

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 178**

51 Int. Cl.:

F03D 9/02 (2006.01)

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 11190483 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2015** **EP 2458203**

54 Título: **Turbina eólica con sistema de variación de paso de pala hidráulico**

30 Prioridad:

26.11.2010 DK 201070511
26.11.2010 US 417340 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2015

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 2 537 178 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

Turbina eólica con sistema de variación de paso de pala hidráulico

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una turbina eólica con un sistema de variación de paso de pala hidráulico.

5 Antecedentes de la invención

La mayoría de las turbinas eólicas conocidas en la técnica comprenden una torre de turbina eólica y una góndola de turbina eólica colocada encima de la torre. Un rotor de turbina eólica con tres palas de turbina eólica montadas sobre un buje está conectado a la góndola a través de un árbol de baja velocidad.

10 Además, la mayoría de las turbinas eólicas modernas controlan la carga sobre el rotor variando el paso de las palas para que oponga resistencia o no al viento que llega. Se varía el paso de las palas para optimizar la salida de potencia o para proteger la turbina eólica frente a sobrecargas perjudiciales.

15 Para realizar la variación de paso, cada pala está dotada de un sistema de variación de paso de pala que comprende un cojinete de variación de paso entre el buje y la pala, y algún tipo de motor o actuador para proporcionar la fuerza para variar el paso de la pala y mantenerla en una posición dada. Tales sistemas de variación de paso de pala comprenden muy a menudo accionamientos de pala hidráulicos.

Cuando una turbina eólica está parada, por ejemplo en caso de fallo, preferiblemente debe variarse el paso de cada una de las palas a su posición de bandera, es decir la posición en la que la pala está paralela al viento, con el fin de reducir la resistencia aerodinámica producida por las palas.

20 Sin embargo, en el caso de algunos tipos de fallo, la presión hidráulica de los accionamientos de pala podría reducirse o incluso perderse por completo y los sistemas de control también pueden tener un funcionamiento defectuoso. Por tanto, se conoce comúnmente usar algún tipo de sistema de puesta en bandera de emergencia, que desconecte el funcionamiento regular y varíe automáticamente el paso de las palas a sus posiciones de bandera, siempre que disminuya una presión piloto de los sistemas de variación de paso de pala hidráulicos. La variación del paso de las palas realizada por parte de tales sistemas de emergencia está producida normalmente por presiones hidráulicas, que se han acumulado en acumuladores hidráulicos durante el funcionamiento normal del sistema de variación de paso de pala.

30 El documento US 6 604 907 B1 muestra un sistema de ajuste de pala individual para turbinas eólicas que comprende dos unidades de accionamiento que están unidas a al menos un balancín móvil, en el que cada unidad de accionamiento produce una extensión lineal. Un cilindro de regulación ajusta una pala sólo en el intervalo angular necesario para la regulación de potencia o velocidad, mientras que un cilindro de desconexión mueve el cilindro de regulación por medio de un mecanismo de ajuste hasta la posición de regulación o desconexión. Unos sistemas de almacenamiento independientes están asociados con los cilindros de desconexión y regulación de manera que el suministro de presión de los cilindros de regulación y desconexión puede desconectarse por separado.

35 Los documentos GB 2 071 781 A y US 4 352 634 A muestran un sistema de control de paso de pala de turbina eólica que incluye actuadores hidráulicos a los que se suministra fluido hidráulico procedente de fuentes independientes de los mismos para un posicionamiento en bandera y un ajuste de paso de pala normal.

El documento WO 2008/006020 A muestra sistemas, métodos y aparatos convencionales para un controlador de turbina eólica muy conocido en la técnica.

40 Es un objeto de la presente invención mejorar sistemas de puesta en bandera de emergencia de sistemas de variación de paso hidráulicos conocidos en la técnica, especialmente con respecto al uso de acumuladores hidráulicos en tales sistemas.

Breve descripción de la invención

45 El objeto descrito anteriormente se soluciona mediante una turbina eólica según la reivindicación independiente 1. Las reivindicaciones dependientes adicionales 2 a 6 definen más realizaciones ventajosas de la turbina eólica según la reivindicación 1.

50 La presente invención se refiere a una turbina eólica que tiene un rotor con al menos dos palas y un sistema de variación de paso de pala para controlar el ángulo de paso de dichas palas, comprendiendo el sistema de variación de paso de pala para cada una de dichas palas un accionamiento de variación de paso de pala hidráulico que comprende uno o más actuadores hidráulicos y dos o más acumuladores hidráulicos que están dedicados exclusivamente a la provisión de presión hidráulica para el funcionamiento del accionamiento de variación de paso de pala hidráulico para esa pala. Usar múltiples acumuladores para cada pala proporciona una redundancia en el sistema para cada pala, lo que aumenta la seguridad del sistema ya que la redundancia reduce significativamente el riesgo de un funcionamiento defectuoso debido al funcionamiento defectuoso en otros sistemas en relación con

otras palas. Este caso se da particularmente cuando los acumuladores están acoplados en paralelo en cuando a que en esta configuración es posible aislar un acumulador con un funcionamiento defectuoso mientras aún funcionan los restantes.

5 Además, el uso de más de un acumulador para el sistema de variación de paso de pala de una pala hace posible usar acumuladores disponibles comercialmente de un tamaño más pequeño que encajan más fácilmente en el buje o la góndola y se sustituyen más fácilmente en caso de funcionamiento defectuoso. Ha de observarse que los acumuladores pueden usarse para proporcionar presión hidráulica para un funcionamiento de emergencia así como para un funcionamiento regular del accionamiento de variación de paso de pala.

10 En una realización de la invención, dichos acumuladores están sometidos a presión durante el funcionamiento normal del sistema de variación de paso de pala.

Usar la presión hidráulica en funcionamiento normal para someter a presión los acumuladores es un modo sencillo y fiable de asegurar que los acumuladores están listos para usarse, cuando sea necesario.

15 En una realización adicional de la invención, dichos acumuladores están conectados al/a los orificio(s) de presión (P) de una o más válvulas usadas para controlar el movimiento de dichos uno o más actuadores hidráulicos del sistema de variación de paso de pala durante el funcionamiento regular de la turbina eólica.

Conectar los acumuladores al/a los orificio(s) de presión de una o más válvulas usadas para el funcionamiento regular del sistema de variación de paso de pala permite usar los acumuladores de manera dinámica para dar soporte a la bomba, que suministra la presión al sistema hidráulico. Como resultado de ello, el sistema puede accionarse mediante una bomba más pequeña de lo necesario de otro modo.

20 En una realización de la invención, dichos acumuladores están dispuestos para proporcionar la presión hidráulica necesaria para un sistema de puesta en bandera de emergencia para una pala para girar la pala hasta su posición de bandera, estando conectados los acumuladores a dichos uno o más actuadores hidráulicos del sistema de variación de paso de pala a través de un conjunto separado de válvulas.

25 El uso de acumuladores dedicados a una pala específica reduce significativamente el riesgo de que un funcionamiento defectuoso en el sistema de variación de paso para una pala dada provoque un funcionamiento defectuoso en el sistema de variación de paso también para otra pala.

En una realización de la invención, cada uno de dichos acumuladores está conectado a dichos uno o más actuadores hidráulicos del sistema de variación de paso de pala a través de un conjunto separado de válvulas.

30 Usar un conjunto separado de válvulas para cada acumulador aumenta la redundancia del sistema, ya que se reduce la dependencia del funcionamiento apropiado de una válvula dada.

En una realización de la invención, dichos acumuladores están dispuestos en grupos de uno o más acumuladores, estando conectado cada grupo al sistema de variación de paso de pala y a una circuitería piloto del mismo a través de un conjunto común de válvulas.

35 Disponer los acumuladores en grupos conectados al resto del sistema a través de un conjunto común de válvulas reduce el número de componentes necesarios y, por tanto, es un modo más rentable de usar múltiples acumuladores.

40 En una realización de la invención, la turbina eólica comprende además uno o más acumuladores adicionales comunes a los sistemas de variación de paso hidráulicos de más de una pala de la turbina eólica, estando dispuestos dichos uno o más acumuladores adicionales para funcionar como reservas para los acumuladores dedicados para una o más de las palas en caso de fallo de los mismos.

Tener acumuladores de reserva adicionales aumenta la seguridad del sistema, haciendo posible el funcionamiento en bandera de emergencia y, en algunos casos, incluso el funcionamiento regular, incluso en caso de funcionamiento defectuoso de todos o la mayoría de acumuladores para una pala dada.

45 En una realización de la invención, dicho accionamiento de variación de paso de pala hidráulico comprende dos o más actuadores hidráulicos.

Usar múltiples acumuladores acoplados en paralelo para accionar múltiples cilindros de variación de paso hidráulicos resulta ventajoso en cuanto a que de ese modo es posible adaptar mejor la capacidad real a las necesidades reales y así reducir el desgaste y aumentar la vida útil de diversos componentes del sistema de variación de paso de pala.

50 En una realización de la invención, dichos dos o más actuadores hidráulicos están acoplados en paralelo.

Al acoplar también los cilindros de variación de paso de una pala dada en paralelo es posible también aislar un cilindro de variación de paso con un funcionamiento defectuoso y así usar la presión proporcionada por los dos o

más acumuladores hidráulicos de manera más eficiente. Además, al acoplar también los cilindros de variación de paso en paralelo es posible adaptar mejor la capacidad real a las necesidades reales y así reducir el desgaste y aumentar la vida útil de diversos componentes del sistema de variación de paso de pala.

Figuras

5 A continuación se describirán algunas realizaciones de la invención a modo de ejemplo con referencia a las figuras, de las cuales

la figura 1 ilustra una turbina eólica grande moderna tal como se conoce en la técnica, vista desde la parte frontal,

la figura 2 ilustra un rotor de turbina eólica tal como se conoce en la técnica, que comprende tres palas y visto desde la parte frontal,

10 la figura 3 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola de turbina eólica tal como se conoce en la técnica, vista desde el lateral,

la figura 4 es un diagrama de componentes principales de un sistema de variación de paso de pala hidráulico para una pala de turbina eólica tal como se conoce en la técnica,

15 la figura 5 es un diagrama de componentes principales de un sistema de variación de paso de pala hidráulico para una pala de turbina eólica según una primera realización de la invención, y

la figura 6 es un diagrama de componentes principales de un sistema de variación de paso de pala hidráulico para una pala de turbina eólica según una segunda realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

20 La figura 1 ilustra una turbina eólica 1 moderna tal como se conoce en la técnica 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 montadas sobre un buje 6, está conectado a la góndola 3 a través de un árbol de baja velocidad que se extiende hacia fuera de la parte frontal de la góndola 3.

Además, la figura indica que unos cojinetes de variación de paso 7 están montados cerca de las raíces de las palas 5.

25 La figura 2 ilustra un rotor de turbina eólica 4 tal como se conoce en la técnica que comprende un buje 6 y tres palas 5 tal como se observa desde la parte frontal.

30 Tal como se ilustra, los cojinetes de variación de paso 7 están dispuestos entre las palas 5 y el buje 6 para permitir girar las palas 5 alrededor de su eje longitudinal y transferir fuerzas principalmente desde tres fuentes diferentes. Las palas 5 (y los propios cojinetes 7, evidentemente) están bajo la influencia constante de la fuerza de la gravedad. El sentido de la fuerza gravitatoria varía dependiendo de las posiciones de las palas 5, induciendo diferentes cargas sobre los cojinetes de variación de paso 7. Cuando las palas están en movimiento, los cojinetes 7 están también bajo la influencia de una fuerza centrífuga, que principalmente produce una tracción axial en los cojinetes 7. Finalmente los cojinetes 7 están bajo la influencia de la carga eólica sobre las palas 5. Esta fuerza es, con diferencia, la mayor carga sobre los cojinetes 7 y produce un enorme momento, que tienen que soportar los cojinetes 7.

35 La carga sobre y procedente de todos los cojinetes de variación de paso 7 ha de transferirse al buje 6 y adicionalmente al resto de la turbina eólica 1, y cada cojinete de variación de paso 7 debe permitir, al mismo tiempo, que pueda variarse el paso de la pala 5.

40 En la realización mostrada, el rotor 4 comprende tres palas 5, pero en otras realizaciones el rotor 4 podría comprender dos, cuatro o más palas 5.

En la realización mostrada, la turbina eólica 1 es una turbina eólica regulada por paso 1, pero en otras realizaciones la turbina eólica podría ser también sólo una turbina eólica regulada por pérdida aerodinámica activa 1, puesto que tanto las turbinas eólicas reguladas por paso 1 como las turbinas eólicas reguladas por pérdida aerodinámica activa 1 comprenden un mecanismo de variación de paso para variar el paso de las palas 5.

45 La figura 3 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola 3 de una turbina eólica 1 de la técnica anterior vista desde el lateral. Existen góndolas 3 en una multitud de variaciones y configuraciones, pero en la mayoría de los casos el tren de accionamiento en la góndola 3 comprende uno o más de los siguientes componentes: una caja de engranajes 9, un acoplamiento (no mostrado), algún tipo de sistema de frenado 10 y un generador 11. Una góndola 3 de una turbina eólica 1 moderna también puede incluir un convertidor 12 (también denominado inversor) y equipos periféricos adicionales tales como equipos de manipulación de potencia adicionales, armarios de control, sistemas hidráulicos, sistemas de refrigeración y más.

5 El peso de toda la góndola 3 incluyendo los componentes de góndola 9, 10, 11, 12 lo porta una estructura de góndola 13. Los componentes 9, 10, 11, 12 están situados habitualmente sobre y/o conectados a esta estructura de góndola portadora de carga común 13. En la realización simplificada mostrada, la estructura de góndola portadora de carga 13 sólo se extiende a lo largo de la parte inferior de la góndola 3, por ejemplo en forma de una base para cama a la que están conectados algunos o todos los componentes 9, 10, 11, 12. En otras realizaciones, la estructura portadora de carga 13 podría comprender una campana de engranaje que podría transferir la carga del rotor 4 a la torre 2 a través de un cojinete principal (no mostrado), o la estructura portadora de carga 13 podría comprender varias partes interconectadas, tal como una celosía.

10 En la realización ilustrada, las palas 5 de la turbina eólica 1 están conectadas al buje 6 a través de cojinetes de variación de paso 7 permitiendo girar las palas 5 alrededor de su eje longitudinal. En esta realización, el accionamiento de variación de paso de pala 8 comprende medios para girar las palas 5 en forma de actuadores hidráulicos conectados al buje 6 y a las respectivas palas 5.

15 La figura 4 es un diagrama de componentes principales de un sistema de variación de paso de pala hidráulico para una pala de turbina eólica 5 tal como se conoce en la técnica, que comprende un actuador hidráulico lineal 16 con un pistón 22 dispuesto de manera que puede desplazarse dentro de un cilindro 23 que está dividido por el pistón 22 en una cámara de biela de pistón 24 o cámara frontal (la cámara interna que comprende la biela de pistón 25) del cilindro 23 y una cámara inferior 26 o cámara trasera (la cámara interna que no comprende la biela de pistón 25). La biela de pistón 25 está conectada (no se muestra) al buje 6 del rotor de turbina eólica 4, y el cilindro 23 está conectado (no se muestra) a la pala 5 para efectuar un desplazamiento angular de la pala 5 cuando el líquido a presión se aplica a la cámara de biela de pistón 24 o a la cámara inferior 26.

20 El flujo de líquido a presión procedente de la bomba hidráulica 14 hacia el actuador hidráulico lineal 16 se controla por medio de una válvula hidráulica proporcional 21. La bomba hidráulica 14 puede estar dispuesta para todo el sistema para proporcionar líquido a presión a los sistemas de variación de paso de pala hidráulicos para todas las palas 5, o puede estar dispuesta por separado para cada pala 5 tal como se muestra en la figura 4 así como para el sistema central.

25 La válvula hidráulica proporcional 21 tiene un orificio de presión P conectado por medio de la línea de presión 18 a la bomba hidráulica 14, y un orificio de depósito T conectado por medio de la línea de depósito 19 al depósito de baja presión 15. Un orificio de actuador A de la válvula 21 se conecta a la cámara inferior 26 del actuador lineal hidráulico 16, mientras que el otro orificio de actuador B está conectado a la cámara de biela de pistón 24 del actuador lineal hidráulico 16.

30 La válvula hidráulica proporcional 21 se desvía mediante resortes hacia una posición central neutra en la que los orificios están cerrados y no fluye líquido a través de la válvula. La válvula hidráulica proporcional 21 puede cambiar de posición en un sentido por medio de solenoides o un líquido piloto a presión controlado por separado de modo que el orificio de presión P se abre gradualmente hacia el primer orificio de actuador A y el orificio de depósito T se abre gradualmente hacia el segundo orificio de actuador B, o la válvula 21 puede cambiar de posición en sentido contrario provocando que el orificio de presión P se abra gradualmente hacia el segundo orificio de actuador B y el orificio de depósito T se abra gradualmente hacia el primer orificio de actuador A. Por tanto, el funcionamiento de la válvula hidráulica proporcional 21 puede usarse para mover de manera selectiva el pistón 22 en un sentido u otro para variar el paso de la pala 5 con una velocidad de variación de paso controlada y variable en un sentido o el otro.

35 40 En caso de que se inicie un funcionamiento en bandera de emergencia desde la circuitería piloto 17 disminuyendo la presión piloto en la línea de presión piloto 20, el líquido hidráulico a presión procedente de un acumulador hidráulico 27, que durante el funcionamiento regular de la turbina eólica 1 se carga con líquido a presión procedente de la línea de presión 18, se usa para accionar el pistón 22 del cilindro 23, girando por tanto la pala 5 hacia su posición de bandera. La disminución de la presión piloto en la línea de presión piloto 20 cerrará la válvula de acumulador 28 y sólo permitirá que el líquido abandone el acumulador 27 a través de la válvula de retención de acumulador 29. Tras un funcionamiento normal, la válvula de retención de suministro de emergencia 30 se cierra por medio de la presión piloto y, durante el funcionamiento en bandera de emergencia, se abre para que fluya líquido desde el acumulador 27 hasta la cámara inferior 26 del cilindro 23. Del mismo modo, la válvula de retención de descarga de emergencia 31 se abrirá para permitir que el líquido hidráulico en la cámara de biela de pistón 24 del cilindro 23 se descargue directamente al depósito 15 evitando la válvula hidráulica proporcional 21. Por tanto, el líquido a presión en el acumulador hidráulico 27 cambiará la posición del pistón 22 y, a través de la biela de pistón 25, girará la pala 5 hacia la posición de bandera.

45 50 55 Resulta evidente para un experto que el sistema sólo se muestra esquemáticamente en la figura 4 y que son posibles varias variaciones del sistema, que incluyen por ejemplo medios para controlar el caudal del líquido desde el acumulador 27 hasta la cámara inferior 26 del cilindro 23 con el fin de controlar la velocidad angular de la puesta en bandera de la pala.

La figura 5 es un diagrama de componentes principales de un sistema de variación de paso de pala hidráulico para una pala de turbina eólica 5 según una primera realización de la invención. En esta realización, se usan tres acumuladores 27a, 27b, 27c para el sistema de puesta en bandera de emergencia para una única pala 5. Cada uno

5 de los acumuladores 27a, 27b, 27c, que normalmente estarán ubicados físicamente en el buje, está conectado al sistema de variación de paso de pala y a la circuitería piloto 17 del mismo a través de una válvula de acumulador 28a, 28b, 28c y una válvula de retención de acumulador 29a, 29b, 29c. La función básica de cada acumulador 27a, 27b, 27c y la correspondiente válvula de acumulador 28a, 28b, 28c y válvula de retención de acumulador 29a, 29b, 29c durante un funcionamiento normal y durante un funcionamiento en bandera de emergencia es similar a la función de los componentes 27, 28, 29 similares en el sistema de variación de paso de pala mostrado en la figura 4.

10 En la figura 6 se muestra un diagrama de componentes principales de un sistema de variación de paso de pala hidráulico para una pala de turbina eólica 5 según una segunda realización de la invención en la que se usan una pluralidad de acumuladores 27a, 27b, 27c, 27d para el sistema de puesta en bandera de emergencia para una única pala 5. Esta figura ilustra cómo pueden disponerse los acumuladores 27a, 27b, 27c, 27d en grupos, compartiendo los acumuladores 27a-27b, 27c-27d en cada grupo una válvula de acumulador común 28a, 28b y una válvula de retención de acumulador común 29a, 29b. En la realización mostrada, el primer grupo incluye los acumuladores 27a y 27b junto con la válvula de acumulador 28a y la válvula de retención de acumulador 29a, mientras que el segundo grupo incluye los acumuladores 27c y 27d junto con la válvula de acumulador 28b y la válvula de retención de acumulador 29b. La función básica de cada grupo de componentes es similar a la función de los componentes 27, 28, 29 similares en el sistema de variación de paso de pala mostrado en la figura 4.

Lista de números de referencia

1. Turbina eólica
2. Torre
3. Góndola
- 5 4. Rotor
5. Pala
6. Buje
7. Cojinete de variación de paso
8. Accionamiento de variación de paso de pala
- 10 9. Caja de engranajes
10. Freno
11. Generador
12. Convertidor
13. Estructura de góndola
- 15 14. Bomba hidráulica
15. Depósito
16. Actuador hidráulico lineal para una pala de turbina eólica
17. Circuitería piloto
18. Línea de presión
- 20 19. Línea de depósito
20. Línea de presión piloto
21. Válvula hidráulica proporcional de 4/3 vías
22. Pistón
23. Cilindro
- 25 24. Cámara de biela de pistón
25. Biela de pistón
26. Cámara inferior
27. Acumulador hidráulico
- 27a. Primer acumulador hidráulico
- 30 27b. Segundo acumulador hidráulico
- 27c. Tercer acumulador hidráulico
- 27d. Cuarto acumulador hidráulico
28. Válvula de acumulador
- 28a. Primera válvula de acumulador
- 35 28b. Segunda válvula de acumulador
- 28c. Tercera válvula de acumulador
29. Válvula de retención de acumulador

29a. Primera válvula de retención de acumulador

29b. Segunda válvula de retención de acumulador

29c. Tercera válvula de retención de acumulador

30. Válvula de retención de suministro de emergencia

5 31. Válvula de retención de descarga de emergencia

P. Orificio de presión de válvula hidráulica proporcional

A. Primer orificio de actuador de válvula hidráulica proporcional

B. Segundo orificio de actuador de válvula hidráulica proporcional

T. Orificio de depósito de válvula hidráulica proporcional

10

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica (1) que tiene un rotor (4) con al menos dos palas (5), un sistema de variación de paso de pala para controlar el ángulo de paso de dichas palas durante un funcionamiento normal y un sistema de puesta en bandera de emergencia configurado para desconectar el funcionamiento normal y variar automáticamente el paso de dichas palas (5) a sus posiciones de bandera durante un funcionamiento en bandera de emergencia,

5

comprendiendo el sistema de variación de paso de pala para cada una de dichas palas un accionamiento de variación de paso de pala hidráulico (8) que comprende uno o más actuadores hidráulicos (16) y una bomba hidráulica (14) para proporcionar líquido a presión a dichos actuadores hidráulicos (16) durante un funcionamiento normal,

10

comprendiendo el sistema de puesta en bandera de emergencia una circuitería piloto (17) para iniciar el funcionamiento en bandera de emergencia y dos o más acumuladores hidráulicos (27a, 27b, 27c, 27d) que están dedicados exclusivamente a la provisión de presión hidráulica para el funcionamiento del accionamiento de variación de paso de pala hidráulico (8) para llevar dichas palas (5) a sus posiciones de bandera durante el funcionamiento en bandera de emergencia,

15

en la que dichos acumuladores hidráulicos (27a, 27b, 27c, 27d) están dispuestos en grupos de uno o más acumuladores (27a, 27b, 27c, 27d),

caracterizada por que

20

cada grupo está conectado al sistema de variación de paso de pala y a la circuitería piloto (17) del mismo a través de un conjunto común de válvulas (28a, 29a; 28b, 29b), permitiendo cada conjunto común de válvulas someter a presión el respectivo grupo conectado durante el funcionamiento normal del sistema de variación de paso de pala por la bomba hidráulica (14) y permitiendo que el líquido abandone el respectivo grupo conectado durante el funcionamiento en bandera de emergencia.
2. Turbina eólica según la reivindicación 1, en la que dichos dos o más acumuladores hidráulicos están acoplados en paralelo.

25
3. Turbina eólica según la reivindicación 1 ó 2, en la que dichos acumuladores están conectados al/a los orificio(s) de presión (P) de una o más válvulas (21) usadas para controlar el movimiento de dichos uno o más actuadores hidráulicos (16) del sistema de variación de paso de pala durante el funcionamiento regular de la turbina eólica.

30
4. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos acumuladores están dispuestos para proporcionar la presión hidráulica necesaria para que un sistema de puesta en bandera de emergencia para una pala gire la pala hasta su posición de bandera, estando conectados los acumuladores a dichos uno o más actuadores hidráulicos (16) del sistema de variación de paso de pala a través de un conjunto separado de válvulas.

35
5. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además uno o más acumuladores adicionales comunes a los sistemas de variación de paso hidráulicos de más de una pala de la turbina eólica, estando dispuestos dichos uno o más acumuladores adicionales para funcionar como reservas para los acumuladores dedicados para una o más de las palas en caso de fallo de los mismos.

40
6. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos dos o más actuadores hidráulicos (16) están acoplados en paralelo.

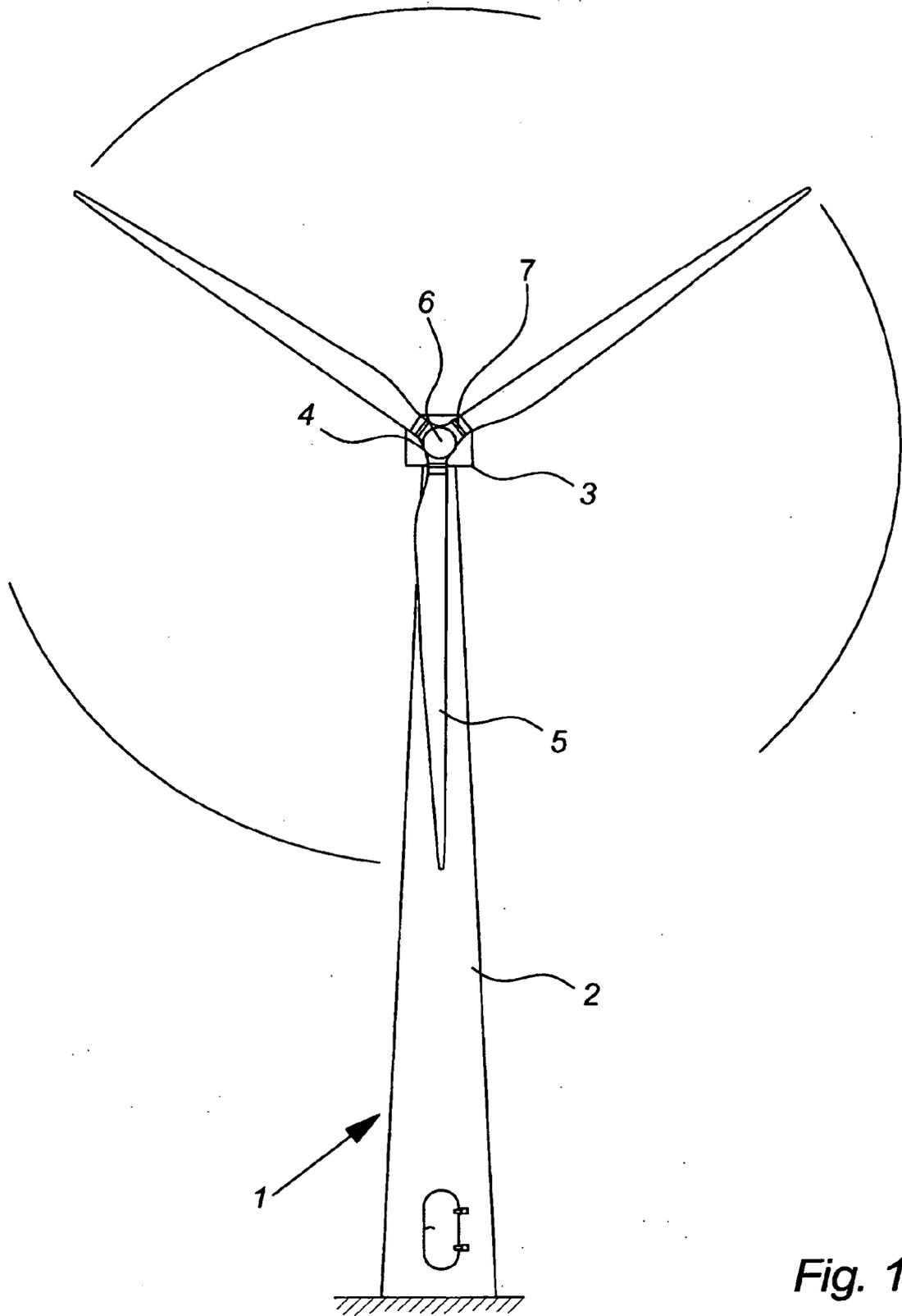


Fig. 1

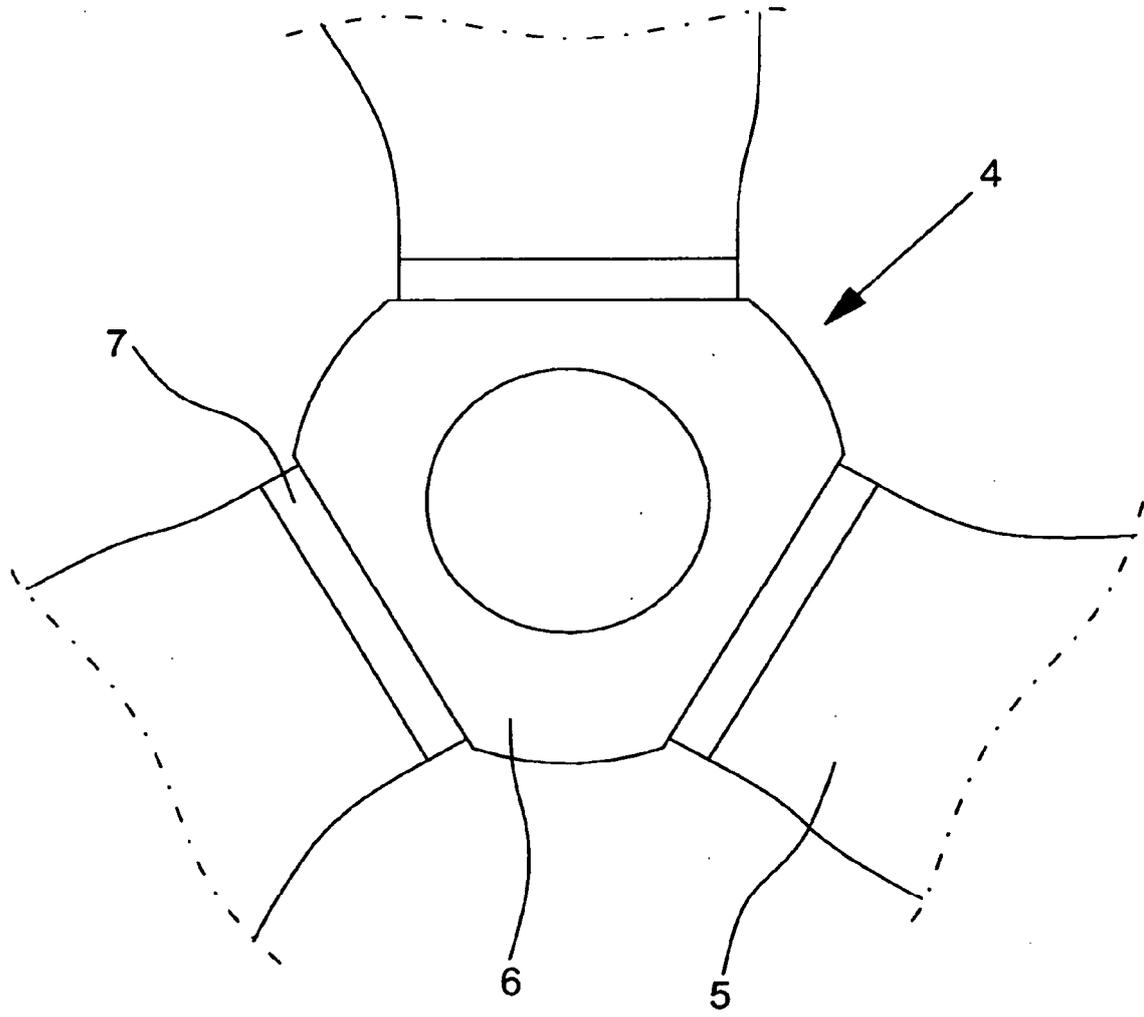


Fig. 2

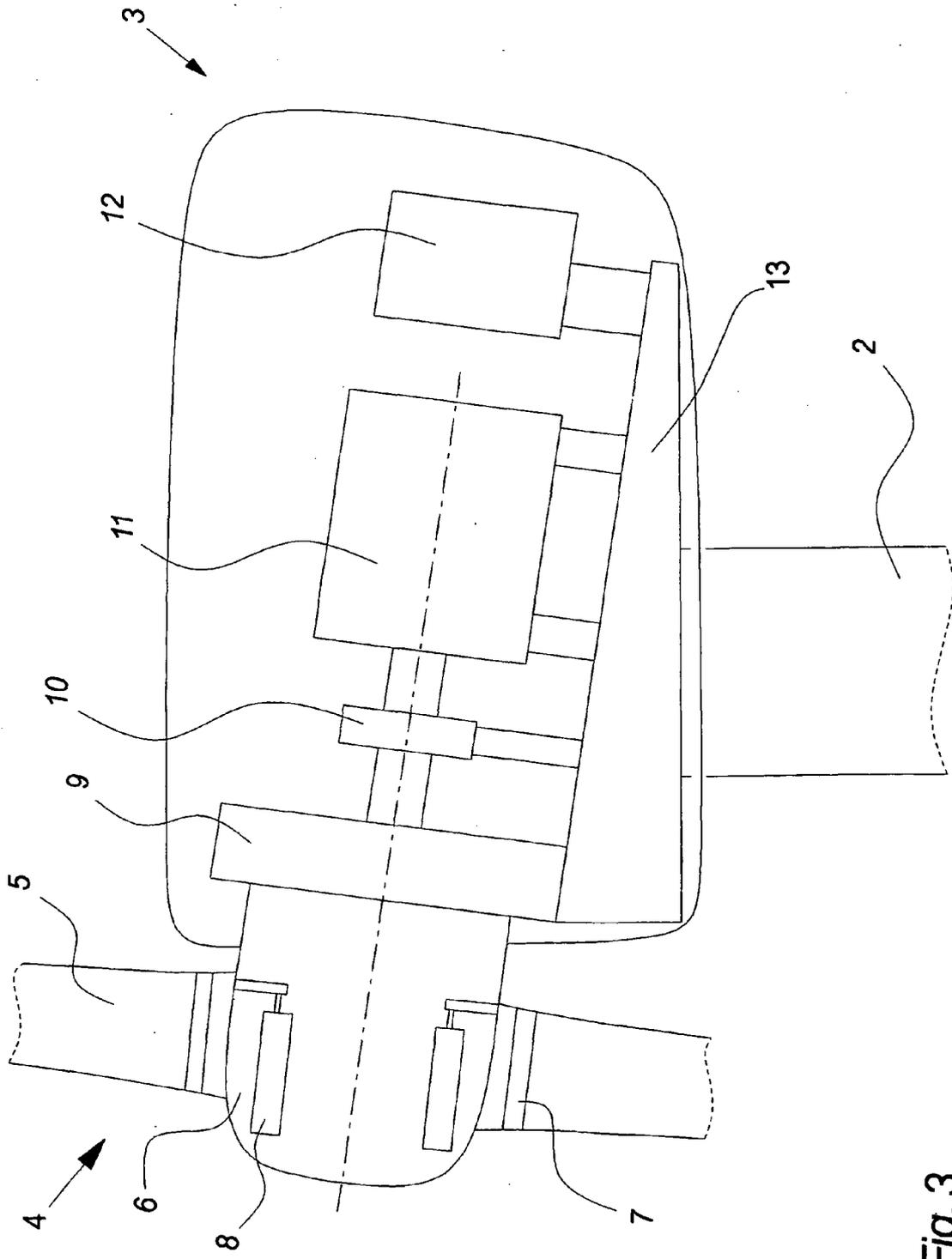


Fig. 3

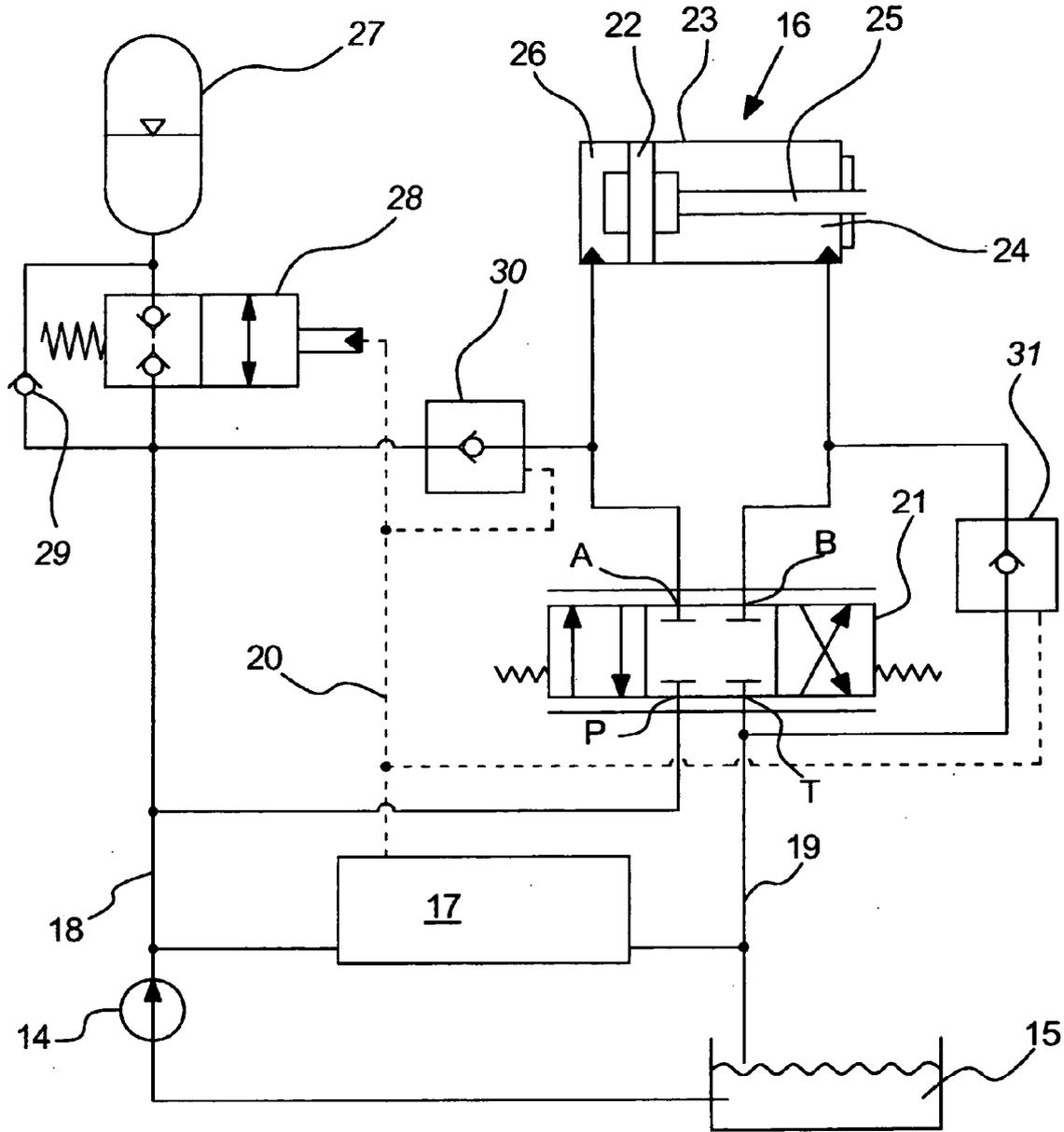


Fig. 4

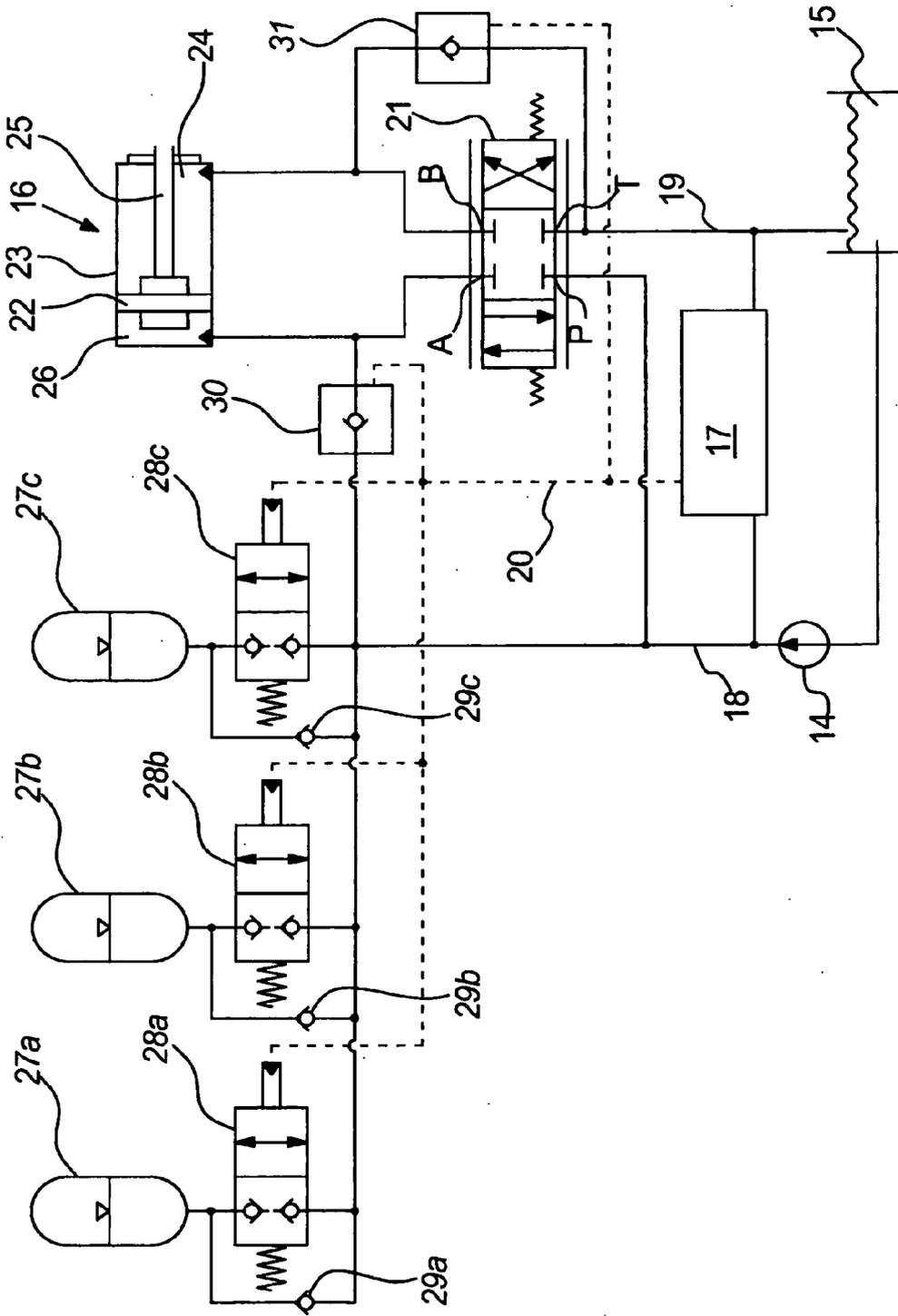


Fig. 5

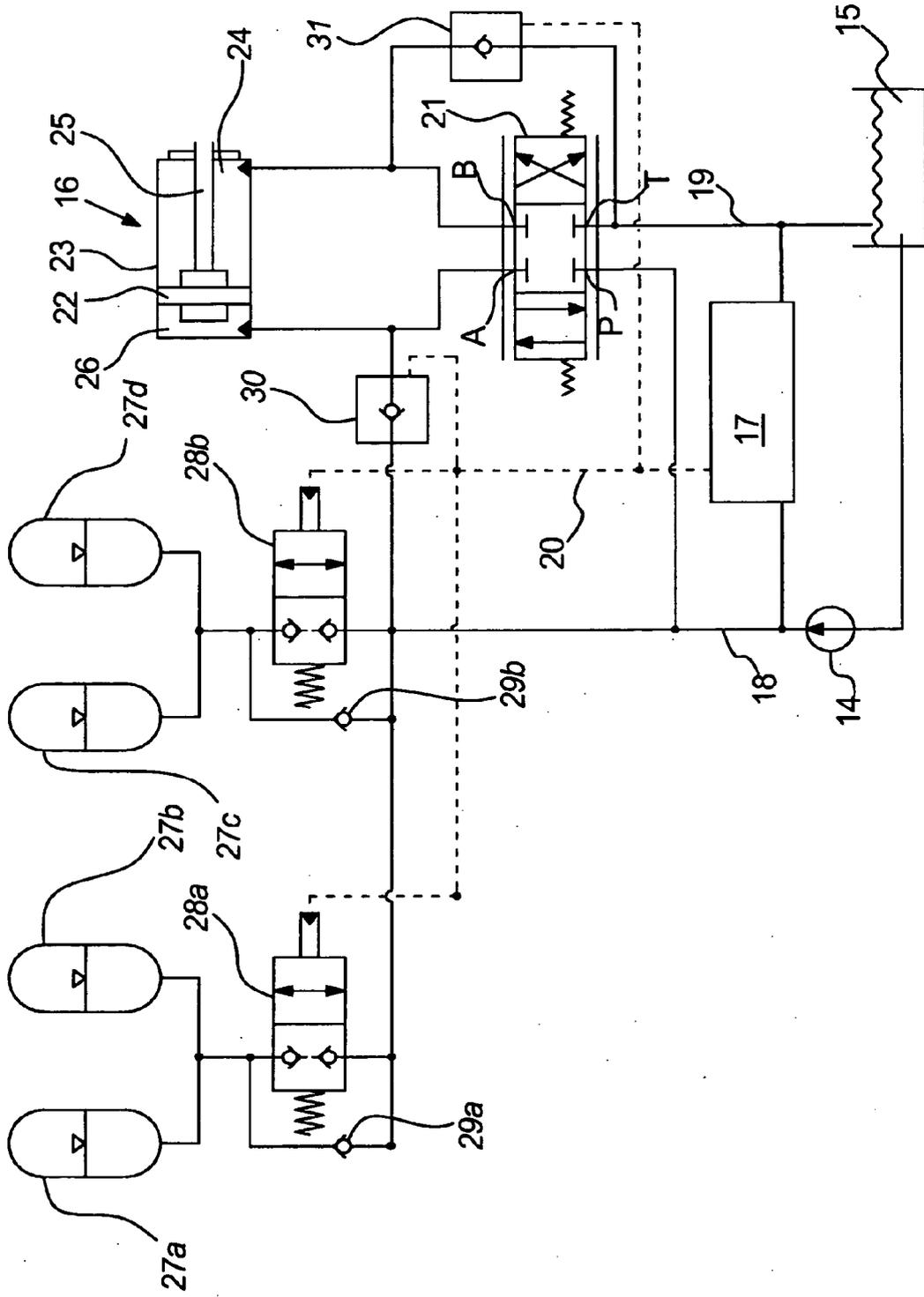


Fig. 6