está presente en la válvula de drenaje. Preferiblemente, está previsto que la presión de control sólo esté presente cuando la válvula de conmutación esté abierta. Dicho circuito puede estar montado de modo que una tubería llena de líquido esté conectada a la válvula de drenaje y, en el estado de fallo, esta tubería esté expuesta a la presión del tanque. La presión aplicada desde el tanque, a continuación, presiona el líquido en la tubería de control contra la válvula de drenaje que, entonces, se abre.

Sin embargo, como alternativa, existe también la posibilidad de que la válvula de drenaje esté configurada y accionada de tal manera que, en el estado de fallo, se fuerza la apertura de la válvula de drenaje, preferiblemente mecánicamente o eléctricamente, mediante la válvula de conmutación. En este contexto, existe también la posibilidad de integrar esta función en la propia válvula de conmutación, de modo que, durante un proceso de conmutación correspondiente de la válvula de conmutación, también se fuerza la apertura de la válvula de drenaje.

Además, está previsto que el circuito de seguridad comprenda una tubería de drenaje que está conectada a la segunda cámara del accionador y en la que está situada la válvula de drenaje, por lo cual la tubería de drenaje está completamente desacoplada del tanque. Si el accionador está configurado como un pistón diferencial, en caso de fallo, el efecto diferencial, es decir, la regulación de la velocidad automática que se produce normalmente de los pistones diferenciales, deja de ser operativa debido a la separación estructural del flujo entrante y el flujo saliente. Esto crea la posibilidad de influenciar la velocidad de movimiento del accionador cuando se mueve a la posición de seguridad en el estado de fallo. Esto se puede realizar, por ejemplo, mediante la sección transversal de flujo pasante seleccionada de la tubería del tanque o la tubería de drenaje o sino mediante un regulador en estas tuberías.

La tubería de drenaje sirve para drenar o descargar líquido de la segunda cámara en el estado de fallo. La válvula de drenaje está colocada en la tubería de drenaje, preferiblemente cerca del accionador. La tubería de drenaje está completamente desacoplada del tanque, es decir, configurada y colocada estructuralmente de tal manera que no es posible que el líquido del tanque se mezcle con líquido de la tubería de drenaje, y el líquido del tanque no se puede suministrar a la tubería de drenaje.

Además, está previsto que la tubería de drenaje circunvale el circuito de trabajo. Esto permite un flujo saliente de la cámara o el flujo saliente controlado de líquido del accionador, aunque el circuito de trabajo esté dañado y no se pueda accionar un elemento de drenaje en el circuito de trabajo. Por consiguiente, la tubería de drenaje y también la válvula de drenaje son redundantes con respecto al circuito de trabajo en términos de la función de drenaje. Preferiblemente, la tubería de drenaje está diseñada y configurada de tal manera que, en el estado de fallo, el líquido que se drena del accionador sólo fluye en la tubería de drenaje, y se evita que el líquido del accionador se mezcle con el líquido que hay en el circuito de trabajo. La tubería de drenaje forma una ruta de drenaje que circunvala el circuito de trabajo.

Otra alternativa es disponer de un tanque, es decir, un tanque, que contenga el líquido, y la tubería de drenaje se abra en el depósito corriente abajo de la válvula de drenaje. El depósito sirve para contener líquido y liberarlo en el sistema de accionamiento además de para recibirlo desde el sistema de accionamiento. Al menos la tubería de drenaje se abre en el depósito y se conecta al mismo.

En otra realización, es concebible que el circuito de trabajo esté en comunicación fluida con el depósito a través del cual el líquido del depósito se puede transportar al circuito de trabajo. Con este propósito, el sistema de accionamiento tiene una tubería del depósito que conecta el circuito de trabajo con el depósito. El circuito de trabajo puede aspirar líquido del depósito a través de la tubería del depósito.

Además, se puede proporcionar una tubería de llenado mediante la cual el líquido del circuito de trabajo se puede suministrar en el tanque, por lo cual el tanque se desacopla del circuito de trabajo mediante al menos un elemento de válvula que evita que el líquido fluya de vuelta al circuito de trabajo. La tubería de llenado permite bombear líquido del circuito de trabajo al tanque. Con este propósito, el dispositivo de bomba/motor presuriza el líquido y lo transporta a través de la tubería de llenado en el tanque. Para descartar una pérdida de presión en el tanque y para evitar un reflujo de líquido en el circuito de trabajo, se proporciona un elemento de válvula que evita un reflujo de líquido en el circuito de trabajo para desacoplar el tanque del circuito de trabajo. Dicho elemento de válvula puede ser, por ejemplo, una válvula de retención o una válvula que, al menos en el estado de fallo, se cierre automáticamente. Dicha configuración también tiene la ventaja de que, en el estado operativo, después de que el tanque se haya llenado, se desacopla del circuito de trabajo, y la presión almacenada no puede escapar. Esto significa que, incluso en el caso de una pérdida de presión en el circuito de trabajo, la presión en el tanque se mantiene y, después de que la presión se ha acumulado de nuevo en el circuito de trabajo, no es necesario llenar el tanque de nuevo. De este modo, la presión almacenada en el tanque está siempre disponible para mover el accionador a la posición de seguridad si se produce un estado de fallo. Además, en el estado operativo, el elemento de válvula permite trabajar con presiones de líquido que son inferiores que la presión en el tanque.

Es concebible que, en el estado operativo, cuando el dispositivo de bomba/motor está parado, se evite un flujo de líquido de las cámaras que están conectadas al circuito de trabajo mediante al menos un elemento de válvula. Esto permite llevar al accionador a la posición deseada y mantener esta posición, aunque se haya desactivado el circuito de trabajo, es decir, aunque se haya desactivado el dispositivo de bomba/motor. Para que este estado de bloqueo sea posible, el flujo del accionador se bloquea. Esto se consigue de modo que al menos se proporcione una válvula que evite un flujo en el circuito de trabajo. Además, se puede proporcionar una válvula de drenaje que, durante el estado de bloqueo, evite un flujo del accionador en la tubería de drenaje. De la misma manera, se puede proporcionar un elemento de bloqueo que, al menos en el estado de bloqueo, evite un flujo del accionador en la dirección del tanque.

Además, al menos un elemento de válvula está configurado de tal manera que, al menos en el estado de fallo, bloquea un flujo pasante en una dirección. De este modo, si se hace referencia a un elemento del sistema de accionamiento como a un elemento de válvula, se debe entender como un elemento que está configurado de modo que, al menos en el estado

de fallo, bloquea un flujo pasante en una dirección. En este contexto, el elemento de válvula se puede configurar de modo que, sólo en el estado de fallo, bloquee un flujo pasante en una dirección o sino que lo haga en el estado de fallo además de en el estado operativo. Además, está previsto que el elemento de válvula esté configurado para que se pueda conmutar, de modo que, dependiendo de las condiciones operativas, bloquee un flujo pasante en una dirección durante un primer estado operativo, y no permita un flujo pasante en ninguna dirección en un segundo estado operativo, y bloquee el flujo pasante en una dirección en el estado de fallo. Preferiblemente, el elemento de válvula está configurado de modo que, en el estado de fallo, bloquee automáticamente el flujo pasante en una dirección. Ejemplos de los elementos de válvula que se pueden utilizar incluyen válvulas de retención, válvulas de retención controladas por piloto, o válvulas de conmutación accionadas por resorte. Preferiblemente, la dirección en la que un flujo pasante está bloqueado es la dirección desde el tanque al circuito de trabajo. Además, también debería existir la posibilidad de bloquear un flujo en la dirección del accionador hacia el circuito de trabajo de modo que sólo sea posible un flujo en la tubería de drenaje.

En una realización, está previsto que el dispositivo de bomba/motor tenga una primera y una segunda tubería de conexión, mediante la cual, en el estado operativo, una de las tuberías de conexión transporta líquido en la dirección de una cámara del accionador mientras que la otra tubería de conexión transporta líquido desde la dirección de la al menos otra cámara del accionador al dispositivo de bomba/motor. Por consiguiente, el dispositivo de bomba/motor tiene dos tuberías de conexión, mediante las cuales una tubería de conexión sirve como una tubería de suministro y la segunda tubería de conexión sirve como una tubería de drenaje. En este proceso, una de las tuberías de conexión transporta líquido en la dirección de una cámara del accionador, mientras que la otra tubería de conexión transporta líquido desde la dirección de la otra cámara del accionador al dispositivo de bomba/motor. Por lo tanto, el líquido que es desplazado de una cámara es, al menos en parte, transportado directamente al dispositivo de bomba/motor y directamente a la otra cámara. De este modo, el líquido que es desplazado de una cámara preferiblemente no es transportado al depósito desde donde tiene que volver a ser extraído por la bomba. Esto significa que es necesario un menor volumen en el sistema de accionamiento, el depósito puede tener una configuración más pequeña, e igualmente un menor espacio de instalación para el sistema de accionamiento.

Además, está previsto que el circuito de trabajo tenga un dispositivo de bomba/motor con una dirección de bombeo reversible, mediante el cual en una primera dirección de bombeo del dispositivo de bomba/motor, la primera tubería de conexión transporte líquido en la dirección de una cámara del accionador, mientras que la segunda tubería de conexión transporte líquido desde la dirección de la al menos otra cámara del accionador al dispositivo de bomba/motor, y en la segunda dirección de bombeo, las direcciones de flujo en la primera y en la segunda tuberías de conexión están en el lado opuesto de las direcciones de flujo en el caso de la primera dirección de rotación. Por consiguiente, las tuberías de conexión están configuradas para transportar líquido en una dirección además de en otra dirección. Esto permite bombear líquido de una cámara directamente a otra cámara mediante la bomba, por lo cual en la dirección inversa de rotación o en la dirección de bombeo inversa, también es posible un procedimiento de bombeo en la dirección opuesta. Esto permite efectuar un movimiento del accionador en una dirección en la que el dispositivo de bomba/motor bombea en una dirección de bombeo y efectuar otra dirección de movimiento del accionador en la que el dispositivo de bomba/motor bombea en la otra dirección. La dirección de bombeo se puede invertir mediante un dispositivo de bomba/motor con una dirección de rotación variable o mediante otras medidas estructurales que producen una inversión de la dirección de bombeo. De este modo, por ejemplo, se sabe que las bombas axiales ajustables y de pistón radial permiten una inversión de la dirección de bombeo, incluso cuando la dirección de rotación sigue siendo la misma.

En otra variante, el circuito de trabajo comprende una bomba de desplazamiento constante y velocidad variable o una bomba de desplazamiento variable. La velocidad rotacional seleccionable de forma variable de la bomba se puede utilizar para establecer la capacidad de desplazamiento deseada o la presión deseada. Existe la posibilidad de utilizar una bomba de desplazamiento constante y velocidad variable además de una bomba de desplazamiento variable. Como alternativa, sin embargo, también es posible utilizar una bomba de desplazamiento variable que funcione a una velocidad constante.

Además, se describe otra invención alternativa que también se puede separar dentro del ámbito de una aplicación divisional. Se refiere a un sistema (1) de accionamiento basado en un líquido a prueba de fallos que tiene una posición de seguridad que comprende

un accionador (2) con al menos una primera y una segunda cámaras (3, 4), que comprende un circuito (5) de trabajo con un dispositivo de bomba/motor (6), mediante el cual el accionador (2) se puede accionar mediante el circuito (5) de trabajo, al menos en el estado operativo, y

que comprende un circuito de seguridad mediante el cual, en un estado de fallo, el accionador (2) se puede mover a la posición de seguridad, por lo que el circuito de seguridad tiene un tanque (7) que contiene líquido presurizado y que, en el estado de fallo, se conecta automáticamente a la primera cámara (3) a través de una válvula (8) de conmutación, y tiene una válvula (9) de drenaje que, en el estado de fallo, se mueve a la posición de flujo pasante para drenar líquido de la segunda cámara (4), y el circuito de seguridad está configurado de tal manera que, en el estado operativo, un flujo entrante en el accionador (2), de un modo que está completamente desacoplado del tanque, se puede establecer mediante el circuito de trabajo con su dispositivo de bomba/motor y, en el estado de fallo, un flujo entrante desde el tanque (7) a la primera cámara (3), de un modo que está completamente desacoplado del circuito de trabajo con su dispositivo (6) de bomba/motor, se crea mediante el circuito de seguridad, caracterizado por que se proporciona una

conexión fluida de cortocircuito entre la primera y la segunda cámaras (3, 4) que, en el estado de fallo, está conectado en transferencia para generar un flujo de cortocircuito entre la primera y la segunda cámaras (3, 4).

Esta conexión fluida de cortocircuito conmutable hace que sea fácil compensar el problema de los flujos entrantes y salientes de diferentes magnitudes, especialmente en el caso de un pistón diferencial. La segunda cámara normalmente tiene un volumen más pequeño que la primera cámara. Cuando se establece la conexión fluida de cortocircuito, el flujo de líquido fluye fuera de la segunda cámara a través de la conexión fluida de cortocircuito en la primera cámara y contribuye al movimiento del accionador en la posición de seguridad. Este proceso preferiblemente se lleva a cabo completamente desacoplado del circuito de trabajo. Además, se pueden proporcionar medidas, por ejemplo, en forma de una válvula de retención, para evitar que el líquido del tanque fluya a la segunda cámara.

Con este propósito, se puede proporcionar de forma ventajosa una válvula de cortocircuito en la conexión fluida de cortocircuito que esté configurada y accionada de tal manera, en el estado de fallo, que se fuerce su apertura, preferiblemente mecánicamente o eléctricamente, mediante la válvula (8) de conmutación. A continuación, el tanque se conecta automáticamente a la primera cámara, junto con el establecimiento de la conexión fluida de cortocircuito, mediante la válvula de cortocircuito debido al accionamiento forzado.

Con este propósito, la válvula de conmutación y la válvula de cortocircuito también pueden de forma ventajosa combinarse en una unidad estructural de modo que la válvula de cortocircuito se convierte en una parte integral de la válvula de conmutación. También existe la posibilidad para una variante del circuito en la que la válvula de conmutación asume automáticamente también esta función, sin que haya una necesidad para realizar un cambio estructural a la válvula de conmutación.

Esta invención alternativa también se puede combinar prácticamente con las características de las reivindicaciones 2, 5 a 13 subordinadas (incluyendo sus combinaciones), que son nuevas con respecto a la reclamación 1. Además, la invención alternativa también hace referencia a un método para accionar un accionador mediante un sistema (1) de accionamiento a prueba de fallos, por lo cual, en el estado operativo, el accionador (2) se acciona mediante el circuito (5) de trabajo que bombea en la primera o la segunda cámara (3, 4), y, en el estado de fallo, el accionador (2) se mueve a la posición de seguridad, que comprende los pasos siguientes:

conectar el tanque (7) a la primera cámara (3) del accionador (2), por lo cual se establece un flujo entrante en la primera cámara (3), de una manera que está completamente desacoplada del circuito (5) de trabajo, y cortocircuitar el flujo de líquido de la segunda cámara (4) del accionador (2) a la primera cámara (3) mediante una válvula de cortocircuito.

Además, la invención alternativa también puede estar relacionada con el uso de este sistema de accionamiento a prueba de fallos alternativo en un parque eólico para ajustar el ángulo de ataque de al menos una paleta del rotor.

Además, el objetivo previsto se consigue mediante un método para accionar un accionador que tiene tres cámaras mediante el sistema de accionamiento a prueba de fallos mencionado anteriormente, por lo cual, en el estado operativo, el accionador se acciona mediante el circuito de trabajo que bombea en la segunda o tercera cámara (4, 15), y, en el estado de fallo, el accionador se mueve a la posición de seguridad, que comprende los pasos siguientes:

conectar el tanque a la primera cámara del accionador, por lo cual se establece un flujo entrante en la primera cámara, de una manera que está completamente desacoplada del circuito de trabajo; y drenar líquido de la segunda cámara del accionador mediante la válvula de drenaje que se mueve a la posición de flujo entrante para este propósito. Este método permite que el sistema de accionamiento se mueva a la posición de seguridad mediante los pasos mencionados anteriormente.

Además, está previsto según la invención utilizar un sistema de accionamiento a prueba de fallos como el que se ha descrito anteriormente en un parque eólico para ajustar el ángulo de ataque de al menos una paleta del rotor.

A continuación, se describirán con mayor detalle las realizaciones en referencia a los dibujos.

Las ilustraciones muestran lo siguiente:

- La Figura 1 es una descripción esquemática de la disposición del circuito de un sistema de accionamiento,
- La Figura 2 muestra otro sistema de accionamiento en el estado operativo,
- La Figura 3 es una descripción del sistema de accionamiento de la Figura 2 en el estado de fallo,
- La Figura 4 es una descripción del sistema de accionamiento de la Figura 2 mientras se está llenando el tanque,
- La Figura 5 es una realización de un sistema de accionamiento según la invención,
- La Figura 6 es un accionador que se muestra como ejemplo, para utilizar en el sistema de accionamiento según la Figura 5,
- La Figura 7 muestra otro sistema de accionamiento en el estado operativo,
- La Figura 8 es una descripción del sistema de accionamiento de la Figura 7 en el estado de fallo, y
- La Figura 9 es una descripción del sistema de accionamiento de la Figura 7 mientras se está llenando el tanque.

La Figura 1 muestra un diagrama de circuito para el sistema 1 de accionamiento. El sistema 1 de accionamiento comprende un circuito 5 de trabajo además de un circuito de seguridad y un accionador 2. El accionador 2 comprende una primera cámara 3 y una segunda cámara 4. La primera y la segunda cámaras 3, 4 están divididas por un émbolo 16. Un pistón 17 está conectado al émbolo 16, y este pistón 17 se extiende a través de la segunda cámara 4 y sobresale de ella, hasta la carcasa 19. En la realización que se muestra, otra sección 18 del pistón se fija a otro lado del émbolo 16, y esta sección 18 del pistón se extiende a través de la primera cámara 3 y sobresale de ella, hasta la carcasa 19. El líquido, por ejemplo, líquido hidráulico, se puede suministrar a las cámaras 3, 4, lo que produce un aumento en el volumen de una cámara y la disminución correspondiente de volumen en la otra cámara. Las cámaras 3, 4 están básicamente selladas herméticamente, de modo que, junto con la carcasa 19, el émbolo 16, el pistón 17 y la sección 18 del pistón forman un sistema que básicamente mantiene la estanqueidad. Por consiguiente, el émbolo 16 sella la primera cámara 3 en relación con la segunda cámara 4. El pistón 17, que se extiende a través de un área de pared de la carcasa 19, sella la segunda cámara 4 en relación con el entorno. La sección 18 del pistón que se extiende a través de un área de pared de la carcasa 19, sella la primera cámara 3 en relación con el entorno.

El émbolo 16 con el pistón 17 y la sección 18 del pistón se puede mover entre dos posiciones finales. En la primera posición final, la primera cámara 3 está llena con el volumen máximo de líquido, mientras que la segunda cámara 4 está completamente vacía. El pistón 17 está completamente extendido en esta posición final. A continuación, también se hará referencia a esta posición final como a la posición de seguridad. La segunda posición final se alcanza en la medida en que la segunda cámara 4 está llena con el volumen máximo de líquido, mientras que la primera cámara 4 básicamente está completamente vacía. En este caso, el pistón 17 se retrae, es decir, sólo una sección corta del pistón 17 se extiende fuera de la carcasa 19.

El accionador 2 tiene dos conexiones 20a, 20b mediante las cuales se puede suministrar y descargar líquido a las cámaras 3 y 4, respectivamente. El circuito 5 de trabajo de la realización que se muestra, de este modo, está conectado a la primera cámara 3 y a la segunda cámara 4.

El circuito 5 de trabajo de la realización que se muestra comprende un dispositivo 6 de bomba/motor, una válvula 21 de control, primeras y segundas tuberías 14a, 14b de conexión y elementos 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f de válvula. Además, el circuito 5 de trabajo comprende tuberías de líquido adicionales como primeras tuberías 23a, 23b del accionador, y primeras y segundas tuberías 24a, 24b de líquido, que unen los elementos individuales unos con otros. Por decirlo de otro modo, el circuito de trabajo comprende todos los elementos que se utilizan para mover el accionador durante el funcionamiento normal.

En la realización de la Figura 1, el circuito de trabajo está delimitado con respecto al circuito de seguridad y con respecto a los elementos restantes del sistema de accionamiento mediante los elementos 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f de válvula.

El dispositivo 6 de bomba/motor tiene un motor, preferiblemente un motor eléctrico y una bomba. El motor acciona la bomba y, por consiguiente, garantiza el suministro de líquido para el sistema de accionamiento. El motor preferiblemente debe tener una velocidad variable y se debe poder accionar preferiblemente en dos direcciones de rotación.

La bomba tiene primeras y segundas tuberías 14a, 14b de conexión. En una primera dirección de rotación del motor, la tubería 14a de conexión sirve como una tubería de aspiración o una tubería de suministro, mientras que la segunda tubería 14b de conexión sirve como una tubería de drenaje. En la otra dirección de rotación, la segunda tubería 14b de conexión sirve como una tubería de suministro, mientras que la primera tubería 14a de conexión sirve como una tubería de drenaje. Una tubería 22 de fuga a través de la que se puede drenar el líquido de fuga está conectada a la bomba. En la realización que se muestra, la primera tubería 14 de conexión se bifurca en una primera tubería 23a del accionador y una primera tubería 24a de líquido. A través de la primera tubería 23a del accionador, se puede transportar líquido en la dirección de la primera cámara 3 del accionador 2, o se puede volver a transportar a la bomba de la primera cámara 3. Por consiguiente, la segunda tubería 14b de conexión también se bifurca en una segunda tubería 23b del accionador y en una segunda tubería 24b de líquido. A través de la segunda tubería 23b del accionador, se puede transportar el líquido en la dirección de la segunda cámara 4 del accionador 2, o se puede volver a transportar a la bomba de la segunda cámara 4. En cada caso, se coloca un elemento 10a, 10d de válvula junto a la primera y a la segunda tuberías 23a, 23b del accionador. Los elementos 10a, 10d de válvula están configurados de tal manera que es posible que haya un flujo desde la bomba hasta las tuberías 23a, 23b del accionador y a través de los elementos 10a, 10d de válvula, aunque un reflujo de las cámaras 3, 4 del accionador 2 sólo es posible a través de los elementos 10a, 10d de válvula cuando se ha seleccionado la posición de flujo pasante. De este modo, es posible que haya un flujo a través de los elementos 10a, 10d de válvula en la dirección del accionador, mientras que un reflujo a través de los elementos 10a, 10d de válvula en las tuberías 23a, 23b del accionador sólo es posible durante determinados estados operativos prescritos. Por consiguiente, los elementos 10a, 10d de válvula están configurados preferiblemente como válvulas de retención conmutables. Los elementos 10a, 10d de válvula constituyen el cierre del circuito 5 de trabajo con respecto a las tuberías que sirven para suministrar al accionador 2.

Se proporciona una válvula 21 de control para permitir un reflujo de las cámaras 3, 4 del accionador 2 en las tuberías 23a, 23b del accionador. La válvula 21 de control permite abrir uno de los elementos 10a, 10d de válvula de tal manera que es posible que haya un reflujo en la tubería del accionador correspondiente. Por consiguiente, por ejemplo, en el

caso de un elemento 10a de válvula que se haya abierto para el reflujo, se bloquea el reflujo en el elemento 10d de válvula y viceversa. Esto se puede conseguir, por ejemplo, ya que la válvula 21 de control está configurada como una válvula de cuatro vías o una válvula de dos vías. Con este propósito, se establece una conexión de señal a la válvula 21 de control en la primera y segunda tuberías 23a, 23b del accionador. Esto significa que se emite una señal de presión a la válvula 21 de control en caso de presión en la primera tubería 23a del accionador. Por consiguiente, se emite una señal de presión a la válvula 21 de control en caso de presión en la segunda tubería 23b del accionador. En una primera posición de conmutación, la válvula 21 de control tiene un circuito cruzado y en una segunda posición de conmutación, tiene un circuito paralelo. Si no hay corriente en la válvula 21 de control, el circuito cruzado se ajusta mediante un muelle. Si se aplica corriente a la válvula 21 de control, el circuito paralelo está presente. Los estados de conmutación individual también se pueden ajustar de cualquier otra manera adecuada, aunque el circuito cruzado debe estar presente en el estado desactivado o en el estado de fallo. Una tubería de señal lleva de la válvula 21 de control al elemento 10a de válvula y al elemento 10d de válvula.

Por consiguiente, se produce tal interconexión que, en caso de presión en la primera tubería 23a del accionador, el elemento 10d de válvula en la segunda tubería 23b del accionador se libera mediante el circuito cruzado. En caso de presión en la segunda tubería 23b del accionador, el circuito cruzado en la válvula 21 de control transmite una señal de presión al elemento 10a de válvula y lo libera para permitir un reflujo en la primera tubería 23a del accionador.

De este modo, si la bomba gira en una dirección de rotación o si está bombeando en una dirección que produce una acumulación de presión en la primera tubería 23a del accionador, entonces el líquido se transporta a través del elemento 10a de válvula a la primera cámara 3. Debido a la acumulación de presión en la primera tubería 23a del accionador, el elemento 10d de válvula en la segunda tubería 23b del accionador se libera mediante la válvula 21 de control. Un reflujo de líquido de la segunda cámara 4 del accionador 2 en la segunda tubería 23b del accionador es posible cuando se abre el elemento 10d de válvula.

Esta realización permite llenar una cámara y vaciar la otra cámara básicamente al mismo tiempo. La función técnica correspondiente se consigue cuando la bomba funciona en la otra dirección de rotación. En este caso, la presión se acumula en la segunda tubería 23b del accionador y el líquido se transporta a la segunda cámara 4. Debido a la presión acumulada en el segundo accionador 23b, el elemento 10a de válvula en la primera tubería 23a del accionador se abre mediante la válvula 21 de control y es posible que haya un reflujo desde la primera cámara 3.

Aquí, lo que ocurre es que el líquido que se drena desde el accionador se transporta directamente a la bomba a través de una de las tuberías 23a, 23b del accionador a través de la primera y de la segunda tuberías 14a, 14b de conexión, y se transporta mediante la bomba en la dirección de la cámara que se va a llenar. Por lo tanto, el líquido que se drena del accionador 2 se bombea una vez más directamente en el accionador 2 sin que primero llegue al depósito.

El sistema 1 de accionamiento también comprende un depósito 12 además de un tanque 7. El depósito 12 sirve para contener líquido que se puede extraer mediante el circuito de seguridad 5 del depósito a través de una tubería 25 del depósito que está conectada al circuito de trabajo 5. El depósito y la tubería 25 del depósito conectado a este se pueden configurar o conectarse uno con otro de tal manera que el líquido se pueda extraer del depósito en cualquier posición operativa posible. Es concebible que el líquido se pueda almacenar en el depósito 12 a una presión prescrita. La tubería 25 del depósito está conectada al circuito 5 de trabajo de tal manera que se puede recibir líquido en el circuito de trabajo, pero no se puede descargar líquido del circuito de trabajo en la tubería del depósito o en el depósito. En la realización que se muestra, los elementos 10e y 10f de válvula se proporcionan con este propósito. Los elementos 10e y 10f de válvula están configurados de tal manera que permiten un flujo de líquido en el circuito 5 de trabajo pero evitan un flujo fuera del circuito 5 de trabajo en el depósito 12. Por lo tanto, estos elementos 10e y 10f de válvula están configurados preferiblemente como válvulas de retención.

El tanque 7 está configurado como un tanque de presión. Contiene líquido bajo presión. Con este propósito, se proporciona una tubería 13 de llenado que conecta el circuito 5 de trabajo al tanque 7. La tubería 13 de llenado está conectada al circuito 5 de trabajo de tal manera que el líquido bajo presión se puede transportar fuera del circuito 5 de trabajo al tanque 7. Sin embargo, se evita que un flujo de líquido pase del tanque 7 al circuito 5 de trabajo mediante al menos un elemento de válvula. En la realización que se muestra, se evita un reflujo de líquido hidráulico en el circuito 5 de trabajo mediante dos elementos 1b, 10c de válvula. Por decirlo de otro modo, el tanque está desacoplado del circuito 5 de trabajo de tal manera que impide un flujo fuera del tanque en el circuito 5 de trabajo. En la realización que se muestra, este desacoplamiento se consigue mediante los elementos 10b y 10c de válvula, aunque también sería concebible el uso de un solo elemento de válvula.

El accionador 2 está desacoplado del circuito 5 de trabajo mediante los elementos 10a, 10d de válvula. El desacoplamiento se lleva a cabo de tal manera que no es posible un reflujo en el circuito de trabajo cuando los elementos 10a, 10d de válvula están bloqueados.

Una tubería 26 del tanque va desde el tanque 7 en dirección a la primera cámara 3 del accionador 2. En la realización que se muestra, está instalado un regulador 27 en la tubería 26 del tanque. Además, una válvula 8 de conmutación está instalada en la tubería 26 del tanque. En la realización que se muestra, la válvula 8 de conmutación está configurada como una válvula de dos o tres vías. Esto da como resultados dos conexiones de

la tubería 26 del tanque, que es interrumpida por la válvula 8 de conmutación. La tercera tubería de conexión es una segunda tubería 28 del depósito que va desde la válvula 8 de conmutación al depósito 12. Los estados de conmutación de la válvula 8 de conmutación están seleccionados de tal manera que la tubería 26 del tanque no es interrumpida en la posición referida como la posición de flujo pasante, y es posible que haya un flujo de líquido del tanque 7 en la dirección de la primera cámara 3 del accionador 2. La válvula 8 de conmutación está configurada de tal manera que esta posición de flujo pasante se alcanza mediante un muelle y, por consiguiente, se alcanza incluso en caso de un fallo de la unidad de control o en caso de un fallo de la alimentación. Otra posición de conmutación, denominada la posición de bloqueo, bloquea el flujo entrante del tanque 7 y conecta la segunda tubería 28 del depósito a la sección de la tubería 26 del tanque que va desde la válvula 8 de conmutación en la dirección de la primera cámara 3. En la realización que se muestra, esta posición de conmutación se alcanza mediante un accionador magnético. Además, la tubería 26 del tanque comprende un elemento 29 de bloqueo que permite un flujo de líquido en la dirección del accionador 2, pero que impide un flujo desde la dirección del accionador 2 en la dirección del tanque 7. La tubería 26 del tanque se abre en una primera sección 30a de la tubería. La primera sección 30a de la tubería conecta la primera cámara 3 a la tubería 26 del tanque además de al elemento 10a de válvula al cual está conectada la primera tubería 23a del accionador.

El sistema 1 de accionamiento también comprende una tubería 11 de drenaje que está conectada a una sección 30b de la tubería. La segunda sección 30b de la tubería conecta la segunda cámara 4 al elemento 10d de válvula al que están conectados el segundo accionador 23b además de la tubería 11 de drenaje. Una válvula 9 de drenaje está dispuesta en la tubería 11 de drenaje. La válvula 9 de drenaje está configurada de tal manera que está sujeta mediante la fuerza del muelle en una posición cerrada, es decir, la válvula 9 de drenaje está en una posición de bloqueo cuando está en su posición básica.

La válvula 9 de drenaje tiene un circuito 31 de presión positiva. Si la presión en la segunda cámara 4a asciende hasta un nivel inadmisibles, entonces el circuito 31 de presión positiva hace que se abra la válvula 9 de drenaje, de modo que el líquido se drena y la presión disminuye. Normalmente, esta presión es de aproximadamente 25 MPa (aproximadamente 250 bares). Por lo tanto, la válvula 9 de drenaje sirve como una válvula limitadora de presión. Hay una conexión 32 de señal entre la tubería 26 del tanque y la válvula 9 de drenaje. La conexión 32 de señal se configura preferiblemente como una tubería de líquido con un diámetro pequeño. La tubería de líquido se utiliza sólo para la transmisión de la presión, por lo que no se produce flujo y si se produce es poco. En la realización que se muestra, la conexión 32 de señal está conectada a la tubería 26 del tanque corriente abajo de la válvula 8 de conmutación corriente arriba del elemento 29 de bloqueo. Como alternativa, la conexión 32 de señal también se puede conectar de otra manera, por lo que se debe garantizar que la conexión 32 de señal está sólo presurizada cuando también se mueve la válvula 8 de conmutación a la posición de flujo pasante, es decir, cuando el tanque 7 se ha conectado a la primera cámara 3. La válvula 9 de drenaje se puede mover a la posición abierta, es decir, la posición de flujo pasante, mediante la conexión 32 de señal. Cuando el tanque 7 está conectado al accionador, se transmite una señal de presión a la válvula 9 de drenaje mediante la conexión 32 de señal, que hace que se abra la válvula 9 de drenaje. La conexión 32 de señal también se puede establecer de otra manera adecuada y no necesariamente tiene que estar conectada como una comunicación fluida.

La tubería 11 de drenaje se abre en el depósito 12 corriente abajo de la válvula 9 de drenaje. En la realización que se muestra, la tubería de fuga se abre en la tubería 11 de drenaje. De este modo, el líquido de fuga de la bomba se puede drenar a través de la tubería 22 de fuga en la dirección del depósito. Como alternativa, la tubería 22 de fuga también se puede conectar directamente al depósito. Aunque la tubería 11 de drenaje y la tubería 22 de fuga están conectadas, esto no debe entenderse como una eliminación del desacoplamiento entre la tubería 11 de drenaje y el circuito 5 de trabajo. Normalmente, a través de la tubería 22 de fuga fluye poco líquido o ninguno y, por lo tanto, esto no es relevante para la función real del circuito 5 de trabajo y de la tubería 11 de drenaje. Preferiblemente, la tubería 22 de fuga se abre directamente en el depósito 12.

En la realización que se muestra, la tubería 25 del depósito, la segunda tubería 28 del depósito y la tubería 11 de drenaje están conectadas una con otra antes de abrirse conjuntamente en el depósito 12. Sin embargo, esta configuración no es absolutamente necesaria ya que cualquier otra conexión fluida adecuada entre estas tuberías y el depósito 12 es suficiente para su función.

Por lo que respecta a las otras figuras, a continuación se explicarán con mayor detalle realizaciones adicionales del sistema de accionamiento. Sólo se detallarán a continuación las diferencias básicas relacionadas con la realización anterior. Por consiguiente, se utilizarán los mismos números de referencia para elementos idénticos y funcionalmente equivalentes y se hará referencia, cuando corresponda, a la descripción anterior. A menos que se indique lo contrario, las siguientes realizaciones y explicaciones también se aplican a la realización de la Figura 1.

En la realización que se muestra en la Figura 2, se utiliza un accionador 2 que sólo tiene un pistón 17 que se extiende fuera de la carcasa 19 en solo un lado. Además, el sistema de accionamiento de esta realización utiliza un dispositivo 6 de bomba/motor con un motor y dos bombas. Una bomba está configurada como una bomba unidireccional, es decir, como una bomba que transporta líquido sólo en una dirección de rotación. La segunda bomba está configurada como una bomba con una dirección de rotación variable, es decir, esta bomba transporta líquido en una primera dirección de rotación además de en una segunda dirección de rotación, por lo que el lado

de aspiración y el lado de descarga de esta bomba también cambian cuando la dirección de rotación cambia. El dispositivo de bomba/motor está configurado de tal manera que, en una primera dirección de rotación, ambas bombas transportan el líquido a través de la primera tubería 23a del accionador en la dirección de la primera cámara 3 del accionador 2. En la segunda dirección de rotación, sólo una de las dos bombas transporta líquido a través de la segunda tubería 23b del accionador en la dirección de la segunda cámara 4. La disposición se selecciona aquí de tal manera que el pistón 17 del accionador 2 se extiende a través de la segunda cámara 4, y el volumen de la segunda cámara 4 se reduce en la misma medida mediante el volumen del pistón 17 que pasa a través de él. Por consiguiente, esto también reduce el área de superficie activa del émbolo 16 en el que actúa el líquido en la cámara 4, ya que la superficie de fijación del pistón 17 reduce el área de superficie libre del émbolo 16. Por consiguiente, el volumen de la primera cámara 3 es mayor en comparación al de la segunda cámara 4. De la misma manera, un área de superficie activa más grande del émbolo 16 en la primera cámara 3 está disponible para el líquido. Por lo tanto, se puede hacer referencia al accionador como un pistón diferencial.

Por consiguiente, las bombas están dispuestas de tal manera que, en la primera dirección de rotación, en la que ambas bombas transportan líquido, el líquido se transporta a la primera cámara 3, mientras que en la segunda dirección de rotación, en la que sólo una bomba transporta líquido, este líquido se transporta a la segunda cámara 4.

En la realización de la Figura 2, el circuito 5 de trabajo comprende una tubería 35 de aspiración que está conectada a la tubería 25 del depósito. Por consiguiente, la definición del circuito 5 de trabajo de la realización de la Figura 2 también comprende la tubería 35 de aspiración además de los elementos del circuito de trabajo según la Figura 1.

A menos que se indique lo contrario, el modo de funcionamiento del sistema de accionamiento se describirá a continuación. El modo de funcionamiento aquí es idéntico para todas las realizaciones.

La Figura 2 muestra la función del sistema de accionamiento en el estado operativo. Con este propósito, las tuberías de líquido en las que el líquido fluye o puede fluir normalmente durante el estado operativo están marcadas, es decir, tienen trazada una línea más gruesa. Sin embargo, esta descripción no permite extraer la conclusión de que no hay flujo en las tuberías de líquido que no están marcadas. El marcaje sirve simplemente para obtener una mejor descripción y no supone extraer ninguna conclusión sobre la necesidad o función de las líneas.

El término estado operativo se utiliza para hacer referencia al funcionamiento normal del sistema de accionamiento, durante el cual el pistón del accionador 2 se puede extender y retraer mediante el dispositivo de bomba/motor.

En el estado operativo, la válvula 9 de drenaje está cerrada, de modo que no se pueda drenar ningún líquido desde la segunda cámara 4 a través de la tubería 11 de drenaje en el depósito 12. La tubería 26 del tanque está cerrada mediante la válvula 8 de conmutación, es decir, la tubería 26 del tanque se interrumpe, de modo que no pueda fluir ningún líquido del tanque en la dirección de la primera cámara 3. Con este propósito, la válvula 8 de conmutación está activada de modo que esté en la posición de bloqueo en relación con la tubería 26 del tanque. En el estado operativo, el motor acciona la bomba (Figura 1) o las bombas (Figura 2), mientras que, como ya se ha descrito anteriormente, dependiendo de la dirección de rotación, el líquido se transporta o bien en la dirección de la primera cámara 3 o de la segunda cámara 4. Si el líquido se bombea en la primera tubería 23a del accionador, fluye a través del elemento 10a de válvula, la primera sección 30a de la tubería y la conexión 20a en la primera cámara 3. Al mismo tiempo, la válvula 21 de control que está en el circuito cruzado libera el elemento 10d de válvula y, por consiguiente, es posible un reflujo de líquido de la cámara 4 en la segunda tubería 23b del accionador al dispositivo de bomba/motor. Por consiguiente, cuando se llena la primera cámara 3, la segunda cámara 4 se vacía y el pistón 17 se extiende con un cambio correspondiente en la posición del émbolo 16. Debido al hecho de que el líquido drenado de una cámara se suministra de nuevo a la bomba y se bombea en la otra cámara, normalmente no hay pérdida de líquido. Sin embargo, si a pesar de todo se produce un déficit de líquido, entonces el líquido adicional se puede extraer a través de la tubería 25 del depósito y los elementos 10e y 10f de válvula, o a través de la tubería 35 de aspiración (Figura 2). En el estado operativo, el accionamiento del accionador 2 se lleva a cabo sólo mediante el circuito 5 de trabajo.

La Figura 3 muestra el sistema de accionamiento en un estado de fallo. El término estado de fallo se utiliza aquí para hacer referencia a un fallo de la unidad de bomba-motor, un fallo de la alimentación o una fuga en el circuito de trabajo. En términos generales, un estado de fallo puede hacer referencia a un estado del sistema de accionamiento en el que el circuito de trabajo no puede mover el accionador en la posición de seguridad.

El accionador se tiene que mover a la posición de seguridad cuando el circuito de trabajo ya no puede controlar o regular el accionador de una manera controlada, o cuando circunstancias externas requieren que esto ocurra. Por ejemplo, se podría producir una circunstancia externa que requiera que el accionador se mueva a la posición de seguridad, cuando el sistema de accionamiento se utiliza como una unidad de ajuste para una paleta del rotor de un parque eólico. Si se producen unas velocidades del viento que superan los límites de carga prescritos del parque, entonces las paletas del rotor se tienen que mover a una posición de seguridad. En esta posición de seguridad, las paletas del rotor ofrecen al viento un ángulo de ataque menor y, por consiguiente, las cargas en todo el parque se reducen. En las realizaciones que se muestran, la posición de seguridad es la posición del accionador en la que el pistón 17 está completamente extendido. Sin embargo, dependiendo del propósito de la aplicación del sistema de accionamiento, se puede definir cualquier otra posición del pistón 17 como la posición de seguridad.

En el estado de fallo, la válvula 8 de conmutación conmuta de tal manera que el tanque 7 está conectado mediante la tubería 26 del tanque a la primera cámara 3. Para conseguir esto, la válvula 8 de conmutación está pretensada mediante un muelle de modo que, por ejemplo, en caso de que se produzca un fallo de la alimentación, la válvula 8 de conmutación se empuja a la posición correcta. Aquí, se debe señalar que también se pueden proporcionar sensores eléctricos u otros sensores que detectan un estado de fallo y generan una señal apropiada que hace que se asuma la posición de seguridad. Con este propósito, la válvula 8 de conmutación, que se mantiene en la posición de bloqueo durante el estado operativo, por ejemplo, mediante un electro-ímán, se desconecta del circuito de alimentación de modo que el muelle pueda hacer que se asuma la posición de flujo pasante.

Si la válvula 8 de conmutación se ha movido a la posición de flujo pasante, el líquido presurizado fluye en la primera cámara 3. Mediante la conexión 32 de señal, la válvula 9 de drenaje se mueve a la posición de flujo pasante de modo que el líquido pueda fluir fuera de la segunda cámara 4 a través de la tubería 11 de drenaje en el depósito 12. Los elementos 10a, 10d de válvula aquí están cerrados e impiden un flujo de líquido de la segunda cámara 4 a través del elemento 10d de válvula en el circuito de trabajo además de un flujo de líquido presurizado del tanque 7 en el circuito 5 de trabajo a través del elemento 10a de válvula.

El líquido presurizado del tanque 7 fluye en la primera cámara 3 y desplaza el émbolo 16 y, de este modo, también el líquido en la segunda cámara 4. Esto lleva a un movimiento de extensión del pistón 17, debido al cual se mueve a la posición de seguridad. El movimiento de extensión del pistón 17 está controlado mediante el regulador 27 en la tubería 26 del tanque. Dependiendo de la elección de regulador, se puede seleccionar la velocidad de flujo en la primera cámara 3. Además, existe fundamentalmente la posibilidad de prescindir del regulador 27.

Si el circuito 5 de trabajo no ha fallado completamente, el circuito 5 de trabajo también puede contribuir a alcanzar la posición de seguridad. Aquí, el dispositivo de bomba/motor transporta líquido en la dirección de la primera cámara 3. El elemento 10a de válvula está configurado de tal manera que el líquido se transporta en la dirección de la primera cámara 3, pero un flujo en el circuito 5 de trabajo a través del elemento 10a de válvula no es posible.

Sin embargo, si el circuito 5 de trabajo ha fallado completamente y no está disponible para mover el accionador 2 a la posición de seguridad, entonces, como se puede ver en la Figura 3, el circuito de seguridad constituye una posibilidad de accionamiento redundante para el accionador 2. El suministro de líquido además del drenaje de líquido están configurados para ser completamente redundantes y funcionan independientemente del circuito 5 de trabajo. Por consiguiente, el circuito de seguridad se puede ver como una derivación al circuito 5 de trabajo. La estructura del circuito de trabajo fundamentalmente no es relevante para la función del sistema de accionamiento a prueba de fallos, siempre que se haya establecido el desacoplamiento mencionado anteriormente. Por lo tanto, el circuito de trabajo también se puede ver como un módulo que se puede reemplazar independientemente del circuito de seguridad o que se puede adaptar a las circunstancias que hay a mano.

Los elementos 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f de válvula garantizan que no se pierda líquido o presión en el circuito 5 de trabajo desde el tanque 7, sino que más bien estén disponibles para el accionamiento del accionador 2.

La Figura 4 muestra el llenado del tanque 7. El accionador 2 está en la posición de seguridad, es decir, el pistón 17 está completamente extendido. Sin embargo, el pistón también se puede fijar en cualquier posición deseada durante el llenado del tanque 7. La válvula 21 de control está en un circuito paralelo. La válvula 8 de conmutación está conmutada de tal manera que la tubería 26 del tanque que va a la primera cámara 3 se interrumpe. El dispositivo de bomba/motor bombea en la segunda tubería 23b del accionador, por lo que la presión o el flujo de líquido en la segunda tubería 24b de líquido continúa. El líquido presente en la segunda tubería 23b del accionador entra en la segunda cámara 4 a través del elemento 10d de válvula. Puesto que la válvula 21 de control está en un circuito paralelo, el elemento 10a de válvula tiene la función de una válvula de retención. Debido al accionador 10a bloqueado, el líquido presente en la primera cámara 3 no se puede drenar fuera, por lo que se acumula una contra-presión con respecto a la presión del líquido en la cámara 4 en la primera cámara 3, y se impide el movimiento del pistón 17. La presión de líquido acumulada mediante el dispositivo de bomba/motor continúa a través de la segunda tubería 24b de líquido y lleva a un flujo de líquido a través del elemento 10c de válvula y la tubería 13 de llenado al tanque 7. El líquido necesario para este propósito se extrae del depósito 12 a través de la tubería 25 de líquido por medio del elemento 10e de válvula en la primera tubería 24a de líquido y en la primera tubería 14a de conexión que lleva al dispositivo de bomba/motor. Esto se realiza hasta que se ha alcanzado la presión de llenado prescrita o necesaria en el tanque. Esta presión de llenado está aproximadamente en el intervalo de 15 MPa a 25 MPa (150 bares a 250 bares). Para este propósito, se puede proporcionar un sensor de presión en el tanque 7, en la tubería 13 de llenado o en la tubería 26 del tanque.

Si se ha llenado el tanque, la válvula 8 de conmutación se mantiene en la posición de bloqueo para impedir que el tanque 7 se vacíe en la primera cámara 3. Los elementos 10b y 10c de válvula impiden una pérdida de presión en el circuito de trabajo a través de la tubería 13 de llenado. La válvula 21 de control se mueve en el circuito cruzado de nuevo.

La Figura 5 muestra una realización del sistema de accionamiento según la invención. El sistema de accionamiento de esta realización tiene un accionador con tres cámaras. Además de la primera y la segunda cámaras 3, 4, este

elemento de válvula tiene una tercera cámara 15. El sistema de accionamiento está configurado de tal manera que la tubería 26 del tanque se abre en la primera cámara 3. La primera tubería 23a del accionador se abre en la tercera cámara 15 y la segunda tubería 23b del accionador se abre en la segunda cámara 4. De este modo, la primera cámara 3 está asociada con el circuito de seguridad, y la segunda y la tercera cámaras 4, 15 están asociadas con el circuito de trabajo; por decirlo de otra manera, el circuito de trabajo está en contacto con la segunda y la tercera cámaras 4, 15. Preferiblemente, las superficies del pistón en las que el líquido actúa en las cámaras del circuito de trabajo, es decir, la segunda y la tercera cámaras 4, 15, tienen áreas de superficie del mismo tamaño.

Puesto que se proporciona una cámara por separado en el accionador para el circuito de seguridad, se consigue incluso una redundancia en términos de las cámaras del accionador necesarias para el accionamiento. Por lo que respecta al flujo entrante al accionador, el circuito de trabajo y el circuito de seguridad están completamente desacoplados puesto que las tuberías de suministro no están conectadas unas con otras. Por consiguiente, un fallo del circuito de trabajo que perjudica la funcionalidad de las cámaras 4, 15 asociadas no repercute en el circuito de seguridad debido a la completa separación de la primera cámara 3.

Una válvula 33 de llenado se encuentra adosada a la segunda tubería 23b del accionador. En el estado operativo, la válvula 33 de llenado se ha movido a la posición de flujo pasante. Dependiendo de la dirección de rotación de la bomba, el líquido se puede transportar a la segunda cámara 4 o a la tercera cámara 15, por lo que el líquido se drena de la otra cámara en cada caso.

Apartándose de las realizaciones descritas anteriormente, el circuito 5 de trabajo de la realización en la Figura 5 está limitado mediante la válvula 33 de llenado y la conexión 20c, por lo que la válvula 33 de llenado se considera un elemento del circuito 5 de trabajo.

Cuando se va a llenar el tanque, el pistón 17 está bloqueado, es decir, fijado en su posición. La válvula 33 de llenado se mueve a la posición de bloqueo. La bomba transporta líquido en la dirección de la segunda tubería 23b del accionador, por lo que el flujo pasante, es bloqueado por la válvula 33 de llenado bloqueada. El líquido también fluye en la segunda tubería 24b de líquido a través del elemento 10c de válvula en la tubería 13 de llenado. Durante el procedimiento de llenado, la válvula 8 de conmutación está en la posición de bloqueo, es decir, la tubería 26 del tanque se interrumpe en la dirección de la primera cámara 3. Por consiguiente, el líquido fluye en el tanque 7. Después de que se haya llenado el tanque, los elementos 10b y 10d de válvula impiden que se produzca un reflujo de líquido del tanque al circuito 5 de trabajo. La válvula 8 de conmutación continúa manteniéndose cerrada. La válvula 33 de llenado se mueve a la posición de flujo pasante, después de lo que el circuito 5 de trabajo puede controlar o regular el pistón 17.

Durante el procedimiento de llenado, el líquido se extrae del depósito 12 a través de la tubería 25 del depósito por medio del elemento 10e de válvula en la primera tubería 24a de líquido y en la primera tubería 14a de conexión que va al dispositivo 6 de bomba/motor.

En el estado operativo, el pistón 17 y el émbolo 16 se pueden mover dentro de la carcasa 19 del accionador 2. En este proceso, el volumen de la primera cámara 3 también cambia. Con este propósito, la primera cámara 3 está conectada a través de la válvula 8 de conmutación a la segunda tubería 28 del depósito a través de la que se puede extraer el líquido del depósito cuando el volumen de la primera cámara 3 aumenta y el líquido se descarga en el depósito cuando el volumen de la primera cámara 3 disminuye. Esta configuración impide que se acumule una presión positiva o una presión negativa en la cámara 3, que perjudicaría la función del accionador 2.

En el estado de fallo, la válvula 8 de conmutación se mueve a la posición de flujo pasante de modo que el tanque 7 está conectado a la primera cámara 3 a través de la tubería 26 del tanque. Una señal de apertura se transmite a través de la conexión 32 de señal a la válvula 9 de drenaje, que se abre. El líquido que fluye fuera del tanque 7 en la primera cámara 3 desplaza el émbolo 16 y hace que el pistón 17 se mueva a la posición de seguridad. Por consiguiente, se tiene que suministrar líquido en la tercera cámara 15 para evitar una presión negativa. Este líquido requerido se puede transportar desde el depósito 12 a través de la tubería 25 del depósito por medio del elemento 10e de válvula, la primera tubería 24a de líquido además de la primera tubería 23a del accionador. Como alternativa, el líquido para la tercera cámara 15 también se puede suministrar a través del dispositivo de bomba/motor inactivo ya que el líquido fluye a través de la bomba inactiva cuando, en la segunda tubería 23b del accionador, como se muestra en la Figura 5, se ha prescindido de un elemento de válvula que podría evitar el reflujo de la segunda cámara 4.

La Figura 6 muestra un accionador con tres cámaras del tipo que se podría utilizar para la realización de la Figura 5. Aquí, el pistón 17 está configurado para que sea hueco con el fin de alojar una tercera cámara 15. Para permitir un flujo entrante a la tercera cámara 15 de una manera que esté separado de la primera cámara 3, se inserta un manguito 34 en la carcasa 19 del accionador 2. Se suministra líquido a la cámara 15 a través del manguito 34. El pistón 17 hueco se desliza en el manguito y se cierra herméticamente.

Otra variante de un sistema 1 de accionamiento se describe en referencia a las Figuras 7 a 9. La construcción básica de este sistema 1 de accionamiento es básicamente idéntica a la del sistema 1 de accionamiento que se ha descrito en referencia a las Figuras 2 a 4. A continuación, sólo se detallarán las restantes diferencias básicas

y, por consiguiente, se utilizarán los mismos números de referencia para hacer referencia a la descripción de otro modo aplicable de lo que se muestra en las Figuras 2 a 4.

5 Una diferencia básica reside en el drenaje del líquido hidráulico de la segunda cámara 4. En el sistema 1 de accionamiento que se muestra en las Figuras 7 a 9, la válvula de drenaje 9 sirve exclusivamente como una válvula de alivio de presión y, de este modo, protege el sistema. De este modo, una conexión 32 de señal, como se muestra en el sistema de accionamiento de las Figuras 2 a 4, no está presente. En su lugar, corriente abajo de la conexión 20b, una conexión 36 fluida de cortocircuito se bifurca y se abre en la tubería 26 del tanque. En la realización, la conexión 36 fluida de cortocircuito se abre en la tubería 26 del tanque entre el regulador 27 y la válvula 8 de conmutación. Para evitar el transporte del tanque 7 a la cámara 4, se coloca una válvula 37 de retención en la conexión 36 fluida de cortocircuito. La conexión 36 fluida de cortocircuito se bifurca entre la conexión 20b y el elemento 10d de válvula, de modo que todavía hay una separación entre el tanque 7 y el circuito 5 de trabajo.

15 Debido a esta realización de la conexión 36 fluida de cortocircuito, la válvula 8 de conmutación sirve simultáneamente como una válvula de cortocircuito, ya que la válvula 8 de conmutación cortocircuita la segunda cámara 4 con la primera cámara 3 exclusivamente en la posición de seguridad que se muestra en la Figura 8, de modo que el volumen de líquido hidráulico desplazado desde la cámara 4 fluye a través de la conexión 36 fluida de cortocircuito, la válvula 8 de conmutación y el accionador 29 a la conexión 20a y, a continuación, en la primera cámara 3. Por lo tanto, este flujo de volumen contribuye al flujo de volumen que procede del tanque 7 de modo que, con una cantidad más pequeña de líquido hidráulico del tanque 7, se puede llenar la primera cámara 3 completamente. Dicha configuración es especialmente adecuada para el pistón diferencial que se muestra (accionador 2).

25 La Figura 7 muestra el funcionamiento normal en el que, a través de las conexiones dibujadas con líneas gruesas y a través del circuito 5 de trabajo, se llena o bien la primera cámara 3 o la segunda cámara 5 *[sic]*. Con este propósito, el solenoide de la válvula 8 de conmutación está activado y el tanque 7 está separado de la primera cámara 3, y la conexión 36 fluida de cortocircuito está bloqueada.

30 La Figura 9 muestra la situación en la que la posición del accionador 2 está bloqueada hidráulicamente y el dispositivo 6 de bomba/motor llena el tanque 7. Con este propósito, el solenoide de la válvula 8 de conmutación además del solenoide de la válvula 21 de control están activados. Aquí, el tanque 7 se mantiene separado de la primera cámara 3 y la conexión 36 fluida de cortocircuito está bloqueada. Además, los elementos 10a y 10d de válvula también se mantienen bloqueados de modo que no pueda fluir ningún líquido hidráulico fuera de la cámara 3 y la cámara 4, por lo que la posición del accionador 2 está fijada.

35 La posición de seguridad ya mencionada que se muestra en la Figura 8 se asume, por ejemplo, en caso de que haya un fallo de la alimentación, de modo que el tanque 7 está conectado a la primera cámara 3 del accionador 2. La conexión 36 fluida de cortocircuito está conectada y la segunda cámara 4 está en comunicación fluida con la primera cámara 3. Después de que el dispositivo 6 de bomba/motor también haya fallado, por ejemplo, en caso de un fallo de la alimentación, igualmente no hay presión de control en los elementos 10a y 10d de válvula, de modo que se bloquean y el circuito 5 de trabajo se desacopla.

45 Además con este sistema 1 de accionamiento, el uso de los elementos 10a a 10d de válvula apropiados en todas las salidas principales donde podría haber flujos de transporte generados por el dispositivo 6 de bomba/motor dan como resultado una estructura modular, de modo que, en la posición de seguridad, el circuito de seguridad puede bombear desde el tanque 7 en la primera cámara 3, por lo que el circuito 5 de trabajo se desacopla hidráulicamente por completo. La única conexión fluida desde el circuito 5 de trabajo en la posición de seguridad se lleva a cabo a través de la tubería 13 de llenado, a través de la cual se puede llenar el tanque 7 utilizando el dispositivo 6 de bomba/motor.

50 El sistema de accionamiento se puede utilizar en un método para accionar un accionador. Aquí, durante el estado operativo normal, el accionador se acciona mediante el circuito de trabajo que bombea en la segunda o tercera cámara. Tan pronto como se produce un estado de fallo, el accionador se mueve a la posición de seguridad. Esto comprende los pasos siguientes: conectar el tanque a la primera cámara del accionador y, de este modo, crear un flujo entrante en la primera cámara de una manera que está completamente desacoplada del circuito de trabajo, y drenar líquido en la segunda cámara del accionador a través de la válvula de drenaje, que se puede mover a la posición de flujo pasante para este propósito.

60 Preferiblemente, el sistema de accionamiento descrito y sus variantes se utilizan en uno de los casos de aplicación descritos en la introducción. En otras palabras, la realización del sistema de accionamiento según la invención es adecuado, por ejemplo, para parques eólicos para ajustar el ángulo de ataque de al menos una paleta del rotor, para turbinas de gas, turbinas de vapor o turbinas de agua para ajustar el ángulo de la paleta específica o para aplicaciones en las industrias del gas y del petróleo, donde se utilizan los accionadores que, en el estado de fallo, se tienen que mover a la posición de seguridad.

65 Especialmente con parques eólicos, es necesario poder cambiar el ángulo de ataque de las paletas del rotor individuales en relación al viento. En caso de fuertes vientos, se puede alcanzar el límite de soporte de carga máximo de las paletas del rotor además de toda la estructura. Por lo tanto, en estos casos, es necesario mover las paletas del rotor a una posición de

seguridad en la que ofrezcan al viento el área de superficie de ataque más pequeña posible. Además, existe la posibilidad de que las paletas del rotor individuales estén ajustadas de tal manera que cada una de ellas genere fuerzas de torsión que se compensen entre sí y, por tanto, mantengan el parque eólico detenido. En este proceso, se debe garantizar que se pueden alcanzar estas posiciones de seguridad con una fiabilidad absoluta. Por este motivo, debe ser posible asumir la posición de seguridad totalmente automática, incluso en el caso de que se produzca un fallo en la alimentación.

También se aplican consideraciones similares al uso del sistema de accionamiento en turbinas de gas para ajustar el flujo másico de gas o en turbinas de vapor para ajustar el flujo másico de vapor. En dichos sistemas también puede ser necesario mover de un modo fiable un accionador a una posición de seguridad. El sistema de accionamiento según la invención además del método para accionar un accionador, de este modo, puede utilizarse también para este propósito.

El sistema de accionamiento propuesto tiene la ventaja de que la posición de seguridad en el estado de fallo se consigue sólo mediante la energía almacenada en el tanque. Aunque la bomba esté bloqueada o si las tuberías en el circuito de trabajo están dañadas, el accionador se puede mover a la posición de seguridad. El sistema de accionamiento descrito en todas sus configuraciones se puede implementar en un espacio de instalación muy pequeño. Por lo tanto, cuando se utilice en parques eólicos, el sistema de accionamiento se puede instalar íntegramente en el rotor. De este modo, las complicadas y caras tuberías hidráulicas que van del rotor giratorio a la carcasa de la máquina son innecesarias. Solo se requiere disponer de la fuente de alimentación necesaria, aunque esto se puede conseguir de una manera sencilla.

Además, los sistemas de accionamiento con elementos 10a, 10d de válvula, que pueden impedir un reflujo de líquido del accionador en el circuito de trabajo, ofrecen la sencilla posibilidad de fijar el accionador en su posición específica, sin tener que utilizar energía para este propósito. Tan pronto como se ha alcanzado la posición deseada del pistón 17, se puede desactivar el dispositivo 6 de bomba/motor. Puesto que los elementos 10a, 10d de válvula pueden evitar el reflujo de las cámaras 3, 4, la posición del pistón se puede mantener sin necesidad de energía. Dicha función para sujetar el pistón también se implementa en la realización de la Figura 5 cuando la válvula 33 de llenado se mueve a la posición bloqueada. La sujeción del accionador se presta especialmente bien cuando, debido a pequeñas fugas, es necesario volver a llenar el tanque. La válvula 21 de control está conmutada de tal manera que los elementos 10a y 10d de válvula actúan como válvulas de retención. De este modo, se evita que se produzca un reflujo del accionador en el circuito de trabajo. A continuación, el dispositivo de bomba/motor puede bombear líquido en el tanque 7. Esto tiene la ventaja de que la función de todo el sistema, por ejemplo, un parque eólico, no se ve perjudicada durante el llenado del tanque. Por lo tanto, no es necesario mover el accionador a la posición de seguridad para llenar el tanque. Todo el sistema, por ejemplo, un parque eólico, puede continuar produciendo energía mientras se está llenando el tanque. Durante este proceso, el accionador se fija en cualquier posición que se desee.

El concepto de un sistema basado en un líquido que comprende al menos un accionador, una bomba y un depósito, mediante el cual el accionador se puede fijar en una posición mientras la bomba llena el depósito, se considera un concepto inventivo independiente. De este modo, este concepto se puede utilizar independientemente del sistema de accionamiento a prueba de fallos descrito. En particular, los elementos individuales o las propiedades del sistema de accionamiento a prueba de fallos se pueden combinar de cualquier manera que se desee con un sistema basado en un líquido para sujetar un accionador y llenar un depósito.

Todo el sistema de accionamiento a prueba de fallos se puede supervisar mediante componentes electrónicos. De esta manera, en el caso de que se produzca un estado de fallo en el circuito de trabajo se puede detectar antes de que se produzca el fallo total del circuito de trabajo. Posteriormente el circuito de seguridad se puede activar para evitar más daños en el circuito de trabajo. Sin embargo, también está previsto que la posición de seguridad se pueda activar mediante una señal externa, por ejemplo, mediante un sistema de mantenimiento remoto.

Es especialmente preferible que, el sistema de accionamiento sea un sistema auto-controlado que, mediante un sistema sensor, compruebe y supervise el estado del tanque (de alta presión), del depósito (de baja presión), y del dispositivo de bomba/motor además del volumen de líquido contenido en el sistema. Esto hace que sea posible emitir advertencias y llevar a cabo un control del estado además de iniciar automáticamente la suposición de la posición de seguridad en el estado de fallo.

La cantidad de líquido utilizada en el sistema de accionamiento normalmente es inferior a 50 litros, preferiblemente inferior a 20 litros y especialmente preferiblemente inferior a 12 litros.

El sistema de accionamiento está configurado preferiblemente como un sistema cerrado o como un sistema de circulación cerrado. El sistema de accionamiento se puede colocar como una unidad compacta, por ejemplo, en el concentrador de un parque eólico.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) de accionamiento basado en un líquido a prueba de fallos que tiene una posición de seguridad, que comprende un accionador (2) con al menos una primera y una segunda cámara (3, 4), un circuito (5) de trabajo con un dispositivo (6) de bomba/motor, mediante el cual el accionador (2) se puede accionar por medio del circuito (5) de trabajo, al menos en el estado operativo, un circuito de seguridad mediante el cual, en un estado de fallo, el accionador (2) se puede mover a la posición de seguridad, por lo que el circuito de seguridad tiene un tanque (7) que contiene líquido presurizado y que, en el estado de fallo, está conectado automáticamente a la primera cámara (3) a través de la válvula (8) de conmutación, y tiene una válvula (9) de drenaje que, en el estado de fallo, se mueve a la posición de flujo pasante para drenar líquido fuera de la segunda cámara (4), y el circuito de seguridad está configurado de tal manera que, en el estado operativo, un flujo entrante en el accionador (2), de una manera que está completamente desacoplada del tanque (7), se puede establecer mediante el circuito (5) de trabajo con su dispositivo (6) de bomba/motor, caracterizado por que, en el estado de fallo, un flujo entrante desde el tanque (7) a la primera cámara (3), de una manera que está completamente desacoplada del circuito (5) de trabajo con su dispositivo (6) de bomba/motor, se crea mediante el circuito de seguridad, el accionador (2) tiene tres cámaras (3, 4, 15), por lo que el circuito de seguridad está configurado de tal manera que, en el estado operativo, se puede establecer un flujo entrante en la tercera cámara (15), de una manera que está desacoplada del tanque (7), mediante el circuito (5) de trabajo con su dispositivo (6) de bomba/motor, por lo que se proporciona una tubería (13) de llenado mediante la cual el líquido del circuito (5) de trabajo se puede suministrar al tanque (7), por lo cual el tanque (7) está desacoplado del circuito (5) de trabajo mediante al menos un elemento (10b, 10c) de válvula que evita que el líquido fluya de vuelta al circuito de trabajo.
2. El sistema (1) de accionamiento según la reivindicación 1, caracterizado por que en el estado de fallo, para desacoplar completamente el circuito de seguridad del circuito (5) de trabajo, al menos se proporciona un elemento (10a) de válvula que evita una comunicación fluida entre el líquido que sale del tanque (7) y el líquido presente en el circuito (5) de trabajo.
3. El sistema (1) de accionamiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la válvula (9) de drenaje está configurada y accionada de tal manera que, en el estado de fallo, una presión de líquido desde el tanque (7) esté disponible como una presión de control en la válvula (9) de drenaje.
4. El sistema (1) de accionamiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la válvula (9) de drenaje está configurada y accionada de tal manera que, en el estado de fallo, se fuerza la apertura de la válvula de drenaje, preferiblemente mecánica o eléctricamente, mediante la válvula (8) de conmutación.
5. El sistema (1) de accionamiento según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el circuito de seguridad comprende una tubería (11) de drenaje que está conectada a la segunda cámara (4) del accionador (2) y en la que está situada la válvula (9) de drenaje, por lo cual la tubería (11) de drenaje está completamente desacoplada del tanque (7).
6. El sistema (1) de accionamiento según la reivindicación 5, caracterizado por que la tubería (11) de drenaje circunvala el circuito (5) de trabajo.
7. El sistema (1) de accionamiento según una de las reivindicaciones 5 o 6, caracterizado por que se proporciona un depósito (12) para contener líquido, y la tubería (11) de drenaje se abre en el depósito (12) corriente abajo de la válvula (9) de drenaje.
8. El sistema (1) de accionamiento según la reivindicación 7, caracterizado por que el circuito (5) de trabajo está en comunicación fluida con el depósito (12) a través del cual el líquido del depósito (12) se puede transportar al circuito (5) de trabajo.
9. El sistema (1) de accionamiento según una de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizado por que, en el estado operativo y sin un flujo de volumen del dispositivo (6) de bomba/motor, se impide que se produzca un flujo de líquido de las cámaras (3, 4, 15) que están conectadas al circuito de trabajo mediante al menos un elemento (10a, 10d) de válvula.
10. El sistema (1) de accionamiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo (6) de bomba/motor tiene una primera y una segunda tubería (14a, 14b) de conexión, mediante la cual, en el estado operativo, una de las tuberías (14a, 14b) de conexión transporta líquido en la dirección de una cámara (4, 15) del accionador (2) mientras que la otra tubería (14a, 14b) de conexión transporta líquido desde la dirección de la al menos otra cámara (4, 15) del accionador (2) al dispositivo (6) de bomba/motor.
11. El sistema (1) de accionamiento según la reivindicación 10, caracterizado por que el circuito (5) de trabajo tiene un dispositivo (6) de bomba/motor con una dirección de bombeo reversible, mediante el cual en una primera dirección de bombeo del dispositivo (6) de bomba/motor, la primera tubería (14a) de conexión transporta líquido en la dirección de una cámara (4, 15) del accionador (2), mientras que la segunda tubería (14b) de

conexión transporta líquido desde la dirección de la al menos otra cámara (4, 15) del accionador (2) al dispositivo (6) de bomba/motor, y en la segunda dirección de bombeo, las direcciones de flujo en la primera y en la segunda tuberías (14a, 14b) de conexión están en el lado opuesto de las direcciones de flujo en el caso de la primera dirección de rotación.

5 12. El sistema (1) de accionamiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el circuito (5) de trabajo comprende una bomba de desplazamiento constante y velocidad variable o una bomba de desplazamiento variable.

10 13. Un método para accionar un accionador (2) que tiene tres cámaras (3, 4, 15) mediante un sistema (1) de accionamiento a prueba de fallos según una de las reivindicaciones 1 a 12, por lo cual, en el estado operativo, el accionador (2) se acciona mediante el circuito (5) de trabajo que bombea en la segunda o tercera cámara (4, 15), y, en el estado de fallo, el accionador (2) se mueve a la posición de seguridad, que comprende los pasos siguientes:

15 - conectar el tanque (7) a la primera cámara (3) del accionador (2), por lo que se establece un flujo entrante en la primera cámara (3), de una manera que está completamente desacoplada del circuito (5) de trabajo,

20 - drenar líquido de la segunda cámara (4) del accionador (2) mediante la válvula (9) de drenaje que se mueve a la posición de flujo pasante para este propósito, y

25 - evitar que se produzca un reflujo de líquido en el circuito (5) de trabajo mediante el líquido que se suministra en el tanque (7) fuera del circuito (5) de trabajo a través de una tubería (13) de llenado que se proporciona para este propósito, por lo cual el tanque (7) se desacopla del circuito (5) de trabajo mediante al menos un elemento (10b, 10c) de válvula.

30 14. El uso de un sistema (1) de accionamiento a prueba de fallos según una de las reivindicaciones 1 a 13 en un parque eólico para ajustar el ángulo de ataque de al menos una paleta del rotor.

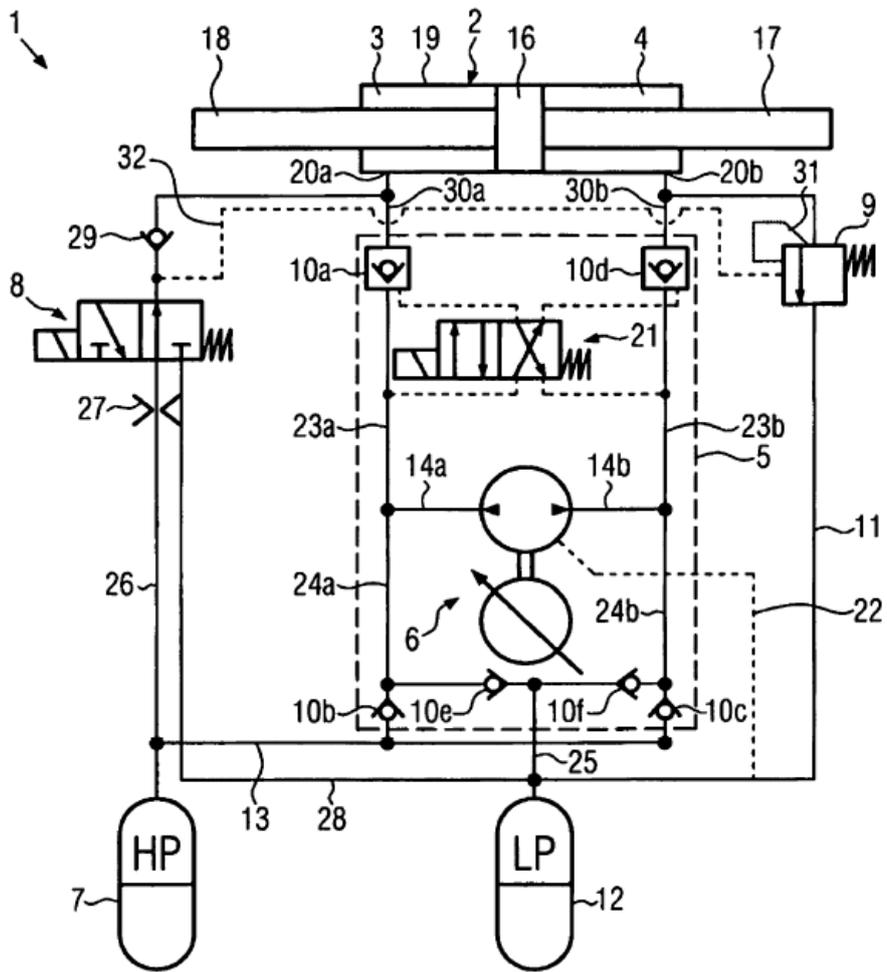


FIG. 1

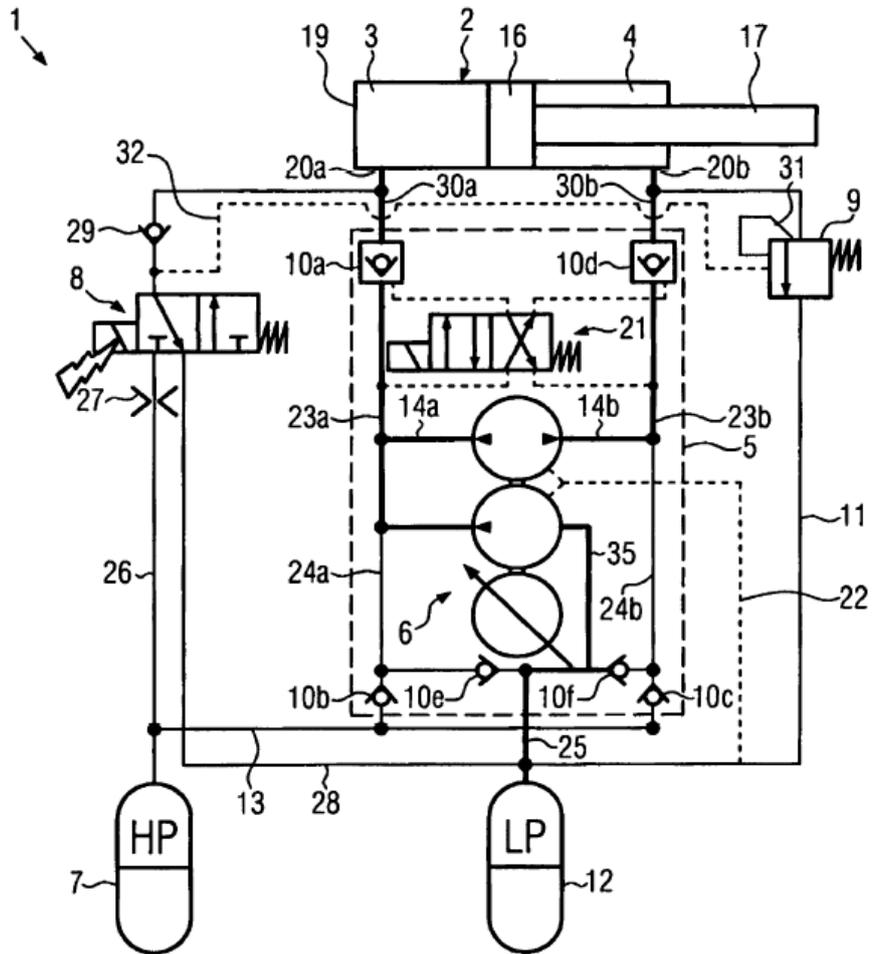


FIG. 2

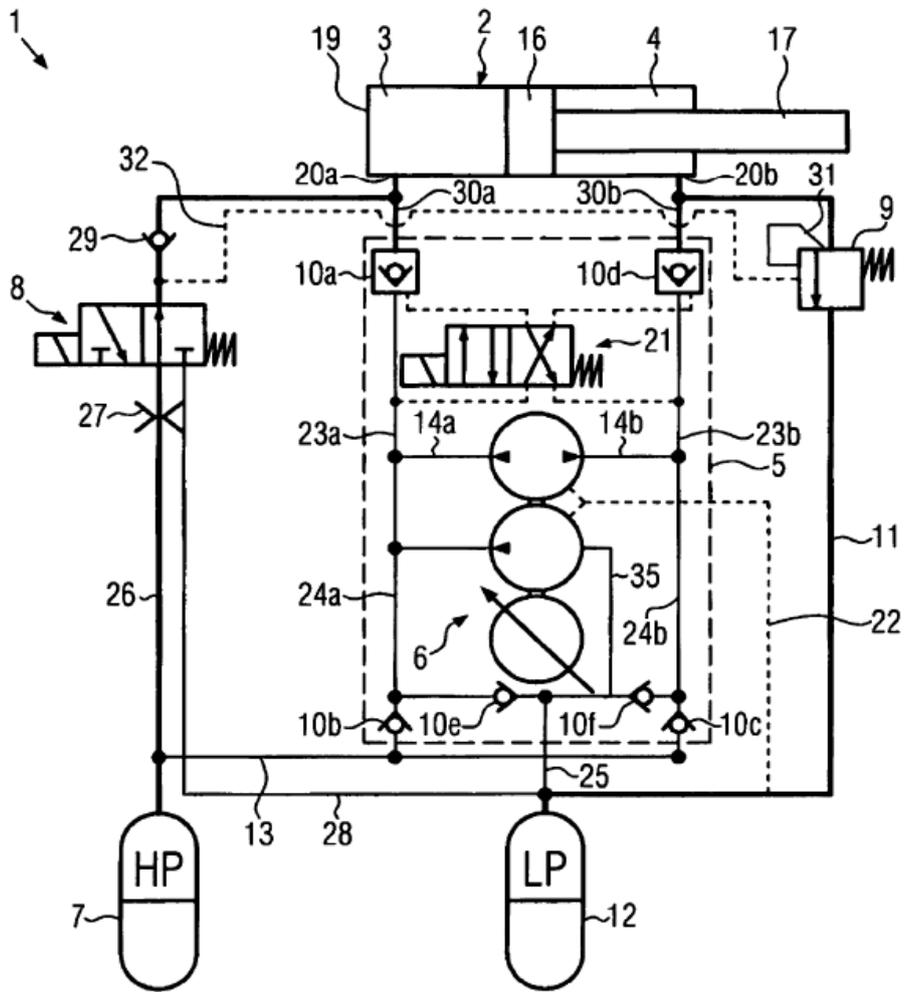


FIG. 3

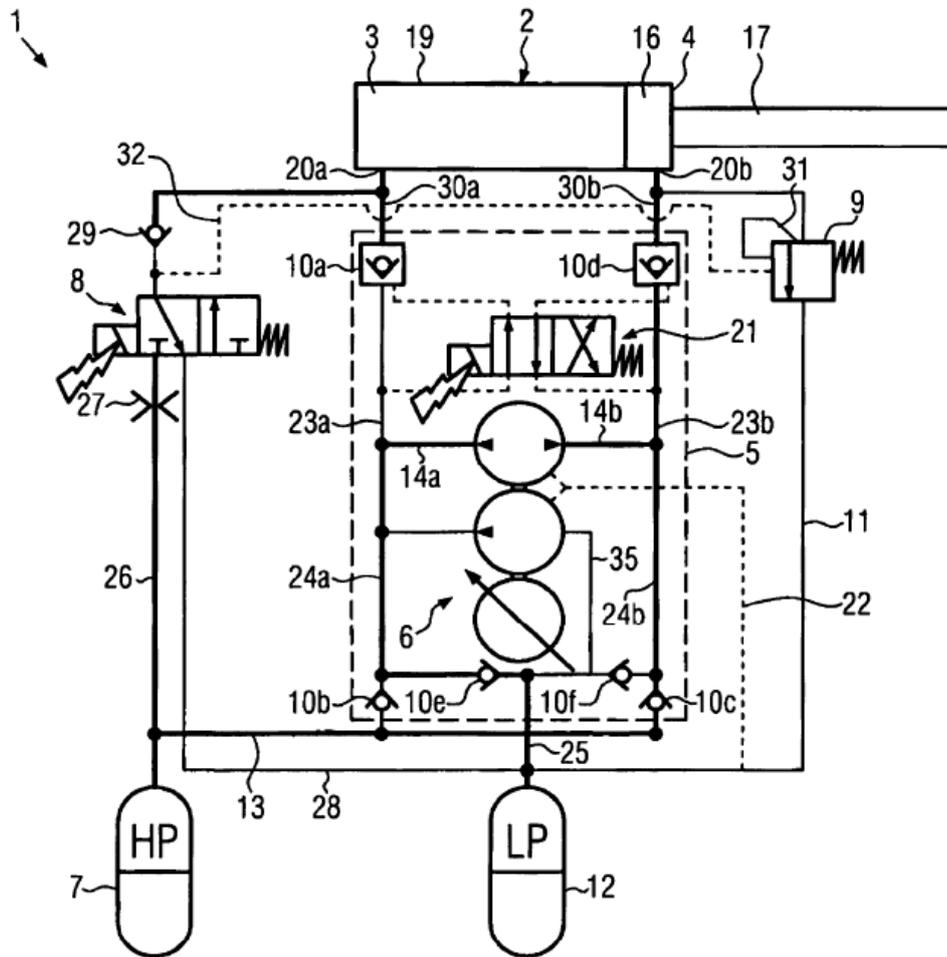


FIG. 4

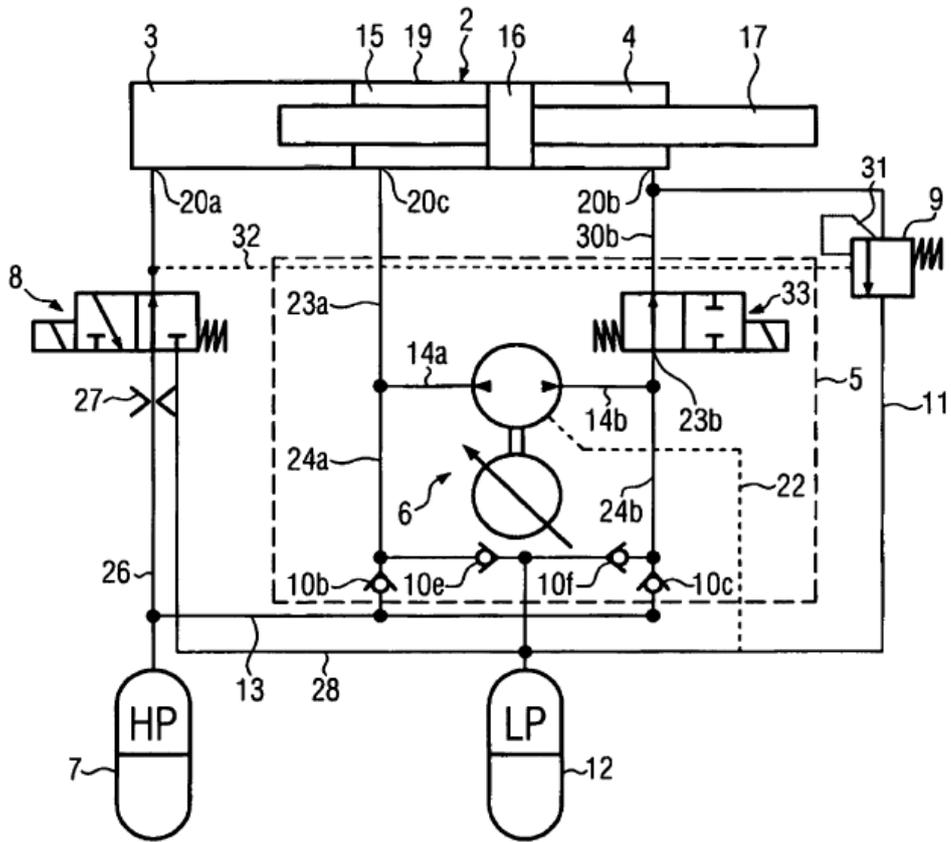


FIG. 5

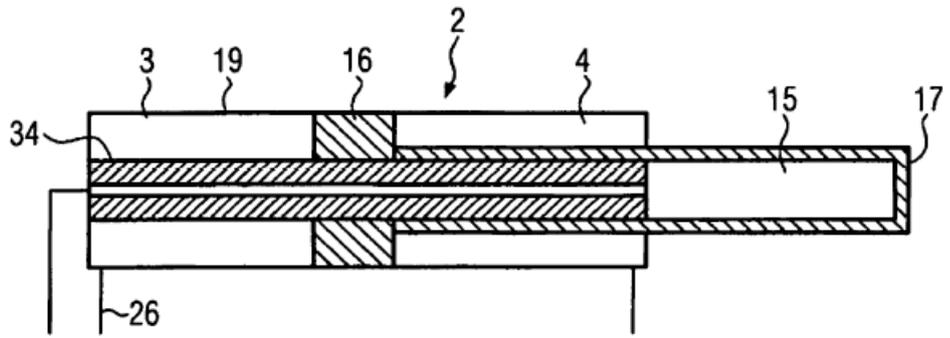


FIG. 6

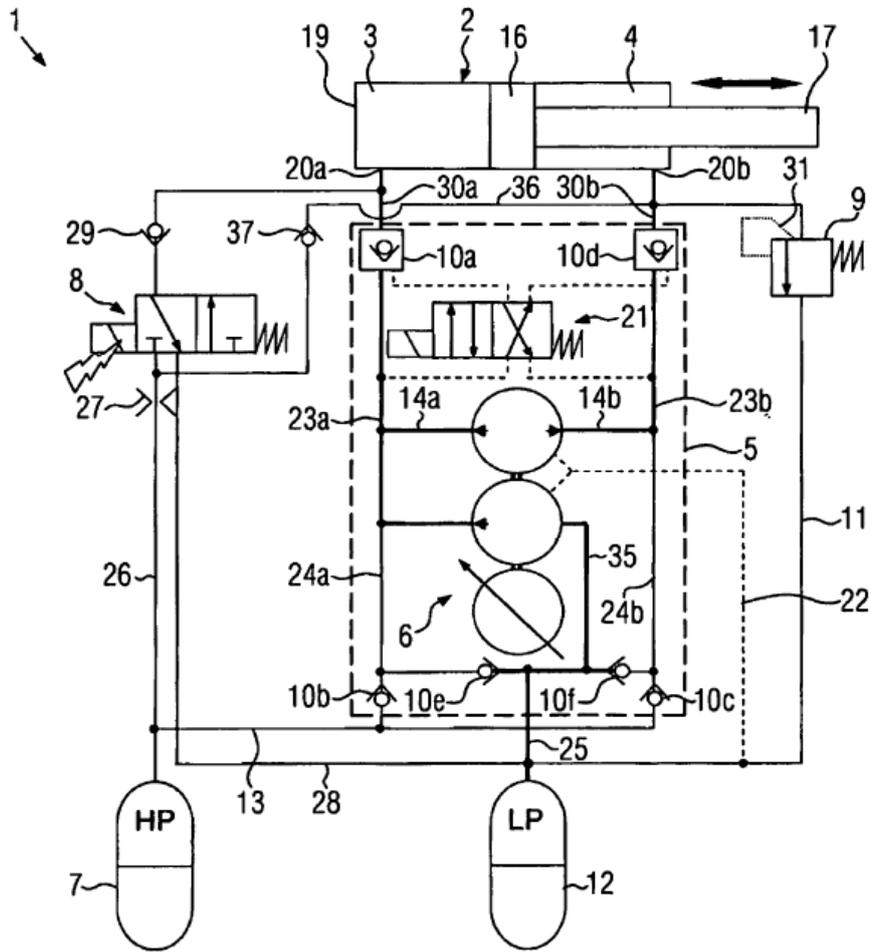


FIG. 7

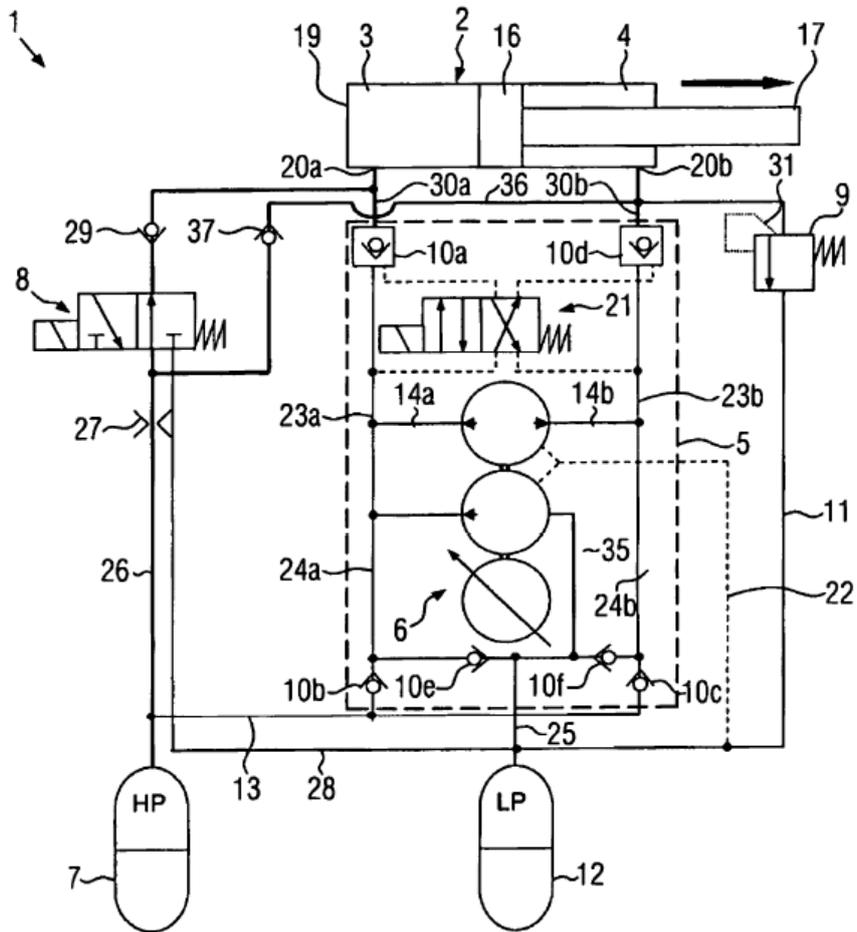


FIG. 8

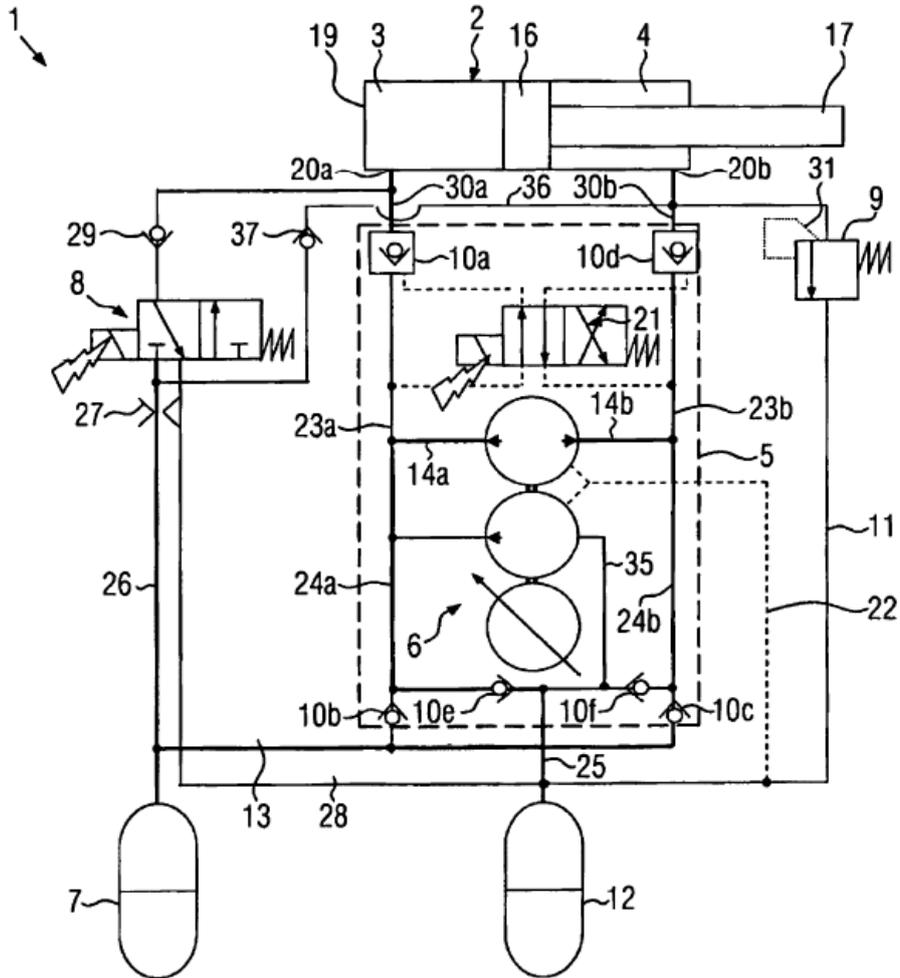


FIG. 9