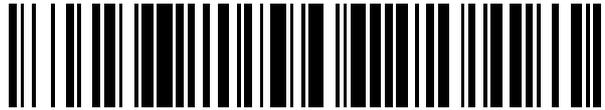


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 965**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2011 E 11190482 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2458202**

54 Título: **Conjunto de circuitos piloto para controlar la puesta en bandera de emergencia de una turbina eólica**

30 Prioridad:

26.11.2010 DK 201070512
26.11.2010 US 417337 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.09.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ANDERSEN, JESPER LYKKEGAARD y
MADSEN, JENS BAY

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 584 965 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

Conjunto de circuitos piloto para controlar la puesta en bandera de emergencia de una turbina eólica

La presente invención se refiere a un conjunto de circuitos piloto para controlar la activación de un sistema de puesta en bandera de emergencia de una turbina eólica de paso controlado.

5 Antecedentes

Se han conocido durante muchos años turbinas eólicas que tienen sistemas de paso de palas para ajustar el ángulo de paso de las palas, empleando habitualmente controladores de paso eléctricos o controladores de paso hidráulicos. Los primeros ejemplos de controladores de paso hidráulicos se divulgan, por ejemplo, en los documentos US 4.348.155 y US 4.352.634, ambos de United Technologies.

10 Se han conocido durante muchos años sistemas de puesta en bandera de emergencia para turbinas eólicas con paso variable de las palas para hacer girar las palas hacia la posición de puesta embanderada (véase, por ejemplo, el documento EP 2.072.815), es decir, donde se orienta la pala con la cuerda paralela al viento y con el borde delantero apuntado en el sentido del viento, de modo que se eviten los daños a la turbina eólica durante un viento fuerte.

15 Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema mejorado para controlar el sistema de puesta en bandera de emergencia de modo que las averías de las partes del sistema de control impidan en menor medida que la turbina eólica funcione y produzca energía, y que por tanto mejore la disponibilidad de la turbina eólica.

Breve descripción de la invención

20 La presente invención se refiere a un conjunto de circuitos piloto para controlar la activación de un sistema de puesta en bandera de emergencia de una turbina eólica por medio de una presión piloto, en la que el conjunto de circuitos piloto comprende al menos dos circuitos de control paralelos, para proporcionar una presión piloto, y un selector para conectar de forma selectiva los circuitos de control al sistema de puesta en bandera de emergencia, lo que permite un control mayor de las situaciones con averías en el propio conjunto de circuitos piloto. Se proporciona un selector para evitar de forma selectiva que un circuito de control proporcione la presión piloto al sistema de puesta en bandera de emergencia en caso de avería de dicho circuito de control. Duplicando al menos el circuito de control que proporciona la presión piloto e introduciendo el selector, el conjunto de circuitos piloto obtendrá una fiabilidad mucho mejor.

30 El selector se adapta preferentemente para realizar una comparación de la presión piloto de los al menos dos circuitos de control paralelos y para desactivar un circuito de control que proporciona una presión piloto para activar el sistema de puesta en bandera de emergencia mientras que el al menos el circuito de control restante proporciona una presión piloto para no activar el sistema de puesta en bandera de emergencia. Cuando los circuitos de control estén diseñados de modo que la avería de un elemento de los circuitos de control causará que el circuito de control en cuestión proporcione una presión piloto para activar el sistema de puesta en bandera de emergencia, esta característica garantizará que se evitará que una avería del circuito de control cause un cierre no deseado del funcionamiento de la turbina eólica.

35 En particular, los circuitos de control pueden, en un modo de realización preferido, comprender al menos dos válvulas y están diseñados de modo que una avería de una válvula del circuito de control causará que el circuito de control proporcione una presión piloto para activar el sistema de puesta en bandera de emergencia.

40 También se prefiere que la presión piloto para activar el sistema de puesta en bandera de emergencia sea menor que la presión piloto para no activar el sistema de puesta en bandera de emergencia. Por la presente, una avería del conjunto de circuitos piloto o, por ejemplo, una fuga en el conducto de presión piloto o en otro componente que reciba la presión piloto causará que las palas se pongan en bandera y que la turbina de viento se cierre, es decir, que sea segura ante fallos.

45 El selector puede comprender, preferentemente, una válvula selectora equipada con al menos un accionador hidráulico controlado por las presiones piloto proporcionadas por dichos circuitos de control. Como alternativa, la válvula selectora puede estar equipada con accionadores de solenoide, donde el control de la tensión a los solenoides se basa en las medidas de la presión piloto proporcionadas por los circuitos de control.

En un aspecto de la invención, el selector es una o más válvulas de doble efecto.

50 Es ventajoso usar una válvula de doble efecto para evitar de forma selectiva que los circuitos de control proporcionen la presión piloto al sistema de puesta en bandera de emergencia, en cuanto a que una válvula de doble efecto es a la vez simple, barata y fiable.

En general, una válvula de doble efecto es un tipo de válvula que permite que el fluido fluya a través de la misma desde una de dos fuentes, habitualmente por medio de una bola o de otro elemento de válvula de bloqueo que se mueva libremente dentro de la válvula. Una válvula de doble efecto comprende habitualmente dos puertos de

5 entrada y un puerto de salida y, cuando se ejerce presión desde un fluido por uno de los puertos de entrada, empuja la bola hacia el puerto de entrada opuesto y así lo bloquea. Esto evita que el fluido se desplace por ese puerto de entrada, pero permite que fluya hacia fuera por el puerto de salida dispuesto en el centro. De esta forma, dos circuitos de control diferentes pueden proporcionar de forma selectiva una presión piloto al sistema de puesta en bandera de emergencia sin la amenaza del flujo de retorno desde un circuito de control hasta el otro.

En un aspecto de la invención, el selector es de dos o más válvulas de doble efecto y en el que se acoplan dichas válvulas de doble efecto en paralelo.

Es ventajoso acoplar dos o más válvulas de doble efecto en paralelo, en cuanto a que proporciona al conjunto de circuitos piloto redundancia con respecto al selector, haciendo por ello que el sistema sea más eficaz y fiable.

10 La presente invención se refiere también a una turbina eólica que tiene un rotor con al menos dos palas y un sistema de paso de palas para controlar el ángulo de paso de dichas palas, comprendiendo el sistema de paso de palas al menos un accionador hidráulico y un sistema de puesta en bandera de emergencia para, en caso de una parada de emergencia, hacer girar dichas palas hacia una posición de puesta en bandera por medio del al menos un accionador hidráulico, en el que el sistema de paso de palas comprende además un conjunto de circuitos piloto de
15 acuerdo a la invención, como se describe en el presente documento.

La turbina eólica comprende, en un modo de realización ventajoso, para cada pala, un controlador de paso de palas hidráulicas con al menos un accionador hidráulico y un sistema de puesta en bandera de emergencia que comprende un acumulador hidráulico adaptado para proporcionar un líquido hidráulico a presión para controlar el al menos un accionador hidráulico, para hacer pasar dicha pala a una posición de puesta en bandera de emergencia.

20 **Breve descripción de los dibujos**

Los modos de realización de la presente invención se exponen a continuación con referencia al dibujo adjunto, del que

la Fig. 1 ilustra una gran turbina eólica moderna, vista desde el frente,

la Fig. 2 ilustra un buje de turbina eólica que comprende tres palas, visto desde el frente,

25 la Fig. 3 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola de turbina eólica, vista de lado,

la Fig. 4 es un diagrama de un modo de realización de un conjunto de circuitos piloto de acuerdo a la invención, en un estado de funcionamiento normal,

la Fig. 5 es un diagrama del conjunto de circuitos piloto de acuerdo a la Fig. 4, en un estado de puesta en bandera de emergencia,

30 la Fig. 6 es un diagrama de una parte del sistema de paso hidráulico de una turbina eólica que incluye el modo de realización de las Figs. 4 y 5, y

la Fig. 7 es un diagrama de un modo de realización alternativo de un conjunto de circuitos piloto.

Descripción detallada de la presente invención

35 La Fig. 1 ilustra una turbina eólica 1, que comprende una torre 2 y una góndola de turbina eólica 3 colocada encima de la torre 2. El rotor de turbina eólica 4, que comprende tres palas de turbina eólica 5, está conectado a la góndola 3 por el eje de baja velocidad que se extiende hacia fuera de la parte frontal de la góndola 3.

La Fig. 2 ilustra un rotor de turbina eólica 7 que comprende un buje y tres palas 5, visto desde el frente.

40 Como se ilustra, los cojinetes de paso 9 se disponen entre las palas 5 y el buje 7 para permitir que las palas 5 puedan hacerse rotar alrededor de su eje longitudinal y para transferir las fuerzas principalmente desde tres orígenes diferentes. Las palas 5 (y los propios cojinetes 9, por supuesto) están bajo la influencia constante de la fuerza de gravitación. El sentido de la fuerza gravitacional varía según la posición de la pala 5, que induce cargas diferentes sobre los cojinetes de paso 9. Cuando la pala está en movimiento, el cojinete 9 está también bajo la influencia de una fuerza centrífuga, que produce principalmente una fuerza de arrastre axial en el cojinete 9.
45 Finalmente, los cojinetes 9 están bajo la influencia de la carga eólica sobre las palas 5. Esta fuerza es, con diferencia, la mayor carga sobre los cojinetes 9 y produce un momento masivo, que los cojinetes 9 tienen que soportar.

La carga sobre y desde todos los cojinetes de paso 9 tiene que transferirse al buje 7 y, además, hacia el resto de la turbina eólica 1 y el cojinete de paso 9, al mismo tiempo, tiene que permitir que la pala 5 pueda inclinarse.

50 En este modo de realización, el rotor 4 comprende tres palas 5, pero, en otro modo de realización, el rotor 4 podría comprender una, dos, cuatro o más palas 5.

En este modo de realización, la turbina eólica 1 es una turbina eólica con paso regulado 1, pero, en otro modo de realización, la turbina eólica podría ser asimismo una turbina eólica con calado activo regulado 1, ya que tanto las turbinas eólicas con paso regulado 1 como las turbinas eólicas con calado activo regulado 1 comprenden un sistema de paso de palas hidráulicas 6 para hacer pasar las palas 5.

5 La Fig. 3 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola 3 de una turbina eólica 1 de la técnica anterior, vista de lado. Las góndolas 3 existen en una multitud de variaciones y configuraciones, pero, en la mayoría de los casos, la cadena de tracción en la góndola 3 comprende casi siempre uno o más de los componentes siguientes: una caja de engranajes 10, un acoplamiento (no mostrado), algún tipo de sistema de frenado 11 y un generador 12. Una góndola 3 de una turbina eólica 1 moderna puede incluir también un convertidor de frecuencia 13 y un equipo periférico adicional, tal como un equipo de gestión de energía, armarios eléctricos, sistemas hidráulicos, sistemas de refrigeración adicionales y más.

10 El peso de toda la góndola 3, que incluye los componentes de la góndola 10, 11, 12, 13, se soporta por una estructura de góndola 14. Los componentes 10, 11, 12, 13 se colocan usualmente en, y/o se conectan a, esta estructura común de góndola de soporte de carga 14. En este modo de realización simplificado, la estructura de góndola de soporte de carga 14 solo se extiende a lo largo de la parte inferior de la góndola 3, por ejemplo, en forma de un armazón de base al que están conectados algunos de, o todos, los componentes 10, 11, 12, 13. En otro modo de realización, la estructura de soporte de carga 14 podría comprender una campana de engranaje que, por un cojinete principal (no mostrado), podría transferir la carga del rotor 4 a la torre 2, o la estructura de soporte de carga 14 podría comprender varias partes interconectadas, tal como un enrejado.

15 En este modo de realización, el sistema de paso de palas hidráulicas 6 comprende, para cada pala 5, un controlador del paso de palas hidráulicas 8 que tiene medios para hacer rotar las palas 5 en forma de accionadores lineales hidráulicos 15 conectados, cada uno, al buje 7 y a una de las palas 5, respectivamente.

20 El conjunto de circuitos piloto 16 mostrado en las Figs. 4 y 5 está conectado a un conducto de presión 17 para el suministro de líquido hidráulico a presión al conjunto de circuitos 16, a un conducto de depósito 18 para la descarga de líquido hidráulico a una baja presión, habitualmente, a presión esencialmente atmosférica, y al conducto de presión piloto 19, por medio del cual se proporciona una presión piloto desde el conjunto de circuitos piloto 16 al sistema de puesta en bandera de emergencia para las palas 5, como se muestra en la Fig. 6.

25 El conjunto de circuitos piloto 16 comprende un primer circuito de control 20a, un segundo circuito de control 20b, una válvula selectora de 4/3 vías 21 para seleccionar uno de los circuitos de control 20a, 20b, o ambos, para proporcionar la presión piloto y dos disposiciones de control de flujo que comprenden, cada una, un orificio 22a, 22b y una válvula de retención 23 a, 23b. Cada uno de los circuitos de control 20a, 20b comprende dos válvulas: una válvula de 3/2 vías 24a, 24b y una válvula de 2/2 vías 25a, 25b. Una presión de control desde cada uno de los circuitos de control 20a 20b se suministra a los accionadores hidráulicos de la válvula selectora 21, a través de los conductos de presión de control 26a, 26b.

30 En este modo de realización, el selector 21 es una válvula de control direccional de 4/3 vías, pero, en otro modo de realización de la invención, la válvula de control direccional podría comprender un número diferente de puertos, tal como tres, cinco o más, y la válvula podría comprender un número diferente de posiciones finitas, tal como dos, cuatro o más, o el selector 21 podría ser de un tipo de válvula diferente, tal como una disposición de válvulas de activación/desactivación, una válvula de doble efecto u otra.

35 En el funcionamiento ordinario, los accionadores de solenoide de cada una de las válvulas 24a, 24b, 25a, 25b de los dos circuitos de control 20a, 20b se activan como se muestra en la Fig. 4, la presión hidráulica del conducto de presión 17 atraviesa la válvula de 3/2 vías 24a, 24b, pero es impedida por la válvula de 2/2 vías 25a, 25a de pasar hasta el conducto de depósito 18. El orificio 22a, 22b restringe el flujo de líquido a presión hasta el conducto de presión piloto 19. La válvula selectora 21 se coloca en su posición central cuando las presiones de control idénticas desde los dos circuitos de control 20a, 20b se equilibran entre sí, tal como los accionadores de resorte de sesgo de la válvula selectora 21. El líquido a presión desde los dos circuitos de control 20a, 20b, por los dos orificios 22a, 22b, se mezcla en la válvula selectora 21 y se lleva al conducto de presión piloto 19, donde controla el sistema de puesta en bandera de emergencia, como se describe a continuación con referencia a la Fig. 6. La alta presión piloto en el conducto de presión piloto 19 está controlando un funcionamiento normal de la turbina eólica, es decir, el sistema de puesta en bandera de emergencia solo se activa cuando la presión piloto desciende como se muestra en la Fig. 5.

40 El diagrama en la Fig. 5 muestra la situación donde se activa una parada de emergencia de la turbina eólica, tal como debido a una avería importante en la turbina eólica, a una desconexión repentina de la turbina eólica de la red principal o a un descenso repentino de la tensión de red principal. Las válvulas 24a, 24b, 25a, 25b de los dos circuitos de control 20a, 20b son desactivados y los accionadores de resorte sesgarán las válvulas hacia las posiciones según se muestra. Por lo tanto, la presión desde el conducto de presión 17 no pasará las válvulas de 3/2 vías 24a, 24b, y las válvulas de 2/2 vías 25a, 25b se abrirán al conducto de depósito 18. La presión presente en el conducto de presión piloto 19 se descargará por la válvula selectora 21 y por las válvulas de retención 23a, 23b, a través de las válvulas de 2/2 vías 25a, 25b, al conducto de depósito 18, y la presión piloto descenderá por lo tanto inmediatamente y causará que el sistema de puesta en bandera de emergencia se active y conduzca las palas 5

hacia la posición de puesta en bandera. La válvula selectora 21 permanecerá equilibrada, ya que la presión de control sobre ambos accionadores hidráulicos descenderá a la presión del depósito.

5 El conjunto de circuitos piloto 16 está diseñado con un principio de seguridad ante fallos, con el fin de obtener que el conjunto de circuitos 16 baje la presión piloto en caso de que se active una parada de emergencia y que pueda obtenerse una alta presión piloto en la situación de puesta en marcha, incluso en caso de una avería de una de las válvulas del circuito de control 24a, 24b, 25a 25b. Además, la avería de una de dichas válvulas durante el funcionamiento ordinario de la turbina eólica no debería forzar a la turbina a realizar una parada de emergencia. Por la presente, se obtiene una disponibilidad mejorada de la turbina eólica.

10 En caso de que se active una parada de emergencia durante el funcionamiento normal de la turbina eólica, puede producirse una avería de una de las válvulas de 3/2 vías 24a, 24b, de modo que la válvula permanezca en la posición activada, como se muestra en la Fig. 4. La válvula de 2/2 vías 25a, 25b correspondiente dirigirá, cuando se desactive, el flujo de líquido a presión desde el conducto de presión 17, y por la válvula averiada de 3/2 vías 24a, 24b, hasta el conducto del depósito 18. Por lo tanto, las válvulas de 2/2 vías 25a, 25b funcionan para garantizar que una avería de las válvulas de 3/2 vías 24a, 24b no impedirá que la activación de una parada de emergencia dé como resultado una puesta en bandera de las palas 5. Si una de las válvulas de 2/2 vías 25a, 25b se averiara y permaneciera en la posición activada, como se muestra en la Fig. 4, la válvula de 3/2 vías 24a, 24b correspondiente cerrará, cuando se desactive, la trayectoria de flujo desde el conducto de presión 17 y lo abrirá hasta el conducto del depósito 18, bajando por lo tanto la presión en el circuito de control 20a, 20b.

20 En la operación de reinicio después de un cierre programado, o de un cierre de emergencia, de la turbina eólica, puede producirse una avería en una de las válvulas del circuito de control 24a, 24b, 25a 25b. En caso de una avería de una de las válvulas de 3/2 vías 24a, 24b, de modo que la válvula permanezca en la posición desactivada como se muestra en la Fig. 5, no se permitirá que el líquido a presión del conducto de presión 17 pase la válvula defectuosa 24a, 24b. Como consecuencia, la presión de control desde ese circuito de control 20a, 20b, que se suministrará, a través del conducto de presión de control 26a, 26b correspondiente, a los accionadores hidráulicos de la válvula selectora 21, permanecerá baja mientras que la presión de control desde el otro circuito de control 20a, 20b se volverá alta cuando se activen las válvulas 24a, 24b, 25a, 25b de dicho circuito de control. Por lo tanto, los accionadores hidráulicos de la válvula selectora 21 cambiarán, debido a las diferentes presiones de control, de posición hacia un lado, de modo que únicamente el líquido a presión del circuito de control 20a, 20b, en pleno funcionamiento, se suministrará al conducto de presión piloto 19 y la turbina eólica 1 será capaz de realizar la operación de reinicio. Igualmente, en caso de que se averiara una de las válvulas de 2/2 vías 25a, 25b, esa válvula 25a, 25b permanecerá abierta al conducto del depósito 18 y la presión no se acumulará en ese circuito de control 20a, 20b, con el resultado correspondiente. Por lo tanto, la avería de una de las válvulas 24a, 24b, 25a, 25b de los circuitos de control 20a, 20b no impedirá que se reinicie la turbina eólica.

35 En caso de que se averiara una de las válvulas 24a, 24b, 25a, 25b de uno de los circuitos de control 20a, 20b durante el funcionamiento ordinario de la turbina eólica 1, la presión de control en el conducto de presión de control 26a, 26b de ese circuito de control 20a, 20b descenderá y la acción de los accionadores hidráulicos de la válvula de selección 21 garantizará que la válvula 21 cambie de posición hacia un lado, de modo que únicamente el líquido a presión del circuito de control 20a, 20b, en funcionamiento completo, se suministrará al conducto de presión piloto 19 y la turbina eólica 1 continuará el funcionamiento ordinario, sin verse afectada por la avería de una válvula 24a, 24b, 25a 25b.

40 En caso de una avería de uno de los circuitos de control 20a, 20b, la alta presión de control desde el circuito de control 20a, 20b, en funcionamiento completo, se conectará a la baja presión de control desde el circuito de control 20a, 20b averiado en la válvula de selección 21, donde se mezclan las dos. Esto podría crear eventualmente la misma presión en los conductos de presión de control 26a, 26b e impedir que la válvula selectora 21 cambie de posición correctamente. Por esa razón, se proporcionan los orificios 22a, 22b entre los conductos de presión de control 26a, 26b y la conexión de los circuitos de control 20a, 20b a la válvula selectora 21, de modo que un flujo de fluido a presión del circuito de control 20a, 20b, en funcionamiento completo, por la válvula selectora 21 y hacia el circuito de control 20a, 20b averiado, pasará por un orificio 22a, 22b antes de entrar en el conducto de presión de control 26a, 26b correspondiente, y por lo tanto encontrará un descenso de presión suficiente para garantizar una diferencia de presión entre los accionadores hidráulicos de la válvula selectora 21, que causará que la válvula selectora 21 cambie de posición correctamente.

55 La Fig. 6 es un diagrama de los componentes principales de un sistema de paso de palas hidráulicas para una única pala 5 de una turbina eólica 1 de acuerdo a un modo de realización de la presente invención, que comprende un accionador hidráulico lineal 15 con un pistón 27 dispuesto como desplazable dentro de un cilindro 28 que está dividido por el pistón 27 en una cámara de varilla de pistón 29 o cámara frontal (la cámara interna que comprende la varilla de pistón 30) del cilindro 28 y una cámara inferior 31, o cámara trasera (la cámara interna que no comprende la varilla de pistón 30). La varilla de pistón 30 está conectada (no mostrado) al buje 7 del rotor de turbina eólica 4 y el cilindro 28 está conectado (no mostrado) a la pala 5 para efectuar un desplazamiento angular de la pala 5 cuando el líquido bajo presión se aplica a la cámara de varilla de pistón 29 o a la cámara inferior 31.

El flujo de líquido a presión desde la bomba hidráulica 32 hasta el accionador hidráulico lineal 15 se controla por medio de una válvula hidráulica proporcional 34. La bomba hidráulica 32 puede disponerse para todo el sistema, para proporcionar líquido a presión a los sistemas de paso de palas hidráulicas para cada una de las palas 5, o las bombas pueden disponerse por separado para cada pala, como se muestra en la Fig. 6, así como para el sistema central.

La válvula hidráulica proporcional 34 tiene un puerto de presión P conectado a través del conducto de presión 17 a la bomba hidráulica 32 y un puerto de depósito T conectado a través del conducto del depósito 18 al depósito de baja presión 33. Un puerto de accionador A de la válvula 34 está conectado a la cámara inferior 31 del accionador lineal hidráulico 15, mientras que el otro puerto del accionador B está conectado a la cámara de varilla de pistón 29 del accionador hidráulico lineal 15.

La válvula hidráulica proporcional 34 es sesgada por resortes hacia una posición central neutral en la que los puertos están cerrados y no fluye ningún líquido por la válvula. La válvula hidráulica proporcional 34 puede desplazarse en un sentido por medio de solenoides o de un líquido piloto a presión controlado por separado, de modo que el puerto de presión P se abra gradualmente hacia el primer puerto de accionador A y el puerto del depósito T se abra gradualmente hacia el segundo puerto de accionador B, o la válvula 34 pueda desplazarse en el sentido opuesto, causando que el puerto de presión P se abra gradualmente hacia el segundo puerto de accionador B y que el puerto del depósito T se abra gradualmente hacia el primer puerto de accionador A. Por lo tanto, la operación de la válvula hidráulica proporcional 34 puede usarse para mover de forma selectiva el pistón 27 en uno u otro sentido con el fin de hacer pasar la pala con una velocidad de paso controlada y variable en un sentido o en el otro.

En el caso de que se inicie una operación de puesta en bandera de emergencia desde el circuito piloto 16, bajando la presión piloto en el conducto de presión piloto 19, el líquido hidráulico a presión desde un acumulador hidráulico 35 que, durante el funcionamiento ordinario de la turbina eólica 1, se carga con el líquido a presión del conducto de presión 17, se suministra al accionador lineal hidráulico 15 con el fin de controlar la puesta en bandera de la pala 5, independientemente de una posible falta de presión en el conducto de presión 17 cuando la bomba 32 pueda no estar funcionando. La bajada de la presión piloto en el conducto de presión piloto 19 cerrará la válvula del acumulador 36 y solo permitirá que el líquido deje el acumulador 35 por la válvula de retención del acumulador 37. La válvula de retención del suministro de emergencia 38, en funcionamiento normal, es cerrada por medio de la presión piloto y, durante la operación de puesta en bandera de emergencia, es abierta para el flujo de líquido desde el acumulador 35 hasta la cámara inferior 31 del cilindro 28. Igualmente, se abrirá la válvula de retención de drenaje de emergencia 39 para permitir que el líquido hidráulico en la cámara de varilla de pistón 29 del cilindro 28 drene directamente al depósito 33, evitando la válvula hidráulica proporcional 34. Por lo tanto, el líquido a presión en el acumulador hidráulico 35 cambiará la posición del pistón 27 y, mediante la varilla de pistón 30, hará girar la pala 5 hacia la posición de puesta en bandera.

Es evidente para el experto que el sistema mostrado en la Fig. 6 se muestra esquemáticamente y que sería posible un cierto número de variaciones en el sistema, por ejemplo, que incluyan medios para controlar la velocidad de flujo del líquido desde el acumulador 35 hasta la cámara inferior 31 del cilindro 28, con el fin de controlar la velocidad angular de la puesta en bandera de la pala.

El conjunto de circuitos piloto 16 mostrado en la Fig. 7 difiere del sistema mostrado en las Figs. 4 y 5, en cuanto a que la válvula de control direccional de 4/3 vías y las dos disposiciones de control de flujo que comprenden los orificios 22a, 22b y las válvulas de retención 23a, 23b han sido todas reemplazadas por dos válvulas de doble efecto 40a, 40b que actúan, cada una, como un selector 21.

En este modo de realización, el primer circuito de control 20a y el segundo circuito de control 20b están conectados ambos a las primeras válvulas de doble efecto 40a y a las segundas válvulas de doble efecto 40b que se acoplan en paralelo. El sistema comprende dos válvulas de doble efecto 40a, 40b por redundancia pero, en otro modo de realización de la invención, el sistema podría comprender solo una válvula de doble efecto, podría comprender tres válvulas de doble efecto o incluso más válvulas de doble efecto.

Para aumentar aún más la fiabilidad del sistema hidráulico, cada una de las dos válvulas de doble efecto 40a, 40b está conectada a su propio conducto de presión piloto independiente 19 pero, en otro modo de realización de la invención, las válvulas de doble efecto 40a, 40b podrían estar conectadas al mismo conducto de presión piloto 19.

Para aumentar aún más la fiabilidad del sistema hidráulico, cada uno de los dos circuitos de control 20a, 20b está dotado de un manómetro 41 para monitorizar la condición de cada circuito de control 20a, 20b, de modo que, si la presión en uno de los circuitos 20a, 20b se desvía mucho de la presión esperada, es probable que se haya producido un fallo. Pero, debido a la redundancia del sistema, la turbina eólica puede continuar de forma segura el funcionamiento con el circuito de control 20a, 20b restante hasta que pueda resolverse el problema que causa la lectura de presión inesperada.

Lista de números de referencia y símbolos

- | | | |
|----|------|---|
| | 1. | Turbina eólica |
| | 2. | Torre |
| | 3. | Góndola |
| 5 | 4. | Rotor |
| | 5. | Pala |
| | 6. | Sistema de paso de palas hidráulicas |
| | 7. | Buje |
| | 8. | Controlador del paso de palas hidráulicas |
| 10 | 9. | Cojinete de paso |
| | 10. | Caja de engranajes |
| | 11. | Freno |
| | 12. | Generador |
| | 13. | Transformador |
| 15 | 14. | Estructura de góndola |
| | 15. | Accionador hidráulico lineal para la primera pala |
| | 16. | Conjunto de circuitos piloto |
| | 17. | Conducto de presión |
| | 18. | Conducto del depósito |
| 20 | 19. | Conducto de presión piloto |
| | 20a. | Primer circuito de control |
| | 20b. | Segundo circuito de control |
| | 21. | Válvula selectora |
| | 22a. | Orificio de una primera disposición de control de flujo |
| 25 | 22b. | Orificio de una segunda disposición de control de flujo |
| | 23a. | Válvula de retención de una primera disposición de control de flujo |
| | 23b. | Válvula de retención de una segunda disposición de control de flujo |
| | 24a. | Válvula de 2/3 vías del primer circuito de control |
| | 24b. | Válvula de 2/3 vías del segundo circuito de control |
| 30 | 25a. | Válvula de 2/2 vías del primer circuito de control |
| | 25b. | Válvula de 2/2 vías del segundo circuito de control |
| | 26a. | Conducto de presión de control |
| | 26b. | Conducto de presión de control |
| | 27. | Pistón |
| 35 | 28. | Cilindro |
| | 29. | Cámara de varilla de pistón |
| | 30. | Varilla del pistón |

ES 2 584 965 T3

- 31. Cámara inferior
- 32. Bomba hidráulica
- 33. Depósito
- 34. Válvula hidráulica proporcional de 4/3 vías
- 5 35. Acumulador hidráulico
- 36. Válvula acumuladora
- 37. Válvula de retención acumuladora
- 38. Válvula de retención de suministro de emergencia
- 39. Válvula de retención de drenaje de emergencia
- 10 40a. Primera válvula de doble efecto
- 40b. Segunda válvula de doble efecto
- 41. Manómetro
- T Puerto del depósito de la válvula hidráulica proporcional
- P Puerto de presión de la válvula hidráulica proporcional
- 15 A Primer puerto del accionador de la válvula hidráulica proporcional
- B Segundo puerto del accionador de la válvula hidráulica proporcional
- P₁ Conexión del conducto de presión al sistema de paso de la primera pala
- P₂ Conexión del conducto de presión al sistema de paso de la segunda pala
- P₃ Conexión del conducto de presión al sistema de paso de la tercera pala
- 20 P_{p1} Conexión del conducto de presión piloto al sistema de paso de la primera pala
- P_{p2} Conexión del conducto de presión piloto al sistema de paso de la segunda pala
- P_{p3} Conexión del conducto de presión piloto al sistema de paso de la tercera pala

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una turbina eólica (1) que tiene un rotor (4) con al menos dos palas (5) y un sistema de paso de palas (6) para controlar el ángulo de paso de dichas palas (5), comprendiendo el sistema de paso de palas (6) al menos un accionador hidráulico (15) y un sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39) para un caso de una parada de emergencia, para hacer girar dichas palas (5) hacia una posición de puesta en bandera por medio del al menos un accionador hidráulico (15), comprendiendo además el sistema de paso de palas (6) un conjunto de circuitos piloto (16) para controlar la activación de dicho sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39) por medio de una presión piloto, caracterizada porque el conjunto de circuitos piloto (16) comprende al menos dos circuitos de control paralelos (20a, 20b) para proporcionar la presión piloto, y un selector (21) para conectar los al menos dos circuitos de control paralelos (20a, 20b) al sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39), impidiendo el selector (21), de forma selectiva, que la presión piloto se proporcione al sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39) en caso de avería de uno de dichos al menos dos circuitos de control paralelos (20a, 20b).
- 10
- 15 2. Una turbina eólica (1) de acuerdo a la reivindicación 1, en la que el selector (21) está adaptado para realizar una comparación de la presión piloto de los al menos dos conjuntos de circuitos de control paralelos (20a, 20b) y para desactivar un circuito de control (20a, 20b) que proporciona una presión piloto para activar el sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39), mientras que el al menos un circuito de control restante proporciona una presión piloto para no activar el sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39).
- 20 3. Una turbina eólica (1) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada uno de dichos conjuntos de circuitos de control (20a, 20b) comprende al menos dos válvulas (24a, 24b, 25a, 25b), y que está diseñada de modo que una avería de una válvula (24a, 24b, 25a, 25b) del circuito de control (20a, 20b) causará que el circuito de control (20a, 20b) proporcione una presión piloto para activar el sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39).
- 25 4. Una turbina eólica (1) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la presión piloto para activar el sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39) es menor que la presión piloto para no activar el sistema de puesta en bandera de emergencia (19, 35, 36, 37, 38, 39).
- 30 5. Una turbina eólica (1) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el selector (21) comprende una válvula selectora (21) equipada con al menos un accionador hidráulico controlado por las presiones piloto proporcionadas por dichos circuitos de control (20a, 20b).
- 35 6. Una turbina eólica (1) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el selector (21) es una o más válvulas de doble efecto (40a, 40b).
- 40 7. Una turbina eólica (1) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el selector (21) es dos o más válvulas de doble efecto (40a, 40b), y en la que se acoplan en paralelo dichas válvulas de doble efecto (40a, 40b).
8. Una turbina eólica (1) de acuerdo a la reivindicación 1, que comprende, para cada pala, un controlador de paso de palas hidráulicas (8) con al menos un accionador hidráulico (15) y un sistema de puesta en bandera de emergencia que comprende un acumulador hidráulico (35) adaptado para proporcionar un líquido hidráulico a presión para controlar el al menos un accionador hidráulico (15), para inclinar dicha pala (5) hacia una posición de puesta en bandera de emergencia.

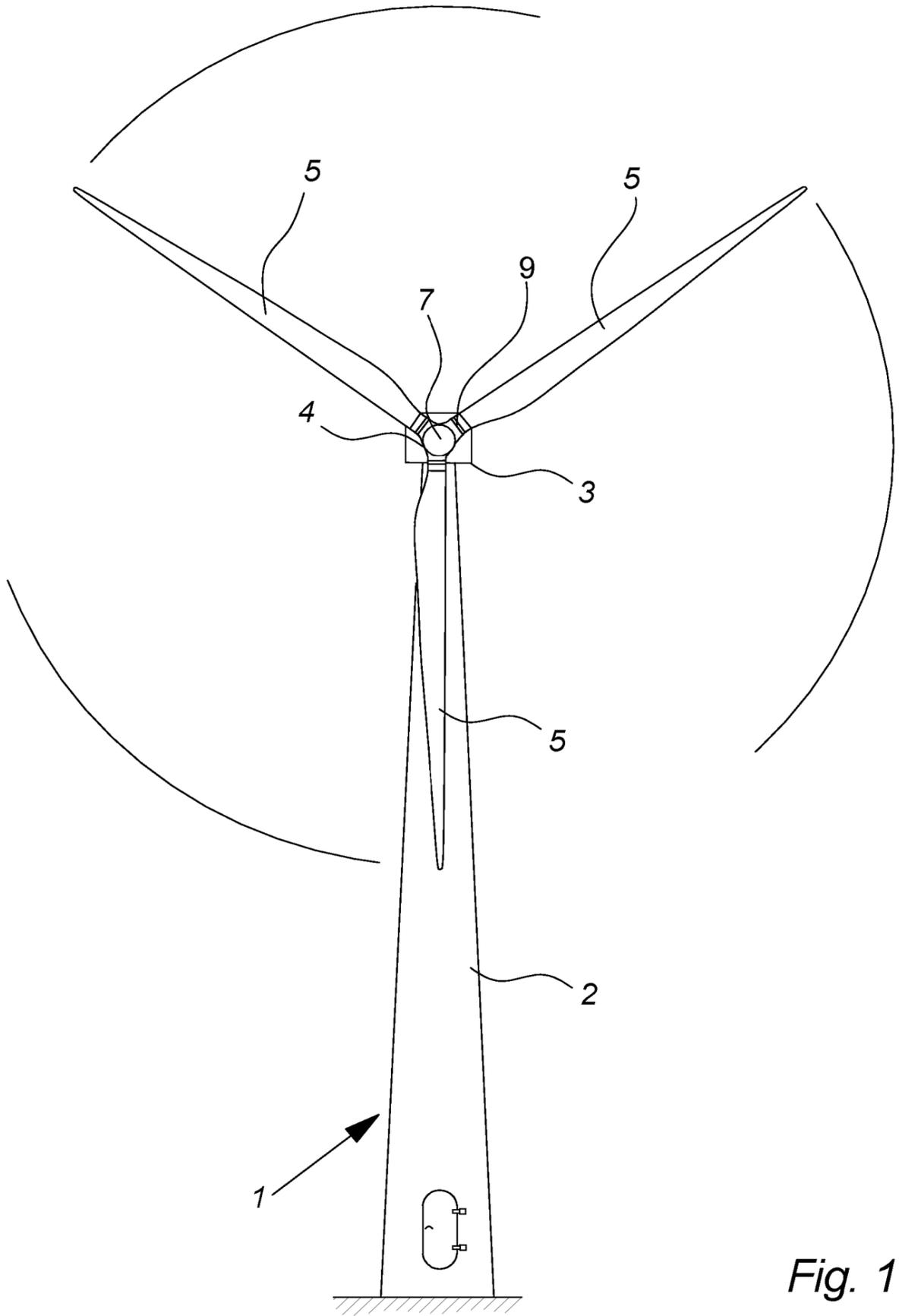


Fig. 1

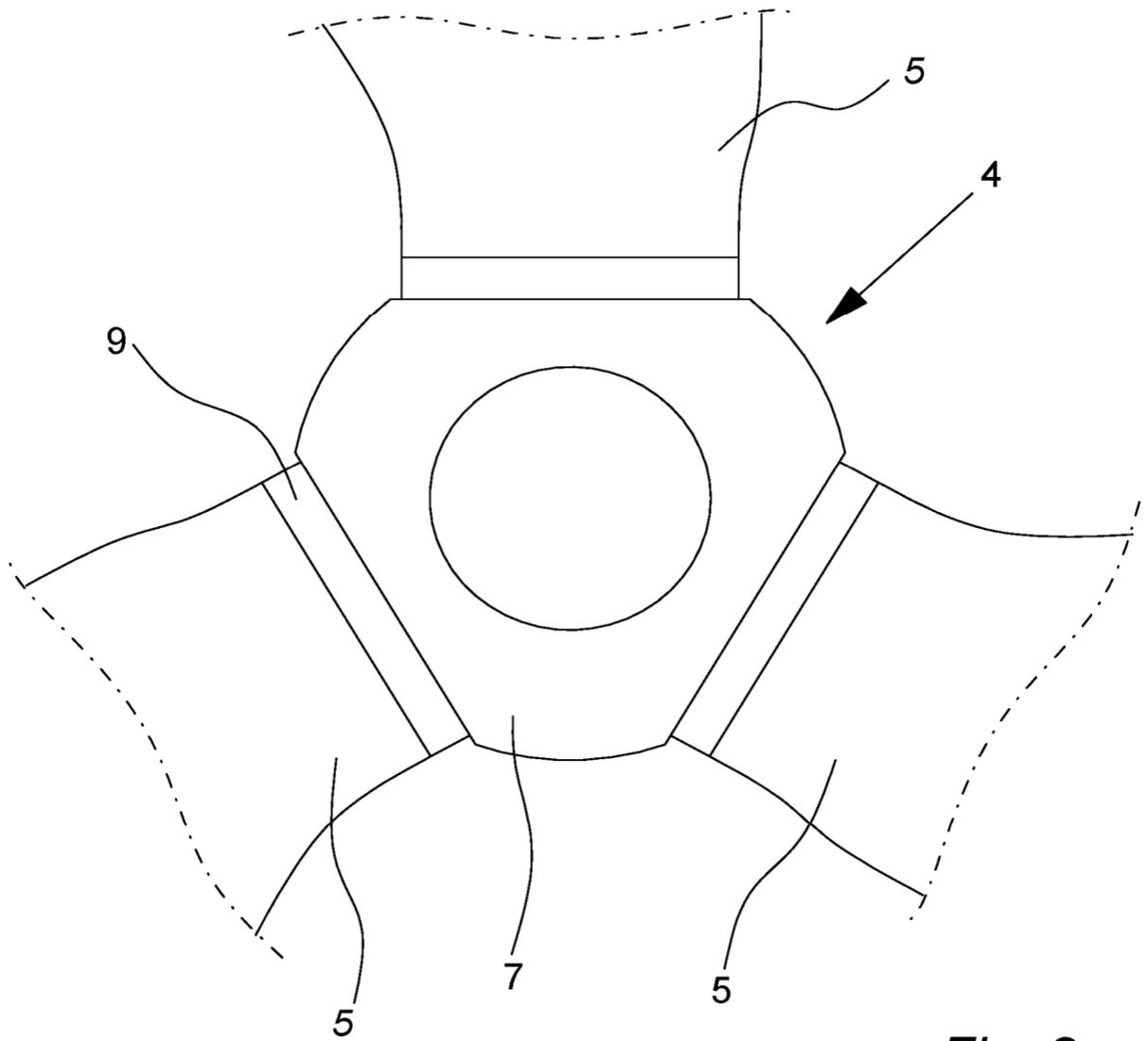


Fig. 2

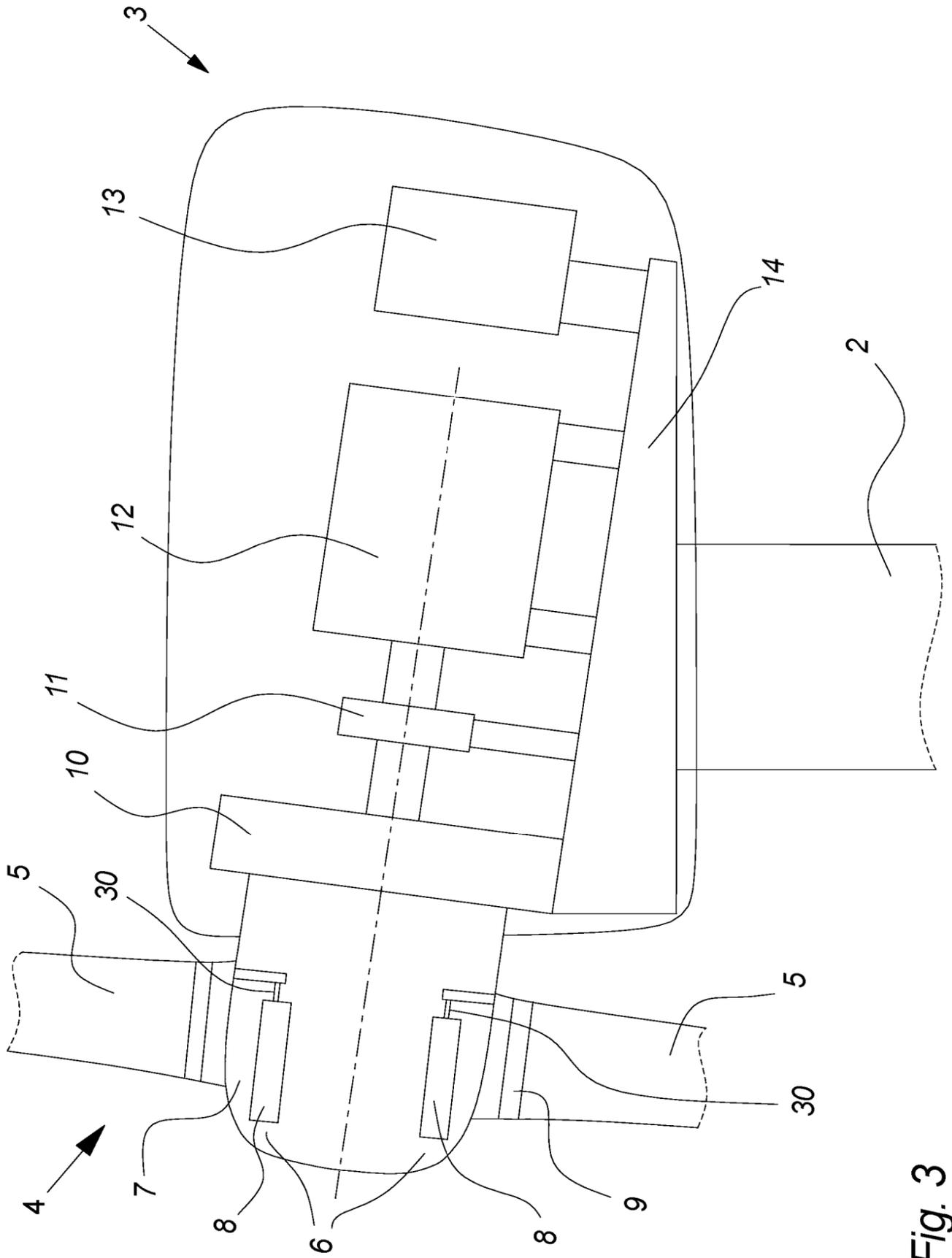


Fig. 3

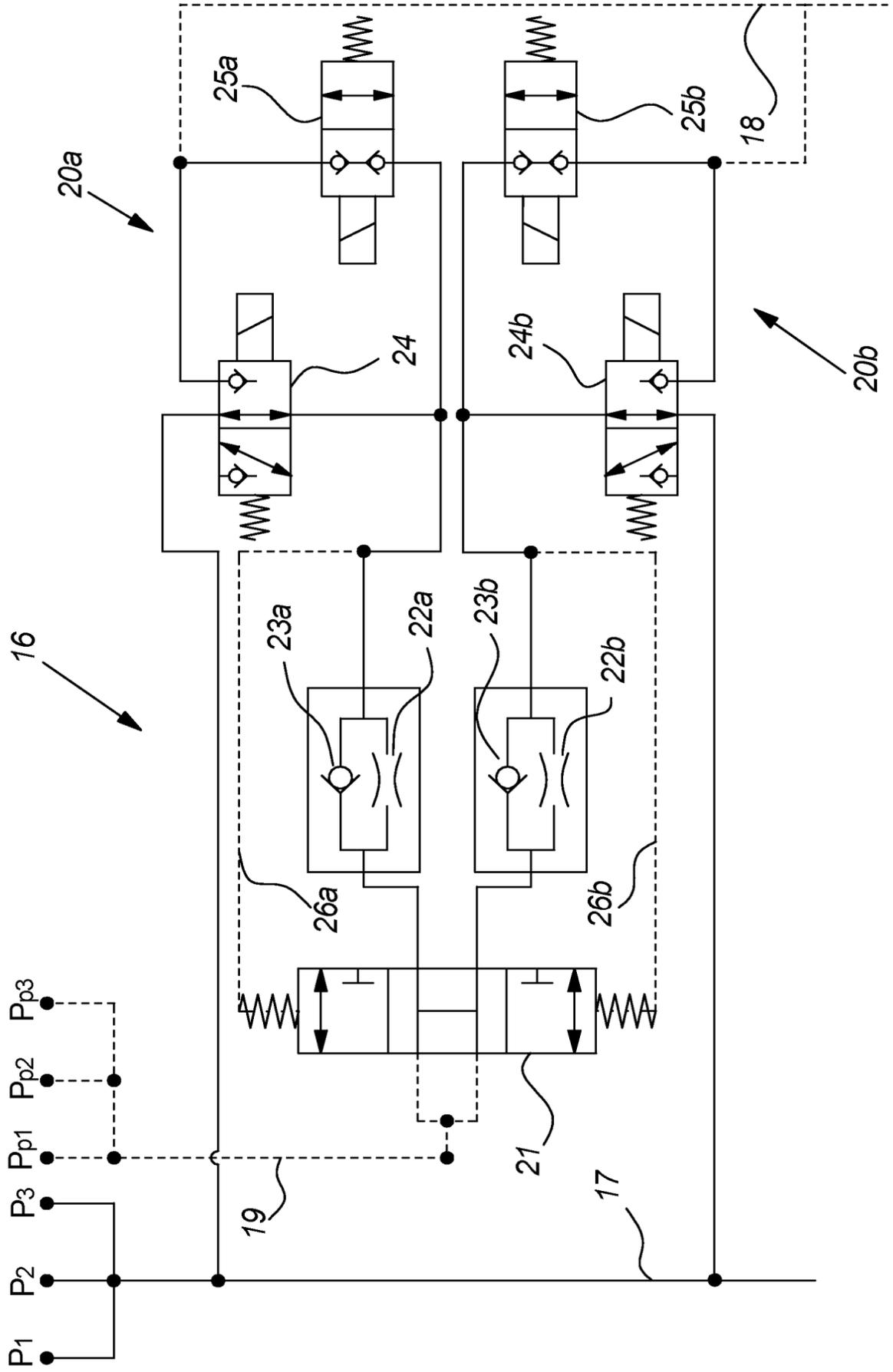


Fig. 4

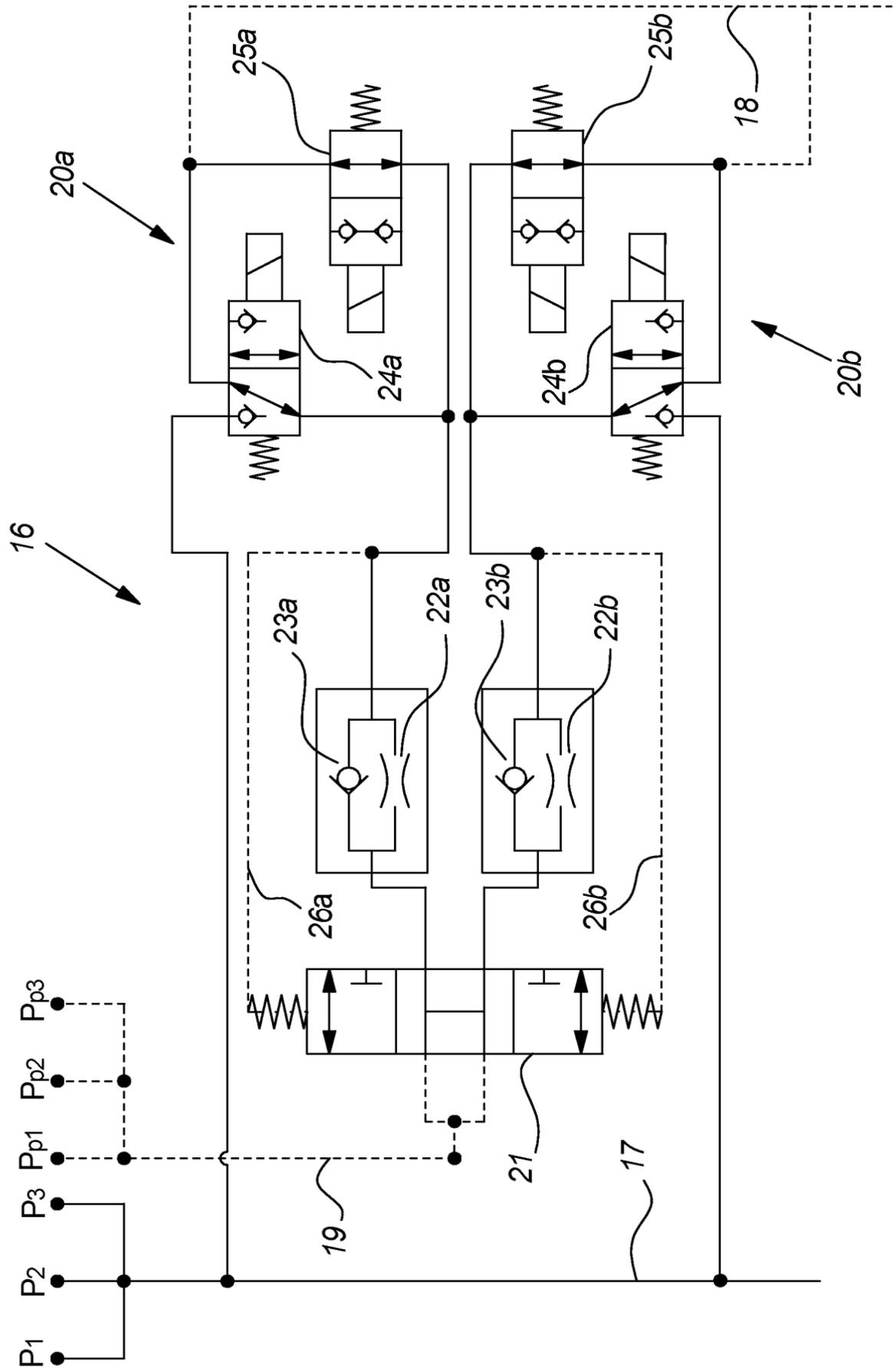


Fig. 5

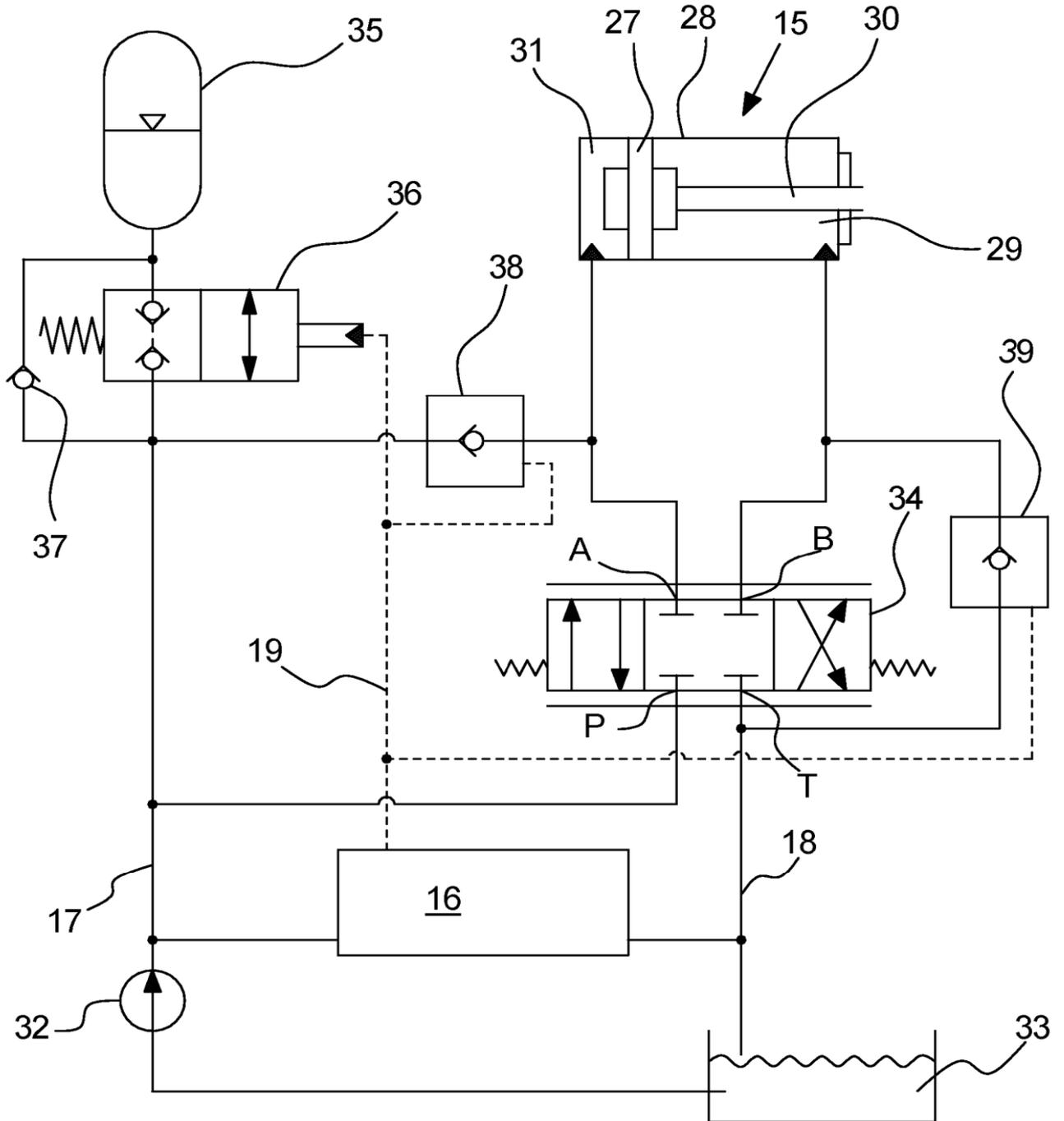


Fig. 6

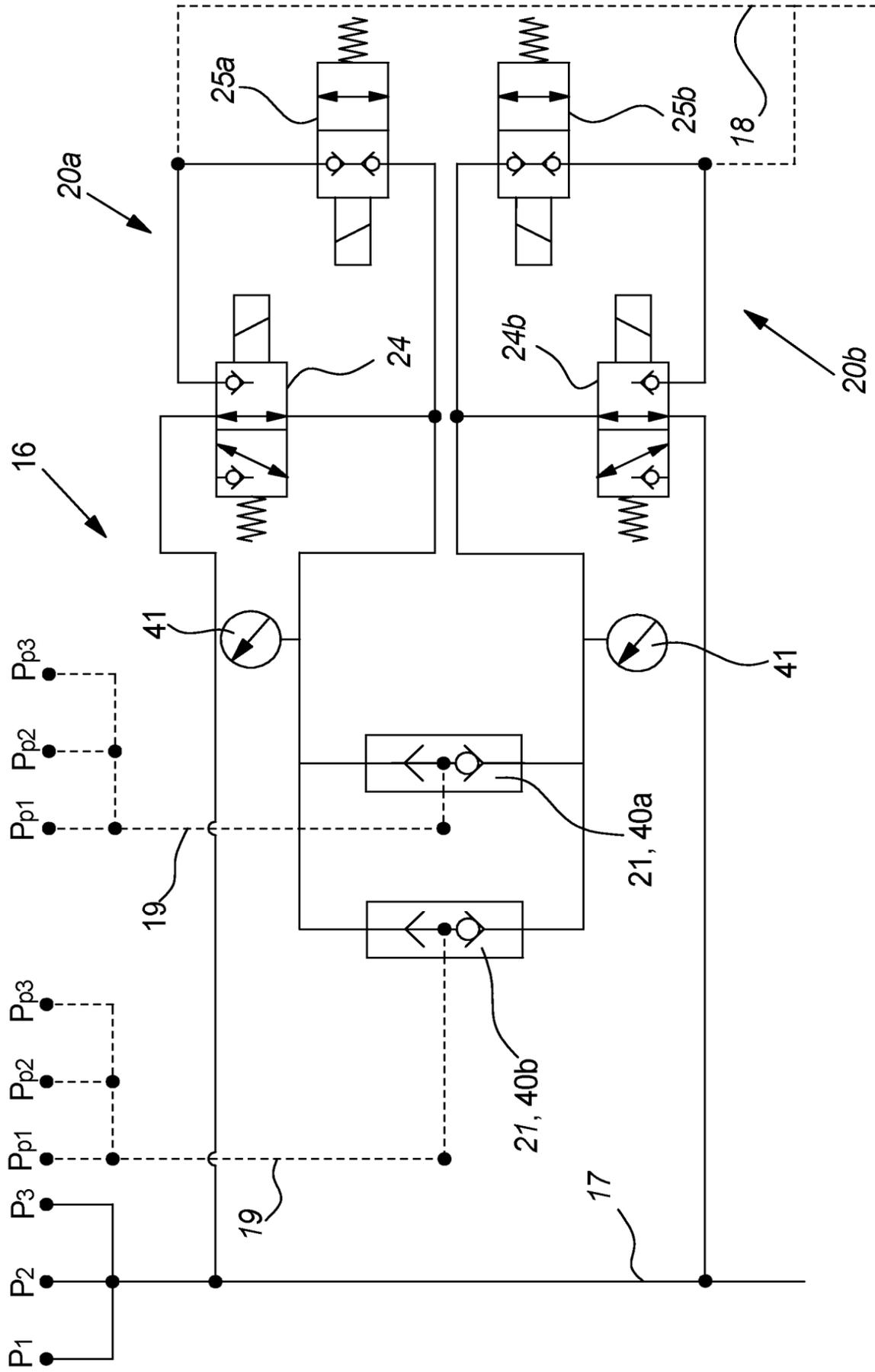


Fig. 7