

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 406**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/00** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2012 PCT/DK2012/050435**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2013 WO13079071**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2012 E 12794855 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2786015**

54 Título: **Un sistema hidráulico de paso para una turbina eólica**

30 Prioridad:

**30.11.2011 DK 201170661**  
**30.11.2011 US 201161564876 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.04.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NIELSEN, JAKOB HVIID;**  
**NIELSEN, SØREN KJÆR;**  
**MØLGAARD JEPPESEN, OLE y**  
**NEUBAUER, JESPER LYKKEGAARD**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 663 406 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

Un sistema hidráulico de paso para una turbina eólica

### 5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema hidráulico de paso para el cambio de paso por medio de un fluido hidráulico de una pala de una turbina eólica que tenga un buje, que comprende:

- 10       - al menos un cilindro hidráulico para el ajuste de un ángulo de paso de la pala, comprendiendo el cilindro hidráulico un pistón de paso móvil en el cilindro hidráulico, y con un primer orificio y un segundo orificio dispuestos en cada lado del pistón de paso, y  
- un acumulador conectado hidráulicamente al cilindro.

- 15       La presente invención se refiere también a una turbina eólica así como a un método para la activación del sistema de seguridad del paso.

### **Antecedentes de la técnica**

- 20       En una turbina eólica, se usa un sistema hidráulico de paso para controlar el ángulo de paso de las palas del rotor para optimizar la producción de energía eólica y para asegurar que las palas del rotor no se someten a cargas demasiado grandes cuando soplan fuertes vientos. Un ejemplo de una turbina eólica de ese tipo se muestra en el documento EP 0 266 715 A2.

- 25       Dado que las acciones de cambio de paso requieren la actividad de los cilindros de paso, existe un riesgo potencial en situaciones en las que se sitúan personas dentro del buje, por ejemplo durante la instalación de las palas o mantenimiento del sistema de paso.

- 30       Si las palas no están totalmente extendidas y el sistema de control normal se activa, puede dañarse potencialmente al personal o, en circunstancias graves, aplastarlos entre los cilindros móviles del paso y la pared del buje fija.

De este modo, existe una necesidad de proporcionar un sistema que proteja al técnico de servicio y a otros en el buje de la turbina eólica frente a situaciones accidentales y peligrosas.

### 35 **Sumario de la invención**

Es un objeto de la presente invención superar total o parcialmente las desventajas e inconvenientes anteriores de la técnica anterior. De manera más específica, es un objeto proporcionar un sistema hidráulico de paso con un sistema de seguridad del paso.

- 40       Los objetos anteriores, junto con numerosos otros objetos, ventajas, y características, que serán evidentes a partir de la descripción que sigue, se llevan a cabo mediante una solución de acuerdo con la presente invención por un sistema hidráulico de paso para el cambio de paso de la pala por medio de un fluido hidráulico de una turbina eólica que tenga un buje, que comprende:

- 45       - al menos un cilindro hidráulico para el ajuste de un ángulo de paso de la pala, comprendiendo el cilindro hidráulico un pistón de paso móvil en el cilindro hidráulico, y con un primer orificio y un segundo orificio dispuestos en cada lado del pistón de paso, y  
- un acumulador hidráulicamente conectado al cilindro,

- 50       que comprende adicionalmente un sistema de seguridad del paso adaptado para mantener la pala en un ángulo predeterminado de paso cuando entra una persona en el buje de la turbina eólica para servicio y/o mantenimiento, comprendiendo el sistema de seguridad del paso una primera válvula que con su activación libera una presión en el sistema hidráulico de paso mediante el drenaje del acumulador para fluido hidráulico hasta que la presión haya alcanzado un nivel de presión predeterminado.

- 55       De ese modo se evita que la energía acumulada en el acumulador se libere accidentalmente cuando un operador está presente en el buje y cerca del sistema de paso. De este modo, se obtiene un sistema seguro y fiable de seguridad del paso lo que elimina los riesgos potenciales de la energía acumulada en el acumulador. Por consiguiente, el sistema de seguridad del paso se establece para drenar el acumulador para el fluido hidráulico, de modo que, como se ha descrito anteriormente, el acumulador esté sin la presión, es decir energía, para cambiar accidentalmente el paso de las palas cuando el operador está en el buje.

- 60       Además, puede disponerse la primera válvula, tal como una válvula de aguja, una válvula solenoide, una válvula piloto o una válvula de bola para el drenaje del acumulador para fluido hidráulico, y/o el cierre de la entrada al acumulador.

Además, puede disponerse una pluralidad de primeras válvulas adaptadas para ayudar al drenaje del (de los) acumulador(es) para fluido hidráulico.

5 Más aún, el drenaje del acumulador puede realizarse automáticamente mediante la activación de la primera válvula a través de un panel de activación, estando situado el panel de activación a una distancia de la primera válvula. De ese modo se consigue que el operador no necesite estar en el interior del buje antes de que se active el sistema de seguridad del paso, por lo que se reduce el riesgo de daños al personal debidos a cambio de paso accidental de las palas. Ventajosamente, el panel de activación puede disponerse fuera del buje, por ejemplo en la góndola.

10 Asimismo, el drenaje del acumulador puede realizarse por un operador presente en el buje activando manualmente la primera válvula.

Además, el sistema de seguridad del paso puede comprender una segunda válvula, tal como una válvula de bola o una válvula de corte, estando adaptada la segunda válvula para cerrarse manualmente.

15 Además, la segunda válvula puede ser alcanzable solamente desde el interior del buje o puede disponerse en el interior del buje alcanzable desde el exterior del buje.

Más aún, la segunda válvula puede cerrarse automáticamente.

20 Además, el primer y segundo orificios del cilindro de paso pueden bloquearse por la activación del sistema de seguridad del paso. De ese modo se asegura que se bloquee el pistón en el cilindro de paso de modo que la pala también se bloquee, haciendo que la pala sea incapaz de cambiar el paso antes de que uno de los orificios ya no esté bloqueado. Además, tiene la ventaja de que la gravedad y las fuerzas del viento no harán que las palas cambien su paso accidentalmente.

Además, el bloqueo del primer y segundo orificios puede realizarse automáticamente mediante la activación del sistema de seguridad del paso.

30 Más aún, el ángulo de paso predeterminado puede estar en una circunstancia en la que la pala está en su posición de estabilidad, aproximadamente  $\pm 90$  grados. En estas circunstancias, las palas intentan minimizar su ángulo de ataque mediante el giro de las palas para estar paralelas al flujo de aire, lo que minimiza la resistencia/empuje de la pala. En la posición a 90 grados de la pala, un borde de ataque de la pala está mirando al flujo de aire, y en la posición a -90 grados de la pala, un borde de salida de la pala está mirando al flujo de aire.

35 Asimismo, el nivel de presión predeterminado puede ser una presión de precarga de gas del acumulador o por debajo de la presión de precarga del gas. De ese modo se asegura que el acumulador no tiene energía acumulada.

40 Más aún, el nivel de presión predeterminado puede estar un 10 % por debajo de la presión de precarga del gas del acumulador, preferentemente un 50 % por debajo de la presión de precarga del gas del acumulador, más preferentemente un 70 % por debajo de la presión de precarga del gas del acumulador.

45 Además, puede disponerse una unidad de bomba en conexión con el sistema de paso, estando adaptada dicha unidad de bomba para ser activada por el operador presente en el buje, de modo que pueda cambiarse el ángulo de paso de la pala si es necesario durante el servicio y mantenimiento. Por lo tanto, el operador tiene la posibilidad de activar parcialmente el sistema de paso. Preferentemente, el sistema está en un modo a prueba de fallos, significando que si el operador no realiza una operación intencionada, no sería posible cambiar el paso de las palas, dado que esto se realiza en el modo seguro.

50 Además, puede disponerse un panel de servicio en una entrada al buje de modo que el operador pueda activar el sistema de seguridad del paso antes de la entrada al interior del buje. El panel de activación y el panel de servicio pueden incorporarse en el mismo panel.

55 Más aún, puede disponerse una pluralidad de paradas de emergencia para el sistema de paso dentro del buje y de un casquete parabólico con una distancia mutua entre ellos de modo que sean alcanzables por el operador independientemente de donde esté en el buje o en el casquete parabólico. Esto proporciona seguridad adicional para las personas presentes en el buje, dado que son capaces de detener todos los sistemas móviles presentes en el buje por medio de paradas de emergencia.

60 Además, el sistema de seguridad del paso puede comprender un dispositivo de bloqueo mecánico que está adaptado para insertarse en conexión con la pala, bloqueando de ese modo mecánicamente la pala en una posición predeterminada. Esto proporciona seguridad adicional para las personas que trabajan en el buje, especialmente durante el servicio y mantenimiento del sistema de paso.

65 Además, un controlador de turbina eólica puede conectarse al sistema de paso, estando basado el controlador de turbina eólica para ayudar en el control del sistema de paso.

Asimismo, al menos puede disponerse un cilindro hidráulico y un acumulador en conexión con una pala. Además, pueden disponerse uno o más cilindros hidráulicos en conexión con la pala específica, y/o uno o más acumuladores pueden conectarse también con la pala específica.

5 Además, el sistema de seguridad del paso puede comprender indicaciones visuales, para indicar si es seguro para un operador entrar en el buje o en el casquete parabólico. Además, las indicaciones visuales pueden ser luces. Las luces pueden tener diferentes colores, pueden parpadear o similar para indicar situaciones específicas para el operador antes de que entre en el buje.

10 Además, el sistema de paso puede comprender un sistema de enclavamiento, que se conecta a la presión del acumulador y un dispositivo de bloqueo, que se dispone para bloquear la entrada al buje.

Más aún, el sistema de seguridad del paso puede comprender una unidad de control, estando adaptada la unidad de control para el control de que el sistema hidráulico de paso, y de ese modo la turbina eólica, esté en su modo de servicio.

15 La presente invención también se refiere a una turbina eólica que comprende el sistema hidráulico de paso tal como se ha mencionado anteriormente.

20 Además, la presente invención se refiere a un método para la activación de un sistema de seguridad del paso en un sistema de paso hidráulico que comprenda cualquiera de las características anteriormente mencionadas, que comprende las etapas de

- 25
- activar el sistema de seguridad del paso de modo que las palas estén posicionadas en sus posiciones de estabilidad,
  - drenar el fluido hidráulico desde un acumulador hasta que una presión hidráulica alcance un nivel predeterminado,
  - entrar en el buje.

30 De ese modo se evita que la energía acumulada en el acumulador se libere accidentalmente cuando un operador está presente en el buje y cerca del sistema de paso. De este modo, se obtiene un método para activar un sistema de seguridad del paso lo que elimina los riesgos potenciales de la energía acumulada en el acumulador. Por consiguiente, mediante el drenaje del acumulador para fluido hidráulico de modo que el acumulador esté sin presión, es decir energía, se reduce el riesgo de que las palas cambien su paso accidentalmente cuando el operador está en el buje.

35 Además, el drenaje del fluido hidráulico se realiza automáticamente mediante la activación del sistema de seguridad del paso.

40 Más aún, puede cerrarse una segunda válvula tanto automática como manualmente.

Preferentemente, se detiene la turbina eólica y se aplica un bloqueo del rotor antes de que se active el sistema de seguridad del paso.

45 La presente invención se refiere también a un método para el bloqueo de una pala de una turbina eólica en un ángulo de paso predeterminado, comprendiendo el método las etapas de

- 50
- aplicar el sistema de seguridad del paso del sistema hidráulico de paso que comprende cualquiera de las características mencionadas anteriormente para situar la pala en el ángulo de paso predeterminado,
  - insertar un dispositivo de bloqueo mecánico en conexión con la pala para bloquear mecánicamente y asegurar la pala en el ángulo de paso predeterminado.

### Breve descripción de los dibujos

55 La invención y sus muchas ventajas se describirán con mayor detalle a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que para la finalidad de ilustración muestran algunas realizaciones no limitativas y en los que

60 la Fig. 1 muestra una turbina eólica que comprende un sistema hidráulico de paso de acuerdo con la presente invención,

la Fig. 2 muestra un buje de turbina eólica en el que se ha instalado el sistema hidráulico de paso,

la Fig. 3 muestra un diagrama esquemático de un sistema hidráulico de paso, y

65

la Fig. 4 muestra otra realización de un sistema hidráulico de paso.

Todas las figuras son altamente esquemáticas y no necesariamente a escala, y muestran solamente partes que son necesarias para clarificar la invención, omitiéndose otras partes o meramente sugiriéndose.

**Descripción detallada de la invención**

5 En la Fig. 1, una turbina eólica 3 que tiene una torre 10, una góndola 11, un buje/casquete parabólico 8 y palas del rotor 2 se montan en el buje. Además, la turbina eólica 3 comprende un sistema hidráulico de paso (no mostrado) para el ajuste del ángulo de paso de las palas 2 en respuesta a la velocidad del viento y a la dirección del viento reales para asegurar que se cambia el paso de las palas para proporcionar el empuje óptimo y de ese modo una eficiencia más elevada de la turbina eólica 3 y que no le sucede ningún daño a la turbina eólica 3 debido a fuertes velocidades del viento sobre las palas. La turbina eólica 3 tiene también un sistema de control 9 dispuesto en la góndola 11 para el control de la operación de la turbina eólica.

15 En la Fig. 2, el sistema hidráulico de paso 1 se muestra montado en el buje 8, pero las palas del rotor aún no han sido montadas sobre el buje 8. Para cada pala del rotor el sistema hidráulico de paso 1 comprende un cilindro hidráulico 15 para el ajuste de un ángulo de paso de la pala, comprendiendo el cilindro hidráulico un pistón de paso (no mostrado) móvil en el cilindro hidráulico 15, y una primera entrada y una segunda entrada (no mostradas) dispuestas en cada lado del pistón de paso, y un acumulador 16 hidráulicamente conectado al cilindro 15. El cilindro 15 ajusta el ángulo de paso de la pala del rotor en respuesta a las mediciones del viento realizadas en otra parte de la turbina eólica 3, y el acumulador 16 absorbe pulsaciones en el sistema hidráulico 1 y se usa como energía de reserva.

25 La abertura 17 mostrada en la Fig. 2 es para que la pala se monte en el buje 8. Desde el buje 8 tiene tres aberturas para el montaje de tres palas en el buje. El buje 8 está conectado en un primer extremo 18 rotativamente con la góndola (no mostrada), en cuyo extremo 18 se proporciona una entrada dentro del buje 8 desde la góndola. La entrada dentro del buje 8 puede ser posible también a través de una escotilla (no mostrada) dispuesta en un casquete parabólico (no mostrado) que rodea el buje 8.

30 En la Fig. 3, se muestra un diagrama esquemático de una realización del sistema hidráulico de paso 1. La turbina eólica está equipada con un sistema hidráulico de paso 1 para cada pala, todos localizados en el buje 8.

Cada sistema hidráulico de paso 1 comprende un cilindro hidráulico 15 fijado al buje 8 y a la raíz de la pala (no mostrada) con la barra del pistón 18 a través de un árbol de brazo de par de torsión. Se instalan válvulas que facilitan la operación del cilindro de paso 15. Cada bloque de paso se conecta a un acumulador 19. Pueden conectarse acumuladores extra (no mostrados) a la línea de presión.

35 Cada sistema de paso 1 es capaz de cambiar el paso de la pala correspondiente a cualquier posición en el intervalo desde por ejemplo -90° a 90°. Durante la operación de producción normal, los sistemas de paso 1 trabajan como sistemas individuales, ajustando a un ángulo de referencia de paso individual. En un modo de servicio es posible operar en los sistemas de paso individualmente.

45 Durante la operación normal de la turbina eólica, las válvulas de corte 33 están en posición abierta y las válvulas solenoide 25 en cada bloque de paso y se energizan, presurizando de ese modo el sistema. Se presuriza la válvula proporcional 21.

50 Cuando la válvula proporcional 21 se conmuta a "conexión cruzada" P-B y A-T, el fluido hidráulico se envía a través de P-B al segundo orificio B del cilindro 15. El pistón se retrae. El fluido hidráulico desde el primer orificio A del cilindro 15 se devuelve al tanque (no mostrado) a través de la válvula accionada por piloto 22 y la válvula proporcional 21 a través del orificio A a T.

55 Cuando la válvula proporcional 21 se conmuta a "conexión recta" P-A, se envía fluido hidráulico a través de P-A a través de la válvula operada por piloto 22 al primer orificio A del cilindro 15. El pistón 18 se extiende, equivalente al cambio de paso de la pala en la dirección de 90°. El fluido hidráulico desde el segundo orificio B del cilindro 15 se devuelve a la línea del tanque a través de la conexión que consiste en la válvula de corte 44 y el orificio B-T de la válvula proporcional 21.

El acumulador 19 sobre cada sistema de paso 1 se presuriza durante cada proceso de paso.

60 Durante una parada y/o una parada de emergencia de la turbina eólica, las válvulas de corte están en posición abierta y las válvulas solenoide 25 en cada bloque de paso y la presión piloto se desactivan, y el fluido hidráulico se conduce desde el acumulador de paso 19 a través de la válvula de corte, del orificio 26 y de las válvulas operadas por piloto 27 al primer orificio A del cilindro 15. El fluido hidráulico desde el segundo orificio B es drenado a la línea del tanque a través de la válvula operada por piloto 20. Se cambia el paso de las palas a una posición extrema mecánica de 90° o -90° sin influencia de la válvula proporcional 21 en absoluto.

65 La válvula operada por piloto 27 solo permite que el fluido hidráulico fluya al interior del cilindro de paso 15. Las

fuerzas de cambio de paso procedentes del viento no serán capaces de devolver el fluido hidráulico desde el primer extremo del orificio A del cilindro 15 al acumulador 19 y por ello el paso de las palas contra la posición de marcha.

5 Se controla una velocidad de estabilidad de emergencia por la válvula de control de flujo, y se realiza una estabilización de emergencia, independientemente de la velocidad del viento.

10 Cuando se ha de realizar un servicio y/o mantenimiento en el buje 8, el acumulador 19 es drenado a través de una primera válvula 32, en esta realización las válvulas de aguja 32, y las válvulas de corte deben fijarse en su posición cerrada. De ese modo se evita que la energía acumulada en el acumulador se libere accidentalmente cuando un operador está presente en el buje y cerca del sistema de paso. De este modo, se obtiene un sistema seguro y fiable de seguridad del paso que elimina los riesgos potenciales de la energía acumulada en el acumulador. Por consiguiente, el sistema de seguridad del paso se fija para drenar el acumulador para el fluido hidráulico de modo que, como se ha descrito anteriormente, el acumulador esté sin la presión, es decir energía, para cambiar el paso accidentalmente de las palas cuando el operador está en el buje. Además, las válvulas solenoide 25 en cada bloque de paso (válvulas de paso de emergencia) se activan, presurizando de ese modo el sistema piloto. Se presuriza la 15 válvula proporcional 21. El cilindro de paso 15 seleccionado puede controlarse a través de un panel de activación (no mostrado).

20 A través del panel de activación, puede conmutarse la válvula proporcional 21 a "conexión cruzada" P-B y A-T. Como en la operación normal de la turbina eólica tal como se ha descrito anteriormente, el fluido hidráulico se conduce a través de P-B al segundo orificio B del cilindro 15. El pistón 18 se retrae, equivalente al cambio de paso de la pala en la dirección de  $-5^\circ$ . El fluido hidráulico desde el primer orificio A del cilindro 15 se devuelve al tanque a través de la válvula accionada por piloto 22 y la válvula proporcional 21 a través del orificio A a T.

25 A través del panel de activación, la válvula proporcional 21 puede conmutarse a "conexión recta" P-A, se envía fluido hidráulico a través de P-A a través de la válvula operada por piloto 22 al primer orificio A del cilindro 15. El pistón se extiende, equivalente al cambio de paso de la pala en la dirección de  $90^\circ$ . El fluido hidráulico desde el segundo orificio B del cilindro 15 se devuelve a la línea de presión a través de la válvula accionada por piloto 23 y el orificio B-T de la válvula proporcional 21.

30 Además, el operador que entra en el buje cierra la válvula de bola 33 manualmente y bloquea de ese modo el acumulador 19.

35 Además, si se activa el botón de parada de emergencia (no mostrado) durante el servicio/trabajo en el buje, la presión piloto se libera y el cilindro de paso 15 se mantiene en la posición actual. El lado A del cilindro 15 se bloquea por las válvulas accionadas por piloto 27 y 22. El lado B del cilindro 15 se bloquea por la válvula de corte 44 y la válvula todo/nada accionada por piloto.

40 En la Fig. 4, se muestra un diagrama esquemático de otra realización del sistema hidráulico de paso 1. La operación del sistema hidráulico de paso 1 es sustancialmente idéntica a la del sistema hidráulico de paso 1 de la Fig. 3, de modo que las funciones globales tal como se han descrito en conexión con la Fig. 3 también aplican a la Fig. 4. Sin embargo, hay algunas diferencias en relación con la Fig. 3.

45 Cuando se ha de realizar servicio y/o mantenimiento en el buje 8 que tiene un sistema de paso 1 de acuerdo con la Fig. 4, el drenaje y bloqueo del acumulador 19 son iniciados por la primera válvula 34, en esta realización una válvula solenoide 34. La presión de entrada es bloqueada por la válvula solenoide 35.

50 De este modo, en esta realización, la válvula solenoide 34 eléctrica se usa para drenar automáticamente la presión hidráulica en el acumulador 19, lo que se realiza manualmente en el sistema hidráulico de paso descrito en la Fig. 3 anterior. Por consiguiente, la presión es drenada desde el exterior del buje. La válvula solenoide 35 eléctrica se usa para bloquear la entrada al acumulador.

55 Como se ha descrito anteriormente, la válvula de bola 44 debe ser cerrada físicamente por un operador cuando entra en el buje. Esto dará como resultado que el orificio B del cilindro, y puede que la entrada del acumulador 19, quede bloqueado. En otra realización no mostrada, la válvula de bola puede cerrarse automáticamente.

60 Además, cuando se mueven las palas durante el servicio, la unidad de bomba (no mostrada) está en marcha en un modo de servicio especial (un modo a prueba de fallos), en el que la presión está controlada por una válvula de alivio en la unidad de bomba.

65 De este modo, cuando un trabajo de servicio o mantenimiento requiere un operador presente en el buje, primero se detiene la turbina eólica y se aplica un bloqueo del rotor manual (no mostrado). Posteriormente, el operador debe ser capaz de drenar los acumuladores de paso mediante la pulsación de un botón de servicio sobre el panel de servicio en la góndola o mediante la operación de un interruptor de servicio próximo a la entrada al buje.

Cuando la presión en los acumuladores es igual a o por debajo de la presión de precarga del gas del acumulador, y

un indicador indica que el buje está en un modo seguro, el operador puede entrar en el buje para cerrar manualmente las tres válvulas de bola colocadas sobre los tres bloques de paso. Cuando las válvulas de bola se han cerrado, el indicador indica que las válvulas han sido cerradas.

- 5 Por razones de seguridad puede fijarse el nivel de presión predeterminado para estar considerablemente por debajo de la presión de precarga del gas del acumulador. Puede fijarse por ejemplo para que esté 5 bares por debajo, incluso aunque la presión de precarga de gas para el acumulador específico sea de 110 bares.

10 Por consiguiente, un procedimiento para la activación del sistema de seguridad del paso de acuerdo con la invención puede comprender las siguientes etapas:

- Parar la turbina eólica
- Aplicar el bloqueo del rotor
- 15 - Activar un panel de activación, que activa un controlador de la turbina eólica,
- El controlador de la turbina eólica activa automáticamente los sistemas hidráulicos de paso para el cambio de paso de las palas, y las palas cambiarán su paso a  $90^\circ$  (el bloqueo del paso de pala se activa automáticamente a  $\geq 88^\circ$ )
- El controlador de la turbina eólica activa automáticamente los sistemas de seguridad del paso para el drenaje del fluido hidráulico desde los acumuladores de paso, y la presión hidráulica cae (la presión hidráulica cae a  $\leq 5$  bares)
- 20 - Esperar aproximadamente 2 minutos hasta que la presión hidráulica en los acumuladores de paso sea  $\leq 5$  bares
- El indicador, por ejemplo una lámpara LED indicadora verde para el modo seguro, comienza a parpadear si la presión hidráulica en los acumuladores de paso es  $\leq 5$  bares
- 25 - Entrar en el buje cuando la lámpara LED indicadora verde para modo seguro comienza a parpadear
- Cerrar manualmente las tres válvulas de bola colocadas sobre los tres bloques de paso
- La lámpara LED indicadora verde colocada sobre la cabina del buje pasa a estar encendida constantemente
- El sistema de seguridad del buje está ahora activado.

- 30 Aunque la invención se ha descrito en lo que antecede en conexión con realizaciones preferidas de la invención, será evidente para un experto en la materia que se pueden concebir diversas modificaciones sin apartarse de la invención tal como se define por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Una turbina eólica (3) que tiene un buje (8), y un sistema de paso hidráulico (1) para el cambio de paso de una pala (2) de la turbina eólica (3) por medio de un fluido hidráulico, estando situado el sistema hidráulico de paso (1) en el buje (8) y comprendiendo:
- al menos un cilindro hidráulico (15) para el ajuste de un ángulo de paso de la pala (2), comprendiendo el cilindro hidráulico (15) un pistón de paso (18) móvil en el cilindro hidráulico (15), y con un primer orificio (A) y un segundo orificio (B) dispuestos en cada lado del pistón de paso (18), y
  - un acumulador (16, 19) hidráulicamente conectado al cilindro (15),
- que comprende adicionalmente un sistema de seguridad del paso adaptado para mantener la pala (2) en un ángulo de paso predeterminado cuando entra una persona en el buje (8) de la turbina eólica (3) para servicio y/o mantenimiento, comprendiendo el sistema de seguridad del paso una primera válvula (32, 34) que con su activación libera una presión en el sistema hidráulico de paso (1) mediante el drenaje del acumulador (16, 19) para fluido hidráulico hasta que la presión haya alcanzado un nivel de presión predeterminado.
2. Una turbina eólica (3) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que se dispone la primera válvula (32, 34), tal como una válvula de aguja, una válvula solenoide o una válvula de bola para el drenaje del acumulador (16, 19) para fluido hidráulico, y/o el cierre de la entrada al acumulador (16, 19).
3. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el drenaje del acumulador (16, 19) se realiza automáticamente mediante la activación de la primera válvula (32, 34) a través de un panel de activación, estando colocado el panel de activación a una distancia desde la primera válvula (32, 34).
4. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que el drenaje del acumulador (16, 19) se realiza por un operador presente en el buje (8) activando manualmente la primera válvula (32, 34).
5. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el sistema de seguridad del paso comprende una segunda válvula (33, 44), tal como una válvula de bola o una válvula de corte, estando adaptada la segunda válvula (33, 44) para cerrarse manualmente.
6. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer y segundo orificios (A, B) del cilindro de paso (15) se bloquean mediante la activación del sistema de seguridad del paso.
7. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el ángulo de paso predeterminado está en una circunstancia en la que la pala (2) está en su posición de estabilidad, aproximadamente  $\pm 90$  grados.
8. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el nivel de presión predeterminado es una presión de precarga de gas del acumulador (16, 19).
9. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que se dispone una unidad de bomba en conexión con el sistema de paso (1), estando adaptada la unidad de bomba para activarse por el operador presente en el buje (8) de modo que el ángulo de paso de la pala (2) pueda cambiarse si es necesario durante el servicio y mantenimiento.
10. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que se dispone un panel de servicio en una entrada al buje (8) de modo que el operador pueda activar el sistema de seguridad del paso antes de la entrada al interior del buje.
11. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos se dispone un cilindro hidráulico (15) y un acumulador (16, 19) en conexión con una pala (2).
12. Una turbina eólica (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el sistema de seguridad del paso comprende un dispositivo de bloqueo mecánico que está adaptado para insertarse en conexión con la pala (2), bloqueando de ese modo mecánicamente la pala (2) en una posición predeterminada.
13. Un método para la activación de un sistema de seguridad del paso en un sistema hidráulico de paso (1) de una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende las etapas de
- activar el sistema de seguridad del paso de modo que las palas (2) estén posicionadas en sus posiciones de estabilidad,
  - drenar el fluido hidráulico desde un acumulador (16, 19) hasta que una presión hidráulica alcance un nivel predeterminado, y

- entrar en el buje (8).

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el drenaje del fluido hidráulico se realiza automáticamente mediante la activación del sistema de seguridad del paso.

5

15. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14, en el que se cierra una segunda válvula o bien automáticamente o bien manualmente.

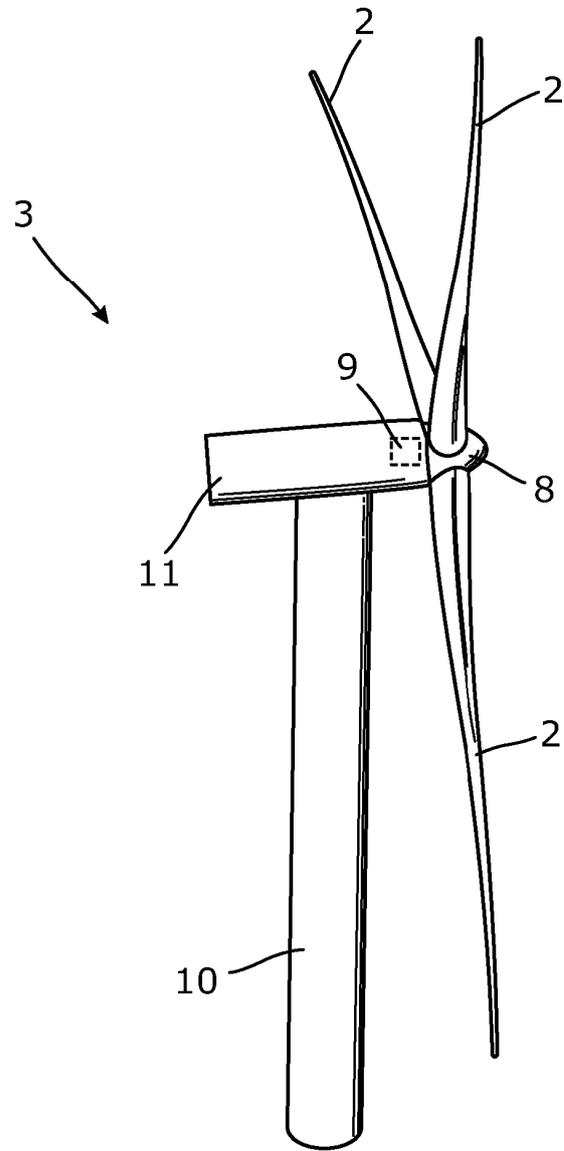


Fig. 1

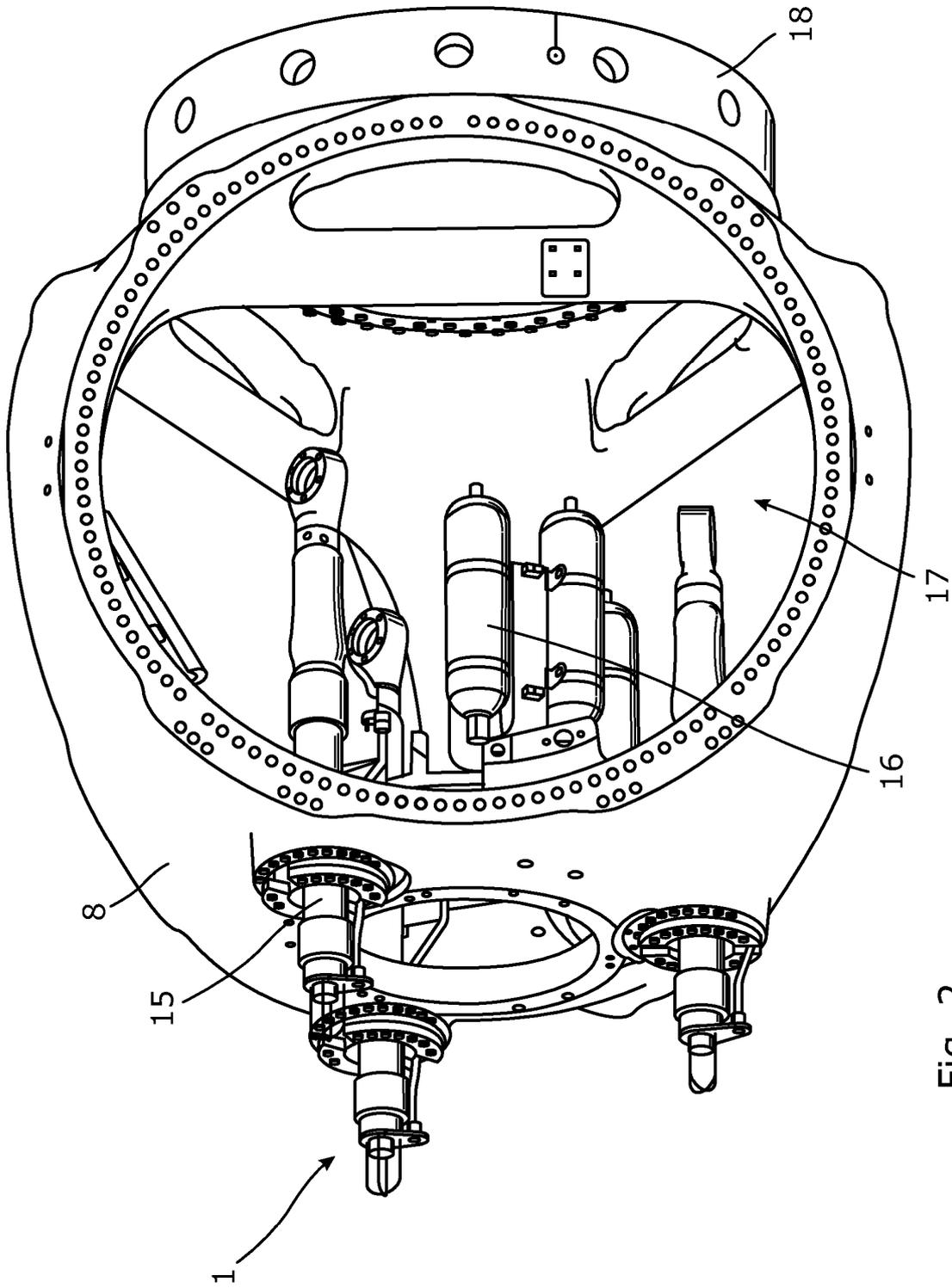


Fig. 2

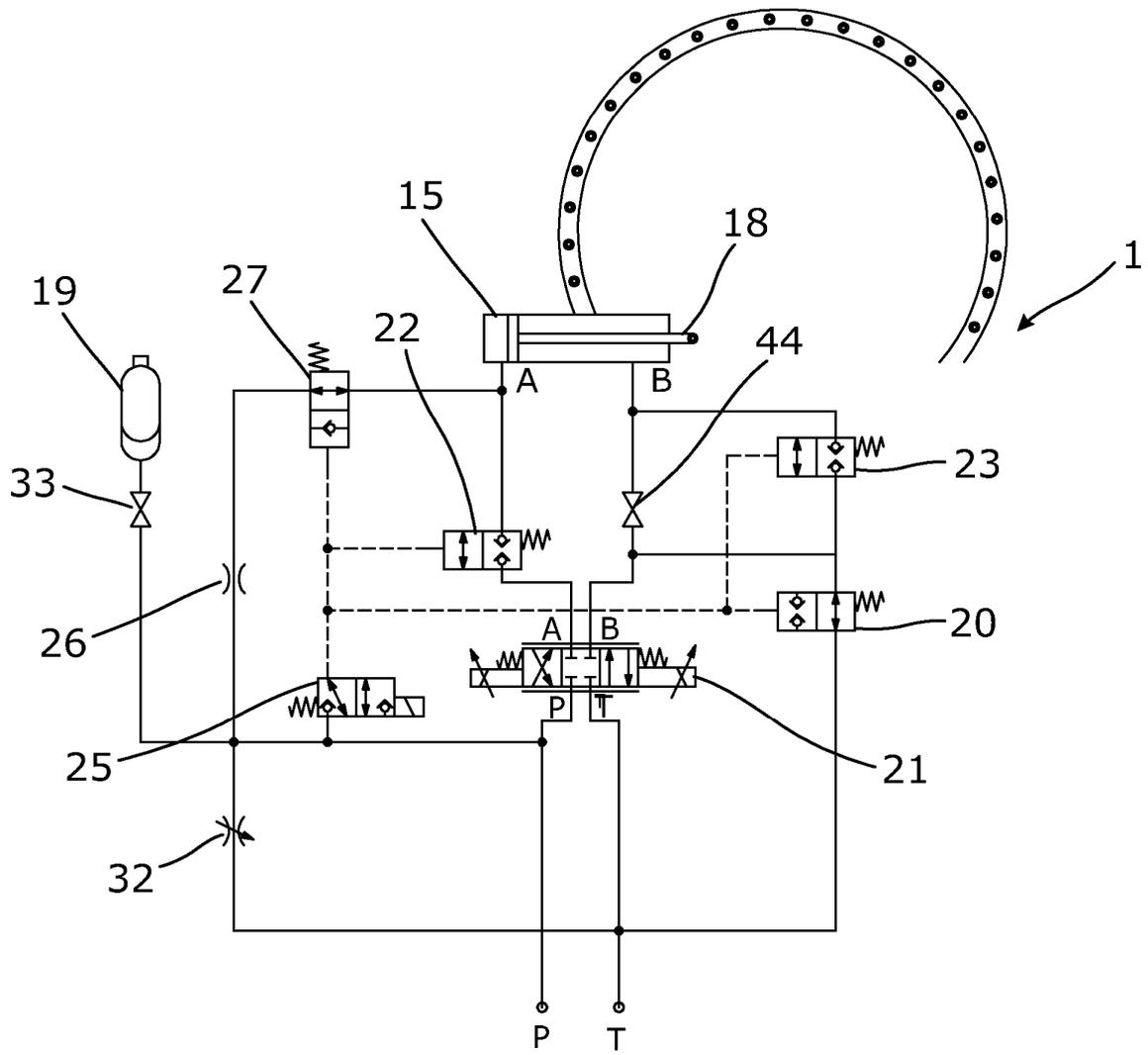


Fig. 3

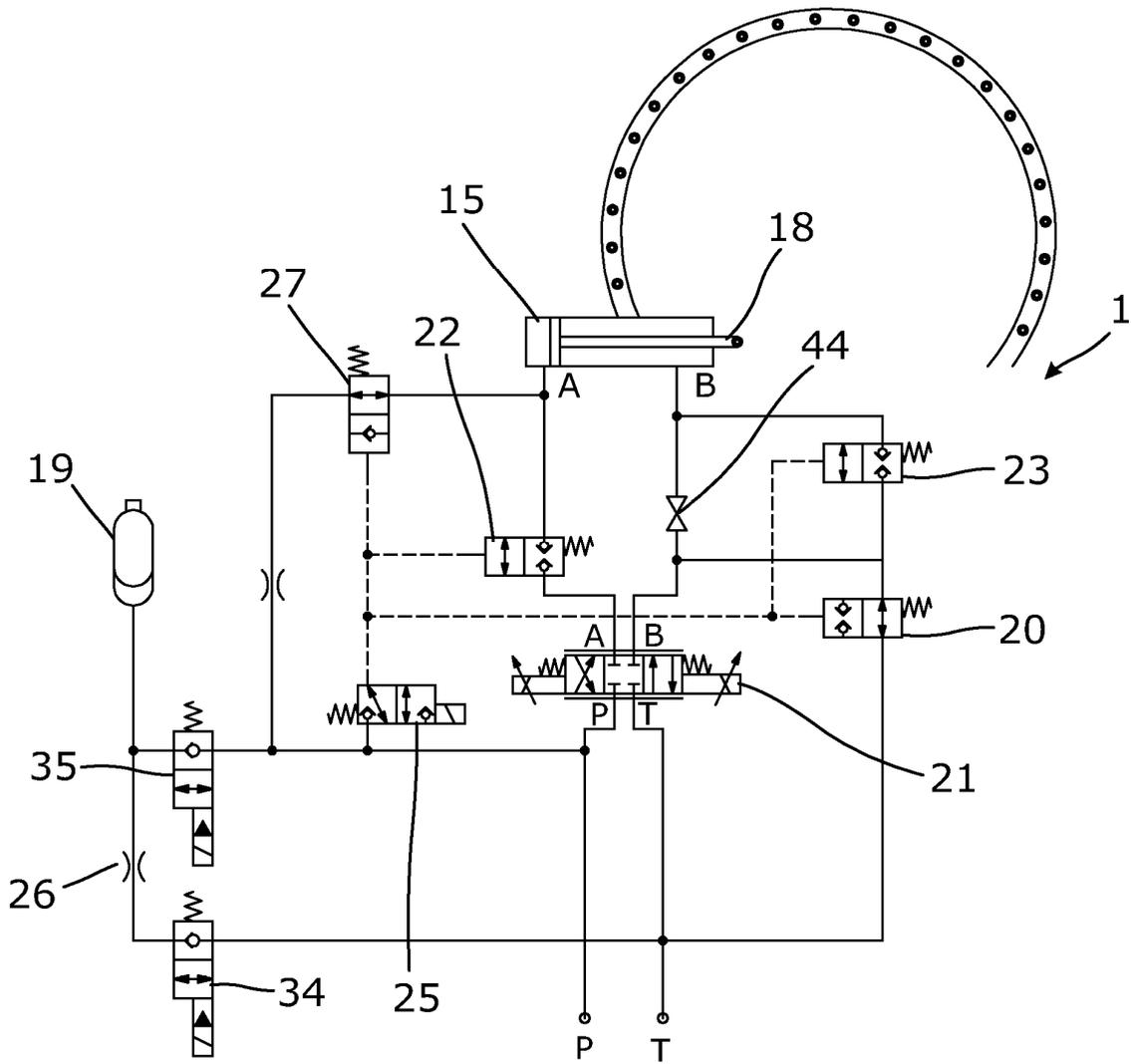


Fig. 4